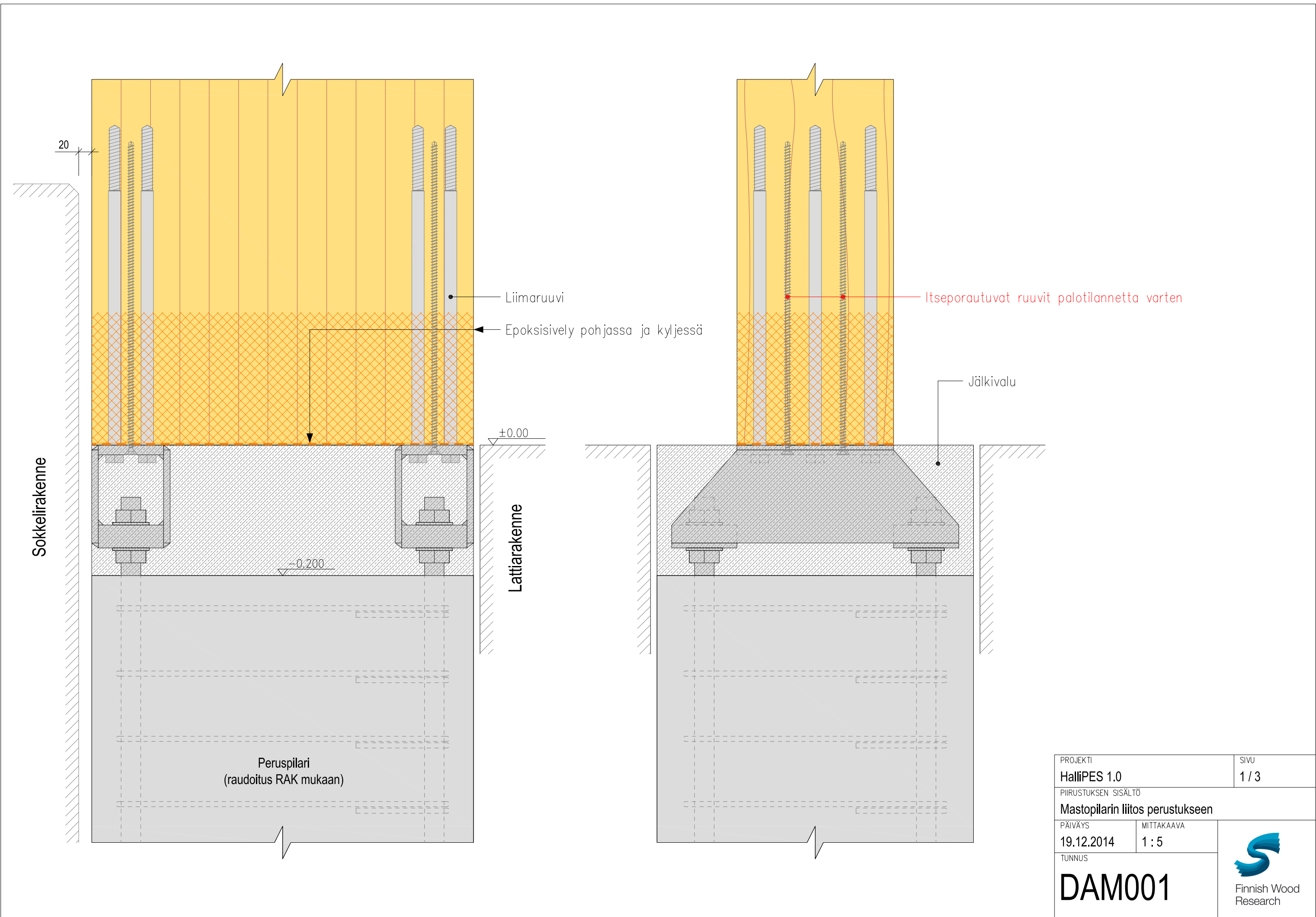


1.0 JOHDANTO

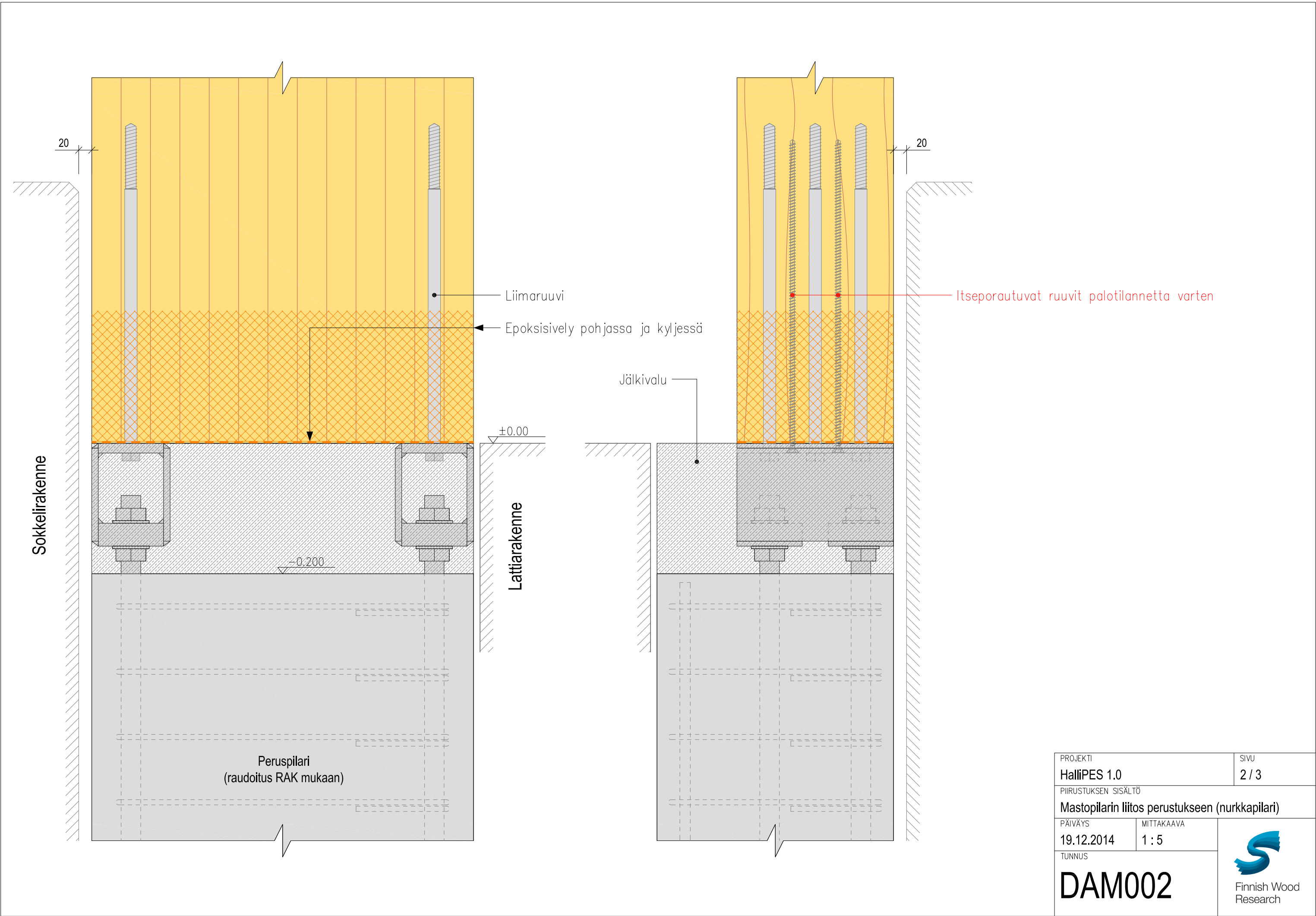
Tässä osassa esitetään primäärirungon voimaliitoksia ja niiden mitoitusohjeita. Voimaliitokset mitoitetaan tapauskohtaisesti määräävän kuormitusyhdistelmän aiheuttamille liitosvoimille. Teräsosien korroosiosuojaus määritetään aina tapauskohtaisesti rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisesti.

Katso myös

- Osa [0 Yleistä](#)
- Osa [1 Hallien paloluokat](#)
- Osa [3 Runkotyypit](#)
- Osa [10 Perustukset](#)
- Osa [11 Jäykistys](#)
- Osa [17 Liittymädetaljit](#)
- Osa [18 Hallirakentamisen erityiskysymykset](#)



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		1 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Mastopilarin liitos perustukseen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DAM001		



PROJEKTI HalliPES 1.0		SIVU 2 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Mastopilarin liitos perustukseen (nurkkapilari)		
PÄIVÄYS 19.12.2014	MITTAKAAVA 1 : 5	
TUNNUS DAM002		 Finnish Wood Research

MITOITUSOHJEET LIIMAPUULLE

Mitoitusohje perustuu lausuntoon VTT-S-05701-14

1.0 Yleistä

Tämä ohje koskee epoksi- tai polyuretaaniliimalla liimapuuhun syiden suuntaisesti liimattuja kansiruuveja, jotka ovat kärkiosaltaan 100...150 mm:n pituudelta kierteistettyjä. Liimapuu on kuusta tai mäntyä ja sen lujuusluokka on vähintään GL30c. Lujuusluokan 5.8 ruuvien yhteydessä käytetään aina epoksiliimaa.

- Ei koske liimaruuviliitoksen palonkestävyyden mitoitusta
- Ei koske liitosta, jossa on vaikuttaa pitkäaikaisesti yli 50 °C lämpötila
- Ei koske liitosta, jossa vaikuttaa dynaamisesti vaihtorasitettu kuormitus

Ruuvien sileän osan syvyydelle saakka porataan 20 mm:n reikä. Tämän jälkeen em. reiän pohjaan porataan 16 mm:n reikä niin, että reiän kokonaissyvyys vastaa ruuvien tartuntapituutta L_a .

- Liimaruuvien lujuusluokka: S235JRG2 (EN10025) tai 5.8 (ISO EN 892-1)
- Liimaruuvien sileän osan halkaisija: 19 mm
- Liimaruuvien tartuntapituus liimapuussa: $L_a = 400...490$ mm
- Käyttöluokka: 1 tai 2

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan

Betonirakenteet mitoitetaan EC 2 mukaan

Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Pilarikengän veto- ja puristusvoima

$$A_d = \frac{M_d}{e} - \frac{N_d}{2}$$
$$B_d = \frac{M_d}{e} + \frac{N_d}{2}$$

3.0 Liimaruuvien normaalivoimakestävyyden mitoitussarvo $R_{ax,d}$

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{y,k}}{\gamma_{M,y}} \\ k_{mod} \cdot \frac{R_{a,k}}{\gamma_M} \end{array} \right.$$

$R_{y,k}$ = ruuvien myötökestävyyden ominaisarvo

$R_{y,k} = 62$ kN, kun ruuvien lujuusluokka S235

$R_{y,k} = 101$ kN, kun ruuvien lujuusluokka 5.8

$\gamma_{M,y}$ = ruuvien myötöämiselle käytettävä osavarmuusluku, Suomessa 1,1

k_{mod} = muunnoskerroin liimapuulle

γ_M = liimapuun osavarmuusluku, Suomessa 1,2

$R_{a,k}$ = ruuvien tartuntakestävyyden ominaisarvo

$R_{a,k} = \left(\frac{L_a}{490} \right) \cdot 72$ kN, kun ruuvien lujuusluokka S235 (käyttöluokka 1)

$R_{a,k} = \left(\frac{L_a}{490} \right) \cdot 84$ kN, kun ruuvien lujuusluokka 5.8 (käyttöluokka 1)

$R_{a,k}$ kerrotaan luvulla 0,8 käyttöluokassa 2

YLEISET LIIMARUUVIEN KESKIÖETÄISYYDET

$a_{b,s} = 50$ mm, kun ruuvi on S235 ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava

$a_{b,s} = 60$ mm muussa tapauksessa

$a_{n,s} = 65$ mm, kun ruuvi on S235 ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava

$a_{n,s} = 75$ mm muussa tapauksessa

LIIMARUUVIEN PIENIMMÄT KESKIÖETÄISYYDET

$a_{b,s} = 40$ mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää kohdan 5.0 ehdon

$a_{n,s} = 40$ mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää kohdan 5.0 ehdon

LIIMARUUVIEN ASENNUSTARKKUUDET

porareian kohdistustarkkuus ± 2 mm

porareian vinous L / 100

Vetorasitetun liimaruuviryhmän tulee lisäksi täyttää seuraava ehto:

$$F_{t,d} \leq n_t^{0,9} \cdot R_{a,d}$$

$F_{t,d}$ = vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma

n_t = vedettyjen liimaruuvien lukumäärä

$R_{a,d}$ = ruuvien tartuntakestävyyden mitoitussarvo

4.0 Liimaruuvien leikkauskestävyyden mitoitussarvo $R_{v,d}$

Liitoksessa oleva leikkausvoima V_d vastaanotetaan pilarin puristetun reunan liimaruuveilla. Vetorasitetuilla liimaruuveilla ei oleteta olevan leikkausvoimakestävyyttä. Puristettujen liimaruuvien leikkauskestävyyttä voidaan hyödyntää, kun ruuvien etäisyys liimapuupoikkileikkauksen leikkauskuormitusta reunasta on $\geq 0,5h$.

Puristetun liimaruuviliitoksen leikkauskestävyyden mitoitussarvo $R_{v,d}$ (kN) yhtä ruuvia kohden käyttöluokissa 1 ja 2, kun ruuvien etäisyys poikkileikkauksen leikkauskuormitusta reunasta on $\geq 0,5h$ ja ruuvien keskiö-etäisyys $a_h \geq a_{h,s}$. Mikäli ruuvien keskiöetäisyys $a_h < a_{h,s}$ tulee arvoja pienentää kertoimella $a_h / a_{h,s}$			
Ruuvi	Aikaluokka		
	Pysyvä	Keskipitkä	Hetkellinen
S235JRG2	5,2	6,0	7,0
Lujuusluokka 5.8	6,1	7,1	8,3

5.0 Liimapuun vetokestävyys

Yhden liimaruuvien suorakaiteen muotoinen tehollinen pinta-ala $A_{ef,i}$ ulottuu enintään 50 mm:n etäisyydelle ruuvien reiän keskeltä. $A_{ef,i}$ -pinta-alasta vähennetään 16 mm:n porareikää vastaava pinta-ala 200 mm². Vierekkäisten liimaruuvien $A_{ef,i}$ -pinta-alat eivät saa mennä päällekkäin.

Liimaruuvien keskiöetäisyydet $a_{b,s}$ ja $a_{h,s}$ voidaan pienentää mittaan 40 mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää seuraavan ehdon:

$$N_{t,d} = f_{t,d} \cdot \sum_{i=1}^{n_t} A_{ef,i} \geq F_{t,d}$$

$f_{t,d}$ = liimapuun vetolujuuden mitoitussarvo

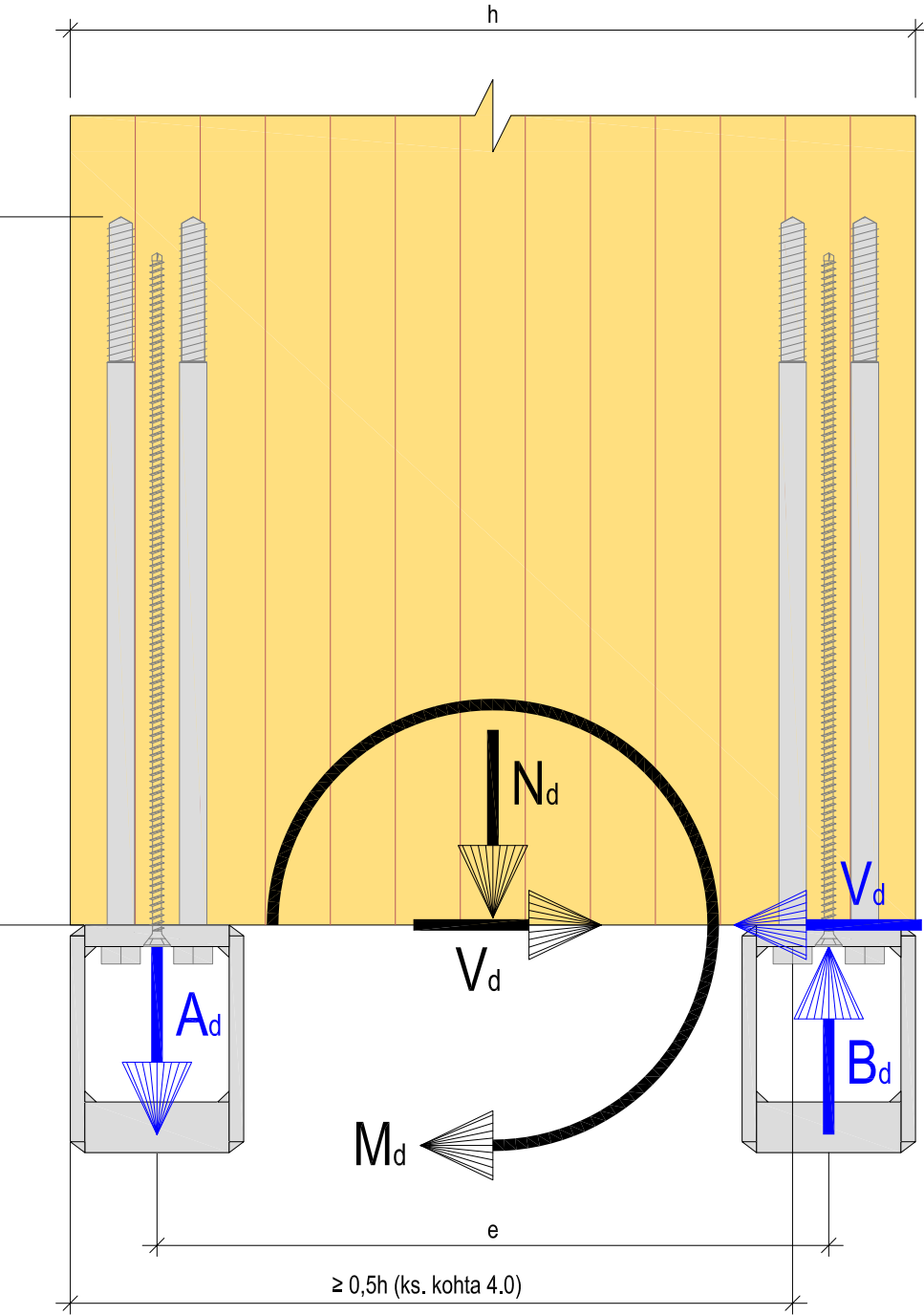
$A_{ef,i}$ = liimapuun tehollinen vetovyöhykkeen pinta-ala ruuvia i kohden

n_t = liitinryhmän vedettyjen liimaruuvien lukumäärä

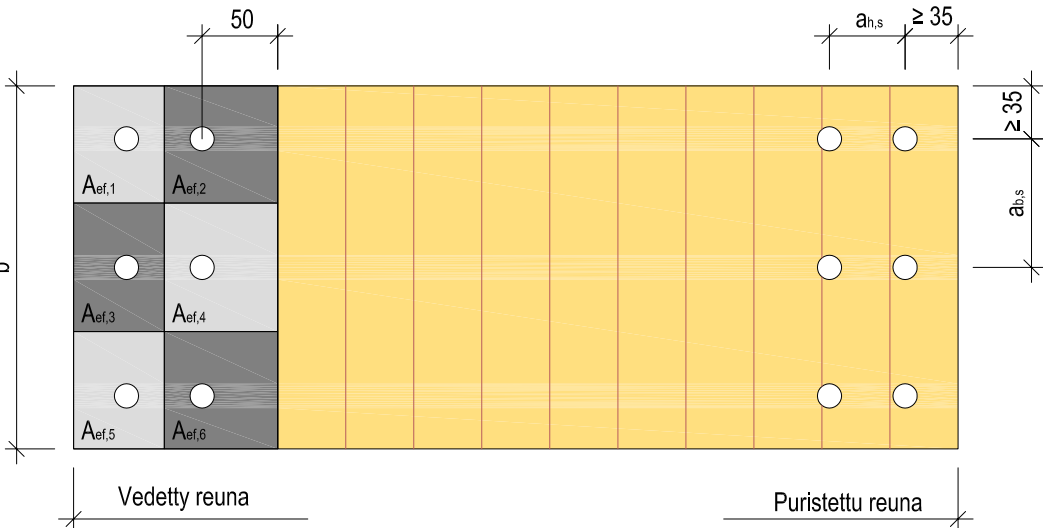
$F_{t,d}$ = vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma

6.0 Palomitoitus

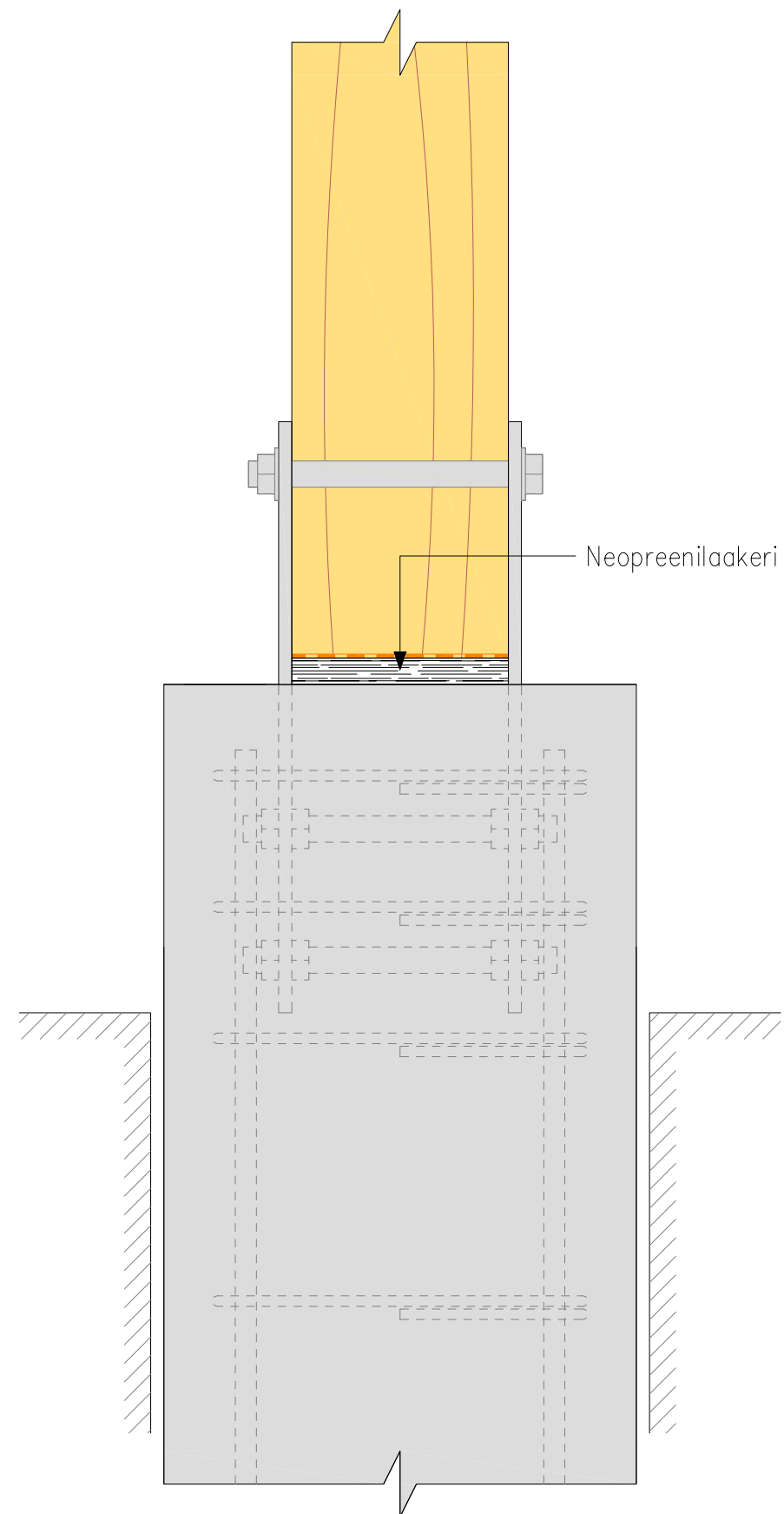
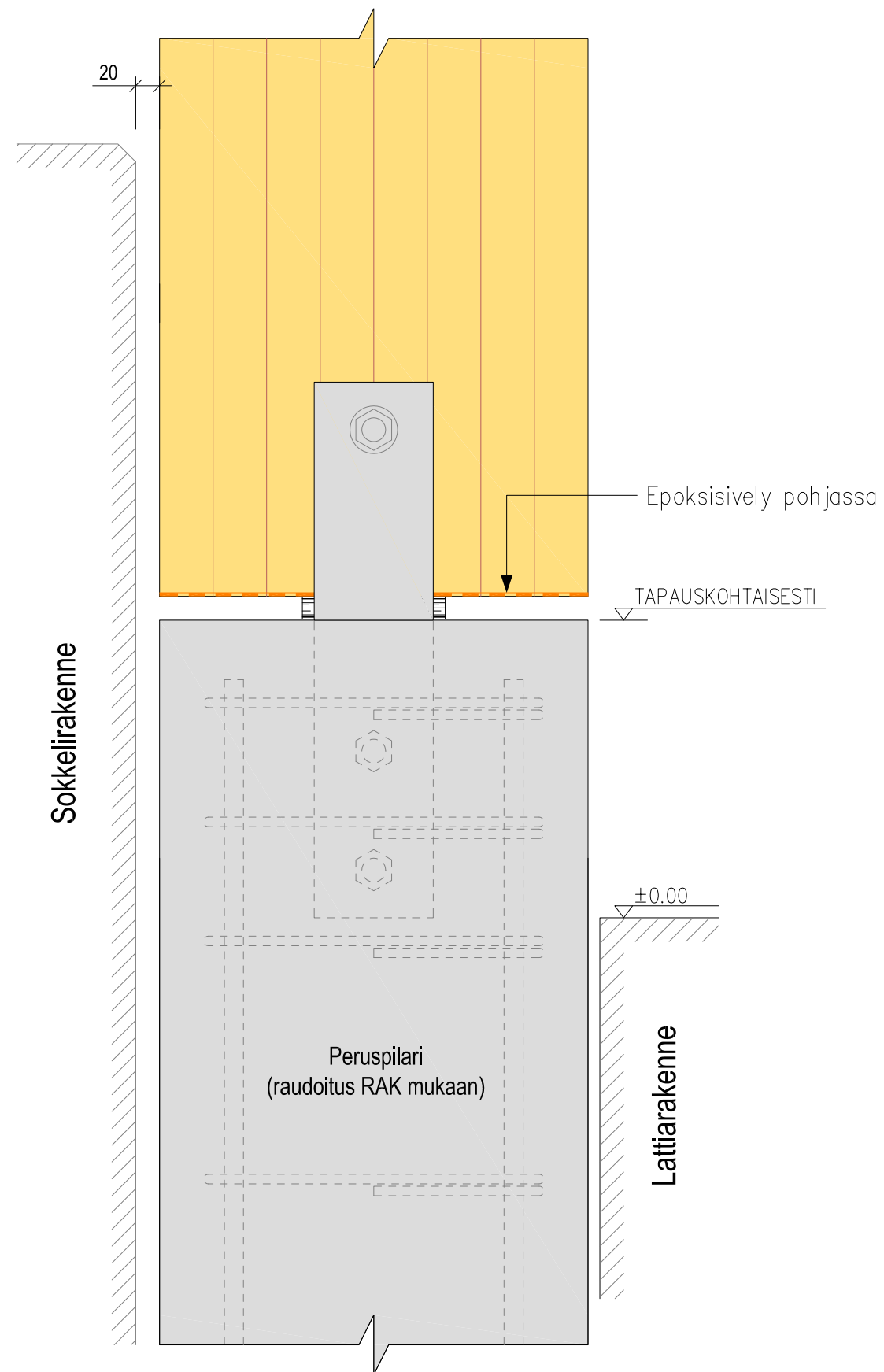
Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, mitoitetaan liitos palolle altistumattomien liimaruuvien varaan tai liitos mitoitetaan syysuuntaan asennettujen itseporautuvien ruuvien varaan. **Huomio! Itseporautuvat ruuvit asennetaan syysuuntaan, joten $\alpha = 0^\circ$.** Ruuvien mitoitus tehdään ruuville testatun tartuntalujuuden mukaan. Teräsosat suojataan palosuojamaalauksella teräsrakentamisen ohjeiden mukaan.



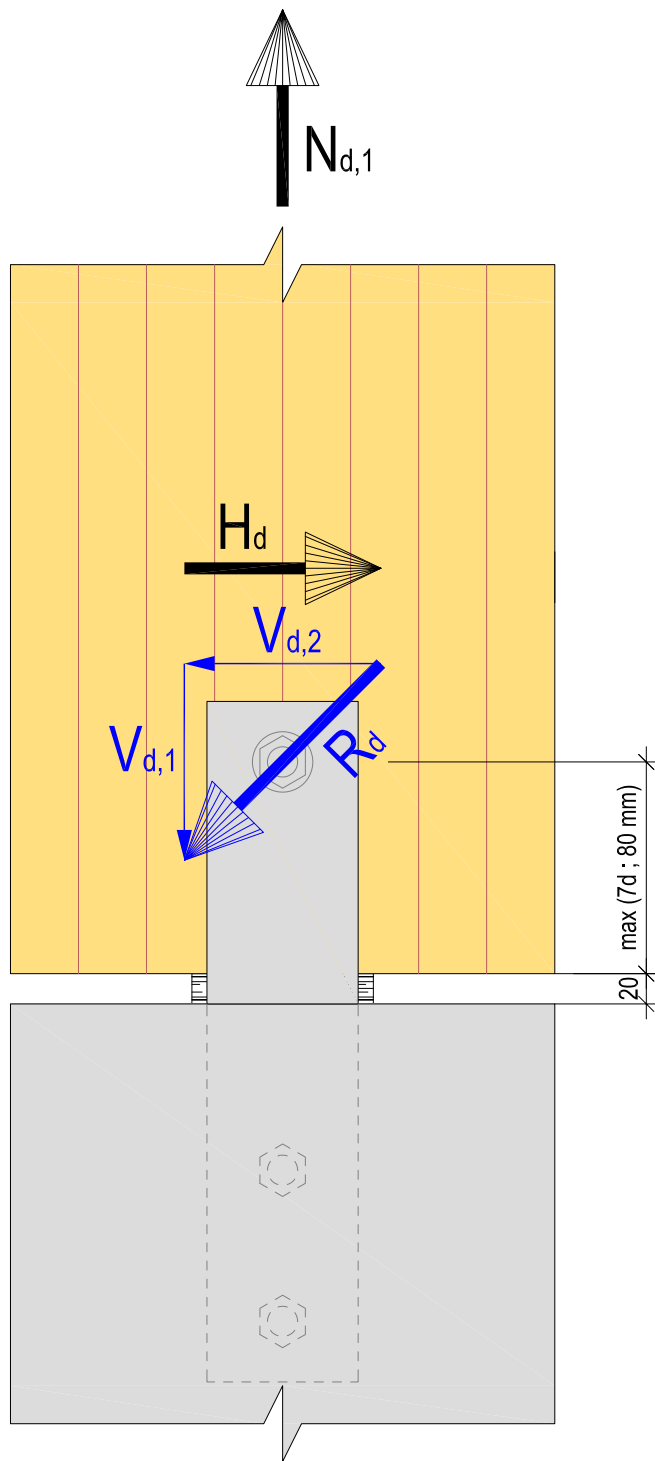
Pilarin poikkileikkaus



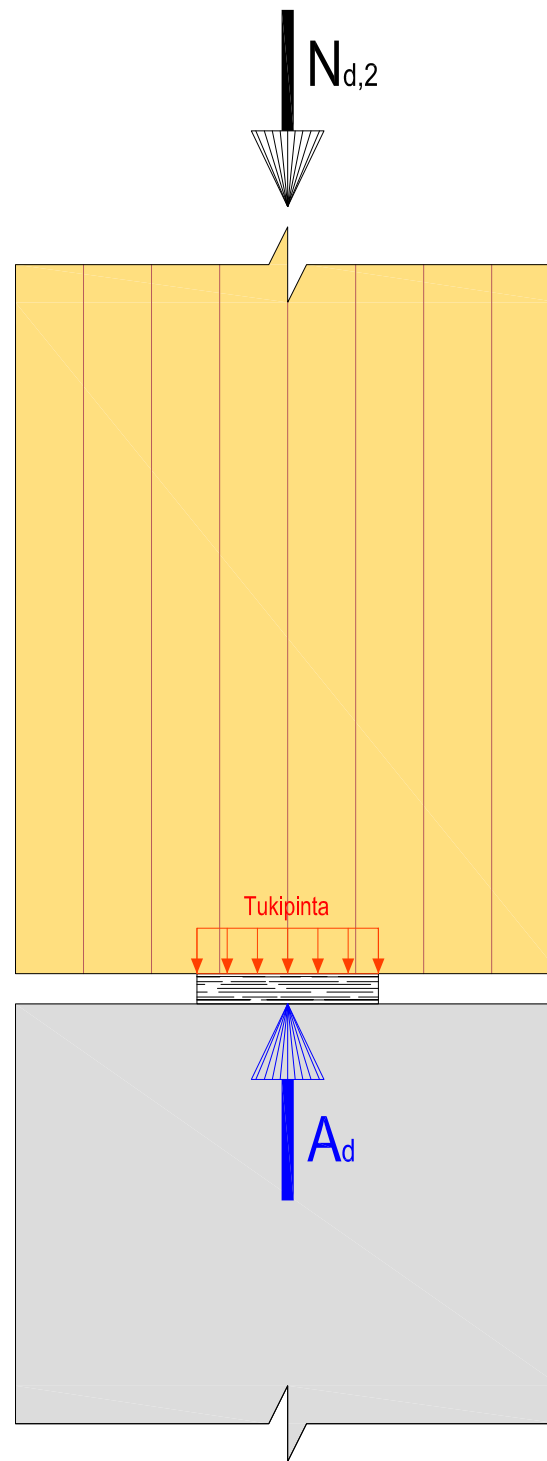
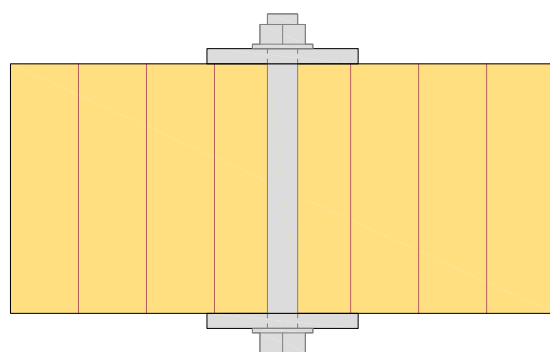
PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		3 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Mastopilarin liitos perustukseen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DAM001		



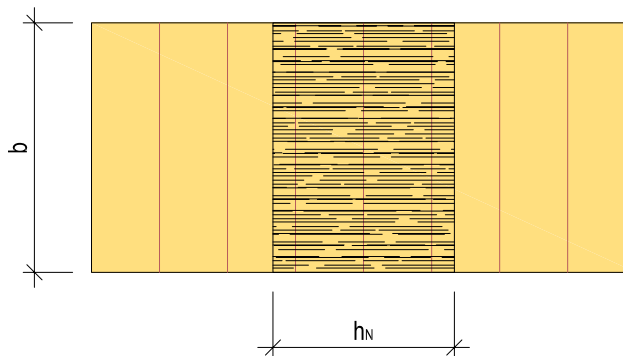
PROJEKTI HalliPES 1.0		SIVU 1 / 2
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Nivelpilarin liitos perustukseen		
PÄIVÄYS 19.12.2014	MITTAKAAVA 1 : 5	 Finnish Wood Research
TUNNUS DAN001		



Pilarin poikkileikkaus



Pilarin poikkileikkaus



MITOITUSOHJEET PUUPILARILLE

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan
Betonirakenteet mitoitetaan EC 2 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Liitosvoimat

$$V_{d,1} = N_{d,1}$$

$$V_{d,2} = H_d$$

$$R_d = \sqrt{V_{d,1}^2 + V_{d,2}^2}$$

$$A_d = N_{d,2}$$

3.0 Pultin mitoitus

Pultti mitoitetaan voimalle R_d . Liitos on kaksileikkeinen teräslevyllinen liitos.

4.0 Tukipinta-ala

Liitoksessa käytetään neopreenilaakeria, jotta pilarin kulmakiertymä pääsee tapahtumaan. Tukipinta-alana käytetään tällöin neopreenilaakerin pinta-alaa.

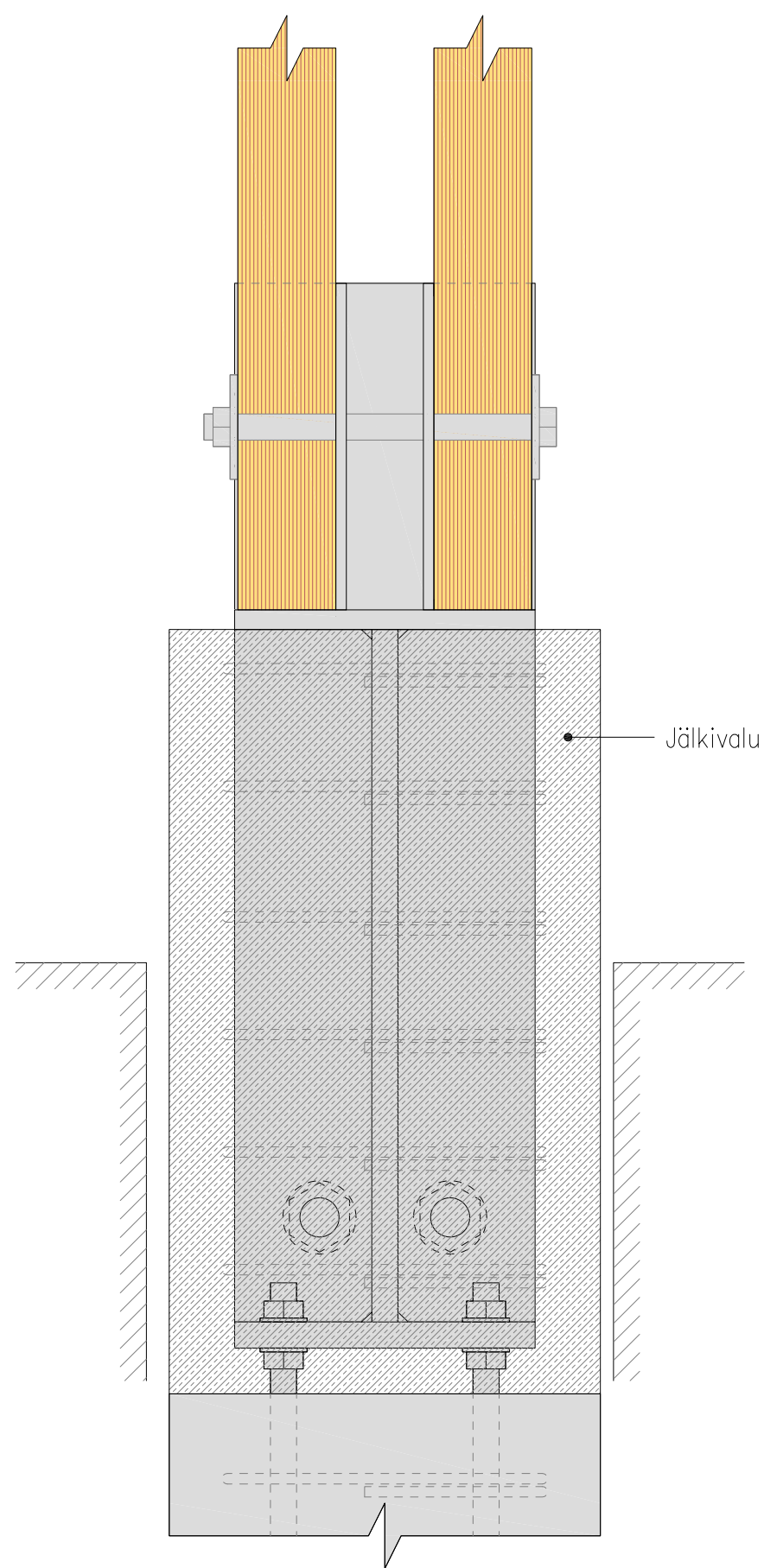
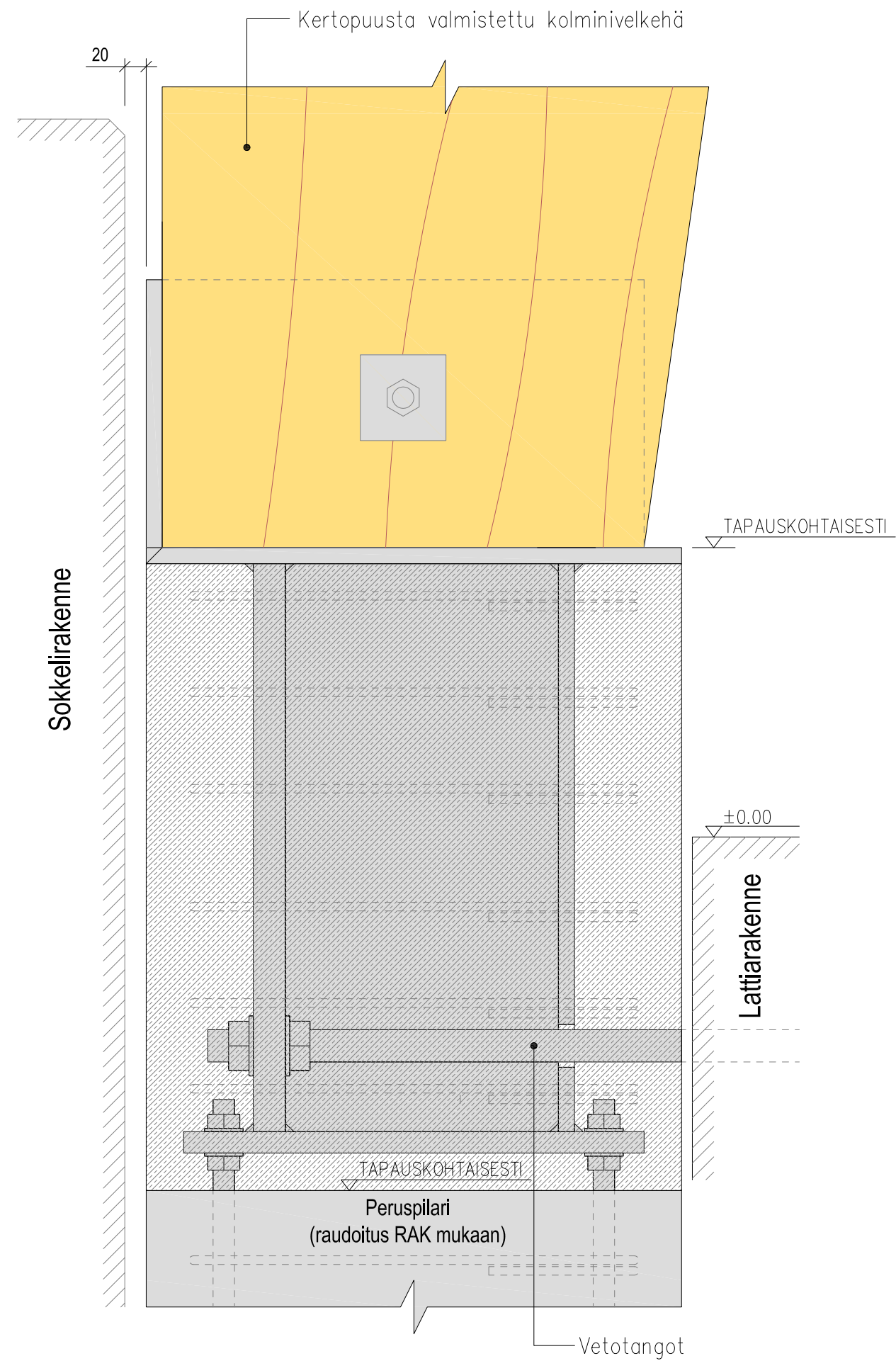
Voiman A_d tukipinta-ala $A_{ef} = b \cdot h_N$

5.0 Palomitoitus

Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, suojataan näkyvät teräsosat esimerkiksi puulevyllä tai puusoirolla. Palosuojaus voidaan mitoittaa ohjeen RIL 205-2-2009 mukaan.

PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		2 / 2
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Nivelpilarin liitos perustukseen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DAN001		

Liitoksen teräsosa on suunniteltu siten, että vetotangot voidaan asentaa kehän asentamisen yhteydessä.
Mikäli vetotangot asennetaan perustuksien valmistamisen yhteydessä, ei teräsosan tarvitse olla niin korkea.



PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	1 / 2
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Kolminivelkehän liitos perustukseen	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	1 : 5
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DAK001	

MITOITUSOHJEET KERTOPUULLE

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan (+ Kertopuun sertifikaatti VTT 184/03)
Betonirakenteet mitoitetaan EC 2 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Liitosvoimat

$$\max A_g = \begin{cases} \frac{H_{d,1} \cdot z_1}{e} - \frac{N_{d,2}}{2} \\ \frac{H_{d,2} \cdot z_2}{e} + \frac{N_{d,2}}{2} \end{cases}$$
$$\max B_g = \begin{cases} \frac{H_{d,1} \cdot z_1}{e} + \frac{N_{d,2}}{2} \\ \frac{H_{d,2} \cdot z_2}{e} - \frac{N_{d,2}}{2} \end{cases}$$

$$C_d = H_{d,1}$$

$$D_d = N_{d,2}$$

$$V_{d,1} = N_{d,1}$$

$$V_{d,2} = H_{d,2}$$

$$R_d = \sqrt{V_{d,1}^2 + V_{d,2}^2}$$

3.0 Pultin mitoitus

Pultti mitoitetaan voimalle R_d . Liitos on kaksileikkeinen teräslevyllinen liitos.

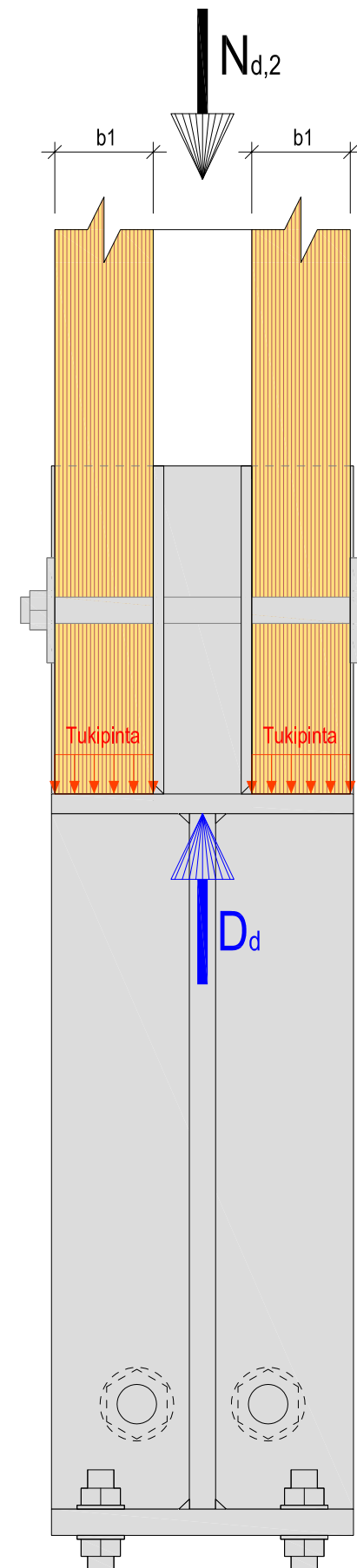
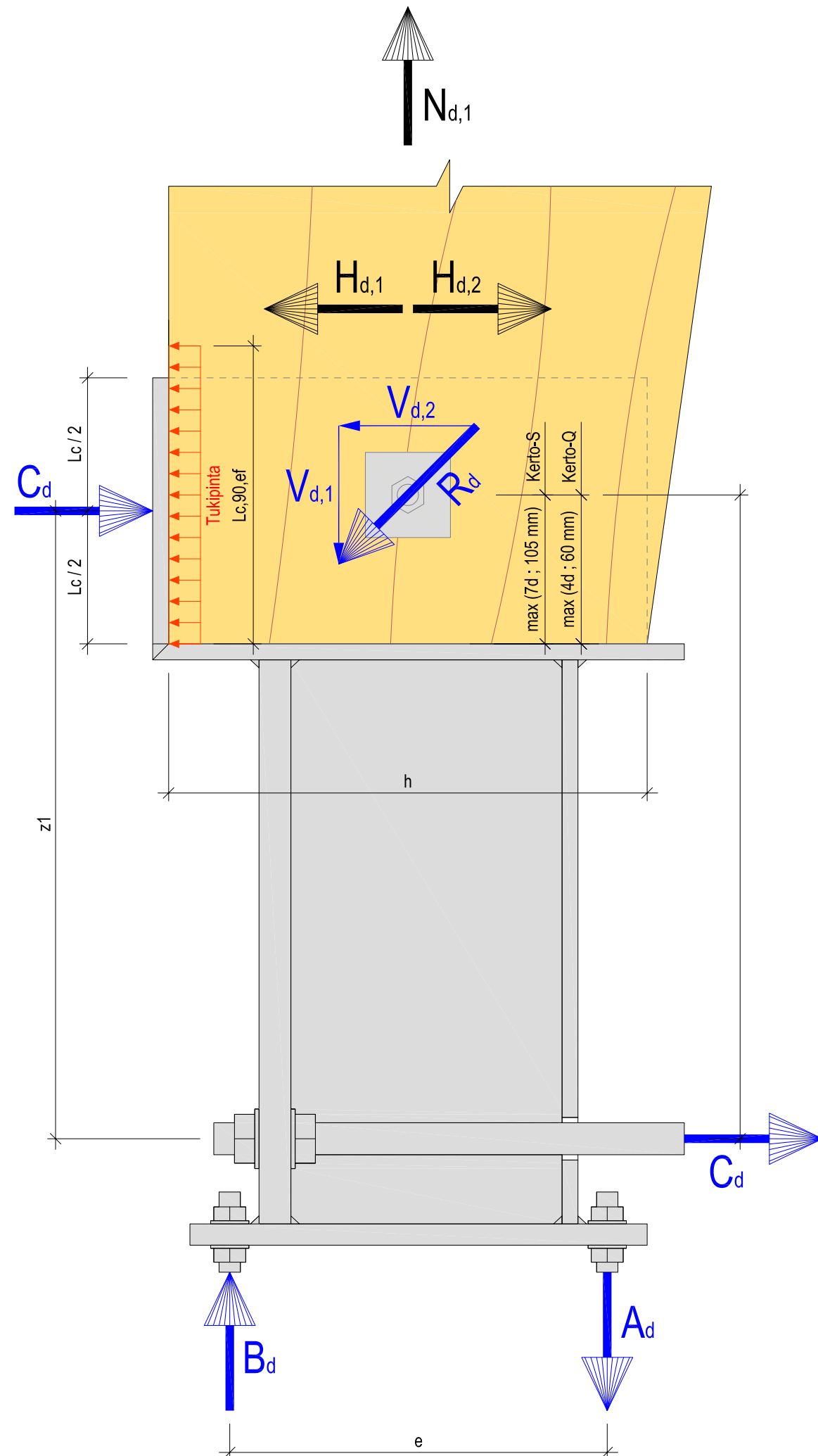
4.0 Tukipinta-ala

Voiman C_d tukipinta-ala $A_{ef} = (2 \cdot b_1) \cdot L_{c,90,ef}$

Voiman D_d tukipinta-ala $A_{ef} = (2 \cdot b_1) \cdot h$

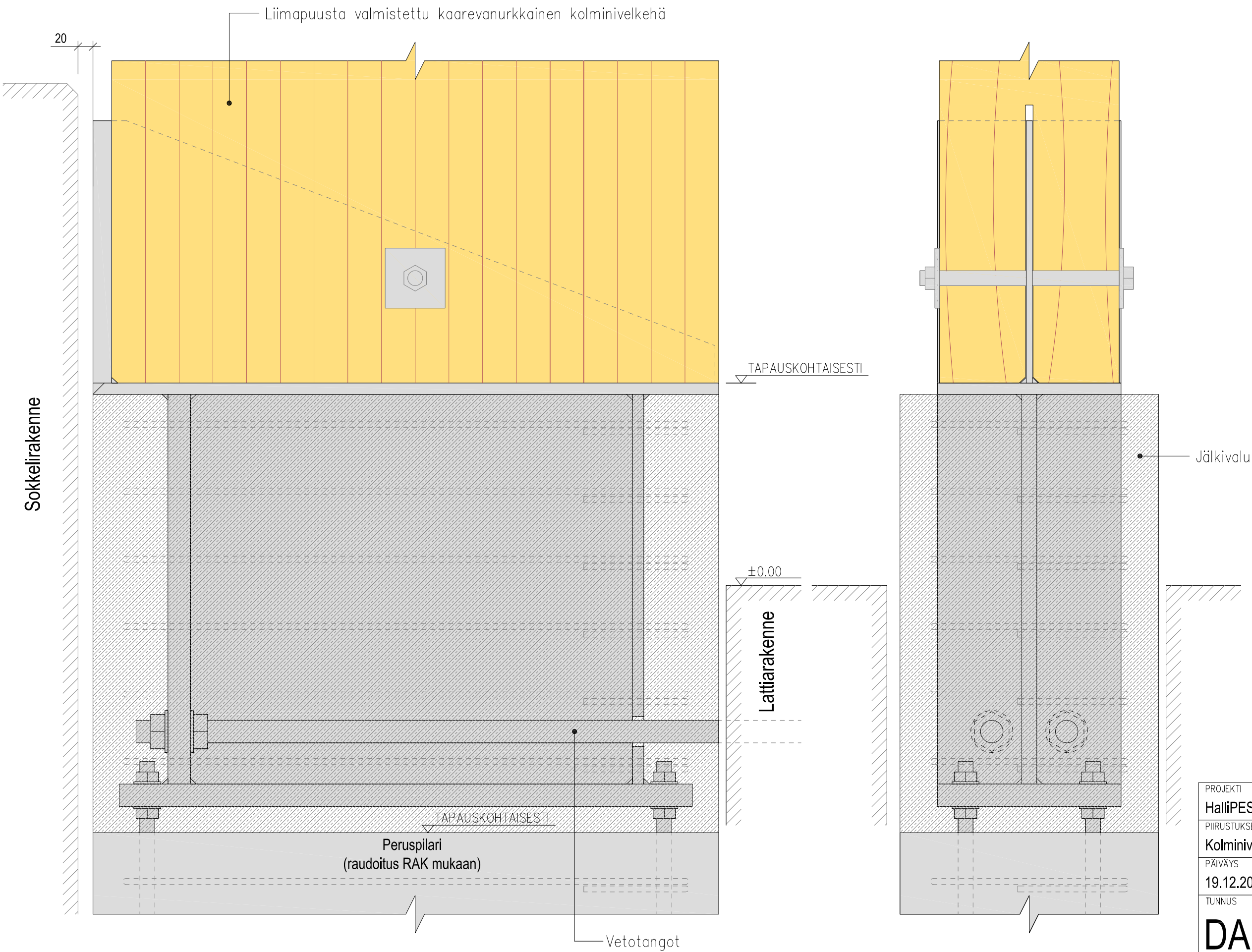
5.0 Palomitoitus

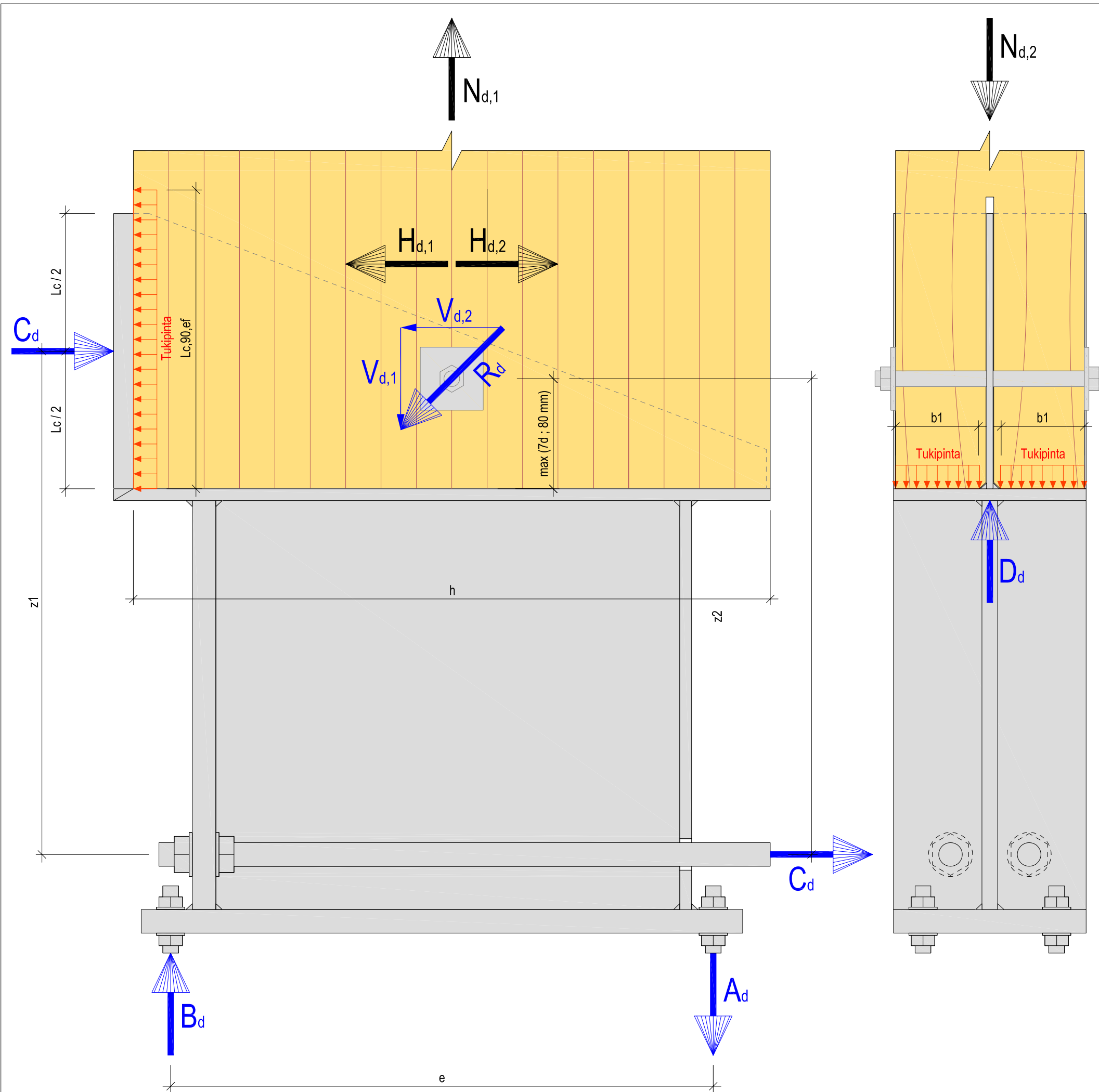
Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, suojataan näkyvät teräsosat esimerkiksi puulevyllä tai puusoirolla. Palosuojaus voidaan mitoittaa ohjeen RIL 205-2-2009 mukaan.



PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	2 / 2
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Kolminivelkehän liitos perustukseen	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	1 : 5
TUNNUS	
DAK001	
	 Finnish Wood Research

Liitoksen teräsosa on suunniteltu siten, että vetotangot voidaan asentaa kehän asentamisen yhteydessä.
Mikäli vetotangot asennetaan perustuksien valmistamisen yhteydessä, ei teräsosan tarvitse olla niin korkea.





MITOITUSOHJEET LIIMAPUULLE

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan
Betonirakenteet mitoitetaan EC 2 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Liitosvoimat

$$\max A_y = \begin{cases} \frac{H_{d,1} \cdot z_1}{e} - \frac{N_{d,2}}{2} \\ \frac{H_{d,2} \cdot z_2}{e} + \frac{N_{d,2}}{2} \end{cases}$$
$$\max B_y = \begin{cases} \frac{H_{d,1} \cdot z_1}{e} + \frac{N_{d,2}}{2} \\ \frac{H_{d,2} \cdot z_2}{e} - \frac{N_{d,2}}{2} \end{cases}$$

$$C_d = H_{d,1}$$
$$D_d = N_{d,2}$$
$$V_{d,1} = N_{d,1}$$
$$V_{d,2} = H_{d,2}$$
$$R_d = \sqrt{V_{d,1}^2 + V_{d,2}^2}$$

3.0 Pultin mitoitus

Pultti mitoitetaan voimalle R_d . Liitos on kaksileikkeinen teräslevyllinen liitos.

4.0 Tukipinta-ala

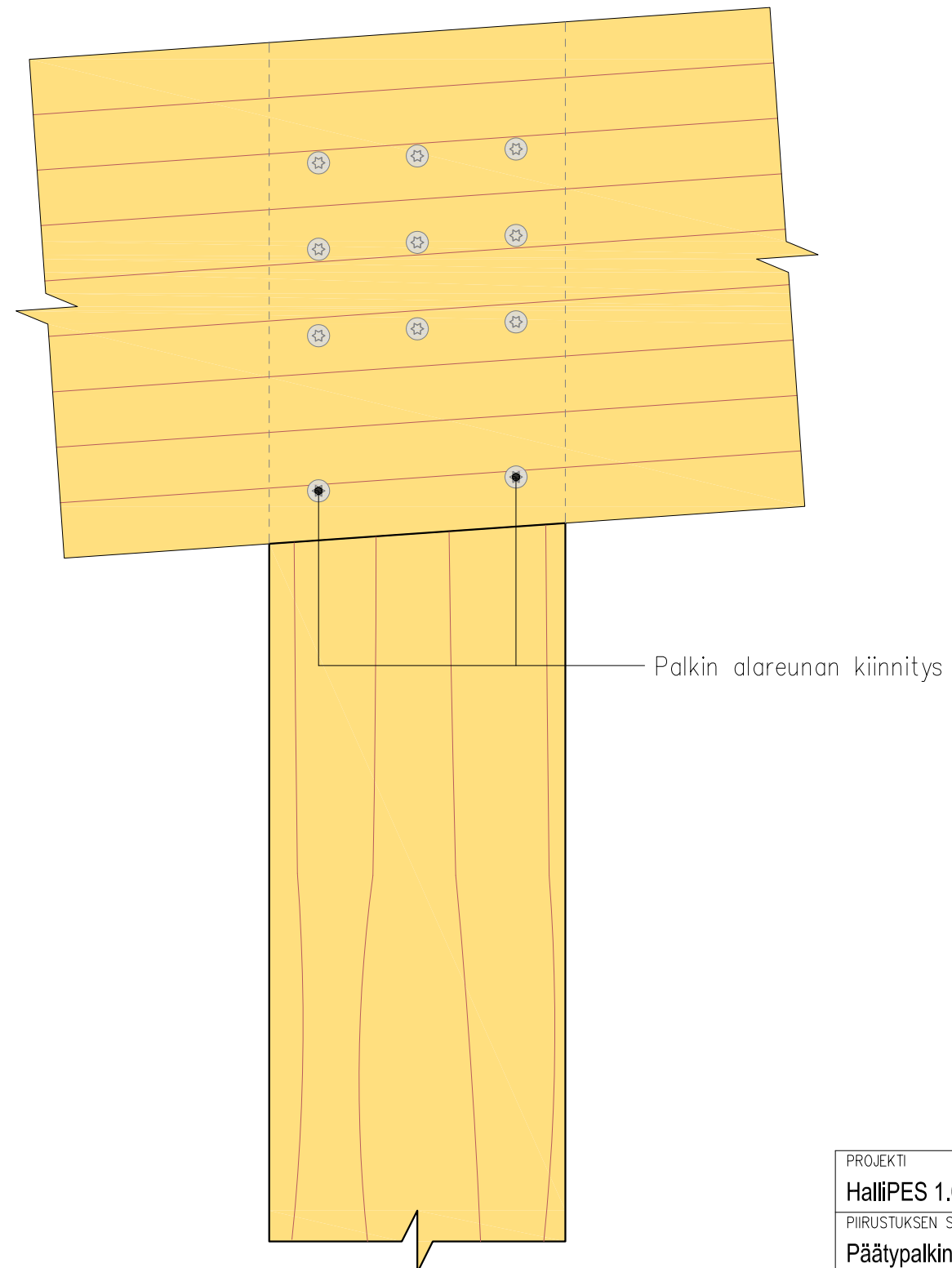
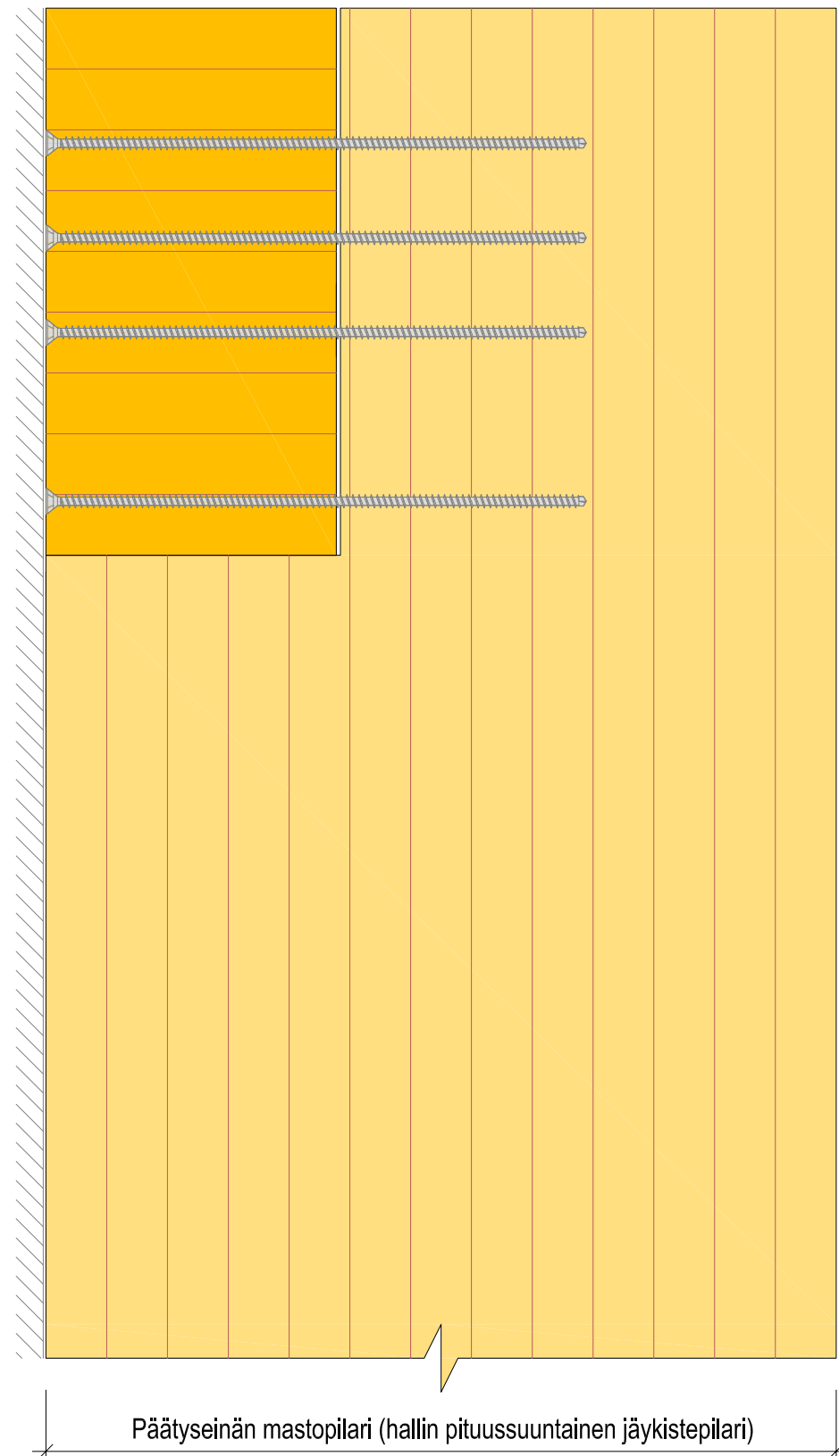
Voiman C_d tukipinta-ala $A_{ef} = (2 \cdot b_1) \cdot L_{c,90,ef}$
Voiman D_d tukipinta-ala $A_{ef} = (2 \cdot b_1) \cdot h$

5.0 Palomitoitus

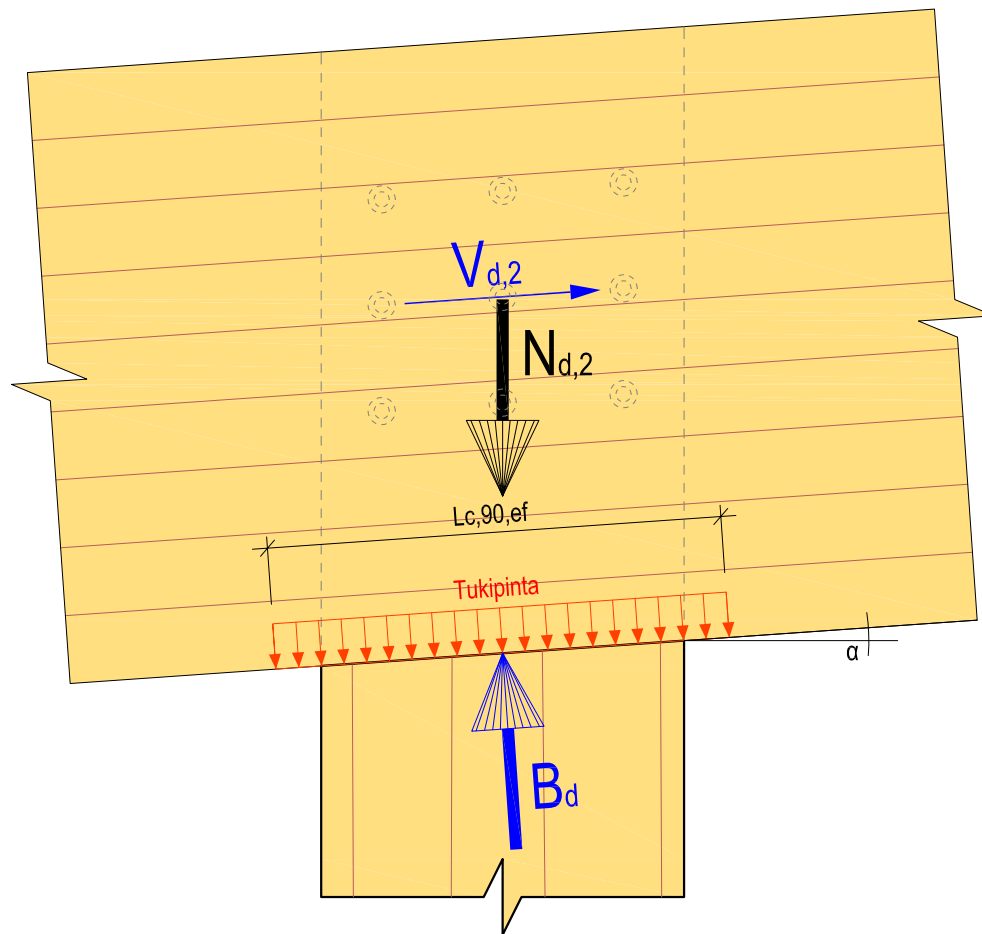
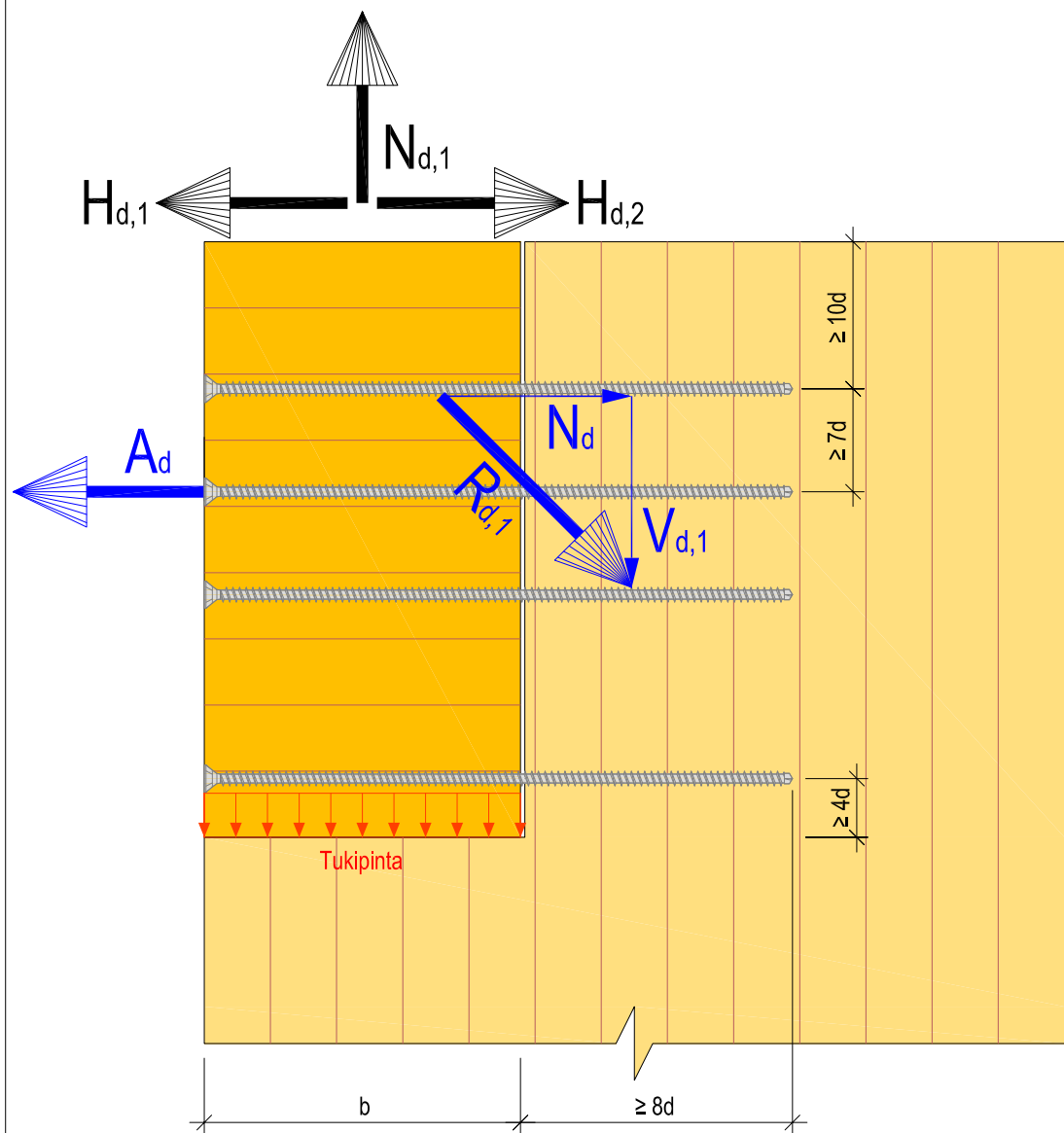
Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, suojataan näkyvät teräsosat esimerkiksi puulevyllä tai puusoirolla. Palosuojaus voidaan mitoittaa ohjeen RIL 205-2-2009 mukaan.

PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		2 / 2
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Kolminivelkehän liitos perustukseen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DAK002		

Seinärakenne



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		1 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Päätypalkin liitos mastopilariin		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DYM001		



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan. Itseporautuvan ruuvin ulkohalkaisija $d \geq 9$ mm.

2.0 Liitosvoimat

$H_{d,1}$ ja $H_{d,2}$ = päätypalkin tukireaktio pääkannattimien sivuttaisluurakenteesta (jäykistyskuorma), pääkannattimien lisävaakavoimasta sekä päätyseinien ja katon (kitka) tuulikuormista.

$$\max A_d = \begin{cases} H_{d,1} \\ H_{d,2} \end{cases}$$

$$V_{d,1} = N_{d,1}$$

$$N_d = A_d$$

$$R_{d,1} = \sqrt{V_{d,1}^2 + N_d^2}$$

$$B_d = \cos \alpha \cdot N_{d,2}$$

$$V_{d,2} = \sin \alpha \cdot N_{d,2}$$

$$R_{d,2} = \sqrt{V_{d,2}^2 + A_d^2}$$

3.0 Ruuviryhmän mitoitus

Yläreunan ruuviryhmä mitoitetaan voimille $R_{d,1}$ ja $R_{d,2}$.

4.0 Loven mitoitus

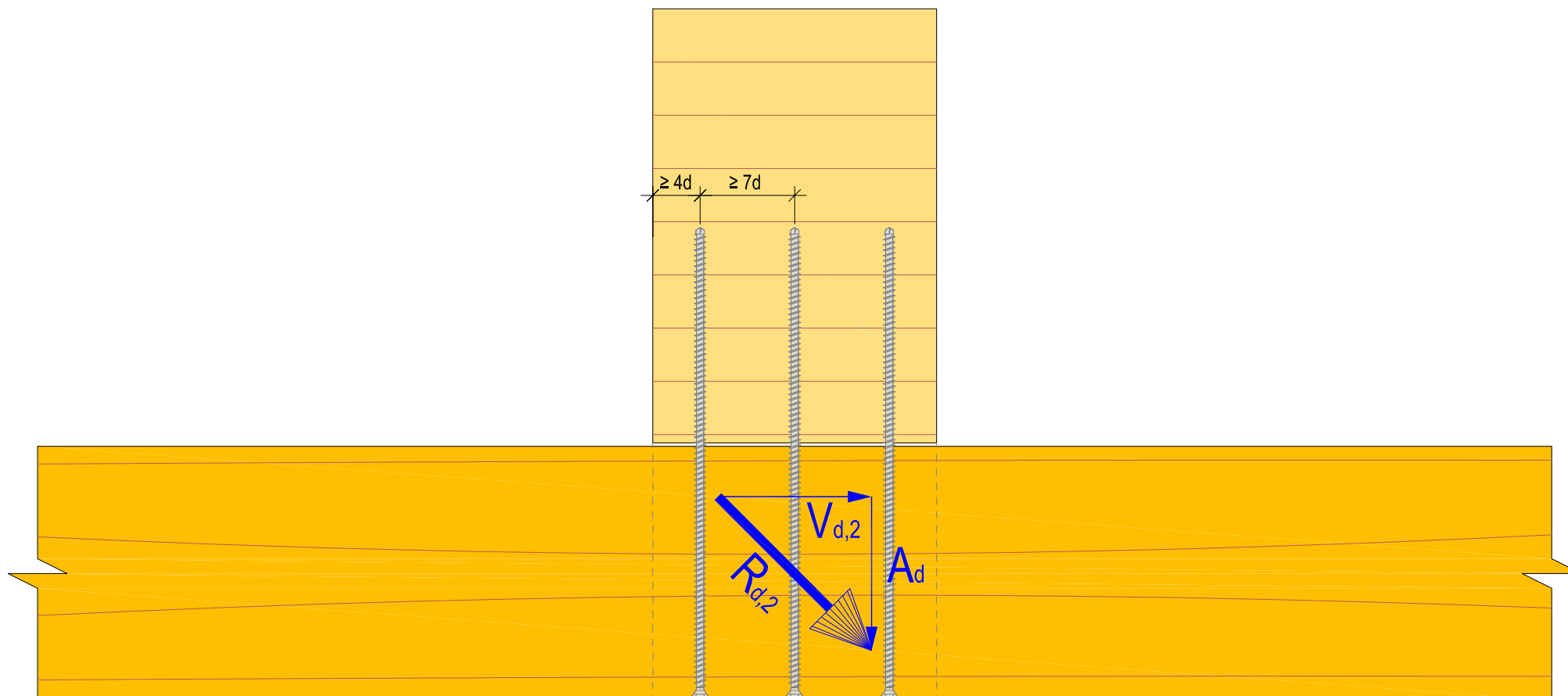
Pilarin lovivaikutus tarkastetaan voimalle $H_{d,2}$. Tarvittaessa lovi vahvistetaan.

5.0 Tukipinta-ala

Voiman B_d tukipinta-ala $A_{ef} = b \cdot L_{c,90,ef}$

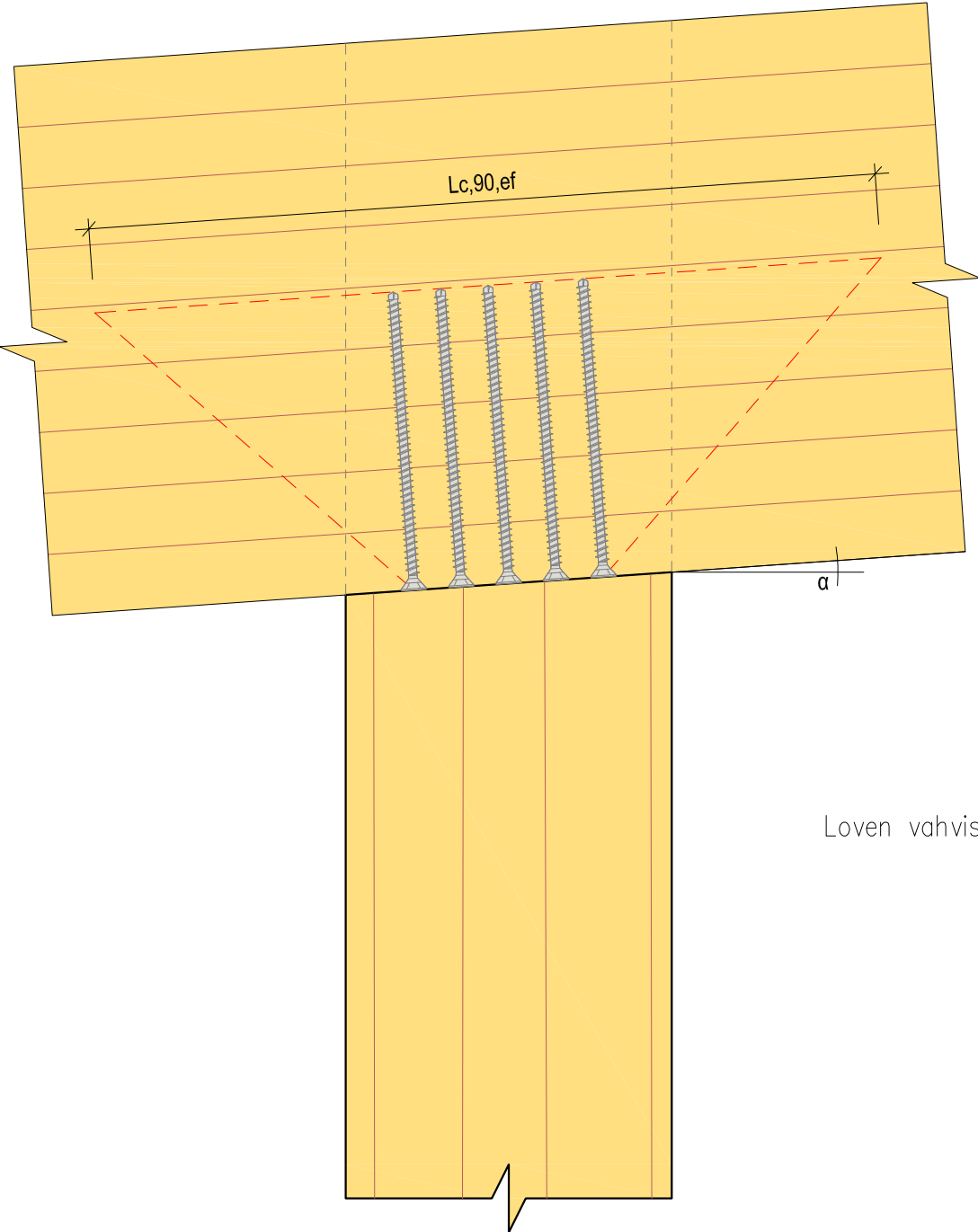
6.0 Palomitoitus

Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, mitoitetaan liitos paloteknisesti täysin suojatuksi. Päätyseinärakenne suojaa ruuvien kantoja palossa. Palomitoituksessa tarkastetaan, että ruuveille jää kuvassa esitetyt reuna- ja päätyetäisyydet (minimit) hiiltäneessä poikkileikkauksessa.

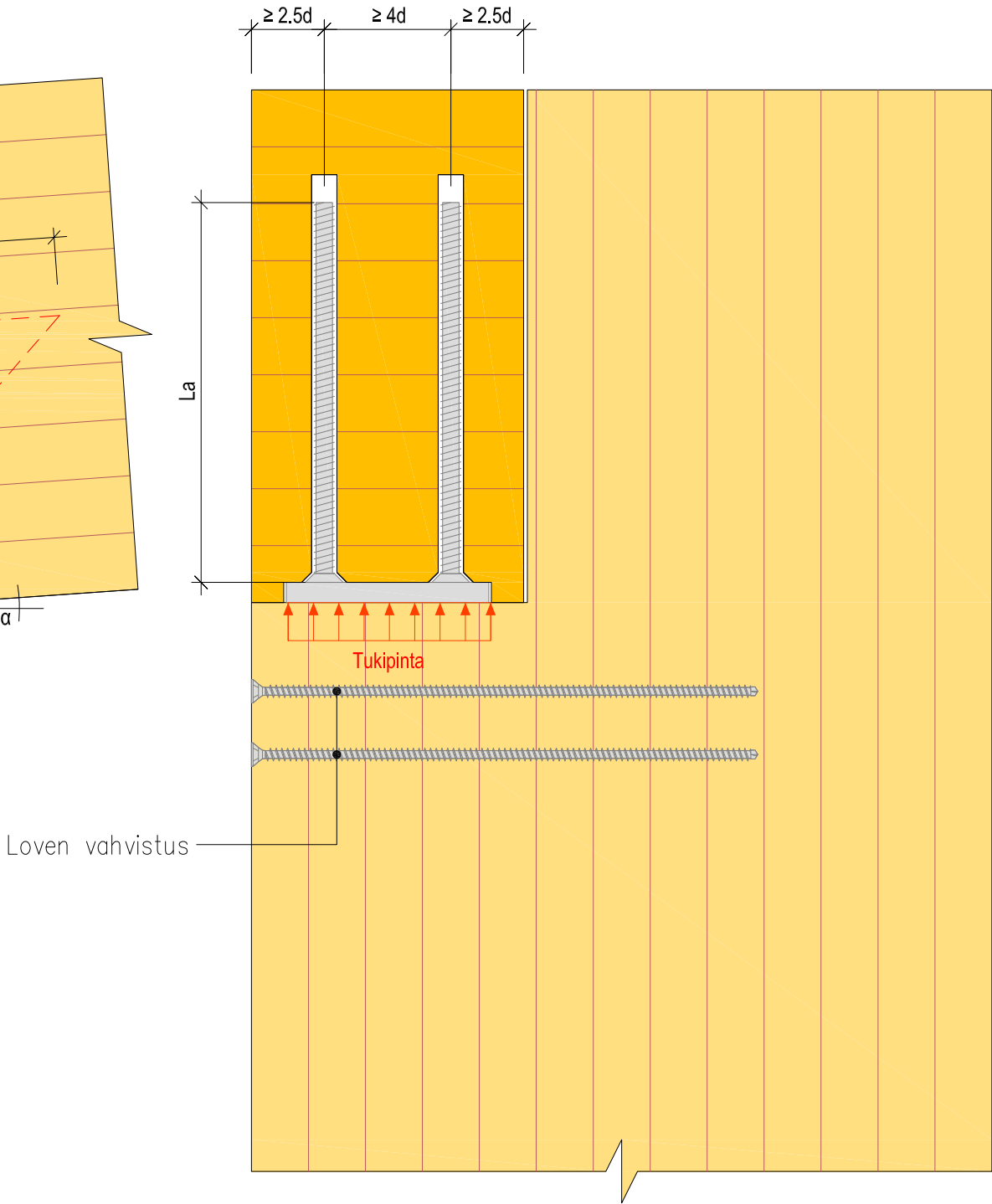


PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	2 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Päätypalkin liitos mastopilariin	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
9.2.2015	1 : 5
TUNNUS	
DYM001	
 Finnish Wood Research	

Kohta 2.0
Palkin tukipinnan vahvistaminen ruuveilla



Kohta 3.0
Palkin tukipinnan vahvistaminen liimatangoilla



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Palkin tukipinnan vahvistaminen ruuveilla

Palkin tukipintaa voidaan vahvistaa ruuveilla ja teräslevyllä. Ruuvien avulla palkin tukipinta-alaa saadaan suuremmaksi ($L_{c,90,ef}$). Mitoitus tehdään ruuvi-valmistajan ETA:n mukaan.

3.0 Palkin tukipinnan vahvistaminen liimatangoilla

Palkin tukipintaa voidaan vahvistaa harjateräs- tai kierretangoilla palkkiin kiinnitetyllä teräslevyllä. Harjateräs- tai kierretangot kiinnitetään puuhun epoksiliimalla (luvanvarainen liimaus). Tukireaktio siirtyy palkille liimatan-kojen kautta. Pilarin tukipainekestävyys mitoitetaan teräslevyn pinta-alalle.

3.1 Liimasauman tartuntalujuuden ominaisarvo $f_{a,k}$

$$f_{a,k} = 6,5 \cdot \left(1 - \frac{L_a}{100 \cdot d} \right)$$

L_a = liimatangon tartuntapituus palkissa

d = liimatangon halkaisija

3.2 Liimatangon puristuskestävyyden mitoitusarvo $R_{a,d}$

$$R_{a,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_y \cdot A_s}{\gamma_{M,s}} \\ k_{mod} \cdot \frac{\pi \cdot d_{ef} \cdot f_{a,k} \cdot L_a}{\gamma_M} \end{array} \right.$$

f_y = terästangon myötölujuus

A_s = terästangon poikkileikkausala

$\gamma_{M,s}$ = terästangon myötäämiselle käytettävä osavarmuusluku, Suomessa 1,1

k_{mod} = muunnoskerroin liimapuulle

d_{ef} = liimatangolle poratun reiän halkaisija enintään $1,25 \times d$

$f_{a,k}$ = liimatangon tartuntalujuuden ominaisarvo

L_a = liimatangon tartuntapituus palkissa

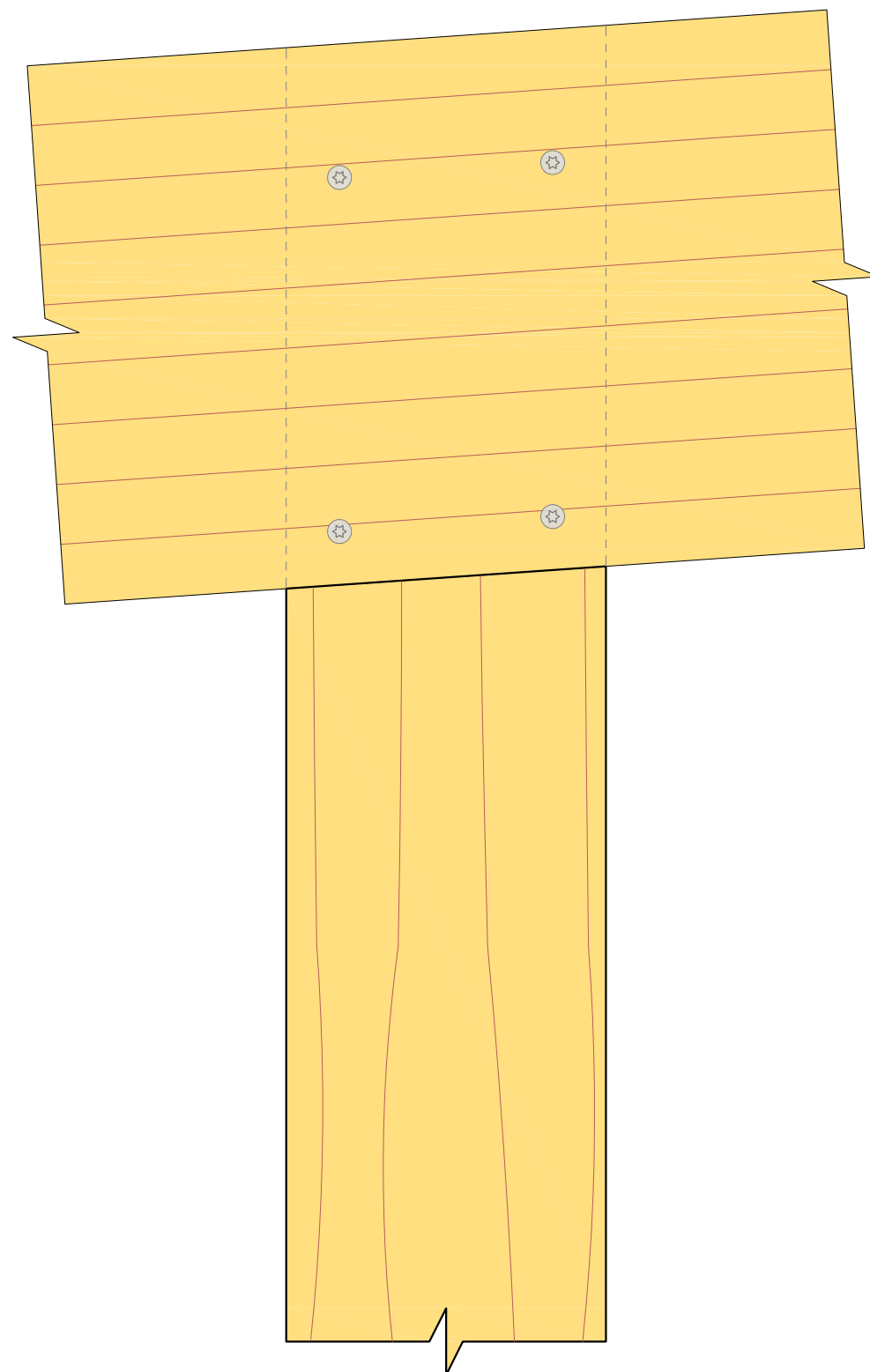
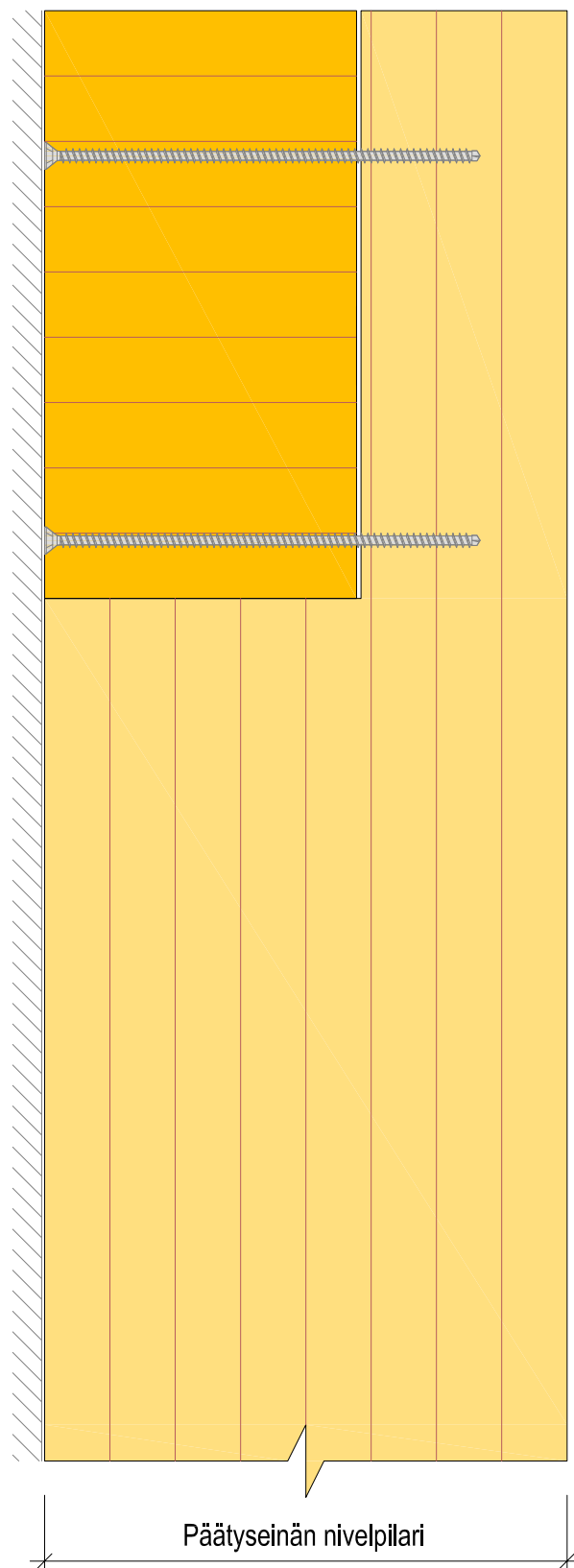
γ_M = liimapuun osavarmuusluku, Suomessa 1,2

4.0 Pilarin loven vahvistaminen

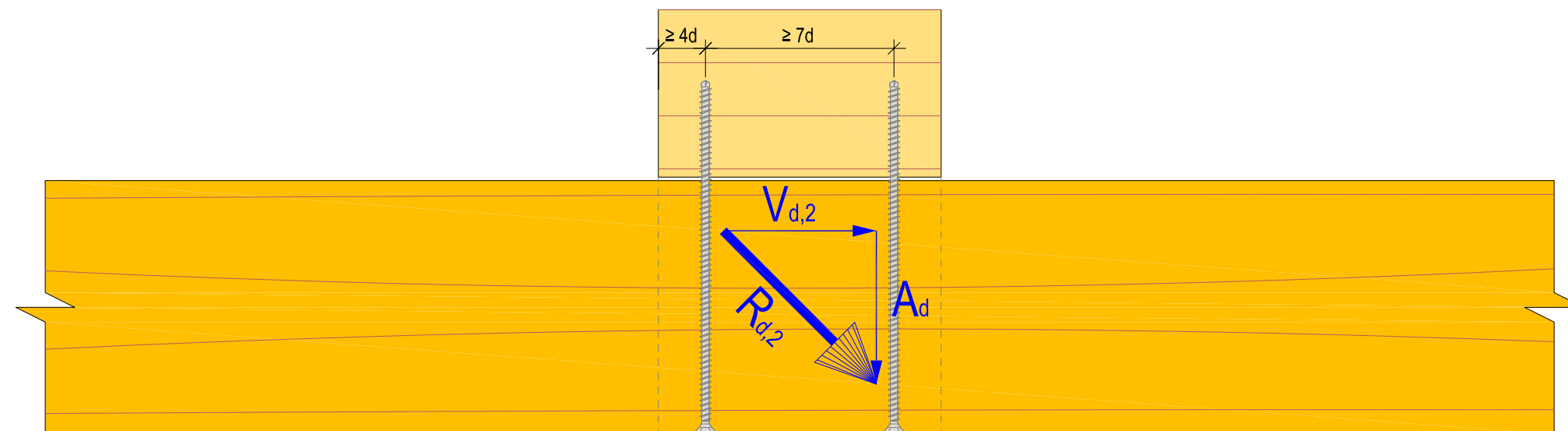
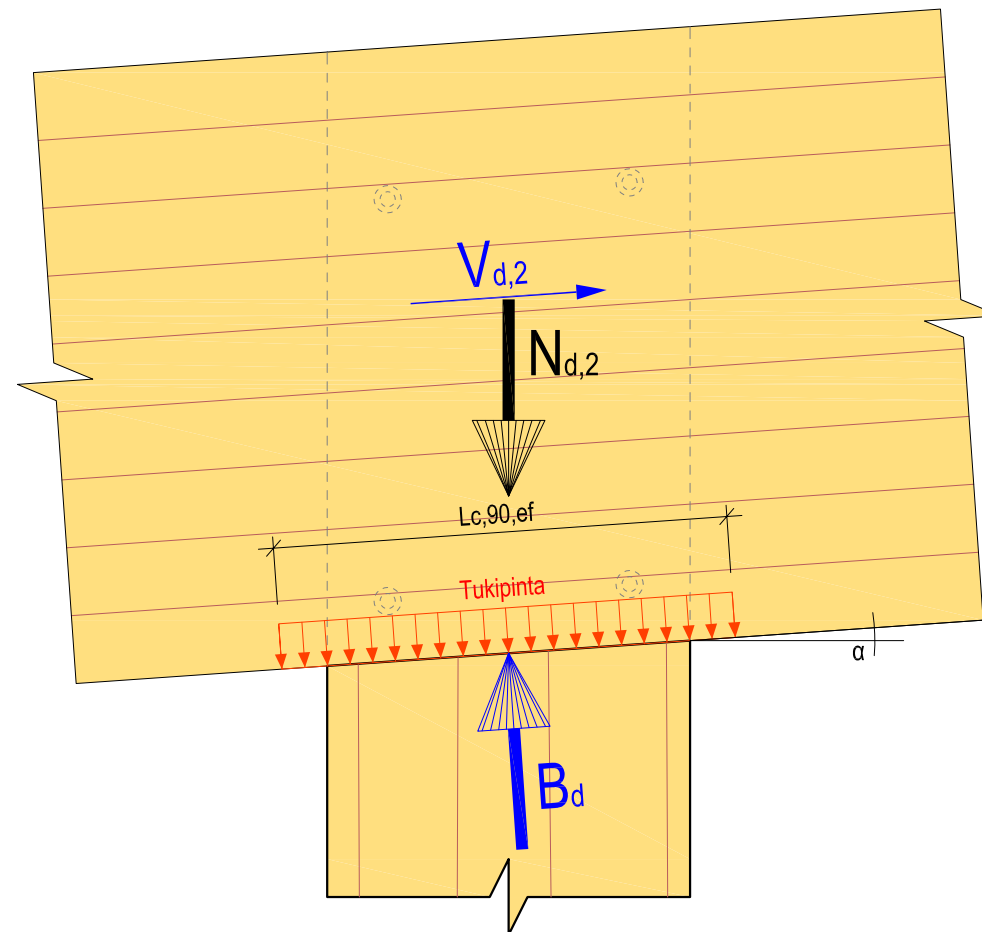
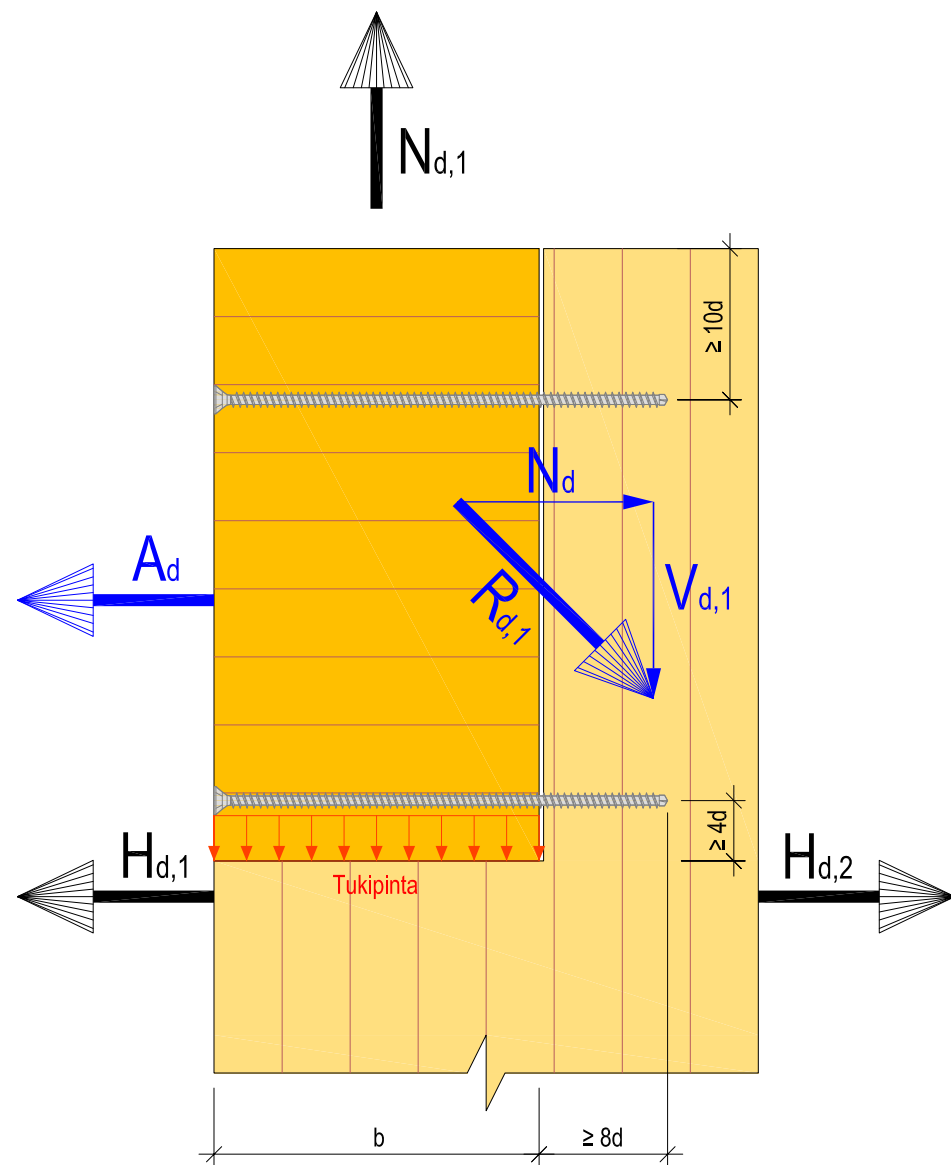
Pilarin loven vahvistaminen voidaan tehdä esimerkiksi ruuveilla. Mitoitus tehdään ruuvivalmistajan ETA:n mukaan.

PROJEKTI	SIVU
HalliPES 1.0	3 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Päätypalkin liitos mastopilariin	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	1 : 5
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DYM001	

Seinärakenne



PROJEKTI HalliPES 1.0		SIVU 1 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Päätypalkin liitos nivelpilariin		
PÄIVÄYS 19.12.2014	MITTAKAAVA 1 : 5	 Finnish Wood Research
TUNNUS DYN001		



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan. Itseporautuvan ruuvin ulkohalkaisija $d \geq 9$ mm.

2.0 Liitosvoimat

$H_{d,1}$ ja $H_{d,2}$ = päätypalkin tukireaktio päätyseinän tuulikuormista.

$$\max A_d = \begin{cases} H_{d,1} \\ H_{d,2} \end{cases}$$

$$V_{d,1} = N_{d,1}$$

$$N_d = A_d$$

$$R_{d,1} = \sqrt{V_{d,1}^2 + N_d^2}$$

$$B_d = \cos \alpha \cdot N_{d,2}$$

$$V_{d,2} = \sin \alpha \cdot N_{d,2}$$

$$R_{d,2} = \sqrt{V_{d,2}^2 + A_d^2}$$

3.0 Ruuviryhmän mitoitus

Ylä- ja alareunan ruuvien muodostama ryhmä mitoitetaan voimille $R_{d,1}$ ja $R_{d,2}$.

4.0 Loven mitoitus

Pilarin lovivaikutus tarkastetaan voimalle $H_{d,1}$. Tarvittaessa lovi vahvistetaan.

5.0 Tukipinta-ala

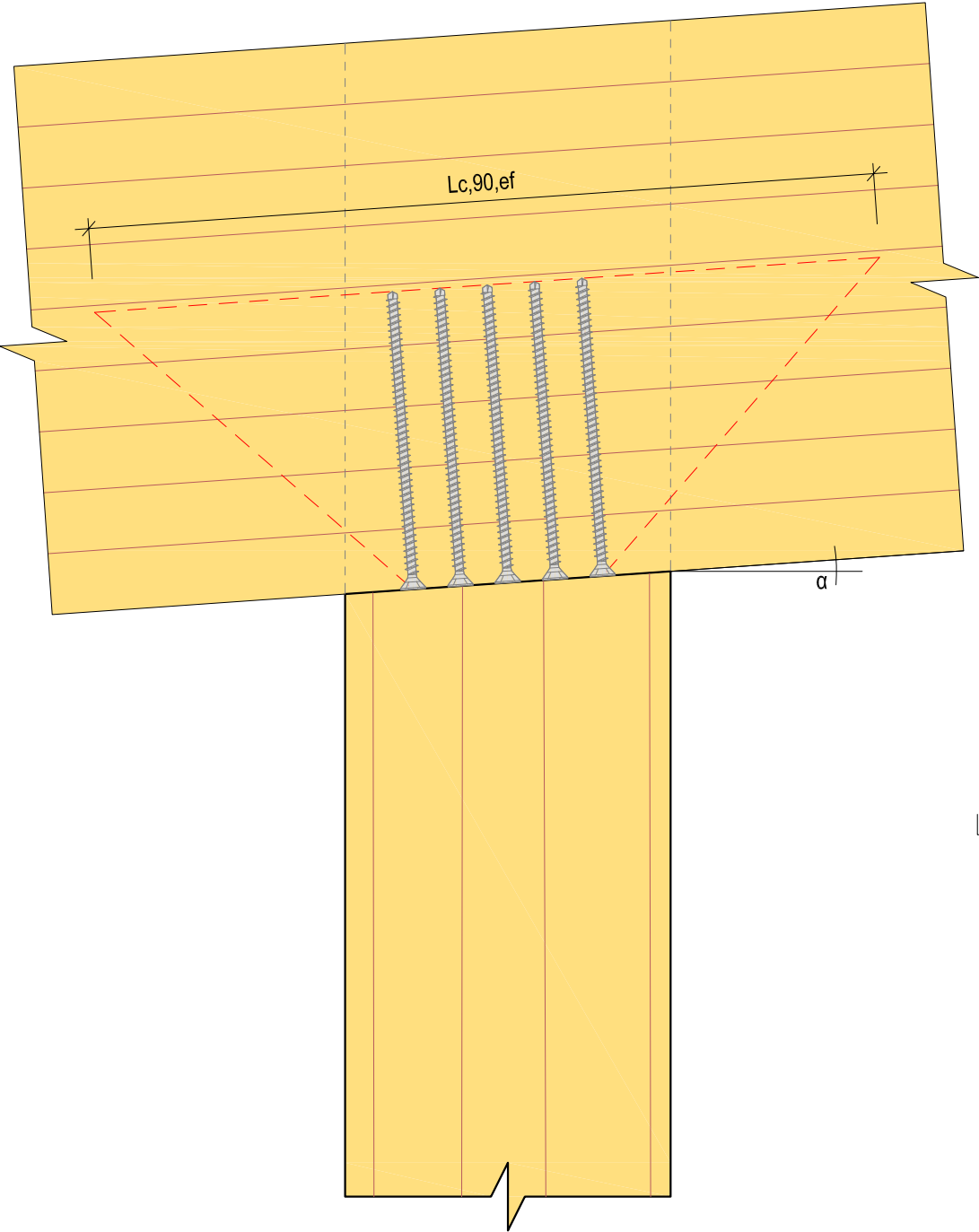
Voiman B_d tukipinta-ala $A_{ef} = b \cdot L_{c,90,ef}$

6.0 Palomitoitus

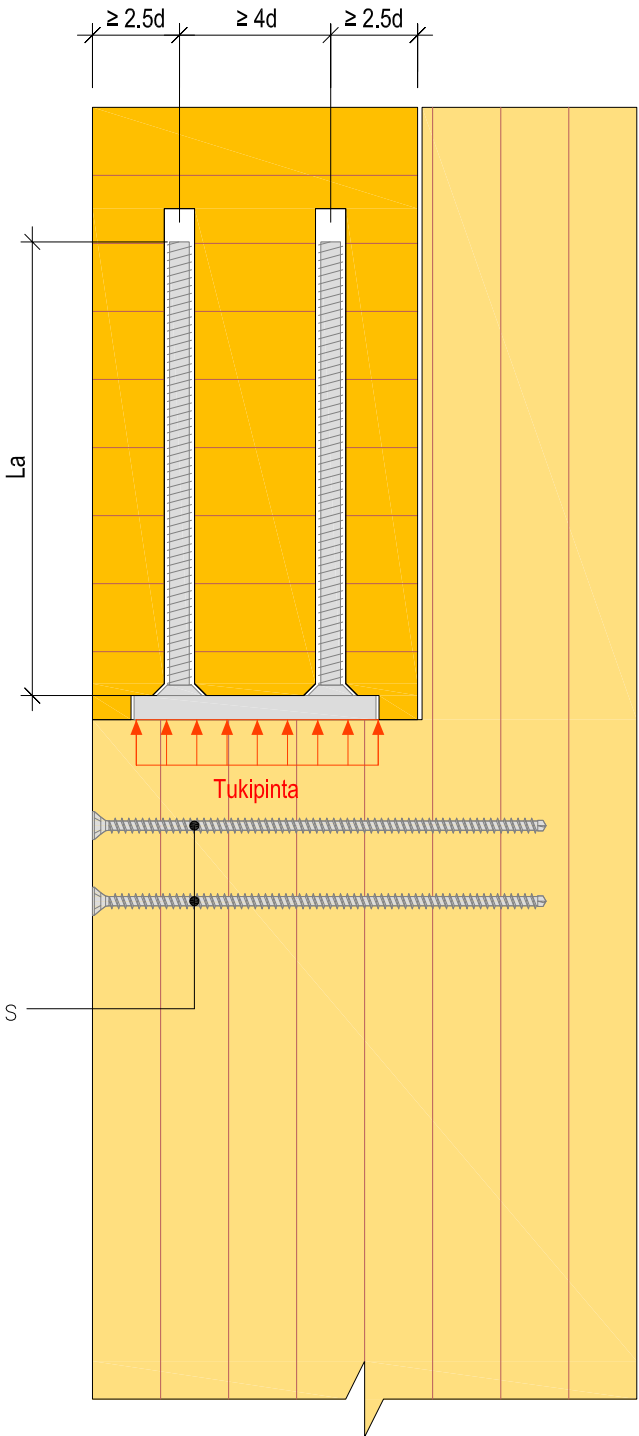
Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, mitoitetaan liitos paloteknisesti täysin suojatuksi. Päätyseinärakenne suojaa ruuvien kantoja palossa. Palomitoituksessa tarkastetaan, että ruuveille jää kuvassa esitetyt reuna- ja päätyetäisyydet (minimit) hiiltyneessä poikkileikkauksessa.

PROJEKTI	HalliPES 1.0		SIVU	2 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ				
Päätypalkin liitos nivelpilariin				
PÄIVÄYS	9.2.2015	MITTAKAAVA	1 : 5	 Finnish Wood Research
TUNNUS	DYN001			

Kohta 2.0
Palkin tukipinnan vahvistaminen ruuveilla



Kohta 3.0
Palkin tukipinnan vahvistaminen liimatangoilla



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Palkin tukipinnan vahvistaminen ruuveilla

Palkin tukipintaa voidaan vahvistaa ruuveilla ja teräslevyllä. Ruuvien avulla palkin tukipinta-alaa saadaan suuremmaksi ($L_{c,90,ef}$). Mitoitus tehdään ruuvi-valmistajan ETA:n mukaan.

3.0 Palkin tukipinnan vahvistaminen liimatangoilla

Palkin tukipintaa voidaan vahvistaa harjateräs- tai kierretangoilla palkkiin kiinnitetyllä teräslevyllä. Harjateräs- tai kierretangot kiinnitetään puuhun epoksiliimalla (luvanvarainen liimaus). Tukireaktio siirtyy palkille liimatan-kojen kautta. Pilarin tukipainekestävyys mitoitetaan teräslevyn pinta-alalle.

3.1 Liimasauman tartuntalujuuden ominaisarvo $f_{a,k}$

$$f_{a,k} = 6,5 \cdot \left(1 - \frac{L_a}{100 \cdot d} \right)$$

L_a = liimatangon tartuntapituus palkissa
 d = liimatangon halkaisija

3.2 Liimatangon puristuskestävyyden mitoitusarvo $R_{a,d}$

$$R_{a,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_y \cdot A_s}{\gamma_{M,s}} \\ k_{mod} \cdot \frac{\pi \cdot d_{ef} \cdot f_{a,k} \cdot L_a}{\gamma_M} \end{array} \right.$$

f_y = terästangon myötölujuus

A_s = terästangon poikkileikkausala

$\gamma_{M,s}$ = terästangon myötäämiselle käytettävä
osavarmuusluku, Suomessa 1,1

k_{mod} = muunnoskerroin liimapuulle

d_{ef} = liimatangolle poratun reiän halkaisija enintään $1,25 \cdot d$

$f_{a,k}$ = liimatangon tartuntalujuuden ominaisarvo

L_a = liimatangon tartuntapituus palkissa

γ_M = liimapuun osavarmuusluku, Suomessa 1,2

4.0 Pilarin loven vahvistaminen

Pilarin loven vahvistaminen voidaan tehdä esimerkiksi ruuveilla. Mitoitus tehdään ruuvivalmistajan ETA:n mukaan.

PROJEKTI	SIVU
HalliPES 1.0	3 / 3
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Päätypalkin liitos nivelpilariin	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	1 : 5
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DYN001	

MITOITUSOHJEET

1.0 Hankolautaliitoksen kehitystyö

Hankolautaliitos on perinteinen liitostyyppi, mutta sen mitoittamiseen ei ole esitetty aikaisemmin tarkkoja ohjeita. HalliPES 1.0 esittää mitoitusmenetelmän, jossa hankolautaliitoksen voimien määrittäminen tehdään rungon pituus- ja poikittaissuuntaiseen muodonmuutokseen perustuen. Kyseistä mitoitusmenetelmää aiotaan tulevaisuudessa edelleen kehittää, joten kaikki kehitysehdotukset otetaan mielellään vastaan (ks. osa [0 Yleistä](#)).

2.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan

3.0 Pääkannattimen kosteusmuodonmuutoksen vaikutus

Mitta L on rajoitettu mittaan H/3, jotta hankolautaliitos ei estä palkin kosteusmuodonmuutosta merkittävästi.

4.0 Pääkannattimen kulmanmuutoksen vaikutus

Hankolauta asennetaan pilarin keskialueelle, jotta pääkannattimen kulmanmuutoksen vaikutus hankolautaan olisi mahdollisimman vähäinen.

Asennustilanteessa pilarin ja pääkannattimen välillä on tavallisesti rako s₁, kun pääkannatin on esikorotettu. Käyttörajatilassa pääkannattimeen syntyy muodonmuutos s₂ johtuen pääkannattimen kulmanmuutoksesta.

$$s_1 = \frac{(\omega_c - \omega_{inst,G}) \cdot L_1}{\frac{L_2}{2}}$$

$$s_2 = \frac{(\omega_c - \omega_{fin}) \cdot L_1}{\frac{L_2}{2}}$$

- ω_c = pääkannattimen esikorotus
- $\omega_{inst,G}$ = pääkannattimen hetkellinen taipuma pysyvästä kuormasta
- ω_{fin} = pääkannattimen lopputaipuma
- L_1 = pilarin sivumitta
- L_2 = pääkannattimen jänneväli



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan

2.0 Hankolautaliitos

Pääkannattimen ja pilarin välisestä liitoksesta tehdään hankolautaliitoksen avulla momenttijatkos, jolloin voima N_d kulkeutuu liitoksen läpi perustuksille. Mikäli näin ei tehdä, tulee pilarin yläpäähän suunnitella vaakasuuntainen jäykistesauva, joka tukee kyseisen liitoksen sivuunnassa (pilarin heikossa suunnassa).

3.0 Ulkoisten voimien syntyminen

Hankolautaliitokseen syntyvien voimien suuruus on eniten riippuvainen siitä miten kaltevaan asentoon pääkannatin voi teoriassa siirtyä. Pääkannattimen yläreunan siirtymä suhteessa pääkannattimen alapintaan (epäkeskisyyys e) aiheuttaa hankolautaliitokseen momenttia ja leikkausvoimaa. Epäkeskisyyys e syntyy seuraavista tekijöistä:

- a) pääkannattimen asennustarkkuus (asennusvinous)
- b) pääkannattimen yläreunan siirtymä tuulikuormasta
- c) pääkannattimen yläreunan siirtymä pääkannattimien jäykistyskuormasta
- d) pääkannattimen yläreunan siirtymä lisävaakavoimasta

Siirtymät b, c ja d ovat riippuvaisia siitä kuinka jäykkiä hallin pituussuuntaiset jäykisteet ovat. Esimerkiksi kattorakenteen jäykisteiden siirtymä on rajoitettu ohjeessa RIL 205 arvoon $L/500$ murtorajatilän kuormasta.

Kattotasossa olevat lisävaakavoima ja katon kitkan aiheuttama tuulikuorma siirtyvät katto-orsien välityksellä suoraan vaaka- ja pystyjäykisteille, joten ne aiheuttavat rasituksia hankolautaliitokseen kyseisten jäykisteiden joustavuuden kautta.

$A_d = N_d$ (pääkannattimen tukireaktio)

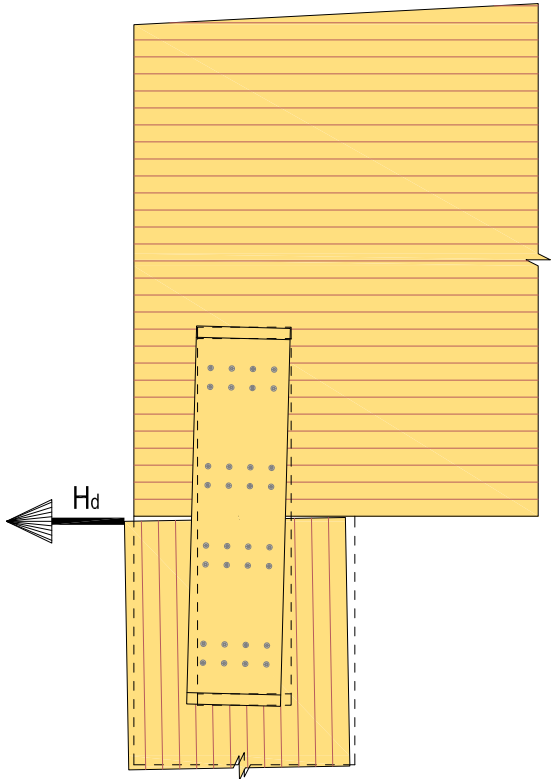
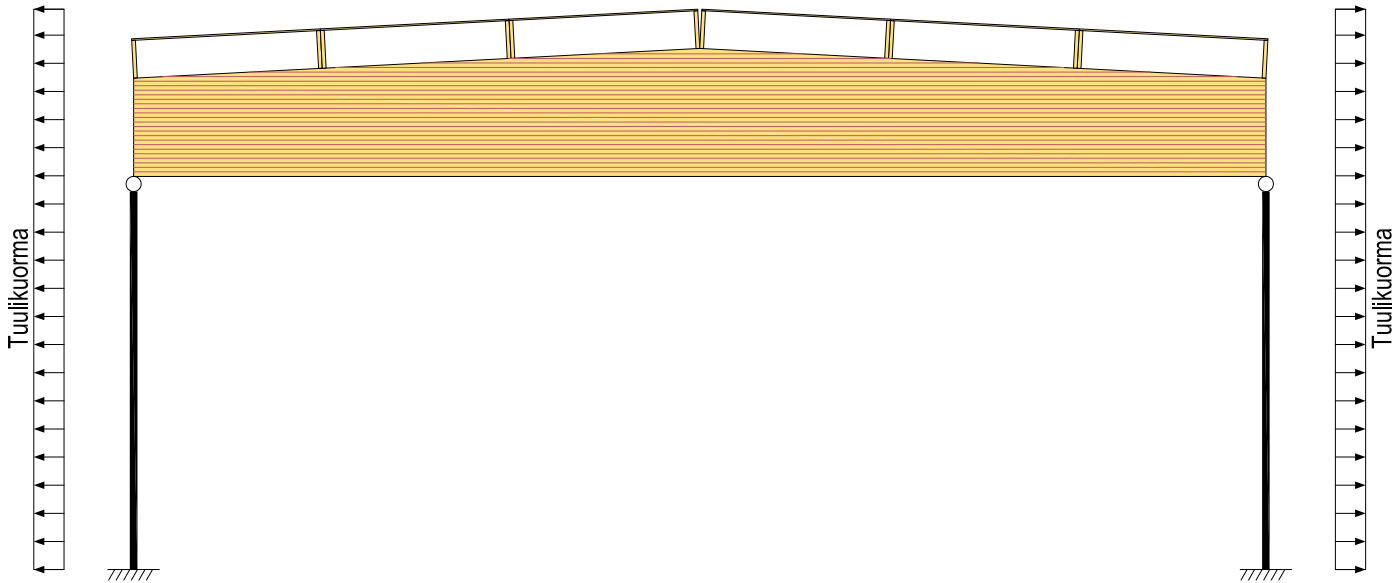
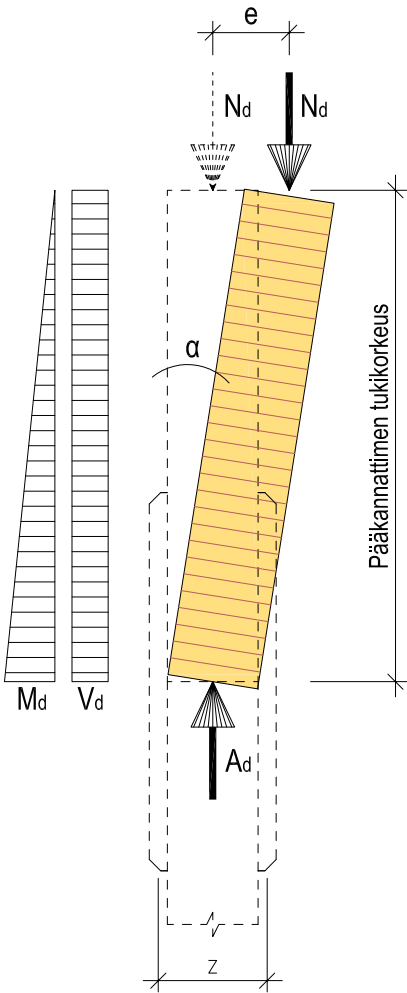
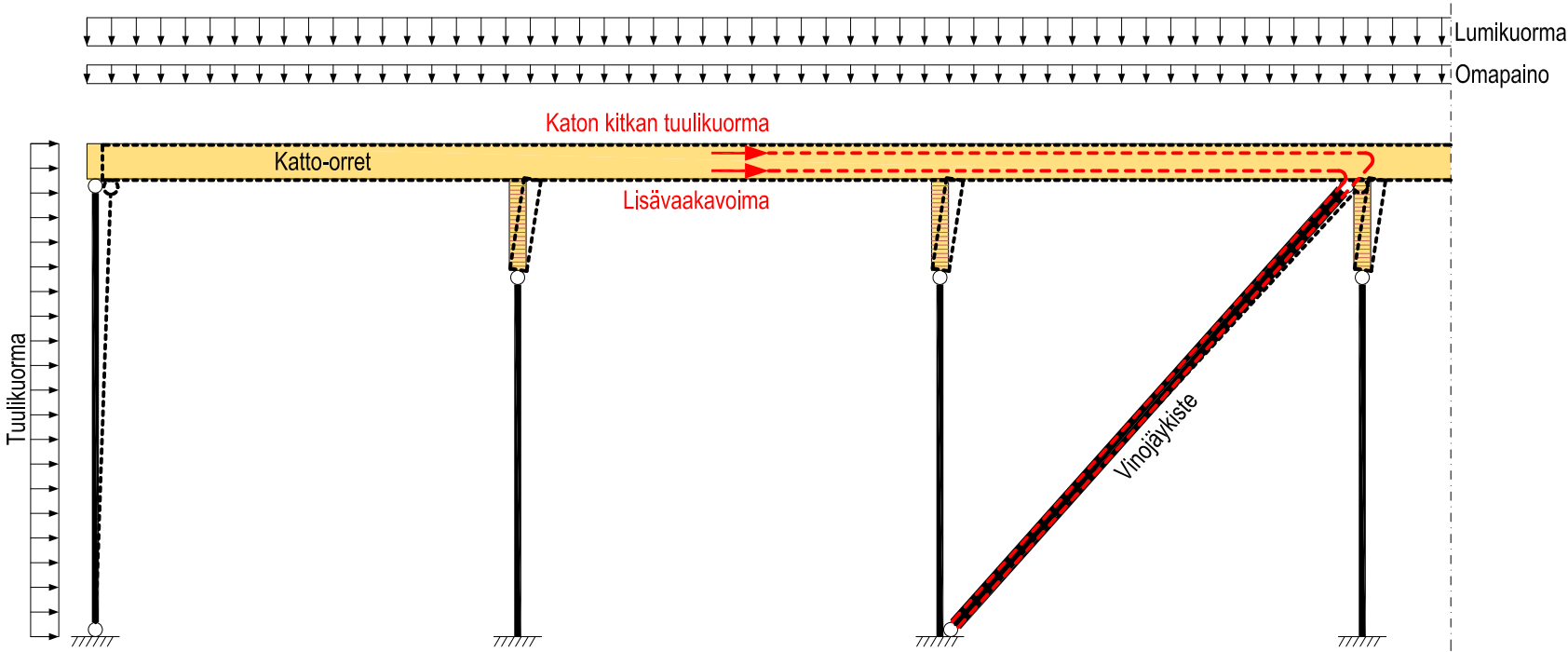
$M_d = A_d \cdot e$

α = pääkannattimen kaltevuus

$V_d = A_d \cdot \sin \alpha$

H_d = tuulen imukuorman aiheuttama tukireaktio pilarin yläpäässä

Tässä mitoitusmenetelmässä ei huomioida pääkannattimen pystytukireaktion aiheuttamaa stabiloivaa vaikutusta liitosvoimiin.



PROJEKTI	SIVU
HalliPES 1.0	2 / 4
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Pääkannattimen liitos mastopilariin	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
9.2.2015	
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DYM002	

MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan. Itseporautuvan ruuvin ulkohalkaisija d ≥ 9 mm, jotta mitoitus voidaan tehdä pulttiliitoksen kaavoilla. Ruuveille esiporataan reiät hankolautaan ruuvien asemoinnin helpottamiseksi. Ruuvien kestävyys voidaan mitoitaa myös ruuvivalmistajan mitoitusohjeita noudattaen.

2.0 Liitosvoimat

Hankolautaliitoksen ruuviryhmään 1 syntyy seuraava voimat, kun liitoksessa on kaksi ruuviryhmää/hankolaudan puolisko

n_R = ruuviryhmien määrä/hankolaudan puolisko (2 kpl)

n_H = hankolautojen määrä/liitos (2 kpl)

$$V_{x,d} = \frac{M_d}{z \cdot n_R} \quad V_{z,d} = \frac{H_d}{n_H \cdot n_R} + \frac{H_d \cdot c}{n_H \cdot b} \quad N_{y,d} = \frac{\frac{V_d \cdot c}{b} + \frac{V_d}{n_R}}{n_H}$$

$$M_{z,d,hankolauta} = \frac{V_d \cdot c}{n_H} - \frac{V_d \cdot b}{n_H \cdot n_R} \quad (\text{z-akselin ympäri})$$

$$Q_{z,d,hankolauta} = \frac{V_d}{n_H}$$

$$M_{y,d,hankolauta} = \frac{H_d \cdot c}{n_H} - \frac{H_d \cdot b}{n_H \cdot n_R} \quad (\text{y-akselin ympäri})$$

$$Q_{y,d,hankolauta} = \frac{H_d}{n_H}$$

3.0 Ruuviryhmän mitoitus

Ruuviryhmä mitoitetaan voimien V_{x,d} ja V_{z,d} resultantille R_d sekä ruuvien suuntaisen voiman N_{y,d} yhteisvaikutukselle

$$R_d = \sqrt{V_{x,d}^2 + V_{z,d}^2}$$

4.0 Hankolaudan mitoitus

Hankolaudan leikkaukestävyys tarkastetaan leikkausvoimille

$$Q_{z,d,hankolauta} \text{ ja } Q_{y,d,hankolauta}$$

Hankolaudan taivutuskestävyys tarkastetaan momenteille

$$M_{z,d,hankolauta} \text{ ja } M_{y,d,hankolauta}$$

Hankolaudan veto- ja puristuskestävyys tarkastetaan voimalle

$$2 \cdot V_{x,d}$$

Hankolaudan kestävyys tarkastetaan myös seuraaville yhdistetyille jännityksille:

Veto + Taivutus ja Puristus + Taivutus

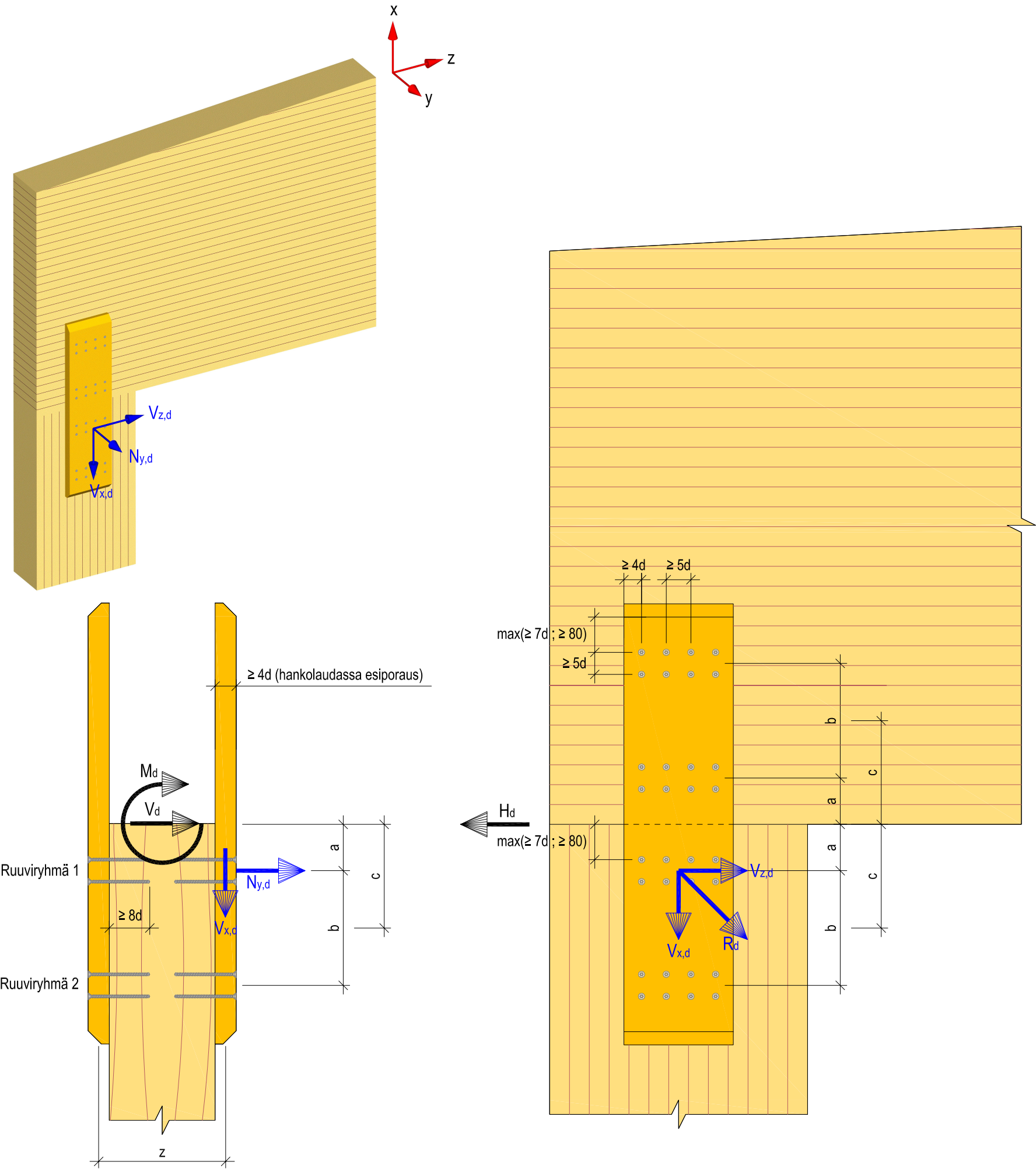
5.0 Palomitoitus

Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, mitoitetaan liitos seuraavasti:

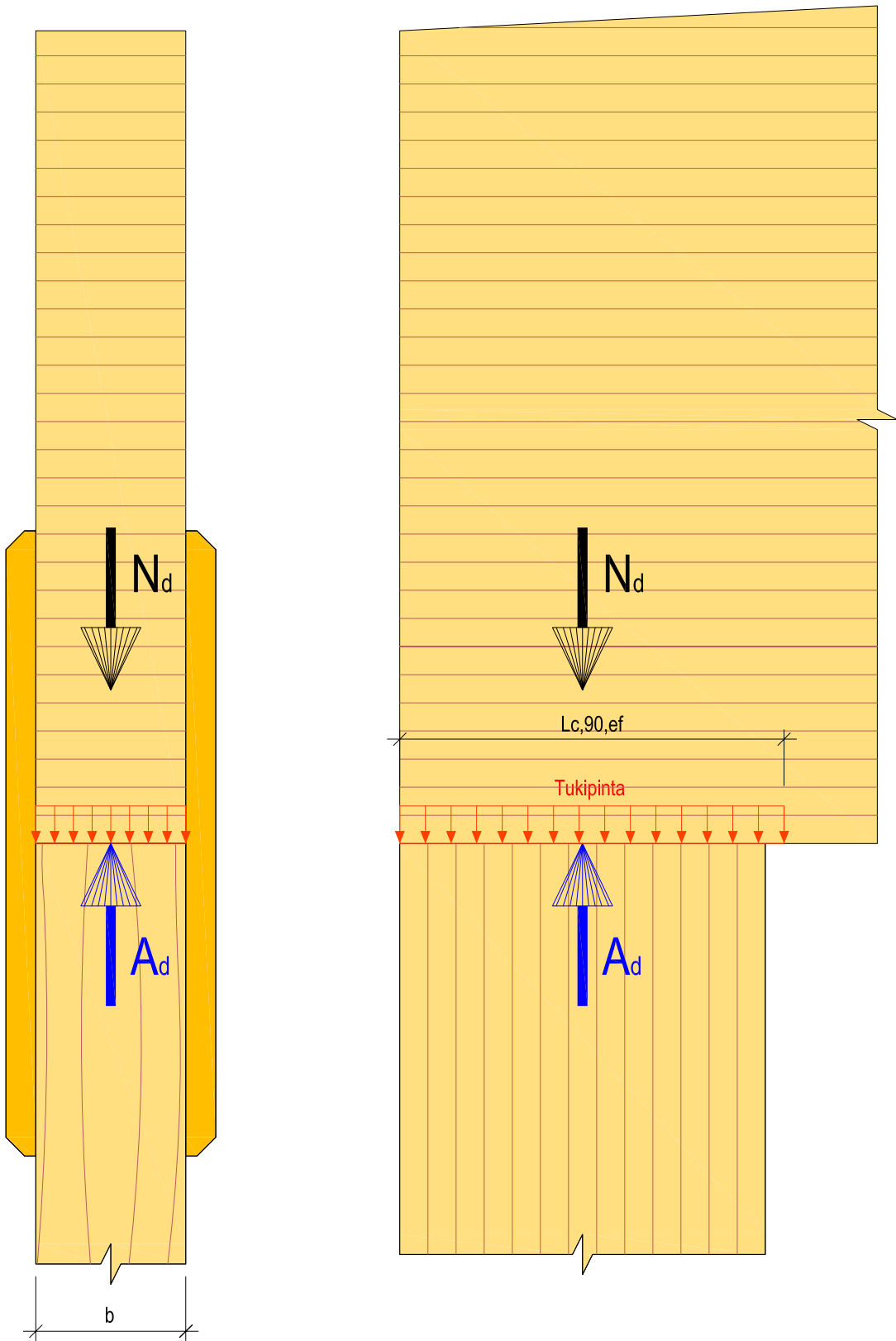
R 30-liitos: hankolaudan dimensioita suurentaan mitalla a_{fl} (ks. RIL 205-2-2009)

R 60-liitos: hankolaudan dimensioita suurennetaan hiiltymän verran ja liittimet suojataan esimerkiksi palosuojalevyllä

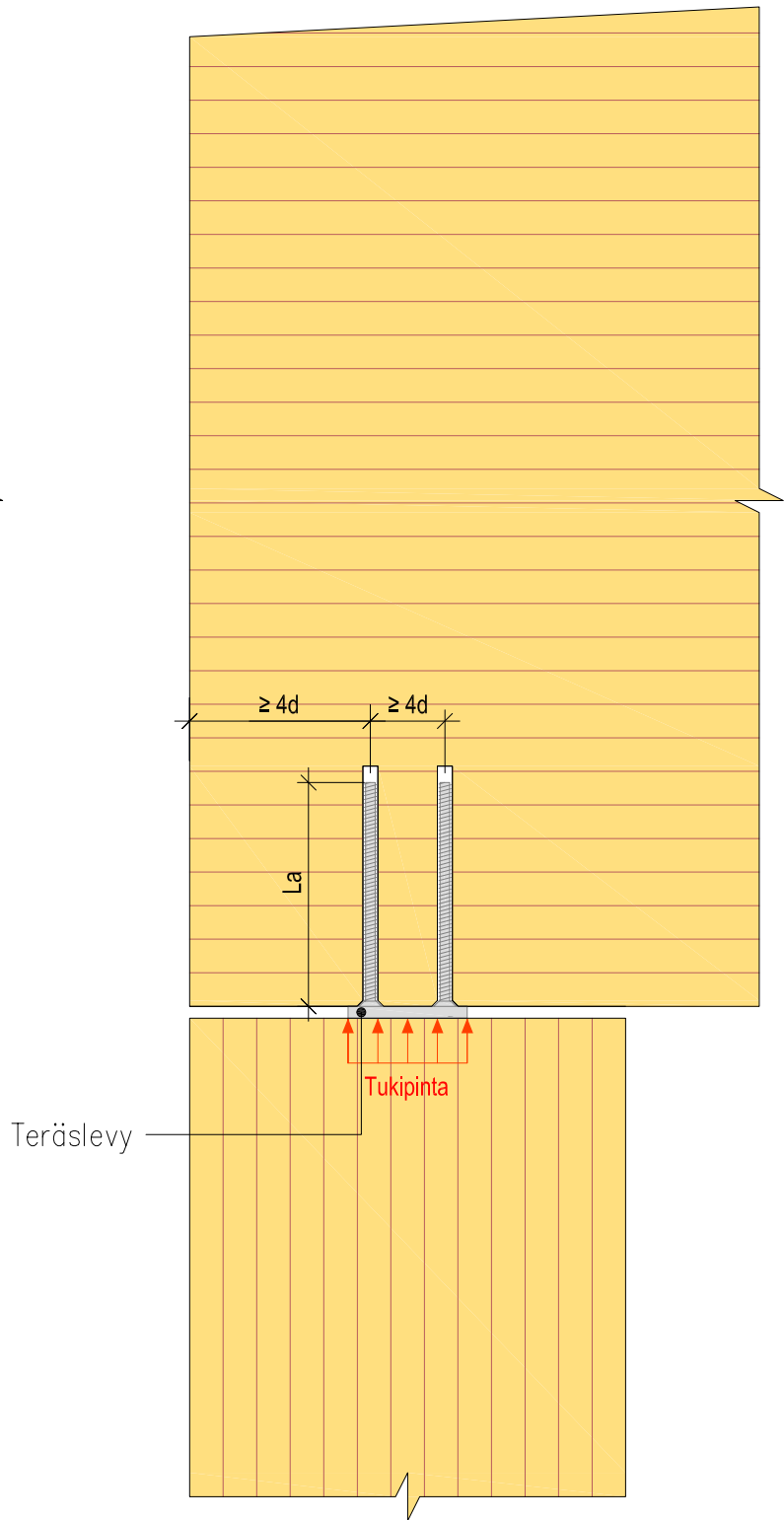
PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		3 / 4
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Pääkannattimen liitos mastopilariin		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
5.10.2015	1 : 10	
TUNNUS		
DYM002		



Vahvistamaton tuki



Liimatangoilla vahvistettu tuki



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Liitosvoimat

$$N_d = A_d$$

3.0 Tukipinta-ala

Voiman A_d tukipinta-ala $A_{ef} = b \cdot L_{c,90,ef}$

4.0 Palkin tukipinnan vahvistaminen liimatangoilla

Palkin tukipintaa voidaan vahvistaa harjateräs- tai kierretangoilla palkkiin kiinnitetyllä teräslevyllä. Harjateräs- tai kierretangot kiinnitetään puuhun epoksiliimalla (luvanvarainen liimaus). Tukireaktio siirtyy palkille liimatan-
kojen kautta. Pilarin tukipainekestävyys mitoitetaan teräslevyn pinta-alalle.

4.1 Liimasauman tartuntalujuuden ominaisarvo $f_{a,k}$

$$f_{a,k} = 6,5 \cdot \left(1 - \frac{L_a}{100 \cdot d} \right)$$

L_a = liimatangon tartuntapituus palkissa
 d = liimatangon halkaisija

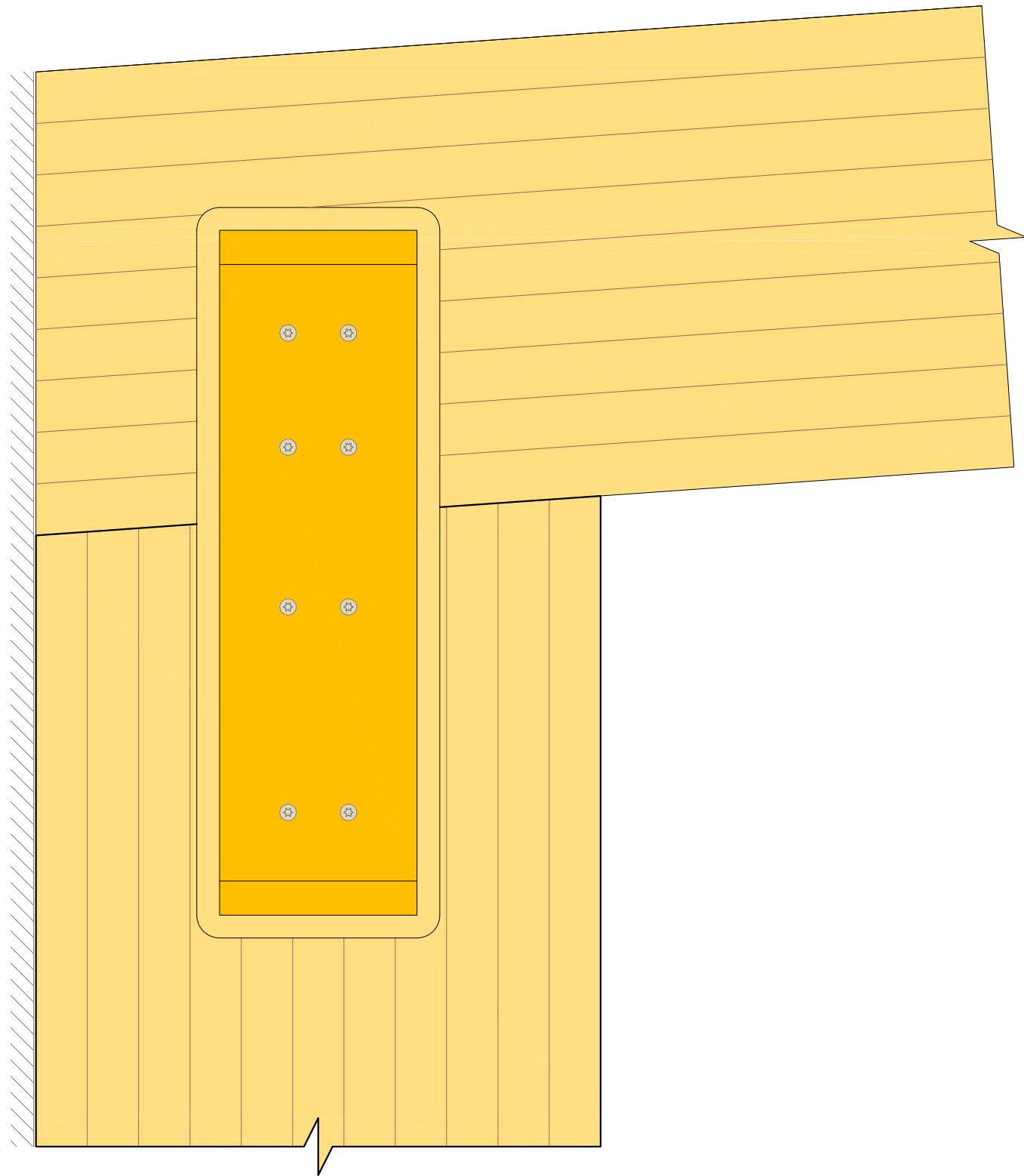
4.2 Liimatangon puristuskestävyyden mitoitusarvo $R_{ax,d}$

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_y \cdot A_s}{\gamma_{M,s}} \\ k_{mod} \cdot \frac{\pi \cdot d_{ef} \cdot f_{a,k} \cdot L_a}{\gamma_M} \end{array} \right.$$

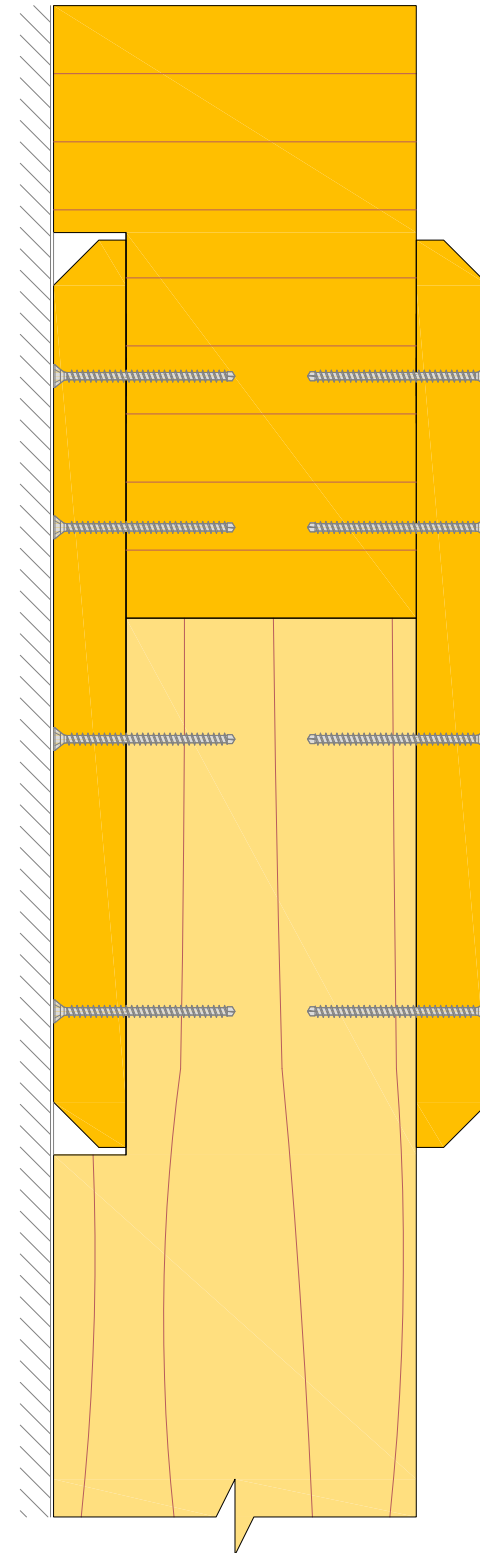
f_y = terästangon myötölujuus
 A_s = terästangon poikkileikkausala
 $\gamma_{M,s}$ = terästangon myötäämiselle käytettävä
osavarmuusluku, Suomessa 1,1
 k_{mod} = muunnoskerroin liimapuulle
 d_{ef} = liimatangolle poratun reiän halkaisija enintään $1,25 \times d$
 $f_{a,k}$ = liimatangon tartuntalujuuden ominaisarvo
 L_a = liimatangon tartuntapituus palkissa
 γ_M = liimapuun osavarmuusluku, Suomessa 1,2

PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	4 / 4
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Pääkannattimen liitos mastopilariin	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
2.12.2015	1 : 10
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DYM002	

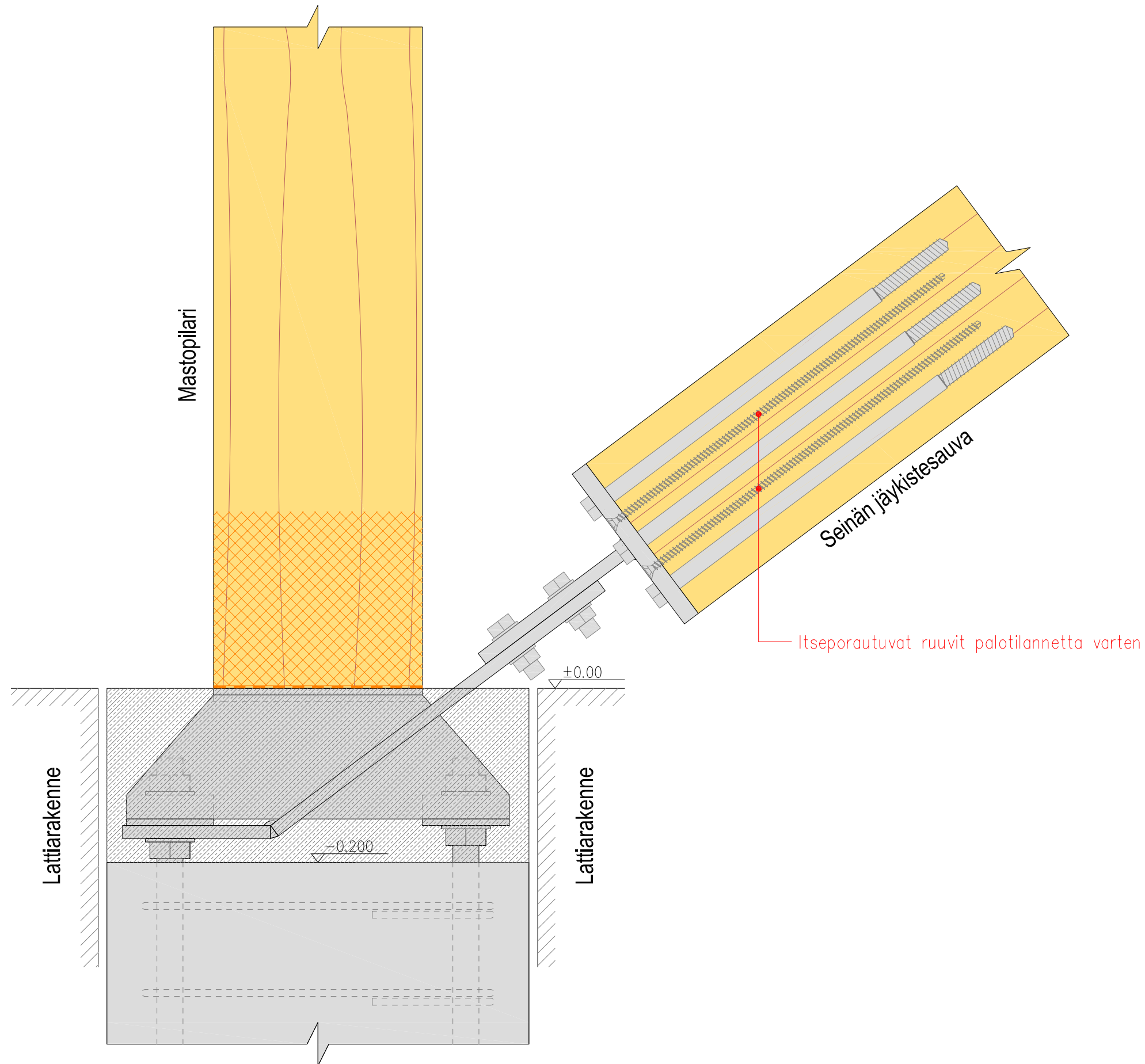
Seinä rakenne



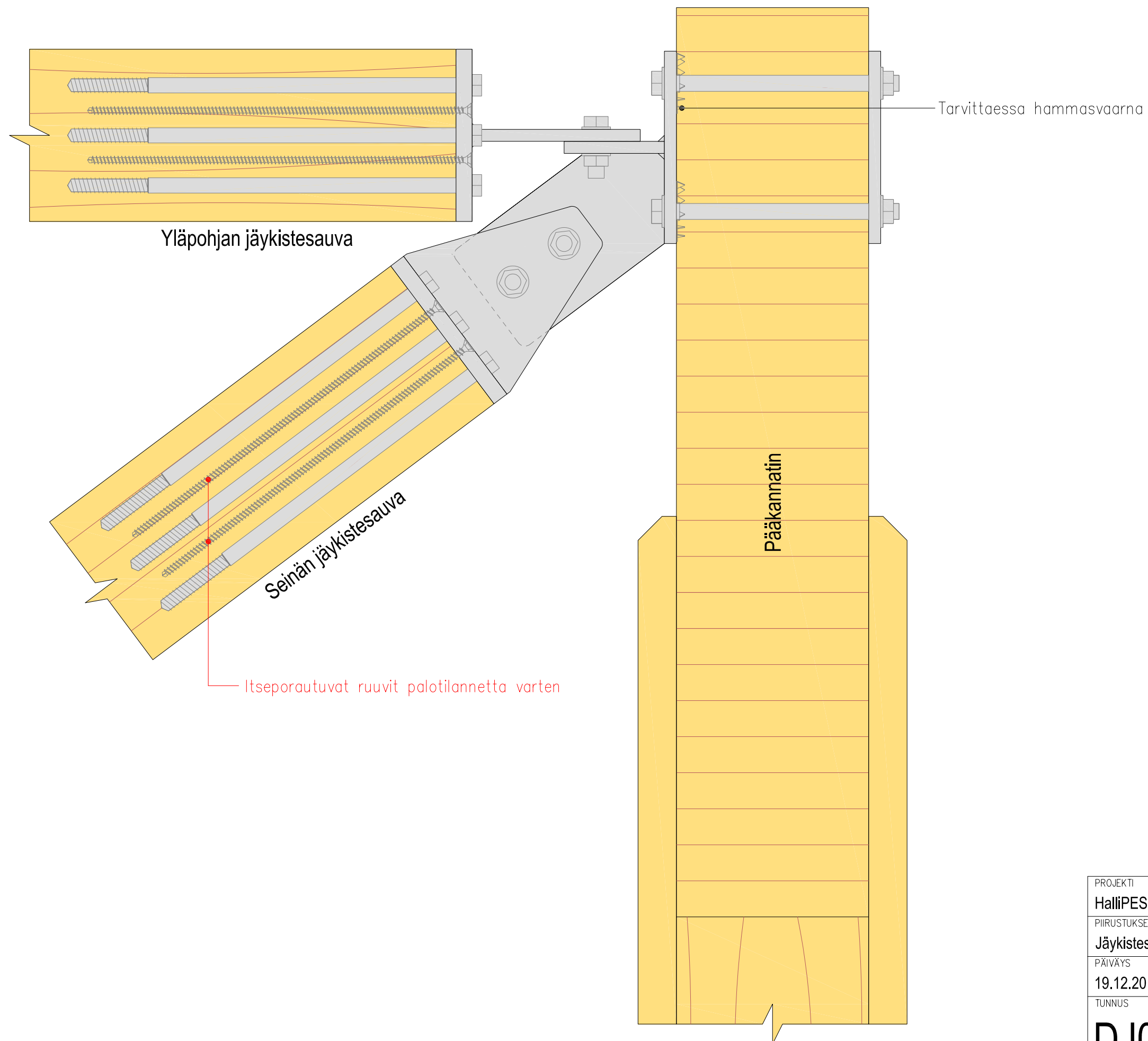
Seinä rakenne



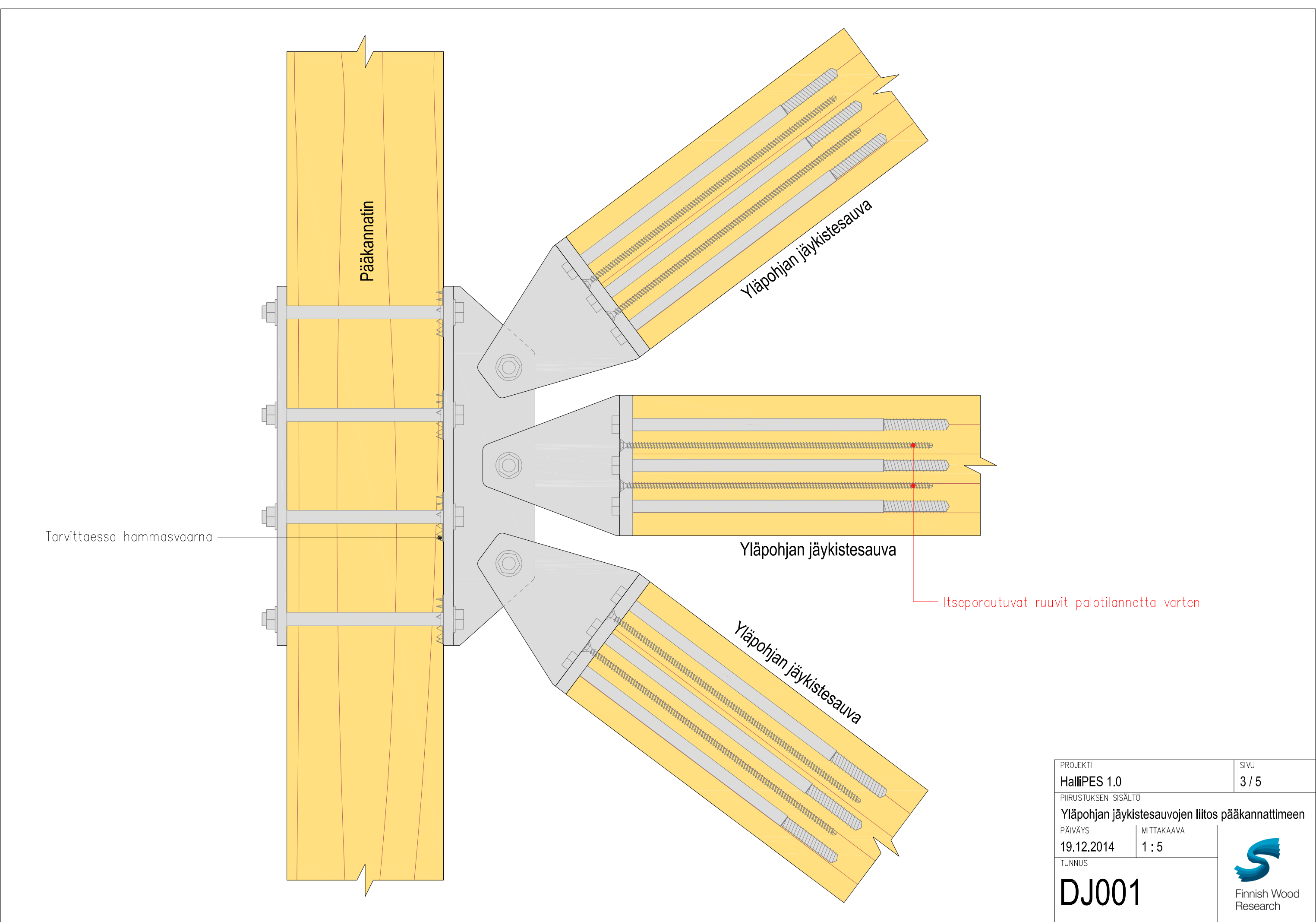
PROJEKTI HalliPES 1.0		SIVU 1 / 1
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Päätypalkin liitos mastopilariin (nurkkapilari)		
PÄIVÄYS 19.12.2014	MITTAKAAVA 1 : 5	 Finnish Wood Research
TUNNUS DYM003		



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		1 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Seinän jäykistesauvan liitos perustukseen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DJ001		



PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	1 / 2
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Jäykistesauvojen liitos pääkannattimeen	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	1 : 5
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DJ001	



Tarvittaessa hammasvaarna

Pääkannatin

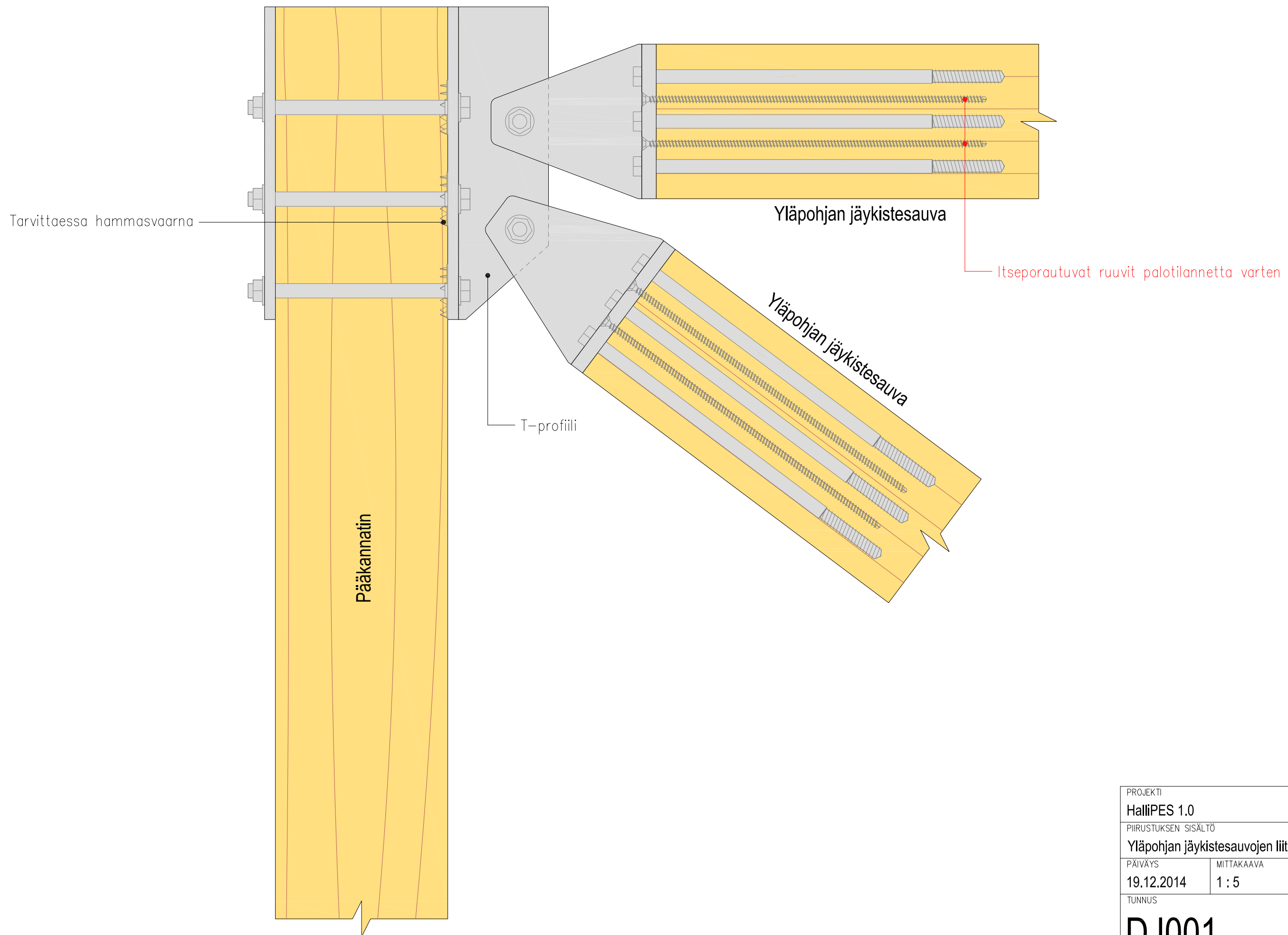
Yläpohjan jäykistesauva

Yläpohjan jäykistesauva

Yläpohjan jäykistesauva

Itseporautuvat ruuvit palotilannetta varten

PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		3 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Yläpohjan jäykistesauvojen liitos pääkannattimeen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DJ001		



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		4 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Yläpohjan jäykistesauvojen liitos pääkannattimeen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DJ001		

MITOITUSOHJEET LIIMAPUULLE

Mitoitusohje perustuu lausuntoon VTT-S-05701-14

1.0 Yleistä

Tämä ohje koskee epoksi- tai polyuretaaniliimalla liimapuuhun syiden suuntaisesti liimattuja kansiruuveja, jotka ovat kärkiosaltaan 100...150 mm:n pituudelta kierteistettyjä. Liimapuu on kuusta tai mäntyä ja sen lujuusluokka on vähintään GL30c. Lujuusluokan 5.8 ruuvien yhteydessä käytetään aina epoksiliimaa.

- Ei koske liimaruuviliitoksen palonkestävyyden mitoitusta
- Ei koske liitosta, jossa on vaikuttaa pitkäaikaisesti yli 50 °C lämpötila
- Ei koske liitosta, jossa vaikuttaa dynaamisesti vaihtorasitettu kuormitus

Ruuvien sileän osan syvyydelle saakka porataan 20 mm:n reikä. Tämän jälkeen em. reiän pohjaan porataan 16 mm:n reikä niin, että reiän kokonaissyvyys vastaa ruuvien tartuntapituutta L_a .

- Liimaruuvien lujuusluokka: S235JRG2 (EN10025) tai 5.8 (ISO EN 892-1)
- Liimaruuvien sileän osan halkaisija: 19 mm
- Liimaruuvien tartuntapituus liimapuussa: $L_a = 400...490$ mm
- Käyttöluokka: 1 tai 2

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan
Betonirakenteet mitoitetaan EC 2 mukaan
Teräsosat mitoitetaan EC 3 mukaan

2.0 Liitosvoimat

N_d = sauvassa oleva puristus- tai vetovoima

3.0 Liimaruuvien normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo $R_{ax,d}$

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{y,k}}{\gamma_{M,y}} \\ k_{mod} \cdot \frac{R_{a,k}}{\gamma_M} \end{array} \right.$$

$R_{y,k}$ = ruuvien myötökestävyyden ominaisarvo
 $R_{y,k} = 62$ kN, kun ruuvien lujuusluokka S235
 $R_{y,k} = 101$ kN, kun ruuvien lujuusluokka 5.8
 $\gamma_{M,y}$ = ruuvien myötäämiselle käytettävä osavarmuusluku, Suomessa 1,1
 k_{mod} = muunnoskerroin liimapuulle
 γ_M = liimapuun osavarmuusluku, Suomessa 1,2
 $R_{a,k}$ = ruuvien tartuntakestävyyden ominaisarvo

$$R_{a,k} = \left(\frac{L_a}{490} \right) \cdot 72 \text{ kN, kun ruuvien lujuusluokka S235 (käyttöluokka 1)}$$

$$R_{a,k} = \left(\frac{L_a}{490} \right) \cdot 84 \text{ kN, kun ruuvien lujuusluokka 5.8 (käyttöluokka 1)}$$

$R_{a,k}$ kerrotaan luvulla 0,8 käyttöluokassa 2

YLEISET LIIMARUUVIEN KESKIÖETÄISYYDET

$a_{b,s} = 50$ mm, kun ruuvi on S235 ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava
 $a_{b,s} = 60$ mm muussa tapauksessa
 $a_{n,s} = 65$ mm, kun ruuvi on S235 ja hetkellinen aikaluokka on mitoittava
 $a_{n,s} = 75$ mm muussa tapauksessa

LIIMARUUVIEN PIENIMMÄT KESKIÖETÄISYYDET

$a_{b,s} = 40$ mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää kohdan 4.0 ehdon
 $a_{n,s} = 40$ mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää kohdan 4.0 ehdon

LIIMARUUVIEN ASENNUSTARKKUUDET

porareian kohdistustarkkuus ± 2 mm
porareian vinous $L / 100$

Vetorasitetun liimaruuviryhmän tulee lisäksi täyttää seuraava ehto:

$$F_{t,d} \leq n_t^{0.9} \cdot R_{a,d}$$

$F_{t,d}$ = vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma

n_t = vedettyjen liimaruuvien lukumäärä

$R_{a,d}$ = ruuvien tartuntakestävyyden mitoitusarvo

4.0 Liimapuun vetokestävyys

Yhden liimaruuvien suorakaiteen muotoinen tehollinen pinta-ala $A_{ef,i}$ ulottuu enintään 50 mm:n etäisyydelle ruuvien reiän keskeltä. $A_{ef,i}$ -pinta-alasta vähennetään 16 mm:n porareikää vastaava pinta-ala 200 mm^2 . Vierekkäisten liimaruuvien $A_{ef,i}$ -pinta-alat eivät saa mennä päällekkäin.

Liimaruuvien keskiöetäisyydet $a_{b,s}$ ja $a_{n,s}$ voidaan pienentää mittaan 40 mm, kun liimapuun vetokestävyys täyttää seuraavan ehdon:

$$N_{t,d} = f_{t,d} \cdot \sum_{i=1}^{n_t} A_{ef,i} \geq F_{t,d}$$

$f_{t,d}$ = liimapuun vetolujuuden mitoitusarvo

$A_{ef,i}$ = liimapuun tehollinen vetovyöhykkeen pinta-ala ruuvia i kohden

n_t = liitinryhmän vedettyjen liimaruuvien lukumäärä

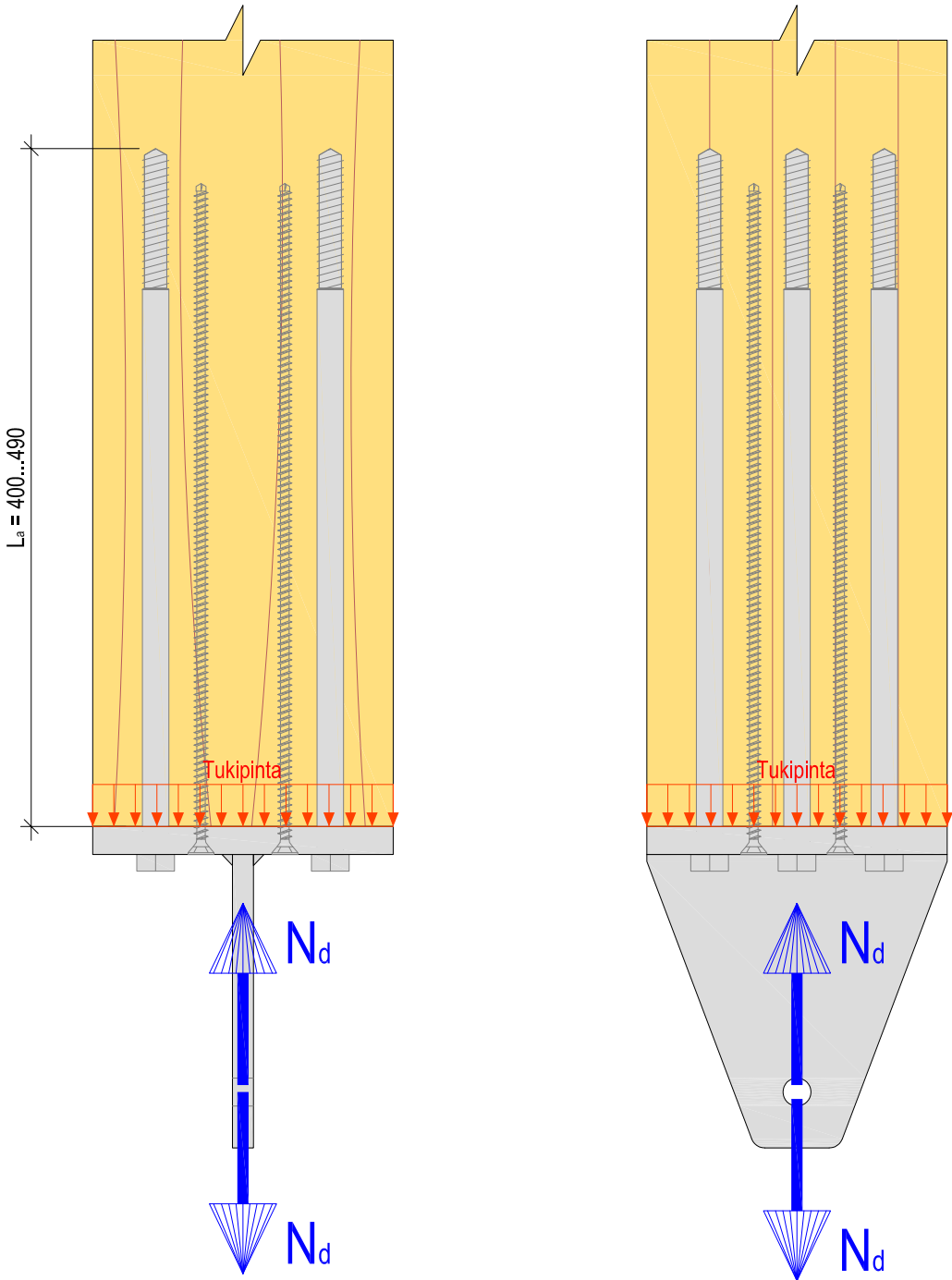
$F_{t,d}$ = vedetyn liimaruuviryhmän mitoituskuorma

5.0 Puristuskestävyys

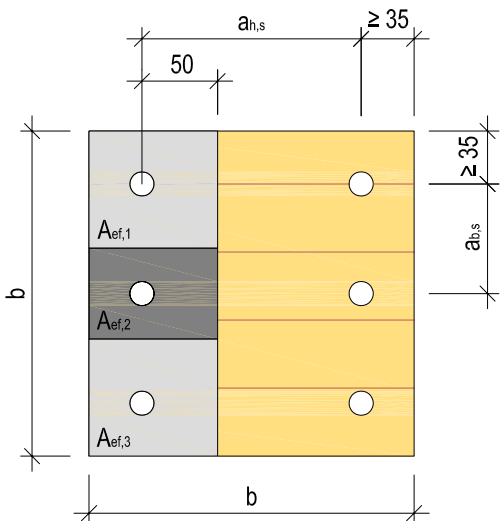
Sauvassa oleva puristusvoima vastaanotetaan teräslevyn muodostamalla tukipinnalla.

6.0 Palomitoitus

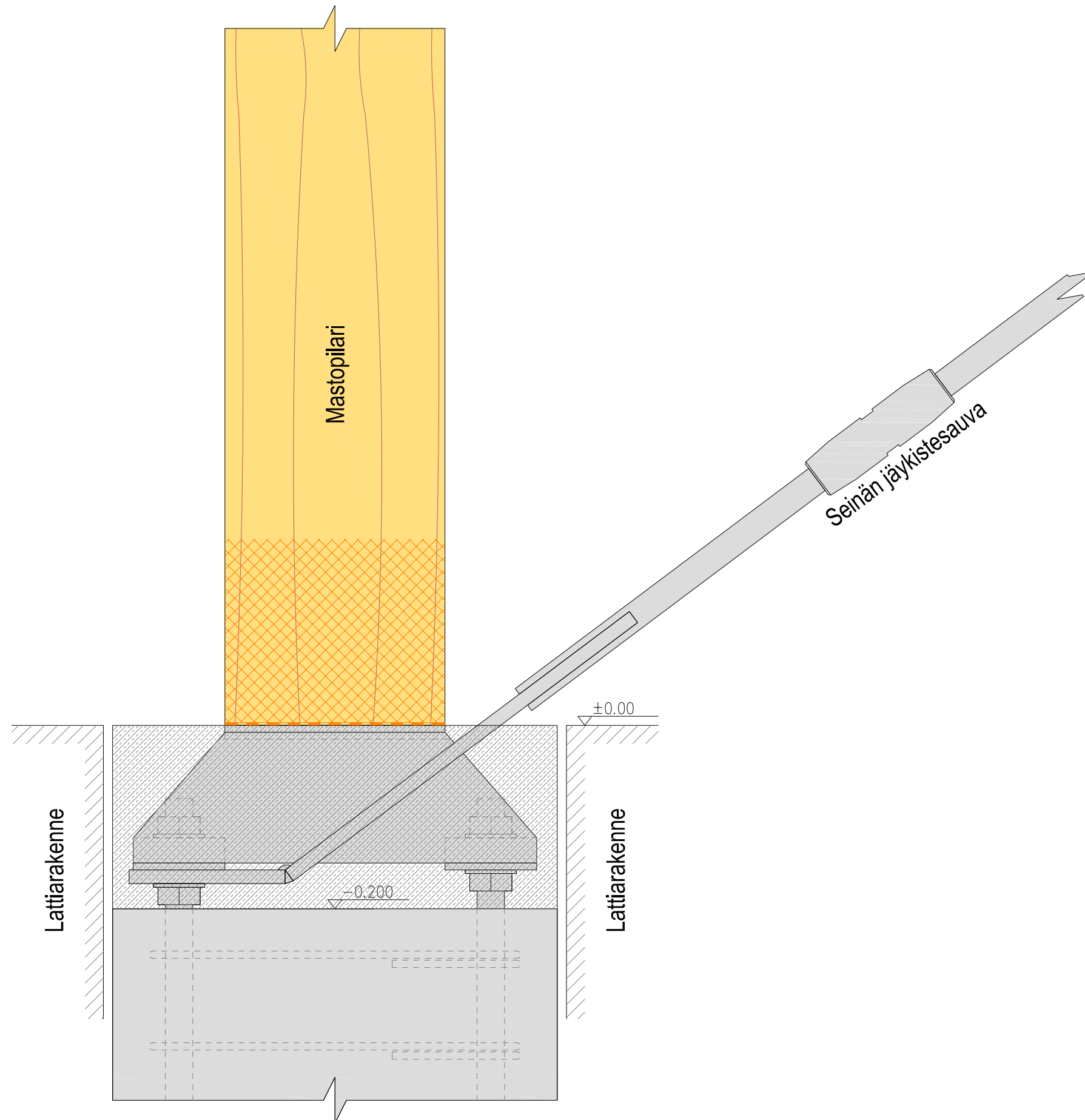
Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, mitoitetaan liitos syysuuntaan asennettujen itseporautuvien ruuvien varaan. **Huomio! Ruuvit asennetaan syysuuntaan, joten $\alpha = 0^\circ$.** Ruuvien mitoitus tehdään ruuville testatun tartuntalujuuden mukaan. Teräsosat suojataan palosuojamaalauksella teräsrakentamisen ohjeiden mukaan.



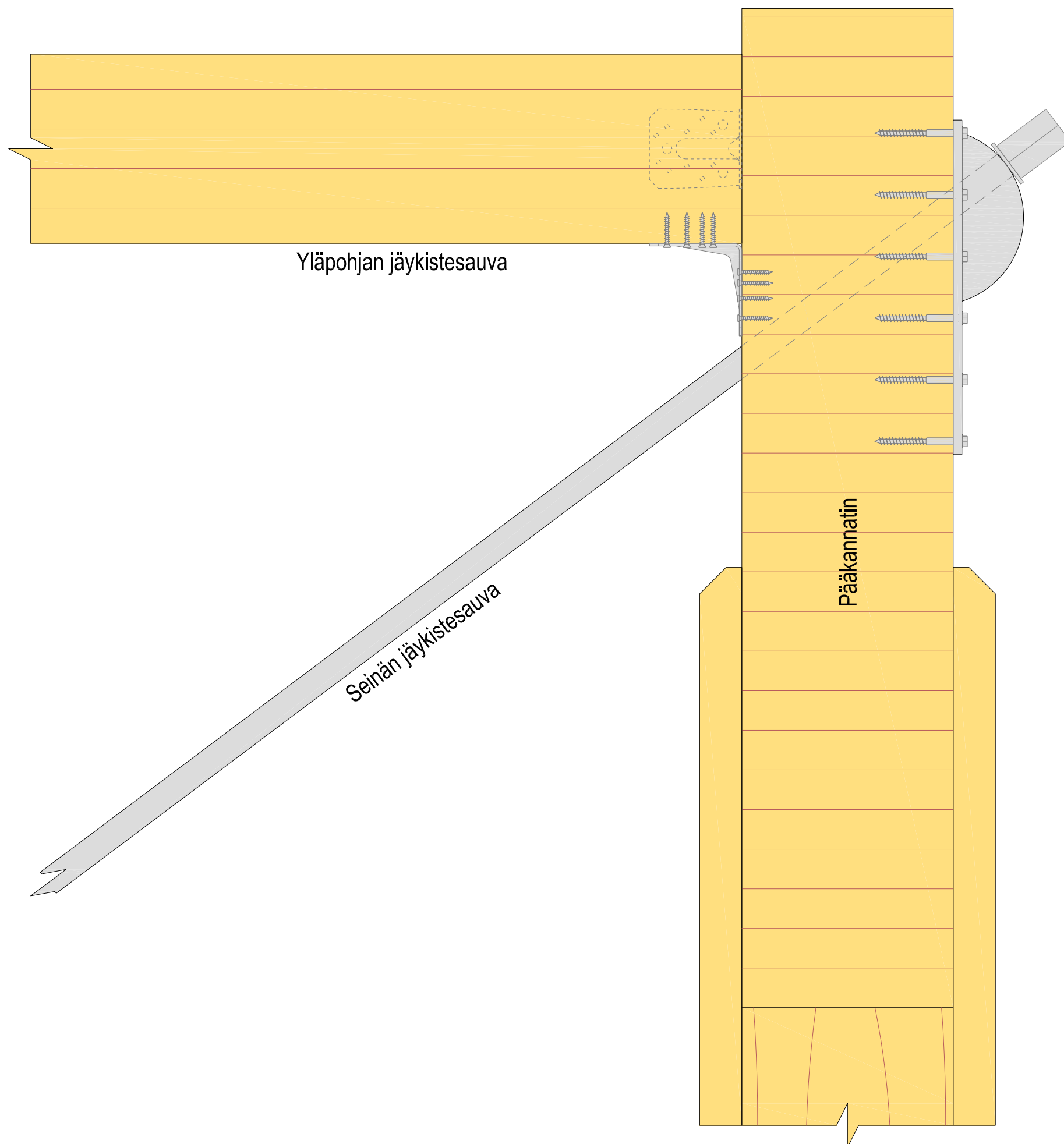
Sauvan poikkileikkaus



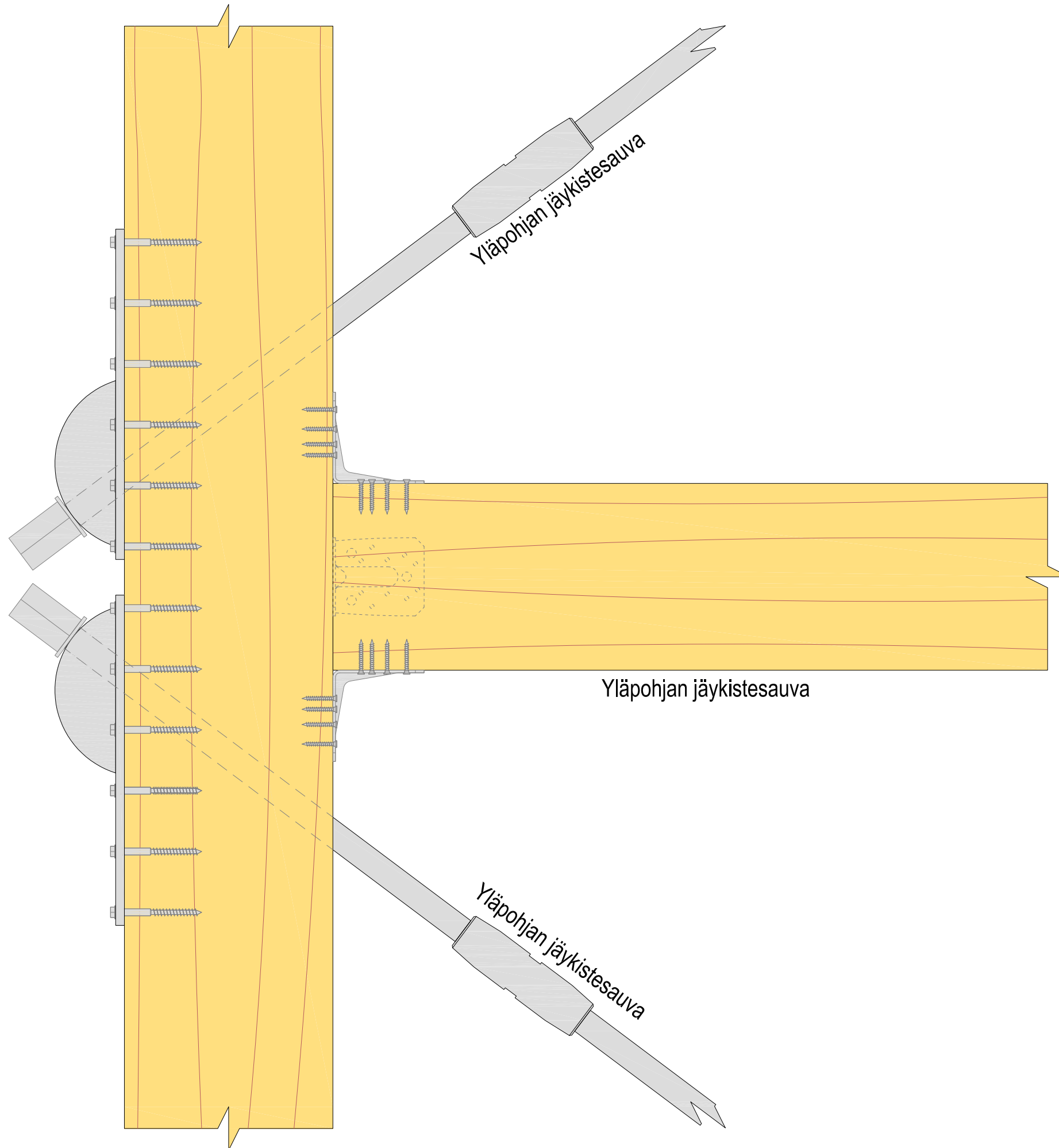
PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	5 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Jäykistesauvan teräsosan liitos	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	
TUNNUS	
DJ001	
 Finnish Wood Research	



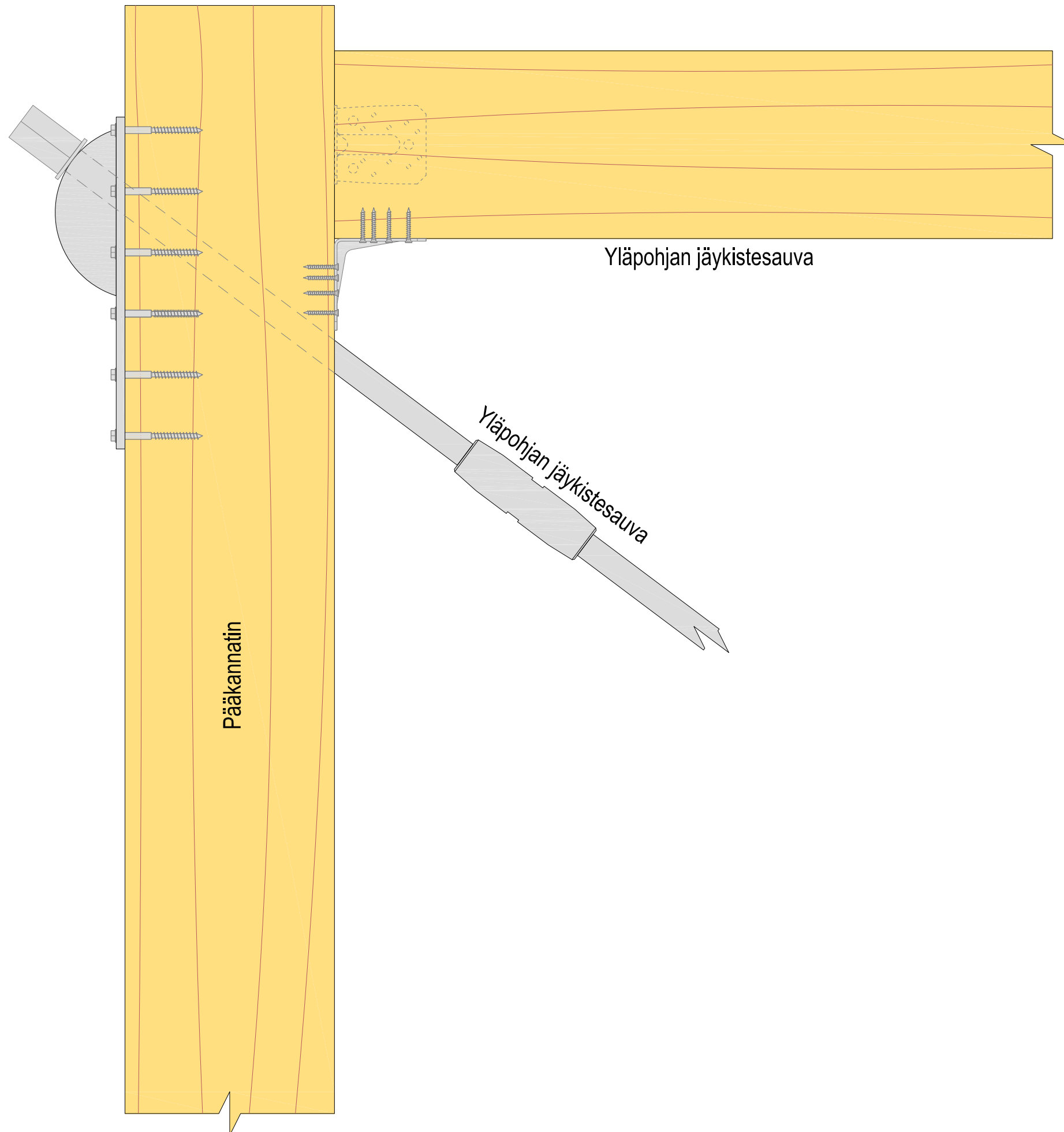
PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		1 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Seinän jäykistesauvan liitos perustukseen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DJ101		



PROJEKTI	SIVU
HallipES 1.0	2 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Jäykistesauvojen liitos pääkannattimeen	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	1 : 5
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DJ101	



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		3 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Yläpohjan jäykistesauvojen liitos pääkannattimeen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DJ101		

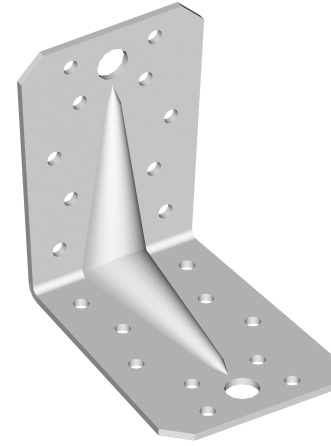


PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		4 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Yläpohjan jäykistesauvojen liitos pääkannattimeen		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		 Finnish Wood Research
DJ101		

Yläpohjan vetotanko



Puristussauvan kiinnityslevy



Seinän vetotanko



Vetotangon päätylevy



MITOITUSOHJEET

1.0 Yleistä

Puurakenteet mitoitetaan EC 5 mukaan

Teräsosat mitoitetaan osasta riippuen seuraavasti:

- EC 3 mukaan
- tai
- ETA:n mukaan
- tai
- Varmennustodistuksen mukaan

2.0 Teräslaatu

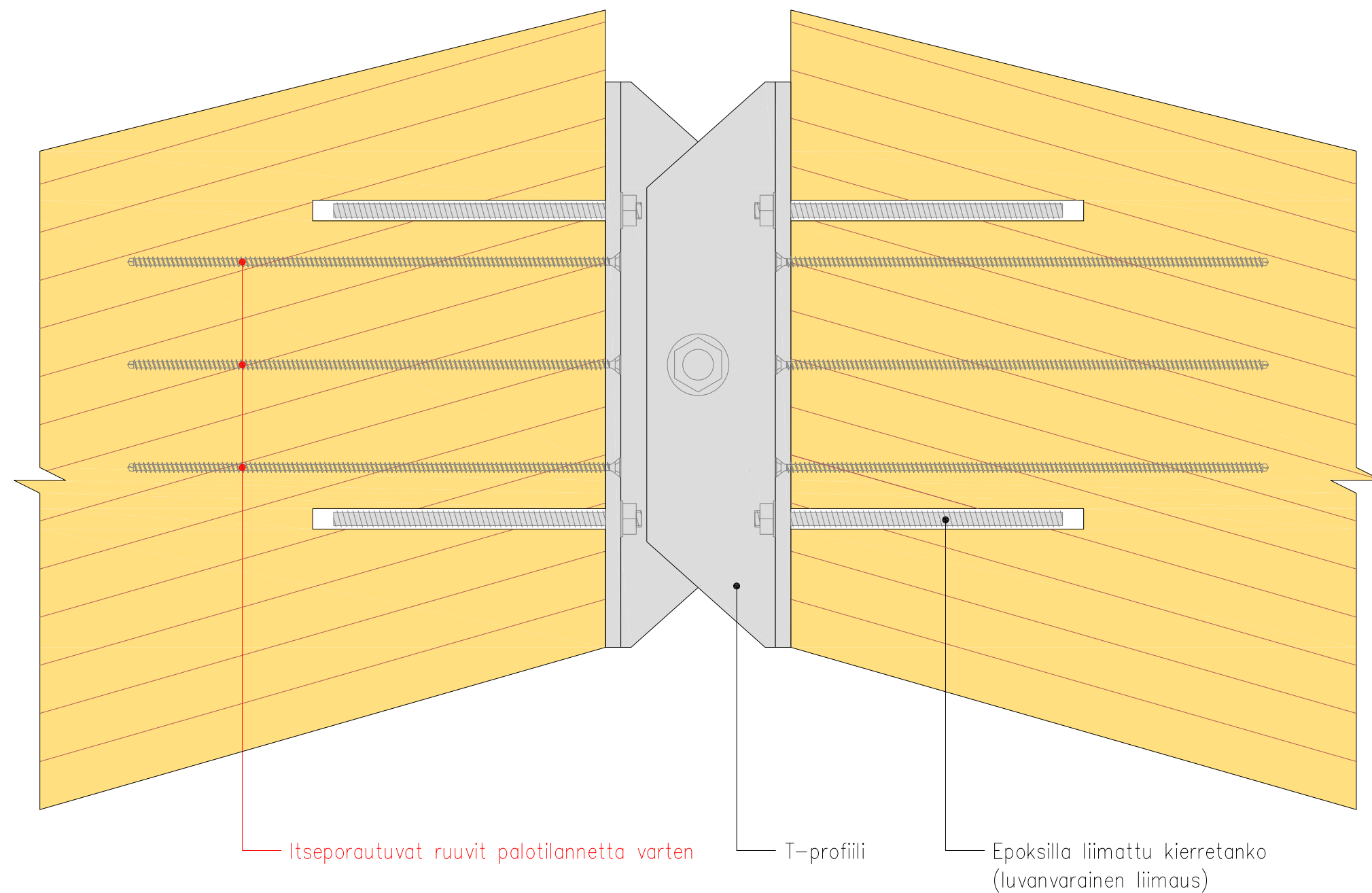
Teräsosien tulee olla hitsattavaa teräslaataa. Kierretangot 8.8 ja 10.9 eivät ole hitsattavia rakenneräksiä, joten näiden hitsaaminen on kielletty.

3.0 Palomitoitus

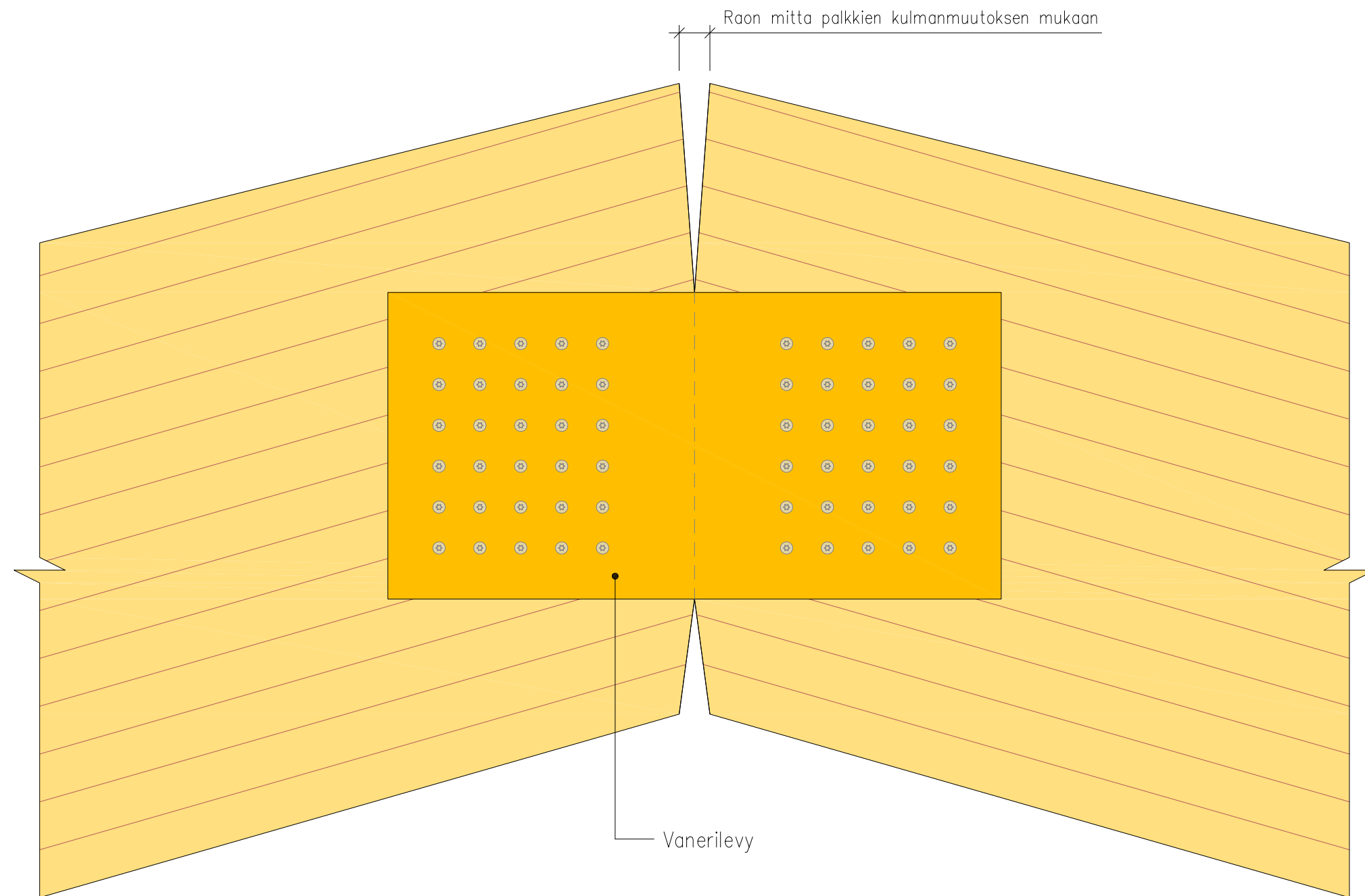
Mikäli liitokselta vaaditaan palonkestävyyttä, suojataan teräsosat osasta riippuen seuraavasti:

- Vetotangot palosuojamaalauksella teräsrakentamisen ohjeiden mukaan
- Puikkoliittimiä sisältävät liitososat puulevyllä tai puusoirolla. Palosuojaus voidaan mitoittaa ohjeen RIL 205-2-2009 mukaan.

PROJEKTI	SIVU
HalliPES 1.0	5 / 5
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Vetotankojäykisteen teräsosat	
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA
19.12.2014	
TUNNUS	 Finnish Wood Research
DJ101	



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		1 / 1
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Kolminivelkehän harjaliitos		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DHK001		



PROJEKTI		SIVU
HalliPES 1.0		1 / 1
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		
Kolminivelkehän harjaliitos		
PÄIVÄYS	MITTAKAAVA	 Finnish Wood Research
19.12.2014	1 : 5	
TUNNUS		
DHK002		

