

Esimerkkilaskelma

NR-ristikon uumasauvan tuenta

29.8.2017

Sisällysluettelo

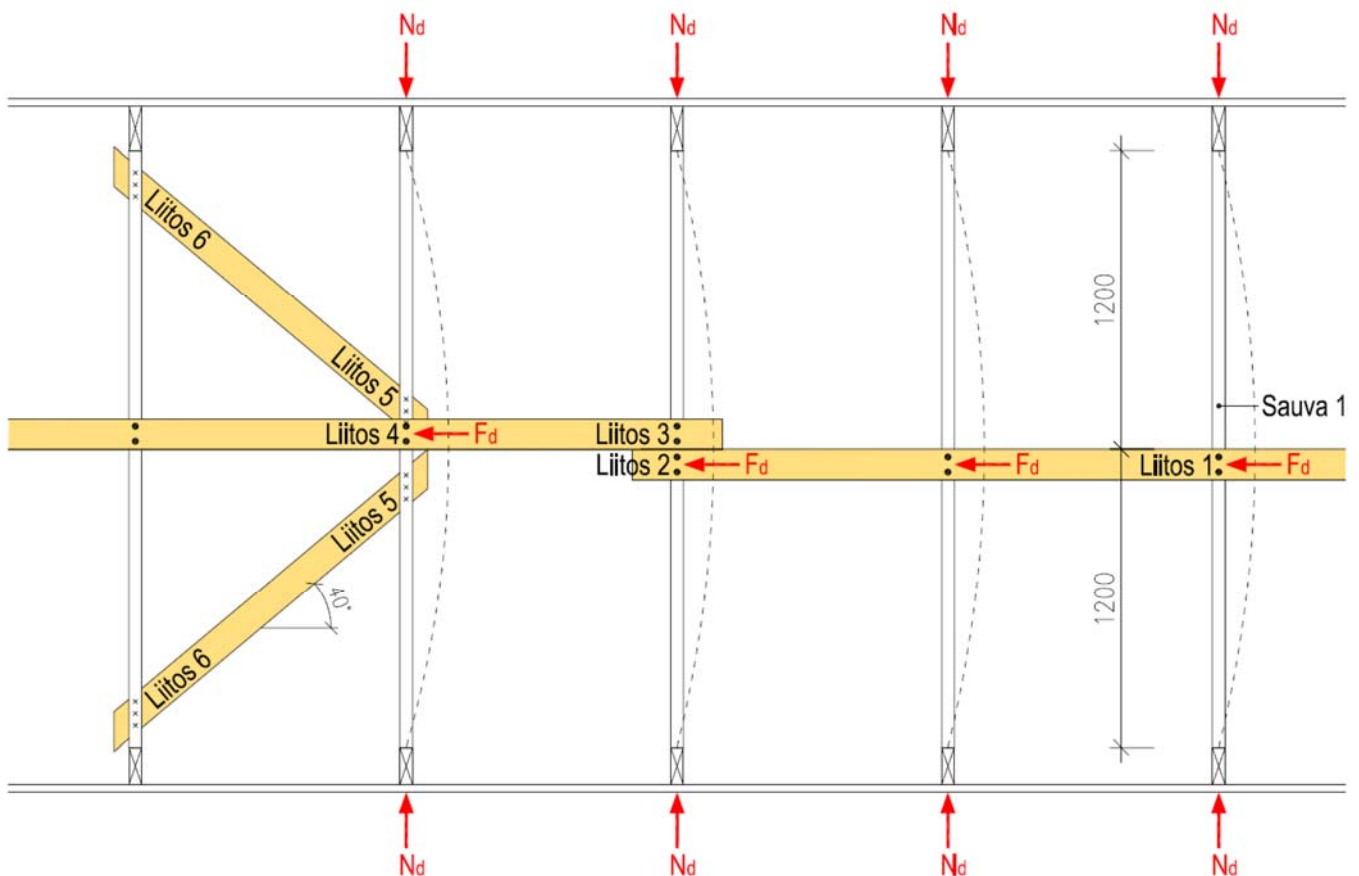
1	LÄHTÖTIEDOT	- 3 -
2	RAKENTEEN TIEDOT	- 3 -
3	MITOITUS	- 4 -

1 LÄHTÖTIEDOT

Rakennuspaikka:	Helsinki
Rakenne:	NR-ristikkoyläpohja
Seuraamusluokka:	CC2
Normit:	Puurakenteet: RIL 205-1-2017, SFS EN 1995-1-1, RIL 248-2013
	Kuormat: -

2 RAKENTEEN TIEDOT

Tarkastellaan NR-ristikon uumasauvan tuennan jäykkyyttä alla olevan kuvan mukaisessa tapauksessa. Uumasauvojen nurjahduspituuden puoleen väliin on asennettu vaakalauta, johon syntyvät sisäiset voimat F_d , johdetaan nurjahdusaallon 0-kohtaan (sauvan päihin) vinolautoilla, jotka on asennettu 40° kulmaan. Tarkastetaan onko sauvan 1 tuennan jousijäykkyys riittävä stabiliteetin kannalta. Sauvan 1 tuennan joustavuus syntyy naulaliitosten joustavuudesta. Uumasauvoja kuormittaa normaali-voima $N_d = 10$ kN (saadaan NR-ristikkosuunnittelijalta). Vaaka- ja vinolauta (C 18 22x100) toimivat vedettyinä sauvoina.



3 MITOITUS

Tuentarakenteeseen syntyvät sisäiset voimat muodostuvat ulkoisesta puristusvoimasta N_d .

Stabiloiva voima

$$N_d = 10 \text{ kN}$$

$$F_d = \frac{N_d}{50} = \frac{10}{50} = 0,2 \text{ kN}$$

Naulan lujuus ja jäykkyys

konenaula 2.8x75

$$k_e = \frac{t_1}{8d} = \frac{22}{8 \cdot 2,8} = 0,98$$

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_{\text{liitos}}} \cdot k_e \cdot 120 \cdot d^{1,7} = \frac{0,8}{1,3} \cdot 0,98 \cdot 120 \cdot 2,8^{1,7} = 417 \text{ N}$$

$$K_{\text{ser}} = \frac{\rho_m^{1,5} \cdot d^{0,8}}{30} = \frac{380^{1,5} \cdot 2,8^{0,8}}{30} = 563 \text{ N/mm}$$

$$k_{\text{def,liitos}} = 2 \cdot k_{\text{def}} = 2 \cdot 0,8 = 1,6$$

$$K_{u,\text{fin}} = \frac{\frac{2}{3} \cdot K_{\text{ser}}}{(1 + \psi_2 \cdot k_{\text{def,liitos}})} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 563}{(1 + 0,2 \cdot 1,6)} = 284 \text{ N/mm}$$

Liitosvoimat

Liitos 1: 2x *konenaula 2.8x75*

$$F_{d,\text{liitos}} = 200 \text{ N}$$

$$F_{d,\text{naula}} = \frac{F_{d,\text{liitos}}}{2} = \frac{200}{2} = 100 \text{ N} < 417 \text{ N OK!}$$

Liitos 2: 2x *konenaula 2.8x75*

$$F_{d,\text{liitos}} = 400 \text{ N}$$

$$F_{d,\text{naula}} = \frac{F_{d,\text{liitos}}}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ N} < 417 \text{ N OK!}$$

Liitos 3: 2x *konenaula 2.8x75*

$$F_{d,\text{liitos}} = 600 \text{ N}$$

$$F_{d,\text{naula}} = \frac{F_{d,\text{liitos}}}{2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ N} < 417 \text{ N OK!}$$

Liitos 4: 2x *konenaula 2.8x75*

$$F_{d,\text{liitos}} = 600 \text{ N}$$

$$F_{d,\text{naula}} = \frac{F_{d,\text{liitos}}}{2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ N} < 417 \text{ N OK!}$$

Liitos 5: 3x *konenaula 2.8x75*

$$F_{d,\text{liitos}} = \frac{800 \text{ N}}{2 \cdot \cos 40^\circ} = 522 \text{ N (normaalivoima yhdessä vinolaudassa)}$$

$$F_{d,\text{naula}} = \frac{F_{d,\text{liitos}}}{3} = \frac{522}{3} = 174 \text{ N} < 417 \text{ N OK!}$$

Liitos 6: 3x *konenaula 2.8x75*

$$F_{d,\text{liitos}} = 522 \text{ N (normaalivoima yhdessä vinolaudassa)}$$

$$F_{d,\text{naula}} = \frac{F_{d,\text{liitos}}}{3} = \frac{522}{3} = 174 \text{ N} < 417 \text{ N OK!}$$

Liitossiirtymät

Liitos 1: 2x konenaula 2.8x75

$$F_{d,liitos} = 200 \text{ N}$$

$$F_{d,naula} = 100 \text{ N}$$

$$K_{u,fin} = 284 \text{ N / mm}$$

$$u_{fin} = \frac{F_{d,naula}}{K_{u,fin}} = \frac{100}{284} = 0,35 \text{ mm (liitoksen vaakasiirtymä)}$$

Liitos 2: 2x konenaula 2.8x75

$$F_{d,liitos} = 400 \text{ N}$$

$$F_{d,naula} = 200 \text{ N}$$

$$K_{u,fin} = 284 \text{ N / mm}$$

$$u_{fin} = \frac{F_{d,naula}}{K_{u,fin}} = \frac{200}{284} = 0,70 \text{ mm (liitoksen vaakasiirtymä)}$$

Liitos 3: 2x konenaula 2.8x75

$$F_{d,liitos} = 600 \text{ N}$$

$$F_{d,naula} = 300 \text{ N}$$

$$K_{u,fin} = 284 \text{ N / mm}$$

$$u_{fin} = \frac{F_{d,naula}}{K_{u,fin}} = \frac{300}{284} = 1,06 \text{ mm (liitoksen vaakasiirtymä)}$$

Liitos 4: 2x konenaula 2.8x75

$$F_{d,liitos} = 600 \text{ N}$$

$$F_{d,naula} = 300 \text{ N}$$

$$K_{u,fin} = 284 \text{ N / mm}$$

$$u_{fin} = \frac{F_{d,naula}}{K_{u,fin}} = \frac{300}{284} = 1,06 \text{ mm (liitoksen vaakasiirtymä)}$$

Liitos 5: 3x konenaula 2.8x75

$$F_{d,liitos} = 522 \text{ N}$$

$$F_{d,naula} = 174 \text{ N}$$

$$K_{u,fin} = 284 \text{ N / mm}$$

$$u_{fin} = \cos \alpha \cdot \frac{F_{d,naula}}{K_{u,fin}} = \cos 40^\circ \cdot \frac{174}{284} = 0,47 \text{ mm (liitoksen vaakasiirtymä)}$$

Liitos 6: 3x konenaula 2.8x75

$$F_{d,liitos} = 522 \text{ N}$$

$$F_{d,naula} = 174 \text{ N}$$

$$K_{u,fin} = 284 \text{ N / mm}$$

$$u_{fin} = \cos \alpha \cdot \frac{F_{d,naula}}{K_{u,fin}} = \cos 40^\circ \cdot \frac{174}{284} = 0,47 \text{ mm (liitoksen vaakasiirtymä)}$$

Liitossiirtymät yhteensä (liitokset 1...6)

$$\sum u_{fin} = 0,35 + 0,70 + 1,06 + 1,06 + 0,47 + 0,47 = 4,1 \text{ mm}$$

Jäykistysjärjestelmän joustavuuden takia sauvan 1 vaakasiirtymäksi lopputilassa muodostuu 4,1 mm.

Tuella vaadittu jousijäykkyys

$$N_d = 10 \text{ kN}$$

$$a = 1,2 \text{ m} \text{ tukiväli}$$

$$m = 2 \text{ kenttien (a) lukumäärä}$$

$$C_{vaad} = \left(2 + 2 \cos\left(\frac{180^\circ}{m}\right) \right) \cdot \frac{N_d}{a}$$

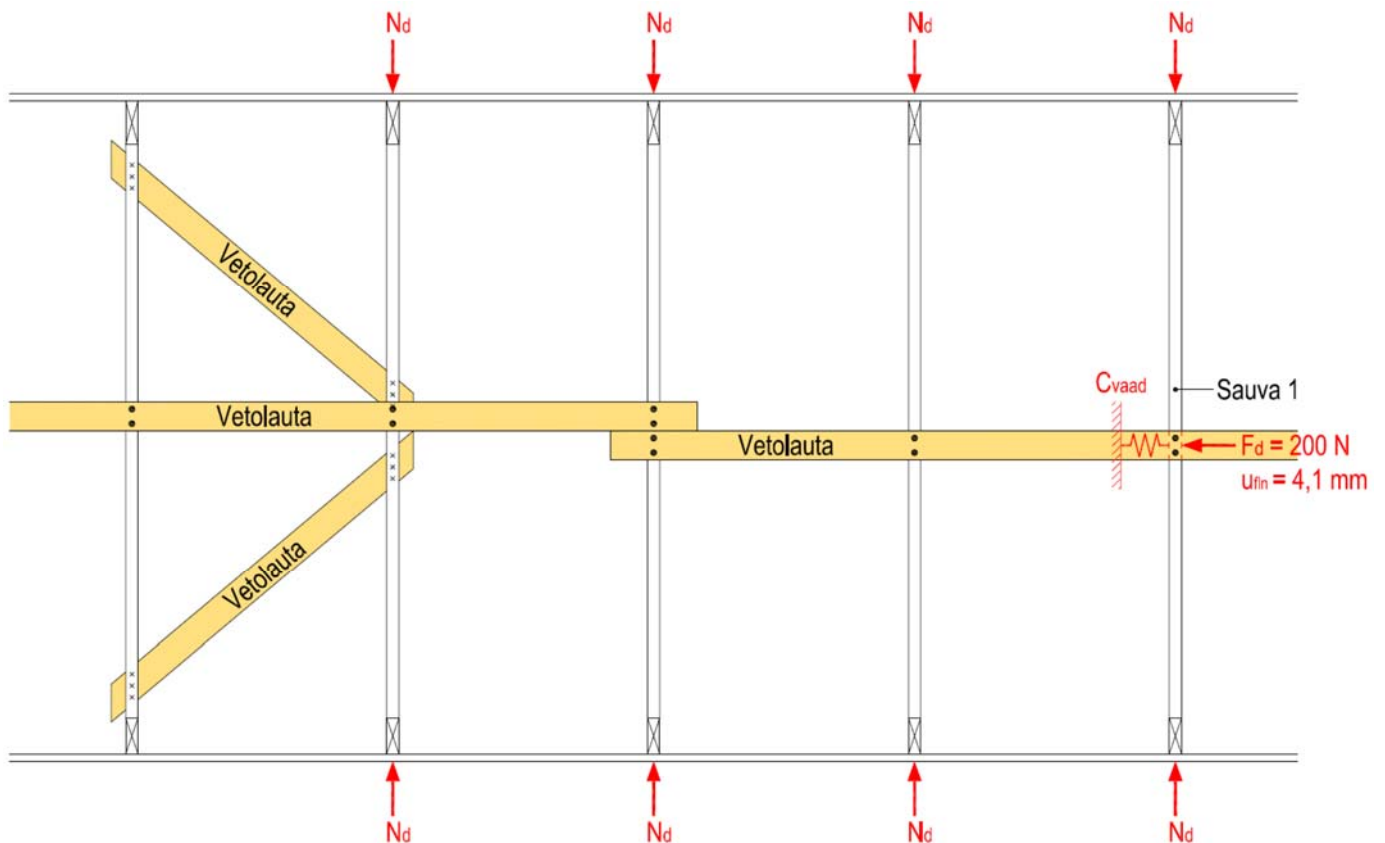
$$C_{vaad} = \left(2 + 2 \cos\left(\frac{180^\circ}{2}\right) \right) \cdot \frac{10}{1,2} = 16,7 \text{ N/mm}$$

Sauvan 1 tuen jousijäykkyys

$$F_d = 200 \text{ N}$$

$$C = \frac{F_d}{u_{fin}} = \frac{200}{4,1} = 48,8 \text{ N/mm} > 16,7 \text{ N/mm OK!}$$

Yllä olevasta laskelmasta havaitaan, että tuennan jousijäykkyys on lähes kolminkertainen vaadittuun jäykkyyteen nähden. Jäykistysjärjestelmästä tulee lisäksi tarkastaa lautojen kestävyys vedolle.



Alla olevassa kuvassa on esitetty kuinka uumasauvan tuenta toteutetaan kokonaisuutena. Jäykistesysteemissä olevat laudat toimivat vain vedettyinä sauvoina, joten lisäksi tulee asentaa vinojäykisteet myös toiseen suuntaan (katkoviivalla esitetyt).

