



Ilmakuva tutkimuskohteesta, Oulun kaupunki

Asiakas: YIT Suomi Oy

Projekti: Terva Tower

Asiakirja: Perustamistapalausunto

Projektinumero: 101016205-001



AFRY
Ä F P Ö Y R Y

Perustamistapalausunto

Yhteyshenkilö
Sakari Lotvonen
Puhelin
010 33 28235
Matkapuhelin
040 587 3056
Sähköposti
sakari.lotvonen@afry.com

Pvm.
03/05/2021
Projektiviite
101016205-001

Raportin numero

Asiakas
YIT Suomi Oy
Terva Tower

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

Simo Luukkonen
DI, Vanhempi konsultti

Sakari Lotvonen
TkL, Suunnittelupäällikkö

Sisältö

1	Toimeksianto	1
2	Tehdyt tutkimukset.....	1
3	Maasto- ja ympäristöolosuhteet tutkimusalueella	2
3.1	Ympäristöolosuhteet	2
3.2	Pohjasuhteet	2
4	Pohjarakennustapa	3
4.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista	3
4.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen.....	3
4.2.1	Yleistä	3
4.2.2	Perustaminen teräsputkipaaluilla kallion varaan	3
4.2.3	Perustaminen maanvaraisesti anturaperustuksilla	5
4.3	Routasuojaus	6
4.4	Salaojitus	7
4.5	Radon	7
4.6	Piha- ja liikennealueet	7
4.7	Kunnallistekniikka	8
4.8	Kuivatus.....	8
5	Pohjarakennustyön suoritusohjeet.....	9
5.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä	9
5.2	Kaivannon tuentatarve.....	10
5.3	Pohjaveden alennus, yleistä.....	10
6	Jatkotoimet	10

Liitteet, sivut 11-17

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

Piirustukset

Pohjatutkimuskartta	1:500	101016205/GEO-1
Pohjatutkimusleikkaus 1-1	1:100/1:100	101016205/GEO-2
Pohjatutkimusleikkaus 2-2	1:100/1:100	101016205/GEO-3
Pohjatutkimusleikkaus 3-3	1:100/1:100	101016205/GEO-4
Pohjatutkimusleikkaus 4-4	1:100/1:100	101016205/GEO-5
Pohjatutkimusleikkaus 5-5	1:100/1:100	101016205/GEO-6
Pohjatutkimusleikkaus 6-6	1:100/1:100	101016205/GEO-7
Pohjatutkimusleikkaus 7-7	1:100/1:100	101016205/GEO-8
Pohjatutkimusleikkaus 8-8	1:100/1:100	101016205/GEO-9

1 Toimeksianto

YIT Suomi Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on tehnyt yleispiirteiset pohjatutkimukset sekä maaperän pilaantuneisuusselvityksen Oulussa Terva Tower -rakennushankkeessa. Pohjatutkimukset on tehty huhtikuussa 2021.

Tutkimuskohde sijaitsee Torinrannassa Oulun keskustassa, Vänmannin saarella, Pokkisen kaupunginosassa.

Pohjatutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman rakennuksien sijaintitietojen perusteella. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan perustusolosuhteet uudisrakennuksen rakennus- ja perustussuunnittelua sekä rakentamista varten.

Pilaantuneisuusselvitys on tehty erikseen (AfrY Finland Oy 26.4.2021) ja sulfaattimaaselvitys on tehty erikseen (AfrY Finland Oy). Maankaivun yhteydessä tulee aistinvaraisesti ja visuaalisesti kiinnittää huomiota mahdolliseen pilaantuneisuuteen. Mikäli pilaantuneita maita havaitaan, tulee ne poistaa kontrolloidusti. Sitä ennen on oltava yhteydessä viranomaiseen, paikalliseen ELY-keskukseen.

Kohteesta on laadittu myös erillinen tulvaselvitys.

2 Tehdyt tutkimukset

Tutkimuskohteessa on tehty tämän hankkeen yhteydessä pohjatutkimuksia seuraavasti:

- puristinheijarikairauksia 18 tutkimuspisteessä
- porakonekairauksia 8 tutkimuspisteessä
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 7 tutkimuspisteessä
- maanäytteiden peruskäsittely 24 kpl
- rakeisuusmääritykset 10 kpl ja vesipitoisuus 10 kpl

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

Tutkimuskartalla ja tutkimusleikkauksissa on esitetty myös alueella aiemmin tehtyjä pohjatutkimuksia, mm. painokairauksia, häiriintyneitä maanäytteiden ottoa sekä pohjavesiputki.

Tutkimuskartalla on esitetty tontin ja viereisten katualueiden pintavaaitus sekä nykyisten rakennusten mitatut sokkelikorot.

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

Tehtyjen pohjatutkimusten sijainti ja pintavaaitus on esitetty tutkimuskartassa 101016205/GEO-1 ja tutkimustulokset leikkauspiirustuksissa 101016205/GEO-2...GEO-9.

3 Maasto- ja ympäristöolosuhteet tutkimusalueella

3.1 Ympäristöolosuhteet

Tutkimusalue sijaitsee Vänmanninsaarella ja alue sekä alueen ympäristö ovat rakennettua aluetta. Tutkimusalue on nykyisellään pääosin pysäköintialuetta.

Tutkimusalue rajoittuu koillis- ja luoteispuolelta mereen (Rommakonselkä), joka on Oulujoen suistoaluetta. Itäpuolella on Kaupunginkirjasto ja eteläpuolella Kaupunginteatteri. Alueen länsipuolelta kulkee kevyenliikenteen silta Rommakonselän toisella puolella olevaan Pikisaareen.

Kaupunginkirjasto on perustettu paaluille (lyötävät Franki-paalut). Kaupunginteatterin rakennus on perustettu anturaperustuksilla kallion varaan.

Pikisaaren silta on perustettu anturaperustuksilla maanvaraan.

Maanpinta on tutkimusalueella noin tasolla +3,0 ja laskee koillis- ja luoteisreunalla mereen noin 1:2 kaltevuudella. Alue on osittain asfaltoitu ja reunoilla on viheraluetta. Merenranta-luiskat on eroosiosuojattu pienlouheella.

Pohjavesi mukailee alueella merenpinnan vaihteluita. Perämeren keskiveden pinta MW on noin tasolla N2000+0,15, alivesi NW noin tasossa N2000-1,08 ja ylivesi HW noin tasossa N2000+1,98.

3.2 Pohjasuhteet

Maanpinta on tutkimusalueella noin tasolla +3,0 ja laskee koillis- ja luoteisreunalla mereen noin 1:2 kaltevuudella. Alue on osittain asfaltoitu ja reunoilla on viheraluetta. Merenranta-luiskat oin eroosiosuojattu pienlouheella.

Maakerrosjako on tutkimusalueella yleispiirteissään seuraava:

- täyttömaat; moreeni, hiekka, mursketasolle +0...-3 saakka. Täyttömaat ovat pintaosistaan tiivistä ja muuttuvat löyhäksi tason +1...0 alapuolella.
- keskitiivis-tiivis hiekka ja moreeni
- kallio.

Pintaosien rakennekerrosten alapuolella täyttömaakerrokset ovat pääosin lievästi routivaa hiekkamoreeni, kelpoisuusluokka H2 ja osittain routivaa hiekkamoreeni, kelpoisuusluokka H3.

Täyttömaakerrosten alaosassa ja alla on osittain routivaa silttistä hiekkaa ja silttiä. Kallion päällä luonnonmaa on keskitiivistä-tiivistä, osittain kivistä hiekkamoreenia.

Vesialueen pohjassa on pohjalietettä ja löyhää hiekka ja silttiä < 1m paksuna kerroksena.

Paino- ja puristinhejarikairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen tai tiiviissä maakerroksessa olevaan kiveen.

Porakonekairauksilla varmistettu kiinteän kallion pinta sijaitsee alueella tasovälillä -0,8...-6,3. Paikoin kallion päällä on havaittu kiviä ja rikkonaista kalliota.

Pohjavedenpinta, ks. kohta 3.1.

4 Pohjarakennustapa

4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Tutkimusalueelle on suunnitteilla rakentaa korkea toimisto-hotellirakennus, mihin tulee enimmillään 16...22 kerrosta. Rakennuksen tehdään maanlainen autopaikoitus.

Autopaikoituksen lattiataso on suunniteltu noin tasolle +0,3 ja 1. krs lattiataso noin tasolle +3,80. Autopaikoituksen lattiataso sijaitsee aika-ajoin merivesipinnan alapuolella.

Rakennuksen likimääräinen sijoittuminen on esitetty pohjatutkimuskartalla 101016205-0/GEO-1 ja leikkauspiirustuksissa GEO-2...GEO-9.

4.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen

4.2.1 Yleistä

Painumille hervät ja raskaat rakennukset on perustettava tutkimuspaikalla paaluilla kallion varaan.

Erillinen maanalainen autopaikoitus ja kevyet rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti anturaperustuksilla.

4.2.2 Perustaminen teräsputkipaaluilla kallion varaan

Korkea hotellirakennus ym. painumille hervät, raskaat rakenteet perustetaan tutkimuspaikalla paaluilla kallion varaan.

Paaluina esitetään käytettäväksi poraputkipaaluja, joilla on suuri kantokestävyys.

Porapaalutustyössä noudatetaan paalutusohjetta PO-2016 (RIL 254-2016) ja ohjetta Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu - NCCI7.

Poraputkipaalujen varusteiden yms. tulee olla Väyläviraston hyväksymiä (Siltojen ja pohjarakenteiden suunnitteluohjeet 21.4.2017. Liikenneviraston ohjeita 13/2017).

Porattavat teräsputkipaalut ovat tukipaaluina toimivia paaluja, jotka tukeutuvat alapäästään kiinteään kallioon. Poraputkipaalut täytetään kutistamalla betonilla. Tarvittaessa porapaalut raudoitetaan ja voidaan mitoittaa liittopilareina. Tavoiteikäyttöikä on 100 vuotta. Paalutusluokka on luokka PTL2.

Teräsputkiporapaalujen korroosiovarana käytetään 3,0 mm.

Paalut porataan ehjään kallioon PO 2016 mukaisesti 3xD syvyyteen, vähintään 0,5 m ja enintään 1,5 m syvyyteen.

Paalujen lopullinen tavoitetaso määrätään poraustyön aikana havaitun todellisen kallion pinnan ja kallion laadun mukaan.

Kallioon tukeutuvan porapaalujen geoteknisen kestävyuden ominaisarvo voidaan laskea kaavasta (vertaa PO-2016 kohta 4.5.2.3)

$$q_{b,k} = 7\sigma^{cy1}/d^{0,2} \text{ (MPa)}$$

missä $\sigma^{cy1} = 100 \text{ MPa}$ (kivilajin yksiaksiaalinen puristuslujuus)

d = paalun halkaisija (cm).

Näin laskettuna porapaalun geotekninen kantokestävyys ei ole yleensä määräävä. Määräävä on rakenteellinen kantokestävyys (nurjahdusmitoitus), joka on tarkistettava rakenteellisesti.

Alustavasti porattavien teräsputkipaalujen kantokestävyys on seuraava (Lcr/400, 3 mm korroosio, betonitäyttö C30/37):

- RD170/12,5 (S460) Pd=1800 kN/paalu
- RDs170/12,5 (S550) Pd=2100 kN/paalu
- RD220/12,5 (S460) Pd=2500 kN/paalu
- RDs220/12,5 (S550) Pd=3000 kN/paalu
- RD320/10 (S460) Pd=3500 kN/paalu
- RDs320/10 (S550) Pd=3650 kN/paalu.

Porapaalut jatketaan hitsaamalla rakennesuunnitelmien mukaan. Paalujatkoksen suunta-poikkeama saa olla enintään 15 mm/m (=0,015 m/m). Hitsausluokka on C, SFS-EN ISO 5817.

Putkipaalujen sijainti, kaltevuus ja suoruus mitataan paalun upotuksen jälkeen. Paalujen sallitut sijainti- ja kaltevuuspoikkeamat ovat PO 2016 mukaiset. Paalun käyryys tulee täyttää ehto kaarevuussäde $R > 400$ m. Mikäli käyryys ylittyy, on paalujen rakenteellinen mitoitus on tarkistettava.

Paalutustyöstä pidetään pöytäkirjaa PO 2016 (RIL254-2016) viimeisimmän mallin mukaisesti. Kallion laatua seurataan poraustyön yhteydessä huolellisesti mm. porausvastuksen perusteella. Paalutuspöytäkirjat täytetään reaaliaikaisesti ja toimitetaan geoteknisen suunnittelijan ja -asiantuntijoiden tarkastettavaksi viivytyksettä. Porapaalutustyössä käytetään hyvän kokemuksen omaavaa henkilökuntaa.

Porapaalun tiiviin kalliokontaktin varmistamiseksi isketään poraustyön loppuksi porakoneen vasaralla porausputken yläpäähän. Jokaista paalua isketään poraustyön jälkeen poravasarella täydellä poravasaran teholla 3 kpl vähintään 5 sekunnin sarjoja. Paalun yläpään korkeusasema on ennen tarkistuslyönnejä mitattava ± 2 mm:n tarkkuudella ja uudestaan 3 kpl sarjojen jälkeen. Mikäli paalu painuu, tehdään uudet 3 sarjaa. Toisella tarkastuslyöntikierroksella paalu ei saa painua lainkaan.

Putken yläpää suojataan lyönnin ajaksi vaurioitumisen estämiseksi.

Paalun asennuksen jälkeen asennetaan putken yläpäähän paaluhattu tai suoja, jolla estetään kivien tms. putoaminen putken sisään.

Paaluanturoiden alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta #0/55...64. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla.

Paaluille perustettaessa alapohjat tehdään kantavana rakenteena. Kellaritiloissa alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena, koska poiskaivetun maan painon poiston seurauksena maapohjan kuormitus ei kasva eivätkä painumat ole merkittävät.

Maanalaisissa tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,4 m, ja maanpäällisissä tiloissa vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituserkos kiviaineksesta, joka täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020 rakeisuusohjealueen vaatimukset, vertaa liite 5. Salaojituserroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin, ks. kohta 4.4.

Perusmuurin ja alapohjan liittymässä on suositeltavaa käyttää tiivistyskaistaa / radonhuopaa. Tiivistyskaistan tarpeellisuus korostuu, kun taloissa tavoitellaan erittäin hyvää il-

matiiveyttä. Tiivistyskaistalla estetään lattian alla mahdollisesti olevien kaasumolekyylien pääsyn huonetilaan, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

Paaluperustusalueella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D > 90$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D > 90$ - 92 % ja rakennuksen vierellä vierustäytöt tiiveyteen $D > 90$ %.

4.2.3 Perustaminen maanvaraisesti anturaperustuksilla

Erilliset maanalaiset autopaikoitustilat voidaan perustaa anturaperustuksilla. Rakennuksen alla olevat paikoitustilat perustetaan paaluille kohdan 4.2.1 mukaisesti.

Maanvaraisessa perustamisessa jatkuvat anturaperustukset voidaan suunnitella käyttörajatilassa $p_{sall} = 250$ kN/m² sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla, kun perustusvyvyys on vähintään 1,0 m lattiatasosta mitattuna. Maanvaraisten pilariperustusten keskeisesti kuormitetun osan pohjapaineena käyttörajatilassa voidaan käyttää $p_{sall} = 300$ kN/m², kun perustusvyvyys lattiatasosta on vähintään 1,0 m.

Anturoiden alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta #0/55...64. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,6 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 1,0 m.

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

– kitkakulma	$\phi = 34$ °
– koheesio	$c = 0$ kN/m ²
– tilavuuspaino pohjaveden yläpuolella	$\gamma = 18$ kN/m ³
– tilavuuspaino pohjaveden alapuolella	$\gamma' = 10$ kN/m ³
– muodonmuutosmoduuli	$E_d = 40$ MN/m ²

Maanvaraisesti perustettavassa osassa alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena. Maanalaisissa tiloissa maanvaraisen alapohjan lämmöneristeen alle tehdään vähintään 0,4 m, ja maanpäällisissä tiloissa vähintään 0,3 m paksu kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros kiviaineksesta, joka täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020 rakeisuusohjealueen vaatimukset, vertaa liite 5. Salaojituskerroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin, ks. kohta 4.

Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpainesieniä vasten tehtävä salaojituskerroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m. Salaojituskerroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin.

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

Perustukset ja alapohja salaojitetaan, vertaa kohta 4.5.

Maanvaraisesti perustetun autokellarin kattolaatta tulee tukea esim. leuan välityksellä paalutettujen rakennusten runkoon siten, että kiertymä ei aiheuta pakkovoimia eikä halkeamia rakenteisiin ja vesitiiviys säilyy (vesieriste ei rikkoonnu).

Perustusalueella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D > 95$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D > 92$ - 95 % ja rakennuksen vierellä vierustäytöt tiiveyteen $D > 90$ %. Kantavuusvaatimus perustusalueella $E_2 > 125$ MPa ja suhde $E_2/E_1 < 2$.

Kun perustaminen tehdään em. ohjeiden mukaisesti, ovat anturoiden kokonaispainumat suuruusluokkaa $S=10...20$ mm ja epätasaisten painumien suuruusluokka 10 mm. Painumat syntyvät rakennusaikana kuorman kasvua seuraten.

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

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 5.1, taulukko 4.

4.3 Routasuojaus

Luonnonmaakerrokset tutkimusalueella ovat routasyvytydessä lievästi routivia tai routivia.

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää, $F_{50} = 50\ 000$ 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. Ryömintätalallisessa, 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.

Välittömästi sisäänkäynteihin liittyvät portaat yms. routaeristetään, ellei niitä perustetaan routimattomaan syvyyteen. Routaeristys ulotetaan 2,0...2,5 m eristettävän rakenteen ulkopuolelle.

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 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 ja kylmissä rakennuksissa vähintään 0,5 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva täyttö hiekasta tms., jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Rakennuksen ulkopuolella kaivutason muuttuessa, rajakohtaan tehdään siirtymäkiilarakenne routanousueron tasaamiseksi. Siirtymäkiilakaltevuutena käytetään 1:5, ks. liite 4.

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

4.4 Salaojitus

Salaojitus, ks. Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus RIL 126–2020.

Rakennukset ja kaikki maanalaiset tilat salaojitetaan. Salaojat sijoitetaan vähintään 0,5 m alapohjan lämmöneristeiden alapuolelle, ja vähintään 0,2 m perustusten 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” rakeisuusohjealueen laatuvaatimukset, ks. liite 5.

Salaojavesien pumppausmäärä on selvitettävä jatkosuunnittelun aikana, kun tasot varmistuvat. Salaojavesien määrän vähentämiseksi on todennäköisesti tarpeen vähentää suoraa suotovirtausta maakerrosten läpi tekemällä pysyvät ponttiseinät kaivannon ympärille, joilla veden suotovirtaus pakotetaan kiertämään ponttiseinän ali.

4.5 Radon

Radonia syntyy, kun uraani hajoaa radioaktiivisesti. Radon on yleensä peräisin kallioperästä tai kalliosta rapautuneesta maasta. Riskialueita ovat ilmaa hyvin läpäisevät, pohja-veden yläpuolella olevat karkearakeiset maakerrostumat ja rikkonaiset kalliit syväkivi-alueilla ja niiden reunoilla Hämeestä Kaakkois-Suomeen ulottuvalla vyöhykkeellä. Rakennuspohjan radonriskiin vaikuttavat myös paikalle tuotavat karkearakeiset täyttömaat, joiden huokostilaan voi kerääntyä pohjamaasta ja itse kiviaineksesta radonia.

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.

4.6 Piha- ja liikennealueet

Pihan ja liikennealueiden rakennekerrosten paksuus määrätään tiesuunnitteluohjeiden mukaisesti, toisaalta kantavuusvaatimusten mukaan ja toisaalta liiallisen routimisen estämiseksi.

Tutkimusalueella maanpinnassa on täyttömaakerroksia, jotka ovat routimattomia. Pohjamaa tutkimusalueella on lievästi routivaa tai routivaa hiekkamoreenia. Ohjeen ”Tierakenteen suunnittelu” (TIEH 2100029–04) mukaan hiekan kelpoisuusluokka on H2-H3, jolloin keskimääräinen routaturpoama $t=6\%$ ja E-moduuli 30 MPa.

Oulun kaupungin katusuunnitteluohjeen ”Katurakenteiden suunnitteluohje” v. 2017 mukaan tarvittava kerrospaksuus on 0,8 m (katuluokka 5), kun pohjamaan routaturpoama on $t=6\%$.

Alustavasti tavoitekantavuutena voidaan käyttää Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2017 katuluokan 5 mukaista 200 MN/m² kantavuutta päällysteen päältä.

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.

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

– kulutuskerros, AB16	50 mm
– profiloitikerros, murske # 0...16 mm	50 mm
– kantava kerros, murske # 0...55 mm	400 mm
– suodatinkerros, routimaton keski-/karkea hiekka	<u>600 mm</u>
–	yht. >1 100 mm.

Rakennekerrosvaihtoehtojen laskennallinen kantavuus kantavan kerroksen päältä on noin 155 MN/m².

Muut alustäytöt kaivutasoon saakka tehdään routimattomasta hiekasta tai vastaavasta.

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2017 osa 1 Väylät ja alueet ja RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" mukaisesti.

4.7 Kunnallistekniikka

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

Putkijohdot ja rummut perustetaan roudattomaan syvyyteen. Kaivupohja tasataan ja poistetaan mahdolliset kivet. Putkijohdojen ja rumpujen alle tehdään putken koosta riippuen asennusalusta hiekasta h=0,15 m ja murskearina h=0,3 m, kun putken Ø < 500 mm ja vastaavasti murskearina h=0,5 m, kun putken Ø ≥ 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 %.

Putkijohdojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Liikennealueilla putkijohdot kaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka tehdään kaivetulla hiekkamoreenilla, mikäli sen tiivistäminen onnistuu. Putkikaivannot täytetään ja tiivistetään kerroksittain, h=0,3...0,4 m.

Putkijohdojen 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. Talvityönä täyttöä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

4.8 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 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, vanhat täytöt, yms. sekä kaivun yhteydessä häiriintyneet maa-ainekset poistetaan rakennusalueelta, sekä piha- ja liikennealueelta.

Kaivu ulotetaan täyttöjen vaatimaan tasoon. Kaivutyöt tehdään työturvallisuusmääräyksiä ja ohjetta RIL 263-2014 Kaivanto-ohje noudattaen.

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 tiiviyoluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infra-rakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010 annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 4 mukaisiin tiiviyasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitetty.

Taulukko 1 Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviy- 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
Maanvaraisten 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 ≥ 95	< 2,2
Kulutuseroskerros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

¹⁾ Mikäli täytemateriaali 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.

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

Täyttötöistä tehdään ns. laadunvalvontalomake, johon merkitään käytettävä kiviaines-materiaali, tiivistettävä kerrospaksuus, tiivistyskone ja koneen paino, yliajokerrat, vallitseva säätötila, 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 Kaivannon tuentatarve

Kellarillisten rakennusten ja maanalaisten autopaikoitusten rakennuskaivannot jouduttaneen tekemään tuettuina kaivantoina. Mikäli kaivanto ulottuu nykyisten luiskien alueelle, on tarvittaessa tehtävä moreeni täyttöjä luiskiin tukiseinien ulkopuolelle.

Tuennat voidaan tehdä teräsponteista, jotka lyödään uriinsa (vesitiiviys) ja alapää uloteetaan kallioon päällä olevaan tiiviiseen moreeniin (suotovirtauksen vähentäminen). Tukiseinät voidaan tukea vinoilla kallioankkureilla kallioon.

5.3 Pohjaveden alennus, yleistä

Kaivannon kuivanapito tehdään pumppauskaivoista pumppaamalla käyttäen työnaikaisia salaojia. Kaivun ulottuessa vesipinnan alapuolelle kaivannon ympärille tehdään tarvittaessa vesitiiviit teräsponttiseinät, joilla vähennetään pumppausvesien määrää.

Kaivannon kuivanapito ja tuenta suunnitellaan jatkosuunnittelun yhteydessä, kun kaivutasot ovat varmistuneet.

6 Jatkotoimet

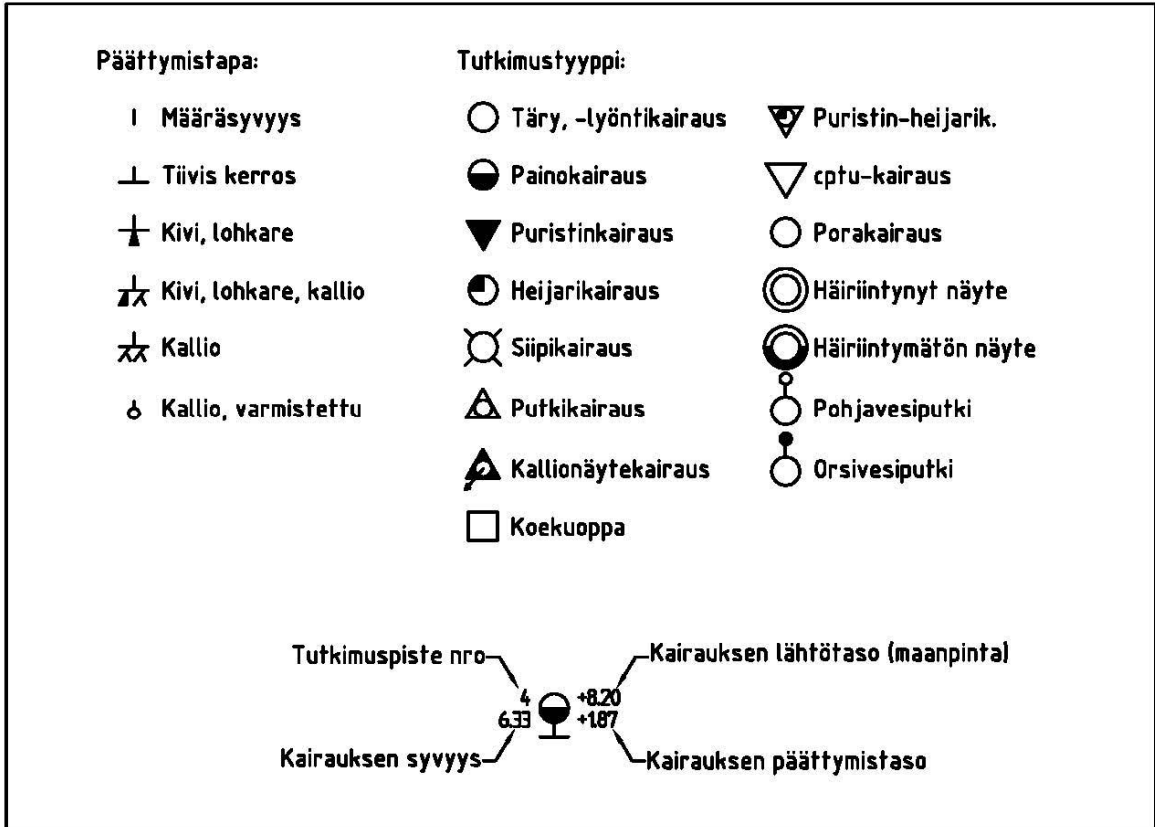
Tämä asiakirja tarkistetaan sen jälkeen, kun rakennuksen lopullinen korkeusasema ja perustusten paikat sekä kuormat ovat varmistuneet.

Terwa Tower-hankkeeseen tulee tehdä erilliset pohjarakennussuunnitelmat ja -asiakirjat, joissa annetaan yksityiskohtaiset kaivu-, täyttö-, paalutus, kaivanto- yms. pohjarakentamisen ohjeet. Rakennuskaivannosta ja kaivannon tuennasta tulee tehdä erillinen kaivanto-suunnitelma.

Pohjarakennussuunnittelija antaa tarvittaessa pohjarakentamiseen liittyviä lisäohjeita jatkosuunnittelun ja rakennustyön aikana.

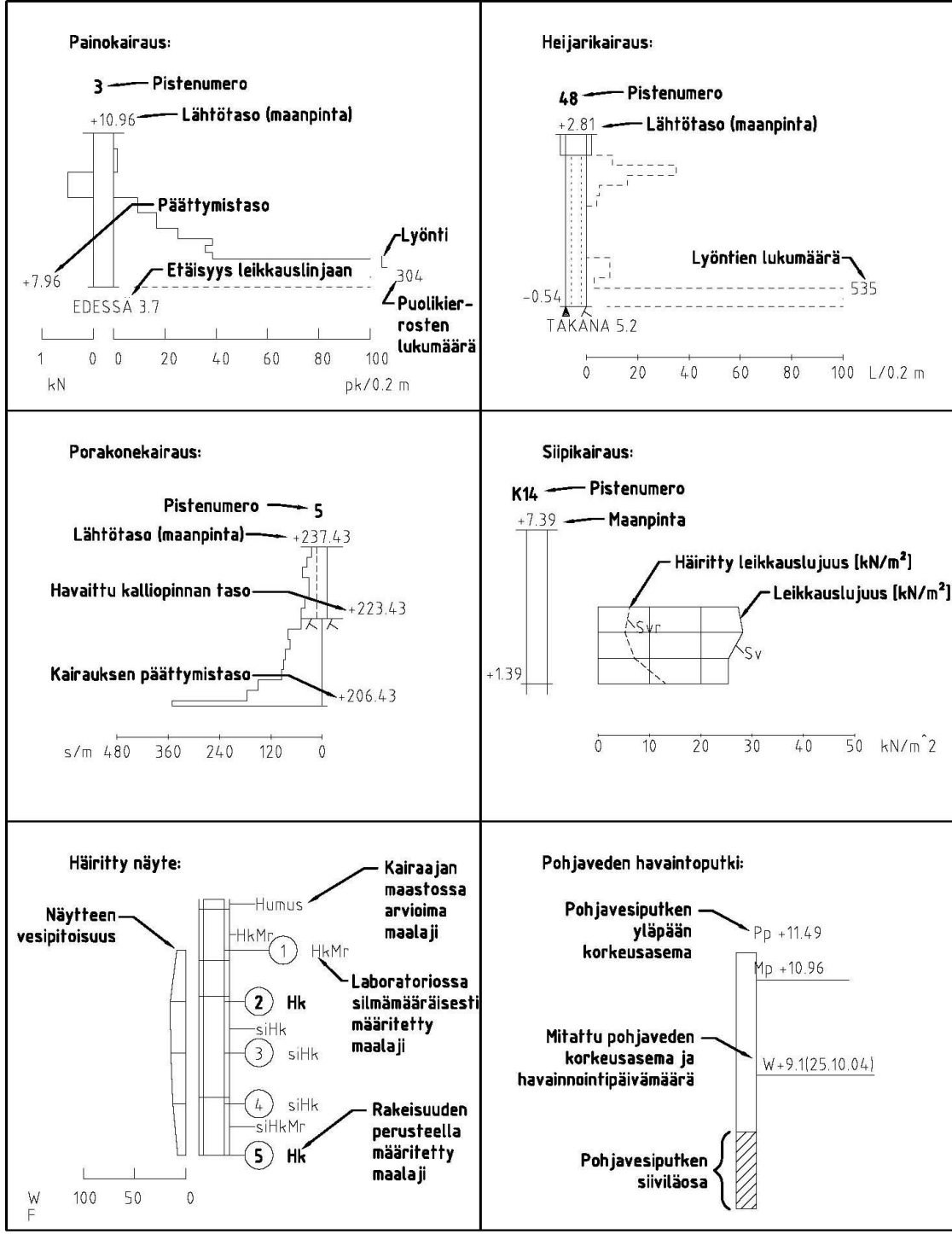
POHJATUTKIMUSMERKINNÄT
POHJATUTKIMUSKARTTA

LIITE 1/1

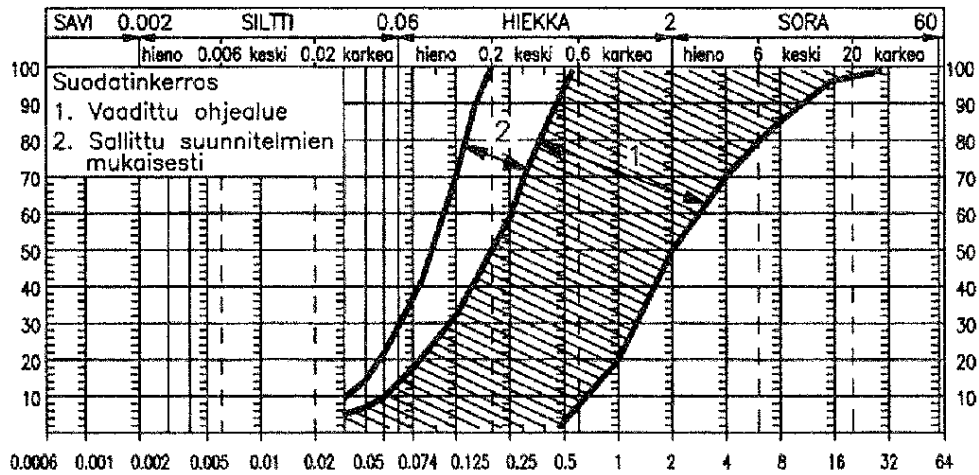


POHJATUTKIMUSLEIKKAUS

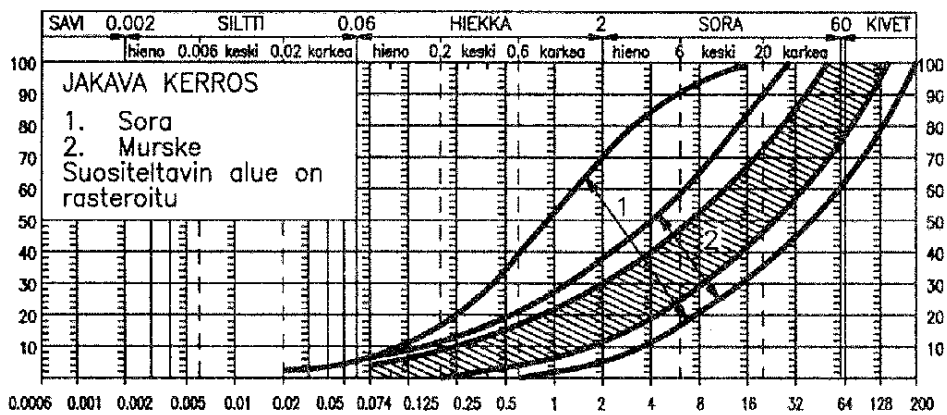
LIITE 1/2



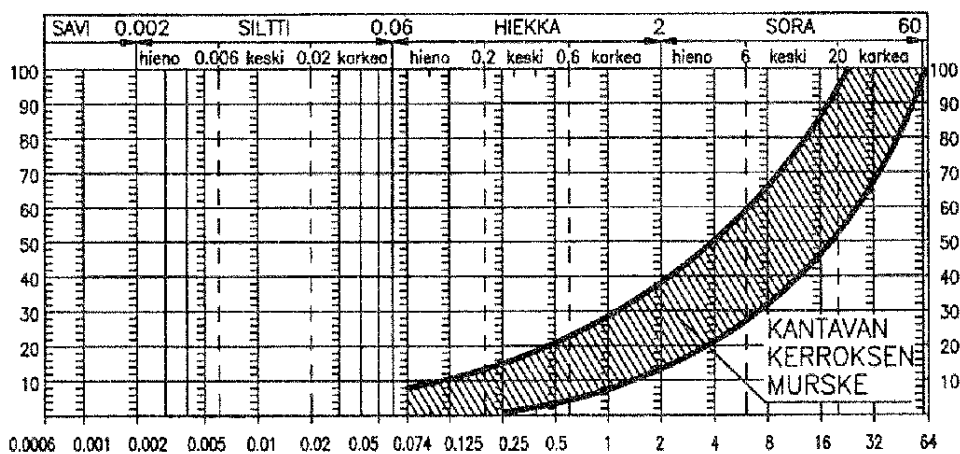
LIITE 2 PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET



Kuva 1 Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue



Kuva 2 Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue

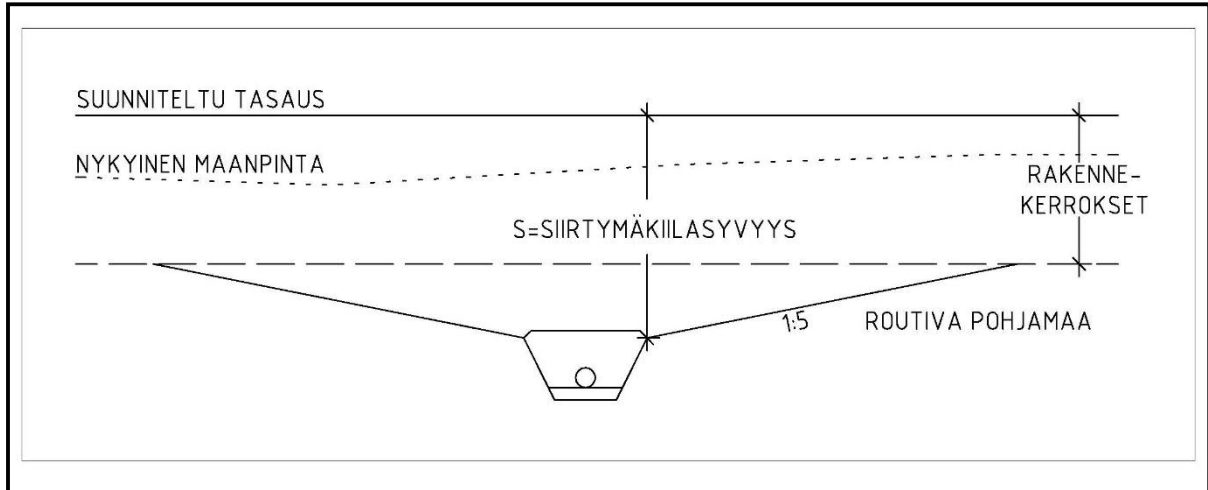


Kuva 3 Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



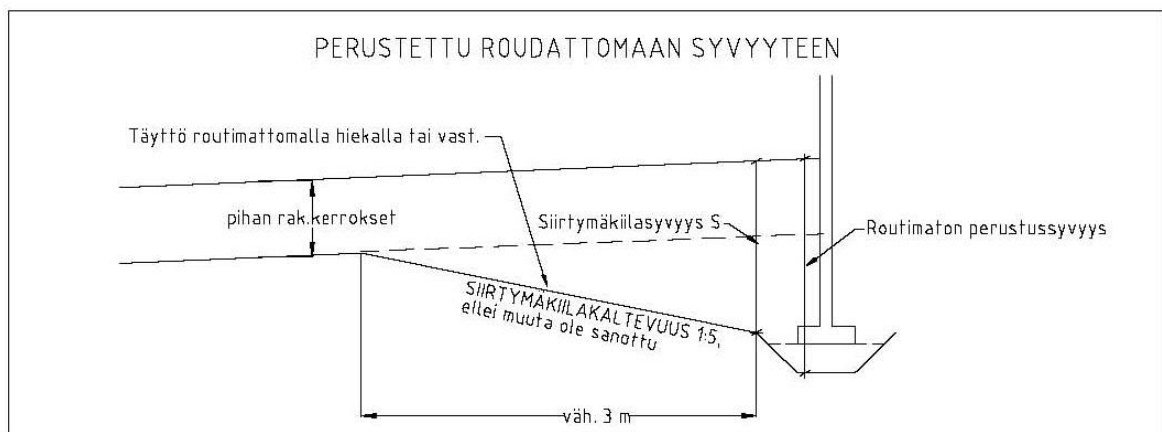
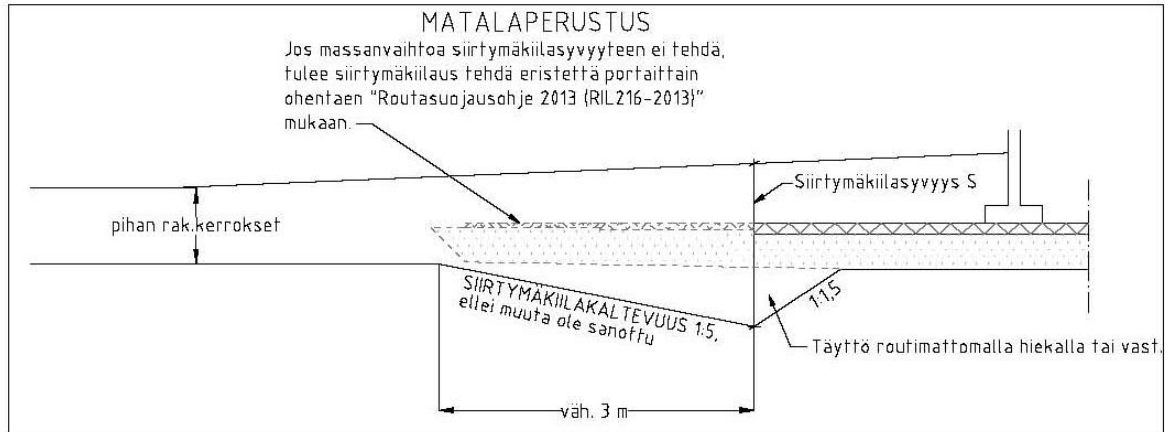
LIITE 3

PUTKIKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



LIITE 4

KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILLAUS

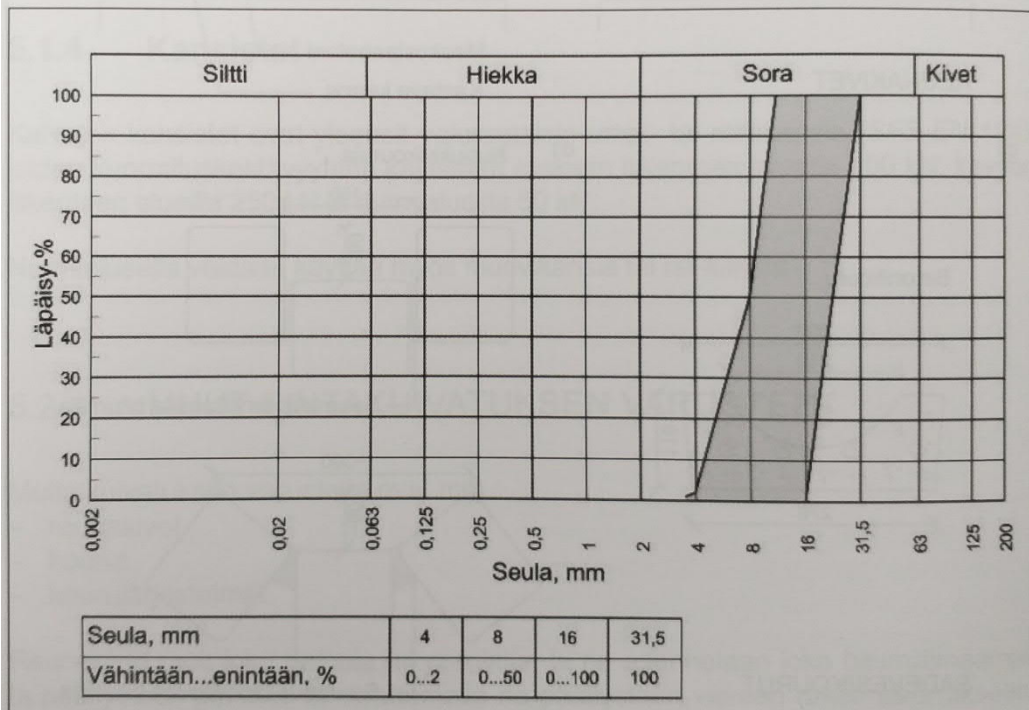


LIITE 5/1

SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020

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.



Kuva 5.5a. Salaojakiviaines (seveli) RIL1a. Hienoainesta enintään 2 % pesemättömässä materiaalissa.

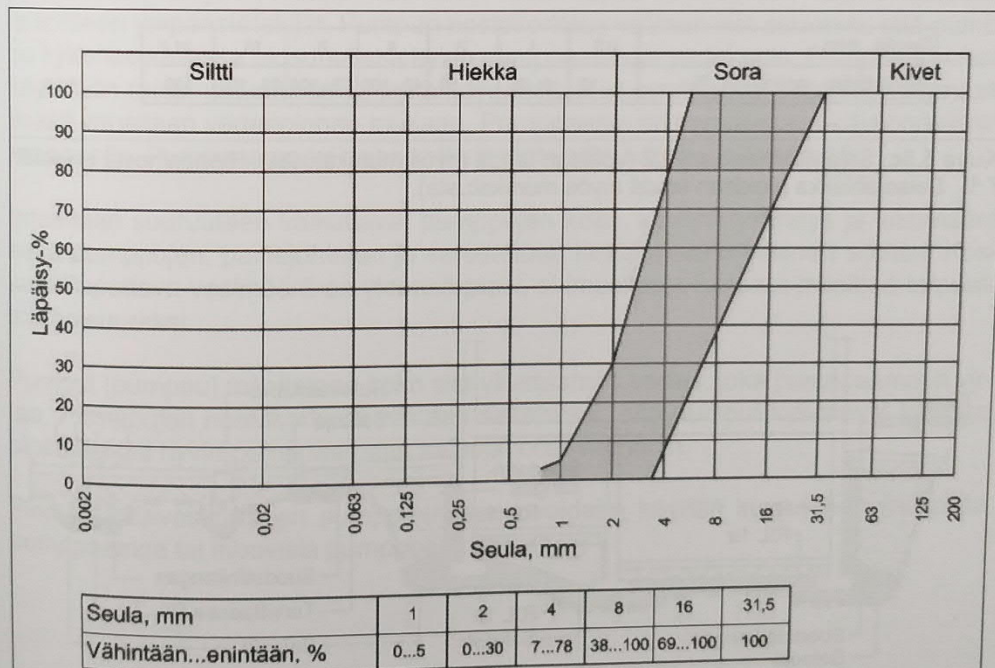
LIITE 5/2

SALAOJASORAN OHJEALUEET/RIL 126-2020

Materiaali RIL1

Materiaalia käytetään normaalissa kuivatustilanteessa rakennuksen perusmuurin vastaisessa salaojituskerroksessa. Alapohjan alla käytetään kuitenkin Materiaali 1:n kiviainesta.

Ohjealueen salaojakiviainesta tulee käyttää silloin, kun pohjavesi ainakin ajoittain saattaa nousta salaojituskerrokseen, 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 maainesten sekoittumisen.



Kuva 5.5b. Salaojakiviaines RIL1. Hienoainesta enintään 3 %.