

Ohje B500A-luokan harjateräsverkkojen käytöstä betonielementeissä

Tämä ohje täydentää Professori TKT Anssi Laaksosen laatimaa lausuntoa raudoitteen sitkeysluokka A käytöstä betonirakenteissa.

Ohjeen tarkoituksena on mahdollistaa B500A-sitkeysluokan harjateräsverkkojen käyttö betonielementeissä, jotka toimivat onnettomuustilanteessa osana jatkuvan sortuman estämisessä. Lisäksi ohje helpottaa suunnittelijoita ja betonielementtivalmistajia vaihtamaan suunnitelmissa esitetty B500B-sitkeysluokan harjateräsverkot B500A-sitkeysluokan harjateräsverkoiksi.

TKT Anssi Laaksonen toteaa lausunnossa, että ”*Lähtökohtaisesti teräsbetonirakenteen tulee toimia sitkeästi. Tällöin murtoa lähestyttäessä venymät kasvavat voimakkaasti. Yleisesti rakenteen plastinen muodonmuutoskyky on välttämätön, kun rakenteelta edellytetään vaurionsietokykyä odottamattomille tilanteille, kuten onnettomuustilanteet: jatkuvan sortuman estäminen, törmäyskuormat, sortumakuormat ja räjähdyskuormat, väestösuoja*”.

Sitkeysluokan A harjateräsverkon käyttö betonielementeissä on mahdollista, kun harjateräsverkko ei osallistu onnettomuustilanteessa jatkuvan sortuman estämiseen. Harjateräsverkon sijasta onnettomuustilanteessa toimivat betonielementin pieliteräkset, joiden sitkeysluokka on vähintään B ja jotka on mitoitettu onnettomuustilanteen jatkuvan sortuman estämisen määritellyille kuormille.

Yksinkertaistettuna normaalissa murtorajatila- ja käyttöraja-tilamitoituksessa mahdollinen sitkeysluokan A harjateräsverkko mitoitetaan normaalisti. Kun mitoitustarkastelu tehdään jatkuvan sortuman estämiseksi, ei A sitkeysluokan harjateräsverkkoa huomioida mitoituksessa. Mitoituksessa huomioidaan ainoastaan toimivina teräksinä pieliteräkset, jotka ovat vähintään B sitkeysluokan harjaterästä. Vastaavanlainen tilanne on raudoittamattomissa betonielementeissä, joissa kiertää ainoastaan pieliteräkset.

Kun pieliteräksiä käytetään jatkuvan sortuman estämisen mitoituksessa, tulee elementtisuunnitelmiin merkitä pieliterästen jatkoskohdat ja mahdolliset tartunta ja jatkospituudet. Jatkossa tavanomaisissakaan tapauksissa ei pieliteräksiä voi jatkaa tehtaalla mielivaltaisessa paikassa, vaan ne on jatkettava suunnitelmissa esitetyissä kohdissa.

Liitteessä 1. Esimerkkilaskelma seinäelementin jatkuvan sortuman estämisen raudoituksesta ja pystysiteistä.

LIITE 1. Esimerkkilaskelma seinäelementin jatkuvan sortuman estämisen raudoituksesta ja pystysiteistä

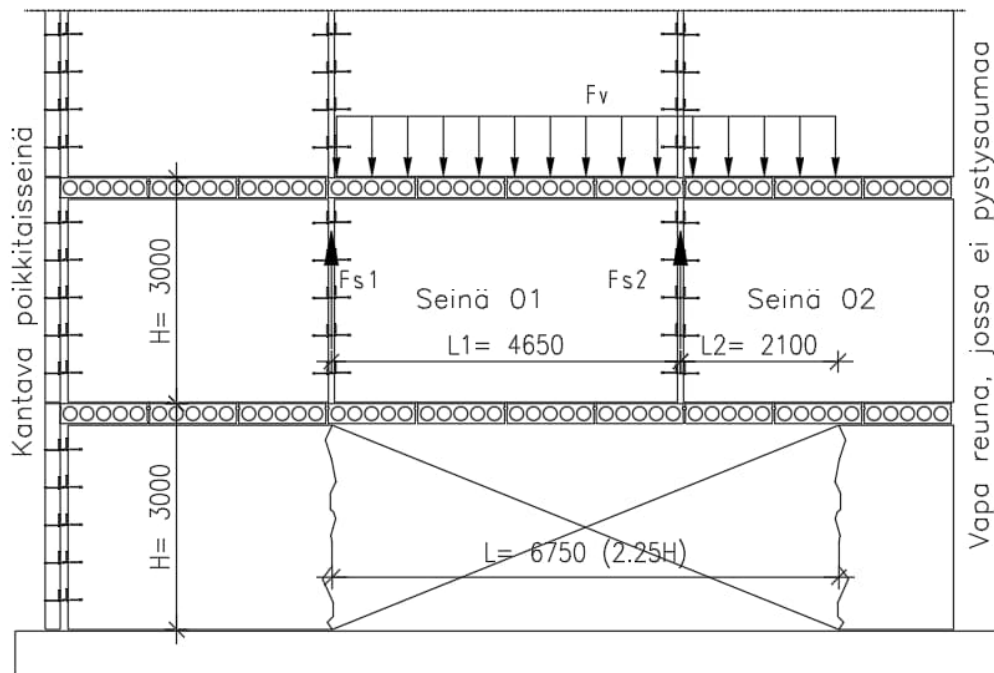
Lähtötiedot:

Ankkuroitava voima onnettomuustilanteessa $F_v := 77.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ Esimerkki kuorma onnettomuustilanteessa

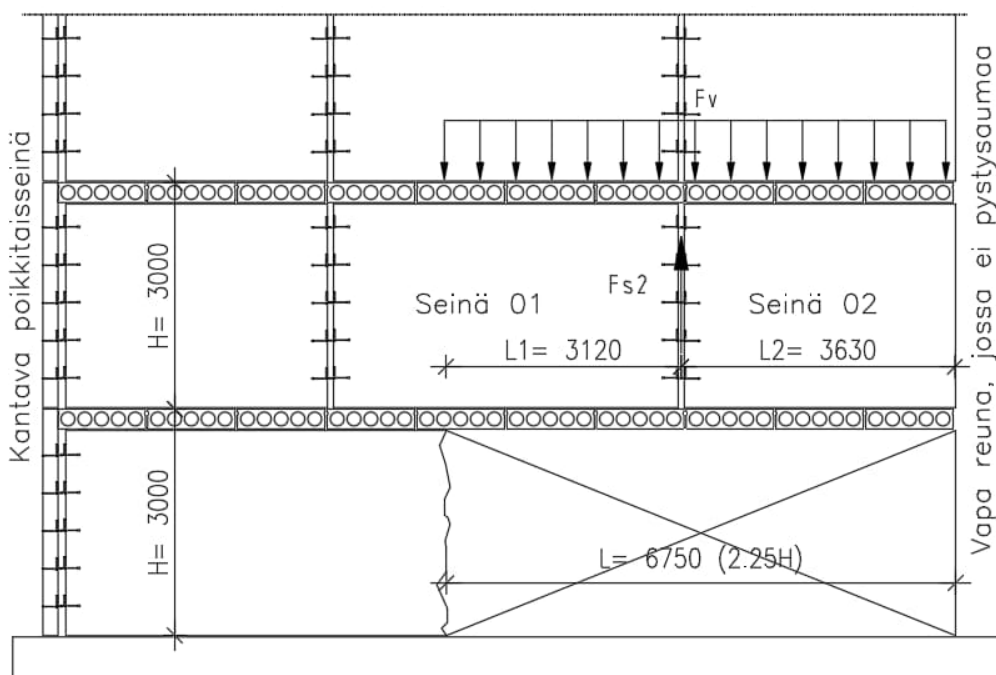
Kerroksen korkeus $H := 3000 \text{ mm}$

Tarkistettava pituus $L_p := 2.25 \cdot H = 6750 \text{ mm}$

Tapaus 01: rakenteen poisto keskellä jänneväliä



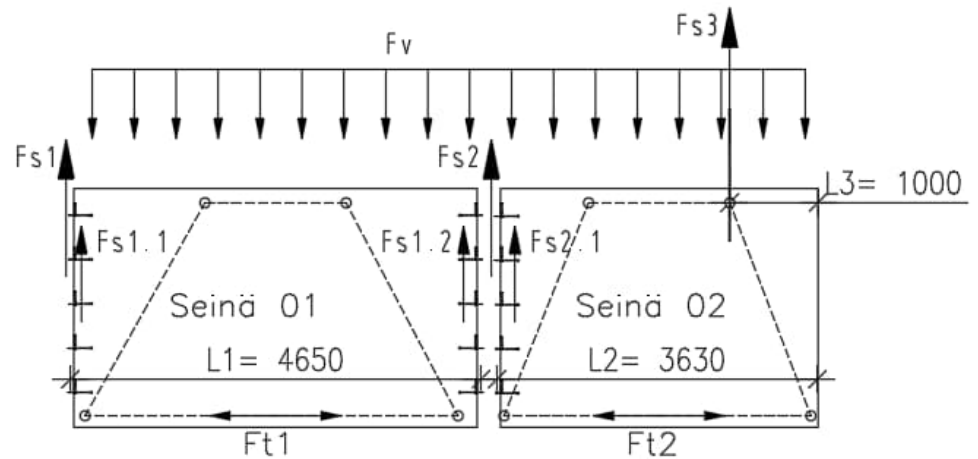
Tapaus 02: rakenteen poisto reunasta



Tarkastettava leveys $2.25 \cdot H$ (poistuvat rakenteet) ja voi sijaita mielivaltaisessa paikassa, joten tarkastelu tehdään koko seinän pituudelle, jotta kaikki tarvittavat pystysiteet tulevat määritellyä. Seinässä 2 vaaditaan yksi pystyside, kun reunimmainen pystysauna on kauempana kuin 3 metriä reunasta.

LIITE 1. Esimerkkilaskelma seinäelementin jatkuvan sortuman estämisen raudoituksesta ja pystysiteistä

Voima pystysaumoissa ja pystysiteessä



Seinä 01

Seinän pituus

$$L_1 := 4650 \text{ mm}$$

Siirrettävä voima pystysaumojen kautta

$$F_{s1.1} := \frac{F_v \cdot L_1}{2} = 180.2 \text{ kN}$$

$$F_{s1.2} := \frac{F_v \cdot L_1}{2} = 180.2 \text{ kN}$$

Kokonaisvoima saumoissa

$$F_{s1} := F_{s1.1} = 180.2 \text{ kN}$$

Seinä 02

$$L_2 := 3630 \text{ mm}$$

$$L_3 := 1000 \text{ mm}$$

$$F_{s3} := \frac{F_v \cdot \frac{L_2^2}{2}}{(L_2 - L_3)} = 194.1 \text{ kN}$$

$$F_{s2.1} := F_v \cdot L_2 - F_{s3} = 87.2 \text{ kN}$$

$$F_{s2} := F_{s1.2} + F_{s2.1} = 267.4 \text{ kN}$$

Vaadittu pystysaumojen teräkset

$$A_{s_sauma_1} := \frac{F_{s1}}{500 \text{ MPa}} = 360 \text{ mm}^2$$

Esim. 2T16

$$A_{s_sauma_2} := \frac{F_{s2}}{500 \text{ MPa}} = 535 \text{ mm}^2$$

Esim. 3T16

$$A_{s_side_Fs3} := \frac{F_{s3}}{500 \text{ MPa}} = 388 \text{ mm}^2$$

Esim. 2T16

Esimerkki 1: Pystysaumot F_{s1} ja F_{s2} ja pystyside F_{s3} kestävät edellä esitetyt voimat. Näin ollen, seinä toimii yksiaukkoisena seinämaisena palkkina, joten seinän raudoitus (alapinnan rengasteräkset) tulee mitoittaa voimalle F_v .

F_v aiheuttama voima voidaan laskea yksinkertaistaen:

Yksinkertaistettu tehollinen korkeus ja momenttivarsi $d := 0.9 \cdot H$

$$Z := 0.8 \cdot d = 2.16 \text{ m}$$

Seinä 01

Momentti

$$M_{ek_01} := \frac{F_v \cdot L_1^2}{8}$$

Vetoresultantti alapinnassa

$$F_{t01} := \frac{M_{ek_01}}{Z} = 97 \text{ kN}$$

Seinä 02

$$M_{ek_02} := \frac{F_v \cdot (L_2 - L_3)^2}{8}$$

$$F_{t02} := \frac{M_{ek_02}}{Z} = 31 \text{ kN}$$

LIITE 1. Esimerkkilaskelma seinäelementin jatkuvan sortuman estämisen raudoituksesta ja pystysiteistä

Vaadittu teräksen pinta-ala

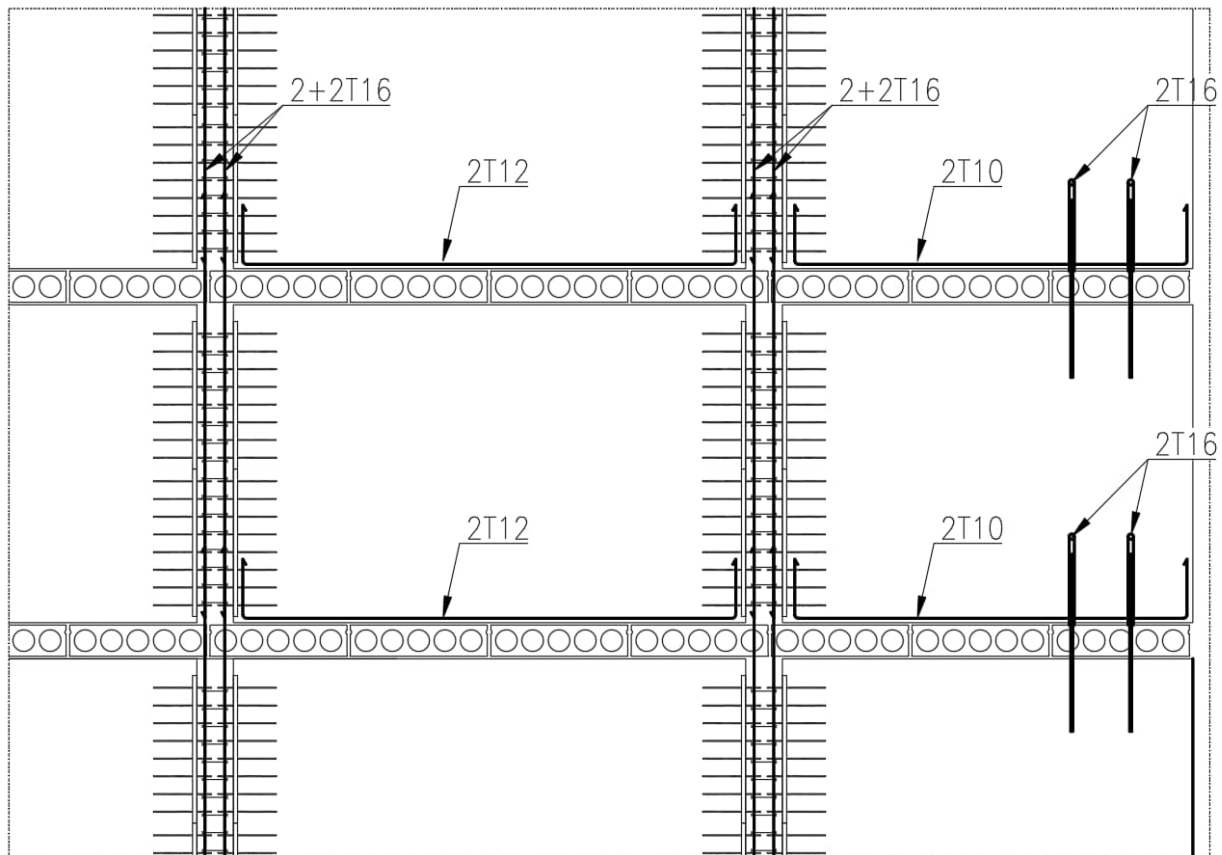
$$A_{st_01} := \frac{F_{t01}}{500 \text{ MPa}} = 194 \text{ mm}^2$$

3T10 tai 2T12

$$A_{st_02} := \frac{F_{t02}}{500 \text{ MPa}} = 62 \text{ mm}^2$$

2T10

Yhteenveto: Jos saumojen rasitukset ei ylitä 180 ja 267kN ja seinien alapinnassa on vähintään 3T10 tai 2T12 B500B harjaterästagot, niin rakenne toimii onnettomuustilanteessa esimerkki kuormalla.



Esimerkki 2: Pystysaumot Fs1 ja Fs2 ja pystyside Fs3 eivät kestä edellä esitettyjä voimia. Pystysaumoissa on 5 kpl vaijerilenkkiä ja niiden kestävyys onnettomuustilanteessa on 20kN/vaijerilenkkiä. (Tarkemmat onnettomuustilanteen kapasiteetit saa valmistajilta.)

Pystysauman kapasiteetti $F_{s_Rd} := 5 \cdot 20 \text{ kN} = 100 \text{ kN}$

Pystysauman teräkset $A_{s_pystysauma} := \frac{F_{s_Rd}}{500 \text{ MPa}} = 200 \text{ mm}^2$ 1T16

Voima lisäpystysiteelle on:

Seinä 01

Otetaan sauman 1 kokonaiskapasiteetti ja puolet sauman 2 kapasiteetista

$$F_{Lisä_Seinä_1} := F_v \cdot L_1 - 1.5 \cdot F_{s_Rd} = 210.4 \text{ kN}$$

$$A_{s_lisä_1} := \frac{F_{Lisä_Seinä_1}}{500 \text{ MPa}} = 421 \text{ mm}^2$$

3T16 tai 2T20

LIITE 1. Esimerkkilaskelma seinäelementin jatkuvan sortuman estämisen raudoituksesta ja pystysiteistä

Seinä 02

Otetaan puolet sauman 2 kapasiteetista

$$F_{\text{Lisä_Seinä_2}} := F_v \cdot L_2 - 0.5 \cdot F_{s_Rd} = 231.3 \text{ kN}$$

$$A_{s_lisä_2} := \frac{F_{\text{Lisä_Seinä_2}}}{500 \text{ MPa}} = 463 \text{ mm}^2 \quad 3T16$$

