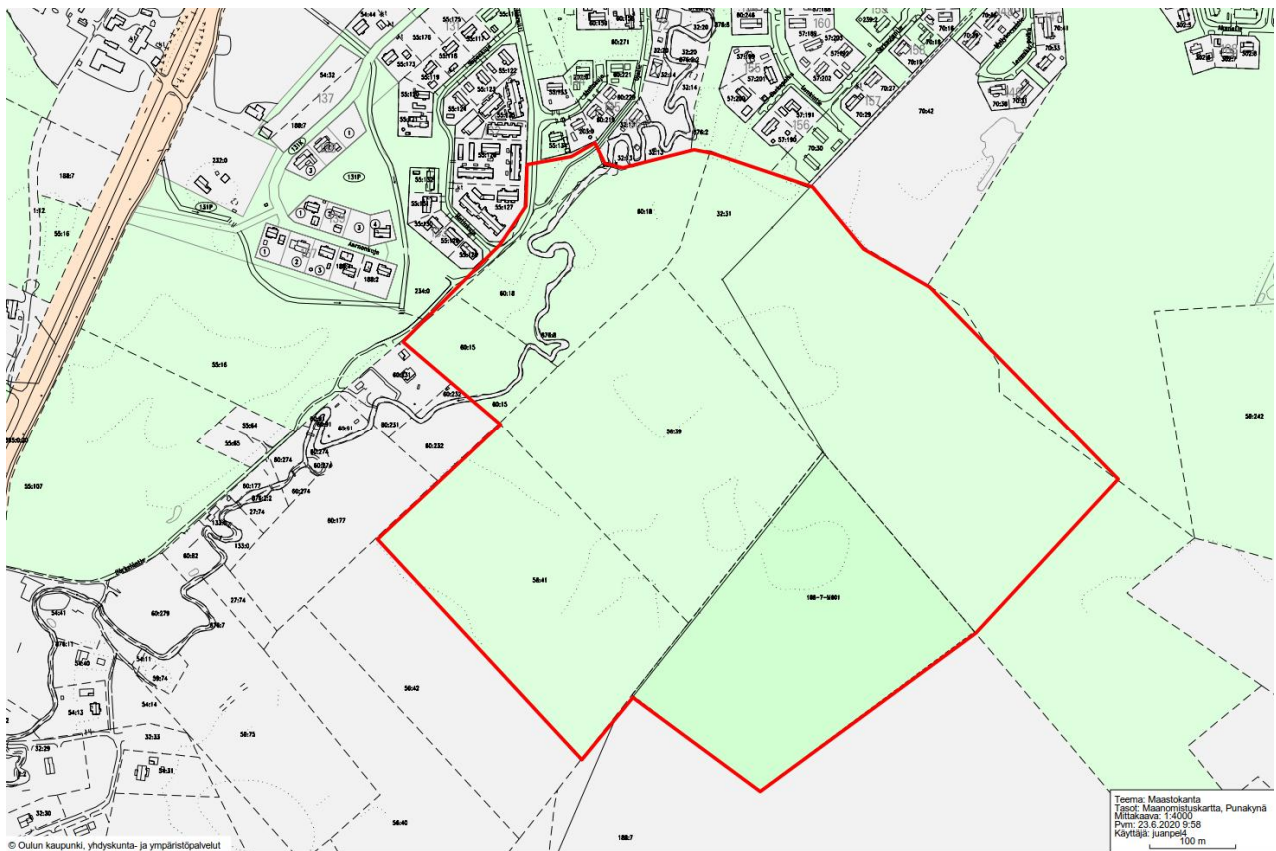


NÄPPÄRIKANGAS, JÄÄLI

RAKENNETTAVUUS- JA SULFIDI SELVITYS



NÄPPÄRINKANGAS, JÄÄLI

Laatija Paula Liisanantti, Sanna Vienonen
Tarkastaja Noora Karjalainen, Sari Suvanto
Päivämäärä 21.1.2021
Hyväksyjä Mikko Ukkola / Oulun Kaupunki

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Pohjatutkimukset	1
3.	Sulfiditutkimukset	1
3.1	Happaman sulfidimaan määritelmä ja vaikutukset	1
3.2	Happaman sulfidimaan tunnistaminen	2
3.3	Sulfidianalyysit ja tulokset	2
3.4	Johtopäätökset	4
4.	Pinnanmuodostus ja maaperäolosuhteet	4
5.	Rakennettavuus	6
6.	Katurakenteet	6
7.	Kuivatusrakenteet ja routasuojaus	6
8.	Maa- ja pohjarakennustyöt	7
9.	Jatkotoimenpiteet	8

Viite Rakennettavuuskartta 58570-G1

1. YLEISTÄ

Oulun kaupungin toimeksiannosta Ramboll on laatinut tämän Näppärinkankaan alueen rakennettavuus- ja sulfidiselvityksen, joka on tehty asemakaavoitusta varten.

Suunnittelualue sijaitsee Jäälän eteläpuolella 15 km Oulun keskustasta pohjoiseen. Alue rajoittuu lännessä Jäkälärantiin sekä Särkeläntiehen ja etelässä yksityisiin kiinteistöihin. Suunnittelualue on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

2. POHJATUTKIMUKSET

Selvitysalueella ei ole aiemmin tehtyjä pohjatutkimuksia. Rakennettavuusselvitystä varten pohjatutkimuksia tehtiin syys- ja lokakuussa 2020. Pohjatutkimukset käsittivät painokairauksia (35 kpl), häiriintyneiden maanäytteiden ottoa (14: sta pisteestä) ja pohjavesiputkia (2 kpl). Maanäytteistä määritettiin rakeisuudet ja vesipitoisuudet. Lisäksi alueelta otettiin kahdesta pisteestä (397 ja 402) sulfidimaanäytteitä, joiden tulokset on esitetty tässä raportissa. Oulun kaupunki suoritti alueella tehdyt pohjatutkimukset ja Ramboll sulfidinäytteiden näytteenoton.

Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty liitteenä olevalla rakennettavuuskartalla.

Suunnitelmissa on käytetty ETRS-GK26-koordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää.

3. SULFIDI TUTKIMUKSET

3.1 Happaman sulfidimaan määritelmä ja vaikutukset

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Sulfidisedimentit ovat tyypillisesti liejuista silttiä tai savea ja esiintyvät rannikkoseudun alavilla mailla. Ne ovat usein väriltään mustia tai tumman harmaita. Paikoin rikkiä saattaa esiintyä kuitenkin haitallisia määriä myös karkeammissa maalajeissa kuten hiekassa ja hiekkaisessa siltissä.

Happamoitumisen seurauksena liukenee maaperästä myös haitallisia metalleja (esim. Al, Cd, Co, Cu, Ni, Zn, U), jotka kulkeutuvat edelleen vesistöihin. Maaperän happamoitumiseen on syynä rautasulfidien hapettuminen sedimenttien joutuessa pohjavedenpinnan yläpuolelle maankohoamisen ja maankäyttöön liittyvän kuivatustoiminnan seurauksena. Hapettumisen seurauksena sulfideista muodostuu maaperässä rikkihappoa, joka alentaa maan pH-tasoa. Kuivana ajanjaksona happamoitumisen seurauksena liuenneet happosulfaatit ja metallit pidättäytyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet metalleineen huuhtoutuvat vesistöihin ja valumien pH voi olla jopa alle 3.

Esimerkiksi herkkimmät kalat voivat kuolla, jos vesistön pH laskee tason 5,5 alle. Happaman veden liuottama alumiini saostuu vesistöissä kalan kiduksissa aiheuttaen kalojen tukehtumista. Myös muille vesieläimille hapan vesi on haitallista; se voi esimerkiksi haitata lisääntymistä. Happamuus voi myös vähentää kasvillisuutta ja sen monimuotoisuutta. Rakenteille happamuus aiheuttaa korroosiota, mikä on huomioitava rakennusmateriaaleja valittaessa, ja tällöin tulee käyttää esim. haponkestävää terästä. Hapan vesi kuljettaa mukanaan myös esimerkiksi rautaa maaperästä, mikä voi tukkia hulevesirakenteita. Oulun seudulla rautasakka on yleistä laskuojissa.

3.2 Happaman sulfidimaan tunnistaminen

Happamia sulfidimaakerroksia tutkitaan tyypillisesti seuraavien laboratoriomäärittelyjen avulla: kokonaisriikki, NAG-pH, nettohapontuotto, inkuboitu pH, vesipitoisuus ja hehkutushäviö. Lisäksi kenttä-pH on määrittävä tekijä kuten myös kentällä näytteenoton yhteydessä tehdyt havainnot väristä, maalajista, maan kosteudesta, hajusta, luonnonmukaisuudesta sekä pohjavedenpinnan tasosta. Musta väri tai mustat juovat maanäytteissä viittaavat sulfidimaakerrokseen; myös turvekerrokset ovat mustanruskeita.

Happamat sulfaattimaat voidaan luokitella kahteen ryhmään: 1. Todelliset happamat sulfaattimaat (THS) ja 2. Potentiaaliset happamat sulfidimaat (PHS).

1. Todellinen hapan sulfaattimaa (THS)

- pH < 4,0 maastossa suoraan näytteestä mitattuna hapettuneessa mineraalimaassa tai liejuissa (ei turpeessa) sulfidien hapettumisen seurauksena.
- mikäli savi-/silttinäytteen maastossa mitattu pH on 4,0 – 4,4 eikä alemmasta maakerroksesta ole tehty sulfidisavihavaintoja, jatkotutkimukset ovat tarpeen. Jatkotutkimuksissa tehdään esimerkiksi pH:n määrittely inkuboidusta näytteestä (vetyperoksidihapetus) ja/tai kokonaisrikkipitoisuusmäärittely.

Happaman maakerroksen ja sulfidirikkipitoisen maakerroksen välillä on tyypillisesti kapea vaihtumisvyöhyke (noin 0–50 cm) missä pH:n vaihtelu voi olla erittäin suurta (noin 4,0–7,0).

2. Potentiaalinen hapan sulfidimaa (PHS)

Potentiaalisella happamalla sulfidimaalla tarkoitetaan sulfidirikkipitoista maaperää, jolla on potentiaalia muuttua todelliseksi happamaksi sulfaattimaaksi, mikäli maaperä pääsee hapettumaan. Sulfidirikkipitoisen maakerroksen pääpiirteet ovat:

- rikki esiintyy sulfidimuodossa (pelkistyneenä, ei hapettuneena)
- yleensä pH > 6.0
- rikin pitoisuus, $S_{\text{tot}} \geq 0,2 \%$
- inkuboidun näytteen pH < 4,0 (vetyperoksidihapetus) ja pH:n muutos on yli 0,5 yksikköä verrattuna maastossa mitattuun pH-tulokseen

3.3 Sulfidianalyysit ja tulokset

Näytepisteet keskitettiin alueisiin, joilla on GTK:n aineistojen mukaan pinnalla rahkaturvetta sekä suurin todennäköisyys sulfidimaakerrosten esiintymiselle.

Kummastakin näytepisteestä (P397 ja P402), josta sulfidinäytteet otettiin, määritettiin kentällä pH sekä tehtiin muita havaintoja maaperästä. Nämä tulokset sekä laboratorioanalyysit ja niiden tulokset on esitetty taulukossa 3-3. Näytteenotto suoritettiin painokairaamalla. Häiriintyneet näytteet otettiin 0,5 m välein 4 metriin saakka. Yhteensä näytteitä otettiin 13 kpl.

Kummassakin pisteessä pintamaakerros 0...0,5 m oli kenttähavaintojen mukaan turvetta. Pisteessä P397 ei päästy 3,4 metriä syvemmälle kivien takia. Laboratorion huomioiden mukaan

näytteissä 1,5...4 m pisteessä P397 ja näytteissä 1...4 m pisteessä P402 oli ruosteen väriä, mikä viittaa rautayhdisteisiin maaperässä ja on turvemaassa tyypillistä.

Vesipitoisuus-analyysien ja maastohavaintojen perusteella pohjavesi alkaa noin syvyydeltä 0,5...1 m kummassakin pisteessä eli maaperä on vedellä kyllästynyttä.

Potentiaalisiksi happamiksi sulfidimaiksi luokiteltavista näytteissä kokonaisrikkipitoisuus on yli tyypillisesti 0,2 % kuiva-aineesta. Yhdessäkään näytteessä ei havaittu tason 0,2 % ylittävää rikkipitoisuuksia.

Näytteistä 7 kpl valittiin NAG-pH määrittämiseen ja inkubointiin. NAG-pH määrittämiseen lähetettyistä näytteistä kaikista havaittiin tason 4,5 alittava pH, mutta ei yhdessäkään alle 2,5. Inkuboitujen näytteiden pH:t eivät laskeneet yhdessäkään näytteessä alle raja-arvon 4, joten voidaan todeta, että tässä kohteessa ei ole varsinaisia happoa tuottavia maakerroksia tai varsinaisia potentiaalisia sulfaattimaakerroksia.

Myöskään yhdessäkään näytteessä ei havaittu tason 5 kg H₂SO₄/tonni ylittävää nettohapontuottoa (näytteessä P402 tasan 5). NAG-pH:n perusteella alueen maaperässä on maakerroksia, joissa pH voi laskea hapettuessaan, mutta NAG-pH:n ja nettohapontuottopotentiaalin yhteistulosten mukaan alueella ei ole todellisia tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita.

Kaikkiaan 13 näytteestä määritettiin hehikutushäviö, joka korreloi näytteen sisältämän orgaanisen aineksen määrän kanssa. Hehikutushäviötä voidaan käyttää hienojakoisen maa-aineksen (savi, siltti) puskurikapasiteetin arvioimiseen (Pousette 2007). Mitä suurempi hehikutushäviö ja orgaanisen aineksen määrä, sitä suurempi on puskuroiva vaikutus, joka puolestaan pienentää happamoittavaa vaikutusta. Aiempien tutkimusten perusteella hehikutushäviön ylittäessä 8 % on puskuroiva vaikutus merkityksellinen ja happamoittava vaikutus pienenee suhteessa vähemmän orgaanista ainesta sisältävään maa-ainekseen. Tutkittujen näytteiden hehikutushäviöt vaihtelivat välillä 0,6...2,5 %, joten maaperän puskurikapasiteetti on matala. Hehikutushäviöllä ei kuitenkaan muiden tulosten valossa ole merkitystä, koska alueella ei ole todellisia tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita.

Taulukko 3-3. Yhteenveto kenttähavainnoista ja laboratoriotutkimustuloksista.

Piste	Syvyys (m)	Maalaji kenttähavaintojen perusteella	Kosteus kenttähavaintojen perusteella	Maasto-pH	Vesipitoisuus	Hekutus-häviö	S _{tot} (m-%)	NAG-pH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)	Inku-boitu pH
P397	0...0,5	hHk, turvetta	1	6,38						
	0,5...1	hHk	2	6,62	22,1	0,70	0,055			
	1...1,5	hHk	3	6,34	21,9	0,60	< 0,050			
	1,5...2	hHk	3	6,8	23,4	0,90	0,059	3,4	3,2	4,4
	2...2,5	hHk	3	6,45	22,8	0,90	0,061			
	2,5...3	hHk	3	7,35	24,5	0,80	0,087	3,2	3,9	5,3
	3...3,4	hHk	3	6,82	22	0,90	0,068	3,3	3,0	5,3
	3,4...4	Ei saatu näytettä, maaperä liian kivistä								
P402	0...0,5	pelkkää turvetta								
	0,5...1	hHk	1	7,56	25,8	1,90	0,062			
	1...1,5	hHk	2	7,37	33,2	2,50	0,082	3,3	5,0	5,2
	1,5...2	hHk	3	7,49	29	1,20	0,062			
	2...2,5	hHk	3	7,07	28,8	1,40	0,074	3,8	2,4	5,4
	2,5...3	hHk	3	7,32	30,2	1,30	0,078	3,4	3,4	5,3
	3...3,5	hHk	3	7,82	29,2	1,10	0,066			
	3,5...4		3	7,08	24,7	0,80	0,084	3,6	2,7	5,7

3.4 Johtopäätökset

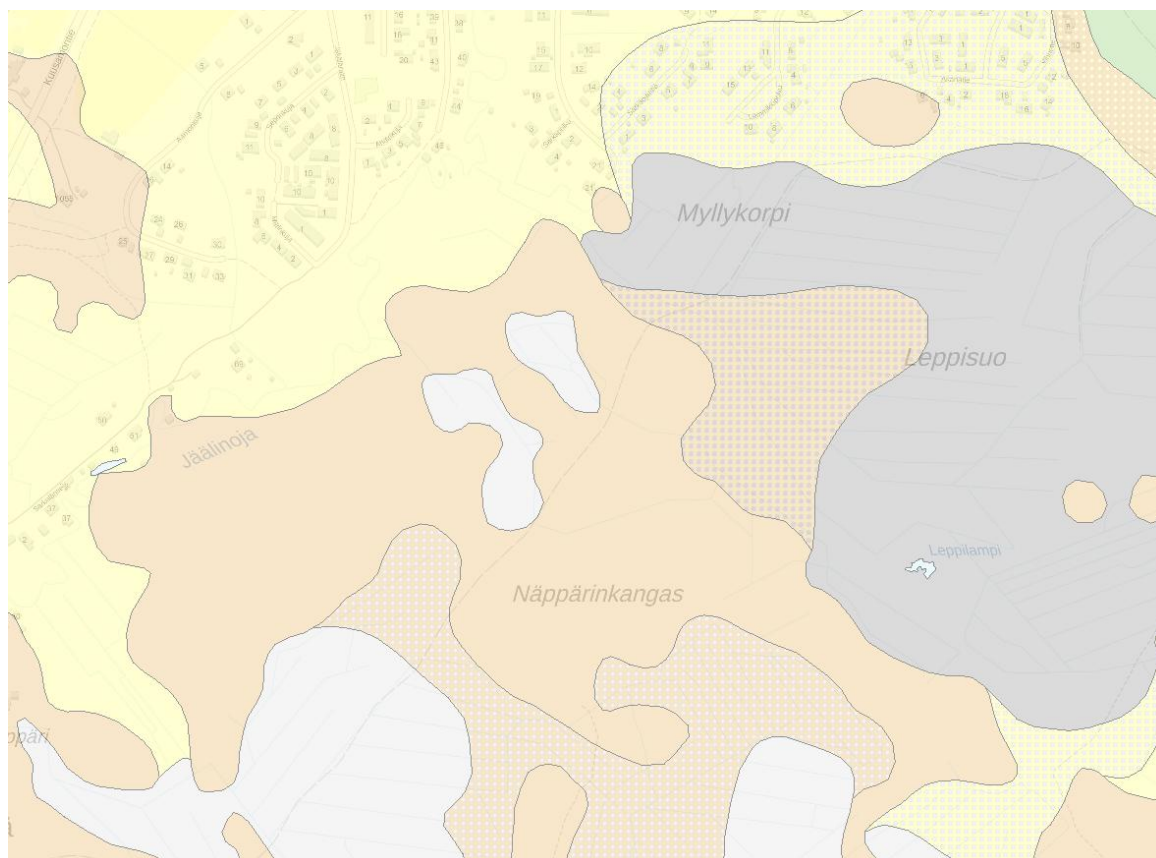
Todellisia happamia sulfaattimaita (THS) tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita (PHS), ei esiintynyt, joten erityistoimia happamien maakerrosten esiintymistodennäköisyyden mukaan ei ole tarpeen tehdä.

Koko suunnittelualueella tulee kuitenkin välttää pohjavedenpinnan laskua rakentamisen seurauksena. Tarvittaessa rakentamisaikaisia valumavesiä tulee tarkkailla, jos maankaivuun on yhteydessä viitteitä happaman valunnan muodostumisesta (mädäntyneen kananmunan haju, selkeästi musta maa-aines).

4. PINNANMUODOSTUS JA MAAPERÄOLOSUHTEET

Suunnittelualueella maanpinnan korkeus vaihtelee välillä +35,6...+42,0 m.

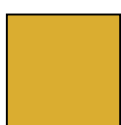
Alue on pääosin metsäistä, rakentamatonta ympäristöä. Alueen läpi kulkee kaupungin omistama kuntorata. Jäälinoja ja sen sivuhaara Leppioja virtaavat suunnittelualueen läpi.



Kuva 2. Ote maaperäkartasta (Maankamara, GTK).

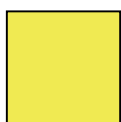
GTK:n maaperäkartan perusteella Näppärinkankaan maaperä on pääosin hiekkamoreenia sekä karkeaa hietaa, joka vastaa GEO-luokituksen mukaisesti hienoa hiekkaa. Osin maaperä on sara- ja rahkaturvetta.

Alueen maaperä- ja rakennettavuusolosuhteet on jaettu tässä selvityksessä 3 eri luokkaan:



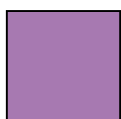
HIEKKAMOREENI

Pohjamaa on pääosin hiekkamoreenia ja hiekkaa, paikoin silttistä. Pohjamaa on routivaa. Maaperä on pääosin tiiviissä tilassa ja se on kantavaa. Maanpinnassa on 0...1,6 m löyhä pintamaakerros. Alueella ei esiinny merkittäviä kokoonpuristuvia maakerroksia. Kairausten yhteydessä ei ole tehty havaintoja maaperän kivisyydestä. Hiekkamoreenialueella pohjamaan alusrakenneluokka on H, jolloin routaturpoama on $t=12\%$ ja E-moduuli 20 MN/m^2 .



HIEKKA

Maanpinnassa on 0,4...4,8 m löyhässä tilassa olevaa hienoa hiekkaa, joka on paikoin silttistä. Pohjamaa on tiivistä silttistä hiekkaa. Maakerrokset ovat routivia, osin pintamaassa esiintyvä hieno hiekka on lievästi routivaa. Maakerrokset ovat paikoitellen kokoonpuristuvia. Hiekka-alueella pohjamaan alusrakenneluokka on E/H/J, jolloin routaturpoama on $t=3\text{...}16\%$ ja E-moduuli $10\text{...}50\text{ MN/m}^2$.



SILTTI

Maanpinnassa on 2,0...6,2 m paksu löyhä hiekkainen silttikerros. Pohjamaa on tiivistä hiekkaista silttiä. Maakerrokset ovat routivia. Silttialueella pohjamaan alusrakenneluokka on H/J, jolloin routaturpoama on $t=12\text{...}16\%$ ja E-moduuli $10\text{...}20\text{ MN/m}^2$.

Pohjavedenpinta on havaittu alueen länsiosassa noin tasolla +34,5...+34,9 eli noin 1,9...2,3 m syvyydessä maanpinnasta mittausajankohtana 15.9.-22.10.2020 ja eteläosassa noin tasolla +35,3...+36,3 eli noin 0,9...1,9 m syvyydessä maanpinnasta mittausajankohtana 2.9.-22.10.2020.

5. RAKENNETTAVUUS

Moreenialueet soveltuvat hyvin rakentamiseen. Moreenialueilla rakennusten maanvarainen matalaperustus ja kunnallistekniikan rakentaminen on mahdollista ilman erityisiä pohjanvahvistustoimenpiteitä. Kaivannot voidaan lähtökohtaisesti tehdä luiskattuina.

Hiekka-alue soveltuu hyvin...kohtuullisen hyvin rakentamiseen. Kevyet rakennukset, joille sallitaan painumia, voidaan perustaa maanvaraisesti. Alueella esiintyy löyhiä pintamaakerroksia ja tämän vuoksi korkeille, raskaille ja painumaherkille rakenteille tai rakennuksille on syytä tehdä painumatarkastelu, jonka perusteella tulee tehdä päätös perustamistavasta ja pohjanvahvistuksista. Useampi kerroksisten rakennusten osalta tulee näillä alueilla varautua pohjanvahvistukseen.

Pinnassa olevat löyhät hiekkakerrokset tulee tiivistää tai korvata hyvin tiivistettävällä kitkamaatäytöllä.

Silttialue soveltuu kohtuullisen hyvin rakentamiseen. Näillä alueilla rakennukset on perustettava esirakennus- ja pohjanvahvistustoimenpiteiden avulla, jolloin kysymykseen tulee perustuksilta pohjamaalle aiheutuvista kuormista riippuen esim. massanvaihto. Kevyet rakennukset voidaan perustaa maanvaraisesti.

Hiekka- ja silttialueilla katu- ja piha-alueiden paksut täytöt voivat aiheuttaa painumia ja tämä tulee huomioida alueen korkotasoa suunniteltaessa.

Hiekka- ja silttialueilla kunnallistekniikan rakentaminen on yleensä mahdollista ilman erityisiä pohjanvahvistustoimenpiteitä, katurakenteiden alta poistetaan löyhät maakerrokset.

Pohjamaa on häiriintymisherkkää ja kaivuolosuhteet voivat olla veden vaikutuksesta vaikeat. Rakennusten massanvaihdon taso tulee varmistaa tarkemmilla pohjatutkimuksilla.

Rakennuksen alapohjarakenteita suunniteltaessa ja rakennettaessa on varmistuttava, ettei maaperän tai täyttösoran radon pääse huonetiloihin.

6. KATURAKENTEET

Pihojen ja tonttien sisäisten kulkuväylien rakennekerrokset on suunniteltava tonttikohtaisesti, huomioiden tontin käyttötarkoitus ja tasaus.

Katualueiden rakennekerrokset tehdään Oulun Kaupungin suunnitteluohjeen mukaisesti. Rakennekerrosten valinnassa huomioidaan pohjamaan alusrakenne, katuluokat ja teknis-taloudellisesti saavutettava kuivatustaso.

7. KUIVATUSRAKENTEET JA ROUTASUOJAUS

Pääsääntöisesti rakennusten perustukset on aina salaojitettava. Pohjaveden kapillaarinen nousu rakenteisiin on estettävä tarkoitukseen soveltuvalla riittävän paksulla täytöllä.

Salaojitus ja tonttialueen kuivatus tehdään julkaisun "RIL 126-2009, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" mukaisesti.

Rakennusalueen alueellinen kuivatus ja pihan tasaus suunnitellaan erikseen.

Katurakenteet kuivatetaan salaojituksella tai avo-ojin päällysrakenteen alapinnan tason alapuolelle. Katurakenteiden salaojitus, pintavesien sadevesiviemärointi ja viemärikaivantojen rakentaminen yleensäkin alentaa pohjavedenpinnan tasoa alueella ja parantaa rakentamisolosuhteita.

Luonnollisen pohjavesipinnan ollessa suhteellisen ylhäällä, ei kellareiden rakentamista kyseisten tilojen kuivana pitämisen ongelmallisuuden takia pidetä suositeltavana.

Kaikki routimattoman perustamissyvyyden yläpuoliset rakenteet tulee routasuojata. Rakennukset ja rakenteet sekä rakennusten sisäänkäyntien portaat yms. suositetaan routaeristettäväksi, ellei niitä perusteta roudattomaan syvyyteen.

Routasuojaus mitoitetaan julkaisun "RIL 261-2013 Routasuojaus - rakennukset ja infrarakenteet" mukaan.

Mitoittavana pakkasmääränä käytetään kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää, joka on Oulussa $F_{50}=55\ 000\ \text{Kh}$.

8. MAA- JA POHJARAKENNUSTYÖT

Humusmaat ja muut pintamaat poistetaan rakennus- ja täyttöalueilta.

Yli 2 m syvistä kaivannoista on tehtävä erillinen kaivantosuunnitelma. Lähtökohtaisesti lyhytaikaisissa, alle 2,0 m syvissä kaivannoissa voidaan käyttää luiskakaltevuutena 1:1. Kaivantojen tukemiseen tulee varautua syvemmissä ja pohjaveden alapuolelle ulottuvissa kaivannoissa.

Matalissa kaivannoissa työnaikainen kaivannon kuivatus voidaan yleensä hoitaa pumppauskuopista pumppaamalla. Pohjaveden työnaikainen alentaminen pienentää samalla kaivannon pohjan hydraulisen murtumisen vaaraa.

Kaivumassat eivät sovellu käytettäväksi katujen, pihojen tai rakennusten routimattomissa täy-toissä. Kaivumassoja voi käyttää kuivana luiskatäyttöihin (hiekkaiset massat) tai maastonmuo-toiluun.

Maarakennustöitä suunniteltaessa on huomioitavaa, että silttinen pohjamaa on märkänä erityi-sen häiriintymisherkkää. Häiriintyminen voi tapahtua esim. maarakennuskoneiden aiheutta-masta tärinästä.

Putkijohdot perustetaan roudattomaan syvyyteen tai käytetään routaeristeitä. Putkijohtolinjojen rakentamisessa tulee huomioida löyhän ja koheesiomaakerrosten painuminen, mikäli rakenta-minen tehdään ennen esirakennus-/pohjanvahvistustoimenpiteitä. Tarvittaessa putkilinjan alle tehdään murskearina. Silttisen pohjamaan alueella murskearinan alla käytetään suodatinkan-gasta.

9. JATKOTOIMENPITEET

Rakennettavuusselvitystä voidaan käyttää ohjaamaan alueen maankäytön suunnittelua. Alueen rakennussuunnitteluvaiheessa pohjatutkimuksia tulee täydentää katurakenteiden ja suunniteluratkaisujen tarkentamiseksi.

Kunkin rakennuksen osalta on tehtävä tonttikohtainen pohjatutkimus lopullisen perustamistavan ja mahdollisen pohjanvahvistuksen määrittämistä varten. Kunkin hankkeen pohjarakennussuunnittelija määrittää tapauskohtaisesti lopullisen perustamistavan, sallitun pohjapaineen ja painuman sekä vaadittavat pohjanvahvistustoimenpiteet. Tarkentavat painuma- ja kantavuuslaskelmat tulee tehdä, kun alueen tasaus ja rakennusten ja rakenteiden alustavat kuormat ovat tiedossa.

Tässä selvityksessä esitetyt maaperäolosuhteiden rajat ovat ohjeellisia.

Pohjavesipinnan tasoa on syytä seurata jatkosuunnittelun aikana, ja koko suunnittelualueella tulee välttää pohjavedenpinnan laskua rakentamisen seurauksena. Tarvittaessa rakentamisaikaisia valumavesiä tulee tarkkailla, jos maankaivuun on yhteydessä viitteitä happaman valunnan muodostumisesta (mädäntyneen kananmunan haju, selkeästi musta maa-aines).

Todellisia happamia sulfaattimaita (THS) tai potentiaalisia happamia sulfaattimaita (PHS), ei kuitenkaan suunnittelualueella esiinny, joten erityistoimia happamien maakerrosten esiintymistodennäköisyyden mukaan ei ole tarpeen tehdä.