



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](#)

Vakioteräsosilla toteutettavien betonielementtien väliset liitokset

Tapio Leino
Erikoistutkija, VTT
tapio.leino@vtt.fi

Betonielementit liitetään toisiinsa valamalla saumoihin betonia, jolloin betonista ulos tulevat ja elementtien saumoihin sijoitettavat raudotusterätket siirtävät voimia elementtien välillä. Toinen liittämistapa on valaa tehtaassa betonielementtien pintaan vakioteräsosia (kiinnityslevyjä tms.), joiden välille hitsataan voimia siirtäviä lisäteräksiä. Artikkelissa kuvataan vakioteräsosilla toteutettavan liitoksen suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja.

Sovellettavat suunnitteluohjeet

Liitosrakenne suunnitellaan oheisen vuokaavion (kuva 2) mukaisesti. Liitoksilta (kuva 1) vaaditaan paitsi kestävyyttä myös samoja rakennusfysikaalisia ominaisuuksia kuin rakennustuotteilta ja valmisosilta. Kuormitukset vaikuttavat kuitenkin eniten liitosrakenteen valintaan.

Betonielementtirakenteiden valmistamista ja asentamista on käsitelty valtioneuvoston asetuksessa elementtirakentamisen työturvallisuudesta (578/2003) [5], jonka mukaan ”Elementtirakentamiseen sovelletaan rakennustyön turvallisuudesta annettua valtioneuvoston päätöstä (629/1994) sekä työtelneiden ja putoamisen estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä annettua sosiaali- ja terveysministeriön päätöstä (156/1998)”. Betonielementtien liitosten suunnittelua, valmistusta ja asennusta käsitellään Betoninormeissa 2004 (ohje By 50 tai ohje B4 [2]) useissa kohdissa (taulukko 1).

Rakennesuunnittelun lähtötiedot

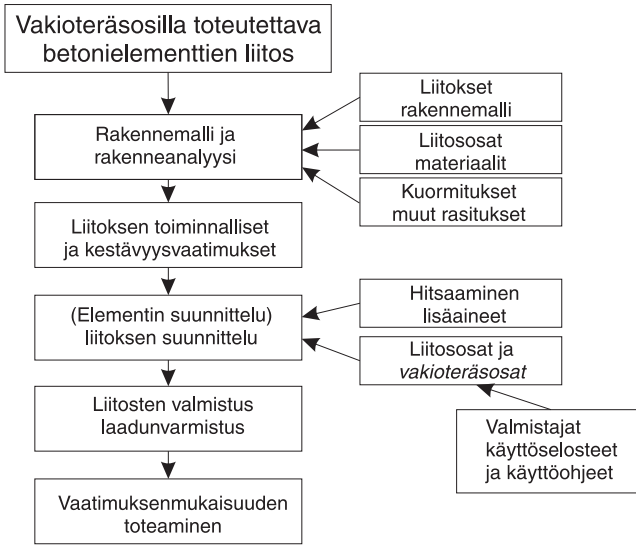
Betonielementtirakenteet suunnitellaan Betoninormien 2004 (tai B4 [2]) mukaisesti. Elementtirakenteita koskevat erityisohjeet on mainittu luvuissa 2.6.1 ja 4.2.5. Suunnittelu perustuu elementtien välisiin rasituksiin ja voimiin sekä rakenteen geometriaan. Sitä koskevat seuraavat vaatimukset, jotka on yksilöity tarkem-



Kuva 1. Betonielementit tuetaan ja kiinnitetään työmaalla toisiinsa vakioliitoksien.

min Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMk) määräyksissä ja ohjeissa [1, 2, 4], tai vaihtoehtoisesti Eurokoodeissa [6, 10]:

- Kuormat ja eri rasituksista selvittävät asiat [6, 8]
 - liittyvien rakenneosien/elementtien geometriatiedot ja tuennat,
 - vaikuttavat normaalikuormitukset (omapaino ja hyötykuormat) ja ripustukset
 - muut rasitukset (lämpötilamuutokset, kutistuminen, epäkeskeisyydet),
 - erityis- ja onnettomuuskuormat sekä palonkestovaatimus,
 - elementtien tuenta rakentamisen ja betonin valujen ja kuivumisen aikana,
 - maanjäristyskuormitus seismisillä alueilla.
- Kuormien yhdistelyssä selvittävät [8]
 - osavarmuuskertoimet sekä määräävät kuormitusyhdistelyt kullekin rakenneosalle, liitokselle ja liitoksen kullekin komponentille (myös ruuvien ja hitsien rasitukset).
 - onko kyseessä voimallitus ja onko niissä käytetyt liitostavat testattuja tai



Kuva 2. Liitoksen suunnittelu ja valmistus.

- onko kyseessä rakenne-elementtien sivutaistuenta tai muu sekundäärirakenteiden liitos.
 - Liitoksen määräävät rasitukset (kuormien yhteisvaikutus)
 - liitoksen suurimmat rasituskomponentit ja vastaavat muut kuormituskomponentit (valmiina rakenteena):
 - suurin normaalivoima N – vastaavat leikkausvoima V ja taivutusmomentti M
 - suurin leikkausvoima V – vastaavat normaalivoima N ja taivutusmomentti M
 - suurin taivutusmomentti M – vastaavat normaalivoima N ja leikkausvoima V .
- Betoninormien kohdan 2.6.1 mukaan suunnitelmassa osoitetaan rakenteen ja sen osien vakavuus rakennusaikana ja valmiina rakenteena. Rakentamista varten tehdään elementtien asennussuunnitelma, jonka rakenteiden pääsuunnittelija hyväksyy. Asennussuunnitelmassa tulee esittää kaikki oleellinen tieto rakenteiden valmistusta ja asennusta silmälläpitäen.

Taulukko 1. Betonielementtien välisten liitosten suunnittelu ja valmistus [2].

Betoninormit 2004, kohta	Otsikko/sisältö
1.1 ja 1.2	Rakennesuunnittelijan ja betonityönjohtajan pätevyudet
1.3	Asiakirjat, piirustukset ja työselitys, elementtipiirustuksessa elementtien osalta esitettävät asiat (liittyen asennukseen ja nostoihin)
1.3.5	Muut asiakirjat (asennussuunnitelma, kelpoisuuden toteaminen)
2.6.1	Erityisohjeet, elementtirakenteet
3.4	Säilyvyysuunnittelu, muut säilyvyysuunnittelun ohjeet
4.2.5	Rakenteiden valmistus, betonielementtejä koskevat erityisohjeet
5.3	Rakenteiden valmistuksen laadunvalvonta
6.4.4	Kuormia siirtävät metalliosat ja ankkurit

Liitossuunnittelu

Betonielementtien väliiset liitokset toteutetaan käyttäen hyväksytyjä vakioteräsiä, joilla on käyttöselosteet ja -ohjeet. Elementit kiinnitetään toisiinsa vakioteräsin väleille hitsattavilla lisäteräsiöillä. Teräsrakenteiden suunnitteluohje B7 [1] esittää kohdassa 9.4 hitsauksesta, että rakenneluokkaan 1 ja 2 kuuluvien rakenteiden valmistajalla tulee olla valmistuksessa ja asennuksessa käytettävistä hitsausmenetelmistä hitsausohjeet (WPS). Hitsausohjeet hyväksyy sovellettavan standardin mukaisen järjestelmän ainetta rikkomattomia tarkastuksia tekevän 2. tason tai hitsausinsinöörin pätevyyden omaava henkilö. Kyseinen laadunvarmistusta koskeva määräys koskee myös rakennuspaikalla suoritettavaa hitsaamista.

Hitsauksesta laaditaan suunnitelma, jota tehtäessä selvitetään tarpeen mukaan mm. seuraavat asiat: hitsausolosuhteet, menetelmät ja laitteet, hitsausjärjestys, railon muodot, hitsausasennot, hitsausenergia, esilämmityksen tarve, lisäainet ja niiden kelpoisuus (eivät saa olla kustoneita), hitsien jälkikäsitely, hitsien tarkastus (menetelmät ja laajuus), mahdolliset hitsausvirheet ja tarvittavat menetelmäkokeet. Hitsaus suunnitelman laatii hitsauskoordinaattori (ks. standardi SFS-EN 719 [14] ja TRY Teräsnormikortti N:o 18/2005 [9]). Hitsausliitosten laadunvarmistus ohjeiden B7 mukaan.)

Ohjeessa B7 [1] on käsitelty rakenteiden valmistusta (luku 9) ja rakenteiden vaatimuksen mukaisuutta (luku 11), ja esitetty, että teräsrakenteiden suunnitteluaikarajojen tulee sisältää toteutusta varten rakenteen koko-, geometria- ja rakenneainetietojen lisäksi laatuvaatimukset valmistukselle ja asennustyön tulokselle siten, että toteuttajalla on tarvittavat perusteet laatusuunnitelman laatimiselle (kohta 1.3.2). Kohdan 1.3.2 mukaan teräsrakenteiden piirustuksissa tai suunnittelijan hyväksymässä **projektiertelmässä esitetään hitsauksesta** vähintään:

- hitsiluokka,
- hitsien hyväksikäyttöaste niistä hitseistä, joissa se ylittää arvon 0,5 (kantavat rakenteet),
- aineiden ja tarvikkeiden laatu,
- rakenteiden mitat, muoto ja sallitut mitta-poikkeamat,
- muut tarpeelliset tiedot kuten esimerkiksi:
 - väsytyskuormitetun rakenteen valmistusta koskevat erityisvaatimukset
 - lamellirepeilyvaaralle alttiiksi joutuvien aineiden hankintaa koskevat erityisvaatimukset
 - tarve erillisen laatusuunnitelman laatimisesta toteuttajalta, jonka sisäinen laadunvalvonta ei ole hyväksytyin tarkastuslaitoksen jatkuvassa valvonnassa.

Valmistusorganisaatiossa hitsauksen koordinaation [14] voi suorittaa yksi tai useampi hen-

kilö. Hitsauskoordinoinnin vaatimukset voi määrittää valmista sopimuksessa tai sovellutus-standardissa.

Liitossuunnitelmissa tulee todeta seuraavat seikat:

- Tarkistettavat murtorajatilaehdot [1, 2, 10]
 - liitoksen osien tai komponenttien mitoitus
- Tarkistettavat käyttörajatilat [1, 2]
 - sallitut kuormitusten aiheuttamat muodonmuutokset (käyttörajatilat) oletetuilla reunaehdoilla
 - liitoksen toiminnalliset vaatimukset (nivel, jousto, muodonmuutoskyky)
 - muut työmaalla tarkastettavat ominaisuudet (esim. vaaditut liikevarat)
 - ympäristön rasitusluokitus Betoninormien 2004 mukaan ja säilyvyysvaatimukset
- Liitoksen vaurioitumismahdollisuudet [10]
 - tarkastettava mahdolliset murtumistavat / mitoitustarve
 - tarkastettava muut mahdolliset onnettomuustilanteet
- Betonin ja raudoitusteräksen välinen tartunta
 - tartunnan ja lujuus betoniin, selvitetty RakMk:n ohjeen B4 [2] mukaan
 - mitta- ja valmistustoleranssit, vaikutukset
- Vaatimukset teräsoille [2]
 - ympäristöluokitus, korroosiovaara, säilyvyys, pinnoitustarpeet
 - vakioteräsojan valintaperuste ja osan kelpoisuus käyttöön
 - todettava sovellettavat standardit ja käyttöselosteet, sekä niiden käytettävyyttä
 - tarkastettava kattaako teräsojan käyttöseloste kyetseen käyttötavan
- Hitsausliitokset vakioteräsojan [7, 11, 13]
 - laadittava ja tarkastettava hitsausohje (WPS)
 - selvítettävä tarpeet koskien ruostumattoman teräksen ja hiiliteräksen mahdollisia eripari-liitoksia ja sinkittyjen liitososien hitsaamista
 - tarkistettava betoniterästen liitokset teräsojan ja osan säilyvyys
 - tarkistettava käytettävät hitsauslisäaineet [12]
 - teräs/teräs
 - teräs/ruostumaton teräs
 - ruostumaton/ruostumaton teräs
 - tarkastettava suunnitelmat hitsausliitosten laadun varmistamiseksi
- Vaatimukset liitoksen muille teräsoille [1, 2]
 - materiaalivalinnat
 - löytyykö liitostyypille soveltuva rakenne-malli, joka vastaa testituloksia
 - tarkastettava liitoksen kokonaistoimivuus ja sen mitoitus, (kestävyys, jäykkyys, muodonmuutoskyky)
 - tarkistettava onko jatkuva sortuma estetty (B4: kohdat 2.6.1.2.2-3).

Valmistus

Betonielementtien teräsoilla tehtävä liittäminen tapahtuu työmaalla. Elementin sisällä oleva rauditus liittyy hitsausliitoksilla elementin pintaan valettuihin teräksisiin liitokkappaleisiin (vakioteräsovat), ja eri elementtien vakioteräsovien välille hitsataan muita kiinnikkeitä ja/tai metalliosia, joiden tulee kyetä siirtämään kuormat ja muut rasitukset.

Elementtien välisiä kiinnikkeitä ei kaikissa tapauksissa ole tuoteteistetty ja hyväksytty vakioteräsoviksi. Kyseiset osat ja liitokset, joissa niitä käytetään, tulee suunnitella ja mitoittaa kuhunkin kohteeseen soveltuvilla ohjeilla ja lähtötiedoilla.

Liitoksen valmistusta varten tarvittavat ohjeet, joita käyttöselosteet eivät kata, on merkittävä ensisijaisesti piirustuksiin, koska työmaalla ei välttämättä löydy selosteita tai ohjeita. Hitsausta koskevat lisämerkinnät voidaan tehdä hitsimerkkien yhteyteen.

- Liitokset luokittelu [2, 6]
 - valittu liitostekniikka, onko tarkoitus käyttää vakio-liitoksia ja/tai vakioteräsovia
 - liitoksen ympäristöolosuhteet ja rasitusluokka
- Liitoksen metalliset osat
 - vakioteräsovat, valitut tuotteet, valmistajat, vakioteräsovien käyttöselosteet ja -ohjeet
 - kattaako käyttöseloste ja -ohje vakioteräsovan aiottuun käyttötarkoitukseen
 - muut kiinnityksessä tarvittavat metalliosat
- Materiaali vaatimukset [16]
 - käytettävät materiaalit ja niiden vaatimukset, teräslajit (lamellirepeilyvaara, Z-teräkset)
 - osien iskusitkeys- ja hitsattavuusvaatimus
 - onko käytetty ruostumatonta ja/tai sinkittyä terästä, hitsausohje
 - lisäosien materiaalien valinta, hitsauslisäaineen valinta
 - hitsi-, materiaali- ja muut merkinnät piirustuksiin
- Liitoksen valmistuksen suunnittelu [14, 15]
 - liitososien suojaaminen vaurioilta kuljetuksen aikana
 - hitsaajan pätevyys, hitsausohje (WPS). Soveltuuko pienahitsaus
 - hitsausliitosten laaduntarkastus ja dokumentointi (kuka kokoaa aineiston laaduntarkastusta varten)
- Liitosten valmistus rakennuspaikalla osana elementtiasennusta [3, 4]
 - asennustyönjohtajan pätevyys / työnjohtotehtävän vaativuus
 - rakennustuotteiden vastaanottotarkastus ja korjaus
 - rakenteiden nostot ja tuenta vs. liitokset

- hitsaaminen työmaolosuhteissa – toimenpiteet – vastuut – lisäaineiden säilytys
- ruostumattoman ja rakenneteräksen (eripariliitokset) hitsaaminen
- työmaahitsien tarkastus – työmaakohtaiset ohjeet [15].

Betoninormien mukaan (kohta 4.2.5.2) elementtiasennusta johtavalla työnjohtajalla tulee olla riittävät tiedot valmiin ja asennusaikaisen rakenteen toiminnasta, työnsuunnittelusta, asennuksesta ja työturvallisuudesta sekä riittävä käytännön kokemus elementtiasennustyön johtamisesta. Työmaalla tulee olla elementtien asennussuunnitelma, jonka vastaava rakenne-suunnittelija on osaltaan hyväksynyt.

Liitosten vaatimustenmukaisuuden toteaminen

Rakenteiden ja liitosten suunnittelun aikana tulee koota rakenteiden vaatimuksenmukaisuuden tarkastamiseen tarkoitettu aineisto (piirustukset, laskelmat, muut suunnitteludokumentit). Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakentamishankkeeseen ryhtyneellä taholla on huolehtimisvelvollisuus suunnitelmien ja rakenteiden vaatimuksenmukaisuudesta. Mikäli rakenteiden kunnonvalvontaan liittyy kohteita, joiden vaatimuksenmukaisuutta tai kuntoa ei voi tarkastaa, asia tulee ottaa huomioon pitkäaikaiskestävyyden suunnittelussa.

Huom! Vaatimuksenmukaisuuden toteamisai- neistossa tulee olla soveltuvin osin käsiteltyä ja dokumentoituna kaikki seuraavassa luetellut erilliset tarkastelut. Lisäksi on syytä todeta alaviiteinä luetellut seikat:

- Liitoksen vaatimuksenmukaisuuden toteami- nen [1, 2, 3, 4]
 - löytyykö liitostyyppin testituloksia/vrt. Eurocode (EN 1993-1-8, kohta 2.1 [10])
 - missä säilytetään liitosten mitoituslaskel- mat ja muut dokumentit
 - valmiin liitosrakenteen tarkastustarve (onko otettu huomioon mitoituksessa)
- Liitoksen kunnossapitomahdollisuudet ja huolto
 - liitosten tarkastettavuus ja huollettavuus, onko tarkastusväli määritelty
 - liittyvien osien vaihdettavuus, käyttö- ja huolto-ohjeeseen vaihtovälit
 - käyttöikäarviot osille, jos pienempiä kuin muun rakenteen käyttöikä,

LÄHDETEOKSET

- [1] Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa B7. Teräsrakenteet. Ohjeet 1988. Ympäristöministeriö.
- [2] Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa B4. Betonirakenteet. Ohjeet 2005. Ympäristöministeriö.
- [3] Suomen rakentamismääräyskokoelma. Osa A1. Rakennustyön valvonta. Määräykset ja ohjeet 2000. Ympäristöministeriö.
- [4] Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Määräykset ja Ohjeet A2. Ympäristöministeriö 2002.
- [5] Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta, N:o 578. 2003.
- [6] EN 1991-1-7: Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-7: General actions – Accidental actions. 66 s.
- [7] SFS-EN 25817. Hitsaus. Terästen kaarihitsaus. Hitsiluokat. 20 s.
- [8] RIL 144-2002. Rakenteiden kuormitusohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Helsinki 2002, 205 s.
- [9] TRY Teräsnormikortti N:o 18/2005. Hitsausliitosten laadunvarmistus ohjeiden B7 mukaan. 11 s.
- [10] EN 1993-1-8. Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of Joints. 133 s.
- [11] Lähde: Hitsien laatu ja hitsausvirheet. Hitsausuutisissa julkaistut artikkelit, osat 1-5. Juha Lukkari. OY ESAB
- [12] Hitsauslisäaineet 2003. ESAB. Vantaa 2003. 316 s.
- [13] SFS-EN 729-3, Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset. 1995
- [14] SFS-EN 719, Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut. 1994
- [15] SFS-EN 970 Hitsien rikkomaton aineenkuetus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus. 1997
- [16] EN 1993-1-10. Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties. 16 s.

JORDAHL®
kiinnityskiskot ja tarvikkeet



- BY:n käyttöseloste nro 237
- Betonivaluun, ilman tartuntaa teräsrakenteisiin
- Esim. ripustuksiin ja elementtiliitoksiin
- Helppo asentaa muottiin, ei lävistyksiä eikä hitsauksia
- Laaja valikoima kiskoja eri käyttötarkoituksiin; useita kokoja, materiaaleja ja kapasiteetteja

semtu oy

Puh. (09) 27 47 950
 Fax (09) 27 47 95 40

E-mail: mailbox@semtu.fi
www.semtu.com