



Ilmakuva selvitysalueesta, Oulun karttapalvelu

Hartela Pohjois-Suomi Oy

Kytkintie 7, Tuira

Hulevesiselvitys

101017903-001



AFRY
ÄF PÖYRY

Hulevesiselvitys

Yhteyshenkilö
Eija Toivonen
Puhelin
050 312 3920
Sähköposti
eija.toivonen@afry.com

Pvm.
31/01/2022
Projektiviite
101017903-001

Raportin numero

Asiakas
Hartela Pohjois-Suomi Oy
Kytöntie 7, Tuira

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



Eija Toivonen

Ins., Hortonomi, projektipäällikkö



Heikki Hekkala

DI, osastopäällikkö



Sisältö

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Toimeksianto | 1 |
| 2 | Selvitysalueen nykytilanne | 1 |
| 2.1 | Sijainti ja toiminnot | 1 |
| 2.2 | Luonnolliset virtausreitit ja maaperä | 2 |
| 2.3 | Hulevesijärjestelmät | 2 |
| 2.4 | Hulevesitulva-alueet ja -reitit | 3 |
| 3 | Suunniteltu rakentaminen | 4 |
| 4 | Rakentamisen vaikutukset hulevesiin | 5 |
| 4.1 | Selvitysaluekohtainen hulevesitarkastelu | 5 |
| 4.2 | Hulevesien kokoojaviemärin kapasiteetti | 6 |
| 4.3 | Hulevesitulvat | 7 |
| 5 | Hulevesien hallinnan tavoitteet | 8 |
| 5.1 | Oulun kaupungin tavoitteet | 8 |
| 5.2 | Hulevesien hallinnan määrälliset ja laadulliset tavoitteet | 8 |
| 5.3 | Hulevesien hallinnan muut tavoitteet | 8 |
| 5.4 | Hulevesitulvat | 9 |
| 6 | Suosituksat hulevesien hallintaa varten | 9 |
| 6.1 | Piha-alueiden pinnoitteet | 10 |
| 6.2 | Kansipihan pinnoitteet ja kasvillisuusalueet | 11 |
| 6.3 | Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely | 12 |
| 6.4 | Viherkatot | 13 |
| 6.5 | Hulevesitulva-alueet ja -reitit | 14 |

1 Toimeksianto

Hartela Pohjois-Suomi Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Kytöntie 7 hanke-suunnitteluvaiheeseen liittyvän hulevesiselvityksen.

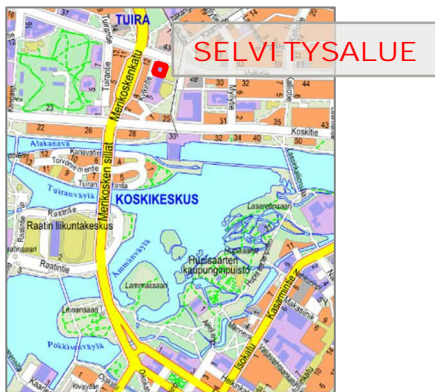
Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa, Tuiran kaupunginosassa, korttelissa 102, katuosoitteessa Kytöntie 7.

Kohteessa tehtiin AFRY Finland Oy:n toimesta myös yleispiirteiset pohjatutkimukset, perustamistapalausunto sekä sulfaattimaaselvitys, joista on tehty erilliset selvitysraportit.

2 Selvitysalueen nykytilanne

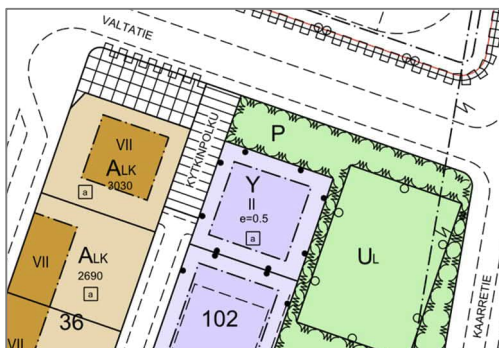
2.1 Sijainti ja toiminnot

Alue, johon tämä hulevesiselvitys kohdistuu, sijaitsee Tuiran kaupunginosassa, osoitteessa Kytöntie 7. Kohde sijaitsee reilun kilometrin etäisyydellä Oulun ydinkeskustasta pohjoiseen.



Kuva 1. Selvitysalueen sijainti esitettynä kuvassa punaisella viivalla. (Oulun karttapalvelu, muokannut Eija Toivonen)

Selvitysalueella on nykyisin 2-kerroksinen asuinrakennus. Alueen eteläpuolella on Merikosken päiväkoti, länsipuolella asuinkerrostalo, ja itäpuolella urheilukenttä, 110 kV voimalinja suoja-alueineen ja Tuiran S-Market. Pohjoispuolella, Valtatien toisella puolen on huoltoasema. Kuvassa 2 on esitetty voimassa oleva asemakaava, jossa selvitysalue on merkitty yleisten rakennusten korttelialueeksi (Y).



Kuva 2. Ote voimassa olevasta asemakaavasta. (Oulun kaupunki)

2.2 Luonnolliset virtausreitit ja maaperä

Maanpinta selvitysalueella on tasainen, vaihdellen tasovälillä +13,20...+13,80 (N2000). Alueella muodostuvat hulevedet kulkeutuvat kaivojen kautta kunnan hulevesiviemäriin.

Afry Oy:n joulukuussa 2021 tekemän yleispiirteisen pohjatutkimuksen mukaan pohjasuhteet alueella ovat yleispiirteisissään seuraavat;

- pintamaat, asfaltti, humus
- täyttö; murske, hiekka ja hiekkamoreeni 1...1,5 m
- alueen pohjoisosalla löyhä - keskitiivis – tiivis, routiva silttinen hiekka, hiekkainen siltti ja siltti 2...4 m
- tiivis, routiva hiekka ja hiekkamoreeni

Pohjamaa on kohtalaisesti ja huonosti vettä läpäisevää, vedenläpäisevyys rakeisuuden perusteella arvioituna $k = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s} \dots 7 \times 10^{-8} \text{ m/s}$.

Pohjavedenpinta sijaitsee selvitysalueella marraskuussa 2021 noin 2,5 m syvyydessä maanpinnasta tasossa +10,70...+11,40. Sadannasta ja vuodenajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä $\pm 0,3 \dots 0,5 \text{ m}$.

2.3 Hulevesijärjestelmät

Selvitysalueella nykyisin syntyvät hulevedet johdetaan Kytkitien kohdalla kulkevaan vuonna 2017 rakennettuun muoviseen (PP) hulevesiviemäriin, halkaisija 250 mm. Hulevedet jatkavat matkaa Koskitien runkolinjaan, joka on vuonna 1998 rakennettu betoninen putki, halkaisija 500 mm. Koskitien viemäri kuljettaa vesiä itään päin ja Koskitie 25:n kohdalla hulevesiviemäri kääntyy kohti etelää (kuva 3). Hulevedet purkavat kanavaan voimalaitoksen alapuolella, n. 300 metrin päässä selvitysalueesta.

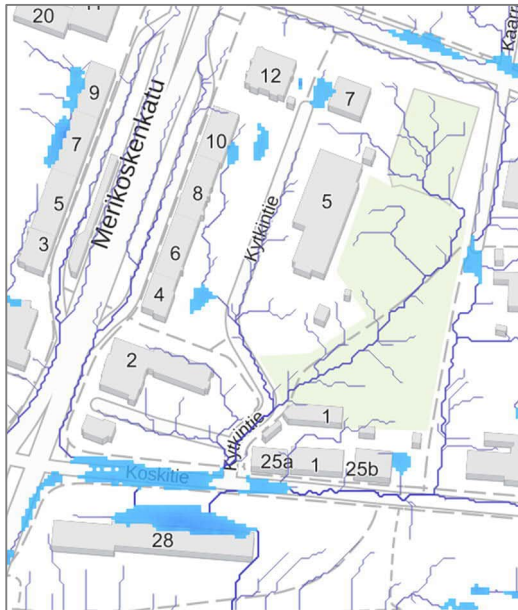


Kuva 3. Selvitysalueella sijaitseva hulevesiverkosto. (Oulun kaupunki)

2.4 Hulevesitulva-alueet ja -reitit

Suunnittelualueella voi esiintyä ainoastaan hulevesitulvia. Hulevesitulvat syntyvät kun hulevesiverkosto ei pysty käsittelemään rankkasateen aiheuttamaa vesimäärää tai avo-ojat eivät poista vettä tarpeeksi tehokkaasti. Hulevesitulvien mitoituksessa käytetään harvinaista tulvaa eli 1/100 vuodessa toistuvaa sadetta.

Kaupunkien ja taajamien tiivis rakentaminen, vettä läpäisemättömien pintojen suuri osuus ja viheralueiden väheneminen lisäävät tulvariskiä. Usein kaupunkialueilla on myös vanhat riittämättömän kokoiset hulevesiputkistot, jotka eivät pysty käsittelemään täydennysrakentamisen kasvattamia hulevesimääriä. Reunakivellä rajatut kadut toimivat usein tulvareitteinä tulviville hulevesille.

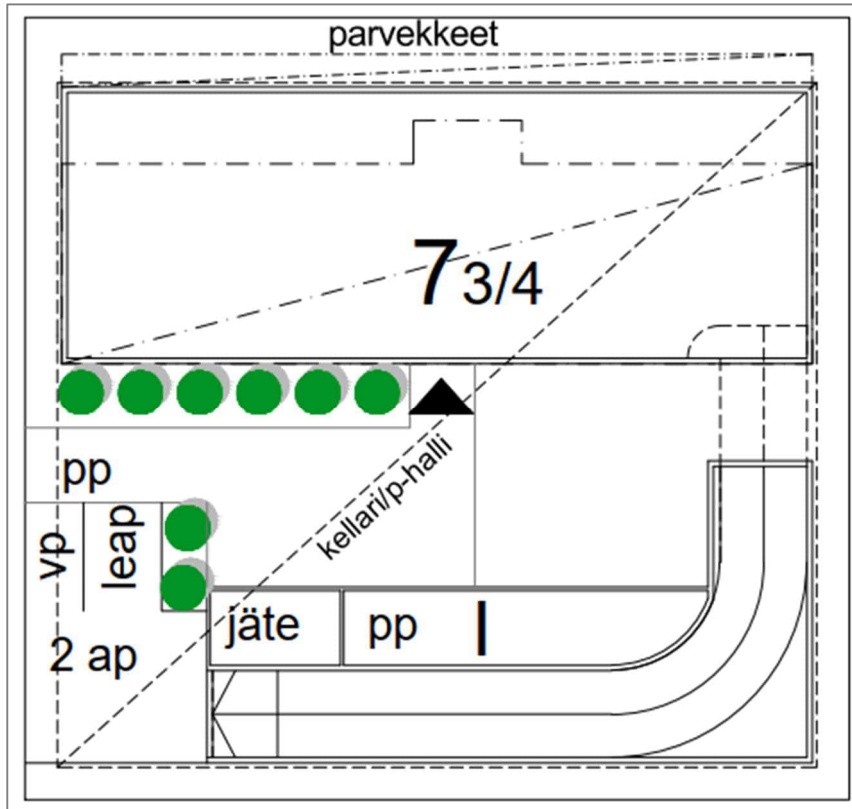


Kuva 4. Hulevesien virtaus- ja lammikoitumispaikkoja harvinaisen tulvan aikana. (SCALGO Live)

Tässä selvityksessä tarkasteltava alue ei toimi harvinaisen hulevesitulvan tulvimisalueena, eikä sen läpi kulje tulvareittiä. Hulevesitulvan aikaan vesiä selvitysalueella muodostuvia hulevesiä lammikoituu asuinrakennuksen länsipuolelle n. 50 mm syväksi lammikoksi (kuva 4), jonka jälkeen vedet purkautuvat rakennuksen eteläpuolelta itään, nykyisen urheilukentän suuntaan. Urheilukentän kaakkoiskulmasta vedet jatkavat virtausta Merikoskenpuistonläpi etelään Koskitielle. Alueelle tulvivat hulevedet hakeutuvat lopulta Koskitien alimpaan kohtaan Koskitie 28:n läheisyydessä. Hulevesiä lammikoituu Koskitie 28:ssa sijaitsevan kerrostalon edustalle, kunnes ne pääsevät padotuksen jälkeen purkamaan rakennuksen itäpuolelta joen rantaan ja edelleen kanavaan. Katualueiden voidaan siis katsoa toimivan hallittuna tulvareittinä selvitysalueen hulevesille, mutta tulvavesien kulkeutuminen Koskitieltä eteenpäin jokeen ei ole hallinnassa sillä tulvivat hulevedet voivat aiheuttaa vahinkoa osoitteessa Koskitie 28 sijaitsevalle kiinteistölle.

3 Suunniteltu rakentaminen

Selvitysalueelle on tarkoitus rakentaa uusi asuinrakennus. Asuinrakennuksen autopaikat tul-
laan osoittamaan pysäköintikellariin ja oleskelupiha pihakannelle.



Kuva 5. Ote käyttösuunnitelmasta, 24.1.2022 (Lukkaroinen arkkitehdit)

4 Rakentamisen vaikutukset hulevesiin

4.1 Selvitysaluekohtainen hulevesitarkastelu

Selvitysalueen hulevesilaskennoissa käytettiin kerran 5 vuodessa toistuvaa 5 minuutin mitaista sadetapahtumaa. Mitoitussateen rankkuus on määritetty edellä mainituilla arvoilla Kuntaliiton hulevesioppaan, taulukko 11-2, avulla. Hulevesimäärien laskennassa on huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutus +20 %, jolloin mitoitussateen rankkuudeksi saadaan $260 \text{ l/s*ha} \times 1,2 = 260 \text{ l/s}$.

Lisäksi selvitysalueelle määritettiin mitoitusvirtaama tavanomaisen sateen (1/2 a) sekä harvinaisen rankkasateen (1/100 a) aikana. Tässä selvityksessä tavanomaisen sateen mitoitussateena käytettiin 192 l/s*ha ja harvinaisen rankkasateen, eli tulvatilanteen, mitoitussateena käytettiin 492 l/s*ha . Mitoitusvirtaamissa on huomioitu ilmastonmuutoksen vaikutus +20 %.

Taulukko 1 Laskennassa käytetyt mitoitussateen arvot.

| Mitoitussateet | Sade | Sade + 20 % | Sateen kesto |
|----------------------------------|----------|-------------|--------------|
| | [l/s*ha] | [l/s*ha] | [min] |
| Mitoitussade (kerran 2 vuodessa) | 160 | 192 | 5 |
| Rankkasade (kerran 5 vuodessa) | 217 | 260 | 5 |
| Tulva (kerran 100 vuodessa) | 410 | 492 | 5 |

Selvitysalueella esiintyy nykytilanteessa kolme erilaista pintaa; kattopintaa, asfalttoitua pintaa sekä nurmipeitteistä pintaa. Rakentamisen jälkeisessä tilanteessa selvitysalueen oletettiin sisältävän näitä samoja pintatyppejä. Pintojen sijoittuminen tontille on esitetty kuvassa 6. Muodostuvan pintavalunnan määrää arvioitiin tontilla esiintyvien pintojen laajuuden ja pinoille määritettyjen valumakertoimien avulla. Laskennassa käytettyjen pintojen laajuudet ja valumakertoimet on esitetty alla olevassa taulukossa 2.



Kuva 6. Hulevesilaskennassa käytettyjen pintojen sijoittuminen selvitysalueella nykytilanteessa (vas. ruutu) sekä rakentamisen jälkeen (oik. ruutu). Perustuu käyttösuunnitelmaan (kuva 5).

Taulukko 2 laskennassa käytetyt valumakertoimet.

| Pinnan tyyppi | Valumakerroin | Nykytilanne | Tuleva tilanne (*) |
|--|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Pinta-ala [m ²] | Pinta-ala [m ²] |
| Katto | 0,9 | 269 | 441 |
| Asfalttipäällyste | 0,8 | 180 | 606 |
| Nurmipintainen piha | 0,2 | 923 | 325 |
| Kokonaispinta-ala [m ²] | | 1372 | 1372 |
| Keskimääräinen valuntakerroin | | 0,4 | 0,7 |
| Pintavalunta tontille, [m ³] | | 4 | 7 |

(*Mitoitussade 260 l/s/ha 5 minuutin ajan, ilmastonlisä +20 % huomioitu)

Taulukossa 3 on esitetty laskennan perusteella arvioituja tontilla syntyviä hulevesimääriä eri sateen toistuvuuksilla nykytilanteessa sekä rakentamisen jälkeen.

Taulukko 3 Tontilla syntyvän huleveden määrä nykytilanteessa ja rakentamisen jälkeen.

| | Nykyinen hv-määrä [m ³] | Rakentamisen jälkeinen hv-määrä [m ³] (*) | Muutos [m ³] (*) |
|---------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------|
| Tavanomainen sade (1/2 a) | 3 | 5 | 3 |
| Rankkasade (1/5 a) | 4 | 7 | 4 |
| Tulva (1/100 a) | 7 | 14 | 7 |

(* Ilmastomuutoslisä +20% huomioitu)

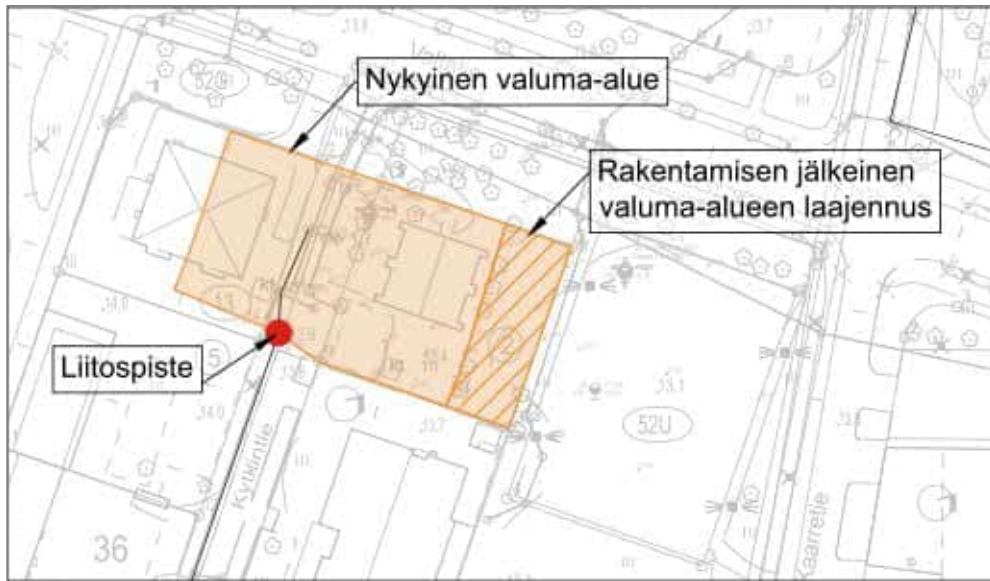
Verrattaessa nykytilannetta suunnitellun rakentamisen jälkeiseen tilanteeseen, kuva 6 sekä taulukko 2, voidaan todeta että alueen keskimääräinen valuntakerroin kasvaa ja alueella muodostuu nykyistä enemmän hulevesiä. Taulukosta 3 voidaan laskea, että huleveden määrä kasvaa lähes kaksinkertaiseksi (sis. ilmastomuutoslisän +20 %). Laskenta on tehty sillä olettamalla, että hulevesien muodostumista ei ole pyritty minimoimaan ja sisäpihan valumakertoimena on käytetty asfalttipäällysteen valumakerrointa. Näin ollen jatkosuunnittelussa voidaan tehdä ratkaisuja jotka pienentävät alueen keskimääräistä valuntakerrointa ja vähentävät hulevesien muodostumista.

Viivytyksrakenteiden mitoitustilavuutena on yleisesti käytetty 1 m³, jokaista sataa vettä läpäisemättömä neliometriä (100 m²) kohden. Jos tarkastellaan tilannetta, jossa koko tontti (1372 m²) luettaisiin vettä läpäisemättömäksi pinnaksi, tontilla muodostuisi yhden rankkasadetapahtuman (1/5a, ilmastomuutoslisä huomioiden) aikana 7 m³ hulevettä. Tämän vesimäärän viivyttämiseen päästäisi viivytyksvaateella 1 m³ jokaista kahtasataa vettä läpäisemättömä neliometriä (200 m²) kohden.

4.2 Hulevesien kokoojaviemärin kapasiteetti

Selvitysalueelta poistuvat hulevedet tullaan johtamaan Kytöntien hulevesiviemäriin. Selvitysalue sijaitsee hulevesiverkoston valuma-alueen yläpäässä.

Nykyisen viemärin kapasiteetin arvioimiseksi Kytöntieltä Koskitielle kulkevaan hulevesiviemäriin määritettiin liitospiste, johon kiinteistöjen hulevedet tullaan liittämään, kuva 6. Tälle pisteelle määritettiin osavaluma-alue, laskettiin pintavalunta ja hulevesivirtaama nykyisen maankäytöllisen tilanteen mukaan yleisesti käytössä olevien mitoitussateiden ja Oulun kaupungin ohjeiden mukaisesti.



Kuva 7. Kytktien hulevesiviemäriin kapasiteetin arvioimisessa käytetyt osavaluma-alueet sekä liittopisteet.

Kytktien hulevesiviemäriin kapasiteetin riittävyttä arvioitiin käyttämällä laskennoissa 1/5a toistuvaa sadetapahtumaa. Kuntaliiton hulevesioppaan, taulukoiden 15-5 sekä 15-6 perusteella mitoitussateen kestoksi määritettiin 5 min ja sateen intensiteetiksi 260 l/s*ha, ilmastomuutoslisä huomioitu. Lisäksi alueelle määritettiin ns. viemäriin viivytyskerroin (0,7) joka ottaa huomioon sen että kaikki vesi ei pääse kerralla verkostoon vaan osa hulevesistä pidättyy kaivoihin ja ritaläkansien päälle ja tämä viivyttää hulevesien kulkeutumista tarkasteltavaan liittopisteeseen.

Näillä arvoilla laskettuna putken kapasiteetti on nykytilanteessa riittävä rankimpienkin sateiden aikana. Suunnitellun rakentamisen myötä liittopisteen valuma-alue tulee kasvamaan ja hulevesien määrä lisääntymään. Rakentamisen jälkeisessä tilanteessa Kytktien nykyinen viemäri pystyisi laskennallisesti kuljettamaan nykyisten rankkasateiden aiheuttamaan vesimäärää, mutta ilmastomuutoksen myötä mahdollisesti rankkenevat sateet aiheuttaisi viemäriin kapasiteetin ylittymisen.

Taulukko 3 Valuma-alueelta syntyvä pintavalunnat 5 minuutin rankkasateen (1/5 a) aikana ilman ilmastomuutoslisää sekä ilmastomuutoslisä +20 % huomioiden. Kapasiteetin riittävyttä on kuvattu väreillä, vihreä: kapasiteetti riittävä, oranssi: kapasiteetti käytössä kokonaan, punainen: kapasiteetti ylittyy.

| Mitoitussade [l/s/ha] | Pintavalunta (putken max. kapasiteetti) liittopisteessä [l/s] | |
|--------------------------|---|----------------------|
| | Nykytilanteessa | Rakentamisen jälkeen |
| 217 | 14 (27) | 25(27) |
| 260(*) | 17 (27) | 30(27) |

(* Ilmastomuutoslisä +20% huomioitu)

4.3 Hulevesitulvat

SCALGO Liven palvelussa tehdyn analyysin (kuva 4) mukaan selvitysalue sijaitsee valuma-alueen yläpäässä, eikä rakentaminen vaikuta olennaisesti alueen hulevesien kulkeutumis-suuntiin tulva-aikana. Hulevesitulvan mahdollisuus tulee huomioida mm. rakennusten korkeusasemien suunnittelussa, kts. lisää kohdasta 6.5 Hulevesitulva-alueet ja -reitit.

5 Hulevesien hallinnan tavoitteet

5.1 Oulun kaupungin tavoitteet

Oulun kaupungin hulevesien hallinnan suunnitteluohjeessa hulevesien hallinnan periaatteet ja tavoitteet on priorisoitu seuraavasti:

- I. Kiinteistölle aiheutuvien haittojen ja vahinkojen estäminen
- II. Hulevesien muodostumisen ehkäisy
(esim. vettä läpäisevät päällysteet, kasvillisuusrakenteet, viherkatot)
- III. Hulevesien käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
(esim. imeytysrakenne, biosuodatusrakenne, kasteluveden otto hulevesialtaista tai -säiliöistä)
- IV. Hulevesien poisjohtaminen kiinteistöltä viivyttävällä rakenteella
(esim. luonnonmukainen hulevesiallas, maanalainen viivytyssäiliö tai -rakenne, viivytyssäiliö tai -rakenne)
- V. Hulevesien poisjohtaminen yleisille alueille viivytettäväksi ja/tai käsiteltäväksi ennen vesistöön johtamista
(esim. viivyttävä avouoma, hulevesiallas, kosteikko)
- VI. Hulevesien poisjohtaminen suoraan vastaanottavaan verkostoon tai vesistöön.

Hulevesien hallinnan ja -järjestelmien suunnittelussa noudatetaan suunnitteluohjeen prioriteettijärjestystä. Tavoitteena on, että rakentaminen ei kasvata muodostuvia virtaamia rakentamista edeltäneeseen tilaan verrattuna tai vesistön tai verkoston kapasiteetin yli.

Hulevesien hallinnassa noudatetaan muilta osin sitä, mitä maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä vesihuoltolaissa on asiasta säädetty.

5.2 Hulevesien hallinnan määrälliset ja laadulliset tavoitteet

Selvityskohteen ensisijainen hulevesien hallinnan tavoite on määrällinen hallinta. Määrällisellä hallinnalla pienennetään rakentamisen aiheuttamaa hulevesiviemärin kuormitusta erityisesti rankkasateiden aikana (viivytyks) ja pyritään suojelemaan alueen luonnollista veden kiertoa (imeyttäminen).

Liikenne- ja pysäköintialueelta syntyvä hulevesi voi sisältää epäpuhtauksia, joista suurin osa on sitoutuneena kiintoainekseen. Tästä syystä pysäköintialueen vesille suositellaan suodattamista ja kiintoaineksen poistamista ennen vesien johtamista eteenpäin hulevesiverkostossa.

Hulevesien laadullinen hallinta on hyvä ottaa huomioon myös viherkattojen yhteydessä, ks. kohta 5.5 Viherkatot.

5.3 Hulevesien hallinnan muut tavoitteet

Hulevesi on arvokas suunnittelussa huomioitava mahdollisuus. Hyvällä hulevesien hallinnan suunnittelulla voidaan määrällisen ja laadullisen hallinnan rinnalla tarjota myös viihtyisyyden ja toiminnallisuuden hyödykkeitä.

Hulevesiä hyödyntävät painanteet ja viherkatot voivat huleveden määrällisen hallinnan lisäksi tarjota ravintoa ja elinympäristön monille luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeille hyönteisille. Viihtyisyyttä lisääviin elementteihin panostaminen voi tuoda mukanaan mm.

seuraavia hyödykkeitä: vihreä kasvillisuus, ilman laadun paraneminen, lämpötilaerojen tasaantuminen, meluntorjunta ja erilaisten tilojen luominen.

5.4 Hulevesitulvat

Suunnittelun tavoitteena on etsiä tonttikohdaisia ratkaisuja joilla voidaan vähentää alueen tulvariskiä ja varmistaa tulviville hulevesille virtausreitti, johon hulevedet ohjautuvat hallitusti silloin, kun hulevesiviemäroinnin kapasiteetti ylittyy. Tulvavedet tulee ohjata hallitusti tulvareittien avulla alueille, missä vedestä ei aiheudu haittaa kiinteistöille.

6 Suositukset hulevesien hallintaa varten

Selvitysalueella syntyvät hulevedet tullaan liittämään tontin länsipuolella kulkevaan Kytkintien hulevesiviemäriin. Kytkintien viemäriin kautta hulevedet kulkeutuvat Koskitien kohdalla kulkevaan, vuonna 2002 rakennettuun huleveden kokoojaviemäriin. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta mahdollisesti kovenevien rankkasateiden myötä alueen hulevesiverkoston kapasiteetin riittävyys tulee kiinnittää huomiota. Oulun kaupungin hulevesien hallinnan tavoitteiden mukaisesti kohteen jatkosuunnittelussa tulisi etsiä ratkaisuja, joilla voidaan ehkäistä hulevesien muodostumista sekä käsitellä ja hyödyntää syntyviä hulevesiä tontilla. Hulevedet joille ei voida osoittaa käsittelyä tontilla, johdetaan viivytyksen (ja suodatuksen) kautta hulevesiverkostoon. Näillä toimilla saadaan pidettyä yllä alueen luonnollista vesikiertoa ja vähennettyä hulevesiverkoston ja vastaanottavan vesistön kuormitusta.

Selvitysalueelle voidaan suositella käytettäväksi viivytyksrakenteiden mitoitustilavuutta 1 m^3 , jokaista kahtasataa vettä läpäisemätöntä neliometriä (200 m^2) kohden (kts. laskelma kohdasta 4.1 Selvitysaluekohtainen hulevesitarkastelu). Viivytyksrakenteiden tulee tyhjäntä viimeistään 24 h kuluessa täyttymisestäään. Rakenteen tulee kuitenkin olla viivyttävä siten, että rakenne ei tyhjene alle 0,5 tunnissa täyttymisestäään.

Selvitysalueella tulee ensisijaisesti keskittyä hulevesien muodostumisen ehkäisyyn. Pinnoitteiksi valitaan vettä läpäiseviä ja pidättäviä päällysteitä ja rakennetaan mahdollisimman paljon kasvillisuuspeitteisiä alueita. Kts. lisää kohta 6.1 Piha-alueiden pinnoitteet ja kohta 6.2 Kansipihan pinnoitteet ja kasvillisuusalueet.

Kattopinnoilta muodostuvat hulevedet voidaan lukea ns. puhtaiksi vesiksi joten niille ei tarvita laadullista hallintaa. Määrällistä hallintaa ajatellen kattovesille suositellaan etsimään ratkaisuja, joilla saadaan hulevedet käsiteltäviä ja hyödynnettyä tontilla. Mikäli kattovesille ei pystytä osoittamaan käsittelyä tontilla, tulee ne ohjata viivytyksen kautta hulevesiverkostoon.

Liikenne- ja pysäköintialueilta syntyvät hulevedet sisältävät epäpuhtauksia, joita tulee pyrkiä poistamaan vedestä ennen sen johtamista verkostoon virtaamahuippua tasaavan, viivyttävän rakenteen kautta. Katso lisää kohdasta 6.3 Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely.

Selvitysalueelle tehtyjen pohjatutkimusten rakeisuusseulontojen perusteella pohjamaan vedenläpäisykyky on kohtalainen tai huono (kts. kohta 2.2).

Suodatinkankaita ei tule käyttää rutiininomaisesti hulevesirakenteissa. Suodatinkangasta käytettäessä tulee huomioida kankaan tukkeutuminen kiintoaineksesta ajan kuluessa sekä se onko kankaasta mahdollisesti haittaa kunnossapitotoimien yhteydessä. Suodatinkankaiden käyttöä hulevesirakenteissa on suositeltavaa välttää ja miettiä korvaavia vaihtoehtoja, kuten siirtymäkerros maa-aineksesta.

Suunniteltujen hulevesirakenteiden suunnitelmien mukainen toteuttaminen sekä oikeanlaiset ylläpitotoimet ovat tärkeitä hulevesirakenteen toiminnan kannalta. Puutteellinen kasvillisuus

tai tukkeutuneet suodatinkerrokset heikentävät hulevesirakenteiden toimintaa. Myös vääränlainen rakenteiden käyttö voi rikkoa rakenteen tai vaikeuttaa sen toimintaa. Tieto rakenteiden oikeanlaisesta käytöstä tulisi päätyä niin käyttäjille kuin ylläpitoa toteuttaville henkilöille.

6.1 Piha-alueiden pinnoitteet

Selvitysalueella tulee kiinnittää huomiota piha-alueiden pinnoitteisiin. Tontilla syntyvän huleveden määrää voidaan vähentää käyttämällä mahdollisimman vähän vettä läpäisemättömiä pinnoitteita ja suosimalla vettä läpäiseviä pinnoitteita. Näin voidaan vähentää tontilta pois virtaavan veden määrää ja muuttaa sitä osaksi maa- ja pohjavettä tai ilmakehän vettä.

Huolto-, pelastus- ja muut kulkureitit ovat suurin vihreiden pintojen määrää rajoittava tekijä piha-alueella. Hulevesien hallinnan kannalta kulkureittien suunnittelussa kannattaakin panostaa siihen että kulkuyhteydet saadaan toteutettua mahdollisimman tehokkaasti, pienillä neliömäärillä. Toinen harkittava asia on kulkureittien päällyste. Voidaanko kulkureitit päällystää vettä läpäisevällä kivellä (kuva 7), reikäkivellä, leveästi saumatulla kiveyksellä tai muulla vastaavalla pinnalla, johon voidaan yhdistää kasvillisuutta tai sorapintaa (kuva 8). Esteettömyysvaatimukset johtavat monesti vettä läpäisemättömän pinnoitteen käyttöön. Suunnittelussa on kuitenkin hyvä pitää mielessä että vettä läpäisemätön pinta voidaan osoittaa vain esteettömän kulkureitin vaatimalle leveydelle, tämän leveyden ulkopuolella pinnoite voidaan vaihtaa esim. leveästi saumattuun kiveen. Vettä läpäisevät hulekivet soveltuvat käytettäväksi myös esteettömillä osuuksilla. Välttämättömien kulkureittien ja muiden toimintojen ulkopuolelle jäävät alueet olisi hyvä suunnitella kasvillisuuspeitteisiksi alueiksi.



Kuva 8. Vettä läpäisevä kartano -hulekivi (Rudus Oy)



Kuva 9. Erilaisia vettä läpäiseviksi luettavia kiveyksiä kiviaines- ja nurmisaumalla (Rudus Oy)

Kivetyn pinnan läpäisevyyteen vaikuttaa oleellisesti käytetty saumamateriaali. Jotta kiveys voidaan lukea vettä läpäiseväksi, tulee se olla saumattu riittävän karkealla kiviaineella

(sitomaton sauma-aine) tai läpäisevällä sauma-aineella (sidottu sauma-aine). Hieno saumashiekka ja kivituhka tiivistyvät kastuessaan niin tiiviiksi, että vaikka kiveys olisi tehty leveällä saumalla, rakenteen vedenläpäisevyys ei ole kovin hyvä. Sauma-aineen valinnassa on hyvä ottaa huomioon kohteen kunnossapito. Jos kiveystä hoidetaan koneellisesti, voi sidottu sauma-aine olla hyvä valinta. Sitomaton sauma-aine soveltuu erityisen hyvin alueille, joita ei puhdisteta koneellisesti. Saumauskiviaineksen valinnassa on hyvä huomioida että kiviaineksen maksimiraekoko saa olla enintään puolet sauman leveydestä.

Vettä läpäisevää kiveystä voidaan käyttää myös parantamaan piha-alueen visuaalista luettavuutta. Vaikka kulkureitit olisivat asfalttia tai vettä läpäisemätöntä kiveystä, voidaan esimerkiksi polkupyörien ja autojen pysäköintialueet kivetä leveämmällä saumalla ja vettä läpäisevällä sauma-aineella.

Käytettäessä läpäiseviä pinnoitteita on tärkeää huomioida, että myös alapuolisten rakennekerrosten vedenläpäisevyys on riittävä, $k > 1 \cdot 10^{-6}$. Läpäisevän pinnan kaltevuuden tulee olla 1...4 % jotta imeytymistä ehtii tapahtua.

Nurmi- ja viheralueiden kasvualustapaksuudella voidaan vaikuttaa alueen vedenkäsittelykykyyn. Käytännön kokemus viherrakentajien keskuudessa on, että tavanomaisilla piha-alueen kaltevuuksilla, 1...4 %, 200 mm kasvualusta ja nurmipinnoite käyttää kaiken tälle alueelle satavan veden. Kun pinnan kaltevuus kasvaa, myös pintavalunta kasvaa. Kun kasvualustan paksuutta kasvatetaan pinnan kaltevuuden kasvaessa, ei tältä alueelta käytännössä synny pintavaluntaa. Karkeana nyrkkisääntönä voitaneen pitää, että 500 mm paksu kasvualusta ja kate estävät valunnan syntymisen myös luiskien (1:3...1:4) alueelta. Tämä huomioiden nurmi- ja viheralueet voivat toimia huleveden käsittelyssä myös alueen osilla, joissa pohjamaa on huonosti vettä läpäisevää eikä sovellu varsinaiseen imeyttämiseen. Kasvualustan koostumuksella ja kasvivalinnoilla voidaan entisestään tehostaa alueen vedenkulutusta. Erityisesti puut käyttävät paljon vettä.

6.2 Kansipihan pinnoitteet ja kasvillisuusalueet

Suunnittelukohteessa suositellaan kiinnitettäväksi huomiota kansipihan pinnoitteisiin. Kansipihan päällysrakenteissa ei ole olennaista etsiä vettä läpäiseviä pinnoitteita vaan ennemminkin vettä pidättäviä ja haihduttavia pinnoitteita. Tontilla syntyvää hulevesivaluntaa voidaan vähentää vettä pidättävillä päällysteillä, kuten kasvillisuusalueilla.

Kulkureitit ja pelastustiet ovat suurin vihreiden pintojen määrää rajoittava tekijä kansipihalla. Hulevesien hallinnan kannalta kulkureittien suunnittelussa kannattaa panostaa siihen että kulkuyhteydet saadaan toteutettua mahdollisimman tehokkaasti, pienillä neliömäärillä. Toinen harkittava asia on kulkureittien päällyste. Voidaanko kulkureitit tehdä reikäkivellä, leveästi saumatulla kiveyksellä tai muulla vastaavalla pinnalla, johon voidaan yhdistää kasvillisuutta tai sorapintaa (kuva 10).



Kuva 10. Kuva 11 Vihernappula ja Nurmikivi. (Kuvat vasemmalta: Maisemabetoni, HB-Betoni)

Välttämättömien kulkureittien ja muiden toimintojen ulkopuolelle jäävät alueet olisi hyvä suunnitella kasvillisuuspeitteisiksi alueiksi. Nämä alueet voivat olla kasvipintaisia oleskelualueita tai istutusallastyyllisiä rehevämmän kasvillisuuden alueita. Nurmipinta vaatii tavallista paksumman kasvualustakerroksen tai kastelujärjestelmän, mutta nurmikon sijasta voidaan käyttää muita matalia ja kulutusta kestäviä, kuivissa ja vähäravinteisissa oloissa menestyviä kasveja. Nurmikon korvaavat kasvit ovat yleisesti myös tehokkaampia hulevesien hyödyntäjiä ja niillä on luonnon monimuotoisuutta tukevia ominaisuuksia.

Kasvualustan ominaisuudet korostuvat kansipihan istutusalueiden menestymisessä ja niiden kyvyssä käyttää hulevesiä. Kasvualusta on yksi tärkeimmistä yksittäisistä komponenteista viherkansilla ja –katoilla. Ensisijaisesti kasvualustaksi tulee valita katoille ja kansille tarkoitettua, tuotteistettua kasvualustaa, jonka vedenpidätyskyky ja vedenläpäisykyky on määritelty kohteeseen sopivaksi.

Jos kansipihan suunnittelua tehdään priorisoimalla hulevesien hallinta korkealle, tulisi myös kasvualustapaksuudet määritellä kohteeseen parhaiten soveltuvan kasvillisuuden ehdoilla. Kasvualustapaksuudet ja niistä syntyvä kuormitus täytyy huomioida alapuolisten rakenteiden rakennesuunnittelussa.

Rakenneteknisesti kannen päällysteet on hyvä olettaa aina vettäläpäiseviksi, ellei käytetä vedenpitävää asfalttia. Näin ollen on aina varmistettava, että vesi pääsee kulkeutumaan päällysrakenteiden alla pois kannelta. Päällysrakenteisiin pussiin jäävä vesi voi jäätyä ja rikkoa pinnoitteita.

Kansipihan päällysrakenteissa voidaan myös viivyttää hulevettä matalilla viivytyksaseteilla. Matalimmat saatavilla olevat kasetit ovat korkeudeltaan n. 8 cm ja niistä on mahdollista saada myös kapillaarinen yhteys kasvualustaan. Viivytyksaseteista hulevesiviemäriin purkautuvan veden määrää voidaan hallita venttiileillä.

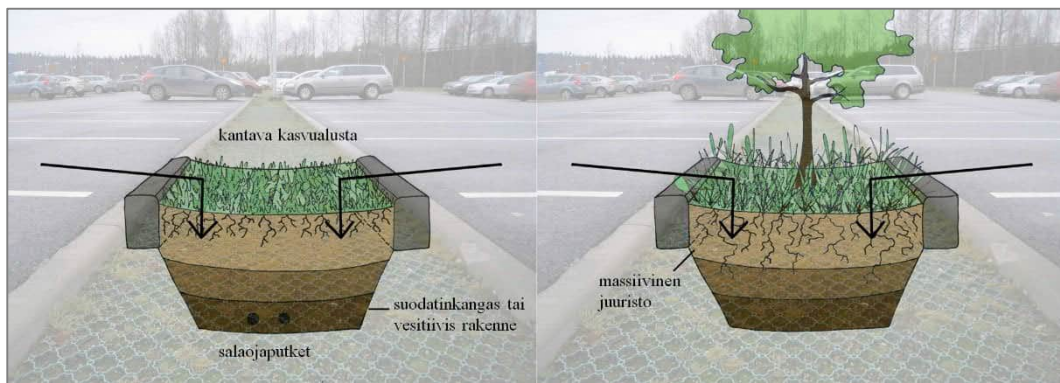
6.3 Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely

Liikenne- ja pysäköintialueilta syntyvät hulevedet sisältävät epäpuhtauksia ja haitta-aineita. Tämän vuoksi hulevesille tulee suorittaa sekä laadullista että määrällistä hallintaa ennen niiden johtamista hulevesiverkostoon. Viivytyks voidaan toteuttaa maan alla putki- tai kasettiviivytyksenä, mutta myös maan päällä avopainanteissa. Suodatus voidaan toteuttaa erillisenä rakenteena ennen viivytystä tai samassa rakenteessa viivytyksen kanssa. Avoratkaisut tarjoavat mahdollisuuksia hulevesien luonnonmukaisempaan hallintaan ja muiden hyödykkeiden

saamiseksi, ks. kohta 5.3 Hulevesien hallinnan muut tavoitteet. Jos suodatus ja viivytyt toteutetaan samassa rakenteessa, rakenne mitoitetaan viivyttävän rakenteen mukaisilla parametreilla.

Liikenne- ja pysäköintialueiden hulevesien määrää ja laatua voidaan hallita esimerkiksi viherpainanteiden avulla, kuva 11. Hulevedet voidaan ohjata painanteisiin pintakallistuksilla tai esimerkiksi linjakuivatuskaivoja apuna käyttäen. Painanteissa rakennekerrokset (esim. VRT 17 mukaan) sekä kasvillisuus painanteen pinnalla viivyttävät ja puhdistavat hulevesiä. Pohjamaan ollessa huonosti vettä läpäisevä, rakenteen pohjalle voidaan asentaa salaoja, joka toimii ylivuotona hulevesiviemäriin, kuva 11, vasemmanpuoleinen ruutu. Hulevesiä suodatettava viherpainanne on mahdollista toteuttaa myös kansipihalle, mutta se mm. syö alapuolisen parkkihallin korkeutta ja toteutus vaatii yhteistyötä useamman suunnittelualan kesken.

Yksinkertaisimmillaan viherpainanteen pinta voi olla nurmea, heinää, niitty-/ketokasvillisuutta tai muuta helppohoitoista kasvillisuutta, joka kestää pitkiäkin kuivia kausia, sekä ajoittain seisovaa vettä. Parhaiten painanne viivyttää hulevesiä kun käytetään monimuotoisesti puu-, pensas- ja ruohokasvillisuutta. Puiden massiivinen juuristo pidättää haitallisia aineita ja rehevä kasvusto haihduttaa hulevettä. Kasvillisuudella on merkittävä rooli myös haitta-aineiden pidättämisessä. Viherpainanteen suunnittelussa tulee huomioida veden eroosiovaikutus erityisesti rankkasateiden aikaan. Viherpainanteen kunnossapidossa on huomioitava, että pinta pysyy vettä läpäisevänä. Lumitilaa ei saa osoittaa hulevesipainanteen päälle.



Kuva 11. Periaatteellinen kuva hulevesiä viivyttävästä ja suodattavasta viherpainanteesta.
 Kuva: Vantaan kaupunki, Porttipuiston pysäköintialueen rakennussuunnitelma.

6.4 Viherkatot

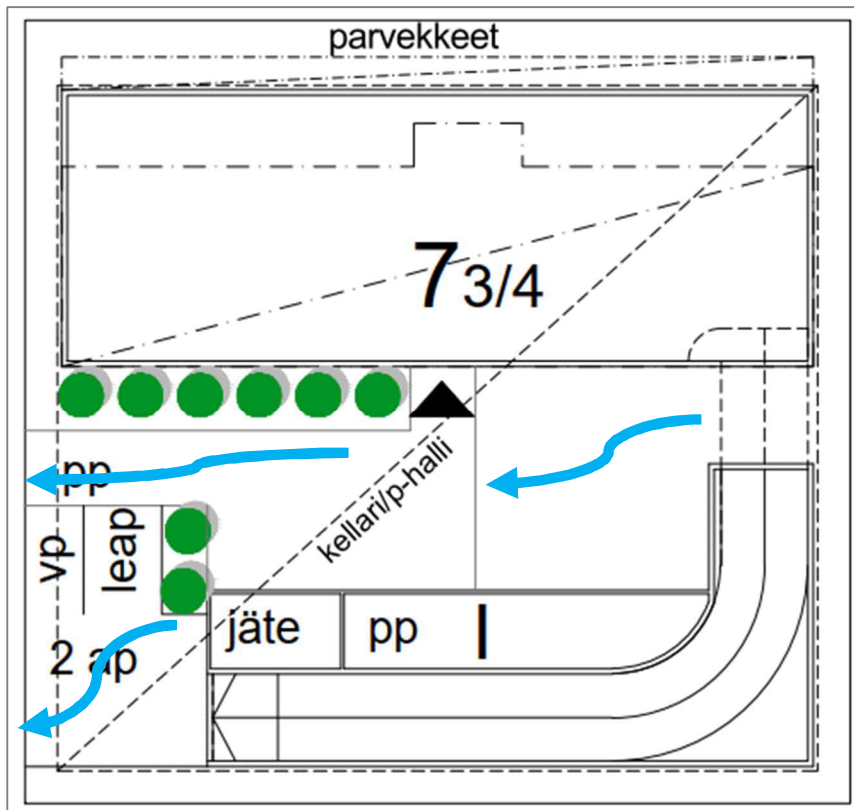
Suunnittelukohteessa viherkattoa voidaan suositella katoksiin ja muihin pieniin rakennuksiin. Viherkattolla voidaan vähentää tehokkaasti syntyvien hulevesien määrää. Viherkatto viivyttää huleveden virtausta sekä imeyttää ja haihduttaa hulevesiä niiden syntypaikalla.

Asianmukaisesti suunnitelluilla ja toteutetuilla viherkatoilla voidaan merkittävästi vähentää muodostuvien hulevesien määrää. Viherkatoilla määrällinen hallinta tapahtuu veden varastoimisella viherkattorakenteisiin sekä haihdunnan ja kasvien transpiraation kautta. Viherkattojen yhteydessä on mahdollista, että kasvialustan ravinteita huuhtoutuu poistuvan huleveden mukana. Ravinteiden huuhtoutumista tapahtuu ensisijaisesti keväällä lumien sulassa kun kasvien kasvukausi ei ole vielä alkanut. Optimaalinen tilanne olisikin, että viherkattoilta tuleva, mahdollisesti ravinteita sisältävä, hulevesi voitaisiin johtaa edelleen kasvien käyttöön, esimerkiksi kansipihalla sijaitseville istutusalueille tai erilliseen kasteluvesisäiliöön. Rankkasateen aikana ylimääräinen vesi johdetaan rännejä pitkin pois viherkatolta.

6.5 Hulevesitulva-alueet ja -reitit

Selvitysalueelta tulvivat hulevedet tulee ohjata pinnantasauksen avulla Kytkintielle tai Kaarretielle, josta ne jatkavat matkaansa etelään, Koskitielle päin (kuva 12). Hulevesiverkostosta yli tulvivien vesien liikkeet tulee ottaa huomioon myös kohteen korkeusasemien suunnittelussa siten että tulvavesi ei pääse vahingoittamaan rakennettavia kiinteistöjä eikä rakentamisella saa lisätä viereisten kiinteistöjen alttiutta tulvavahingoille. Piha-alueelle rakennettavien ritiläkantisten kaivojen kannen korkeudet tulee olla Kytkintiellä sijaitsevia kaivonkansia ylempänä. Tämä siitä syystä, että verkostosta tulvivat vedet tulvisivat katualueelle eivätkä piha-alueelle. Myös mahdolliset maanalaiset viivytysrakenteet tulee varustaa padotusventtiileillä jotta vältetään vesien tulviminen verkostosta viivytysrakenteeseen.

Kohteen suunnittelussa tulee etsiä ratkaisuja, joilla vähennetään tontilla muodostuvia hulevesiä ja hidastetaan niiden virtaamista pois tontilta, kts. kohdat 6.1...6.4. Pieniltä tuntuvilla toimilla voi olla merkittävä vaikutus hulevesitulvien vähentämisessä.



Kuva 12. Sisäpihalle tulvivien hulevesien poisjohtamissuunnat.



Ilmakuva tarkasteltavasta alueesta, Oulun karttapalvelu

Hartela Pohjois-Suomi Oy

Kytkintie 7, Tuira

Sulfaattimaaselvitys

101017903-001



AFRY
Ä F P Ö Y R Y

Sulfaattimaaselvitys
i

Sulfaattimaaselvitys

Yhteyshenkilö
Anu Kivistö-Rahnasto
Puhelin
050 329 0645
Sähköposti
anu.kivisto-rahnasto@afry.com

Pvm.
14/12/2021
101017903-001

Asiakas
Hartela Pohjois-Suomi Oy
Kytöntie 7

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

Anu Kivistö-Rahnasto
FM, ympäristökonsultti

Anneli Wichmann
FM, vanhempi konsultti



Sisältö

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Toimeksianto | 1 |
| 2 | Sulfaattimaaselvitys..... | 1 |
| 2.1 | Yleistä | 1 |
| 2.2 | Tehdyt tutkimukset | 1 |
| 2.3 | Tutkimustulokset ja johtopäätökset | 2 |
| 2.4 | Jatkotoimenpiteet | 3 |
| 3 | Lähteet | 4 |

Liitteet

Sulfaattimaaselvityksen analyysitulokset

Liite 1

Piirustukset

Tutkimuskartta

1:1000

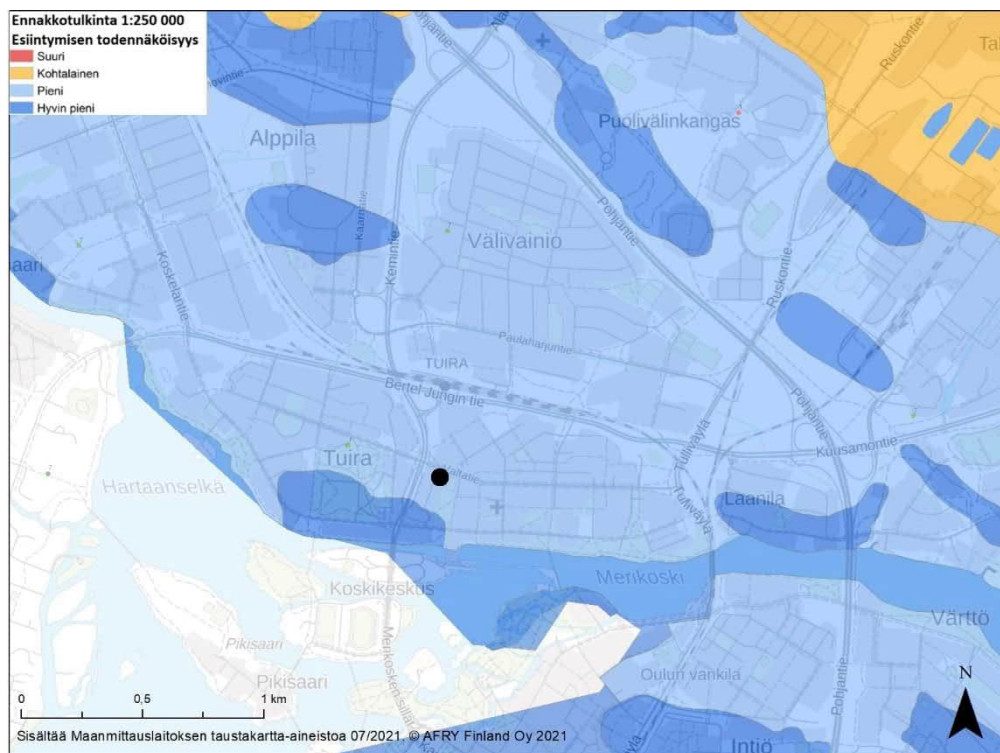
1 Toimeksianto

Hartela Pohjois-Suomi Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Oulussa, Kytkintielä hankeselvitykseen liittyvän sulfaattimaaselvityksen. Kenttätutkimukset on tehty marraskuussa 2021.

2 Sulfaattimaaselvitys

2.1 Yleistä

Kytkintien hanke sijoittuu alueelle, jossa GTK on arvioinut sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyden olevan pieni (Kuva 1). Ennakkotulkinta ei kuitenkaan sovellu yksittäisen hankekohteen happamoitumisriskin määrittämiseen.



Kuva 1 GTK:n ennakkotulkinta happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyydestä Oulun alueella. Kytkintien tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

2.2 Tehdyt tutkimukset

Kytkintien alueelta on otettu yhteensä 4 sulfaattimaanäytettä, yhdestä näytepisteestä (NP41). Tutkimuspisteen sijainti on esitetty tutkimuskartassa.

Kaikista näytteistä mitattiin alku-pH. Kolme näytettä lähetettiin laboratorioon (NP41 / 2,5 m, 4 m ja 5 m), joista määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä, sähköjohtavuus sekä humuspitoisuus. Nettohapontuottokyky (NAG) ja NAG-pH mitataan hapettamalla näyte vetyperoksidilla. Tämän jälkeen näyte titrataan emäksellä pisteeseen, jossa pH on 4,5 tai 7. Emäksen (NaOH) kulutuksesta lasketaan nettohapontuotto. NAG-pH on teoreettinen arvo, johon päädyttäisiin, mikäli näytteen kaikki sulfidinen rikki hapettuisi kerralla.

Analyytitulokset on esitetty liitteessä 1.

2.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna missään laboratorioon lähetetyissä näytteissä ei havaittu viitteitä mahdollisista sulfidisista materiaaleista. Laboratorioon lähetetyt näytteet olivat silttiä (NP41 / 2,5 m) ja silttistä hiekkaa (NP41 / 4 m) hiekkamoreenia (NP41 / 5 m).

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentiaaliriski karkeasti NAG:n, NAG-pH:n ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella arvioituna. Lisäksi voidaan pitää rajana, että yli 0,2 % kokonaisrikkipitoisuus näytteessä korreloi hyvin happamoitumisen kanssa erityisesti hienorakeisissa mineraalimaalajeissa (Auri ym. 2018).

Taulukko 1 Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.

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

* Liao ym.2007

** Pousette ym.2008

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Minkään näytteen kokonaisrikkipitoisuudet eivät olleet yli 0,2 %, eli maanäytteet eivät sen perusteella ole luokiteltavissa potentiaalisiksi happamiksi sulfaattimaiksi eivätkä näin ollen aiheuttaisi happamoitumista. Minkään näytteen pH:t eivät laskeneet selvästi happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrät jäivät alhaisiksi. Näiden tulosten perusteella missään pisteessä maa ei ole happoatuottavaa. Pousette ym. luokittelun mukaan kaikkien kolmen näytteen kokonaisrikkipitoisuudet olivat matalat, jolloin maalla ei ole hapontuottopotentiaali.

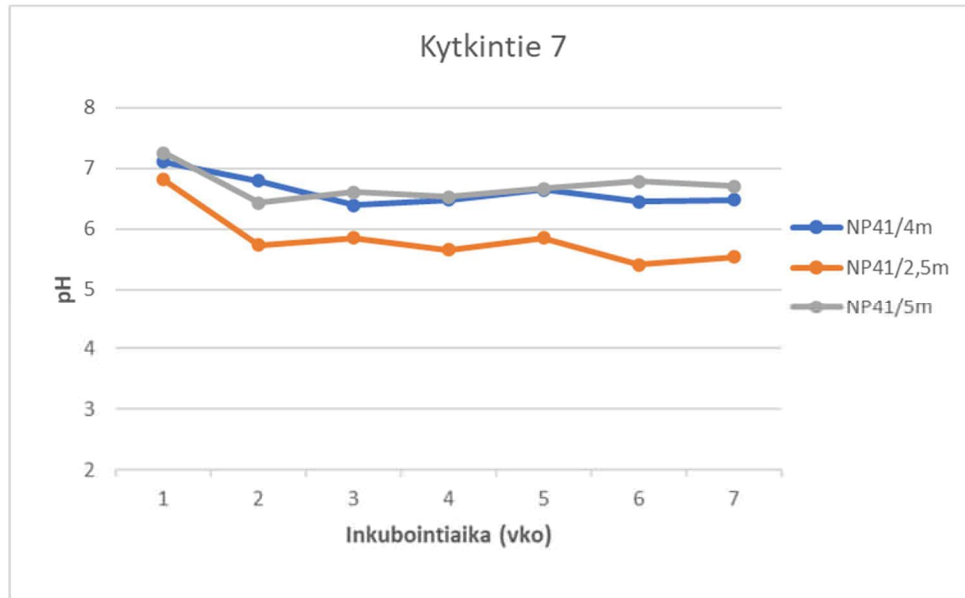
Todennäköisesti nyt tarkastellut maa-ainekset eivät aiheuta happamuushaittoja kaivu- tai rakennustöiden yhteydessä.

Taulukko 2 NAG, NAG pH, kokonaisrikkipitoisuus, sähkönjohtavuus ja humuspitoisuus maanäytteissä.

| Näyte | Aiku pH | NAG pH | NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t] | NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t] | Riikkipitoisuus mg/kg (%) | Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen) | Sähkönjohtavuus mS/m | Humuspitoisuus % |
|--------------|---------|--------|---|---|---------------------------|---|----------------------|------------------|
| NP41 (2,5 m) | 6,8 | 5,7 | 0,0 | 0,4 | 410 (0,04) | 1230 | 7,9 | 1,2 |
| NP41 (4 m) | 7,1 | 5,2 | 0,0 | 2,3 | 270 (0,03) | 810 | 2,7 | 0,5 |
| NP41 (5 m) | 7,3 | 4,9 | 0,0 | 4,1 | 200 (0,02) | 600 | 3,4 | 0,3 |
| NP41 (1 m) | 6,8 | | | | | | | |

Näytteille NP41 (2,5m, 4m ja 5m) tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 7 viikkoa 1.11.-14.12.2021 välisenä aikana. Näytteen NP41 (2,5 m) pH oli inkubaation alussa 6,8, näytteen NP41 (4 m) 7,1 ja näytteen NP41 (5 m) 7,3. 7 viikon hapettumisen aikana minkään näytteen pH:t eivät laskeneet sel-

västi happamaksi. Inkuboinnin jälkeen näytteen NP41 (2,5 m) pH oli 5,5, näytteen NP41 (4 m) 6,5 ja näytteen NP41 (5 m) pH oli 6,7. NAG-testien tulosten ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella todettiin, että mikään tarkastelussa olevista maa-aineksista ei aiheuta happamuushaittoja kaivu- tai rakennustöiden yhteydessä. pH-inkubaation tulokset vahvistivat, että maa-aineksilla ei ole hapontuottopotentiaalia.



Kuva 2 Kytkintien sulfaattimaanäytteiden pH:n muutos inkuboinnin aikana.

2.4 Jatkotoimenpiteet

Jos tonttikohtaisten tutkimusten tai rakentamisen aikana kaivujen yhteydessä havaitaan sulfidisia maita, täytyy alueella tehdä lisätutkimuksia happamoitumisriskin selvittämiseksi.

Mahdolliset sulfidiset maat eivät estä rakentamista alueelle, mutta sulfidimaiden käsittelyyn on kiinnitettävä huomiota. Paras keino hallita happamuuden syntymistä on estää potentiaalisten happamien sulfaattimaiden altistuminen ilmakehän hapelle. Hapan valunta voi syntyä, mikäli maaperää kuivatetaan sulfidikerrokseen asti tai mikäli maaperä pääsee hapettumaan esimerkiksi putkikaivantojen yhteydessä. Tällöin mahdollisten happamien kuivatusvesien käsittelyyn ja johtamiseen ympäristöön on kiinnitettävä huomiota. Mikäli maaperää joudutaan kuivattamaan sulfidikerrokseen asti, tulisi kuivatusvesien pH:ta seurata ja neutraloida, mikäli kuivatusvesien pH laskee alhaiseksi.

Maaperä voi päästä myös hapettumaan, mikäli sulfidisia maita joudutaan vaihtamaan rakennuspaikalla. Tällöin sulfidisten maiden läjitykseen on kiinnitettävä huomiota, jotta happamia valuntoja ei pääsisi valumaan ympäristöön. Yksinkertaisimmillaan poiskaivettujen sulfidisten massojen hapettuminen voidaan estää läjittämällä maamassat vedellä kyllästyneeseen tilaan, mikäli tällaiseen läjitykseen sopiva kohde on tiedossa. Läjitettäessä sulfidisia maita kuivalle maalle tulee sulfidimaat peittää ja eristää, jotta ilmakehän happi ei pääse hapettamaan sulfidia. Tarvittaessa kaivumaat on käsiteltävä esimerkiksi kalkilla. Läjitettäessä kuivalle maalle valumavesien pH:n seuranta on suositeltavaa, jotta tiedetään, toimiiko peittorakenne vai kulkeutuuko läjityksen seurauksena happamia vesiä ympäristöön.

Happamien valuntojen lisäksi potentiaalisesti happamat sulfaattimaat voivat sisältää metalleja, jotka voivat kulkeutuvat happamien valuntojen mukana ympäristöön.

Tämän lausunnon tulokset perustuvat otettuihin näytteisiin ja tehtyihin testeihin. On huomioitavaa, että potentiaalisesti happamat sulfaattimaat esiintyvät usein laikuittaisina/linsimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä maa-ainesta on havainnottava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämääryksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella pystytään paremmin arvioimaan.

3 Lähteet

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

Auri, J., Boman, A., Hadzic, M. ja Nystrand, M. 2018. Opas happamien sulfaattimaiden kar-toitukseen turvetuotantoalueilla. Sulfa II-hanke.

GTK (2015) Mine Closure WIKI: net acid generation

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

Pousette, K., Eriksson, L., Knutsson, S. (2008). Acidification properties of sulphide soil – a classification system based on leaching tests. Julkaisusta: Flate K, Frydenlund T-E, Prestegarden J & Senneset K (toim.) Nordisk Geoteknikermøte i Sandefjord 4.-6. september 2008. Norsk Geoteknisk Forening: 415–42.



Tutkimusno EUFI05-00011079
Asiakasno YB0001206
A. Kivistö-Rahn. 101017903-001

AFRY Finland Oy
Anu Kivistö-Rahnasto
Elektroniikkatie 13
90590 OULU
FINLAND
s-posti: anu.kivisto-rahasto@afry.com

Tilauksen kuvaus

Kytkintie, potentiaalinen hapan sulfaattimaa, maanäytteen kokonaisrikki, NAG-testi, sähkönjohtavuus ja humuspitoisuus

| Näytenumero | 693-2021-00030893 | 693-2021-00030894 | 693-2021-00030895 |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Näytteen nimi | 41/2,5m | 41/4m | 41/5m |
| Näytteen kuvaus | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ |
| Matriisi | MAAPERÄ | MAAPERÄ | MAAPERÄ |
| Näytteenottopäivä | 01.11.2021 | 01.11.2021 | 01.11.2021 |
| Vastaanottopäivä | 04.11.2021 | 04.11.2021 | 04.11.2021 |
| Analysointi aloitettu | 04.11.2021 | 04.11.2021 | 04.11.2021 |
| Näytteenottaja | Asiakas | Asiakas | Asiakas |

| Analyysit | Testikoodi | Yksikkö | Tulokset | Tulokset | Tulokset |
|---|------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | | | |
| Hehkutushäviö (550 °C)YBC11 | | % ka | 1,2 | 0,5 | 0,3 |
| Sähkönjohtavuus | YBC02 | mS/m | 7,9 | 2,7 | 3,4 |
| pH (NAG) | YBC29 | | 5,7 | 5,2 | 4,9 |
| NAG (pH 7.0) | YBC29 | Kg H2SO4/ton ni | 0,4 | 2,3 | 4,1 |
| NAG (pH 4.5) | YBC29 | Kg H2SO4/ton ni | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Alkuaineanalyysit | | | | | |
| Rikki (S) | YB0DS | mg/kg ka | 410 | 270 | 200 |
| Mikroaaltohajotus | YBE30 | | tehty | tehty | tehty |

*Menetelmä on akkreditoitu.

Kommentti

41/2,5m: NAG testissä pH ennen keittovaihetta 4,61 ja 4,57 (rinnakkaismääritykset)
 41/4m: NAG testissä pH ennen keittovaihetta 4,57
 41/5m: NAG testissä pH ennen keittovaihetta 4,64

ALLEKIRJOITUS

24.11.2021 

Joonas Kortelainen Analyysipalvelupäällikkö
 JoonasKortelainen@eurofins.fi +358 401448828

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

| Testikoodi | Parametrin nimi | Menetelmän mittausepävarmuus | Menetelmän määrittäjä | Akkreditoitu | Menetelmä | Laboratorio |
|---|------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------|--|-------------|
| Fysikaalis-kemialliset tutkimukset | | | | | | |
| YBC11 | Hehkutushäviö (550 °C) | <4:±0.2%yks.ka >4:±5% | 0,2 | Ei | SFS-EN 15169:2007 | YB |
| YBC02 | Sähkönjohtavuus | <5:±1mS/m >5:±20% | 1 | Ei | ISO 10390:2005 | YB |
| YBC29 | pH (NAG) | ± 0.2 pH yks. | | Ei | ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 | YB |
| YBC29 | NAG (pH 7.0) | ± 8% | | Ei | ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 | YB |
| YBC29 | NAG (pH 4.5) | ± 8% | | Ei | ARD Test Handbook, Project P387A, 2002 | YB |
| Alkuaineanalyysit | | | | | | |
| YB0DS | Rikki (S) | <250:±35mg/kgka >250:±14% | 50 | Ei | SFS-EN ISO 11885:2009; EPA 3051A | YB |
| YBE30 | Mikroaaltohajotus | | | Ei | EPA 3051A | YB |

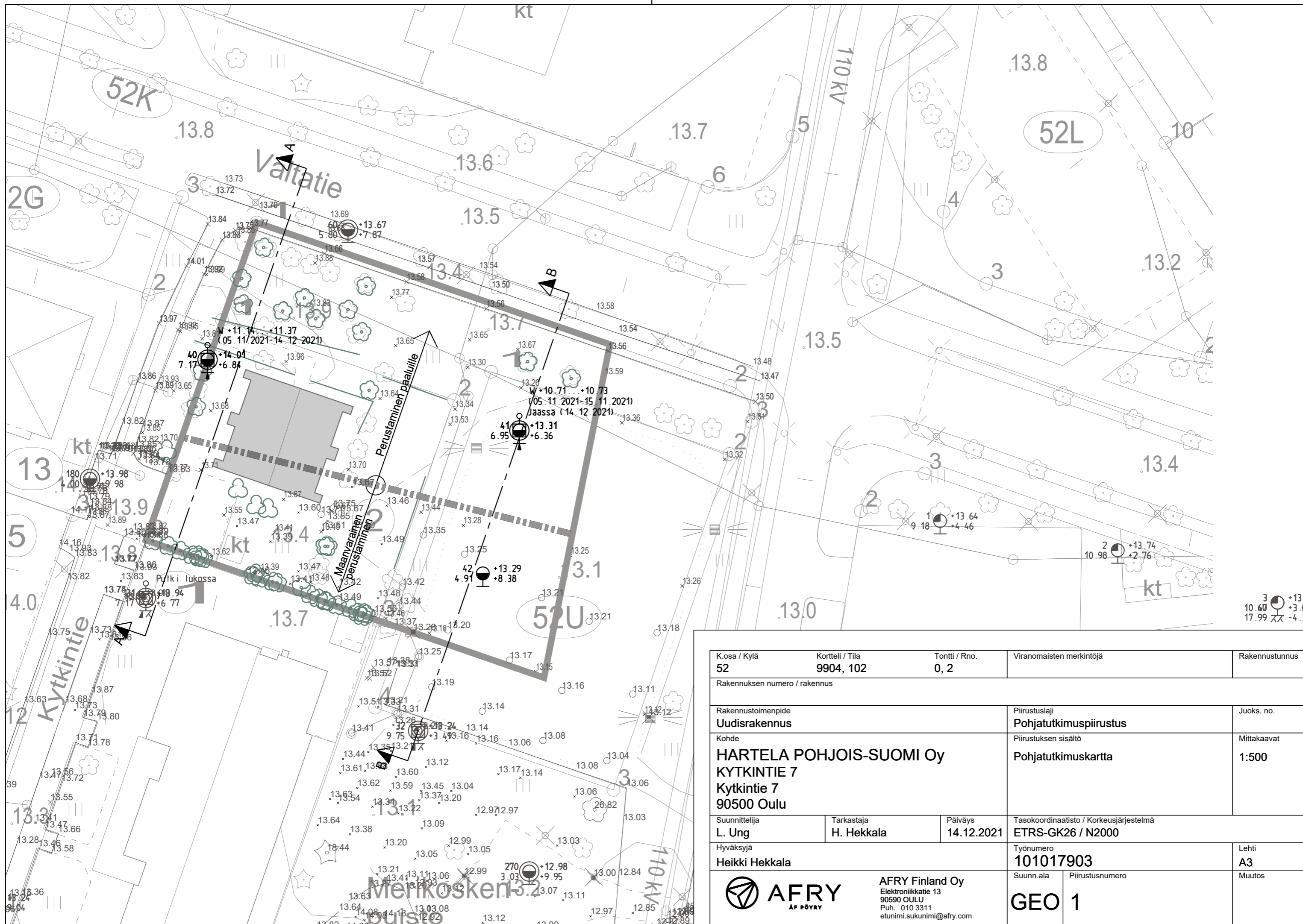
Laboratorio

| | |
|----|----------------------|
| YB | Eurofins Ahma - Oulu |
|----|----------------------|

Jakelu : Oulu (ymparisto.oulu@afry.com)

Huomautukset

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





Ilmakuva selvitysalueesta, Oulun kaupunki, karttapalvelu

Hartela Pohjois-Suomi Oy
Kytkintie 7, Tuira
Perustamistapalausunto
101017903-001



AFRY
Ä F P Ö Y R Y

Perustamistapalausunto

Yhteyshenkilö
Heikki Hekkala
Puhelin
050 412 3030
Sähköposti
heikki.hekkala@afry.com

Pvm.
04/02/2022
Projektiviite
101017903-001

Raportin numero

Asiakas
Hartela Pohjois-Suomi Oy
Kytöntie 7, Tuira

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

Heikki Hekkala
DI, osastopäällikkö



Sisältö

| | | |
|-------|---|---|
| 1 | Toimeksianto | 1 |
| 2 | Tehdyt pohjatutkimukset | 1 |
| 3 | Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella | 1 |
| 3.1 | Ympäristöolosuhteet | 1 |
| 3.2 | Pohjasuhteet | 2 |
| 3.3 | Pohjavesi | 2 |
| 4 | Pohjarakennustapa | 3 |
| 4.1 | Tiedot suunnitelluista rakennuksista | 3 |
| 4.2 | Rakennusten ja rakenteiden perustaminen | 3 |
| 4.2.1 | Rakennusten ja rakenteiden perustaminen maanvaraisesti | 3 |
| 4.2.2 | VE2; selvitysalueen pohjoisosa, rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluille | 4 |
| 4.3 | Kevyiden rakenteiden perustaminen | 5 |
| 4.4 | Routasuojaus | 5 |
| 4.5 | Salaojitus | 6 |
| 4.6 | Radon | 6 |
| 4.7 | Piha- ja liikennealueet | 6 |
| 4.8 | Kunnallistekniikka | 7 |
| 4.9 | Kuivatus | 8 |
| 5 | Pohjarakennustyön suoritusohjeet | 8 |
| 5.1 | Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä | 8 |
| 5.2 | Pohjaveden alentaminen | 9 |
| 6 | Jatkotoimet | 9 |

Liitteet

| | |
|---|---------|
| Pohjatutkimusmerkinnät | Liite 1 |
| Piha- ja liikennealueen päällysrakennekerrosten kiviainesten rakeisuuden ohjealueet | Liite 2 |
| Putkijohtokaivannon siirtymäkiilat | Liite 3 |
| Kylmän rakennuksen siirtymäkiilaus | Liite 4 |
| Salaojasoran rakeisuuden ohjealueet / RIL 126-2020 | Liite 5 |
| Pohjavesinäytteen analyysitulokset | Liite 6 |

Piirustukset

| | | |
|---------------------------|-------------|-----------------|
| Pohjatutkimuskartta | 1:500 | 101017903/GEO-1 |
| Pohjatutkimusleikkaus A-A | 1:200/1:100 | 101017903/GEO-2 |
| Pohjatutkimusleikkaus B-B | 1:200/1:100 | 101017903/GEO-3 |

1 Toimeksianto

Hartela Pohjois-Suomi Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Kytkintie 7 hanke-suunnitteluvaiheeseen liittyvät yleispiirteiset pohjatutkimukset ja perustamistapalausannon. Kenttätutkimukset on tehty marraskuussa 2021.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa, Tuiran kaupunginosassa, korttelissa 102, katuosoitteessa Kytkintie 7.

Tutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman viitesuunnitelman perusteella. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan perustusolosuhteet rakennussuunnittelua, perustussuunnittelua ja rakentamista varten.

Kohteessa tehtiin AFRY Finland Oy:n toimesta myös sulfaattimaaselvitys ja hulevesiselvitys, joista on tehty erilliset selvitysraportit.

2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- alueen pintavaaitus ja puustokartoitus
- painokairauksia 3 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 3 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havainto 2 tutkimuspisteessä
- pohjavesinäytteenotto 1 tutkimuspisteestä
- maanäytteiden peruskäsittely 8 kpl
- vesipitoisuus 2 kpl ja rakeisuusmääritykset 2 kpl

Tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa on esitetty myös selvitysalueella ja alueen ympäristössä aikaisemmin tehtyjä pohjatutkimuksia.

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

Maanäytteet on tutkittu silmämääräisesti ja edustaville maanäytteille on tehty rakeisuusmääritys ja vesipitoisuuden määrittäminen maalajien, maalajiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvittämiseksi.

3 Maasto- ja ympäristöolosuhteet selvitysalueella

3.1 Ympäristöolosuhteet

Selvitysalueen ympäristö on rakennettua aluetta. Selvitysalueella on nykyisin 2-kerroksinen asuinrakennus. Alueen eteläpuolella on Merikosken päiväkotia, länsipuolella asuinrakennus, ja itäpuolella pysäköintialuetta, 110 kV voimalinja suoja-alueineen ja Tuiran S-Market. Pohjoispuolella, Valtatien toisella puolella on huoltoasema.

Voimassa olevassa asemakaavassa selvitysalueen tontti on merkitty yleisten rakennusten korttelialueeksi (Y).

Selvitysalueella maanpinta on tasainen, yleisesti tasovälillä +13,2...+13,8. Maanpinta laskee yleisesti etelään. Puusto on alueella lehtipuuta.

Tutkimusaikana (5. - 15.11.2021) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +10,7...+11,4, eli noin 2,5 m syvyydessä maanpinnasta. Sadannasta ja vuodenajasta riippuen pohjavedenpinta vaihtelee yleensä $\pm 0,3...0,5$ m.

3.2 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on selvitysalueella yleispiirteissään seuraava:

- pintamaat, asfaltti, humus
- täyttö; murske, hiekka ja hiekkamoreeni 1...1,5 m
- alueen pohjoisosalla löyhä - keskitiivis – tiivis, routiva silttinen hiekka, hiekkainen siltti ja siltti 2...4 m
- tiivis, routiva hiekka ja hiekkamoreeni

Selvitysalueen pohjoisosassa on täytön alla tiiviydeltään voimakkaasti vaihteleva 2...4 m paksu silttinen kerrostuma. Kerrostuma on alaosastaan löyhää ja voimakkaasti kokoonpuristuvaa. Silttisen kerrostuman hienoainepitoisuus ($\# < 0,06$ mm) on tutkimusten mukaan 50...85 paino-%. Kerrostumasta otettujen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 14...20 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Pohjamaa on alueella yleisesti rakeisuudeltaan routivaa hiekkaa ja hiekkamoreenia. Maakerroksen hiekkapitoisuus ($\# > 2,0$ mm) on tutkimusten mukaan alle 25 paino-%, ja hienoainepitoisuus ($\# < 0,06$ mm) 10...25 paino-%. Kerrostumasta otettujen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 3...15 paino-%.

Rakeisuuden perusteella arvioituna hienojakoisen pohjamaan vedenläpäisevyyden suuruusluokka on $k = 3 \times 10^{-6}$ m/s, eli pohjamaa on kohtalaisesti ja huonosti vettä läpäisevää. Siltti-kerrostumassa vedenläpäisevyys on merkittävästi pienempi, suuruusluokkaa $k = 10^{-7}$ m/s.

Pohjamaan hienoainepitoisuudesta johtuen se häiriintyy erittäin helposti märkänä, tärinästä ja veden virtauksesta.

Selvitysalueella ei ole varmistettu porakonekairauksella kallion pinnan tasoa.

Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen tai tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen 4,9...7,2 m maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 4,5 m määräsyyvyyteen maanpinnasta.

3.3 Pohjavesi

Pohjavesinäytteet otettiin 15.11.2021 putkista 40 ja 41 ja niistä analysoitiin SGS Finland Oy:n laboratoriossa öljyhiilivedyt ja metallien pitoisuudet. Analyysitodistukset on liitteessä 6. Analyysitodistuksista ilmenee myös käytetyt analyysimenetelmät.

Pohjavesipinta oli mittausajankohtana (15.11.2021) 2,6 ja 2,7 m syvyydellä maanpinnasta eli tasolla +10,7 ja +11,3 m (N2000).

Vesinäytteissä ei havaittu öljyhiilivetyjä. Haittuvien öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudet (TVOC, C5-C10) olivat analyysin määrittämissä rajoissa, samoin yksittäisten parametrien pitoisuudet. Myöskään keskitisileitä (C10-C22) ja raskaita öljyhiilivetyjä (C22-C40) ei havaittu.

Metallien pitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta lievästi koholla ollutta kobolttia ja sinkin pitoisuutta (taulukko 1). Syy lievästi kohonneisiin pitoisuuksiin ei ole tiedossa. Oheisessa taulukossa on viitearvoina talousvesinormit, vaikka kohdealue ei ole pohjavesialueella eikä

alueen vettä hyödynnetä. Pohjavesialueilla sovelletaan myös ympäristölaatumormeja (VNa 341/2009). Ympäristölaatumormit on tarkoitettu ainoastaan pohjavesimuodostuminen (≈ luokitellut tärkeät pohjavesialueet) pohjaveden kemiallisen tilan luokitteluun. Esimerkiksi Suomessa nikkelin keskiarvo moreenialueiden kuilukaivoissa on 5 µg/l (Backman ym. 1999).

Pohjaveden lievästi kohonneista metallipitoisuuksista (Co, Zn) ei arvioida aiheutuvan riskiä alueen nykyisessä tai tulevassa maankäytössä. Metallien (sinkki) mahdollisen päästölähteen olemassaolo kannattaa huomioida alueen rakentamisessa.

Taulukko 1. Vesinäytteiden metallien pitoisuudet.

| Tunnus | As, arseeni | Cd, kadmium | Co, koboltti | Cr, kromi | Cu, kupari | Hg, elohopea | Ni, nikkeli | Pb, lyijy | Sb, antimoni | V, vanadiini | Zn, sinkki |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| STM 683/2017 ¹⁾ | 10 | 5 | - | 50 | 2000 | 1 | 20 | 10 | 5 | - | - |
| VNa 341/2009 ²⁾ | 5 | 0,4 | 2 | 10 | 20 | 0,06 | 10 | 5 | 2,5 | - | 60 |
| 40 | 3,3 | <0,024 | 2,5 | 5,3 | 2,7 | <0,13 | 4,5 | 1,7 | 0,2 | 11 | 49 |
| 41 | 0,4 | 0,057 | 5,7 | 0,3 | 3,4 | <0,13 | 3,9 | <0,15 | 0,1 | 0,3 | 230 |

1) Talousvesinormi, 2) Pohjaveden ympäristölaatumormit.

4 Pohjarakennustapa

4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Selvitysalueelle on suunnitteilla kaavoittaa / rakentaa 7³/₄-kerroksinen asuinkerrostalo ja maanalainen autopaikoitustila. Asuinkerrostalo sijoittuu tontin pohjoisosalle, ja maanalainen paikoitus- ja kellaritila koko tontin osuudelle.

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

4.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen

4.2.1 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen maanvaraisesti

Suunnitellun asuinrakennuksen runko ja alapohja, sekä suunniteltu maanalainen autopai-koitustila voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksilla, kun tontin pohjoisosalla tehdään massanvaihto löyhän hienojakoisen kerrostuman alapintaan asti.

Massanvaihdossa hienojakoinen kerrostuma korvataan kerroksittain tiivistettävällä kallio-murskeella. Pohjatutkimusleikkauksissa A-A ja B-B on esitetty tehtyjen pohjatutkimusten perusteella arvioitu hienojakoisen kerrostuman alapinta, joka on massanvaihtoraja. Mas-sanvaihdon ja pohjamaan rajapintaan asennetaan käyttöluokan N3 suodatinkangas. Mas-sanvaihto ulotetaan kaivutasossa rakennuksen tai rakenteen perustuksen ulkopuolelle vä-hintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan.

Maanvaraisessa perustamisessa rakennuksen ja autopaikoitustilan anturaperustukset voi-daan suunnitella käyttörajatilassa $p_{sall}=250 \text{ kN/m}^2$ sallitulle pohjapaineelle anturan toimival-

la osalla, kun perustussyvyys on vähintään 0,8 m alapohjasta / lattiatasosta / ympäröivästä maanpinnasta mitattuna.

Anturoiden alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla. Alustäytön paksuudesta tulee olla vähintään 0,3 m mursketta, josta on hienoaines poistettu. Ko. osa alustäytöstä toimii samalla kapillaarisen veden nousun katkaisevana salaojituserroksena.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,4 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,5 m.

Euronormien mukaisessa kantokestävyyden laskennassa voidaan pohjamaalle (tiivis hiekka) perustamistasossa käyttää seuraavia maaparametreja:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - kitkakulma | $\varphi=36^\circ$ |
| - koheesio | $c=0 \text{ kN/m}^2$ |
| - tilavuuspaino pohjaveden yläpuolella | $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$ |
| - tilavuuspaino pohjaveden alapuolella | $\gamma'=11 \text{ kN/m}^3$ |
| - muodonmuutosmoduuli | $E_d=35 \text{ MN/m}^2$ |

Alapohja tehdään maanvaraisena rakenteena. Maanalaisissa tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehtävän kapillaarisen veden nousun katkaiseva salaojituserros tulee olla vähintään 0,4 m paksu. Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpaineseniä vasten tehtävä salaojituserroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m.

Perusmuurin ja alapohjan liittymässä on suositeltavaa käyttää tiivistyskaistaa / radonhuopaa. Tiivistyskaistan tarpeellisuus korostuu, kun taloissa tavoitellaan erittäin hyvää ilmatiiviyttä. Tiivistyskaistalla estetään lattian alla mahdollisesti olevien kaasumolekyylien pääsyn huonetilaan, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

Kapillaarisen veden nousun katkaisevassa salaojituserroksessa käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen RIL1a vaatimukset, ks. liite 5. Salaojituserroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin, ks. kohta 4.5.

Muut alustäytöt ja vierustäytöt tehdään hiekasta tai vastaavasta, jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 5.1, taulukko 2.

4.2.2 VE2; selvitysalueen pohjoisosa, rakennusten ja rakenteiden perustaminen paaluille

Mikäli tontin pohjoisosassa suunnitellun asuinkerrostalon kohdalle ei tehdä massanvaihtoa löyhän hienojakoisen kerrostuman alapintaa asti, ko. alueella esiintyvän löyhän ja kokoonpuristuvan silttikerrostuman painumista ja painumaeroista johtuen suunnitellun rakennuksen runko ja alapohja perustetaan teräsbetonisilla tukipaaluilla tiiviiden pohjamaakerrosten varaan. Paaluja suunnittelussa ja paalutustöissä noudatetaan Paalutusohjetta 2016 (PO 2016) RIL 254-2016 ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita.

Geotekninen luokka on GL2, seuraamusluokka CC2 ja paalutustyyppi PTL2.

Alustavana betonipaalujen tavoitetasona voidaan pitää tasoa -3.

Alapohja tehdään kantavana rakenteena. Kantavan alapohjan lämmöneriste ja putkijohtolinjat kannatetaan kantavasta rakenteesta. Mikäli kantava alapohja betonoidaan maata

vasten, alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedenousun katkaiseva salaojituskkerros.

4.3 Kevyiden rakenteiden perustaminen

Siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 4.

Katokset, ulkovarastot, ym. kevyet rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksin.

Anturaperustukset suunnitellaan 100 kN/m² sallitulle pohjapaineelle. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,5 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedenousun katkaiseva alustäyttö murskeesta, josta on hienoaines poistettu. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla.

Kevyiden rakenteiden jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,3 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,4 m. Täytöt ja tiivistys, ks. kohta 5.1, taulukko 2.

4.4 Routasuojaus

Luonnonmaakerrokset selvitysalueella ovat routasyvyudessa rakeisuuden perusteella routivaa hiekkaa ja hiekkamoreenia.

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää, $F_{50} = 50\,000\text{ Kh}$, vastaava roudaton perustussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalla 1,6 m ja nurkissa 2,1 m, kun alapohjarakenne on maanvarainen. Ryömintätallassa, ulkoilmasta tuulettuvassa alapohjarakenteessa roudaton perustussyvyys on vastavasti seinälinjalla 2,1 m ja nurkissa 2,4 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,5 m.

Suunniteltu asuinkerrostalo ja autopaikoitustila perustetaan roudattomaan syvyyteen.

Mikäli muita rakenteita perustetaan em. roudattoman syvyyden yläpuolelle, rakenteet routaeristään tai perustuksen alapuolelle tehdään routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen. Massanvaihdon tulee ulottua roudattomassa syvyudessa vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan. Mahdollisen routaeristuksen tulee jatkaa yhtenäisesti alapohjan eristeestä alkaen, perusmuurin sivuilta ja alapuolelta ulkopuoliseen routasuojaukseen asti.

Tarvittaessa routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään 120 kN/m², ja jonka vedenimeytyminen on < 2 tilavuus-%. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (lyhytaikainen puristuslujuus vähintään 300 kN/m²). Perustuksen alle mahdollisesti sijoittuvan levyeristeen pitkäaikainen puristuslujuus tulee olla suurempi, kuin perustuksen pohjarasitus. Routaeristys mitoitetaan RIL 261-2013 mukaisesti, siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 3 ja 4.

Kylmissä, matalaan perustettavissa rakennuksissa ja rakenteissa routaeristys voidaan sijoittaa yhtenäisenä koko rakennuksen / rakenteen alle. Kylmien rakenteiden siirtymäkiilarakenne, ks. liite 4.

Siirtymäkiilasyvyys on 1,9 m ja siirtymäkiilakaltevuus 1:5. Siirtymäkiilaus tehdään vähintään 3 m matkalla.

Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Mikäli perustustöitä tehdään talviaikana, tulee varmistua, ettei pohjamaa pääse jäätymään ja routimaan rakennusaikana.

4.5 Salaojitus

Salaojitus, ks. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kohta 3 Rakennuspohjan kuivatuksen rakenteet ja järjestelmät.

Tutkimusaikana (5. - 15.11.2021) pohjavesi oli selvitysalueella tasovälillä +10,7...+11,4, eli noin 2,5 m syvyydessä maanpinnasta.

Perustusten, kaikkien maanalaisten rakenteiden ja eristeiden kuivana pysyminen varmistetaan salaojituksella. Salaojat sijoitetaan vähintään 0,2 m perustusten alapuolelle, ja vähintään 0,4 m mahdollisen routaeristelevyn alapuolelle.

Salaojien ympärille tehdään vähintään 0,2 m paksu ympärystäyttö salaojasorasta, jonka ympärille asennetaan suodatinkangas, käyttöluokka N2. Salaojitussoran tai sepelin tulee täyttää julkaisun RIL 126-2020 "Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" kuvan 5.5a ra-keisuusohjealueen, ks. liite 5.

4.6 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m³) säännönmukaisesti. Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen karkeiden alustäyttöjen yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy), tiivistyskaista, ks. kohta 4.2.1.

4.7 Piha- ja liikennealueet

Ks. RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, Suunnittelu- ja rakentamisohjeet.

Tontin sisällä piha- ja liikennealueet sijoittuvat maanalaisen autopaikoitustilan kante päälle.

Tontin ulkopuolella liikennealueen tavoitekantavuutena voidaan käyttää Oulun kaupungin katurakenteiden suunnitteluohjeen katuluokan 5 mukaista 170 MN/m² kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 135 MN/m² kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa on selvitysalueella siirtymäkiilasyvyyteen asti routivaa hiekkaa. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" hiekkamoreenin kelpoisuusluokka on H3, jolloin routaturpoama t=12 % (märkä) ja E-moduuli 35 MN/m².

RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet Suunnittelu- ja rakentamisohjeet – normin mukaan laatuluokan 1 piha-alueella (suuret toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset) sallittu routanousu kerran 10 vuodessa esiintyvälle pakkasmäärälle on 50 mm, ja laatuluokan 2 piha-alueella (muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat, joissa on pienemmät toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset) sallittu routanousu on 100 mm.

Uusien liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää kantavuuden ja laatuluokan 2 sallitun routanousun (100 mm) perusteella seuraavia:

- | | |
|---|------------|
| – kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm) | 50 mm |
| – profilointikerros, murske # 0...16 mm | 50 mm |
| – kantava kerros, murske # 0...55/64 mm | 400 mm |
| – suodatinkerros, routimaton keski-/karkea hiekka | 600 mm |
| yht. | > 1 100 mm |

Em. kerrospaksuudella päällysrakenteen laskennollinen routanousu on suuruusluokkaa 100 mm. Laskennassa pohjamaan routaturpoama $t=0,12$ ja siirtymäkiilasyvyys on 1,9 m.

Laatuluokan 1 sallitun routanousun perusteella (50 mm) uusien liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää seuraavia:

- kulutuskerros, AB16 / kiveys (80 mm) 50 mm
- profiointikerros, murske # 0...16 mm 50 mm
- kantava kerros, murske # 0...55/64 mm 400 mm
- suodatinkerros, routimaton keski-/karkea hiekka 1 000 mm
- yht. > 1 500 mm

Vaihtoehtoisesti liikennealuerakenteet voidaan tehdä routaeristettyinä rakenteina, jolloin suodatinkerros voidaan tehdä ohuempina. Eristeenä voidaan käyttää mm. masuunikuonaa, vaahtolasimurskettä tai levyeristettä (XPS). Eristeiden alle tehdään vähintään 0,3 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö karkeasta hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Katosten ja liikennealueiden liittymään, sisäänkäyntien ja rumpujen kohdille, yms. paikkoihin, missä voi esiintyä epätasaista painumaa ja routanousua, tehdään routimattomasta hiekasta siirtymäkiilat kaltevuuteen 1:5. Siirtymäkiilasyvyys on oltava vähintään 1,9 m, ks. liite 3 ja 4.

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2010 osa 1 Väylät ja alueet sekä RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" mukaisesti.

Muut alustäytöt kaivutasoon saakka tehdään routimattomasta hiekasta.

4.8 Kunnallistekniikka

Vesijohto- ja viemäri liittymät suunnitellaan kunnallisteknisten määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Putkijohdot ja rummut perustetaan roudattomaan syvyyteen. Kaivupohja tasataan ja poistetaan mahdolliset kivet. Putkijohtojen ja rumpujen alle tehdään putken koosta riippuen asennusalusta hiekasta $h=0,15$ m ja murskearina $h=0,3$ m, kun putken $\varnothing < 500$ mm ja vastaavasti murskearina $h=0,5$ m, kun putken $\varnothing \geq 500$ mm. Arinarakenne erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla käyttöluokka N3.

Kaivot perustetaan 0,5 m paksun murskearinaan avulla pohjamaan varaan. Arinan alle ja sivuille asennetaan suodatinkangas käyttöluokka N3. Kaivojen ympärystäytöt tehdään routimattomasta hiekasta tms. rakennekerrosten alapintaan saakka, ja tiivistetään tiiviyyteen $D>92$ %.

Päällystetyillä alueilla putkijohtojen vierelle ja kaivojen ympärille tehdään 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä 1,9 m alkaen, ks. liite 3.

Putkijohtojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Liikennealueilla putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka tehdään kaivetulla hiekalla / hiekkamoreenilla, mikäli sen tiivistäminen onnistuu. Putkikaivannot täytetään ja tiivistetään kerroksittain, $h=0,3...0,4$ m.

Talvityönä täyttöjä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

4.9 Kuivatus

Kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

Valumavesien poisjohtamiseksi piha- ja liikennealueella maanpinta kallistetaan rakennuksista poispäin viettäväksi rakennuksen vieressä 3 m matkalla vähintään kaltevuudella 1:20 ja kauempana kaltevuudella 1:50.

Piha- ja liikennealueiden osalla pintavesikuivatus järjestetään sadevesiviemäröinnillä ja tontin reuna-alueilla mahdollisiin reunapainanteisiin. Piha- ja liikennealueiden kallistukset ovat 1,5...2 %.

Rakennusalueen kuivatus ja pihan tasaus suunnitellaan erikseen.

5 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

5.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

Kaikki humukset ja hienorakeiset maa-ainekset, mahdolliset vanhat rakenteet ja täytöt, yms., sekä kaivun yhteydessä häiriintyneet ja löytyneet maa-ainekset poistetaan rakennusalueelta, sekä piha- ja liikennealueelta.

Rakentamiseen liittyvät kaivut tehdään luonnollisen pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 1:1,5 ja luonnollisen pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:2. Paikallisesti kaivut tehdään pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 2:1 ja pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:1 työturvallisuuskohdat huomioiden. Yli 2 m syvät kaivannot ja kaivantojen kuivatus suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

Kaivutyöt tehdään työturvallisuusmääräyksiä ja ohjetta RIL 263-2014 Kaivanto-ohje noudattaen.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 2 mukaisiin tiiviyssasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitettyä.

Taulukko 2. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviyssaste- ja kantavuusvaatimukset.

| Kohde | Tiivistysluokka | Tiiviyssaste ¹⁾ D _{Vaad} | Kantavuusarvot E _{1,2} [MN/m ²] | Kantavuussuhde E ₂ /E ₁ |
|--|-----------------|---|---|--|
| Maanvaraisten perustusten alustäyttö | 1 | ≥ 95 | E ₁ ≥ 60 | < 2,2 |
| Maavaraisten lattioiden alustäyttö | 1 ja 2 | ≥ 92 | E ₁ ≥ 50 | < 2,2 |
| Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö | 2 | ≥ 90 | - | - |
| Putkijohtojen arina, tasauskerros ja ympärystäyttö | 2 | ≥ 90 | - | - |
| Pengertäyte | 2 | ≥ 90 | - | - |
| Suodatinkerros | 1 | ≥ 90 | - | - |
| Jakava kerros | 1 | ≥ 92 | E ₂ ≥ 95 | < 2,2 |
| Kantava kerros | 1 | ≥ 95 | E ₂ ≥ 160 | < 2,2 |
| Kulutuserkerros | 1 | ≥ 92 | - | - |
| Puisto-, maisema- yms. täytöt | 3 ja 4 | - | - | - |

¹⁾ Mikäli täytemateriaali on niin karkeaa, että Proctor-kokeen suoritus on vaikeaa, käytetään kantavuusarvoja.

Täytöt tehdään suunnitelmissa esitetyistä materiaaleista. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132 - 2000 "Talonrakennuksen maarakenteet – yleinen rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista, ja tiivistetään tiivisyiluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infra-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010 annettuja ohjeita.

Täyttöjen saavutettua tiiviyssastetta kontrolloidaan seuraavasti:

- maanvaraisten perustusten alustäyttö, tiiveyskokeita vähintään 1 tiiveyskoe / 200 rakennus-m², kun rakennusalue < 3000 m², muulloin 1 tiiveyskoe / 500 rakennus-m²
- maanvaraisen alapohjan alustäytöstä 1 tiiveyskoe / 200 m², jokaisesta tiivistettävästä kerroksesta, kun alue < 3000 m², muulloin 1 tiiveyskoe / 500 m², jokaisesta rakennekerroksesta
- liikennealueilla 1 tiiveyskoe / 1000...5000 m², jokaisesta rakennekerroksesta

Tiiviyksikeet sijoitetaan työn alkuun käytettävissä olevalle kalustolle sopivan kerrospaksuuden ja ylijokertojen selvittämiseksi.

Täyttötöistä tehdään ns. laadunvalvontalomake, johon merkitään käytettävä kiviainesmateriaali, tiivistettävä kerrospaksuus, tiivistyskone ja koneen paino, ylijokerrat, vallitseva säätila, tiivistettävä kerros (alustäyttö, jne.) ja vaadittu tiiviyssvaatimus. Lomakkeen vahvistavat allekirjoituksellaan rakennustöiden valvoja ja ao. urakoitsija.

Täyttöihin käytettävän materiaalin tulee olla sulaa eikä se saa sisältää lunta, jäätä, juurakoita tms. Talvityönä täyttöjä tehtäessä tulee materiaalin olla mahdollisimman kuivaa (vesipitoisuus alle 3 %) ja tiivistettävää kerrospaksuutta on ohennettava 30...50 % vaadittujen tiiviyssasteiden saavuttamiseksi. Massanvaihtotyötä ei saa tehdä talvityönä.

5.2 Pohjaveden alentaminen

Pohjaveden pinnan alapuolelle kaivettaessa kaivantojen kuivanapito tehdään pumppauskuopista ja -kaivoista pumppaamalla.

Hienojakoinen pohjamaa häiriintyy erittäin herkästi märkänä kaivun, tärinän ja suotoveden vaikutuksesta, joten pohjaveden pinta tulee alentaa ennen kaivu- ja täyttötöitä. Kaivannon kuivatustaso tulee olla vähintään 1 m kaivutasoa syvemmällä.

Työnaikaista pohjaveden alenemista seurataan esim. pohjavesiputkista ennen kaivuvaihetta.

6 Jatkotoimet

Tämä asiakirja tarkistetaan ja tehdään täydentävät pohjatutkimukset sen jälkeen, kun rakennuksen lopullinen laajuus, korkeusasema ja perustusten paikat sekä kuormat ovat varmistuneet.

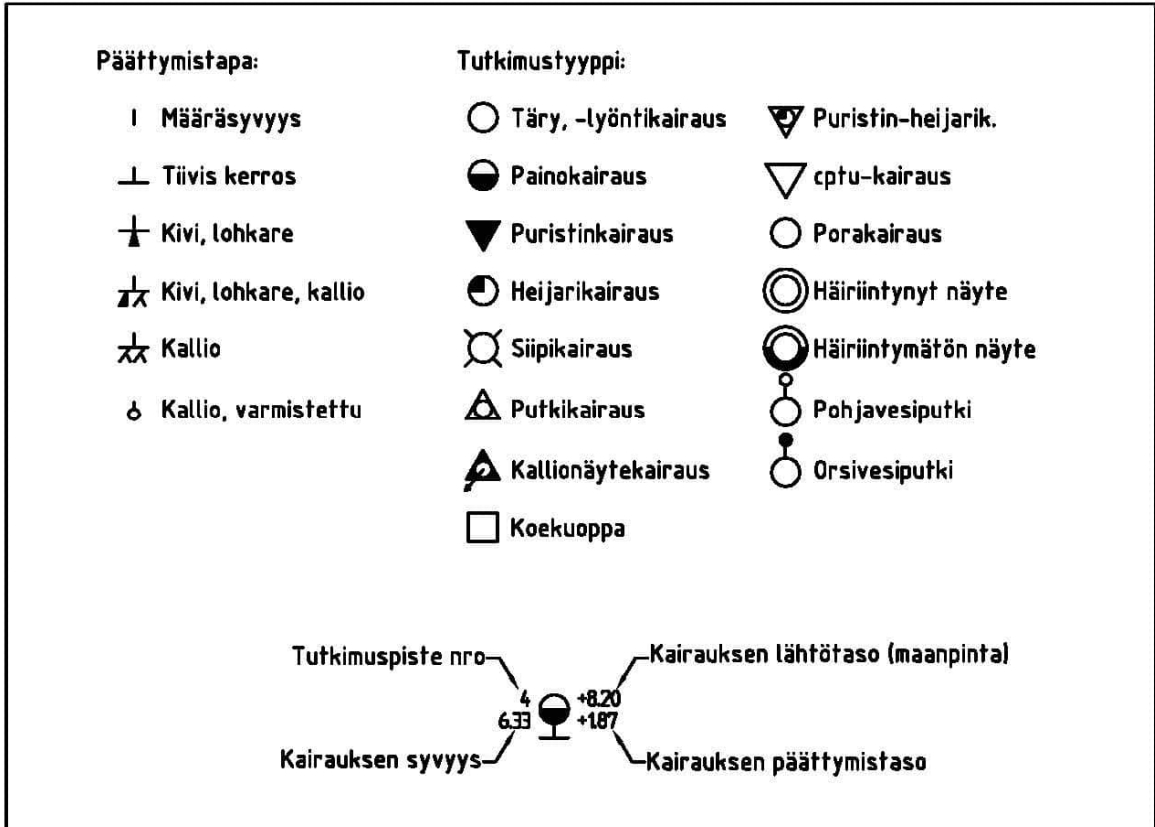
Täydentävillä pohjatutkimuksilla tarkennetaan myös pohjoispuolen löyhän silttikerrostuman laajuus.

Mahdollisten pohjaveden alapuolisten putkijohtokaivantojen, yms. rakennustyönaikainen pohjaveden alentaminen tulee suunnitella erikseen, koska pohjamaa häiriintyy ja pehmenee herkästi märkänä kaivuista ja työnaikaisesta tärinästä.

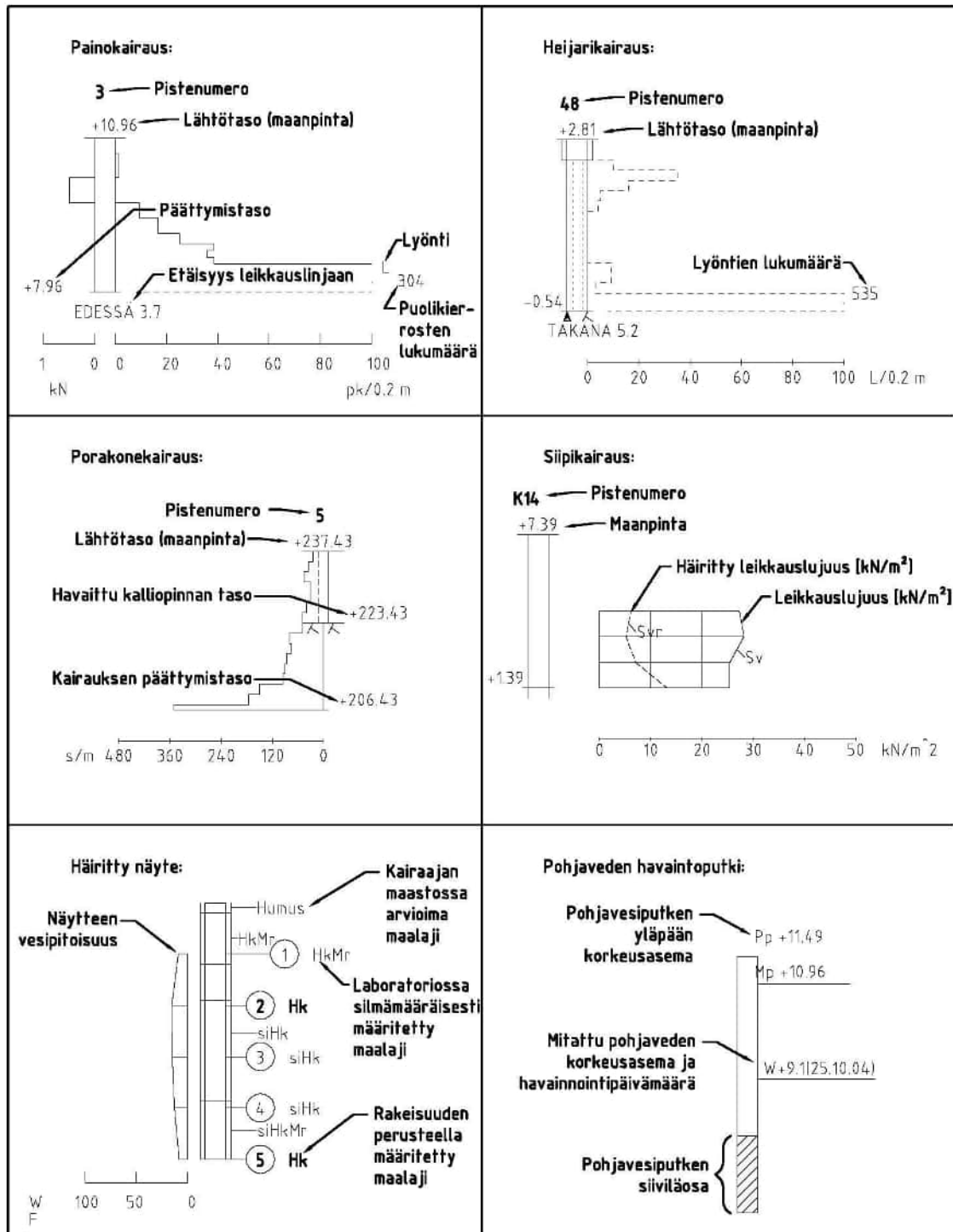
Tähän hankkeeseen tehdään erilliset pohjarakennussuunnitelmat ja –asiakirjat, joissa annetaan yksityiskohtaiset kaivu-, täyttö-, yms. pohjarakentamisen ohjeet.

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

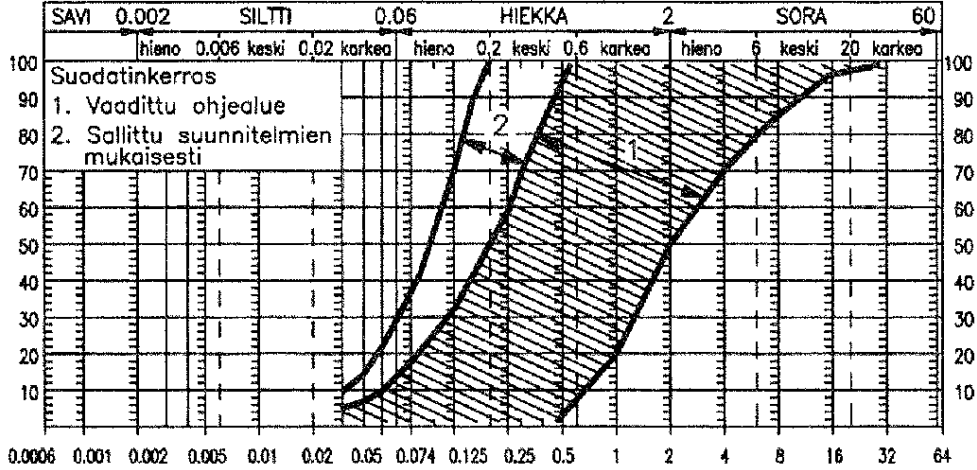
POHJATUTKIMUSKARTTA



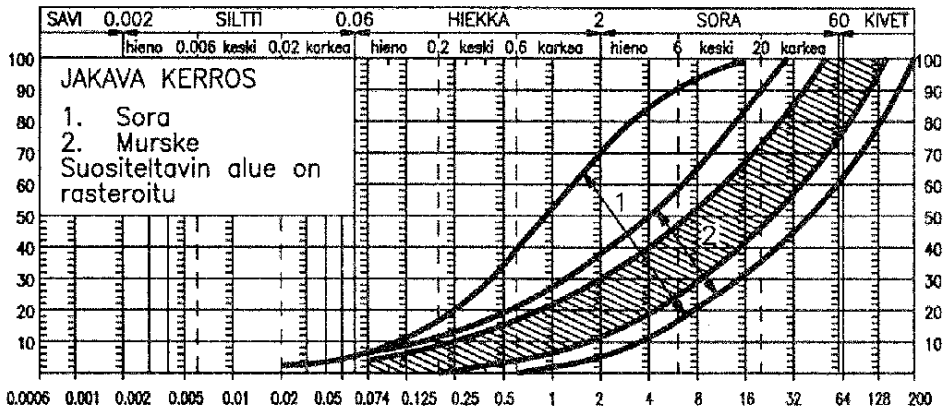
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



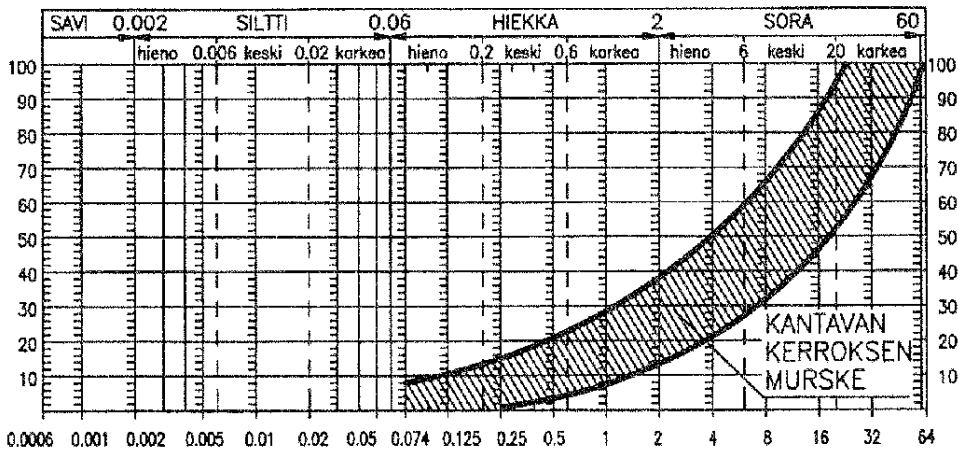
PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



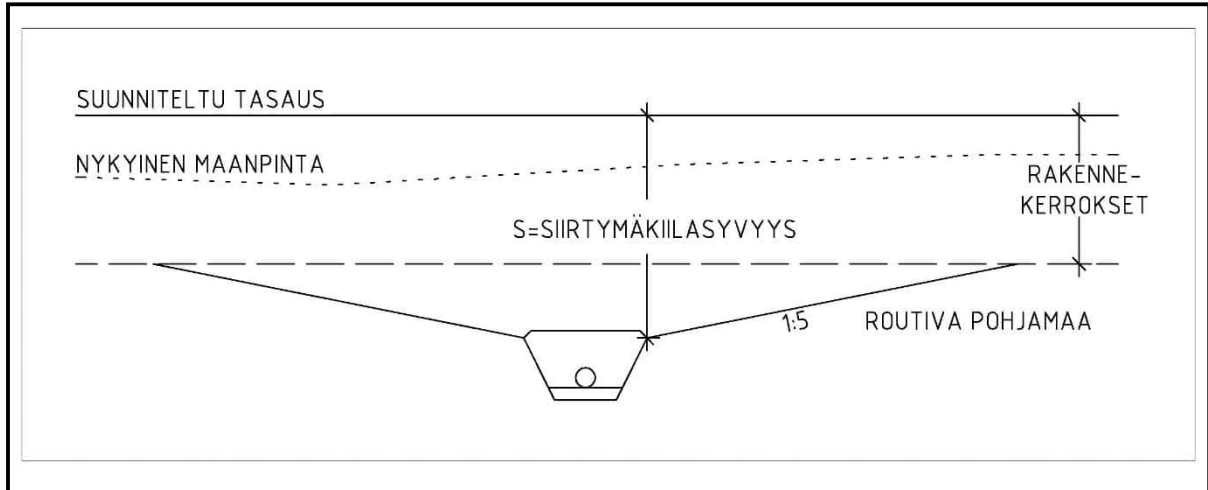
Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



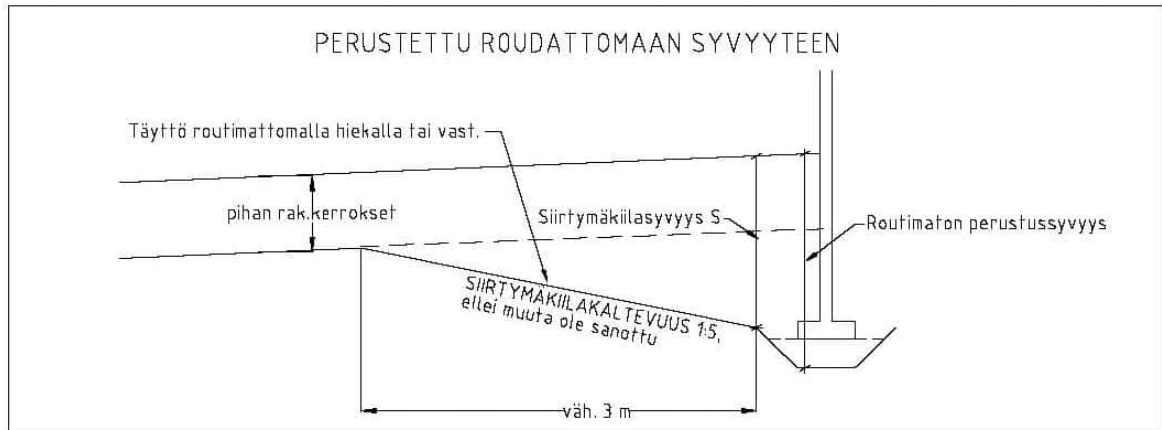
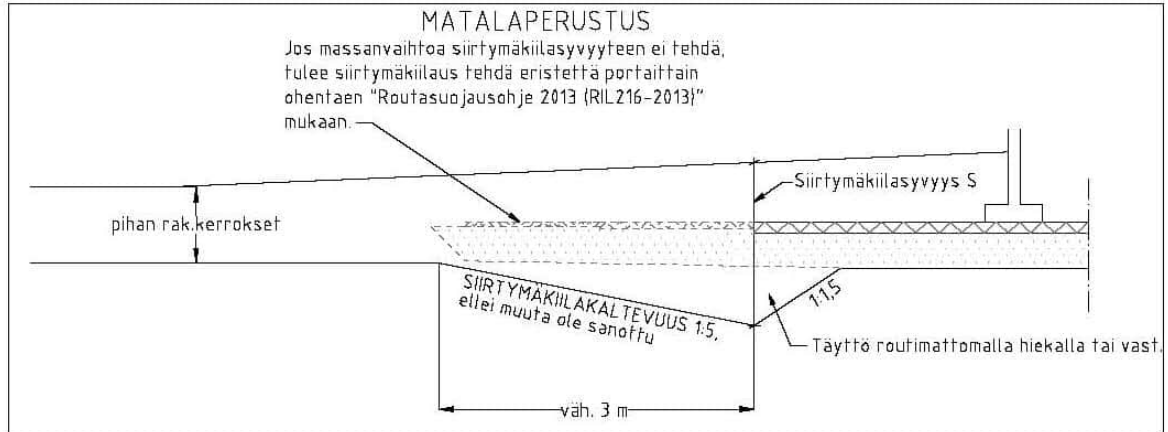
Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



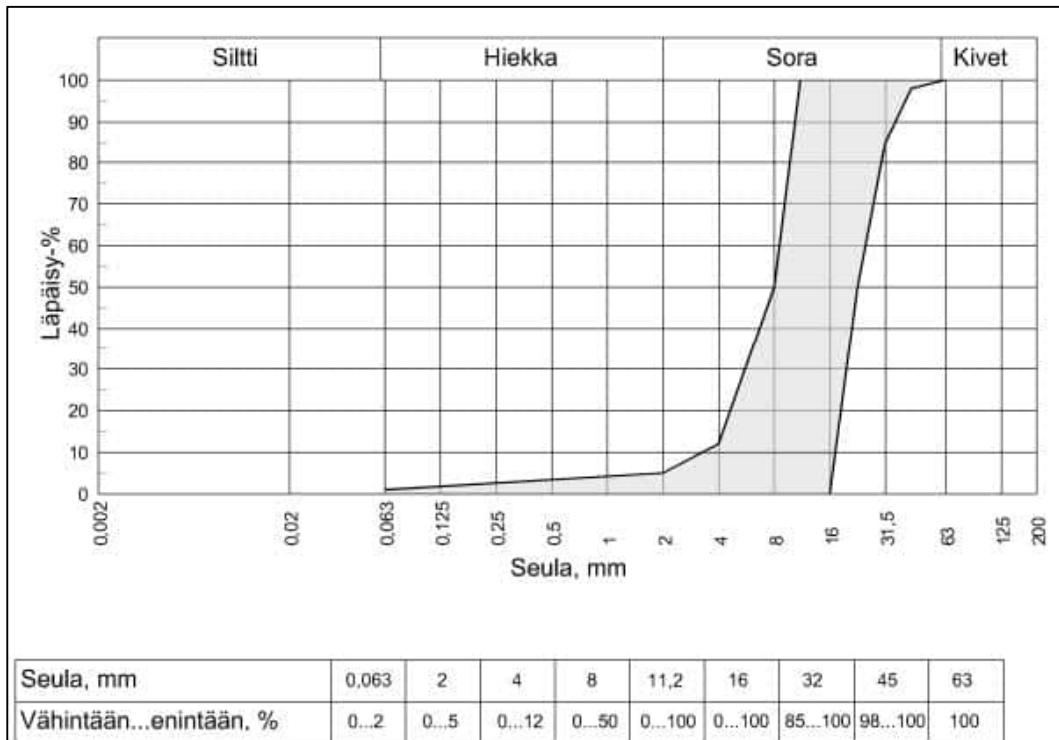
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUUS



SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020, kohta 5.3



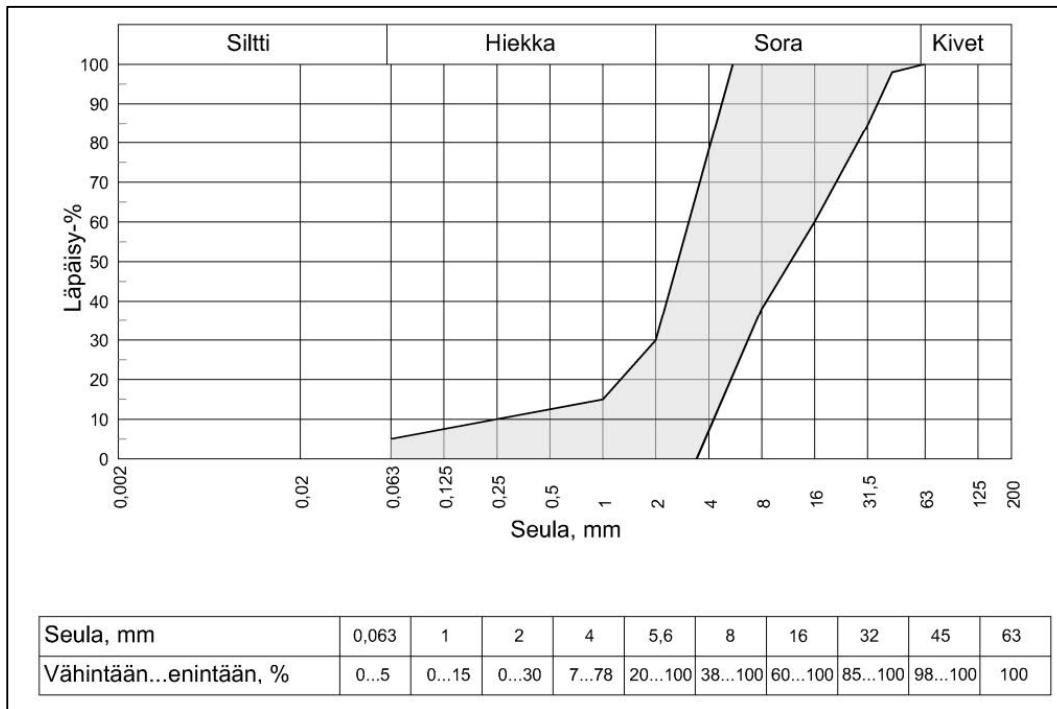
Kuva 5.5a. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

Materiaali RIL1a

Materiaalia käytetään rakennuksen alapohjan alle tehtävässä kapillaarikatkona toimivassa salaojituskerroksessa ja perusmuurin vierustan salaojituskerroksessa silloin, kun pohja- tai vajovesiä virtaa voimakkaasti rakennuksen vierustalle maakerroksia tai kallionpintaa pitkin. Tällaisia ovat esimerkiksi paikat, joissa rakennus sijaitsee rakennusta kohti viettävässä rinteessä.

Kapillaarikatkokiviainekset ovat kalliosta tai sorasta valmistettuja karkeita kiviaineksia, joiden rakeisuus on tyypillisesti välillä 5...8/16...32 mm (esim. 5/16 mm tai 5/32 mm). Kapillaarikatkokiviaineksina käytettäville tuotteille tulee olla määritettynä kapillaarinen vedennousukorkeus. Myös niiden raaka-aineen laatu tulee olla tutkittu ja tuotteen hienoainemäärä tulee olla tunnettu. Tuotteen vesiseulonnalla saadaan hienoaineksen määrää rajoitettua ja veden nousukorkeutta pienennettyä. Vaativiin kohteisiin sekä rajoitettuihin kerrospaksuuksiin suositellaan vesiseulottuja kapillaarikatkokiviaineksia.

SALAOJITUSKERROKSEN OHJEALUEET/RIL 126-2020

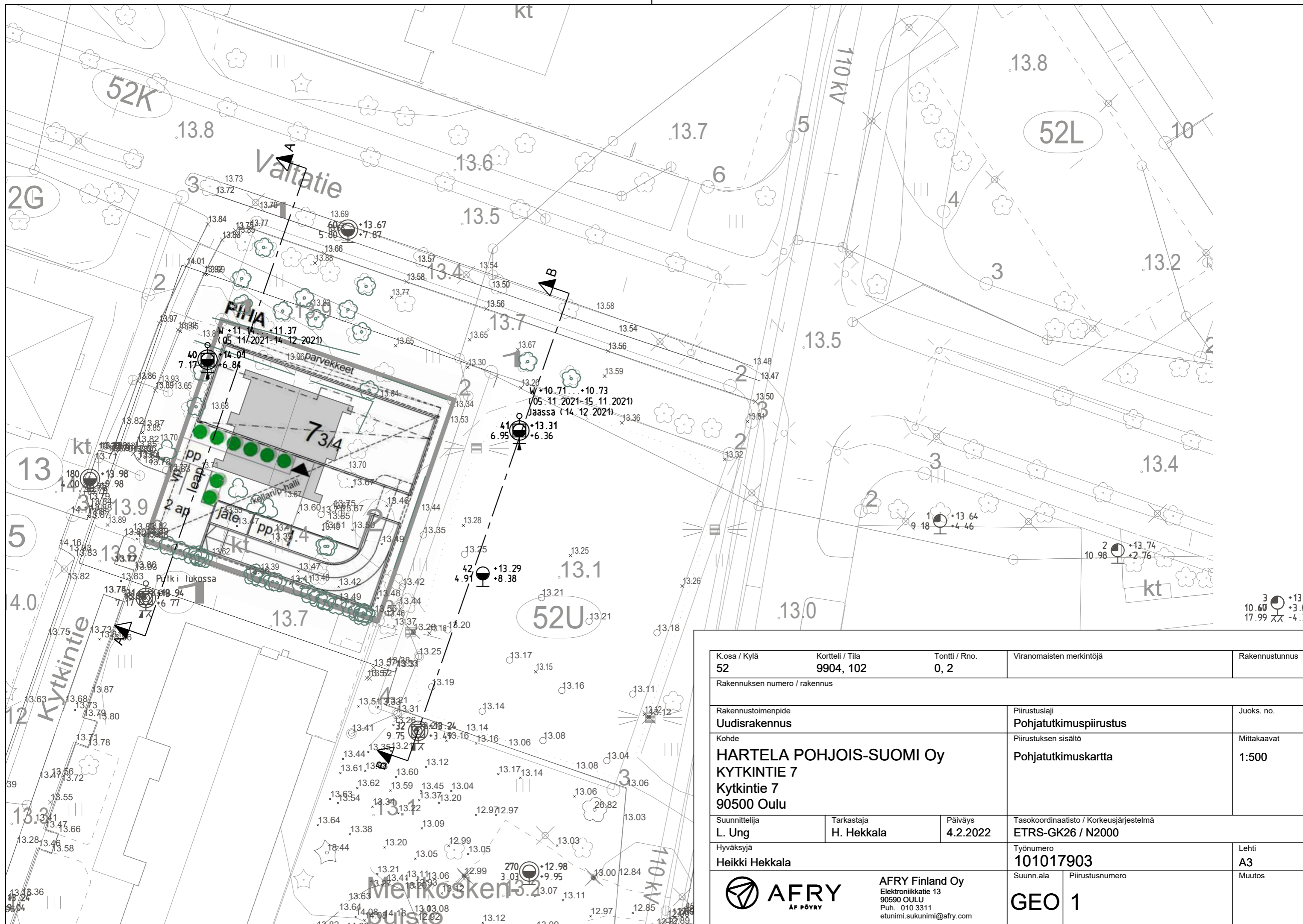


Kuva 5.5b. Salaojituserroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1 (RIL126-2020).

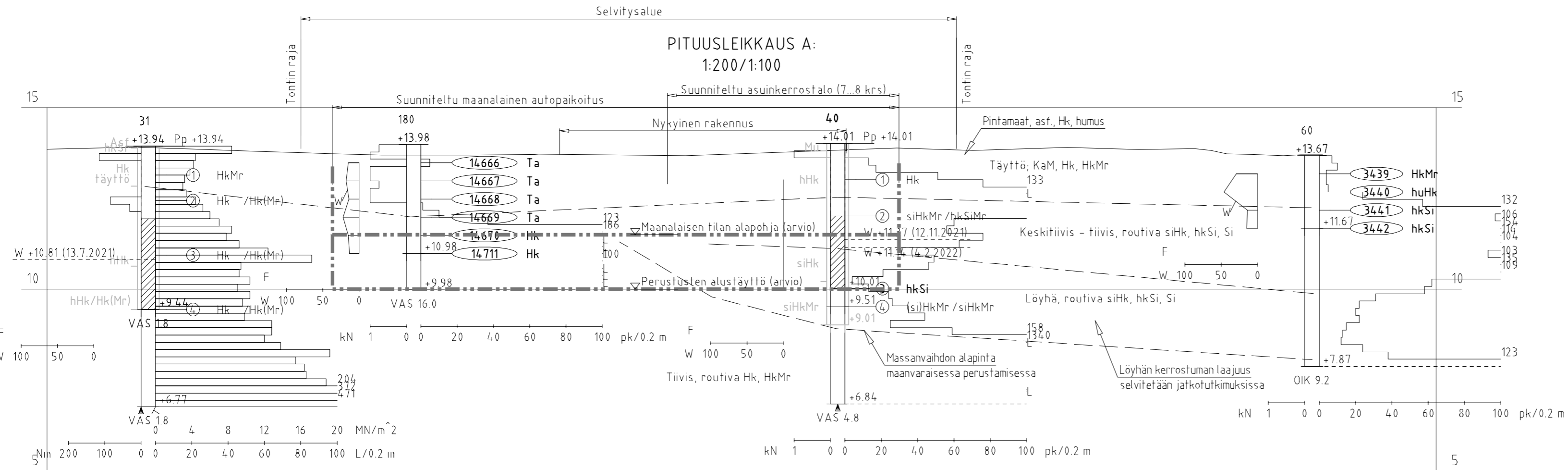
Materiaali RIL1

Materiaalia käytetään normaalissa kuivatustilanteessa rakennuksen perusmuurin vastaisessa salaojituserroksessa.

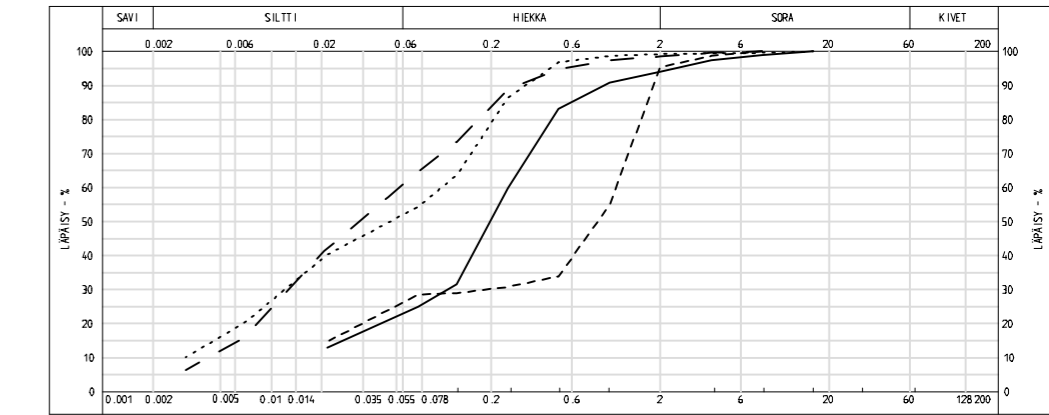
Ohjealueen salaojakiviainesta tulee käyttää silloin, kun pohjavesi ainakin ajoittain saattaa nousta salaojituserrokseen, rakennuspaikka on alavalla maalla tai rakennuspaikan maaperä on heikosti vettä läpäisevää, jolloin salaojiin suodattuvat vesimäärät voivat olla hetkellisesti hyvinkin suuria. Perusmaan ja salaojakiviaines RIL1:n väliin on asennettava suodatinkangas tai suodatinkerros, joka estää maa-ainesten sekoittumisen.



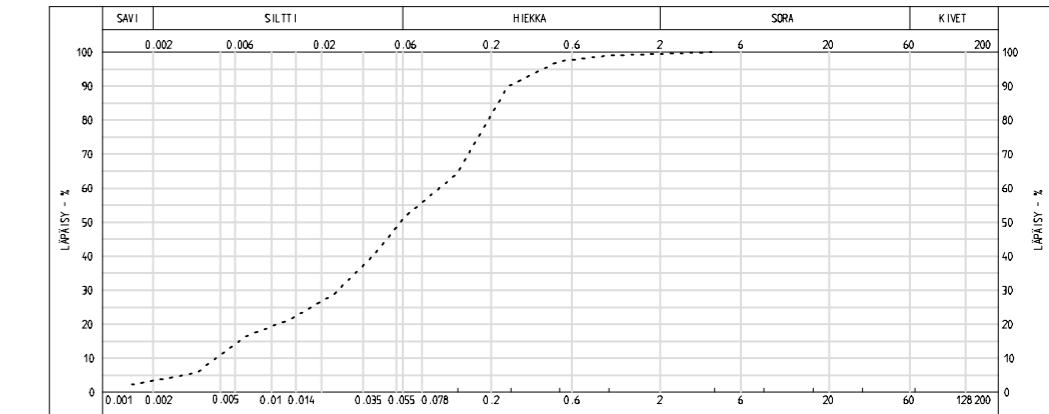
| | | | | |
|---|-------------------------------------|--|---|-----------------------------|
| K.osa / Kylä 52 | Kortteli / Tila 9904, 102 | Tontti / Rno. 0, 2 | Viranomaisten merkintöjä | Rakennustunnus |
| Rakennuksen numero / rakennus | | | | |
| Rakennustoimenpide Uudisrakennus | | | Piirustustaji Pohjatutkimuspiirustus | Juoks. no. |
| Kohde HARTELA POHJOIS-SUOMI Oy KYTKINTIE 7 90500 Oulu | | | Piirustuksen sisältö Pohjatutkimuskartta | Mittakaavat 1:500 |
| Suunnittelija L. Ung | Tarkastaja H. Hekkala | Päiväys 4.2.2022 | Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000 | |
| Hyväksyjä Heikki Hekkala | | | Työnumero 101017903 | Lehti A3 |
| Suunn.ala GEO 1 | | Piirustusnumero | | Muutos |
|  AFRY AF PÖYRY | | AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com | | |



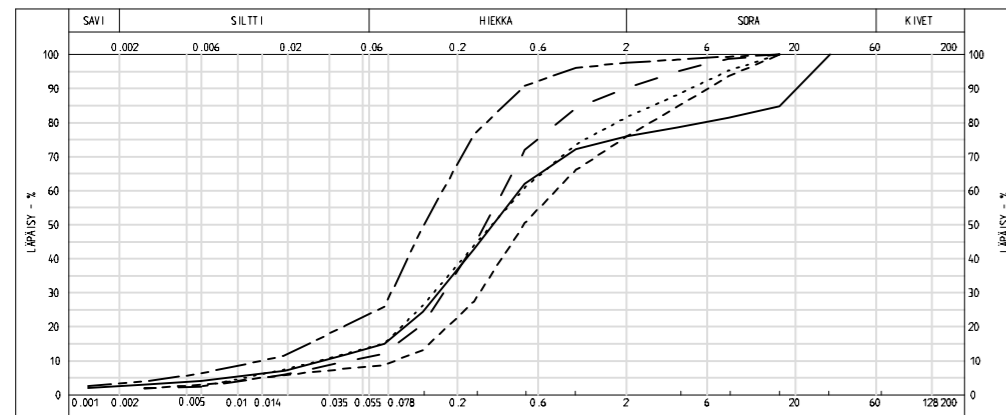
60
Näyte 3439 3440 3441 3442



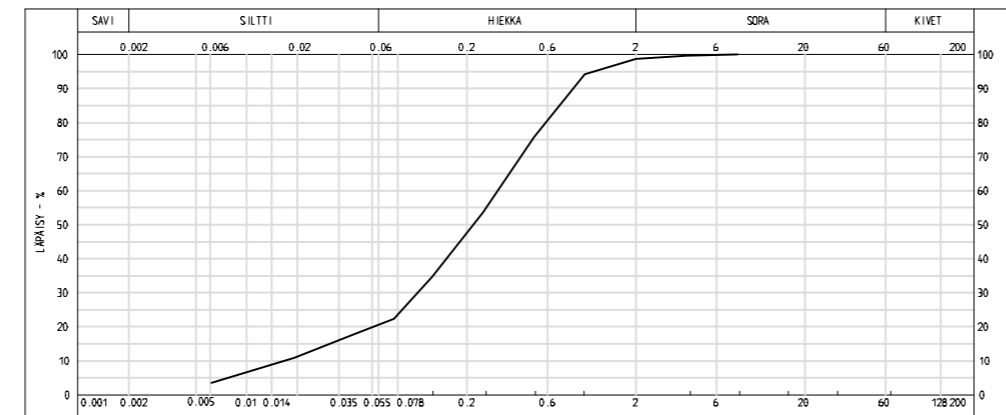
40
Näyte 3



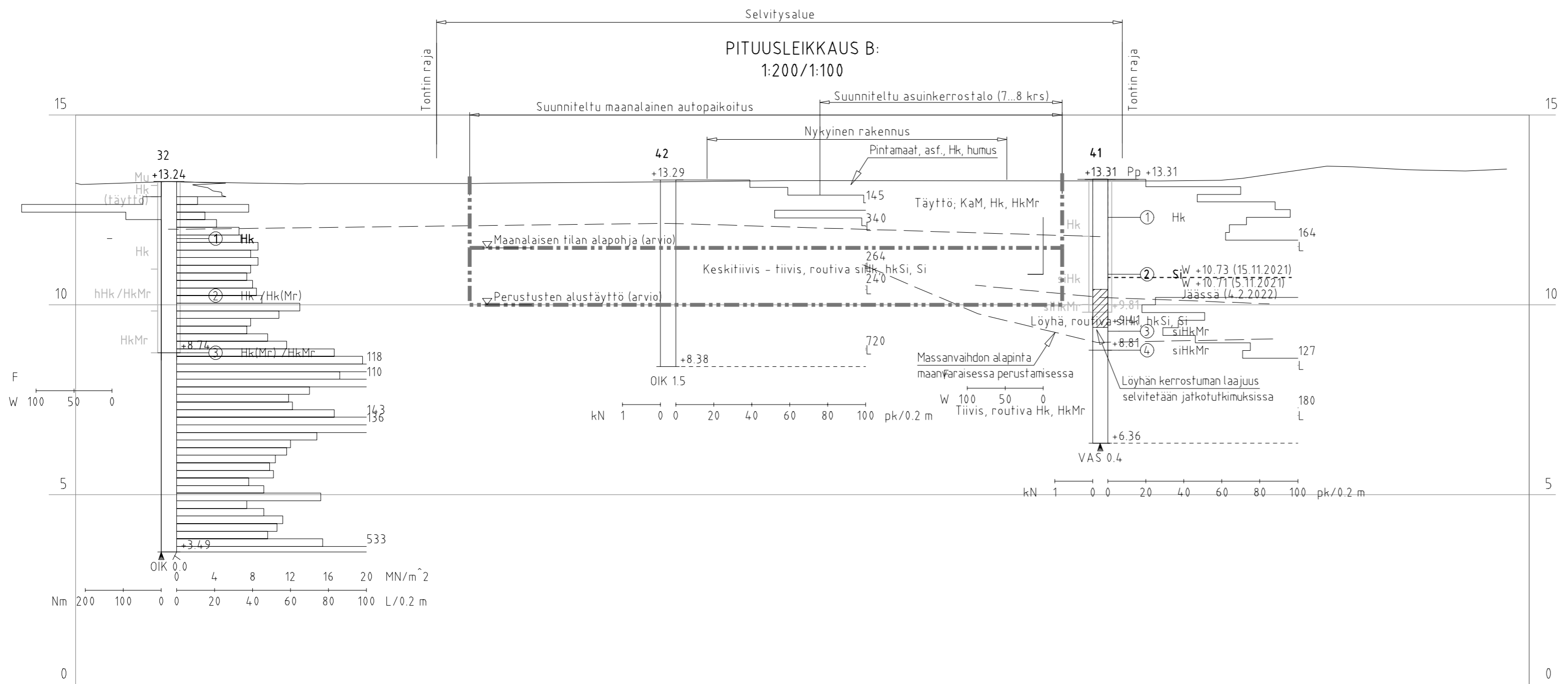
180
Näyte 14666 14667 14668 14669 14670



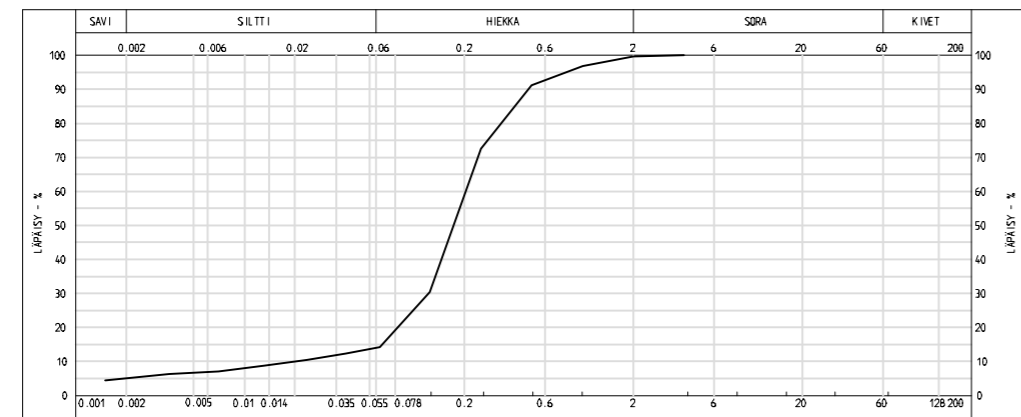
180
Näyte 14711



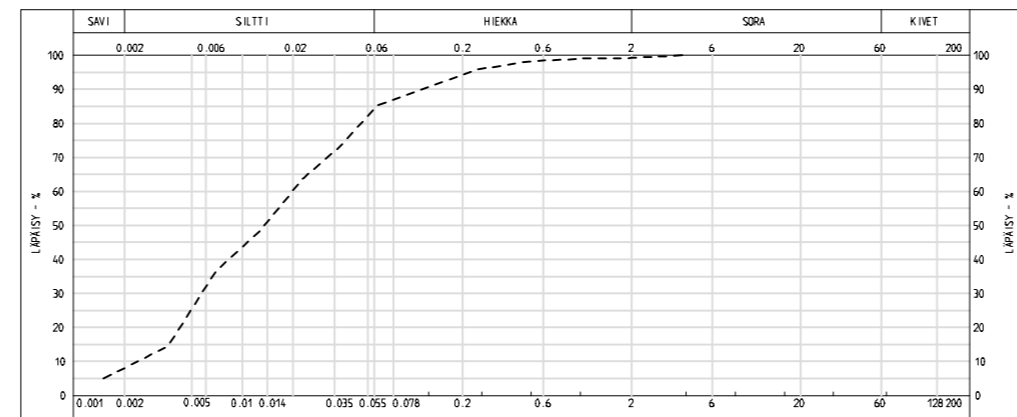
| | | | | |
|---|------------------------------|-----------------------|--|----------------------------|
| K.osa / Kylä 52 | Kortteli / Tila 9904, 102 | Tontti / Rno. 0, 2 | Viranomaisten merkintöjä | Rakennustunnus |
| Rakennuksen numero / rakennus | | | | |
| Rakennustoimenpide Uudisrakennus | | | Piirustuslaji Pohjatutkimuspiirustus | Juoks. no. |
| Kohde HARTELA POHJOIS-SUOMI Oy KYTKINTIE 7 Kytöntie 7 90500 Oulu | | | Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus A-A | Mittakaavat 1:200/1:100 |
| Suunnittelija L. Ung | Tarkastaja H. Hekkala | Päiväys 4.2.2022 | Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000 | |
| Hyväksyjä Heikki Hekkala | | | Työnumero 101017903 | Lehti 630x297 |
| | | | Suunn.ala | Piirustusnumero |
| | | | | |
| AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90500 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com | | | | |



32
Näyte 1



41
Näyte 2



| | | | | |
|---|------------------------------|-----------------------|--|----------------------------|
| K.osa / Kylä 52 | Kortteli / Tila 9904, 102 | Tontti / Rno. 0, 2 | Viranomaisten merkintöjä | Rakennustunnus |
| Rakennuksen numero / rakennus | | | | |
| Rakennustoimenpide Uudisrakennus | | | Piirustuslaji Pohjatutkimuspiirustus | Juoks. no. |
| Kohde HARTELA POHJOIS-SUOMI Oy KYTKINTIE 7 Kytöntie 7 90500 Oulu | | | Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus B-B | Mittakaavat 1:200/1:100 |
| Suunnittelija L. Ung | Tarkastaja H. Hekkala | Päiväys 4.2.2022 | Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26 / N2000 | |
| Hyväksyjä Heikki Hekkala | | | Työnumero 101017903 | Lehti 630x297 |
| | | | Suunn.ala | Piirustusnumero |
| | | | GEO 3 | |
| AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com | | | | |