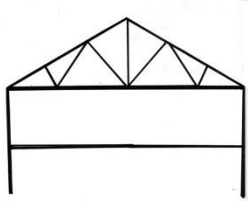


Projectopdracht Staalbouw:

Constructieleer Leerjaar 4



Gegeven:
Gegevens van het spant:



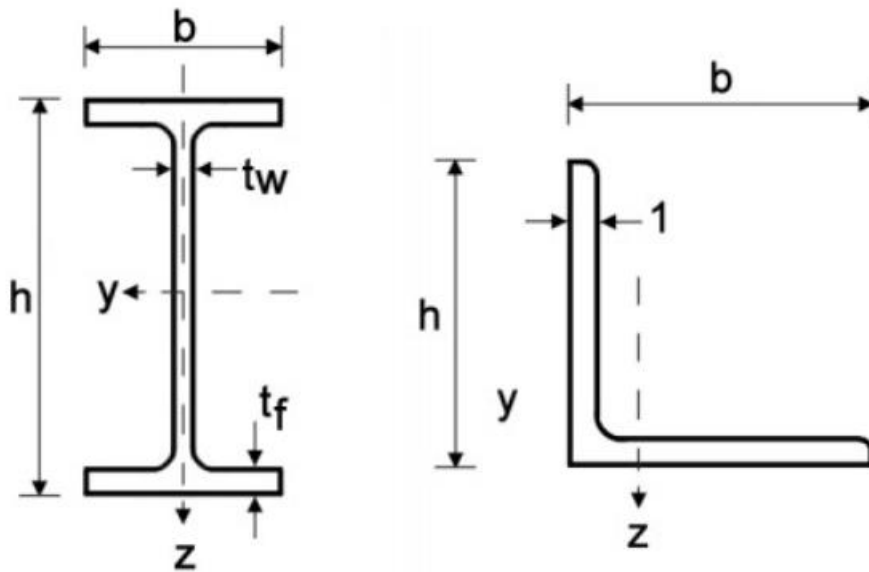
Hoogte tot aan de nok is 11,32 m
Hoogte dakspant is 3,32 m
Totale breedte is 10 m.
Hoogte van de versterkingsvloer is 4 m.

Er wordt een constructie gemaakt bestaande uit twee gelijke spanten waarbij de spanten 8 m uit elkaar staan.

De horizontale verbindingen tussen de twee spanten (de gordingen) bestaan uit IPE-balken van 8 meter die gestut moeten worden.



De knooppunt-verbindingen bestaan uit schetsplaten met boutverbindingen.
Een spant met de knooppunten bestaat uit IPE -balken en gelijkbenige hoekstaven.



De dakbelasting is gelijkmatig verdeeld: neem voor q een waarde aan tussen 700 N/m^2 - 900 N/m^2

Gevraagd:

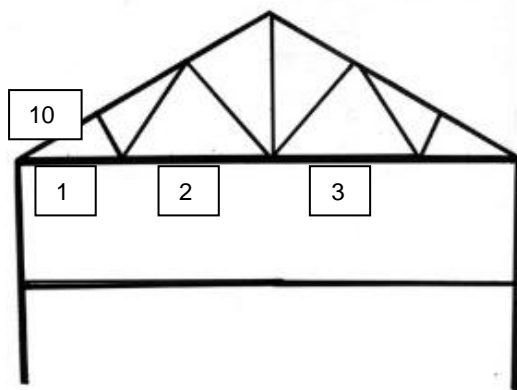
Opdracht 1

Vul in : $q = \dots\dots\dots$ N/m²

Teken een spant op schaal m.b.v. Solid Works.
Het spant bestaat uit 17 stangen. Hoe je de stangen verdeeld is een vrije keus.
Begin linksonder met nummeren en neem eerst de buitenste stangen.

Bereken het dakoppervlak.

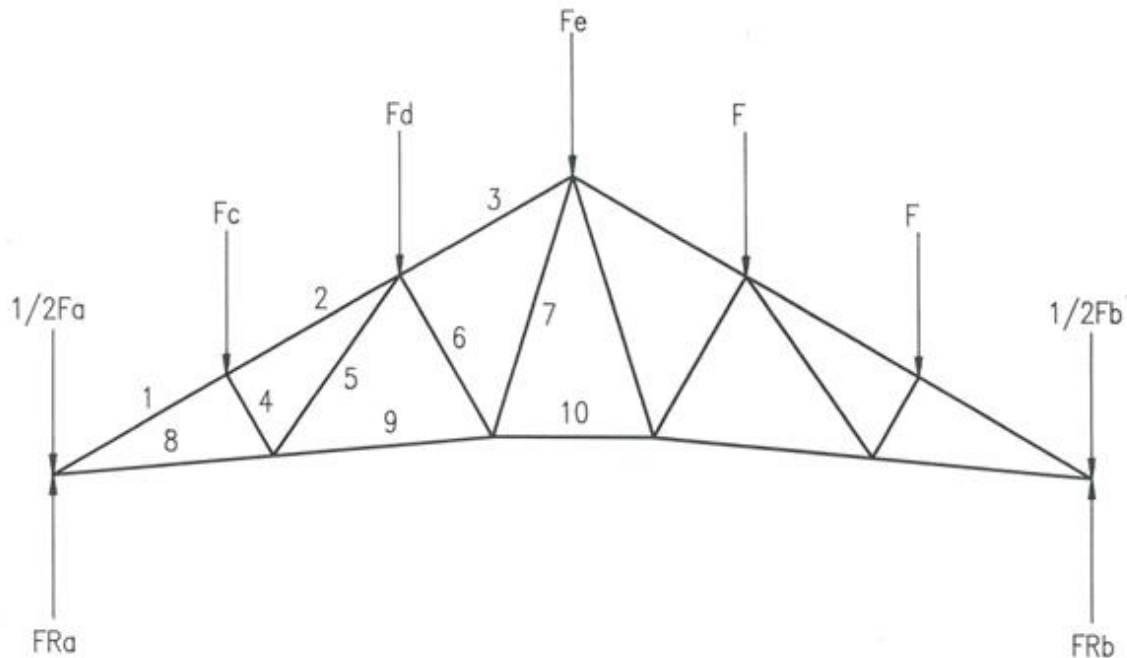
Vul in : $A = \dots\dots\dots$ m²



Vul in het totale gewicht van het dak, $Q = \dots\dots\dots$ kN.

Bereken nu de krachten op één spant waarbij geldt dat één spant het totale gewicht van de dakconstructie moet kunnen dragen (veiligheidseis). (We verwaarlozen nu nog het eigen gewicht van de profielen en het gewicht van de vloer)
→ Bereken het totale gewicht Q van het geprojecteerde dakoppervlak.
→ Dit gewicht wordt over de dak-knooppunten gelijkmatig verdeeld.

Een voorbeeld:



Uitleg hoe het gewicht te verdelen over de knooppunten.

Stel $Q = 6000 \text{ N}$. Er geldt dat: $F_a = F_b = F_c = F_d$ etc.. Er zijn 6 knooppunten omdat A en B samen voor één tellen. Dus kracht in één knooppunt = 1000 N .
Dus $1/2F_a = 1/2F_b = 500 \text{ N}$ en $F_c = F_d = F_e = F_f = F_g = 1000 \text{ N}$

Nu de opdrachten:

Verdeel jouw gewicht over de knooppunten.

Teken het Cremonadiagram en maak een tabel met de staafkrachten.

Elk groepslid tekent een eigen Cremonadiagram, vergelijk onderling de tabel-waarden. Met de waarden uit het Cremonadiagram ga je de onderstaande tabel met de knikkrachten invullen. Bereken voor elk profiel het benodigde traagheidsmoment en bepaal welk profiel voldoet. Controleer met het bekende stappenplan de knikkracht per profiel.

Maak één tabel met Excel → groepsopdracht..

Tabel Knik belasting.			Berekening												
			$I=0,81 \cdot F_k \cdot l_k^2$				Euler			Knik		vloeigrens			
stang	Kracht	Lengte	I_{prak}	I_{y}	A	i_y	λ	Fknik	Fknik	Fknik	spanning		ω	λ_e	λ_{rel}
	Fk in N	Lk in m	mm ⁴	mm ⁴	mm ²	mm		N	70%	60%	N/mm ²	N/mm ²			
1															
2															
3															

Dus opleveren:

- per groepslid een Cremonadiagram.
- één tabel met de stangkrachten per groepslid gecombineerd.
- één ingevuld Excelblad volgens bovenstaande tabel.
- voor elke stang moet de knikkracht worden gecontroleerd volgens knikstappenplan.

Hieronder het stappenplan om knik te controleren, in het kort:

- Bepaal de waarden voor A, L_{buc} , i_y , i_z , λ_e (afhankelijk van materiaalsoort) en $f_{y,d}$ (=rekgrens)
- Kniklengte
- Instabiliteit tabel 1.1
- Slankheid $\lambda_y = L_{\text{buc}}/i_y$
- Rel slankheid $\lambda_{\text{rel}} = \lambda/\lambda_e$
- Knikfactor ω_{buc} tabel
- Max toelaatbare normaalkracht
- $N_{c,s,d} = A \cdot f_{y,d} \cdot \omega$ ($F = A \cdot \sigma \cdot$ correctiefactor)

Opdracht 2

Bereken de optredende staafkrachten m.b.v. **de Snede methode van Ritter en/of de knooppunt-methode.**

Geef aan per groepslid wie welke stang berekend!

Maak weer één tabel met de staafkrachten die zijn berekend in combinatie met je uitkomsten van de cremonadiagrammen.

Dus opleveren:

- één tabel met staafkrachten berekend en gecontroleerd via de cremonadiagrammen.

Opdracht 3 Groepsopdracht

Zoals je weet is er nog geen rekening gehouden met het eigen gewicht en allerlei veiligheidsfactoren.

Beschrijf nu waarvoor de constructie is bedoeld ? voor een winkel, kantoor of woning?.

Waar komt de constructie te staan?

Bereken nu het totale eigen gewicht **Q**

**Vul in het totale gewicht van het dak inclusief profielen Q = kN.
Dit is nog zonder veiligheidsfactoren.**

Wat zijn de belastingsfactoren voor rekenwaarden?

Per veiligheidscategorie veranderen de belastingsfactoren welke het verschil maken tussen representatieve en rekenwaarden. In onderstaande tabel worden de belastingsfactoren aangegeven welke moeten worden toegepast om de rekenwaarden van de belasting te bepalen:

Zie toelichting: <http://www.techniekvenlo.nl/data/documents/grenstoestand.pdf>

Veiligheidscategorie Eurocode	Permanent	Variabel
CC1	1,10	1,35
CC2	1,20	1,50
CC3	1,30	1,65

Let wel deze factoren gelden voor de bepaling van de sterkte van een constructie. Voor de bepaling van de stijfheid of doorbuiging geldt dat alle belastingsfactoren 1,0 bedragen.

Bereken de **Blijvende belasting** en de **Veranderlijke belasting**.

Blijvende belasting en veranderlijke belasting bij CC1
en CC2

$$q_{ed} = 1,35 * G_k + 1,5 * Q_k$$

G_k = de blijvende belasting (eigen gewicht)

Q_k = de veranderlijke belasting (sneeuw en Water)

Bereken Q_k , de extra belasting door water en sneeuw.

Bereken nu opnieuw het totale gewicht Q_{ed}

Dus opleveren:

- De totale belasting Q_{ed}

Opdracht 4

Bij opdracht 3 heb je de totale belasting Q_{ed} berekend.
Verdeel jouw totale belasting weer over de knooppunten.

Teken het Cremonadiagram en maak een tabel met de staafkrachten.

Elk groepslid tekent een eigen Cremonadiagram, vergelijk onderling de tabel-waarden.
Met de waarden uit het Cremonadiagram ga je de onderstaande tabel met de knikkrachten invullen.

Tabel Knik belasting.			Berekening													
			$I=0,81 \cdot F_k \cdot l_k^2$						Euler			Knik	vloei grens			
stang	Kracht	Lengte	I_{prak}	I_{yy}	A	i_y	λ	Fknik	Fknik	Fknik	spanning		ω	λ_e	λ_{rel}	
	Fk in N	Lk in m	mm ⁴	mm ⁴	mm ²	mm		N	70%	60%	N/mm ²	N/mm ²				
1																
2																
3																

Bereken weer voor elk profiel het benodigde traagheidsmoment en bepaal welk profiel voldoet. Controleer met het bekende stappenplan de knikkracht per profiel.

Maak één tabel met Excel → groepsopdracht..

Dus opleveren:

- per groepslid een Cremonadiagram.
- één tabel met de stangkrachten per groepslid gecombineerd.
- één ingevuld Excelblad volgens bovenstaande tabel.
- voor elke stang moet de knikkracht worden gecontroleerd volgens knikstappenplan.

Hieronder het stappenplan in het kort:

- Bepaal de waarden voor A, L_{buc} , i_y , i_z , λ_e (afhankelijk van materiaalsoort) en $f_{y,d}$ (=rekgrens)
- Kniklengte
- Instabiliteit tabel 1.1
- Slankheid $\lambda_y = L_{buc}/i_y$
- Rel slankheid $\lambda_{rel} = \lambda/\lambda_e$
- Knikfactor ω_{buc} tabel
- Max toelaatbare normaalkracht
- $N_{c,s,d} = A \cdot f_{y,d} \cdot \omega$ ($F = A \cdot \sigma \cdot$ correctiefactor)

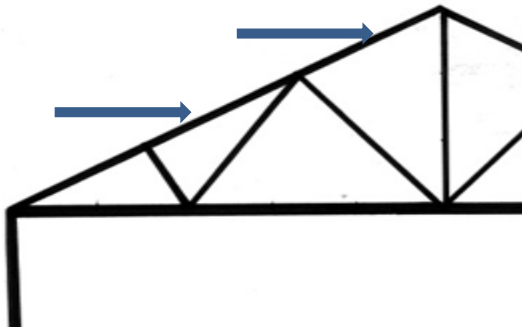
Opdracht 5

De windbelasting:

Beaufort stuwdruk in kN/m²

```
=====
1-2 / 0.0018 - 0.0078
3-4 / 0.0231 - 0.0496
5-6 / 0.0922 - 0.154
7-8 / 0.2385 - 0.3486
9-10 / 0.4950 - 0.6786
11-12 / 0.7875 - 0.9112
=====
```

De horizontale stuwkracht (door de wind) verdeel je over het spant:



Teken één cremonadiagram en bereken weer de staafkrachten met Ritter en/of de knooppunt-methode.

Maak opnieuw één kniktabel.

Dus opleveren:

- als groep één Cremonadiagram.
- één tabel met de stangkrachten per groepslid gecombineerd.
- één ingevuld Excelblad volgens bovenstaande tabel.
- voor elke stang moet de knikkracht worden gecontroleerd volgens knikstappenplan.

Opdracht 6 Groepsopdracht.

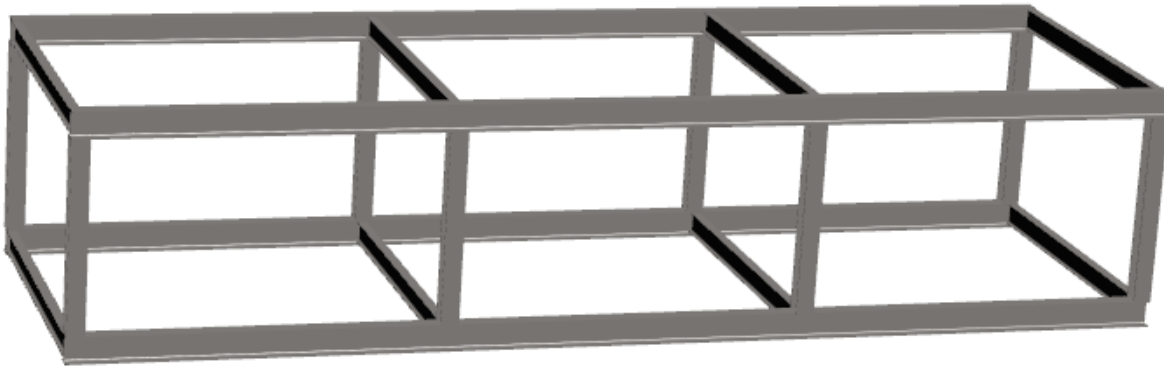
Zie constructie:

De vloer is versterkt met een stalen kooi.

De stalen kooi bestaande uit IPE profielen moet het betondek kunnen dragen.

Bereken de profielen op buiging en knik.

De berekening van de vloer staat helemaal los van de dakconstructie.



Oplossing: Gebruik Tabel 12.16 op de volgende pagina. Bereken eerst weer de waarde van

$$Q_{ed} = 1,35 * G_k + 1,5 * Q_k$$

G_k = de blijvende belasting (eigen gewicht)

Q_k = de veranderlijke belasting.

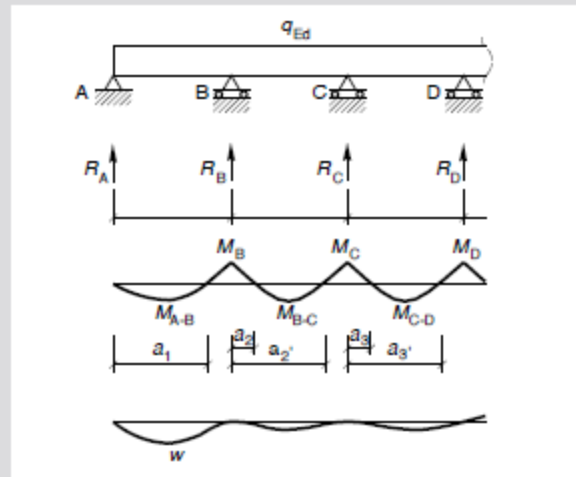
M.b.v. de waarde van Q_{ed} bereken je de steunpuntreacties, de steunpuntmomenten en de veldmomenten.

Maak een kniktabel en controleer de profielen.

Dus opleveren:

- als groep één kniktabel
- berekeningen van de steunpuntreacties, de steunpuntmomenten en de veldmomenten. Teken de dwarskrachtenlijnen, momentenlijnen van de profielen.
- Berekenen van weerstandsmomenten en buigspanningen.

TABEL 12.16 KRACHTVERDELING, OPLEGREACTIES EN DOORBUIGING BIJ LIGGERS OP MEER DAN 2 STEUNPUNTEN MET GELIJKMATIG VERDEELDE BELASTING



aantal steunpunten →		3	4	5	6	7
steunpuntreacties $\times q_{Ed} \cdot l$	R_A	0,375	0,400	0,393	0,395	0,394
	R_B	1,250	1,100	1,143	1,132	1,135
	R_C	–	–	0,929	0,974	0,962
	R_D	–	–	–	–	1,019
steunpuntmomenten $\times q_{Ed} \cdot l^2$	M_A	0	0	0	0	0
	M_B	0,125	0,100	0,107	0,105	0,106
	M_C	–	–	0,071	0,079	0,077
	M_D	–	–	–	–	0,087
veldmomenten $\times q_{Ed} \cdot l^2$	M_{A-B}	0,070	0,080	0,077	0,078	0,078
	M_{B-C}	–	0,025	0,036	0,033	0,034
	M_{C-D}	–	–	–	0,046	0,043
momentennulpunten $\times l$	a_1	0,750	0,800	0,786	0,789	0,788
	a_2	–	0,276	0,266	0,268	0,268
	a_2'	–	0,724	0,805	0,783	0,790
	a_3	–	–	–	0,196	0,196
	a_3'	–	–	–	0,803	0,785
doorbuiging in midden w $\times \frac{q_{Ed} \cdot l^4}{I_y} \cdot 10^4$		2,48	3,22	3,02	3,07	3,05

Opdracht 7 Groepsopdracht

Bereken de verticale kolommen met een lengte van 8 meter op knik.

Dus opleveren:

als groep één kniktabel met controle:

- Bepaal de waarden voor A , L_{buc} , i_y , i_z , λ_e (afhankelijk van materiaalsoort) en $f_{y,d}$ (=rekgrens)
- Kniklengte
- Instabiliteit tabel 1.1
- Slankheid $\lambda_y = L_{buc}/i_y$
- Rel slankheid $\lambda_{rel} = \lambda/\lambda_e$
- Knikfactor α_{buc} tabel
- Max toelaatbare normaalkracht
- $N_{c,s,d} = A * f_{y,d} * \alpha$ ($F = A * \sigma * \text{correctiefactor}$)

Opdracht 8 Groepsopdracht

Bereken de bouten op trek, afschuiving en stuik (de grenskrachten).

Dus opleveren:

als groep:

- Berekening van de bouten op trek, afschuiving en stuik

Bereken of jullie schetsplaat voldoet ?

Dus opleveren:

als groep:

- Berekening van de schetsplaat rekening houdend met de bevestigingsgaten van de bouten.

Opdracht 9 Groepsopdracht

Maak een 2D en 3D tekening van jullie constructie.

Voer een simulatie uit in Solid Works waarin de spankrachten in een spant en de spanningen in de gordingen zichtbaar worden gemaakt.

Dus opleveren:

als groep:

- een 2D en 3D tekening van jullie constructie.

Opdracht 10 Groepsopdracht

Maak de volgende vragen en opdrachten uit de reader van "Boutverbindingen in staalconstructies"

Dit onderdeel wordt getoetst met een schriftelijke toets !

Dus opleveren:

als groep: de uitwerking van de vragen en opdrachten uit de reader.

Na inlevering van alle opdrachten, digitaal of inscannen volgt een verantwoording met de projectgroep. Deze opdracht is cruciaal, moet minimaal voldoende worden beoordeeld en moet voldoen aan de voorwaarden en eisen van kerntaal 1.

Succes.