

Porvoo

Kevätlaakso

Alustava rakennettavuus- ja perustamistapaselvitys

Viite	1510000613
Versio	lopullinen
Pvm	22.05.2013
Tarkistanut	Juha Forsman
Kirjoittanut	Heikki Hämäläinen, Sirpa Toroi

Ramboll Finland Oy
Säterinkatu 6
02601 Espoo
Finland

Puhelin: 020 755 611
www.ramboll.fi

Sisällysluettelo

1.	Yleistä	1
2.	Aluekuvaus	2
2.1	Alueen topografia ja yleiskuvaus	2
2.2	Pohjasuhteet	2
2.2.1	Pohjatutkimukset	2
2.2.2	Maakerrosten paksuus ja laatu	6
2.3	Pohja- ja pintavesi	10
2.4	Painumat	12
2.5	Stabiliteetti	15
3.	Alueen rakennettavuus	16
3.1	Yleistä rakennettavuudesta	16
3.2	Rakentamisjärjestys	17
3.3	Rakennusten perustamistavat	17
3.4	Kaivannot	18
3.5	Kuivatus	18
3.6	Piha- ja liikennealueiden perustaminen	19
3.7	Kunnallistekniikka	19
4.	Yhteenveto	19

LIITTEET ei ole

PIIRUSTUKSET

	Piirustusluettelo
1510000613-1	Maaperäalueet, talojen perustamisalueet, pihojen painuma-alueet 1:2000
1510000613-2...6	Leikkaukset A-A, B1-B1, B2-B2, C1-C1 ja C2-C2 1:500/1:200 (Suunnittelualueen eteläosan leikkaukset)
1510000613-7...11	Leikkaukset 620, 820, 1140, 1460 ja 1780 1:500/1:200 (Suunnittelualueen pohjoisosan leikkaukset)



purkavat sadevedet alueen keskellä virtaavaan puroon. Ainakin alueella D puroa on ruopattu.

Alueiden A, B, C ja D (pohjoisosassa) länsiosassa kulkee pohjoisete-läsuuntainen Skaftkärrintie (soratie), joka liittyy alueen A koillisosassa Vanhaan Veckjärventiehen ja alueen A luoteisosassa yhdystien välityksellä Itätuulentiehen.

Alueen sijainti, on esitetty kuvassa 1. Ilmakuva alueelta on kuvassa 2. GTK:n maaperäkarta alueelta on esitetty kuvassa 3. Osa-alueet A-F on esitetty kuvassa 4.

2. Aluekuvaus

2.1 Alueen topografia ja yleiskuvaus

Porvoossa sijaitseva Kevätlaakson alue on n. 1750 m pitkä ja n. 250...450 m leveä.

Alueen keskellä on painanne (laakso), jonka halki virtaa puro. Painanne, jossa puro virtaa, on savialuetta. Puron molemmilla puolilla on peltoaluetta, joka on osin metsittynyt. Alueen itä- ja länsireunalla on tiheää metsää. Alueen länsiosassa on jonkin verran asutusta. Ilmakuva alueesta on kuvassa 2.

Maanpinta koko alueella vaihtelee välillä n. +12...+43. Osa-alueittain maanpinta vaihtelee seuraavasti: alue A +18...40, B +15...+29, C +14...+28, D +13...+32, E +12...+32 ja F +24...+34 (luonnonmaa) ja +27...+43 (täyttömäki).

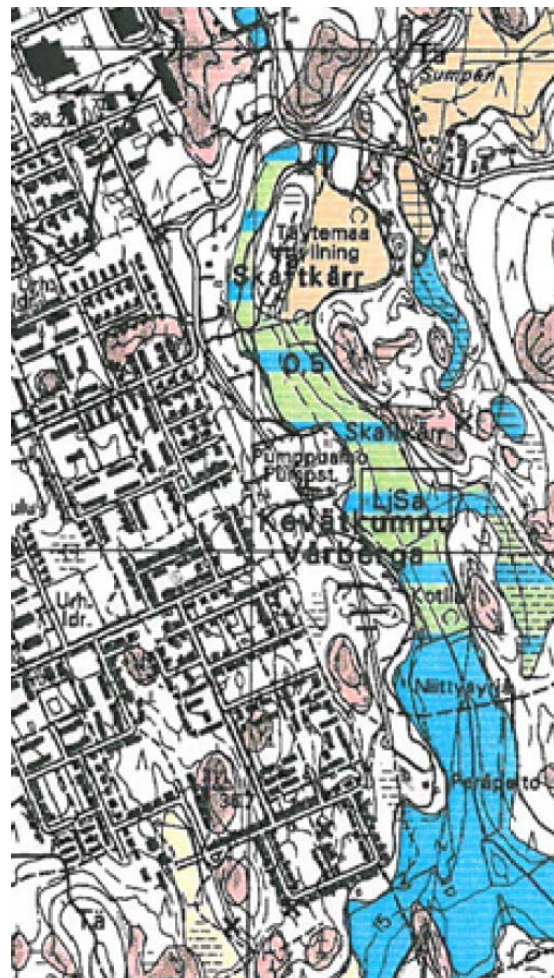
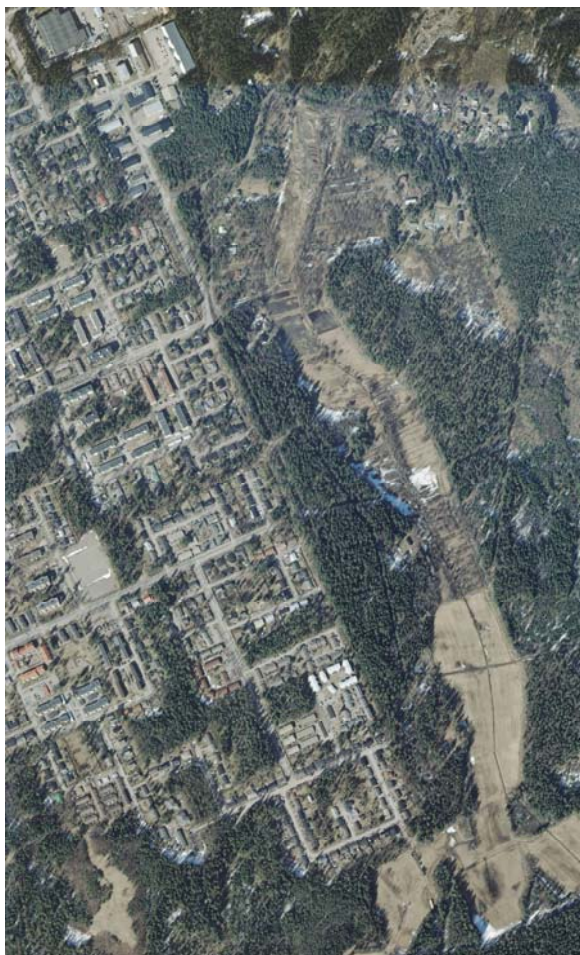
2.2 Pohjasuhteet

2.2.1 Pohjatutkimukset

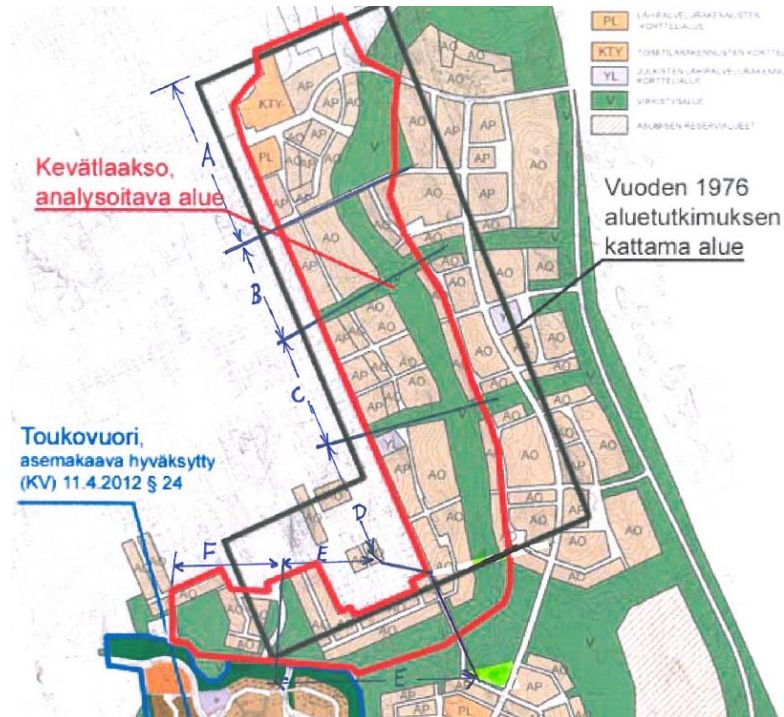
Alueen pohjasuhteiden kuvaamiseksi on alue tässä tarkastelussa jaettu viiteen alueeseen A, B, C, D, E ja F, jotka puolestaan on tarkastelussa jaettu pienempiin osa-alueisiin geologisin yms. perustein. Kuvassa 5 on esitetty valokuvia alueilta A...D.

Alueilta A, B C ja D on käytettävissä Porvoon kaupungin laatima pohjatutkimuskartta ja pohjatutkimusleikkauksia, joissa esitetyt kairaukset on tehty 1970-luvulla. Ko. kairaukset on tehty paino- ja lyöntikairauksina. Osa kairauksista on arvioitu päättyneen kallioon, mutta varmuutta tästä ei ole, koska kalliopinta varmistusta ei ole tehty porakonekairauksilla tai kaivinkoneella.

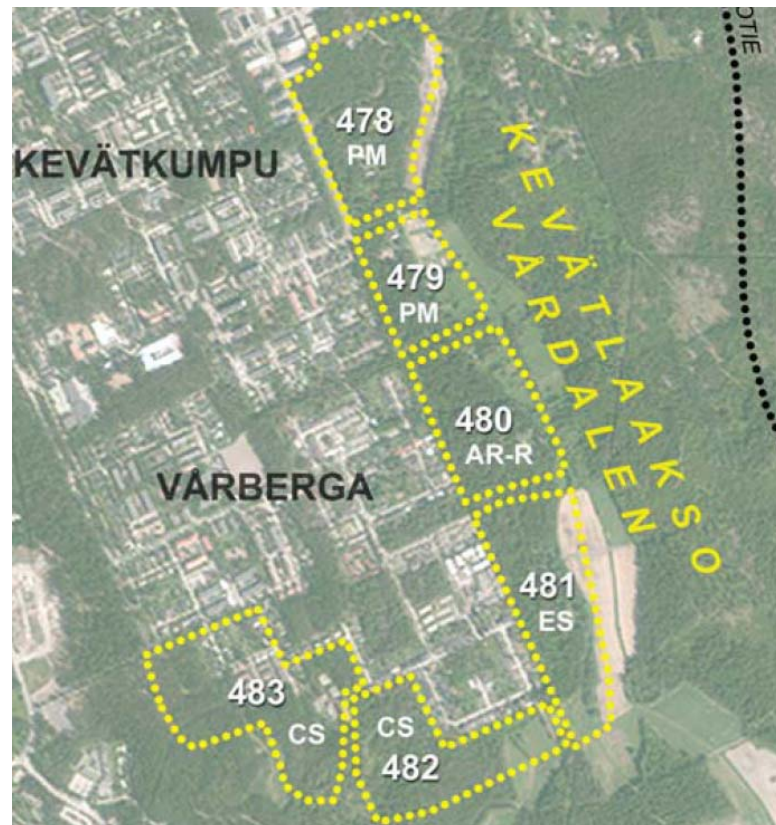
Alueelta E oli jonkin verran vanhoja kairaustietoja, mutta tämän selvityksen yhteydessä ko. alueelle ohjelmoitiin lokakuussa 2012 uusia painokairauksia 29 kpl, jotka Porvoon kaupunki teki joulukuussa 2012.



a



b



Kuva 4. Kevätkumpun alue jaettuna osa-alueisiin A...F pohjasuhdekuvausta varten (a) – A≈478, B≈479, C≈480, D≈481, E≈482 ja F≈483. Alueet on ilmakuvassa rajattu keltaisella (b).



a) Alue A, koilliskulma, etelään, vanha tiepohja



b) Alue A, itäosa, etelään, täyttöalue / maanainesten käsittelyalue / lumenkaatopaikka.



c) Alue B, eteläreuna, keskiosa, pohjoiseen, taustalla viljelypalsta-alue



d) Alue B eteläreuna, länsiosa, länteen, pumppaamo, vasemmalla SV-viemärin purkupaikka



e) Alue C länsiosa, etelään (Skaftkärrintie)



f) Alue C itäosa, pohjoisreuna, kaakkoon / etelään

jatkuu seuraavalla sivulla



g) Alue D, keskiosa, pohjoiseen, pohjois-eteläsuuntainen puro oikealla



h) Alue D, keskiosa, itään, keskellä pohjois-eteläsuuntainen puro

Kuva 5. Valokuvia Kevätlaakson osa-alueilta A...D (3.10.2012).

2.2.2 Maakerrosten paksuus ja laatu

Alue A

Pohjoisosa (kallio- ja kitkamaa-alue):

Alueen A pohjoisosa (Skaftkärrintien pohjoispuoli) on kairausten ja pohjakartan perusteella avokallio- ja moreenialuetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +25...+40. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 0...1 m syvyydellä maanpinnasta. Kairausten perusteella on arvioitu irtomaakerrosten olevan silttiä, silttimoreenia, hiekkaa ja soraa.

Länsiosa (kitkamaa-alue):

Alueen A länsiosa on kairausten perusteella moreenialuetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +19...+31. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 2,5...7 m syvyydellä. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu savinen siltti, silttinen hiekka ja hiekka.

Keski- ja itäosa (savi- ja täyttömaa-alue):

Alueen A keski- ja itäosa sijaitsee savialueella, josta suurin osa on matalan tai matalahkon savikon (0...2 ja 2...5 m) aluetta. Osalla aluetta savikerroksen paksuus on > 5 m (n. 5...7 m). Savikerros on paksuimmillaan alueen eteläosassa ja savikerros ohenee länteen, luoteeseen ja pohjoiseen mentäessä.

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella maanpinta on tasolla n. +18...+25. Maanpinta alueella nousee etelästä pohjoiseen mentäessä. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 2...11 m syvyydellä. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu savi ja hiekka. Maalajeina tavataan savea, silttiä, silttimoreenia, soraa ja soramoreenia. Läntisellä alueella hiekka on savikerroksen päällä. Alueen koilliskulmassa on pieni kitkamaa-alue.

Alueelle tehtiin maaliskuussa 2013 painokairaus ja otettiin 8 näytettä (tutkimuspiste RF1). Näytteiden perusteella n. 0...1,1 m syvyydellä on hiekkaa, jonka vesipitoisuus on n. 12...15 %. Syvyydellä 1,1...2,1 m on

silttistä hiekkaa ja/tai hiekkaista silttiä, jonka vesipitoisuus on n. 19...40 % ollen suurimmillaan syvyydellä 2,1 m. Syvyydellä 2,4...4,2 m on savea, jonka vesipitoisuus on n. 64...72 %. N. 2 m paksun savikerroksen alla on moreenia. Kairaus on päättynyt kiveen n. 5,8 m syvyydessä.

GTK:n geologisessa kartassa ko. alueella on täyttömaata, jonka alueelle ajamisen ajankohta ei ole tämän raportin kirjoittajalla tiedossa. 1970-luvulla tehdyissä tutkimuksissa alueella ei ole täyttökerrosta. Täyttömaakerroksen paksuus ja mahdollinen pilaantuneisuus ei ole tiedossa.

Alue B

Länsiosa (kitkamaa-alue):

Alueen B länsiosa on kairausten perusteella moreenialuetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +18...+24. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 1...2 m syvyydellä. Kairausten perusteella on pintakerrosten arvioitu olevan silttiä. Kairausten arvioidaan päättyneen moreenikerrokseen.

Keskiosa (savialue):

Alueen B keskiosa sijaitsee savialueella, josta suurin osa on matalan tai matalahkon savikon (0...2 ja 2...5 m) aluetta. Pienellä osalla aluetta savikerroksen paksuus on >5 m. Alueen maanpinta on tasolla n. +15...+20. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 3...8 m syvyydellä maanpinnasta. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu humusmaa, savi, hiekka, sora ja soramoreeni.

Alueelle tehtiin maaliskuussa 2013 paino- ja siipikairaus sekä otettiin 6 näytettä (tutkimuspiste RF2). Näytteiden perusteella 0,4...0,6 m syvyydellä on silttiä, jonka vesipitoisuus on n. 30 %. Syvyydellä 0,9...2,9 on savea, jonka vesipitoisuus on n. 51...69 % ollen suurimmillaan syvyydellä 1,9...2,1 m. N. 2 m paksun savikerroksen alla on moreenia. Kairaus on päättynyt kiveen n. 5,2 m syvyydessä.

Siipikairauksen perusteella syvyydellä 1...1,5 m redusoitumaton leikkauslujuus on n. 34...39 kN/m² ja häirityn maan leikkauslujuus n. 1 kN/m². Syvyydellä 2...2,5 m vastaavat arvot ovat n. 7...8 kN/m² ja 0,3 kN/m².

Itäosa (kitkamaa- ja avokallioalue):

Alueen B itäosa on kairausten ja pohjakartan perusteella moreeni- ja avokallioaluetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +20...+29. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 0...1 m syvyydellä. Kairausten perusteella, alue on avokallio- ja kallioaluetta, jossa irtomaakerrokset ovat silttimoreenia.

Alue C

Länsiosa (kitkamaa-alue):

Alueen C länsiosa on kairausten perusteella moreenialuetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +18...+28. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 1...4 m syvyydellä. Kairausten perusteella on irtomaakerrosten arvioitu olevan silttimoreenia ja silttiä (osittain savea). Alueen länsirajalla on pieni savikkoalue, jossa savikerroksen paksuus on alle 2 m. Alueen eteläosassa on pieniä avokallioalueita.

Keskiosa (savialue):

Alueen C keskiosa sijaitsee savialueella, josta suurin osa on matalan tai matalahkon savikon (0...2 ja 2...5 m) aluetta. Alueen keskellä kapealla kaistalla savikerroksen paksuus on >5 m. Maanpinta on tasolla n. +14...+19. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 2,5...11 m syvyydellä. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu savi ja siltti.

Alueelle tehtiin maaliskuussa 2013 kaksi paino- ja siipikairausta sekä yhdestä pisteestä otettiin 12 näytettä (tutkimuspisteet RF3 ja RF4). Näytteiden perusteella 0,4...5,6 m syvyydellä on savea, jonka vesipitoisuus vaihtelee n. 40...70 % välillä, suurimmillaan vesipitoisuus on syvyydellä 1,4...1,6 m. Syvyydellä 5,9...6,1 m on savista silttiä, jonka vesipitoisuus on n. 24 %. Saven paksuus kairauspisteiden kohdalla on noin 5 m ja saven alla on moreenia. Kairaus RF4 on päättynyt kiveen n. 8 m ja kairaus RF5 on päättynyt kiveen tai kallioon n. 4,1 m syvyydessä.

Siipikairauksen perusteella syvyydellä 0,5...1 m redusoitumaton leikkauslujuus on n. 19...45 kN/m² ja häirityn maan leikkauslujuus n. 2...5 kN/m². Syvyydellä 1,5...5,5 m vastaavat arvot ovat n. 2,5...10 kN/m² ja 0,3 kN/m².

Itäosa (kitkamaa- ja avokallioalue):

Alueen C itäosan kapea kaista on kairausten ja pohjakartan perusteella moreeni- ja avokallioaluetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +18...+26. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 1...3 m syvyydellä. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu silttinen hiekka ja siltti-moreeni.

Alue D

Länsiosa (kitkamaa- ja avokallioalue):

Alueen D länsiosa on kairausten ja pohjakartan perusteella moreeni- ja avokallioaluetta. Alueen maanpinta on tasolla n. +18...+32. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 1...2 m syvyydellä. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu silttimoreeni ja savi. Luoteiskulmassa on avokallioalue, joka on muuta aluetta korkeammalla. Länsiosan eteläosassa on savikkoalue, jossa savikerroksen paksuus on alle 2 m. Savikon keskellä on pieni kitkamaa-alue.

Keskiosa (savialue):

Alueen D keskiosa sijaitsee savialueella, joka jatkuu alueen itäreunalle ja josta suurin osa on matalan tai matalahkon savikon (0...2 ja 2...5 m) aluetta. Pienellä osalla aluetta savikerroksen paksuus on > 5 m. Maanpinta on tasolla n. +13...+19. Alueella kairaukset ovat päättyneet n. 1...10 m syvyydellä. Kairausten perusteella on maalajiksi arvioitu savi, sora ja hiekka.

Savialueen savi on paikoin hiekkakerroksen alla (mm. alueen E koillis-kulman lähellä ja siitä kohden koillista...itää alueella D).

Alueelle tehtiin maaliskuussa 2013 neljä painokairausta, yksi siipikairaus sekä kolmesta pisteestä otettiin yhteensä 17 näytettä (tutkimuspisteet RF5, RF6, RF7 ja RF9). Kairaukset RF5 ja RF9 sijaitsevat alueen pohjoisosassa. Kairaus RF6 sijaitsee alueen länsiosassa ja kairaus RF7 sijaitsee alueen itäosassa.

Pohjoisosan näytteiden perusteella 0,4...4 m syvyydellä on savea, jonka vesipitoisuus on n. 51...79 % ollen suurimmillaan 2,4...2,6 m syvyydellä. Savikon paksuus kairauspisteiden välillä on n. 4...6 m. Länsiosan näytteiden perusteella 0,4...1,9 m syvyydellä on savea, jonka vesipitoisuus on 34...55 %. Savikon paksuus tässä kohdassa on n. 2 m. Itäosan näytteiden perusteella 0,4...2,5 m syvyydellä on savea, jonka vesipitoisuus on 30...40 %. Kairauksen kohdalla saveen paksuus on n. 2 m. Savikerroksen alla kaikissa tutkimuspisteissä on moreenia. Kairaukset ovat päättyneet kiveen tai kallioon syvyyksillä n. 2...8,2 m.

Siipikairauksen (RF9) perusteella redusoitumaton häiriintymätön leikkauslujuus syvyydellä 0,5 m on 41 kN/m^2 ja häirityn maan leikkauslujuus on n. 1 kN/m^2 . Syvyydellä 1...5,5 m vastaavat arvot ovat n. 6...10 kN/m^2 ja n. 0,3...1 kN/m^2 .

Koillisosa (kitkamaa- ja avokallioalue):

Alueen D koillisosan kapea kaista on kairausten ja pohjakartan perusteella moreeni- ja avokallioaluetta, joka rajautuu savikkoon. Alueen maanpinta on tasolla n. +19...+20 (...+27 koilliskulmassa). Alueelta ei ole kairaustietoja.

Alue E

Alueelta E on vanhoja kairauksia ainoastaan alueen pohjoisreunalta lukuun ottamatta alueen lounaiskulmaa. Porvoon kaupunki on tehnyt alueelle 29 painokairausta joulukuussa 2012. Lisäksi tutkimuspisteessä RF8 on tehty yksi painokairaus näytteenoton yhteydessä (10 näytettä).

Näytteiden perusteella 0,4...5 m syvyydellä on savea, jonka vesipitoisuus on n. 41...58 %. Suurimmat vesipitoisuudet mitattiin syvyydellä 0,8...1 m, 2,4...3,1 m ja 4,8...5 m. Kairauspisteen kohdalla saveen paksuus on n. 5 m ja tämän alla on moreenia. Kairaus on päättynyt 5,7 m syvyydessä kiveen tai kallioon.

Länsiosa (kitkamaa- ja avokallioalue):

Alueen E keski- ja länsi-osa ovat kairausten ja pohjakartan perusteella moreeni ja avokallioaluetta. Alueen maanpinta on tasolla +17...+32. Alueella kairaukset ovat päättäneet n. 0,5 ...2,5 m syvyydellä. Kairauksen perusteella on maalajiksi arvioitu sora ja silttimoreeni.

Lounais- ja luoteisnurkka (savialueet)

Alueen lounais- ja luoteisnurkissa on pienet savialueet, joissa maanpinta on tasolla +21... +23. Alueen kairaukset ovat päättäneet n. 3 ... 7 m syvyydessä. Savikerroksen paksuus on välillä 2...5 m. Savikerros on (ainakin osin) hiekka- tai silttikerroksen alla.

Itäosa (savialue):

Alueen E itäosa sijaitsee savialueella, joka jatkuu alueen itäreunalle ja josta suurin osa on matalan savikon (0...2 m) aluetta. Savikkoalueen maanpinta on tasolla +12... +20. Alueen pohjoisreunalla sijaitsevien kairausten perusteella alueen maalajeina on silttistä savea, silttiä ja silttimoreenia. Alueella kairaukset ovat päättäneet n. 0,5...2 m syvyydellä.

Alue F (Koilliskulma)

Koilliskulma:

Alueen koilliskulmassa on pieni savialue, jossa maanpinta on tasolla +24... +26. Alueen kairaukset ovat päättäneet n. 4 m syvyyteen. Savikerroksen paksuus on välillä 2...5 m. Savikerros on (ainakin osin) hiekkaisen kerroksen alla.

Keski- ja Länsiosa (moreeni ja kallio):

Alueen F keski- ja länsiosa on pohjakartan perusteella moreeni ja kallioaluetta. Alueella on myös avokallioesiintymiä. Alueen luonnon maanpinta on tasolla +25...+34. Alueella ei ole kairauksia.

Länsi...lounaisosan Rajapuistossa on täyttömaa-alue (täyttömäki). Täyttömäen korkein kohta on alueen eteläosassa noin tasolla +42...+43. Korkeimmalta kohdalta maasto viettää jyrkästi itään, etelään ja länteen. Pohjoiseen maasto laskee loivemmin, siten että mäen pohjoisosa on tasolla noin +27...+28. Aluetta on täytetty Kevätkummun asuinalueen rakentamisen yhteydessä 1970- ja 1980-luvuilla. Täyttömäen maaperän pilaantuneisuustutkimus on tehty Ramboll Finland Oy:ssä Porvoon kaupungin toimeksiannosta ja raportoitu 11/2012. Täyttömäen pinta-ala on noin 2,5 ha ja täytön tilavuus noin 180 000...220 000 m³tr. Tehdyssä pima-tutkimuksessa on havaittu täyttömäen maaperässä VNa 214/2007 alempien ohjearvojen ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, mutta riskitarkastelun perusteella kohteessa ei ole puhdistustarvetta.

2.3 Pohja- ja pintavesi

Kohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin luokiteltu pohjavesialue (I-luokka alue 0161251 A Porvoo) sijaitsee noin 3 km länteen/luoteeseen.

Maastomuotojen, avokallio- ja avovesihavaintojen sekä purojen virtaussuuntien perusteella arvioituna pohjaveden pääasiallinen virtaussuunta selvitysalueella on kohden savikkoaluetta ja kohden etelää. Savikerroksen alapuolinen pohjavesi saattaa olla paineellista.

Alueilla A...F ei ole tiedossa olevia pohjaveden havaintoputkia. Pohjaveden pinnan tason määrittämiseksi on alueelle asennettava pohjavesiputkia.

Savikkoalueella orsiveden pinta on lähellä maanpintaa. Alueella A savikkoalueen itäosassa on havaittu avovesilammikoita (kuva 6a). Alueella B pohjois-eteläsuuntaisen puron vesipinta on lähes maanpinnan tasolla (kuva 6b). Myös alueella D pohjois-eteläsuuntaisen purossa vesipinta on lähellä maanpintaa (kuva 6c).

Alueella F on täyttömäen tutkimusten yhteydessä havaittu 5 pisteessä täytön sisäistä orsivettä (pieniä vesitaskuja). Lisäksi yhdessä tutkimuspisteessä on todettu mahdollinen pohjavesipinta likimain tasolla +28,4.



a) Alue A, koilliskulma vanhan tiepohjan vieressä. Alueella suuria avovesilammikoita.



b) Alue B, eteläosa, silta puron yli ja vesi lähes maan pinnan tasolla.



c) Alue D, keskialue, puron ylittävän tien rumpu ja vesi hieman maanpinnan alapuolella

Kuva 6. Pintavesihavaintoja Kevätlaakson alueilta A, B ja D. (3.10.2012)

2.4 Painumat

Parametrit, laskentatapa ja kuormat:

Savi kokoonpuristuu kuormituksen ja pohjavedenpinnan mahdollisen alenemisen vaikutuksesta. Kokoonpuristuman suuruus on riippuvainen saven ominaisuuksista (vesipitoisuus, humuspitoisuus ja saven esikonsolidaatiojännitys), savikerroksen paksuudesta sekä lisäkuormituksen suuruudesta. Painumanopeus on riippuvainen savikerroksen paksuudesta (suotomatkastasta), vedenläpäisevyydestä sekä ala- ja yläpuolisten kerrosten vedenläpäisevyydestä (kuivatusominaisuuksista). Lisäksi painuman suuruus on riippuvainen saven rakenteellisista ominaisuuksista, jotka ovat erilaisin mm. silloin, kun savi on sedimentoitunut suolaisen tai makean vesistön pohjaan ("Itämeren eri jäärivaiheissa").

Normaalisti saven painuma arvioidaan laboratoriossa tehtyjen ödometrikokeiden perusteella. Mikäli ödometrikokeita ei ole tehty, arvioidaan painuma karkeasti saven vesipitoisuuden perusteella. Kevätlaakson tarkastelualueelta ei ole tehty yhtään ödometrikoetta. Näytteitä savikerroksesta on otettu 03/2013 ja niille tehty laboratoriokokeet 04/2013 (mm. vesipitoisuus).

Laskentaparametrien puuttuessa on syksyllä 2012 arvioitu savikerroksen vesipitoisuudeksi 80 %, joka on melko tyypillinen arvo Etelä-Suomen savikoilla, joilla savikerroksen vesipitoisuus vaihtelee yleisesti välillä 60...140 % kuivakuorikerroksen alapuolella.

03/2013 otetuissa maanäytteissä havaittiin saven vesipitoisuuden vaihtelevan suunnittelualueella A välillä 19...40 % syvyydellä 1...2 m ja välillä 64...72 % syvyydellä 2...4 m maanpinnasta. Suunnittelualueiden B, C, D ja E maanäytteissä havaittiin saven vesipitoisuuden vaihtelevan välillä 30...68 % syvyydellä 0...1 m, välillä 30...70 % syvyydellä 1...2 m, välillä 40...79 % syvyydellä 2...5,5 m ja n. 24 % syvyyden ollessa yli 5,5 m. Näin ollen voidaan arvioida, että syksyllä 2012 arvioidut painumat olisivat "varmalla puolella" eli todelliset painumat lasketta pienempiä ($w_{\text{arvioitu}} 80 \% < w_{\text{laboratoriossa tutkittu}} 30...79 \%$).

Painuman suuruus ja painumanopeus on laskettu excel-ohjelmalla (Smura), joka laskee painuman tangenttimoduulimenetelmällä käyttäen annettua vesipitoisuudesta kokemusperäisillä yhtälöillä määritettyjä moduulilukua (m) ja jännitysexponenttia (β). Saven konsolidatiokerroin on arvioitu kokemusperäisesti saven arvioidun vesipitoisuuden perusteella.

Painumalaskelma on tehty olettaen tarkastelualueelle 1 m korkea kitkamaatäyttö ja olettaen, että pohjamaan stabiliteetti (varmuus liukupintasortumaa vastaan) on riittävä. Tarkastelualueella stabiliteettia ei ole laskettu.

Edellä kuvatulla menetelmällä määritetty primaarisen konsolidaatiojännityksen suuruus sekä painuma-aika on esitetty kuvassa 7 savikerroksen paksuuden suhteen. Vesipitoisuusmenetelmällä laskettu painuma-arvio on suuntaa-antava jatkosuunnittelulle ja ko. arviot on

tarkistettava seuraavassa suunnitteluvaiheessa sitten, kun on käytettävissä ödometrikotuloksia ja kattavammin vesipitoisuusmäärittäviä.

Painumakriteerit:

Julkaisussa RIL 234-2007 *Pihojen pohja- ja päällysrakenteet* on esitetty vaatimukset laatuluokan 2 alueille eli asunto-, toimisto- ja liikerkennusten pihat, joilla on pienemmät toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset (taulukko 1 ja 2). Laatuluokassa 1 painumakriteerit ovat n. puolet luokalle 2 esitetyistä vaatimuksista. Laatuvaatimukset perustuvat ulkonäköön, sallittuihin pitkäaikaisiin painumiin sekä sallittuihin routaliikkeisiin. Tässä tarkastelussa ei ole huomioitu pohjamaan routivuutta, vaan se on otettava huomioon tarkemmassa suunnitteluvaiheessa.

RIL:n julkaisussa esitettyjen sallittujen painumien perusteella on otettu piha-alueilla painumakriteeriksi 200 mm ja kasvillisuusalueille 300 mm. Nämä kriteerit on lisätty kuvaan 7. Näiden kriteerien perusteella on myös suunnitelmapiirustukseen 1510000613-1 rajattu alue, jonka ulkopuolella pihojen perustaminen ilman pohjavahvistustoimenpiteitä on alustavasti arvioituna mahdollista ja jonka sisäpuolella (eli paksumman savikon alueella) ko. painumakriteerien saavuttamiseksi tarvitaan pohjavahvistustoimenpiteitä.

Tehtyjen alustavien painumalaskelmien perusteella 2 m savikerrospaksuudella laskennalliset painumat ovat n. 200 mm, kun pihalle tehdään 1 m täyttökerros kitkamaasta. Vastaavasti pihojen kasvillisuusalueilla laskennalliset painumat ovat n. 300 mm, kun savikerroksen paksuus on n. 3...4 m. Luonnollisesti ohuemalla täyttöpaksuudella painumat ovat pienemmät ja paksummalla suuremmat.

Pohjavahvistukset ja esirakentaminen:

Syvemmän savikerroksen alueella tarvitaan pohjavahvistusta, esirakentamista tai täyttöjen keventämistä painumien pienentämiseksi. Pohjavahvistus tarkoittaisi ko. kohteessa pilari- tai massastabilointia, pystyöjitusta tai massanvaihtoa. Keventäminen tarkoittaisi raskaamman täytön ja pohjamaan pinnan korvaamista kevyemmällä materiaalilla esim. kevytsoralla tai vaahtolasimurskeella.

Mahdollisesti joillakin alueilla esirakentamiseksi riittäisivät esikuormituspenkereet, jotka puretaan ennen talojen rakentamista tai kauempana taloista rakentamisen aikana / jälkeen. Esikuormituspenkereet vaativat yleensä useiden vuosien vaikutusajan, joten niiden käyttäminen vaatii hyvää ennakkosuunnittelua, aikataulutusta sekä logistiikkaa (hyvin suunniteltuna esikuormitusmaa-ainekset voidaan käyttää muualla alueella lopullisiin rakennekerroksiin tai täyttöihin ja välttämään maa-ainesten turhilta siirroilta). Mahdollisesti esikuormittamisessa voitaisiin hyödyntää myös muualta tuotavia ylijäämämaita.

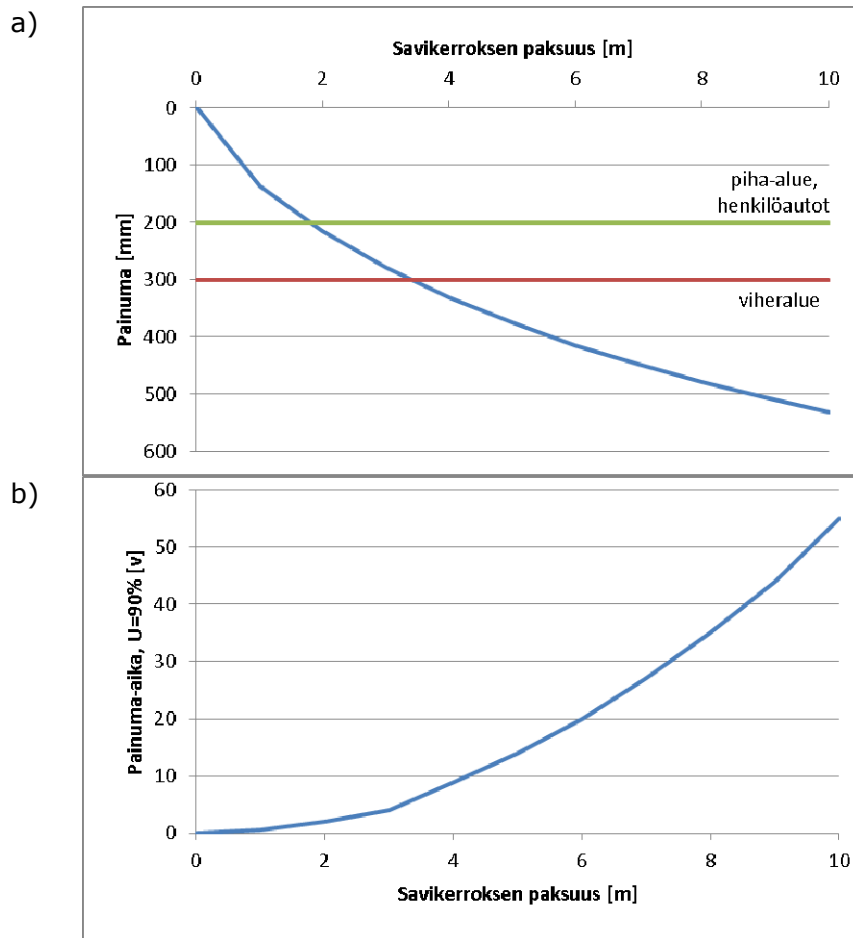
Putkilinjojen yms. herkkien rakenteiden perustamiseen tarvitaan pohjarakenteita tai pohjavahvistusta myös alueella, jossa laskennallinen painuma on ≤ 200 mm.

Taulukko 1. Asuntorakennusten pihoille sallittu laskennallinen kokonaispainuma laatuluokassa 2 (RIL 234-2007).

Päällysteen tyyppi	Aluetyppi	Ulkonäkö	Sallittu laskennallinen kokonaispainuma
Luonnonkivi-laatat	3 ja 4 1 ja 2	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	Käytetään vain poikkeustapauksissa
Ladotut betoni- tai luonnonkivi-päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Päällysteessä vain vähäistä epätasaisuutta	200 mm 250 mm
Sidotut päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Päällysteessä vähäisiä kunnossapidolla hoidettavia halkeamia	200 mm 250 mm
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4 1 ja 2	Vähäistä lätkäilymistä sateella	200 mm 250 mm
Kasvillisuus-alueet	K	Vähäistä lätkäilymistä	300 mm

Taulukko 2. Pihojen aluetyypit (RIL 234-2007).

Pihan aluetyppi	Kuvaus
4	Raskaalle ajoneuvoliikenteelle tarkoitetut liike- ja teollisuusrakennusten lastauspihat, kulkutiet ja varastoalueet.
3	Henkilöautoliikenteelle tarkoitetut piha- ja paikoitusalueet, joilla on satunnaista raskaiden ajoneuvojen liikennettä. Puhtaanapito hoidetaan traktoriluokan tai sitä raskaammalla puhtaanapitokalustolla.
2	Jalankululle ja oleskelulle tarkoitetut piha-alueet, joilla on poikkeuksellisesti henkilöautoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan traktoriluokan koneilla.
1	Pelkästään jalankululle ja oleskelulle tarkoitetut piha-alueet, joilla ei ole lainkaan ajoneuvoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan käsin tai kevyillä koneilla.
K	Kasvillisuusalueet ja muut aluetyypien 1...4 ulkopuoliset alueet.



Kuva 7. Savikerroksen primaarisen konsolidaatiopainuman suuruus (a) ja painuma-aika (b) savikerroksen paksuuden suhteen.

2.5 Stabiliateetti

Suurella osalla tarkastelualueetta pohjamaa on kitkamaata, joten ko. alueilla stabiileettiongelmia ei ole odotettavissa. Jyrkkien kalliopintojen päällä olevien kitkamaakerrosten tai tulevien täyttöjen kohdalla on kuitenkin suunnitteluvaiheessa arvioitava ko. kerrosten pysyvyys.

Savialueella virtaa pohjois-eteläsuuntainen puro, johon on suunniteltu tehtävän puron muotoilua puron maisemoimiseksi sekä hulevesien viivytämiseksi sekä puron "tulva-altaiden" kapasiteetin kasvattamiseksi. Ko. muotoilujen reunoissa stabiileetti saattaa olla heikko ja se on suunnitteluvaiheessa tarkistettava asian mukaisilla stabiileettilaskelmilla, joissa savikerroksen leikkauslujuusparametrit perustuvat riittävässä laajuudessa tehtyihin siipikairauksiin ja maanäytteiden laboratoriotutkimuksiin (riittävät tutkimukset tehtävä myöhemmissä suunnitteluvaiheissa).

Katujen, pihojen, yms. rakenteiden stabiileetti on myös tarkistettava suunnittelun edetessä. Joidenkin vaarallisimmalta näyttävien kohtien

kokonaisstabiilitteetti on syytä tarkistaa alustavasti jo kaavoitusvaiheessa. Näiden laskentakohtien sijainti on määritettävä yhdessä kaavoittajan kanssa.

Alueen savikerroksen leikkauslujuus on melko suuri pintaosassa, mutta joissakin siipikairauksissa sekä painokairauksissa on havaittu hyvin heikkoja kerroksia syvemmällä mm. alueella C (esim. leikkaus 1140). Erityisesti tämän tyyppisissä kohdissa on kiinnitettävä huomiota stabiilitteettitarkasteluihin.

3. Alueen rakennettavuus

3.1 Yleistä rakennettavuudesta

Selvitysalue soveltuu rakentamisalueeksi hyvin kitkamaa-alueiden osalta. Pehmeikköalueilla rakentaminen on teknisesti mahdollista, jolloin pihojen painumien hallitsemiseksi tarvitaan pohjarakenteita tai pohjavahvistusta osalla savialuetta. Savialueella rakennukset on perustettava paalujen varaisesti. Syvimmät raskaimmin pohjarakennettavat alueet suositellaan kaavaa laadittaessa jätettäväksi viheralueiksi tms. alueiksi, joilla ei ole tiukkoja painumakriteerejä.

Savialueella pohjois-eteläsuuntaisessa purossa vedenpinta on lähellä maanpintaa ja tulva-aikaan vesi todennäköisesti nousee viereiselle pellolle (?). Savialueella ja muutoin alavilla alueilla on kiinnitettävä erityistä huomiota kuivatukseen ja pihojen tasovaatimuksiin siten, että kuivatus ei muodostu ongelmaksi ja haittaa tonttien myymistä.

Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa ja ennen rakentamiseen ryhtymistä tulee pohjasuhteet varmistaa yksityiskohtaisilla pohjatutkimuksilla tulevien rakennusten, kunnallistekniikan ja katujen kohdilla sekä puron läheisyydessä. Tarkentavat pohjatutkimukset suositellaan tehtäväksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin on mahdollista havaita ajoissa alueet, joilla pohjavahvistukseksi (mahdollisesti myös talojen osalta?) riittäisi riittävän pitkäaikaisesti vaikuttava esikuormitus. Mikäli esikuormituksen mahdollisuus havaitaan liian myöhäisessä vaiheessa, ei esikuormitus ehdi vaikuttaa riittävän pitkään poistaakseen painumat riittävästi.

Eräs harkittavissa oleva vaihtoehto olisi sijoittaa yksityisten kertarakentajien omakotitalotontit helpommin rakennettaville kitkamaa-alueille ja varata rakentamisen kannalta haasteellisemmat savikkoalueiden tontit ammattimaisille rakentajille. Toinen mahdollinen vaihtoehto olisi se, että kaupunki esirakentaisi savikkoalueen tontit ennen niiden myymistä kertarakentajille.

3.2 Rakentamisjärjestys

Alustavan tarkastelun perusteella parhaiten rakentamiselle soveltuvia alueita ovat osa-alueiden A, B, C ja D länsiosat, alueen E länsiosa sekä alueen F itä- ja pohjoisosa. Vaikeammin rakennettavia ovat savialueet.

Alustavan tarkastelun perusteella alueen rakentaminen suositellaan aloitettavaksi kitkamaa-alueilta. Puron esirakentaminen ("meanderit", tulva-altaat, "kausikosteat", maisemoinnit, yms.) suositellaan myös tehtäväksi alueen rakentamisen alkuvaiheessa. Muut savialueet suositellaan rakennettavaksi viimeiseksi, jolloin niiden esirakentamiselle olisi eniten aikaa ja niillä olisi mahdollista käyttää edullisempia, mutta kuormitusaikaa vaativia pohjanvahvistusmenetelmiä (esim. esikuormitusta). Esikuormituspenkereisiin tarvittavat maa-ainekset saattaisi olla mahdollista saada ensin rakennettavilta kitkamaa-alueilta.

3.3 Rakennusten perustamistavat

Kitkamaa-alueilla talot voidaan perustaa anturoilla (mahdollisesti paikoin pilariperustuksilla) kantavan kitkamaakerroksen varaan. Myös yhtenäisellä reunapalkilla vahvistetulla tb-laamalla perustaminen tulee kyseeseen. Tarvittaessa lisävarmuutta maanvaraiseen perustamiseen saadaan suorittamalla maaperän esikuormitus käyttäen kitkamaapengertä ja seuraamalla painumia, mikäli rakennuksen kohdalla on löyhiä kitkamaakerroksia. Esikuormituksen painon tulee olla vähintään suunnitellun rakennuksen painon suuruinen. Kitkamaa-alueet oletetaan routiviksi. Osalla tonteista on varauduttava louhintaan.

Savialueella talot perustetaan paaluilla kovan maapohjan (moreenin tai kallion) varaan. Paalupituuksia ei ole arvioitu piirustukseen. 1970-luvulla tehtyjen kairausten perusteella paalujen päättymistasoa ei ole mahdollista arvioida luotettavasti, mutta karkeasti arvioituna se on useita metrejä saven alapinnan tason alapuolella.

Soveltuva paalutyyppi on esim. 250 x 250 mm² tai 300 x 300 mm² teräsbetoninen lyöntipaalu tai pienidimensioinen teräspalkkipaalu esim. Ø90 mm. Palkkipaaluissa tulee huomioida korroosion kantavuutta vähentävä vaikutus ja myös paalun nurjahdus tulee tarkistaa. Paalutettujen rakennusten alapohjat tehdään kantavina. Tuuletettu alapohja on mahdollinen kellarittomissa rakennuksissa. Paalutettavaksi alustavasti suositellun alueen raja-alue on esitetty piirustuksessa 1510000613-1.

Kitkamaa-alueella kellareita voidaan todennäköisesti rakentaa suhteellisen normaalisti, mutta paikoin mahdollisesti korkealla oleva pohjavedenpinta tulee huomioida. Kellareiden rakentamismahdollisuus riippuu myös alueen yleistasauksesta.

Matalammalla savikko-alueella sekä kitkamaa- ja savikkoalueiden reunaa-alueella talot perustetaan reunavahvistetun laatan, pilariperustusten, kaivonrengasperustusten tai massanvaihdon varaisesti. Perustamistapa on tarkennettava yksityiskohtaisessa suunnittelussa. Mahdolli-

sesti talojen perustaminen olisi mahdollista myös syvästabiloinnin varaisesti.

Porvoo on radonherkkää aluetta, joten Porvoossa on aina rakennettava Radonturvallisesti.

3.4 Kaivannot

Alustavasti arvioituna savikkoalueella kaivannot voidaan tehdä luiskattuina kaltevuudessa 1:1 kaivussyvyyteen 2 m asti edellyttäen, että pohjavesi on alennettu kaivutason alapuolelle. Tätä syvempien kaivantojen osalta suositellaan varauduttavaksi tuettuihin tai loivempi luis-kaisin kaivantoihin erillistarkastelun perusteella. Kaivun yhteydessä pohjavesipinnan alapuolelle tulee varautua pohjaveden alennukseen tyhjiömenetelmällä. Kaivannot ja mahdolliset pohjaveden alennukset suunnitellaan tarkemmin myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

Syvälle ulottuva kunnallistekniikka on suositeltavaa rakentaa ennen viereisten rakennusten rakentamista. Yli 2 m syvät kaivannot on tarkasteltava aina erikseen ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomioita työturvallisuuteen erityisesti pohjaveden tuntumassa tai sen alapuolella. Kaivantoluiskien vierellä ei tule liikkua raskailla työkoneilla eikä niitä saa käyttää varastokenttinä.

Eri tavalla muodostuneiden maakerrosten välistä saattaa purkaantua vettä, joka aiheuttaa maaperän häiriintymisen ja lujuuden pienenemisen. Häiriintyminen voidaan estää suorittamalla alueen kuivatus ennen kaivuun ryhtymistä. Kuivatus tehdään reilusti (> 1m) kaivutason alapuolelle ulotetuista pumppauskuopista tai -kaivoista.

3.5 Kuivatus

Rakennukset varustetaan salaojituksella ja vedet johdetaan sadevesijärjestelmään kaupungin laatiman erillisen hulevesisuunnitelman mukaan. Valmis maanpinta kallistetaan rakennuksesta poispäin kuivatusohjeiden mukaan.

Piha- ja liikennealueilla pinnanmuotoilu tehdään vähintään 1 %:n kaltevuuteen, jolloin valumavedet pääsevät poistumaan pintavaluntana. Suositeltava kallistus on kuitenkin 2,5 %. Alueelle tulee rakennettavaksi sadevesiviemäröinti kaivoineen.

Työnaikainen kuivatus hoidetaan avopumppauksella ja tarvittaessa syvässä pohjaveden alentamisessa tyhjiömenetelmällä. Alueen työnaikaisten kuivatusvesien johtaminen pohjois-eteläsuuntaiseen puroon tehdään tasausaltaiden kautta, joissa pumppausvesien ja pintavesien kiintoainekset laskeutetaan ennen vesien puroon johtamista.

3.6 Piha- ja liikennealueiden perustaminen

Alueen piha- ja liikennealueiden perustaminen savikkoalueella on esitetty kohdassa 2.4.

Muulla piha- ja liikennealueet voidaan perustaa kantavan pohjamaan/täyttökerroksen varaan. Mahdollisesti paikallisesti tarvitaan massanvaihtoja tms. pienempien turvealueiden tai pehmeikköjen, joita ei ole havaittu 1970-luvulla tehdyssä alueellisessa alustavassa tutkimuksessa, kohdalla Rakennekerrosten ja pohjamaan väliin asennetaan suodatinkangas. Rakennekerrokset mitoitetaan kantavuuden perusteella ja tarvittaessa huomioidaan maaperän routivuus. Rakennekerrosten salaojitustarve tarkastellaan tapauskohtaisesti.

3.7 Kunnallistekniikka

Kunnallistekniikan rakentamisessa huomioidaan savikkoalueella maaperässä tapahtuvat painumat ja niiden vaikutus putkien toimintaan. Putkien ja johtojen kohdalla tehdään tarpeen mukaan pohjanvahvistus siten, että kunnallistekniikan toiminta voidaan halutulla tavalla varmistaa. Yleensä kunnallistekniset gravitaatioputket sietävät hyvin vähän painumia. Painejohdot ja kaapelit sietävät paremmin painumaa ja painumaeroja.

Kiinteistöjen liitosjohdot suositellaan perustettaviksi samalla tavalla kuin kaupungin päälinjatkin on perustettu.

Paalutettujen rakennusten seinälinjoilla varmistetaan siirtymärakenteilla, ettei putkien tai johtojen rikkoontumista pääse rakennuksen/pihan rajakohdassa tapahtumaan pihan mahdollisen painuman vuoksi.

Kunnallisteknisille linjoille rakennetaan määrävälein savisulkuja tai vastaavia, joilla estetään pohjaveden kulkeutuminen linjoja pitkin. Jatkuva uuden pohjaveden purkaantuminen putkilinjojen maarakenteisiin voi aiheuttaa huomattavia routanousuja ja vaurioita pakkaskausina. Tämä voi tapahtua, mikäli alueen pohjavedenpinta on korkeammalla kuin putket.

4. Yhteenveto

Alue on karkeasti jaoteltuna kitkamaa-aluetta (moreenia ja kalliota) ja savialuetta (purolaaksossa ja muissa painanteissa).

Alueelle on tyypillistä melko suuret korkeuserot. Alueen etelärajalla savikolla maanpinta on alimmillaan tasolla n. +13 ja korkeimmillaan alueen pohjoisreunalla kalliopinta nousee tasolle +40. Länsikärjessä täyttömaen pinta tasolle n. +43 (piirustuksessa 1510000613-1 täyttömaen pinnan korko ei ole oikein).

1970-luvulla tehtyjen kairausten perusteella arvioitu savikerroksen paksuus on enimmillään n. 7 m. Savikerroksen paksuus on pääasiassa alle 3...4 m. Kitkamaa-alueet ovat pääosin moreenia. Alueella on myös avokallioesiintymiä. Kitkamaa- ja savialueet voidaan olettaa routiviksi.

Alueen länsikärjessä Rajapuistossa on täyttömäki, joka on peräisin Kevätkummun rakentamisalueelta. Täyttömäen alueelle on tehty pimaselvitys, jossa on esitetty, että täyttömäen alueelle ei ole tarpeen tehdä pima-kunnostusta. Alueen pohjoisosassa on myös matala täyttö-alue, jonka täyttömaa-ainesten laatu ja mahdollinen pilaantuneisuus ei ole tiedossa.

Pohjaveden pinta alueella ei ole tiedossa. Savialueella pohjaveden pinnan arvioidaan olevan lähellä maanpintaa, mutta pohjavesi saattaa olla paineellista (alueella ei ole pohjavesiputkia, mutta niitä olisi syytä asentaa). Rajapuiston täyttömäessä on havaittu koekuopassa orsi-vesipinta lähellä ympäröivän maanpinnan tasoa. Etelä-pohjoissuuntaisessa purossa savialueella on havaittu vesipinta lähellä maanpintaa.

Savialueella syvemmän savikolla pihojen perustaminen edellyttää pohjarakentamista tai pohjavahvistusta, jotta painumat saadaan riittävän pieniksi. Mahdollisesti myös esikuormitus tulee kyseeseen. Alueiden, joissa pihojen painuma on < 200 / 300 mm, rajausta on tehty alustavien painumalaskelmien perusteella. Painumalaskelmat on tehty vesipitoisuuden perusteella arvioiduilla kokemusperäisillä parametreilla (alueelta ei ole ödometrikoetuloksia) ja arvioiduilla täyttöpaksuuksilla, joten laskelmat ovat tarkkuudeltaan suuntaa-antavia ja ne on tarkistettava, kun alueen saven ominaisuuksista ja tulevista täyttöpaksuuksista on lisätietoja.

Kitkamaa-alueilla talot voidaan perustaa anturoilla (mahdollisesti paikoin pilariperustuksilla) kantavan kitkamaakerroksen varaan. Myös yhtenäisellä reunapalkilla vahvistetulla tb-laamalla perustaminen tulee kyseeseen. Osalla tonteista on varauduttava louhintaan.

Savikkoalueella talot perustetaan paaluilla kovan maapohjan (moreenin tai kallion) varaan. Matalammalla savikko-alueella sekä kitkamaa- ja savikkoalueiden reuna-alueella talot perustetaan reunavahvistetun laatan, pilariperustusten, kaivonrengasperustusten tai massanvaihdon varaisesti. Mahdollisesti perustaminen olisi mahdollista myös syvästabiloinnin varaisesti. Perustamistapa on tarkennettava yksityiskohtaisessa suunnittelussa.

Putkien ja johtojen kohdalla tehdään tarpeen mukaan pohjanvahvistus siten, että kunnallistekniikan toiminta voidaan halutulla tavalla varmistaa.

Pohjois-eteläsuuntaisen puron maisemoinnin ja muotoilun stabiliteetti sekä katujen, pihojen, yms. rakenteiden stabiliteetti on myös tarkistettava suunnittelun edetessä. Lisäksi joidenkin vaarallisimmalta näyttä-

vien kohtien kokonaisstabiliteetti on syytä tarkistaa alustavasti jo kaavoitusvaiheessa.

Osalla aluetta on todennäköisesti tontteja, joilla tarvitaan louhintaa. Näiden tonttien osalta voi harkita vaihtoehtoa, jossa kaupunki louhisi ko. tontit valmiiksi kaavan mukaiseen tasoon ennen tonttien myymistä (ja hyödyntäisi/väliavarastoisi louheet). Tällöin omakotitonttien rakentajien ei tarvitsisi tehdä louhintaa tontti kerrallaan vaan he pääsisivät aloittamaan tietylle tasolle tasatulta pinnalta. Tämän tasauksen lisäksi tulisi tehdä myös irtilouhintaa putkilinjoja yms. varten, jolloin putkilinjojen rakennettaessa louhinnan sijaan kaivettaisiin louhe pois putkilinjan yms. kohdalta.

Alueelta on tehty yli 500 kpl paino- ja täry-/lyöntikairauksia 1970-luvulla Porvoon kaupungin alueelta. Entisen Porvoon maalaiskunnan alueelta (alueen eteläosa) on tehty painokairauksia 12/2012. 1970-luvulla tehtyjä kairauksia ei ole viety pohjatutkimusrekisteriin, joten niiden käytettävyys jatkosuunnittelussa on rajallinen. Ko. kairaukset on jatkosuunnittelun lähtötiedoiksi digitoitava ja kairauspisteille on määritettävä uuden koordinaattijärjestelmän mukaiset koordinaatit.

Espoossa, 22.05.2013

Juha Forsman
DI, toimialapäällikkö

Heikki Hämäläinen
DI, suunnittelija

Sirpa Toroi
ins. AMK,
suunnittelija