

RIL 201-1-2017

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

**Suunnitteluperusteet ja
rakenteiden kuormat
Eurokoodit EN 1990, EN 1991-1-1,
EN 1991-1-3 ja EN 1991-1-4**



JULKAISIJA JA KUSTANTAJA:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

MYYNTI:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Lapinlahdenkatu 1 B, 00180 Helsinki

www.ril.fi/kirjakauppa

ISBN 978-951-758-609-2 (nid.)

ISBN 978-951-758-610-8 (pdf)

ISSN 0356-9403

Painopaikka: Grano Oy, 2016

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

Alkusanat

Rakenteiden suunnittelun EN-standardien eli eurokoodien virallinen käyttö alkoi syksyllä 2007, jolloin ns. ensimmäisen paketin kansalliset liitteet valmistuivat. Eurokoodien käyttö on vähitellen yleistynyt ja uusi eurokoodeihin perustuva rakentamismääräyskokoelma astui voimaan 2016.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL julkaisi Eurokoodi 1:n esistandardiin perustuvan rakenteiden suunnitteluohjeen vuonna 1999 (RIL 201-1999 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Euronormi, osa 1, 2-1, 2-3 ja 2-4). Tarkoituksena oli saattaa käyttäjäystävällisessä tiiviissä muodossa yhteinen eurooppalainen suunnittelujärjestelmä suomalaisten asiantuntijoiden käyttöön. Osat 0 ja 1.1 kirjoitti Hemmo Sumkin, osan 1.3 Esko Mononen ja osan 1.4 Tuomo Kärnä.

Tavoite oli sama v. 2008 ilmestyneessä ohjeessa ”RIL 201 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat”, johon lisättiin tarvittaviin kohtiin täydentäviä ohjeita. Ohje koostuu eri julkaisuista, joista ensimmäinen RIL 201-1 perustuu standardeihin EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4 ja niiden ympäristöministeriön julkaisemiin kansallisiin liitteisiin. Toinen osa RIL 201-2 perustuu standardeihin EN 1991-1-2, EN 1991-1-5, EN 1991-1-6, EN 1991-1-7, EN 1991-3 ja EN 1991-4 ja niiden kansallisiin liitteisiin. Kolmas osa RIL 201-3 käsittelee vesirakenteiden suunnitteluperusteita ja kuormia. Osa neljä RIL 201-4 antaa suunnitteluohjeita kantavien rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistamiseen onnettomuustilanteessa perustuen standardiin EN 1991-1-7, sen kansalliseen liitteeseen sekä materiaalikohtaisiin käytäntöihin.

Julkaisut antavat tiivistetyssä muodossa ohjeita erityisesti talonrakentamisen rakenteiden syvälliseen suunnitteluun eurokoodeihin perustuen. Ohje RIL 201 on tarkoitettu käytettäväksi muiden eurokoodien ja niiden suunnitteluohjeiden kanssa (esim. RIL/BY 202, RIL 205, RIL 206, RIL 207), eikä sitä saa käyttää yhdessä muiden määräysten tai normien tai kanssa, ellei tätä ole erikseen mainittu. Ohjeen rakenne noudattaa Eurocode Help Deskin johtoryhmässä määriteltyjä suunnitteluohjeen yleisiä periaatteita.

Tämä ohje RIL 201-1-2017 korvaa edellisen vuonna 2011 ilmestyneen vastaavan ohjeen. Standardeihin EN 1990, EN 1991-1-1 ja EN 1991-1-4 ja erityisesti kansallisiin liitteisiin tehdyt muutokset aiheuttivat ohjeen uudistamistarpeen. Päivityksen ovat tehneet Timo Tikanoja, Hemmo Sumkin ja Gunnar Åström. Hankkeen projekti-päällikkönä toimi Gunnar Åström RIListä.

Uskomme, että tämä ja muut RILin eurokoodien suunnitteluohjeet ovat erittäin tarpeellisia eurokoodipohjaisen rakenteiden suunnittelujärjestelmän käytössä.

Tammikuussa 2017

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Tuomas Särkilahti
puheenjohtaja

Helena Soimakallio
toimitusjohtaja

Varoitus: Eurokoodi 1:n ja suunnitteluohjeen päivitysmahdollisuus.

Tämä suunnitteluohje perustuu Eurokoodi-suunnittelustandardin versioihin EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4 ja niiden Suomen kansallisiin liitteisiin. RIL kerää suunnitteluohjeesta käyttökokemuksia ja seuraa eurokoodien kansainvälistä ylläpitoa. Mikäli tässä ohjeessa havaitaan virheitä, tai säädöksiin, viranomaisohjeisiin tai eurokoodeihin tulee muutoksia, RIL tekee suunnitteluohjeeseen tarvittavat päivitykset, jotka julkaistaan RILin kotisivuilla, www.ril.fi. Eurokoodeihin liittyvät päivitykset julkaistaan internetissä Eurokoodi help deskin sivuilla (www.eurocodes.fi) ja tieto niistä toimitetaan automaattisesti ylläpitorekisteriin ilmoittautuneille.

Standardeista tehdyt lainaukset on julkaistu Suomen Standardisoimisliitto SFS :n luvalla.

Palautetta RILin julkaisuista

RILin kotisivuilta www.ril.fi kohdasta Julkaisut Palaute.

Sisällysluettelo

JOHDANTO	13
OSA 0. EUROKOODI. RAKENTEIDEN SUUNNITTELUPERUSTEET. EN 1990 SUUNNITTELUOHJE	17
1. YLEISTÄ.....	19
1.1 Soveltamisala	19
1.2 Velvoittavat viittaukset	19
1.3 Oletukset	20
1.4 Periaate- ja soveltamissääntöjen välinen ero	20
1.5 Termit ja määritelmät	20
1.6 Merkinnät	22
1.7S Rakennesuunnittelua ohjaavat säädökset ja ohjeet	22
2. VAATIMUKSET.....	25
2.1 Perusvaatimukset.....	25
2.2 Luotettavuuden hallinta	25
2.3 Suunniteltu käyttöikä	27
2.4 Säilyvyys	28
2.5 Laadunhallinta	28
3. RAJATILAMITOITUKSEN PERIAATTEET.....	29
3.1 Yleistä.....	29
3.2 Mitoitustilanteet	29
3.3 Murtorajatilat.....	29
3.4 Käyttörajatilat	30
3.5 Rajatilamitoitus.....	30
4. PERUSMUUTTUJAT	31
4.1 Kuormat ja ympäristön vaikutukset	31
4.1.1 Kuormien luokitus	31
4.1.2 Kuormien ominaisarvot.....	31
4.1.3 Muuttuvien kuormien muut edustavat arvot	32
4.1.4 Väsyttävien kuormien edustavat arvot	32
4.1.5 Dynaamisten kuormien edustavat arvot	32
4.1.6 Geotekniset kuormat.....	32
4.1.7 Ympäristön vaikutukset.....	33
4.2 Materiaalien ja tuotteiden ominaisuudet	33
4.3 Mittatiedot.....	33
5. RAKENTEIDEN ANALYYSI	34
5.1 Rakenteiden analyysi.....	34
5.1.1 Rakenteiden mallintaminen	34
5.1.2 Staattiset kuormat	34
5.1.3 Dynaamiset kuormat	34
5.1.4 Palomitoitus	35
5.2 Kokeellinen mitoitus	35

6.	VARMUUDEN OSOITTAMINEN OSAVARMUUSMENETELMÄLLÄ	36
6.1	Yleistä	36
6.2	Rajoitukset	36
6.3	Mitotusarvot	36
6.4	Murtorajatilat	37
6.4.1	Yleistä	37
6.4.2	Staattisen tasapainon ja kestävyuden osoittaminen	37
6.4.3	Kuormien yhdistäminen	38
6.4.3.1	Yleistä	38
6.4.4	Kuormien ja kuormayhdistelmien osavarmuusluvut	38
6.4.5	Materiaalien ja tuotteiden osavarmuusluvut	39
6.4.6S	Murtorajatilan kuormayhdistely	39
6.5	Käyttörajiilojen kuormayhdistelmät	42
6.5.1	Tarkastelut	42
6.5.2	Käyttökelpoisuuskriteerit	42
6.5.3	Käyttörajiilojen kuormayhdistelmät	44
6.5.4	Materiaalien osavarmuusluvut	44
7S.	KUORMAYHDISTELMÄESIMERKKEJÄ	45
7.1S	Toimistorakennuksen runko	45
7.2S	Teollisuusrakennuksen pilari	47
	LIITE A. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1990	49

OSA 1.1: EUROKODI 1. RAKENTEIDEN KUORMAT - YLEISET KUORMAT: TILAVUUSPAINOT, OMA PAINO JA RAKENNUSTEN HYÖTYKUORMAT. EN 1991-1-1 SUUNNITTELUOHJE

1.	YLEISTÄ	61
1.1	Soveltamisala	61
1.2	Velvoittavat viittaukset	61
1.3	Periaatesääntöjen ja soveltamissääntöjen ero	61
1.5	Termit ja määritelmät	61
1.6	Merkinnät	62
2.	KUORMIEN LUOKITUS	63
2.1	Oma paino	63
2.2	Hyötykuormat	63
3.	MITOITUSTILANTEET	64
3.1	Yleistä	64
3.2	Pysyvät kuormat	64
3.3	Hyötykuormat	64
3.3.1	Yleistä	64
3.3.2	Rakennuksia koskevat lisäsäännöt	64
4.	RAKENNUSMATERIAALIEN JA VARASTOITAVIEN TUOTTEIDEN TILAVUUSPAINOT	66
4.1	Yleistä	66

5.	RAKENNUSOSIEN OMA PAINO	67
5.1	Kuormien esittäminen	67
5.2	Oman painon ominaisarvot	67
5.2.1	Yleistä	67
5.2.2	Rakennuksia koskevat lisäsäännöt	67
5.2.3	Siltoja koskevat lisäsäännöt (ei käsitellä)	67
6.	RAKENNUSTEN HYÖTYKUORMAT	68
6.1	Kuormien esittäminen	68
6.2	Kuormituskaaviot	68
6.2.1	Välipohjat, palkit ja yläpohjat	68
6.2.2	Pilarit ja seinät.	69
6.3	Hyötykuormien ominaisarvot	70
6.3.0S	Käytettävät kuormien arvot.	70
6.3.1	Asuin-, kokoontumis-, myymälä- ja toimistotilat (A...D)	71
6.3.1.1	Luokat.	71
6.3.1.2	Kuormien arvot.	71
6.3.2	Varasto- ja tuotantotilat (E)	74
6.3.2.1	Luokat.	74
6.3.2.2	Kuormien arvot.	74
6.3.2.3	Haarukkatrukeista aiheutuvat kuormat.	75
6.3.2.4	Kuljetusvälineistä aiheutuvat kuormat	76
6.3.3	Autotallit ja ajoneuvojen liikennöntialueet rakennuksissa (F ja G)	76
6.3.3.1	Luokat.	76
6.3.3.2	Kuormien arvot.	76
6.3.4	Vesikatot (H, I ja K)	77
6.3.4.1	Luokat.	77
6.3.4.2	Kuormien arvot.	77
6.4	Kaiteiden ja suojaseinäminä toimivien väliseinien vaakakuormat	78
6.5S	Lisävaakavoimat	78
	LIITE A. EN 1991-1-1 liite A	81
	LIITE B. EN 1991-1-1 liite B	84
	LIITE C. Kansallinen liite standardiin EN 1991-1-1	85

**OSA 1.3: EUROKOODI 1. RAKENTEIDEN KUORMAT - YLEISET
KUORMAT: LUMIKUORMAT. EN 1991-1-3 SUUNNITTELUOHJE 91**

1.	YLEISTÄ.	93
1.1	Soveltamisala	93
1.2	Velvoittavat viittaukset	93
1.3	Oletukset	93
1.4	Periaatesääntöjen ja soveltamissääntöjen ero	93
1.5	Kokeellinen mitoitus	94
1.6	Termit ja määritelmät	94

1.7	Merkinnät	95
2.	KUORMIEN LUOKITUS	196
3.	MITOITUSTILANTEET	97
3.1	Yleistä	97
3.2	Normaaliolosuhteet	97
3.3	Poikkeukselliset olosuhteet	97
4.	MAANPINNAN LUMIKUORMA	98
4.1	Ominaisarvot	98
4.2	Muut edustavat arvot	99
4.3	Maanpinnan poikkeuksellisten lumikuormien käsittely	99
5.	KATTOJEN LUMIKUORMAT	100
5.1	Kuorman luonne	100
5.2	Kuormituskaaviot	100
5.3	Katon muutokertoimet	101
5.3.1	Yleistä	101
5.3.2	Pulpettikatot	102
5.3.3	Harjakatot	102
5.3.4	Sahakatot	103
5.3.5	Kaarikatot	103
5.3.6	Korkeampaa rakennuskohdetta vasten oleva katto	104
5.3.7S	Kupolikatot	107
6.	PAIKALLISET VAATIMUKSET	108
6.1	Yleistä	108
6.2	Kinostuminen ulkonemiin ja esteisiin	108
6.3	Räystäältä riippuva lumi	109
6.4	Lumiesteiden ja muiden esteiden lumikuormat	109
7S.	STANDARDIN EN 1991-1-3 LIITTEIDEN SOVELTAMINEN SUOMESSA	110
8S.	LASKENTAESIMERKKEJÄ	111
8.1S	Konehuone katolla	111
8.2S	Korkea rakennus ja matala siipi	112
8.3S	Pieni katos rakennuksen sivulla	113
	LIITE A. Kansallinen liite standardiin EN 1991-1-3	115
	OSA 1.4: EUROKOODI 1. RAKENTEIDEN KUORMAT - YLEISET KUORMAT: TUULIKUORMAT. EN 1991-1-4 SUUNNITTELUOHJE	121
1.	YLEISTÄ	123
1.1	Soveltamisala	123
1.2	Velvoittavat viittaukset	123
1.3	Oletukset	124

1.4	Periaatesääntöjen ja soveltamissääntöjen ero	124
1.5	Kokeellinen mitoitus	124
1.6	Termit ja määritelmät	124
1.7	Merkinnät	124
2.	MITOITUSTILANTEET	126
3.	TUULIKUORMIEN MALLINTAMINEN	127
3.1	Luonne	127
3.2	Tuulikuormien esittäminen	127
3.3	Tuulikuormien luokitus	127
3.4	Ominaisarvot	127
3.5	Mallit	127
4.	TUULENNOPEUS JA NOPEUSPAINE	129
4.1	Laskentaperusteet	129
4.2	Perusarvot	129
4.3	Tuulennopeuden modifioitu perusarvo	129
4.3.1	Tuulen nopeusprofiili	129
4.3.2	Maaston rosoisuus ja maastoluokat	130
4.3.3	Maaston pinnanmuodon vaikutus nopeuspaineeseen	133
4.3.4	Suuret ja huomattavasti korkeammat viereiset rakenteet	135
4.3.5	Lähekkäin sijaitsevat rakennukset ja esteet	135
4.4	Tuulen turbulenssi	135
4.5	Tuulen nopeuspaineen ominaisarvot eri maastoluokille	136
5.	TUULIKUORMAT	138
5.1	Yleistä	138
5.2	Pintoihin vaikuttava tuulenpaine	138
5.3	Tuulikuormien määrittäminen	139
5.3.0S	Yleistä	139
5.3.1S	Kokonaistuulivoiman laskenta voimakertoimen c_f avulla	140
5.3.1.1S	Matalat rakennukset	140
5.3.1.2S	Korkeat rakennukset	141
5.3.2S	Rakenneosien tuulikuormien ja kokonaistuulivoiman määrittäminen pintapaineiden avulla	143
5.3.2.1S	Pintoihin vaikuttavat kuormat	143
5.3.2.2S	Rakenneosien tuulikuormat	144
5.3.2.3S	Kokonaistuulivoiman määrittäminen pintapaineiden avulla	144
5.3.4S	Muut rakenteet	144
6.	RAKENNEKERROIN c_{sC_d}	145
6.1	Yleistä	145
6.2	Rakennekertoimen määrittäminen	145
6.3	Yksityiskohtainen menettelytapa	145
7.	PAINE- JA VOIMAKERTOIMET	146
7.1	Yleistä	146
7.1.1	Aerodynaamisen kertoimen valinta	146

7.1.2	Epäsymmetriset voimat	146
7.1.3	Jään ja lumen vaikutukset	147
7.2	Rakennuksia koskevat painekertoimet	147
7.2.1	Yleistä	147
7.2.2	Pohjaltaan suorakulmaisten rakennusten pystyseinät	148
7.2.3	Tasakatot	151
7.2.4	Pulpettikatot	152
7.2.5	Harjakatot	155
7.2.6	Aumakatot	157
7.2.7	Sahakatot	159
7.2.8	Kaarikatot ja kupolit	160
7.2.9	Sisäpuolinen paine	161
7.2.10	Ulkoseiniin ja vesikattoihin vaikuttava paine, kun pintakerroksia on useampia	163
7.3	Katokset	163
7.4	Erilliset seinämät, kaiteet, aidat ja ilmoituskilvet	168
7.4.1	Erilliset seinämät ja kaiteet	168
7.4.2	Seinämien ja aitojen suojakertoimet	168
7.4.3	Ilmoituskilvet	168
7.5	Kittakertoimet c_{fr}	169
7.6	Poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoiset rakenneosat	170
7.7	Rakenneosat, joiden poikkileikkaus on teräväsärmäinen avoprofiili	170
7.8	Rakenneosat, joiden poikkileikkaus on säännöllinen monikulmio	170
7.9	Ympyräsyliinterit	170
7.10	Pallot	171
7.11	Ristikkorakenteet ja telineet	171
7.12	Liput	171
7.13	Tehollinen hoikkuus ja pätevaikutuskerroin	171
8.	SILTOJEN KUORMAT	172
9S.	LASKENTAESIMERKKEJÄ	173
9.1S	Maaston vaikutus tuulen nopeuspaineeseen	173
9.2S	Rakennuksen kokonaistuulivoima	174
9.2.1S	Voimakertoimen käyttö kokonaisvoiman arviointiin	174
9.2.2S	Painekertoimien soveltaminen	175
9.3S	Harjakattoiseen rakennukseen kohdistuvat tuulivoimat	177
9.4S	Korkeaan rakennukseen kohdistuva tuulikuorma	181
9.4.1S	Voimakertoimen käyttö kokonaisvoiman arviointiin	182
9.4.2S	Paine- ja imuvoimat	182
9.5S	Seinien nurkka-alueiden paine- ja imuvoimat	183
9.6S	Liikuntasaumoin jaettu pitkä rakennus	185
9.7S	Avoimen sivun vaikutus painevoimiin	186
	LIITE A. Tuulen nopeuspaine	188
	LIITE B. Kansallinen liite standardiin EN 1991-1-4	189

KIRJALLISUUTTA	195
LIITE. RakMK. Rakenteiden lujuus ja vakaus. Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet. Luvut 1 ja 2.	197

Ilmoittajat

Ilmoitukset julkaisun lopussa

Arksystems Oy
Inspecta Oy
Peikko Finland Oy
Rakennusbetoni- ja Elementti Oy
SFS intec Oy
SS-Teracon Oy
Sweco Rakennetekniikka Oy