

Rakennusteollisuus RT

JKL-kiinnityslevyt
Käyttöohje

Eurokoodien mukainen mitoitus

9.9.2019

Tämä ohje on laadittu yhteistyössä alla mainittujen yritysten sekä Betoniteollisuus ry:n kanssa.

Mainitut valmistajat ovat oikeutettuja valmistamaan ohjeessa esitettyjä JKL-kiinnityslevyjä.

JKL-kiinnityslevyjen yhtenäistämällä helpotetaan suunnittelijoiden, valmistajien, betonielementtitehtaiden, rakennusurakoitsijoiden sekä viranomaisten työtä vaihtokelpoisuuden ansiosta.

Ohjeet on tarkoitettu päteville henkilöille, jotka pystyvät ymmärtämään ohjeisiin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun ohjeiden soveltamisesta käytännön rakennuskohteissa. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut maamme paras tekninen asiantuntemus, ei Betoniteollisuus ry tai valmistelutyöhön osallistuneet henkilöt ota vastuuta tässä julkaisussa annetuista ohjeista.

Valmistajat:

Anstar Oy

Peikko Finland Oy

R-Group Oy

Semko Oy

Julkaisija: Rakennusteollisuus ry

Betoniteollisuus ry

Copyright: Rakennusteollisuus ry

Betoniteollisuus ry

Sisällysluettelo

| | | |
|------|--|----|
| 1 | KIINNITYSLEVYJEN TOIMINTATAPA..... | 4 |
| 2 | KIINNITYSLEVYJEN MITAT JA MATERIAALIT..... | 5 |
| 2.1 | Kiinnityslevyjen materiaalit ja standardit | 5 |
| 2.2 | Kiinnityslevyjen mitat | 5 |
| 3 | KIINNITYSLEVYN VALMISTUS JA TOLERANSSIT | 6 |
| 3.1 | Valmistustapa ja toteutusluokka..... | 6 |
| 3.2 | Valmistustoleranssit | 6 |
| 3.3 | Pintakäsittelyt | 6 |
| 3.4 | Laadunvalvonta | 6 |
| 4 | KESTÄVYYDET | 7 |
| 4.1 | Mitoitusperiaatteet | 7 |
| 4.2 | Kestävyydet ilman lisäraudoituksen ja reunaetäisyyden vaikutusta | 7 |
| 4.3 | Kiinnityspinta-ala | 9 |
| 4.4 | Pienimmät sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet kohdan 4.2 kestävyyksille | 10 |
| 4.5 | Kiinnitysalustan vähimmäispaksuus ja kiinnitysalustan paksuuden vaikutus kestävyyksiin | 11 |
| 4.6 | Kiinnityslevyjen kestävyydet voimasuureyhdistelmille | 11 |
| 4.7 | Reuna- ja keskiöetäisyyksien vaikutukset kestävyyksiin | 12 |
| 4.8 | Lisäraudoituksen vaikutus reunaetäisyyksiin | 13 |
| 4.9 | Lisäraudoituksen vaikutus kestävyyksiin..... | 13 |
| 4.10 | Maksimikestävyydet lisäraudoitettuna..... | 17 |
| 5 | KIINNITYSLEVYJEN KÄYTTÖ..... | 18 |
| 5.1 | Käyttöikä ja sallitut rasitusluokat | 18 |
| 5.2 | Käytön rajoitukset..... | 18 |
| 6 | KIINNITYSLEVYJEN SÄILYTYS, KULJETUS JA MERKINTÄOHJEET | 18 |
| 7 | JKL-KIINNITYSLEVYN MITOITUSESIMERKKI | 19 |
| 7.1 | Mitoitusesimerkki 1: JKL-kiinnityslevy ilman lisäraudoitusta pilarin yläosassa | 19 |
| 7.2 | Mitoitusesimerkki 2: JKL-kiinnityslevy laatassa..... | 21 |
| 8 | KÄYTTÖOHJEESEEN LIITTYVÄÄ KIRJALLISUUTTA..... | 24 |

1 KIINNITYSLEVYJEN TOIMINTATAPA

JKL-kiinnityslevyt ovat betoniin ennen sen kovettumista asennettavia tyssäkantaisilla ankkuroinneilla varustettuja kiinnityslevyjä. JKL-kiinnityslevyt on tarkoitettu hitsausalustaksi teräsprofiileille. Kiinnityslevyt siirtävät kuormat siihen hitsatululta teräsrakenteelta tartuntojen välityksellä betonirakenteelle.

JKL-kiinnityslevyt koostuvat teräslevystä, johon on hitsattu tyssäkantaiset ankkurit. Kiinnityslevyjä valmistetaan useita eri kokoja erilaisilla materiaalivaihtoehdoilla.

JKL-kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu staattisille kuormille.

JKL-kiinnityslevyjen kohdalle asennetaan aina SFS-EN 1992-1-1 mukainen minimirauditus jolla varmistetaan rakenteen sitkeä toiminta murtotilanteessa. Kun tässä ohjeessa ilmoitetaan kestävyys ilman lisäraudoitusta, se tarkoittaa että ko. minimirauditus ei ole mukana kestävyudessa. Kun tässä ohjeessa esitetään kestävyys lisäraudoitettuna, se tarkoittaa, että minimiraudituksen lisäksi rakenteessa on kohdassa 4.9 mainittu lisäraudoitus.

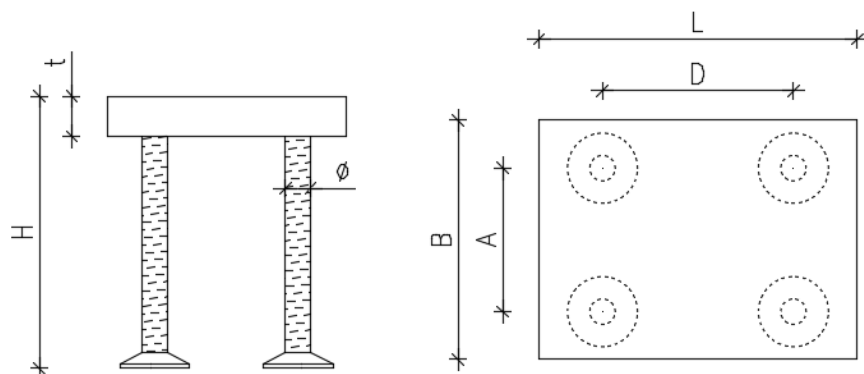
2 KIINNITYSLEVYJEN MITAT JA MATERIAALIT

2.1 Kiinnityslevyjen materiaalit ja standardit

| Tyyppi | Osa | Materiaali | Standardi |
|--------|-----------|----------------|-----------------------------|
| JKL | Teräslevy | S355J2+N + Z15 | SFS-EN 10025 + SFS-EN 10164 |
| | Tartunta | B500B | SFS 1300:2017 |
| JKLR | Teräslevy | 1.4301 + Z15 | SFS-EN 10088 + SFS-EN 10164 |
| | Tartunta | B500B | SFS 1300:2017 |
| JKLH | Teräslevy | 1.4401 + Z15 | SFS-EN 10088 + SFS-EN 10164 |
| | Tartunta | B500B | SFS 1300:2017 |

Kokonaan ruostumattomat kiinnityslevyt ovat erikoistapauksia eivätkä ne kuulu tämän ohjeen piiriin. Kokonaan ruostumattomat kiinnityslevyt suunnitellaan valmistajakohtaisesti erikseen.

2.2 Kiinnityslevyjen mitat



Kuva 1. JKL-kiinnityslevyjen mittojen merkinnät

Taulukko 1. JKL-kiinnityslevyjen mitat

| JKL-kiinnityslevy | | H | A | D | t | Ø |
|-------------------|-----------|-----------|------|---------|------|------|
| JKL | L x B | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] |
| JKL | 150 x 150 | 220 | 90 | 90 | 25 | 16 |
| JKL | 150 x 200 | 220 | 90 | 120 | 25 | 20 |
| JKL | 150 x 250 | 220 | 90 | 190 | 25 | 20 |
| JKL | 200 x 200 | 220 | 120 | 120 | 25 | 20 |
| JKL | 200 x 250 | 220 | 120 | 190 | 25 | 20 |
| JKL | 250 x 250 | 220 | 190 | 190 | 25 | 20 |
| JKL | 300 x 200 | 280 | 200 | 120 | 25 | 25 |
| JKL | 300 x 300 | 280 | 200 | 200 | 25 | 25 |
| JKL | 400 x 400 | 280 / 285 | 300 | 300 | 30 | 25 |
| JKL | 500 x 500 | 280 / 285 | 400 | 400 | 30 | 25 |
| JKL | 600 x 600 | 280 / 285 | 500 | 500 | 30 | 25 |
| JKL | 500 x 300 | 280 / 285 | 200 | 3 x 140 | 30 | 25 |

Tyssätapin pään mitat kiinnityslevyn valmistajan mukaan. Tyssäyksen sijasta voidaan hitsata levy. JKL 500 x 300 -kiinnityslevyssä 8 kpl tyssätartuntoja.

3 KIINNITYSLEVYN VALMISTUS JA TOLERANSSIT

3.1 Valmistustapa ja toteutusluokka

| | |
|-----------------|---|
| Teräslevyt: | Terminen tai mekaaninen leikkaus |
| Terästangot: | Mekaaninen katkaisu, tyssäys (kylmä/kuuma) |
| Hitsaus: | Mag käsin/robottihitsaus, tyssähitsaus tai kaaritapitushitsaus |
| Hitsausluokka: | C (SFS-EN ISO 5817), EXC2 (SFS-EN 1090-2 kohta 7.6) |
| Toteutusluokka: | EXC2 (SFS-EN 1090-2) [vaativimmat luokat erillisen ohjeen mukaan] |

3.2 Valmistustoleranssit

| | |
|-----------------------------------|---|
| Levyn sivumitat: | $\pm 4 \text{ mm}$ $150 \text{ mm} < L \leq 600 \text{ mm}$ |
| Levyn suoruus: | L/150 |
| Levyn leikatun pinnan karheus: | SFS-EN 1090-2 |
| Levyn leikatun pinnan kaltevuus: | SFS-EN 1090-2 |
| Teräsosan korkeus: | $\pm 5 \text{ mm}$ |
| Tartuntojen sijainti: | $\pm 5 \text{ mm}$ |
| Tartuntojen keskinäinen sijainti: | $\pm 5 \text{ mm}$ |
| Tartuntojen kaltevuus: | $\pm 5^\circ$ |

3.3 Pintakäsittelyt

Kiinnityslevyjen näkyviin jäävät pinnat ja sivut suojamaalataan. Kiinnityslevyt toimitetaan konepajapohjamaalattuina n. 40 μm . Tilauksesta kiinnityslevyt toimitetaan epoksimaalattuina, maalipinnan paksuus 60 μm tai kuumasinkittyinä kuumasinkitysstandardin mukaisesti. Ruostumattomat ja haponkestävät kiinnityslevyt toimitetaan ilman suojamaalausta.

3.4 Laadunvalvonta

Laadunvalvonnassa noudatetaan tuotestandardien vaatimuksia. Kiinnityslevyjen valmistajalla on voimassa oleva laadunvalvontasopimus teräsosien valmistuksen laadunvalvonnasta.

4 KESTÄVYYDET

4.1 Mitoitusperiaatteet

JKL-kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu seuraavien normien, määräysten ja ohjeiden mukaan:

SFS-EN 1992 Eurokoodi 2 Betonirakenteiden suunnittelu
SFS-EN 1993 Eurokoodi 3 Teräsrakenteiden suunnittelu
CEN/TS 1992-4 Design of fastenings for use in concrete

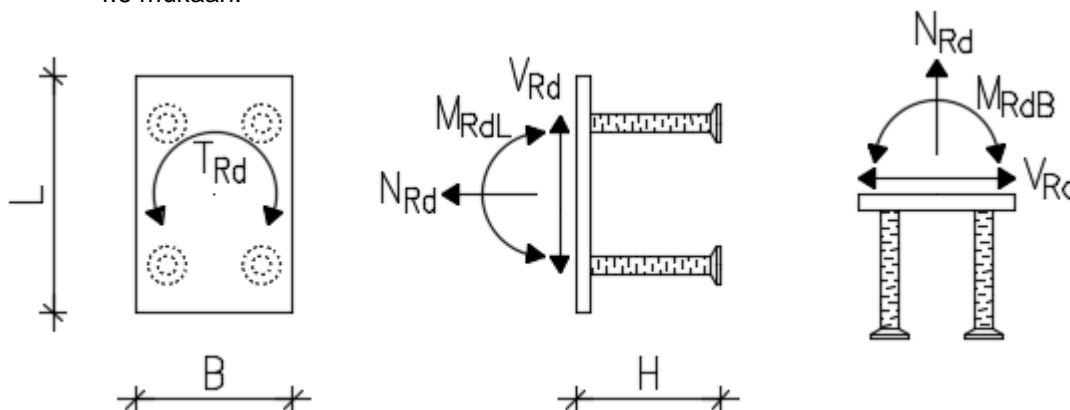
Kiinnityslevyjen kestävyys on laskettu staattisille kuormille. Dynaamisille ja väsyttävillä kuormilla kestävyys tulee tarkistaa tapauskohtaisesti erikseen.

4.2 Kestävyys ilman lisäraudoituksen ja reunaetäisyyden vaikutusta

Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty JKL-kiinnityslevyjen kestävyys, kun vain yksi kuormitus kerrallaan vaikuttaa. JKL-kiinnityslevyjen kestävyys voimasuureyhdistelmille tulee tarkistaa kohdan 4.6 mukaan.

Taulukoissa 2 ja 3 esitetyt kestävyys on laskettu seuraavilla oletuksilla:

- Betonin lujuus C25/30 (taulukko 2) tai C40/50 (taulukko 3).
- Kiinnityslevyn alueella betoni voi halkeilla.
- Ei lisäraudoitusta kiinnityslevyn kohdalla. Rakenteessa on vain minimiraudotus. Lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyys ks. kohta 4.9
- Kiinnityslevy on niin kaukana reunasta, ettei betonin reunan murtuminen ole vaikuttava murtotapa (vaadittavat reunaetäisyydet ks. kohta 4.4). Jos reunaetäisyys on pienempi kuin kohdan 4.4 mukainen reunaetäisyys tulee kestävyyskäsitteä redusoida kohdan 4.7 mukaan tai kiinnityslevyjen kohdalle asentaa lisäraudoitus kohdan 4.9 mukaan.
- Kiinnityslevyn kiinnitysalustan paksuus on kohdan 4.5 taulukon 5 sarakkeen h_{min} mukainen. Pienemmillä kiinnitysalustan paksuuksilla kiinnityslevyjen kestävyyskäsitteä tulee redusoida (pienentää) kohdan 4.5 mukaisesti.
- Kuorman sijaintitoleranssi max. ± 20 mm (valmistustoleranssi ± 5 mm huomioitu lisäksi laskelmissa).
- Kiinnityslevyyn liitettävän teräsosan kiinnityspinta-ala on vähintään kohdan 4.3 mukainen.
- Leikkausvoima V_{Ed} voi vaikuttaa kumpaakin levyn sivun suuntaan mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan. Molempiin suuntiin vaikuttava leikkausvoima tulee huomioida kohdan 4.6 mukaan.
- Vääntömomentti T_{Ed} voi vaikuttaa kumpaakin levyn sivun suuntaan mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan. Molempiin suuntiin vaikuttava vääntömomentti tulee huomioida kohdan 4.6 mukaan.
- Taivutusmomentti M_{Ed} voi vaikuttaa kumpaakin levyn sivun suuntaan mutta vain yhteen suuntaan kerrallaan. Molempiin suuntiin vaikuttava vääntömomentti tulee huomioida kohdan 4.6 mukaan.



Kuva 2. JKL-kiinnityslevyjen voimien suuntien merkinnät

Taulukko 2. JKL-kiinnityslevyjen kestävyudet yksittäisille voimasuureille ilman lisäraudoitusta ja ilman reunaetäisyyden vaikutusta halkeilleessa betonissa C25/30

| JKL-kiinnityslevy | | | | N_{Rd} | V_{Rd} | M_{RdL} | M_{RdB} | T_{Rd} |
|-------------------|-----|---|-----|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| JKL | L | x | B | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 113 | 142 | 11,1 | 11,1 | 10,6 |
| JKL | 150 | x | 200 | 117 | 223 | 11,7 | 15,1 | 16,8 |
| JKL | 150 | x | 250 | 128 | 233 | 12,8 | 21,1 | 26,1 |
| JKL | 200 | x | 200 | 122 | 234 | 15,7 | 15,7 | 19,8 |
| JKL | 200 | x | 250 | 133 | 238 | 17,3 | 22,0 | 29,0 |
| JKL | 250 | x | 250 | 145 | 249 | 24,0 | 24,0 | 36,2 |
| JKL | 300 | x | 200 | 182 | 364 | 35,2 | 23,8 | 41,2 |
| JKL | 300 | x | 300 | 198 | 391 | 38,6 | 38,6 | 54,5 |
| JKL | 400 | x | 400 | 238 | 404 | 59,9 | 59,9 | 90,1 |
| JKL | 500 | x | 500 | 283 | 411 | 84,3 | 84,3 | 120,7 |
| JKL | 600 | x | 600 | 331 | 415 | 111,9 | 111,9 | 151,2 |
| JKL | 500 | x | 300 | 213 | 426 | 60,7 | 43,5 | 61,2 |

Taulukko 3. JKL-kiinnityslevyjen kestävyudet yksittäisille voimasuureille ilman lisäraudoitusta ja ilman reunaetäisyyden vaikutusta halkeilleessa betonissa C40/50

| JKL-kiinnityslevy | | | | N_{Rd} | V_{Rd} | M_{RdL} | M_{RdB} | T_{Rd} |
|-------------------|-----|---|-----|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| JKL | L | x | B | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 146 | 142 | 14,5 | 14,5 | 10,6 |
| JKL | 150 | x | 200 | 151 | 223 | 15,2 | 19,7 | 19,8 |
| JKL | 150 | x | 250 | 165 | 233 | 16,7 | 27,4 | 28,1 |
| JKL | 200 | x | 200 | 158 | 234 | 20,5 | 20,5 | 22,5 |
| JKL | 200 | x | 250 | 172 | 238 | 22,4 | 28,5 | 30,1 |
| JKL | 250 | x | 250 | 188 | 249 | 31,1 | 31,1 | 36,2 |
| JKL | 300 | x | 200 | 235 | 374 | 45,7 | 31,1 | 48,9 |
| JKL | 300 | x | 300 | 255 | 391 | 50,0 | 50,0 | 59,6 |
| JKL | 400 | x | 400 | 308 | 404 | 77,6 | 77,6 | 90,1 |
| JKL | 500 | x | 500 | 365 | 411 | 109,1 | 109,1 | 120,7 |
| JKL | 600 | x | 600 | 427 | 415 | 144,6 | 144,6 | 151,2 |
| JKL | 500 | x | 300 | 275 | 550 | 78,6 | 56,2 | 79,0 |

Taulukoiden 2 ja 3 arvot ovat JKL-kiinnityslevyjen yksittäisten voimasuureiden maksimikestävyksiä ilman lisäraudoitusta taulukoiden 5 ja 6 mukaisilla JKL-kiinnityslevyjen sijainneilla minimiraidoitetussa betonirakenteessa.

HUOM! Normaalityypauksessa taulukoiden 2 ja 3 maksimikestävyksiä redusoidaan (pienennetään) kohdan 4.7 mukaisesti. Mitoitus esimerkki on kohdassa 7.

4.3 Kiinnityspinta-ala

Taulukoiden 2 ja 3 mukaisia kestävyksiä käytettäessä tulee JKL-kiinnityslevyihin liitettävien teräsosien kiinnityspinta-alan olla vähintään taulukon 4 mukainen. Kiinnityspinta-alaan voidaan laskea mukaan hitsit, jos teräsosa on hitsattu JKL-kiinnityslevyyn ympärähitsauksella. Tarvittaessa voidaan käyttää jäykisteitä teräsosan ja JKL-kiinnityslevyn liitoksessa, jotta riittävä kiinnityspinta-ala saadaan aikaiseksi.

Taulukko 4. JKL-kiinnityslevyjen minimikiinnityspinta-alat

| JKL-kiinnityslevy | | | | Minimikiinnityspinta-ala | | | | | |
|-------------------|-----|---|-----|--------------------------|---|------|------------|---|------|
| | | | | JKL | | | JKLR, JKLH | | |
| JKL | L | x | B | [mm] | x | [mm] | [mm] | x | [mm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 50 | x | 50 | 70 | x | 70 |
| JKL | 150 | x | 200 | 55 | x | 75 | 70 | x | 100 |
| JKL | 150 | x | 250 | 60 | x | 120 | 75 | x | 150 |
| JKL | 200 | x | 200 | 75 | x | 75 | 100 | x | 100 |
| JKL | 200 | x | 250 | 85 | x | 125 | 105 | x | 150 |
| JKL | 250 | x | 250 | 130 | x | 130 | 155 | x | 155 |
| JKL | 300 | x | 200 | 155 | x | 90 | 180 | x | 105 |
| JKL | 300 | x | 300 | 165 | x | 165 | 190 | x | 190 |
| JKL | 400 | x | 400 | 220 | x | 220 | 260 | x | 260 |
| JKL | 500 | x | 500 | 305 | x | 305 | 350 | x | 350 |
| JKL | 600 | x | 600 | 390 | x | 390 | 440 | x | 440 |
| JKL | 500 | x | 300 | 220 | x | 130 | 270 | x | 165 |

Mikäli liitettävän teräsosan kiinnityspinta-ala on pienempi kuin taulukon 3 mukainen pinta-ala, tulee JKL-kiinnityslevyn kestävyksiä redusoida (pienentää) kaavan 1 mukaan.

$$N_{Rd,red} = N_{Rd} \times \frac{(c - a_0)}{(c - a_1)}, \quad a_0 > a_1 \quad (1)$$

missä

$N_{Rd,red}$ = uusi vetovoimakestävyys

N_{Rd} = annettu vetovoimakestävyys min. kiinnityspinta-alalla

c = tartuntojen keskiöväli

a_0 = minimikiinnityspinta-alan sivumitta (taulukon 3 mukainen arvo)

a_1 = kiinnityspinta-alan sivumitta

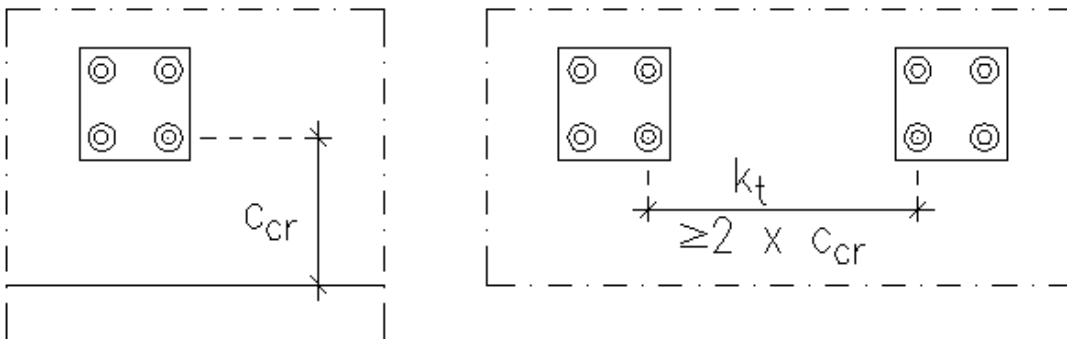
Samaa kapasiteetin pienennyskaavaa voidaan soveltaa myös momenttikapasiteetille. Leikkausvoimalle ja vääntömomentille kestävyysredusointia kiinnityspinta-alan vuoksi ei tarvitse tehdä.

4.4 Pienimmät sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet kohdan 4.2 kestävyyksille

Taulukoiden 2 ja 3 mukaisia kestävyksiä käytettäessä tulee JKL-kiinnityslevyjen reuna- ja keskiöetäisyyksien olla vähintään taulukon 4 mukaiset. Taulukossa 5 esitetyt reuna- ja keskiöetäisyydet ovat sellaisia, ettei betonin reunan murtoa tapahdu. Pienemmillä reuna- tai keskiöetäisyyksillä JKL-kiinnityslevyjen kestävyksiä tulee redusoida kohdan 4.7 mukaisesti.

Reunaetäisyydet taulukossa 5 ovat etäisyyksiä JKL-kiinnityslevyn tartunnan keskeltä betonirakenteen reunaan kuvan 3 mukaisesti. Keskiöetäisyydet ovat vastaavasti etäisyyksiä vierekkäisten JKL-kiinnityslevyjen tartuntojen keskeltä keskelle.

Keskiöetäisyys k_t on JKL-kiinnityslevyillä minimissään $2 \times$ reunaetäisyys, jos käytetään taulukoiden 2 ja 3 mukaisia täysiä kiinnityslevyjen kestävyksiä. Pienemmillä keskiöetäisyyksillä kiinnityslevyjen kestävyttä redusoidaan (pienennetään) kohdan 4.7 mukaisesti kuten yksittäisellä kiinnityslevyllä. Keskiöetäisyyden redusointikerroin (pienennyskerroin) lasketaan käyttäen reunaetäisyyden arvona keskiöetäisyyden puolikasta.



Kuva 3. JKL-kiinnityslevyjen reunaetäisyys c_{cr} tartunnan keskeltä betonirakenteen reunaan ja keskiöetäisyys vierekkäisten kiinnityslevyjen välillä.

Taulukko 5. JKL-kiinnityslevyjen minimireunaetäisyydet kohdan 4.2 mukaisille kestävyyksille

| JKL-kiinnityslevy | | | | Minimireunaetäisyydet taulukon 2 kestävyyksille N_{Rd} , M_{RdL} ja M_{RdB} | Minimireunaetäisyydet taulukon 2 kestävyyksille V_{Rd} ja T_{Rd} |
|-------------------|-----|---|-----|---|--|
| JKL | L | x | B | $c_{cr,N}$ [mm] | $c_{cr,V}$ [mm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 325 | 960 |
| JKL | 150 | x | 200 | 325 | 1200 |
| JKL | 150 | x | 250 | 325 | 1200 |
| JKL | 200 | x | 200 | 325 | 1200 |
| JKL | 200 | x | 250 | 325 | 1200 |
| JKL | 250 | x | 250 | 325 | 1200 |
| JKL | 300 | x | 200 | 415 | 1500 |
| JKL | 300 | x | 300 | 415 | 1500 |
| JKL | 400 | x | 400 | 415 | 1500 |
| JKL | 500 | x | 500 | 415 | 1500 |
| JKL | 600 | x | 600 | 415 | 1500 |
| JKL | 500 | x | 300 | 415 | 1500 |

4.5 Kiinnitysalustan vähimmäispaksuus ja kiinnitysalustan paksuuden vaikutus kestävyyskiin

Taulukoiden 2 ja 3 mukaisia kestävyyskiin käytettäessä tulee JKL-kiinnityslevyjen kiinnitysalustan paksuuden olla vähintään taulukon 6 mukainen. Pienemmillä kiinnitysalustan paksuuksilla JKL-kiinnityslevyjen kestävyyskiin tulee redusoida (pienentää). Taulukossa 6 esitetyissä betonirakenteen minimipaksuuksissa on huomioitu JKL-kiinnityslevyjen valmistustoleranssit.

Taulukko 6. JKL-kiinnityslevyjen kiinnitysalustan minimipaksuudet

| JKL-kiinnityslevy | | | | Kiinnitysalustan (betonirakenteen) minimipaksuus h_{min} taulukon 2 mukaisille kestävyyskiin | Kiinnitysalustan (betonirakenteen) minimipaksuus $h_{min,cb}$ kun betonipeite $c_b = 20$ mm |
|-------------------|-----|---|-----|--|--|
| JKL | L | x | B | [mm] | [mm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 450 | 245 |
| JKL | 150 | x | 200 | 450 | 245 |
| JKL | 150 | x | 250 | 450 | 245 |
| JKL | 200 | x | 200 | 450 | 245 |
| JKL | 200 | x | 250 | 450 | 245 |
| JKL | 250 | x | 250 | 450 | 245 |
| JKL | 300 | x | 200 | 570 | 305 |
| JKL | 300 | x | 300 | 570 | 305 |
| JKL | 400 | x | 400 | 580 | 310 |
| JKL | 500 | x | 500 | 580 | 310 |
| JKL | 600 | x | 600 | 580 | 310 |
| JKL | 500 | x | 300 | 580 | 310 |

Kiinnitysalustan paksuuden h_c vaikutus JKL-kiinnityslevyjen kestävyyskiin voidaan huomioida seuraavan kaavan mukaisella redusointikertoimella $k_{h,red}$. Pienempää kiinnitysalustan paksuutta kuin taulukon 5 mukainen paksuus $h_{min,cb}$ ei kiinnityslevyillä saa käyttää.

$$k_{h,red} = \left(\frac{h_c}{h_{min}} \right)^{\frac{2}{3}} \leq 1.0 \quad (2)$$

jossa

h_c = betonirakenteen paksuus (minimiarvo betonirakenteen paksuudelle on taulukon 5 mukainen paksuus $h_{min,cb}$)

h_{min} = taulukon 5 mukainen arvo h_{min}

4.6 Kiinnityslevyjen kestävyyskiin voimasuureyhdistelmille

Mikäli JKL-kiinnityslevyä rasittaa samanaikaisesti kaksi tai useampi ulkoinen voimasuure, tulee kiinnityslevyn kestävyyskiin voimasuureyhdistelmille tarkistaa seuraavan kaavan mukaisesti.

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + 1.8 \left(\frac{M_{EdB}}{M_{RdB}} + \frac{M_{EdL}}{M_{RdL}} \right) \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{V_{EdB}}{V_{Rd}} + \frac{V_{EdL}}{V_{Rd}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \right)^{\frac{2}{3}} \leq 1.0 \quad (3)$$

jossa alaindeksi Ed merkitsee kuorman murtorajatilan mitoitusvoimasuuretta ja Rd kiinnityslevyn kestävyyskiin vastaavalle kuormalle.

4.7 Reuna- ja keskiöetäisyyksien vaikutukset kestävyysiin

Mikäli JKL-kiinnityslevyjen reuna- tai keskiöetäisyydet ovat pienempiä kuin taulukossa 5 esitetyt reuna- ja keskiöetäisyydet, tulee kohdan 4.2 mukaisia kiinnityslevyjen kestävyksiä redusoida (pienentää). Taulukossa 7 esitetään redusointikertoimet tapauksille, joissa kiinnityslevyn reuna- tai keskiöetäisyys on taulukon 8 mukainen reunaetäisyyden minimiarvo yhdellä, kahdella tai kolmella sivulla. Väliarvot taulukoiden 2 ja 3 kestävyksien ja taulukon 6 mukaisella kertoimella laskettujen redusoitujen arvojen välillä voidaan lineaarisesti interpoloida.

Taulukko 7. Kiinnityslevyjen kestävyksien redusointikertoimet, kun reunaetäisyys $c = c_{Cr.X.min}$

| Voimasuure | Redusointikerroin kun reunaetäisyys on $c_{Cr.X.min}$ | | |
|------------------------|--|--|--|
| | yhdellä sivulla (kiinnityslevy rakenteen reunassa) | kahdella sivulla (kiinnityslevy kulmassa tai kapeassa rakenteessa) | kolmella sivulla (kiinnityslevy kapean rakenteen päässä) |
| N_{Rd} | 0,23 | 0,16 | 0,10 |
| M_{RdB} ja M_{RdL} | 0,23 | 0,16 | 0,10 |
| V_{Rd} ja T_{Rd} | 0,10 | 0,08 | 0,07 |

Taulukon 7 redusointikertoimien lisäksi tulee huomioida kiinnitysalustan korkeuden vaikutus JKL-kiinnityslevyjen kestävyteen kohdan 4.5 mukaan.

Reunaetäisyyksien minimiarvot, joita ei saa alittaa on esitetty taulukossa 8. Taulukon 8 arvoja pienemmillä reunaetäisyyksillä JKL-kiinnityslevyjen kohdalle tulee asentaa kohtien 4.8 ja 4.9 mukaisesti lisäraudoitus.

Taulukko 8. JKL-kiinnityslevyjen minimireunaetäisyydet taulukon 7 mukaisille kestävyksien redusointikertoimille

| JKL-kiinnityslevy | | | | Minimireunaetäisyydet taulukon 7 mukaisille redusointikertoimille N_{Rd} , M_{RdL} ja M_{RdB} | Minimireunaetäisyydet taulukon 7 mukaisille redusointikertoimille kestävyyksille V_{Rd} ja T_{Rd} |
|-------------------|-----|---|-----|--|--|
| JKL | L | x | B | $c_{Cr.N.min}$ [mm] | $c_{Cr.V.min}$ [mm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 50 | 150 |
| JKL | 150 | x | 200 | 60 | 150 |
| JKL | 150 | x | 250 | 60 | 190 |
| JKL | 200 | x | 200 | 60 | 150 |
| JKL | 200 | x | 250 | 60 | 190 |
| JKL | 250 | x | 250 | 60 | 190 |
| JKL | 300 | x | 200 | 75 | 200 |
| JKL | 300 | x | 300 | 75 | 200 |
| JKL | 400 | x | 400 | 75 | 300 |
| JKL | 500 | x | 500 | 75 | 400 |
| JKL | 600 | x | 600 | 75 | 500 |
| JKL | 500 | x | 300 | 75 | 200 |

4.8 Lisäraudoituksen vaikutus reunaetäisyyksiin

Lisäraudoitetun JKL-kiinnityslevyn sijoittamisessa rakenteeseen tulee noudattaa taulukon 8 sarakkeen $C_{cr,N,min}$ mukaisia minimireunaetäisyyksiä.

Kohdassa 4.9 on esitetty lisäraudoituksen vaikutus JKL-kiinnityslevyjen kestävyyskestoisiin ja kuvissa 4 ja 5 lisäraudoituksen sijoituksen periaatteet.

4.9 Lisäraudoituksen vaikutus kestävyyskestoisiin

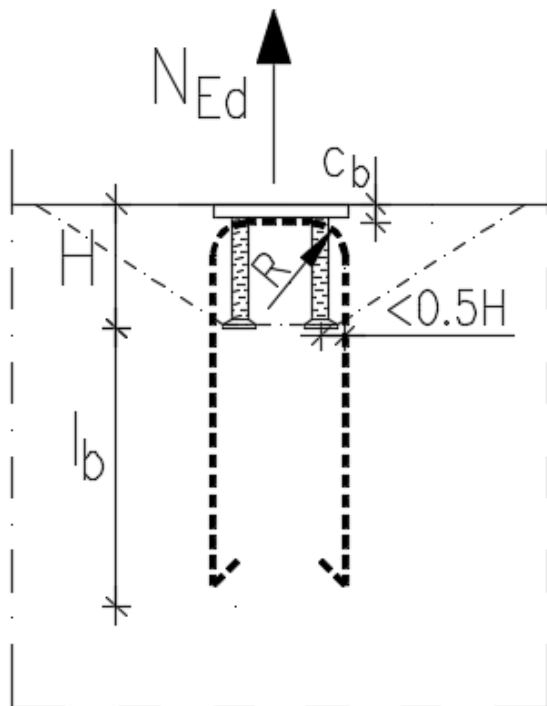
Lisäraudoituksella voidaan parantaa JKL-kiinnityslevyjen kestävyyskestoja, kun reunaetäisyydet ovat pienempiä kuin taulukon 5 mukaiset. Taulukoissa 9...11 annetaan kuvien 4 ja 5 mukaisesti JKL-kiinnityslevyn kohdalle betonirakenteeseen sijoitetun lisäraudoituksen veto- ja leikkauskestävyydet. Taulukoissa 9...11 annetaan yhden lisäraudoitusteräksen kestävyys. JKL-kiinnityslevyn kokonaiskestävyys lisäraudoitettuna saadaan kertomalla yhden lisäraudoitusteräksen kestävyys lisäraudoitusterästen kappalemäärällä. Leikkauskestävyyden lisäraudoituksessa tulee huomioida epäkeskisydestä aiheutuva lisävetovoima kohdan 4.9.2 mukaan.

Lisäraudoitetun JKL-kiinnityslevyn maksimikestävyys on esitetty kohdassa 4.10.

Laskelmissa lisäraudoitusterästen materiaalina on käytetty terästä B500B tai vastaavaa harjaterästä.

4.9.1 Lisäraudoitus vetokestävyydelle

Lisäraudoitus vetokestävyydelle ja taivutusmomenteille tulee sijoittaa betonirakenteeseen JKL-kiinnityslevyn kohdalle kuvan 4 mukaan. Lisäraudoitus sijoitetaan mahdollisimman lähelle JKL-kiinnityslevyn tartuntoja ja teräslevyä. Sivusuunnassa lisäraudoitusteräs saa sijaita kuvan 4 mukaisesti korkeintaan etäisyyden $0,5H$ päässä JKL-kiinnityslevyn tartunnan keskeltä. Lisäraudoitus tulee ankkuroida betonirakenteeseen kuvan 4 mukaisesti JKL-kiinnityslevyn murtokartion ulkopuolelle täydelle teräksen vetovoimalle.



Kuva 4. JKL-kiinnityslevyn lisäraudoitus vetokestävyydelle ja taivutusmomenteille

c_b = betonipeite (ol. 20mm) l_b = ankkurointipituus SFS-EN 1992-1-1 mukaan
 R = lisäraudoitusteräksen sisäpuolinen taivutussäde SFS-EN 1992-1-1 mukaan

Taulukoissa 9 ja 10 on esitetty JKL-kiinnityslevyjen lisäraudoituksen ankkurointikestävydet JKL-kiinnityslevyn murtokartiassa kuvan 4 mukaisella lisäraudoituksen sijoituksella. Taulukoiden 9 ja 10 arvot on laskettu hyvässä tartuntatilassa. Lisäraudoitetun JKL-kiinnityslevyn kestävyys saadaan kertomalla taulukon 9 tai 10 mukainen yhden lisäraudoitusteräsenkin kestävyys valitulla lisäraudoitusterästen lukumäärällä JKL-kiinnityslevyn kohdalla.

Taulukko 9. JKL-kiinnityslevyjen lisäraudoitusterästen vetokestävydet (yhden kuvan 4 mukaisesti sijoitetun lisäraudoitusteräsenkin vetokestävyys) betonissa C25/30

| JKL-kiinnityslevy | | | | Lisäraudoitusteräksen vetokestävyys $N_{Rd,s}$ [kN] | | | |
|-------------------|-----|---|-----|---|------|------|------|
| | | | | Teräksen halkaisija Φ_s [mm] | | | |
| JKL | L | x | B | T6 | T8 | T10 | T12 |
| JKL | 150 | x | 150 | 23,6 | 31,5 | 39,3 | 47,2 |
| JKL | 150 | x | 200 | 23,6 | 31,5 | 39,3 | 47,2 |
| JKL | 150 | x | 250 | 23,6 | 31,5 | 39,3 | 47,2 |
| JKL | 200 | x | 200 | 23,6 | 31,5 | 39,3 | 47,2 |
| JKL | 200 | x | 250 | 23,6 | 31,5 | 39,3 | 47,2 |
| JKL | 150 | x | 200 | 23,6 | 31,5 | 39,3 | 47,2 |
| JKL | 300 | x | 200 | 24,6 | 41,1 | 51,4 | 61,7 |
| JKL | 300 | x | 300 | 24,6 | 41,1 | 51,4 | 61,7 |
| JKL | 400 | x | 400 | 24,6 | 41,1 | 51,4 | 61,7 |
| JKL | 500 | x | 500 | 24,6 | 41,1 | 51,4 | 61,7 |
| JKL | 600 | x | 600 | 24,6 | 41,1 | 51,4 | 61,7 |
| JKL | 500 | x | 300 | 24,6 | 41,1 | 51,4 | 61,7 |

Taulukko 10. JKL-kiinnityslevyjen lisäraudoitusterästen vetokestävydet (yhden kuvan 4 mukaisesti sijoitetun lisäraudoitusteräsenkin vetokestävyys) betonissa C40/50

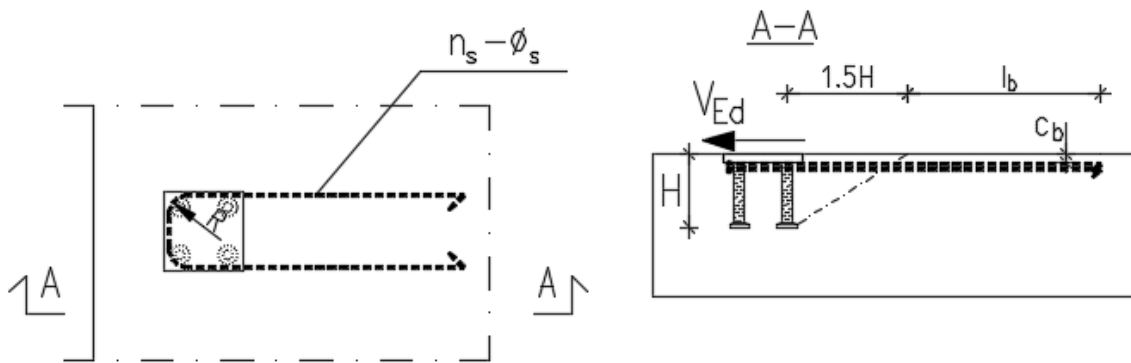
| JKL-kiinnityslevy | | | | Lisäraudoitusteräksen vetokestävyys $N_{Rd,s}$ [kN] | | | |
|-------------------|-----|---|-----|---|------|------|------|
| | | | | Teräksen halkaisija Φ_s [mm] | | | |
| JKL | L | x | B | T6 | T8 | T10 | T12 |
| JKL | 150 | x | 150 | 24,6 | 43,1 | 53,8 | 64,6 |
| JKL | 150 | x | 200 | 24,6 | 43,1 | 53,8 | 64,6 |
| JKL | 150 | x | 250 | 24,6 | 43,1 | 53,8 | 64,6 |
| JKL | 200 | x | 200 | 24,6 | 43,1 | 53,8 | 64,6 |
| JKL | 200 | x | 250 | 24,6 | 43,1 | 53,8 | 64,6 |
| JKL | 250 | x | 250 | 24,6 | 43,1 | 53,8 | 64,6 |
| JKL | 300 | x | 200 | 24,6 | 43,7 | 68,3 | 84,4 |
| JKL | 300 | x | 300 | 24,6 | 43,7 | 68,3 | 84,4 |
| JKL | 400 | x | 400 | 24,6 | 43,7 | 68,3 | 84,4 |
| JKL | 500 | x | 500 | 24,6 | 43,7 | 68,3 | 84,4 |
| JKL | 600 | x | 600 | 24,6 | 43,7 | 68,3 | 84,4 |
| JKL | 500 | x | 300 | 24,6 | 43,7 | 68,3 | 84,4 |

Mikäli lisäraudoitusterästen betonipeite on suurempi kuin laskelmissa käytetty 20 mm, tulee lisäraudoitusterästen ankkurointikestävyys murtokartiassa laskea tapauskohtaisesti erikseen.

Huonossa tartuntatilassa taulukoiden 9 ja 10 kestävyysarvot tulee kertoa kertoimella 0,7.

4.9.2 Lisäraudoitus leikkausvoimalle

Lisäraudoitus leikkausvoimalle ja vääntömomentille tulee sijoittaa betonirakenteeseen JKL-kiinnityslevyn kohdalle kuvan 5 mukaan. Leikkausvoiman lisäraudoitus sijoitetaan leikkausvoimaa vastaan kohtisuoraan ja korkeussuunnassa mahdollisimman lähelle JKL-kiinnityslevyn teräslevyä. Lisäraudoitus taivutetaan siten että lisäraudoitusteräkset ovat kiinni JKL-kiinnityslevyn tartunnoissa. Lisäraudoitus tulee ankkuroida betonirakenteeseen kuvan 5 leikkauksen A-A mukaisesti JKL-kiinnityslevyn murtokartion ulkopuolelle täydelle teräksen vetovoimalle. Taulukon 11 kestävyysarvot on laskettu hyvässä tartuntatilassa.



Kuva 5. JKL-kiinnityslevyn lisäraudoitus leikkausvoimalle ja vääntömomentille

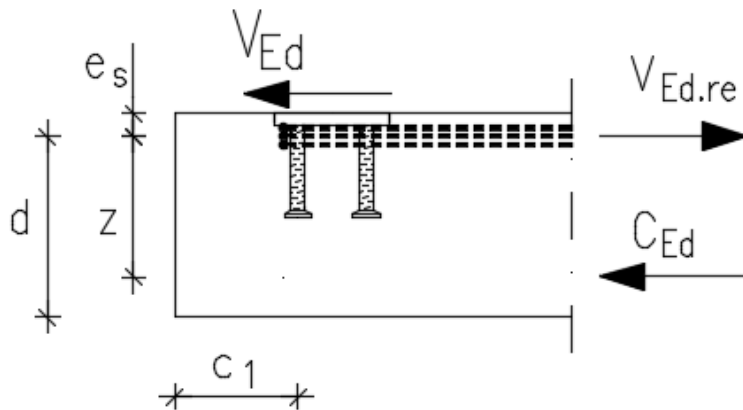
c_b = betonipeite (ol. 20mm) l_b = ankkurointipituus SFS-EN 1992-1-1 mukaan
 R = lisäraudoitusteräksen sisäpuolinen taivutussäde SFS-EN 1992-1-1 mukaan

Taulukko 11. Lisäraudoitettujen JKL-kiinnityslevyjen leikkauskestävyydet (yhden kuvan 5 mukaisesti sijoitetun lisäraudoitusteräksen leikkauskestävyys)

| Kiinnityslevy | Lisäraudoitettujen JKL-kiinnityslevyjen leikkauskestävyydet $V_{Rd,s}$ [kN] | | | | | | |
|---------------|---|---|-----|------|-----------------------------------|------|------|
| | | | | | Teräksen halkaisija Φ_s [mm] | | |
| JKL | L | x | B | T6 | T8 | T10 | T12 |
| JKL | 150 | x | 150 | 9,1 | 12,2 | 15,2 | 18,3 |
| JKL | 150 | x | 200 | 9,1 | 12,2 | 15,2 | 18,3 |
| JKL | 150 | x | 250 | 9,1 | 12,2 | 15,2 | 18,3 |
| JKL | 200 | x | 200 | 12,2 | 16,2 | 20,3 | 24,4 |
| JKL | 200 | x | 250 | 12,2 | 16,2 | 20,3 | 24,4 |
| JKL | 250 | x | 250 | 12,3 | 21,9 | 32,2 | 38,6 |
| JKL | 300 | x | 200 | 12,2 | 16,2 | 20,3 | 24,4 |
| JKL | 300 | x | 300 | 12,3 | 21,9 | 33,8 | 40,6 |
| JKL | 400 | x | 400 | 12,3 | 21,9 | 34,1 | 49,2 |
| JKL | 500 | x | 500 | 12,3 | 21,9 | 34,1 | 49,2 |
| JKL | 600 | x | 600 | 12,3 | 21,9 | 34,1 | 49,2 |
| JKL | 500 | x | 300 | 12,3 | 21,9 | 34,1 | 49,2 |

Huonossa tartuntatilassa taulukon 9 kestävyysarvot tulee kertoa kertoimella 0,7.

Leikkausvoiman ja raudoituksen välisestä epäkeskisyydestä aiheutuu leikkausvoiman lisäraudoitukseen lisävetovoima, joka otetaan huomioon seuraavasti:



Kuva 6. Leikkausvoiman lisäraudoituksen vetovoima

$$V_{Ed.re} = \left(\frac{e_s}{z} + 1 \right) \cdot V_{Ed} \quad (4)$$

jossa

e_s = leikkausvoiman (teräslevyn pinnan) ja raudoituksen keskikohdan välinen etäisyys

z = betonirakenteen sisäinen momenttivarsi $\approx 0,85d$ ($d \leq \min\left\{\frac{2H}{2c_1}\right\}$)

Esim. Leikkausvoimalle lisäraudoitettu JKL300x300-kiinnityslevy. $V_{Ed} = 75$ kN, $e_s = 35$ mm, $z = 160$ mm, lisäraudoitus T12 harjateräksiä hyvässä tartuntatilassa.

Lisäraudoituksen todellinen vetovoima epäkeskisyyden huomioiden $N_{Ed.re} = (35 \text{ mm} / 160 \text{ mm} + 1) \times 75$ kN = 91,4 kN.

$91,4 \text{ kN} / (2 \times 40,6 \text{ kN}) = 112 \%$ -> 2 kpl T12 harjateräksiä ei riitä.

$91,4 \text{ kN} / (3 \times 40,6 \text{ kN}) = 75 \%$ -> leikkausvoiman lisäraudoitukseksi vaaditaan 3 kpl T12 harjateräksiä.

4.10 Maksimikestävytydet lisäraudoitettuna

Taulukossa 12 on annettu JKL-kiinnityslevyjen maksimikestävytydet. JKL-kiinnityslevyjen todellinen kestävyys lisäraudoitettuna riippuu käytetyn lisäraudoituksen määrästä kohtien 4.9.1 ja 4.9.2 mukaisesti (vrt. ao. esimerkit A ja B). Lisäraudoitusteräksät sijoitetaan kuvien 4 ja 5 mukaisesti. Lisäraudoitetun JKL-kiinnityslevyn sijoittamisessa rakenteeseen tulee noudattaa taulukon 7 sarakkeen $C_{cr,N,min}$ mukaisia minimireunaetäisyyksiä. Betonirakenteen korkeuden vaikutus tulee ottaa huomioon kiinnityslevyjen maksimikestävytyksissä kohdan 4.5 mukaisesti.

Taulukko 12. JKL-kiinnityslevyjen maksimikestävytydet

| JKL-kiinnityslevy | | | | $N_{Rd,max}$ | $V_{Rd,max}$ | $M_{RdL,max}$ | $M_{RdB,max}$ | $T_{Rd,max}$ |
|-------------------|-----|---|-----|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| JKL | L | x | B | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| JKL | 150 | x | 150 | 149 | 142 | 14,5 | 14,5 | 10,6 |
| JKL | 150 | x | 200 | 249 | 223 | 15,2 | 19,7 | 19,8 |
| JKL | 150 | x | 250 | 268 | 233 | 16,7 | 27,4 | 28,1 |
| JKL | 200 | x | 200 | 267 | 234 | 20,5 | 20,5 | 22,5 |
| JKL | 200 | x | 250 | 269 | 238 | 22,4 | 28,5 | 30,1 |
| JKL | 250 | x | 250 | 316 | 249 | 31,1 | 31,1 | 36,2 |
| JKL | 300 | x | 200 | 455 | 374 | 45,7 | 31,1 | 48,9 |
| JKL | 300 | x | 300 | 501 | 391 | 50,0 | 50,0 | 59,6 |
| JKL | 400 | x | 400 | 556 | 404 | 77,6 | 77,6 | 90,1 |
| JKL | 500 | x | 500 | 588 | 411 | 109,1 | 109,1 | 120,7 |
| JKL | 600 | x | 600 | 609 | 415 | 144,6 | 144,6 | 151,2 |
| JKL | 500 | x | 300 | 605 | 550 | 78,6 | 56,2 | 79,0 |

Esimerkki A:

JKL 200x200 –kiinnityslevyn kohdalle kuvan 4 mukaisilla sijainneilla asennetaan 4 kpl T10 lisäraudoituslenkkejä hyvissä tartuntaolosuhteissa. Lisäraudoituslenkkien yhteenlaskettu vetokestävyys on tällöin $F_{re} = 4 \text{ kpl} \times 39,3 \text{ kN/kpl} = 157,2 \text{ kN}$. Maksimikestävyys vetokestävyydelle on $N_{Rd,max} = 267 \text{ kN}$ joten ko. tavalla lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyytensä ei voida käyttää arvoa $N_{Rd,max}$ vaan kestävyytensä tulee käyttää lisäraudoituksen kestävyysarvoa $F_{re} = 157,2 \text{ kN}$.

Esimerkki B:

JKL 200x200 –kiinnityslevyn kohdalle kuvan 4 mukaisilla sijainneilla asennetaan 6 kpl T12 lisäraudoituslenkkejä hyvissä tartuntaolosuhteissa. Lisäraudoituslenkkien yhteenlaskettu vetokestävyys on tällöin $F_{re} = 6 \text{ kpl} \times 47,2 \text{ kN/kpl} = 283,2 \text{ kN}$. Maksimikestävyys vetokestävyydelle on $N_{Rd,max} = 267 \text{ kN}$ joten ko. tavalla lisäraudoitetun kiinnityslevyn kestävyytensä tulee arvoa $N_{Rd,max}$.

5 KIINNITYSLEVYJEN KÄYTTÖ

5.1 Käyttöikä ja sallitut rasitusluokat

JKL-kiinnityslevyjen käyttöikä riippuu valitusta kiinnityslevyn materiaalista. JKL-kiinnityslevyjä voidaan käyttää kaikissa betonirakenteiden rasitusluokissa, kun huomioidaan rasitusluokan vaatimukset kiinnityslevyjen teräsosien betonipeitteelle. Tarvittaessa käytetään ruostumattomia JKLR tai haponkestäviä JKLH –kiinnityslevytyyppejä.

5.2 Käytön rajoitukset

JKL-kiinnityslevyjen kapasiteetit on laskettu staattisille kuormille. Dynaamisille ja väsyttävillä kuormilla on käytettävä suurempia kuorman osavarmuuskertoimia ja liitoksen osat tarkistettava tapauskohtaisesti.

JKL-kiinnityslevyjen kestävyudet on laskettu betonin lujuudelle C25/30 tai C40/50 halkeilleessa betonissa.

JKL-kiinnityslevyjen kohdalle asennetaan aina rauditus, jolla varmistetaan rakenteen sitkeä toiminta murtotilanteessa.

6 KIINNITYSLEVYJEN SÄILYTYS, KULJETUS JA MERKINTÄOHJEET

JKL-kiinnityslevyt varastoidaan sateelta suojassa.

JKL-kiinnityslevyihin tehdään merkintä, josta käy ilmi ainakin kiinnityslevyn valmistaja ja kiinnityslevyn tyyppi ja tunnus sekä valmistuspäivämäärä.

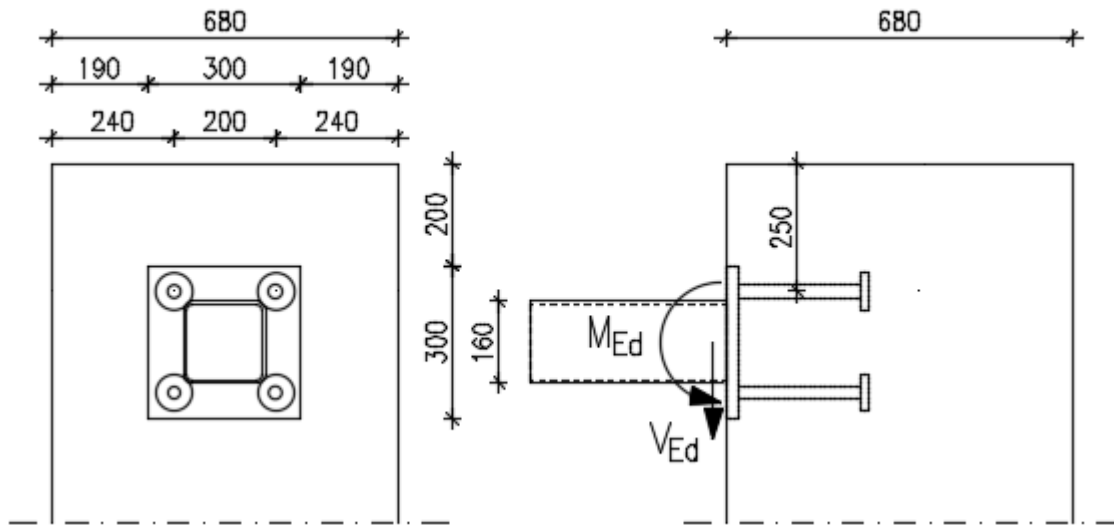
7 JKL-KIINNITYSLEVYN MITOITUSESIMERKKI

7.1 Mitoitusesimerkki 1: JKL-kiinnityslevy ilman lisäraudoitusta pilarin yläosassa

Tarkistetaan JKL-kiinnityslevyn kestävyys kuvan 7 mukaiselle tilanteelle. Erillistä JKL-kiinnityslevyn lisäraudoitusta pilariin ei ole asennettu ja pilarissa on normaali pilarirauhoitus.

Pilari 680 x 680 mm², kiinnityslevy JKL300x300, liitettävän osan ulkomitat 160 x 160 mm².

Lasketaan kestävyys ja kiinnityslevyn käyttöasteet sekä betonilla C25/30 että betonilla C40/50.



Kuva 7. JKL-kiinnityslevyn mitoitusesimerkki, kiinnityslevy pilarin yläosassa

Kiinnityslevyyn kohdistuvat kuormitukset: $V_{Ed} = 15 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 4 \text{ kNm}$.

Reunaetäisyyksien vaikutus kestävyysiin

Esimerkin JKL300x300 -kiinnityslevyn pienin reunaetäisyys tartunnan keskeltä betonirakenteen reunaan on 240 mm. Taulukon 5 mukaiset pienimmät reunaetäisyydet joilla kiinnityslevyn kestävyksiä ei tarvitse redusoida ovat normaalivoimalle ja taivutusmomentille $c_{cr,N} = 415 \text{ mm}$ ja leikkausvoimalle sekä vääntömomentille $c_{cr,V} = 1500 \text{ mm}$. Taulukon 5 mukaiset minimiarvot alittuvat, joten kiinnityslevyn kestävyksiä tulee redusoida reunaetäisyyksien vuoksi.

JKL-kiinnityslevyn kestävyksien redusointikertoimet reunaetäisyyksien vuoksi lasketaan kohdan 4.7 mukaisesti. Minimireunaetäisyydet taulukon 8 mukaisesti ovat normaalivoimalle ja taivutusmomentille $c_{cr,N,min} = 75 \text{ mm}$ ja leikkausvoimalle sekä vääntömomentille $c_{cr,V,min} = 200 \text{ mm}$. Redusointikertoimet minimireunaetäisyyksillä saadaan taulukosta 7. Redusointikertoimet voidaan lineaarisesti interpoloida, joten redusointikertoimet saadaan laskettua seuraavasti:

$$k_{red,M, reuna} = 0,14 + \frac{1-0,14}{415\text{mm}-75\text{mm}}(240\text{mm}-75\text{mm}) = 0,55$$

$$k_{red,V, reuna} = 0,07 + \frac{1-0,07}{1500\text{mm}-200\text{mm}}(240\text{mm}-200\text{mm}) = 0,10$$

Liitettävän osan mittojen vaikutus kestävyysiin

Kohdan 4.3 taulukossa 4 on annettu JKL-kiinnityslevyjen minimikiinnityspinta-alat, joilla kiinnityslevyn täysi kestävyys voidaan hyödyntää. Esimerkin kiinnitettävän osan koko 160 x 160 mm² on pienempi kuin JKL300x300 -kiinnityslevyn minimipinta-ala, joten momenttikestävyyttä redusoidaan kohdan 4.3 mukaisesti.

$$k_{\text{red.M.pinta-ala}} = \frac{(200\text{mm} - 165\text{mm})}{(200\text{mm} - 160\text{mm})} = 0,87$$

Betonirakenteen paksuuden vaikutus kestävyysiin

Kohdassa 4.5 taulukossa 6 annettu betonirakenteen minimipaksuus, jolloin kestävyksiä ei tarvitse redusoida, on JKL300x300 -kiinnityslevylle 570 mm. Mitoitus-esimerkin pilarin paksuus täyttää vaatimuksen, joten kiinnityslevyn kestävyksiä ei tarvitse redusoida betonirakenteen paksuuden johdosta.

Redusoidut kestävydet, betoni C25/30

JKL300x300 -kiinnityslevyn redusoidut kestävydet betonissa C25/30 ovat: $V_{Rd} = 391 \text{ kN}$, $M_{Rd} = 38,6 \text{ kNm}$.

Redusoidut kestävydet ovat:

$$M_{Rd,\text{red}} = k_{\text{red.N.reuna}} \times k_{\text{red.N.pinta-ala}} \times M_{Rd} = 0,55 \times 0,87 \times 38,6 \text{ kNm} = 18,4 \text{ kNm}.$$

$$V_{Rd,\text{red}} = k_{\text{red.V.reuna}} \times V_{Rd} = 0,10 \times 391 \text{ kN} = 39,1 \text{ kN}.$$

Kestävyys voimasuureyhdistelmille, betoni C25/30

JKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille lasketaan kohdan 4.6 mukaan.

$$\left(1,8 \left(\frac{4 \text{ kNm}}{18,4 \text{ kNm}}\right)\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{20 \text{ kN}}{39,1 \text{ kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 1,06$$

JKL300x300 -kiinnityslevy ei kestä annettuja kuormituksia kuvan 7 mukaisella sijainnilla ilman lisäraudoitusta betonissa C25/30.

Redusoidut kestävydet, betoni C40/50

JKL300x300 -kiinnityslevyn redusoidut kestävydet betonissa C40/50 ovat: $V_{Rd} = 391 \text{ kN}$, $M_{Rd} = 50,0 \text{ kNm}$.

Redusoidut kestävydet ovat:

$$M_{Rd,\text{red}} = k_{\text{red.N.reuna}} \times k_{\text{red.N.pinta-ala}} \times M_{Rd} = 0,55 \times 0,87 \times 50,0 \text{ kNm} = 23,9 \text{ kNm}.$$

$$V_{Rd,\text{red}} = k_{\text{red.V.reuna}} \times V_{Rd} = 0,10 \times 391 \text{ kN} = 39,1 \text{ kN}.$$

Kestävyys voimasuureyhdistelmille, betoni C40/50

JKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille lasketaan kohdan 4.6 mukaan.

$$\left(1,8 \left(\frac{4 \text{ kNm}}{23,9 \text{ kNm}}\right)\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{20 \text{ kN}}{39,1 \text{ kN}}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,98$$

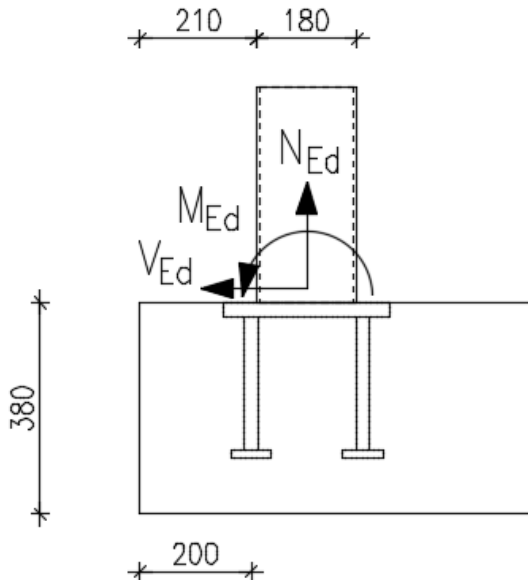
JKL300x300 -kiinnityslevy kestänee annetut kuormitukset kuvan 7 mukaisella sijainnilla ilman lisäraudoitusta betonissa C40/50.

7.2 Mitoitus-esimerkki 2: JKL-kiinnityslevy laatasta

Tarkistetaan JKL-kiinnityslevyn kestävyys kuvan 8 mukaiselle tilanteelle. Erillistä JKL-kiinnityslevyn lisäraudoitusta laattaan ei ole asennettu.

Kiinnityslevy JKL300x300, liitettävän osan ulkomitat 180 x 180 mm².

Lasketaan kestävyys ja kiinnityslevyn käyttöasteet betonilla C25/30



Kuva 8. JKL-kiinnityslevyn mitoitus-esimerkki, kiinnityslevy pilarin yläosassa

Kiinnityslevyyn kohdistuvat kuormitukset: $N_{Ed} = 15$ kN, $V_{Ed} = 20$ kN, $M_{Ed} = 1,5$ kNm.

Reunaetäisyyksien vaikutus kestävyysiin

Esimerkin JKL300x300 -kiinnityslevyn pienin reunaetäisyys tartunnan keskeltä betonirakenteen reunaan on 200 mm. Taulukon 5 mukaiset pienimmät reunaetäisyydet joilla kiinnityslevyn kestävyksiä ei tarvitse redusoida ovat normaalivoimalle ja taivutusmomentille $c_{cr,N} = 415$ mm ja leikkausvoimalle sekä vääntömomentille $c_{cr,V} = 1500$ mm. Taulukon 5 mukaiset minimiarvot alittuvat, joten kiinnityslevyn kestävyksiä tulee redusoida reunaetäisyyksien vuoksi.

JKL-kiinnityslevyn kestävyysien redusointikertoimet reunaetäisyyksien vuoksi lasketaan kohdan 4.7 mukaisesti. Minimireunaetäisyydet taulukon 8 mukaisesti ovat normaalivoimalle ja taivutusmomentille $c_{cr,N,min} = 75$ mm ja leikkausvoimalle sekä vääntömomentille $c_{cr,V,min} = 200$ mm. Redusointikertoimet minimireunaetäisyyksillä saadaan taulukosta 7. Redusointikertoimet voidaan lineaarisesti interpoloida, joten redusointikertoimet saadaan laskettua seuraavasti:

$$k_{red,M, reuna} = 0,14 + \frac{1-0,14}{415\text{mm}-75\text{mm}}(200\text{mm}-75\text{mm}) = 0,46$$

$$k_{red,V, reuna} = 0,07 + \frac{1-0,07}{1500\text{mm}-200\text{mm}}(200\text{mm}-200\text{mm}) = 0,07$$

Liitettävän osan mittojen vaikutus kestävyysiin

Kohdan 4.3 taulukossa 4 on annettu JKL-kiinnityslevyjen minimikiinnityspinta-alat, joilla kiinnityslevyn täysi kestävyys voidaan hyödyntää. Esimerkin kiinnitettävän osan koko 180 x 180 mm² täyttää minimikiinnityspinta-alan vaatimukset, joten kiinnityslevyn kestävyyttä ei tarvitse redusoida liitettävän osan mittojen vuoksi.

Betonirakenteen paksuuden vaikutus kestävyysiin

Kohdassa 4.5 taulukossa 6 annettu betonirakenteen minimipaksuus, jolloin kestävyksiä ei tarvitse redusoida, on JKL300x300 -kiinnityslevylle 570 mm. Mitoitusesimerkin laatan paksuus ei täytä ko. paksuutta, joten kiinnityslevyn kestävyyttä joudutaan pienentämään kertoimella

$$k_{h,red} = \left(\frac{380\text{mm}}{570\text{mm}} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,76$$

Redusoidut kestävydet, betoni C25/30

JKL300x300 -kiinnityslevyn redusoidut kestävydet betonissa C25/30 ovat: $N_{Rd} = 198 \text{ kN}$, $V_{Rd} = 391 \text{ kN}$ ja $M_{Rd} = 38,6 \text{ kNm}$.

Redusoidut kestävydet ovat:

$$N_{Rd,red} = k_{red,N,reauna} \times k_{h,red} \times N_{Rd} = 0,46 \times 0,76 \times 198 \text{ kN} = 69,2 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,red} = k_{red,N,reauna} \times k_{h,red} \times M_{Rd} = 0,46 \times 0,76 \times 38,6 \text{ kNm} = 13,5 \text{ kNm}$$

$$V_{Rd,red} = k_{red,V,reauna} \times k_{h,red} \times V_{Rd} = 0,07 \times 0,76 \times 391 \text{ kN} = 20,8 \text{ kN}$$

Kestävyys voimasuureyhdistelmille

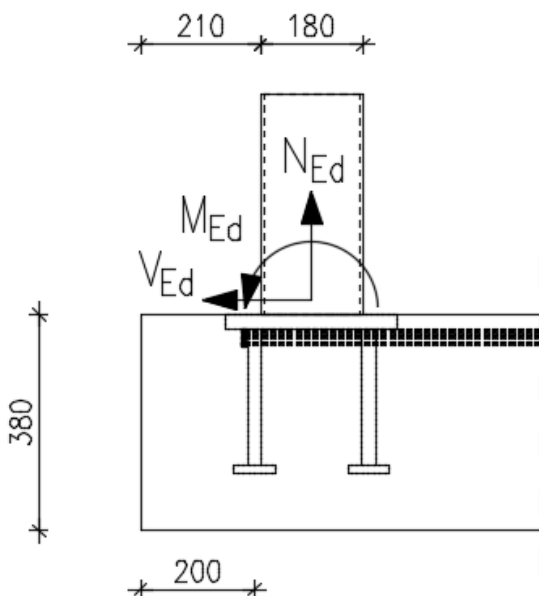
JKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille lasketaan kohdan 4.6 mukaan.

$$\left(\frac{15\text{kN}}{69,2\text{kN}} + 1,8 \left(\frac{1,5\text{ kNm}}{13,5\text{ kNm}} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{20\text{ kN}}{20,8\text{ kN}} \right)^{\frac{2}{3}} \right) = 1,53$$

JKL300x300 -kiinnityslevy ei kestä annettuja kuormituksia kuvan 8 mukaisella sijainnilla ilman lisäraudoitusta betonissa C25/30.

Lisäraudoitus leikkausvoimalle

Asennetaan JKL300x300 -kiinnityslevyn kohdalle kuvan 9 mukaisesti lisäraudoitus 3-T12.



Kuva 9. Leikkausvoiman lisäraudoituksen sijoitus mitoitusesimerkissä

Leikkausvoiman lisäraudoitus asennetaan rakenteen "huonoissa" tartuntaolosuhteissa. Leikkausraudoituksen kestävyys on $V_{Rd,s} = 3 \times 0,7 \times 40,6 \text{ kN} = 85,3 \text{ kN}$.

Leikkausvoiman lisäraudoitukseen aiheutuu leikkausvoimasta lisävetovoima, jonka vaikutus voidaan laskea seuraavasti:

$$e_s = 25 \text{ mm} + 3 \times 12 \text{ mm} / 2 = 43 \text{ mm}$$

$$z = 0,85 \times \min(2 \times 280 \text{ mm} ; 2 \times 200 \text{ mm}) = 340 \text{ mm}$$

$$k_{red,e} = 1 / (e_s / z + 1) = 0,89$$

$$V_{Rd,re} = k_{red,e} \times V_{Rd,s} = 75,9 \text{ kN}$$

Kestävyys voimasuureyhdistelmille lisäraudoitettuna

JKL-kiinnityslevyn kestävyys voimasuureyhdistelmille lasketaan kohdan 4.6 mukaan.

$$\left(\frac{15 \text{ kN}}{69,2 \text{ kN}} + 1,8 \left(\frac{1,5 \text{ kNm}}{13,5 \text{ kNm}} \right) \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{20 \text{ kN}}{75,9 \text{ kN}} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,97$$

JKL300x300 -kiinnityslevy kestää annetut kuormitukset kuvan 9 mukaisella sijainnilla ja leikkausvoiman lisäraudoituksella 3-T12.

8 KÄYTTÖOHJEESEEN LIITTYVÄÄ KIRJALLISUUTTA

SFS-EN 1992-1-1 Eurokoodi 2 Betonirakenteiden suunnittelu

CEN/TS 1992-4-1:2009. Design of fastenings for use in concrete. Part 1 General

CEN/TS 1992-4-2:2009. Design of fastenings for use in concrete. Part 2 Headed fasteners

fib bulletin 58:2011 Design of anchorages in concrete

SFS-EN 1993-1-1 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt

SFS-EN 1993-1-8 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Liitosten suunnittelu

SFS-EN 1993-1-10 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Materiaalin sitkeys ja paksuussuuntaiset ominaisuudet

SFS-EN 1090-2 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset

SFS-EN 10080 Hitsattavat betoniteräkset. Yleiset vaatimukset

SFS 1216 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko A700HW

SFS 1257 Betoniteräkset. Kylmämuokattu harjatanko B500K

SFS 1259 Betoniteräkset. Kylmämuokattu ruostumaton harjatanko B600KX

SFS 1268 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko B500B

SFS 1269 Betoniteräkset. Hitsattava kuumavalssattu harjatanko B500C1

SFS 1300 Betoniteräkset. Hitsattavien betoniterästen ja betoniteräsverkkojen vähimmäisvaatimukset

SFS-EN 10025 Kuumavalssatut rakenneteräkset

SFS-EN 10088 Ruostumattomat teräkset

SFS-EN ISO 17660-1 Hitsaus. Betoniterästen hitsaus. Osa 1. Voimaliitokset

SFS-EN ISO 5817 Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus. Hitsiluokat

SFS-EN ISO 3834-3 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset

SFS-EN ISO 13918 Hitsaus. Tapit ja keraamiset renkaat kaaritapitushitsaukseen

SFS-EN ISO 14554-2 Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallien vastushitsaus. Osa 2. Peruslaatuvaatimukset

SFS-EN ISO 14555 Welding. Arc stud welding of metallic materials

SFS-EN 15609-1 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 1: Kaarihitsaus

SFS-EN 15609-2 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 2: Kaasuhitsaus

SFS-EN 15609-5 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 5: Vastushitsaus

SFS-EN 287-1 Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset

SFS-EN ISO 9606-1 Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset

SFS-EN ISO 14731 Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut

SFS-EN ISO 14732 Hitsaushenkilöstö. Hitsausoperaattoreiden ja hitsausasettajien pätevyyskokeet. Metallisten materiaalien mekanisoitu ja automatisoitu hitsaus.

SFS-EN ISO 9018 Hitsien rikkova aineenkoestus metalleille. Risti- ja päällekkäisliitosten vetokoe

SFS-EN 10204 Metallituotteiden aineodistukset

NA SFS-EN 1992-1-1 Suomen kansallinen liite

NA SFS-EN 1993-1-1 Suomen kansallinen liite

NA SFS-EN 1993-1-8 Suomen kansallinen liite

NA SFS-EN 1993-10 Suomen kansallinen liite

ETAG 001 Guideline for European technical approval of metal anchors for use in concrete.

Annex A: Details of tests.

Annex B: Tests for admissible service conditions, detailed information.