



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

EN 1993-1-8: Teräsrakenteiden suunnittelu, Liitosten mitoitus

Jouko Kouhi, Diplomi-insinööri
jouko.kouhi@vtt.fi

2

SÄÄNNÖKSET
OHJEET

1 Johdanto

Standardi EN 1993-1-8 koskee seuraavia teräslajeja: S235, S275, S355, S420 ja S460. Lisäsäännöt teräksille S500...S700 esitetään standardissa EN 1993-1-12. Väsytyksuormitettujen liitosten osalta lisäohjeita esitetään standardissa EN 1993-1-9, jota ei tässä käsitellä.

Standardissa EN 1993-1-8 pyritään systemaattisesti erottamaan toisistaan ”kiinnitys” (connection, Verbindung) ja ”liitos” (joint, Anschluss). Kiinnityksellä tarkoitetaan sitä, että kaksi kappaletta kiinnitetään toisiinsa esim. ruuveilla tai hitsaamalla. Liitoksella tarkoitetaan suurempaa kokonaisuutta. Em. termien erottelu myös suomen kielessä on välttämätöntä, koska käytetään myös käsitteitä ”kiinnitysluokka” ja ”liitosluokka”.

Standardi EN 1993-1-8 koskee seuraavia kiinnitystapoja:

- Ruuvit, injektoriruuvit mukaanlukien
- Niitit
- Niveltapit
- Hitsaus.

Perusmitoitustapausten lisäksi esitetään yksityiskohtaiset ohjeet I- ja H-profiilien välisten liitosten mitoittamiseksi (sekä lujuus että jäykkyys) sekä liitosten mitoittamiseksi rakenneputkia käytettäessä. Rakenneputkien osalta liitosten jäykkyyden laskemista ei käsitellä.

2 Suunnitteluperusteet

Ehdotuksessa Suomen kansalliseksi liitteeksi esitetään, että osavarmuuslukujen osalta noudetaan suositeltavia arvoja. Tämä johtaa usein siihen, että kiinnityksille ja liitoksille sallitaan jonkin verran enemmän laskennallista kestävyyttä Suomen nykyisiin ohjeisiin B7 verrattuna.

Standardissa EN 1993-1-8 esitetään kiinnitysten ja liitosten suunnittelun yleiset periaatteet. Oleellista on, että standardi EN 1993-1-8 edellyttää, että käytetty laskentamalli on varmistettu

kokeellisesti. Standardissa EN 1993-1-8 esitetyt lasketatavat on kokeellisesti varmistettu. Nähdäkseni Suomessa on käytössä liitoksia, joiden todellisesta toiminnasta ei ole kokeellista näyttöä.

Yleisesti ottaen liitosten epäkeskeisyydet tulee ottaa huomioon, ellei niitä ole otettu huomioon jo annetuissa kaavoissa. Yksityiskohtien osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8.

EN 1993-1-8 sisältää runsaasti viittauksia standardeihin. Tässä esitetään vain ko. viitestandardeja koskevat ryhmät, jotka ovat:

Viitestandardiryhmä 1: Hitsattavat rakenneteräkset

Viitestandardiryhmä 2: Toleranssit, mitat ja tekniset toimitusehdot

Viitestandardiryhmä 3: Rakenneputket

Viitestandardiryhmä 4: Ruuvit, mutterit ja aluslaatat

Viitestandardiryhmä 5: Hitsauslisäaineet ja hitsaus

Viitestandardiryhmä 6: Niitit

Viitestandardiryhmä 7: Teräsrakenteiden toteuttaminen

Standardin EN 1993-1-8 viitestandardit on esitetty päivättyinä, joka tarkoittaa sitä, että viitestandardin uusi revisio ei ole voimassa (standardin EN 1993-1-8 näkökulmasta katsottuna), ellei sitä erikseen todeta.

3 Kiinnitykset, joissa käytetään ruuveja, niittejä tai niveltappeja

3.1 Ruuvit, mutterit ja aluslaatat

Standardin EN 1993-1-8 säännöt koskevat seuraavia ruuvien lujuusluokkia: 4.6, 4.8, 5.6, 6.8, 8.8 ja 10.9. Muttereille ja aluslaatoille asetettavat vaatimukset, ks. EN 1993-1-8. Suomen kansallisessa liitteessä suositellaan käytettäväksi vain lujuusluokkien 8.8 ja 10.9 ruuveja.

3.2 Ruuvikiinnitysluokat

Leikkausvoiman rasittamat ruuvikiinnitysluokat ovat:

- a) Kiinnitysluokka A: Reunapuristustyypinen kiinnitys
- b) Kiinnitysluokka B: Käyttörajallassa liukumisen kestävä kiinnitys
- c) Kiinnitysluokka C: Murtorajatilassa liukumisen kestävä kiinnitys.

Vetovoiman rasittamat ruuvikiinnitysluokat ovat:

- a) Kiinnitysluokka D: Kiinnitykset, joissa käytetään esijännittämättömiä ruuveja
- b) Kiinnitysluokka E: Kiinnitykset, joissa käytetään esijännitettyjä ruuveja.

Suomen nykyisissä ohjeissa B7 vastaavaa luokitusta ei ole esitetty.

Esijännitetyille ruuveille standardissa EN 1993-1-8 esitetään esijännitykseltä vaadittava minimiarvo. Jos esijännitystä ei hyödynnetä mitoituksessa, voidaan esijännityksen arvo esittää kansallisessa liitteessä.

3.3 Ruuvien reikien sijainti

Kiinnittimien pienimmät ja suurimmat reuna- ja keskiöetäisyydet esitetään standardissa EN 1993-1-8 taulukkumuodossa. Lukuarvot ovat samoja kuin esistandardissa ENV 1993-1-1, mutta esitystapaa on pyritty selkiinnyttämään.

Ohjeisiin B7 verrattuna keskeisimpiä uusia asioita ovat:

- Standardi EN 1993-1-8 kattaa myös pidennetyt reiät.
- Standardi EN 1993-1-8 kattaa myös limitetyt reiät.

- Päätetyäisyyden pienin sallittu arvo on pienempi kuin ohjeessa B7.
- Päätty- ja keskiöetäisyyksille sallitaan pienempiä arvoja kuin ohjeessa B7. Tämä merkitsee mm. sitä, että ns. palamurtuminen voi tulla määrääväksi. Nykyisessä ohjeessa B7 ns. palamurtumista ei käsitellä, koska em. minimietäisyydet ovat varsin suuret ohjeessa B7. Palamurtumisen merkitys kasvaa, kun teräksen lujuus nousee.
- Puristetun levyn lommahduksen välttämiseksi ruuvien välillä esitetään valmiiksi laskettu raja-arvo.
- Uppokantaisten ruuvien mitoittamiseksi esitetään ohjeita.

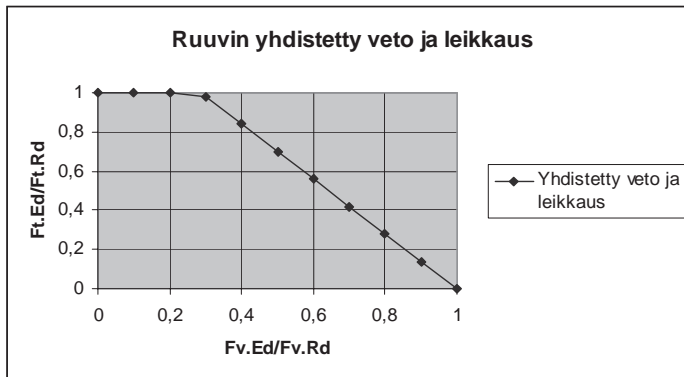
3.4 Kiinnittimien kestävyysien mitoitusarvot

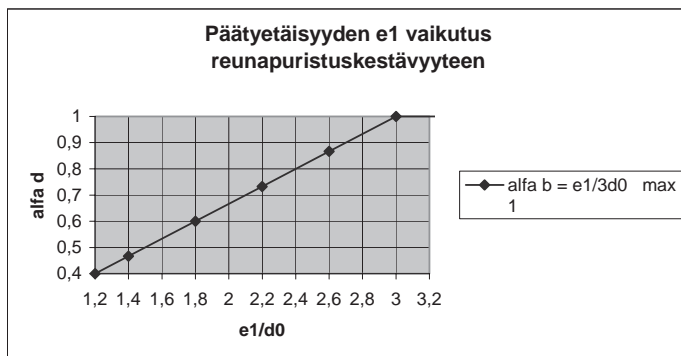
Ruuvien ja niitten kestävyudet esitetään taulukoon koottuna. Kestävyudet ovat likipitään samat kuin esistandardissa ENV 1993-1-1, mutta esitystapaa on pyritty selkiinnyttämään.

Suomen ohjeeseen B7 verrattuna todetaan seuraavat keskeisimmät asiat ja erot:

- Yksileikkeisille kiinnityksille esitetään erillinen kaava.
- Soviteruuveille esitetään yksityiskohtaisia ohjeita.
- Kierteiden tekotapa vaikuttaa ruuvien vetokestävyyteen.
- Ruuvien ja mutterin lävistymiskestävyydelle esitetään erillinen kaava.

Periaatteena on, että kiinnittimen kestävyys tarkistetaan kullekin yksittäiselle rasitukselle ja sen lisäksi tarkistetaan kestävyys yhdistetylle vedolle ja leikkaukselle. Kuvassa 1 esitetään





Kuva 2. Päätyetäisyyden e_1 vaikutus reunapuristus- ja repeytymiskestävyyteen (ks. EN 1993-1-8 taukukko 3.4). d_0 tarkoittaa reiän halkaisijaa. /1/

standardin EN 1993-1-8 yhteisvaikutus graafisesti ruuveille.

Kuvassa 2 esitetään päätyetäisyyden suhteellinen vaikutus reunapuristuskestävyyteen. Muut vaikuttavat parametrit, ks. standardi EN 1993-1-8.

3.5 Kiinnitinryhmät

Kiinnitinryhmien osalta esitetään ohjeet siitä milloin yksittäisten kiinnittimien kestävyudet saa summata ja milloin pitää käyttää pienintä arvoa. Standardin EN 1993-1-8 ohjeet ovat lievempiä kuin ohjeen B7 ohjeet. Suomen nykykäytäntö on, että käytetään aina pienintä arvoa.

3.6 Pitkät liitokset

Pitkien liitosten kestävyuden määrittämiseksi esitettävä pienennystekijä on käytännössä sama kuin ohjeessa B7, mutta standardin EN 1993-1-8 pienennystekijä esitetään käänteislukuna ohjeeseen B7 verrattuna ja ko. tekijä on mitoitusyhtälön toisella puolella. Ko. pienennystekijää ei sovelleta esim. uuman ja laipan välisen leikkausvoiman siirtämiseen.

3.7 Liukumisen kestävät kiinnitykset lujusluokan 8.8 tai 10.9 ruuveja käytettäessä

Liukumisen kestävien kiinnitysten osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8.

3.8 Kiinnittimien reikävähennykset

3.8.1 Yleistä

Kiinnittimien reikävähennykset esitetään standardissa EN 1993-1-1.

3.8.2 Mitoitus palamurtumisen suhteen

Suomeen ohjeet B7 eivät sisällä ohjeita palamurtumisen suhteen. Palamurtumista koskevat ohjeet esitetään standardin EN 1993-1-8 kohdassa 3.8.2. Ohjeet ovat erilaiset kuin esistandardissa ENV 1993-1-1.

4 Hitsausliitokset

4.1 Yleistä

Standardi EN 1993-1-8 koskee tapauksia, joissa ainepaksuus on vähintään 4 mm. Ohuempien aineen paksuuksien hitsaamisen osalta viitataan standardiin EN 1993-1-3:een. Rakenneputkien, joiden ainepaksuus on vähintään 2,5 mm, hitsaamisen osalta viitataan standardin EN 1993-1-8 kohdan 7 ohjeisiin.

Hitsiluokaksi valitaan C staattisesti kuormitetuissa rakenteissa, ellei toisin vaadita. Hitsiluokka D ei ole tarkoitettu kantaviin rakenteisiin. Väsytkuormitettujen rakenteiden osalta hitsien geometrialle ja hitsausvirheille esitetään lisävaatimuksia standardissa EN 1993-1-9.

4.2 Muoto ja mitat

Piena- ja päittäishitsien geometrialle asetettavien rajoitusten osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8.

4.3 Pienahitsin kestävyuden mitoitusarvo

4.3.1 Hitsien pituus

Pienahitsin tehollisella pituudella tarkoitetaan mitta, joka todellisuudessa voidaan saavuttaa.

Tapauksesta riippuen siis päätykraaterit joko vähennetään tai ei vähennetä.

4.3.2 Efektiivinen a-mitta

Standardi EN 1993-1-8 sallii erikylkisten pienahitsien käytön toisin kuin nykyiset suomalaiset standardit.

Englanninkieliselle ilmaisulle ”effective throat thickness” käytetään standardin EN 1993-1-8 yhteydessä suomenosta ”efektiivinen a-mitta”. Standardin SFS-EN ISO 17659 (entinen EN 12345) suomenoksessa ilmaisu ”effective throat thickness” on käännetty suomeksi ”teholininen a-mitta”. Standardi SFS-EN ISO 17659 ei salli erikylkistä pienahitsiä. Tämän takia standardin EN 1993-1-8 suomenoksessa käytetään eri käännettä.

Tunkeumaa voidaan hyödyntää edellyttäen, että ennakkoon tehtävin kokein osoitetaan, että vaadittu tunkeuma voidaan jatkuvasti saavuttaa. Tarkempia ohjeita tunkeuman hyödyntämisestä tai tarkistamisesta ei esitetä. Tarkoitus on, että yksityiskohtaisemmat ohjeet tulevat standardiin EN 1090-2.

4.3.3 Pienahitsien kestävyysmitoitussarvo

Pienahitsien mitoittamiseksi esitetään yksinkertaistettu menetelmä sekä ns. komponenttimehenetelmä. Menetelmät ovat periaatteessa samoja kuin vielä voimassa olevassa standardissa SFS 2373 seuraavin poikkeuksin:

- Standardissa EN 1993-1-8 käytetään vetomurtolujuutta, kun standardissa SFS 2373 taas käytetään myötörajaa
- Standardissa EN 1993-1-8 osavarmuusluku on tavallisissa tapauksissa toisaalta 25 % suurempi.

Yksinkertaistettu menetelmä johtaa suurimmitaan n. 22 % ylimitoitukseen.

Jos teräslaji on korkeampi kuin S460, hitsien mitoitus tulee tehdä standardin EN 1993-1-12 mukaan. Ko. standardissa hitsien mitoitus tehdään siten, että sekä hitsauslisäaineen että perusaineen lujuus otetaan huomioon. Standardi EN 1993-1-12 sallii myös ns. alilujien hitsien käytön.

Taulukossa 1 esitetään vertailu ohjeen B7 ja standardin EN 1993-1-8 antamien pienahitsien kestävyysväliä eräissä tapauksissa. Taulukosta 1 todetaan, että EN 1993-1-8 antaa 1,07...1,18-kertaisia mitoitussarvoja ohjeeseen B7 1996 verrattuna.

4.4 Päittäishitsien kestävyysmitoitussarvo

Läpihitsattujen ja osittain läpihitsattujen päittäishitsien mitoituksen osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8.

4.5 Kiinnitykset jäykistämättömiin laippoihin

Mitoituksessa käytetään tehollisia leveyksiä, joilla otetaan huomioon jännitysten epätasainen jakaantuminen. Yksityiskohtien osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8.

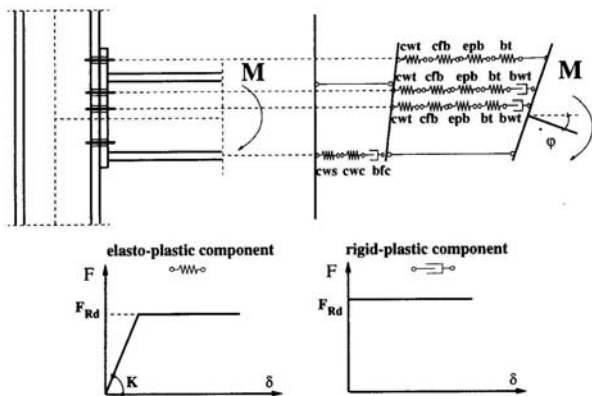
4.6 Pitkät liitokset

Pitkien liitosten osalta kestävyyttä pienennetään. Yksityiskohtien osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8.

Taulukko 1. Pienahitsin mitoitussarvojen vertailu /1/

| Teräslaji | f_y (Mpa) | f_u (Mpa) | β_w | Mitoitus lujuus $\gamma_{M2} = 1,25$ (Mpa) | β (SFS 2373) | Mitoitus lujuus $\gamma_m = 1,0$ (Mpa) (B7 1996) | Suhde: EN 1993-1-8/B7 1996 |
|--------------|----------------|----------------|-----------|---|-----------------------|--|----------------------------------|
| | 1) | 1) | | | | | |
| S235 | 235 | 360 | 0,8 | 360 | 0,7 | 335,7 | 1,07 |
| S275 | 275 | 430 | 0,85 | 404,7 | 0,8 | 343,8 | 1,18 |
| S355 | 355 | 510 | 0,9 | 453,3 | 0,9 | 394,4 | 1,15 |
| S420 N/NL | 420 | 540 | 1,0 | 432 | – | – | – |
| S460 N/NL | 460 | 570 | 1,0 | 456 | – | – | – |

1) Voimassa, kun ainepaksuus $t \leq$ viitestandardin antama raja-arvo



Kuva 3. Liitoksen mekaaninen malli (jousimalli). /2/

4.7 Epäkeskeisesti kuormitetut yksittäiset pienahsittit ja yhdeltä puolelta osittain läpihitsatut päittäishsittit

Epäkeskeisyyttä tulee välttää. Jos se ei ole mahdollista, niin epäkeskeisyyden vaikutus tulee ottaa huomioon. Yksityiskohtat ks. standardi EN 1993-1-8.

4.8 Hitsaaminen kylmämuovatuilla alueilla

Hitsaaminen kylmämuovatuilla alueilla on sallittu, jos ko. alueet normalisoidaan kylmämuokkauksen jälkeen, mutta ennen hitsausta tai jos kylmämuokkausaste on pienempi kuin mitä standardissa EN 1993-1-8 esitetään.

5 Analyysi, liitosluokitus ja mallinnus

Standardin EN 1993-1-8 luvussa 5 esitetään ohjeita rakenteiden mallinnuksesta erityisesti liitosten osalta. Liitokset luokitellaan niiden jäykkyyden ja lujuuden mukaan.

6 H- tai I-profiilien väliset rakenteelliset liitokset

Otsikossa mainittujen liitosten osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8. Ko. standardi sisältää yksityiskohtaiset ohjeet kestävyuden ja jäykkyyden laskemiseksi. Menetelmästä käytetään nimitystä komponenttimenetelmä.

Kuva 3 havainnollistaa liitoksen jäykkyyden määrittämiseksi käytettävää mekaanista mallia (jousimalli). Liitoksen yksittäisten peruskomponenttien jäykkyystekijät k_i esitetään standardin EN 1993-1-8 taulukossa 6.11.

Liittorakenteiden liitosten yksittäisten peruskomponenttien jäykkyystekijät k_i esitetään standardissa EN 1994. Liitoksen yksittäiset peruskomponentit on numeroitu siten, että standardin EN 1993-1-8 numerointi ja standardin EN 1994 vastaavaa numerointi vastaavat toisiaan. Alan kirjallisuudessa liitoksen yksittäisten peruskomponenttien numeroinnissa on eroja.

Kuvan 3 lyhennysten merkitys:

1. ruuvirivi (ylin ruuvirivi):

- cwt: column web in tension (pilarin vedetty uuma)
- cfb: column flange in bending (pilarin laipan taivutus)
- epb: end plate in bending (päätylevyn taivutus)
- bt: bolt in tension

2. ruuvirivi:

- cwt: column web in tension (pilarin vedetty uuma)
- cfb: column flange in bending (pilarin laipan taivutus)
- epb: end plate in bending (päätylevyn taivutus)
- bt: bolt in tension
- bwt: beam web in tension

3. ruuvirivi:

- cwt: column web in tension (pilarin vedetty uuma)
- cfb: column flange in bending (pilarin laipan taivutus)
- epb: end plate in bending (päätylevyn taivutus)
- bt: bolt in tension
- bwt: beam web in tension

4. ruuvirivi:

- cws: column wen in shear (pilarin uuman leikkaus)
- cwc: column web in compression (pilarin uuman puristus)
- bfc: beam flange in compression (palkin laidan puristus).

7 Rakenneputkien liitokset

Rakenneputkien välisten liitosten mitoituksen osalta viitataan standardiin EN 1993-1-8. Esitetyt ohjeet perustuvat pääasiassa CIDECT:n ohjeisiin.

KIRJALLISUUTTA

- /1/ Kouhi J., Eurocode 3 Käsikirja EN 1993-1-8 (tekeillä)
- /2/ Faella C., Piluso V., Rizzano, G., Structural Steel Semirigid Connections, Theory, Design and Software, CRC Press, New Your, 2000, 505 s.
- /3/ Zajdel M., Numerical analysis of bolted Tee-stub connections, TNO report number 97-CON-R-1123, 99 s.
- /4/ Frater G., S., Packer A. J., Weldment Design for RHS Truss Connections. I: Applications, Journal of Structural Engineering, Vol. 188, No. 10, October 1992, ss. 2784-2803
- /5/ Frater G., S., Packer A. J., Weldment Design for RHS Truss Connections. II: Experimentation. Journal of Structural Engineering, Vol. 188, No. 10, October 1992, ss. 2804-2820
- /6/ Weynand K. (ed.), Cost C1, Column Bases in Steel Building Frames, Semirigid behaviour of civil engineering structural connections, European Commission, Luxembourg 1999
- /7/ Bailey C.G, Moore D., The influence of local and global forces on column design, Final report prepared for: Department of the Environment, Transport and the Regions, PII Contract CC 1949, Sep. 1999, 72 s.
- /8/ Frame design including joint behaviour. Volume 1. ECSC Contracts no 7210-SA/212 and 7210-SA/320. Commission of European Communities. January 1997.
- /9/ Frame design including joint behaviour. Volume 2. ECSC Contracts no 7210-SA/212 and 7210-SA/320. Commission of European Communities. January 1997.
- /10/ Frame design including joint behaviour. Volume 3. ECSC Contracts no 7210-SA/212 and 7210-SA/320. Commission of European Communities. January 1997. 11s.

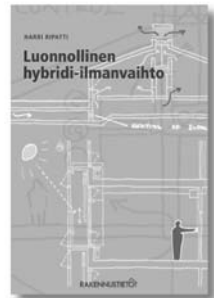
- /11/ Wald F., Column bases, Edicni stredisko CVUT, Praha, 1995, 137 s.
- /12/ Bezdek P., Dankova P., Sokol Z., Wald F., Zaruba I., Connection design tables to ENV 1993-1-1 (Eurocode 3), Stebevni fakulta CVUT, Praha 1994
- /13/ Bartos P., Novak T., Peleska K., Sokol Z., Vransy T., Wald F., Design tables to ENV 1993-1-1 (Eurocode 3), Stebevni fakulta CVUT, Praha 1993
- /14/ Fibrasova V., Kunst I., Machacek J., Rotter T., Studnicka J., Ustohal J., Vasek M., Votluka L., Wald F., Worked Examples to Eurocode 3, 4. Department of Steel Structures, faculty of Civil Engineering, Czech Technical University, Prague, November 1991, 128 s.
- /15/ Huber G., Non-linear Calculation of Composite Sections and Semi-continuous Joints, Ernst & Sohn, Berlin, 2000, 346 s.
- /16/ ENV 1993-1-1:1992/A2, Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General – General rules and rules for buildings, October 1998, 121 s.
- /17/ Design of structural connections to Eurocode 3. Frequently asked questions. Building Research Establishment Ltd., Watford, September 2003., 140 s.
- /18/ Wald F., Sokol Z., Navrhovani stycniku, Department of Steel Structures, faculty of Civil Engineering, Czech Technical University, Prague, November 1999, 144 s.
- /19/ Stahlbau Handbuch fur Studium und Praxis. Stahlbau-Verlag-GmBh, Köln, 1982, 953 s.
- /20/ SFS-Käsikirja 121. Kiinnittimet. Osa 1: Ruuvit ja mutterit. Suomen Standisoimisliitto r.y., Helsinki 1983. 2. Painos, 570 s.
- /21/ SFS-Käsikirja 121. Kiinnittimet. Osa 2: Kiinnitystarvikkeet. Suomen Standisoimisliitto r.y., Helsinki 1983. 2. Painos, 199 s.
- /22/ Sedlacek G., Spangemacher R., Dahl W., Hubo R., Langenberg P., Untersuchung der Auswirkung unterschiedlicher Streckgrenzenverhältnisse auf das Rotationsverhalten von I-Trägern, Projekt 169. Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V, Forschung fur die Praxis, März 1992, 102 s.
- /23/ Hitsaajan opas 2003, Rautaruukki Oyj, 112 s.
- /24/ Joints on Steel Construction, Composite Connections, SCI Publication 213, 1998, 98 s.
- /25/ Joints in Steel Construction, Simple Connections, Publication P212, The Steel Construction Institute & The British Constructional Steelwork Association Limited, 2002, 490 s.
- /26/ SFS-EN ISO 17659, Hitsaus. Hitsausliitosten monikielinen kuvallinen sanasto.

- 18.10.2004. 48 s. (korvaa standardin SFS-EN 12345)
- /27/ Yu Yanrong, The static strength of uniplanar and multiplanar connections in rectangular hollow sections, Delft University Press, 1997, 326 s.
- /28/ Lu L.H., The static strength of I-beam to rectangular hollow section column connections, Delft University Press, 1977, 206 s.
- /29/ Packer J.A., Henderson J.E., Design guide for hollow structural section connections, Canadian Institute of Steel Construction, 1992, 348 s.
- /30/ Wardenier J., Hollow section joints, Delft University Press, 1982, 544 s.
- /31/ Rondal J., Wurker K-G., Dutta D., Wardenier J., Yeomans N., Structural stability of hollow sections, Verlag TUV Rheinland, 1992, 57 s.
- /32/ Twilt L., Hass R., Klingsch W., Edwards M., Dutta D., Design guide for structural hollow section column exposed to fire, Verlag TUV Rheinland, 1994, 95 s.
- /33/ Packer J. A., Wardenier J., Kurobane Y., Dutta D., Yeomans N., Design guide for rectangular hollow section (RHS) joint under predominantly static loading, Verlag TUV Rheinland, 1992, 102 s.
- /34/ Wardenier J., Kurobane Y., Packer J.A., Dutta D., Yeomans N., Design guide for circular hollow section (CHS) joints under predominantly static loading, Verlag TUV Rheinland, 1991, 68 s.
- /35/ Syam A.A., Chapman B.G., Design of structural steel hollow section connections, Volume 1: Design Methods, Australian Institute of Steel Construction, 1996

Luonnollinen hybridi-ilmanvaihto

Vaihtoehto Suomessa käytössä olevalle painovoimaiselle ilmanvaihdolle?

Kirja esittelee havainnollisin piirroksin erilaisia luonnolliseen ilmanvaihtoon perustuvia ratkaisuja vaihtoehtona Suomessa perinteisesti käytetylle painovoimaiselle ilmanvaihdolle. Lisäksi selvitetään luonnollisen hybridi-ilmanvaihdon tekniikkaa rakentamismääräysten kannalta ja arvioidaan sen käyttömahdollisuuksia Suomessa.



Harri Ripatti
Rakennustieto Oy, 2005
ISBN 951-682-766-7
56 s., 23 €, sis. alv 8 %

Tee tilauksesi helposti
www.rakennustieto.fi tai
soita p. 0207 476 401.

RAKENNUSTIETO