

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Rakenteiden lujuus ja vakaus

Pohjarakenteiden suunnittelu



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

2018

Esipuhe

Ympäristöministeriö julkaisee Suomen rakentamismääräyskokoelmassa rakenteiden lujuutta ja vakautta koskien pohjarakenteita koskevat suositukset 1.1.2017 alkaen. Ohjeeseen on koottu myös pohjarakentamista koskevat säännökset maankäyttö- ja rakennuslaista sekä ympäristöministeriön asetuksesta pohjarakenteista (465/2014).

Ohjeen kansallisia liitteitä koskevaan osaan on koottu säännökset ympäristöministeriön asetuksesta geoteknisen suunnittelun yleisistä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1997-1:2004 sekä asiaan liittyvät suositukset. Standardin 1997-2 kansallinen liite sisältää pohjatutkimusta ja koestusta koskevat suositukset.

Kansallisten liitteiden alussa on esitetty standardin kohdat, joissa kansallinen valinta on standardin mukaan mahdollista tehdä sekä milloin valinta on tehty.

Helsingissä 10. tammikuuta 2018

Rakennukset ja rakentaminen yksikön päällikkö
Rakennusneuvos



Teppo Lehtinen

Sisältö

1. Säädosperusta	4
2. Pohjarakenteiden suunnittelu	
2.1 Soveltamisala	5
2.2 Pohjarakenteiden lujuus ja vakaus	6
2.3 Pohjarakenteiden suunnittelu ja toteutus	6
2.4 Geotekninen suunnittelu	7
2.5 Seuraamusten vakavuus	9
2.6 Rakennuspaikan ja ympäristön tutkimukset	9
2.7 Pohjarakennesuunnitelmat	11
2.8 Pohjarakenteiden toteutusasiakirjat	12
2.9 Pohjarakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelma	13
2.10 Suunniteltu käyttöikä	14
2.11 Pohjarakenteiden toteutuksen työsuunnitelma	15
2.12 Pohjarakenteet rakennuksen korjaus- ja muutostyössä sekä käyttötarkoituksen muutoksessa	17
2.13 Rakennustuotteet	18
2.14 Rakenteiden kelpoisuus	19
Viittaukset	21
Eurokoodin SFS-EN 1997 Kansalliset liitteet	
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1997-1: 2004: Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt	23
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1997-2: Geotekninen suunnittelu. Osa 2: Pohjatutkimus ja koestus	43

1. Säädosperusta

Maankäyttö- ja rakennuslaki [\(21.12.2012/958\)](#)

117 § Rakentamiselle asetettavat vaatimukset

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava ja rakennuksen muutos- ja korjaustyöt tehtävä sekä rakennuksen käyttö-tarkoituksen muutos toteutettava siten, että rakennus täyttää siihen yleisesti ennakoitavissa oleva kuormitus ja rakennuksen käyttötarkoitus huomioon ottaen 117 a-117 g §:ssä tarkoitetut olennaiset tekniset vaatimukset.

Maankäyttö- ja rakennuslaki [\(21.12.2012/958\)](#)

117 a § Rakenteiden lujuus ja vakaus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan siten, että sen rakenteet ovat lujia ja vakaita, soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin ja kestävät rakennuksen suunnitellun käyttöiän. Kantavien rakenteiden suunnittelun ja mitoituksen on perustuttava rakenteiden mekaniikan sääntöihin ja yleisesti hyväksytyihin suunnitteluperusteisiin taikka luotettavaan koetuloksiin tai muihin käytettävissä oleviin tietoihin. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä rakenteiden lujuuden ja vakauden kannalta soveltuvia rakennustuotteita.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, etteivät siihen rakentamisen ja käytön aikana kohdistuva kuormitus aiheuta sortumista, lujuutta tai vakautta haittaavia muodonmuutoksia eikä vaurioita rakennuksen muita osia taikka rakennukseen asennettuja laitteita tai kiinteitä varusteita. Lisäksi rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että ulkoisen syyn rakenteille aiheuttama vaurio ei ole suhteettoman suuri sen aiheuttaneeseen tapahtumaan verrattuna. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennuksen:

- 1) rakenteilta vaadittavasta lujuudesta ja vakaudesta;
- 2) kantavien rakenteiden suunnittelusta ja mitoituksesta;
- 3) rakentamisen ja käytön aikaisista kuormituksista;
- 4) kantavissa rakenteissa käytettävistä rakennustuotteista.

Maankäyttö ja rakennuslaki [\(21.12.2012/958\)](#)

117 c § Terveellisyys

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi.

Rakentamisessa on käytettävä tuotteita, joista ei niiden suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu sisäilmaan, talousveiteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovelluttava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita.

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävistä terveellisyyteen liittyvistä fysikaalisista, kemiallisista ja mikrobiologisista olosuhteista, taloteknisistä järjestelmistä ja laitteistoista sekä rakennustuotteista.

2. Pohjarakenteiden suunnittelu

2.1 Soveltamisala

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

1 § Soveltamisala

Tätä asetusta sovelletaan rakennusten pysyvien ja työnaikaisten pohjarakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen sekä pohjarakenteiden korjaus- ja muutostyöhön.

Pohjarakenteiden suunnittelu on maan ja kallion käyttäytymisen yhteensovittamista pohjarakenteiden kanssa siten, että myös yläpuoliset rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla ja että rakennus tai rakenne ei vaurioidu eikä tule käytökelvottomaksi.

Ohje

Pohjarakenteet ovat joko pysyviä, kuten rakennuksen tai rakenteiden perustukset, maanvastaiset seinä- ja lattiarakenteet, kuivanapito-, routasuojaus- ja muut suojausrakenteet, sekä massanvaihdot, maavallit ja luiskat tai työnaikaisia, kuten kaivantojen tukirakenteet, pohjavedenalennusrakenteet sekä työnaikaiset suojausrakenteet.

Geoteknistä ja pohjarakenteiden suunnittelua ja toteutusta koskevat lisäksi Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeet rakenteiden suunnitteluperusteista ja kuormista.

Pohjarakenteisiin liittyvät suunnittelutehtävät sisältävät sekä pohjarakenteiden suunnittelijan tekemää geoteknistä suunnittelua että rakennesuunnittelijan tekemää rakenneteknistä suunnittelua.

Geoteknisellä suunnittelulla selvitetään rakenteiden geotekninen toiminta ja mitoitus sekä riittävän yksityiskohtaisesti ne menettelytavat, joilla suunniteltu tulos saavutetaan.

Pohjarakennesuunnittelu ja rakennesuunnittelu ovat erillisiä MRL 120 c §:n mukaisia suunnittelun eritysaloja.

Suunnittelutehtävän vaativuusluokkien määräytymisestä on säädetty valtioneuvoston asetuksessa rakentamisen suunnittelutehtävien määräytymisestä. Ympäristöministeriön ohjeissa rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta on erikseen annettu ohjeet pohjarakennesuunnittelijan ja kantavien rakenteiden suunnittelijan osalta.

2.2 Pohjarakenteiden lujuus ja vakaus

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

2 § Pohjarakenteiden lujuus ja vakaus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että pohjarakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niillä säilyy riittävä lujuus ja vakaus murtumista vastaan koko suunnitellun käyttöiän ajan.

Pohja- ja maarakenteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että rakenteiden painumat, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset pysyvät niin pieninä, etteivät ne haittaa rakennuksen tai rakenteen käyttöä ja etteivät rakenteet haitallisesti halkeile tai saa haitallisia pysyviä muodonmuutoksia. Maapohjan ja rakenteiden varmuuksien murtumista vastaan on oltava riittävän suuria sekä rakennusaikana että rakenteen käyttöaikana.

Hankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että rakentamisesta ei aiheudu vaaraa lähiympäristölle. Rakenteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että rakentamisesta aiheutuu rakennuspaikan olosuhteet huomioon ottaen mahdollisimman vähän haittaa lähialueen luontoympäristölle, lähialueella oleskelevien ihmisten terveydelle ja viihtyvyydelle sekä vieraisille rakennuksille.

2.3 Pohjarakenteiden suunnittelu- ja toteutus

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

3 § Pohjarakenteiden suunnittelu- ja toteutus

Rakennusta koskevat olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun pohja- ja maarakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien sekä niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaan.

Sovellettaessa muuta kuin 1 momentissa esitettyä suunnittelu- ja toteutusjärjestelmää, tulee rakennushankkeeseen ryhtyvän osoittaa rakennusvalvontaviranomaiselle rakennusvalvontaviranomaisen niin edellyttäessä, että suunnittelu ja toteutus johtaa rakenteiden lujuuden ja vakauden, käyttökelpoisuuden ja käyttöiän kannalta olennaisten teknisten vaatimusten täyttymiseen.

Rakenteellisesti yhtenä kokonaisuutena toimivissa uusissa rakenteissa saa käyttää vain yhtenäistä suunnittelu- ja toteutusjärjestelmää.

Ohje

Eurokoodeissa ja kansallisissa valinnoissa esitetään rakenteiden kuormituksille vähimmäisarvot, joita suunnittelussa tulee noudattaa. On kuitenkin mahdollista, että paikalliset erityisolosuhteet voivat luonnonkuormien osalta johtaa suurempiin kuorman arvoihin ja/tai kuormien erilaiseen jakaantumiseen, kuin mitä eurokoodeissa ja kansallisissa valinnoissa on esitetty. Kyseessä olevissa tapauksissa suunnittelussa tulee käyttää olosuhteisiin nähden riittävää kuorman arvoa.

Rakennusvalvontaviranomainen voi hyväksyä muun suunnittelujärjestelmän käytön tapauskohtaisesti edellyttäen, että käytetyn suunnittelujärjestelmän luotettavuustaso on sama kuin eurokoodeilla ja niitä koskevien kansallisten valintojen mukaisesti suunnitellun rakenteen luotettavuustaso.

Yhtenäisen suunnittelu- ja toteutusjärjestelmän lähtökohtana on rakenteiden luotettavuuden varmistaminen ja estää eri järjestelmien sekakäytöstä johtuvat rakenteiden toimintaan liittyvät riskit.

2.4 Geotekninen suunnittelu

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

4 § Geotekninen suunnittelu

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia, että pohjarakenteet suunnitellaan ottaen huomioon rakennuspaikan ja sen lähiympäristön olosuhteet sekä lähellä olevien rakennusten ja rakenteiden perustukset ja muut pohjarakenteet sekä mahdollisen tulevan rakentamisen vaikutukset. Suunnittelussa on lisäksi otettava huomioon, ettei mahdollista tulevaa rakentamista vaikeuteta.

Pohjarakenteet on vahvistettava, jos kuormituksen muutokset, perustusten vaurioituminen, kunnossapidon laiminlyönti, kellaritilan syventäminen, lähelle tai syvemmälle rakentaminen, rakennuksen käyttötarkoituksen muutos tai muu erityinen syy sitä edellyttää.

Pohja- ja maarakenteet on lisäksi suunniteltava siten, että maasta rakenteisiin siirtyvän kosteuden haitalliset vaikutukset voidaan ehkäistä sekä välttää maan routimisesta aiheutuvat haitat ja rakenteiden vauriot. Suunnittelussa ja toteutuksessa on lisäksi otettava huomioon rakennuspaikan radonriskit.

Ohje

Mahdollisella tulevalla rakentamisella tarkoitetaan tiedossa olevaa tai suunniteltua tulevaa rakentamista. Kuntien rakennusjärjestyksissä voi olla määräyksiä mm. alimmista rakentamiskorkeuksista sekä tulva-, sortuma- tai vyörymävaaraa sisältävistä alueista, tärkeistä pohjavesialueista sekä pilaantuneista maaperistä, radonriskialueista ja liikennetärinälle alttiista alueista.

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 siten, että pysyvien rakenteiden muodonmuutokset pysyvät sallituissa rajoissa.

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

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

Rakennuskaivannon aiheuttamien siirtymien ja pohjavedenpinnan muutosten seuranta varten laaditaan seurantamittausohjelma, jonka mukaisesti ympäristön siirtymiä ja pohjavedenpintaa seurataan rakennuskaivantotyön aikana ja tarvittaessa kaivannon valmistuttuakin. Seurantamittausohjelma sisältyy rakennuskohteen geotekniseen suunnitteluraporttiin.

Jos on odotettavissa, että rakentaminen aiheuttaa haitallisia muutoksia ympäristön luonnonolosuhteissa, maa- ja kalliopohjassa, pohjavedessä tai rakennusalueen tai ympäristön rakennuksissa ja rakenteissa, niin rakentamisen aikana tehdään mittauksia ennakolta laaditun seurantaohjelman mukaisesti. Mittauslaitteet asennetaan ja mittaukset aloitetaan siten, että voidaan todeta ennen rakennustöitä vallinnut tilanne.

Mittauksia tehdään riskialueella niin paljon ja sellaisella tarkkuudella, että haitalliset vaikutukset voidaan riittävän ajoissa havaita. Tarkkailumittauksia tehdään riittävästi myös maanpinnan alapuolella.

Eriyisen tarpeen tarkkailumittaukset ovat silloin, kun käytetään uusia pohjarakennusmenetelmiä, rakennetaan tiiviisti rakennetuilla alueilla tai jos rakentamisen aikana ilmenee seikkoja, joiden vaikutuksia ei ole voitu selvittää luotettavasti etukäteen.

Haittoja pyritään vähentämään ja rajoittamaan ensisijaisesti suunnitteluvaiheessa. Vaativien (GL2) ja erittäin vaativien (GL3) pohjarakenteiden ympäristöhaittojen torjumisen periaatteet ja vaatimukset esitetään geoteknisessä suunnitteluraportissa.

Putkijohtojen perustuksia suunniteltaessa otetaan huomioon liittymiset eri tavalla painuviin rakenteisiin, risteämiset muiden putkijohtojen kanssa sekä täytöt ja muut lisäkuorimitukset. Tarvittaessa käytetään siirtymärakenteita ja riittävän painumaeron mahdollistavia liittymäkaivoja. Alapohjien alapuolelle ja kellarirakenteiden ulkopuolelle tehtävät putkijohdot, kaapelit ja laitteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne voidaan huoltaa ja vaihtaa kantavia rakenteita muuttamatta.

Radonin ja muiden terveydelle tai viihtyisyydelle haitallisten kaasujen ja epäpuhtauksien haitallinen vaikutus sisäilman laatuun estetään kyseessä olevaan suunnittelukohteeseen soveltuvalla rakenteella ja/tai toimenpiteellä.

Radonin haittavaikutusten torjuntaan usein käytettyjä menettelyjä ovat tiivis alapohja ja alapohjan tuuletus sekä ns. radonputkisto. Korjattaessa olemassa olevaa rakennusta, johon ei ole asennettu radonputkistoa, radonin torjuntaan käytettyjä menettelyjä ovat ns. imupistemenetelmä eli radonimuri, radonkaivo, ilmanvaihtotekniset korjaukset sekä maanvastaisen lattia- ja seinärakenteiden ja näiden liitoskohtien tiivistäminen.

Rakenteen ja/tai toimenpiteen vaikutus sisäilman radonpitoisuuteen saadaan mittaamalla huoneilman radonpitoisuus kohteen tai toimenpiteen valmistuttua.

2.5 Seuraamusten vakavuus

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

5 § Seuraamusten vakavuus

Pohjarakenteen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuksen tai rakenteen riskialttius sekä mahdollisen vaurion tai vian otaksutut seuraamukset.

Seuraamukset ovat vakavia, kun rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta voi aiheutua suuria henkilövahinkoja tai hyvin suuria yhteiskunnallisia vaikutuksia. Vakavien seuraamusten ryhmään kuuluvat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 150 d §:n mukaiset erittäin vaativat rakenteet ja 120 d §:n mukaiset poikkeuksellisen vaativat rakenteet. Erittäin vaativiksi ja poikkeuksellisen vaativiksi rakenteiksi voidaan katsoa rakenteet, joissa vaatimus teoreettisten perusteiden ja suunnittelumenetelmien poikkeuksellisen syvällisestä hallinnasta korostuu ja uudet innovatiiviset rakenteet, joiden suunnittelusta ei ole aikaisempaa kokemusta. Seuraamukset ovat keskisuuria, kun ne eivät ole vakavia eivätkä vähäisiä. Näitä ovat vaativat rakenteet, joiden rakenteiden suunnittelu ja mitoitus edellyttää teoreettisten perusteiden hyvää hallintaa. Seuraamukset ovat vähäisiä, kun tavanomaisen rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta aiheutuvat seuraamukset henkilövahinkojen osalta ovat vähäisiä tai yhteiskunnallisten vaikutusten osalta pieniä tai merkityksettömiä.

Rakennuksen tai rakenteiden koostuessa rakenteellisesti toistaan riippumattomista osista voidaan kunkin osan seuraamusten vakavuus määrittää erikseen.

Ohje

Seuraamusten vakavuuteen ja suunnittelutehtävän vaativuuteen vaikuttavat useat tekijät, kuten rakennuksen koko ja käyttötarkoitus, rakennuspaikka ja sen lähiympäristö, rakenteiden mittasuhteet ja ominaispiirteet. Täten sekä seuraamusten vakavuus että suunnittelutehtävän vaativuus tulee arvioida tapauskohtaisesti. Esimerkiksi urheiluhallin ja varastohallin, suunnittelutehtävä voi olla kummassakin tapauksessa vaativa, mutta mahdolliset seuraamukset voivat urheiluhallin tapauksessa olla suuria, mutta varastohallin osalta keskisuuria. Suunnittelutehtävän vaativuusluokat on esitetty ympäristöministeriön ohjeessa suunnittelutehtävien vaativuusluokista, YM1/601/2015.

2.6 Rakennuspaikan ja ympäristön tutkimukset

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

6 § Rakennuspaikan ja ympäristön tutkimukset

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on selvitettävä rakennuspaikan pohjaolosuhteet rakennushankkeen suunnittelun yhteydessä rakennuspaikalla tehtävällä pohjatutkimuksella.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on selvitettävä, onko rakennuspaikan maaperä pilaantunut, jos alueella harjoitettu aikaisempi toiminta tai jokin muu syy on saattanut pilata maaperää tai maaperästä voi vapautua haitallisia aineita.

Jos on odotettavissa, että rakentaminen voi aiheuttaa haitallisia muutoksia ympäristön luonnonolosuhteissa, maa- ja kalliopohjassa, pohjaveden virtauksessa, pohjavedessä tai rakennusalueen tai ympäristön rakennuksissa tai rakenteissa, on rakennushankkeeseen ryhtyvän selvitettävä muutosten vaikutukset. Haitallisten vaikutusten välttämiseksi on rakentamisen sekä tarvittaessa rakennuksen käytön aikana seurattava vaikutuksia rakennushankkeeseen ryhtyvän laatiman tarkkailuohjelman mukaisesti ja rakennettava tarvittaessa tarkkailumittausjärjestelmä.

Ohje

Pohjatutkimukset ovat osa geoteknistä suunnittelua.

Pohjatutkimuksen suunnittelee yleensä rakennushankkeen geotekninen suunnittelija tarvittaessa yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa.

Helppoissa (GL1) kohteissa voi riittää asiantuntijan ennakolta tekemä maastokatselmus, jonka perusteella tehdyt kirjalliset päätelmät liitetään rakennuskohteen muihin suunnitelma-asiakirjoihin.

Rakennuspaikan maa- ja kalliopohjan tunnistamis-, kuvaus- ja luokitusohjeet esitetään standardeissa SFS-EN ISO 14688-1, SFS-EN ISO 14688-2 ja SFS-EN ISO 14689-1.

Pohjatutkimuksiin kuuluvia näytteenottomenetelmiä ja pohjavesimittauksia koskevat menetelmäkuvaukset esitetään standardissa SFS-EN ISO 22475-1. Suomessa yleisesti käytettäviä kenttäkokeita koskevia menetelmäkuvauksia esitetään standardissa SFS-EN ISO 22476-1 (sähköinen puristinkairauskoe), standardissa SFS-EN ISO 22476-2 (heijarikairaus), standardissa prEN 22476-9 (siipikairaus) ja teknisessä spesifikaatiossa CEN ISO/TS 22476-10 (painokairaus). Menetelmäkuvauksiin liittyvät kansalliset soveltamisohjeet esitetään standardin SFS-EN 1997-2 kansallisessa liitteessä.

Rakennushankkeen geotekninen suunnittelija vastaa pohjatutkimusten ohjelmoinnista, johon sisältyy käytettävien tutkimusmenetelmien valinta sekä tutkimuspisteiden määrän ja sijainnin suunnittelu. Geotekninen suunnittelija seuraa pohjatutkimuksen edistymistä, arvioi sen tuloksia ja tarvittaessa täydentää tutkimusohjelmaa sekä vastaa geoteknisessä suunnitteluraportissa esitetyistä tulkinnoista.

Rakennuspaikan maaperän pilaantuneisuus tutkitaan, jos on aihetta epäillä, että aikaisempi toiminta alueella tms. on pilannut maaperää tai maaperästä voi vapautua haitallisia kaasuja. Maasta rakennukseen siirtyvien haitallisten aineiden sallitut pitoisuudet riippuvat rakennuksen käyttötarkoituksesta. Pilaantuneen maan kaivaminen vaatii aina toimivaltaisen viranomaisen lupapäätöksen.

Aikaisemmin rakennettuna olleilla alueilla varaudutaan rakennustyön aikana mahdollisesti esiin tulevien terveydelle tai ympäristölle haitallisten aineiden aiheuttamiin toimenpiteisiin, vaikka ko. haittoja ei olisikaan todettu ennen rakentamista.

Jos todetaan, että maapohja on pilaantunut tai että siitä voi vapautua haitallisia kaasuja, tästä ilmoitetaan tilaajalle, maanomistajalle ja toimivaltaiselle viranomaiselle. Pilaantuneen maan puhdistamisesta tehdään ilmoitus toimivaltaiselle viranomaiselle.

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen määrittely on esitetty Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007. Maaperän puhdistamista ja puhdistusilmoituksen sisältöä koskee ympäristönsuojelulain (527/2014) luku 14.

Rakennuspaikan radonriskit otetaan huomioon pohjatutkimusta tehtäessä. Rakennuspohjan radonriskiin vaikuttavat aina sekä alkuperäismaa että paikalle tuotavat täyttömaat ja salaojasorat. Paksu täyttösorakerros voi jo yksinään tuottaa sisätiloihin sallitun enimmäisarvon ylittäviä radonpitoisuuksia.

Tärinävaikutusten suuruutta voidaan arvioida aikaisemmin samanlaisissa olosuhteissa tehtyjen mittausten perusteella. Jos tärinää mitataan maasta, tärinän vahvistuminen rakennuksessa arvioidaan erikseen.

2.7 Pohjarakennesuunnitelmat

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

7 § Pohjarakennesuunnitelmat

Pohjarakennesuunnitelmissa esitetään suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa:

- 1) rakennejärjestelmän rakenteellista toimintaa ja jäykistämistä kuvaavat rakennemallit;
- 2) seuraamusten vakavuus, toteutusta koskevat vaatimukset tai toteutusluokka, ympäristöolosuhteiden rasi-
tusta kuvaava luokka sekä tarvittaessa toleranssiluokka;
- 3) kuormat ja kuormien yhdistelyt;
- 4) voimasuureet;
- 5) rakennustuotteiden ominaisuuksille asetetut vaatimukset;
- 6) murtorajatila- ja käyttörajatilatarkastelut sekä kyseeseen tulevat onnettomuus-mitotustarkastelut sekä mitoitus-
palotilanteessa;
- 7) rakenteiden ja rakenteiden toiminnallisten osien ja kiinnitysten sekä liitosten mitat sekä nostettavien element-
tien paino ja painopisteen paikka;
- 8) säilyvyys- ja käyttöikä tarkastelut;
- 9) toteutuksen aikaisen ja valmiin rakenteen jäykistys- ja vakavuustarkastelu;
- 10) korjaus- ja muutostyössä säilytettävät ja purettavat rakenteet;
- 11) uusien ja säilytettävien pohjarakenteiden käyttöön ja huoltoon vaikuttavat tiedot.

Edellä 1 momentin 2 kohdassa tarkoitettu toteutusluokka on luokiteltu kokoelma toteutukselle eriteltyjä vaatimuksia, jotka voivat koskea koko rakennuskohdetta, yksittäistä rakenneosaa tai tiettyä yksityiskohtaa.

Ohje

Pohjarakenteiden suunnittelussa otetaan huomioon geoteknisessä suunnitteluraportissa ja siihen kuuluvissa kartoissa ja leikkauspiirustuksissa esitetyt rakennuspaikan ja sen ympäristön pohjasuhteet.

Geoteknisten kuormien määrittäminen perustuu standardiin SFS-EN 1997-1 ja sitä koskeviin kansallisiin valintoihin.

Jos perustuksiin ja muihin pohjarakenteisiin kohdistuu suuria keskitettyjä kuormia, huomattavia vaakakuormia tai momenttikuormituksia tai huomattavia syklisiä tai dynaamisia kuormituksia, rakenteen geoteknistä suunnittelua pidetään vaativuusluokkaan (GL3) kuuluvana.

Kuormien merkittävyyttä voidaan arvioida seuraavasti:

- keskitetty kuorma on suuri, kun se on yli 5 MN
- vaakakuorma on huomattava, kun se on enemmän kuin kolmannes perustuksen pysty-
kuormasta eli perustukselle ylärakenteilta tulevasta pystykuormasta sekä perustuksen
ja sen päällä olevan maan painosta
- momenttikuormitus on huomattava silloin, kun perustuksen geoteknisen mitoituksen
määrää perustuksen kiertymä
- syklisinä pidetään kuormia, joiden taajuus on enintään 1 Hz

- dynaamisina pidetään kuormia, joiden taajuus on yli 1 Hz.

Tuulikuorman vuoksi rakennuksia tai rakenteita ei pidetä erittäin vaativina pohjarakennuskohteina, ellei rakennus tai rakenne ole korkea tai hoikka. Myöskään liikennetärinä aiheuttamia kuormituksia ei pidetä huomattavina.

Pohjarakenteet ja maarakennustyöt jaetaan toteutusluokkiin 1, 2 ja 3. Toteutusluokan määrittää vastaava pohjarakennesuunnittelija. Toteutusluokka valitaan ensisijaisesti geoteknisten luokkien GL1...GL3 perusteella, mutta valinnassa otetaan huomioon myös mahdollisen vaurion seuraamukset. Jos geotekninen luokka ja seuraamusluokka johtavat erilaiseen toteutusluokkaan, niin hankkeen toteutusluokaksi valitaan ko. vaihtoehdoista vaativampi luokka.

Toteutusluokkaa 1 voidaan käyttää vain silloin, kun riski kokonaisvakavuuden tai maapohjan liikkeiden suhteen on merkityksetön. Kaivu ei saa myöskään ulottua vedenpinnan alapuolelle, ellei paikallinen vertailukelpoinen kokemus osoita, että tällainen työ on yksinkertainen toteuttaa. Toteutuksessa voidaan käyttää rutiinimenetelmiä.

Toteutusluokkaan 2 kuuluvat tavanomaiset rakenne- ja perustustyyppit, joihin ei liity tavanomaisesta poikkeavia riskejä tai epätavallisen vaikeita pohja- tai kuormitusolosuhteita. Toteutuksessa voidaan käyttää rutiinimenetelmiä.

Toteutusluokassa 3 rakenteiden toteutus suunnitellaan erityisen huolellisesti ja tarvittaessa käytetään rutiinimenetelmistä ja standardeista poikkeavia vaihtoehtoja.

2.8 Pohjarakenteiden toteutusasiakirjat

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

8 § Pohjarakenteiden toteutusasiakirjat

Pohjarakennesuunnittelijan on laadittava pohjarakenteista toteutusasiakirjat ennen kyseisen pohjarakenteen toteutusta. Toteutusasiakirjoihin kuuluvat tarvittavassa laajuudessa geotekninen suunnitteluraportti, maa- ja pohjarakenteiden suunnitelmapiirustukset, geotekniset ja rakenteelliset mitoituslaskelmat sekä työselostus. Jos suunnittelussa ja toteutuksessa käytetään eurokoodia, toteutuserelmä katsotaan toteutusasiakirjaksi. Geoteknisessä suunnitteluraportissa esitetään geoteknisen suunnittelun lähtöoletukset, lähtötiedot, laskentamenetelmät sekä varmuuden ja käyttökelpoisuuden todentamisen tulokset. Lisäksi suunnitteluraportti sisältää pohjatutkimusraportin sekä valvonta- ja seurantasuunnitelman.

Pohjarakenteet, jotka vaativat tarkistamista rakentamisen aikana tai huoltoa rakennuksen valmistumisen jälkeen, on yksilöitävä geoteknisessä suunnitteluraportissa.

Ohje

Toteutusasiakirjat käsittää erittäin vaativien (GL3) ja vaativien (GL2) suunnittelutehtävien osalta perustukset, muut pysyvät pohjarakenteet, kantavat maarakenteet, routasuojauksen, radonteknisen ratkaisun, rakennuspohjan ja piha-alueen kuivanapidon, kaivannot, rakennuksen liittymisen putkijohtoihin ja pihaan sekä putkijohtojen ja pihan rakentamisen. Helppojen (GL1) suunnittelutehtävien osalta riittää yleensä perustusten routasuojauksen, radonteknisen ratkaisun ja rakennuspohjan kuivanapidon suunnittelu.

Erittäin vaativien pohjarakenteiden (GL3) ja vaativien pohjarakenteiden (GL2) suunnittelun osalta esitetään geotekniset mitoituslaskelmat. Painumalaskelma eloperäisten ja hienoraakeisten maalajien alueilla esitetään aina täydellisenä. Helppojen rakennusten ja rakenteiden (GL1) suunnittelun osalta ei yleensä tarvitse esittää geoteknistä mitoitusta.

2.9 Pohjarakennussuunnitelman tarkastussuunnitelma

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

9 § Pohjarakennussuunnitelman tarkastussuunnitelma

Pohjarakennussuunnittelijan on huolehdittava pohjarakennussuunnitelmien laadunvarmistuksesta siten, että pohjarakennussuunnitelmat tarkastetaan ennen niiden toimittamista rakennusvalvontaviranomaiselle. Suunnitelmien laadunvarmistus kohdistuu pohjarakennussuunnittelijan laatimiin laskelmiin, piirustuksiin ja tekstiasiakirjoihin sekä suunnittelijan tuottamiin muihin suunnitelmätietoihin.

Pohjarakennussuunnitelmien tarkastussuunnitelman laajuus määräytyy rakennuksen tai yksittäisen pohjarakenteen seuraamusten tai suunnittelutehtävän vaativuuden perusteella.

Suunnitelmien laadun varmistamisesta tulee laatia pohjarakennussuunnitelmien tarkastussuunnitelma, jossa kuvataan suunnitelmien tarkastusmenettely, tarkastuksen vastuuhenkilöt ja vastuuhenkilöiden suhde suunnitteluhankkeen projektiorganisaatioon, rakennuksen tai yksittäisen rakenneosan mahdollisten seuraamusten ollessa vakavia tai keskisuuria.

Seuraamusten ollessa vakavia tai suunnittelutehtävän vaativuusluokan ollessa poikkeuksellisen vaativa tai erittäin vaativa laadunvarmistuksen suorittaa suunnitteluorganisaation menettelytavan mukaisesti hankkeen ulkopuolinen tai hankkeelle vain laadunvarmistustyöhön erikseen nimetty henkilö, jolla on suunnittelutehtävän vaativuusluokan mukainen kelpoisuus. Seuraamusten ollessa keskisuuria tai suunnittelutehtävän vaativuusluokan ollessa vaativa laadunvarmistuksen suorittaa henkilö, jolla on suunnittelutehtävän vaativuusluokan mukainen kelpoisuus.

Ohje

Pohjarakenteiden suunnitelmien laadunvarmistus koskee pohjatutkijan, geoteknisen suunnittelijan ja pohjarakennussuunnittelijan laatimia toteutusasiakirjoja.

Suunnitelmien laadunvarmistus on kytketty seuraamusten vakavuuteen siten, että vaativammassa luokassa tulee myös rakennussuunnitelmien laadunvarmistuksen olla kattavampaa. Mikäli viranomainen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain 121 a §:n mukaista laadunvarmistus selvitystä, rakennussuunnitelmien tarkastussuunnitelma liitetään osaksi laadunvarmistus selvitystä.

Seuraamusten ollessa vähäisiä tai suunnittelutehtävän vaatimusten ollessa tavanomaisia suunnittelija voi itse tarkastaa suunnitelmat.

2.10 Suunniteltu käyttöikä

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

10 § Suunniteltu käyttöikä

Suunnittelijan on määritettävä pohjarakenteiden suunniteltu käyttöikä, joka on suunnittelussa oletettu ajanjakso, jolloin rakennetta tai sen osaa käytetään suunniteltuun tarkoitukseensa ennakoiduin kunnossapitotoimenpitein, ja ympäristöolosuhteita kuvaavat rasitusluokat.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenne suunnitellaan ja toteutetaan siten, että rakenne ja sen valmistamiseen käytetyt rakennusaineet säilyttävät suunnitelmissa edellytetyt ominaisuudet koko suunnitellun käyttöajan ajan.

Ohje

Ohjeellisia arvoja käyttöiän määrittämiseksi ei asetuksessa anneta, vaan määrittäminen jää suunnittelijan tehtäväksi. Viitteellisiä arvoja on esitetty esimerkiksi eurokoodien rakenteiden suunnitteluperusteet osassa SFS-EN 1990. Tavanomaisissa rakennuksissa voidaan rakenteen suunniteltuna käyttöikänsä pitää vähintään 50 vuotta ja merkittävässä arvoraakennuksissa vähintään 100 vuotta. Tilapäiset rakenteet tai niiden osat, jotka voi purkaa ja ottaa samaan käyttötarkoitukseen uudelleen käytettäväksi, suunnitellaan vähintään 50 vuoden käyttöiälle. Perustukset ja muut vaikeasti uusittavat rakenneosat on järkevää suunnitella säilyvyyden kannalta muuta rakennetta pidemmälle käyttöiälle.

Korjaus- ja muutostyön yhteydessä säilytettävien rakenteiden tuleva käyttöikä valitussa rasitusluokassa perustuu rakenteiden kuntotutkimukseen.

Rakenteen säilyvyydestä huolehditaan jo toteutusvaiheessa suojaamalla rakenteet sään rasituksilta tarvittavassa laajuudessa.

Kuormien ominaisarvot on normaalisti määritetty 50 vuoden toistumisaikaa vastaavina arvoina. Ellei tarkempia selvityksiä esitetä, voidaan ilmastosta johtuvien kuormien ominaisarvon katsoa riippuvan suunnitellusta käyttöiästä siten, että suunnitellun käyttöiän ollessa yli 50 vuotta kuormien ominaisarvoja korotetaan 10 prosentilla ja suunnitellun käyttöiän ollessa yli 100 vuotta kuormien ominaisarvoja korotetaan 20 prosentilla. Ilmastosta johtuvia kuormia ovat lumi-, tuuli- ja jääkuormat sekä ulkoilman lämpötilan vaihtelusta aiheutuvat kuormat. Hyötykuormien ominaisarvojen katsotaan yleensä olevan riippumattomia suunnitellusta käyttöiästä.

2.11 Pohjarakenteiden toteutuksen työsuunnitelma

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

11 § Pohjarakenteiden toteutuksen työsuunnitelma

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että pohjarakenteiden toteutusta varten laaditaan toteutuksen työsuunnitelma ja että työsuunnitelma sisältää riittävät tiedot toteutusta varten.

Rakennuksen tai rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta aiheutuvien seuraamusten ollessa vakavia tai keskiuuria on rakennukselle osana rakenteiden toteutuksen työsuunnitelmaa laadittava toteutuksen laatusuunnitelma, joka sisältää toteuttajan osaamisen ja voimavarojen arvioinnin asetettuihin vaatimuksiin nähden, toteuttajan hankeorganisaation kuvauksen ja sen vastuuhenkilöt, tarkastuksen periaatteet vastuineen sekä suunnitelman laadunvalvonnan toimenpiteistä ja tallenteista.

Ohje

Pohjarakenteiden toteutuksen työsuunnitelmat laaditaan toteutusasiakirjojen pohjalta.

Toteuttaja laatii toteutuksen laatusuunnitelman, mikäli toteutusasiakirjassa on esitetty tätä koskeva vaatimus. Toteutuksen laatusuunnitelma on rakennushankkeen laadunvalvonnan asiakirja, joka sisältää arvioinnin toteuttajan kyvystä rakennushankkeen läpiviemiseen, kuvauksen toteutusorganisaatiosta vastuuhenkilöineen, tarkastuksen periaatteet vastuineen sekä suunnitelman laadunvalvonnan toimenpiteistä ja tallenteista.

Laatusuunnitelma voidaan pienissä rakennuskohteissa korvata rakennusvalvonnan luvalla käytössä olevalla rakennustyön tarkastusasiakirjalla, jolloin tällaisissa kohteissa erillistä kirjallista toteutuslaatusuunnitelmaa ei tarvitse tehdä.

Pohjarakennustyön laatusuunnitelmassa esitetään yksityiskohtaisesti geotekniseen suunnittelu-raporttiin sisältyvän valvonta- ja seurantasuunnitelman toteutustapa. Ennalta laaditun valvontasuunnitelman puuttuessa esitetään ennen työvaiheen aloitusta miten, millä tarkkuudella ja kuinka usein suunnitellun laadun saavuttaminen mitataan. Laatusuunnitelmassa esitetään myös vaadittujen suorituspöytäkirjojen mallit.

Jos työn aikana todetaan pohjasuhteiden, pohjavesisuhteiden tai ympäröivien rakenteiden poikkeavan pohjarakennesuunnitelman ja toteutuseritelmän tiedoista, toteutussuunnitelmia vastaavasti tarkistetaan ja niihin tehdään poikkeamien mahdollisesti edellyttämät muutokset.

Pohjarakenteiden toteutuksen työsuunnitelmaan valitaan sellaisia menetelmiä, materiaaleja ja välineitä, että saavutetaan tasalaatuiset, teknisiltä ominaisuuksiltaan suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia vastaavat ja luotettavasti toimivat maarakenteet.

Maarakenteiden ja pohjanvahvistustöiden toteutusohjeita esitetään standardeissa:

- SFS-EN 12715 Injektointi
- SFS-EN 12716 Suihkuinjektointi
- SFS-EN 14679 Syvästabilointi
- SFS-EN 14731 Syvätärytys
- SFS-EN 14475 Lujitettu täyttö

- SFS-EN 14490 Maan naulaus
- SFS-EN 15237 Pystyjoitus.

Talviaikana rakennettaessa lumi, jää ja jäätynyt maa poistetaan huolellisesti maataytön alle jääväältä pinnalta. Jos jäätynyt maa poistamisen sijasta sulatetaan keinotekoisesti, sula maa tiivistetään huolellisesti ennen täyttömateriaalin levittämistä sen päälle. Tiivistettävän materiaalin tulee olla mahdollisimman kuivaa eikä siihen saa olla sekoittuneena lunta, jäätä tai jäätynyttä maata.

Kaivantotyöt suunnitellaan toteutettavaksi niin, ettei missään työvaiheessa aiheudu vaaraa tai kohtuutonta haittaa ympäristölle eikä kaivannon vaikutusalueella oleville ihmisille, rakennuksille, rakenteille tai laitteille esimerkiksi tärinän, siirtymien tai melun vuoksi.

Tukirakenteiden toteutusohjeita esitetään standardeissa:

- SFS-EN 12063 Tukiseinät (*teräs- ja puuponttiseinät*)
- SFS-EN 1538 Kaivantoseinät
- SFS-EN 1537 Maa-ankkurit
- SFS-EN 12715 Injektointi
- SFS-EN 12716 Suihkuinjektointi.

Paalutustyöt suunnitellaan toteutettavaksi siten, että paalut saadaan asennettua ehjinä suunnitelman mukaisiin paikkoihin ja kaltevuuksiin sekä tunkeutumaan suunnitelmissa esitettyihin vähimmäistasoihin aiheuttamatta vaurioita jo asennetuille paaluille ja lähellä oleville rakennuksille tai rakenteille.

Erityyppisillä paaluilla tehtävien paalutustöiden toteutusohjeita esitetään standardeissa:

- SFS-EN 12063 Tukiseinät (*teräs- ja puuponttiseinät*)
- SFS-EN 12699 Maata syrjäyttävät paalut
- SFS-EN 14199 Pohjarakennustyöt. Pienpaalut
- SFS-EN 1536 Kaivettavat paalut.

Kallion louhinta perustuu pohjarakennesuunnitelmaan ja kirjalliseen louhintasuunnitelmaan siten, ettei siitä aiheudu vahinkoja eikä tarpeetonta liikalouhintaa tai kallion rikkoutumista. Suunnitelmat pidetään ajan tasalla ja niitä muutetaan tarvittaessa työn aikana. Louhittaessa rakennuksen tai rakenteen perustuksen vieressä perustustason alapuolella tehdään tarvittaessa kallion lujitussuunnitelma. Louhittavat kallioseinämät vahvistetaan tarvittaessa ennen louhintaa pultituksella.

Louhintasuunnitelma sisältää tiedot porauksesta, käytettävistä räjähdystarvikkeista, sytytyksestä, tarpeellisesta peittämisestä ja räjäytysajankohdista. Lisäksi louhinta-alueelta selvitetään tarpeellisessa laajuudessa räjäytettävän kohdan ominaisuudet kuten maakerrosten ja kallion laatu ja rakenne.

Ennen louhintaa tehdään ympäristön katselmuksia tarvittavassa laajuudessa. Tärinälle arkojen rakenteiden ja herkkien laitteiden lähellä louhittaessa tehdään yleensä tärinämitauksia louhinnan aikana.

2.12 Pohjarakenteet rakennuksen korjaus- ja muutostyössä sekä käyttötarkoituksen muutoksessa

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

12 § Pohjarakenteet rakennuksen korjaus- ja muutostyössä sekä käyttötarkoituksen muutoksessa

Rakennuksen korjaus- ja muutostyön sekä käyttötarkoituksen muutoksen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon ja erityisesti syytä selvitettävä rakennuksen ja sen pohjarakenteiden ominaispiirteet ja kunto sekä selvitetävä pohjarakenteen kuormituksen mahdollinen lisääntyminen. Rakenteiden osittaisen muutoksen yhteydessä on varmistettava, että siitä rakennejärjestelmälle aiheutuvat muutokset eivät vaikeuta tämän asetuksen 4 §:n mukaisten vaatimusten täyttymistä.

Kun pohjarakenteiden kuormitus ei lisäännä rakennuksen korjaus- ja muutostyön tai käyttötarkoituksen muutoksen johdosta, mutta pohjarakenteiden kunto edellyttää niiden vahvistamista, voidaan soveltaa rakennuksen rakentamisajankohtana voimassa olleita säännöksiä sekä kyseisenä ajankohtana vallinnutta hyvää rakentamistapaa.

Kun pohjarakenteen kuormitus lisääntyy rakennuksen korjaus- ja muutostyön tai käyttötarkoituksen muutoksen johdosta, on pohjarakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa sovellettava tämän asetuksen 3–8 §:ää uusien ja vahvistettavien pohjarakenteiden osalta.

Ohje

Rakennuksen korjaaminen tai muutostyö edellyttää erityistä tietämystä rakentamisessa käytetyistä materiaaleista, työtavoista ja rakenteista. Erityinen syy voi olla rakennuksen rakenteiden huono kunto, mikä edellyttää niiden korjaamista, vaikka rakenteiden kuormitus ei varsinaisesti kasvaisikaan. Erityisesti rakenteiden kunto tulee riittävässä laajuudessa selvittää, mikäli muutostyöstä tai käyttötarkoituksen muutoksesta johtuen rakenteiden kuormitus kasvaa kyseessä olevaa työtä edeltävästä tilanteesta. Selvityksen tulee koskea myös perustusrakenteita korjaustyön tai muutostyön edellyttämässä laajuudessa.

Erityinen syy, jonka perusteella rakennuksen ja sen rakenteiden ominaispiirteet ja kunto on selvitettävä, voi myös olla, että rakennus on kulttuurihistoriallisesti arvokas, suojeltu rakennus, jonka kunnosta ei ole täyttä varmuutta. Tämä on ratkaisevaa sekä korjausrakentamisen tekniselle onnistumiselle että rakennusperinnön säilymiselle.

Ympäristöolosuhteista aiheutuvat rasitukset määritetään käytettävää materiaalia koskevien rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukaisesti. Materiaaleille ja tuotteille asetettavat vaatimukset määritetään rasitusten perusteella.

2.13 Rakennustuotteet

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

13 § Rakennustuotteet

Pohjarakenteissa käytettävien rakennustuotteiden ominaisuuksien on vastattava suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia ja rakennustuotteiden tulee olla rakennuspaikan olosuhteisiin soveltuvia.

Maarakenteissa ja pohjarakenteissa käytettävistä rakennustuotteista on voitava suunnitelmia noudattaen ja suunnitelmien mukaisia työmenetelmiä käyttäen rakentaa suunnitelmien mukainen rakenne.

Rakennuspaikalla käytettävät maa-ainekset eivät saa sisältää haitallisia määriä epäpuhtauksia eikä niiden käytöstä saa aiheutua terveyshaittaa. Niiden käyttö ei saa aiheuttaa rakennuspaikalla tai sen ympäristössä pohjaveden tai maapohjan pilaantumisen vaaraa eikä vaurioita, kuten esimerkiksi korroosiota materiaalien kanssa kosketuksiin tuleville rakenteille.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustuotteiden kelpoisuus tarkastetaan ennen niiden käyttöä toteutuksessa.

Ohje

Pohjarakenteissa käytetään aineita ja tarvikkeita, joilla on harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän/arvioinnin (ETA) mukainen CE -merkintä. Mikäli CE -merkintä ei ole mahdollinen, käytetään aineita ja tarvikkeita, joiden kelpoisuus osoitetaan lain 954/2012 mukaisesti.

Seuraavien tuotteiden ominaisuudet ovat keskeisiä pohjarakenteiden luotettavuuden kannalta:

- kiviainekset
- geosynteettiset tuotteet
- kuivatusjärjestelmät
- perustusrakenteet ja niissä käytettävät tuotteet
- routasuojatuotteet
- pohjarakenteiden kosteuden- ja vedeneristeet.

Kantavissa maarakenteissa käytetään karkearakeisia luonnon maamateriaaleja, murskatuja kiviainesmateriaaleja, kierrätysmateriaaleja (uusiokiviaineita) ja keinokiviaineita, jotka ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan käyttökohteeseen soveltuvia ja riittävän tasalaatuisia. Rakennuspaikalle tuotavat maa- ja kiviainesmateriaalit eivät saa sisältää haitallisia määriä epäpuhtauksia eikä niiden käytöstä saa aiheutua haittaa tai vaaraa rakennuksessa oleskeleville henkilöille. Niiden käyttö ei saa myöskään aiheuttaa rakennuspaikalla tai sen ympäristössä pohjaveden tai maapohjan pilaantumisen vaaraa eikä vaurioita kuten esimerkiksi korroosiota ko. materiaalien kanssa kosketuksiin tuleville rakenteille.

Kantavissa maarakenteissa käytettäviä luonnon kiviaineita ja kierrätysmateriaaleja koskee standardi SFS-EN 13242. Kevytkiviaineita koskee standardi SFS-EN 13055-2.

Kierrätysmateriaalien ympäristöluvista säädetään ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja asetuksessa (713/2014)

Maarakennustöissä sekä perustusten ja tukirakenteiden rakentamisessa käytettävien geosynteettisten tuotteiden ominaisuuksia ja toiminnallisia vaatimuksia koskee voimassa oleva standardi SFS-EN 13251.

Kuivatusjärjestelmien rakentamisessa käytettävien geosynteettisten tuotteiden ominaisuuksia ja toiminnallisia vaatimuksia koskee voimassa oleva standardi SFS-EN 13252.

Geosynteettisten tuotteiden mekaanisten ja hydraulisten ominaisuuksien pysyvyys pitkäaikaisessa käytössä sekä niiden kestävyys käyttökohteessa kysymykseen tulevia kemiallisia, biologisia ja termisiä rasituksia sekä ultraviolettilon vaikutusta vastaan varmistetaan ennakolta.

Juotoslaastia käsitellään kantavana rakenteena, jos sillä täytetään pohjarakenteen ja maan tai kallion välistä rakoa ankkurijänneiden tai vetopaalujen kiinnittämiseksi kallioon tai maahan. Jos juotoslaastilla pyritään vain lisäämään veto- tai puristuspaalujen vaippakestävyttä, sitä ei tarvitse käsitellä kantavana rakenteena.

Rakennuspohjan routimisesta aiheutuvien haittojen estämiseen käytettävien materiaalien edellytetään säilyttävän lämmöneristyskykynsä asennuskohteen kosteusolosuhteissa routasuojauksen mitoituksessa käytettyjä suunnitteluarvoja vastaavalla tasolla routasuojauksen koko mitoituksiensa ajan.

Routasuojausmateriaalien edellytetään olevan myös mekaaniselta, kemialliselta, termiseltä ja biologiselta kestävyydeltään riittäviä, jotta ne eivät menetä toimintakykyään routasuojaukseen käyttökohteessa kohdistuvien rasitusten vaikutuksesta.

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 varmistetaan ennen niiden käyttöönottamista. Kaikkien injektointi- ja stabilointiaineiden alkuperä selvitetään ja tiedot tallennetaan.

2.14 Rakenteiden kelpoisuus

Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista (465/2014)

14 § Rakenteiden kelpoisuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii, että pohjarakenteille ja rakennustuotteille asetettujen vaatimusten täyttyminen todetaan.

Ohje

Pohjarakenteiden kelpoisuuden arviointi perustuu eurokoodeja sovellettaessa siihen, että pohjarakenteiden suunnittelu on tehty asianmukaisesti standardien SFS-EN 1997 ja niiden kansallisten liitteiden mukaan sekä että pohjarakenteet on toteutettu ja tarkastettu toteutusasiakirjojen mukaisesti.

Pohjarakenteiden toteutuksen valvontaan liittyvät tarkastukset tehdään toteutusasiakirjojen edellyttämässä laajuudessa. Vastaava työjohtaja tai erikseen nimetty erityisalan työjohtaja valvoo toteuttamisen aikana, että pohjarakenteita koskevia suunnitelmia ja ohjeita noudatetaan ja että töistä laaditaan asiaankuuluvat dokumentit.

Pohjarakenteiden kelpoisuuden toteamiseksi työn aikana pidetään kustakin yksittäisestä työnsuorituksesta riittävän yksityiskohtaista suorituspöytäkirjaa asianmukaisine mittaus- ja havaintotuloksineen.

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

Suorituspöytäkirjat toimitetaan välittömästi vastaavalle pohjarakennesuunnittelijalle. Mikäli työnsuorituksesta ei vaadita suorituspöytäkirjoja, työn hyväksyminen kirjataan joka tapauksessa tarkastusasiakirjaan. Suorituspöytäkirjoja pidetään erityisesti:

- paalutuksista
- kaivannon rakentamisesta kuten tukiseinien lyönnistä ja ankkuroinnista, suotovesien pumppausmääristä ja pohjavedenpinnan korkeusmittauksista
- pohjanvahvistuksista kuten injektoinnista, suihkuinjektoinnista, syvästabiloinnista ja tiivistyksestä
- maarakenteiden materiaalien laadusta ja tiivistystarkkailusta.

Laadunvalvonta-aineisto dokumentoidaan ja kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi

Viittaukset

Viittausten kohdalla sovelletaan viimeisintä painosta (muutokset mukaan lukien), jollei viittauksen versiota ole yksilöity.

SFS-EN 1536	Execution of special geotechnical work. Bored piles
SFS-EN 1537	Pohjarakennustyöt. Maa-ankkurit
SFS-EN 1538	Execution of special geotechnical work. Diaphragm walls
SFS-EN 1990	Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
SFS-EN 1997-1	Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt
SFS-EN 1997-2	Eurokoodi 7. Geotekninen suunnittelu. Osa 2: Pohjatutkimus ja koestus
SFS-EN 12063	Pohjarakennustyöt. Tukiseinät
SFS-EN 12699	Pohjarakennustyöt. Maata syrjäyttävät paalut
SFS-EN 12715	Pohjarakennustyöt. Injektointi
SFS-EN 12716	Pohjarakennustyöt. Suihkuinjektointi
SFS-EN 13055-2	Kevytkiviainekset. Osa 2: Kevytkiviainekset asfalttimassoihin ja pintausiin sekä sitomattomiin ja sidottuihin käyttötarkoituksiin
SFS-EN 13242	Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset
SFS-EN 13251	Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Maanrakennustöissä, perustuksissa ja tukirakenteissa käytettäviltä geotekstiileiltä ja vastaavilta tuotteilta vaadittavat ominaisuudet
SFS-EN 13252	Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Kuivatusjärjestelmien rakentamisessa käytettäviltä geotekstiileiltä ja vastaavilta tuotteilta vaadittavat ominaisuudet
SFS-EN 14199	Pohjarakennustyöt. Pienpaalut
SFS-EN 14475	Pohjarakennustyöt. Lujitettu täyttö
SFS-EN 14490	Pohjarakennustyöt. Maan naulaus
SFS-EN 14679	Pohjarakennustyöt. Syvästabilointi
SFS-EN 14731	Execution of special geotechnical works. Ground treatment by deep vibration
SFS-EN 15237	Pohjarakennustyöt. Pystyjoitus
SFS-EN ISO 14688-1	Geotekninen tutkimus ja koestus. Maan tunnistaminen ja luokitus. Osa 1: Tunnistaminen ja kuvaus
SFS-EN ISO 14688-2	Geotekninen tutkimus ja koestus. Maan tunnistaminen ja luokitus. Osa 2: Luokituksen perusteet
SFS-EN ISO 14689-1	Geotekninen tutkimus ja koestus. Kallion tunnistaminen ja luokitus. Osa 1: Tunnistaminen ja kuvaus.
SFS-EN ISO 22475-1	Geotekninen tutkimus ja koestus. Näytteenottomenetelmät ja pohjavesimittaukset. Osa 1: Työn suorituksen tekniset periaatteet
SFS-EN ISO 22476-1	Geotechnical investigation and testing. Field testing. Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test
SFS-EN ISO 22476-2	Geotekninen tutkimus ja koestus. Kenttäkokeet. Osa 2: Heijarikairaus

prEN ISO 22476-9	Ground investigation and testing. Field testing. Part 9: Field vane test
CEN ISO/TS 22476-10	Geotekninen tutkimus ja koestus. Kenttäkokeet. Osa 10: Painokairaus

Eurokoodin SFS-EN 1997 kansalliset liitteet

Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1997-1:2004: Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt

1. Soveltamisala

Ympäristöministeriön asetus (13/16)
geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1
1 § Soveltamisala

Pohjarakennesuunnittelijan on sovellettava tätä asetusta geotekniseen suunnitteluun yhdessä standardin SFS-EN 1997-1:2004 kanssa.

Ohje

Standardin SFS-EN 1997-1 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1997-1 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1997-1 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään ohjeissa kursivoidulla tekstillä.

Rakennuksia koskeva kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1997-1 seuraavissa kohdissa:

- 2.1(8)P 2 §
- 2.4.6.1(4)P Huomautus 1 3 § ja 3 §:n ohje
- 2.4.6.2(2)P Huomautus 1 3 § ja 3 §:n ohje
- 2.4.7.1(2)P 3 § ja 3 §:n ohje
- 2.4.7.1(3) 3 §
- 2.4.7.1(4) 4 §
- 2.4.7.1(5)
- 2.4.7.1(6)
- 2.4.7.2(2)P Huomautus 2 4 §
- 2.4.7.3.2(3)P 4 § ja 4 §:n ohje
- 2.4.7.3.3(2)P 4 § ja 4 §:n ohje
- 2.4.7.3.4.1(1)P Huomautus 1 4 § ja 4 §:n ohje
- 2.4.7.4(3)P 4 § ja 4 §:n ohje
- 2.4.7.5(2)P 4 § ja 4 §:n ohje
- 2.4.8(2)
- 2.4.9(1)P
- 2.5(1) 4 §:n ohje
- 7.6.2.2(8)P 5 §
- 7.6.2.2(14)P 5 § ja 5 §:n ohje
- 7.6.2.3(4)P 5 § ja 5 §:n ohje
- 7.6.2.3(5)P 5 § ja taulukko 13
- 7.6.2.3(8) 5 §

- 7.6.2.4(4)P 5 § ja 5 §:n ohje
- 7.6.3.2(2)P 6 § ja 6 §:n ohje
- 7.6.3.2(5)P 6 § ja 6 §:n ohje
- 7.6.3.3(3)P 6 § ja 6 §:n ohje
- 7.6.3.3(4)P 6 §
- 7.6.3.3(6) 6 §
- 8.5.2(2)P 7 §:n ohje
- 10.2(3)
- 11.5.1(1)P 8 § ja 8 §:n ohje
- A.2(1)P Taulukko 4
- A.2(2)P Taulukko 5
- A.3.1(1)P Taulukko 6
- A.3.2(1)P Taulukko 7
- A.3.3.1(1)P Taulukko 8
- A.3.3.2(1)P Taulukot 9, 10 ja 11
- A.3.3.3(1)P Taulukot 12, 13 ja 14
- A.3.3.5(1)P Taulukko 15
- A.3.3.6(1)P Taulukko 16
- A.4(1)P Taulukko 17
- A.4(2)P Taulukko 18
- A.5(1)P Taulukko 19

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

2. Suunnitteluvaatimukset

Ympäristöministeriön asetus (13/16)
geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1
2 § Suunnitteluvaatimukset

Kevyiden ja yksinkertaisten rakenteiden suunnittelussa, standardin kohta 2.1(8)P, noudatetaan geoteknisen luokan 1 vaatimuksia ja ohjeita.

3. Mitoitusarvot

Ympäristöministeriön asetus (13/16)
geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1

3 § Mitoitusarvot

Kuorman standardin kohdan 2.4.6.1(4)P mukainen mitoitusarvo on määritettävä soveltaen osavarmuusluvulle ympäristöministeriön asetusta rakenteiden suunnitteluperusteiden kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990. Nosterajatilassa epäedullisessa kuormitustapauksessa pysyvän kuorman osavarmuusluku on 1,1 K_{FI} ja muuttuvan kuorman osavarmuusluku on 1,5 K_{FI} , jossa K_{FI} on luotettavuuden tasoluokituksen käytettävä kuormakerroin. Hydraulisen nousurajatilan tapauksessa pysyvän kuorman osavarmuusluku on 1,35 K_{FI} edullisissa pohjaolosuhteissa ja 1,8 K_{FI} epäedullisissa pohjaolosuhteissa. Muuttuvan kuorman osavarmuusluku on epäedullisessa kuormitustilanteessa 1,5 K_{FI} .

Geoteknisten parametrien standardin kohdan 2.4.6.2(2)P mukainen mitoitusarvo määritetään käyttäen suljetulle leikkauslujuuden ja yksiakiaalisen puristuslujuuden osavarmuusluvulle arvoa 1,5 sekä nosterajatilassa suljetun leikkauslujuuden, vedetyn paalun kestävyuden ja ankkurin kestävyuden osavarmuusluvulle arvoa 1,5.

Ohje

Kuormien mitoitusarvot

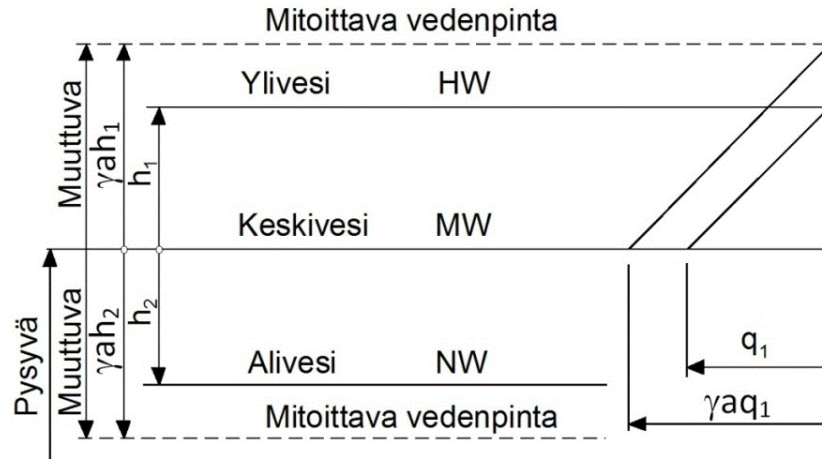
2.4.6.1(4)P Huomautus 1

Osavarmuusluvulle γ_F esitetään arvoja taulukoissa 4, 5, 18 ja 20.

2.4.6.1(8)

Rakenteiden mitoituksessa käytetään vedenpinnan korkeuksia, jotka voivat rakennuspaikalla toistua kerran 50 vuodessa. Jos pohjaveden korkeudesta ei ole käytettävissä luotettavia tilastotietoja 50 vuoden toistuvuuden selvittämiseen, voidaan menetellä seuraavasti.

Geotekninen suunnittelija selvittää pohjavesihavaintojen perusteella HW-, MW- ja NW-vedenpintojen korkeudet vertaamalla havaintoja vastaavissa olosuhteissa tehtyihin pitkäaikashavaintoihin sekä ottamalla huomioon pohjavedenpinnan vuotuiset korkeusvaihtelut ja sadannan havaintojakson aikana. Tämän jälkeen mitoittava pohjavedenpinnan tai vapaan vedenpinnan korkeus (= mitoituskorkeus) määritetään kuvan 1 mukaisesti. Osavarmuusluku (γ) käytetään pysyvän kuorman osavarmuuslukua $\gamma = 1,15$. Vedenpaineen mitoitusarvo lasketaan mitoittavan vedenpinnan korkeuden perusteella eikä sille oteta muuta varmuutta.



Kuva 1. Mitoittavan vedenpinnan korkeuden määrittäminen. Havaintojakson pituudesta riippuva korjauskerrin $a = 1,1$, kun havaintojakso on ≥ 3 vuotta; $a = 1,25$, kun havaintojakso ≥ 1 vuosi ja $a = 1,4$, kun havaintojakso on lyhytaikainen.

Vaihtoehtoisesti mitoittavan vedenpinnan korkeus voidaan johtaa myös suoraan käyttämällä turvamarginaalia MW-vedenkorkeustasoon. Turvamarginaali valitaan niin, että mitoittavan vedenpinnan korkeus on asiaan vaikuttavat paikalliset olosuhdetekijät huomioon ottaen joko ylin tai alin mahdollinen korkeus rakenteen käyttöajan tai elinkaaren aikana. Tämän lisäksi vedenpaineelle ei oteta (ilman erityistä syytä) muuta varmuutta.

Ohje

Geoteknisten parametrien mitoitusarvot

2.4.6.2(2)P Huomautus 1

Osavarmuusluvulle γ_M esitetään arvot taulukoissa 5, 7, 17 ja 19.

Yleistä

2.4.7.1(2)P

Murtorajatiloissa käytetään normaalisti vallitsevissa ja tilapäisissä mitoitusolosuhteissa osavarmuuslukujen arvoina taulukoissa 4, 6, 18 ja 20 esitettyjä arvoja.

4. Murtorajatila

**Ympäristöministeriön asetus (13/16)
geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1**

4 § Murtorajatila

Onnettomuustilanteen kuormien ja kuormien vaikutusten osavarmuuslukujen valinnassa, standardin kohta 2.4.7.1(3), sovelletaan ympäristöministeriön asetusta rakenteiden suunnitteluperusteiden kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1990.

Staattisen tasapainon rajatilaa tai rakenteen tai maapohjan kokonaissiirtymien rajatilaa tarkasteltaessa standardin kohdan 2.4.7.2(2)P huomautuksen 2 mukaisesti sovelletaan kaatavien ja vakauttavien kuormien osavarmuuslukujen valinnassa ympäristöministeriön asetusta rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista. Maaparametrien osavarmuuslukuina käytetään suljetulle leikkauslujuudelle sekä yksiaksiaaliselle puristuslujuudelle arvoa 1,5.

Kohdistettaessa kuormien osavarmuuslukuja joko kuormiin tai niiden vaikutuksiin standardin kohdan 2.4.7.3.2(3)P mukaisesti sovelletaan kuormien osavarmuuslukujen valinnassa ympäristöministeriön asetusta rakenteiden suunnitteluperusteita koskevista kansallisista valinnoista. Maaparametrien osavarmuusluville sovelletaan sarjaa M2 siten, että suljetun leikkauslujuuden ja yksiaksiaalisen puristuslujuuden osavarmuusluvut ovat 1,5.

Antura- ja laattaperustuksille sovelletaan standardin kohdan 2.4.7.3.3(2)P mukaisten kestävyiden osavarmuuslukujen arvoina sarjaa R2 siten, että osavarmuusluku on kantokestävyydelle 1,55 ja liukumiselle 1,1.

Kestävyiden osoittamisessa standardin kohdan 2.4.7.3.4.1(1)P huomautuksen 1 mukaan sovelletaan antura- ja laattaperustuksille, paaluperustuksille, ankkureille ja tukirakenteille mitoitustapaa DA2. Penkereiden vakavuuden, luiskien vakavuuden ja kokonaisvakavuuden mitoituksessa sovelletaan mitoitustapaa DA3.

Nosteelle standardin kohdan 2.4.7.4(3)P mukaisesti mitoitettaessa sovelletaan osavarmuuslukuina asetuksen 3 §:n 1 momentissa nosterajatilalle esitettyjä kuorman osavarmuuslukuja. Maaparametrien osavarmuuslukuina käytetään suljetulle leikkauslujuudelle ja vedetylle paalulle arvoa 1,5. Tilapäisten ankkurien tapauksessa kestävyiden osavarmuusluku on 1,25 ja pysyvien ankkurien tapauksessa 1,5.

Veden suotovirtauksesta johtuvan hydraulisen nousun aiheuttamaa murtorajatilaa standardin kohdan 2.4.7.5(2)P tarkasteltaessa kuormien osavarmuuslukuina sovelletaan asetuksen 3 §:n 1 momentissa hydrauliselle nousurajatilalle esitettyjä kuorman osavarmuuslukuja.

Ohje

Staattisen tasapainon esittäminen

2.4.7.2(2)P Huomautus 2
Osavarmuuslukuja esitetään taulukoissa 4 ja 5.

Kuormien mitoitusvaikutukset

2.4.7.3.2(3)P

Kuormien osavarmuuslukuja esitetään taulukoissa 6 ja 7.

Kestävyysmitoitussarvot

2.4.7.3.3(2)P

Kestävyysmitoitussarvot esitetään taulukoissa 8, 9, 10, 11, 16, 17 ja 19.

Yleistä

2.4.7.3.4.1(1)P Huomautus1

Mitoitustapaa 2 käytettäessä voidaan menetellä kahdella eri tavalla, joista käytetään merkintöjä DA2 ja DA2*. Mitoitustapaa DA2 käytettäessä osavarmuusluvut kohdistetaan kuormien ominisarvoihin mitoituslaskelman alussa ja koko laskelma tehdään mitoitusarvoilla. Mitoitustapaa DA2* käytettäessä koko laskelma tehdään ominisarvoilla ja osavarmuuslukuja käytetään vasta laskelman lopussa murtorajatilaehto tarkistettaessa. Mitoitustapaa DA2* käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota perustuksen vakavuuden varmistamiseen.

Paaluperustuksissa, joissa myös vaakakuormat vastaanotetaan paalujen aksiaalisilla voimilla, mitoitustavat DA2 ja DA2* johtavat samaan lopputulokseen.

Mitoitusmenettely ja osavarmuusluvut nosteelle

2.4.7.4(3)P

Osavarmuusluvun arvoja esitetään taulukoissa 17, 18 ja 20.

Kestävyysosoittaminen veden suotovirtauksesta johtuvan hydraulisen nousun aiheuttamaa murtumista vastaan

2.4.7.5(2)P

Kuorman osavarmuuslukuja esitetään taulukossa 20.

Raja-arvot perustusten siirtymille

2.4.9(4)P

Talonrakennuskohteita suunniteltaessa liitteen H sijasta noudatetaan seuraavia suuntaantavia raja-arvoja perustusrakenteiden painumille ja siirtymille.

Rakennuksen kokonaispainumien ja vierekkäisten perustusten epätasaisista painumista tai laattaperustusten taipumisesta aiheutuvien kulmakiertymien raja-arvoja eri rakennetyypeille on esitetty taulukossa 1. Taulukon arvot määräytyvät tavanomaisten rakennusten kantavien ylärakenteiden käyttökelpoisuuden ehdoksi asetettujen vaatimusten perusteella eivätkä siten koske rakenteita, joille asetetaan erityisiä vaatimuksia.

Rakenteiden vaakasiirtyminä sallitaan yleensä enintään kolmannes taulukossa 1 esitetystä kokonaispainuman arvoista.

Taulukko 1. Rakennusten kokonaispainumien ja kantavien rakenteiden kulmakiertymien suuntaa-antavia raja-arvoja

Rakennetyyppi	Kokonaispainuman raja-arvoja (mm)	Kulmakiertymien raja-arvojen vaihteluväli	
		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

Taulukossa 1 esitettyjen kokonaispainuman raja-arvojen hyväksyminen edellyttää, että kantavien rakenteiden kulmakiertymät pysyvät hyväksyttävissä rajoissa ja että kokonaispainuma ei aiheuta liiallista rakenteen kallistumista eikä ongelmia rakenteeseen liittyvien toimintojen suhteen.

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

Ohjeellisiin sääntöihin perustuva mitoitus

2.5(1)

Tavanomaiset ja yleensä konservatiiviset säännöt koskevat rakennuspohjan routivuutta, rakennuspaikan tulva- ja sortumariskiä, rakennuspohjan pilaantumista, radonriskin torjumista ja kallionvaraista perustamista

Routanousun estämiseksi vaadittu perustamissyvyys

Taulukossa 2 on esitetty keskimääräinen, pakkasmäärää F_{50} vastaava roudaton perustussyvyys routivalla maapohjalla lämpimien rakennusten (tilojen) perustuksille. Seinälinjalla tarkoitetaan rakennuksen ulkoseinälinjaa, jossa ei ole ulokkeita tai ulkonurkkia. Nurkan arvoja sovelletaan mitoituspakkasmäärän mukaan noin 1,5...2,5 metrin etäisyydelle nurkasta. Perusmuuri eristetään taulukkoa sovellettaessa vähintään maanpinnan ja perustuksen alapinnan puoleenväliin saakka. Taulukon 2 mukaista roudatonta perustussyvyyttä voidaan pienentää routasuojauksella.

Roudattoman syvyyden arvoa suurennetaan sillä määrällä, mikä on ulkonevan osan ulottuvuus perusmuurin ulkopinnasta, mutta ei kuitenkaan enempää, kuin mitä kylmien rakennusten perustusten perustussyvyys edellyttää. Paikkakuntakohtaiset pakkasmäärät saadaan voimassa oleviin ilmatieteen laitoksen tilastoihin perustuvista julkaisuista.

Jos kyseessä on puolilämmin rakennus (sisälämpötila $> +5^{\circ}\text{C} \dots < +17^{\circ}\text{C}$), taulukon 2 perustussyvyyden arvoja suurennetaan 0,2...0,3 metrillä.

Kylmien rakenteiden routimaton perustussyvyys määritetään siten, että se vastaa kerran 50 vuodessa toistuvaa suurinta roudan syvyyttä. Jos rakenteet sietävät routimisesta aiheutuvia liikkeitä tai jos lumen suojaava vaikutus voidaan ottaa huomioon, voidaan vaatimattomien rakennusten ja rakenteiden perustussyvyys pienentää. Roudan syvyyttä voidaan arvioida myös laskennallisesti syvyyteen vaikuttavien ilmasto- ja maaperäolosuhteiden perusteella.

Taulukko 2. Lämpimien rakennusten roudaton perustussyvyys routivalla maalla, kun rakennuksen leveys on > 4 m ja sisälämpötila $\geq + 17^{\circ}\text{C}$. Maanpinta rakennuksen vierellä on lumeton. Pienempää perustussyvyyttä käytetään hienorakeisissa maalajeissa ja suurempaa perustussyvyyttä karkearakeisissa maalajeissa (ja moreeneissa). Taulukon pakkasmääräarvojen välillä syvyydet interpoloidaan.

Perustamistapa	Perustuksen osa	Roudaton perustussyvyys, m Pakkasmäärä F_{50} , Kh		
		35000	50000	65000
Maanvastainen alapohja; alapohjarakenteen lämmönvastus $\leq 5\text{m}^2\text{K/W}$, perusmuurin lämmön-eristys ulkopinnassa	Seinälinja	1,0/1,2	1,3/1,5	1,6/1,9
	Nurkka	1,3/1,6	1,6/2,0	2,0/2,3
Ryömintätila, tuuletus ulkoa $0,6\text{ l/sm}^2$; alapohjarakenteen lämmönvastus $\leq 4,5\text{ m}^2\text{K/W}$	Seinälinja	1,1/1,4	1,4/1,8	1,8/2,2
	Nurkka	1,4/1,8	1,7/2,2	2,1/2,6

Roudaton syvyys routimattomissa maakerroksissa on suurempi kuin edellä mainittu, kerran 50 vuodessa toistuva syvyys. Tämä otetaan huomioon muun muassa putkijohtojen lämmöneristysten ja routasuojauksen suunnittelussa.

Tulva- ja sortumariski

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

Sortuma- tai vyörymäriskialueelle ei tule rakentaa asumiseen tai työnteekoon tarkoitettuja rakennuksia tai muita vaativia rakenteita, ellei riskejä poisteta suunnitellusti rakenteellisin keinoin.

Pilaantunut maapohja

Jos rakennuspaikalla tehtyjen tutkimusten perusteella todetaan pilaantuneesta maapohjasta johtuvien ympäristö- tai terveysriskien olevan niin suuria, että riskienhallintatoimenpiteet ovat tarpeen, käynnistetään kunnostuksen suunnittelu maaperän pilaantuneisuuden pysyväksi poistamiseksi tai riskien merkittäväksi vähentämiseksi.

Pohjarakennuskohteissa, joissa ei ole perusteltua syytä epäillä maaperän pilaantumista, kenttätutkimuksia ei välttämättä tarvita. Ennakkokartoituksen perusteella tehdyt päätelmät rakennuspaikan pilaantumattomuudesta esitetään tällöin kuitenkin kirjallisesti ja liitetään rakennuskohteen suunnitteluraporttiin.

Radonriski

Rakennuspaikan radonriski otetaan huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa.

Perusvaatimukset

5.2(1)P

Piha-alueet ja niiden rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että alueelle sijoitettavien rakenteiden painumat, sivusiirtymät, routanousut ja muut mahdolliset muodonmuutokset ovat niin vähäisiä ja kuivanapito siten järjestetty, ettei pihan ja siihen liittyvien rakenteiden käytölle aiheudu kohtuutonta haittaa alueen käyttöään aikana.

Kuivatus

5.4(1)P

Rakennuspohja pidetään kuivana siten, että pohjavedenpinta pidetään riittävällä etäisyydellä lattiasta ja ryömintätilan maanpinnasta ja veden kapillaarivirtaus rakenteisiin katkaistaan. Maahan imeytyvät pintavedet johdetaan pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta.

Maanvastaiset kellarirakenteet erotetaan maasta kapillaarisen vedensiirtymisen katkaisulla rakenteella, jollei rakennetta ole vedenpaine-eristetty tai muuten voida osoittaa, että kapillaarisesta vedensiirtymisestä ei ole haittaa rakenteille tai rakennuksen toiminnalle. Kapillaarisen vedensiirtymisen katkaisuun käytetään salaojituserroksen rakeisuusvaatimukset täyttävää kiviainesta.

Pohjamaan sekoittuminen salaojituserrokseen estetään tarvittaessa suodatinkankaalla tai suodatinkerroksella, joka täyttää toisistaan erotettavien maakerrosten väliset suodatinehdot. Suodatinehdot otetaan huomioon myös salaojituserroksen eri vyöhykkeiden välillä.

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

Mitoitus ja rakennetarkastelut

6.4(4)P

Perusmuurianturan suositeltava pienin perustamissyvyys on 0,5 m ja minimileveys 0,3 m. Pilarianturan suositeltava minimikoko on 0,4 x 0,4 m². Yhtenäisen laattaperustuksen suositeltava pienin perustamissyvyys on 0,3...0,5 m. Ulkoseinälinjoilla suositus laattaperustuksen perustamissyvyudeksi on vähintään 0,5 m.

Liukumiskestävyys

6.5.3(5)

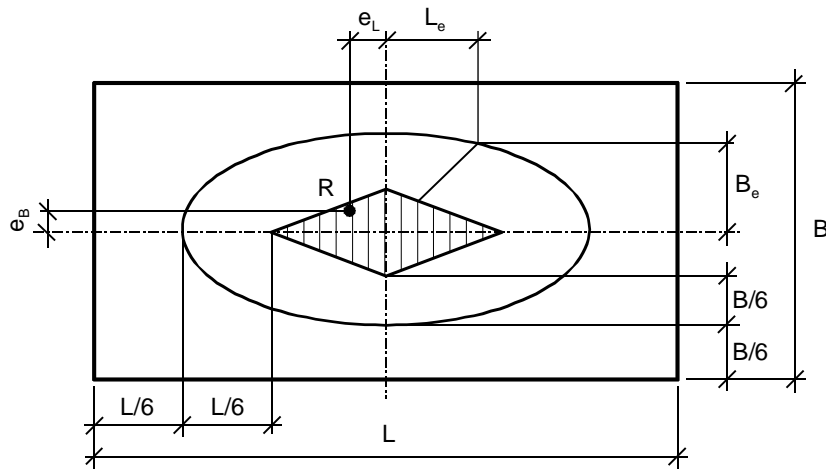
Perustuksen pohjan liukumiskestävyys R_a mobilisoituu yleensä pienemmällä sivusiirtymätasolla kuin perustuksen sivuun kohdistuva, siirtymistä vastustava maanpaine $R_{p,d}$.

Voimakkaasti epäkeskiset kuormat

6.5.4(1)P

Koska mitoitustavassa DA2* käytetään osavarmuuslukuja vasta laskelman lopussa, kohdistuu varmuus maanvaraisen perustuksen alapintaan tulevan kuorman vaikutukseen, mutta ei perustuksen momenttikuormitukseen.

Mitoitustapaa DA2* käytettäessä epäedullisimmalla pysyvien ja muuttuvien kuormien yhdistelmällä ei sallita (ilman erityisiä varotoimenpiteitä) suurempia epäkeskisyyksiä kuin $1/3$ perustuksen leveydestä. Tämä toteutuu, kun kuormien resultantti sijaitsee kuvan 2 ellipsin rajaamalla alueella. Kuvan ellipsillä sijaitseva kuormitus aiheuttaa kolmiomaisen paineen anturan pohjalla, anturan reunalta anturan keskipisteeseen asti. Ellipsin yhtälö: $(L_e/L)^2 + (B_e/B)^2 = 1/9$



Kuva 2. Kuorman epäkeskisyyteen liittyvät merkinnät maanvaraisen anturan pohjalla

Perustus suunnitellaan siten, että pysyvien kuormien resultantti sijaitsee kuvassa 2 viivoitetun sydänekuvion alueella, jolloin koko pohja on puristettuna.

Pyöreätä perustusta käytettäessä em. epäedullisimman kuormaresultantin tulee olla säteen $r_e = 0,59 r$ sisäpuolella, missä r on perustuksen säde.

Epäkeskisillä kuormilla hyvinkin pienet mittamuutokset voivat johtaa suuriin eroihin kantokestävyydessä.

Painuma

6.6.2(8)

Painuman suuruutta arvioitaessa otetaan huomioon mahdollinen pohjavedenpinnan aleneminen rakennuksen käyttöaikana varsinkin putkijohtokaivantojen vaikutuksesta. Putkikaivantojen vaikutukseksi arvioidaan yleensä yhden metrin suuruinen pohjavedenpinnan aleneminen.

Kallionvaraiset perustukset: lisämitoitustarkastelut

6.7(1)P

Jos kallio perustustasossa on kaltevampi kuin 15°, perustustaso tasoitetaan tai porrastetaan louhimalla tai liukuminen estetään kallioipulteilla. Pulttien riittävästä korroosiosuojauksesta huolehditaan.

Kallion kantokestävyys määritetään aina kalliotutkimusten perusteella, jos kantokestävyysmitoitustarvoa laskettaessa käytettävälle kallion kestävyys ominaisarvolle käytetään suurempaa arvoa kuin 8,0 MPa. Kantokestävyyttä määritettäessä osavarmuusluvulle käytetään arvoa 1,55.

Perustamista suunnitellusti rikkilouhitulle ja tiivistetylle kallio pohjalle käsitellään kuten perustamista erittäin kantavalle maapohjalle. Tällöin kiilatulla ja tiivistetyllä kallio pohjalla voidaan geoteknisenä kestävyysnäkökulmasta käyttörajatilassa ilman eri selvitystä käyttää enintään 0,5...1,0 MPa, jolloin painumat ovat yleensä louheen tiivistysmenetelmästä riippuen 5...10 mm, kun louhekerroksen paksuus on noin yksi metri.

Kallion ollessa täysin rapautunutta sitä käsitellään suunnittelussa ja mitoituksessa yleensä kuten tiivistä, karkearakeista maata.

5. Maapohjan puristuskestävyys

Ympäristöministeriön asetus (13/16)

geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1997-1

5 § Maapohjan puristuskestävyys

Paalun geoteknistä puristuskestävyyttä standardin kohdan 7.6.2.2(8)P mukaan tarkasteltaessa on standardissa esitetyt korrelaatiokertoimet ξ_1 ja ξ_2 kerrottava mallikertoimella 1,25.

Paalun puristuskestävyyttä standardin kohtien 7.6.2.2(14) P, 7.6.2.3(4)P ja 7.6.2.4(4)P mukaisesti mitoittaessa syrjäytävien paalujen, kaivettujen paalujen ja CFA-paalujen kestävyys osavarmuusluku on sarjassa R2 kärjen, vaipan sekä kokonais-/yhdistetty (puristus) tapauksissa 1,2 ja vedetyn vaipan kestävyydelle lyhytaikaisessa kuormituksessa 1,35 ja pitkäaikaisessa kuormituksessa 1,5.

Paalun kärkikestävyys ja vaippakestävyys ominaisarvoja standardin kohdan 7.6.2.3(5)P mukaisesti pohjatutkimustuloksista määritettäessä on korrelaatiokertoimille ξ_3 ja ξ_4 sovellettava seuraavia arvoja. Termi n on koeputkien lukumäärä.

ξ , kun n =	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1,85	1,77	1,73	1,69	1,65	1,62	1,60
ξ_4	1,85	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40

Paalun kärkikestävyys ja vaippakestävyys määritettäessä standardin kohdan 7.6.2.3(8) mukaisella vaihtoehtoisella menetelmällä osavarmuuslukuja korjaavan mallikertoimen arvo on kitkapaaluilla 1,60 tai suurempi. Koheesiopaaluilla mallikertoimen arvo on 1,95 tai suurempi pitkäaikaisessa kuormituksessa ja 1,40 tai suurempi lyhytaikaisessa kuormituksessa.

Ohje

Puristuskestävyys staattisten koekuormitusten perusteella murtorajatilamitoituksessa

7.6.2.2(14) P

Paalujen kestävyden osavarmuusluville esitetään arvot taulukoissa 9, 10 ja 11.

Puristuskestävyys pohjatutkimustulosten perusteella murtorajatilamitoituksessa

7.6.2.3(4)P

Paalujen kestävyden osavarmuusluville esitetään arvot taulukoissa 9, 10 ja 11.

Puristuskestävyys dynaamisten koekuormitusten perusteella murtorajatilamitoituksessa

7.6.2.4(4)P

Paalujen kestävyden osavarmuusluville esitetään arvot taulukoissa 9, 10 ja 11 ja korrelaatiokertoimille ξ_5 ja ξ_6 taulukossa 14.

6. Vetokestävyys

Ympäristöministeriön asetus (13/16)

geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1997-1

6 § Vetokestävyys

Paalun vetokestävyden mitoitusarvoa määritettäessä standardin kohtien 7.6.3.2(2)P ja 7.6.3.3(3)P mukaan syrjäyttävien paalujen, kaivettujen paalujen ja CFA-paalujen vedetyn vaipan osavarmuusluku sarjassa R2 on 1,35 lyhytaikaisessa kuormituksessa ja 1,5 pitkäaikaisessa kuormituksessa.

Paalun vetokestävyden ominaisarvoa standardin kohdan 7.6.3.2(5)P mukaisesti määritettäessä on vedettyjä paaluja mitoitettaessa standardissa esitetyt korrelaatiokertoimet ξ_1 ja ξ_2 kerrottava mallikertoimella 1,25.

Vetokestävyden ominaisarvoa määritettäessä standardin kohdan 7.6.3.3(4)P mukaan on sovellettava korrelaatiokertoimille 5 § kolmannessa momentissa annettuja arvoja.

Vetokestävyden ominaisarvoa määritettäessä standardin kohdan 7.6.3.3(6) mukaisesti vaihtoehtoisessa menetelmässä vedetyn vaipan kestävyden osavarmuuslukua korjaavan mallikertoimen arvo on vähintään 1,5 sekä lyhytaikaisessa että pitkäaikaisessa kuormituksessa.

Ohje

Vetokestävyys paalujen koekuormitusten perusteella murtorajatilamitoituksessa

7.6.3.2(2)P

Paalujen kestävyden osavarmuusluville esitetään arvot taulukoissa 9, 10 ja 11.

7.6.3.2(5)P

Korrelaatiokertoimille esitetään arvot taulukossa 12.

Vetokestävyys pohjatutkimustulosten perusteella murtorajatilamitoituksessa

7.6.3.3(3)P

Paalujen kestävyiden osavarmuusluville esitetään arvot taulukoissa 9, 10 ja 11.

7. Ankkuroinnit

Ympäristöministeriön asetus (13/16)

geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1

7 § Ankkuroinnit

Ankkurin ulosvetokestävyyttä määritettäessä murtorajatilassa, standardin kohta 8.5.2(2)P, sovelletaan sarjaa R2 siten, että tilapäisen ankkurin ulosvetokestävyiden osavarmuusluvun arvo on 1,25 ja pysyvän ankkurin osavarmuusluvun arvo 1,5.

Ohje

Esijännitettyjen ankkureiden osavarmuusluville esitetään arvot taulukossa 15.

9 Tukirakenteet

Ohje

Lisäkuormitukset

9.3.1.3(1)P

Jos maa- tai tukirakenne on alttiina raskaan liikenteen, louhinnan, paalutuksen tai muun pohjarakennustyön aiheuttamalle värinälle tai muulle voimakkaalle värinälle, vaikutus maanpaineeseen määritetään ottaen huomioon värinän laatu ja värinälähteen etäisyys sekä maakerrosten ominaisuudet. Jollei muuta laskentatapaa ole käytettävissä, värinäkeskuksen läheisyydessä käytetään aktiivipuolella lepopainetta ja passiivista maanpainetta pienennetään vähintään 25 %.

Maanpaineen raja-arvot

9.5.3(2)

Maanpaineen raja-arvot ja niiden muodostuminen siirtymän suhteen lasketaan SFS-EN 1997-1 opastavan liitteen C mukaan, ellei riittävän pitkäaikaisten koekuormitusten perusteella voida luotettavasti määrittää rakennuspaikkakohtaisia arvoja

On suositeltavaa käyttää passiivipaineelle standardin SFS-EN 1997-1 liitteen C kertoimia K_p erityisesti silloin, kun maapohjan sisäinen kitkakulma on suuri.

8. Luiskien vakavuusanalyysi

Ympäristöministeriön asetus (13/16)
geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1
8 § Luiskien vakavuusanalyysi

Luiskien standardin kohdan 11.5.1(1)P mukainen kokonaisvakavuus osoitetaan kuormien, kestävyyksien ja lujuuksien mitoitusarvoilla, joita määritettäessä sovelletaan ympäristöministeriön asetusta standardia 1990 koskevista kansallisista valinnoista. Maaparametrien sarjan M2 osavarmuusluku on suljetulle leikkauslujuudelle ja puristuslujuudelle 1,5 ja maan kestävyuden osavarmuusluku luiskille ja kokonaisvakavuudelle sarjassa R2 on 1,0.

Ohje

Luiskien vakavuusanalyysi

11.5.1(1)P

Osavarmuusluvuille esitetään arvot taulukoissa 6, 7 ja 16.

Käyttörajatilamitoitus

11.6(3)

Likimääräinen käyttörajatilamitoitus voidaan tehdä rajoittamalla mobilisoituvaa leikkauslujuutta korotettuja maaparametrien osavarmuuslukuja käyttäen. Likimääräistä käyttörajatilamitoitusta voidaan käyttää vain, kun maan ominaisuudet voidaan määrittää tarkasteltavissa mahdollisesti muuttuneissa olosuhteissa luotettavasti. Muuttuneet olosuhteet voivat liittyä esimerkiksi jännitystilaan tai pohjavesivirtaukseen. Tällöin standardin SFS-EN 1997-1 kohdan 11.5 mukaisen murtorajatilatarkastelun jälkeen tehdään toinen vakavuuslaskenta, jossa kuormat otetaan laskentaan niiden ominaisarvoilla ja maaparametrien osavarmuusluvut otetaan taulukosta 3. Taulukon osavarmuusluvut vastaavat käytännössä käyttörajatilassa vaadittavaa kokonaisvarmuutta.

Tilanteissa, joissa maapohjan siirtymiä ei voida laskea riittävän luotettavasti ja maapohjan siirtymillä on merkitystä, voidaan siirtymien laskenta korvata stabiliteetin käyttörajatilan lisätarkastelulla, jossa käytetään korkeampaa varmuustasoa. Tällaisia ovat mm. tilanteet, joissa plastisten siirtymien alueella sijaitsee rakenteita.

Taulukko 3. Korotetut maaparametrien osavarmuusluvut (γ_M), joita käytetään käyttörajatilan mukaisessa vakavuustarkastelussa eri seuraamusluokissa. Käyttörajatilan mukaisessa vakavuustarkastelussa kuormien osavarmuuslukuina käytetään arvoa 1,0.

Maaparametri	Merkintä	Sarja M2*		
		CC1	CC2	CC3
Leikkauskestävyysskulma ^a ("Kitkakulma")	γ_ϕ	1,5	1,65	1,8
Tehokas koheesio	γ_c	1,5	1,65	1,8
Suljettu leikkauslujuus	γ_{cu}	1,65	1,8	2,0
Yksiaksiaalinen puristuskoee	γ_{qu}	1,65	1,8	2,0
Tilavuuspaino	γ_γ	1,0	1,0	1,0

Rakennussuunnitelman toteutusvaiheessa lyhytaikaisten kuormitustilanteiden mitoituksessa voidaan seuraamusluokissa CC2 ja CC3 käyttää yhtä seuraamusluokkaa alempia osavarmuusluvun arvoja, mikäli liukupinnan vaikutusalueella ei ole siirtymien vaikutuksille herkkiä rakenteita.

Liite A

Osavarmuusluvut ja korrelaatiokertoimet murtorajatiloille ja suositellut arvot

Ohje

Osavarmuusluvut staattisen tasapainorajatilan (EQU) osoittamiseksi

A.2(1)P

Taulukko 4. Kuormien osavarmuusluvut (γ_F) (EQU).

Kuorma	Merkintä	Arvo
Pysyvä		
Epäedullinen ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,1 K_{FI}
Edullinen ^b	$\gamma_{G,stb}$	0,9
Muuttuva		
Epäedullinen ^a	$\gamma_{Q,dst}$	1,5 K_{FI}
Edullinen ^b	$\gamma_{Q,stb}$	0

^a Kaatava kuorma ^b Vakauttava kuorma

A.2(2)P

Taulukko 5. Maaparametrien osavarmuusluvut (γ_M) (EQU).

Maaparametri	Merkintä	Arvo
Leikkauskestävyysskulma ^a ("Kitkakulma")	γ_ϕ	1,25
Tehokas koheesio	γ_c	1,25
Suljettu leikkauslujuus	γ_{cu}	1,5
Yksiaksiaalinen puristuslujuus	γ_{qu}	1,5
Tilavuuspaino	γ_γ	1,0

^a Tällä varmuusluvulla jaetaan $\tan \phi'$

Kuormien (γ_F) tai kuormien vaikutusten (γ_E) osavarmuusluvut

A.3.1(1)P

Taulukko 6. Kuormien (γ_F) tai kuorman vaikutusten (γ_E) osavarmuusluvut (STR/GEO).

Kuorma	Merkintä	Sarja	
		A1	A2
Pysyvä:			
Epäedullinen			
(Yht.6.10a)		1,35 K_{FI}	
(Yht.6.10b)	$\gamma_{G_{kj,sup}}$	1,15 K_{FI}	
(Yht.6.10)			1,0 K_{FI}
Edullinen			
(Yht.6.10a)		0,9	
(Yht.6.10b)	$\gamma_{G_{kj,inf}}$	0,9	
(Yht.6.10)			1,0
Muuttuva			
Epäedullinen			
(Yht.6.10b)	γ_Q	1,5 K_{FI}	
(Yht.6.10)			1,3 K_{FI}
edullinen		0	0

Huomautus 1:

Mitoitusmenetelmissä DA 2 ja DA 2* kuormien yhdistelmänä käytetään epäedullisempaa kahdesta seuraavasta lausekkeesta. Osavarmuuslukuina käytetään sarjaa A1.

$$1,15 K_{FI} \widehat{G}_{kj,sup} + 0,9 G_{kj,inf} + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1.1)$$

$$1,35 K_{FI} \widehat{G}_{kj,sup} + 0,9 G_{kj,inf} \quad (1.2)$$

Mitoitusmenetelmässä DA 3 kuormat yhdistellään kaavalla 1.3 ja osavarmuusluvut otetaan sarjasta A2.

$$1,0 K_{FI} \widehat{G}_{kj,sup} + 1,0 G_{kj,inf} + 1,3 K_{FI} Q_{k,1} + 1,3 K_{FI} \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1.3)$$

Kaavoissa 1.2 ja 1.3 $\psi_{0,i}$ on muuttuvien kuormien yhdistelykerroin, jonka rakennuksia koskevat arvot on esitetty ympäristöministeriön asetuksessa standardia SFS-EN 1990 koskevista kansallisista valinnoista. Muiden muuttuvien kuormien yhdistelyssä käytetään yhdistelykertoimena $\psi_{0,i} = 1,0$, ellei tehdä tarkempia tarkasteluja.

K_{FI} riippuu standardin SFS-EN 1990 liitteen B taulukon B3 mukaisesta luotettavuusluokasta.

Huomautus 3:

Kaikkien samasta syystä aiheutuvien pysyvien kuormien ominaisarvot kerrotaan osavarmuusluvulla $\gamma_{G,sup}$, jos kuorman kokonaisvaikutus on epäedullinen ja osavarmuusluvulla $\gamma_{G,inf}$, jos kuorman kokonaisvaikutus on edullinen. Esimerkiksi kaikkien rakenteen omasta painosta aiheutuvien kuormien voidaan katsoa aiheutuvan samasta syystä; tämä pitää paikkansa silloinkin, kun kyseessä on erilaisia materiaaleja.

Osavarmuusluvut maaparametreille (γ_M)

A.3.2(1)P

Taulukko 7. Maaparametrien osavarmuusluvut (γ_M) (rakenneosien kestävyys ja geotekninen kantavuus).

Maaparametri	Merkintä	Sarja	
		M1	M2
Leikkauskestävyysskulma ^a ("Kitkakulma")	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Tehokas koheesio	γ_c	1,0	1,25
Suljettu leikkauslujuus	γ_{cu}	1,0	1,5
Yksiaksiaalinen puristuskoee	γ_{qu}	1,0	1,5
Tilavuuspaino	γ_γ	1,0	1,0

^a Tällä varmuusluvulla jaetaan $\tan \phi'$

Kestävyyden osavarmuusluvut antura- ja laattaperustoille

A.3.3.1(1)P

Taulukko 8. Antura- ja laattaperustusten kestävyden osavarmuusluvut (γ_R).

Kestävyys	Merkintä	Sarja R2
Kantokestävyys	$\gamma_{R,v}$	1,55
Liukuminen	$\gamma_{R,h}$	1,1

Kestävyyden osavarmuusluvut paaluperustoille

A.3.3.2(1)P

Taulukko 9. Syrjäyttävien paalujen kestävyden osavarmuusluvut (γ_R).

Kestävyys	Merkintä	Sarja R2
Kärki	γ_b	1,2
Vaippa (puristus)	γ_s	1,2
Kokonais-/yhdistetty (puristus)	γ_t	1,2
Vedetty vaippa:		
- lyhytaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,35
- pitkäaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,5

Taulukko 10. Kaivettujen paalujen kestävyden osavarmuusluvut (γ_R).

Kestävyys	Merkintä	Sarja R2
Kärki	γ_b	1,2
Vaippa (puristus)	γ_s	1,2
Kokonais-/yhdistetty (puristus)	γ_t	1,2
Vedetty vaippa:		
- lyhytaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,35
- pitkäaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,5

Taulukko 11. CFA-paalujen kestävyden osavarmuusluvut (γ_R).

Kestävyys	Merkintä	Sarja R2
Kärki	γ_b	1,2
Vaippa (puristus)	γ_s	1,2
Kokonais-/yhdistetty (puristus)	γ_t	1,2
Vedetty vaippa:		
- lyhytaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,35
- pitkäaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,5

Korrelaatiokertoimet paaluperustuksille

A.3.3.3(1)P

Taulukko 12. Korrelaatiokertoimet ξ ominaisarvon johtamiseksi staattisista koekuormituksista (n – koekuormitettujen paalujen lukumäärä)^{a,b}.

ξ kun $n =$	1	2	3/50%	4	5/100%
ξ_1	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00
ξ_2	1,40	1,20	1,05	1,00	1,00

^a Taulukkoarvot koskevat puristettuja paaluja.

^b Vedettyjä paaluja mitoitettaessa taulukkoarvot kerrotaan mallikertoimella 1,25

^c Lukumäärällä tarkoitetaan geoteknisen kestävyys kannalta samanlaisissa pohjasuhteissa tehtyjen samanlaisten paalujen mittausten lukumäärä tai osuutta paalujen kokonaismäärästä. Kappalemäärän tai prosentti osuuden mukaan valitaan se, jonka perusteella saadaan pienempi korrelaatio kerroin.

Taulukko 13. Korrelaatiokertoimet ξ ominaisarvon johtamiseksi pohjatutkimustuloksista (n – koeprofiilien lukumäärä).

ξ kun $n =$	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1,85	1,77	1,73	1,69	1,65	1,62	1,60
ξ_4	1,85	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40

Taulukko 14. Korrelaatiokertoimet ξ ominaisarvojen johtamiseksi dynaamisista koekuormituksista^{a,b,c,d,e} (n – koestettukuormitettujen paalujen lukumäärä).

ξ kun $n =$	= tai >2	=>5	=> 20/50%	=>15	=> 20/100%
ξ_5	1,60	1,50	1,45	1,42	1,40
ξ_6	1,50	1,35	1,30	1,25	1,25

^a Taulukon ξ arvot pätevät dynaamisille koekuormituksille (dynamic impact tests).

^b ξ -arvot voidaan kertoa mallikertoimella 0,9, kun käytetään signaalinsovitusta (signal matching). Arvot voidaan kertoa luvulla 0,9 myös ilman signaalinsovitusta, kun paalut tukeutuvat luotettavasti varmistettuun kallioon ja paalun geotekninen kestävyys riippuu lähinnä sen rakenteen kestävydestä.

^c ξ -arvot kerrotaan mallikertoimella 1,1 silloin, kun käytetään paalutuskaavaa ja lyönnin aikana mitataan näennäiselastinen paalun pään jousto.

^d ξ -arvot kerrotaan mallikertoimella 1,2 silloin, kun käytetään paalutuskaavaa eikä lyönnin aikana mitata paalun pään näennäiselastista joustoa.

^e Mikäli perustuksessa on erilaisia paaluja, niin samanlaisten paalujen ryhmät käsitellään erillisinä, kun paalujen lukumäärää n määritetään.

^f Lukumäärällä tarkoitetaan geoteknisen kestävyys kannalta samanlaisissa pohjasuhteissa tehtyjen samanlaisten paalujen mittausten lukumäärä tai osuutta paalujen kokonaismäärästä. Kappalemäärän tai prosentti osuuden mukaan valitaan se, jonka perusteella saadaan pienempi korrelaatio kerroin.

ξ -arvot voidaan kertoa luvulla 0,9 myös ilman signaalinsovitusta silloin, kun paalut tukeutuvat luotettavasti kallioon ja paalun kestävyys riippuu lähinnä sen rakenteellisesta kestävydestä.

Rakenteilla, jotka ovat riittävän jäykkiä ja lujia siirtämään kuormia "heikoilta" paaluilta "vahvoille" paaluille, kertoimet ξ_5 ja ξ_6 voidaan jakaa luvulla 1,1.

Lukumäärällä n tarkoitetaan geoteknisen kestävyyskannalta samanlaisissa pohjasuhteissa tehtyjen samanlaisten paalujen mittausten lukumäärää tai osuutta paalujen kokonaismäärästä (50 %, 100 %). Kappalemäärän tai prosenttiosuuden mukaan valitaan se, jonka perusteella saadaan pienempi korrelaatiokerroin.

Paalutuskaavan käyttö edellyttää, että kaava on aikaisemmin todettu ko. olosuhteissa luotettavaksi ja että paalutuslaite on kalibroitu ko. työmaaolosuhteissa.

Kestävyyden osavarmuusluvut ankkureille

A.3.3.4(1)P

Taulukko 15. Esijännitettyjen ankkurointien osavarmuusluvut (γ_R).

Kestävyys	Merkintä	Sarja R2
Tilapäinen	$\gamma_{a,t}$	1,25
Pysyvä	$\gamma_{a,p}$	1,5

Kestävyyden osavarmuusluvut (γ_R) tukirakenteille

A.3.3.5(1)P

Taulukko 16. Tukirakenteiden kestävyysosavarmuusluvut (γ_R).

Kestävyys	Merkintä	Sarja R2
kantokestävyys	$\gamma_{R,v}$	1,55
liukumiskestävyys	$\gamma_{R,h}$	1,1
maan kestävyys	$\gamma_{R,e}$	1,5

Kestävyyden osavarmuusluvut (γ_R) luiskille ja kokonaisvakavuudelle

A.3.3.6(1)P

Taulukko 17. Kestävyyden osavarmuusluvut (γ_R) luiskille ja kokonaisvakavuudelle.

Kestävyys	Merkintä	Sarja R3
maan kestävyys	$\gamma_{R,e}$	1,0

Osavarmuusluvut nosterajatilan (UPL) osoittamiseksi

A.4(1)P

Taulukko 18. Kuormien osavarmuusluvut (γ_F) (UPL).

Kuorma	Merkintä	Arvo
Pysyvä		
Epäedullinen ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,1 K_{FI}
Edullinen ^b	$\gamma_{G,stb}$	0,9
Muuttuva		
Epäedullinen ^a	$\gamma_{Q,dst}$	1,5 K_{FI}
^a Kaatava kuorma ^b Vakauttava kuorma		

A.4(2)P

Taulukko 19. Osavarmuusluvut maaparametreille ja kestävyyksille (UPL).

Maaparametri	Merkintä	Arvo
Leikkauskestävyysskulma ^a ("Kitkakulma")	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Tehokas koheesio	$\gamma_{c'}$	1,25
Suljettu leikkauslujuus	γ_{cu}	1,5
Vedetyn paalun kestävyys	$\gamma_{s,t}$	1,5
Ankkurin kestävyys murtorajatilassa	$\gamma_{a:ULS}$	1,5
^a Tällä varmuusluvulla jaetaan $\tan \phi'$		

Osavarmuusluvut hydraulisen nousurajatilan (HYD) osoittamiseksi

A.5(1)P

Taulukko 20. Kuormien osavarmuusluvut (γ_F) (HYD).

Kuorma	Merkintä	Arvo
Pysyvä		
Epäedullinen ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,35 K_{FI} edulliset pohjaolosuhteet
Epäedullinen ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,8 K_{FI} epäedulliset pohjaolosuhteet
Edullinen ^b	$\gamma_{G,,stb}$	0,9
Muuttuva		
Epäedullinen ^a	$\gamma_{Q,dst}$	1,5 K_{FI}
^a Kaatava kuorma ^b Vakauttava kuorma		

9. Liite H: Rakenteellisen muodonmuutoksen ja perustuksen liikkeen raja-arvot

Ympäristöministeriön asetus (13/16)
geoteknisen suunnittelun yleisiä sääntöjä koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa
standardia SFS-EN 1997-1

9 § Liite H: Rakenteellisen muodonmuutoksen ja perustuksen liikkeen raja-arvot

Liitettä H ei käytetä.

Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1997-2: Geotekninen suunnittelu.

Osa 2: Pohjatutkimus ja koestus

Ohje

Standardissa SFS-EN 1997-2 viitataan täydentävänä aineistona käytettyihin CEN ISO/ Technical Specifications (CEN ISO/TS) teknisiin ohjeisiin. Ohjeiden käyttöä koskevat suositukset on esitetty taulukossa 1. Standardin SFS-EN 1997-2 informatiivisten liitteiden käyttöä koskevat valinnat on esitetty tämän kansallisen liitteen taulukossa 2.

Osa CEN ISO/TS julkaisuista ja opastavista liitteistä (tai niiden osista) soveltuvat käyttöön sellaisenaan. Osa niistä jää opastaviksi, kunnes ne on julkaistu standardeina.

Soveltamisohjeita on esitetty geoteknistä tutkimusta ja koestusta käsittelevissä SFS-käsikirjoissa SFS 179-2:2008.

Taulukko 1. CEN ISO/TS-julkaisujen käyttö Suomessa

Kohta/CEN ISO/TS	Otetaan käyttöön sellaisenaan	Lisätiedot
4.8.1(2)P Huomautus, CEN ISO/TS 22476-10:2005 (Painokairaus)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
4.10.1(4) Huomautus, CEN ISO/TS 22476-11:2005 (Lapadilatometri)	Kyllä	
5.5.3.1(3) Huomautus, CEN ISO/TS 17892-1:2004 (Maan vesipitoisuuden määrittäminen)	Ei	SFS-EN ISO 17892-1
5.5.4.1(3)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-2:2004 (Irtotiheyden määrittäminen)	Ei	SFS-EN ISO 17892-2
5.5.5.1(2)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-3:2004 (Kiintotiheyden määrittäminen)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.5.6.1(1) Huomautus, CEN ISO/TS 17892-4:2004 (Raekokoanalyysi)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.5.7.1(5) Huomautus, CEN ISO/TS 17892-12:2004 (Konsistenssirajojen määrittäminen)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.7.2(1)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-6:2004 (Maan lujuusindeksikokeet)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.8.4.1(2) Huomautus, CEN ISO/TS 17892-7:2004 (Yksiaksiaalinen puristuskoet)	Kyllä	Huom. Ei koske stabiloitua maata.
5.8.5.1(3)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-8:2004 (Konsolidoimaton suljettu kolmiakselikoe)	Kyllä	
5.8.6.1(1)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-9:2004 (Konsolidoitu kolmiaksiaalinen puristuskoet)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.8.7.1(1)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-10:2004 (Konsolidoitu suora rasialeikkauskoet)	Kyllä	
5.9.2.2(7)P Huomautus, CEN ISO/TS 17892-5:2004 (Ödometrikoe)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.11.2(1)P ja (8) Huomautus, CEN ISO/TS 17892-11:2004 (Maan vedenläpäisevyyskoet)	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten soveltamisohjeiden kanssa
5.12.4.1(5)P Huomautus, Liite U.3 ja kohta X.4.9.2 (Kallion vesipitoisuuden määrittäminen)	Kyllä	
5.12.5.1(4) Huomautus, Liite U.4 ja kohta X.4.9.3 (Tiheyden ja huokoisuuden määrittäminen)	Kyllä	
5.12.5.2(3) Huomautus, CEN ISO/TS 17892-3:2004 (Tiheyden ja huokoisuuden määrittäminen)	Kyllä	

Taulukko 2. Opastavien liitteiden käyttö Suomessa

<i>Liite/Aihe</i>	Otetaan käyttöön sellaisenaan	Lisätiedot
<i>A Luettelo geoteknisten koestandardien tutkimustuloksista</i>	Kyllä	
<i>B Geoteknisten tutkimusten suunnittelu:</i> - <i>B.1 Pohjatutkimusten vaiheet</i> - <i>B.2 Pohjatutkimusmenetelmien valinta</i> - <i>B.3 Tutkimuspisteiden välit ja tutkimussyvyudet</i>	Kyllä Kyllä	Käyttöön hyväksytään muitakin geofysikaalisia menetelmiä kuin seisminen luotaus. Tutkimuspisteiden välejä ja tutkimussyvyyyksiä määritettäessä otetaan huomioon Suomen geologisten muodostumien pienipiirteisyys.
<i>C Esimerkki pohjavedenpaineen johtamisesta mallin ja pitkäaikaisten havaintojen perusteella</i>	Kyllä	
<i>D Puristinkairauskokeet CPT-, CPTU ja CPTM-kokeet</i>	Kyllä	
<i>E Pressometrikoe (DMT)</i>	Kyllä	
<i>F SPT -kairaus</i>	Kyllä	
<i>G Hejarikairaus (DP)</i>	Kyllä	
<i>H Painokairaus (WST)</i>	Kyllä	
<i>I Siipikairaus (FVT)</i>	Kyllä	
<i>J Dilatometrikoe (DMT)</i>	Kyllä	
<i>K Levykuormituskoe (PLT)</i>	Kyllä	
<i>L Maanäytteen valmistelu koestusta varten</i>	Kyllä	
<i>M.1 Tarkistuslista luokituskokeita varten</i>	Kyllä	
<i>M.2 Vesipitoisuuden määrittäminen</i>	Kyllä	
<i>M.3 Irtotiheyden määrittäminen</i>	Kyllä	
<i>M.4 Kiintotiheyden määrittäminen</i>	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten ohjeiden kanssa
<i>M.5 Raekokoanalyysi</i>	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten ohjeiden kanssa
<i>M.6 Suhteellisen tiiviyden määrittäminen</i>	Kyllä	
<i>M.7 Maalajin dispergoituvuuden määrittäminen</i>	Kyllä	
<i>M.8 Routivuuden määrittäminen</i>	Kyllä	
<i>N Maan kemialliset kokeet</i>	Kyllä	
<i>O Maan lujuusindeksikokeet</i>	Ei	
<i>P Maan lujuuskokeet:</i> - <i>kolmiakseliset puristuskokeet</i> - <i>konsolidoidut suorat rasialeikkaukset</i>	Ei Kyllä	Käyttö yhdessä kansallisten ohjeiden kanssa
<i>Q Maan kokoonpuristuvuuskokeet (ödometrikoe)</i>	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten ohjeiden kanssa
<i>R Maan tiivistyskokeet</i>	Kyllä	
<i>S Maan vedenläpäisevyyskokeet</i>	Ei	Käyttö yhdessä kansallisten ohjeiden kanssa
<i>T Kallionäytteiden valmistelu</i>	Kyllä	
<i>U Kalliomateriaalin luokituskokeet</i>	Kyllä	
<i>V Kalliomateriaalin paisumiskokeet</i>	Kyllä	
<i>W Kalliomateriaalin lujuuskokeet</i>	Kyllä	
<i>X Kirjallisuus</i>	Käytetään informatiivisena	

