



Ilmakuva tarkasteltavasta alueesta, Oulun karttapalvelu

Asiakas: Oulun kaupunki

Projekti: 601558 – Merikosken päiväkoti

Asiakirja: Hulevesiselvitys

Projektinumero: 101016751-002



AFRY
Ä F P Ö Y R Y

Hulevesiselvitys

Hulevesiselvitys

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

Pvm.
31/08/2021
Projektiviite
101016751-002

Raportin numero

Asiakas
Oulun kaupunki
601558 – Merikosken päiväkoti

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	Selvitysalueen nykytilanne	1
1.1	Sijainti ja toiminnot	1
1.2	Luonnolliset virtausreitit ja maaperä	2
1.3	Hulevesijärjestelmät	2
1.4	Hulevesitulva-alueet ja -reitit	3
2	Suunniteltu rakentaminen	4
3	Rakentamisen vaikutukset hulevesiin	5
3.1	Selvitysaluekohtainen hulevesitarkastelu	5
3.2	Hulevesien kokoojaviemärin kapasiteetti	7
3.3	Hulevesitulvat	8
4	Hulevesien hallinnan tavoitteet	9
4.1	Oulun kaupungin tavoitteet	9
4.2	Hulevesien hallinnan määrälliset ja laadulliset tavoitteet	9
4.3	Hulevesien hallinnan muut tavoitteet	9
4.4	Hulevesitulvat alueella	10
5	Suosituksat hulevesien hallintaa varten	11
5.1	Piha-alueiden pinnoitteet	12
5.2	Kattovesien käsittely	14
5.3	Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely	15
5.4	Hulevesien johtaminen ja käsittely piha-alueilla	16
5.5	Viherkatot	17
5.6	Hulevesiaiheiden kasvillisuus	17
5.7	Hulevesirakenteista tiedottaminen	18
5.8	Tulvareitit	18

Liitteet

Alustava hulevesisuunnitelma Liite 1

1 Selvitysalueen nykytilanne

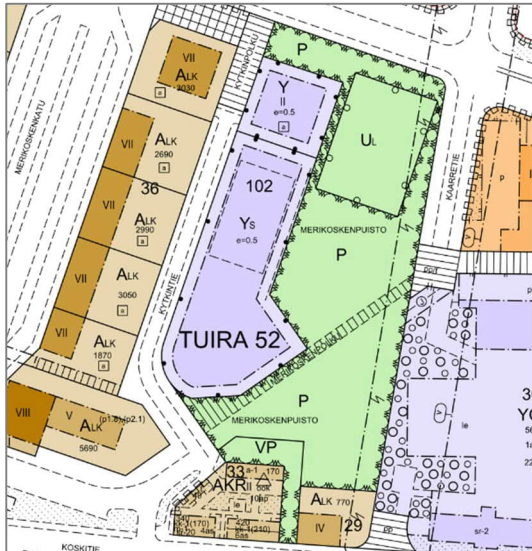
1.1 Sijainti ja toiminnot

Alue, johon tämä hulevesiselvitys kohdistuu, sijaitsee Tuiran kaupunginosassa, osoitteessa Kytöntie 7. Kohde sijaitsee reilun kilometrin etäisyydellä Oulun ydinkeskustasta pohjoiseen. Selvitysalueen pinta-ala on n. 7000 m².



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

Selvitysalueella toimii nykyisin Merikosken päiväkoti. Selvitysalueen länsi- ja pohjoispuolella sijaitsee asuinkerrostaloja, itäpuolella avautuu Merikoskenpuisto ja 110 kV voimalinja suoja-alueineen. Kuvassa 2 on esitetty voimassa oleva asemakaava, jossa näkyy päiväkodin nykyinen sosiaalista toimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi (Ys) merkitty tontti.



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

1.2 Luonnolliset virtausreitit ja maaperä

Selvitysalue on nykyisellään pääosin päällystettyä, vettä läpäisemätöntä pintaa sekä jonkin verran nurmipäällysteistä piha-aluetta. Alueella muodostuvat hulevedet kulkeutuvat kaivojen kautta kunnan hulevesiviemäriin.

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

- pintamaat, asfaltti, humus
- täyttö; murske, hiekka ja hiekkamoreeni 1...1,5 m
- tiivis, routiva hiekka ja hiekkamoreeni

Pohjamaa on 1,5 m syvyydessä kohtalaisesti ja huonosti vettä läpäisevää, vedenläpäisevyys rakeisuuden perusteella arvioituna $k = 3 \times 10^{-6}$ m/s.

Maanpinnan korkeus alueella vaihtelee tasovälillä noin +12,0...+14,0 (N2000). Pohjavedenpinta sijaitsi selvitysalueella heinäkuussa 2021 noin 3...4 m syvyydessä maanpinnasta tasossa +8,50...+10,80.

1.3 Hulevesijärjestelmät

Selvitysalueella nykyisin syntyvät hulevedet johdetaan Kytkintien 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. 200 m lähimmästä selvitysalueen liitospisteestä.



Kuva 3. Selvitysalueella sijaitseva hulevesiverkosto. (Oulun kaupunki)

1.4 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. Hulevesitulvat saavat alkunsa nopeasti ja ne ovat yleensä lyhytkestoisia sekä paikallisia. Rankkimmat sateet ajoittuvat usein loppukesälle kun päivällä lämmennyt ilma kohoaa voimakkaasti ylöspäin tiivistyen sateiksi. Tällaisten sateiden sijaintia, kestoja ja voimakkuutta on hyvin vaikea ennustaa. 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.

Kuvassa 4 vasemman puoleisessa ruudussa on osoitettu alueet, joille vettä kertyy hulevesitulvien aikana. Mitä tummempi sininen väri, sitä suurempi lammikoitumisvyvyys. Oikean puoleisessa ruudussa on osoitettu alueet, joissa vesi virtaa hulevesitulvan aikana. Mitä tummempi keltainen väri, sitä suuremmalla nopeudella vesi virtaa.

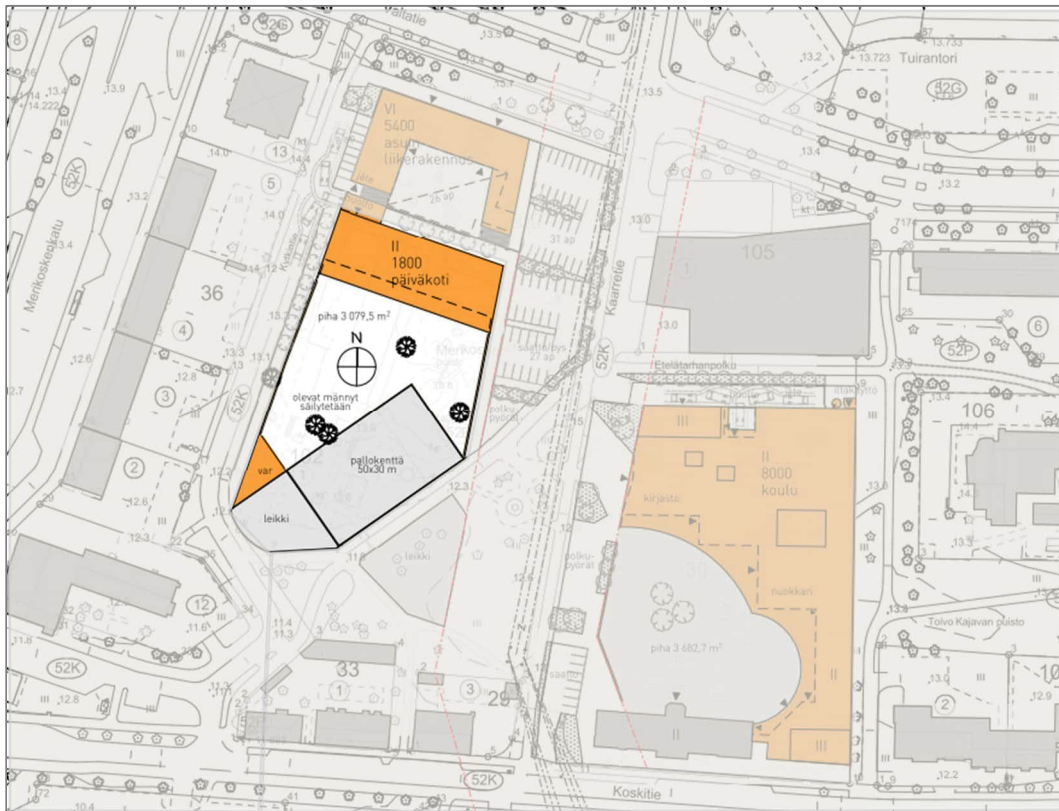


Kuva 4. Harvinaisen tulvan eli 1/100 vuodessa toistuvan sateen aikainen, maanmittauslaitoksen 2017 vuoden korkeuskäyrien perusteella arvioitu tilanne. (Oulun kaupunki, alustava hulevesitulvakartta)

Tässä selvityksessä tarkasteltava alue ei toimi harvinaisen hulevesitulvan tulvimisalueena, eikä sen läpi kulje tulvareittiä. Hulevesitulvan aikaan vesiä virtaa Kytöntietä pitkin etelään sekä 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.

2 Suunniteltu rakentaminen

Selvitysalueelle on tarkoitus rakentaa uusi päiväkotiki. Tuiran keskukseen on suunnitteilla palvelukampuskokonaisuus, joka koostuu kahdelle lähekkäiselle tontille sijoittuvasta koulu-/monitoimitalo- ja päiväkotirakennuksista. Tämä uudisrakennushanke edellyttää asemakaavamuutosta, jossa hyödynnetään nykyiset koulu- ja päiväkotitontit ympäristöineen ottaen huomioon myös niiden välissä kulkeva 110 kV voimalinja suoja-alueineen. Tontin, jolla nykyinen Merikosken päiväkotiki sijaitsee, rajaus tulee osittain muuttumaan kaavamuutoksen myötä. Kuvassa 5 on esitetty koko suunniteltu palvelukampuskokonaisuuden alue, josta tässä selvityksessä käsiteltävä päiväkodin alue esitetty kirrkaampana.



Kuva 5. Asemapiirustus, ehdotuspiirustus 17.4.2020 (Arkkitehtitoimisto Kanttia2, muokannut Eija Toivonen)

3 Rakentamisen vaikutukset hulevesiin

3.1 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 viittä erilaista pintaa; kattopintaa, asfaltoitua pintaa, sorapintaa, turva-alustaa sekä nurmipeitteistä pintaa. Rakentamisen jälkeisen tilanteen oletettiin myös sisältävän näitä viittä pintatyyppiä. Pintojen sijoittuminen tontille on esitetty kuvassa 6. Muodostuvan pintavalunnan määrää arvioitiin tontilla esiintyvien pintojen laajuuden ja pinnoille määritettyjen valumakertoimien avulla. Laskennassa käytettyjen pintojen laajuudet ja valumakertoimet on esitetty alla olevassa taulukossa 2.



Kuva 6. Hulevesilaskennassa käytettyjen pintojen sijoittuminen selvitysalueella nykytilanteessa sekä rakentamisen jälkeen. Perustuu Arkkitehtitoimisto Kanttia2 tekemään asemapiirustuksen ehdotuspiirustukseen.



Taulukko 2 laskennassa käytetyt valumakerroimet.

Pinnan tyyppi	Valumakerroin	Nykytilanne	Tuleva tilanne (*)
		Pinta-ala [m ²]	Pinta-ala [m ²]
Katto	0,9	1530	1545
Asfalttipäällyste	0,8	1460	2764
Sorapäällysteinen piha	0,6	540	1520
Turva-alusta	0,5	55	530
Nurmipintainen piha	0,2	3515	741
Kokonaispinta-ala [m ²]		7100	7100
Keskimääräinen valuntakerroin		0,5	0,7
Pintavalunta tontille, [m ³]		23	38

(*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)	17	28	11
Rankkasade (1/5 a)	23	38	15
Tulva (1/100 a)	44	73	28

(* Ilmastonmuutoslisä +20% huomioitu

Verrattaessa nykytilannetta suunnitellun rakentamisen jälkeiseen tilanteeseen, kuva 6 sekä taulukko 2, voidaan todeta että keskimääräinen valuntakerroin kasvaa eli alueella muodostuu nykyistä enemmän hulevesiä. Taulukosta 3 voidaan laskea, että huleveden määrä tulee lisääntymään n. 60 % (sis. ilmastonmuutoslisän +20 %). Laskenta on tehty sillä olettamalla, että hulevesien muodostumista ei ole pyritty minimoimaan vaan esimerkiksi piha-alue on suurelta osin asfalttia. Näin ollen jatkosuunnittelussa voidaan tehdä ratkaisuja jotka pienentävät alueen keskimääräistä valuntakerrointa ja vähentävät hulevesien muodostumista.

3.2 Hulevesien kokoojaviemärin kapasiteetti

Selvitysalueelta poistuvat hulevedet tullaan johtamaan Koskitien hulevesiviemäriin. Selvitysalue sijaitsee hulevesiverkoston valuma-alueen alapäässä.

Nykyisen viemärin kapasiteetin arvioimiseksi Kytkintieltä Koskitielle kulkevaan hulevesiviemäriin määritettiin liittospisteet (4 kpl), johon kiinteistöjen ja katualueen hulevedet liittyvät, kuva 7. Näille pisteille määriteltiin karkeat osavaluma-alueet, laskettiin pintavalunta ja hulevesivirtaama nykyisen maankäytöllisen tilanteen mukaan yleisesti käytössä olevien mitoitussateiden ja Oulun kaupungin ohjeiden mukaisesti.



Kuva 7. Koskitien hulevesiviemärin kapasiteetin arvioimisessa käytetyt osavaluma-alueet sekä liittospisteet.

Koskitien hulevesiviemäri luetaan yläpuolisen valuma-alueensa (yli 20 ha) perusteella hulevesien päävirtausreitiksi (Oulun kaupungin hulevesien hallinnan suunnitteluopas) ja tällöin se mitoitettaisiin 1/10 a toistuvalla sateella. Kuntaliiton hulevesioppaan, taulukoiden 15-5 sekä 15-6 perusteella mitoitussateen kestoksi määritettiin 60 min ja sateen intensiteetiksi 77 l/s*ha, ilmastonmuutoslisä huomioitu. Tämän lisäksi laskennassa otettiin huomioon osavaluma-aluekohtainen hidastumiskerroin (0,4...0,9), joka laajaa viemäristöä mitoitettaessa ottaa huomioon sen että koko valuma-alueella muodostuva hulevesi ei kulkeudu välittömästi tarkasteltavaan liittospisteeseen. Lisäksi alueelle määritettiin ns. viemärin viivytyserroin (0,7) joka ottaa huomioon sen että kaikki vesi ei pääse kerralla verkostoon vaan osa hulevesistä pidättyy kaivoihin ja rutiläkansien päälle ja tämä entisestään viivyttää hulevesien kulkeutumista tarkasteltavaan liittospisteeseen.

Näillä arvoilla laskettuna putken kapasiteetti on pääosin riittävä rankimpienkin sateiden aikana. Kytkintien hulevesiviemäri, johon myös selvitysalueen hulevedet tullaan liittämään, kerää hulevesiä Kytkintien alueelta. Kytkintien hulevesiviemäri on osittain saneerattu ja alkupäässä, vuosina 2009 ja 2017, rakennetulla putkiosuudella putki pystyy laskennallisesti kuljettamaan rankimpienkin sateiden aikana syntyvät hulevedet. Liitospisteestä 2 eteenpäin viemäriinlinjassa on vuonna 1998 rakennettu putkiosuus, jossa putken halkaisija pienenee 250 mm:stä 200 mm:iin. Tällä viemärin osalla putken kapasiteetti ylittyy laskennallisesti n. 60 % jo nykyisillä rankkasateen arvoilla. Tämän putkiosuuden pituus on n. 17 m, jonka jälkeen putken halkaisija ja sitä myöten myös putken kapasiteetti kasvaa riittäväksi.

Taulukko 3 Valuma-alueilta syntyvät pintavalunnat 60 minuutin rankkasateen (1/10 a) aikana ilman ilmastomuutoslisää sekä ilmastomuutoslisä +20 % huomioiden. Kapasiteetin riittävyyttä on kuvattu väreillä, vihreä: kapasiteetti riittävä, oranssi: kapasiteetti käytössä kokonaan, punainen: kapasiteetti ylittyy.

Mitoitussade [l/s*ha]	Pintavalunta (putken max.kapasiteetti) [l/s]			
	Liitospiste 1	Liitospiste 2	Liitospiste 3	Liitospiste 4
64	23 (32)	38 (23)	86(250)	415 (800)
77(*)	28 (32)	46 (23)	104 (250)	499 (800)

(* Ilmastomuutoslisä +20 % huomioitu)

Oulun veden verkostojen kunnossapidosta saatujen tietojen mukaan Koskitiellä ei ole ilmennyt hulevesien tulvimista, eli Koskitien hulevesiviemäriin kapasiteetti on ollut riittävä poistamaan valuma-alueen hulevedet nykyisillä sateen voimakkuuksilla.

3.3 Hulevesitulvat

Oulun kaupungin alustavan hulevesitulvakartan (kuva 4) mukaan selvitysalueen läpi ei kulje tulvareittiä, eikä rakentaminen vaikuta olennaisesti alueen hulevesien kulkeutumissuuntiin tulva-aikana. Selvitysalueen itäpuolella, Merikoskenpuiston läpi kulkee kuitenkin tulvareitti jonka olemassaolosta on hyvä olla tietoinen kaavamuutoksen edetessä. Hulevesitulvan mahdollisuus tulee huomioida myös mm. rakennusten korkeusasemien suunnittelussa, kts. lisää kohdasta 5.8 Hulevesitulva-alueet ja -reitit.

4 Hulevesien hallinnan tavoitteet

4.1 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, viivytyispainanne)
- 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.

4.2 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.

4.3 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.

Kattopinnoilta syntyvä hulevesi ei yleensä sisällä kiintoainesta joten se soveltuu hyvin varastoitavaksi kaivoihin tai säiliöihin josta sitä voidaan käyttää kasteluvedeksi tai pihaleikkeihin. Hyvin suunniteltu ja toteutettu huleveden hallintarakente, joka tuo huleveden näkyville ja kosketeltavaksi, mahdollistaa lapsille turvallisen, hallitun sekä helposti saatavilla olevan keinon leikkiä vedellä ja tutustua sen ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen.

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 taantuminen, meluntorjunta ja erilaisten tilojen luominen.

4.4 Hulevesitulvat alueella

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

5 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 kovenneiden rankkasateiden myötä alueen hulevesiverkoston kapasiteetin riittävyyteen 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 sataa vettä läpäisemättömää neliometriä (100 m^2) kohden. Viivytyksrakenteiden tulee tyhjäntyä 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, eli minimoimaan vettä läpäisemättömät pinnat. Pinnoitteiksi valitaan vettä läpäiseviä päällysteitä ja rakennetaan mahdollisimman paljon kasvillisuuspeitteisiä alueita. Kts. lisää kohta 5.1 Piha-alueiden pinnoitteet.

Kattopinnoilta muodostuvat hulevedet voidaan lukea ns. puhtaiksi vesiksi joten niille ei tarvita laadullista hallintaa. Määrällistä hallintaa ajatellen kattovesille suositellaan etsimään ratkaisuja, joilla saadaan hulevedet käsiteltyä ja hyödynnettyä tontilla. Mikäli kattovesille ei pystytä osoittamaan käsittelyä tontilla, tulee ne ohjata viivytyksen kautta hulevesiverkostoon. Katso lisää kattovesien ohjauksesta kohdasta 5.2 Kattovesien käsittely.

Liikenne- ja pysäköintialueilta syntyvät hulevedet sisältävät epäpuhtauksia, joita tulee pyrkiä poistamaan vedestä ennen sen johtamista verkostoon virtaamahuippua tasaavan, viivyttävän rakenteen kautta. Katso lisää kohdasta 5.3 Liikenne- ja pysäköintialueilta muodostuvien hulevesien käsittely.

Selvitysalueen rakennettavuus selvityksen yhteydessä tehtyjen rakeisuusseulontojen perusteella pohjamaan vedenläpäisykyky vaihtelee rakennusalueella (kts. kohta 1.2). Rakennus suunnittelua ja mahdollisia imeytysrakenteita ajatellen pohjamaan vedenläpäisykykyä olisi hyvä arvioida tarkemmin jatkosuunnittelun yhteydessä. Näin voidaan paremmin arvioida mahdollisten imeytysrakenteiden toteutusmahdollisuutta.

Suodatinkankaita ei tulisi käyttää rutiininomaisesti hulevesirakenteissa. Suodatinkangasta käytettäessä tulee huomioida kankaan tukkeutuminen kiintoaineksesta ajan kuluessa sekä se onko kankaasta mahdollisesti haittaa kunnossapitotoimien yhteydessä. Erityisesti pohjavesialueella on otettava huomioon myös muovipohjaisesta kankaasta maaperään ajan saatossa kulkeutuva mikromuovi. Suodatinkankaiden käyttöä hulevesirakenteissa onkin suositeltavaa välttää ja miettiä korvaavia vaihtoehtoja erotuskerrokselle, 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, ks. kohta 5.7 Hulevesirakenteista tiedottaminen.

5.1 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 8), reikäkivellä, leveästi saumatulla kiveyksellä tai muulla vastaavalla pinnalla, johon voidaan yhdistää kasvillisuutta tai sorapintaa (kuva 9). 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 saumatтуun 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 saumatту riittävän karkealla kiviaineksella (sitomaton sauma-aine) tai läpäisevällä sauma-aineella (sidottu sauma-aine). Hieno saumaushiekka 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 (kuva 10).



Kuva 10. Vettä läpäisevä kiveys pysäköintialueella. (rakentaja.fi)

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. Eri-tyisesti puut käyttävät paljon vettä.

5.2 Kattovesien käsittely

Rännikaivojen ja hulevesiviemäreiden sijasta kattovesiä voidaan ohjata kauemmas rakennuksesta erilaisilla pintaratkaisulla, kuten kouruilla ja kourulaatoilla. Pintajohtamisen etuna on hulevesien hitaampi virtausnopeus, mikä alentaa hetkellisiä virtaamapiikkejä vastaanotettavissa rakenteissa, sekä näkyvillä kulkevan veden tarjoama toiminnallinen hyöty mm. piha-leikkien yhteydessä. Pintajohtamismenetelmän yksityiskohdissa tulee huomioida talvikunnossapidon ja puhdistuksen vaatimukset.

Kattovedet voidaan ohjata kouruilla/putkilla kauempana rakennuksista sijaitseviin viivytys-/imeytysrakenteisiin (kuva 11) tai vettä voidaan kerätä maanpäällisiin tai maanalaisiin säiliöihin, josta vettä voidaan pumpata ylös kastelutarpeisiin tai käytettäväksi leikeissä (kuva 12). Vedenkeräyssäiliöistä tulee olla ylivuoto hulevesiviemäriin tai korkeustasojen salliessa imeytysrakenteisiin. Sadeveden keräys voidaan toteuttaa esimerkiksi vain parin rännisyöksen osalla, paikoissa joissa sadeveden keräys voidaan hyvin yhdistää pihan muihin toimintoihin, kuten päiväkodin pihalla tai huoltopihalla jos hulevettä halutaan käyttää kastelu- tai pesuvedenä. Muista rännisyöksyistä vedet ohjataan kouruilla tai putkilla eteenpäin, kts. kohta 5.4 Hulevesien johtaminen piha-alueilla.



Kuva 11. Katoilta tulevia vesiä kuljettavia kouruja. Kuvat vasemmalta: Turun reunakivi, Pihakivi.com, San Francisco Water Power Sewer.



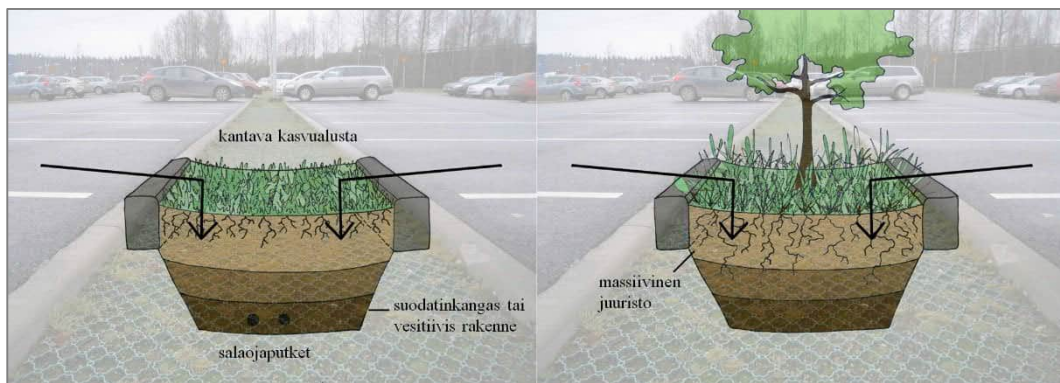
Kuva 12. Leikkikenttäpumpulla voidaan nostaa vettä myös maanalaisesta säiliöstä. Kuvat vasemmalta: Nira Pumps Oy, Lekolar.

5.3 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 4.3 Hulevesien hallinnan muut tavoitteet. Jos suodatus ja viivytyks toteutetaan samassa rakenteessa, rakenne mitoitetaan viivyttävän rakenteen mukaisilla parametreilla.

Liikenne- ja pysäköintialueiden hulevesien määrää ja laatua voidaan hallita esimerkiksi viherpainanteiden avulla, kuva 10. 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 10, vasemmanpuoleinen ruutu.

Yksinkertaisimmillaan viherpainanteen pinta voi olla nurmea, heinää, niitty-/ketokasvillisuutta tai muuta helppohoitoista kasvillisuutta, joka kestää pitkiäkin kuivia kausia, sekä ajoittain seisovaa vettä. Parhaiten painanteeseen 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 13. Periaatteellinen kuva hulevesiä viivyttävästä ja suodattavasta viherpainanteesta.
 Kuva: Vantaan kaupunki, Porttipuiston pysäköintialueen rakennussuunnitelma.

5.4 Hulevesien johtaminen ja käsittely piha-alueilla

Hulevesiä voidaan kuljettaa putkien sijasta myös maanpinnalla erilaisissa avoimissa järjestelmissä kuten kouruissa (kuva 14) ja painanteissa. Pintajohtamisen etuna on mm. hulevesien pienempi virtausnopeus. Kun hulevesi viipyy syntypaikallaan pidempään, hulevesitulvat harvinaistuvat ja eroosio vastaanottavissa vesistöissä/rakenteissa vähenee. Jos hulevedellä on lisäksi mahdollisuus imeytyä pohjamaahan, se ylläpitää alueen luonnollista vesikiertoa jota on syytä tukea vähäisiltäkin tuntuvilla, mutta merkityksellisillä toimilla.



Kuva 14. Hulevesiä kuljettavia kouruja ja kourulaattoja. Kuvat vasemmalta: Rudus, Rudus, Turun kiviurakointi.

Avoimissa järjestelmissä hulevedet saavat näkyä ja olla osana pihan toimintoja. Painanteet voivat olla kivi- tai kasvillisuus peitteisiä ja niiden pohjalla voi olla erilaisia hyppelykiviä tai askelmia jotka hidastavat veden virtausta ja mahdollistavat painanteen ylittämisen, esimerkiksi kuten kuvassa 15.



Kuva 15. Vasemmalla avopainanne, jossa vedenvirtausta hidastavia kiviä (Kuva: Leena Sänkiaho). Oikealla hulevesiä käsittelevä painanne, jonka läpi voi kulkea askelkiviä pitkän (Kuva: InsiteDesign)

Hulevesiä kuljettava (ja käsittelevä) painanne on suotavaa integroida osaksi pihan toimintoja (kuva 16). Näin hulevesien hallinnalla voidaan saavuttaa myös viihtyisyyden ja toiminnallisuuden hyödykkeitä, kts. kohta 4.3 hulevesien hallinnan muut tavoitteet. Kasveja, kiviä ja erilaisia katteita hyödyntämällä saadaan viimeistellyn näköisiä painanteita. Lisäksi kasvillisuus viivyyttää veden liikettä ja vähentää veden määrää haihduttamalla sekä transpiraation kautta. Kasvien juuret auttavat maaperää pysymään huokoisena. Lisäämällä painanteisiin puita ja erikorkuisia pensaita, saadaan myös luotua piha-alueelle arvokkaita varjoisia alueita.



Kuva 16. Vasemmalla avopainanne, jossa vedenvirtausta hidastavia kiviä. Kuva: Leena Sänkiäho. Oikealla Hulevesien johtamista avoimissa kouruissa leikkialueiden läpi. Kuvat koulun pihalta San Franciscosta ja Orange Parkista Lontoosta.

5.5 Viherkatot

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

Asianmukaisesti suunnitelluilla ja toteutetuilla viherkattoilla voidaan merkittävästi vähentää muodostuvien hulevesien määrää. Viherkattoilla määrällinen hallinta tapahtuu veden varastoitumisella viherkattorakenteisiin sekä haihdunnan ja kasvien transpiraation kautta. Viherkattojen yhteydessä on mahdollista, että kasvualustan 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.

5.6 Hulevesiaiheiden kasvillisuus

Puut käyttävät paljon vettä joten niiden merkitys huleveden määrän vähentämisessä on merkittävä. Puut tuovat piha-alueelle myös miellyttäviä varjopaikkoja. Näistä syistä alueella suositellaan säilytettävän mahdollisimman paljon puita, mielellään puuryhmiä, tai istuttamaan mahdollisimman paljon puita. Hulevesiä käsitteleviin aiheisiin on perusteltua istuttaa kasveja, sillä transpiraation lisäksi kasvien juuret ja versot ehkäisevät maaperän tiivistymistä ja luovat juurten pinnalle vettä suodattaville mikro-organismeille sopivan elinympäristön kuljettamalla happea juurten kautta maaperään.

Hulevesien hallintaan suunniteltuun painanteeseen kertyy näkyvää vettä pääasiassa vain saateiden aikana, kuivina jaksoina painanne on vailla pysyvää vesipintaa. Näin ollen painanteisiin valittavien kasvien täytyy kestää pitkiäkin kuivia kausia sekä ajoittain seisovaa vettä. Hulevesirakenteiden kasvillisuus on suositeltavaa suunnitella mahdollisimman monilajiseksi jotta lajistosta voi ajansaotossa valikoitua ne kasvit jotka kyseisessä paikassa parhaiten menestyvät. Kohteessa voidaan sallia luonnonvalinta kasvilajien suhteen, ilman tarvetta uusintaistutuksille.

Hulevesiaiheen luonteesta ja käyttötavasta riippuen voidaan suosia alueella luonnostaan esiintyviä kasvilajeja, huomioiden aiheen luonnontilasta poikkeavat kasvuolosuhteet sekä aiheen kasveilta vaadittava kulutuskestävyys. Hyviä kokeilemisen arvoisia kasvivalintoja hulevesirakenteiden vaihteleviin kasvuolosuhteisiin on monia. Esimerkkejä Oulun kasvuvyöhykkeellä menestyvistä kasvilajeista löytyy Oulun kaupungin hulevesien hallinnan suunnitteluohjeesta. Tämän lisäksi alla myös muutama päiväkotipihaan soveltuva kasvivalinta.

5.7 Hulevesirakenteista tiedottaminen

Käsiteltäessä hulevesiä avoimissa rakenteissa, joissa vesi on näkyvillä ja osa pihan toimintoja, voi rakenteen toimintaperiaatteen avaaminen käyttäjille olla hyödyllistä. Kohteeseen voidaan asentaa näkyville hulevesien käsittelystä kertova infotaulu (kuva 17), jossa kerrotaan hulevesiä kuljettavien elementtien sekä hulevesipainanteiden toiminnasta. Hulevesien hallinnan näkyville tuominen ja siitä tiedottaminen voivat auttaa edistämään hulevesien hallintajärjestelmien arvostusta ja ymmärtämään sateiden yhteyttä vesihuoltoon, luonnolliseen vesikiertoon, huoltotoimiin ja purkuvesistön kuormittumiseen. Hulevesien hallintajärjestelmiin voidaan yhdistää myös monenlaisia opetuksessa ja leikissä hyödynnettäviä elementtejä.



Kuva 17. Vasemmassa ruudussa hulevesipainanteen toimintaa esittelevä infotaulu koulun pihalla San Franciscossa (San Francisco Water Power Sewer). Oikean puoleisessa ruudussa visuaalinen "infotaulu" Binfordin koulun pihalla Richmondissa. (HG Design Studio)

5.8 Hulevesitulva-alueet ja -reitit

Päiväkodin alueelta tulvivat hulevedet kulkeutuvat Kytkintielle tai Merikoskenpuistoon josta ne jatkavat matkaansa Koskitielle päin. Koskitieltä kanavaan päin purkautuvat hulevedet voivat aiheuttaa vahinkoa Koskitie 28:ssa sijaitsevalle kiinteistölle joten palvelukampuskokonaisuuden jatkosuunnittelussa olisi suotavaa miettiä voidaanko Merikoskenpuistossa tehdä toimia jotka vähentävät Koskitien tulva-alueen ja -reitit kuormitusta.

Tonttikohteisesti tulee etsiä ratkaisuja, joilla vähennetään tontilla muodostuvia hulevesiä ja hidastetaan niiden virtaamista pois tontilta, kts. kohdat 5.1...5.5. Pieniltä tuntuvilla toimilla voi olla merkittävä vaikutus hulevesitulvien vähentämisessä.

Merikoskenpuistossa olisi mahdollista toteuttaa keskitettyä tulvavesien hallintaa yläpuoliselta valuma-alueelta tuleville tulvavesille. Osoittamalla Merikoskenpuistoon tulva-alue voidaan vähentää Koskitien kuormitusta ja pienentää tulvavesien aiheuttamia vahinkoja osoitteessa Koskitie 28. Nykyisen tulvareitin sijaan voidaan miettiä vaihtoehtoa muotoilla puistoon tulva-alue (Liite 1 Alustava hulevesisuunnitelma), johon tulvavesi voi lammikoitua ja purkautua ylivuodon kautta hallitusti Koskitien suuntaan. Hyvällä suunnittelulla tulva-alue voi olla viihtyisyyttä lisäävä (ja toiminnallinen) puiston osa, jossa hulevedelle saadaan toteutettua myös määrällistä (viivytyks, imeytyminen, haihtuminen) sekä laadullista (kiintoaineksen laskeuttaminen) hallintaa. Tavoitteena olisi, että tulvavedet saisivat lammikoitua tulva-alueen alimpiin kohtiin ja alueelle saa muodostua väliaikainen vesipinta. Tulvapainanteen tilavuuden ylityksessä vedet pääsisivät poistumaan ylivuodon kautta hallitusti Koskitien suuntaan. Loivapiirteinen painanne voitaisi toteuttaa voimalinjan suoja-alueelle johon muita rakennuksia tai rakennelmia ei saa sijoittaa.

Hulevesiverkostosta yli tulvivien vesien liikkeet tulee ottaa huomioon myös kohteen korkeus-
asemien suunnittelussa siten että tulvavesi ei pääse vahingoittamaan rakennettavia kiinteis-
töjä eikä rakentamisella saa lisätä viereisten kiinteistöjen alttiutta tulvavahingoille. Piha-
alueelle rakennettavien ritiläkantisten kaivojen kannen korkeudet tulee olla Koskitiellä sijaitsevia
kaivonkansia ylempänä. Tämä siitä syystä, että verkostosta tulvivat vedet tulvisivat katualue-
elle eivätkä piha-alueelle. Myös maanalaiset viivytysrakenteet tulisi varustaa padotusvent-
tiileillä jotta vältetään vesien tulviminen verkostosta viivytysrakenteeseen.

Osa kattovesistä johdetaan maanpäällisiin tai maanalaisiin säiliöihin, josta vesiä voidaan ottaa hyötykäyttöön leikkeihin tai kasteluvedeksi. Säiliöstä ylivuoto hulevesiviemäriin.



Osa kattovesistä johdetaan avojärjestelmissä viivytäviin/imeyttäviin hulevesipainanteisiin, joista ylivuoto hulevesiviemäriin.



Näkyvillä kulkeva ja kosketeltavissa oleva hulevesi mahdollistaa lapselle hallitun sekä helposti saatavilla olevan keino leikkiä vedellä sekä tutustua sen ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen. Kourua pitkin kasvien käyttöön kulkeva hulevesi auttaa myös ymmärtämään veden kiertokulkua.



Vaihtoehtoinen ylivuotoreitti tulva-alueelta Koskitielle.

Voimalinjan suoja-alue

Piha-alueilla maksimoidaan läpäisevän pinnan osuus

Pysäköintialueiden hulevedet suodatetaan ja viivytetään avoimissa hulevesipainanteissa

Nykyinen tulvareitti

Tulva-alueena toimiva polveileva ja loivapiirteinen painanne. Ylivuoto nykyisen tulvareitin kautta Koskitielle. Luiskien kaltevuus vaihtelevasti 1:10...1:6. Osa puiston toimintoja sisältäen kasvillisuutta, kiviä, siltoja...



- Suunnitteilla oleva rakennus
- Nykyinen rakennus
- Suunnitteilla oleva piha-alue

TONTILLA MUODOSTUVIA HULEVESIÄ VIIVYTETÄÄN JA HYÖDYNNETÄÄN TONTILLA MAHDOLLISIMMAN PALJON. MAANALAISTEN VIEMÄREIDEN SIJAAN SUOSITTAAN PINTAKULJETUSJÄRJESTELMIÄ. YLIVUOTO TONTIN HULEVESIRAKENTEISTA OSOITETAAN VIEMÄRIIN.

Kohde MERIKOSKEN PÄIVÄKOTI TUIRAN MONITOIMITALO Kytkintie 7 90500 Oulu			Piirustuksen sisältö Hulevesiselvitys Alustava hulevesisuunnitelma	Mittakaavat -
Suunnittelija E.Toivonen	Tarkastaja H. Hekkala	Päiväys 31.08.2021	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26/ N2000	
Hyväksyjä Heikki Hekkala			Työnumero 101016751-002	Lehti
Suunn.ala GEO		Piirustusnumero Liite 1	Muutos	
 AFRY AF PÖYRY AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com				



Asiakas: Oulun kaupunki

Projekti: Merikosken päiväkoti

Asiakirja: Sulfaattimaaselvitys

Projektinumero: 101016751-002



AFRY
AF PÖYRY

Sulfaattimaaselvitys

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

Pvm.
31/08/2021
Projektiviite
101016751-002

Asiakas

Merikosken päiväkoti

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, ympäristöasiantuntija

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
3	Lähteet	3

Liitteet

Sulfaattimaaselvityksen analyysitulokset

Liite 1

Piirustukset

Tutkimuskartta

1:500

101016751-002/GEO-1

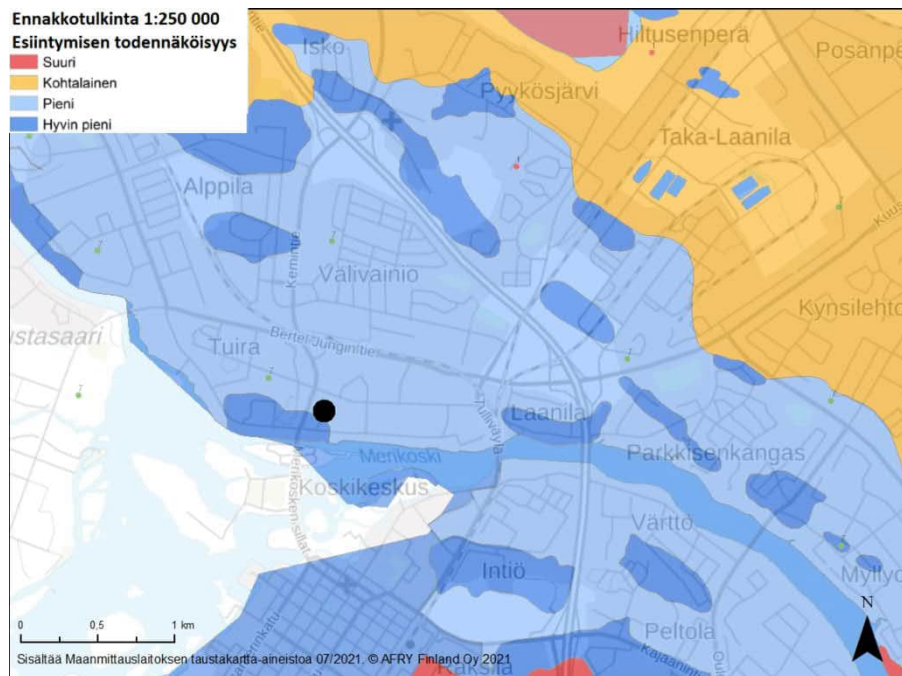
1 Toimeksianto

Oulun kaupungin toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Oulussa, Merikosken päiväkodin - rakennushankkeeseen liittyvän sulfaattimaaselvityksen. Kenttätutkimukset on tehty kesäkuussa 2021. Tutkimuksen tavoitteena oli tehdä Merikosken päiväkodin hankeselvitykseen liittyvä sulfaattimaaselvitys.

2 Sulfaattimaaselvitys

2.1 Yleistä

Merikosken päiväkodin 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. Merikosken päiväkodin tutkimusalueen sijainti on merkitty mustalla pisteellä. (Geologian tutkimuskeskus 2020).

2.2 Tehdyt tutkimukset

Merikosken päiväkodin rakennushankkeen alueelta on otettu yhteensä kaksi sulfaattimäennäytettä, yhdestä näytepisteestä NP35. Tutkimuspisteen sijainti on esitetty tutkimuskartassa 101016751-002/GEO-1.

Molemmat näytteet lähetettiin laboratorioon (NP35 (1,5 m) ja NP35 (3 m)), joista määritettiin kokonaisrikkipitoisuus, hapontuottoriski NAG-testillä, sähkönjohtavuus 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.

Analyysitulokset on esitetty liitteessä 1.

2.3 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

Silmämääräisesti tarkasteltuna kummassakaan näytteessä ei havaittu tummaa ainesta, joka viittaisi mahdollisesti sulfidiseen materiaaliin. Molemmat näytteet olivat hiekkaa.

Taulukossa 1 on esitetty maanäytteiden hapontuottopotentialiriski 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).

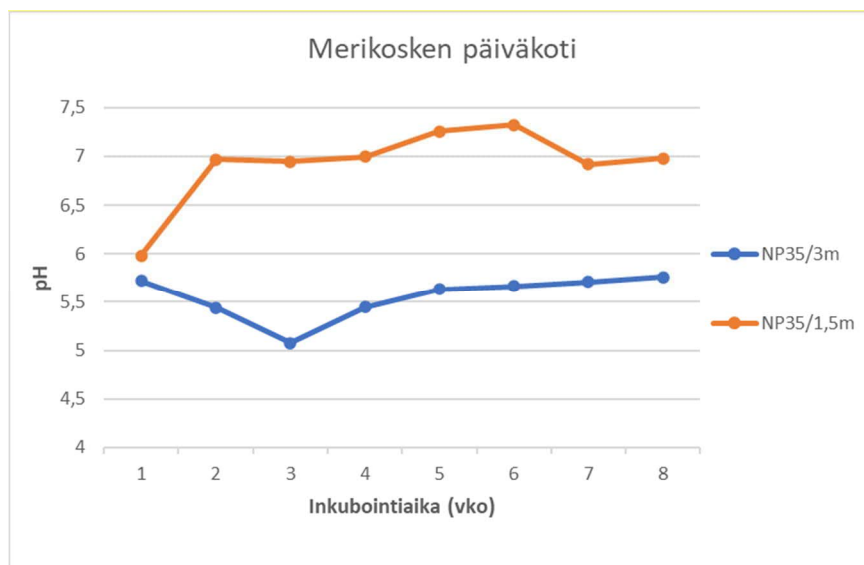
Taulukko 1 Maan hapontuottoriski karkeasti arvioituna NAG ja kokonaisrikkipitoisuuden perusteella.

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

* Liao ym.2007

** Pousette ym.2008

Taulukossa 2 on esitetty näytteiden tulokset. Kummankaan näytteen kokonaisrikkipitoisuudet eivät olleet yli 0,2 %, eli maanäytteet eivät sen perusteella aiheuttaisi happamoitumista. Myöskään näytteiden pH:t eivät laskeneet kovin happamaksi NAG-testissä, ja nettohapontuoton määrä jäi alhaiseksi. Näiden tulosten perusteella maa ei todennäköisesti ole hapoatuottavaa. Pousette ym. luokittelun mukaan molempien näytteiden kokonaisrikkipitoisuudet olivat matalat, jolloin maalla ei ole todennäköisesti hapontuottopotentialia.



Kuva 2 Merikosken päiväkotii sulfaattimaanäytteiden pH:n muutos inkuboinnin aikana.

Näytteille NP35 (1,5 m) ja NP35 (3 m) tehtiin laboratorioanalyysien lisäksi pH-inkubaatio (Kuva 2). Näytteiden annettiin hapettua huoneilmassa 8 viikkoa 7.7. - 24.8.2021 välisenä aikana. Näytteen NP35 (1,5 m) pH oli inkubaation alussa 6,0 ja näytteen NP35 (3 m) 5,7. Kahdeksan viikon hapettumisen aikana kummankaan näytteen pH:t eivät laskeneet selvästi happamaksi. Inkuboinnin jälkeen näytteen NP35 (1,5 m) pH oli 7,0 ja näytteen NP35 (3 m) pH oli 5,8. Kokonaisrikkipitoisuuksien perusteella todettiin, että näytteillä ei ole hapontuottopotentialia. pH-inkubaation tulokset vahvistivat, että näytteitä ei luokitella happamiksi sulfaattimaiksi.

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 vesii 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/linssimäisinä alueina. Rakentamistöiden yhteydessä maa-ainesta on havainnointava ja tarpeen mukaan tehtävä lisämäärytyksiä mahdollisista sulfidimaakerroksista, jotta mahdollisten sulfidimaiden laajuus rakentamisalueella pystytään paremmin arvioimaan.

Taulukko 2 NAG, NAG pH, kokonaisrikkipitoisuus, sähkönjohtavuus ja hehkutushäviö maanäyteissä.

Näyte	Alku pH	NAG pH	NAG (pH 4,5) [kg H ₂ SO ₄ /t	NAG (pH 7,0) [kg H ₂ SO ₄ /t]	Riikkipitoisuus mg/kg (%)	Sulfaattipitoisuus mg/kg (laskennallinen)	Sähkönjohtavuus mS/m	Hehkutushäviö % ka
NP35 (1,5 m)	6,0	5,0	0,0	9,6	<50 (0,005)	150	2,6	0,4
NP35 (3 m)	5,7	5,1	0,0	6,4	<50 (0,005)	150	2,9	0,3

3 Lähteet

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

Auri, J., Boman, A., Hadzic, M. ja Nystrand, M. 2018. Opas happamien sulfaattimaiden kartoitukseen 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 EUFI05-00008975
 Asiakasno YB0001206
 Anu Kivistö-Rahnasto

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

Tilauksen kuvaus

Merikosken päiväkotii, Potentiaalinen hapan sulfaattimaa, maanäytteiden analyysit

Näyttenumero	693-2021-00015833	693-2021-00015834
Näytteen nimi	NP35 / 1,5 m	NP35 / 3 m
Näytteen kuvaus	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Matriisi	MAAPERÄ	MAAPERÄ
Näytteenottopäivä	24.06.2021	24.06.2021
Vastaanottopäivä	08.07.2021	08.07.2021
Analysointi aloitettu	08.07.2021	08.07.2021
Näytteenottaja	Asiakas / AFRY Finland Oy	Asiakas / AFRY Finland Oy

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset				
Hehkutushäviö (550 °C)YBC11		% ka	0,4	0,3
Sähkönjohtavuus	YBC02	mS/m	2,6	2,9
pH (NAG)	YBC29		5,0	5,1
NAG (pH 7.0)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	9,6	6,4
NAG (pH 4.5)	YBC29	Kg H2SO4/ton ni	0,0	0,0
Alkuaineanalyysit				
Rikki (S)	YB0DS	mg/kg ka	<50	<50
Mikroaaltohajotus	YBE30		tehty	tehty

*Menetelmä on akkreditoitu.

ALLEKIRJOITUS


22.07.2021

Tomi Nevanperä Kemisti

TomiNevanpera@eurofins.fi

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

Oulun kaupunki

601558 – Merikosken päiväkoti

Perustamistapalausunto, Rev. A

101016751-002

Perustamistapalausunto

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

Pvm.
31/08/2021
Projektiviite
101016751-002

Raportin numero

Asiakas
Oulun kaupunki
601558 – Merikosken päiväkoti

Rev. A 16.12.2021

- lisätty kappale 3.3 Pohjavesi
- täydennetty pohjaveden mittaustietoa kappaleeseen 3.1

AFRY Finland Oy
Infrapalvelut, Oulu
Elektroniekkatie 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
4.3	Kevyiden rakenteiden perustaminen	4
4.4	Routasuojaus	5
4.5	Salaojitus	5
4.6	Radon	6
4.7	Piha- ja liikennealueet	6
4.8	Kunnallistekniikka	7
4.9	Kuivatus	7
5	Pohjarakennustyön suoritusohjeet	7
5.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä	7
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	101016751-002/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:200/1:100	101016751-002/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:200/1:100	101016751-003/GEO-3

1 Toimeksianto

Oulun kaupungin toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt Merikosken päiväkodin hanke-suunnitteluvaiheeseen liittyvät yleispiirteiset pohjatutkimukset ja perustamistapalausannon. Kenttätutkimukset on tehty kesä - heinäkuussa 2021.

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

Tutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman viitesuunnitelman perusteella. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan perustolosuhteet 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 kartoitus
- puristinheijarikairauksia 5 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 3 tutkimuspisteessä
- pohjavedenpinnan havainto 2 tutkimuspisteessä
- pohjavesinäytteenotto 1 tutkimuspisteestä
- maanäytteiden peruskäsittely 11 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 toimii nykyisin Merikosken päiväkotit. Selvitysalueen länsi- ja pohjoispuolella sijaitsee asuinkerrostaloja, itäpuolella avautuu Merikoskenpuisto ja 110 kV voimalinja suoja-alueineen. Voimassa olevassa asemakaavassa selvitysalueen tontti on merkitty sosiaalista toimintaa palvelevien rakennusten korttelialueeksi (Ys).

Selvitysalueella maanpinta on yleisesti tasovälillä +12,0...+14,0. Paikallisesti maanpinta nousee alueen itäreunalla tasolle +15,5. Maanpinta laskee yleisesti etelään.

Tutkimusaikana (13.7.2021) pohjavesi oli selvitysalueen pohjoisosassa tasolla +10,8, ja eteläosassa syksyllä 27.9.2021 tasolla +9,8, eli noin 3 m syvyydessä maanpinnasta. Selvitysalueen pohjoispuoleisella tontilla pohjavesi on mitattu 5.11. – 14.12.2021 tasovälillä +10,7...+11,4.



Viereisellä Tuiran koulualueella pohjavesi on ollut 28.6. – 14.12.2021 tasovälillä +10,0...+11,0. 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
- tiivis, routiva hiekka ja hiekkamoreeni

Pohjamaa on rakeisuudeltaan routivaa hiekkaa ja hiekkamoreenia. Maakerroksen hiekkapitoisuus ($\# > 2,0$ mm) on tutkimusten mukaan alle 25 paino-%, ja hienoainespitoisuus ($\# < 0,06$ mm) 10...25 paino-%. Kerrostumasta otettujen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 3...15 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

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

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

Selvitysalueen itäpuolella on porakonekairauksella varmistettu kallion pinta tasolla +1,8, noin 11 m syvyydessä maanpinnasta.

Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen tai tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen 2,4...9,6 m maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ollut 4,5 m määräsyvyyteen maanpinnasta.

3.3 Pohjavesi

Pohjavesinäytteet otettiin 27.9.2021 putkesta 35 ja niistä analysoitiin SGS Finland Oy:n laboratoriossa öljyhiilivedyt ja metallien pitoisuudet. Analyysitodistukset on liitteessä 6. Analyysitodistuksista ilmenee myös käytetyt analyysimenetelmät.

Pohjavesipinta oli mittausajankohtana (27.9.2021) 2,95 m syvyydellä maanpinnasta eli tasolla +9,76 m (N2000). Putkien asennustietojen perusteella maaperä on pintaosiltaan hiekkaa ja syvemmillä hiekkamoreenia. Karttatarkastelun perusteella pohjaveden virtaus-suunta on länsi-lounas - suuntaan.

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

Metallien pitoisuudet olivat pieniä lukuun ottamatta lievästi koholla ollutta nikkelin ja kobolttin pitoisuutta (taulukko 1). Syy lievästi kohonneeseen nikkelpitoisuuteen ei ole tiedossa. Alueella on ollut toimintoja vuosikymmenten ajan. 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 (\approx luokitellut tärkeät pohjavesialueet) pohjaveden kemiallisen tilan luokitteluun. Esimerkiksi Suomessa nikkelin keskiarvo moreenialueiden kuilukaivoissa on 5 $\mu\text{g/l}$ (Backman ym. 1999).

Pohjaveden lievästi kohonneista metallipitoisuuksista (Ni, Co) ei arvioida aiheutuvan riskiä alueen nykyisessä tai tulevassa maankäytössä. Nikkelin 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
35	0,2	0,15	20	<0,20	4,6	<0,13	51	<0,15	<0,1	<0,1	32

1) Talousvesinorm, 2) Pohjaveden ympäristölaatu normit.

4 Pohjarakennustapa

4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Selvitysalueelle on suunnitteilla rakentaa uusi päiväkotitoimitus. Tuuran keskukselle on tarkoitus palvelukampuskokonaisuus, joka koostuu kahdelle lähekkäiselle tontille sijoittuvasta monitoimitus- ja päiväkotirakennuksista. Tämä uudisrakennushanke edellyttää asemakaavamuutosta, jossa hyödynnetään nykyiset koulu- ja päiväkotitontit ympäristöineen ottaen huomioon myös niiden välissä kulkeva 110 kV voimalinja suoja-alueineen. Tontin, jolla nykyinen Merikosken päiväkotitoimitus sijaitsee, raja-alue tulee osittain muuttamaan kaavamuutoksen myötä.

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

Suunniteltu rakennus ja siihen liittyvät rakenteet voidaan perustaa selvitysalueella maanvaraisesti anturaperustuksin.

Maanvaraisessa perustamisessa rakennusten anturaperustukset voidaan suunnitella käyttö-rajatilassa $p_{sall}=250 \text{ kN/m}^2$ sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla 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 vedennousun katkaisevana salaajituskerroksena.

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

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

- kitkakuulusma $\phi = 36^\circ$
- 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 voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena tai tuulettuvana kantavana rakenteena.

Maanpäällisissä tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros. Salaojituskerros voidaan tehdä vaihtoehtoisesti myös yhtenäisenä perustustasoon, jolloin sen päälle asennetaan suodatinkangas KL N3.

Maanalaisissa tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehtävän kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros tulee olla vähintään 0,4 m paksu. Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpainesieniä vasten tehtävä salaojituskerroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m.

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

Kantavan alapohjarakenteen tuuletus, pohjamaan kallistukset, yms., ks. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 ja Pohjarakenteiden suunnittelu RakMK-21753.

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

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 5.1, taulukko 2.

4.3 Kevyiden rakenteiden perustaminen

Siirtymäkiilarakenteet, ks. liite 4.

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

Anturaperustukset suunnitellaan 100 kN/m^2 sallitulle pohjapaineelle. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,5 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun 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. Ryömintätilallisessa, ulkoilmasta tuulettuvassa alapohjarakenteessa roudaton perustussyvyys on vastaavasti seinälinjalla 2,1 m ja nurkissa 2,4 m. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,5 m.

Mikäli 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 jatkua yhtenäisesti alapohjan eristeestä alkaen, perusmuurin sivuilta ja alapuolelta ulkopuoliseen routasuojaukseen asti.

Tarvittaessa routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään 120 kN/m^2 , ja jonka vedenimeytyminen on $< 2\%$ tilavuus-%. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (lyhytaikainen puristuslujuus vähintään 300 kN/m^2). 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 (13.7.2021) pohjavesi oli selvitysalueen pohjoisosassa tasovälillä +10,8, eli noin 3 m syvyudessa 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 rakeisuusohjealueen, ks. liite 5.

4.6 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Oulun alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m^3) 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.

4.7 Piha- ja liikennealueet

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

Liikennealueen tavoitekantavuutena voidaan käyttää Oulun kaupungin katurakenteiden suunnitteluohjeen katuluokan 5 mukaista 170 MN/m^2 kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 135 MN/m^2 kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa on selvitysalueella siirtymäkiilasyvyteen asti routivaa hiekkaa ja hiekkamoreenia. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" hiekkamoreenin kelpoisuusluokka on H3, jolloin routaturpoama $t=12 \%$ (märkä) ja E-moduuli 35 MN/m^2 .

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 pysäköinti- ja liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää kantavuuden ja laatuluokan 2 sallitun routanousun (100 mm) perusteella 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 | 600 mm |
| yht. | > 1 100 mm |

Em. kerrospaksuudella päällysrakenteen laskennallinen 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 pysäköinti- ja 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 piha- ja liikennealuerakenteet voidaan tehdä routaeristettyinä rakenteina, jolloin suodatinkerros voidaan tehdä ohuempana. 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

hiekaista 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 asennusalueelta 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 tiiviyteen $D > 92$ %.

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

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

Taulukko 2. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviyaste- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistysluokka	Tiiviyaste 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, tasauseroskerros 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
Kulutuseroskerros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

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

Täyttöjen saavutettua tiiviyastetta 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 yliajokertojen selvittämiseksi.

Täyttötöistä tehdään ns. laadunvalvontalomake, johon merkitään käytettävä kiviainesmateriaali, tiivistettävä kerrospaksuus, tiivistyskone ja koneen paino, yliajokerrat, vallitseva

säätila, tiivistettävä kerros (alustäyttö, jne.) ja vaadittu tiiviysvaatimus. 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 tiiveysasteiden 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

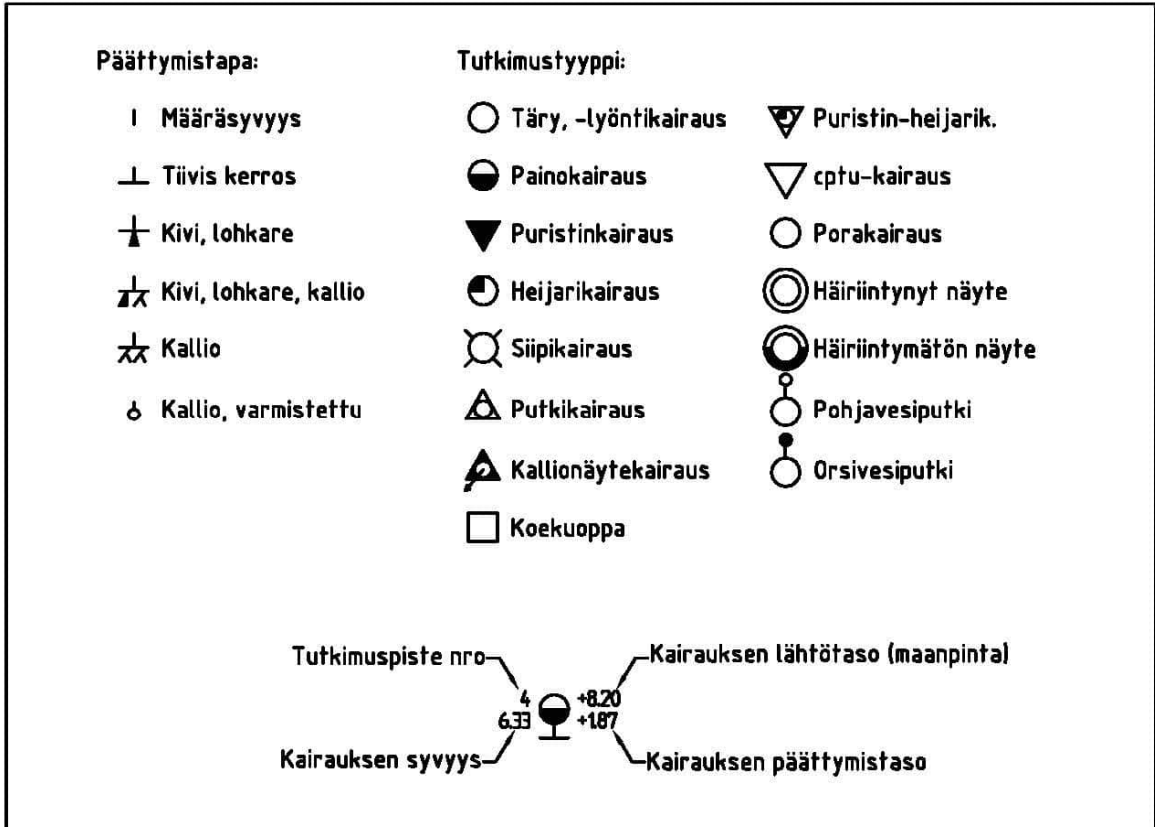
Tämä asiakirja tarkistetaan ja tehdään täydentävät pohjatutkimukset sen jälkeen, kun rakennuksen lopullinen laajuus, korkeusasema ja perustusten paikat sekä kuormat ovat varmistuneet.

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

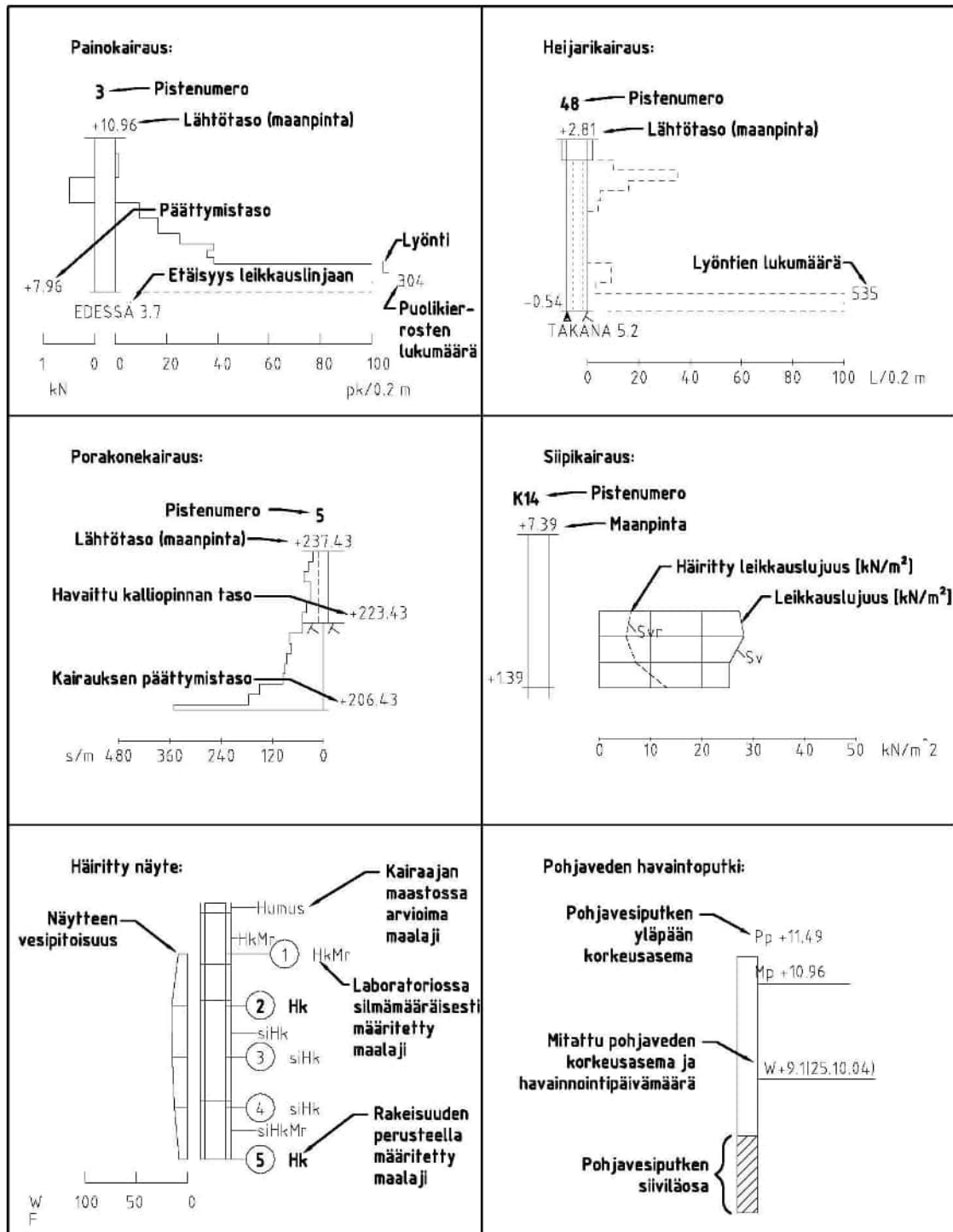
Tähän hankkeeseen tehdään erilliset pohjarakennussuunnitelmat ja –asiakirjat, joissa annetaan yksityiskohtaiset kaivu-, täyttö-, yms. pohjarakentamisen ohjeet.

POHJATUTKIMUSMERKINNÄT

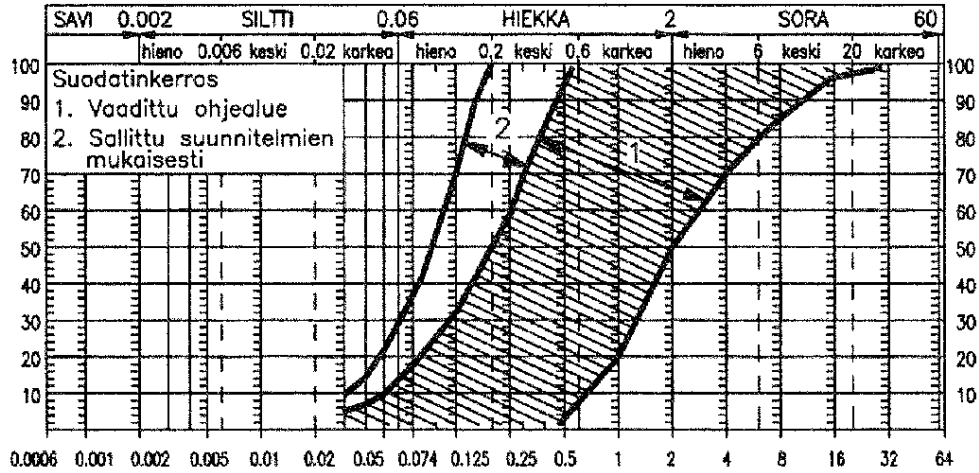
POHJATUTKIMUSKARTTA



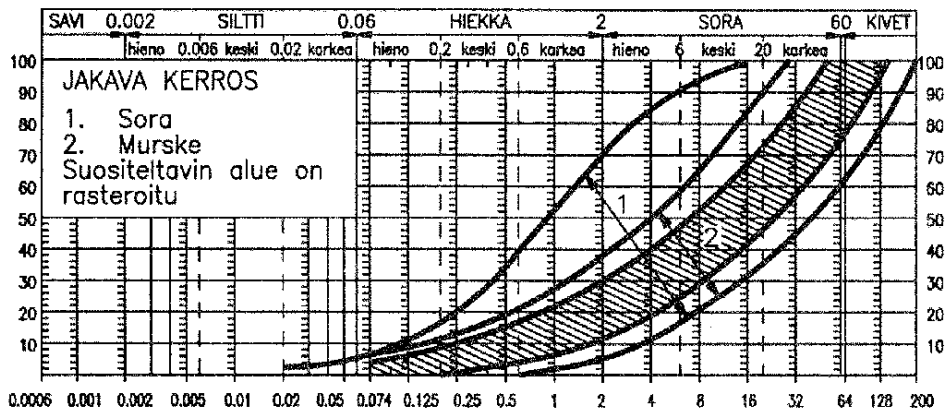
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



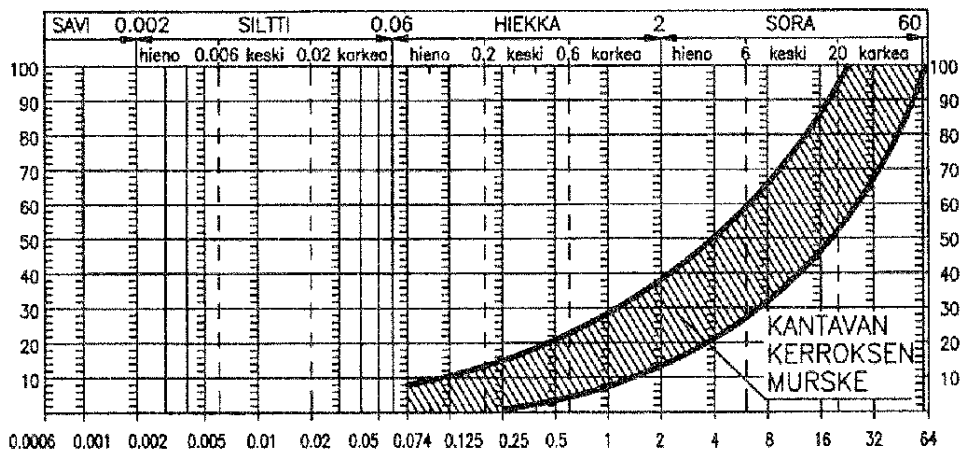
PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



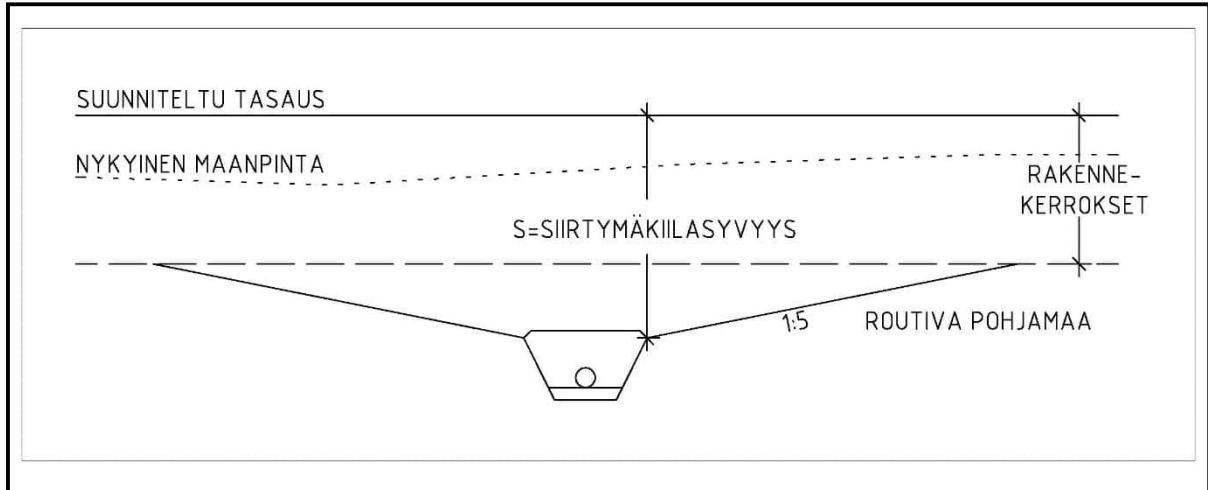
Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



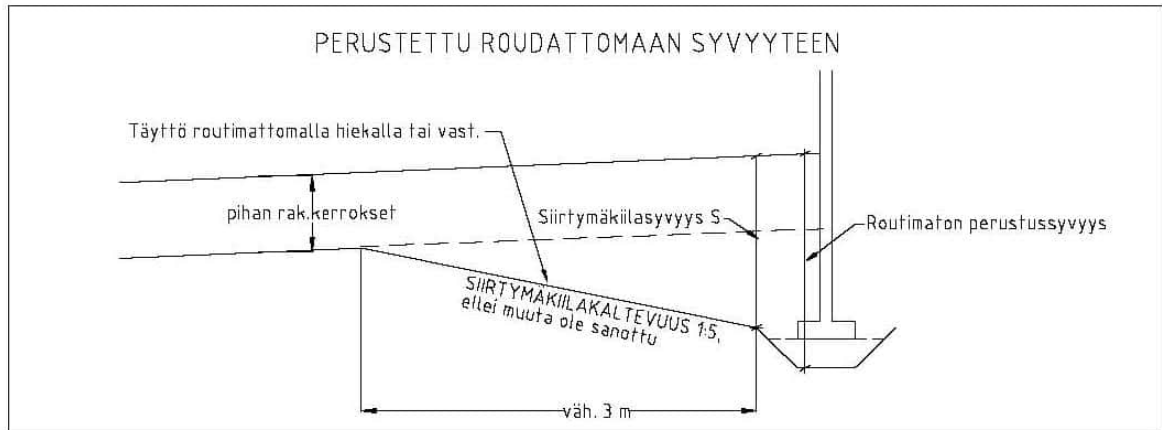
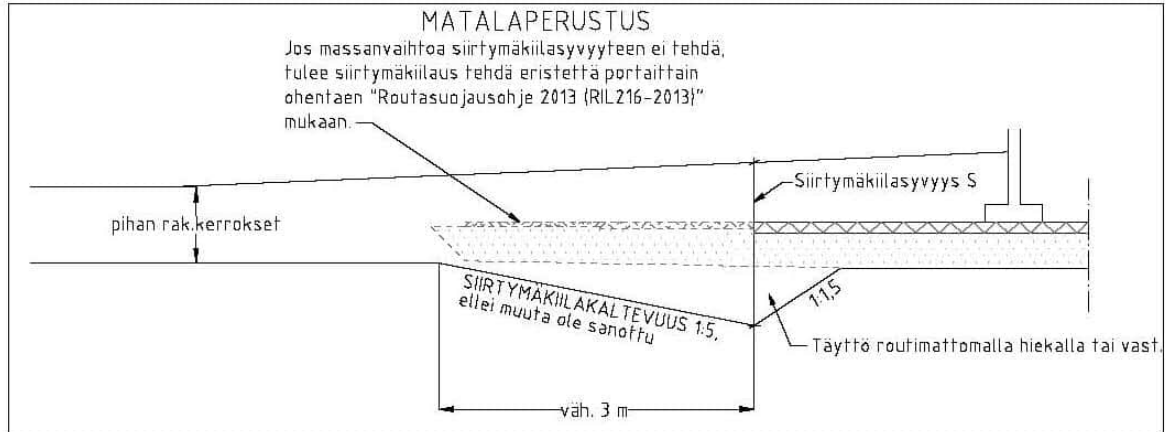
Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



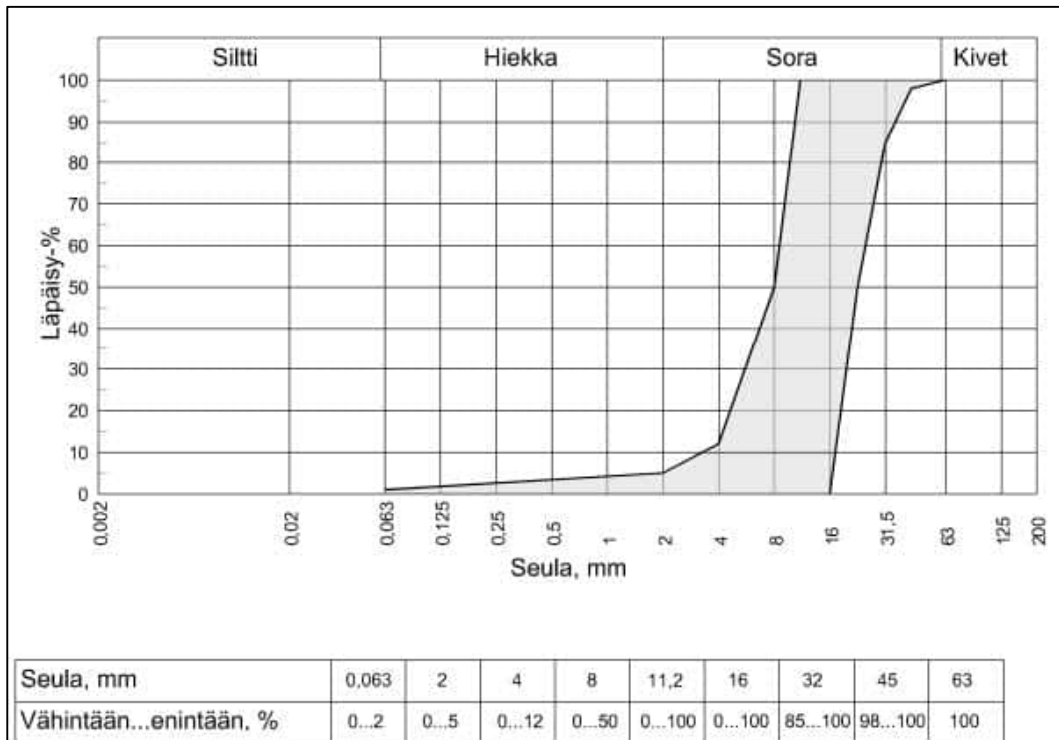
PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUUS



SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020, kohta 5.3



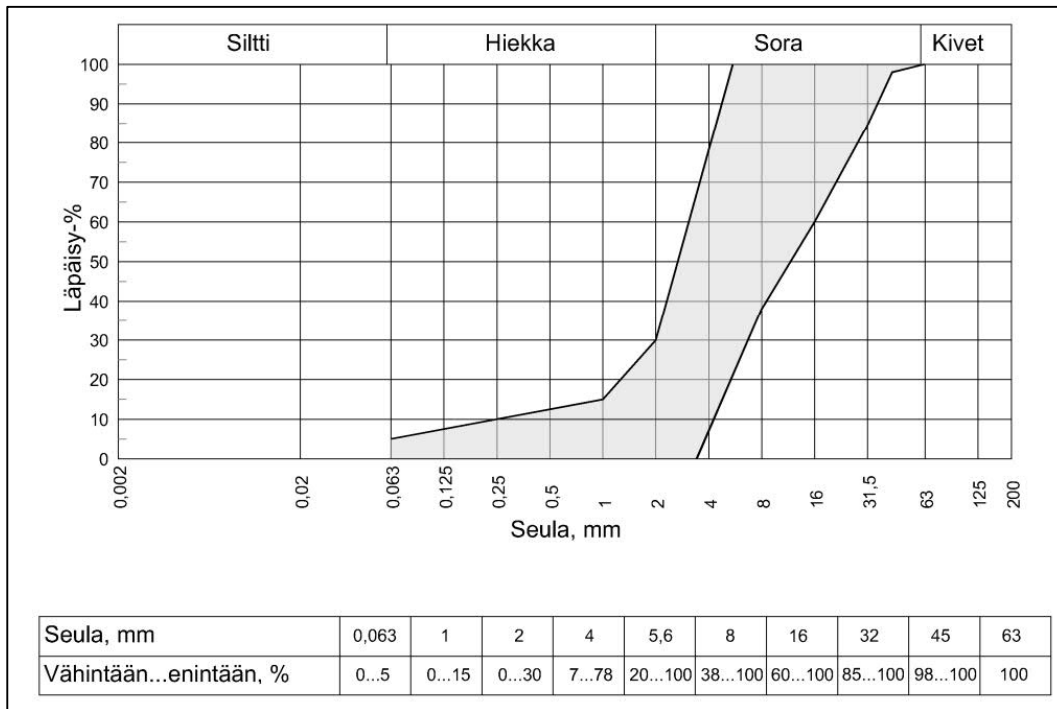
Kuva 5.5a. Salaojituskerroksen rakeisuusvaatimukset, RIL1a (RIL126-2020).

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.

ASIAKAS

Nimi PÖYRY FINLAND OY
 Yhteyshenkilö Pekka Keränen
 Osoite Elektroniikkatie 13
 90590 OULU

Projekti - -
 Asiakkaan viite **Oulun kaupunki/101016751-002**
 Näytteiden lkm 1

NÄYTE

SGS Refno KE21-06262 R0
 Raportointi pvm 13.10.2021
 Saapumis pvm 28.09.2021
 Aloitus pvm 28.09.2021
 Valmistumis pvm 12.10.2021

KOMMENTIT

Näytteenotto: Mikko Perttunen 27.9.2021

ALLEKIRJOITUKSET



Ilmari Heiskanen
 Laboratoriokemisti

ALAVIITTEET JA HUOMAUTUKSET

- * Tämä analyysi ei ole akkreditoitu
 - DL Määritysraja
 - Ei analysoitu
- Laboratorio toimittaa analyysien mittausepävarmuusarviot pyydettyäessä.

Yritys on antanut tämän dokumentin palvelujen yleisten toimitusehtojensa mukaisesti, jotka ovat saatavilla osoitteessa <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions>. Toimitusehdot sisältävät rajoituksia yrityksen vahingonkorvausvastuuseen, hyvityksiin ja lain valintaan. Tämän dokumentin haltijan tulee huomioida, että informaatio tässä dokumentissa kuvaa tilanteen sellaisena kuin yhtiö on sen työsuorituksensa aikana todennut asiakkaan mahdollisten ohjeiden mukaisesti. Yrityksen vastuu rajoittuu yrityksen asiakkaaseen eikä tämä dokumentti estä kaupan osapuolia käyttämästä kaupan asiakirjojen mukaisia oikeuksia ja velvoitteita. Tämän dokumentin sisällön tai ulkomuodon luvaton muuttaminen, väärentäminen tai vääristely on lainvastaista ja tekijä voidaan asettaa syytteeseen lain ankarimman tulkinnan mukaisesti. Ellei erikseen ole mainittu, tässä dokumentissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Näytteitä säilytetään korkeintaan 2 viikkoa. Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaisena, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Näyttenumero	KE21-06262.001
Näytteen nimi	35
Näytteenottopvm	27.09.2021

Analyysi	Yksikkö	DL
----------	---------	----

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja TVOC C5-C10 vesinäytteestä Menetelmä: ISO 11423-1

Bentseeni *	µg/l	1	<1.0
Tolueneeni *	µg/l	1	<1.0
Etyylibentseeni *	µg/l	1	<1.0
m+p-Xyleeni *	µg/l	2	<2.0
o-Xyleeni *	µg/l	1	<1.0
Styreeni *	µg/l	1	<1.0
n-Propyylibentseeni *	µg/l	1	<1.0
Isopropyylibentseeni *	µg/l	1	<1.0
1,2,4-trimetylibentseeni *	µg/l	1	<1.0
1,3,5-trimetylibentseeni *	µg/l	1	<1.0
4-Isopropyyliitolueneeni *	µg/l	1	<1.0
Klooribentseeni *	µg/l	1	<1.0
1,2-Diklooribentseeni *	µg/l	1	<1.0
1,2,3-Triklooribentseeni *	µg/l	1	<1.0
1,2,4-Triklooribentseeni *	µg/l	1	<1.0
1,2-Dibromietaani *	µg/l	1	<1.0
Vinyylikloridi *	µg/l	1	<1.0
Kloroformi *	µg/l	1	<1.0
Metyleenikloridi *	µg/l	1	<1.0
1,2-Dikloorietaani *	µg/l	1	<1.0
1,1,1-Trikloorietaani *	µg/l	1	<1.0
1,1-dikloorieteeni *	µg/l	1	<1.0
cis-1,2-dikloorieteeni *	µg/l	1	<1.0
trans-1,2-dikloorieteeni *	µg/l	1	<1.0
Trikloorieteeni *	µg/l	1	<1.0
Tetrakloorieteeni *	µg/l	1	<1.0
MTBE *	µg/l	1	<1.0
TAME *	µg/l	1	<1.0
ETBE *	µg/l	1	<1.0
TAAE *	µg/l	1	<1.0
DIPE *	µg/l	1	<1.0
TBA *	µg/l	10	<10
TVOC C5-C10 *	µg/l	200	<200

Öljyhiilivedyt C10-C40 vesinäytteestä Menetelmä: SFS-EN ISO 9377-2

Öljyhiilivedyt >C10-C21	mg/l	0.025	<0.025
Öljyhiilivedyt >C21-C40	mg/l	0.025	<0.025
Öljyhiilivedyt >C10-C40	mg/l	0.05	<0.050

Liukoinen elohopea vesinäytteestä Menetelmä: Kumottu SFS-EN 1483:2007

Elohopea suodatetusta näytteestä	µg/l	0.13	<0.13
----------------------------------	------	------	-------

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2

Arseni	µg/l	0.1	0.2
Kadmium	µg/l	0.024	0.15
Koboltti	µg/l	0.15	20
Kromi	µg/l	0.2	<0.20
Kupari	µg/l	1	4.6
Nikkeli	µg/l	0.6	51
Lyjy	µg/l	0.15	<0.15
Vanadiini *	µg/l	0.1	<0.1

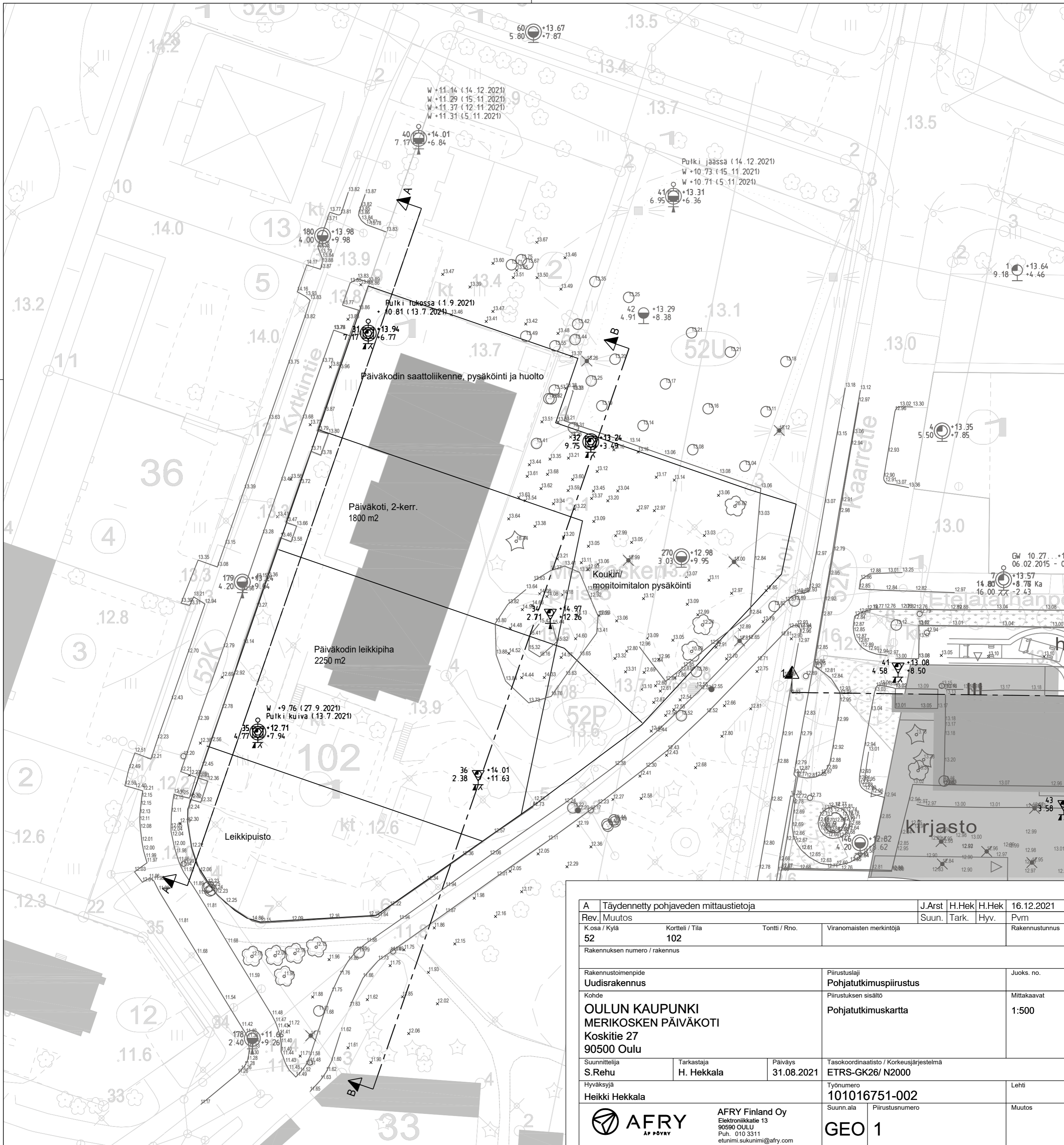
Näyttenumero	KE21-06262.001
Näytteen nimi	35
Näytteenottopvm	27.09.2021

Analyyysi

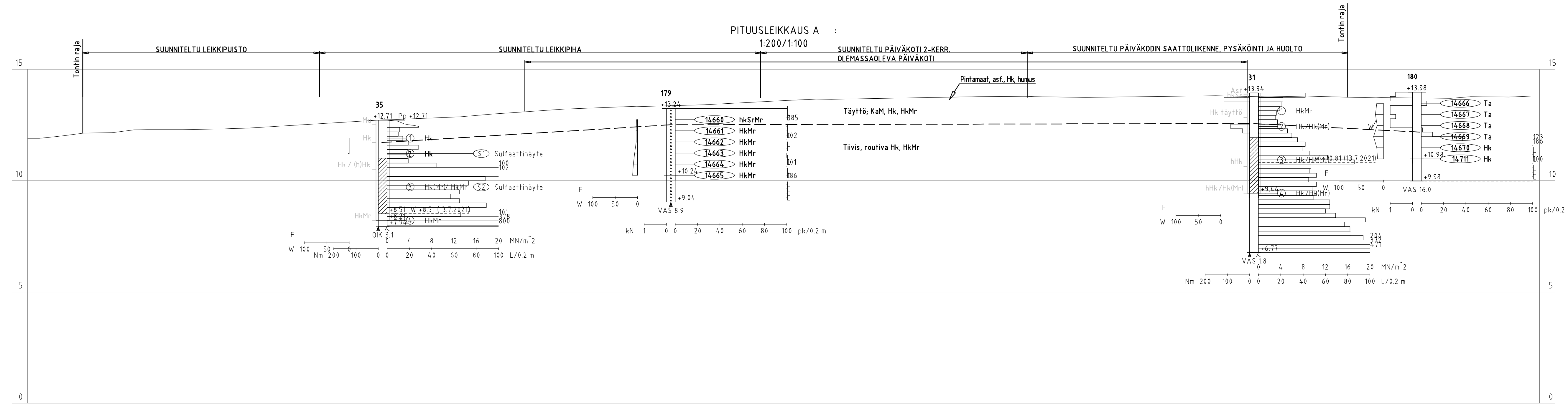
Yksikkö DL

Liukoiset metallit vesinäytteestä, ICP-MS Menetelmä: EN ISO 17294-2 (continued)

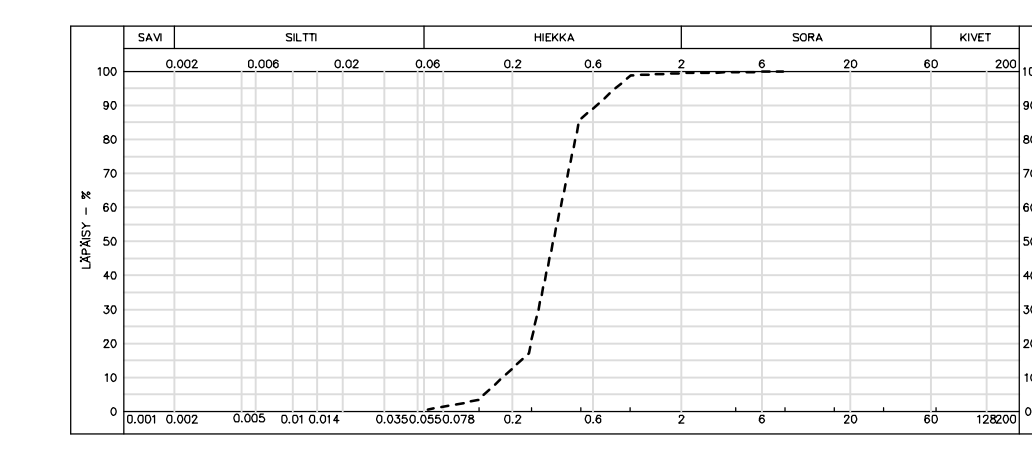
Sinkki	µg/l	5	32
Antimoni	µg/l	0.1	<0.1



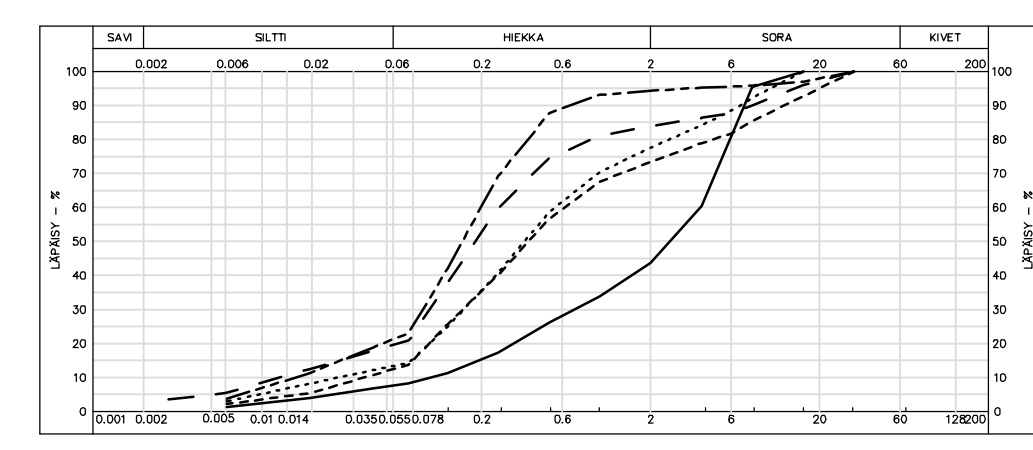
A Täydennetty pohjaveden mittaustietoja			J.Arst	H.Hek	H.Hek	16.12.2021
Rev. Muutos			Suun.	Tark.	Hyv.	Pvm
K.osa / Kylä	Kortteli / Tila	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintöjä			Rakennustunnus
52	102					
Rakennuksen numero / rakennus						
Rakennustoimenpide			Piiustuslaji		Juoks. no.	
Uudisrakennus			Pohjatutkimuspiiustus			
Kohde			Piiustuksen sisältö		Mittakaavat	
OULUN KAUPUNKI MERIKOSKEN PÄIVÄKOTI Koskitie 27 90500 Oulu			Pohjatutkimuskartta		1:500	
Suunnittelija	Tarkastaja	Päiväys	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä			
S.Rehu	H. Hekkala	31.08.2021	ETRS-GK26/ N2000			
Hyväksyjä			Työnumero		Lehti	
Heikki Hekkala			101016751-002			
AFRY			Suunn.ala	Piiustusnumero	Muutos	
AFRY Finland Oy Elektronikkatie 13 90590 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com			GEO 1			



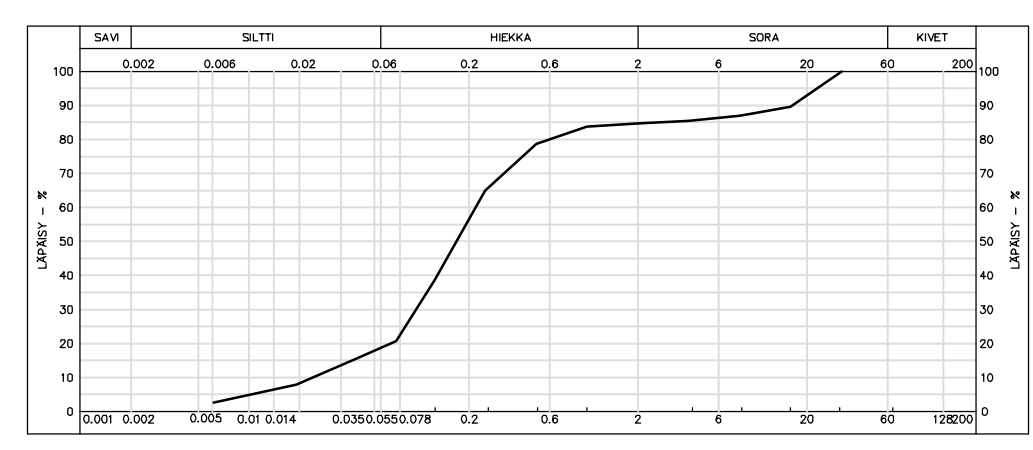
35 Näyte 2



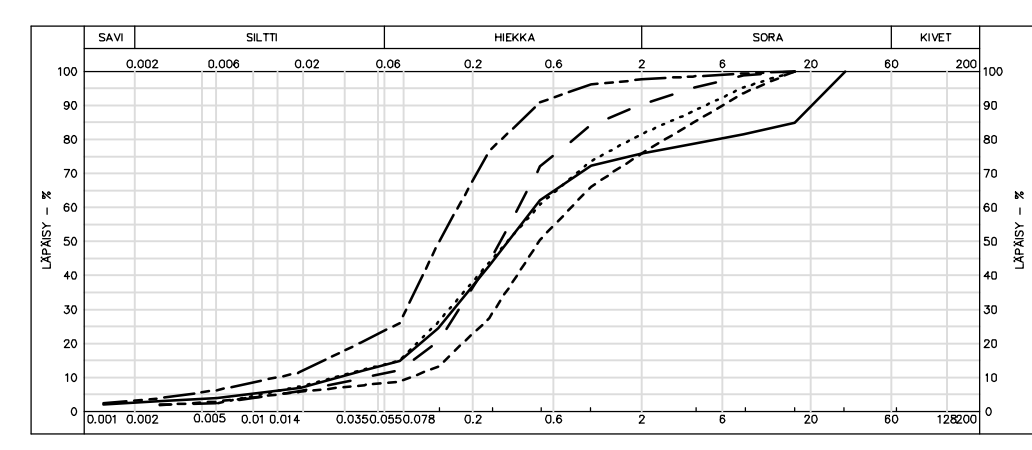
179 Näyte 14660, 14661, 14662, 14663, 14664



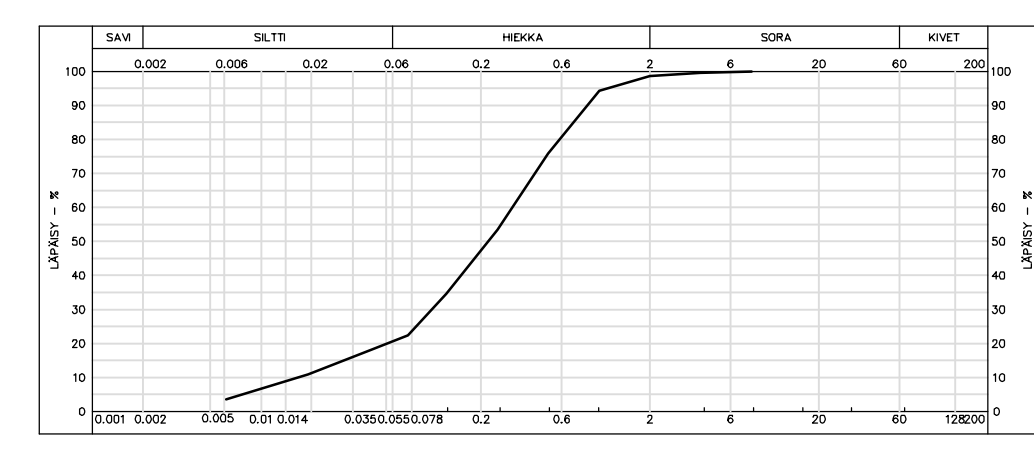
179 Näyte 14665



180 Näyte 14666, 14667, 14668, 14669, 14670

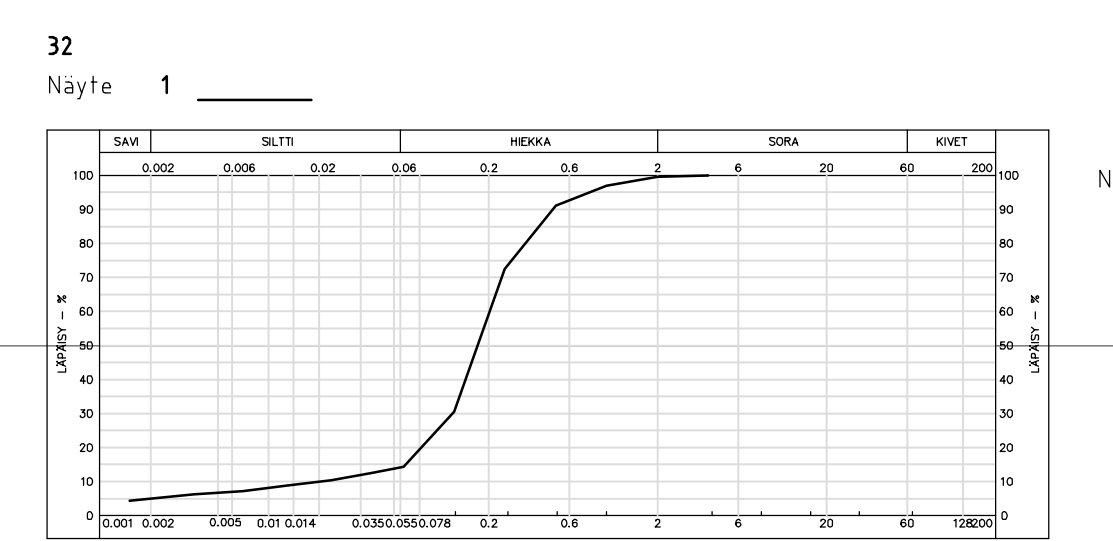
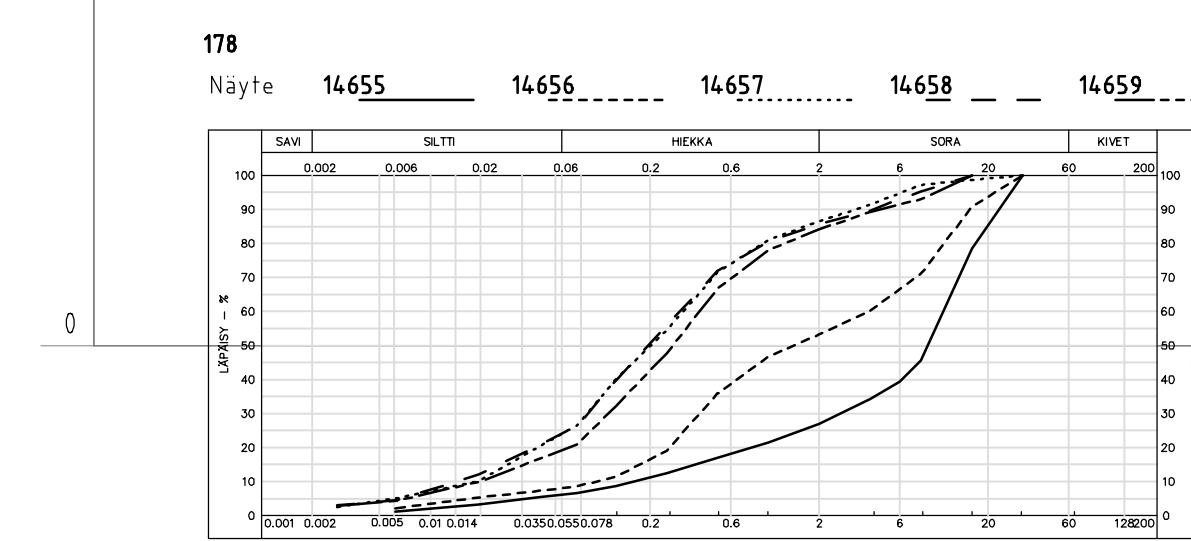
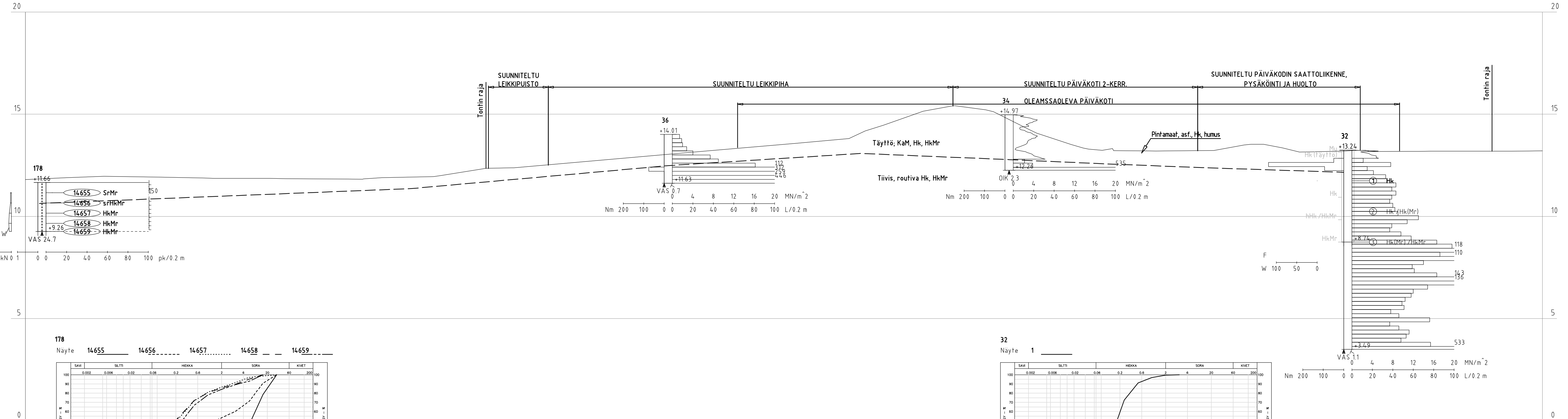


180 Näyte 14711



K.osa / Kylä 52	Kortteli / Tila 102	Tontti / Rno.	Viranomaisen merkintä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustustyyppi Pohjatutkimuspiirustus	Juoks. no.
Kohde OULUN KAUPUNKI MERIKOSKEN PÄIVÄKOTI Koskitie 27 90500 Oulu			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus A-A	Mittakaavat 1:200/1:100
Suunnittelija S.Rehu	Tarkastaja H. Hekkala	Päiväys 31.08.2021	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26/ N2000	
Hyväksyjä Heikki Hekkala			Työnumero 101016751-002	Lehti
AFRY Finland Oy Elektronikkate 13 90500 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com			Suunn.ala GEO 2	Piirustusnumero Muutos

PITUUSLEIKKAUS B :
1:200/1:100



K.osa / Kylä 52	Kortteli / Tila 102	Tontti / Rno.	Viranomaisten merkintä	Rakennustunnus
Rakennuksen numero / rakennus				
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustustyyppi Pohjatutkimuspiirustus	Juoks. no.
Kohde OULUN KAUPUNKI MERIKOSKEN PÄIVÄKOTI Koskitie 27 90500 Oulu			Piirustuksen sisältö Pohjatutkimusleikkaus B-B	Mittakaavat 1:200/1:100
Suunnittelija S.Rehu	Tarkastaja H. Hekkala	Päiväys 31.08.2021	Tasokoordinaatio / Korkeusjärjestelmä ETRS-GK26/ N2000	
Hyväksyjä Heikki Hekkala			Työnumero 101016751-002	Lehti
AFRY Finland Oy Elektronikkate 13 90500 OULU Puh. 010 3311 etunimi.sukunimi@afry.com			Suunn.ala Piirustusnumero GEO 3	Muutos