

EISPIIRTEISET POHJATUTKIMUKSET JA PERUSTAMISTAPALAUSUNTO

29.05.2019
Päivitys 10.6.2019

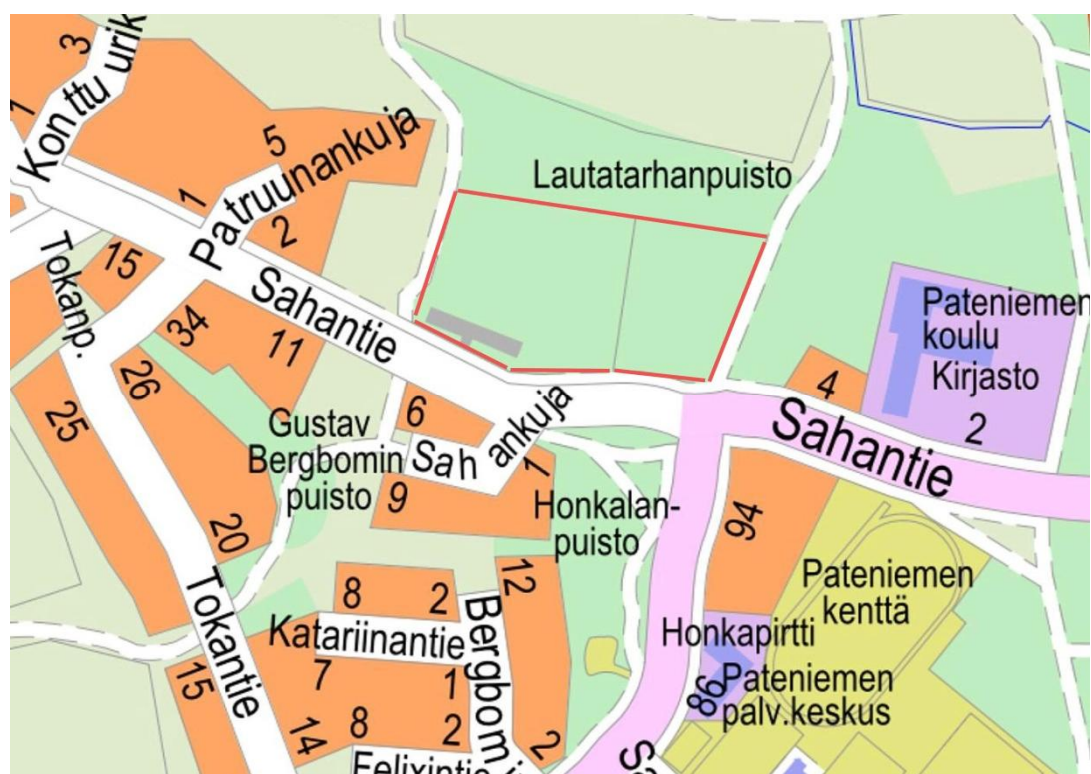
TEMOTEK OY

Sahantie 10, Pateniemi, Oulu

101011754



(lähde: GoogleMaps, Ilmakuva 2019)



(lähde: Oulun kaupunki, opaskartta)

Sisältö	sivu
1 TOIMEKSIANTO	1
2 TEHDYT TUTKIMUKSET	1
3 MAASTO- JA YMPÄRISTÖOLOSUHTEET TUTKIMUSALUEELLA	2
3.1 Ympäristöolosuhteet	2
3.2 Putkijohdot, kaapelit ja ilmajohdot	2
3.3 Pohjasuhteet	2
4 POHJARAKENNUSTAPA	3
4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista	3
4.2 Yleistä paalutuksesta	3
4.3 Rakennusten perustaminen betonipaaluille	3
4.4 Maanvarainen perustaminen esikuormitusta käyttäen	4
4.5 Kevyiden rakenteiden perustaminen	5
4.6 Routasuojaus ja salaojitus	5
4.7 Radon	6
4.8 Piha - ja liikennealueet	7
4.9 Kunnallistekniikka	8
4.10 Kuivatus	9
5 POHJARAKENNUSTYÖN SUORITUSOHJEET	9
5.1 Maarakennustyöt, yleistä	9
5.2 Paalutustyöt, yleistä	10
5.3 Pohjaveden alennus, yleistä	11
6 JATKOTOIMET	12
Liitteet	
Pohjatutkimusmerkinnät	Liite 1
Piha- ja liikennealueen päällysrakennekerrosten kiviainesten rakeisuuden ohjealueet	Liite 2
Putkijohtokaivannon siirtymäkiilat	Liite 3
Kylmän rakennuksen siirtymäkiilaus	Liite 4
Piirustukset	
Pohjatutkimuskartta	1:1000 101011754/G-1
Pohjatutkimusleikkaus A-A	1:500/1:100 101011754/G-2
Pohjatutkimusleikkaus B-B	1:500/1:100 101011754/G-3
Pohjatutkimusleikkaus C-C	1:500/1:100 101011754/G-4

1 TOIMEKSIANTO

Temotek Oy:n toimeksiannosta Pöyry Finland Oy on tehnyt yleispiirteiset pohjatutkimukset Oulussa Pateniemen kaupunginosassa. Alueen vanhassa asemakaavassa alue on merkitty RM-1 merkinnällä (matkailua palvelevien rakennusten korttelialue) sekä VL merkinnällä (lähivirkistysalue). Alueelle ollaan uutta asemakaavaa laadittaessa suunnittelemassa 1- ja 2-tasoista asuinrakentamista varten. Pohjatutkimukset on tehty toukokuussa 2019.

Tutkimuskohde sijaitsee Oulussa, Pateniemen kaupunginosassa (76), kortteleissa 223 ja 9903, tonteilla 0 ja 1. Kohteeseen voidaan rakentaa asemakaavan mukaisesti matkailua palvelevien rakennusten korttelialue, jolla saadaan rakentaa kylpylä sekä siihen liittyviä majoitus- ja ravintolatiloja. Katuosoite kohteelle on Sahankuja 30. Pohjatutkimukset ohjelmoitiin tilaajan toimittaman rakennuksien sijaintitietojen perusteella.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuspaikan perustusolosuhteet rakennus- ja perustussuunnittelua sekä rakentamista varten. Tässä selvityksessä on annettu alustavat ohjeet rakenteiden perustamisesta ja maarakenteista (routa- ja kantavuusmitoitus).

Tutkimusalueella on tehty erillinen pilaantuneisuustutkimus (Pöyry Finland Oy) ja sulfaattimaaselvitys (Pöyry Finland Oy).

2 TEHDYT TUTKIMUKSET

Tutkimuskohteessa on tehty pohjatutkimuksia seuraavasti:

- tutkimuspisteiden vaaitus,
- painokairauksia yhteensä 8 tutkimuspisteessä,
- puristinheijarikairauksia 4 tutkimuspisteessä,
- pohjavedenpinnan havaintoputkien asennus 3 pisteessä,
- häiriintyneiden maanäytteiden otto 4 tutkimuspisteessä,
- maanäytteiden peruskäsittely 20 kpl,
- rakeisuusmääritykset 11 kpl + vesipitoisuus 11 kpl

Pohjatutkimuspisteet on sidottu ETRS-GK26 -koordinaattijärjestelmään (GPS). Korkeudet on sidottu korkeusjärjestelmään N2000.

Maanäytteet on tulkittu silmämääräisesti ja edustaville maanäytteille (11 kpl) on tehty rakeisuusmääritys ja 11 näytteestä on määritetty vesipitoisuus maalajien, maalajiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvittämiseksi. Laboratoriotutkimustulokset on esitetty pohjatutkimusleikkauksissa 101011754/G-2...G-4.

Tehtyjen pohjatutkimusten sijainti on esitetty tutkimuskartassa 101011754/G-1 ja tutkimustulokset leikkauspiirustuksissa 101011754/G-2...G-4.

3 MAASTO- JA YMPÄRISTÖOLOSUHTEET TUTKIMUSALUEELLA

3.1 Ympäristöolosuhteet

Tutkimusalueella on nykyisin pääosin metsää. Tutkimusalueella ei sijaitse tällä hetkellä rakennuksia eikä muutakaan toimintaa.

Alueen eteläpuolella sijaitsee Sahantie, länsipuolella Leppiojanpolku sekä lähivirkistysaluetta, pohjoisessa Lautatarhanpuisto ja idässä Porilanpolku sekä lähivirkistysaluetta.

Tutkimuskohteena olevalla kiinteistöllä on sijainnut entisen Pateniemen sahan navetta. Navetta paloi alueelta vuonna 2011. Muuta toimintaa alueella ei ole ollut.

Maanpinnan korkeus vaihtelee tutkimusalueella tasovälillä +3,6...+5,4 (N2000). Tutkimusalue on vanhaa meren rantaa. Tutkimusalueella esiintyy veden ja tuulen huuhtomia rantahiekkoja.

Tutkimusalueella pohjavedenpinta on havaittu tutkimusaikana (14.5.2019) tasolla +3,40...+3,80 (N2000) eli 0,45–0,75 m syvyydellä maan pinnasta. Pohjavedenpinta voi vaihdella alueella sadannasta ja vuodenajasta riippuen 20...40 cm.

3.2 Putkijohdot, kaapelit ja ilmajohdot

Tutkimusten yhteydessä ei ole määritetty kaapeleiden eikä putkijohtojen tarkkaa sijaintia. Likimääräinen sijainti on tarkastettu tutkimusohjelmaa laatiessa.

Putkijohtojen ja kaapeleiden sijainti selvitetään ja tarvittavat siirrot sekä uudet linjaukset suunnitellaan ja selvitetään ennen rakentamista. Myös nykyisten linjojen tuenta täytyy tarvittaessa huomioida rakennustoimenpiteiden ohella.

3.3 Pohjasuhteet

Maakerrosjako on tutkimusalueella yleispiirteissään seuraava:

- Pintamaat, humus ym. noin 0,3...0,8 m paksuna kerroksena,
- keskitiivis, routimaton hiekka, syvemmällä alaosassa routiva hiekka, hienohiekka ja silttinen hiekka 2,5...3,5 m paksuna kerroksena,
- löyhä routiva siltti, silttinen hiekka, silttinen hiekka ja savinen siltti 0,5...5,2 m paksuna kerroksena,
- tiivis hiekkamoreeni ja silttinen hiekkamoreeni

Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen ja kiveen 4,5...11,0 m syvyydessä maanpinnasta. Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen ja kiveen/kallioon 11,0...13,2 m syvyydessä maanpinnasta.

4 POHJARAKENNUSTAPA

4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Tutkimusalueelle on suunnitteilla kaavaehdotuksen mukaisesti 1- ja 2-kerroksisia asuinrakennuksia. Kohteeseen rakennetaan lisäksi piha-, liikenne- ja autopaikoitusalueita.

Yleisperiaatteena on, että lämpimien rakennusten lattiataso 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.

Tutkimusalueella esiintyy löyhiä, kohtalaisesti kokoonpuristuvia hiekka-silttikerrostumia. 1- ja 2-kerroksiset rakennukset voidaan perustaa tutkimuspaikalla maanvaraisesti esikuormitusta käyttäen. Painumille herkätkä rakenteet yms. raskaat rakenteet on perustettava tutkimuspaikalla paaluille.

Lämpimien rakennusten suositeltu lattiataso on maanpinnan korkeus+1...1,5 m eli noin taso +5,5...+5,7.

4.2 Yleistä paalutuksesta

Suunnitellut rakennukset sekä kaikki raskaat ja painumille herkätkä rakenteet on perustettava tutkimuspaikalla paaluilla tiiviiden pohjamaakerrosten varaan. Asuinrakennusten alapohjat voidaan toteuttaa maanvaraisena rakenteena, pois lukien väestönsuoja ja vesieristetyillä osat (pesutilat, saunat), joiden alapohjat tehdään kantavana rakenteena.

Tutkimuskohteessa pohjamaa voi häiriintyä betonipaalutuksen seurauksena. Häiriintyminen johtuu huokospaineen noususta betonipaalujen syrjäyttäessä maata tilavuutensa verran.

4.3 Rakennusten perustaminen betonipaaluille

Painumille herkätkä rakennukset ja raskaat rakenteet on perustettava tutkimuspaikalla paaluilla tiiviiden pohjamaakerrosten varaan.

Paaluina voidaan käyttää teräsbetonisia lyöntipaaluja. Teräsbetoniset paalut ovat tukipaaluina toimivia lyöntipaaluja, jotka tukeutuvat alapäästään tiiviiseen hiekkaan ja moreeniin. Paalujen suunnittelussa ja paalutustöissä noudatetaan Paalutusohjetta 2016 (PO 2016) RIL 254-2016 ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita.

Paalutyypit on TB300b (300x300 mm²) / TB250b (250x250 mm²). Paalutusluokka on PTL2. Betonipaalujen varusteet tulee olla Paalutusohjeen PO-2016 vaatimusten mukaisia. Vertaa myös Paalutuotelehti RT-Tuotelehti-Betonipaalut-PO-2016.

Sulfaattimaatutkimuksen mukaan pintahiekköjen alla olevassa savi-siltti –pohjamaassa kokonaisrikin määrä on 1200 mg/kg. Jos koko rikki hapettuisi, olisi sulfaatin määrä 3600 mg/kg. Tämä on kuitenkin epätodennäköistä, koska savi-stilli –pohjamaa on syvällä pohjaveden alla. Kuitenkin rikin määrä on niin suuri, että betonipaalujen ympäristöluokkana tulee käyttää XA2. Paalutuotelehden RT-Tuotelehti-Betonipaalut-PO-2016 mukaan tällöin betonipaaluissa tulee käyttää SR-sementtiä.

Teräsbetonisten lyöntipaalujen geotekninen puristuskestävyys murtorajatilassa paalutustyöluokassa PTL2 paaluille 300x300 mm² (Tb300b) $R_{d,max}=874$ kN/paalu ja

paaluille 250x250 mm² (Tb250b) $R_{d,max}=614$ kN/paalu, kun paalut lyödään leikkauspiirustuksissa esitettyyn tavoitetasoon, joka on tiiviissä moreenissa. Betonipaalujen pohjatutkimustulosten perusteella arvioitu tavoitetaso on esitetty tutkimusleikkauspiirustuksissa 101011754/G2...G4.

Paalujen sallitut sijainti- ja kaltevuuspoikkeamat ovat PO 2016 mukaiset.

Paalutustyöstä pidetään paalukohtaista paalutuspöytäkirjaa.

Tarvittaessa paaluperustusten alle tehdään valualusta murskeesta KaM 0/32, paksuus vähintään 0,3 m. Alustäyttö ja vierustäytöt tiivistetään vähintään tiiveyteen $D>90$ %.

Rakennukset salaojitetaan.

Rakennusten alapohja tehdään kantavana vesieristetyllä osalla (pesutilat, saunat). Muiden tilojen tilojen osalla alapohja voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena.

Alapohjan alle tehdään vähintään 0,5 m paksu, pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituskerros, jonka ylin osa 0,2 m tehdään sepelistä #4...22 mm tai salaojasorasta ja alosaan 0,5 m paksu työalusta/kantava kerros murskeesta $h=0,3$ m + suodatinkangas N3. Muut alustäytöt ja vierustäytöt tehdään hiekasta tai vastaavasta, jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m.

Perustusalueella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D>90$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D>95$ % ja rakennuksen vierellä tiiveyteen $D>90$ %.

Kaivu-, täyttö- ja tiivistystyöt tehdään InfraRYL ohjeita ja määräyksiä noudattaen.

4.4 Maanvarainen perustaminen esikuormitusta käyttäen

1-...2-kerroksiset rakennukset ja rakenteet voidaan perustaa tutkimusalueelle maanvaraisesti anturaperustuksin esikuormitusta käyttäen. Tutkimusalueella pinnan hiekkakerroksen / silttisen hiekkakerroksen alla esiintyy löyhässä tilassa olevia siltti- ja savisia silttikerroksia, jotka kokoonpuristuvat kuormitettaessa.

Rakennuksen alue esikuormitetaan humusmaiden/pintamaiden poiston jälkeen. Pintamaiden poiston jälkeen asennetaan suodatinkangas, jonka päälle tehdään hiekasta esikuormituspenger 0,5-1 metrin ylitäytöllä (LT+0,5...1 m). Penger toteutetaan koko rakennuksen alueelle siinä laajuudessa, että penkereen yläpinta ulottuu suunnitellussa korkeudessa vähintään 1 m perustusten ulkoreunan ulkopuolelle. Penkereen luiskat tehdään kaltevuuteen 1:1,5. Esikuormituspenger voidaan rakentaa esimerkiksi rakennus- ja piha-alueen täyttömaista tai porrastaa rakentaminen niin, että esikuormitusmassat siirretään seuraavan rakennuksen esikuormitukseen jne.

Esikuormituspenkereen painumia seurataan painumamittareista, joita asennetaan paikalle yhteensä 3 kpl (yksi keskelle ja yksi molempiin päihin). Alkulukema otetaan heti esikuormituspenkereen valmistuttua, tämän jälkeen kerran viikossa 1 kuukauden ajan, tämän jälkeen 2 viikon välein. Esikuormitus voidaan lopettaa, kun penkereen painuma on pysähtynyt. Arvioitu esikuormitusaika on 3-4 kk.

Rakennuksen ja rakenteiden maanvaraiset anturaperustukset voidaan suunnitella käyttörajatilassa $p_{sall}=150$ kPa sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,60 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta KaM KK 0/56, jonka alle ja sivuille asennetaan luokan N3 suodatinkangas.

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

Alapohjat voidaan tehdä maanvaraisena rakenteena. Maanvaraisen alapohjan alle tehdään vähintään 0,2 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituskerros sepelistä #4...22 mm tai salaojasorasta. Muut alustäytöt ja vierustäytöt tehdään hiekasta tai vastaavasta, jonka kapillaarinen nousukorkeus on pienempi kuin 0,3 m. Ajoneuvojen ja suurten pistekuormien kuormittamien alapohjien rakennekerrokset (kantava murske) tarkistetaan rakennesuunnittelun aikana.

Perustusalueella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D > 95$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D > 92$ - 95 % ja rakennuksen vierellä vierustäytöt tiiveyteen $D > 90$ %.

Kun perustaminen tehdään em. ohjeiden mukaisesti, ovat anturoiden rakentamisen jälkeiset kokonaispainumat suuruus luokkaa $S = 20$ mm ja epätasaisten painumien suuruus luokkaa 10 mm.

4.5 Kevyiden rakenteiden perustaminen

Kevyiden yms. matalaan perustettujen rakenteiden anturaperustukset voidaan suunnitella $p_{sall} = 100$ kPa sallitulle pohjapaineelle anturan toimivalla osalla. Perustussyvyys tulee olla vähintään 0,6 m. Perustusten alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta KaM KK 0/56, jonka alle ja sivuille asennetaan luokan N3 suodatinkangas.

Euronormien mukaisessa kantokestävyuden laskennassa voidaan pohjamaalle (silttinen hiekka ja silttinen hiekkamoreeni, hiekkamoreeni) käyttää seuraavia maaparametreja:

- kitkakulma 34° ,
- koheesio 0 kPa,
- tilavuuspaino pohjaveden yläpuolella 18 kN/m^3 ,
- tilavuuspaino pohjaveden alapuolella 11 kN/m^3 .

Perustustason muutokset tulee tehdä kaltevuudella 1:3 tai loivempi.

Kevyiden rakenteiden pilarianturan minimimitat ovat 0,4 m x 0,4 m ja jatkuvan anturan minimileveys 0,3 m.

Alapohja, alustäytöt, vierustäytöt ja tiivistykset tehdään vastaavasti kuin kohdassa 4.2.

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

Perustustason alapuolella täytöt tiivistetään tiiveyteen $D > 95$ %, lattia-alueella tiiveyteen $D > 92$ % ja rakennuksen vierellä tiiveyteen $D > 90$ %.

4.6 Routasuojaus ja salaojitus

Routasuojaus

Luonnonmaakerrokset tutkimusalueella ovat routivia.

Rakennukset ja rakenteet on routaeristettävä, ellei perustuksia viedä roudattomaan syvyyteen.

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. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,3 m.

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

Routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään 100 kN/m², ja jonka vedenimeytyminen on ≤ 2 -tilavuus- % tai masuunihiekkaa. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle tai perustusten alle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (vähintään 300 kN/m²). Routaeristys mitoitetaan julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaisesti.

Kylmissä, matalaan perustettavissa rakennuksissa ja rakenteissa routaeristys voidaan sijoittaa yhtenäisenä koko rakennuksen alle. Ohjeet kylmien rakenteiden siirtymäkiilauksesta on esitetty liitteessä 4.

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

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

Salaojitus

Salaojitus, kts. Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus RIL 126-2009, kohta 3 Rakennuspohjan kuivatus.

Tutkimusalueella pohjavedenpinta on havaittu tutkimusaikana (14.5.2019) tasolla +3,40...+3,80 (N2000) eli 0,45–0,75 m syvyydellä maan pinnasta.

Rakennukset ja kosteudelle herkätkä rakenteet salaojitetaan. Salaojat sijoitetaan vähintään 1 m lattiatason alapuolelle ja vähintään 0,1 m perustusten alapuolelle ja maanalaisissa tiloissa vähintään 0,4 m alapohjan lämmöneristeen alapuolelle.

Lattian alle tehdään vähintään 0,2 m paksu salaojituskerros sepelistä #4...22 mm. Maanalaisissa tiloissa salaojituskerroksen paksuus on oltava 0,5 m. Salaojat ympäröidään sepelillä #4...22 mm, paksuus vähintään 150 mm. Salaojituskerros erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla N2.

Kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä sadevesiviemäriin. Pintavedet ohjataan maastokallistuksin pois rakennusten vierustoilta. Maanpinta muotoillaan koko alueella kaltevuuteen 1:100 rakennuksesta pois päin raskaan liikenteen vaatimuksien mukaan. Piha- ja liikennealueen pintavesikuivatus järjestetään pintavesiviemäriinnillä.

4.7 Radon

Radonia syntyy, kun uraani hajoaa radioaktiivisesti. Radon on yleensä peräisin kallioperästä tai kalliosta rapautuneesta maasta. Riskialueita ovat ilmaa hyvin läpäisevät, pohjaveden yläpuolella olevat karkearakeiset maakerrostumat ja rikkonaiset kalliot syväkivialueilla 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/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 6.2.

4.8 Piha - ja liikennealueet

Kantavuus- ja routamitoitus

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

Pohjamaa on routimatonta hiekkaa ja syvemmillä routivaa silttistä hiekkaa, hienoa hiekkaa ja hiekkaista silttiä. Pintaosan hiekan kelpoisuusluokka on H1-H2 ja routivien hiekkojen kelpoisuusluokka H3-H4. Ohjeen ”Tierakenteen suunnittelu” (TIEH 2100029-04) mukaan pohjamaan alusrakenneluokka on uE-uH, routaturpoama (märkä) $t=3-12 \%$ ja E-moduuli (märkä) 35-50 MPa.

Pohjamaan routimiskertoimen arvolla $SP = 1,5 \text{ mm}^2/\text{Kh}$ Oulun kaupungin katusuunnitteluohjeen ”Katurakenteiden suunnitteluohje” v. 2017 mukaan tarvittava kerrospaksuus on 0,8–1,1 m (katuluokka 4). Katuluokalla 4 vaadittu kantavuus kantavan kerroksen päältä on 145 MN/m^2 . Laskennassa on käytetty sallittuna routanousuna 50 mm.

Riittävän kantavuuden saavuttamiseksi ja liiallisen routanousujen estämiseksi sekä toimivuuden varmistamiseksi piha- ja liikennealueet tehdään seuraavasti:

• Kulutuskerros	<i>AB</i>	50 mm
• Profiloitinkerros	<i>KaM 0...16 mm</i>	0...50 mm
• Kantavakerros	<i>KaM 0...32/55 mm</i>	400 mm
• Eristys-/suodatinkerros	<i>Hk</i>	600 mm
YHT.		1000 mm

Mikäli kaivupohjassa on silttistä maata, silttisilmäkkeitä tms. epämääräisiä täyttöjä, ne poistetaan siirtymäkiilasyvyyteen (1,9 m) ja korvataan alueelta saatavalla kaivuhiekalla (homogenisointi).

Rakennekerrosvaihtoehtojen laskennallinen kantavuus kantavan kerroksen päältä on noin 150 MPa. Laskennallinen routanousu alle 50 mm.

Kantava ja jakava murskekerros voidaan tehdä samalla materiaalilla, murskeella #0...55/64 mm. Suodatinkerroksen alle asennetaan käyttöluokan N2 suodatinkangas silloin, kun kerroksen rajapinnassa on silttistä hiekkaa tai hienojakoista maa-ainesta.

Mikäli pihaluokan 1 mukaiset alueet halutaan täysin routimattomiksi, on kokonaiskerrospaksuus oltava 2,3 m tai masuunihiekkaa tukikerroksessa oltava 1,0 m tai vaihtoehtoisesti pihaluokan 1 alueet tehdään routaeristettyinä rakenteina.

Siirtymäkiilasyvyys on 1,9 m ja siirtymäkiilakaltevuus 1:5.

Muut alustäytöt kaivutasoon saakka tehdään routimattomasta hiekasta.

Mikäli kaivupohjassa on humuksista maata (täyttöä), silttisilmäkkeitä tms. häiriintynyttä maata, ne tulee poistaa 1,9 m syvyyteen ja korvata rakennusalueelta saatavalla kaivuhiekalla (homogenisointi).

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2010 osa 1 Väylät ja alueet ja RIL 132-2000 "Talorakennuksen maarakenteet" ohjeita noudattaen.

Pihan painumat

Piha-alueen tasauksen nosto nykyisen maanpinnan yläpuolelle aiheuttaa pohjamaalle painumaa. Piha-alueiden painumien suuruusluokka on noin $S=30-50$ mm, jos lopullisen pihan taso on noin 0,5 m nykyisen maanpinnan yläpuolella. Painumat syntyvät alle vuoden kuluessa siitä, kun kuorma vaikuttaa täysimääräisenä.

Pihan päällysteen (asfaltin) painumien vähentämiseksi suositellaan, että pihan asfaltointi tehdään aikaisintaan noin puolen vuoden kuluttua rakentamisen jälkeen.

4.9 Kunnallistekniikka

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

Jätevesiviemärit ja muut putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen. Kaivupohja tasataan ja poistetaan kivet. Putkijohtojen alle tehdään putken koosta riippuen asennusalueelta hiekasta $h=0,15$ m/pohjan taso (D<250 mm), murskearina $h=0,3$ m (D>250 mm) ja $h=0,5$ m (D>500 mm), joka erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla luokka N3. Putkijohtojen vierelle tehdään 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä (1,9 m) alkaen, vertaa liite 3.

Jos kaivannon pohja häiriintyy ja pehmenee, on asennusalueen tai murskearinan paksuutta lisättävä. Arinan paksuus muutetaan vähintään 3 m matkalla (kiilaus vähintään kaltevuuteen 1:10).

Rummut perustetaan $h=0,5$ m paksun murskearinaan avulla pohjamaan varaan. Arinan alle ja sivuille asennetaan suodatinkangas luokka N3. Rummun vierelle tehdään 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä (1,9 m) alkaen, vertaa liite 3.

Mikäli kaivu ulottuu pohjavesipinnan alapuolelle, on varauduttava pohjaveden pumppaukseen.

Liikennealueilla putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka voidaan tehdä hiekalla tai moreenilla (kelpoisuusluokka H1-H2/S1-S2). Routivia, häiriintyneitä kaivumaita voidaan käyttää täydessä ainoastaan viheralueilla.

Talvityönä täyttöä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

Kattovedet kerätään kattovesijärjestelmällä sadevesiviemäriin. Pintavedet ohjataan maastokallistuksin pois rakennusten vierustoilta. Pintavesikuivatus järjestetään pintavesiviemäreillä.

4.10 Kuivatus

Lämpimien rakennusten lattiataso pitää sijaita vähintään 0,3 m ympäröivän maanpinnan yläpuolella. Kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

Valumavesien poisjohtamiseksi piha-alueella maanpinta kallistetaan rakennuksista poispäin viettäväksi rakennuksen vieressä 3 m matkalla vähintään kaltevuudella 1:20 ja kauempana 1:50...1:100.

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

Rakennusalueen alueellinen kuivatus ja pihan tasoitus suunnitellaan erikseen.

5 POHJARAKENNUSTYÖN SUORITUSOHJEET

5.1 Maarakennustyöt, yleistä

Humusmaat ja humuksiset pintamaat sekä täyttömaat ja löyhät häiriintyvät maat poistetaan rakennus- ja täyttöalueilta sekä tarvittaessa piha-alueilta.

Rakennusalueella ja pinnoitetuilla alueilla humusmaat ja täyttömaat korvataan murskeella, eristyshiekalla tai vastaavalla kerroksittain tiivistäen. Piha-alueella (nurmialue) täyttö voidaan tehdä moreenista tai vastaavasta.

Esikuormituspengeri rakennetaan kerroksittain tiivistäen routimattomasta hiekasta tai vastaavasta. Tiiveysvaatimus lattiataason alapuolella on $D > 92$ % ja lattiataason yläpuolella ylipenger tiivistetään noin 0,5 m kerroksina koneella tasoittaen (yliajokerrat 2-3 kpl).

Rakentamiseen liittyvät kaivut tehdään Rakennuskaivanto-ohjeen RIL 263-2014 ohjeita noudattaen. Paikallisesti kaivut tehdään pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 2:1 ja pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:1 työturvallisuusnäkökohdat huomioiden. Yli 3 m syvät kaivannot ja kaivantojen kuivatus suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

Kaivutöistä saatavat kitkamaamassat käytetään viheraluetäyttöihin ja ylijäämämassat kuljetetaan maankaatopaikalle.

Rakenteiden alus- ja vierustäytöt tehdään suunnitelmissa esitetyistä materiaaleista rakennetyypeittäin. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132-2000 "Talorakennuksen maarakenteet" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi ohjeessa InfraRYL 2015 Osa 1 Väylät ja alueet annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään 400 kg tärylevyllä taulukon 1 mukaisiin tiiviysasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitetty. Liikennealueella rakennekerrokset tiivistetään ohjeen InfraRYL 2015 mukaisesti.

Saavutettu tiiveys varmistetaan tiiveyskokein. Kokeet sijoitetaan työn alkuun käytettävissä olevalle kalustolle sopivan kerrospaksuuden ja yliajokertojen selvittämiseksi.

Taulukko 1. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistysluokka	Tiiviysaste 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
Paaluperustusten alustäyttö	1	> 92		
Kantavan alapohjan alustäyttö	1	> 92		
Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö	2	> 90	-	-
Putkijohtojen tasauseros ja ympäristäyttö, sekä rumpujen arina ja ympäristäyttö	2	> 90	-	-
Pengertäyte	2	> 90	-	-
Suodatinkerros	1	> 90	-	-
Jakava kerros	1	> 92	E ₂ ≥ 90	< 2,2
Kantava kerros	1	> 95	E ₂ ≥ 125	< 2,2
Kulutuskerros	1	> 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

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

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 tiivistystyötä on lisättävä noin 50 % vaadittujen tiiveysasteiden saavuttamiseksi.

5.2 Paalutustyöt, yleistä

Paalutustyössä noudatetaan Paalutusohjetta 2016 (PO-2016) RIL 254-2016 ja paalumateriaalin valmistajan ohjeita.

Tutkimuskohteessa pohjamaa voi häiriintyä betonipaaluksen seurauksena. Häiriintyminen johtuu huokospaineen noususta betonipaaluksen syrjäyttäessä maata tilavuutensa verran. Huokospaineen nousu voi haitata paalutusta ja aiheuttaa paalujen siirtymää.

Yksittäisen paalun sallittu sijaintipoikkeama on 150 mm, paaluryhmän painopisteen sijaintipoikkeama 50 mm ja yksittäisen paalun pystysuoruus 20 mm/m (Paalutusohje PO 2016 kohta 4.4.3).

Lyötyjen paalujen siirtymää seurataan lähellä paalutusta päivittäin koko paalutustyön ajan. Jos vaakasiirtymät ovat yli 30 mm, paalutustyö keskeytetään ja ryhdytään toimenpiteisiin siirtymien estämiseksi (yhteys suunnittelijoihin). Jos paalujen nousut tai painumat ylittävät 10 mm, varmistetaan paalujen geotekninen kantavuus jälkilyönneillä.

Teräsbetoniset lyöntipaalu lyödään tavoitetasoonsa vapaapudotteisella järkäleellä varustetulla paalutuskoneella.

Jos paalun tunkeutuminen lakkaa, on paalun lyönti keskeytettävä ja varottava rikkomasta paaluja. Lyöntiä jatketaan pienellä pudotuskorkeudella (0,1...0,15 m) riittävän tuennan varmistamiseksi, vertaa PO 2016 ohjeet (kohdat 5.4.4 ja 5.4.5).

Tb300b paalujen alustava loppulyöntiehto on, vrt. Paalutuotelehti RT 2011:

- loppulyöntiehto $S < 17$ mm/10 lyönnin iskusarja viidellä (5) viimeisellä sarjalla, kun vapaasti putoavan 40 kN (4 tn) järkäleen pudotuskorkeus 0,40 m.
- loppulyöntiehto $S < 18$ mm/iskusarja viidellä (5) viimeisellä sarjalla, kun kiihdytetyn 40 kN (4 tn) järkäleen pudotuskorkeus 0,35 m
- loppulyöntiehto $S < 21$ mm/iskusarja viidellä (5) viimeisellä sarjalla, kun vapaasti putoavan 50 kN (5 tn) järkäleen pudotuskorkeus 0,35 m
- loppulyöntiehto $S < 19$ mm/iskusarja viidellä (5) viimeisellä sarjalla, kun kiihdytetyn 50 kN (5 tn) järkäleen pudotuskorkeus 0,30 m.

5.3 Pohjaveden alennus, yleistä

Kaivantojen kuivanapito ja pohjaveden alennus tehdään pumppauskaivoista pumppaamalla käyttäen työnaikaisia salaojia tai vaihtoehtoisesti tyhjiömenetelmällä (imukärjillä). Kaivun ulottuessa pohjaveden alapuolelle pohjavesi alennetaan ennen kaivutöitä vähintään 1 m kaivutason alapuolelle, ja kaivu aloitetaan vasta sitten, kun pohjavesi on laskenut kaivannon kuivatustasoon. Pohjaveden alenemista seurataan pohjavesiputkesta ennen seuraavaa kaivuvaihetta.

Mikäli kaivupohja pehmenee pohjavesipinnan alapuolella, kaivannon pohjalle levitetään heti kaivua seuraten suodatinkangas KL N3 ja vähintään 0,4 m paksu alustäyttö sorasta tai murskeesta.

6 JATKOTOIMET

Tämä asiakirja tarkistetaan, kun rakennuksen korkeusasema ja perustusten kuormat ovat selvillä. Esikuormituksen suuruus ja tarvittava esikuormitusaika tarkistetaan, kun rakennusten sijainti ja rakenteet ovat varmistuneet. Paalutuksen tarve sekä tarvittaessa paalujen tavoitetaso ja loppulyönnit tarkistetaan koepaalutuksella työn alussa.

Työnaikaiset kaivannot ja niiden tuentatarve on selvitettävä jatkosuunnittelun aikana. Rakennusaikaisesta kaivannosta on laadittava Rakennuskaivanto-ohjeen RIL 263-2014 mukaisesti kaivu- ja tuentasuunnitelma sekä kaivannon kuivanapitosuunnitelma työjärjestyksineen.

Pohjarakennussuunnittelija antaa pohjarakentamiseen liittyviä lisäohjeita jatkosuunnittelun ja rakennustyön aikana.

Oulussa 10.pnä kesäkuuta 2019.



Sakari Lotvonen

TkL, suunnittelupäällikkö

Geotekniikka, pohjoinen

Pöyry Finland Oy

Vesi ja ympäristö

Elektroniikkatie 13, FI-90590 Oulu

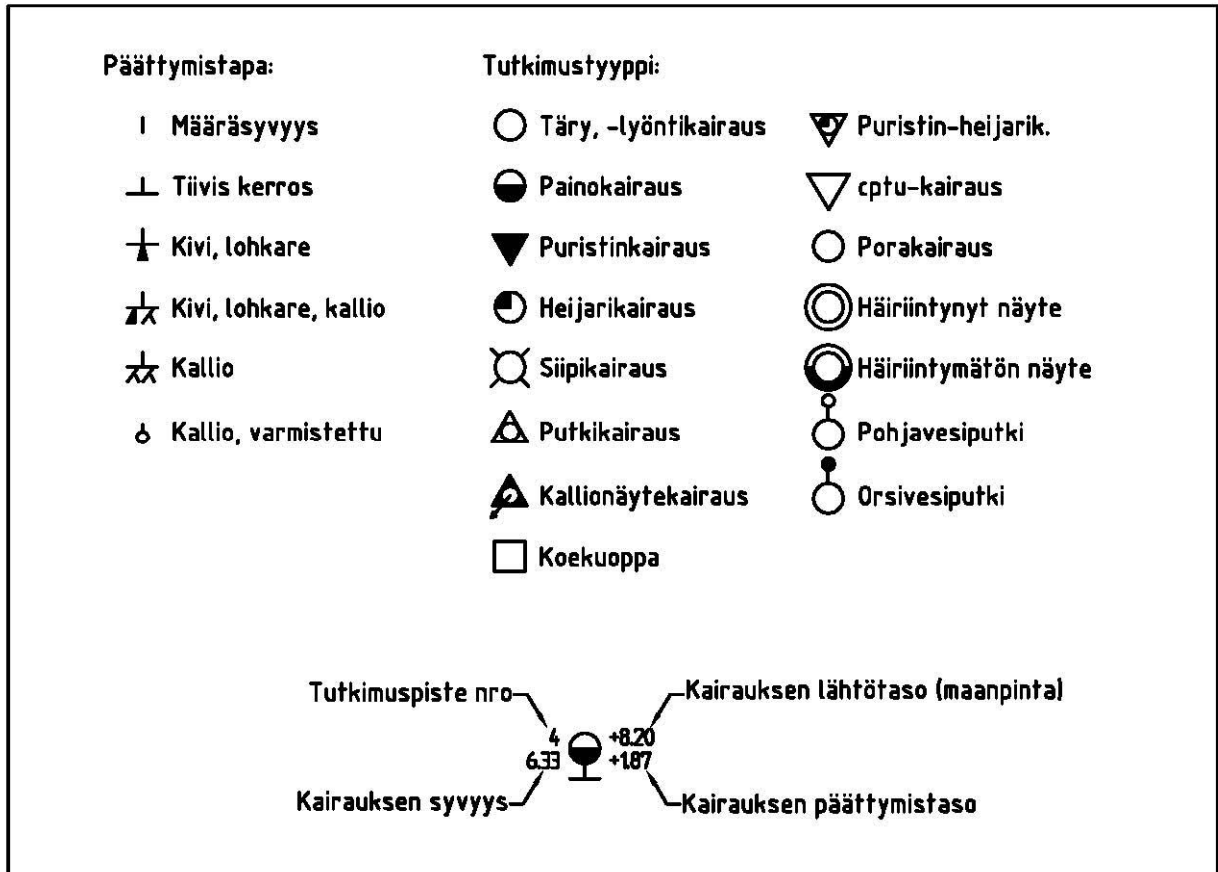
Tel. +358 10 33280, E-mail: etunimi.sukunimi@poyry.com, www.poyry.com



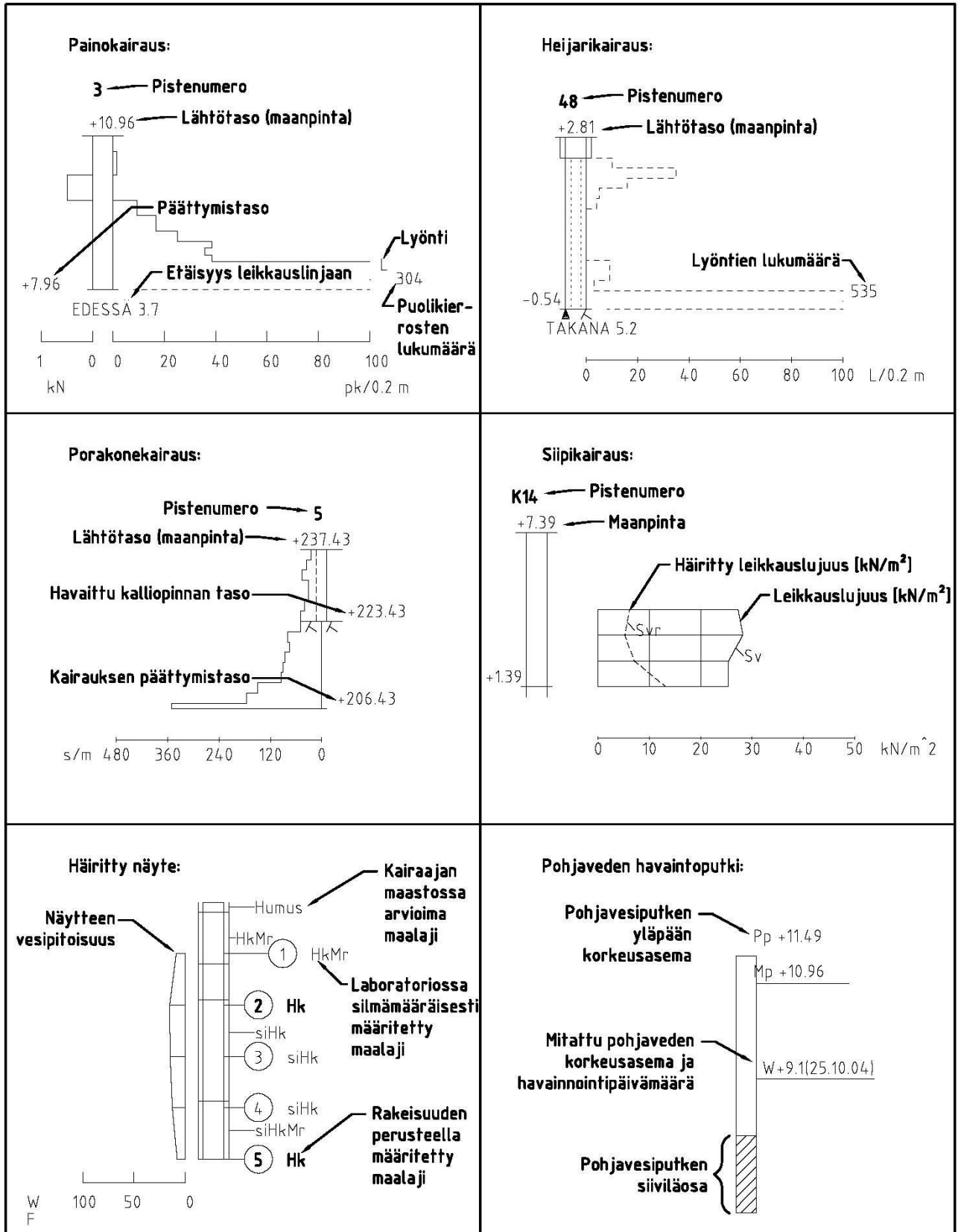
Minna Mäki-Asiala

DI, FM, suunnittelija

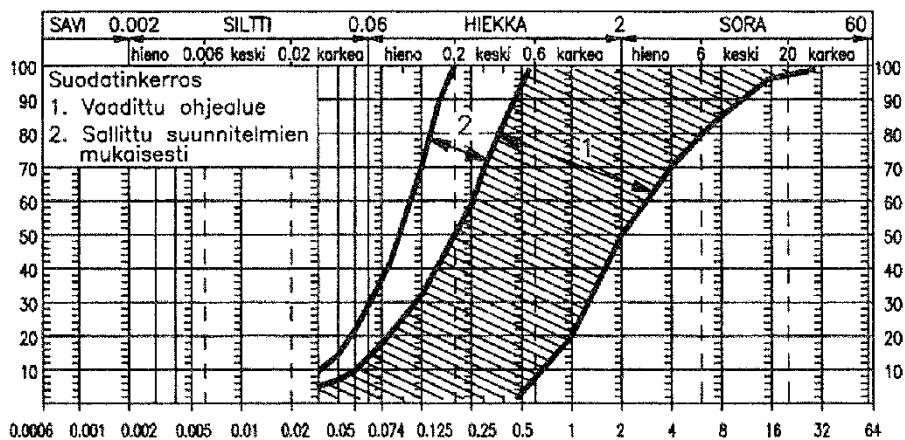
POHJATUTKIMUSMERKINNÄT
POHJATUTKIMUSKARTTA



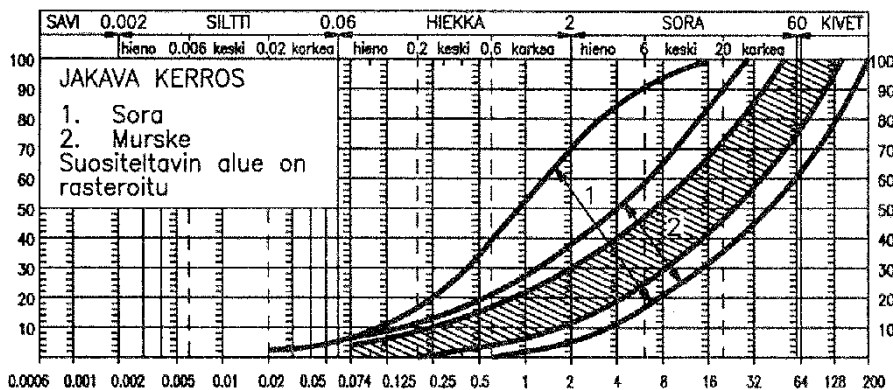
POHJATUTKIMUSLEIKKAUS



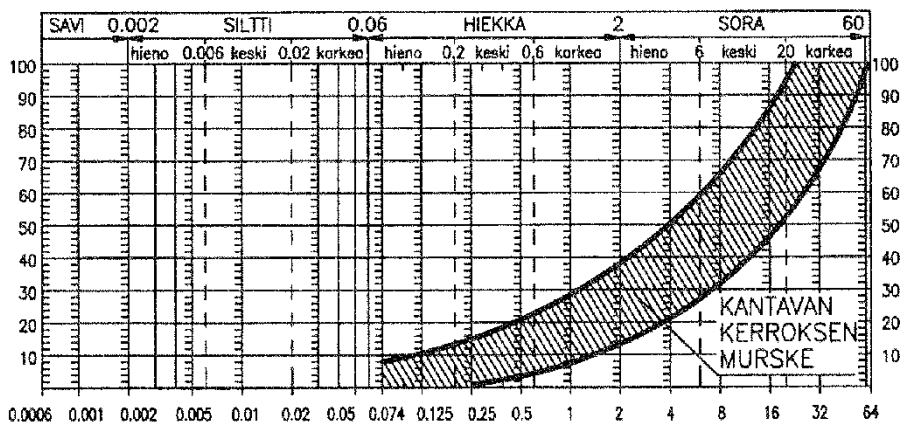
**PIHA- JA LIIKENNEALUEEN PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN
KIVIAINESTEN RAKEISUUDEN OHJEALUEET**



Kuva 1. Suodatinkerroksen rakeisuuden ohjealue

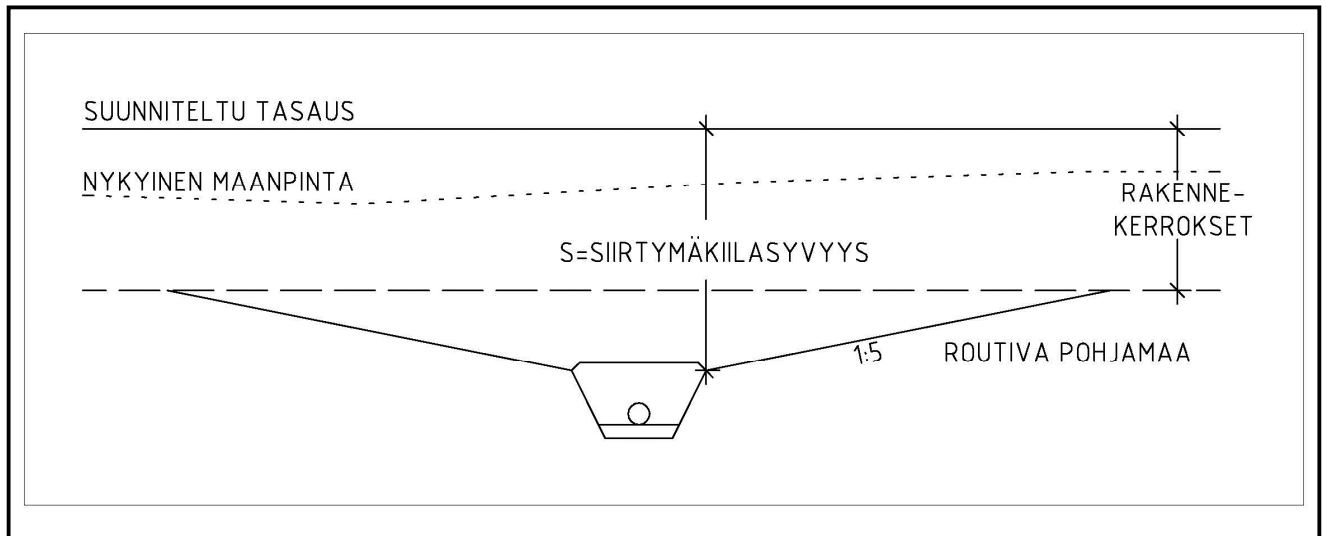


Kuva 2. Jakavan kerroksen rakeisuuden ohjealue



Kuva 3. Kantavan kerroksen rakeisuuden ohjealue

PUTKIJOHTOKAIVANNON SIIRTYMÄKIILAT



KYLMÄN RAKENNUKSEN SIIRTYMÄKIILAUUS

