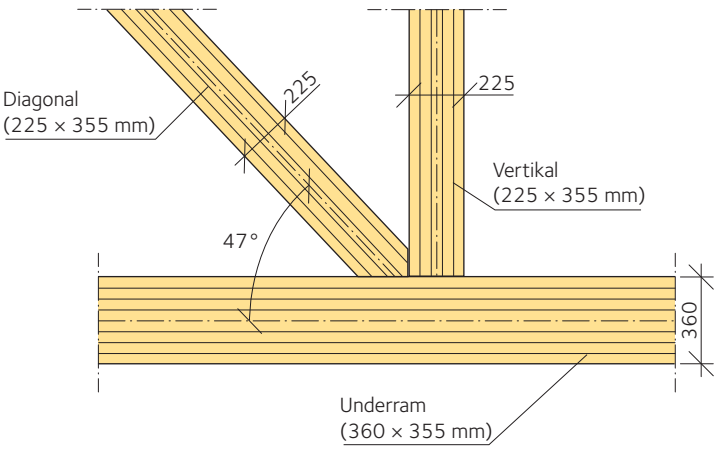


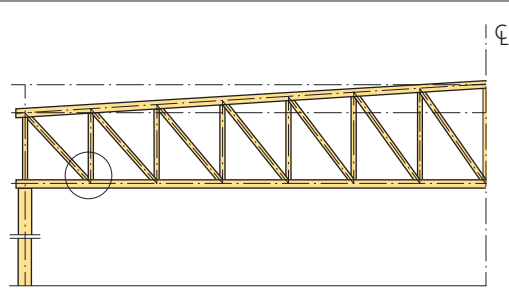
Exempel 21: Knutpunkt med inslitsade stålplåtar och dymlingar

21.1 Konstruktion, mått och dimensioneringsunderlag

Dimensionera knutpunkten med inslitsade stålplåtar och dymlingar enligt nedan.
Förbandet avser fackverket som dimensioneras i *exempel 8*.



Fackverket är av limträ, hållfasthetsklass	GL30c
Dymlingarna är av stål, stålsort	S355
Säkerhetsklass 3	$\gamma_d = 1$
Klimatklass 1	
Partialkoefficient för limträ	$\gamma_M = 1,25$
Partialkoefficient för stål	$\gamma_{M2} = 1,2$
Partialkoefficient för förband	$\gamma_{MC} = 1,3$



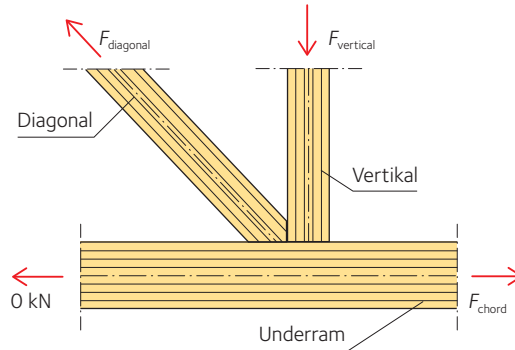
21.2 Inre krafter

Knutpunkten ska överföra följande krafter, se exempel 8:

$$F_{\text{vertical}} = 424 \text{ kN}$$

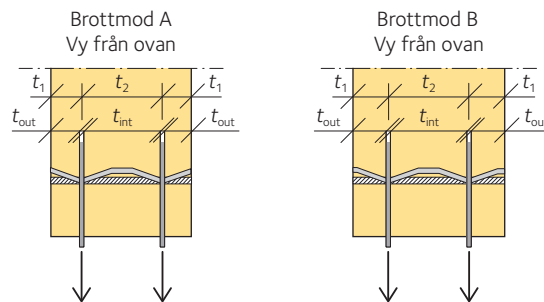
$$F_{\text{diagonal}} = 581 \text{ kN}$$

$$F_{\text{chord}} = 397 \text{ kN}$$



21.3 Dimensionering av förbandet

Välj avstånden mellan de inslitsade stålplåtarna så att sprödbrott kan undvikas. Sålunda bestäms bärförmågan av någondera brottmoderna nedan.



Stålsorten för både stålplåtarna och dymlingarna är S355.

Stålplåtar:

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$f_{\text{yd}} = 355 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{uk}} = 510 \text{ MPa}$$

Dymlingar:

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$f_{\text{yd}} = 355 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{uk}} = 510 \text{ MPa}$$

Hålkanthållfasthet (SS-EN 1995-1-1, ekvation 8.32):

$$f_{\text{h},0,\text{k}} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_{\text{k}} = 0,08 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) \cdot 390 = 28,14 \text{ MPa}$$

Dymlingarnas karakteristiska flytmoment (SS-EN 1995-1-1, ekvation 8.30):

$$M_{\text{y,Rk}} = 0,3 \cdot f_{\text{uk}} \cdot (d)^{2,6} = 0,3 \cdot 510 \cdot 12^{2,6} = 97850,4 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Minsta tjocklek för inre virkesdel, se tabell 13.10, sidan 11 i avsnitt 13:

$$t_{\text{int}} = 1,15 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,0,k} \cdot d}} = 1,15 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{97850,41}{28,14 \cdot 12}} = 78,3 \text{ mm}$$

Minsta tjocklek för yttre virkesdelar, se tabell 13.10, sidan 11 i avsnitt 13:

$$t_{\text{out,modeA}} = \sqrt{2 \cdot \frac{M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,0,k} \cdot d}} = \sqrt{2 \cdot \frac{97850,41}{28,14 \cdot 12}} = 24,07 \text{ mm}$$

$$t_{\text{out,modeB}} = 1,15 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,0,k} \cdot d}} = 1,15 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{97850,41}{28,14 \cdot 12}} = 78,3 \text{ mm}$$

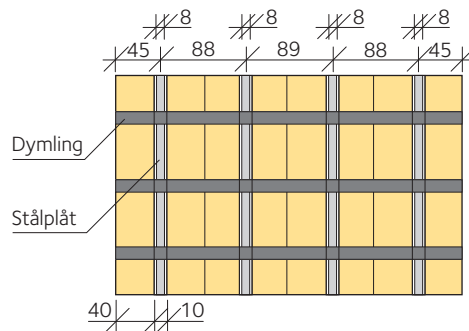
Välj 4 inslitsade stålplåtar, se figur 13.3, sidan 13 i avsnitt 13. Förbandets geometri visas nedan:

$$t_2 = 88 \text{ mm}$$

$$t_1 = 45 \text{ mm}$$

$$n_{\text{max}} = 1 + \frac{b - 2 \cdot t_1}{t_2} = 1 + \frac{355 - 2 \cdot 45}{88} = 4,01 \rightarrow n = 4$$

$$2 \cdot t_1 + 3 \cdot t_2 = 354 \text{ mm} < 355 \text{ mm} \quad \text{OK}$$



Eftersom $24 \text{ mm} < t_1 = 45 \text{ mm} < 78 \text{ mm}$ fås brottmod A, se tabell 13.10, sidan 11 i avsnitt 13.

Bärförmågan för en dymling, se tabell 13.10, sidan 11 i avsnitt 13:

$$R_{k,\text{out}} = f_{h,0,k} \cdot d \cdot t_1 \cdot \left(\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,\text{Rk}}}{f_{h,0,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right) = 28,14 \cdot 12 \cdot 45 \cdot \left(\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 97850,41}{28,14 \cdot 12 \cdot 45^2}} - 1 \right) = 9176,68 \text{ N}$$

$$R_{k,\text{int}} = 2 \cdot \left(1,15 \cdot 2 \cdot \sqrt{M_{y,\text{Rk}} \cdot f_{h,0,k} \cdot d} \right) = 2 \cdot 1,15 \cdot 2 \cdot \sqrt{97850,41 \cdot 28,14 \cdot 12} = 26442,98 \text{ N}$$

$$R_k = 2 \cdot R_{k,\text{out}} + (n - 1) \cdot R_{k,\text{int}} = 2 \cdot 9,2 + (4 - 1) \cdot 26,4 = 97,7 \text{ kN}$$

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_{\text{MC}}} = \frac{97,7 \cdot 0,8}{1,3} = 60,1 \text{ kN}$$

Dymlingraderna i varje förbandsdel
Minimivstånd:

$$a_{1,\min} = 5 \cdot d = 60 \text{ mm}$$

$$a_{2,\min} = 3 \cdot d = 36 \text{ mm}$$

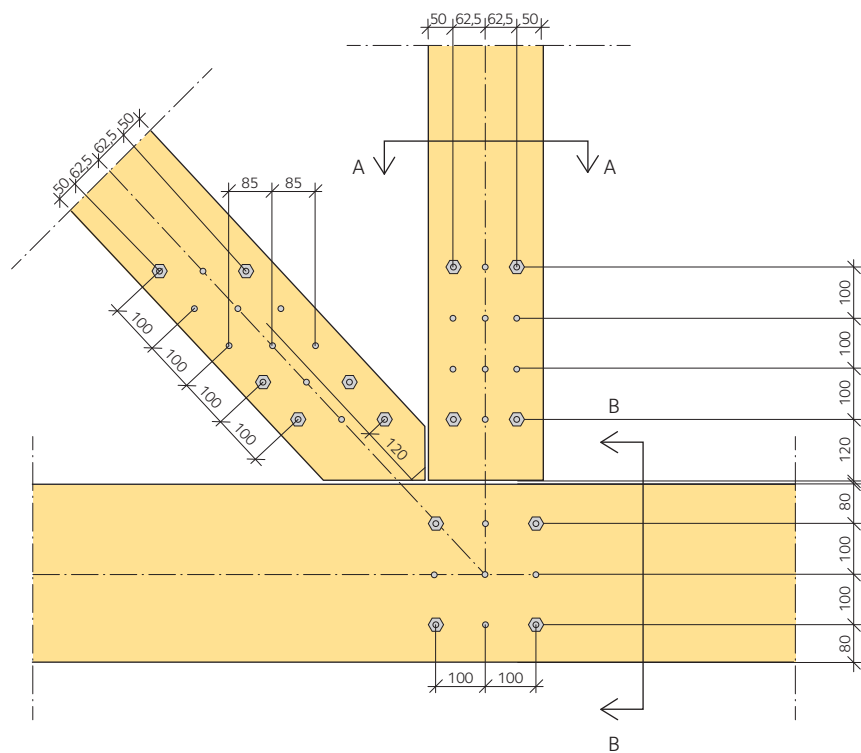
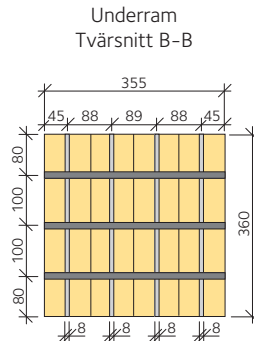
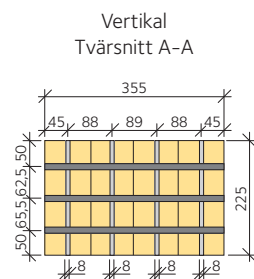
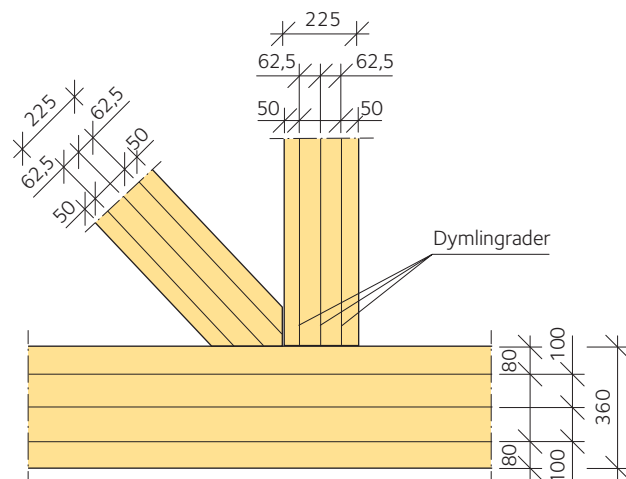
$$a_{3t,\min} = 7 \cdot d = 84 \text{ mm}$$

$$a_{4c,\min} = 3 \cdot d = 36 \text{ mm}$$

Varje element erhåller tre dymlingrader:

$$n_r = 3$$

Knutpunktens slutgiltiga geometri:



a) Dymlingförbandets bärförmåga

Antal dymlingar i varje rad

Diagonal:

$$n_{\text{diagonal}} = 5 \quad n_{\text{ef,diagonal}} = n_{\text{diagonal}}^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} = 5^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{100}{13 \cdot 12}} = 3,8$$

Vertikal:

$$n_{\text{vertical}} = 4 \quad n_{\text{ef,vertical}} = n_{\text{vertical}}^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} = 4^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{100}{13 \cdot 12}} = 3,1$$

Underram:

$$n_{\text{chord}} = 3 \quad n_{\text{ef,chord}} = n_{\text{chord}}^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} = 3^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{100}{13 \cdot 12}} = 2,4$$

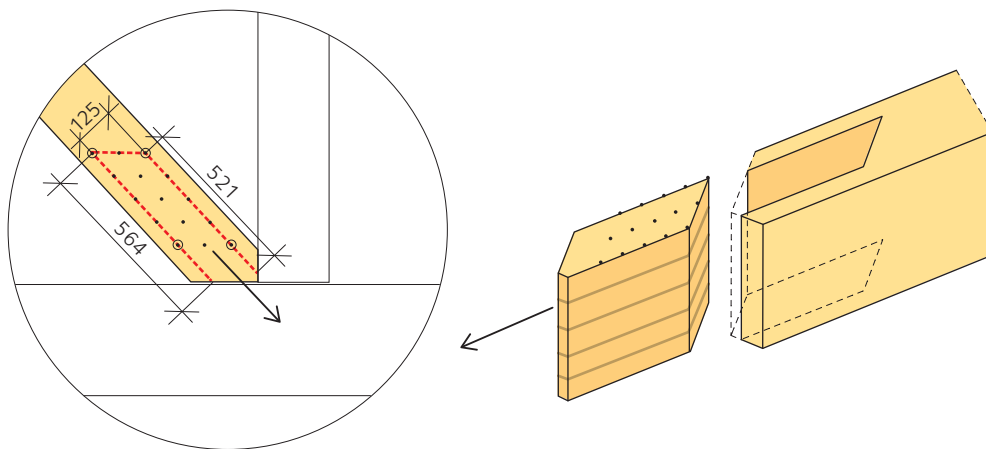
Kontrollera dymlingförbandets bärförmåga:

$$\frac{F_{\text{vertical}}}{n_r \cdot n_{\text{ef,vertical}} \cdot R_d} = \frac{424}{3 \cdot 3,12 \cdot 60,11} = 0,75 < 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{F_{\text{diagonal}}}{n_r \cdot n_{\text{ef,diagonal}} \cdot R_d} = \frac{581}{3 \cdot 3,81 \cdot 60,11} = 0,84 < 1 \quad \text{OK}$$

$$\frac{F_{\text{chord}}}{n_r \cdot n_{\text{ef,chord}} \cdot R_d} = \frac{397}{3 \cdot 2,41 \cdot 60,11} = 0,91 < 1 \quad \text{OK}$$

b) Blockskjuvning



Bärförmåga när brottet sker längs ytan som förenar de yttersta fästdonen:

$$F_{\text{bs,Rd}} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net,t}} \cdot f_{\text{t0,d}}, 0,7 \cdot A_{\text{net,v}} \cdot f_{\text{v,d}}) = \max(1,5 \cdot 31815 \cdot 12,48, 0,7 \cdot 303975 \cdot 2,24) = 595577 \text{ N}$$

där:

$$l_{\text{net,t}} = 125 - 2 \cdot \frac{d}{2} - d = 101 \text{ mm}$$

$$l_{\text{net,v}} = 564 - 5 \cdot d + 521 - 5 \cdot d = 965 \text{ mm}$$

$$\Sigma t = 355 - 4 \cdot (t + 2) = 355 - 4 \cdot (8 + 2) = 315 \text{ mm}$$

$$A_{\text{net,t}} = l_{\text{net,t}} \cdot \Sigma t = 101 \cdot 315 = 31815 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{net,v}} = l_{\text{net,v}} \cdot \Sigma t = 965 \cdot 315 = 303975 \text{ mm}^2$$

Kontrollera bärförmåga vid blockskjuvning (SS-EN 1995-1-1, annex A):

$$\frac{F_{\text{diagonal}}}{F_{\text{bs,Rd}}} = \frac{581}{595,58} = 0,97 < 1 \quad \text{OK}$$

Det föreslagna förbandet har tillräcklig bärförmåga. Öka ändå antalet dymlingar i knutpunktens varje element med 10 – 15 procent för att uppta eventuella böjmoment och excentricitet i förbandet, se *Projektering av limträkonstruktioner, avsnitt 8*.