

B3 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Pohjarakenteet Määräykset ja ohjeet 2004

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista

Annettu Helsingissä 25 päivänä syyskuuta 2003

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti säädetään 5 päivänä helmikuuta 1999 annetun maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:n nojalla rakentamisessa sovellettavaksi seuraavat määräykset ja ohjeet pohjarakenteista.

Näiden ohjeiden lisäksi on voimassa ympäristöministeriön 9 päivänä toukokuuta 1996 antama päätös geoteknisessä suunnittelussa käytettävästä vaihtoehtoisesta menetelmästä, Eurocode 7 osa 1 yhdessä kansallisen soveltamisasiakirjan kanssa.

Määräykset ja ohjeet on ilmoitettu teknisiä standardeja ja määräyksiä ja tietoyhteiskunnan palveluja koskevia määräyksiä koskevien tietojen toimittamisessa noudatettavasta menettelystä annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 98/34/EY, sellaisena kuin se on muutettuna direktiivillä 98/48/EY, mukaisesti.

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä maaliskuuta 2004 ja sillä korvataan sisäasiainministeriön 20 päivänä marraskuuta 1975 antamat määräykset pohjarakennuksesta (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa B3). Ennen asetuksen voimaantuloa vireille tulleeseen lupahakemukseen voidaan soveltaa aikaisempia määräyksiä.

Helsingissä 25 päivänä syyskuuta 2003

Ympäristöministeri *Jan-Erik Enestam*

Yli-insinööri Anja Nylund

B3 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, Asunto- ja rakennusosasto

Pohjarakenteet

MÄÄRÄYKSET JA OHJEET 2004

Sisällys

MÄÄRITELMIÄ	4	POHJARAKENTEIDEN SUUNNITTELU
1 YLEISTÄ	4.1	Yleiset vaatimukset
1.1 Soveltamisala	4.2	Rakennuspohja
1.2 Vastavuoroisuuden tunnustaminen		4.2.1 Maapohja
		4.2.2 Kalliopohja
2 RAKENNUSPOHJAN JA LÄHIYMPÄRISTÖN TUTKIMUKSET	4.3	Perustusten ja muiden pohjarakenteiden kuormitukset
2.1 Pohjatutkimus	4.4	Perustukset
2.2 Pohjavesi		4.4.1 Anturaperustukset
2.3 Pohjatutkimusasiakirjat		4.4.2 Laattaperustukset
2.4 Maakosteus		4.4.3 Paaluperustukset
2.5 Routa	4.5	Vanhon perustusten vahvistaminen
2.6 Tulva- ja sortumariski	4.6	Alapohja- ja kellarirakenteet
2.7 Pilaantunut maaperä	4.7	Piha-alueiden rakenteet
2.8 Radon	4.8	Tukirakenteet ja maanpaine
2.9 Perustusten kuntotutkimukset	4.9	Rakennuskaivannot ja työnaikainen kuivanapito
2.10 Rakenteiden ja ympäristön katselmukset	4.10	Ympäristönsuojaus
2.11 Liikennetärinä	4.11	Suunnitelmat
3 POHJA- JA MAARAKENTEISSA KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT	5.	POHJARAKENNUSTYÖ
3.1 Maamateriaalit	5.1	Yleiset vaatimukset
3.2 Murskatut kiviainesmateriaalit	5.2	Pohja- ja maarakenteet
3.3 Kierrätysmateriaalit		5.2.1 Pohjarakenteet
3.4 Betonit		5.2.2 Maarakenteet
3.5 Juotoslaastit		5.2.3 Rakennuskaivannot
3.6 Teräkset		5.2.4 Paalut ja paalutus
3.7 Puiset pohjarakenteet	5.3	Rakenteiden ja ympäristön tilan tarkkailu
3.8 Geosynteettiset materiaalit	5.4	Tarkastusasiakirja
3.9 Routasuojausmateriaalit		
3.10 Injektointi- ja stabilointiaineet		LIITE 1 OPASTAVAA AINEISTOA

MERKKIEN SELITYS

Määräykset, jotka on painettu leveälle palstalle tällä isolla kirjasinkoolla, ovat velvoittavia.

Ohjeet, jotka ovat kapealla palstalla pienellä kirjasinkoolla, sisältävät esimerkkejä hyväksyttävistä ratkaisuista.

Selostukset, jotka ovat kapealla palstalla kursivoituna, antavat lisätietoja sekä sisältävät viittauksia säädöksiin, määräyksiin ja ohjeisiin.

Geotekniikka

käsittelee maa- ja kallioperän teknisiä ominaisuuksia ja niiden soveltamista maa- ja pohjarakentamiseen sekä maa- ja pohjarakenteiden mitoitusmenetelmiä.

Geotekninen maakerros

on paksuudeltaan ja alueeltaan määrätty kerros, jossa tarkasteltavan mitoitustilanteen edellyttämä geotekninen mitoitusrarvo on esitettävissä koko kerrosta edustavana lukuarvona.

Geotekninen mitoitus

on geoteknisten mitoitusrarvojen hyväksikäyttöön perustuvaa maa- ja kallioperän teknisten ominaisuuksien ja pohjarakenteiden tai muiden maata kuormittavien sekä maan kuormittamien rakenteiden laskennollista yhteensovittamista, jolla määritetään pohjarakenteiden mitat siten, että rakenteiden muodonmuutokset pysyvät niiden sietämässä rajoissa ja varmuus maan murtumista vastaan on riittävä.

Geotekninen mitoitusrarvo

on suunnittelussa käytettävä geoteknisen maakerroksen tai kalliion jokin tekninen ominaisuus lukuarvoina ilmaistuna. Kokonaisvarmuuslukumenetelmässä mitoitusrarvo on ominaisrarvo ja osavarmuuslukumenetelmässä mitoitusrarvo on osavarmuusluvulla jaettu ominaisrarvo.

Kuorman mitoitusrarvo

on kuorma, jota käyttäen lasketaan voimasuureet tarkasteltavana olevassa mitoitustilanteessa. Kokonaisvarmuuslukumenetelmässä mitoitusrarvo on ominaisrarvo ja osavarmuuslukumenetelmässä mitoituskarvoja saadaan kertomalla ominaiskuorma asianomaisella osavarmuusluvulla.

Maarakenteet

ovat tiivistettyjä maa- tai maarakennekerroksia, vaihdettuja ja tiivistettyjä maarakennekerroksia (massanvaihto) tai vahvistettuja maa- tai maarakennekerroksia (pohjanvahvistus).

Pohjanvahvistus

sisältää lukuisan joukon eri periaatteilla toimivia menetelmiä, joilla pyritään parantamaan maan geoteknisiä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi lisäämään lujuutta ja vähentämään kokoonpuristuvuutta ja vähentämään tai lisäämään vedenläpäisevyyttä. Vahvistettua maapohjaa käsitellään geoteknisessä mitoituksessa maana. Erilaisten sideaineiden sekoittamisella maahan ei aikaansaada pohjarakenteita, kuten esimerkiksi paaluja, vaan vahvistettua maata.

Pohjarakennesuunnitelma

sisältää rakennusselostuksen ja/tai laatuvaatimukset sekä niihin liittyvät pohjatutkimus- ja pohjarakennepiirustukset sekä geotekniset ja rakenteelliset mitoituskäytännöt.

Pohjarakennesuunnittelu

on maan ja kalliion käyttäytymisen mitoitettua yhteensovittamista pohjarakenteiden kanssa siten, että myös yläpuoliset rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla ja että rakennus tai rakenne ei vaurioidu tai tule käyttökelvottomaksi esimerkiksi roudan, kosteuden tai haitallisten aineiden vaikutuksesta.

Pohjarakennustyö

käsittelee rakennuksen ja rakenteiden perustusten ja maanpinnan alapuolisten tilojen tarkoituksenmukaiseksi ja turvalliseksi rakentamiseksi tarvittavat kaivu-, louhinta-, tuenta-, kuivanapito-, tiivistys- ja lujitustyöt sekä muut rakennustyöt ja pysyvien pohjarakenteiden rakennustyöt.

Pohjarakenteet

ovat joko pysyviä, kuten rakennuksen tai rakenteiden perustukset, maanvastaiset seinä- ja lattiarakenteet, kuivanapitorakenteet, routasuojausrakenteet ja muut suojausrakenteet, tai työnaikaisia, kuten kaivantojen tuentarakenteet, pohjaveden alennusrakenteet sekä työnaikaiset suojausrakenteet.

Tarkastusasiakirjaa

pidetään työmaalla ja siihen tehdään merkinnät katselmuksista, viranomaisten toimittamista tarkastuksista sekä suunnittelijoiden tai muiden työn valvojiksi nimettyjen vastattaviksi määrättyistä tarkastuksista. Tarkastusasiakirjaan kootaan toteutumapiirustukset sekä suorituspöytäkirjat ja valvontaraportit rakennuttajan ja rakennusvalvonnan edellyttämässä laajuudessa (RakMK A1).

Toteutumapiirustus

on pohjatutkimuspiirustus, johon on merkitty rakentamisen aikana havaitut maakerrokset tai pohjarakennepiirustus, jossa on esitetty rakennetut pohjarakenteet sijainti- ja mittapoikkeamineen.

Työ- ja laatusuunnitelman

työsuunnitelmaosassa rakentaja esittää pohjarakenteiden rakentamisen yksityiskohtaisesti ja laatusuunnitelmaosassa laadun varmistamiseksi tehtävät valvontaraportit ja suorituspöytäkirjat sekä mittaukset sisältäen mittaustavat, mittaustarkkuuden ja mittausten määrät.

Vaativuusluokitus

on RakMK:n osassa B3 Pohjarakenteet esitetty siten, että pohjarakennuskohteista erittäin vaativa vastaa RakMK:n osan A2 luokkaa AA, vaativa luokkaa A ja helppo luokkaa B.

Vastaava pohjarakennesuunnittelija

huolehtii pohjarakennesuunnitelman laatimisesta. Pohjarakennesuunnittelutehtävät jaetaan yleensä geoteknisen suunnittelijan ja kantavien rakenteiden rakennesuunnittelijan kesken, jotta riittävä geotekniikan ja pohjarakenteiden asiantuntemus tulee varmistettua. Toinen näistä nimetään vastaavaksi pohjarakennesuunnittelijaksi pätevyyden ja työn vaativuuden perusteella.

YLEISTÄ

1.1 Soveltamisala

1.1.1

Nämä määräykset ja ohjeet koskevat luvanvaraista sekä soveltuvin osin viranomaishyväksyntää muutoin edellyttävää rakennustyötä ja rakentamista valmistettavaa toimenpidettä.

Näitä määräyksiä noudatetaan rakennusten, tilojen ja rakenteiden pohjarakenteiden sekä niihin liittyvien maarakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa sekä rakentamisen valvonnassa.

1.1.2

Kantavien pohjarakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan samoja periaatteita kuin muidenkin kantavien rakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa ottaen kuitenkin huomioon maan ja rakenteen yhteistoiminta.

Pohjarakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että varmistetaan käyttöikää vastaava pitkäaikaiskestävyys ja terveellisyys sekä estetään kosteusvauriot.

Ohje

Pohjarakenteiden rakennesuunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman B-osissa esitettyjä kyseessä olevia materiaaliikohtaisia kantavien rakenteiden määräyksiä ja ohjeita.

Selostus

Pohjarakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa on maankäyttö- ja rakennuslain lisäksi otettava huomioon muu lainsäädäntö. Keskeisempiä näistä ovat esimerkiksi maa-ainesten ottamista, väestönsuojia, ympäristönsuojelua ja työturvallisuutta koskevat säännökset.

Kunnan rakennusjärjestyksissä voi olla määräyksiä mm. alimmista rakentamiskorkeuksista sekä tulva-, sortuma- tai vyörymävaaraa sisältävistä alueista, tärkeistä pohjavesialueista sekä pilaantuneista maaperistä, radonriskialueista ja liikennetärinälle alttiista alueista.

Seuraavaan on koottu maankäyttö- ja rakennuslain ja -asetuksen tärkeimpiä pohjarakentamiseen liittyviä kohtia:

- rakentamisen ohjauksen tavoitteet [MRL 12 §]
- Suomen rakentamismääräyskokoelma [MRL 13 §]
- rakennusjärjestys [MRL 14§]
- rakennussuunnittelu (pohjarakenteisiin liittyvät selvitykset) [MRA 49 § 2. momentti]
- rakennuspaikkaa koskevat vaatimukset (tulvan, sortuman ja vyörymän vaara) [MRL 116 § 2. momentti]
- rakennuksen olennaiset tekniset vaatimukset [MRA 50 §]
- rakentamiselle asetettavat vaatimukset (korjaus- ja muutostyö) [MRL 117 § 4. momentti]
- rakennustyön haittojen välttäminen [MRA 83 § 1. momentti]
- ekologiset näkökohdat rakentamisessa [MRA 55 §]
- huolehtimisvelvollisuus rakentamisessa [MRL 119 §]
- aloituskokous [MRL 121 §]

1.2 Vastavuoroisuuden tunnustaminen

1.2.1

Milloin näissä ohjeissa tai selostuksissa on annettu tietoa käytettävissä olevista SFS-standardeista, niiden sijasta voidaan vastavuoroisen tunnustamisen periaatteen mukaisesti käyttää myös muualla Euroopan talousalueeseen kuuluvassa maassa voimassa olevaa turvallisuustasoltaan vastaavaa EN- tai muuta standardia.

Pohjarakentamisessa käytettävien rakennusmateriaalien ja -tuotteiden sekä työmenetelmien on sovelluttava Suomen geologisiin ja ilmastollisiin olosuhteisiin.

2

RAKENNUSPOHJAN JA LÄHIYMPÄRISTÖN TUTKIMUKSET

2.1 Pohjatutkimus

2.1.1

Rakennuspaikan pohjasuhteet on selvitettävä ennakolta jokaisen rakennushankkeen yhteydessä. Yleensä, ja erittäin vaativissa (AA) pohjarakennuskohteissa aina, tämä selvitys tehdään rakennushankkeen yhteydessä rakennuspaikalla tehtävällä pohjatutkimuksella.

Pohjatutkimuksella on selvitettävä rakennuskohteen ja sen vaikutusalueen pinnanmuodot, maapohjan kerrosrakenne, kalliopinnan sijainti, maakerrosten ja kallion ominaisuudet sekä pohjavesisuhteet siten, että pohjarakenteiden suunnitteleminen ja niiden teknisesti tarkoituksenmukaiseen ja turvalliseen rakentamiseen saadaan riittävät tiedot. Lisäksi pohjatutkimukseen on sisällytettävä myös rakennuspaikalla ja sen läheisyydessä sijaitsevien rakennusten ja rakenteiden perustusten sekä maanalaisen rakenteiden sijainnin, laadun ja kunnon selvittäminen tarvittavassa laajuudessa.

2.1.2

Rakennushankkeen vastaava pohjarakennesuunnittelija huolehtii pohjatutkimusten ohjelmoinnista, johon sisältyy käytettävien tutkimusmenetelmien valinta sekä tutkimuspisteiden määrän ja sijainnin suunnittelu. Pohjarakennesuunnittelijan on seurattava pohjatutkimuksen edistymistä ja sen tuloksia sekä tarvittaessa täydennettävä tutkimusohjelmaa.

Ohje

Jos rakennuspaikalta on käytettävissä kaavoituksen tai muissa yhteyksissä tehtyjen pohjatutkimusten tuloksia tai muita tietoja laajuudeltaan ja laadultaan riittävinä siten, että niiden perusteella pohjarakenteiden suunnittelu ja pohjarakentaminen voidaan toteuttaa luotettavasti ja turvallisesti, pohjatutkimusta ei tarvitse tehdä rakennushankkeen yhteydessä helpoissa (B) ja vaativissa (A) pohjarakennuskohteissa.

Helpoissa (B) pohjarakennuskohteissa selvitykseksi voi riittää ennakolta tehty asiantuntijan suorittama maastokatselmus, jonka perusteella tehdyt päätelmät rakennuspaikan pohjasuhteista on tällöin aina esitettävä kirjallisesti ja liitettävä rakennuskohteen muihin suunnitelma-asiakirjoihin.

Ohje

Pohjatutkimuksen laatu ja laajuus määräytyvät rakennuspaikan maapohjan laadun, kuormitusten ja olemassa olevien rakennusten ja rakenteiden sekä ympäristön ja sen ennakoitavissa olevan rakentamisen perusteella.

Selostus

Pohjarakenteiden suunnittelutehtävän vaativuusluokat AA, A ja B sekä siihen liittyvät suunnittelijan kelpoisuudet on esitetty Suomen rakentamismääräyskoelman osassa A2.

2.2 Pohjavesi

2.2.1

Pohjavedenpinnan keskimääräinen korkeus ja vaihtelurajat on selvitettävä pohjatutkimuksen yhteydessä tehtävillä pohjavesihavainnoilla, jollei vastaava pohjarakennesuunnittelija totea selvityksiä kohteen luonne ja rakennuspaikan pohjasuhteet huomioon ottaen tarpeettomiksi.

Pohjavesialtaan laajuus ja pohjaveden korvautuvuus on selvitettävä, kun pohjavedenpinnan korkeuden muutoksista voi aiheutua haittaa rakennuspaikalla tai sen ympäristössä sijaitseville rakennuksille, rakenteille tai luonnolle.

2.3 Pohjatutkimusasiakirjat

2.3.1

Pohjatutkimustulokset esitetään pohjatutkimusasiakirjoissa, joihin kuuluvat tutkimuspiirustukset ja selostus pohjasuhteista sekä selostuksen liitteiksi sisällytettävä muu aineisto. Näihin on sisällytettävä myös tiedot pohjavesisuhteista, rakennuspaikalla ja tarvittavassa laajuudessa myös sen ympäristössä olevista rakennuksista ja rakenteista sekä muut tarpeelliset selvitykset ja liitteet.

Pohjatutkimustulokset on esitettävä yleisesti käytössä olevalla tavalla riittävän tarkasti siten, että tutkimusten luotettavuus ja riittävyys sekä tehdyt pohjasuhteiden yleistyksiset ovat yksikäsitteisesti arvioitavissa ja ymmärrettävissä. Tutkimuspiirustuksista on selkeästi käytävä ilmi rakennuspaikan pohjasuhteet sekä muut pohjarakentamiseen vaikuttavat maasto- ja ympäristötekijät.

2.3.2

Vastaava pohjarakennesuunnittelija huolehtii pohjatutkimusten tuloksista sekä pohjatutkimusasiakirjoissa esitetystä tulkinnoista.

2.4 Maakosteus

2.4.1

Maanvastaisten rakenteiden kanssa kosketuksissa olevien maamateriaalien kapillaarisuus ja muut kosteustekniset ominaisuudet on selvitettävä siten, että maasta rakenteisiin siirtyvän kosteuden haitalliset vaikutukset voidaan ehkäistä.

Maanvastaisen lattian alapuolelle ja maanvastaisten seinien ulkopuolelle rakennettavissa salaojituseroksissa käytettävän materiaalin kapillaarisuuden on oltava riittävän pieni, jotta salaojituseros luotettavasti katkaisee haitallisen veden kapillaarisen vaaka- ja pystysuuntaisen siirtymisen maapohjasta rakenteisiin.

Ohje

Erityisen tärkeää pohjavedenpinnan vaihteluiden selvittäminen on silloin, kun suunnitellaan tiloja, jotka voivat ulottua ylimmän pohjavedenpinnan alapuolelle.

Pohjavedenpinnan pitkäaikaisten vaihtelurajojen arvioimisessa käytetään hyväksi tietoja vastaavissa olosuhteissa tehdyistä pohjavedenpinnan pitkäaikaishavainnoista, pohjavedenpinnan luonnollisista vaihteluista sekä vesistöjen korkeusasemista.

Pohjavesihavainnointia tehdään riittävästi, jotta pohjavedenpinnan ja tarvittaessa orsivedenpinnan vaihtelurajat voidaan arvioida luotettavasti. Heikosti vettä läpäisevissä maakerroksissa otetaan tarvittaessa huomioon huokospaineen muutokset hienorakeisessa kerrostumassa. Tarvittaessa pohjavesihavainnointia jatketaan rakentamisen aikana ja myös rakentamisen jälkeen, etenkin rakennuskaivannon ulottuessa pohjavedenpinnan tai orsivedenpinnan alapuolelle.

Ohje

Rakennuspaikan maapohjan kuvauksessa käytetään geoteknistä maaluokitusta ja kallion kuvauksessa rakennusgeologista kallioluokitusta, jossa kalliota kuvataan kivilaadun ja rakoilun perusteella. Maapohjan ja kallion kuvauksessa voidaan käyttää myös Suomessa käyttöön hyväksytyjä kansainvälisiä luokituksia, esimerkiksi EN-standardeja.

Ohje

Maakerroksissa, jotka ovat kapillaarisen nousukorkeuden yläpuolella, ja joiden vesipitoisuus on hyvin alhainen, esiintyy yleensä aina kosteutta. Tästä johtuen maan huokostilassa olevan ilman suhteellinen kosteus on aina hyvin korkea, lähes 100 %.

2.5 Routa

2.5.1

Pohjatutkimuksen yhteydessä tehtävillä havainnoilla ja määrittäyksillä on hankittava sellaiset lähtötiedot rakennuspohjan routaantumisen, joiden perusteella voidaan suunnitella ja toteuttaa mahdollisesta routimisesta aiheutuvien haittojen estämistoimenpiteet.

Ohje

Maalajien routivuutta voidaan likimäärin arvioida rakeisuusikäyrän perusteella. Luotettavammin maakerroksen routivuutta voidaan arvioida laboratorioissa tehtävillä kapillaarisuus- ja routanousukokeilla sekä maastossa tehtävillä routanousuhavainnoilla.

Roudan syvyyttä voidaan arvioida samankaltaisissa olosuhteissa tehtyjen luotettavien havaintojen perusteella sekä las-kennollisesti routasyvyyteen vaikuttaviin ilmasto- ja maaperätekiöihin perustuen.

Pysyvien, lämpimien rakennusten sekä herkästi vaurioituvien kylmien rakenteiden yhteydessä roudan syvyyden arvioinnin mitoitusperusteena on suositeltavaa käyttää kerran 50 vuodessa toistuvaa maksimipakkasmäärää. Kerran 20 vuodessa toistuvaa maksimipakkasmäärää voidaan vastaavasti käyttää mitoitettaessa pihan rakenteita ja kylmiä puurakenteita tai muita kevyitä rakenteita, jotka eivät ole erityisen arkoja roudan aiheuttamille liikkeille.

Työnaikaisen routasuojauksen mitoittamisessa voidaan vastaavasti käyttää kerran kahdessa vuodessa toistuvaa maksimipakkasmäärää. Keskimääräistä kylmempinä talvina on tällöin kuitenkin varauduttava lisäämään työnaikaista routasuojausta.

2.6 Tulva- ja sortumariski

2.6.1

Rakennettaessa tulvariskialueella on veden ja jään aiheuttamat vauriot ja haitat estettävä ennakolta rakennuspaikan valinnalla ja/tai rakenteellisesti. Rakennuspohjan kuivatuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon kohdan 4.6 vaatimukset.

Ohje

Alimmalla tulvien kannalta hyväksyttävällä rakentamiskorkeudella tarkoitetaan sitä ylintä korkeutta, jolle vesi rakennuspaikalla voi nousta ilman, että se vahingoittaa asumiseen tai työntekoon tarkoitettuja rakennuksia. Ko. rakennukset sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan korkeimmille maastokohdille ja/tai suojataan tulvavedeltä ja jäänlähdeiltä tulvapadoilla tai -penkereillä.

Tulvariski otetaan huomioon rakenteiden rakennusfysikaalisessa suunnittelussa. Rakennusten alapohjat suunnitellaan ja rakennetaan niin korkealle, että vedenpinta rakennuspaikalla nousee enintään alapohjan alle tehtävän kapillaarisen nousun katkaisukerroksen alapintaan saakka, jollei alapohja ole vedenpaine-eristetty. Alimman rakentamiskorkeuden alapuolelle voidaan sijoittaa sellaisia rakennuksia, joiden kautta rakennukseen ei kulkeudu kosteutta haitallisessa määrin.

Rakennus, jota ei käytetä asumiseen tai työpaikkana, voidaan riskien ollessa pienet suunnitella rakennettavaksi alimman hyväksyttävän rakentamiskorkeuden alapuolelle.

2.6.2

Sortuma- tai vyörymäriskialueelle ei saa rakentaa asumiseen tai työnte-
koon tarkoitettuja rakennuksia tai vaativia rakenteita, ellei riskejä poisteta
suunnitellusti rakenteellisin keinoin.

Ohje

Kokonaisvarmuusvaatimus alueellista sor-
tumista vastaan on kohdan 4.1 mukaisesti
vähintään 1.8. Eloperaisten maakerrosten
varmuusvaatimus sortumista vastaan on
yleensä enemmän kuin 1.8 rakennusalueen
ja ympäristön siirtymien rajoittamiseksi.
Piha-, puisto-, ja virkistysalueilla, joilla on
vain vähäisiä rakennuksia tai rakenteita,
joita ei käytetä asumiseen tai työtiloina,
voidaan käyttää pienempää varmuutta 1.5.

Selostus

*Rakentamiskorkeuden valintaa on käsitel-
ty Suomen rakentamismääräyskokoelman
osassa C2 ja siihen liittyvässä oppaassa
Kosteus rakentamisessa RakMK C2 opas,
Ympäristöopas 51, rakentaminen -sarja,
Oy Edita Ab, 1999 sekä opasjulkaisussa
Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit
ranta-alueille rakennettaessa, Ympäris-
töopas 52 rakentaminen -sarja, Suomen
ympäristökeskus, ympäristöministeriö,
maa- ja metsätalousministeriö, Oy Edita
Ab, 1999.*

2.7 Pilaantunut maaperä

2.7.1

Rakennuspaikan maaperän pilaantumattomuus on selvitettävä. Maasta
rakennukseen siirtyvien haitallisten aineiden pitoisuudet eivät saa ylittää
rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan määritettyjä arvoja. Rakentami-
sessa on varauduttava rakentamisen aikana esiin tulevien terveydelle tai
ympäristölle vaarallisten aineiden aiheuttamiin toimenpiteisiin.

Ohje

Pohjarakennuskohteissa, joissa ei ole pe-
rusteltua syytä epäillä maaperän pilaan-
tumista, kentätutkimuksia ei välttämättä
tarvita. Ennakkokartoituksen perusteella
tehdyt päätelmät rakennuspaikan pilaantu-
mattomuudesta esitetään tällöin kuitenkin
kirjallisesti ja liitetään rakennuskohteen
suunnitelma-asiakirjoihin.

Pilaantuneiden maiden tutkiminen edellyt-
tää rakennuspaikan aikaisemman toiminnan
selvittämistä ja aikaisemmin, esimerkiksi
asemakaavoitusvaiheessa, suoritettujen pai-
kan saastuneisuutta koskevien tutkimusten
riittävyden arviointia. Tämän esiselvityk-
sen perusteella arvioidaan, mikä on kenttä-
ja laboratoriotutkimusten lisätarve.

Tutkimusten perusteella arvioidaan riskit.
Riskin arvioinnissa vertaillaan haitta-ai-
nepitoisuuksia ohjearvoihin ja vaativissa
kohteissa tehdään yksilöllinen riskienarvi-
ointi, jossa otetaan huomioon mm. ainei-
den kulkeutumisreitit ja terveysriskit.

Jos riskien arvioinnissa havaitaan ympäris-
tö- tai terveysriskien olevan niin suuria, että
riskienhallintatoimenpiteet ovat tarpeen,
käynnistetään kunnostuksen suunnittelu
maaperän pilaantuneisuuden pysyväksi
poistamiseksi tai riskien merkittäväksi
vähentämiseksi. Kunnostuksen suunnitte-
lu on tarkoituksenmukaista tehdä yhdessä
muun pohjarakennesuunnittelun kanssa.

Selostus

*Pilaantunutta maaperää koskevat asiat
kuuluvat ympäristöviranomaisten toimi-
valtaan. Maaperän puhdistamista koskee
ympäristönsuojelulain 78 § (86/2000),
jota on noudatettava kuten muutenkin
ympäristönsuojelulakia soveltuvin osin
pilaantuneen maan ollessa kyseessä.*

2.8 Radon

2.8.1

Rakennuspaikan radonriskit on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa.

Ohje

Suunnittelun ohjearvona oleva radonpitoisuuden raja 200 Bq/m³ ylittyy ilman vastatoimia yleisesti suurimmassa osassa maata. Radontekninen suunnittelu voidaan jättää tekemättä vain, jos paikkakuntakohtaiset radontutkimukset selkeästi osoittavat, että radonpitoisuus asunnoissa alittaa enimmäisarvon säännönmukaisesti. Mikäli radonia ei huomioida suunnittelussa, kirjalliset perustelut liitetään rakennuskohteen suunnitelma-asiakirjoihin.

Rakennuspohjan radonriskiin vaikuttavat aina sekä alkuperäisää että paikalle tuotavat täyttömaat ja salaojasorat. Paksu täyttösorakerros voi jo yksinään tuottaa sisätiloihin enimmäisarvon ylittäviä radonpitoisuuksia.

Rakennuksen radonpitoisuuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi alapohjarakenteiden ja perustustavan valinnalla.

Selostus

Säteilylain ja -asetuksen ja sen muutoksen 1143/1998 mukaan radonpitoisuus ei saa säännöllisessä työssä ylittää arvoa 400 Bq/m³. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan suunnittelun ohjearvoksi esitetään, että radonpitoisuuden vuosikeskiarvo saa olla enintään 200 Bq/m³.

Säteilyturvakeskus on antanut säteilyturvallisuutta koskevan ohjeen ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 2000 ja talonrakennuksessa käytettävien materiaalien radioaktiivisuutta koskevan ohjeen ST 12.2 Rakennusmateriaalien, polttoturpeen ja turvetuhkan radioaktiivisuus, 1993.

2.9 Perustusten kuntotutkimukset

2.9.1

Perustusten ja muiden pohjarakenteiden kunto on selvitettävä ennen kuormitustilan muutosta, taikka muutos- tai vahvistustöiden tekemistä kohteessa tai sen lähiympäristössä sekä silloin, kun rakennuksen perustusten kunnossapito on laiminlyöty.

2.9.2

Vaativissa (A) ja erittäin vaativissa (AA) kohteissa on tehtävä riittävän yksityiskohtainen kuntotutkimus, jolla selvitetään kantavien rakenteiden toiminta ja perustusten kestävyys perustusten suunnitellun käyttöiän aikana. Muutostöiden aikaiset väliaikaiset kuormitustilanteet on otettava huomioon.

Kuntotutkimuksen osana selvitetään perustusten ja maanvastaisten rakenteiden kosteus- ja lämpötekniinen toimivuus sekä tarvittaessa radonriskit, rakennuspaikan pilaantuneet maakerrokset ja rakentamisessa käytetyt muut terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet sekä ympäröivien toimintojen aiheuttama värinätaaso. Syyt perustusten vaurioitumiseen on aina selvitettävä.

Ohje

Kirjallisessa kuntotutkimusraportissa esitetään mm. rakenteiden toimintaperiaatteet, kuntotutkimusvaiheessa tiedossa olevat rakentamisriskit, esimerkiksi pohjaveden hallinta, terveydelle vaaralliset materiaalit, radon, syyt mahdollisiin vaurioihin tai puutteelliseen kuntoon ja vaurioituneiden rakenteiden odotettavissa oleva käyttöikä.

2.9.3

Vastaava pohjarakennesuunnittelija huolehtii perustusten ja muiden pohjarakenteiden kuntotutkimuksen ohjelmoinnista ja valvonnasta.

2.10 Rakenteiden ja ympäristön katselmukset

2.10.1

Ennen rakentamista on selvitettävä, että rakentaminen ei aiheuta haitallisia muutoksia ympäristön luonnonolosuhteissa, maa- ja kalliopohjassa, pohjavedessä eikä rakennusalueen tai ympäristön rakennuksissa ja rakenteissa. Jos haitallisia muutoksia on odotettavissa, niiden vaikutukset on selvitettävä ja ennen rakennustöitä on tehtävä riittävän laajat ja yksityiskohtaiset katselmukset. Haitallisten vaikutusten ennakoimiseksi on laadittava tarkkailuohjelma ja rakennettava tarvittaessa tarkkailumittausjärjestelmä.

Ohje

Mittauksia tehdään niin paljon ja sellaisella tarkkuudella, että haitalliset vaikutukset voidaan riittävän ajoissa havaita. Tarkkailumittauksia tehdään riittävästi myös maanpinnan alapuolella. Katselmus- ja seuranta-alue on sitä laajempi, mitä vaikeammat ovat pohjasuhteet ja mitä syvemmälle pohjarakenteet ulottuvat.

2.11 Liikennetärinä

2.11.1

Ennen rakentamista on tarvittaessa selvitettävä liikennetärinä. Se ei saa aiheuttaa vaurioita rakennukselle eikä kohtuutonta häiriötä rakennuksessa oleville ihmisille.

Ohje

Liikennetärinän suuruutta voidaan arvioida aikaisemmin samanlaisissa olosuhteissa tehtyjen mittausten perusteella. Kun tärinää aiheuttava liikenneväylä on jo olemassa rakennuspaikan läheisyydessä, voidaan tärinämittauksia tehdä rakennuspaikalla. Kun tärinää joudutaan mittaamaan maasta, tärinän vahvistuminen rakennuksessa arvioidaan erikseen.

3

POHJA- JA MAARAKENTEISSA KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT

3.1 Maamateriaalit

3.1.1

Talonrakennuskohteen maarakenteissa käytettävien maa-ainesten on teknisiltä ominaisuuksiltaan oltava käyttökohteeseen soveltuvia. Rakennuspaikalle tuotavat maa-ainekset eivät saa sisältää haitallisia määriä epäpuhtauksia. Maamateriaalien radonpitoisuus on otettava huomioon suunnittelussa.

Ohje

Luonnonmaakerroksissa esiintyy aina paikallisia vaihteluita. Tästä johtuen maamateriaalille asetettujen rakeisuusvaatimusten täyttymistä seurataan rakennustyön aikana tehtävillä rakeisuusmäärittäyksillä.

3.2 Murskatut kiviainesmateriaalit

3.2.1

Talonrakennuskohteen maarakenteissa käytettävien murskattujen kiviainesmateriaalien on teknisiltä ominaisuuksiltaan sovelluttava käyttökohteeseen ja oltava riittävän tasalaatuisia. Murskattujen kiviainesmateriaalien radonpitoisuus on otettava huomioon suunnittelussa.

Ohje

Murskatuille kiviainesmateriaalille asetettujen rakeisuus- ja laatuvaatimusten täyttymistä seurataan rakennustyön aikana tehtävillä määrittäyksillä. Tarvitava tutkimustiheys riippuu materiaalin käyttökohteen vaativuudesta ja laajuudesta. Murskattujen kiviainesmateriaalien lajittamisen estämisen kuljetuksen ja käsittelyvaiheiden aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota.

3.3 Kierrätysmateriaalit

3.3.1

Maarakenteissa käytettävien kierrätysmateriaalien on teknisiltä ominaisuuksiltaan ja maarakennuskelpoisuudeltaan sovelluttava käyttökohteeseen ja oltava riittävän tasalaatuisia. Käytettäessä kierrätysmateriaaleja kuormitettuihin maarakenteisiin niiden pitkäaikaiskestävyys on testattava sillä rasisitusmäärän ja -tason yhdistelmällä, joka maarakenteeseen voi kohdistua sen käyttöaikana.

3.3.2

Kierrätysmateriaalien käytöstä ei saa aiheutua haittaa tai vaaraa rakennuksessa oleskeleville henkilöille eikä niiden käyttö saa aiheuttaa rakennuspaikalla tai sen ympäristössä pohjaveden tai maapohjan pilaantumisen vaaraa eikä vaurioita, esimerkiksi korroosiota, niiden kanssa kosketuksiin tuleville rakenteille.

Selostus

Kierrätysmateriaalien ympäristöluvista säädetään ympäristönsuojelulaissa (86/2000) ja -asetuksessa (169/2000).

3.4 Betonit

3.4.1

Betonirakenteiden perustusten ja muiden betonisten pohjarakenteiden osalta on noudatettava kantavien betonirakenteiden vaatimuksia.

Ohje

Lyötävillä betonipaaluilla tai muutoin erittäin vaativilla (AA) perustus- ja pohjarakenteilla käytetään rakenneluokkaa 1.

3.5 Juotoslaastit

3.5.1

Juotoslaastia on käsiteltävä kantavana rakenteena, jos juotoslaasteilla täytetään pohjarakenteen ja maan tai kallion välistä rakoa ankkuriterästen tai vetopaalujen kiinnittämiseksi kallioon tai maahan.

Ohje

Jos juotoslaastilla pyritään vain lisäämään veto- tai puristuspaalujen vaippavastusta, sitä ei tarvitse käsitellä kantavana rakenteena.

3.5.2

Jos juotoslaastin valmistus ei kuulu ympäristöministeriön hyväksymän tarkastuselimen valvontaan, juotoslaastista on tehtävä koestettavia työmaakoekappaleita.

Ohje

Kelpoisuuden toteamisessa noudatetaan betonille Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B4 Betonirakenteet kohdassa 6.3.8 annettuja ohjeita.

Juotoslaastin pakkasenkestävyyteen kiinnitetään huomiota.

Kantavana rakenteena käytettävän juotoslaastin kelpoisuus osoitetaan tuotteen käyttöpaikalla tarkastettavissa olevalla varmennetulla käyttöselosteella.

3.6 Teräkset

3.6.1

Teräsrakenteiden, ruostumattomien teräsrakenteiden tai liittorakenteiden perustusten tai muiden pohjarakenteiden osalta on noudatettava näitä materiaaleja koskevia kantavien rakenteiden vaatimuksia.

3.7 Puiset pohjarakenteet

3.7.1

Puisten pohjarakenteiden osalta on noudatettava kantavien puurakenteiden vaatimuksia.

Ohje

Puiset pohjarakenteet suunnitellaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B10 Puurakenteet mukaisesti kosteusluokassa 4.

3.8 Geosynteettiset materiaalit

3.8.1

Geosynteettisten materiaalien mekaanisten ja hydraulisten ominaisuuksien pysyvyydestä pitkäaikaisessa käytössä sekä niiden kestävydestä käyttökohteessa kysymykseen tulevia kemiallisia, biologisia ja termisiä rasituksia sekä ultraviolettivalon vaikutusta vastaan on varmistuttava ennakolta.

3.9 Routasuojausmateriaalit

3.9.1

Roudasta aiheutuvien haittojen estämiseen käytettävien materiaalien on säilytettävä lämmöneristyskykynsä asennuskohteen kosteusolosuhteissa routasuojauksen mitoituksessa käytettyjä suunnitteluarvoja vastaavalla tasolla routasuojauksen koko mitoitusajan ajan.

Routasuojausmateriaalien on oltava myös mekaaniselta, kemialliselta, termiseltä ja biologiselta kestävydeltään riittäviä, jotta ne eivät menetä toimintakykyään routasuojauksen käyttökohteessa kohdistuvien rasitusten vaikutuksesta.

3.10 Injektointi- ja stabilointiaineet

3.10.1

Luonnontilaisten maakerrosten, maarakennusmateriaalien tai kallion mekaanisia ominaisuuksia voidaan parantaa ja vedenläpäisevyyttä pienentää injektioimalla ja stabiloimalla. Halutun vaikutuksen saavuttamiseen soveltuvan injektointi- tai stabilointiaineen laadusta ja vaadittavasta vaikutusajasta samoin kuin vaikutuksen pysyvyydestä on varmistuttava puolueettoman tutkimuslaitoksen tekemillä riittävillä ennakkokokeilla, jollei aineen käytöstä ole aikaisempia kokemuksia vastaavissa olosuhteissa.

3.10.2

Käytettävät injektointi- ja stabilointiaineet eivät saa sellaisenaan, eivätkä keskenään tai maaperässä olevien aineiden kanssa reagoidessaan aiheuttaa rakennuspaikalla tai sen ympäristössä pohjaveden tai maapohjan pilaantumista. Injektointi- ja stabilointiaineiden ja niiden osakomponenttien myrkyttömyys ja kemiallinen koostumus on varmistettava ennen niiden käyttöönottamista. Kaikkien injektointi- ja stabilointiaineiden alkuperä on todettava ja tallennettava.

Kyllästämätöntä puuta voidaan käyttää pysyvien pohjarakenteiden rakenneosana vain, jos voidaan varmistaa näiden rakenneosien pysyminen vähintään 0,5 m alimman rakenteen käytönaikaisen pohjavedenpinnan tai vedenpinnan alapuolella. Paineekyllästettyä puuta voidaan perustelluista syistä käyttää lahoamiselle riskialttiissa kohdissa rakennuspaikoilla, joissa ei esiinny pohjaveden virtauksia.

Ohje

Geosynteettisten materiaalien tavallisen käyttötarkoituksen on kahden maa- tai maarakennekerroksen välisenä erottimena toimiminen. Tällöin kuitukankaan kelpoisuuden arviointiin voidaan soveltaa VTT/GEO-luokituksen mukaista käyttöluokkajaottelea. Muissa käyttösovellutuksissa synteettisen materiaalin kelpoisuuden arvioinnissa erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että käytettävät testimenetelmät vastaavat käyttökohteeseen liittyvää synteettisen materiaalin toimintaa sekä siinä toteutuvia kuormitus- ja ympäristöolosuhteita.

Ohje

Injektointi- ja stabilointiaineiden teknisen käyttökelpoisuuden ja ympäristöturvallisuuden selvittämiseen käytettävät ennakkokokeet aloitetaan riittävän ajoissa, jotta muun muassa käytettävän aineen avulla saavutettavasta käsittelytehosta ja vaikutusnopeudesta saadaan luotettava kuva. Ennakkokokeiden yhteydessä pyritään myös aina selvittämään käytettävän aineen ja käsittelytekniikan soveltuvuusalueen rajat siltä varalta, että rakennuspaikan pohjasuhteet poikkeavat ennakkokokeiden aikana otaksutuista olosuhteista.

POHJARAKENTEIDEN SUUNNITTELU

4.1 Yleiset vaatimukset

4.1.1

Pohjarakennesuunnitteluun sisältyvät yleensä geotekninen suunnittelu ja pohjarakenteiden rakennesuunnittelu. Näissä on esitettävä, miten suunnitellut rakennukset ja rakenteet täyttävät niille maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sen nojalla annetut säännökset. Geoteknisellä suunnittelulla selvitetään muuhun rakennesuunnitteluun liittyen rakenteiden geotekninen toiminta ja mitoitus sekä riittävän yksityiskohtaisesti ne menettelytavat, joilla suunniteltu tulos saavutetaan.

4.1.2

Pohjarakenteet on suunniteltava ottaen huomioon ilmasto, maaperä, pohja-, pinta- ja avovedet sekä lähellä olevien rakennusten ja rakenteiden perustukset ja muut pohjarakenteet. Myös tuleva rakentaminen, kaivaminen ja täyttäminen sekä mahdolliset pohjavedenpinnan muutokset on pyrittävä ennakoimaan siten, että niiden vaikutukset otetaan huomioon ja ettei tulevaa rakentamista tarpeettomasti vaikeuteta.

Kun uusi rakennus, tila tai rakenne joudutaan ulottamaan lähellä olevaa rakennusta tai rakennetta syvemmälle, lähellä olevat rakennukset tai rakenteet on vaurioitumisen estämiseksi vahvistettava tai suojattava tai on käytettävä sellaisia pohjarakennusmenetelmiä, ettei rakennuksia tai rakenteita vaurioiteta.

4.1.3

Pohja- ja maarakenteet on suunniteltava, mitoitettava ja rakennettava siten, että rakenteiden painumat, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset, ottaen huomioon myös pohjaveden aleneminen ja täytöt, pysyvät niin pieninä, etteivät ne haittaa rakenteen käyttöä ja etteivät rakenteet halkeile tai saa pysyviä muodonmuutoksia ja että maapohjan ja rakenteiden varmuudet murtumista vastaan ovat riittävän suuria sekä rakennusaikana että rakenteen käyttöaikana. Mitoitus on tehtävä siten, että jännitykset rakenteissa ja riittävän suuressa osassa rakennetta tukevaa maapohjaa pysyvät myötörajan jännityksiä pienempinä.

4.1.4

Pysyvien pohjarakenteiden kantokyvyn laskennallisessa mitoituksessa kokonaisvarmuuden on oltava vähintään 2,0 ja paalujen kantokyvyn laskennallisessa mitoituksessa kokonaisvarmuuden on oltava vähintään 2,2. Jos kaivanto-, tuki- tai pohjarakenteet tukevat pysyviä pohjarakenteita tai jos niiden myötääminen voi vaurioittaa pysyviä tai pysyväksi tulevia pohjarakenteita, niiden kokonaisvarmuuden on laskennallisessa mitoituksessa oltava vähintään 1,8. Mitoitettaessa pohjarakenteet kokeellisesti luotettavaa koemenetelmää käyttäen on kokonaisvarmuuden oltava vähintään 1,6. Vaadittu kokonaisvarmuus osoittaa vaadittua varmuustasoa, joka on saavutettava myös osavarmuuslukumenetelmällä mitoitettaessa. Mitoitettaessa nosteelle kokonaisvarmuuden on oltava vähintään 1,2. Vaativien (A) pohjarakenteiden geotekniset varmuusvaatimukset tavanomaisissa pohja- ja kuormitusolosuhteissa on koottu taulukkoon 4.1.

Ohje

Perustusten ja muiden pohjarakenteiden geo- ja rakennetekniset mitoituslaskelmat tehdään Suomessa yleisesti hyväksytyillä menetelmillä.

TAULUKKO 4.1 KOKONAISVARMUUSLUKUJEN MINIMIARVOJA VAATIVIEN (A) POHJARAKENTEIDEN GEOTEKNISESSÄ MITOITUKSESSA

Kohde	Varmuusluku
Rakennuspohjan alueellinen sortuma	1,8
Rakennuspohjan alueellinen sortuma piha-, puisto- ja virkistysalueilla, joilla ei ole asumiseen tai työntekemiseen tarkoitettuja rakennuksia tai vaativia rakenteita	1,5
Maanvaraisen perustuksen kantokyky	2,0
Paalun kantokyky	2,2
Maanvaraisen perustuksen tai paalun kantokyky luotettavien koemenetelmin varmennettuna kokeellisen mitoituksen perusteella	1,6
Maata tai pohjarakenteita tukevan pysyvän rakenteen sortuma	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma silloin, kun mahdollisen sortuman vaikutusalueella on muita kuin työnaikaisia rakenteita	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma	1,5
Vedennoeste	1,2

Mitoitettaessa erittäin vaativia (AA) pohjarakenteita, joiden sortuminen voi aiheuttaa henkilövahinkoja tai suuria taloudellisia menetyksiä tai jos pohja- tai kuormitusolosuhteet ovat poikkeuksellisen vaikeita, tulee harkita, onko tarvetta käyttää taulukossa 4.1 esitettyjä kokonaisvarmuuslukujen minimiarvoja suurempia arvoja.

Ohje

Lyhytkestoisissa rakennusvaiheissa ja vaativuudeltaan vähäisille pohja- ja maarakenteille voidaan sallia myötörajan jännitysten vähäinen ylittäminen. Tällöin kokonaisvarmuuden olisi oltava vähintään 1,5. Piha-alueiden rakenteille voidaan sallia rakennusajan jälkeisiä merkitykseltään vähäisiä painumia.

Selostus

Osavarmuuslukumenetelmän käyttöä on käsitelty mm. RIL:n Pohjarakennusohjeissa sekä esistandardissa SFS-ENV 1997-1:1994 ja valmisteltavassa standardissa EN 1997-1, joka tulee korvaamaan esistandardin.

4.1.5

Perustukset on suunniteltava siten, etteivät perustusten painumaerojen aikaansaamat muodonmuutokset aiheuta rakenteisiin haitallisia jännityksiä. Rakennusten ja rakenteiden kokonaispainumat ja kallistumat on liittyvien rakenteiden, putkijohtojen, työskentely- tai asumismukavuuden, terveellisyyden ja ulkonäköseikkojen takia rajoitettava kohtuullisiksi.

Ohje

Kokonaispainumien ja vierekkäisten perustusten epätasaisista painumista tai laattaperustuksen taipumisesta aiheutuvien kulmakiertymien raja-arvoja eri rakennetyypeille on esitetty taulukossa 4.2. Taulukon arvot määräytyvät tavanomaisen rakennusten kantavien ylärakenteiden käyttökelpoisuuden ehdoksi asetettujen vaatimusten perusteella, eivätkä siten koske rakenteita, joille asetetaan erityisiä vaatimuksia.

Verrattaessa laskettuja kulmakiertymän arvoja taulukossa 4.2 esitettyihin voidaan tarkastelussa jättää huomioon ottamatta ne painumaerot, jotka tapahtuvat ennen kuin ylärakenne saa lisäjännityksiä painumaeroista. Taulukossa esitettyjä raja-arvoja käytettäessä saattaa joskus esiintyä pieniä esteettisiä haittoja etenkin kantaviin rakenteisiin liittyvissä ei-kantavissa rakenteissa.

Painumaerojen mahdollisesti aiheuttama halkeilu ja saumojen aukeaminen eivät saa aiheuttaa rakenteellisen kestävyuden, asumismukavuuden tai asunnon terveellisyyden vähenemistä. Lyhyt- ja väliaikaisien rakenteiden kokonaispainuman sijasta voidaan tarkastella käyttöiän painumaa.

Erittäin vaativia (AA) rakenteita suunniteltaessa painumaerojen aiheuttamat lisäjännitykset otetaan huomioon ylärakenteen mitoituksessa.

Ohje

TAULUKKO 4.2 RAKENNUSTEN KOKONAISPAINUMIEN JA KANTAVIEN RAKENTEIDEN KULMAKIERTYMIEN SUUNTAA-ANTAVIA RAJA-ARVOJA

Rakennetyyppi	Kokonaispainuman raja-arvo ja (mm)	Kulmakiertymien raja-arvojen vaihteluväli	
		Moreeni tai karkearakeinen maapohja	Hienorakeinen maapohja
Massiiviset jäykät rakenteet	100	1/250 - 1/200	1/250 - 1/200
Staattisesti määrätyt rakenteet	100	1/400 - 1/300	1/300 - 1/200
Staattisesti määräämättömät rakenteet			
– Puurakenteet	100	1/400 - 1/300	1/300 - 1/200
– Teräsrakenteet	80	1/500 - 1/200	1/500 - 1/200
– Muuratut rakenteet	40	1/1000 - 1/600	1/800 - 1/400
– Teräsbetonirakenteet	60	1/1000 - 1/500	1/700 - 1/350
– Teräsbetonielementtirakenteet	40	1/1200 - 1/700	1/1000 - 1/500
– Teräsbetonikehärakenteet	30	1/2000 - 1/1000	1/1500 - 1/700

4.1.6

Perustukset ja muut pohjarakenteet on suunniteltava ja rakennettava niin, että ne kestävät ja toimivat koko suunnitellun käyttöiän. Perustusten ja muiden pohjarakenteiden käyttöikä on osoitettava käyttämällä ratkaisuja ja materiaaleja, joiden toiminta perustuksina ja muina pohjarakenteina tunnetaan riittävän pitkältä ajalta. Muussa tapauksessa ratkaisut ja materiaalit on koestettava puolueettomassa tutkimuslaitoksessa sillä rasitusmäärän ja -tason yhdistelmällä, joka perustukseen tai muuhun pohjarakenteeseen voi kohdistua sen käyttöaikana.

4.2 Rakennuspohja

4.2.1 Maapohja

4.2.1.1

Maapohjaksi katsotaan luonnonmaapohja, täyttömaapohja, vaihdettu maapohja (massanvaihto) ja vahvistettu maapohja (pohjanvahvistus). Maapohjalle rakennettaessa on yleisillä pohjatutkimusmenetelmillä tai kyseiselle perustus- tai pohjavahvistusmenetelmälle soveltuvalla tutkimusmenetelmällä määritettävä geotekniset maakerrokset ja niiden geotekniset mitoitusarvot ennen suunnittelua ja rakentamista.

Ohje

Moreenikerrokset ja karkearakeiset maakerrokset ovat yleensä hyvin kantavia, joten niiden varaan voidaan tällöin suunnitella ja rakentaa maanvaraisia perustuksia, jos niihin ei kohdistu poikkeuksellisia kuormia. Karkearakeiset maakerrokset voivat olla hienorakeisten maakerrosten päällä olevia lievekerrostumia, jolloin maanvaraisten perustusten rakentaminen niiden varaan on riskialtista.

4.2.1.2

Suunnittelemattomasti tehdyille täyttöalueelle rakennettaessa on alueiden pilaantumattomuus tai kunnostamistarve ja näille alueille soveltuvat pohjarakennusmenetelmät tutkimuksilla ja pohjarakennesuunnittelulla tarkoin selvitettävä.

Tiivistämättä tehtyjä massanvaihtoja ja täyttöjä ei yleensä saa käyttää rakennuksia tai rakenteita kantavana maapohjana.

4.2.1.3

Vahvistettua maata on käsiteltävä maapohjana, joka tutkitaan ja mitoitetaan geoteknisin menetelmin.

4.2.2 Kalliopohja

4.2.2.1

Kalliopohjan laatu on määritettävä kivilaadun ja rakoilun perusteella.

Jos kalliossa on heikkousvyöhyke tai jos kallion rakoilu on pohjarakenteiden toiminnan kannalta epäedullinen, on niiden vaikutukset selvitettävä ja tarvittaessa suunniteltava kallion lujittaminen. Täysin rapautuneella rakoitetyllä tai kalliolla saattaa olla paisumisominaisuuksia, joiden vaikutus perustuksiin tai muihin pohjarakenteisiin on selvitettävä.

4.2.2.2

Louhittaessa rakennuksen tai rakenteen perustuksen vieressä perustustason alapuolella on tehtävä kallion louhinta- ja lujitus suunnitelma.

Hienorakeiset maakerrokset painuvat pitkäaikaisesti kuormituksen vaikutuksesta, jolloin rakennukset ja rakenteet perustetaan näillä alueilla yleensä paaluilla.

Eloperäisten maalajien maa-aineskin kokoonpuristuu ja viruu kuormituksen vaikutuksesta, mikä johtaa jatkuviin joskin hidastuviin painumiin. Näin ollen perustaminen eloperäisten maakerrosten varaan ei ole tarkoituksenmukaista.

Ohje

Aiemmat suunnittelemattomasti tehdyt täyttökerrokset ovat yleensä erittäin epähomogeenisia. Ne voivat sisältää kiviä, lohkareita, rakennusjätteitä ja muita jätteitä sekä usein myös pilaantuneita maita ja jopa ongelmajätteitä.

Suunnitellusti tehtävät täytöt tiivistetään kerroksittain kuivatyönä rakennettavien pohja- tai maarakenteiden vaatimuksia vastaavasti. Vedenpinnan alapuolinen täyttö saadaan tehdä rakentamistarkoituksiin vain poistamalla pehmeät maakerrokset ja täyttämällä karkealla materiaalilla, joka syvätiivistetään.

Massanvaihdot tehdään samoin kerroksittain tiivistäen kuivana pidettyyn kaivantoon.

Ohje

Jos kallio perustustasossa on kaltevampi kuin 15°, perustustaso tasoitetaan tai porrastetaan louhimalla. Kuitenkin, jos kallionpinnan muoto perustuksen alla estää liukumisen, voidaan tasoittaminen jättää tekemättä. Liukuminen voidaan myös estää kiinnittämällä perustus tai pohjarakenne kallioon kalliopulteilla.

Suomen kallioperä on kestävyydeltään normaalisti rakoilleenakin riittävä rakennusten ja rakenteiden perustaksi. Suomessa harvinaiset sedimenttikivet ovat kestävyydeltään heikompia, mutta niidenkin kestävyys on yleensä riittävä rakennusten ja rakenteiden perustaksi.

Perustamista rikkilouhitulle ja tiivistetylle kalliopohjalle käsitellään kuten perustamista erittäin kantavalle maapohjalle.

Kallion ollessa täysin rapautunutta sitä käsitellään suunnittelussa ja mitoituksessa yleensä kuten tiivistä moreenia.

4.3 Perustusten ja muiden pohjarakenteiden kuormitukset

4.3.1

Perustuksiin ja muihin pohjarakenteisiin vaikuttavat kuormitukset on määritettävä geoteknistä ja rakenteellista mitoitusta varten.

Ohje

Jos perustuksiin ja muihin pohjarakenteisiin kohdistuu suuria keskitettyjä kuormia, huomattavia vaakakuormia tai momentti-kuormituksia, kohdetta on pidettävä erittäin vaativaan (AA) luokkaan kuuluvana. Keskitetty kuorma on suuri, kun se on yli 5 MN. Jos perustuksiin tai muihin pohjarakenteisiin vaikuttaa huomattavia syklisiä tai dynaamisia kuormituksia, kohdetta on niin ikään pidettävä erittäin vaativaan (AA) luokkaan kuuluvana. Syklisinä pidetään kuormia, joiden taajuus on enintään 1 Hz. Dynaamisina pidetään kuormia, joiden taajuus on yli 1 Hz.

Tuulikuorman rasittamia rakennuksia tai rakenteita ei pidetä vaativuudeltaan erittäin vaativina (AA) pohjarakennuskohteina, ellei rakennus tai rakenne ole korkea tai hoikka. Myöskään liikennetärinän aiheuttamia kuormituksia ei pidetä huomattavina.

Vaakakuorma on huomattava, kun se on enemmän kuin kolmannes perustuksen pystykuormasta eli perustukselle ylärakenteilta tulevasta pystykuormasta sekä perustuksen ja sen päällä olevan maan painosta.

Momenttikuormitus on huomattava silloin, kun perustuksen geoteknisen mitoituksen määrää perustuksen kiertymä.

Maan lujuus ja jäykkyys ovat moninkertaisia erityisen lyhytkestoisilla kuormituksilla. Tätä voidaan käyttää hyväksi erityisesti mitoittaessa perustuksia ja muita pohjarakenteita sysäyskuormituksille. Maanpaine- ja pohjavedenpaine-kuormitukset eivät aina ehdi vaikuttaa lyhytaikaisen sysäyskuormituksen kanssa yhtäaikaisesti.

4.4 Perustukset

4.4.1 Anturaperustukset

4.4.1.1

Anturaperustusten koko mitoitetaan geoteknisesti siten, että varmuus maapohjan murtumista vastaan on riittävä ja että perustusten painumat ja painumaerot pysyvät perustettavan rakenteen sietämissä rajoissa (vrt. 4.1).

Ohje

Anturaperustusten välityksellä pilari- ja seinäkuormat jaetaan yleensä joko kärkearakeselle maapohjalle tai moreenipohjalle.

Anturaperustuksen perustussyvyys on vähintään 0,5 m viereisestä maanpinnasta mitattuna. Rakennuksen sisäalueilla perustussyvyys voi olla pienempi. Perusmuurianturan leveys on vähintään 0,3 m ja pilarianturan koko vähintään 0,4 x 0,4 m². Anturaperustuksen paksuus on yleensä niin suuri, että sitä voidaan pitää kantavaan maapohjaan verrattuna jäykkänä.

Anturan kantokyky mitoitetaan tunnetulla kantavuuskaavalla, jolla otetaan huomioon perustussyvyys ja perustuksen koko ja kuormitusresultantin vinous sekä tarvittaessa maanpinnan kaltevuus. Perustussyvyys ja maanpinnan kaltevuus otetaan huomioon alimman maanpinnan tai lattiatason mukaan, jotka voivat esiintyä rakennus- tai käyttöaikana, kun perustus on kuormitettu.

4.4.1.2

Routivalla maapohjalla on maanvaraiset perustukset ja muut roudan aiheuttamille liikkeille alttiit rakenteet perustettava roudattomaan syvyyteen tulevasta maanpinnasta mitattuna eli routimattomaan perustusvyvyyteen tai routasuojattava. Pysyviä rakenteita ei saa rakentaa jäätyneen maan varaan. Maapohjan jäätyminen rakenteiden alla rakennustyön aikana on estettävä työnaikaisella routasuojauksella tai jäätyneen pohja on sulatettava luotettavalla tavalla ennen perustusten rakentamista.

Routasuojauksen suunnittelussa ja mitoituksessa on otettava huomioon alapohjan ja kellarirakenteiden routasuojaustarve ja lämmöneristys. Routasuojaukset on sijoitettava ja suojattava niin, että niiden rikkoutuminen estetään.

4.4.2 Laattaperustukset

4.4.2.1

Yhtenäiset laattaperustukset mitoitetaan kantavaan maapohjaan nähden taipuvina rakenteina siten, että varmuus maapohjan murtumista vastaan on riittävä ja että painumat ja taipumat pysyvät perustettavan rakenteen sietämissä rajoissa. Routasuojaustarve tulee ottaa suunnittelussa huomioon.

4.4.3 Paaluperustukset

4.4.3.1

Jos rakennuksen tai rakenteen perustaminen maan varaan ei perustusten kuormitusten aiheuttamien painumien, siirtymien tai kiertymien suuruuden, maapohjan murtumisen tai riittämättömän vakavuuden tai jonkin muun syyn, kuten ympäristössä olevien rakennusten ja rakenteiden sijainnin tai perustustapojen takia ole mahdollista tai kohtuullista, rakennus on perustettava paaluilla syvemmällä olevalle kantavalle maakerrokselle tai kalliolle.

4.4.3.2

Paaluperustusten suunnittelua varten tehtävien pohjatutkimusten menetelmät, laatu, laajuus ja syvyys on valittava paalutuskohteen vaativuuden, paalujen toimintatavan ja käytettävän paalutyypin perusteella.

Anturaperustusten geoteknisen mitoituksen tärkein osa on painumien ja painumaerojen laskenta, koska se yleensä ratkaisee, voidaanko anturaperustusta käyttää. Anturaperustusten tekeminen hienorakeisten maakerrosten varaan edellyttää, että kantavat rakenteet sietävät hienorakeisten maakerrosten kokoonpuristumisesta aiheutuvat painumaerot. Anturaperustusten tekeminen eloperäisten tai pehmeiden hienorakeisten maakerrosten varaan ei ole tarkoituksenmukaista.

Ohje

Lämpimien rakennusten yhteydessä käytettävä routimaton perustusvyvyys riippuu maata vasten olevien tilojen lämpötilasta ja alapohjan lämmönerityksestä tai ryömintätilan lämpötilasta sekä lisäksi perustusten rakenteesta.

Ohje

Laattaperustuksen perustusvyvyys on rakennuksen ulkoseinälinjoilla vähintään 0,5 m. Laattaperustuksia käytetään perustettaessa jäykkien savien tai silttien tai löyhien hiekkojen varaan. Laattaperustusten viereen rakentaminen saattaa muuttaa huomattavasti laattaperustuksen toimintaa, joten laattaperustusten käyttö tiheästi rakennettavilla kaupunkialueilla ei ole suositeltavaa. Savialueilla laattaperustusten käyttöön liittyy myös painumariski rakennuspaikan kuivatuksen, syvien johtokaivantojen tai pitkäaikaisen kuivuusjakson aiheuttaman pohjavedenpinnan alenemisen johdosta.

Ohje

Paalu on kantava rakenne. Tämä edellyttää, että paalu tehdään kantavien rakenteiden vaatimukset täyttävistä materiaaleista ja että paalu on raudoitettu teräsbetonirakenne, liittorakenne, teräsrakenne tai puurakenne.

Paalun suurimpana halkaisijana pidetään 2000 mm. Maata syrjäyttävien paalujen pienin sallittu suunnittelupituus ilman erikoistoimenpiteitä on yleensä 3 m.

Maakerroksiin tukeutuvien paalujen pohjatutkimukset ulotetaan paalujen tavoitetasojen alapuolelle sellaisin menetelmin, että paalujen ja paaluryhmien toimintatapa ja geotekniset mitoitusarvot voidaan luotettavasti määrittää.

4.4.3.3

Paaluperustus on suunniteltava siten, että se kestää rakenteesta ja ulkopuolisista kuormista perustukselle siirtyvät kuormitukset ja maan aiheuttamat kuormitukset. Lisäksi perustusten siirtymien on pysyttävä sallituissa rajoissa.

4.4.3.4

Paalun kantavuus on määritettävä siten, että paalumateriaalin lujuus ja jäykkyys sekä maapohjan ominaisuudet huomioon ottaen paalut kantavat esiintyvät kuormitukset riittävällä varmuudella kohdan 4.1 mukaan painumien, siirtymien ja kiertymien pysyessä rakenteiden sietämissä rajoissa.

Paalun kantavuus määräytyy joko rakenteellisen tai geoteknisen kantavuuden perusteella ja paaluryhmän kantavuus joko yksittäisten paalujen kantavuuksien summan tai paalujen ja niiden väliin jäävän maan muodostaman kappaleen kantavuuden perusteella, pienimmän arvon ollessa aina määräävä. Paalutusalueen kokonaisvakavuus on tarkistettava ennen paalutusta vallitsevassa mitoitusilanteessa ja alueen kokonaisvakavuuden väheneminen paalutustyön aikana on otettava huomioon.

4.4.3.5

Käytettäessä paaluperustuksena paaluryhmää paalut sidotaan paaluryhmäksi paaluanturalla, joka mitoitetaan rakenteellisesti jäykkänä pilarilaattana. Paalujen kiinnitys paaluanturaan on esitettävä pohjarakennesuunnitelmassa. Paaluantura on mitoitettava rakenteellisesti siten, että paaluantura kestää vaaditulla varmuudella paalujen sallittujen sijaintipoikkeamien vaikutuksen paalujen kuormiin ja paaluanturan rasituksiin. Paaluanturat on routasuojattava, jollei routanousun vaikutusta paaluanturaan muutoin estetä.

4.4.3.6

Paalun tai paaluryhmän sivukapasiteetti on tarkistettava, jos niitä käytetään sivukuormien vastaanottamiseen tai ne joutuvat esimerkiksi maan liikkeiden tai pakkovoimien sivusuuntaisesti kuormittamiksi.

4.4.3.7

Jos maa paalun ympärillä painuu enemmän kuin paalu, paaluun syntyy negatiivista vaippahankausta, joka on otettava huomioon paalun lisäkuormana.

4.4.3.8

Paalun rakenteellisessa mitoituksessa on tarkistettava paalun rakenteellinen kestävyys puristus-, veto-, taivutus- ja leikkausrasituksen johdosta sekä tarvittaessa nurjahduskestävyys.

4.4.3.9

Paikalla valetun paalun rakenteellisessa mitoituksessa käytetään paalun halkaisijana työputken ulkohalkaisijaa tai reikää tekevän työkalun ulkomittaa. Paikalla valetun paalun paalukaivannon tai -reiän stabiliteetti valun aikana on tarkistettava ja määrättävä vaippaputken tarve.

Ohje

Paalun geoteknisen puristuskestävyyden mitoitus voidaan tehdä menetelmillä, joiden soveltuvuus on todettu joko aikaisemmin tai kyseessä olevan työn yhteydessä vertaamalla tuloksia staattisten koekuormitusten tuloksiin samalla paalutyypillä, samankokoisilla paaluilla ja samanlaisissa pohjaolosuhteissa.

Jos paaluihin kohdistuu usein toistuvia tai syklisiä vetokuormituksia paaluja käsitellään erittäin vaativina pohjarakenteina (AA). Tällöin vetokapasiteetin mitoitus on tehtävä vetopaalun todellista kuormitusta vastaavilla kuormituskokeilla. Muutoin paalujen vetokapasiteetilaskelmat voidaan tehdä pohjatutkimusten perusteella.

Ohje

Jos paaluihin tai paaluryhmiin kohdistuu huomattavia vaakakuormia, paaluja käsitellään erittäin vaativina pohjarakenteina (AA). Tällöin sivukapasiteetin arvioiminen tehdään todellista sivukuormitusta simuloivilla kuormituskokeilla tai numeerisilla menetelmillä, joiden paikkaansa pitävyys on todettu paalun todellista kuormitusta simuloivalla kuormituskokeella tai vastaavissa olosuhteissa tehdyillä kuormituskokeilla.

Ohje

Negatiivista vaippahankausta ei kuitenkaan tarvitse ottaa huomioon yhtä aikaa lyhytaikaisen kuormien kanssa.

Ohje

Paalujen rakenteellisessa mitoituksessa noudatetaan teräsbetonipaalujen osalta Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B4, teräspaalujen osalta osan B7 ja puupaalujen osalta osan B10 ohjeita.

4.4.3.10

Paalut on mitoitettava rakenteellisesti siten, että ne kestävät puristus- tai vetorasitusten lisäksi esimerkiksi asennuksen aiheuttamasta paalun käyristymisestä, kuormitusten epäkeskisyydestä, sivukuormituksista, toispuoleisesta maanpaineesta ja vinopaaluja ympäröivän maan painumisesta mahdollisesti johtuvat taiputusrasitukset niin, että kestävyys käyttöiän aikana ei vaarannu, esimerkiksi liian suuren halkeamaleveyden aiheuttaman terästen korroosion takia. Nurjahdusmitoituksessa paalu on aina otaksuttava käyristyneeksi, jolloin kaarevuussäde riippuu mm. pohjasuhteista, paalun poikkileikkauksesta, jatkosten määrästä ja asennustavasta. Teräspaaluja mitoitettaessa on tehtävä korroosiovähennys, jollei käytetä käyttöiälle mitoitettua korroosiosuojausta.

4.4.3.11

Paalujen on kestävä vaurioitumatta kuljetuksen, varastoinnin, käsittelyn ja asennuksen aikaiset rasitukset (vrt. 5.2.4). Paalun mitoituksessa on otettava huomioon maaperän vaikutus myös lyönnin aikaisessa rasitustilanteessa. Lyönnin aikaiset puristus- ja vetojännitykset eivät saa ylittää paalun rakenteellista kestävyyttä.

4.4.3.12

Uuden paalutusmenetelmän, uuden paalutyypin käyttöönotto tai aikaisemmin käytössä olleen paalutyypin käyttö sellaisissa pohjasuhteissa Suomessa, joista ei ole kokemusta, edellyttää aina koepaalujen asentamista ja testausta ennen varsinaisten paalutustöiden aloitusta.

Ohje

Koepaalujen avulla selvitetään paalutusmenetelmän ja/tai paalutyypin soveltuvuus kohteeseen sekä mitoitusoletusten paikkansapitävyys. Koepaalutus on lisäksi suositeltavaa suorittaa aina silloin, kun pohjatutkimusten perusteella voidaan ennakoida ilmenevän ongelmia paalun asennuksessa tai kun riittävän geoteknisen kantavuuden saavuttaminen suunnitellulla paalupituudella on epävarmaa.

4.5 Vanhojen perustusten vahvistaminen

4.5.1

Perustukset on vahvistettava, jos kuormitusten muutokset, perustusten vaurioituminen, kunnossapidon laiminlyönti, kellaritilan syventäminen, lähelle tai syvemmälle rakentaminen tai muu vastaava syy niin vaativat.

Ohje

Perustusten vahvistussuunnittelun aluksi lasketaan ylärakenteilta perustuksille tulevat kuormat. Jos rakenteita puretaan, ylärakenteita on tuettava niin, että nämä kuormat siirtyvät perustusten vahvistustyön ajaksi kantavaan maapohjaan tai kallioon aiheuttamatta rakenteita vaurioittavia muodonmuutoksia. Näitä kuormia ja niiden aiheuttamia painumia seurataan koko perustusten vahvistamistyön ajan, koska painumat aiheuttavat kuormitusten muuttumista.

4.5.2

Uudet perustukset on suunniteltava luotettavien lähtötietojen pohjalta sellaisia pohjarakennusmenetelmiä käyttäen, ettei rakenteita vaurioiteta. Uusittavat tai korjattavat perustukset ja muut pohjarakenteet on suunniteltava edellä kohdassa 4.1 esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Jos rakennuksen käyttötarkoitusta muutetaan, pohjarakenteiden vaatimukset määräytyvät rakennuksen uuden käyttötarkoituksen mukaisesti ja rakennuksen on kestävä tästä uudesta käyttötarkoituksesta johtuvat rasitukset.

Ohje

Rakenteiden vaakasiirryminä sallitaan yleensä enintään kolmannes taulukossa 4.2 esitetyistä kokonaispainuman arvoista.

4.5.3

Kuormien siirto on suunniteltava ennen rakentamista alustavasti siten, että selvitetään ylärakenteiden vahvistamistarve kuormien siirtoa varten ja esitetään kuormien siirron periaateratkaisut. Erityisesti on selvitettävä perustusten esikuormitustarve. Jos kuormat voivat siirtyä uusille perustuksille niin pienillä painumilla, että ylärakenteet eivät vaurioidu, perustuksia ei tarvitse esikuormittaa.

4.5.4

Uusien perustusten rakentamisen ja kuormien siirron työjärjestysten suunnittelussa on otettava huomioon, että ennakoituiden muodonmuutokset ja siten myös rakenteiden kuormittuminen tapahtuvat mahdollisimman tasaisesti, jotta rakenteita ei tarpeettomasti vaurioiteta.

4.6 Alapohja- ja kellarirakenteet

4.6.1

Alapohja- ja kellarirakenteet on suunniteltava ja rakennettava niin, että rakenteiden painumat ja muut muodonmuutokset ovat niin pieniä ja rakenteet niin tiiviitä, ettei rakenteiden ja rakennuksen suunniteltu toiminta vaarannu rakennuksen ja rakenteiden käyttöiän aikana. Routimisen vaikutukset rakenteisiin on estettävä. Kantavaa alapohjaa on käytettävä silloin, kun maanvaraisen alapohjan painumat tulisivat liian suuriksi.

4.6.2

Alapohjien alapuolelle ja kellarirakenteiden ulkopuolelle rakennettavien putkijohtojen, kaapeleiden ja laitteiden on oltava huollettavissa ja vaihdettavissa kantavia rakenteita muuttamatta.

4.6.3

Rakennuspohja on kuivatettava niin, että veden kapillaarivirtaus katkaistaan ja pohjavedenpinta pidetään riittävällä etäisyydellä lattiasta tai ryömintätilan maanpinnasta sekä maahan imeytyvät pintavedet johdetaan pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta. Alapohjien alla on oltava kapillaarisen veden nousun katkaiseva rakenne, jollei alapohjaa ole vedenpaine-eristetty. Johtokaiventojen ja -kanaalien kuivanapito on järjestettävä siten, ettei niihin mahdollisesti kulkeutuva vesi lisää rakenteiden haitallista kosteusrasitusta.

Maanvastaiset kellarirakenteet on erotettava maasta kapillaarisen veden siirtymisen katkaisevalla rakenteella, jollei rakennetta ole vedenpaine-eristetty tai muuten voida osoittaa, että kapillaarisesta vedensiirtymisestä ei ole haittaa rakenteille tai rakennuksen toiminnalle.

Maanvastaisten kellarirakenteiden kosteustekninen toiminta on suunniteltava ja toteutettava niin, että rakenteet pääsevät riittävästi kuivumaan.

Kuivanapitorakenteiden toiminta, tarkastaminen ja huolto on kuvattava rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeessa.

Ohje

Maanvaraista alapohjaa voidaan yleensä käyttää, kun rakennus on perustettu moreeniin, karkearakeiseen maan tai kallion varaan ja kun lattian alle tuleva täyttö rakennetaan kerroksittain suunniteltuun tiivyyteen niin, että alapohja painuu enintään 5 mm enemmän kuin rakennus.

Maanvarainen alapohja voidaan suunnitella ja rakentaa myös paaluilla perustettujen rakennusten kellareissa, jos painumaero muihin rakenteisiin nähden on riittävän pieni. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon putkijohtojen ja laitteiden sekä painumille arkojen rakenteiden asettamat vaatimukset.

Jos kantavan alapohjan päälle tulee asuin- tai työtiloja, alapohjan alapuolelle rakennetaan riittävästi tuulettuva ryömintätila. Ryömintätilaa ei tarvitse tehdä, jos maata vasten tehdyn alapohjan alapuolisen täytön painumattomuus ja kuivanapito on varmistettu.

Kellarirakenteiden maanvastaiset pystyrakenteet mitoitetaan yleensä lepopaineelle.

Ohje

Vedenpaine-eristettyä tai vesitiivistä rakennetta ei yleensä tarvitse salaojittaa. Vedenpaine-eristettyjen rakenteiden mahdollisiin suoto- ja tihkuvesiin varaudutaan tarvittaessa sisäpuolisella kuivanapitojärjestelmällä.

Kellarirakenteiden viereisten maahan tai kallioon rajoittuvien tilojen kuivatukseen kiinnitetään riittävästi huomiota. Tilojen kosteusrasitusta voidaan pienentää tehokkaalla tuuletuksella ja kuivatuksella.

Maakerrokset kuten esimerkiksi salaojakerros ja pohjamaa erotetaan tarvittaessa toisistaan tai maapohjasta kuitukankaalla tai suodatinkerroksella.

Alapohjan ja kellarirakenteiden maanvastaisen seinien tiiveydellä estetään maaperän radonpitoisen ilman pääsy sisätiloihin. Tuulettuvalla alapohjalla varustetuissa rakennuksissa radonpitoisuudet ovat keskimäärin alimpia. Tiivis yhtenäinen laattarakaisu on myös radonturvallinen. Maanvaraisen laatan ja perusmuurin sauman tiivistystoimet ovat välttämättömiä, kun perusmuuri ja laatta rakennetaan erikseen. Maanvaraisen laatan alle asennettavalla radonputkistolla voidaan useimmissa tapauksissa varmistaa sisäilman

4.7 Piha-alueiden rakenteet

4.7.1

Piha-alueiden rakenteet on suunniteltava ja rakennettava niin, että rakenteiden painumat, sivusiirtymät, routanousut ja muut muodonmuutokset ovat niin vähäisiä ja kuivanapito siten järjestetty, ettei pihan ja siihen liittyvien rakennusten ja rakenteiden toiminnalle aiheudu kohtuutonta haittaa piha-alueen käyttöänsä aikana.

Kuivanapito ei saa tarpeettomasti haitata pihan ja ympäristön kasvillisuutta ja muita luonnonolosuhteita ja toisaalta salaojaputkien lähellä ei saa olla sellaisia puita tai pensaita, joiden juuret voivat tukkia kuivanapitojärjestelmän.

radonpitoisuuden hallinta alapohjarakenteen ilmapuotokohtien ollessa vähäisiä. Läpivientien tiivistäminen on erittäin tärkeää kaikissa rakenneratkaisuissa. Huokoisesta materiaalista tehdyt seinärakenteet tiivistetään. Tiivis, halkeilematon betonirakenne estää radonin pääsyn rakenteen läpi.

Selostus

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C2 on annettu määräyksiä ja ohjeita kosteushaittojen välttämiseksi.

Lämmöneristysmääräykset ja -ohjeet on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osissa C3 ja C4.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D1 on annettu määräyksiä ja ohjeita kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista.

Ohje

Piharakenteiden täytöt tiivistetään suunniteltuun tiiviyteen painumien ja painumaerojen aiheuttamien haittojen vähentämiseksi.

Putkijohtojen perustuksia suunniteltaessa otetaan huomioon liittymiset eri tavalla painuviin rakenteisiin, risteämiset muiden putkijohtojen kanssa sekä täytöt ja muut lisäkuormitukset. Tarvittaessa käytetään siirtymärakenteita ja riittävän painumaeron mahdollistavia liittymäkaivoja.

Piha-alueiden laatuluokitus ja suositellut rakennevaatimukset on esitetty taulukossa 4.3. Laajat teollisuusalueet samoin kuin nurmialueet tai vastaavat voidaan suunnitella myös luokkaa 2 suuremmille painumille.

Ohje

TAULUKKO 4.3 PIHA-ALUEIDEN LAATULUOKITUS JA SUOSITELLUT RAKENNEVAATIMUKSET

Laatu- luokka	Kulutus- kerros	Vaatimukset Ulkonäkö	Sallitut pit- käaikaiset (yli 30 vuo- den aikana) painumat	Routa- liikkeit (F₁₀)
Luokka 1 Piha ja alueet, joille asete- taan erityisen suuret toimin- nalliset tai ulkonäölliset vaatimukset	sidottu	Päällyste säi- lyy halkeile- mattomana	alle 100 mm	enintään 50 mm
Luokka 2 Muut asunto-, ja toimisto- ja liikerakennus- ten pihat	sidottu	Päällysteessä vähäisiä kun- nossapidolla hoidettavia halkeamia	alle 300 mm	enintään 100 mm
	sitomaton	-----	alle 300 mm	enintään 100 mm

4.7.2

Piharakenteiden toiminta, tarkastaminen ja huolto on kuvattava rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeessa.

4.8 Tukirakenteet ja maanpaine

4.8.1

Tukirakenteet, joihin kuuluvat tukiseinät, tukimuurit, maanvastaiset seinärakenteet ja maanvastaiset laiturirakenteet, on suunniteltava ja rakennettava siten, että tukirakenteet kestävät niihin kohdistuvan maanpaineen ja vedenpaineen ja mahdolliset ulkoiset kuormitukset riittävällä varmuudella ja että tukirakenteiden siirtymät ovat niin vähäiset, että niistä ei aiheudu haittaa rakenteille eikä ympäristölle.

Pysyvien tukirakenteiden ja sellaisten rakennusaikaisten tukirakenteiden, jotka tukevat pysyviä rakennuksia tai rakenteita tai joiden vaikutusalueella on pysyviä rakennuksia tai rakenteita, rakenteellinen suunnittelu tehdään pysyvien rakenteiden varmuustasovaatimusten mukaan.

Kun tuetun kaivannon vaikutusalueella on pysyviä rakennuksia tai rakenteita, geoteknisellä mitoituksella on määritettävä käyttötilan mukaiset muodonmuutokset tukirakenteissa ja niistä johtuvat siirtymät ympäristössä.

Mitoittavat vedenpinnan tasot tukirakenteen eri puolilla määritetään luotettavien vedenpinnan havaintojen perusteella ja työvaiheittain suunniteltuun pohjaveden alennukseen perustuen. Rakennusaikana on tarvittaessa seurattava suunnitelmien mukaisen pohjaveden alennuksen toteutumista.

Ohje

Tukirakenteen geoteknisessä ja rakenteellisessa mitoituksessa lasketaan mitoittava maanpaine ja sen jakaantuminen, mitoittava vedenpaine, määritetään tukirakenteen voimasuureet, mitoitetaan tukirakenne rakenteellisesti ja tarkistetaan tukirakenteen kokonaisstabiiliteetti ja pystystabiiliteetti.

Alapäästään maakerrokseen tukeutuvan tukirakenteen pystystabiiliteetti ja pystysiirtymät tarkistetaan aina, kun tukirakenteeseen kohdistuu ulkoisia vinoja tai pystysuoria kuormituksia tai vinoja tukivoimia.

Maanvaraisen tukimuurin anturan geotekninen mitoitus tehdään, kuten maanvaraisen perustuksen geotekninen mitoitus, ottaen huomioon maanpaineen aiheuttaman vinon ja epäkeskisen kuormituksen vaikutus anturan kantokykyyn, painumaan, siirtymään ja kiertymään.

Mitoittavan maanpaineen suuruus lasketaan klassisen maanpaineteorian mukaan tai muilla luotettavilla, yleisesti hyväksytyillä menetelmillä, esimerkiksi elementtimenetelmällä. Maanpaineen suuruuteen ja jakautumiseen vaikuttavat maata tukevan rakenteen muoto, jäykkyys ja liikkumismahdollisuus sekä maan laatu ja siitä riippuva ajan vaikutus maanpaineeseen, pohjaveden taso, pohjaveden virtaustila ja tärinä.

Mitoittava vedenpaine määritetään mitoittavien vedenpintojen ja virtaustilan mukaisesti.

Työnaikaisten tukiseinien takana hienorakeisen tai eloperäisen maakerroksen pintaosa otaksutaan halkeilleeksi, jolloin tukiseinään kohdistuu vähintään vedenpaine.

Jos maa tai tukirakenne on alttiina raskaan liikenteen, louhinnan, paalutuksen tai muun pohjarakennustyön aiheuttamalle tärinälle tai muulle voimakkaalle tärinälle, vaikutus maanpaineeseen määritetään ottaen huomioon tärinän laatu ja tärinälähteen etäisyys sekä maakerrosten ominaisuudet. Jollei muuta laskentatapaa ole käytettävissä, tärinäkeskuksen läheisyydessä korotetaan aktiivista maanpainetta vähintään 25 % ja vähennetään passiivista maanpainetta vähintään 20 %.

4.8.2

Routivan maan haitallinen jäätyminen tukirakenteen takana on estettävä.

4.9 Rakennuskaivannot ja työnaikainen kuivanapito

4.9.1

Rakennuskaivanto on suunniteltava siten, että varmuus kaivannon sortumista vastaan on riittävä kaikissa työvaiheissa ja tarvittaessa myös pitkäaikaisesti ja että rakennuskaivannosta ei aiheudu vaaraa tai haitallisia siirtymiä kaivannon ympäristössä.

Mikäli rakennuskaivannon vaikutusalueella on pysyviä rakennuksia tai rakenteita, rakennuskaivanto suunnitellaan pysyvien rakenteiden vaatimusten mukaan. Muutoin sovelletaan rakennusaikaisille kaivannoille vaadittua varmuustasoa.

4.9.2

Rakennuskaivannon työnaikaisella kuivatuksella kaivanto on pidettävä riittävän kuivana pintavesistä ja kaivantoon suotautuvista pohjavesistä.

Jos on odotettavissa, että kaivantoa tehtäessä tai kaivannon kuivanapidon seurauksena pohjavedenpinta laskee, on selvittävä pohjaveden alenemisen vaikutukset kaivannon ympäristössä, tarvittaessa estettävä pohjaveden aleneminen ympäristössä tai tehtävä suunnitelma pohjaveden alenemisesta johtuvien haittavaikutusten ehkäisemiseksi.

4.10 Ympäristönsuojaus

4.10.1

Pohjarakentaminen on suunniteltava sellaisia menetelmiä käyttäen, että tärinä, melu ja päästöt sekä muut haitat lähialueen ihmisten terveydelle ja viihtyisyydelle, viereisille rakennuksille, muille toiminnoille ja luonnonympäristölle pysyvät sallituissa rajoissa tai silloin, kun raja-arvoja ei ole olemassa, ovat muuten kohtuullisia.

Säilytettävä puusto ja kasvillisuus on suojattava.

Ohje

Pohjarakennesuunnitelmassa annetaan yksityiskohtaiset ohjeet kaivannon rakentamisesta ja työvaiheista, mm. kaivannon tilantarpeesta, kaivannon seinämien tuenasta tai luiskaamisesta, kaivannon pohjalle tai luiskiin tehtävistä maarakenteista ja kaivannon kuivanapidosta.

Rakennuskaivannon aiheuttamien siirtymien ennakointiseksi laaditaan tarkkailumittausohjelma, jonka mukaisesti ympäristön siirtymiä seurataan rakennuskaivantotyön aikana ja kaivannon valmistuttua.

Ohje

Rakennuskaivannon työnaikaisen kuivanapidon osalta kaivannon pohjarakennesuunnitelmassa esitetään rakenteet, jotka tarvitaan kaivantoon suotautuvan pohjaveden poistamiseksi tai kaivannon pohjan hydraulisen murtumisen ehkäisemiseksi sekä rakenteet, joilla estetään eroosiovaara kaivannossa tai suotautumisesta aiheutuva eroosiovaara maakerroksissa. Lisäksi pohjarakennesuunnitelmassa esitetään tarvittaessa toimenpiteet, joilla estetään pohjaveden pinnan alenemisen aiheuttamat haitat ympäristössä.

Pohjavedenpinnan seuranta varten laaditaan tarvittaessa tarkkailuohjelma, jonka mukaisesti pohjaveden pintaa seurataan kaivannossa ja ympäristössä rakennusaikana ja tarvittaessa sen jälkeen.

Ohje

Haittoja pyritään vähentämään ja rajoittamaan ensisijaisesti suunnitteluvaiheessa. Vaativien (A) ja erittäin vaativien (AA) pohjarakennustöiden ympäristöhaittojen torjumisen periaatteet ja vaatimukset esitetään pohjarakennesuunnitelmassa.

Rakentamisen haitallisten vaikutusten ennakointiseksi laaditaan tarvittaessa tarkkailuohjelma ja -mittausjärjestelmä.

Selostus

Melun raja-arvot on esitetty asiakirjassa: Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992

Melun rajoittamista rakentamisessa on käsitelty asiakirjassa: Valtioneuvoston päätös rakennuskoneiden ja -laitteiden melupäästöjen rajoittamisesta ja määrittämisestä 994/1992

Rakennuksien ja rakenteiden louhintätärinän raja-arvot on esitetty sosiaali- ja terveysministeriön julkaisussa 'Räjätysalan normeja, turvallisuusmääräykset 16:0, 1998.

Ilman laadun raja-arvot on esitetty valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (711 / 2001).

Ohje

Pohjarakennesuunnitelma on sitä yksityiskohtaisempi, mitä vaativampi kohde on pohjasuhteiltaan, rakenteiltaan ja työmenetelmiltään. Pohjarakennesuunnitelma käsittää erittäin vaativien (AA) ja vaativien kohteiden (A) osalta perustukset, muut pysyvät pohjarakenteet, maarakenteet, routasuojauksen, radonteknisen ratkaisun, kuivanapidon ja kaivannot sekä rakennuksen liittymisen putkijohtoihin ja pihaan sekä putkijohtojen ja pihan rakentamisen.

Tavanomaisten (B) kohteiden osalta riittää yleensä perustusten, routasuojauksen, radonteknisen ratkaisun ja kuivanapidon suunnittelu.

Rakennusvaiheessa pohjarakennesuunnittelija ja rakennesuunnittelija laativat toteutumapiirustukset.

Rakennusluvan mukaisen hankkeen valmistuttua rakennushankkeeseen ryhtynyt luovuttaa rakennuksen omistajalle kiinteistön käytön, huollon ja tulevien korjaustöiden osalta tarpeelliset pohjatutkimus- ja pohjarakennesuunnitelma-asiakirjat.

Selostus

On tarkoituksenmukaista, että omistaja säilyttää rakennuksen käytön, huollon ja korjausten kannalta tarpeelliset asiakirjat rakennuksen koko käyttöajan ajan.

5

POHJARAKENNUSTYÖ

5.1 Yleiset vaatimukset

5.1.1

Pohjarakennustyö on tehtävä ennalta laaditun pohjarakennesuunnitelman sekä työ- ja laatusuunnitelman mukaisesti. Työ ei saa missään vaiheessa aiheuttaa vaaraa tai terveysriskejä työn vaikutusalueella oleville henkilöille eikä vahinkoa tai kohtuutonta haittaa rakennusalueen tai ympäristön rakennuksille, rakenteille, putkijohdoille tai kaapeleille eikä haitallisia muutoksia ympäristön maa- ja kalliopohjassa eikä pohjavedessä.

5.1.2

Jos työn aikana todetaan pohjasuhteiden, pohjavesisuhteiden tai ympäröivien rakenteiden poikkeavan pohjarakennesuunnitelman tiedoista, suunnitelmaa on vastaavasti tarkistettava ja tehtävä tämän edellyttämät mahdolliset muutokset.

5.1.3

Pohjarakennustöiden laadunvalvonnan järjestäminen erittäin vaativissa (AA) ja vaativissa (A) kohteissa esitetään työ- ja laatusuunnitelmassa, joka on osa rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Suunnitelma esitetään riittävän ajoissa ennen työvaiheen aloittamista.

Pohjarakennustyön kelpoisuus ja laatu on pystyttävä toteamaan luotetavasti.

Ohje

Laadunvarmistuksesta huolehtii pohjarakennustöiden työnjohtaja, jolla täytyy olla pohjarakenteiden vaativuusluokan mukainen pätevyys. Ainakin erittäin vaativissa pohjarakennuskohteissa nimetään pohjarakenteiden geotekninen suunnittelija ja valvomaan osaltaan pohjarakennustyön toteutusta.

Selostus

Rakennustyön valvontaa on käsitelty Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa A1.

5.2 Pohja- ja maarakenteet

5.2.1 Pohjarakenteet

5.2.1.1

Pohjarakenteet on rakennettava kallion, sulan luonnontilaisen maapohjan tai sulan kerroksittain tiivistetyn täyttökerroksen tai sulan rikkilouhitun kalliopohjan varaan. Perustusten ja muiden pohjarakenteiden vierustäytöt on tehtävä kerroksittain tiivistäen tarkoitukseen sopivasta, routimattomasta ja sulasta materiaalista.

5.2.1.2

Perustusten ja muiden pohjarakenteiden routaeristeet on rakennettava niin tasaiselle pohjalle ja peitettävä välittömästi siten, että niiden rakennustyönäikainen rikkoutuminen estetään. Routaeristeet on asennettava sellaiseen syvyyteen, että niiden rikkoutuminen tavanomaisissa pihan- tai puutarhanhoitotoissa vältetään.

5.2.1.3

Salaojat on tuettava alapuoliseen salaojituserrokseen siten, että salaojan liikkuminen sen yläpuolista salaojituserrosta rakennettaessa on estetty. Salaojituserrosten oikeat materiaalit, riittävät paksuudet ja yhtenäisyys koko rakennuksen tai rakenteen alueella sekä jatkuva yhteys salaojiin on varmistettava laadunvalvontatoimenpitein. Salaojien ja niiden purkuputkien jäätyminen on estettävä.

5.2.1.4

Sade- ja sulamisvesien haitallinen kulkeutuminen rakennuspohjaan on estettävä sekä rakentamisen että rakennuksen käytön aikana.

5.2.2 Maarakenteet

5.2.2.1

Maarakenteiden rakentamisessa on käytettävä sellaisia menetelmiä ja välineitä, että saavutetaan tasalaatuiset, teknisiltä ominaisuuksiltaan suunnitelmissa esitetyt vaatimuksia vastaavat, luotettavasti toimivat maarakenteet.

Talonrakennuksen maarakenteet on aina rakennettava kerroksittain tiivistäen. Poikkeuksena tästä on rakennuspohjan tai piha-alueen syvätiivistäminen, jonka toteutusta ja laadunvarmistusta koskevat vaatimukset ja ohjeet on aina esitettävä työkohtaisessa työselostuksessa ja laatuvaatimuksissa.

Louhetäytön rakentamisessa on aina käytettävä sekarakeista louhetta, jotta täyttöön muodostuvat tyhjätilat jäävät mahdollisimman pieniksi. Lisäksi louhetäytön pinta on aina kiilattava pienlouheella ja/tai karkealla murskeella siten, että louherakenteen päälle tulevien materiaalien variseminen louheessa oleviin tyhjätiloihin estyy. Louhetäytön tiivistäminen on aina tehtävä riittävän tehokasta tiivistyskalustoa ja työmenetelmää käyttäen.

Maisemointirakenteita ja muita teknisiltä vaatimuksiltaan vähäisempiä täyttökohteita lukuun ottamatta talonrakentamiseen liittyvien maarakenteiden suunnitellusta tiivistystilasta on aina varmistuttava joko mittauksin tai vähintään työpatarkkailuun perustuvalla valvonnalla. Työpatarkkailun yhteydessäkin käytettävien työmenetelmien soveltuvuudesta paikallisiin olosuhteisiin on aina varmistuttava mittauksin sekä työtä aloitettaessa että silloin, kun rakentamisessa käytettävän materiaalin laatu tai kosteustila taikka rakentamisolosuhteet muuttuvat.

5.2.2.2

Talviaikaan rakennettaessa on huolehdittava siitä, että mahdollisimman pieni alue rakenteilla olevasta maarakenteesta on kerrallaan alttiina pakkasvaikutukselle. Ennen materiaalin levittämistä lumi, jää ja jäätyneet maa on poistettava huolellisesti maarakenteen alle jäävältä pinnalta. Jos

Ohje

Keskeisimmät maarakenteiden rakentamisen yhteydessä valvottavat asiat ovat yleensä käytettävien materiaalien rakeisuusjakautuma ja tiivistetyn maarakenteen tiivistystila. Lisäksi seurataan, etteivät käytettävät materiaalit pääse lajittumaan niiden kuljettamisen, levittämisen tai muun käsittelyn yhteydessä.

Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus riippuu tiivistettävän materiaalin laadusta ja käytettävästä tiivistyskalustosta. Rakentamisessa käytettävän materiaalin maksimiraekoko saa olla enintään 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Suurin sallittu lohkarakoko sekä louheella että maamateriaaleilla on 600 mm.

Ohje

Talvirakentamisessa maarakenteisiin käytettävien materiaalien tulee olla mahdollisimman kuivia, eivätkä ne saa olla jäätyneitä.

jäätynyt maa poistamisen sijasta sulaa tai sulatetaan keinotekoisesti, sula maa on tiivistettävä huolellisesti ennen materiaalin levittämistä sen päälle. Rakentamiseen käytettävät materiaalit eivät saa päästä jäätymään ennen kuin ne on tiivistetty suunnitelmissa esitettyjen vaatimusten mukaiseen tiiviyteen. Tiivistettävään materiaaliin ei saa olla sekoittuneena lunta, jäätä tai jäätyntä maata.

5.2.3 Rakennuskaivannot

5.2.3.1

Rakennuskaivantotyöt on tehtävä ennalta laadittujen kaivannon pohjarakennesuunnitelman ja työ- ja laatusuunnitelman mukaan. Kaivantotyöt on tehtävä niin, ettei missään työvaiheessa aiheudu vaaraa tai kohtuutonta haittaa ympäristölle eikä kaivannon vaikutusalueella oleville rakennuksille, rakenteille tai laitteille esimerkiksi tärinän, siirtymien tai melun vuoksi.

5.2.3.2

Katualue ja muu yleinen alue on tuettava niin, ettei alue eivätkä sillä olevat laitteet, putkijohdot ja kaapelit vahingoitu. Ympäristön rakenteet, laitteet ja putkijohdot on tarvittaessa suojattava jäätymiseltä ja muilta haitoilta.

5.2.3.3

Rakennuskaivantotyön kelpoisuus ja laatu on pystyttävä toteamaan luotettavasti.

Ohje

Kaivantotyön kelpoisuus ja laatu varmistetaan työnaikaisilla seuranta- ja tarkkailumittauksilla, vertaamalla suorituspöytäkirjoja, pohjasuhteita ja pohjavedenpintaa sekä kaivun ja tukirakenteiden toteutumätietoja pohjarakennesuunnitelma-asiakirjojen mukaisiin arvoihin.

5.2.4 Paalut ja paalutus

5.2.4.1

Paalutustyöt on suunniteltava ja toteutettava siten, että paalut saadaan asennettua ehjinä suunnitelman mukaisiin paikkoihin ja kaltevuuksiin sekä tunkeutumaan suunnitelmissa esitettyihin vähimmäistasoihin aiheuttamatta vaurioita lähellä oleville rakennuksille ja rakenteille.

Paaluja ei saa lyödä sellaisten täyttökerrosten läpi, jotka aiheuttavat vaurioitumisriskin, ellei esteitä ennen asennusta syrjäytetä tai poisteta paalujen edestä. Tehdyn reiän aukipysymisestä on varmistuttava ennen kuin paalu asennetaan. Lisäksi on huolehdittava, etteivät syrjäytettävät esteet vaurioita jo asennettuja paaluja.

Esivalmistettujen paalujen vaurioituminen on ehkäistävä käsittelemällä, kuljettamalla ja varastoimalla paalut asianmukaisesti ja valmistajan ohjeiden mukaisesti.

5.2.4.2

Paalutustöitä johtaa vastuullinen työnjohtaja, joka voi olla rakennustyön vastaava työnjohtaja tai erikseen hyväksytty erityisalan työnjohtaja.

5.2.4.3

Mittaussuunnitelma, mittaustulokset ja muut paalutusdokumentit on sisällytettävä tarkastusasiakirjaan.

Ohje

Paalutustöiden laadunvarmistus on suoritettava siten, että työn lopputulos ja kelpoisuus voidaan luotettavasti todeta vertaamalla suorituspöytäkirjoja ja -raportteja suunnitelma-asiakirjoihin.

Paalutuksen jälkeen laaditaan toteutumapiirustus, josta selviävät paalujen sijainti, paalukoot ja perustamistaso sekä paaluissa käytetyt varusteet.

5.3 Rakenteiden ja ympäristön tilan tarkkailu

5.3.1

Rakentaminen ei saa aiheuttaa haitallisia muutoksia ympäristön luonnonolosuhteissa, maa- ja kalliopohjassa, pohjavedessä eikä rakennusalueen tai ympäristön rakennuksissa ja rakenteissa. Jos haitallisia muutoksia on odotettavissa, niiden vaikutukset on selvitettävä ja ennen rakennustöitä on tehtävä riittävän laajat ja yksityiskohtaiset katselmukset. Rakentamisen aikana on tehtävä mittauksia ennakolta laaditun tarkkailuohjelman mukaisesti. Mittauslaitteet on asennettava ja mittaukset aloitettava siten, että voidaan todeta ennen rakennustöitä vallinnut tilanne.

5.3.2

Kunkin rakennusvaiheen alussa on käytettävien työmenetelmien perusteella tarkistettava suunnitteluvaiheessa tehty pohjarakennesuunnitelmaan sisältyvä ympäristöhaittojen ehkäisemisen suunnitelma. Tarvittaessa suunnitelmaa on täydennettävä. Suunnitelman on oltava työmaalla saatavilla. Ennen rakentamiseen ryhtymistä on tehtävä tarpeelliset katselmukset lähiympäristössä.

Ohje

Tarkkailumittauksia tehdään riittävästi koko rakentamisen vaikutusalueella ja tarvittaessa myös maanpinnan alapuolella. Erityisen tarpeen tarkkailumittaukset ovat, kun käytetään uusia pohjarakennusmenetelmiä, rakennetaan keskusta-alueilla tai jos rakentamisen aikana ilmenee seikkoja, joiden vaikutuksia ei voida selvittää luotettavasti etukäteen.

Työnaikaisten pohjavedenpintojen vaihteluiden ja pohjaveden virtaussuuntien selvittämiseksi on pohjaveden havaintoputkia sijoitettava koko riskialueelle pohjasuhteiden vaihtelusta riippuen 20 - 100 m välein. Työaikana mitattuja pohjavedenpintojen korkeustietoja verrataan suunnitelman vaatimuksiin ja ennen rakentamista mitattuihin pohjavedenpinnan korkeuksiin. Lisäksi mitataan tarvittaessa ympäröivän maaston ja rakennusten painumia sekä kaivannoista pumpattavien suotovesien määrää.

Tarvittaessa estetään ja rajataan pohjavedenpinnan aleneminen ja suotovesivirtaushaitat.

Huokosvedenpaine mitataan tarvittaessa menetelmillä, joilla voidaan välittömästi havaita työnaikaiset nopeat muutokset. Huokosvedenpaineen mittausten lisäksi mitataan samanaikaisesti siirtymiä.

Rakentamisen vaikutusalueella olevien rakennusten ja rakenteiden vaurioitumisen ehkäisemiseksi tehdään rakenteissa ja maapohjassa pohjavedenpinnan ja huokosvedenpaineen mittausten lisäksi siirtymä- ja halkeamamittauksia sekä värinämittauksia. Värinän mittauspisteet sijoitetaan niin, että mittauksilla saadaan mahdollisimman selvä käsitys värinän vaikutuksista.

Rakenteiden vaakasiirtyminä voidaan yleensä sallia enintään kolmannes taulukossa 4.2 esitetyistä arvoista. Kaivantojen vaikutusalueella siirtymien riskialue ulottuu yleensä vähintään kaivussyvyyden etäisyydelle kaivannon reunasta ulospäin.

5.4 Tarkastusasiakirja

5.4.1

Pohjarakennustyön laadun ja kelpoisuuden selvittämiseksi on työn aikana pidettävä kustakin yksittäisestä työsuorituksesta riittävän yksityiskohtaista suorituspöytäkirjaa asianmukaisine mittaus- ja havaintotuloksineen.

Ohje

Työ- ja laatusuunnitelmana esitetään, miten, millä tarkkuudella ja kuinka usein suunnitellun laadun saavuttaminen mitataan. Työ- ja laatusuunnitelmassa esitetään myös vaadittujen suorituspöytäkirjojen mallit.

Katselmuspöytäkirjat, laadunvalvontaraportit ja suorituspöytäkirjat kootaan työmaalla aina ajan tasalla pidettävään tarkastusasiakirjaan.

Suorituspöytäkirjat toimitetaan välittömästi pohjarakenteiden geotekniselle suunnittelijalle. Mikäli työsuorituksesta ei vaadita suorituspöytäkirjoja, on työn hyväksyminen joka tapauksessa kirjattava tarkastusasiakirjaan.

Suorituspöytäkirjoja pidetään erityisesti

- paalutuksista,
- kaivannon rakentamisesta, sisältäen tukiseinän lyönnin ja ankkuroinnin, suotovesien pumppausmäärät ja pohjavedenpinnan korkeudet,
- pohjanvahvistuksista, kuten injektoinnista, suihkuinjektoinnista, syvästabiloinnista ja -tiivistyksestä ja
- maarakenteiden materiaalien laadusta ja tiivistystarkkailusta.

Tarkastusasiakirja on pohjana rakennuksen tai rakenteen käyttö- ja huolto-ohjeelle.

Selostus

Tarkastusasiakirjasta on määräykset ja ohjeet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa A1.

Määräykset ja ohjeet rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeesta on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa A4.

Opastavaa aineistoa

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y:n julkaisu 'Pohjarakennusohjeet' RIL 121.