



Liitoksen DI202 laskentaesimerkki

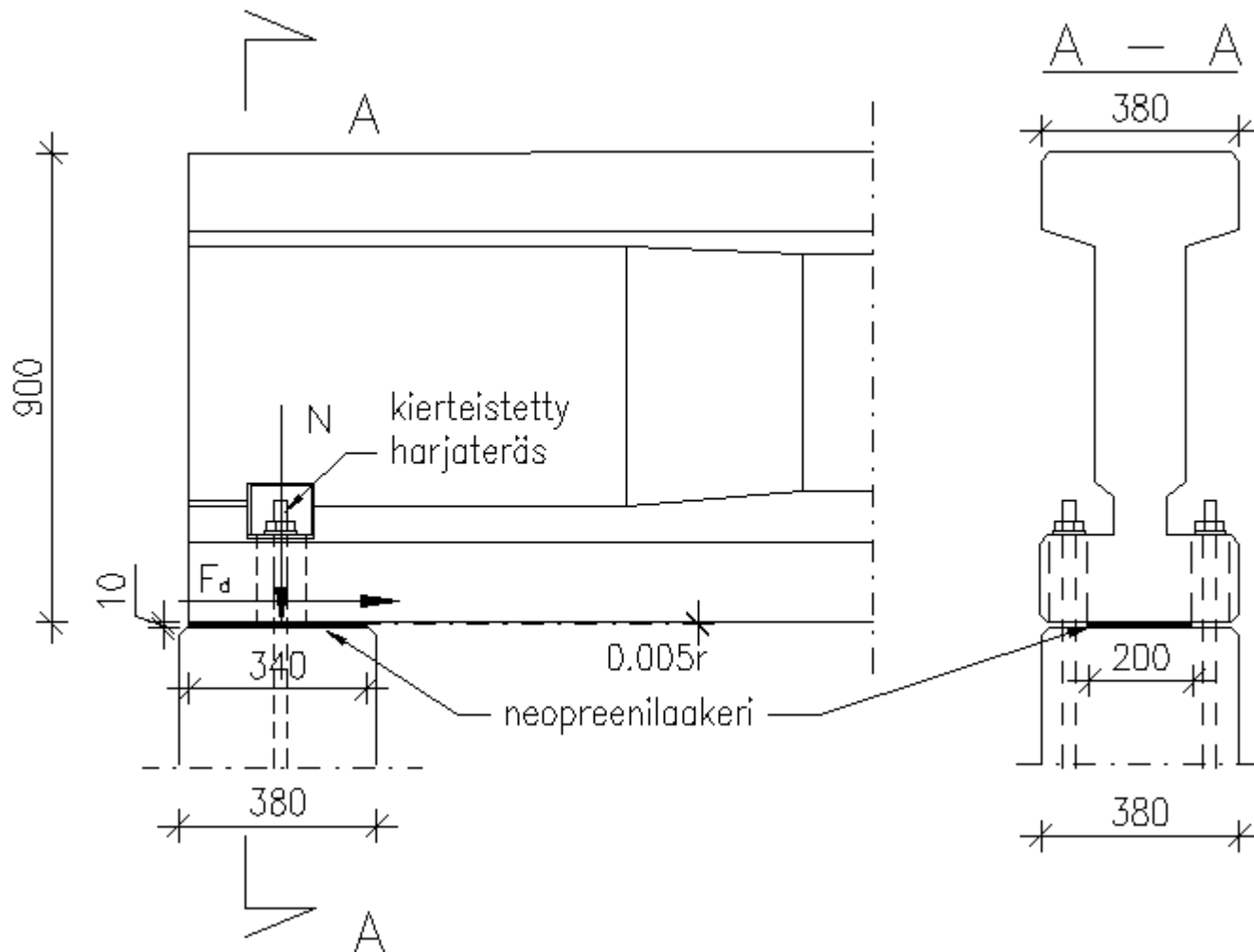
Esimerkissä käsitellään tyypillisten elementtien mittojen mukaista liitosta. Oletetaan liitos osaksi pientä yksilaivaista hallirakennusta.

Mitoitustarkastelut koskevat

- 1) kumilaakeria sekä
- 2) liitoksen raudoitustappien mitoitusta palkin putoamisriskin suhteen onnettomuusrajatilassa.

Elementin putoamisriskin mitoitustarkastelu tehdään betoninormikortti 23:n ohjeen mukaan, ja kumilaakeri mitoitetaan raportin RTL 0105 mukaan.

Liitos ja mitat



$L := 10\text{m}$

$B := 5\text{m}$

$A_{\text{palkki}} := 220250\text{mm}^2$

palkin jänneväli

palkkijako

I-palkin poikkileikkauspinta-ala



Kuormat ja kuormien vaikutukset

$g_{k,palkki} := A_{palkki} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 5,5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	I-palkin arvioitu pituuspaino
$N_{gk,palkki} := \frac{1}{2} \cdot L \cdot g_{k,palkki} = 27,5 \cdot \text{kN}$	tukireaktio palkin omasta painosta
$g_{k,kate} := 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot g + 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	oletettu katteen paino palkkien päällä (kevyt TT-laatta + varusteet)
$N_{gk,kate} := \frac{1}{2} \cdot L \cdot B \cdot g_{k,kate} = 100 \cdot \text{kN}$	tukireaktio katteen painosta
$s := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	oletettu lumikuorma katon kaltevuuden vaikutus huomioon otettuna
$N_s := \frac{1}{2} \cdot L \cdot B \cdot s = 50 \cdot \text{kN}$	tukireaktio lumesta
$N_{Ek} := N_{gk,palkki} + N_{gk,kate} + N_s = 177,5 \cdot \text{kN}$	palkin tukireaktion ominaisarvo

Onnettomuusrajatila

Kuormayhdistelyt tehdään EC:n mukaisesti. Kuormien osavarmuusluvut ovat ykkösiä, ja muuttuvia kuormia on vain yksi joten yhdistelyä ei tehdä.

$N_{Ed,acc} := N_{gk,palkki} + N_{gk,kate} + N_s = 177,5 \cdot \text{kN}$	onnettomuusrajatilan mukainen palkin tukireaktio
---	--

Materiaalit ja lujuudet

Oletetaan pilarin ja palkin olevan betonia C30/37.	
$f_{ck} := 30 \text{MPa}$	betonin lieriölujuus
Käytetään vaamatappina kierteistettyä harjaterästä	
$f_{ys,k} := 500 \text{MPa}$	harjateräksen myötölujuuden ominaisarvo
Onnettomuusrajatila	
$\alpha_{cc} := 0,85$	puristuksen virheet ja pitkäaikaistekijät
$\gamma_{c,acc} := 1,2$	betonin materiaaliosavarmuus onnettomuusrajatilassa

Mitoitus**Neopreenilaakeri**

$a_0 := 340\text{mm}$	kumilevyn mitta palkin jänteen suunnassa
$b_0 := 200\text{mm}$	mitta kohtisuorassa suunnassa
$a_{02} := 340\text{mm}$	kuormitettavuuden arvioinnissa käytettävä sivumitan osuus
$t := 10\text{mm}$	kumilevyn paksuus
$S := \frac{a_{02} \cdot b_0}{2 \cdot t \cdot (a_{02} + b_0)} = 6.3$	kumilevyn muotoluku
$G(h) := 0.07 \cdot 1.045^h$	laskentakaava liukuluville kovuuden funktiona
$h := 60$	kumin oletettu kovuus [ShoreA]
$G := G(h) \text{ MPa} = 1 \cdot \text{MPa}$	liukuluku
$A := a_{02} \cdot b_0 = 68000 \cdot \text{mm}^2$	laakerin pinta-ala
$\frac{a_{02}}{t} = 34$	tarkistetaan kuormitettavuuden laskentamenetelmään kelvolliset mittasuhterajat
$\frac{a_{02}}{t} \geq 5 \wedge \frac{a_{02}}{t} \leq 20 = 0$	
$\frac{b_0}{a_{02}} = 0.6$	vakiot taulukosta mittasuhteen mukaan
$C_p := 4.73 - 0.3 \cdot (4.73 - 4.28) = 4.595$	
$C_\alpha := 0.464 + 0.3 \cdot (0.471 - 0.464) = 0.466$	
$k_{\text{slip}} := 1.9$	kitkan vaikutuksen huomioon ottavan kertoimen suositusarvo
$G_r := G \cdot \left(\frac{S}{4.7}\right)^{0.3} = 1.1 \cdot \text{MPa}$	
$\Delta_{c,\text{lim}} := 3\text{mm}$	yleisesti suositeltu arvo
$\alpha := 0.005$	oletetaan, että palkki kiertyy 0,005 rad
$P_{k1} := \frac{2 \cdot G \cdot A \cdot S}{1 + 1.7 \cdot \alpha \cdot \frac{a_0}{t}} = 652.3 \cdot \text{kN}$	painumaehdon huomioon ottava kuormitettavuus
$P_{k2} := \frac{G \cdot A}{C_p} \cdot \frac{a_{02}}{t} \cdot \left[2.5 - 0.5 \cdot \alpha \cdot C_\alpha \cdot \left(\frac{a_{02}}{t}\right)^2\right] = 569.6 \cdot \text{kN}$	leikkausjännitysrajan huomioon ottava kuormitettavuus
$P_{k3} := \frac{8 \cdot \Delta_{c,\text{lim}} \cdot G_r \cdot A \cdot S}{(t - 2 \cdot \Delta_{c,\text{lim}}) \cdot k_{\text{slip}}} = 1449.3 \cdot \text{kN}$	todennäköisen maksimipainuman huomioon ottava kuormitettavuus
$P_k := \min(P_{k1}, P_{k2}, P_{k3}) = 569.6 \cdot \text{kN}$	kumilevyn kuormitettavuus
$\frac{N_{Ek}}{P_k} = 31.2\%$	käyttöaste, mitoitus tapahtuu ominaisarvoilla

Tukipintojen lohkeamisen kannalta voi olla kannattavaa valita laakeri suuremmaksi.

**Vaarnan mitoitus**

$k := 0.2$	liitoksessa kuminen laakerilevy
$F_{d,\text{acc}} := \min\left(\max\left(k \cdot N_{Ed,\text{acc}}, 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{L}{2}, 70\text{kN}\right), 150\text{kN}\right) = 100 \cdot \text{kN}$	vaakavoima, jolle liitos pitää mitoittaa betoninormikortin 23 mukaan
$\phi := 25\text{mm}$	vaarnateräksen halkaisija
Onnettomuusrajatilassa tappiliitokselle sallitaan murtorajatilaa suurempia muutoksia. Tappiliitokselle voidaan käyttää alla olevaa kaavaa (betoninormikortti 23 s. 42).	
$V_{Rd,\text{acc}} := \frac{1.2 \cdot \phi^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot f_{ys,k}}}{\gamma_{c,\text{acc}}} = 76.5 \cdot \text{kN}$	
$\frac{1}{2} \cdot \frac{F_{d,\text{acc}}}{V_{Rd,\text{acc}}} = 65.3\%$	tappiliitokseen riittää pultti $\phi = 25 \cdot \text{mm}$

