

PUU-TALMAN ASEMAKAAVAN RAKENNETTAVUUSSELVITYS

TYÖNUMERO 1136

6.8.2021



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.....	3
2.4.	Pilaantuneet maat.....	4
3.	PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET.....	4
3.1.	Rakennukset.....	5
3.2.	Piha-alueet.....	6
3.3.	Kadut ja kunnallistekniikka.....	7
3.4.	Esirakentamismenetelmät.....	8
3.4.1.	Kevennysrakenteet.....	8
3.4.2.	Syvästabilointi.....	8
3.4.3.	Esikuormitus ja pystysalaojat.....	9
3.5.	Alustavat painumatarkastelut.....	9
4.	MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT.....	10
4.1.	Routasuojaus ja kuivatus.....	10
4.2.	Kuivatus.....	10
4.3.	Radon.....	11
4.4.	Kaivannot.....	11
4.5.	Hulevedet.....	11
4.6.	Yhteenveto ja lisäselvitystarve.....	12
4.7.	Suunnitteluun liittyvät asiakirjat.....	13

Liitteet:

1136 GEO 001 Pohjatutkimus- ja rakennettavuusluokituskartta

1136 GEO 002 Pohjatutkimuskartta (diagrammit)

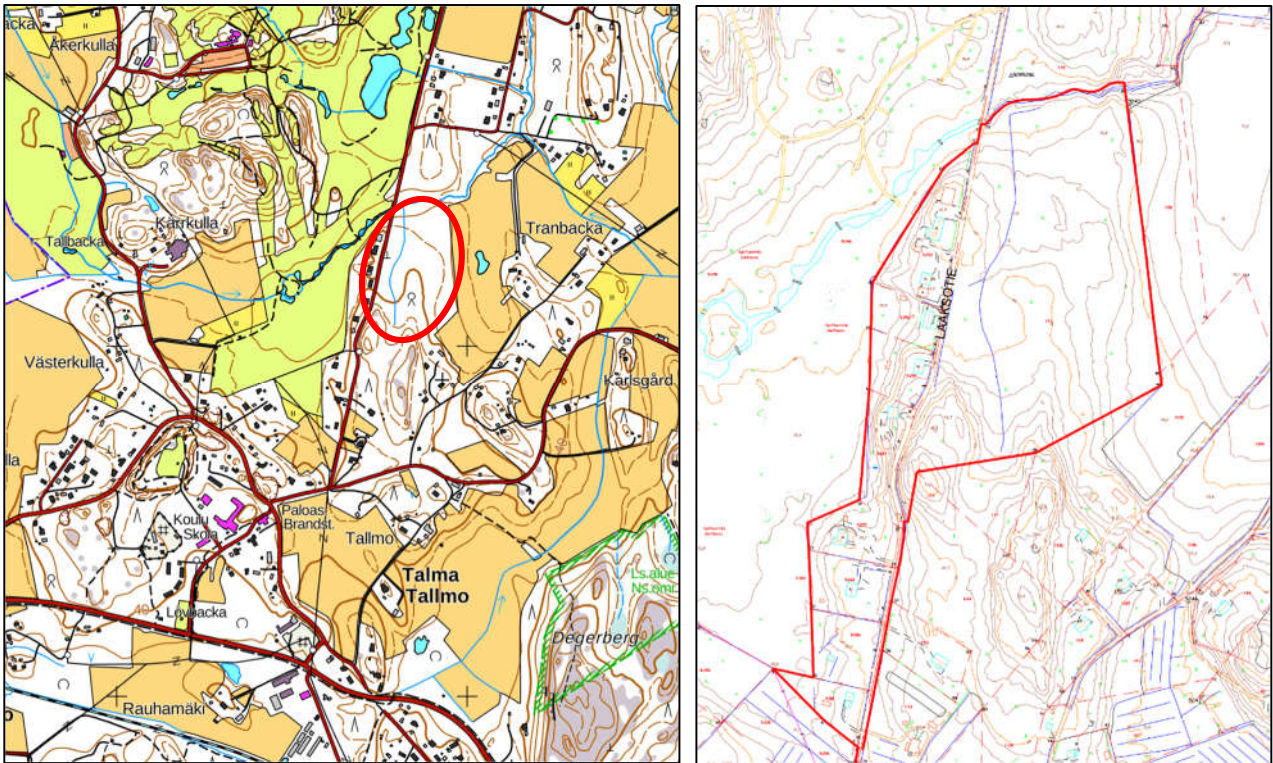
1136 GEO 003 Pehmeikön paksuus ja maanpinnan kaltevuus

1136 GEO 004 Kairausdiagrammit



1. YLEISTÄ

Olemme laatineet Sipoon kunnan toimeksiannosta rakennettavuusselvityksen Puu-Talman asemakaava-alueelle, joka on kooltaan noin 8 hehtaaria. Tutkitun alueen sijainti on esitetty pohjatutkimuskartoissa sekä kuvissa 1 ja 2. Selvitysalue koskee Laaksotien itäpuolta.



Kuvat 1 ja 2. Suunnittelualan sijainti Sipoossa.

Pohjatutkimustulosten perusteella on arvioitu tulevien rakennuksien, piha-alueiden ja kunnallistekniikkaan liittyvien rakenteiden perustamistapoja. Pohjatutkimukset on esitetty piirustuksissa GEO 001–002. Pohjatutkimukset on tulostettu tasokoordinaatistossa ETRS-GK25 ja korkeusjärjestelmässä N2000.

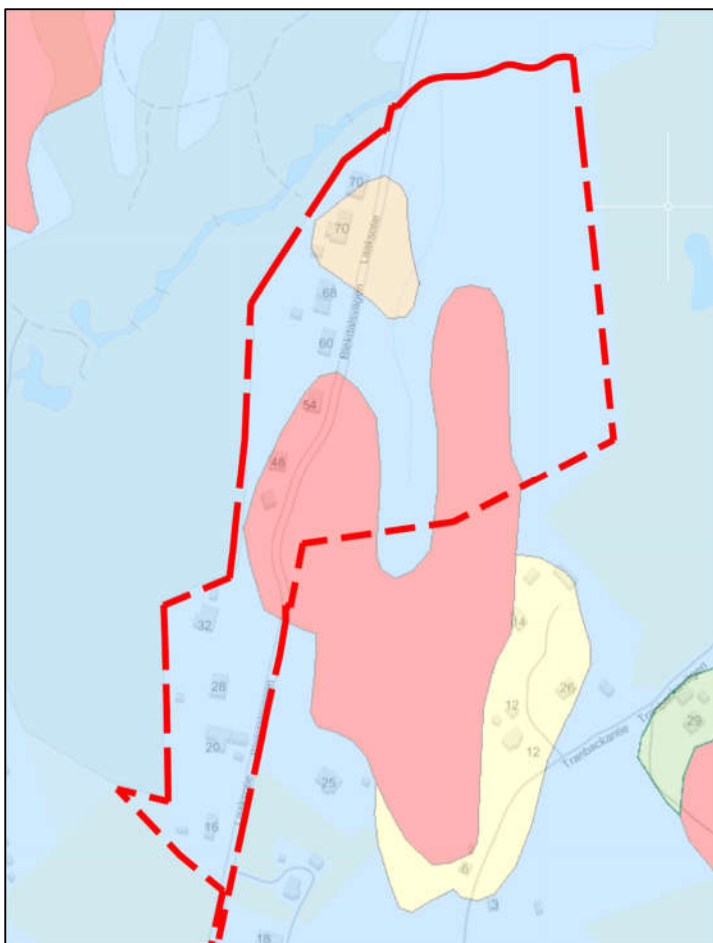
2. PINTA- JA POHJASUHTEET

2.1. Alueen yleiskuvaus

Seuraavassa on esitetty GTK:n maaperäkartta, johon on punaisella rajattu selvitysalue (kuva 3). Selvitysalueella pintamaalajeina esiintyy kyseisen kartan mukaan savea ja hiekkamoreenia sekä kallioaluetta. Selvitysalue sijoittuu Laaksotien itäpuolelle ja se on



luonnontilaista metsäaluetta. Pohjoisessa aluetta rajaa puro ja lounaiskulmassa esiintyy avokalliota. Kuvassa 3 alue on esitetty GTK:n maaperäkartalla.



Kuva 3. Suunnittelualue GTK:n maaperäkartalla (sininen savikkoa, keltainen moreenia ja punainen kalliioaluetta)

Tarkempi aluerajaus käy ilmi piirustuksista GEO 001–002.

Selvitysalueella tehtiin yhteensä 30 puristinheijarikairausta, 2 siipikairausta ja 4 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä. Lisäksi asennettiin 2 pohjavesiputkea. Maanäytteistä määritettiin rakeisuus silmämääräisesti yhteensä 20 näytteestä ja rakeisuusmääritys seulomalla/hydrometrillä tehtiin 10 näytteestä.

2.2. Pinta- ja pohjasuhteet

Alue on pinnanmuodoiltaan suurelta osin melko tasaista, mutta lounaisosassa sekä alueen reunoilla esiintyy jyrkempiä kohtia. Lounaisosassa kalliopinta nousee ja alueen korkein kohta on lounaiskulmassa Laaksotien kupeessa noin korkeustasolla +50. Tältä kohdalta



maanpinta laskee idän ja pohjoisen suuntaan, ja alueen matalin kohta on koilliskulmassa noin korkeustasolla +31.

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

Tutkimusalueella kairauspituus vaihteli välillä 0,4...13,0 m. Kairaukset ovat päättyneet kiveen, kallioon tai tiiviiseen maakerrokseen. Pohjatutkimusten perusteella tyypilliset maalajit ovat maanpinnasta alaspäin lueteltuna seuraavat:

1. Kuivakuorikerros. Lähes koko alueella erottuu pinnassa kuivakuorikerros, jossa kairausvastus on selkeästi alapuolisia maakerroksia korkeampi ja vesipitoisuus vastaavasti alhaisempi. Rakeisuudeltaan savea tai savista silttiä olevan kuivakuorikerroksen paksuus vaihteli välillä 1,0...1,5 m ja luonnontilainen vesipitoisuus välillä 21...29 %.

2. Savikerros. Lähes koko selvitysalueella, mutta etenkin alueen pohjoisosalla, kaakossa sekä lounaassa esiintyy kuivakuoren alla vaihtelevan paksuinen savikerros. Maakerros on rakeisuudeltaan laihaa tai lihavaa savea, mutta paikoin esiintyy myös silttisiä kerroksia savikerrosten välissä. Maakerroksen paksuus vaihtelee välillä 0,5...6,0 m, paksuimmat savikerrostumat löytyvät alueen pohjoisosasta sekä kaakkoiskulmasta.

Maakerroksen luonnontilainen vesipitoisuus vaihteli välillä 38...79 %. Suurimmat vesipitoisuudet esiintyvät pohjoisosan näytteenottopisteessä numero 3, etelämmässä vesipitoisuudet ovat alhaisempia ja lähempänä 50 %:a. Savikerroksen siipikairalla mitattu (redusoimaton) suljettu leikkauslujuus vaihteli välillä 3,5...37 kPa. Kuivakuorikerroksesta leikkauslujuutta ei saatu mitattua, ja vasta noin 3 metrin syvyydessä savi saatiin siipikairalla leikkaantumaan.

3. Silttikerros. Savikerros muuttuu siltiksi, jonka kerrospaksuus on välillä 0,5...4,5 m. Maakerroksen luonnontilainen vesipitoisuus oli tästä maakerroksesta otetussa maanäytteessä 29 % ja maalaji oli savinen siltti.

4. Kitkamaakerros (oletettu moreeni). Kairaukset ovat päättyneet tähän maakerrokseen, kiviin tai kallioon korkeustasolla +22,7...+44,5 eli 0,4...13,0 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kairaukset etenivät ennen päättymistään tässä maakerroksessa 0,5...3,5 m. Joissakin kairauksissa savikerroksen alapuolella vuorottelee kairausvastuksen perusteella silttinen kerros ja kitkamaakerros. Tästä maakerroksesta ei ole otettu maanäytteitä.

Tutkimuksissa ei ole selvitetty kalliopinnan korkeustasoa.

2.3. Pohjavesi

Kairaustöiden yhteydessä asennettiin pohjaveden tarkkailuputkia 2 kappaletta, yksi itä- ja yksi länsilaidalle.



Tarkkailuputkien uusimpien (16.7.2021) vesipintatietojen perusteella pohjaveden painetaso on ollut alueen länsilaidalla korkeustasolla +35,6 eli noin 3,9 metrin syvyydellä maanpinnasta. Alueen itälaidalla pohjaveden painetaso oli korkeustasolla +31,8 eli noin 3,7 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Selvitysalue ei sijaitse pohjavesialueella.

2.4. Pilaantuneet maat

Tutkimusalueelta ei saatu kairaustyön yhteydessä viitteitä maaperän pilaantuneisuudesta. Maankaivun yhteydessä tulee kuitenkin aistinvaraisesti tarkkailla kaivettavan maan laatua. Jos havaitaan hajuja tai värimuutoksia, tulee ottaa yhteys ympäristöviranomaiseen, joka määrittää tarvittavat toimenpiteet.

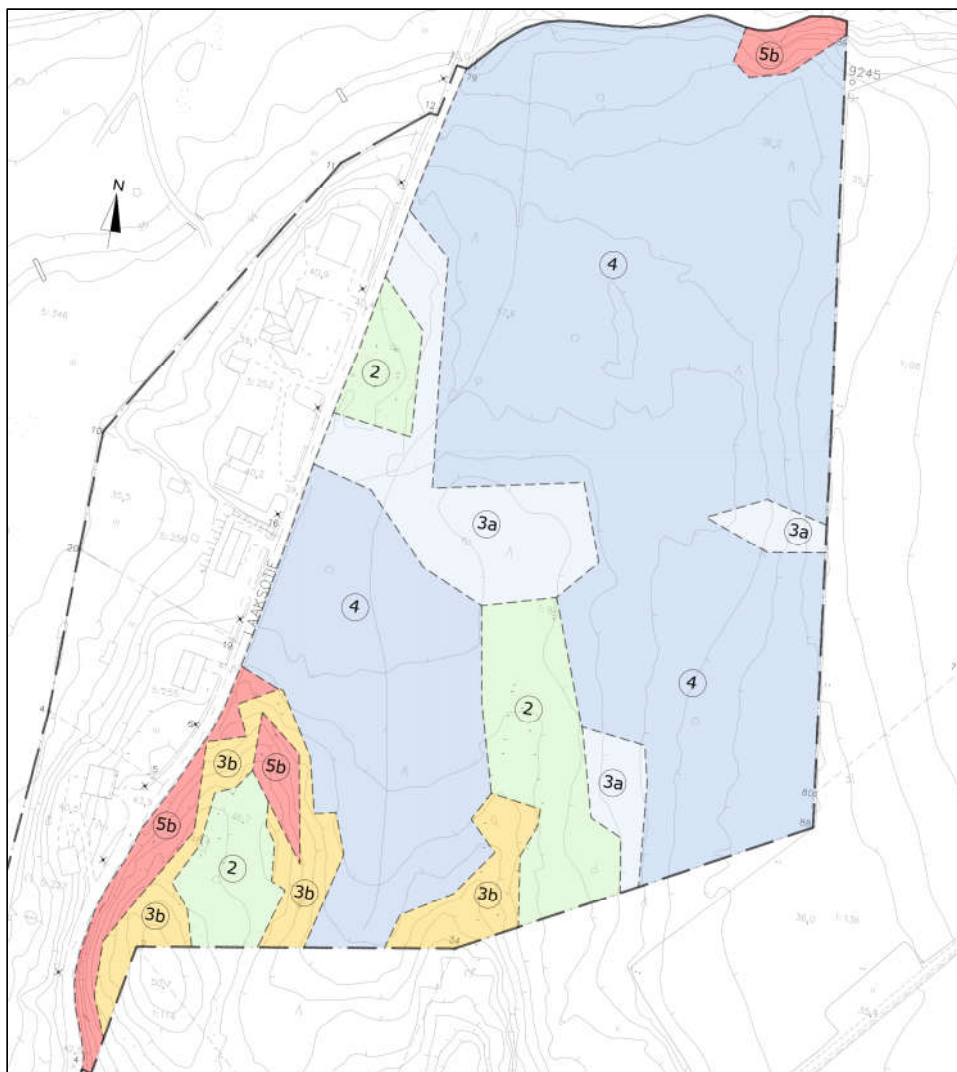
3. PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTEET

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. Alustava rakennettavuusluokittelu selvitysalueella rakennuksille, pihoille ja kaduille käy ilmi kuvasta 4.

Selvitysalueelta löytyy rakennettavuusluokkia 2, 3a, 3b, 4 ja 5b (selitykset ks. liite 1). Alueen pohjoisosassa on lähes kokonaan vaikeasti rakennettavaa syvää pehmeikköä (luokka 4). Koilliskulmasta löytyy jyrkkää rinnemaastoa (5b) ja länsireunalta moreenialuetta, joka on luokiteltu normaalisti rakennettavaksi (luokka 2), sillä kantava maakerros tulee lähelle maanpintaa.

Selvitysalueen keskivaiheilla ja etelässä on vaikeasti rakennettavaa pehmeikköä (luokka 3a), jossa pehmeikön paksuus on kuitenkin pienempi kuin pohjoisosalla. Eteläosasta löytyy kaikkia edellä mainittuja luokkia ja lounaiskulman kalliomaastossa luokitusta määrittää suureksi osaksi maanpinnan kaltevuus.





Kuva 4. Suunnittelualueen rakennettavuusluokitus MAKU-digi-hankkeen mukaisena

3.1. Rakennukset

Luokan 2 alueilla rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti antura- tai laattaperustuksin, kun käytetään sellaista perustamissyvyyttä, että perustuksen ja kantavan kitka- maakerroksen väliin ei jää painuvia kerroksia. Alueella vaadittava perustamissyvyys on maksimissaan 2,0 metriä. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä massanvaihto kantavan kitka- maakerroksen pintaan saakka.

Luokan 3a alueilla rakennukset voidaan perustaa tukipaaluilla kantavan maakerroksen tai kallion varaan. Paalupituus jää alle 5 metriin. Paikoin massanvaihto kantavan maakerroksen pintaan saakka voi tulla kysymykseen myös tällä alueella. 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 paalupituus on alueen kaakkoiskulmassa maksimissaan noin 14 metriä.

Selvitysalueella esiintyvän paksuhkon kuivakuorikerroksen ansiosta kevyet rakenteet voi olla mahdollista perustaa maanvaraisesti myös pehmeikköalueilla. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi kevytrakenteiset autotallit ja pihavarastot. Asia on tarkennettava jatko-suunnitteluvaiheissa.

3.2. Piha-alueet

Luokan 2 alueilla pihat voidaan perustaa maanvaraisesti ilman erityisiä toimenpiteitä. Näillä alueilla kantava maakerros on heti kuivakuorikerroksen alapuolella, ja kuivakuorikerroksen 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 pieneksi 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 kevennettyinä esimerkiksi vaahtolasilla tai kevytsoralla.



Mikäli tavoitellaan suurempaa pengerkorkeutta tai pienempää rakentamisen jälkeistä painumaa, tulee suorittaa esirakentamistoimenpiteitä. Esirakennusvaihtoehdoista 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 suodatinkankaalla pohjamaasta erotettu tasauskerros.

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 tasaus. 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. Putkijohtokaivannot edellyttävät pääsääntöisesti kanaaliouhintaa. Täyttökerrosten toteuttamisessa tulee huomioida kokonaisstabiliteetti sivukaltevassa maastossa.

Luokan 4 alueilla kadut ja kunnallistekniset rakenteet edellyttävät esirakentamistoimenpiteitä painumien hallitsemiseksi. Toimenpiteiden laajuuteen vaikuttaa eniten suunniteltu tasaus 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 pohjoisosasta ja kaakkoiskulmasta. 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 stabiiliteetin takia mahdollista.

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

3.4. Esirakentamismenetelmät

Tässä rakennettavuus selvityksessä käsitellyillä alueilla voi olla mahdollista hyödyntää yhtä esirakentamismenetelmää tai monen esirakentamismenetelmän yhdistelmää hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Esirakentamismenetelmän valintaan vaikuttavat teknis-taloudelliset näkökulmat sekä aikataulu.

Seuraavassa on esitelty aiemmin esitettyjä esirakennusmenetelmiä.

3.4.1. Kevennysrakenteet

Kevennys voidaan toteuttaa kevytsoralla (esim. Leca) tai vaahtolasimurskeella (Foamit), joiden kustannukset eivät poikkea paljon 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 ratkaisuisiksi.

3.4.2. Syvästabilointi

Kadut, alueet ja putkijohdot saadaan yleensä riittävän painumattomiksi syvästabiloinnilla alkukuormituksen jälkeen. Syvästabiloinnissa savikerroksen lujuutta ja muodonmuutosominaisuuksia parannetaan sekoittamalla saven sekaan 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 sideainekom-binaatio sekä menekki. Lisäksi saven humuspitoisuus tulee tutkia, koska sillä on vaikutusta stabilointipilarin lujuuskehitykseen ja loppulujuuteen. Humuspitoisuus lisää yleensä sa- vikerroksen jälkipainumista.

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 teknistaloudellisesta 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 maatäyttöjen korkeudesta riippuen noin puolesta vuodesta muutamaan 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 taseus on tiedossa. Esikuormitusmenetelmän arvioimiseksi on syytä teettää savesta häiriintymättömistä maanäytteitä tehtäviä kokoonpuristuvuuskokeita (ödometrikokeita).

3.5. Alustavat painumatarkastelut

Alustavien painumatarkastelujen perusteella odotettavissa oleva painuma 1,0 m paksulla laaja-alaisella täytöllä on noin 170 mm, kun painuvan savikerroksen paksuus on 5 m. Tällöin ensimmäisen vuoden aikana (likimain rakennusaikana) tapahtuva painuma on noin 120 mm eli reilusti yli puolet.



Paksuimman pehmeikön alueilla (pohjoispääty ja kaakkoiskulma) on noin 8 m paksuinen savikerros. Näillä alueilla 1,0 m penkereellä odotettavissa oleva painuma on noin 220 mm, josta ensimmäisen vuoden aikana tapahtuu noin 120 mm eli likimain puolet.

Nämä painumat ja painuma-ajat ovat alustavia arvioita perustuen tämänhetkisiin pohjatutkimustietoihin. Tarkempia painumalaskelmia varten (sekä mahdollisen painopenkereen suunnittelua varten) suositellaan tehtäväksi tarkentavia pohjatutkimuksia ja savikerroksen painumaominaisuuksia tarkentavia ödometrikokeita.

4. MUUT POHJARAKENTAMISEEN LIITTYVÄT ASIAT

4.1. Routasuojaus ja kuivatus

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. Alla olevasta taulukosta käytetään pienempää perustussyvyyttä hienorakeisissa maalajeissa ja suurempaa perustussyvyyttä karkearakeisissa maalajeissa ja moreeneissa.

Perustusten jäädessä roudattoman syvyyden yläpuolelle käytetään routasuojausta, joka mitoitetaan ohjeen RIL 261-2013 Routasuojaus mukaan tai suoritetaan massanvaihto roudattomaan syvyyteen routimattomalla materiaalilla.

Perustamistapa	Perustuksen osa	Perustamissyvyys, m koheesiomaa/kitkamaa
Maanvastainen alapohja, alapohjarakenteen lämmönvastus $RA \leq 10,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, perusmuurin lämmöneristys ulkopinnassa	Seinälinja	1,2/1,4
	Nurkka	1,5/1,8
Ryömintätila, tuuletus ulkoa, tuuletusaukkojen yhteispinta-ala max. 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohjarakenteen lämmönvastus $RA \leq 6,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	Seinälinja	1,4/1,7
	Nurkka	1,7/2,0

4.2. Kuivatus

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 savi-sulkurakenteet koko putkipoikkileikkauksen ympärille vähintään 1,0 m pitkänä ja n. 50 m välein putkilinjan suunnassa.

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.

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. Hulevedet

Hulevesille tulee varata viivytystilavuutta tonttikohtaisesti 1 m³/100 m² tiivistä pinta-alaa kohden. Viivytysjärjestelmän tulee purkautua 12-24 h kuluessa ja viivytysjärjestelmästä tulee olla suunniteltu ylivuotoreitti.



Kaavoitustasolla voi olla teknistaloudellista tarkastella erillisten hulevesialtaiden tai kos-teikkojen sijoittaminen kaava-alueella, millä voidaan hidastaa hulevesien johtamista sekä parantaa hulevesien laatua. Hulevesijärjestelmien suunnittelussa tulee huomioida riippu-mattomat ylivuotoreiitit tulvasadetilanteessa.

4.6. Yhteenveto ja lisäselvitystarve

Tässä rakennettavuusselvityksessä on annettu alustavat yleisohjeistukset katujen, kun-nallisteknisten linjojen ja tonttien geoteknistä suunnittelua varten.

Yleisesti voidaan todeta, että Puu-Talman alue on rakennettavuudeltaan haasteellista joh-tuen vaihtelevan paksuisista savikerroksista ja rakennuksien perustaminen edellyttää paaluperustamista. Alueen keskivaiheilta ja eteläosista löytyy myös rakentamiseen pa-remmin soveltuvia alueita, joissa kantava kitkamaakerros (moreeni) nousee lähemmäs maanpintaa ja rakennukset voidaan perustaa ilman paaluperustusta.

Alueen lounaiskulma ei maapohjan kantavuuden puolesta aiheuta ongelmia, mutta jyrk-käpiirteisyytensä ja avokallioesiintymien takia luo toisenlaisia haasteita rakentamiselle. 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 tekni-kestä näkökulmasta mahdollinen suuressa osassa aluetta pehmeikön paksuuden ollessa keskimäärin 5 metrin luokkaa. Pehmeikön syvimmillä kohdilla ja korkeampia pengerkor-keuksia tavoiteltaessa voidaan turvautua syvästabilointiin tai paalulaattojen rakentami-seen.

Pohjaveden painetaso on alueelle asennettujen kahden pohjavesiputken perusteella melko syvällä, noin 3,5 metrissä maanpinnan alapuolella. Tämän helpottaa etenkin kun-nallisteknistä rakentamista ja kaivantojen toteutusta, sillä pohjavedenhallintaan liittyviltä haasteilta voidaan suurelta osin välttyä.

Katujen, putkijohtojen ja muiden alueiden suunnittelua varten suosittelemme täydentä-vien pohjatutkimuksia suorittamista, joilla selvitetään mm. saven painumaominaisuuksia sekä savikon paksuutta. Lisäksi täydentävissä pohjatutkimuksissa on huomioitava mm. esirakentamismenetelmien lähtötietovaatimukset. Tapauskohtaisesti voidaan kunnallis-teknisille linjoilla sallia n. 0-100 mm rakentamisen jälkeinen painuma edellyttäen, että pai-numinen ei vaaranna putkistojen toimivuutta eli viettopotkistojen kaltevuuksien tulee olla ko. painuma huomioiden riittävät sekä painuvan ja painumattoman alueen rajapinnassa tulee olla painumaeroa tasaavia siirtymärakenteita.

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



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

4.7. Suunnitteluun liittyvät asiakirjat

- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
 - o Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010
 - o Talonrakennuksen maatoiden yleiset laatuvaatimukset MaaRYL 2010
- RT 81-10791 Radonin torjunta
- RIL-132-2000 Talonrakennuksen maarakenteet
- RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus
- RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat värinät
- 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 6. päivänä elokuuta 2021

Laatinut



Tuomas Mäkitalo, DI
projektipäällikkö

Tarkastanut



Juha Kujansuu, DI
toimitusjohtaja



Liite 1: MAKU-digi-hankkeen mukainen rakennettavuusluokittelutaulukko

Rakennettavuusluokka	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

