

**JULKAISIJA JA KUSTANTAJA:**

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

**MYYNTI:**

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Töölönkatu 4, 00100 Helsinki

Puh. 0207 120 600, fax 0207 120 619, email [ril@ril.fi](mailto:ril@ril.fi), [www.ril.fi](http://www.ril.fi)

ISBN 978-951-758-476-0

ISSN 0356-9403

Painopaikka: Hakapaino Oy, 2007

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

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n julkaiseman ohjeen "RIL 244-2007 Puurakenteiden jäykistyksen ja halkeilun hallinta Suunnittelu- ja valmistusohjeet" tavoitteena on parantaa puurakenteiden rakenteellista toimintaa ja varmuutta.

Julkaisu jakautuu kahteen osaan. Osa A, puurakenteiden jäykistysohje, kuvaa rakennuksen jäykistyksen periaatteita ja antaa ohjeita rakennuksen eri osien ja liitosten suunnitteluun ja mitoitukseen, myös esimerkkien avulla. Osa B, puurakenteiden halkeilun hallinta, kuvaa liimapuupalkkien halkeilun problematiikkaa ja antaa ohjeita, miten tämä on valmistuksessa, asennuksessa, suunnittelussa ja käytössä hallittavissa.

Julkaisun sisältö on VTT:n tuottama. Ohjeen molemmat osat on laadittu osana laajempaa tutkimusta (laajarunkoisten hallien rakenteellinen turvallisuus), jota ovat rahoittaneet opetusministeriö, ympäristöministeriö, VTT, Teräsrakenneyhdistys ry. ja Wood Focus Oy. Työ on suoritettu rahoittajien muodostaman johtoryhmän ohjauksessa. Ohjeen on kirjoittanut Markku Kortesmaa. Projektin johtoryhmään kuuluivat seuraavat henkilöt:

- Teppo Lehtinen puheenjohtaja, ympäristöministeriö, teppo.lehtinen@ymparisto.fi
- Jaakko Huuhtanen, ympäristöministeriö, jaakko.huuhtanen@ymparisto.fi
- Risto Järvelä, opetusministeriö, risto.jarvela@minedu.fi
- Unto Kalamies, Teräsrakenneyhdistys ry., unto.kalamies@rakennusteollisuus.fi
- Pekka Nurro, Wood Focus Oy, pekka.nurro@woodfocus.fi
- Tapani Tuominen, SPU Systems Oy, tapani.tuominen@spu.fi.

Lisäksi johtoryhmän kokouksiin osallistuivat:

- Markku Kortesmaa, VTT, markku.kortesmaa@vtt.fi
- Mauri Peltovuori, opetusministeriö, mauri.peltovuori@minedu.fi
- Tapio Leino, VTT, tapio.leino@vtt.fi.

Ohjeen teknistä sisältöä on kommentoinut Asko Keronen.

Tähän julkaisuun on lisätty ympäristöministeriön kesällä 2006 julkaisemat kaksi ohjetta koskien olemassa olevien rakennusten rakenteellista tarkastusta (liitteet A6 ja B1).

RIL kiittää hankkeen rahoittajia mahdollisuudesta julkaista laaditut raportit. Lisäksi RIL kiittää ohjeen laadintaan osallistuneita tahoja, jotka ovat tiedoillaan ja kannanotoillaan mahdollistaneet tämän ohjeen syntymisen.

Toukokuussa 2007

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Jorma Haapamäki  
puheenjohtaja

Helena Soimakallio  
toimitusjohtaja

## Sisällysluettelo

|  |          |
|--|----------|
| <b>A. PUURAKENTEIDEN JÄYKISTYSSUUNNITTELUN OHJE</b> .....        | <b>7</b> |
| JOHDANTO .....   | 9        |
| A1. JÄYKISTYS .....  | 10       |
| A1.1 Jäykistyksen kuvaus .....                                   | 10       |
| A1.1.1 Esimerkki koko rakennuksen jäykistyksen kuvauksesta . . . | 11       |
| A1.2 Yksittäisten komponenttien jäykistys .....                  | 12       |
| A2. KUORMAT .....  | 13       |
| A2.1 Vaakakuormat .....  | 13       |
| A2.1.1 Tuuli .....   | 13       |
| A2.1.2 Pystyrakenteiden vinoudesta aiheutuvat kuormat .....      | 17       |
| A2.1.3 Kosteusmuodonmuutosten aiheuttamat kuormat .....          | 18       |
| A2.1.4 Muut kuormat .....  | 18       |
| A3. RAKENNUKSEN JÄYKISTYSPERIAATTEET .....                       | 19       |
| A3.1 Pystysuorat rakenneosat .....                               | 19       |
| A3.1.1 Kehät .....   | 19       |
| A3.1.2 Mastot .....  | 19       |
| A3.1.3 Ristikkojäykistys .....                                   | 20       |
| A3.1.4 Levyjäykistys .....                                       | 20       |
| A3.2 Vaakajäykistys .....  | 20       |
| A3.3 Pitkät rakennukset .....                                    | 22       |
| A3.4 Jäykistysesimerkki .....                                    | 22       |
| A4. JÄYKISTEIDEN MITOITUS .....                                  | 24       |
| A4.1 Nurjahdustuet .....   | 24       |
| A4.1.1 Eurocode 5 mukainen mitoitus .....                        | 24       |
| A4.1.2 Nurjahduskaavojen teoreettisia lausekkeita .....          | 25       |
| A4.1.2.1 Pistemäinen tuenta .....                                | 25       |
| A4.1.2.2 Jatkuva tuenta .....                                    | 26       |
| A4.1.3 Numeroesimerkkejä .....                                   | 28       |
| A4.2 Ristikkojen poikittaistuenta .....                          | 30       |
| A5. MITOITUSESIMERKKI .....                                      | 34       |
| A5.1 Jäykistysperiaate .....                                     | 34       |
| A5.2 Kuormat .....   | 35       |
| A5.2.1 Omapaino ja tuulikuorma .....                             | 35       |
| A5.2.2 Vaakakuormat pystykuormien epäkeskisyydestä .....         | 36       |
| A5.3 Päätyseinän mitoitus .....                                  | 36       |
| A5.4 Sivuseinät .....  | 38       |
| A5.4.1 Voimat .....  | 38       |
| A5.4.2 Jäykisteen mitoitus .....                                 | 39       |
| A5.5 Jäykistävää levykenttä .....                                | 42       |
| A5.6 Päätykolmiot .....  | 43       |
| A5.6.1 Voimat .....  | 43       |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| A5.6.2    | Tukirakenteet . . . . .  | 44        |
| A5.6.3    | Tukiristikoiden väliin jäävät kattoristikot . . . . .                          | 45        |
| A5.6.4    | Ristikoiden yläpaarteiden sivuttaistuenta . . . . .                            | 46        |
| LIITE A1. | Jäykistysperiaatteet . . . . .   | 50        |
| LIITE A2. | Nurjahdustukena pistemäiset tuet . . . . .                                     | 52        |
| LIITE A3. | Nurjahdustukena jatkuva rakenne . . . . .                                      | 57        |
| LIITE A4. | Ristikkoryhmän jäykistys . . . . .   | 62        |
| LIITE A5. | Rakentamisen aikainen jäykistys . . . . .                                      | 66        |
| LIITE A6. | Riskialltiit kattorakenteet - spesifikaatiot kiinteistön omistajille . . . . . | 68        |
| <b>B.</b> | <b>PUURAKENTEIDEN HALKEILUN HALLINTA . . . . .</b>                             | <b>81</b> |
|           | JOHDANTO . . . . .   | 83        |
| B1.       | SUUNNITTELU . . . . .  | 84        |
| B1.1      | Puun erityispiirteet kantavana materiaalina . . . . .                          | 84        |
| B1.2      | Halkeaminen . . . . .  | 85        |
| B1.2.1    | Yleistä . . . . .  | 85        |
| B1.2.2    | Materiaali ja valmistusvirheet . . . . .                                       | 85        |
| B1.2.3    | Leikkausrasitusten ylittyminen. . . . .  | 85        |
| B1.2.4    | Syitä vastaan kohtisuora vetorasitus. . . . .                                  | 87        |
| B1.2.4.1  | Kaarevat rakenteet. . . . .  | 87        |
| B1.2.4.2  | Mahapalkki. . . . .  | 88        |
| B1.2.4.3  | Loveus . . . . .   | 89        |
| B1.2.4.4  | Ripustukset . . . . .  | 90        |
| B1.2.5    | Palkin kuivuminen . . . . .  | 93        |
| B1.2.5.1  | Palkin kiinnitykset tuella . . . . .   | 94        |
| B1.2.5.2  | Kiinnitys palkin kylkeen . . . . .   | 96        |
| B1.2.5.3  | Epätasainen kuivuminen . . . . .   | 97        |
| B1.2.6    | Ulkona olevat rungon osat. . . . .   | 97        |
| B1.2.7    | Käyttötarkoituksen muutos . . . . .  | 97        |
| B1.2.7.1  | Rakenteen toimintatavan muutos. . . . .  | 98        |
| B1.2.7.2  | Lämpötilan muutos. . . . .   | 98        |
| B2.       | RAKENNUSTYÖ . . . . .  | 99        |
| B2.1      | Valmistus tehtaalla . . . . .  | 99        |
| B2.2      | Kuljetus. . . . .  | 99        |
| B2.2.1    | Mekaaniset rasitukset . . . . .  | 99        |
| B2.2.2    | Kosteus kuljetuksen aikana. . . . .  | 100       |
| B2.3      | Varastointi työmaalla . . . . .  | 100       |
| B2.3.1    | Tuennat . . . . .  | 100       |
| B2.3.2    | Kosteusriskit . . . . .  | 100       |
| B2.4      | Rakenteiden käyttöönotto. . . . .  | 100       |
| B2.4.1    | Lämmitysvaihe . . . . .  | 100       |
| B2.4.2    | Sisävalmistusvaihe . . . . .   | 101       |
| B3.       | YLLÄPITO . . . . .   | 103       |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| B3.1 | Halkeamien vaarallisuus . . . . .   | 103 |
| B3.2 | Korjaustarpeen arviointi . . . . .  | 103 |
|      | B3.2.1 Rasitukset vaurioituneella alueella . . . . .                                | 103 |
|      | B3.2.2 Vaurioitumisen suuruus . . . . .   | 104 |
|      | B3.2.3 Päätelmät korjaustarpeesta . . . . .   | 104 |
| B3.3 | Korjausajankohta . . . . .  | 104 |
| B3.4 | Korjausmenetelmät . . . . .   | 104 |
|      | B3.4.1 Vinotangot . . . . .   | 104 |
|      | B3.4.2 Vanerointi . . . . .   | 106 |
| B3.5 | Varottavat korjaustavat . . . . .   | 107 |
|      | B3.5.1 Pulttaus syitä vastaan kohtisuorassa suunnassa . . . . .                     | 107 |
|      | B3.5.2 Halkeamien täyttö . . . . .  | 107 |
|      | LIITE B1. Liimapuun halkeilu - ohje riskien ja korjaustarpeen arviointiin . . . . . | 108 |

### Ilmoittajahakemisto

Ilmoitukset sivujen 80 ja 81 välissä ja kirjan lopussa.

KPM-Engineering Oy  
PRT-Lami Oy  
Sepa Oy  
Suomen Konepuristin Oy  
Suomen Kuitulevy Oy  
Versowood Group Oy