

Pulttiliitosten tyypit ja käyttöalueet, ruuvien esijännittäminen

Yhteyshenkilö: Unto Kalamies
Teräsrakenneyhdistys r.y.
Eteläranta 10, 00130 HELSINKI
puh. 09-17284449, fax 09-17284444
e-mail unto.kalamies@rtt.ttliitot.fi

Menetelmän kuvaus:

Tässä normikortissa käsitellään teräsrakentamisessa käytettyjen pulttiliitosten tyyppejä, erityyppisten liitosten valmistamisessa käytettäviä valmistusmenetelmiä sekä annetaan erityyppisten liitosten käyttöalueita koskevia suosituksia.

Pulttiliitosten tyypit ovat vastaavat Eurocode 3:n (SFS-ENV 1993-1-1) kanssa kuitenkin niin, että esijännitettyjen liitosten valmistamisessa ruuvien varteen saatetaan B7:ssä esitetyn valmistustavan tavoitteleva voima.

Menetelmän rajoitukset:

Tätä ohjetta voidaan käyttää seuraavin edellytyksin:

- Tämän teräsnormikortin soveltaminen esitetään suunnitelmissa.
- Suunnitelmissa esitetään selvästi suunnittelijan tarkoittama liitostyyppi käyttöalueittain.
- Liitosten valmistaja varmistaa käyttämänsä kiristysmenetelmän kalibroimalla sen ennen työn aloittamista ja varmistaa määräväleihin tehtävällä tarkistuksella kiristystyön edetessä. Tulokset dokumentoidaan.
- Mikäli edellä kuvattua menetelmän kalibrointia ja suorituksen aikaista tarkistusta ei tehdä, pulttiliitoksia pidetään tavallisin ruuvein (TR) tehtyinä liitoksina.
- Teräsrakentamisessa harvoin käytettyjä kitkaliitoksia suunniteltaessa ja valmistettaessa noudatetaan B7:n (KL) liitostyyppiä koskevia ohjeita.
- Pulttiliitokset, joiden mitoitus perustuu staattiseen kuormitukseen, voidaan käsitellä tämän teräsnormikortin mukaisesti. Tällaisia rakenteita on esitelty kohdan 6 opastavissa tiedoissa, ja niitä ovat esim. tuulisiteet vaikka niihin kohdistuu vaihtuvasuuntaisia rasituksia.
- Väsytyskuormitettujen rakenteiden yhteydessä käytetään B7:n ohjeita.

Teräsrakenneyhdistyksen Normitoimikunta on käsitellyt Teräsnormikortin. Teräsnormikortin käyttäjällä on vastuu kortin ohjeiden käytöstä.

Tämä Teräsnormikortti on voimassa toistaiseksi.

Helsingissä maaliskuun 23. päivänä 1999

TERÄSRAKENNEYHDISTYS R.Y.

Pertti Sandberg
puheenjohtaja

Kai Rätty
toimitusjohtaja

1. Yleistä

RakMK:n ohje B7 luokittelee pulttiliitosten tyypit ruuvien voimia siirtävän toimintatavan mukaan. Käytetään liitostyyppien niminä ”tavallinen pulttiliitos” (TL), ”kitkaliitos” (KL) ja ”vedetty liitos” (V). Kaikkien liitostyyppien ruuvit esijännitetään. (TL) ja (V) liitostyyppien valmistamisen yhteydessä ruuvit esijännitetään siten, että ruuvien varteen saatetaan $0,6 f_y A_{sp}$ suuruinen vetovoima. Kitkaliitosten (KL) yhteydessä vastaava voima on $0,8 f_y A_{sp}$.

Eurocode 3:ssa ruuviliitokset luokitellaan viiteen luokkaan voimia siirtävän toimintatavan ja valmistustavan mukaan seuraavasti:

Luokka	Luokan kuvaus	Ruuvien esijännitys
A	Reunapuristustyyppinen liitos	ei
B	Käyttörajallassa liukumaton liitos	$0,7 f_{ub} A_s$
C	Murtorajatilassa liukumaton liitos	$0,7 f_{ub} A_s$
D	Esijännittämättömin ruuvein tehty vedetty liitos	ei
E	Korkealujuuksisin esijännitetyin ruuvein tehty vedetty liitos	$0,7 f_{ub} A_s$

Suuri osa käytetyistä pulttiliitoksista välittää staattista leikkausvoimaa tai vain kiinnittää teräsrungon kokoonpanot paikoilleen. Näiden liitosten yhteydessä ruuvien esijännittäminen ei anna rakenteen toiminnalle mitään lisäarvoa kunhan huolehditaan liitettävien pintojen riittävästä yhteen sopimisesta leikkausvoiman siirtymisen takaamiseksi.

2. Staattisesti kuormitettujen teräsrakenteiden pulttiliitosten luokitus

2.1 Tavalliset (jännittämättömät) ruuvit (TR)

Tämän luokan mukaiset liitokset tehdään kiristämällä käsivaraisesti tai koneellisesti työssä normaalisti käytettävillä työkaluilla.

Ruuvien pääasiallinen käyttökohde on staattisen leikkausvoiman siirtäminen osasta toiseen tai kokoonpanojen kiinnittäminen paikoilleen välittämättä laskennallisia voimia. Vetovoimien välittäminen jännittämättömillä ruuveilla (TR) on mahdollista vain silloin, kun ruuvien venymisestä aiheutuvista muodonmuutoksista ei ole haittaa. Opastavaa tietoa ruuviliitoksen käyttöalueesta esitetään kohdassa 6.1.

Ruuviliitoksen suunnittelu tehdään RakMK B7 kohdan 5 mukaisesti.

2.2 Esijännitetyt ruuvit (ER)

Tähän luokkaan kuuluvat liitokset tehdään esijännittämällä kalibroidulla ja työn aikana määräväleihin tarkistettavalla kiristysmenetelmällä siten, että ruuvien varteen syntyy riittävän tarkasti kohdassa 3.2 esitetty ruuvien varren esijännitysvoima. Liitospintojen käsittely on sama kuin kyseisen projektin teräsrakenteille muutenkin on määritelty. Liitospintojen tulee kuitenkin olla puhtaat liasta ja öljyistä sekä pinnoitteen käsittelykuiva.

Pulttiliitokset suunnitellaan RakMK B7 kohdan 5 mukaisesti.

Suunnittelijan tulee selvästi esittää niiden liitosten määrä ja sijainti, jotka valmistetaan esijännittämällä (ER). Mikäli tämä teräsnormikortti on määritelty projektissa noudatettavaksi, eikä liitoksista ole muuta mainintaa, ne voidaan valmistaa tavallisina ruuviliitoksina (TR).

3. Staattisesti kuormitettujen teräsrakenteiden pulttiliitosten valmistaminen

3.1 Tavalliset (jännittämättömät) ruuvit (TR)

Ruuvituotteita, ruuvien reikien kokoa ja sijoittelua koskevat ohjeissa B7 esitetyt vaatimukset. Ruuvien ja mutterien on oltava varmennetun käyttöselosteen mukaisia tarvikkeita. Ennen asentamista mutteri on voitava käsin kiertää ruuvien kierteissä oletetun lopullisen asemansa ohi.

Lopullisen liitoksen valmistamisen yhteydessä mutteri kiristetään käsivaraisesti tai koneellisesti työssä normaalisti käytetyillä työkaluilla tiukasti kiinni. Liitettävien pintojen väliin ei saa jäädä 2 mm suurempaa välystä, mikäli siitä on liitokselle tai liitososien toiminnalle haittaa. Tarvittaessa käytetään liitospintojen välissä täytelevyjä.

Mutterit lukitaan B7 kohdassa 9.3.4 esitetyn vaatimuksen mukaisesti. Lukitseminen voidaan tehdä esimerkiksi käyttämällä lukkomutteria, lukitusaluslevyä tai rikkomalla kierteet. Hitsaamalla lukitseminen ei ole sallittua.

3.2 Esijännitetyt ruuvit (ER)

Ruuvituotteita, ruuvien reikien kokoa ja sijoittelua koskevat ohjeissa B7 esitetyt vaatimukset. Yhteensopivuuden takaamiseksi ER liitoksissa käytettävien ruuvien ja mutterien tulee olla kiinniketoimittajan yhdessä käytettäväksi tarkoittamia varmennetun käyttöselosteen mukaisia tarvikkeita. Ennen asentamista mutteri on voitava käsin kiertää ruuvien kierteissä oletetun lopullisen asemansa ohi.

Useimmiten tasalaatuinen esijännitysvoima on aikaansaataavissa vain käyttämällä asianmukaista voitelua ruuvien tai mutterin kierteissä. Ennen ruuvien esijännittämistyön aloittamista asentajan on suoritettava käyttämänsä esijännitysmenetelmän kalibrointi. Kalibrointitavasta tulee olla selvitys, jolla voidaan osoittaa luotettavasti esijännitysmenetelmällä saavutettu ruuvien varren jännitysvoima. Kalibrointimenettelystä tulee olla työohje. Kaikkien tehtyjen kalibrointien tulokset dokumentoidaan ja liitetään laadunvarmistusasiakirjoihin. Kalibroinnissa käytettyjen ruuvitarvikkeiden on vastattava kunnoltaan ja voiteluominaisuuksiltaan rakenteiden kokoamisessa käytettävää tarvike-erää.

ER liitoksissa käytettyjen aluslaattojen kovuusvaatimus on vähintään HV 200.

Lopullisen liitoksen valmistamisen yhteydessä mutteri kiristetään kalibroidulla menetelmällä ja kalibroinnissa käytettyä työkalua vastaavilla laitteilla. Ruuvien voiteluominaisuuksien on vastattava kalibroinnissa vallinnutta tilannetta. Työn aikana asetusten pysyvyyttä tarkistetaan tarkoituksenmukaisella menettelyllä, mikä on työohjeina asentajien käytössä. Työohjeeseen tulee sisältää määräykset myös tarkastusjaksosta ja saatujen tulosten kirjaamisesta.

Vaihtoehtona ruuvin varren vetovoiman mittaamiseen perustuvan kalibrointimenetelmän käyttämiselle on käyttää ruuvituotteita, joilla on varmennettu käyttöseloste vääntömomentin ja ruuvin varren vetovoiman suhteelle. Käytettävä kiristysmenetelmä voi tällöin tukeutua varmennetussa käyttöselosteessa esitettyihin kiristysmomentteihin ja niiden tarkistamisessa käytetään vääntömomentin tarkistamisessa yleisesti käytettyjä menetelmiä.

Esijännittäminen tehdään siten, että ruuvin varteen saadaan välittömästi työn jälkeen seuraavan taulukon mukainen nimellinen esijännitysvoima, mikä vastaa arvoa $0,6 f_y A_{sp}$ korotettuna ruuvin ja aluslevyn asettumisesta johtuvalla 10 %:n lisäyksellä:

Esijännitysvoima kN ($0,6 f_y A_{sp}$ 1.1)		
ruuvikoko \ lujuusluokka	8.8	10.9
M16	66	93
M20	103	146
M24	149	210
M30	237	333

Työsuorituksessa liitoksen ruuvien esijännitysvoima saa vaihdella ± 10 %.

Liitoksen ruuvien kiristäminen tehdään siten, että aluksi kaikkiin ruuveihin kiristetään 60 % nimellisestä esijännityksestä. Tämän jälkeen ruuvit kiristetään lopulliseen arvoonsa keskeltä alkaen ja vuorotellen keskikohdan molemmin puolin reunoja kohti edeten.

Liitettävien pintojen väliin ei lopullisessa liitoksessa saa jäädä 1 mm suurempaa välystä. Tarvittaessa käytetään liitospintojen välissä täytelevyjä. Mutterien lukitseminen erillisellä toimenpiteellä tehdään siinä tapauksessa, että tärinän tai vaihtuvan kuormituksen takia on aihetta epäillä esijännityksen tuottaman lukituksen varmuutta. Tällöin mutterit lukitaan B7 kohdassa 9.3.4 esitetyn vaatimuksen mukaisesti. Lukitseminen voidaan tehdä esimerkiksi käyttämällä lukkomutteria, lukitusaluslevyä tai kierteet rikkomalla. Lukitsemista hitsaamalla ei sallita.

4. **Pulttiliitosten vastaavuus eri suunnittelu- ja valmistusohjeissa.**

Eurocode 3:n, tämän teräsnormikortin ja RakMK:n ohjeen B7 välillä on seuraava ruuvin varren vetovoimaa koskeva ero.

Eurocoden mukaan esijännitetyn ruuvin varren vetovoima on $0,7 f_{ub} A_s$.
Teräsnormikortin 9/1998 esijännitetyn ruuvin ja B7:n mukaan kaikkien ruuvien varren vetovoima on $0,6 f_y A_{sp}$.

Seuraavassa taulukossa esitetään eri ohjeissa määriteltyjen pulttiliitosluokkien käyttöominaisuuksien vastaavuus.

Liitostyyppi			Merkintä eri ohjeissa		
Liitoksen ominaisuudet	Esijännitetty	Liitospintojen käsittely	EC3	Teräsnormikortti 9/1998	B7
Tavallinen leikkausvoimaa välittävä liitos	ei	ei	A	TR	TL ¹⁾
Käyttörajatilassa liukumaton liitos	kyllä	ei ²⁾	B	(ER) ³⁾	(TL) ³⁾
Murtorajatilassa liukumaton liitos	kyllä	kyllä	C	-	KL
Esijännittämättömin ruuvein tehty vedetty liitos	ei	ei	D	TR	-
Esijännitetyin korkealuokkaisin ruuvein tehty vedetty liitos	kyllä	ei	E	ER	V

- 1) B7 vaatii kaikkiin liitoksiin esijännityksen tekemisen.
- 2) Mikäli kitkakertoimen arvo $\mu = 0,2$ ei riitä mitoitus ehdon täyttämiseen, asetetaan vaatimuksia kontaktipintojen pinnan ominaisuuksille.
- 3) Käyttörajatilassa liukumaton liitosta ei käsitteenä B7:ssä ole määritelty. Esijännitetyillä ruuveilla tehdyn liitoksen, jonka liitospintojen kitkaominaisuudet tunnetaan, voidaan laskennallisesti osoittaa toimivan käyttörajatilassa liukumatta.

5. Suunnitelmissa esitetyt asiat

Suunnitelmissa ja erityisesti jokaisessa asennuspiirustuksessa tulee olla maininta tämän normikortin käytöstä, ja tulee osoittaa selkeällä tavalla kaikki liitokset, joissa ER liitostyyppiä käytetään, kierteiden voiteluvaatimus sekä mutterien lukitsemisvaatimus.

6. Opastavia tietoja

6.1 Tavallisten (jännittämättömät) ruuvien (TR) käyttöalueet

Esimerkkejä tyypillisistä käyttökohteista:

- *Konsoleilla olevien rungon palkkien kiinnitysliitokset*
- *Liitokset, joissa merkkiään muuttamaton voima siirtyy ruuvien varren leikkauspinnan välityksellä.*
- *Liitokset, joissa merkkiään muuttava voima siirtyy ruuvien varren vedon välityksellä rakenteissa, joissa liitoksessa mahdollisesti esiintyvät siirtymät eivät aiheuta rakenteen toiminnalle haittaa.*
- *Liitokset, joissa voima siirtyy ruuvien varren vetona eli vetoliitokset (esim. ristikon alapaarten liitokset) niissä tapauksissa, että liitoksen venymisen aiheuttama lisäys rakenteen taipumassa on huomioitu siirtymätarkasteluissa.*

6.2 Esijännitettyjen ruuvien (ER) käyttöalueet

Esimerkkejä tyypillisistä käyttökohteista:

- *Kehäjäykistyksessä toimivien nurkkien pulttiliitokset.*
- *Liitokset, joissa voima siirtyy ruuvin varren vetona eli vetoliitokset yleensä (esim. ristikon alapaarteen liitokset).*
- *Nosturiratoja tukevien jarrupukkien liitokset.*
- *Liitokset, joissa merkkiään muuttava voima siirtyy ruuvin varren leikkausvoimana tai ruuvin varren vetona rakenteissa, joissa liitoksen siirtymät aiheuttavat rakenteen toiminnalle haittaa (esim. tuulisteiden liitokset).*
- *Liitoksissa, joissa vaaditaan tiivistä kosketusta.*
- *Nosturiratapalkkien liitokset ja kiinnitykset runkoon.*

7. Lähdeluettelo

- Suomen Rakentamismääräyskokoelma, B7, Teräsrakenteet, Ohje 1996
- ENV 1993-1-1:1992, Eurocode 3, Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings.