

Deel 1: Oefenopgaven over het berekenen van de sterkte van boutverbindingen bij afschuiving, stuik en trek en de grenskrachten bij bouten en plaatmateriaal.

Gebruik hierbij de reader:

https://techniekvenlo.nl/resource/file/normal/ee66296eccd8bfb4280e104bdccb6ac764b30dfd_Engineering-Sterkteberekening-van-bouten-hoeklassen-en-constructies-by-PP-2023-2024.pdf

Opgave 1 (code 64056-10)

Zie figuur:

Drie strippen worden met elkaar verbonden met 4 bouten klasse 8.8.

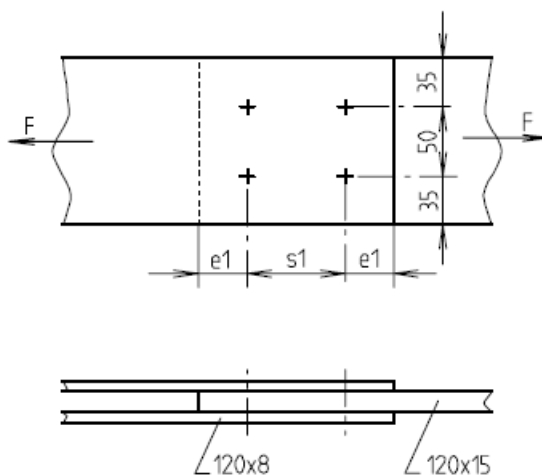
De bouten zijn voorzien van gerolde draad en het afschuifvlak snijdt de schroefdraad.

Op de verbinding staat een trekkracht van 300 kN.

$e_1 = 1,5 d_0$ en $s_1 = 2,5 d_0$ (d_0 is gatdiameter in de strip)

Voor e_2 en s_2 zie tekening.

Bepaal nu door berekeningen wat de minimale boutdiameter moet zijn: bereken de bouten op afschuiving en stuik.



Opgave 2 (code 64056-10)

Zie figuur.

Twee strippen worden met 6 bouten met elkaar verbonden.

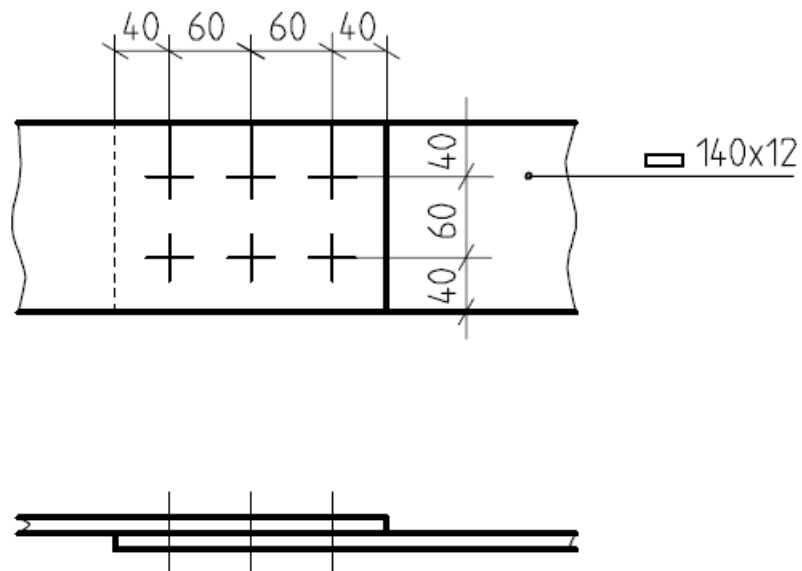
Van de bouten is bekend: M16 klasse 8.8

Het strip materiaal is S235.

Bereken de maximale trekkracht op de strippen als je uitgaat van:

- Afschuiving op de bouten
- Stuik tussen de bouten en een strip
- Als de maximale trekspanning op een strip is 140 N/mm^2

Welke kracht is nu bepalend?



Opgave 3

De trekkracht op de strippen is 720 kN.
 Stripmateriaal is S355 en de toelaatbare trekspanning van een strip is 250 N/mm^2
 Neem voor de afstanden: e_1 , e_2 , p_1 en p_2 de voorkeursafstanden.

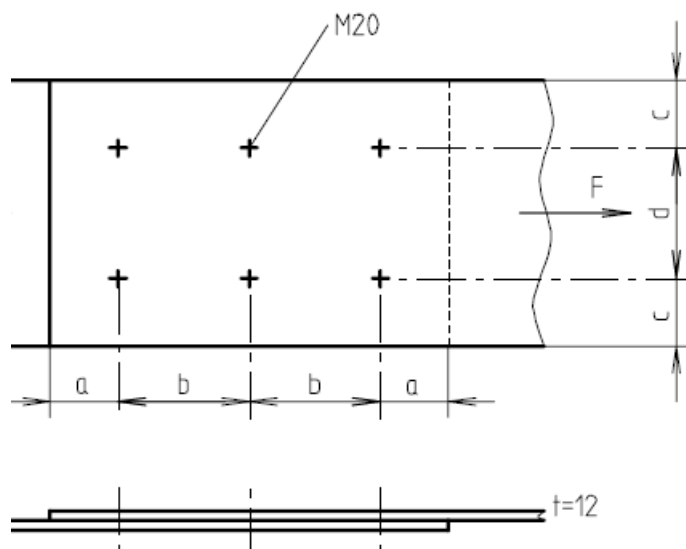
3.1 Noteer de waarden voor: a, b, c, d

3.2 De bouten worden belast of afschuiving. Bereken de benodigde kwaliteitsklasse als de steeldoorsnede wordt gebruikt.

3.3 Controleer nu d.m.v. een berekening wat de stuikbelasting is wat de bouten aan kunnen. is dit voldoende?

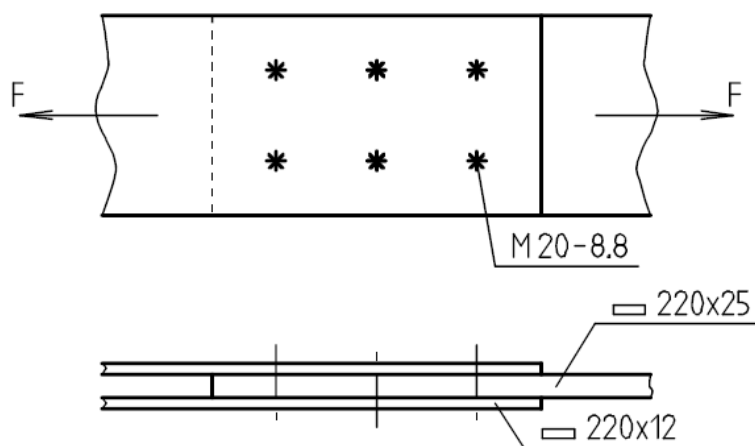
3.4 Toon doormiddel van een berekening aan of de toelaatbare trekspanning op een strip niet wordt overschreden.
 Wat is jouw conclusie?

3.5 Bereken hoe breed een strip moet zijn zodat de toelaatbare trekspanning niet wordt overschreden.



Opgave 4 (Code 64056-5)

De trekkracht is 900 kN.
 Het afschuifvlak bij de
 bouten ligt bij de steel.
 De bouten zijn op minimum
 afstanden geplaatst.
 Strip materiaal is S235.

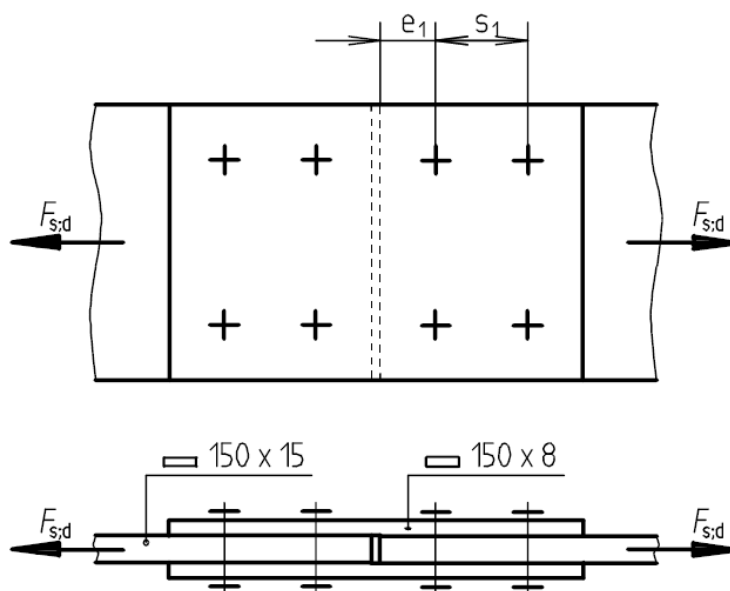


- 4.1 Controleer d.m.v. berekeningen of de constructie bestand is tegen afschuiving en stuik.
- 4.2 Controleer of het stripmateriaal de trekkracht aan kan.

Opgave 5 (Code 64056-5)

In de constructie is gekozen
 voor M16 bouten klasse 8.8
 Neem voor de afstanden e_1
 en s_1 de minimum waarden.

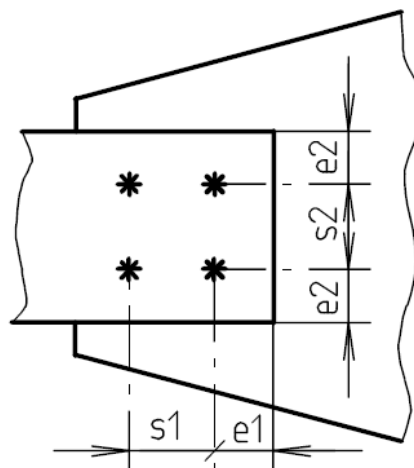
- 5.1 Afschuiving vind plaats bij de schroefdraad.
- 5.2 Kan de constructie een trekkracht aan van 400 kN



Opgave 6 (code 64056-3)

Zie figuur:

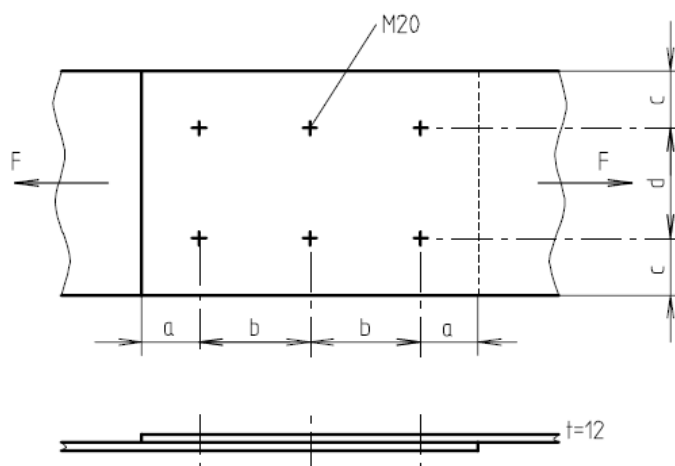
- 6.1 Bepaal m.b.v. de tabel blz. 8 uit de reader de voorkeursafstanden van e_1, e_2 , de steek s_1 (p_1) en de steek s_2 (p_2).
- 6.2 Bepaal nu eerst de waarde van d_0 , dan de materiaaldikte van de strip. Neem $M??$ en een Boutklasse??
- 6.3 Bereken nu de afschuifkracht en de stuikkracht die de bouten aan kunnen.
- 6.4 Stripmateriaal is S235. Bereken de maximale trekkracht op de strip.



Opgave 7 (code 64056-5)

Zie figuur:

- 7.1 Bepaal de maximale waarden van a, b, c end als de strip in een vochtige omgeving wordt gebruikt.
- 7.2 Als de trekkracht $F = 420$ kN bereken dan de benodigde klasse van een bout.
- 7.3 Wat is de maximale stuikkracht wat de bouten kunnen opvangen.
- 7.4 Voldoet het materiaal S235 voor de strip?



Deel 2

Het berekenen van Hoek-Lassen uitgaande van de 6 basisgevallen en de spanningen in het moedermateriaal:

Eerst een paar opgaven met uitwerkingen:

Gebruik de reader:

https://techniekvenlo.nl/resource/file/normal/ee66296eccd8bfb4280e104bdccb6ac764b30dfd_Engineering-Sterkteberekening-van-bouten-hoeklassen-en-constructies-by-PP-2023-2024.pdf

De 6 basisgevallen staan ook op pagina

Opgave 1 (code 64056-2)

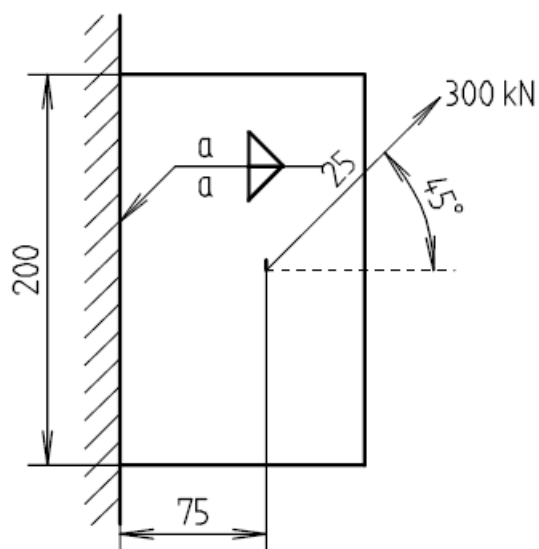
Een 15 mm dikke plaat is gelast aan een kolom met een dubbele hoeklas.

De plaat met de hoeklas wordt belast door een trekkracht van 300 kN

De kracht werkt onder een hoek van 45 graden.

Het gebruikte materiaal is S235.

Bereken de maat a van de



Uitwerking:

$$F_h = F_v = \frac{300}{\sqrt{2}} = 212,13 \text{ kN}$$

$$\text{basisgeval 1 } \tau_{\text{evenwijdig}} = \frac{212,13 \times 1000}{2 \times a \times 200} = \frac{530}{a}$$

$$\text{basisgeval 3 } \tau_{\text{evenwijdig}} = \sigma_{\text{lloodrecht}} = \frac{0,354 \times 212,13 \times 1000}{a \times 200} = \frac{375}{a}$$

$$\text{basisgeval 4 } \sigma_{\text{lloodrecht}} = \frac{2,12 \times 212,13 \times 1000 \times 75}{a \times 200^2} = \frac{843}{a}$$

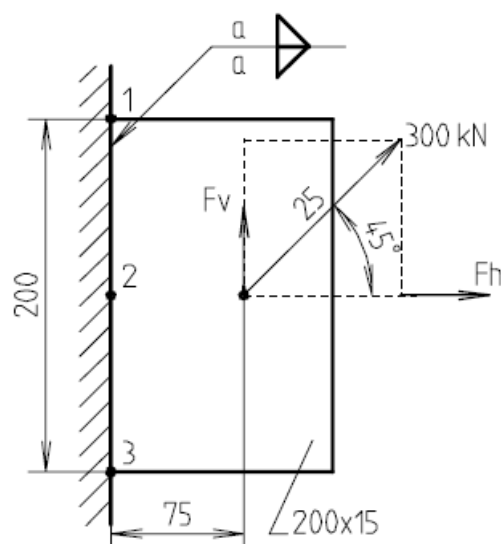
$$\sigma_{\text{lloodrecht}} \text{ totaal} = \frac{1218}{a}$$

$$\sigma_{w;s;d} \leq 208 \quad \sigma_{w;s;d} = \sqrt{\left(\frac{1218}{a}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{375}{a}\right)^2 + \left(\frac{530}{a}\right)^2}$$

$$a = \frac{1658}{208} = 7,9 \quad \text{neem } a = 8 \text{ mm}$$

Opgave 2 (code 64056-2)

Controleer of het moedermateriaal S235 van de afgebeelde lasverbinding voldoet voor wat betreft de optredende spanningen.



Uitwerking:

Op het moedermateriaal waarmee de las is verbonden werkt een trekspanning, een afschuifspanning en een buigspanning.

Er is buiging t.o.v. de verticale as.

$W_b = 1/6 \cdot b \cdot h^2$ waarbij de breedte is 15 en de hoogte is 200

$$\text{t.g.v. } F_h \quad \sigma_t = \sigma_x = \frac{212,13 \times 10^3}{200 \times 15} = 70,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{t.g.v. } F_v \quad \tau_d = \tau_z = \frac{3 \times 212,13 \times 10^3}{2 \times 15 \times 200} = 106,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d = \sigma_x = \frac{212,13 \times 75 \times 10^3}{\frac{1}{6} \times 15 \times 200^2} = 159 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{punt 3} \quad \sigma_x = 159 + 70,7 = 229,7 \text{ N/mm}^2 \quad \leq f_{y;d} = 235 \quad \text{dus voldoet}$$

$$\text{punt 2} \quad \sigma_x = 70,7 \text{ N/mm}^2 \quad \leq f_{y;d} = 235 \quad \text{dus voldoet}$$

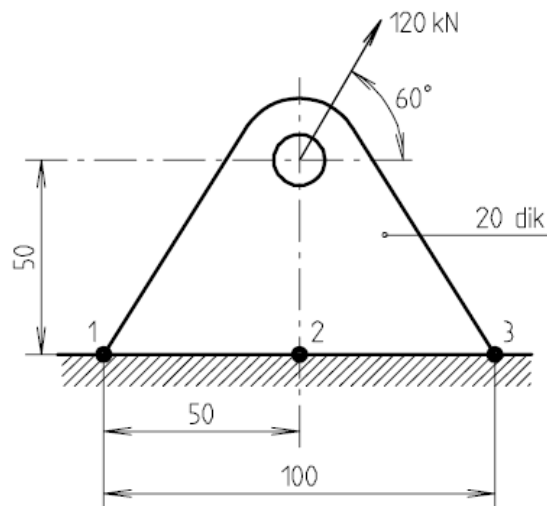
$$\tau_z = 106,1 \quad \leq 0,58 \times 235 = 136 \quad \text{dus voldoet}$$

Opgave 3 (code 64056-9)

Een trekoog wordt aan een profiel gelast over de volle lengte van 100 mm met een dubbele hoeklas.

De belasting is een trekkracht van 120 kN. het materiaal is S235.

Bereken de benodigde lashoogte.



Uitwerking:

$$F_h = 60$$

$$F_v = 103,9$$

$$\tau_{\perp} = \frac{60 \times 10^3}{2 \times a \times 100} = \frac{300}{a} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,354 \times 103,9 \times 10^3}{a \times 100} = \frac{367,9}{a} \text{ N/mm}^2$$

$$M_b = 60.000 \times 50 = 3 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{2,12 \times 3 \times 10^6}{a \times 100^2} = \frac{636}{a} \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{\perp} + \tau_{\perp} \text{ totaal } \frac{367,9}{a} + \frac{636}{a} \approx \frac{1004}{a} \text{ N/mm}^2$$

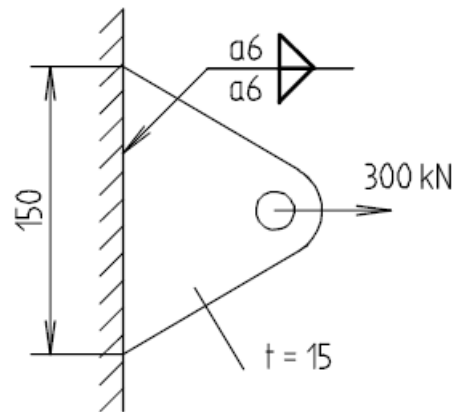
$$\sigma_{w;s;d} = \frac{\sqrt{\left(\frac{1004}{a}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{1004^2}{a^2} + \frac{300^2}{a^2}\right)}}{\sqrt{3}} \approx 1427 \times a$$

$$f_{w;u;d} = 208 \Rightarrow a \geq 1427/208 = 6,8 \Rightarrow \text{neem } a = 7 \text{ mm}$$

Opgave 4 (code 64056-5)

Zie figuur:

- 4.1 Controleer de lasdikte uitgaande van de spanningen in het moedermateriaal. Materiaal S235.
- 4.2 Bereken de spanning in de lasnaad. Is deze toelaatbaar?



Oplossing: 4.1

$$a \geq \frac{0,866 \cdot t \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot f_y}{f_u} \text{ waarbij:}$$

- t = dikte van de plaat, β_w = correlatiefactor, zie tabel blz. 40 uit de reader.
- γ_{M2} = een veiligheidsfactor en is meestal 1.25,
- f_y is de rekgrens van het zwakste materiaal,
- f_u is de treksterkte van het zwakste lasonderdeel.

Oplossing 4.2

Controleer Basisgeval 3

Opgave 5

Toetsopgaven: Berekenen van hoeklassen:

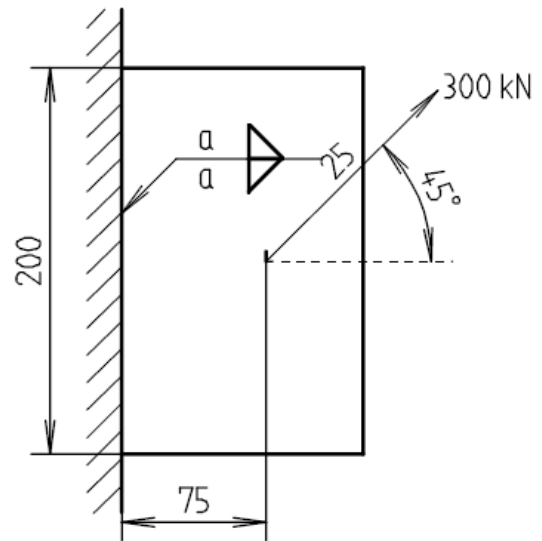
Opgave 1

Gegeven:

Een plaat van 15 mm dik wordt gelast aan een kolom. Een trekkracht is 300 kN en werkt onder een hoek.

Het gebruikte materiaal is S235.

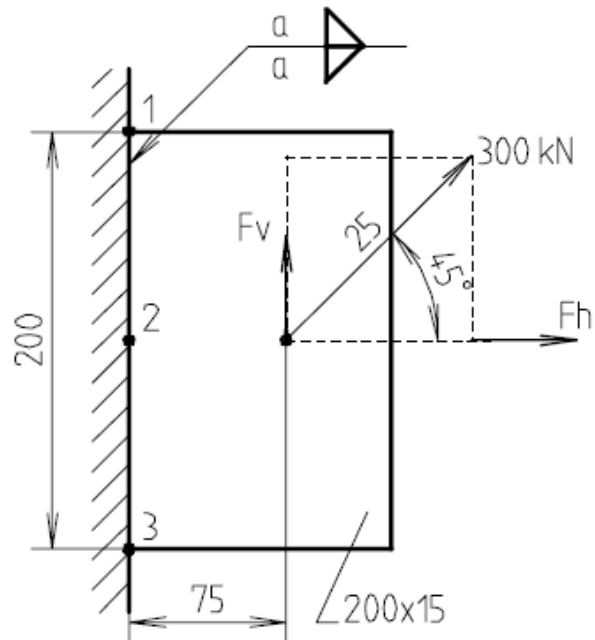
Bereken de benodigde lasdikte.
(Vergeet het buigend moment niet!)



Opgave 2

Zie tekening:

Controleer of het moedermateriaal S235 voldoet i.v.m. de optredende spanningen in de lassen.



Opgave 3

Gegeven een schetsplaat van materiaal S235.
De schetsplaat wordt belast met een horizontale kracht $F_H = 150 \text{ kN}$ en verticale kracht $F_V = 50 \text{ kN}$.

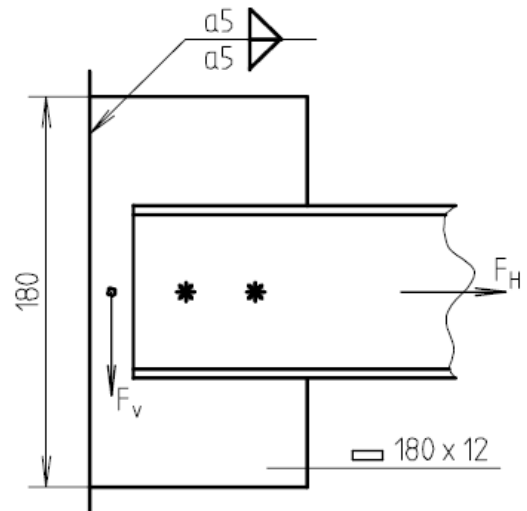
De lasdikte is 5 mm.

Bereken en controleer de trekspanning in het materiaal van de schetsplaat.

Bereken en controleer de schuifspanning in de schetsplaat.

Houd bij de schuifspanning rekening met een veiligheidsfactor van 3!

Controleer de lasdikte.



Opgave 4

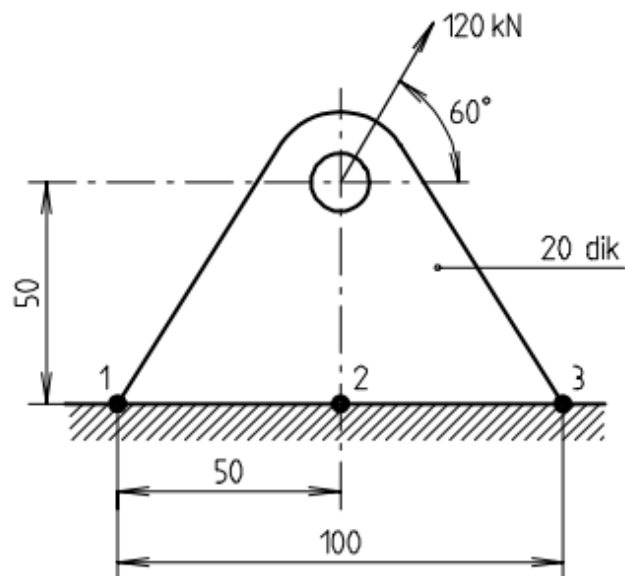
Gegeven:

Een hijs-oog gemaakt van S235 met een dikte van 20 mm is gelast aan een IPE balk.

Over de volle lengte van 100 mm is een dubbele hoeklas gelegd.

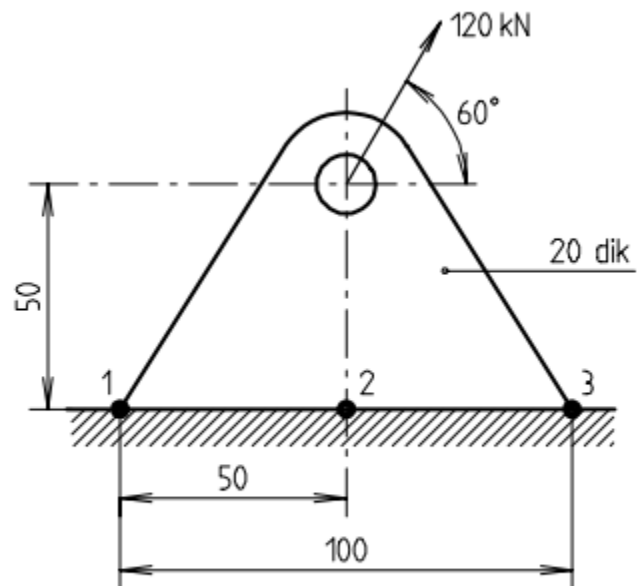
De belasting is in de tekening aangegeven.

Bereken de benodigde lashoogte.



Opgave 5

Controleer of het moedermateriaal voldoet om de optredende spanningen op te vangen:

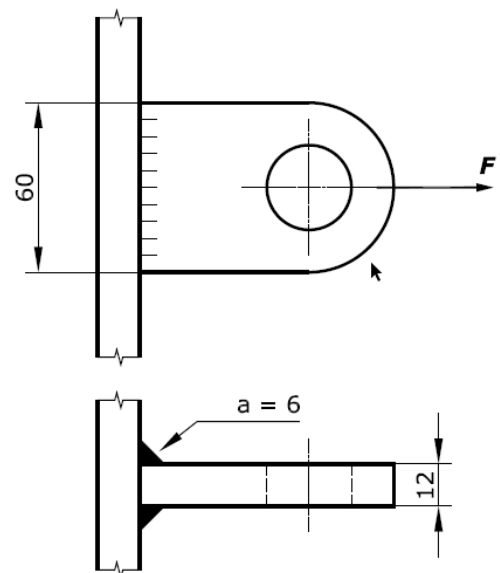


Opgave 6

Een hijs-oog gelast aan een plaat met dubbele hoeklas.

Het materiaal is S 235.

Mag de lasverbinding belast worden met een kracht van 36 kN?

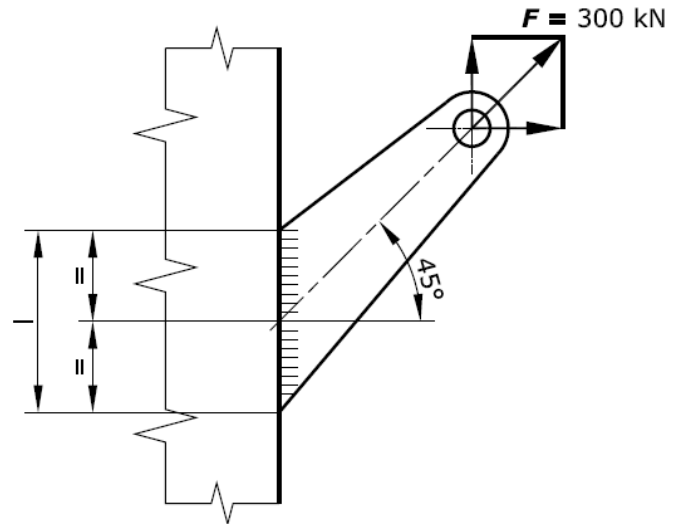


Opgave 7

Een constructie gemaakt van S235 is gelast met een dubbele hoeklas met lasdikte van 5 mm.

Buigende momenten worden hier verwaarloosd.

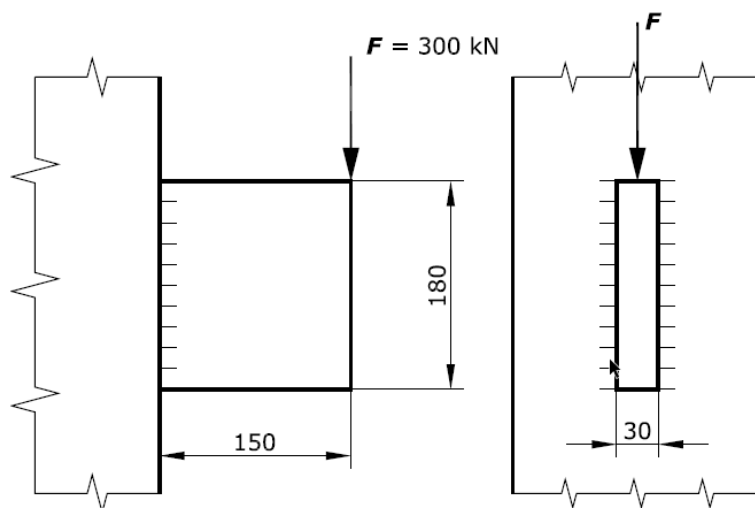
Bereken de benodigde laslengte.



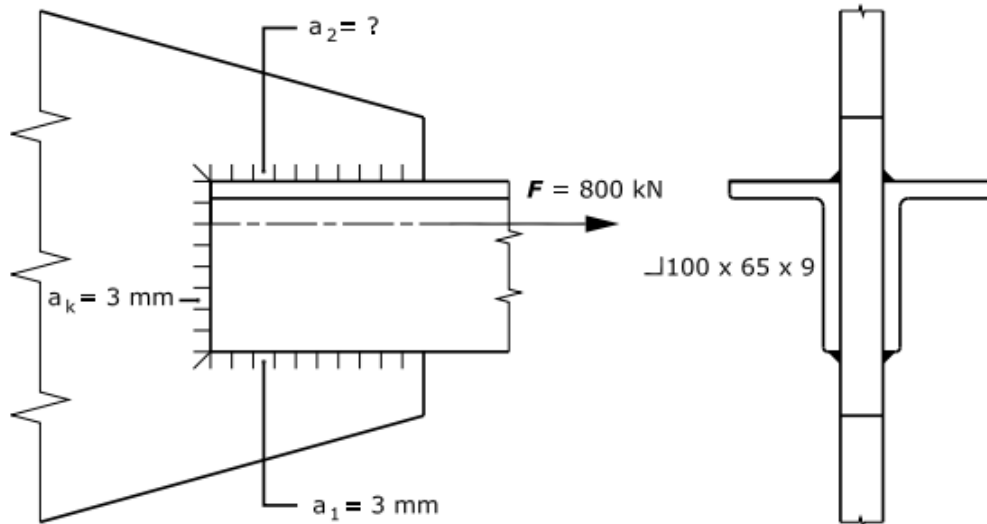
Opgave 8

Een constructie gemaakt van S235 is gelast met een dubbele hoeklas.

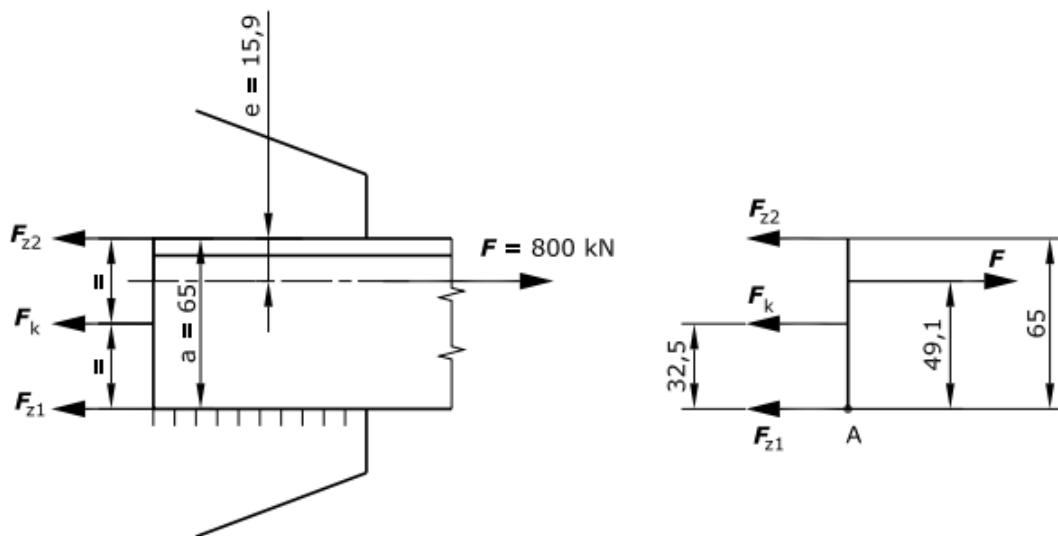
Bereken de benodigde lasdikte.



Opgave 9



Afb. a



Afb. b

Gegeven:

Een schetsplaat met 2 ongelijkbenige hoekprofielen van 100 x 65 x 9 gemaakt van S235.

De totale kracht op de kop-las en de beide zij-lassen $F = 800$ kN bestaat uit F_k en F_{z1} en F_{z2}

$$\text{Dus } F = F_k + F_{z1} + F_{z2}$$

Bereken eerst de kracht F_k die op de kop-las mag werken.

Bereken daarna F_{z2} m.b.v. de evenwichtsvoorwaarden $\rightarrow \sum$ momenten t.o.v. A = 0

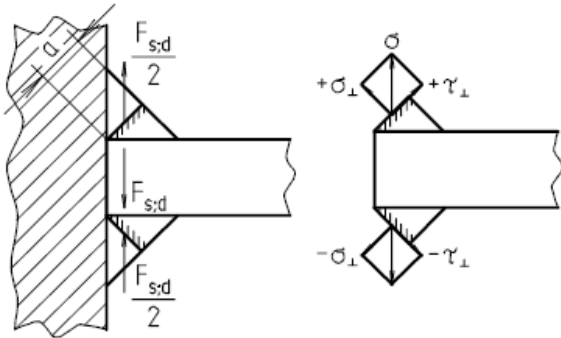
bereken daarna F_{z1}

Bereken de laslengte l_1 van de zij-hoeklas.

Bereken de lasdikte a_2 van de zij-hoeklas.

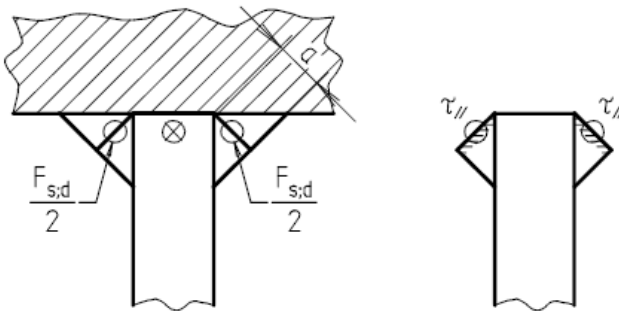
Er zijn 6 basisgevallen bij de sterkte berekening van hoeklassen:

Basisgeval 1:



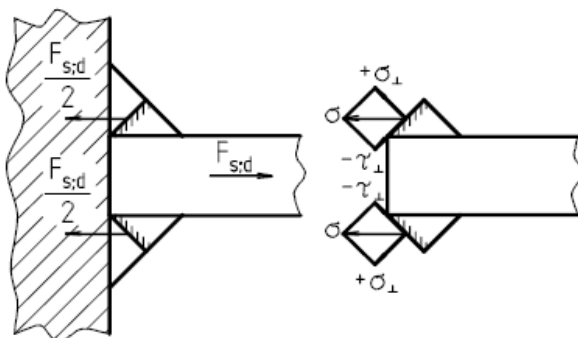
$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,354 \times F_{s;d}}{a \times l}$$

Basisgeval 2:



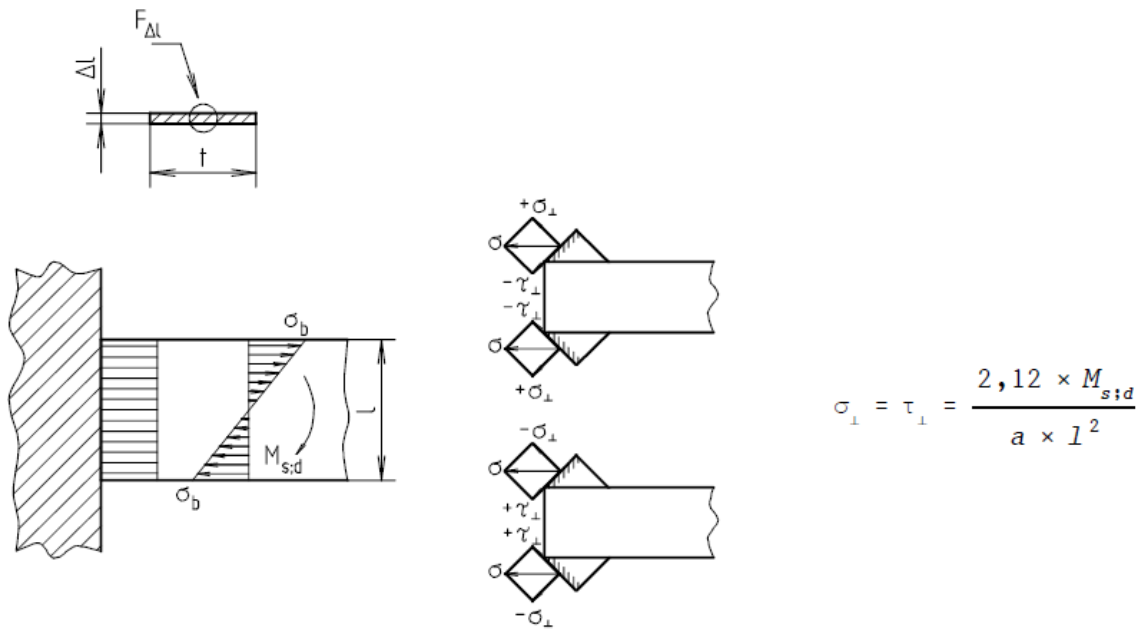
$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{s;d}}{2 \times a \times l}$$

Basisgeval 3:

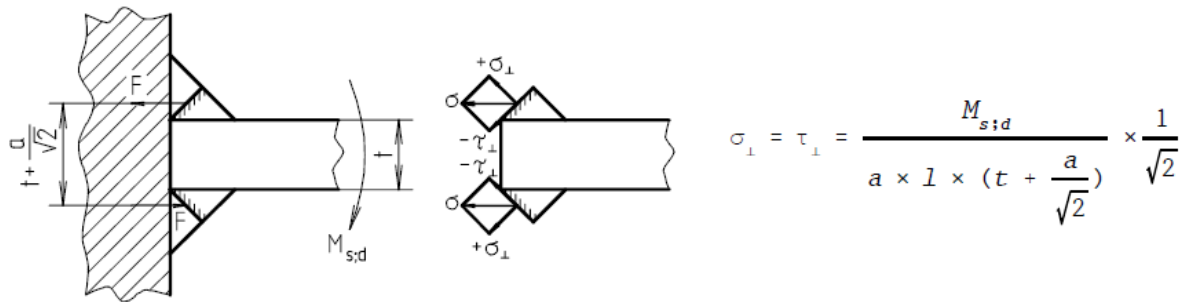


$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{0,354 \times F_{s;d}}{a \times l}$$

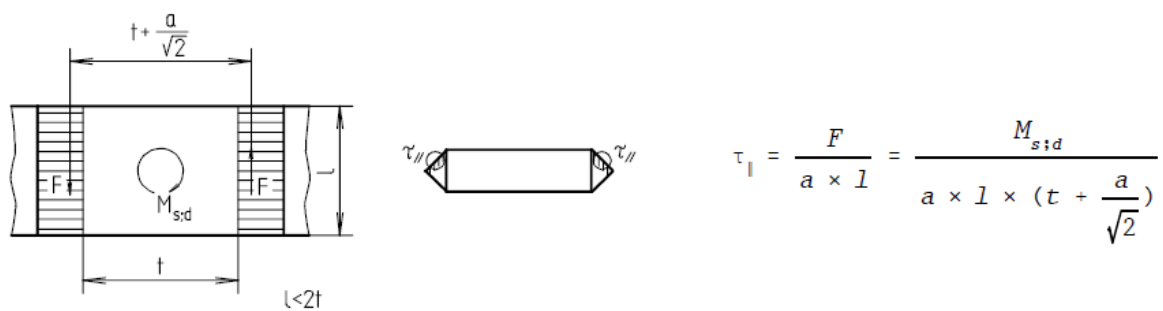
Basisgeval 4:



Basisgeval 5:



Basisgeval 6:



Het controleren van het moedermateriaal:

Als de spanningen in het moedermateriaal doorslaggevend zijn voor de lasdikte,

Gebruikt men de volgende formule:

$$a \geq \frac{0,866 \cdot t \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2} \cdot f_y}{f_u} \text{ waarbij:}$$

- t = dikte van de plaat, β_w = *correlatiefactor*, zie tabel blz. 40 uit de reader:
- γ_{M2} = *een veiligheidsfactor en is meestal 1.25*,
- f_y is de rekgrens van het zwakste materiaal,
- f_u is de treksterkte van het zwakste lasonderdeel.

Brongegevens: Bouwen met staal:

Afspraken in de NEN 6770 en NEN 6772