

# RIL 271-2019

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry  
Suomen Geoteknillinen Yhdistys SGY ry

## Teräsrakenteisten tukiseinien rakenteellinen mitoitus



RILin julkaisuilla on oma kotisivu, joka löytyy osoitteesta [www.ril.fi/kirjakauppa](http://www.ril.fi/kirjakauppa) ko. kirjan kohdalta. Sinne on koottu tiedot julkaisun painoksista sekä mahdolliset lisäinformaatiot.

Palautetta RILin julkaisuista voi antaa RILin kotisivuilta [www.ril.fi](http://www.ril.fi) kohdasta Julkaisut Palaute.

**JULKAISIJA JA KUSTANTAJA:**

Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry

**MYYNTI:**

Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry  
Lapinlahdenkatu 1 B, 00180 Helsinki  
[www.ril.fi/kirjakauppa](http://www.ril.fi/kirjakauppa)

ISBN 978-951-758-643-6 (nid.)

ISBN 978-951-758-644-3 (pdf)

ISSN 0356-9403

Painopaikka: Hansaprint Oy, 2019

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi ja saattaminen yleisön saataviin on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

© Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry

## Alkusanat

Kaivannon tukeminen on geoteknistä osaamista ja insinööritaitoa vaativa tehtävä, jolla on tärkeä tehtävä rakentamisen mahdollistajana ja kaivannossa työskentelemisen turvaajana. Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry ja Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry ovat yhteistyössä laatineet julkaisun *RIL 271-2019 Teräsrakenteisten tukiseinien rakenteellinen mitoitus*. Ohje yhtenäistää nykyisiä mitoituskäytäntöjä keskittyen Suomessa yleisesti käytössä oleviin teräspontti-, porapaalu-, combi- ja settiseiniin.

Julkaisu on ensimmäinen eurokoodin mukaiseen mitoitusmenettelyyn perustuva kokonaisuus aiheesta. Ohje tarkentaa *RIL 263-2014 Kaivanto-ohjeessa* ja *Liikenneviraston NCCI 7 -ohjeessa* esitettyjä tukiseinien rakenteelliseen mitoitukseen ja suunnitteluun liittyviä kohtia. Esitetyn mitoitustavan lähtökohtana on geotekniset tukiseinälaskelmat ja niihin liittyvät laskentaoletukset.

Ohjeen kirjoitustyöstä on vastannut Juha Kujansuu. Kirjoitustyötä on ohjannut SGY:n kaivantotoimikunnan ja rahoittajien edustajista koostunut ohjausryhmä täydennettynä RILin edustajalla. Kaivantotoimikunnan edustajia ovat olleet Niko Asikainen, Tommi Hakanen, Jaakko Heikkilä, Iikka Kärki, Tim Länsivaara, Leena Nurmi, Miia Paatsema, Teemu Rahikainen, Seppo Rämö, Petri Tyynelä, Jari Viljanen, Pentti Virkkunen sekä Veli-Matti Uotinen. RILin edustaja ohjausryhmässä oli Pekka Talaskivi.

Ohjeen rahoittajia olivat Väylävirasto, A-insinöörit Suunnittelu Oy, Destia Oy, GRK Infra Oy, Pöyry Finland Oy, Ramboll Finland Oy, Sitowise Oy, SSAB Europe Oy ja YIT Suomi Oy Infra.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry ja Suomen Geoteknillinen Yhdistys SGY ry kiittävät ohjeen kirjoittajia, ohjausryhmän jäseniä, lausunnonantajia sekä kaikkia niitä tahoja, jotka asiantuntijuudellaan ja sitoutumisellaan ovat mahdollistaneet tämän ohjeen syntymisen.

Toukokuussa 2019

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Timo Kohtamäki  
puheenjohtaja

Miimu Airaksinen  
toimitusjohtaja

SUOMEN GEOTEKNILLINEN YHDISTYS ry

Sami Ylönen  
puheenjohtaja

## Sisällysluettelo

<b>1. JOHDANTO</b> .....	7
1.1 Yleistä .....	7
1.2 Täydentävät ohjeet .....	8
1.3 Merkinnät, lyhenteet ja määritelmät .....	8
<b>2. TUKISEINÄRAKENTEEN MITOITUKSEN LÄHTÖKOHDAT</b> .....	9
2.1 Yleistä .....	9
2.2 Seuraamusluokka .....	9
2.3 Kuormitusten määrittelyyn liittyvät lähtöoletukset ja periaatteet .....	10
2.4 Kuormitusten määrittely murtorajatilatarkastelua varten .....	10
2.5 Varmuusluvut .....	12
2.5.1 Kestävyyksien ja materiaalien osavarmuusluvut .....	12
2.5.2 Pysyvä tai työnaikainen tukiseinä .....	13
2.6 Tukiseinien mitoituksessa huomioitavat asiat .....	13
2.6.1 Murtumismekanismit .....	13
2.6.2 Yhden tukirakenteen pettäminen, jatkuva sortuma .....	14
2.6.3 Pitkäaikaiskestävyys, ympäristöolosuhteet (korrosio) .....	14
2.6.4 Tärinästä ja tiivistämisestä aiheutuvat kuormitukset .....	16
2.6.5 Lämpötilakuormitukset .....	17
2.6.6 Väsyminen .....	17
2.6.7 Routa .....	17
2.6.8 Palosuojaus .....	17
<b>3. TUKISEINÄRAKENTEEN RAKENTEELLINEN MITOITUS</b> .....	19
3.1 Yleistä .....	19
3.2 Teräs rakenneosien terästen ominaisuudet .....	19
3.3 Poikkileikkausluokitukset .....	20
3.3.1 Yleistä .....	20
3.3.2 Teräsponsit .....	22
3.3.3 Teräspalkit ja -putket .....	23
3.4 Nurjahduskäyrät ja epätarkkuustekijät .....	26
3.5 Hitsausliitokset .....	28
3.5.1 Pienahitsien mitoitus .....	28
3.6 Vedenpaineen paikallinen vaikutus Z- ja U-profiileilla .....	30
3.7 U-ponttiprofiili, leikkausvoiman mahdollinen puutteellinen siirtyminen .....	31
3.8 Teräsponsittiseinärakenteen rakenteellinen mitoitus .....	32
3.8.1 Ponttiseinien taivutusmomenttikestävyys .....	32
3.8.2 Teräsponsittiseinän leikkauskestävyys .....	33
3.8.3 Teräsponsittiseinän yhdistetty taivutus ja leikkaus .....	34
3.8.4 Teräsponsittiseinän alapään riittävä kantavuus .....	35
3.8.5 Teräsponsittiseinän ponttiseinän suuntainen puristusvoima ja nurjahdus .....	36
3.8.6 Juuritapin mitoitus .....	40
3.8.7 Juuripalkin mitoitus .....	44
3.8.8 Suorauumaiset ponttiprofiilit .....	51
3.8.9 Ohuet seinämäiset ponttiprofiilit .....	51
3.9 Porapaaluseinän rakenteellinen mitoitus .....	51

3.9.1	Porapaaluseinän taivutuskestävyys . . . . .	52
3.9.2	Porapaaluseinän leikkauskestävyys . . . . .	52
3.9.3	Porapaaluseinän taivutusmomentti ja leikkausvoima . . . . .	53
3.9.4	Porapaaluseinän puristuskestävyys . . . . .	53
3.9.5	Porapaaluseinän puhdas nurjahdus . . . . .	54
3.9.6	Porapaaluseinän taivutus, leikkaus ja puristusvoima, kun nurjahdusta ei huomioida . . . . .	54
3.9.7	Nurjahdustarkastelu taivutukselle ja puristusvoimalle . . . . .	55
3.9.8	Porapaaluseinän lommahdustarkastelu . . . . .	55
3.9.9	Liittorakenteiden yleinen suunnittelumenetelmä . . . . .	56
3.9.10	Liittorakenteiden yksinkertaistettu suunnittelumenetelmä . . . . .	57
3.9.11	Liittorakenteisen porapaaluseinän yleiset periaatteet . . . . .	57
3.9.12	Teräsosakerroin ja raudoitussuhde . . . . .	58
3.9.13	Plastinen puristuskestävyys keskeiselle voimalle . . . . .	59
3.9.14	Taivutusjäykkyys . . . . .	59
3.9.15	Taivutusvastus . . . . .	61
3.9.16	Normaalivoiman ja momentin yhteisvaikutus . . . . .	62
3.10	Combiseiniin rakenteellinen mitoitus . . . . .	65
3.10.1	Sekundaariset rakenneosat pystykannattimien välissä . . . . .	65
3.10.2	Primaarisena rakenteena I-profiilit . . . . .	66
3.10.3	Primaarisena rakenteena putkipaalu . . . . .	67
3.11	Settiseinän rakenteellinen mitoitus . . . . .	69
3.11.1	Settiseinän pystyrakenteen rakenteellinen mitoitus . . . . .	69
3.11.2	Settiseinän vaakapalkin rakenteellinen mitoitus . . . . .	70
3.11.3	Sekundaaristen rakenneosien rakenteellinen mitoitus . . . . .	70
<b>4.</b>	<b>VAAKAPALKIN, ANKKURIKOTELON JA PURISTUSSAUVOJEN RAKENTEELLINEN MITOITUS . . . . .</b>	<b>75</b>
4.1	Yleistä . . . . .	75
4.2	Vaakapalkin mitoitus . . . . .	75
4.2.1	Taivutettu vaakapalkki . . . . .	76
4.2.2	Vaakapalkin leikkauskestävyys . . . . .	77
4.2.3	Leikkauslommahdus . . . . .	78
4.2.4	Vaakapalkin yhdistetty taivutus ja leikkaus . . . . .	79
4.2.5	Vaakapalkin kiepahdus . . . . .	79
4.3	Puristussauvan mitoitus . . . . .	83
4.3.1	Puristussauvan taivutuskestävyys . . . . .	83
4.3.2	Puristussauvan puhdas puristuskestävyys . . . . .	83
4.3.3	Puristussauvan nurjahdusmitoitus . . . . .	84
4.3.4	Poikkileikkauksen taivutus ja puristus . . . . .	85
4.3.5	Palkin uumajäykisteen mitoitus . . . . .	89
4.4	Ankkurikonsolin rakennemitoituksen periaatteet . . . . .	91
4.4.1	Ankkurilevy, lävistysmitoitus . . . . .	92
4.4.2	Konsolin kannakelevyn mitoitus . . . . .	93
4.4.3	Ponttiseinän selän leikkauskestävyys . . . . .	94
<b>5.</b>	<b>ANKKURIN JA VETOTANGON RAKENTEELLINEN MITOITUS . . . . .</b>	<b>95</b>
5.1	Yleistä . . . . .	95
5.2	Tanko ja punosankkurit . . . . .	95
5.3	Vetotangot . . . . .	97

<b>6. LASKENTAESIMERKKI</b> .....	99
6.1 Lähtötiedot .....	99
6.2 Tukiseinämitoitus .....	102
6.2.1 Tukiseinän ponttiprofiilin poikkileikkausluokan tarkistaminen .....	102
6.2.2 Tukiseinän taivutusmomenttikestävyyden tarkistaminen ..	103
6.2.3 Toisen kertaluvun vaikutus .....	103
6.2.4 Tukiseinän leikkauskestävyyden tarkistaminen .....	104
6.2.5 Tukiseinän leikkauslommahduskestävyyden tarkistaminen	105
6.2.6 Tukiseinän yhdistetty taivutus ja leikkaus .....	105
6.3 Tukiseinän yhdistetty puristus ja taivutus .....	106
6.4 Tukiseinän nurjhdustarkastelu .....	107
6.4.1 Tukiseinän juuritapin mitoittaminen .....	107
6.5 Tukiseinän vaakapalkin mitoitus .....	108
6.5.1 Tukiseinän vaakapalkin poikkileikkausluokan tarkistaminen .....	108
6.5.2 Tukiseinän vaakapalkin taivutusmomenttikestävyyden tarkistaminen .....	109
6.5.3 Tukiseinän vaakapalkin leikkausvoimakestävyyden tarkistaminen .....	110
6.5.4 Tukiseinän vaakapalkin leikkauslommahduskestävyyden tarkistaminen .....	110
6.5.5 Tukiseinän vaakapalkin yhdistetty taivutus ja leikkaus .....	111
6.6 Tukiseinän vaakapalkin kiepahduskestävyyden tarkistaminen .....	111
6.7 Tukiseinän ankkurin rakenteellinen mitoittaminen .....	113
6.8 Yhden ankkurin pettäminen .....	113
6.9 Tukiseinän juuripalkin mitoittaminen .....	117
6.9.1 Juuripalkki; yleistä .....	117
6.9.2 Kalliopultin ankkurointipituus juuripalkkiin .....	119
6.9.3 Tukiseinän juuripalkin mitoitusrasitukset .....	120
6.9.4 Juuripalkin pääraudoitus .....	121
6.9.5 Juuripalkin leikkausraudoitus .....	122
6.9.6 Kalliopultin ripustushaarat .....	126
6.9.7 Juuripalkin mitoituslaskennan lopputulokset .....	126

<b>KIRJALLISUUSLUETTELO</b> .....	129
-----------------------------------	-----

<b>MERKINNÄT, LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT</b> .....	131
--	-----

<b>LIITTEET</b> .....	138
-----------------------	-----

Liite 1: Tukiseinän rakenteellisen mitoituksen ohjeellinen tarkistuslista .....	138
---	-----

Liite 2: Yhteisvaikutustekijän $k_{yy}$ määrittäminen .....	139
---	-----

Liite 3: Teräsponttiseinän leikkauslommahduskestävyys .....	140
---	-----

Liite 4: Palkin kiepahduksessa esiintyvien parametrien valinta .....	142
--	-----

#### ILMOITTAJAT

Ilmoitukset julkaisun lopussa.

ArcelorMittal Commercial Finland Oy  
 Boliden Kokkola Oy  
 GRK Infra Oy

HV-Maarakennus Oy  
 KFS Keller-Kreate  
 Pöyry Finland Oy

Sipti Oy  
 SSAB Europe Oy