

TM6 TALMANKAAREN ASEMAKAAVAN RAKENNETTAVUUS- SELVITYS

TYÖNUMERO 1187

25.4.2022



GEOSOLVER OY

Y-tunnus: 3009192-7
Tapulikatu 27 a 20
04200 Kerava

www.geosolver.fi
puh. +358 44 934 7276
etunimi.sukunimi@geosolver.fi

Sisällys

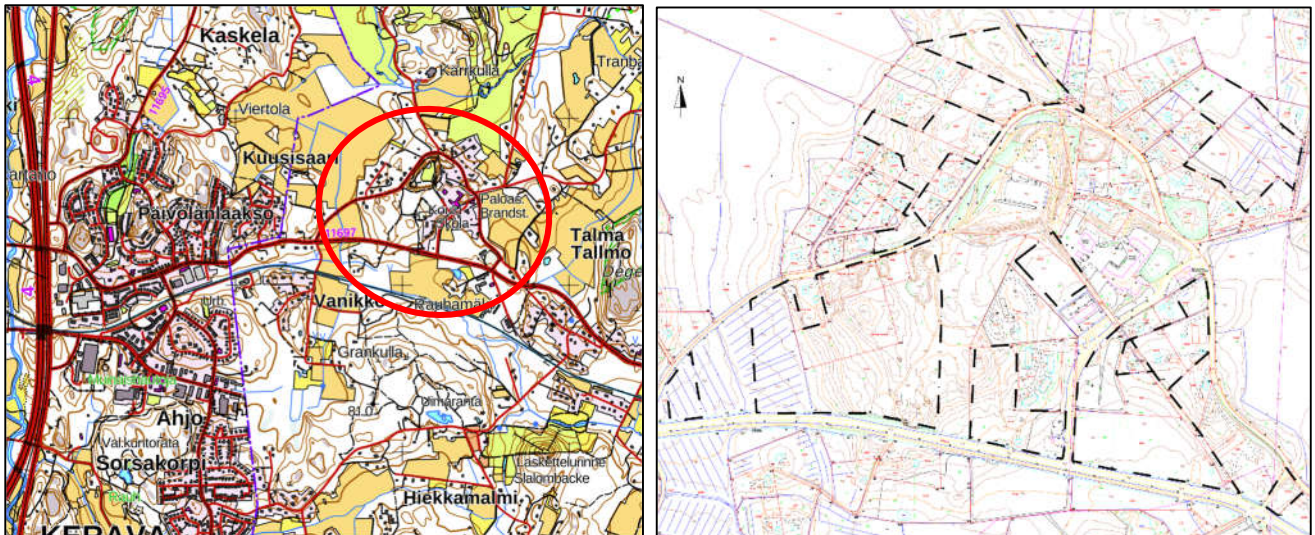
1.	YLEISTÄ.....	1
2.	PINTA- JA POHJASUHTEET	1
2.1.	Alueen yleiskuvaus	1
2.2.	Pinta- ja pohjasuhteet	2
2.3.	Pohjavesi	4
2.4.	Pilaantuneet maat.....	4
3.	PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET.....	4
3.1.	Rakennukset	6
3.2.	Piha-alueet.....	7
3.3.	Kadut ja kunnallistekniikka	7
3.4.	Esirakentamismenetelmät.....	9
3.4.1.	Kevennysrakenteet	9
3.4.2.	Syvästabilointi.....	9
3.4.3.	Esikuormitus ja pystysalaojat	10
3.5.	Painumatarkastelut.....	10
4.	MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT	10
4.1.	Routasuojaus	10
4.2.	Kuivatus ja hulevedet.....	10
4.3.	Radon	11
4.4.	Kaivannot.....	11
4.5.	Yhteenveto ja lisäselvitystarve	12
4.6.	Suunnitteluun liittyvät asiakirjat.....	13

Liittyvät asiakirjat ks. asiakirjaluettelo



1. YLEISTÄ

Olemme laatineet Sipoon kunnan toimeksiannosta rakennettavuusselvityksen TM6 Talmankaaren asemakaavan alueelle. Alue jakaantuu kymmeneen osaan, joiden yhteenlaskettu koko on noin 23 hehtaaria. Selvitysalueen sijainti ja tarkempi rajausta on esitetty pohjatutkimuskartoissa sekä kuvissa 1 ja 2. Selvitysalue sijoittuu Martinkyläntien pohjoispuolelle, Talmankaaren molemmille puolille.



Kuvat 1 ja 2. Selvitysalueen sijainti Sipossa.

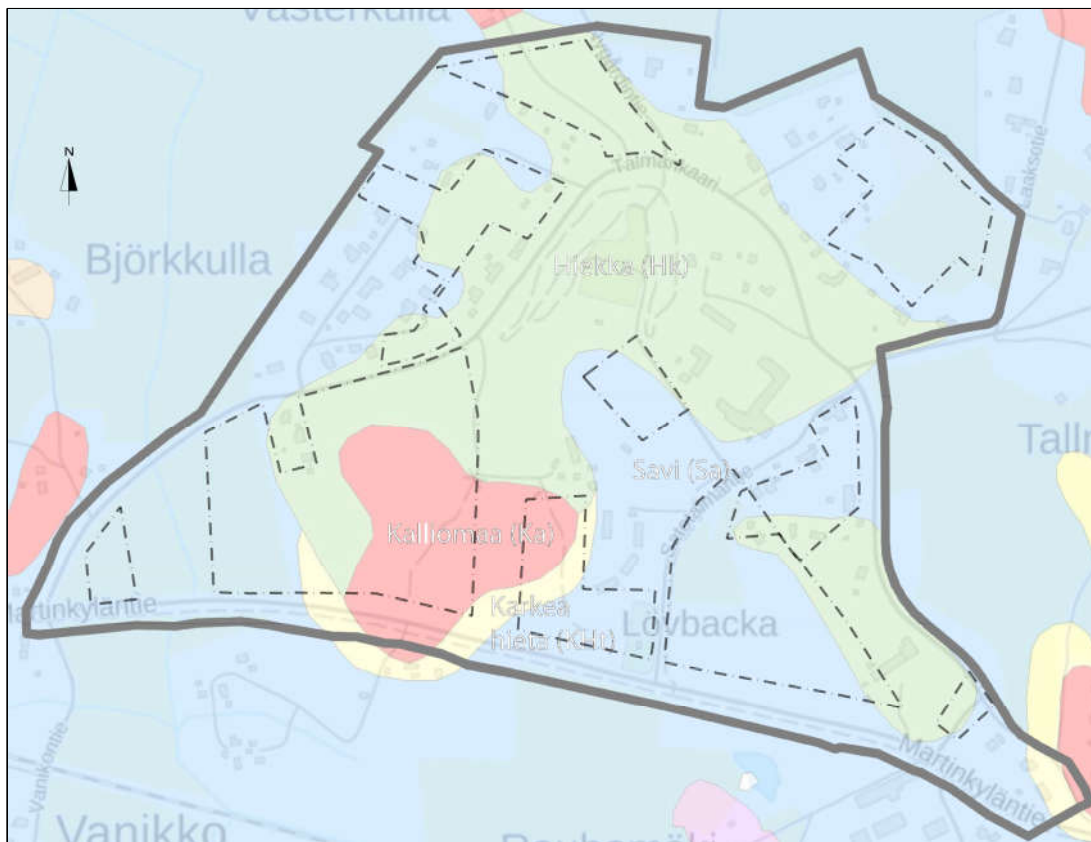
Pohjatutkimustulosten perusteella on arvioitu tulevien rakennuksien, piha-alueiden ja kunnallistekniikkaan liittyvien rakenteiden perustamistapoja sekä pohjanvahvistustarvetta. Pohjatutkimukset on esitetty piirustuksissa GEO 001–004 sekä kairausdiagrammeina piirustuksissa GEO 005–008. Pohjatutkimukset on tulostettu tasokoordinaatistossa ETRS-GK25 ja korkeusjärjestelmässä N2000.

2. PINTA- JA POHJASUHTEET

2.1. Alueen yleiskuvaus

Seuraavassa on esitetty GTK:n maaperäkartta, johon on rajattu selvitysalue (kuva 3). Selvitysalueella pintamaalajeina esiintyy kyseisen kartan mukaan pääasiassa hiekkaa, savea ja karkeaa hietaa. Osa on myös kallioaluetta. Selvitysalueeseen kuuluu peltoaluetta sekä rakennettuja alueita, jotka ovat yleisesti kitkamaasta koostuvia. Uudempaa rakennuskantaa ja pientaloja löytyy myös savikkoalueilta.





Kuva 3. Selvitysalue likimääräisesti rajattuna GTK:n maaperäkartalla. Alue jakaantuu 10 osaan.

Tarkempi aluerajaus käy ilmi piirustuksista GEO 001–002.

Selvitysalueella tehtiin yhteensä 33 puristinheilarikairausta, 3 siipikairausta ja 5 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä. Lisäksi asennettiin 4 pohjavesiputkea. Maanäytteistä määritettiin rakeisuus silmämääräisesti yhteensä 20 näytteestä ja rakeisuusmääritys seulomalla/hydrometrillä tehtiin 10 näytteestä.

2.2. Pinta- ja pohjasuhteet

Pohjatutkimuksen yhteydessä ei tehty alueen pintavaaitusta, vaan korkeustiedot perustuvat kairauksiin ja Sipoon kartta-aineistoon.

Pinnanmuodoiltaan alue on vaihtelevaa, maanpinnan korkeustaso vaihtelee noin välillä +35,0...+57,0. Matalimmat kohdat ovat Martinkyläntien varren peltoalueilla, selvitysalueen itä- ja länsireunoilla ja korkein kohta Martinkyläntien ja Talmankaaren välisellä mäellä alueen keskivaiheilla. Alueella vuorottelevat peltoaukeat ja pinnanmuodoiltaan



jyrkemmät, yleensä metsäiset mäet. Maanpinnan korkeussuhteet käyvät hyvin ilmi maaperäkartasta (kuva 3), jossa savialueet ovat alavimpia ja kallioalue korkein kohta.

Tutkimusalueella kairauspituus vaihteli välillä 1,7...24,2 m. Kairauspisteitä ei ole sijoitettu jyrkimmille mäille ja pehmeiköillä kairaustiheys on suurempi kuin selkeillä kitkamaa-alueilla. Kairaukset ovat päättyneet kiveen, kallioon tai tiiviiseen maakerrokseen. Pohjatutkimusten perusteella tyypilliset maalajit ovat maanpinnasta alaspäin lueteltuna seuraavat:

1. Kuivakuorikerros. Etenkin pehmeikköalueilla (luokat 3a, 4) erottuu pinnassa kairausvastukseltaan selkeästi alapuolisia maakerroksia kovempi kerros. Talvella tehdyissä kairauksissa myös routaantunut pintamaa lisää kairausvastusta heti maanpinnan alapuolella. Kuivakuorikerroksen olemassa olosta kertoo myös pintakerrosten maanäytteiden alhaisempi vesipitoisuus. Rakeisuudeltaan savea tai savista silttiä olevan kuivakuorikerroksen paksuus vaihteli välillä 1,0...1,8 m ja luokan 4 alueilla se on paikoin huomattavan paksu. Luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 26,7...40,2 %.

Kitkamaa-alueilla (luokat 2, 3b, 5b) pintakerros on karkeampaa, silttiä tai hiekkaa. Paikoin kitkamaa-alueilla ei ole havaittavissa kairausvastuksen perusteella selkeää kuivakuorikerrosta. Tutkimuspisteessä 33 pintakerroksen maalaji oli savista silttiä ja luonnontilainen vesipitoisuus 32,9 %.

2. Savikerros. Pehmeikköalueilla (luokat 3a, 4) esiintyy kuivakuoren alla savikerros, jonka paksuus vaihtelee välillä 2,0...8,5 m. Alueen länsiosan peltoalueiden kairauspisteissä kerrospaksuus oli maksimissaan noin 7,0 m, ja Satotalmantien itäpuolen pehmeiköllä noin 6,0 m. Selvitysalueen koilliskulmassa pehmeikön paksuus on maksimissaan lähempänä 10 metriä. Yleisesti savikerroksen paksuus kasvaa siirryttäessä kauemmas kitkamaa-alueilta (mäiltä).

Maakerros on rakeisuudeltaan laihaa savea, lihavaa savea tai kerroksen ylä- ja alaosissa myös savista silttiä. Kerroksesta otetuissa näytteissä luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 40,3...90,9 %. Suurimmat vesipitoisuudet esiintyivät Satotalmantien itäpuolen pehmeiköllä. Kerroksen siipikairalla mitattu redusoimaton leikkauslujuus vaihteli eteläosan peltoalueilla välillä 9...18 kPa ja pohjoisosan pehmeiköllä välillä 9...28 kPa. Selvitysalueen lounaisosan pehmeiköllä (tutkimuspiste 3) savikerroksessa on havaittu liejuisuutta, humuspitoisuudeksi mitattiin 3,2 % joten maalaji oli yhdessä näytteessä liejuista savea.

Kitkamaa-alueiksi luokitelluilta alueilta (luokat 2, 3b, 5b) savikerros luonnollisesti puuttuu tai se on vain hyvin ohut kerros pinnassa.

3. Siltti/hiekkakerros. Pehmeikköalueilla savikerros muuttuu siltiksi/hiekaksi, jonka kerrospaksuus vaihtelee välillä 0,5...18,5 m. Joissakin kairauksissa savikerroksen alapuolella vuorottelee kairausvastuksen perusteella silttinen kerros ja kitkamaakerros.



Maakerroksen luonnontilainen vesipitoisuus tästä maakerroksesta otetuissa maanäytteessä vaihteli välillä 2,0...23,7 % ja maalajiltaan näytteet olivat hiekkaa tai silttistä hiekkaa. Kerroksen tiiviys vaihtelee erittäin löyhästä keskitiiviiseen.

Pehmeikköalueilla tämä kerros vaikuttaa merkittävästi paalutuspituuteen, vaikka itse pehmeikkökerrosten paksuus olisikin rajallinen. Etenkin alueen koillisosan pehmeiköllä löyhiä silttisiä ja hiekkaisia kerrostumia voi olla yli 15 metriä savikerroksen alla. Martinkyläntien pohjoispuolen pehmeiköllä tämän kerroksen paksuus on pääsääntöisesti 4...12 m.

Kitkamaa-alueilla tämä maakerros on joko heti pinnassa tai ohuen kuivakuoren alla. Kerrospaksuus oli enimmillään 3,0 m.

4. Tiivis kitkamaakerros (hiekkamoreeni). Kairaukset ovat päättyneet tähän maakerrokseen, kiviin tai kallioon korkeustasolla +15,6...+46,1 eli 1,7...24,2 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kairaukset etenivät ennen päättymistään tässä maakerroksessa 0,5...4,0 m. Pistteestä 33 on saatu otettua näytteitä tiiviistä kitkamaakerroksesta, jonka luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 2,0...2,4 % ja maalaji oli hiekkaa tai hiekkamoreenia.

Tutkimuksissa ei ole selvitetty kalliopinnan korkeustasoa.

2.3. Pohjavesi

Kairaustöiden yhteydessä asennettiin pohjaveden tarkkailuputkia 4 kappaletta.

Tarkkailuputkien uusimpien (17.3.2022) vesipintatietojen perusteella pohjaveden painetaso on ollut alueen lounaisosan pehmeiköllä noin 0,4 m maanpinnan alapuolella ja Satoralmantien itäpuolen pehmeiköllä 1,45 m maanpinnan alapuolella.

Selvitysalueen luoteiskulman putkessa vesipinta oli huomattavasti syvemmällä, 6,35 metrin syvyydessä maanpinnasta ja alueen koilliskulman tarkkailuputkessa 4,55 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Selvitysalue ei sijaitse pohjavesialueella.

2.4. Pilaantuneet maat

Selvitysalueelta on Mitta Oy:n toimesta laadittu erillinen raportti liittyen pilaantuneiden maiden tutkimuksiin.

3. PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET

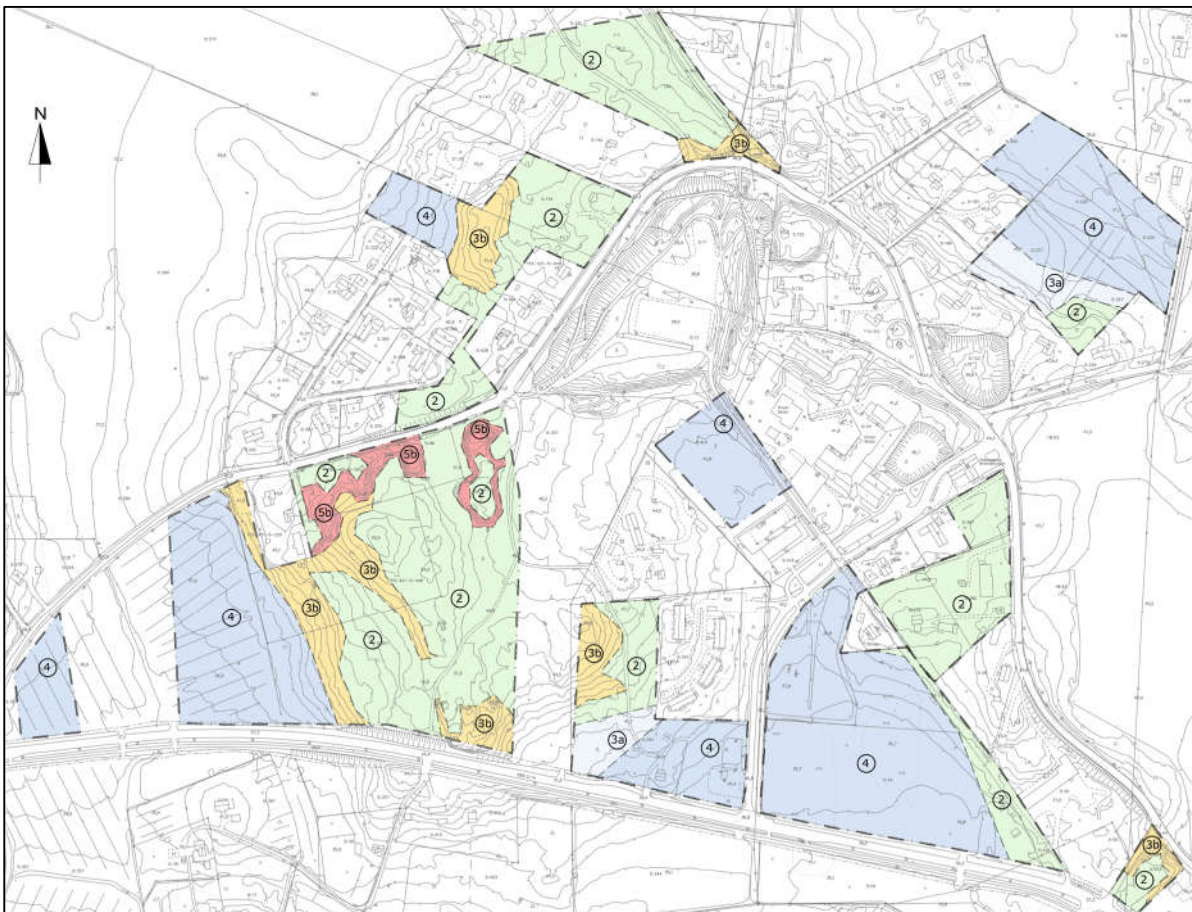
Pohjatutkimusten perusteella selvitysalueelle on määritetty rakennettavuusluokitus MAKU-digi-hankkeen rakennettavuusluokituksen (Liite 1) mukaisesti rakennettavuusluokkiin 1-8. Rakennettavuusluokat on jaoteltu niin, että luokka 1 on helposti rakennettava ja luokka 6 puolestaan erittäin heikosti rakentamiseen soveltuva alue. Luokat 7 ja 8



ovat vesialueet ja lisäselvityksiä vaativat alueet. Rakennettavuusluokittelu selvitysalueella käy ilmi kuvasta 4.

Selvitysalueelta löytyy rakennettavuusluokkia 2, 3a, 3b, 4 ja 5b (selitykset ks. liite 1). Yleistettynä selvitysalueella peltoalueet kuuluvat suurimmaksi osaksi luokkiin 3a ja 4 (vaikeasti rakennettava pehmeikkö). Metsäiset ja pinnanmuodoiltaan jyrkemmät alueet kuuluvat luokkiin 2 (helposti rakennettava) tai 3b ja 5b (vaikeasti tai erittäin vaikeasti rakennettava rinnemaasto).

Martinkyläntien varsi on lähes kokonaan pehmeikköaluetta eli luokkaa 3a tai 4, lukuun ottamatta alueen keskiosan mäkeä ja itäreunaa. Länsiosan pehmeikkö rajoittuu mäkeen, kun maanpinta alkaa nousta itää kohti. Satotalmantien molemmin puolin on myös pehmeikköaluetta, joka pohjoiseen päin mentäessä loppuu ennen Talmankaaren liittymää. Maasto alkaa laskea uudelleen koilliseen päin kuljettaessa muuttuen pehmeiköksi. Selvitysalueen keski- ja luoteisosat ovat pääosin normaalisti rakennettavaa tai rinnemaastoa, kuten myös kaakkoiskulma.



Kuva 4. Selvitysalueen rakennettavuusluokitus MAKU-digi-hankkeen mukaisena



3.1. Rakennukset

Luokan 2 alueilla rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti antura- tai laattaperustuksiin, kun käytetään sellaista perustamissyvyyttä, että perustuksen ja kantavan kitkamaakerroksen väliin ei jää painuvia maakerroksia. Alueella vaadittava perustamissyvyys on maksimissaan noin 2,0 metriä. Raskaille rakennuksille voidaan joutua tekemään syvempiä perustuksia tai paalutusta, sillä vaikka varsinaista pehmeikköä ei em. syvempää kerrosta olekaan, voi alapuolinen siltti/hiekkakerros olla paikoin löyhää. Tällainen kohta on ainakin selvitysalueen kaakkoiskulmassa. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä massanvaihto kantavan kitkamaakerroksen pintaan saakka.

Luokan 3a alueilla rakennukset voidaan perustaa tukipaaluilla kantavan maakerroksen tai kallion varaan. Paalutuspituus vaihtelee suuresti eri alueilla, sillä varsinaisen pehmeikön alapuolella on paikoin paksujakin, tiiviydeltään vaihtelevia siltti- ja hiekkakerroksia. Martinkyläntien varrella paalutuspituus on 3a-luokan alueella 5...8 metriä, kun taas selvitysalueen koillisosassa se voi paikoin olla jopa 20 metrin tuntumassa paksujen, tiiviydeltään vaihtelevien kitkamaakerrosten takia. Paikoin massanvaihto tiiviimmän maakerroksen (siltti/hiekka) pintaan saakka voi tulla kysymykseen myös tällä alueella, kun taas osassa aluetta varsinaisen pehmeikön alapuolinen siltti/hiekkakerros ei ole tarpeeksi kantavaa rakenteiden perustamista varten. Paalutusvaihtoehdossa rakennusten alapohjat tulee toteuttaa kantavina.

Luokkien 3b ja 5b alueilla maaperän kantavuus ei muodosta ongelmaa, mutta maanpinnan kaltevuuden vuoksi rakennusten toteutuksessa voidaan soveltaa rinneratkaisuja. Perustamistapana voidaan käyttää maanvaraista antura- tai laattaperustusta tiiviin kitkamaan varaan. Kalliopinta on paikoin hyvin lähellä maanpintaa, jolloin myös irtilouhitun kallion varaan perustaminen tulee kysymykseen.

Luokan 4 alueilla rakennukset on perustettava tukipaalujen välityksellä kantavan pohjamaan tai kallion varaan ja alapohjat tehtävä kantavina. Pehmeikön paksuus on selvitysalueella alle 10 metriä, mutta paikoin savikerrosten alla on siltti- tai hiekkaesiintymiä, joten paalutuspituus on alueen pehmeiköillä maksimissaan noin 20-25 metriä.

Selvitysalueella ainakin osissa pehmeikköjä esiintyvän kuivakuorikerroksen ansiosta kevyet rakenteet voi olla mahdollista perustaa maanvaraisesti myös pehmeikköalueilla. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi kevytrakenteiset autotallit ja pihavarastot. Asia on tarkennettava jatkosuunnitteluvaiheissa, ja tutkittava kuivakuorikerroksen lujuus myös roudattomana vuodenaikana.



3.2. Piha-alueet

Luokan 2 alueilla pihat voidaan perustaa maanvaraisesti ilman erityisiä toimenpiteitä. Näillä alueilla kantava maakerros on heti kuivakuorikerroksen alapuolella tai maksimissaan 2 metrin syvyydessä. Mahdolliset pienet painumat tapahtuvat lähes kokonaan rakentamisen aikana.

Luokan 3a alueilla pihat voidaan myös perustaa maanvaraisesti, mutta pihojen mahdollinen painuma tulee ottaa huomioon. Painumaan vaikuttaa eniten maanpinnan lisäkuormitus, eli kuinka paljon pihan suunniteltu tasaus on luonnollisen maanpinnan tason yläpuolella. Pienellä (<0,5 m) lisäkuormalla painuma jää vähäiseksi ja tapahtuu nopeasti, mutta tätä korkeammalla täytöllä painumasta saattaa olla haittaa pihan käytettävyydelle ja kunnallisteknisille linjoille. Herkillä alueilla ja korkeilla täyttökerroksilla tulee kysymykseen massanvaihto kantavan maakerroksen yläpintaan saakka.

Luokkien 3b ja 5b alueilla pihat voidaan perustaa maanvaraisesti luonnollisen kitkamaakerroksen tai irtilouhitun kallion varaan. Täyttökerroksia rakennettaessa ja maanpinnan tasausta nostettaessa on huomioitava kokonaisstabiliteetti sivukaltevassa maastossa.

Luokan 4 alueilla piha-alueiden perustaminen saattaa edellyttää esirakentamista, mutta toimenpiteet ja niiden laajuus vaihtelevat alueittain savikerroksen paksuuden sekä tulevan maanpinnan korkotason mukaan. Oleellista on vaiheistaa rakentaminen siten, että penkereet eli täytöt rakennetaan heti alkuvaiheessa ja ne ehtivät painua mahdollisimman paljon jo rakennusaikana. Tarvittaessa voidaan rakenteita toteuttaa kevennetyinä esimerkiksi vaahtolasilla tai kevytsoralla.

Mikäli tavoitellaan suurempaa pengerkorkeutta tai pienempää rakentamisen jälkeistä painumaa, tulee suorittaa esirakentamistoimenpiteitä. Esirakennusvaihtoehtoista suositeltavin ja taloudellisin vaihtoehto on esikuormitus (ts. painopenger). Savikerroksen paksuus vaikuttaa oleellisesti painuma-aikaan. Painumanopeutta voidaan lisätä savikerroksen pystyjoituksella ja korottamalla esikuormituspengertä, jos se stabiliteetin puolesta on mahdollista.

Vaihtoehtoisesti savikerrosta voidaan lujittaa syvästabiloinnilla.

3.3. Kadut ja kunnallistekniikka

Luokan 2 alueilla kadut ja kunnallistekniset rakenteet voidaan perustaa maanvaraisesti. Mikäli kaivutyö ei ulotu aivan kantavan kitkamaakerroksen yläpintaan saakka, painumat ehtivät tapahtua rakentamisen aikana. Putkijohtolinjojen perustamiseen riittää suodatin-kankaalla pohjamaasta erotettu tasauserros.



Luokan 3a alueilla katujen ja kunnallisteknisten rakenteiden perustamistavan valinnassa tulee ottaa huomioon savikerroksen painuma, johon vaikuttavat voimakkaimmin painuvan kerroksen paksuus sekä maapohjalle tuleva lisäkuormitus, eli suunniteltu kadun taseaus. Mikäli katurakenne halutaan lähes painumattomaksi, voidaan tehdä massanvaihto kantavan kitkamaakerroksen yläpintaan saakka. Rakentamisen vaiheistuksella voidaan painumista suuri osa realisoida jo rakentamisaikana tekemällä kaikki täyttöpenkereet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Putkijohtolinjoille riittää pääsääntöisesti suodatinkankaalla pohjamaasta erotettu 300 mm murskearina. Tavoiteltaessa mahdollisimman pientä painumaa tai nopeaa rakentamisaikataulua, voidaan putkijohtolinjojen kohdalla myös suorittaa massanvaihtoa. Sekä katurakenteita että kunnallisteknisiä rakenteita voidaan toteuttaa kevennettyinä rakenteina käyttämällä täytöissä esimerkiksi vaahtolasimursketta.

Luokkien 3b ja 5b alueilla pohjamaa on pääsääntöisesti hyvin kantavaa, mutta syvempien kaivantojen toteuttaminen edellyttää louhintaa. Kadut voidaan perustaa maanvaraisesti tai tasatulle, irtilouhitulle kalliopohjalle. Syvemmät putkijohtokaivannot edellyttävät pääsääntöisesti kanaaliouhintaa. Täyttökerrosten toteuttamisessa tulee huomioida kokonaisstabiilitetti sivukaltevassa maastossa.

Luokan 4 alueilla kadut ja kunnallistekniset rakenteet edellyttävät pääsääntöisesti esirakentamistoimenpiteitä painumien hallitsemiseksi. Toimenpiteiden laajuuteen vaikuttaa eniten suunniteltu taseaus ja siten maapohjalle tuleva lisäkuormitus.

Alle 1,0 m pengerkorkeudella rakennusajan jälkeiset painumat ovat hallittavissa, jos kadut ja kunnallistekniset linjat toteutetaan esimerkiksi kevennysrakenteilla. Yli 1,0 m pengerkorkeudella kadut ja kunnallistekniset linjat on suositeltavaa perustaa joko esikuormitetun tai syvästabiloinnilla vahvistetun maan varaan. Selvitysalueen maaperästä pehmeimmät osat löytyvät Martinkyläntien varren pehmeiköiltä sekä selvitysalueen koillisosasta. Näillä kohdilla luonnontilainen savi on hyvin pehmeää, jolloin esirakentamistoimenpiteitä vaaditaan jo matalammilla pengerkorkeuksilla. Painuva kerros on yli 5 metriä paksu, jolloin suositellut vaihtoehdot ovat syvästabilointi tai paalulaatan rakentaminen. Maapohjan esikuormitus on taloudellisin vaihtoehto, mutta paksulla pehmeiköllä sen painuma-aika nousee kohtuuttoman pitkäksi. Korkean esikuormituspenkereen rakentaminen ei ole stabiilitetin takia mahdollista.

Tarkempi esirakennussuunnittelu sekä katujen geotekninen suunnittelu tulee tehdä sitten, kun katujen taseaus on suunniteltu ja putkistojen sekä tekniikoiden korkeustasot on määritetty.



3.4. Esirakentamismenetelmät

Tässä rakennettavuusselvityksessä käsitellyillä alueilla voi olla mahdollista hyödyntää yhtä esirakentamismenetelmää tai monen esirakentamismenetelmän yhdistelmää hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Esirakentamismenetelmän valintaan vaikuttavat tekniset ja taloudelliset näkökulmat sekä aikataulu.

Seuraavassa on esitelty aiemmin mainittuja esirakennusmenetelmiä.

3.4.1. Kevennysrakenteet

Kevennys voidaan toteuttaa kevytsoralla (esim. Leca) tai vaahtolasimurskeella (Foamit), joiden kustannukset eivät poikkea paljoa toisistaan. Kevennys voidaan tehdä samaan aikaan muun rakentamisen kanssa, jolloin rakennusaika ei pitene.

Kevennysmateriaali toimii samalla osittain routaeristeenä ja kuivatuskerroksena. Pohjaveden ollessa kaivutason yläpuolella ja kaivun ulottuessa lähelle saven alapintaa, tulee pohjaveden noste ottaa huomioon suunnittelussa pohjan hydraulisen murtumisvaaran takia. Kevennysratkaisu voi olla teknisesti ja taloudellisesti hyvä ratkaisu silloin, kun pengerkorkeus on pieni (< 1 m). Suuremmilla pengerkorkeuksilla muut esirakennusvaihtoehdot muodostuvat teknistaloudellisemmiksi ratkaisuiksi.

3.4.2. Syvästabilointi

Kadut, alueet ja putkijohdot saadaan yleensä riittävän painumattomiksi syvästabiloinnilla alkukuormituksen jälkeen. Syvästabiloinnissa savikerroksen lujuutta ja muodonmuutosominaisuuksia parannetaan sekoittamalla saven sekaan lujittavaa sideainetta, tyypillisesti kalkin ja sementin seosta.

Kohteen savikerrokseen soveltuva syvästabilointimenetelmä on kalkki-sementtipilaristabilointi. Ohuilla pehmeikköalueilla ($h < \approx 5,0$ m) myös massastabilointi voi olla käyttökelpoinen esirakentamismenetelmä. Stabilointikoneiden työalustojen vaatimukset tulee ottaa huomioon. Syvästabilointi vaatii lujittumisaikaa yleensä n. 4 viikkoa, jolloin stabilointialueella ei voi työskennellä.

Syvästabiloinnin onnistuminen tarkistetaan 28 vuorokautta stabilointipilareiden valmistumisesta testauskairauksilla. Ennen stabiloinnin suunnittelua tulee saven stabiloitavuus tutkia stabiloitavuuskokeilla, joilla varmistetaan kalkin ja sementin sopiva sideainekombinaatio sekä menekki. Lisäksi saven humuspitoisuus tulee tutkia, koska sillä on vaikutusta stabilointipilarin lujuuskehitykseen ja loppulujuuteen. Humuspitoisuus lisää yleensä savikerroksen jälkipainumista ja saattaa kasvattaa sideainemenekkiä.



3.4.3. Esikuormitus ja pystysalaojat

Esikuormituksen periaatteena on savikerroksen kokoonpuristuminen ennen varsinaista rakentamista. Tällöin rakentamisen jälkeen tapahtuvat painumat ovat maltillisia ja pysyvät sallituissa rajoissa. Maakerroksen painuminen saadaan aikaan pengertämällä rakennusalueelle maapenger, jonka korkeus riippuu halutusta painumanopeudesta sekä teknis-taloudellisesta tarkastelusta. Painumaa voidaan nopeuttaa asentamalla kokoonpuristuvaan kerrokseen nauhapystyöjia, joita pitkin kuormituksen aiheuttama huokosveden ylipaine pääsee purkautumaan nopeammin.

Esikuormituspenkereen materiaaliksi kelpaa esimerkiksi louhe tai tiivistämiskelpoinen kitkamaa. Mikäli pengermateriaalia on saatavilla vastaanottohintaan ja kuormitusaikaa on käytettävissä, esikuormitus on edullinen ja hyvin varteenotettava pohjanvahvistusmenetelmä, kun pehmeikön syvyys on alle 10 m.

Tarvittava kuormitusaika on tulevien maataäyttöjen korkeudesta riippuen noin puolesta vuodesta enintään muutama vuoteen. Esikuormituspenkereeseen asennetaan painumatarkkailulevyjä, joilla painumista tarkkaillaan. Yleensä painumatarkkailumittauksia tehdään 1 krt/kk.

Esikuormituksen käyttöä pohjanvahvistusmenetelmänä on arvioitava uudelleen, kun alueen tonttien korkeustasot ja katujen tasaus ovat tiedossa. Esikuormitusmenetelmän arvioimiseksi on syytä teettää savesta häiriintymättömistä maanäytteitä tehtäviä kokoonpuristuvuuskokeita (ödometrikokeita).

3.5. Painumatarkastelut

Pehmeikköalueella tulee huomioida savikerrosten painuminen. Painumiin vaikuttavat tulevan tasauksen korkeustaso, päällysrakennekerrospaksuudet, kaivussyvyudet sekä valittavat pohjanvahvistusmenetelmät.

4. MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT

4.1. Routasuojaus

Pohjamaa on routivaa ja rakenteet tulee ulottaa routimattomaan syvyyteen tai käyttää routaeristettä. Kylmien rakennusten routimaton perustussyvyys on noin 1,8 m ilman lumen suojaavaa vaikutusta. Tilastollisesti keskimäärin kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä F_{50} Sipoossa on noin 35 000 Kh.

4.2. Kuivatus ja hulevedet

Mikäli mahdollista, pehmeikköalueella tulee rakennusten korkeusasema ja perustusrakenteet suunnitella siten, että salaojat eivät ulotu pohjavedenpintaan asti. Pohjaveden



alentaminen voi aiheuttaa piha-alueille ja ympäristölle painumia. Myös putkikaivantojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon pohjavedenpinnan alentuminen, sillä kitkamaalla täytetyt kaivannot toimivat salaojittavina rakenteina. Kaikkiin putkilinjoihin (pl. salaojat) tulee rakentaa savisulkurakenteet koko putkipoikkileikkauksen ympärille vähintään 1,0 m pitkänä ja n. 50 m välein putkilinjan suunnassa.

Rakentamisen ja perustustasojen toteuttaminen em. periaatteilla ei välttämättä ole mahdollista selvitysalueen kaikissa osissa, sillä pohjavesiputkista tehtyjen havaintojen perusteella pohjavedenpinta on hyvin lähellä maanpintaa. Tällaisilla alueilla tulee jatkosuunnitteluvaiheissa varautua pohjavesipinnan alenemisesta johtuvaan suurempaan alueelliseen painumaan.

Rakennukset salaojitetaan vähintään ulkoseinälinjoilta. Salaojaputken yläpinnan tulee olla ≥ 200 mm perustamistason alapuolella. Maapohjassa olevan veden kapillaarinen nousu katkaistaan salaojituskerroksella esim. sepelillä #6-12/32, jonka kerrospaksuus on vähintään 200 mm.

Kaavoitustasolla voi olla teknistaloudellista tarkastella erillisten hulevesialtaiden tai kosteikkojen sijoittaminen kaava-alueella, millä voidaan hidastaa hulevesien johtamista sekä parantaa hulevesien laatua. Hulevesijärjestelmien suunnittelussa tulee huomioida riippumattomat ylivuotoreitit tulvasadetilanteessa. Hulevesijärjestelmien mitoituksessa tulee varautua siihen, että tulevaisuudessa ääri-ilmiöt tulevat lisääntymään ja hulevesien viivytyksessä ja johtamisessa tulee huomioida riittävän suuret viivytysrakenteet ja -putkistot.

4.3. Radon

Radon on otettava huomioon perustus- ja alapohjarakenteiden suunnittelussa. Säteilyturvakeskuksen radontutkimuksen perusteella radonpitoisuuksien keskiarvo Sipoossa on välillä 100-200 Bq/m³. Uudisrakennuksen sisäilman radonpitoisuuden tulee olla alle 200 Bq/m³.

4.4. Kaivannot

Kaivantojen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan ohjetta *RIL 263-2014 Kaivanto-ohje*. Kaivantojen välittömään läheisyyteen ei saa sijoittaa kaivumaita, kiviaineksia, raskaita työkoneita tai varastoida rakennustarvikkeita.

Lyhytaikaiset putkikaivannot

Kun kaivutaso on kuivakuorisavessa, voidaan kaivutyö tehdä luiskattuna. Kaivutyö tehdään ns. lyhytaikaisena kaivantona siten, että kaivanto on kerralla auki enintään 20 metrin matkalta. Yöksi tai muutoin pidemmäksi ajaksi kaivantoa ei tule jättää auki.

Luiskan enimmäiskaltevuus savikolla on 1:2 ja kitkamaapohjalla 1:1, kun kaivannon syvyys on $\leq 2,0$ m. Kaivannon syvyyden ollessa yli 2,0 metriä suositellaan kaivannon toteuttamista tuettuna työturvallisuussyistä erillisten suunnitelman mukaisesti. Kapeissa ja/tai yli 2,0 m



syvissä kaivannoissa tulee varautua kaivuluiskien tukemiseen työturvallisuussyistä. Pohjavedenpinnan yläpuoliset putkikaivannot voidaan toteuttaa tuentaelementtejä käyttäen. Tuetut kaivannot tulee suunnitella ja toteuttaa Kaivanto-ohjeen periaatteiden mukaisesti.

Pidempiaikaiset rakennuskaivannot

Pehmeikköalueella pidempiaikaiset ja syvät kaivannot on tehtävä tuettuna. Tukiseinätyypiksi soveltuu esimerkiksi teräsponttiseinä.

4.5. Yhteenveto ja lisäselvitystarve

Tässä rakennettavuusselvityksessä on annettu alustavat yleisohjeistukset katujen, kunnallisteknisten linjojen ja tonttien geoteknistä suunnittelua varten.

Yleisesti voidaan todeta, että TM6 talmankaaren asemakaavan alue on rakennettavuudeltaan vaihtelevaa, sillä alueella vuorottelevat normaalisti rakennettavat kitkamaa-alueet ja vaikeasti rakennettavat pehmeikköalueet, joita on molempia karkeasti yhtä paljon pinta-alallisesti katsottuna. Mikäli tähän tarkastellun lisätään vaikeasti rakennettavat rinne- ja maastot, tulee vaikeasti rakennettavan alueen osuus suuremmaksi.

Johtuen vaihtelevan paksuisista savikerroksista ja niiden alapuolisista tiiviydeltään vaihtelevista siltti- ja hiekkakerroksista, edellyttää rakennuksien perustaminen laajasti paaluperustamista. Selvitysalueelta monin paikoin löytyy myös rakentamiseen paremmin soveltuvia alueita, joissa kantava kitkamaakerros (hiekkamoreeni) nousee lähemmäs maanpintaa ja rakennukset voidaan perustaa ilman paaluperustusta. Normaalisti rakennettavilla alueilla esiintyy paikoin pinnanmuodoiltaan erittäin jyrkkiä kohtia, jotka tekevät alueista rikkonaisempia.

Katujen linjaus ja tonttien sijoittelu on suotavaa tehdä pinnanmuodot huomioiden, lisäksi rakentamisessa voidaan hyödyntää rinneratkaisuja ja käyttää kalliosta saatavaa louhetta murskaamalla se paikan päällä tai hyödyntämällä sitä viher- ja maisemarakenteissa.

Savikkoalueilla edullisin pohjanvahvistusratkaisu on painopenger, ja se on myös teknisestä näkökulmasta mahdollinen suuressa osassa aluetta pehmeikön paksuuden ollessa paikoin alle 5 metriä. Pehmeikön syvimmillä kohdilla ja korkeampia pengerkorkeuksia taivuteltaessa voidaan turvautua syvästabilointiin tai paalulaattojen rakentamiseen.

Pohjaveden painetaso on ainakin kahdessa alueen eteläosiin asennetussa pohjavesiputkessa paikoin hyvin lähellä maanpintaa, jopa vain 0,4 metrin syvyydessä. Tämä asettaa haasteita varsinkin kunnallistekniselle rakentamiselle ja kaivantojen toteutukselle, sillä pohjavedenhallinta vaatii huolellista suunnittelua ja varautumista.

Selvitysalue on suuri ja pohjatutkimuspisteiden tiheys on selvityksessä rajallinen, keskimäärin yli 50 metriä ja paikoin yli 100 metriä. Tonttien, katujen, putkijohtojen ja muiden alueiden suunnittelua varten suosittelemme tekemään täydentäviä pohjatutkimuksia, joilla selvitetään mm. saven painumaominaisuuksia sekä savikon paksuutta.



Maakerrosten paksuudet ja siten perustamisolosuhteet voivat vaihdella hyvinkin jyrkästi, kun lähestytään kalliopohjaisia mäkikiä.

Lisäksi täydentävissä pohjatutkimuksissa on huomioitava mm. esirakentamismenetelmien lähtötietovaatimukset. Tapauskohteisesti voidaan kunnallisteknisille linjoilla sallia n. 0-100 mm rakentamisen jälkeinen painuma edellyttäen, että painuminen ei vaaranna putkistojen toimivuutta eli viettoputkistojen kaltevuuksien tulee olla ko. painuma huomioiden riittävät sekä painuvan ja painumattoman alueen rajapinnassa tulee olla painumaeroa taasaavia siirtymärakenteita.

Jos katu- ja putkijohtorakenteet tehdään **täysin** painumattomina, tulee ko. rakenteet perustaa paalulaatalle. Yleisenä periaatteena voidaan ohuilla savikerroksilla olettaa, että maakerrosten painumasta noin puolet tapahtuu ensimmäisten vuosien kuluessa maatäytön rakentamisesta ja loput painumista tapahtuu seuraavien n. 15 vuoden aikana.

Maarakenteiden laskennalliset painumat ja stabiliteetti tulee kohdekohtaisesti tarkistaa kadun/pihan tasauksen ja rakenteiden suunnittelun yhteydessä. Tonttikohtaisilla pohjatutkimuksilla tulee tonttien perustamisolosuhteet varmistaa tarkemmin.

4.6. Suunnitteluun liittyvät asiakirjat

- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
 - o Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010
 - o Talonrakennuksen maatojen yleiset laatuvaatimukset MaaRYL 2010
- RT 103123 Radonin torjunta
- RIL 132-2000 Talonrakennuksen maarakenteet
- RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus
- RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät
- RIL 261-2013 Routasuojaus -rakennukset ja infrarakenteet
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje
- RIL 254-2016 Paalutusohje PO-2016
- RIL 207-2017 Geotekninen suunnittelu, eurokoodin EN 1997-1 suunnitteluohje
- Hulevesiopus, kuntaliitto 2012

Keravalla 25. päivänä huhtikuuta 2022

Laatinut



Tuomas Mäkitalo, DI
projektipäällikkö

Tarkastanut



Juha Kujansuu, DI
toimitusjohtaja



Liite 1: MAKU-digi-hankkeen mukainen rakennettavuusluokittelutaulukko

Rakennettavuus- luokka	Rakennettavuusluokitukseen vaikuttava tekijä				
	Luokiteltu maalajitaso maaperäkartalta	Maaston kaltevuus	Saven/siltin paksuus	Turpeen/ liejun paksuus	Muu
1	Helposti rakennettava	Kitkamaa-alueet *	< 10 %	0 m	0 m
2	Normaalisti rakennettava	Kitkamaa-alueet *	10...15 %	< 2 m	
3a	Vaikeasti rakennettava pehmeikkö			2...3 m	< 2 m
3b	Vaikeasti rakennettava rinnemaasto	Kallio- ja kitkamaa-alueet *	15...30 %		
4	Vaikeasti rakennettava syvä pehmeikkö			3...10 m	2...3 m
5a	Erittäin vaikeasti rakennettava syvä pehmeikkö			10...15 m	3...4 m
5b	Erittäin vaikeasti rakennettava jyrkkä rinne	Kallio- ja kitkamaa-alueet *	> 30 %		
6	Rakentamiseen erittäin huonosti soveltuva alue			> 15 m	> 4 m
7	Lisäselvityksiä vaativat alueet	Täyttöalueet *			mm. pima- alueet
8	Vesialueet	Vesialueet			

* Maaperäkartan aluerajausta tarkennetaan tarvittaessa kairaustietojen perusteella
Kitkamaa-alueeksi luokitellaan seuraavat maalajitasot: moreenit, sora, hiekka, hieta

