

Laatinut: Johannes Kotila

Päiväys  
30/04/2026  
Project ID: ThunderThunder document number:  
TH-1020-C030-100007

E-mail etunimi.sukunimi@afry.com

AFRY documet number:  
101030348-603015

Project e-mail: project.thunder@afry.com

## Perustamistapalausunto laitosalue

Revision	#	Date/Author	Date/Checked	Date/Approved	Notes
Orig.		30/04/26 Johannes Kotila	30/04/26 Jesse Eskelinen	30/04/26 Mirko Harjula	
Rev.					

## Sisältö

1	Toimeksianto .....	3
2	Tehdyt pohjatutkimukset .....	3
3	Maasto- ja ympäristöolosuhteet tutkimusalueella .....	4
3.1	Ympäristöolosuhteet .....	4
3.2	Pohjasuhteet .....	5
3.2.1	Varastoalue .....	5
3.2.2	Polttopaikka .....	6
3.2.3	Tiiviin rakentamisen alue .....	6
3.2.4	TNT-prosessialue .....	7
4	Pohjarakennustapa .....	8
4.1	Tiedot suunnitelluista rakennuksista .....	8
4.2	Rakennusten ja rakenteiden perustaminen .....	8
4.3	Routasuojaus .....	9
4.4	Salaojitus .....	10
4.5	Radon .....	10
4.6	Piha- ja liikennealueet .....	11
4.7	Kunnallistekniikka .....	11
4.8	Kuivatus .....	12
5	Pohjarakennustyön suoritusohjeet .....	12
5.1	Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä .....	12
5.2	Pohjaveden alentaminen .....	13
6	Jatkotoimet .....	14

## 1 Toimeksianto

Forcit Oy:n toimeksiannosta AFRY Finland Oy on laatinut Thunder rakennushankkeeseen liittyvälle laitosalueelle perustamistapalausunnon Maanpää Geo Oy:n suorittamien pohjatutkimusten sekä Swecon laatiman rakennattavuusselvityksen perusteella. Kenttätutkimukset on tehty keväällä 2025 ja 2026.

Tutkimuskohde sijoittuu Poriin entisen Noormarkun kunnan alueella valtatie 23 luoteispuolelle. Hankealueen pinta-ala on noin 41 hehtaaria.

Tutkimukset ohjelmoitiin hankkeen rakennussuunnitelmien perusteella täydentämään vuonna 2025 laadittua rakennettavuusselvitystä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuspaikan perustusolosuhteet perustussuunnittelua ja rakentamista varten sekä karakterisoida alueen maamassoja.

## 2 Tehdyt pohjatutkimukset

Maastotutkimuksina selvitysalueella on tehty:

- Puristinheijarikairaus 24 tutkimuspisteessä
- Koekuoppatutkimukset 8 tutkimuspisteessä
- Porakonekairaus 32 tutkimuspisteessä, joista 26 on tehty 3 metrin kalliovarmistus
- 21 pisteestä on kerätty häiriintyneet maanäytteet. Näytteenottoja on tehty kairaus-  
ten sekä koekuoppien yhteydessä. Syvimmillään näytteitä on kerätty 7 metrin sy-  
vyydeltä.
- Maanäytteiden peruskäsittelynä on tehty maalajin silmämääräinen maalajiarvio sekä  
vesipitoisuuden määrittäminen 124 maanäytteelle.
- Rakeisuus määritykset on tehty 36 maanäytteelle.
- Kiintotiheydet on tutkittu 5 näytteestä
- Parannetut Proctor-kokeet on tehty 3 näytteelle
- Alueella on kartoitettu maaperänpilaantuneisuutta sekä happamien sulfaattimaiden  
esiintymistä

Pohjatutkimukset ja rakeisuustutkimusten tulokset esitetään erillisissä suunnitteludokumen-  
teissa.

Pohjatutkimuspisteet on sidottu koordinaattijärjestelmään ETRS-GK22. Korkeudet on sidottu  
korkeusjärjestelmään N2000.

Maanäytteet on tutkittu silmämääräisesti ja edustaville maanäytteille on tehty rakeisuusmää-  
rittäminen ja vesipitoisuuden määrittäminen maalajien, maalajiominaisuuksien ja maakerrosjaon selvit-  
tämiseksi. Lisäksi on tutkittu maa-aineksen kiintotiheyksiä sekä maan tiivistymisominaisuuksia  
parannetuilla proctor-kokeilla.

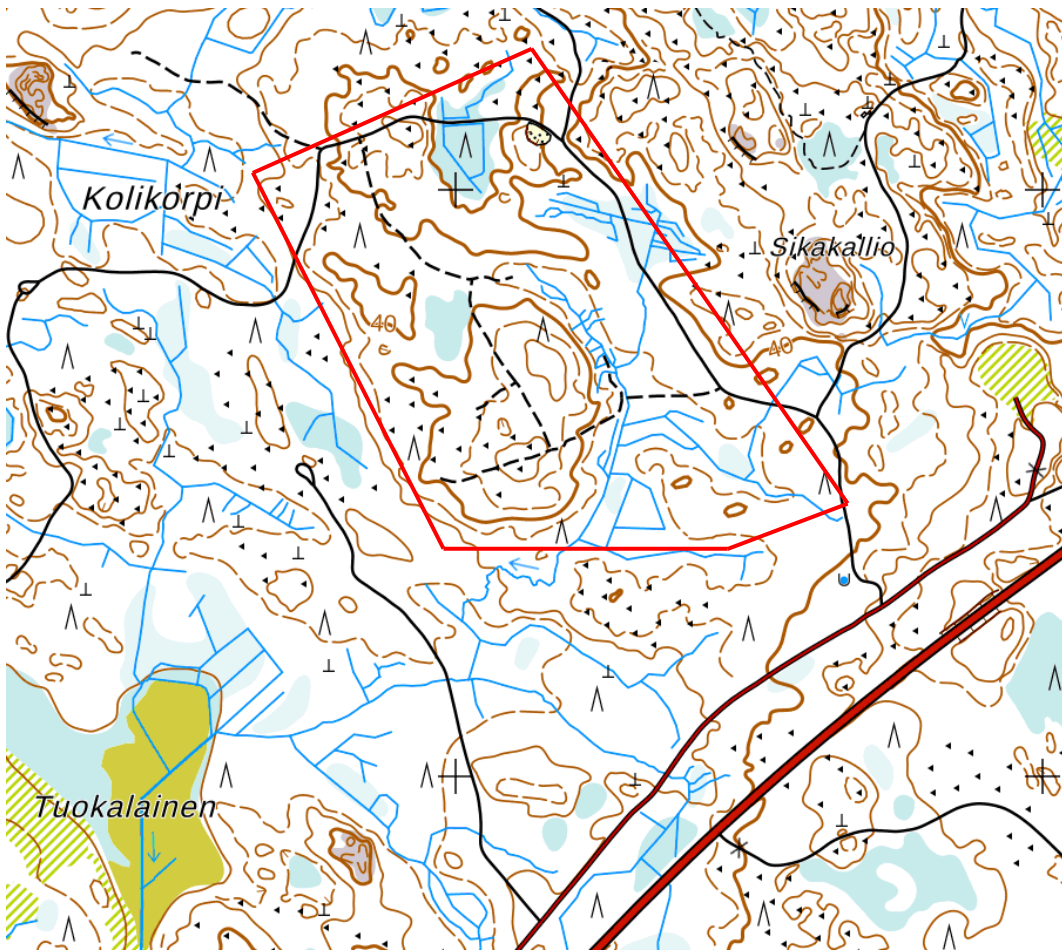
## 3 Maasto- ja ympäristöolosuhteet tutkimusalueella

### 3.1 Ympäristöolosuhteet

Tutkimusalueen ympäristö on uutta rakenteilla olevaa Thunder rakennushankkeen aluetta. GTK:n maankamara-aineiston perusteella tutkimusalue sijoittuu hiekkamoreenivaltaiselle alueelle, jossa voidaan paikallisesti tavata sedimentoituneita maakerroksia. Alue koostuu pääosin kuivahkosta metsäalueesta, jonka pintakerrokset ovat paikoin erittäin kivisiä. Kuivien metsäalueiden lisäksi alueella tavataan soistuneita painanteita sekä pehmeiköitä, jotka sijoittuvat maaston alimpiin kohtiin. Esirakentamisen yhteydessä alueelle on suoritettu puustonpoiston lisäksi pintamaanpoistoa, massanvaihtoja sekä kerroksittain tiivistettyjä täyttöjä alueelta saatavissa olevasta tiivistämiskelpoisesta moreenista ja rakentamiseen soveltuvasta kiviaineksista.

Tutkimusalueella maanpinnantason vaihtelee karkeasti tasovälillä +31,0...+46,0 (N2000). Alueen topografia koostuu paikoin jyrkkäpiirteisistä moreeniharjanteista, jotka viettävät loivasti kaakon suuntaan.

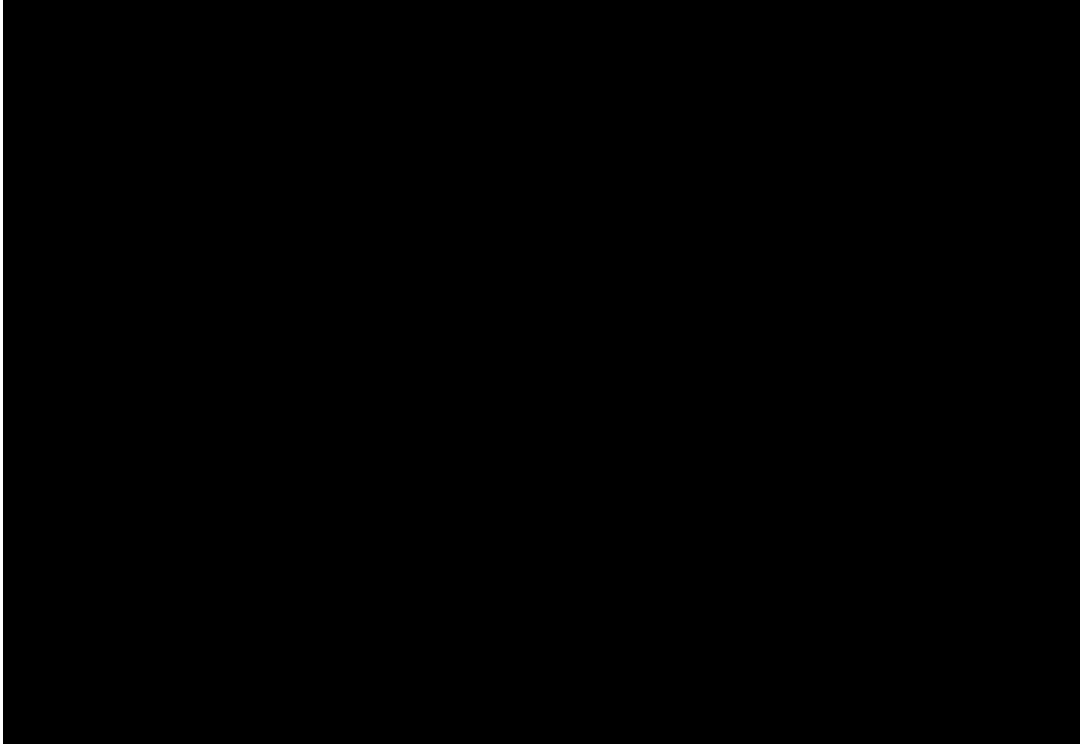
Alueella tehtyjen pohjavesihavaintojen perusteella pohjaveden pinnan arvioidaan vaihtelevan tasovälillä +31...+46 (N2000). Alueen painanteissa ja soistuneilla alueilla pintavesi on lähempänä maanpintaa. Moreeni voittoisilla alueilla pohjavedenpinta on syvemmällä.



Kuva 1, hankealue rajattuna maastokartalle

## 3.2 Pohjasuhteet

Tässä lausunnossa käsitellään pohjasuhteita ja perustamiseen vaikuttavia tekijöitä alla olevan kuvassa 2 esitetyn aluejaon mukaisesti.



*Kuva 2, hankkeen aluejako.*

### 3.2.1 Varastoalue

Maakerrosjako varastoalueella on yleispiirteissään seuraava:

- Pintamaa koostuu pääosin ohuehkosta humuspitoisesta maakerroksesta, joka on paikoin erittäin kivistä. Pintakerroksen paksuus on  $\leq 1$ m.
- Pintakerroksen alapuolella on paikoin hienorakeisia tai orgaanisia maakerroksia, joissa esiintyy maatuneen turpeen lisäksi löyhää moreenia, näiden maakerrosten kerrospaksuudet vaihtelevat kairausten perusteella 1...6,5 metriin.
- Löyhien maakerrosten alapuolella on tiivis ja kivinen moreenikerros, jonka kerrospaksuus on kairauksien perusteella 2...9 metriä.
- Kalliopinnan taso vaihtelee alueellisesti tasovälillä +28,5...+38,5. Kalliopinta on kairausten perusteella paikoin rikkonainen ja viettää loivasti kaakon suuntaan.
- Pohjavettä on tavattu koekuopissa ylimmillään noin 3 metrin syvyydellä maanpinnasta tasolla +33 (05.03.2026).

Pohjamaa on rakeisuuden perusteella routivaa hiekka- tai soramoreenia, paikoin alueella esiintyy myös löyhiä silttimoreenikerroksia. Alueelta kerättyjen moreeninäytteiden hienoainespitoisuus ( $\# < 0,063$  mm) on tutkimusten mukaan  $\leq 33$  paino-%. Maakerroksista kerättyjen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 8...32 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna pohjamaan vedenläpäisevyysarvon suuruusluokka on karkeasti arvioituna  $k \geq 1,0 \times 10^{-7}$  m/s, eli pohjamaa on heikosti vettäläpäisevää. Vedenläpäisevyysarvoon vaikuttaa oleellisesti pohjamaan ja täyttöihin käytettävän materiaalin kiviisyys ja hienoainespitoisuus.

Paikoin esiintyvät korkean hienoainespitoisuuden maalajit lähinnä pintakerroksen alapuolissa kerroksissa voivat hankaloittaa maanrakennustöitä sekä pohjamaan tiivistämistä.

Kairaukset ja koekuopat ovat päättyneet varastoalueella kiveen, kallioon tai määräsivyyteen pääosin noin 4–15 m syvyydellä maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 4,0 m määräsivyyteen maanpinnasta.

### 3.2.2 Polttopaikka

Maakerrosjako varastoalueella on yleispiirteissään seuraava:

- Pintamaa koostuu pääosin ohuehkosta humuspitoisesta maakerroksesta, joka on paikoin erittäin kivisistä. Pintakerroksen paksuus on  $\leq 1$  m.
- Pintakerroksen alapuolella on paikoin orgaanisia maakerroksia, joissa esiintyy maatunutta turvetta, näiden maakerrosten kerrospaksuus on kairausten perusteella  $\leq 2,0$  m metriin.
- Pinta- ja orgaanisten maakerrosten alapuolella on tiivis ja kivinen moreenikerros, joka ulottuu kalliopinnan tasolle noin 5 metrin syvyydellä maanpinnasta.
- Kalliopinnan taso on tutkittu alueella yhdessä pisteessä, jossa kalliopinta saavutettiin tasolla +32,50
- Pohjavettä on tavattu koekuopissa ylimmillään noin 4 metrin syvyydellä maanpinnasta tasolla +35,6 (05.03.2026).

Pohjamaa on rakeisuuden perusteella routivaa hiekka- tai soramoreenia. Alueelta kerättyjen moreeninäytteiden hienoainespitoisuus ( $\# < 0,063$  mm) on tutkimusten mukaan  $\leq 23$  paino-%. Maakerroksista kerättyjen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 9...13 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna pohjamaan vedenläpäisevyysarvon suuruusluokka on karkeasti arvioituna  $k \geq 5,0 \times 10^{-7}$  m/s, eli pohjamaa on heikosti vettäläpäisevää. Vedenläpäisevyysarvoon vaikuttaa oleellisesti pohjamaan ja täyttöihin käytettävän materiaalin kiviisyys ja hienoainespitoisuus.

Paikoin esiintyvät korkean hienoainespitoisuuden maalajit lähinnä pintakerroksen alapuolissa kerroksissa voivat hankaloittaa maanrakennustöitä sekä pohjamaan tiivistämistä.

Koekuoppa tutkimusten kaivutaso on ulotettu polttopaikan alueella 4,5 m syvyydelle maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 4,5 m määräsivyyteen maanpinnasta.

### 3.2.3 Tiiviin rakentamisen alue

Maakerrosjako varastoalueella on yleispiirteissään seuraava:

- Pintamaa koostuu pääosin ohuehkosta humuspitoisesta maakerroksesta, joka on paikoin erittäin kivisistä. Pintakerroksen paksuus on  $\leq 1$  m.
- Pintakerroksen alapuolella on paikoin hienorakeisia tai orgaanisia maakerroksia, joissa esiintyy maatuneeen turpeen lisäksi löyhää silttiä tai savea. Löyhien,

orgaanisten ja kokoonpuristuvien maakerrosten paksuus vaihtelee kairausten perusteella 1...6,5 metriin.

- Löyhien maakerrosten alapuolella on tiivis ja kivinen moreenikerros, joka ulottuu kalliopinnan tasolle noin 7-11 metrin syvyydellä maanpinnasta.
- Kalliopinnan taso on selvitetty kalliovarmistuksien avulla ja sen korkeustaso vaihtelee tasovälillä +26,5...+31,7
- Pohjavettä on tavattu ylimmillään maanpinnan tasolla.

Pohjamaa on rakeisuuden perusteella routivaa hiekka- tai soramoreenia. Alueelta kerättyjen moreeninäytteiden hienoainespitoisuus ( $\# < 0,063$  mm) on tutkimusten mukaan  $\leq 23$  paino-%. Maakerroksista kerättyjen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 9...45 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna pohjamaan vedenläpäisevyysarvon suuruusluokka on karkeasti arvioituna  $k \geq 1,0 \times 10^{-7}$  m/s, eli pohjamaa on heikosti vettä läpäisevää. Vedenläpäisevyysarvoon vaikuttaa oleellisesti pohjamaan ja täyttöihin käytettävän materiaalin kiviisyys ja hienoainespitoisuus.

Paikoin esiintyvät korkean hienoainespitoisuuden maalajit lähinnä pintakerroksen alapuolissa kerroksissa voivat hankaloittaa maanrakennustöitä sekä pohjamaan tiivistämistä.

Kairaukset ovat päättyneet varastoalueella kiveen tai kallioon pääosin noin 7-11 m syvyydellä maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 7,0 m määräsyyvyyteen maanpinnasta.

### 3.2.4 TNT-prosessialue

Maakerrosjako varastoalueella on yleispiirteissään seuraava:

- Pintamaa koostuu pääosin ohuehkosta humuspitoisesta maakerroksesta, joka on paikoin erittäin kivisistä. Pintakerroksen paksuus on  $\leq 1$  m.
- Löyhien maakerrosten alapuolella on tiivis ja kivinen moreenikerros, joka ulottuu kalliopinnan tasolle noin 7-10 metrin syvyydellä maanpinnasta.
- Kalliopinnan taso on selvitetty kalliovarmistuksien avulla ja sen korkeustaso vaihtelee tasovälillä +31,7...+32,2

Pohjamaa on rakeisuuden perusteella routivaa hiekka- tai soramoreenia. Alueelta kerättyjen moreeninäytteiden hienoainespitoisuus ( $\# < 0,063$  mm) on tutkimusten mukaan  $\leq 22$  paino-%. Maakerroksista kerättyjen näytteiden vesipitoisuus on tehtyjen tutkimusten mukaan 2...7 paino-% (näytteessä olevan veden massan suhde kuivan maa-aineksen massaan).

Rakeisuuden perusteella arvioituna pohjamaan vedenläpäisevyysarvon suuruusluokka on karkeasti arvioituna  $k \geq 8,0 \times 10^{-7}$  m/s, eli pohjamaa on heikosti vettä läpäisevää. Vedenläpäisevyysarvoon vaikuttaa oleellisesti pohjamaan ja täyttöihin käytettävän materiaalin kiviisyys ja hienoainespitoisuus.

Kairaukset ovat päättyneet varastoalueella kiveen tai kallioon pääosin noin 7-11 m syvyydellä maanpinnasta. Häiriintyneiden maanäytteiden otto on ulottunut 4,0 m määräsyyvyyteen maanpinnasta.

## 4 Pohjarakennustapa

### 4.1 Tiedot suunnitelluista rakennuksista

Tutkimusalueella on suunnitteilla teollisuudelle tyypillisiä toimintoja, kuten kevyitä hallirakennuksia sekä prosessiin hoitoon liittyviä rakenteita ja laitteita, kuten kattiloita, silloja sekä erilaisia säiliöitä. Alustavan tiedon mukaan osa rakenteista sijoitetaan maanpinnan alapuolelle.

Yleisperiaatteena on, että lattiatason tulee sijaita vähintään 0,3 m lopullisen maanpinnan ja vähintään 0,7 m liikennöitävän alueen pinnan yläpuolella sekä vähintään 1 m pohjavesipinnan yläpuolella siten, että perustustaso on pohjavesipinnan yläpuolella. Mikäli lattiataso jää alemmaksi, kuin 0,3 m maanpinnasta, on suunnittelussa kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017).

### 4.2 Rakennusten ja rakenteiden perustaminen

Kevyet hallirakenteet sekä piharakennukset voidaan perustaa tutkimusalueella maanvaraisesti esirakentamisen yhteydessä kerroksittain tiivistettyjen täyttöjen varaan.

Maanvaraisessa perustamisessa esirakentamisen yhteydessä tehtyjen täyttöjen laatu tulee varmistaa tiiveys mittauksilla ennen alustäyttöjen rakentamista.

Maanvaraisessa perustamisessa anturaperustukset voidaan suunnitella käyttörajatilassa taulukossa yksi esitetyillä sallitulla pohjapaineen arvoilla anturan tehokkaalla osalla, kun perustussyvyys on vähintään 0,8 m alapohjasta / lattiatasosta / ympäröivästä maanpinnasta mitattuna.

Alue	Sallittu pohjapaine $\sigma_{sall}$
Varastoalue	150 kPa
Polttopaikka	200 kPa
Tiiviin rakentamisen alue	200 kPa
TNT-prosessialue	300 kPa

Taulukko 1, sallitut pohjapaineet alueittain

Anturoiden alle tehdään vähintään 0,5 m paksu alustäyttö kalliomurskeesta. Alustäyttö erotetaan pohjamaasta käyttöluokan N3 suodatinkankaalla. Alustäytön paksuudesta tulee olla vähintään 0,3 m mursketta, josta on hienoaaines poistettu. Ko. osa alustäytöstä toimii samalla kapillaarisen veden nousun katkaisevana salaojituserroksena.

Anturan alle ei tarvitse asentaa kapillaarikerrosta/salaojituserrosta, jos alapohjan kapillaarikatkon/salaojituserroksen ja salaojan yhteys hoidetaan muutoin, ja anturan yläpintaan tehdään kapillaarikatko mekaanisesti eristämällä.

Jatkuvien anturoiden minimileveys on 0,4 m ja pilarianturoiden minimisivumitta 0,5 m.

Euronormien mukaisessa kantokestävyyden laskennassa voidaan pohjamaalle (HkMr) perustamistasossa käyttää seuraavia maaparametreja:

Alue	Kitkakulma	Koheesio	Tilavuuspaino pohjaveden yläpuolella	Tilavuuspaino pohjaveden alapuolella
Varastoalue	34	0	19	11
Polttopaikka	36	0	19	11
Päätoiminnot	36	0	19	11
TNT-prosessialue	38	0	19	11

Alapohja tehdään maanvaraisena rakenteena. Maanvaraisen alapohjan lämmöneristysten alle tehdään vähintään 0,3 m paksu, ja maanalaisissa tiloissa vähintään 0,4 m paksu pohjaveden kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituserkerros. Salaojituserkerros voidaan tehdä vaihtoehtoisesti myös yhtenäisenä maanvaraiseen perustustasoon, jolloin sen päälle asennetaan suodatinkangas KL N3.

Maanalaisissa tiloissa ulko- ja maanpainesieniä vasten tehtävä salaojituserkerroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,3 m. Salaojituserkerroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin.

Kapillaarisen vedennousun katkaisevassa salaojituserkerroksessa käytettävän kiviaineksen tulee täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakaisuusohjealueen RIL1a vaatimukset, ks. liite 5. Salaojituserkerroksesta tulee olla esteetön yhteys salaojiin, ks. kohta 4.4.

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

Perusmuurin ja alapohjan liittymässä on suositeltavaa käyttää tiivistyskaistaa / radonhuopaa. Tiivistyskaistan tarpeellisuus korostuu, kun rakennuksissa tavoitellaan erittäin hyvää ilmatiivyyttä. Tiivistyskaistalla estetään lattian alla mahdollisesti olevien kaasumolekyylien pääsyn huonetilaa, joita ovat radon, mikrobit ja tavanomainen maan haju.

Perustustason alapuolella täytöt tiivistetään tiiveyteen  $D > 95\%$ , kantavuusarvo  $E_2 > 125$  MN/m<sup>2</sup> ja suhde  $E_2/E_1 < 2,2$ . Lattia-alueella tiiveysvaatimus on  $D > 92\%$ , kantavuusarvo  $E_2 > 100$  MN/m<sup>2</sup> ja suhde  $E_2/E_1 < 2,2$ . Rakennuksen vierellä tiiveysvaatimus on  $D > 90\%$ .

Täyttöjen tiivistys, ks. kohta 5.1, taulukko 4.

Rakennus-, rakenne- ja perustussuunnittelussa, sekä rakentamisessa tulee varautua suurimmillaan 20 mm kokonaispainumaan, 10 mm painumaeroon ja kulmakiertymään 1/600 rakennuksen perustuslinjojen välillä. Painumat syntyvät kuorman kasvua seuraten, ja suuri osa painumasta tapahtuu rakentamisen aikana. Valmiille rakenteelle painumaero on alle 10 mm.

### 4.3 Routasuojaus

Luonnonmaakerrokset tutkimusalueella koostuvat pääosin routivasti siltti- tai hiekkamoreenista, eikä vaihtelevien leikkausmassojen takia täyttöjen routimattomuutta voida täysin taata.

Julkaisun RIL 261-2013 "Routasuojaus" mukaan kerran 50 vuodessa esiintyvää mitoituspakkasmäärää,  $F_{50} = 35\ 000$  Kh, vastaava roudaton perustussyvyys mitattuna maanpinnasta anturan alapintaan tai anturan alapuolisen routimattoman alustäytön alapintaan on seinälinjalla 1,4 m ja nurkissa 1,8 m, kun alapohjarakenne on maanvarainen. Kylmien rakenteiden osalla roudaton perustussyvyys on 2,1 m.

Mikäli rakenteita perustetaan em. roudattoman syvyyden yläpuolelle, rakenteet routaeristään tai perustuksen alapuolelle tehdään routimaton massanvaihto roudattomaan syvyyteen. Massanvaihdon tulee ulottua roudattomassa syvyydessä vähintään anturan reunasta kaltevuudella 1:1 mitattavan alueen reunaan

Mahdollisen routaeristuksen tulee jatkua yhtenäisesti alapohjan eristeestä alkaen, perusmuurin sivuilta ja alapuolelta ulkopuoliseen routasuojuukseen asti.

Tarvittaessa routaeristeenä käytetään eristettä, jonka puristuslujuus on vähintään 120 kN/m<sup>2</sup>, ja jonka vedenimeytyminen on < 2 tilavuus-%. Mikäli routaeristys sijoittuu liikennealueelle, tulee eristeen puristuslujuuden olla suurempi (lyhytaikainen puristuslujuus vähintään 300 kN/m<sup>2</sup>). Perustuksen alle mahdollisesti sijoittuvan levyeristeen pitkäaikainen puristuslujuus tulee olla suurempi, kuin perustuksen pohjarasitus. Routaeristys mitoitetaan RIL 261-2013 mukaisesti.

Kylmissä, matalaan perustettavissa rakennuksissa ja rakenteissa routaeristys voidaan sijoittaa yhtenäisenä koko rakennuksen / rakenteen alle.

Siirtymäkiilasyvyys on 1,4 m ja siirtymäkiilakaltevuus 1:5. Siirtymäkiilaus tehdään vähintään 3 m matkalla.

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

Mikäli perustustöitä tehdään talviaikana, tulee varmistua, ettei pohjamaa pääse jäätymään ja routimaan rakennusaikana.

#### 4.4 Salaojitus

Salaojitus, ks. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kohta 3 Rakennuspohjan kuivatuksen rakenteet ja järjestelmät.

Tutkimusalueella tulee varautua siihen, että pohjavesi voi nousta noin tasolle +36 (N2000).

Maanalaisten tilojen rakentaminen edellyttää pohjavedenpinnan alentamista. Perustusten, kaikkien maanalaisten rakenteiden ja eristeiden kuivana pysyminen varmistetaan salaojituksella. Salaojat sijoitetaan vähintään 0,2 m perustusten alapuolelle. Mikäli perustusten kapillaarikatko tehdään anturan yläpintaan mekaanisesti (ks. kohta 4.2), salaojitus sijoitetaan vähintään 0,4 m alapohjan eristeen alapuolelle.

Salaojien ympärille tehdään vähintään 0,2 m paksu ympärystäyttö salaojasorasta, jonka ympärille asennetaan suodatinkangas, käyttöluokka N3. Salaojitussoran tai sepelin tulee täyttää julkaisun RIL 126-2020 "Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus" kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen vaatimukset.

Kapillaarisen vedennousun katkaiseva salaojituskerros tehdään kiviaineksesta, joka täyttää julkaisun Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus RIL 126-2020, kuvan 5.5a rakeisuusohjealueen RIL1a vaatimukset.

#### 4.5 Radon

Säteilyturvakeskuksen radontutkimusten perusteella Porin alueella radonpitoisuus alittaa asunnoissa enimmäispitoisuuden (200 Bq/m<sup>3</sup>) säännönmukaisesti. Suunnittelussa ja rakentamisessa on kuitenkin suositeltavaa tehdä ainakin paksujen karkeiden alustäyttöjen yhteydessä alapohjan liittyvät rakenteet (perusmuuri, lattia, läpiviennit) ilmatiiviiksi (RT 81-10791, Rakennustieto Oy), tiivistyskaista, ks. 4.2.

## 4.6 Piha- ja liikennealueet

Ks. RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, Suunnittelu- ja rakentamisohjeet.

Liikennealueen tavoitekantavuutena voidaan käyttää katurakenteiden suunnitteluohjeen katurakenteiden 4 mukaista 250 MN/m<sup>2</sup> kantavuutta päällysteen päältä ja kantavuutta 145 MN/m<sup>2</sup> kantavan kerroksen päältä.

Pohjamaa koostuu esirakennusalueella routivista moreenitäytöistä tai routivasta pohjamaasta, jonka kelpoisuusluokka on vähintään H4...S4. Ohjeen "Routasuojaus – rakennukset ja infrarakenteet RIL 261-2013" pohjamaan alusrakenneluokka on E, jolloin routaturpoama  $t=6\%$  (kuiva) ja E-moduuli 20 MN/m<sup>2</sup>.

Uusien liikennealueiden rakennekerroksina voidaan käyttää kantavuuden ja laatuluokan 4 sallitun routanousun (50 mm) perusteella seuraavia:

- AB16	40 mm
- ABK22	50 mm
- kantava kerros, murske 0/32 mm	200 mm
- jakavakerros, murske 0/64	450 mm

yht. > 740 mm

Em. kerrospaksuudella päällysrakenteen laskennallinen routanousu on suuruusluokkaa 50 mm. Laskennassa pohjamaan routaturpoama  $t=6\%$  ja siirtymäkiilasyvyys on 1,9 m.

Rakennekerrokset laatuvaatimuksineen ja tiiveysvaatimuksineen tehdään InfraRYL 2010 osa 1 Väylät ja alueet sekä RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maarakenteet" mukaisesti.

Muut alustäytöt kaivutasoon saakka tehdään routimattomasta hiekasta.

## 4.7 Kunnallistekniikka

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

Putkijohtot ja rummut perustetaan roudattomaan syvyyteen. Kaivupohja tasataan ja poistetaan mahdolliset kivet. Putkijohtojen ja rumpujen alle tehdään putken koon mukaan asennusalueesta hiekasta  $h=0,15$  m ja murskearvina  $h=0,3$  m, kun putken  $\varnothing < 500$  mm ja vastavasti murskearvina  $h=0,5$  m, kun putken  $\varnothing \geq 500$  mm. Arinarakenne erotetaan pohjamaasta suodatinkankaalla käyttöluokka N3.

Kaivot perustetaan 0,5 m paksun murskearvina avulla pohjamaan varaan. Arinan alle ja sivuille asennetaan suodatinkangas käyttöluokka N3. Kaivojen ympärystäytöt tehdään routimattomasta hiekasta tms. rakennekerrosten alapintaan saakka, ja tiivistetään tiiviyteen  $D>92\%$ .

Päällystetyillä alueilla putkijohtojen vierelle ja kaivojen ympärille tehdään 1:5 siirtymäkiilaus routimattomasta hiekasta siirtymäkiilasyvyydestä 1,9 m alkaen, ks. liite 3.

Putkijohtojen alkutäyttö tehdään putken toimittajan ohjeen mukaan. Liikennealueilla putkijohtokaivantojen lopputäyttö rakennekerrosten alapintaan saakka tehdään kaivetulla hiekalla / hiekkamoreenilla, mikäli sen tiivistäminen onnistuu. Putkikaivannot täytetään ja tiivistetään kerroksittain,  $h=0,3...0,4$  m.

Talvityönä täyttöjä tehtäessä on varauduttava jälkipainumien korjaamiseen seuraavan kesäkauden jälkeen.

## 4.8 Kuivatus

Kattovedet ohjataan kattovesijärjestelmällä pintavesiviemäriin.

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

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

Rakennusalueen kuivatus ja pihan tasaus suunnitellaan erikseen.

## 5 Pohjarakennustyön suoritusohjeet

### 5.1 Maarakennus- ja tiivistystyöt, yleistä

Kaikki humukset ja hienorakeiset maa-ainekset, mahdolliset vanhat rakenteet ja täytöt, yms., sekä kaivun yhteydessä häiriintyneet ja löyhtyneet maa-ainekset poistetaan rakennusalueelta, sekä piha- ja liikennealueelta.

Rakentamiseen liittyvät kaivut tehdään luonnollisen pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 1:1,5 ja luonnollisen pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:2. Paikallisesti kaivut tehdään pohjavesipinnan yläpuolella kaltevuudella 2:1 ja pohjavesipinnan alapuolella kaltevuudella 1:1 työturvallisuusnäkökohdat huomioiden. Yli 2 m syvät kaivannot ja kaivantojen kuivatus suunnitellaan erikseen tapauskohtaisesti.

Kaivutyöt tehdään työturvallisuusmääräyksiä ja ohjetta RIL 263-2014 Kaivanto-ohje noudattaen.

Täytöt tehdään suunnitelmissa esitetyistä materiaaleista. Muut erittelemättömät täytöt ja rakennekerrokset tehdään julkaisussa RIL 132 - 2000 "Talonrakennuksen maarakenteet – yleinen rakennusselostus ja laatuvaatimukset" esitetyt laatuvaatimukset täyttävistä materiaaleista, ja tiivistetään tiiviysluokkaan 1. Liikennealueiden osalta noudatetaan lisäksi Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset InfraRYL 2010 annettuja ohjeita.

Täytöt tiivistetään kerroksittain vähintään taulukon 4 mukaisiin tiiviyssasteisiin tai kantavuusarvoihin, ellei suunnitelmissa ole muuta esitettyä.

Taulukko 4. Eri täyttökohteiden ohjeelliset tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.

Kohde	Tiivistysluokka	Tiiviyaste <sup>1)</sup> D <sub>vaad</sub>	Kantavuusarvot E <sub>1,2</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Kantavuussuhde E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub>
Maanvaraisten perustusten alustäyttö	1	≥ 95	E <sub>1</sub> ≥ 60	< 2,2
Maavaraisten lattioiden alustäyttö	1 ja 2	≥ 92	E <sub>1</sub> ≥ 50	< 2,2
Perustusten, seinien ja muurien vierustäyttö	2	≥ 90	-	-
Putkijohtojen arina, tasauskerros ja ympärystäyttö	2	≥ 90	-	-
Pengertäyte	2	≥ 90	-	-
Suodatinkerros	1	≥ 90	-	-
Jakava kerros	1	≥ 92	E <sub>2</sub> ≥ 95	< 2,2
Kantava kerros	1	≥ 95	E <sub>2</sub> ≥ 160	< 2,2
Kulutuserkerros	1	≥ 92	-	-
Puisto-, maisema- yms. täytöt	3 ja 4	-	-	-

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

Täyttöjen saavutettua tiiviyastetta kontrolloidaan seuraavasti:

- maanvaraisten perustusten alustäyttö, tiiveyskokeita vähintään 1 tiiveyskoe / 200 rakennus-m<sup>2</sup>, kun rakennusalue < 3000 m<sup>2</sup>, muulloin 1 tiiveyskoe / 500 rakennus-m<sup>2</sup>
- maanvaraisen alapohjan alustäytöstä 1 tiiveyskoe / 200 m<sup>2</sup>, jokaisesta tiivistettävästä kerroksesta, kun alue < 3000 m<sup>2</sup>, muulloin 1 tiiveyskoe / 500 m<sup>2</sup>, jokaisesta rakennekerroksesta
- liikennealueilla 1 tiiveyskoe / 1000...5000 m<sup>2</sup>, jokaisesta rakennekerroksesta

Tiiveyskokeet sijoitetaan työn alkuun käytettävissä olevalle kalustolle sopivan kerrospaksuuden ja yliajokertojen selvittämiseksi.

Täyttötöistä tehdään ns. laadunvalvontalomake, johon merkitään käytettävä kiviainesmateriaali, tiivistettävä kerrospaksuus, tiivistyskone ja koneen paino, yliajokerrat, vallitseva säätila, tiivistettävä kerros (alustäyttö, jne.) ja vaadittu tiiviyysvaatimus. Lomakkeen vahvistavat allekirjoituksellaan rakennustöiden valvoja ja ao. urakoitsija.

Täyttöihin käytettävän materiaalin tulee olla sulaa eikä se saa sisältää lunta, jäätä, juurakoita tms. Talvityönä täyttöjä tehtäessä tulee materiaalin olla mahdollisimman kuivaa (vesipitoisuus alle 3 %) ja tiivistettävää kerrospaksuutta on ohennettava 30...50 % vaadittujen tiiviyysasteiden saavuttamiseksi. Massanvaihtotyötä ei saa tehdä talvityönä.

## 5.2 Pohjaveden alentaminen

Pohjaveden pinnan alapuolelle kaivettaessa kaivantojen kuivatus tehdään pumppauskuopista ja -kaivoista pumppaamalla.

Pohjamaa häiriintyy herkästi märkänä kaivun, tärinän ja suotoveden vaikutuksesta, joten pohjaveden pinta tulee alentaa ennen kaivu- ja täyttötöitä. Kaivannon kuivatustaso tulee olla vähintään 1 m kaivutasoa syvemmällä.

Työnaikaista pohjaveden alenemista seurataan esim. pohjavesiputkista ennen kaivuvaihetta.

## 6 Jatkoimet

Tämä asiakirja tarkistetaan sen jälkeen, kun rakennusten lopullinen laajuus, korkeusasema ja perustusten paikat sekä kuormat ovat varmistuneet.

Mahdollisten pohjaveden alapuolisten putkijohtokaivantojen, yms. rakennustyönäikainen pohjaveden alentaminen tulee suunnitella erikseen, koska pohjamaa häiriintyy ja pehmenee herkästi märkänä kaivuista ja työnaikaisesta tärinästä.

Suunniteltujen maanalaisten tilojen vaatiman kaivannon tuentatarve tulee suunnitella erikseen, kun lattiapinnan korkeus ja perustaso ovat tiedossa.