

Statische berekening

Uitbreiding woonhuis aan de Ospelseweg 8 +
Nieuwbouw berging en overkapping

I.o.v.:



A: Uitbreiding woonhuis

1.0: Belastingsfactoren

Gevolghklasse: CC1

Ontwerp levensduur: 50 jaar

Windgebied: III

Terrain categorie: II

Partiële factoren: $\gamma_{fg} = 1,08 / 1,22 / 0,90$

$\gamma_{fq} = 1,35$

2.0: Belastingen

* Plat dak nieuw

• Permanent: Ballastlaag : 0,70

Dakbedekking + isolatie : 0,15

Bealkaag + onderkoppent : 0,25

Plafond + regelwerk : 0,20

$$g_k = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

• Veranderlijk (sneeuwophoping) $q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

* Dak vloer nieuw

Permanent: Sedum pakket : 0,70

Dakbedekking + isolatie : 0,15

Combinatie vloer : 3,00

Plafond : 0,15

$$g_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$$

* Veranderlijk (sneeuwophoping) $q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

* Verdichtings vloer nieuw

• Permanent: afwerk vloer zonnem : 1,90

Combinatie vloer : 3,00

Plafond : 0,15

$$g_k = 4,15 \text{ kN/m}^2$$

• Veranderlijk

$$q_k = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

* Schuine dakten bestaand en nieuw

• Permanent: pv-panelen : 0,15

beton pannen : 0,50

dakplaten : 0,15

gordingen : 0,10

plafond : 0,20

$$g_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

Dakhelling $39^\circ \Rightarrow 1,42 \text{ kN/m}^2$ op grond vlak

Dakhelling $42^\circ \Rightarrow 1,48 \text{ kN/m}^2$ op grond vlak

• Sneeuw : $39^\circ \Rightarrow q_{sn} = 0,39 \text{ kN/m}^2$

$42^\circ \Rightarrow q_{sn} = 0,31 \text{ kN/m}^2$

* Bestaande zolder vloer

• Permanent: Balklaag + planken = 0,30

Plafond = 0,30

$$g_k = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

• Veranderlijk: Lichte wanden = 0,50

opgelegd = 1,75

$$q_k = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

2 Bestaande verdieping vloer

• Permanent : Afschot vloer sommen : 1,60

Kanaalplaat vloer : 3,10

Plafond : 0,15

$$q_k = 4,85 \text{ kNm}^2$$

• Veranderlijk : Lichte wanden : 0,80

Opgeleegd : 1,75

$$q_k = 2,55 \text{ kNm}^2$$

3.0. Constructie bovenbouw

3.1. Balklaag plat dak

$$L_{fh} = 2,80 \text{ m}$$

$$g_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

Balklaag: $B \times H = 59 \times 156 \text{ mm}$ (2x) h.o.h. 60 mm

2x computer uitvoer blad 100

3.2. Slapers dakkapellen

$$L_{fh} = 2,70 \text{ m} \quad (\text{in grond vlak})$$

$$g_k = 1,20 \times 1,30 + 0,50 \times 1,12 = 2,27 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 1,20 \times 2,50 + 0,50 \times 0,39 = 3,20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,08 \times 2,27 + 1,35 \times 3,20 = 6,77 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 1/8 \times 6,77 \times 2,70^2 = 6,17 \text{ kNm}$$

$$W_{req} = 6,17 \times 10^6 / 11,77 = 5,18 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Slaper: } 2 \times B \times H = 59 \times 156 \text{ mm} \quad (2x)$$

$$W = 2 \times 1/6 \times 59 \times 156^2 = 4,78 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I = 2 \times 1/12 \times 59 \times 156^3 = 3733 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$s_{oc} = 5 \times 2 \times 2,27 \times 2700 / (30 \times 11,77 \times 3733 \times 10^4) = 7,7 \text{ mm}$$

$$\text{Steekmaat} = 2700 / 250 = 10,8 \text{ mm}$$

33 Opvang balken-schers

$$L_f h = 2,80 \text{ m}$$

$$F_g = 1/2 \times 2,27 \times 2,70 = 3,06 \text{ kN}$$

$$F_q = 1/2 \times 3,20 \times 2,70 = 4,32 \text{ kN}$$

$$a = 0,80 \text{ m}$$

$$F_{Ed} = 1,00 \times 3,06 + 1,35 \times 4,32 = 9,14 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 0,80 \times 2,00 \times 9,14 / 2,80 = 5,22 \text{ kNm}$$

$$W_{ben} = 5,22 \times 10^6 / 10,177 = 352 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Opvang balk: } 2 \times B \times H = 59 \times 156 \text{ mm (C24)}$$

$$W = 4,70 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

$$I = 3733 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Controle afschuining

$$V_{Ed} = 2,00 / 2,80 \times 9,14 = 6,53 \text{ kN}$$

$$\tau_{Ed} = 6530 / (2 \times 59 \times 156) = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = 1,50 \text{ N/mm}^2$$

$$u.c. = 0,36 / 1,50 = 0,23 < 1,00 \quad \text{voldoet}$$

3.4. Laki achtergevel zithoek

$$L_{th} = 4,00 \text{ m}$$

$$g_k = 0,10 \times 0,50 \times 20 + 0,23 + 1,00 = 2,23 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,00 \times 2,23 + 1,35 \times 2,50 = 5,11 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 1/8 \times 5,11 \times 4,00^2 = 10,22 \text{ kNm}$$

$$W_{ben} = 10,22 \times 10^6 / 235 = 43 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Heekstaal: L 200 x 100 x 10

$$W = 93 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I = 1220 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\delta_{norm} = 5 \times 2,23 \times 1,00^4 / (30 \times 10^5 \times 1220 \times 10^4) = 2,9 \text{ mm}$$

$$\delta_{bij} \leq 2,00 / 2,23 \times 2,9 = 2,6 \text{ mm}$$

$$\delta_{tot} \leq 2,9 + 2,6 = 5,5 \text{ mm}$$

$$\delta_{toelbaar} = 4,00 / 500 = 8 \text{ mm}$$

3.5. Laki binnen deur naar berging

$$L_{th} = 2,33 \text{ m}$$

$$g_k = 0,1 \times 2,00 \times 20 + 0,50 + 0,50 \times 6,55 = 6,70 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 0,50 \times 1,75 = 0,88 \text{ kN/m}^2$$

Laki: 2 x L 150 x 100 x 10

2 x computer uitvoer blad 101

3.6. Hoekstaal onder houten bekijes

$$L_{th} = 2,80 \text{ m}$$

$$g_k = 0,10 \times 1,00 \times 20 + 0,70 \times 1,40^2 = 3,64 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 0,70 \times 0,30 = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

Hoekstaal: L 150 x 100 x 10

Zie computeruitvoer blad 101

3.7. Lokaleuren deur naar bijkeuken

$$L_{th} = 2,33 \text{ m}$$

$$g_k = 0,10 \times 0,66 \times 20 = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Ligger: 2 x L 100 x 100 x 10

Zie computeruitvoer blad 101

3.8. Raveelstaal bij lichtstraat

$$L_{th} = 1,60 \text{ m}$$

$$g_k = 0,40 \times 4,00 + 1,90 \times 1,00 = 3,50 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = (0,40 + 1,90) \times 2,50 = 5,75 \text{ kN/m}^2$$

Raveelstaal: L 150 x 100 x 10

Zie computeruitvoer blad 102

3g. Laggen zijde aan carport

$$L_{th} = 1,80 \text{ m}$$

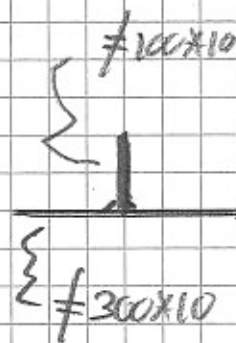
$$g_k = 2 \times 0,10 \times 0,63 \times 20 + 1,70 \times 1,30 = 4,73 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k \leq 1,70 \times 2,50 = 4,25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,08 \times 4,73 + 1,35 \times 4,25 = 10,85 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 1,08 \times 10,85 \times 1,80^2 = 4,39 \text{ kNm}$$

Samen gesteld T-staal:



Zie computer uit wer blad 103

4.0. Fundering

4.1. Nutgangspannen

Ondergrond is zandgrond

Minimale compressiekracht ondergrond: $5,00 \text{ kN/m}^2$

Toelaatbare gronddruk: 125 kN/m^2

Aanlegniveau als bestaand

4.2. Stroek onder zit heck op erfsgrens

$$q_k = 2,60 \times 4,00 + 0,20 \times 3,50 \times 20 = 20,10 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2,60 \times 2,50 = 6,50 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,00 \times 20,10 + 1,35 \times 6,50 = 35,13 \text{ kN/m}^2$$

$$b_{ben} = 35,13 / 125 = 0,28 \text{ m}$$

hart stroek = hart binnenblad

excentriciteit belasting ten opzichte van hart stroek

$$e = 0,20 \times 7,00 / (20,10 + 6,50) = 0,015 \text{ m}$$

$$a = 0,50 / 2 - 0,015 = 0,205 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 2 \times 0,205 = 0,41 \text{ m} > 0,28 \text{ m}$$

Stroek B x D = $500 \times 300 \text{ mm}$ (C20/25)

Wapening: onder # $\bar{\phi}$ 8-150 (afdekking 75 mm)

boven # $\bar{\phi}$ 8-150 (afdekking 35 mm)

4.3. Stroek onder wand tussen zithoek en bijkeuken

$$q_k = 4,40 \times 4,40 + 0,2 \times 2,04 \times 20 = 29,76 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 4,40 \times 2,50 = 11,00 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,08 \times 29,76 + 1,35 \times 11,00 = 46,99 \text{ kN/m}^2$$

$$b_{ken} = 46,99 / 125 = 0,38 \text{ m}$$

Stroek = B x D = 500 x 300 mm (20/25)

Wapening: onder # ϕ 8-150 (afstand 75 mm)
boven # ϕ 8-150 (afstand 35 mm)

4.4. Stroek onder berging op erf grens

$$q_k = 1,45 \times 1,30 + 1,45 \times 4,40 = 7,69$$
$$0,2 \times 6,33 \times 20 = 25,32$$
$$33,01 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 1,45 \times 2,50 + 1,45 \times 1,75 = 6,16 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,08 \times 33,01 + 1,35 \times 6,16 = 42,89 \text{ m}$$

$$b_{ken} = 42,89 / 125 = 0,34 \text{ m}$$

excentriciteit belasting t.o.v. hart stroek

$$e = 0,20 \times 12,66 / (33,01 + 6,16) = 0,065$$

$$a = 0,50 / 2 - 0,065 = 0,185 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 2 \times 0,185 = 0,37 \text{ m} > 0,34 \text{ m}$$

Stroef B x D = 500 x 300 mm

Wapening: onder: # ϕ 8-150 (afstand 75 mm)
boven: # ϕ 8-150 (afstand 35 mm)

4.5. Controle streek onder zijgraad waarden

$$\begin{aligned}q_k &= 3,13 \times 1,42 + 2,93 \times (0,60 + 0,25) = 18,66 \\&= 1,41 \times (1,30 + 0,00) = 7,47 \\&= 0,2 \times 9,00 \times 20 = 36,00 \\&= 62,13 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_k &= 3,13 \times 0,29 + 2,93 \times (2,25 + 2,55) = 15,28 \\&= 1,41 \times (2,50 + 1,75) = 5,99 \\&= 21,27 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$q_{Ed} = 1,00 \times 62,13 + 1,35 \times 21,27 = 95,81 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{ben} = 95,81 / 125 = 0,77 \text{ m}$$

Breedte bestaande streek in het werk
controleeren: minimaal 770 mm

Indien nodig verbreiden aan zijde van
bergijng:

aansterking met minimale hoogte van 300 mm

Ingelijnde stekken $\varnothing 12 - 250$

in midden van bestaande fundering

in boordiepte 200 mm

Hilti lijmsysteem of gelijkwaardig

B: Nieuwbouw berging + overkapping

s.o.: Belastingsfactoren

Zie paragraaf 1.0

b.o.: Belastingen

* Schuine daken

- Permanent : pannen : 0,45
dakplaat : 0,15
gevelingen : 0,05

$$g_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Dakhelling $35^\circ \Rightarrow 0,79 \text{ kN/m}^2$ op grondvlak

Dakhelling $45^\circ \Rightarrow 0,92 \text{ kN/m}^2$ op grondvlak

- Sneeuw : $35^\circ \Rightarrow q_{sn} = 0,47 \text{ kN/m}^2$
 $45^\circ \Rightarrow q_{sn} = 0,20 \text{ kN/m}^2$

- Wind : $h < s_{\text{com}} : q_w = 0,56 \text{ kN/m}^2$

* Platte daken

- Permanent : sedumplaat : 0,70
dakbed. + isol. : 0,15
balkenbrug + platen : 0,25
plafond (citra) : 0,15

$$g_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

- Veranderlijk

$$q_{k1} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

x Verdichtingsvloer

• Permanent = balklaag + planken : 0,25
plafond (optie) : 0,15

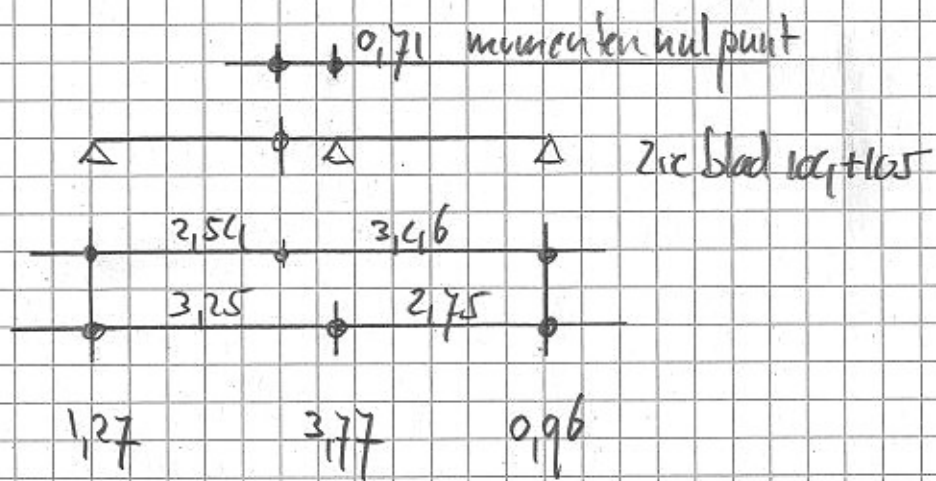
• Verandletijds:

$$g_h = 0,40 \text{ kWh/m}^2$$

$$q_h = 1,75 \text{ kWh/m}^2$$

7.0. Constructieve boeckbouw

7.1. Belasting afdracht nokgording + randgordingen



$$\left. \begin{aligned} M_{\text{veld, max}} &= 0,80 \text{ kNm} \\ M_{\text{stpt, max}} &= 1,15 \text{ kNm} \\ \delta_{\text{max}} &= 4,23 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \text{ onder eenheidsbelasting}$$

Σ bij profiel $59 \times 156 \text{ mm}$ (C10)

7.2. Nokgording

$$q_{gh} = \frac{1}{2} \times 1,16 \times 0,92 + \frac{1}{2} \times (2,24/2) \times 0,79 = 0,98 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sn} = \frac{1}{2} \times 1,16 \times 0,20 + \frac{1}{2} \times (2,24/2) \times 0,47 = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,00 \times 0,98 + 1,35 \times 0,43 = 1,64 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 1,15 \times 1,64 = 1,88 \text{ kNm}$$

$$W_{req} = 1,88 \times 10^6 / 11,00 = 170 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Nokgording: } B \times H = 59 \times 156 \text{ mm} \quad (\text{C10})$$

$$W = 239 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\delta = (2 \times 0,98 + 0,43) \times 4,23 = 10,1 \text{ mm} \quad \left. \vphantom{\delta} \right\} \text{ voldoet}$$

$$\delta_{\text{toekantbaar}} = 3250 / 250 = 13 \text{ mm}$$

7.3 Randgordingen

Randgordening 45°

$$q_h = (1/2 \times 1,6 + 0,25) \times 0,92 = 0,76 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sh} = (1/2 \times 1,6 + 0,25) \times 0,20 = 0,23 \text{ kN/m}^2$$

Randgordening 35°

$$q_h = (1/2 \times 2,24/2 + 0,25) \times 0,79 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sh} = (1/2 \times 2,24/2 + 0,25) \times 0,47 = 0,38 \text{ kN/m}^2$$

Belastingen kleiner als op nokgordening

Praktisch gordingen toepassen:

$$B \times H = s_q \times 156 \text{ mm (C18)}$$

7.4 Gordening 35°

$$L+h = 3,25 \text{ m}$$

$$\text{Gordening h.o.h.} = (2,24/2) / \cos 35 = 1,37 \text{ m}$$

$$\text{Gordening: } B \times H = s_q \times 156 \text{ mm (C18)}$$

$$+ \text{Strijlgordening } B \times H = 156 \times s_q \text{ mm (C18)}$$

Zie computer uit over blad 106

7.5 Balklaag plat dak

$$L_{th} = 2,75 \text{ m}$$

$$q_{lh} = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{lc} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Balklaag: $B \times H = 50 \times 156 \text{ mm}$ (C10) h.o.h. 610 mm

Zie computercut-over blad 107

7.6 Randbalk plat dak

$$L_{th} = 2,70 \text{ m}$$

$$q_{lh} = 1,55 \times 1,25 = 1,94 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{lc} = 1,55 \times 1,00 = 1,55 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,00 \times 1,94 + 1,35 \times 1,55 = 4,19 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 1/8 \times 4,19 \times 2,70^2 = 3,82 \text{ kNm}$$

$$W_{bh} = 3,82 \times 10^6 / 11,06 = 346 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Randbalk: $2 \times b \times h = 50 \times 156 \text{ mm}$ (C10)

$$W = 4,70 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I = 3733 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Controle doorbuiging

$$s = 5 \times (2 \times 1,94 + 1,55) \times 2700^4 / (384 \times 9000 \times 3733 \times 10^4) = 11 \text{ mm}$$

$$s \text{ toelaatbaar} = 2750/250 = 11 \text{ mm}$$

voldoet

7.7. Kolommen overlapping

$$L_{\text{hnik}} = 2,75 \text{ m}$$

$$M_{\text{Ed}} \leq 1,25 \times 2,10 \times 4,19 = 11,00 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed}} \leq 0,10^2 / 2 \times 11,00 = 0,65 \text{ kNm}$$

Hoeken kolom $\neq 108 \times 108 \text{ mm}$ (C10) voldoet

Zie computeruitvoer blad 108

7.8. Balklaag zolder vloer

$$L_{\text{h}} = 3,25 \text{ m}$$

$$g_{\text{h}} = 0,40 \text{ kNm/m}^2$$

$$q_{\text{h}} = 1,75 \text{ kNm/m}^2$$

Balklaag: B x H = $59 \times 156 \text{ mm}$ (C10) h.o.h. $4,88 \text{ mm}$

Zie computeruitvoer blad 109

7.9. Gevelstijlen

$$L_{\text{h}} \leq 2,25 \text{ m}$$

$$q_{\text{w}} = 0,50 \times (1,20 + 0,30) \times 0,561 = 0,41 \text{ kNm/m}^2$$

$$M_{\text{Ed}} = 1/8 \times 1,35 \times 0,41 \times 2,25^2 = 0,35 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{ben}} = 0,35 \times 10^6 / 11,00^2 = 32 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

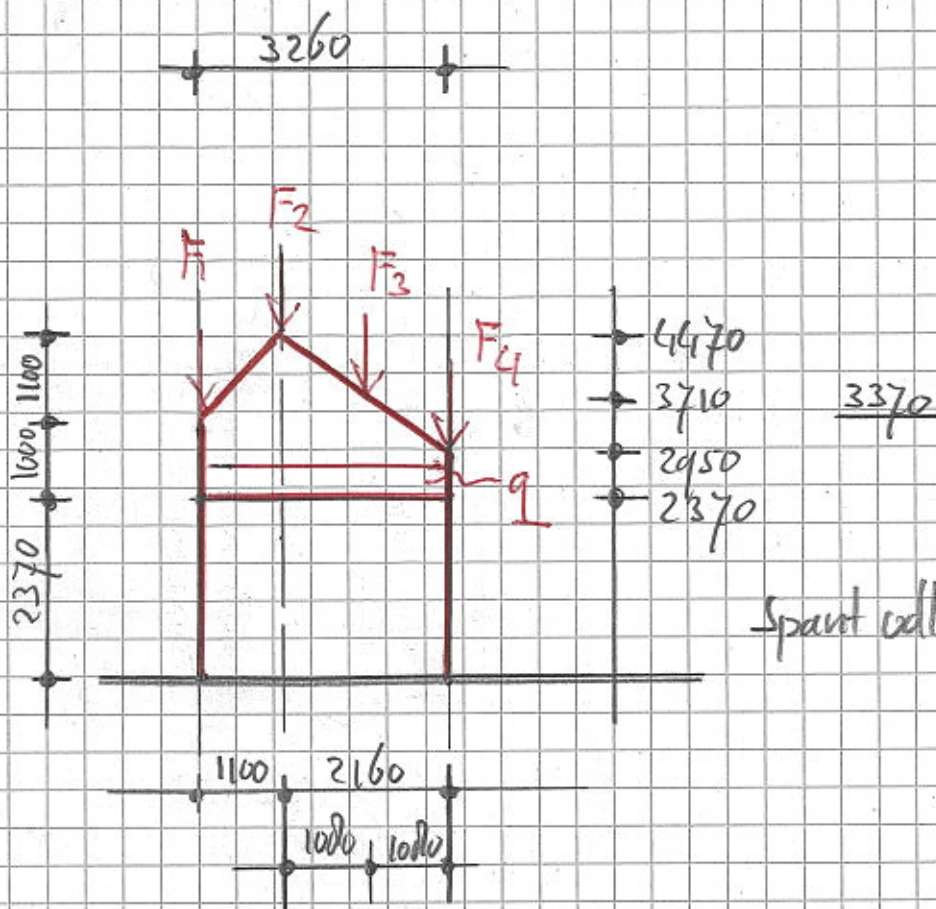
$$I_{\text{ben}} = 5 \times 0,41 \times 2250^4 / (120,4 \times 9000 \times 9) = 170 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Gevelstijlen $\geq 45 \times 90 \text{ mm}$ (C10) h.o.h. 500 mm

$$W = 60 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I = 274 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

7.10. Spanten



Spant volledig IPE 140

Permanente belasting

$$F_1 = 2,87 \text{ kN}$$

$$F_2 = 3,69 \text{ kN}$$

$$F_3 = 2,65 \text{ kN}$$

$$F_4 = 2,37 \text{ kN}$$

$$q_g = 3,00 \times 0,40 = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Sneeuw belasting

$$F_1 = 0,86 \text{ kN}$$

$$F_2 = 1,62 \text{ kN}$$

$$F_3 = 1,58 \text{ kN}$$

$$F_4 = 1,43 \text{ kN}$$

Veranderlijke belasting:

$$q_q = 3,00 \times 1,75 = 5,25 \text{ kN/m}^2$$

Wind belasting:

$$Q_w = (2,37/2 + 2,10) \times 3,00 \times (0,80 + 0,50) \times 0,54 \times 0,85 = 5,88 \text{ kN}$$

Zie ook paragraaf uit over blad 110 t/m

2.0. Fundering

2.1. Vorstrand of randstrook

Belasting uit spant spreiden over 2,00m

$$q_k = \text{spant} : 9,05 / 2,00 = 4,53$$

$$q_{\text{gevel}} : 2,75 * 0,40 = 1,10$$

$$\text{burstvering} : 0,2 * 0,86 * 20 = 3,44$$

$$\text{e.g. strook} : 0,40 * 0,40 * 25 = \underline{4,00}$$

$$13,07 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = \text{spant} = (9,05 + 3,35) / 2,00 = 5,96 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed} = 1,00 * 13,07 + 1,35 * 5,96 = 22,16 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{Ed} = 22,16 / 0,35 = 63,31 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{vorstrand})$$

$$= 22,16 / 0,40 = 55,40 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{randstrook})$$

Momenten in lengterichting

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} * (1,00 * 4,53 + 1,35 * 5,96) * 1,00^2 = 6,47 \text{ kNm}$$

$$M_{qp} = \frac{1}{2} * (4,53 + 1,71) * 1,00^2 = 3,12 \text{ kNm}$$

De vorstrand kan ongewapend het volgende moment opnemen:

$$M_{Rd} = \frac{1}{2} * 1,15 * \frac{1}{6} * 350 * 4,80^2 / 10^6 = 7,73 \text{ kNm}$$

Wapening praktisch

$$\text{Vorstrand} : B * H = 350 * 600 \text{ mm}$$

$$\text{Strook} : B * H = 400 * 600 \text{ mm}$$

of

8.2. Poeren onder kolommen overlapping

$$R_{Ed} = 11,00 \text{ kN}$$

$$A_{ben} = 11,00 / 125 = 0,09 \text{ m}^2$$

Praktisch toepassen:

$$\text{Poeren: } 13 \times 13 \times 14 = 400 \times 400 \times 600 \text{ mm}$$

Ongewapend

$$\sigma_{Ed} = 11,00 / 0,40^2 + 1,00 \times 0,6 \times 25 = 84,95 \text{ kN/m}^2 < 125 \text{ kN/m}^2$$