

# **BY 71/RIL 149-2019**

**Suomen Betoniyhdistys ry  
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry**

**Betonirakenteiden  
työmaatoteutus**

**by ril**

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.

**JULKAISIJA JA KUSTANTAJA:**

Suomen Betoniyhdistys ry  
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

**MYYNTI:**

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry  
Lapinlahdenkatu 1 B, 4. krs, 00180 Helsinki  
[www.ril.fi/kirjakauppa](http://www.ril.fi/kirjakauppa)

ISBN 978-951-758-641-2 (nid.)

ISBN 978-951-758-642-9 (pdf)

ISSN 0356-9403

Painopaikka: , 2019

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

© Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry/Suomen Betoniyhdistys ry

## Alkusanat

Suomen Betoniyhdistys ry ja Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry ovat yhteistyössä laatineet käsillä olevan julkaisun *BY 71/RIL 149-2019 Betonirakenteiden työmaatoteutus*. Kirja on uudistettu ohje julkaisusta *RIL 149-1995 Betonityöohjeet*.

Uudistetussa käsikirjassa on otettu huomioon tapahtunut kehitys lainsäädännössä, standardoinnissa, normituksessa sekä betonirakentamisessa. Suurimmat muutokset ovat tapahtuneet normeissa ja standardeissa. Suomessa on betonirakenteiden osalta siirrytty eurooppalaisten standardien käyttöön suunnittelun, tuotteiden ja työn suorituksen osalta. Rakennustuotteiden CE-merkintä tuli pakolliseksi heinäkuussa 2013. Suunnittelussa on siirrytty eurooppalaisten suunnittelunormien eurokoodien käyttöön.

Käsillä olevassa kirjassa on painotettu rakentamisen laatua ja laadunvarmistusta, työturvallisuutta ja rakennusaikaista kosteudenhallintaa. Pääpaino on tavanomaisessa paikalla valurakentamisessa, ja elementtirakentamista on käsitelty vain keskeisiltä osin. Betonirakenteiden korjausta uudistetussa kirjassa ei ole käsitelty.

Kirja on laadittu työryhmässä Pekka Talaskivi puheenjohtajana (1.5.2018 alkaen), Gunnar Åström (puheenjohtaja 31.4.2018 saakka), Olli-Pekka Kari, Ari Manti-la, Tarja Merikallio, Elina Paukku, Max Vuorio ja Seppo Petrow sihteerinä ja kirjan päätoimittajana.

Kiitämme ohjeen kirjoittajia, työryhmää, lausunnonantajia sekä kaikki muita, jotka asiantuntijuudellaan ja sitoutumisellaan ovat mahdollistaneet tämän ohjeen syntymisen.

Helmikuussa 2019

SUOMEN BETONIYHDISTYS ry

SUOMEN  
RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Matti Pentti      Tarja Merikallio  
puheenjohtaja    toimitusjohtaja

Timo Kohtamäki  
puheenjohtaja

Miimu Airaksinen  
toimitusjohtaja



## Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	11
2.	BETONIRAKENTAMISEN VAATIMUKSET JA YLEISOHJEET .....	13
2.1	Yleistä .....	13
2.2	Betonirakentamisen viranomaisvaatimukset ja soveltamisohjeet .....	14
2.2.1	Yleistä .....	14
2.2.2	Kelpoisuuden osoittaminen .....	16
2.2.3	Rakennustuoteasetus .....	16
2.2.4	Rakennustuotteiden kansallinen tuotehyväksyntälaki .....	18
2.2.5	Muut varmennusmenettelyt .....	19
2.2.6	Vaativuusluokat ja toteutusluokat .....	19
2.2.7	Toleranssiluokat .....	20
2.2.8	Betonirakenteiden käyttöikä ja rasitusluokat .....	21
2.2.9	Betonityössä vaaditut pätevyydet .....	24
2.3	Toteutusasiakirjat .....	25
2.3.1	Rakennesuunnitelmien sisältö .....	25
2.3.2	Muut asiakirjat .....	27
2.4	Rakentamisen osapuolet, tehtävät ja vastuut .....	27
2.4.1	Yleistä .....	27
2.4.2	Rakentamisen ohjausjärjestelmä .....	27
2.4.3	Rakennustyön viranomaisvalvonta .....	28
2.4.4	Viranomaisvelvoitteiden noudattamatta jättäminen .....	29
2.4.5	Rakennushankkeen osapuolet ja tehtävät .....	30
2.4.6	Rakennushankkeen aloitus .....	36
2.4.7	Rakennustyön tarkastusasiakirja .....	38
2.5	Tietomallintaminen ja tiedon hallinta .....	40
2.5.1	Rakennuksen tietomalli .....	40
2.5.2	Tietomallintamisen ja kaksiulotteisen CAD-suunnittelun erot .....	41
2.5.3	Tietomallin tiedot ja niiden käyttö .....	41
2.5.4	Tietomallintamisen hyödyt .....	42
2.5.5	Tiedon formaatti .....	43
2.5.6	Tietomallinnuksen yleistyminen ja työkalut .....	43
2.5.7	Rakennuksen tietomallin vaiheistus .....	44
2.5.8	Tietomallinnuksen tilanne .....	45
3.	BETONITÖIDEN SUUNNITTELU .....	47
3.1	Yleistä .....	47
3.2	Betonitöistä laadittavat suunnitelmat .....	47
3.3	Betonirakenteiden olosuhde- ja kosteudenhallinta .....	48
3.3.1	Yleistä .....	48
3.3.2	Kosteuden vaikutukset betonirakenteissa .....	49
3.3.3	Betonirakenteiden kosteuden lähteet työmaaolosuhteissa .....	49
3.3.4	Kosteuden sitoutumismuodot .....	50
3.3.5	Betonirakenteen kuivuminen .....	51
3.4	Rakentamisaikainen kosteudenhallinta .....	53
3.4.1	Kosteudenhallintaprosessi .....	53
3.4.2	Kosteudenhallintasuunnitelma .....	55

3.4.3	Kosteusriskien hallinta .....	55
3.4.4	Betonirakenteiden kuivumisajan arviointi.....	57
3.4.5	Työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu .....	58
3.4.6	Kastumisen estäminen.....	59
3.4.7	Betonirakenteiden kuivatus.....	60
3.4.8	Kosteusmittaussuunnitelma .....	63
3.4.9	Kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta .....	64
3.5	Betonirakentamisen laadunvarmistus .....	64
3.5.1	Laatu ja laadunvarmistus .....	64
3.5.2	Betonin valmistuksen laadunvalvonta.....	65
3.5.3	Rakenteiden valmistuksen laadunvalvonta.....	66
3.5.4	Elementtitehtaat .....	68
3.6	Työturvallisuus .....	68
3.6.1	Yleistä .....	68
3.6.2	Rakennuttajan toiminta .....	68
3.6.3	Suunnittelijan toiminta.....	69
3.6.4	Urakoitsijan toiminta.....	69
4.	TYÖN TOTEUTUS.....	75
4.1	Valmistelevat työt .....	75
4.2	Työturvallisuus .....	75
4.3	Muottityöt.....	76
4.3.1	Betonipinnat ja vaatimukset.....	76
4.3.2	Muottien rakenteet ja muottimateriaalit.....	77
4.3.3	Muottien pintamateriaalit.....	78
4.3.4	Muottien käyttö.....	81
4.3.5	Muottijärjestelmät.....	82
4.3.6	Muottien tukirakenteet ja niiden suunnittelu.....	93
4.3.7	Muottityön suunnittelu .....	95
4.3.8	Työsaumat .....	99
4.3.9	Muotiniirrotusaineet .....	101
4.3.10	Muottien ja tukirakenteiden purkaminen .....	104
4.4	Raudoitustyöt .....	109
4.4.1	Yleistä .....	109
4.4.2	Betoniteräkset .....	114
4.4.3	Raudoitteiden valmistus.....	119
4.4.4	Raudoituksen peruskomponentit .....	120
4.4.5	Kaksiulotteiset hitsatut raudoituskomponentit.....	121
4.4.6	Kolmiulotteiset raudoituskomponentit ja -elementit.....	123
4.4.7	Raudoitusjärjestelmät .....	124
4.4.8	Raudoituksen tuenta.....	125
4.4.9	Raudoitus.....	128
4.4.10	Raudoitteiden asennus .....	128
4.5	Betonityöt .....	131
4.5.1	Yleistä .....	131
4.5.2	Betonimassan valinta rakenteittain .....	133
4.5.3	Valmisbetonin tilaus ja vastaanotto .....	135
4.5.4	Betonimassan kuljetus .....	136
4.5.5	Betonimassan siirrot työmaalla .....	141
4.5.6	Työmaalla betonointitöissä huomioonotettavia seikkoja .....	151

4.5.7	Betonitöiden työturvallisuus .....	152
4.5.8	Betonin valu ja tiivistys .....	156
4.5.9	Toimitetun betonin lujuustason määrittäminen työmaalla valettavilla koekappaleilla .....	168
5.	ELEMENTTIRAKENTAMINEN .....	173
5.1	Yleistä .....	173
5.2	Betonivalmisosat .....	174
5.3	Elementtien käsittely, nostot ja varastointi työmaalla .....	180
5.3.1	Nostokaluston valinta .....	180
5.3.2	Turvallisuus ja sijoittaminen .....	181
5.3.3	Nostureiden tarkastukset .....	181
5.3.4	Elementtien vastaanotto .....	182
5.3.5	Kuorman purku .....	183
5.3.6	Välivarastointi työmaalla .....	183
5.3.7	Nostoelimet .....	184
5.3.8	Nostoapuvälineet .....	184
5.3.9	Nostot .....	185
5.3.10	Henkilöstön pätevyys .....	186
5.4	Asentaminen .....	187
5.4.1	Asennustyösuunnitelma ja työmaatoimet .....	187
5.4.2	Asennuksen osapuolet .....	188
5.4.3	Asennusjärjestys ja rungon jäykistäminen .....	189
5.4.4	Asennustyön työturvallisuus .....	190
5.5	Saumaus .....	191
6.	BETONILATTIAT .....	199
6.1	Yleistä .....	199
6.2	Betonilattioiden rasitukset .....	199
6.3	Betonilattioiden laatuvaatimukset .....	200
6.2.1	Luokitusjärjestelmä .....	200
6.2.2	Laatutekijöiden määritysperusteet .....	202
6.4	Betonilattioiden perustyytit .....	203
6.5	Betonilattian rakenteelliset vaihtoehdot .....	205
6.4.1	Raudoitettu lattia .....	205
6.4.2	Kuitubetonilattia .....	205
6.4.3	Jännitetty maanvarainen betonilattia .....	206
6.6	Saumot .....	206
6.7	Betonilattioiden valumenetelmät .....	209
6.8	Betonilattioiden toteutus .....	211
7.	TALVIBETONOINTI .....	219
7.1	Johdanto .....	219
7.2	Talviolosuhteet .....	220
7.3	Talvibetonointiin varautuminen .....	221
7.4	Betonin lujuudenkehitys kylmissä olosuhteissa .....	222
7.4.1	Betonin jäätymisluku .....	223
7.4.2	Muotipurkuluku .....	224
7.4.3	Lämpötilan vaikutus betonin lujuuskehitykseen .....	225
7.4.4	Betonimassan lämpötila .....	227

7.5	Kylmissä olosuhteissa käytettävät betonit.....	228
7.6	Betonin lämpökäsittely .....	231
7.7	Betonin suojaus ja lämmitys.....	233
	7.7.1 Suojaustavat .....	233
	7.7.2 Lämmitysmenetelmät.....	234
7.8	Eri rakenteissa käytettävät menetelmät .....	243
7.9	Talvibetonointitoimenpiteet.....	247
	7.9.1 Talvibetonointisuunnitelma.....	247
	7.9.2 Betonin kuljetus ja siirrot .....	251
	7.9.3 Betonin jälkihoito kylmissä olosuhteissa .....	251
7.10	Kylmien olosuhteiden betonointivirheet.....	252
<b>8.</b>	<b>ERIKOISMENETELMÄT .....</b>	<b>255</b>
8.1	Liukuvalu .....	255
	8.1.1 Menetelmä .....	255
	8.1.2 Kalusto .....	256
	8.1.3 Betonointi .....	258
	8.1.4 Nostotyö ja mittaukset.....	259
	8.1.5 Betoni ja betonointi .....	260
	8.1.6 Liukubetonin käyttökohteita .....	261
8.2	Ruiskubetonointi.....	262
	8.2.1 Yleistä .....	262
	8.2.2 Ruiskubetonointimenetelmät.....	263
	8.2.3 Ruiskubetonin betoniteknologiaa .....	266
	8.2.4 Ruiskutus .....	267
	8.2.5 Ruiskubetonin käyttökohteita .....	272
	8.2.6 Standardit, määräykset ja ohjeet .....	272
	8.2.7 Kehitysnäkymiä .....	273
8.3	Vedenalainen betonointi.....	273
	8.3.1 Yleistä .....	273
	8.3.2 Contractor-menetelmä .....	274
	8.3.3 Vyörytysmenetelmä.....	277
	8.3.4 Uppobetonin käyttö .....	278
8.4	Kuitubetoni .....	278
	8.4.1 Teräskuitubetoni .....	279
	8.4.2 Polymeerikuitujen käyttö .....	279
	8.4.3 Kuitubetonin valmistus .....	280
	8.4.4 Kuidun laadun ja tyypin vaikutus betoniin .....	281
	8.4.5 Kuitujen sekoittaminen.....	281
<b>9.</b>	<b>ERITYISRAKENTEET .....</b>	<b>283</b>
9.1	Massiiviset rakenteet.....	283
	9.1.1 Massiivinen betonirakenne .....	283
	9.1.2 Kovettumisen aikaisiin lämpötiloihin vaikuttavat tekijät .....	284
	9.1.3 Massiivisiin betonirakenteisiin liittyviä ongelmia .....	285
	9.1.4 Toimenpiteet ongelmien välttämiseksi .....	287
9.2	Jännitetyt rakenteet.....	290
	9.2.1 Yleistä .....	290
	9.2.2 Jälkijännityksissä käytettävät materiaalit ja tarvikkeet .....	290
	9.2.3 Kuljetus ja varastointi .....	293



9.2.4	Jänteiden ja jänneraudoitteiden asennus .....	293
9.2.5	Jännitystyöt .....	294
9.2.6	Suojaustoimenpiteet (injektointi, rasvaus) .....	296
9.2.7	Injektointi .....	296
9.3	Liittorakenteet .....	298
9.3.1	Betoni-betoni liittorakenteet .....	299
9.3.2	Betoni-teräs liittorakenteet .....	301
9.4	Tiheästi raudoitettut rakenteet .....	303
9.4.1	Tiheä raudoitus .....	303
9.4.2	Raudoituksen suunnittelu .....	304
9.4.3	Betonimassan valinta .....	304
9.4.4	Betonointi .....	305
9.4.5	Tiivistys .....	305
9.4.6	Eräitä esimerkkejä .....	307
9.5	Kaltevat pinnat .....	307
9.6	Pintavalut .....	309
9.7	Puhdasvalupinnat .....	310
9.7.1	Yleistä .....	310
9.7.2	Betonimassa .....	311
9.7.3	Muotit ja työsaumat .....	312
9.7.4	Betonointi .....	313
9.7.5	Jälkikäsitely ja jälkihoito .....	315
9.7.6	Viimeistely ja jälkitoimet .....	316
9.8	Vedenpitävät rakenteet .....	316
9.8.1	Yleistä .....	316
9.8.2	Betonointi .....	317
9.8.3	Liikuntasaumot .....	318
9.8.4	Työsaumat .....	318
9.9	Itse tiivistyvä betoni .....	321
9.9.1	Ominaisuudet, käyttökohteet ja käytön rajoitukset .....	321
9.9.2	Betonilaadut .....	322
9.9.3	Valumenetelmät .....	323
9.9.4	Muotit .....	324
9.9.5	Betonointi ja jälkihoito .....	324
9.9.6	Betonin toimitukset .....	325
	KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ .....	327
	KIRJALLISUUS .....	332
	LIITTEET	
	Liite 1: Betonityösuunnitelma .....	337
	Liite 2: Betonintisuunnitelma .....	349
	Liite 3: Pumpun pystytys- ja linjapumppauspöytäkirja .....	352
	Liite 4: Tukitelineen tarkastuspöytäkirja .....	353
	Liite 5: Betonin lujuuden kehittyminen sementtityypin, lujuudenarvosteluiän ja lujuusluokan mukaan .....	354

**ILMOITTAJAHAKEMISTO**

Ilmoitukset julkaisun lopussa.

Anstar Oy  
Betroc Oy  
Contesta Oy  
Eurofins Expert Services Oy  
Finnsementti Oy  
Muottikolmio Oy  
Peikko Finland Oy  
Pielisen Betoni Oy  
Rakennusbetoni ja Elementti Oy  
Rakennustieto Oy  
Rudus Oy  
Suomen Betonilattiat Oy  
Sweco Rakennetekniikka Oy  
Swerock Oy  
Tehan Oy