

**Dokumenttia tai sen osia ei saa kopioida, jakaa, välittää, muunnella eikä ladata tekoälysovelluksiin.  
Dokumentti on tarkoitettu lausunnon antamista varten.**

## Sisällys

16300 Kaivantojen tukiseinärakenteet .....	3
16300.1 Kaivantojen tukiseinärakenteiden materiaalit .....	3
16300.2 Kaivantojen tukiseinärakenteiden alusta .....	4
16300.3 Kaivantojen tukiseinärakenteiden tekeminen .....	4
16300.4 Valmis kaivannon tukiseinärakenne .....	8
16300.5 Kaivantojen tukiseinärakenteiden kelpoisuuden osoittaminen.....	9
16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset.....	9
16310 Elementtituet.....	11
16310.1 Elementtitukien materiaalit .....	11
16310.2 Elementtitukien alusta .....	11
16310.3 Elementtitukien asentaminen .....	11
16310.4 Valmis elementtituenta .....	12
16310.5 Elementtituennan kelpoisuuden osoittaminen.....	12
16310.6 Elementtitukien asentamisen ympäristövaikutukset.....	12
16320 Ponttiseinät .....	13
16320.1 Ponttiseinien materiaalit .....	13
16320.2 Ponttiseinien alusta .....	14
16320.3 Ponttiseinien tekeminen .....	14
16320.4 Valmis ponttiseinä .....	16
16320.5 Ponttiseinien kelpoisuuden osoittaminen.....	17
16320.6 Ponttiseinien tekemisen ympäristövaikutukset .....	17
16330 Settiseinät.....	17
16330.1 Settiseinien materiaalit .....	18
16330.2 Settiseinien alusta .....	18
16330.3 Settiseinien tekeminen .....	18
16330.4 Valmis settiseinä.....	20
16330.5 Settiseinien kelpoisuuden osoittaminen .....	20
16330.6 Settiseinien tekemisen ympäristövaikutukset .....	21
16340 Patoseinät.....	21
16350 Porapaaluseinät.....	21
16350.1 Porapaaluseinät materiaalit .....	22
16350.2 Porapaaluseinän alusta .....	22
16350.3 Porapaaluseinien tekeminen.....	22

16350.4 Valmis porapaaluseinä .....	23
16350.5 Porapaaluseinien kelpoisuuden osoittaminen .....	24
16350.6 Porapaaluseinien tekemisen ympäristövaikutukset.....	24
16360 Kaivinpaaluseinät.....	25
16370 Tukiseinien rakenneosat.....	25
16390 Muut kaivantojen tukirakenteet .....	25
16391 Kaivannon seinämien vahvistaminen stabiloimalla.....	25

## 16300 Kaivantojen tukiseinärakenteet

### Ohje

Tässä luvussa käsitellään rakentamisen aikaisia ja pysyviä tukirakenteita.

Kaivantojen tukiseinärakenteet on sisältöjen osalta jaoteltu seuraavasti:

- *Luvuissa 16310, 16320, 16330, 16340, 16350 ja 16360* käsitellään erilaisia tukiseinärakenteita kuten elementtitukia, pontti-, setti-, pato-, porapaalu- ja kaivinpaaluseiniä, joihin kohdistuu maan- tai vedenpainetta.
- *Luvussa 16370* käsitellään tukiseiniin liittyviä rakenneosia kuten vaaka- ja pöngäpalkkeja, juuritappeja, kalliopultteja, juuripalkkeja, vetoankkureita ja maa- ja kallioankkureita sekä niihin liittyviä teräksisiä konsolirakenteita.
- *Luvussa 16391* käsitellään kaivannon seinämien vahvistaminen stabiloimalla.

### Viitteet

[Infra 2015 Määrittämisohje 1630](#)

[16310 Elementtituet, InfraRYL](#)

[16320 Ponttiseinät, InfraRYL](#)

[16330 Settiseinät, InfraRYL](#)

[16340 Patoseinät, InfraRYL](#)

[16350 Porapaaluseinät, InfraRYL](#)

[16360 Kaivinpaaluseinät, InfraRYL](#)

[16370 Tukiseinien rakenneosat, InfraRYL](#)

[16391 Kaivannon seinämien vahvistaminen stabiloimalla, InfraRYL.](#)

### 16300.1 Kaivantojen tukiseinärakenteiden materiaalit

#### Vaatus

Kaivantojen tuennan materiaalit ovat *lukujen 16310...16391* mukaiset.

### Ohje

Tuennan materiaalivaatimukset määräytyvät tapauskohtaisesti tuentasuunnitelman mukaan.

### Viitteet

[16310 Elementtituet, InfraRYL](#)

[16320 Ponttiseinät, InfraRYL](#)

[16330 Settiseinät, InfraRYL](#)

[16340 Patoseinät, InfraRYL](#)

[16350 Porapaaluseinät, InfraRYL](#)

[16360 Kaivinpaaluseinät, InfraRYL](#)

[16370 Tukiseinien rakenneosat, InfraRYL](#)

[16391 Kaivannon seinämien vahvistaminen stabiloimalla, InfraRYL.](#)

## 16300.2 Kaivantojen tukiseinärakenteiden alusta

### Vaatus

Pintamaat poistetaan tarvittaessa. Raivaukset sekä rakenteiden ja laitteiden siirrot on tehty sekä rakennukset, puusto, kasvillisuus ja pintamaat on poistettu *lukujen 11200, 11300, 11310, 33601, 33602 ja 33603* mukaan.

Talvityössä lumi ja jää poistetaan ennen tuentatyötä.

Työalustan vaatimukset:

- Rakentamissuunnitelmassa tulee määritellä alustalle asetettavat vaatimukset, mukaan lukien toimiva kuivatusjärjestelmä ja huomioiden tarvittaessa kansalliset määräykset (ks. standardi *SFS-EN 1997-1*).
- Työalustan rakentamiseen ja kunnossapitoon käytettävät materiaalit tulee määritellä rakentamissuunnitelmassa ja niiden tulee täyttää asetetut vaatimukset.
- Työalustan tulee olla mitoiltaan riittävä, pohjavedenpinnan yläpuolella ja vaakasuoraan tasattu.
- Työalustan tulee olla soveltuva raskaiden koneiden ja muiden työmaatoimintojen turvalliseen käyttöön.
- Työalustaa ja kulkuteitä tulee kunnossapitää siten, että ne pysyvät toimintakuntoisina.

### Viitteet

SFS-EN 1997-1 Geotekninen suunnittelu

[11200 Oleva kasvillisuus ja puusto, InfraRYL](#)

[11300 Olevat rakenteet, InfraRYL](#)

[11310 Olevat maa- ja pohjarakenteet, InfraRYL.](#)

[33601 Poistettavat valaistusrakenteet, InfraRYL](#)

[33602 Siirrettävät valaistusrakenteet, InfraRYL](#)

[33603 Suojattavat, tuettavat ja vahvistettavat valaistusrakenteet, InfraRYL.](#)

## 16300.3 Kaivantojen tukiseinärakenteiden tekeminen

### Vaatus

Kaivantotöistä vastaavalla työnjohtajalla tulee olla riittävä pätevyys. Kaivantotöiden työnjohdon pätevyysluokitusta on ohjeistettu tarkemmin julkaisussa *RIL 263-2014 Kaivanto-ohje*.

Työssä otetaan huomioon työturvallisuuden edellyttämät toimet kaivannon sortumisen ja muiden vahinkojen estämiseksi.

Ennen kaivutöitä tehdään kaivannon riskitarkastelu ja kaivantotyön työsuunnittelu.

Kaivantosuunnitelma tulee laatia kaivannon vaativuusluokka huomioiden pätevä suunnittelijan toimesta yli 2 m syvistä kaivannoista sekä kaivannoista, joissa on olemassa sortumisvaara (VNa 205/09).

Kaivantotyöstä tehdään turvallisuuskartoitus ja turvallisuussuunnitelma (RIL 263-2014).

Tuettavasta kaivannosta tehdään kaivantosuunnitelma. Kaivantosuunnitelmassa esitetään kaivannon ja lähirakenteiden tuentatarve ja -tapa kaivuvaiheittain, lopullinen kaivusvyvyys, pohjaveden alentamisen tarve ja tapa, tukiseinän- ja ympäristön tarkkailumittaukset (tukirakenteen ja ympäristön siirtymät, pohjavedenpinta, ankkurivoimat jne.) ja kaivannon vaativuusluokka tapausittain paikallisten olosuhteiden mukaan ja ulkopuolisen kuormituksen yms. tekijöiden perusteella.

Ympäristön asettamat vesitiiviysvaatimukset tuetulle kaivannolle tulee huomioida suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kaivanto tehdään kaivantosuunnitelmassa esitetyssä laajuudessa ja kaivantosuunnitelman mukaisesti siten, että varmuus sortumista vastaan säilyy kaikissa olosuhteissa. Työn edetessä tarkkaillaan, että olosuhteet vastaavat rakentamissuunnitelmassa esitettyä.

Kaivannot aidataan työmaan turvallisuussuunnitelman mukaisesti. Maanteillä, kaduilla ja yksityisteillä kaivannot suojataan Väyläviraston ohjeen *Sulku- ja varoituslaitteet* mukaisilla kaiteilla kohteen suojausluokan mukaisesti. Lisäksi noudatetaan kuntien ja kaupunkien mahdollisia omia ohjeita.

Urakoitsija laatii kaivantosuunnitelman perusteella kohdekohtaisen teknisen työsuunnitelman kaivannon toteuttamisesta.

Kaivanto pidetään työn aikana niin kuivana, että kaivannossa tehtävät työt voidaan asianmukaisesti tehdä ja että pohjamaa pysyy mahdollisimman häiriintymättömänä maanvaraisten rakenteiden kohdilla.

## Ohje

Kaivantosuunnitelma perustuu Eurokoodin mukaiseen mitoitusmenettelyyn sekä niitä täydentäviin ohjeisiin *NCCI 7, Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje* ja *RIL 263-2014 Kaivanto-ohje*. Kaivantosuunnitelmaan liittyvissä geoteknisissä ja rakenneteknisissä mitoituksissa huomioidaan ja dokumentoidaan erilaiset työnaikaiset mitoitusilanteet.

Kaivanto tehdään tuettuna, kun:

- luiskatun kaivannon varmuus sortumista vastaan ei ole riittävä
- luiskattu kaivanto ei mahdu käytettävissä olevaan tilaan tai kaivannon viereen tarvitaan tilaa
- ympäristövaikutusten rajoittaminen sitä edellyttää
- kaivannon kuivanapito sitä edellyttää.

Kaivantosuunnitelma perustuu kaivannon vaativuutta vastaaviin pohjatutkimuksiin.

Kaivantosuunnitelmassa otetaan huomioon kaivannon vaikutusalueen ympäristöolosuhteet, kuten lähirakenteiden (rakennukset, putkijohdot, maa- ja pohjarakenteet, laitteet) perustamistavat, kunto ja tärinän sietokyky. Kaivantotyössä huomioidaan myös kaivantotyön vaikutus pohja- ja orsivedenpintoihin sekä tarvittavat toimenpiteet niiden pysymiseksi alkuperäisellä tasolla.

Tukemistarve ja -menetelmä esitetään rakentamissuunnitelmassa. Kaivanto tuetaan kaivantosuunnitelman mukaisesti. Jos tuentaa ei voida tehdä rakentamissuunnitelman mukaisesti, suunnitelmat tarkistetaan ja muutetaan olosuhteita vastaaviksi.

Tukemistapa valitaan mm. työturvallisuuden, rakennuspaikan työnaikaisten pohjasuhteiden, käytettävissä olevan työtilan, olemassa olevien rakenteiden ja kaivannon mittojen perusteella.

Kaivannon ja sen ympäristön seuranta- ja tarkkailumittauksista laaditaan tarvittaessa erillinen suunnitelma. Ennen kaivannon rakentamista tulee varmistua, että kaivannon ympäristöön ja kaivantorakenteisiin on pohjaolosuhteet huomioon ottaen asennettu riittävästi ympäristön seuranta- ja tarkkailupisteitä tai painumatarkkailupisteitä, joilla kaivannon ympäristövaikutuksia voidaan kaivantotyön aikana seurata. Mikäli kaivannon vaikutuspiirissä on rakenteita, tulee niille määrittää sallitut raja-arvot painumille, siirtymille, kallistumille ja kiertymille ennen kaivantotöiden aloittamista.

Seuranta- ja tarkkailupisteet tulee rakentaa ennen kaivannon rakentamista. Seurantaan suositellaan käytettäväksi automaattisia monitorointivälineitä.

Kaivantoon kertyvä vesi pumpataan pois, ellei rakentamissuunnitelmassa ole muuta määrätty. Maa-aineksia sisältävää vettä ei työn aikana saa johtaa jo rakennettuihin putkistoihin. Työnaikaisissa vedenpoistolinjoissa tulee olla selkeytysaltaat tai vastaavat.

Kaivannon mahdollinen etukäteen tehtävä työnaikainen tai pysyvä pohjaveden alennus ja käytettävä menetelmä esitetään rakentamissuunnitelmassa. Pohjavettä joudutaan yleensä alentamaan ennen kaivutyön aloittamista, jos kaivannon lopullinen pohja on huomattavan paljon pohjaveden pinnan alapuolella tai jos hydraulisen murtuman tai nosteen aiheuttaman pohjannousun vaara on olemassa. Ennen kaivua varmistetaan, että pohjavesi on kaivutason alapuolella tai rakentamissuunnitelmassa esitetyllä tasolla.

Kaivannon ulottuessa pohjaveden pinnan alapuolelle hyvin koossapysyvässä ja huonosti vettä läpäisevässä pohjamaassa (savi, tiivis pohjamoreeni) kuivanapito voidaan useimmiten tehdä suoraan kaivannosta pumpaamalla, ellei nosteen aiheuttaman pohjannousun riskiä ole. Myös karkeissa kitkamaissa voidaan pumpata suoraan kaivannosta, mikäli pumppauskapasiteetti riittää ja haitallisen eroosion tai hydraulisen murtumisen vaaraa ei ole olemassa. Pitempien työnaikaisten keskeytysten ajaksi on kaivanto täytettävä vedellä vähintään pohjaveden pinnan tasoon asti.

Kun imukärkiä käytetään pohjaveden alentamiseen, imukärkien asennus tehdään vesihuuhtelulla kivettömässä siltti- ja hiikkamaassa tai suojaputken avulla poraamalla kivisessä maassa ja moreenissa.

Imuputkien ympärys täytetään suodatinhiekillä imukärkien osalta. Putken yläosa täytetään savella tai muulla tiiviillä materiaalilla ilmatiiviuden saavuttamiseksi.

Käytössä tulee olla varapumppu ja jatkuva valvonta.

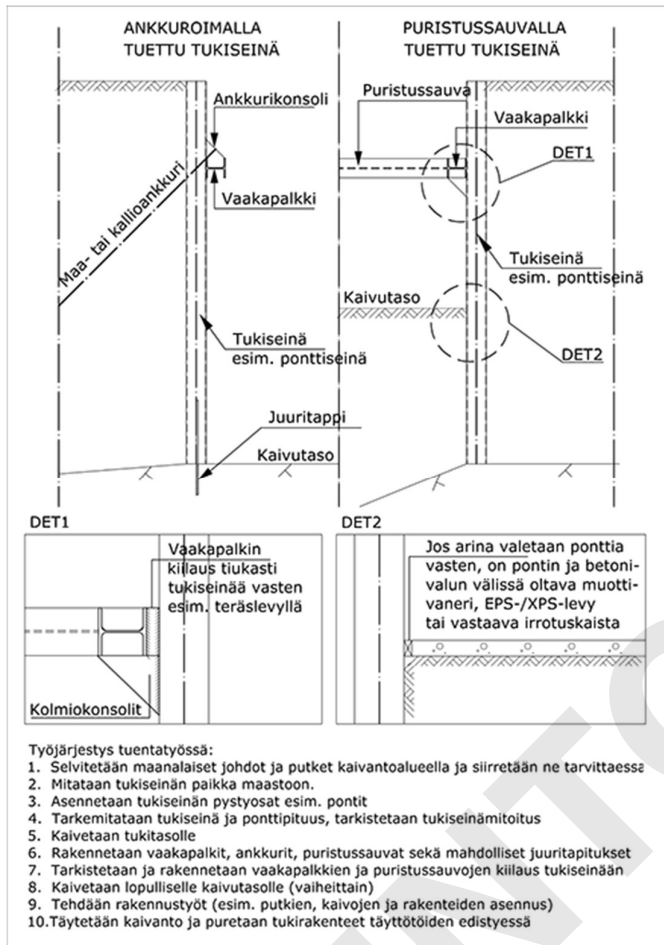
Imupumpun tehon tulee olla riittävä arvioidun pumppaustuoton ja nostokorkeuden suhteen.

### Vaatus

Kaivannon tukirakenteiden rakentaminen ja purkaminen tehdään siten, että niistä ei aiheudu työn aikana maan haitallista liikkumista kaivannon ympäristössä tai rakennetussa kaivannossa eikä rakenteiden tai johtojen siirtymistä. Rakentamisen aikaiset tukirakenteet poistetaan kaivannosta, ellei rakentamissuunnitelmassa ole toisin esitetty.

### Ohje

Kuvassa [16300:K1](#) esitetään tuetun kaivannon mallipoikkileikkaus. Arinan ja putkien etäisyys tukiseinästä on luvun [13300](#) mukainen.



Kuva 16300:K1. Tuettu kaivanto, esimerkki.

Tuetun putkikaivannon leveys on määriteltävä kaivantosunnitelmassa siten, että sivusuunnassa on tilaa riittävästi, jotta putkien vierustäytöt pystytään tiivistämään kunnolla. Vaakapalkkien väliin on jätävä riittävästi tilaa kaivutyötä varten kaivusvyövyys ja -suunta huomioiden. Vaakapalkkien vapaan välin (ts. puristussauvan pituus) suositeltava vähimmäismitta on 1 m kaivun tapahtuessa kaivannon suuntaisesti.

Vaakapalkit eivät saa estää putkien vierustäytön tiivistämistä. Alkutäyttöä tiivistettäessä suositeltava alimman vaakapalkin etäisyys putken laesta on vähintään 0,8 m.

Rakennuskaivantoja rakennettaessa on noudatettava *valtioneuvoston asetusta rakennustyön turvallisuudesta VNa 205/09, § 45 Kaivutyö ja kaivannon tuenta*. Lisäksi hyvä rakennustapa edellyttää, että noudatetaan julkaisun *RIL 263-2014* ohjeita.

### Vaatus

Tukiseinän purkamisjärjestys on rakentamissuunnitelman mukainen.

### Ohje

Yleensä vaakatukia purettaessa seinä tukeutuu tukitasolle ulottuvaan, tiivistettyyn täyttöön ja tukiseinärakenne puretaan, kun vierustäyttö on kokonaan valmis.

### Vaatus

Tukiseinän vierusta täytetään rakentamissuunnitelmassa esitetyillä maa-aineksilla ja tiivistetään vaadittuun tiiviyteen. Mahdollinen pohjavedenpinnan alentaminen lopetetaan kohteessa rakentamissuunnitelman mukaisesti.

### Ohje

Pohjavedenpinnan alentaminen voidaan lopettaa tukiseinän purkamisen loppuvaiheessa, kun kaivanto on täytetty ja tiivistetty.

### Vaatus

Tukiseinän asentaminen tai poistaminen ei saa aiheuttaa haitallisia painumia eikä rakenteiden, putkijohtojen tai kaapeleiden siirtymiä. Tukiseinärakenteet katkaistaan rakentamissuunnitelman mukaiseen tasoon.

### Ohje

Liiallista täryttämistä on varottava, jos lähistöllä on tärinälle herkkiä rakenteita tai koneita.

Täryttäminen aiheuttaa myös maan häiriintymistä ja tiivistymistä. Jos mahdollisesti häiriintyvän maakerroksen varaan on perustettu rakenteita, jätetään pontit maahan, jos niitä ei voida poistaa rakenteita rikkomatta.

### Viitteet

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, [RT STM-21419](#)

[13300 Arinarakenteet, InfraRYL](#)

Geoteknisen mittaamisen ja monitoroinnin olennaiset käsitteet ja periaatteet, Suomen Geoteknillinen yhdistys

NCCI 7 Eurokoodin soveltamisohje, Geotekninen suunnittelu – NCCI 7, Väyläviraston ohje ([www.vayla.fi/ohjeluettelo](http://www.vayla.fi/ohjeluettelo))

RIL 263-2014 Kaivanto-ohje

Sulku- ja varoituslaitteet, Väyläviraston ohje ([www.vayla.fi/ohjeluettelo](http://www.vayla.fi/ohjeluettelo))

Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje, Väyläviraston ohje ([www.vayla.fi/ohjeluettelo](http://www.vayla.fi/ohjeluettelo)).

## 16300.4 Valmis kaivannon tukiseinärakenne

### Vaatus

Tuenta on rakentamissuunnitelman mukainen.

Tuennan tulee olla sellainen, että estetään kaivannon pohjan hydraulinen murtuminen, kaivannon seinämien sortuminen ja maa-ainesten putoaminen kaivannon seinämistä ja maanpinnalta kaivantoon sekä turvataan työn tekeminen kaivannossa.

## 16300.5 Kaivantojen tukiseinärakenteiden kelpoisuuden osoittaminen

### Vaatus

Tarkistetaan, että tuenta on rakentamissuunnitelman mukainen.

Laadunvarmistus toteutetaan, dokumentoidaan ja raportoidaan urakoitsijan laatiman ja rakennuttajan ja suunnittelijan hyväksymän laadunvarmistussuunnitelman mukaisesti.

Maahan jäävistä rakenteista tehdään aina tarkepiirustukset kaupunkien, kuntien tai tilaajien ohjeiden mukaisesti.

Jos havaitaan eroavaisuutta rakentamissuunnitelmaan nähden, tulee suunnittelijan määrittää jatkotoimenpiteet ja tarvittaessa päivitettävä rakentamissuunnitelmaa muutosalueen osalta.

Teräskannattimien alapään taso dokumentoidaan toteumapiirustukseen.

Mittaustulokset ja tarkepiirustukset kootaan työmaalla ajan tasalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan.

### Ohje

Kaivannon tuennassa laadun toteaminen perustuu ensisijaisesti rakentamissuunnitelman toteutumisen ja materiaalien valvontaan sekä työsuorituksen menetelmävalvontaan.

Laadunvarmistussuunnitelma sisältää kaivantosuunnitelmassa edellytetyt toimenpiteet ja lisäksi urakoitsijan laadunvarmistuskäytännön mukaiset toimenpiteet, ks. *RIL 263-2014 kohta 9.8.1.*

### Viitteet

SFS-EN 1090-2 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset

RIL 263-2014 Kaivanto-ohje.

## 16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset

### Vaatus

Kaivanto toteutetaan rakentamissuunnitelman mukaan siten, että kaivannon vaikutus ympäristöön rajoittuu hyväksyttävään tasoon.

### Ohje

Ennen kaivutyöhön ryhtymistä tulee viereisten rakenteiden seurantamittauksille olla määritettynä raja-arvot. Seurantamittaukset tulee aloittaa ennen kaivutyön aloittamista ja jatkaa koko kaivantotyön ajan.

Tavoitteena tulee olla se, että kaivannon ympäristössä:

- rakennuksiin ja rakenteisiin ei synny painumia, sivusiirtymiä, vaurioita tai haitallisia kuormituksia

- maassa oleviin 1 paaluihin ei synny haitallista negatiivista vaippahankausta tai haitallista sivukuormaa
- laitteet ja tekniset järjestelmät eivät vaurioidu
- kunnallistekniikkaan ja muihin infrarakenteisiin ei synny haitallisia painumia, haitallisia sivusiirtymiä tai vaurioita
- pohjaveden ja orsiveden taso ja virtausolosuhteet eivät muutu haitallisesti
- haitataan mahdollisimman vähän liikennettä
- työnaikainen tärinä pysyy sallituissa rajoissa (suunnitelmaratkaisu, tuentatapa)
- melu pysyy hyväksyttävällä tasolla
- siirtymiä, pontitus- tai paalutustärinää seurataan reaaliaikaisesti työvaiheen aikana.

Katselmuksen tarve esitetään rakentamissuunnitelmassa ja muissa sopimusasiakirjoissa.

Katselmuksesta pidetään pöytäkirjaa, joka lähetetään tiedoksi ja hyväksyttäväksi asianosaisille.

Rakenteisiin asennetaan riittävä määrä seuranta- ja/tai painumamittauspisteitä, joita seurataan koko kaivantotyön ajan.

### Vaatus

Tärinää aiheuttavan kaluston, työtavan ja -järjestyksen vaikutus otetaan huomioon työ- ja laaduntarkkailusuunnitelmissa. Tärinä-, painuma- ja siirtymämittauksia tehdään rakentamissuunnitelman mukaan.

Pohjaveden alennus tehdään rakentamissuunnitelman mukaisesti.

Tukiseinän tai tukiseinärakenteen poistamisesta tulee laatia poisto-/purkusuunnitelmat, jossa tukiseinärakenteen/-rakenteiden poistovaihe(et) on huomioitu. Jos tukiseinärakenne, esim. ponttiseinä, poistetaan maasta nostamalla tärytystä käyttäen, tulee ympäristössä olevien rakenteiden siirtymiä ja painumia tarkkailla työnaikaisesti ja tärinän leviäminen ympäristöön pyrkiä minimoimaan.

Tulee myös huolehtia, että ympäristön lähirakenteisiin tai -rakennuksiin on asennettu automaattisia tärinän seurantamittareita. Maahan jätettävät tukiseinärakenteet tulee poistaa rakentamissuunnitelmassa esitettyyn tasoon asti. Maahan jätetyt tukiseinärakenteet eivät saa haitata mahdollisesti myöhemmin tehtäviä korjaus-/kaivutoimenpiteitä tai yläpuolisten rakenteiden toimintaa. Mikäli maahan jätetään rakenteita, tulee niiden jättämiselle olla sijoituslupa alueen tai kiinteistön omistajalta. Tie- ja katualueilla sijoitusluvan antaa kadun- tai tienpitäjä.

Mittaustulokset ja tarkepiirustukset kootaan työmaalla ajan tasalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan.

### Ohje

Ohjeeseen *Infra- ja maarakentamisen ympäristövaikutukset ja niiden hallinta* on koottu infrarakennushankkeen tyypillisimmät työnaikaiset ympäristövaikutukset sekä niiden hallintakeinot (*luvut 6 ja 7*).

### Viitteet

Infra- ja maarakentamisen ympäristövaikutukset ja niiden hallinta, InfraRYL

RIL 253-2024 Rakentamisen aiheuttamat tärinät.

## 16310 Elementtituet

### Ohje

Tässä luvussa käsitellään rakentamisen aikaisia tukirakenteita.

### Viitteet

[Infra 2015 Määrittämissuositus 1631.](#)

### 16310.1 Elementtitukien materiaalit

#### Vaatus

Elementteinä käytetään kaivannon seinämää vasten asennettuja levyjä, jotka tuetaan toisiinsa erillisillä poikkituilla, tai sellaisia elementtejä, joissa on valmiina molemmat reunalevyt ja tarvittavat tuet.

Elementtitukien tulee olla standardien *SFS-EN 13331-1* ja *SFS-EN 13331-2* mukaiset.

Elementtituista tulee olla *SFS-EN 13331-1* mukaiset käyttöselosteet. Elementtejä käytetään vain käyttöselosteen esittämissä käyttötarkoituksissa ja -olosuhteissa.

Ennen elementtituen käyttöä on varmistettava käyttöselosteen mukaisesti elementtituen kunto. Mikäli elementtituki ei täytä käyttöselosteessa esitettyä kuntoa (kriteerit kulumiselle ja vaurioitumiselle), ei ko. elementtitukea saa käyttää kaivannossa.

#### Viitteet

SFS-EN 13331-1 Trench lining systems. Part 1: Product specifications

SFS-EN 13331-2 Trench lining systems. Part 2: Assessment by calculation or test.

### 16310.2 Elementtitukien alusta

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.2](#).

#### Viitteet

[16300.2 Kaivantojen tukiseinärakenteiden alusta, InfraRYL.](#)

### 16310.3 Elementtitukien asentaminen

#### Vaatus

Kaivantoelementit asennetaan tiiviisti kaivannon seinämää vasten käyttöselosteen mukaan.

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.3](#).

Matalien kaivantojen rakentaminen tehdään kaivamalla kaivanto määräsyyvyyteen ja asentamalla elementtituki kaivannon pohjalle, minkä jälkeen elementtituen taustat täytetään kaivumailla siten, että tyhjätilaa ei jää elementin taakse. Elementin asennus tehdään yksi kerrallaan siten, että kaivinkone työskentelee putkikaivannon etenemissuuntaan.

Syvissä (2...4 m) kaivannoissa elementtituet asennetaan matalaan alkukaivantoon. Kaivua jatketaan elementin sisältä ja samanaikaisesti elementtiä painetaan kaivinkoneella alaspäin, kunnes määrätaso on saavutettu. Elementtitukien taustat täytetään alkukaivannon osalta kaivumailla.

Elementtitukien taustat voidaan täyttää myös routimattomalla kiviaineksella esim. sepelillä, erityisesti talviolosuhteissa elementtien ylös nostamisen helpottamiseksi.

Pehmeässä pohjamaassa tai kun käytettävissä oleva tila on ahdas, elementtien asennus voidaan tehdä alusta lähtien sisäpuolelta kaivaen ja elementtiä alaspäin painaen ilman erillistä alkukaivantoa.

Elementtitukia ei tule käyttää maaperäolosuhteissa, joissa on pohjannousun vaara olemassa ilman erityisiä toimenpiteitä (esim. pohjaveden työnaikainen alentaminen).

### Viitteet

[16300.3 Kaivantojen tukiseinärakenteiden tekeminen, InfraRYL.](#)

### 16310.4 Valmis elementtituenta

#### Vaatus

Tuenta on rakentamissuunnitelman mukainen.

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.4](#).

#### Viitteet

16300.4 Valmis kaivannon tukiseinärakenne, InfraRYL.

### 16310.5 Elementtituennan kelpoisuuden osoittaminen

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.5](#).

#### Viitteet

[16300.5 Kaivantojen tukiseinärakenteiden kelpoisuuden osoittaminen, InfraRYL.](#)

### 16310.6 Elementtitukien asentamisen ympäristövaikutukset

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.6](#).

**Viitteet**

[16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset, InfraRYL.](#)

**16320 Ponttiseinät****Ohje**

Tässä luvussa käsitellään rakentamisen aikaisia ja pysyviä tukirakenteita.

**Viitteet**

[Infra 2015 Määrämittausohje 1632.](#)

**16320.1 Ponttiseinien materiaalit****Vaatus**

Teräsponttiseinien rakentamisessa käytetään teräksisiä ponttiprofiileja.

Uusien teräsponttien tulee täyttää standardeissa *SFS-EN 10248-1*, *SFS-EN 10248-2*, *SFS-EN 10249-1*, *EN SFS-10249-2* ja *SFS-EN 10079* esitetyt vaatimukset.

Uudelleenkäytettävän ja muuhun tarkoitukseen uudelleenhyödynnettävän teräksen, tulee täyttää vähintään rakentamissuunnitelmassa esitetyt geometrisia ominaisuuksia ja materiaaliominaisuuksia koskevat vaatimukset.

Ponttiprofiiliin tulee olla vaurioitumaton ja siinä ei saa olla sellaista haitallisista epäpuhtautta tai viallisuutta, mikä heikentää ponttiprofiilin kestävyttä.

Teräsponttien maalien, pinnoitteiden ja muiden korroosiosuojamenetelmien ja suojauskäsittelyn tulee olla rakentamissuunnitelman ja sovellettavien standardien mukainen.

Ponttilukkojen vedenläpäisevyyden vähentämiseen käytettävien tiivistysmateriaalien tulee olla rakentamissuunnitelman mukaisia.

**Ohje**

Teräsponttiseinän suojaamiseen voidaan käyttää myös katodista suojausta. Uhrausteräs (lisäpaksuus) voidaan ottaa huomioon korroosiosuojamenetelmänä. Myös edellisten yhdistelmää voidaan soveltaa.

**Viitteet**

SFS-EN 10079 Definition of steel products (Terästuotteiden määritelmät)

SFS-EN 10248-1 Hot-rolled steel sheet piles. Part 1: Technical delivery conditions (Kuumavalssatut teräsponttilevyt. Osa 1: Tekniset toimitusehdot)

SFS-EN 10248-2 Hot-rolled steel sheet piles. Part 2: Tolerances on dimensions and shape (Kuumavalssatut teräsponttilevyt. Osa 2: Mitta- ja muototoleranssit)

SFS-EN 10249-1 Cold formed sheet piling of non alloy steels. Part 1: Technical delivery conditions (Kylmämuovattut seostamattomat paalutuslevyterästuotteet. Osa 1: Tekniset toimitusehdot)

SFS-EN 10249-2 Cold formed steel sheet piles. Part 2: Tolerances on dimensions and shape (Kylmämuovattut seostamattomat paalutuslevyterästuotteet. Osa 2: Mitta- ja muototoleranssit).

## 16320.2 Ponttiseinien alusta

### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.2](#).

### Viitteet

[16300.2 Kaivantojen tukiseinärakenteiden alusta, InfraRYL](#).

## 16320.3 Ponttiseinien tekeminen

### Vaatus

Kaivannon seinä tuetaan pystysuoraan asennetuilla teräsponteilla, jotka tuetaan rakentamissuunnitelman mukaan.

Teräspontit upotetaan maahan täryttämällä, lyömällä tai painamalla tarvittaessa ohjauspalkkia käyttäen.

Toteutusluokka EXC1-EXC4 määritetään seuraavasti (missä EXC4 on vaativin):

- pysyvät rakenteet tulee toteuttaa vähintään toteutusluokan EXC2 mukaisesti
- ellei muuta ole määritetty, pysyviin rakenteisiin sovelletaan toteutusluokkaa EXC2 ja tilapäisiin rakenteisiin toteutusluokkaa EXC1.

Ponttien asennusjärjestys ja -suunta tulee huomioida kohteen pohjaolosuhteet huomioiden.

Mikäli aikaisempaa tietoa ponttien asennettavuudesta ei ole, tehdään koepontitus.

Teräsponttien jatkaminen ja siihen liittyvät hitsausliitokset tehdään standardin *SFS-EN 12063* mukaisesti ellei toisin ole esitetty.

### Ohje

Täryttäminen soveltuu parhaiten käytettäväksi karkearakeisissa maakerroksissa, sorassa tai hiekassa, erityisesti niiden ollessa vedellä kyllästyneitä. Hydrauliset täryjuntat soveltuvat myös vedenalaiseen työskentelyyn.

Täryttämistä voidaan käyttää myös hienorakeisissa ja moreenimaakerroksissa.

Tärinälle herkissä kohteissa käytetään ns. resonanssivapaata täryjunttaa (vaihtuva staattinen momentti ja amplitudi). Käytettävän täryjuntan kokoa määritettäessä voidaan soveltaa seuraavaa kaavaa:

$$F = 15 \frac{(t + 2G)}{100}$$

missä

F = keskipakovoima (kN)

t = upotussyvyys (m)

G = profiilin massa (kg).

Suosittelavaa on määrittää rakentamissuunnitelmassa pontin alapään tavoitetaso, johon pontit tulee upottaa sekä toleranssi, että kuinka paljon toteuma saa poiketa suunnitellusta.

Mikäli toisin ei ole esitetty ja ponttiseinän alapää jää pääosin tavoitetason yläpuolelle  $\geq 0,5$  m verran, tulee tukiseinän suunnittelijan tarkistaa tukiseinän mitoitus sekä tarvittaessa tarkentaa tämän perusteella tukiseinäsunnitelmaa.

### Ohje

Pudotusjärkäleellä varustettu paalujunta soveltuu käytettäväksi yleensä kaikissa pohjaolosuhteissa. Joissain olosuhteissa tärytys saattaa lisätä ympäröivän maan tai rakenteiden painumavaaraa.

Raskaan järkäleen ja matalan pudotuskorkeuden käyttö on suositeltavaa, jotta profiilin pää vahingoittuisi mahdollisimman vähän.

Pontteja voidaan lyödä maahan kaksitoimisella hydraulijuntalla tai paineilmajuntalla.

Seinän rakentaminen voidaan vaiheistaa pieniin osiin ja rakentaa lyhyissä jaksoissa esim. huomioitaessa juna- tai tieliikenne.

### Vaatus

Ponttiprofiilit upotetaan maahan ponttiin lyötyinä, ponttiin lyömättöminä tai limitettyinä rakentamissuunnitelman ja standardien mukaisesti.

### Ohje

Ponttiuraan asennettuna ponttiseinä muodostaa yhtenäisen tukiseinärakenteen, jonka taivutusvastus on suurempi kuin yksittäisten erikseen asennettujen ponttiprofiilien. Suunnittelijan tulee tarkistaa teräsponttiseinän mitoitus, jos pontteja ei asenneta rakentamissuunnitelman mukaisesti ponttiuriin.

Teräsponttiseinä voidaan tarvittaessa rakentaa vettä pidättäväksi rakenteeksi, mikä edellyttää teräsponttien asentamista ponttiuraan. Teräsponttien tulee täyttää esitetyt vesitiivisyvaatimukset. Tarvittaessa ponttiura käsitellään siten, että se läpäisee huonommin vettä.

### Vaatus

Ponttiseinän rakentamisen aikana syntyneet raot tukitaan.

### Ohje

Pontin upottamisessa voi ilmetä ongelmia, jos pontti repeytyy, vääntyy tai ponttia ei saada tavoitesyvyyteen, vaan se pysähtyy kovaan rakenteeseen tai kiveen. Tällöin seuraavaa ponttiprofiilia ei voida lyödä ponttiin ja ponttiseinään jää rako tai rakoja. Raot on tukittava kaivun edetessä mahdollisimman nopeasti, jotta maa-aines ei pääse valumaan seinän takaa aiheuttaen painumista. Raot voidaan tukkia ennakkoon esimerkiksi suihkuinjektoinnilla tai kaivun edetessä hitsattavilla teräslevyillä, betonivalulla, injektoinnilla tai muulla keinolla. Rakojen tilkitseminen tulee suunnitella ennen tukiseinän rakentamista.

Yksittäiset esteet voidaan poistaa 2...4 m:n syvyydestä nostamalla pontti pois ja kaivamalla lohkar tai muu este pois. Ennen pontin takaisin upottamista on kaivanto täytettävä ja tiivistettävä hyvin, jotta painumat saataisiin pidettyä mahdollisimman vähäisinä.

Syvämmällä olevia kiviä voidaan tarvittaessa hajottaa räjäytyksin tai piikkaamalla. Niistä laaditaan suunnitelma.

Ponttiprofiilin kärki voidaan vahvistaa hitsaamalla siihen vahvike.

**Vaatus**

Ponttien asentaminen tai poistaminen ei saa aiheuttaa haitallisia painumia tai rakenteiden taikka johtojen siirtymiä.

Pontit katkaistaan rakentamissuunnitelman mukaiseen tasoon.

**Ohje**

Rautatien ratarakenteissa pontit katkaistaan ylimmillään tasolta Kv... – 1,40 m, kun ponttiseinä on ATU:n sisällä.

Liiallista täryttämistä on varottava, jos lähistöllä on tärinälle herkkiä rakenteita tai koneita.

Täryttäminen aiheuttaa myös maan häiriintymistä ja tiivistymistä. Jos mahdollisesti häiriintyvän maakerroksen varaan on perustettu rakenteita, jätetään pontit maahan, jos niitä ei voida poistaa rakenteita rikkomatta.

Ponttien nostaminen rautatien ratarakentamisessa, ks. julkaisu *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)*.

**Viitteet**

SFS-EN 12063 Execution of special geotechnical work. Sheet pile walls, combined pile walls, high modulus walls (Pohjarakennustyöt. Tukiseinät)

Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO), Väyläviraston ohje ([www.vayla.fi/ohjeluettelo](http://www.vayla.fi/ohjeluettelo))

RIL 263-2014 Kaivanto-ohje.

**16320.4 Valmis ponttiseinä**

**Vaatus**

Tuenta on rakentamissuunnitelman mukainen.

Teräsponttiseinän tulee täyttää *taulukossa 16320:T1* esitetyt sijainti- ja kaltevuusvaatimukset.

*Taulukko 16320:T1. Ponttiseinän sijainti- ja kaltevuusvaatimukset.*

Laatutekijät	Vaatus/toleranssi
Tukiseinän yläpään sijaintipoikkeama vaakatasossa (tilapäinen rakenne)	0...+200 mm <sup>1)</sup>
Tukiseinän kaltevuuspoikkeama (tilapäinen rakenne)	≤ 5 % <sup>1)</sup>
Tukiseinän yläpään sijaintipoikkeama vaakatasossa (pysyvä rakenne)	0...+100 mm <sup>2)</sup>
Tukiseinän kaltevuuspoikkeama (pysyvä rakenne)	≤ 2 %
<sup>1)</sup> RIL 263-2014 Kaivanto-ohje	
<sup>2)</sup> SFS-EN 12063	

**Ohje**

Katso soveltuvin osin *kohta* [16300.4](#).

### Viitteet

SFS-EN 12063 Execution of special geotechnical work. Sheet pile walls, combined pile walls, high modulus walls (Pohjarakennustyöt. Tukiseinät)

16300.4 Valmis kaivannon tukiseinärakenne, InfraRYL

RIL 263-2014 Kaivanto-ohje.

## 16320.5 Ponttiseinien kelpoisuuden osoittaminen

### Vaatus

Noudatetaan *kohtaa* [16300.5](#).

Ponttiseinän ylä- ja alapään taso sekä ankkureiden sijainti dokumentoidaan toteumapiirustukseen tai -malliin.

### Viitteet

[16300.5 Kaivantojen tukiseinärakenteiden kelpoisuuden osoittaminen, InfraRYL](#).

## 16320.6 Ponttiseinien tekemisen ympäristövaikutukset

### Vaatus

Noudatetaan *kohtaa* [16300.6](#).

### Ohje

Raskaan järkäleen ja matalan pudotuskorkeuden tai ns. resonanssivapaan täryjuntan käyttö on suositeltavaa, jotta ympäristöön leviävä värinä jäisi mahdollisimman vähäiseksi. Ponttiseinän asentamisen tai poistamisen aikana tulee tarkkailla ponttiseinän värinää sekä ympäristön rakenteiden sijaintia ja korkeustasoa. Ponttiseinän poistaminen tulee tehdä suunnitelmien mukaisesti.

### Viitteet

[16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset, InfraRYL](#).

## 16330 Settiseinät

### Ohje

Tässä luvussa käsitellään rakentamisen aikaisia ja pysyviä tukirakenteita.

### Viitteet

[Infra 2015 Määrämittausohje 1633](#).

### 16330.1 Settiseinien materiaalit

#### Vaatus

Pystyrakenteina käytetään teräksiä porapaaluja ja I-profiileita. Maata vasten asennetaan hitsattavia peltilevyjä tai puulankkuja.

### 16330.2 Settiseinien alusta

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.2](#).

#### Viitteet

16300.2 Kaivantojen tukiseinärakenteiden alusta, InfraRYL.

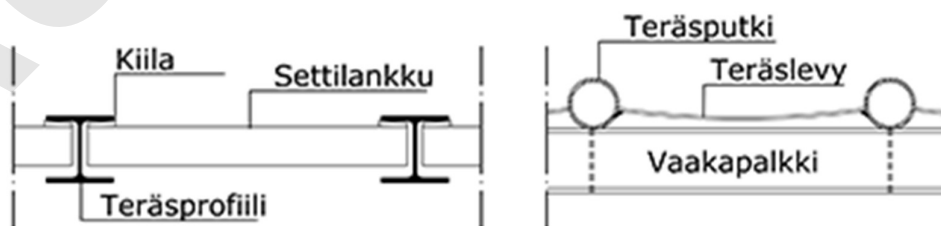
### 16330.3 Settiseinien tekeminen

#### Vaatus

Settiseinä koostuu maahan pystysuoraan asennetuista teräskannattimista, joiden välillä olevat vaakasuorat settilankut tuetaan, kuva [16330:K1](#). Settiseinä rakennetaan vaiheittain seuraavasti:

- Teräskannattimet, jotka tavallisesti ovat valssattuja teräsprofiileja, lyödään maan sisään kuten lyöntipaalut tai ne asennetaan maan sisään poraus- tai paaluputken kautta. Porausta joudutaan käyttämään, kun upotus ei onnistu lyömällä kivien tai muiden esteiden takia. Myös esteiden poistaminen kaivamalla 1...3 m:n syvyydestä on mahdollista. Teräskannattimet sijoitetaan tavallisesti 1,0...3,0 m:n etäisyydelle toisistaan. Pystyssä oleva teräskannatin on normaalisti joko I-profiili, kaksi toisiinsa liitettyä U-profiilia tai lyömällä taikka poraamalla asennettu teräsputki (ts. teräsputkipaalu).
- Kaivutyön edistymisen mukaan ladataan teräsprofiilien väliin vaakasuoria settilankkuja, jotka tavallisesti ovat puuta. Myös teräslevyä, teräspalkkeja tai betonirakenteita käytetään teräsputkien tai teräsprofiilien välissä perinteisten puisten settilankkujen sijaan.

#### Ohje



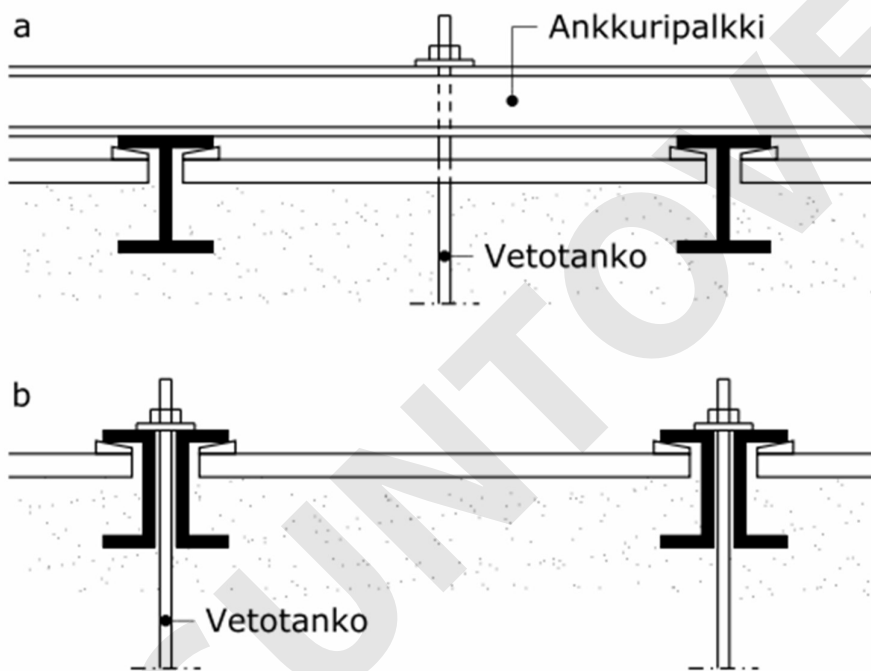
Kuva 16330:K1. Periaatepiirros settiseinästä.

Settiseinää voidaan käyttää kohteissa, joissa esimerkiksi sallitaan tukiseinän taustalla painumia ja muodonmuutoksia, ja joissa rakenteen ei tarvitse olla vedenpitävä eikä pohjavesi sijaitse kaivutason yläpuolella.

Settiseinien rakentamisen yhteydessä settilankkujen taakse jäävä tyhjä tila on pyrittävä täyttämään mahdollisimman nopeasti, koska pienetkin paikalliset sortumat voivat aiheuttaa takana olevassa rakenteessa haitallisia painumia, jotka on korjattava.

Jos seinässä käytetään I-profiileja, tarvitaan ulkopuolisia ankkureita käytettäessä ankkurit toisiinsa yhdistävä vaakasuora ankkuripalkki, kuva [16330:K2](#).

Jos kannatin koostuu kahdesta U-teräksestä, voidaan ankkurit porata teräsprofiilien välistä eikä ankkuripalkkia tarvita, kuva [16330:K2](#).



Kuva 16330:K2. Settiseinän ankkurointi, kun teräskannatin muodostuu a) I-profiilista ja b) kahdesta U-profiilista.

### Vaatus

Settiseinän purkaminen esitetään rakentamissuunnitelmassa.

### Ohje

Kaivanto täytetään rakentamissuunnitelmassa esitetyillä maa-aineksilla ja tiivistetään vaadittuun tiiviyteen.

Yleensä tuen saa poistaa vasta, kun kaivannon täyttö on tehty. Tarvittaessa purkaminen voidaan aloittaa aikaisemmin tukien purkamisella, jolloin on käytettävä väliaikaista tuentaa tai vaiheittaista purkamista kuormien siirtämiseksi.

Teräskannattimien nostamisessa on samanlaisia ongelmia kuin teräspontti-profiilien nostamisessa, mutta tärinää aiheutuu ympäristöön vähemmän, koska nostettavia kannattimia on vähemmän ja kannattimet nousevat maasta yleensä pienemmällä voimalla. Settiseinärakenteissa käytettäviä puumateriaaleja ei saa jättää maahan, koska puurakenteet mätänevät tai lahoavat ajan kuluessa ja silloin alueelle syntyy haitallisia painumia.

**Vaatus**

Jos maahan jätetään rakenteita, purkusyvyyys on rakentamissuunnitelman mukainen. Rautatien ratarakenteissa purkusyvyyys on vähintään Kv (korkeusviiva) – 1,40 m, kun rakenteet ovat ATU:n alueella.

Maahan jätettävistä rakenteista tehdään tarkepiirustus.

**Ohje**

Katso soveltuvin osin kohta [16300.3](#).

**Viitteet**

[16300.3 Kaivantojen tukiseinärakenteiden tekeminen, InfraRYL](#).

**16330.4 Valmis settiseinä**

**Vaatus**

Tuenta on rakentamissuunnitelman mukainen.

Settiseinärakenteen tulee täyttää *taulukossa 16330:T1* esitetyt julkaisun *RIL 263-2014 Kaivanto-ohje* mukaiset sijainti- ja kaltevuusvaatimukset.

*Taulukko 16330:T1. Settiseinän sijainti- ja kaltevuusvaatimukset.*

Laatutekijät	Vaatus/Toleranssi
Tukiseinän yläpään sijaintipoikkeama vaakatasossa	0...+ 200 mm
Tukiseinän kaltevuuspoikkeama	≤ 5 % <sup>1)</sup> tai 2 % <sup>2)</sup>
<sup>1)</sup> kun settiseinän pystypalkit asennetaan lyömällä tai täryttämällä	
<sup>2)</sup> kun settiseinän pystypalkit ovat poraamalla asennettuja (ts. porapaaluja)	

**Ohje**

Katso soveltuvin osin kohta [16300.4](#).

**Viitteet**

16300.4 Valmis kaivannon tukiseinärakenne, InfraRYL

RIL 263-2014 Kaivanto-ohje.

**16330.5 Settiseinien kelpoisuuden osoittaminen**

**Vaatus**

Noudatetaan *kohtaa* [16300.5](#).

#### Viitteet

16300.5 Kaivantojen tukiseinärakenteiden kelpoisuuden osoittaminen, InfraRYL.

### 16330.6 Settiseinien tekemisen ympäristövaikutukset

#### Ohje

Katso soveltuvin osin *kohta* [16300.6](#).

#### Viitteet

[16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset, InfraRYL.](#)

### 16340 Patoseinät

#### Vaatus

Patoseinät tehdään rakentamissuunnitelman ja standardin *SFS-EN 1538* mukaisesti.

#### Viitteet

[Infra 2015 Määrämittausohje 1634](#)

SFS-EN 1538 Execution of special geotechnical work. Diaphragm walls.

### 16350 Porapaaluseinät

#### Vaatus

Porapaaluseinät tehdään rakentamissuunnitelman, standardin *SFS-EN 12063* ja *luvun 13250* mukaisesti.

Vierekkäiset paalut kiinnitetään aina porapaaluseinille kehitettyihin lukkoprofiileihin, joista tyypillisesti toinen on kapea ja toinen leveä. Porapaaluseinien asentamisessa käytettävien porauskaluston avarinkruunujen tulee olla yhteensopivat lukkoprofiilien kanssa.

#### Ohje

Porapaaluseiniä voidaan käyttää työnaikaisissa ja pysyvissä rakenteissa.

Liityttäessä teräsponttiseinällä porapaaluseinään käytetään siihen soveltuvia lukkotyyppisiä. Lukkoprofiili on kiinnitetty porapaaluun standardin *SFS-EN 12063* mukaisesti.

#### Viitteet

[Infra 2015 Määrämittausohje 1635](#)

SFS-EN 12063 Execution of special geotechnical work. Sheet pile walls, combined pile walls, high modulus walls (Pohjarakennustyöt. Tukiseinät)

[13250 Porapaalut, InfraRYL.](#)

### 16350.1 Porapaaluseinät materiaalit

#### Vaatus

Porapaaluseinissä käytetään porattavia teräsputkipaaluja halkaisijaltaan D220...D1200 mm. Porapaalut valmistetaan kierresaumahitsatuista teräsputkista.

Porapaalujen yleisin teräslaji on S355J2H, mutta myös lajeja S440J2H, S460MH ja S550J2H käytetään.

#### Ohje

Lukkoprofiileissa voidaan käyttää erilaisia tiivistemateriaaleja porapaaluseinän vesitiiveyden parantamiseksi. Eri tiivistemateriaalien vesitiiveys riippuu paljon asennusolosuhteista, maaperäolosuhteista sekä käytettävistä tiivistemateriaaleista. Jotkut tiivistemateriaalit voidaan asentaa lukkoihin tehtaalla ja jotkut työmaalla.

Kuhunkin kohteeseen parhaiten soveltuva tiivistysmateriaali on harkittava tapauskohtaisesti.

### 16350.2 Porapaaluseinän alusta

#### Ohje

Katso soveltuvin osin kohta [16300.2](#).

#### Viitteet

16300.2 Kaivantojen tukiseinärakenteiden alusta, InfraRYL.

### 16350.3 Porapaaluseinien tekeminen

#### Vaatus

Porapaaluseinät asennetaan aina uppovasarakalustoa (DTH) käyttäen. Porausmenetelmä on keskeinen poraus.

Mahdollinen kallion ja paaluputken välin injektointi lukkoprofiilin injektointikanavan kautta tehdään rakentamissuunnitelman mukaan.

Mahdollinen porapaaluseinän betonointi ja raudoitus tehdään *kohdan 13250.3* mukaisesti.

#### Ohje

Rakentamissuunnitelmassa esitetään käytettävä injektointimassa, injektointijärjestys, injektointikriteerit ja laadunvarmistustoimenpiteet.

Poraus ulotetaan yleensä ehjään kallioon 0,5...1,5 m syvyydelle, ellei rakentamissuunnitelmassa ole toisin esitetty.

Porakruunun avarrinosa poraa maahan paalua suuremman tilan paalun lukkoprofiileja varten.

Porausvasara toimii useimmiten paineilmalla, mutta myös paineistettua vettä voidaan käyttää. Paineilma tai paineistettu vesi johdetaan vasaralle poratangon kautta.

Helppoissa maaperäolosuhteissa, joissa ei ole läpäistäviä kiviä tai kitkamaakerroksia, voidaan tapauskohtaisesti käyttää halkaisijaltaan myös pienempiä avartimia.

Ennen porapaaluseinän rakentamista tulee olla tiedossa:

- maaperän koostumus ja kerrostuneisuus sekä niiden vaihtelu rakennuspaikalla
- kivien ja lohkareiden mahdollinen esiintyminen maaperässä
- porapaaluseinän putkikoot, lukkoprofiilit ja suojauskäsittelyt
- rakennuspaikan läheisyydessä olevat herkästi vaurioituvat rakennukset ja/tai laitteet
- vesirakentamisessa veden pinnan korkeudet ja niiden vaihtelu.

Porausta tekevän tulee olla pätevä henkilö, jolla on riittävä kokemus porapaalutuksesta. Asennuksen aikana tulee ottaa huomioon maaperän ominaisuudet ja niiden vaihtelut porausparametreissa (syöttövoima, pyörimisnopeus, ilmanpaine ja -määrä sekä iskuenergia).

### Viitteet

13250.3 Porapaalutustyö, InfraRYL.

### 16350.4 Valmis porapaaluseinä

#### Vaatus

Tuenta on rakentamissuunnitelman mukainen.

Kun paalut porataan kallioon ja niihin kohdistuu pystysuuntaisia kuormia, tulee kallion ja porapaalun kontaktin olla jäykkä.

#### Ohje

Katso soveltuvien osien kohta 16300.4.

Kontaktin varmistamiseksi paalun kärjen ja kallion välille tulee tehdä asennuksen lopetuslyönnit sen jälkeen, kun porauslaitteisto on nostettu pois paalun päältä. Porauslaitteistoa nostettaessa myös paalu voi nousta hieman. Lopetuslyönnit voidaan tehdä esimerkiksi DTH-vasaralla ja ohjausterällä paalun yläpäädystä.

Käytettäessä porapaalujen asennuksessa ns. siipiterällisiä pilottikruunua, poraukset päätyttyä siivet sulkeutuvat. Tämä aiheuttaa useiden senttimetrien suuruisen raon paalun kärjen ja kallion väliin. Tällaisissa tapauksissa paalun painuman lopetuslyöntien aikana tulee olla vähintään siipien korkeuden suuruinen. Tämä tulee varmistaa tarkkailemalla paalun yläpään tasoa lopetuslyöntien aikana.

#### Vaatus

Porapaaluseinän tulee täyttää *taulukossa 16350:T1* esitetyt julkaisun *RIL 263-2014 Kaivanto-ohje* mukaiset sijainti- ja kaltevuusvaatimukset.

Taulukko 16350:T1. Porapaaluseinän sijainti- ja kaltevuusvaatimukset.

Laatutekijät	Vaatus/Toleranssi
Tukiseinän yläpään sijaintipoikkeama vaakatasossa	0...+ 50 mm
Tukiseinän kaltevuuspoikkeama	≤ 2 %

**Viitteet**

16300.4 Valmis kaivannon tukiseinärakenne, InfraRYL

RIL 263-2014 Kaivanto-ohje.

**16350.5 Porapaaluseinien kelpoisuuden osoittaminen**

**Vaatus**

Noudatetaan *kohtaa 16300.5*.

Porapaaluseinän ylä- ja alapään taso sekä ankkureiden sijainti dokumentoidaan toteumapiirustukseen tai -malliin.

**Viitteet**

16300.5 Kaivantojen tukiseinärakenteiden kelpoisuuden osoittaminen, InfraRYL.

**16350.6 Porapaaluseinien tekemisen ympäristövaikutukset**

**Vaatus**

Noudatetaan *kohtaa 16300.6*.

**Ohje**

Porauksessa asennettujen paalujen läheisyydessä tapahtuvat maaperän siirtymät riippuvat ensisijaisesti maaperän ominaisuuksista, mutta myös porausjärjestelmästä, poraustyön toteutuksesta ja liittostyyppistä. Porapaaluseinät, joissa lukot on hitsattu paaluihin, asennetaan yleensä ylisuurta avarrinterää käyttäen siten, että paalun ulkopuolelle jää teoreettisesti tyhjä tila. Tyhjän tilan koko riippuu liittostyyppistä (avarrinterän koosta) ja käytetystä avarrinterätyypistä.

Tilanteissa, joissa paalut porataan suoraan kovaan kallioon, paalun ja porareiän välinen rengasmainen tila (annulus) jää vähintään osittain avoimeksi. Tällaisissa tilanteissa tulisi harkita annulus-tilan injektointia tai saumavalua.

Tiiviissä kitkamaissa paaluseinän läheisyydessä tapahtuu vain vähäisiä maaperän siirtymiä. Jos porauksessa käytetään paineilmahuuhtelua, ylisuurten avarrinterien aiheuttama tyhjä tila täyttyy osittain tai kokonaan poraussoijasta. Jos tavoitteena on minimoida siirtymät, paineilmaa ja lyöntivoimaa tulisi käyttää vain sen verran, että huuhtelu toimii ja poraus etenee sopivalla nopeudella.

Löyhissä kitkamaissa, täyttökerroksissa ja pehmeissä koheesiomaissa seinän välittömässä läheisyydessä voi tapahtua painumaa. Painuma voi johtua tyhjän tilan täyttymisestä seinän vieressä olevalla maaperällä. Se voi myös aiheutua paineilman karkaamisesta paalun ulkopuolelle, mikä löyhdyttää ja häiritsee

maakerroksia. Havaittavaa painumaa voi esiintyä enintään noin puolen paalunpituuden etäisyydellä seinälinjasta. Painuman laajuus riippuu merkittävästi maaperästä.

Pehmeiden koheesiomaiden painumaa voidaan välttää tekniikalla, jossa maakerrokset lävistetään painamalla tai värisyttämällä avointa paalua muuttuvataajuisella vibraattorilla pehmeän maakerroksen pohjaan saakka. Tämän jälkeen paalun asennusta jatketaan lyöntiporauksella. Tämä tekniikka edellyttää ns. integroidun rengasavarrinterän tai monisiipisen avarrinterän käyttöä.

Painumien minimoimiseksi suositellaan käytettäväksi porausjärjestelmää, joka sallii mahdollisimman vähän paineilman karkaamista paalun ympärivään maaperään. Kun paaluseinää asennetaan vesikäyttöisellä vasaralla, voidaan käyttää ns. ulkoista huuhtelua. Tällöin tyhjä tila täyttyy poraussoijasta ja maaperän muodonmuutokset pysyvät vähäisinä.

Kohteissa, joissa maaperän painumat ja siirtymät ovat kriittisiä ja joissa painumien hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, suositellaan työn aloittamista tekemällä koepaalutuksia suojeltavista rakenteista etäällä tai suorittamalla pilottiasennus ennen varsinaista asennusta, jotta maaperän painumat voidaan arvioida luotettavasti.

### Viitteet

[16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset, InfraRYL.](#)

## 16360 Kaivinpaaluseinät

### Vaatus

Kaivinpaaluseinät tehdään rakentamissuunnitelman, *Paalutusohjeen PO-2016* ja standardin *SFS-EN 1536* mukaisesti.

### Viitteet

[Infra 2015 Määrämittausohje 1636](#)

SFS-EN 1536 Execution of special geotechnical work. Bored piles

RIL 254-2016 Paalutusohje PO-2016.

## 16370 Tukiseinien rakenneosat

**TÄMÄN LUVUN TEKSTI ON ERILLISENÄ**

## 16390 Muut kaivantojen tukirakenteet

## 16391 Kaivannon seinämien vahvistaminen stabiloimalla

### Ohje

Katso luvut [14131](#) ja [14132](#).

### Viitteet

[Infra 2015 Määrämittausohje 1639](#)

[14131 Pilaristabiloidut rakenteet, InfraRYL](#)

[14132 Massastabiloidut rakenteet, InfraRYL.](#)

### **16391.1 Stabiloitujen seinämien materiaalit**

#### **Vaatus**

Sideaine on *kohdan* [14131.1](#) tai [14132.1](#) ja stabilointisuunnitelman mukaista.

#### **Viitteet**

[14131.1 Pilaristabiloinnin materiaalit, InfraRYL](#)

[14132.1 Massastabiloinnin materiaalit, InfraRYL.](#)

### **16391.2 Stabiloitujen seinämien alusta**

#### **Vaatus**

Noudatetaan *kohtia* [14131.2](#) tai [14132.2](#).

#### **Viitteet**

[14131.2 Pilaristabiloinnin työalusta, InfraRYL](#)

[14132.2 Massastabiloinnin työjärjestys ja esityöt, InfraRYL.](#)

### **16391.3 Stabiloitujen seinämien tekeminen**

#### **Vaatus**

Kaivannon seinämät vahvistetaan pilaristabilointina tai massastabilointina stabilointisuunnitelman mukaisesti. Ennen kaivannon kaivua stabiloinnin tulee saavuttaa rakentamissuunnitelman mukainen lujuus.

#### **Ohje**

Stabilointityössä ja työkoneen liikkumisessa tulee ottaa huomioon maapohjan alhainen lujuus ja häiriintymisherkkyys.

#### **Vaatus**

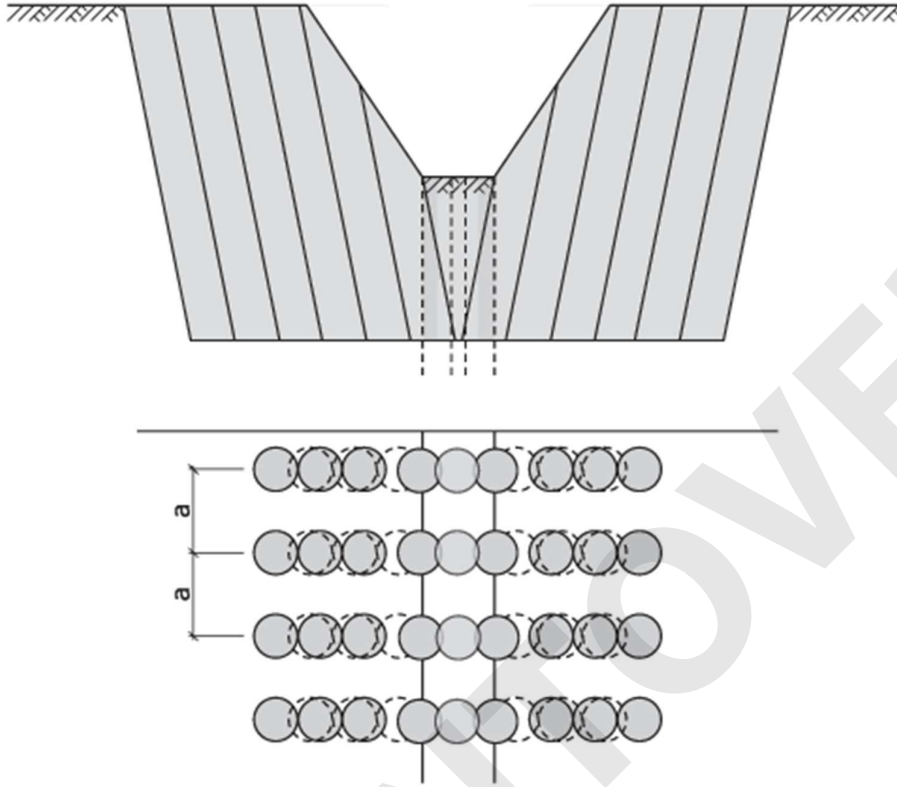
Pilaristabiloinnissa pilarit sijoitetaan kaivannon seinämässä *kuvan* [16391:K1](#) periaatteen mukaisesti lamelleihin kohtisuoraan kaivantoa vastaan siten, että pilarit leikkaavat toisiaan rakentamissuunnitelman mukaisesti. Pilaririvit limitetään edellisen pilarin kanssa vähintään 0,15 m verran, ellei rakentamissuunnitelmassa ole toisin esitetty.

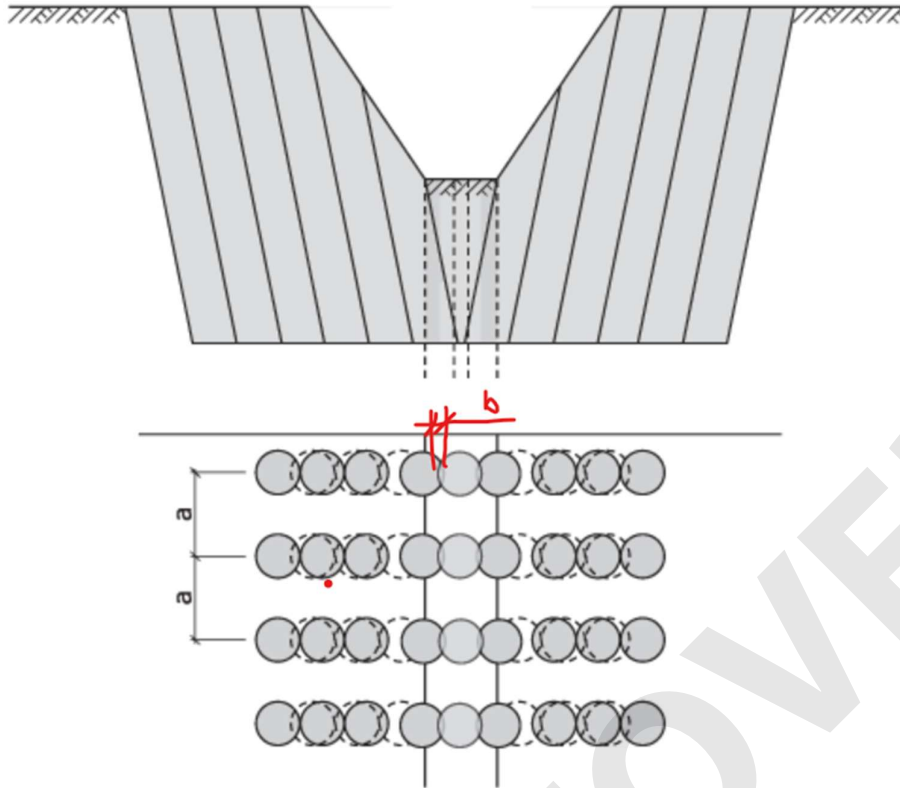
#### **Ohje**

Pilarilamellien pilarien limityksen tulee olla riittävä. Tarvittaessa lamellien väleihin asennetaan poikkisuuntaisia pilaririvejä.

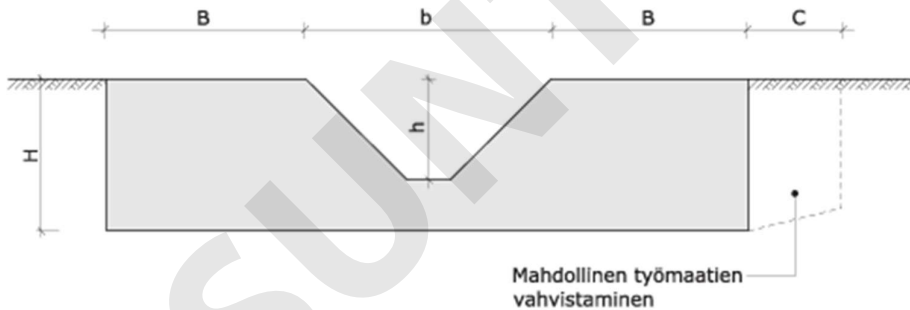
Luiskaa vahvistavat pilarit kallistetaan enintään kymmenen asteen kaltevuuteen kaivannon mitoituksen mukaan.

Massastabiloinnilla tuetun kaivannon periaate esitetään *kuvassa [16391:K2](#)*.





Kuva 16391:K1. Pilaristabiloinnin periaate ( $a$  = pilarien välinen etäisyys,  $b$ =pilarien limitys).



Kuva 16391:K2. Massastabiloinnin periaate ( $H$ =massastabiloinnin syvyys,  $h$ =kaivannon syvyys maanpinnasta,  $b$ =kaivannon leveys,  $B$ =massastabiloinnin leveys ja  $C$  = työmaatien leveys).

#### 16391.4 Valmis stabiloitu seinämä

##### Vaatus

Noudatetaan kohtaa 14131.4 tai 14132.4.

Pilarien sijainti- ja kaltevuuspoikkeamat ovat rakentamissuunnitelman mukaiset.

Rakentamissuunnitelman mukainen lujuus tulee täytyä ennen kaivua.

Toimenpiteet (mikäli yksittäisen pilarin lujuusvaatimukset eivät täyty) on esitetty rakentamissuunnitelmassa.

## Ohje

Rakentamissuunnitelman mukainen sideainemäärä on saavutettava pilareittain ja lohkoittain (ks. *luvut 14131 ja 14132*).

### Viitteet

[14131.4 Valmis pilaristabilointi, InfraRYL](#)

[14132.4 Valmis massastabilointi, InfraRYL](#).

### **16391.5 Stabiloitujen seinämien kelpoisuuden osoittaminen**

#### Vaatus

Kelpoisuuden osoittaminen *kohtien 14131.5 ja 14132.5* mukaan.

### Viitteet

[14131.5 Pilaristabiloinnin kelpoisuuden osoittaminen, InfraRYL](#)

[14132.6 Massastabiloinnin kelpoisuuden osoittaminen, InfraRYL](#).

### **16391.6 Stabiloitujen seinämien tekemisen ympäristövaikutukset**

## Ohje

Katso soveltuvin osin *kohta 16300.6*.

### Viitteet

[16300.6 Kaivantojen tukiseinärakenteiden ympäristövaikutukset, InfraRYL](#).