

Oefening n° 2

Berekening van een gordijngewel

Datum : mei 2019

Revisie : -

INHOUDSTAFEL

1. Basisgegevens	3
1.1. Normen	3
1.2. Technische voorschriften	3
1.3. Materiaaleigenschappen.....	3
2. Geometrie en ligging	3
3. Te beschouwen windlast.....	5
3.1. Basisgegevens	5
3.2. Winddrukcoëfficiënten.....	6
4. Te beschouwen windlastcombinaties	7
4.1. Algemeen	7
4.2. Gebruiksgrenstoestand (GGT) → vervormingen.....	7
4.3. Uiterste grenstoestanden (UGT) → spanningen.....	8
5. Bepaling van de kenmerken van de stijlen van de gevel.....	8
5.1. Bepaling van de benodigde stijfheid van de stijlen onder GGT.....	8
5.2. Bepaling van het weerstandsmoment van de stijlen onder UGT.....	9
6. Berekening regel onder invloed van glasgewicht.....	9

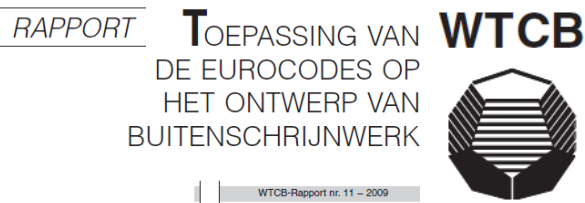
1. Basisgegevens

1.1. Normen

We beschouwen de algemeen geldende Europese normering (Eurocode) inclusief alle van kracht zijnde addenda en nationale bijlages voor Nederland op het ogenblik van het opstellen van de rekennota

- NBN EN 1990 → Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp
- NBN EN 1991-1-4 → Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen - Windbelasting
- NBN EN 1999-1-1 → Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-1: Algemene regels

1.2. Technische voorschriften



1.3. Materiaaleigenschappen

Gevelprofielen zijn geëxtrudeerd op basis van legering EN AW-6060 T66

- o $f_u = 215 \text{ N/mm}^2$ (breukgrens)
- o $f_0 = 160 \text{ N/mm}^2$ (elasticiteitsgrens)
- o $\gamma_{M1} = 1,10$

2. Geometrie en ligging

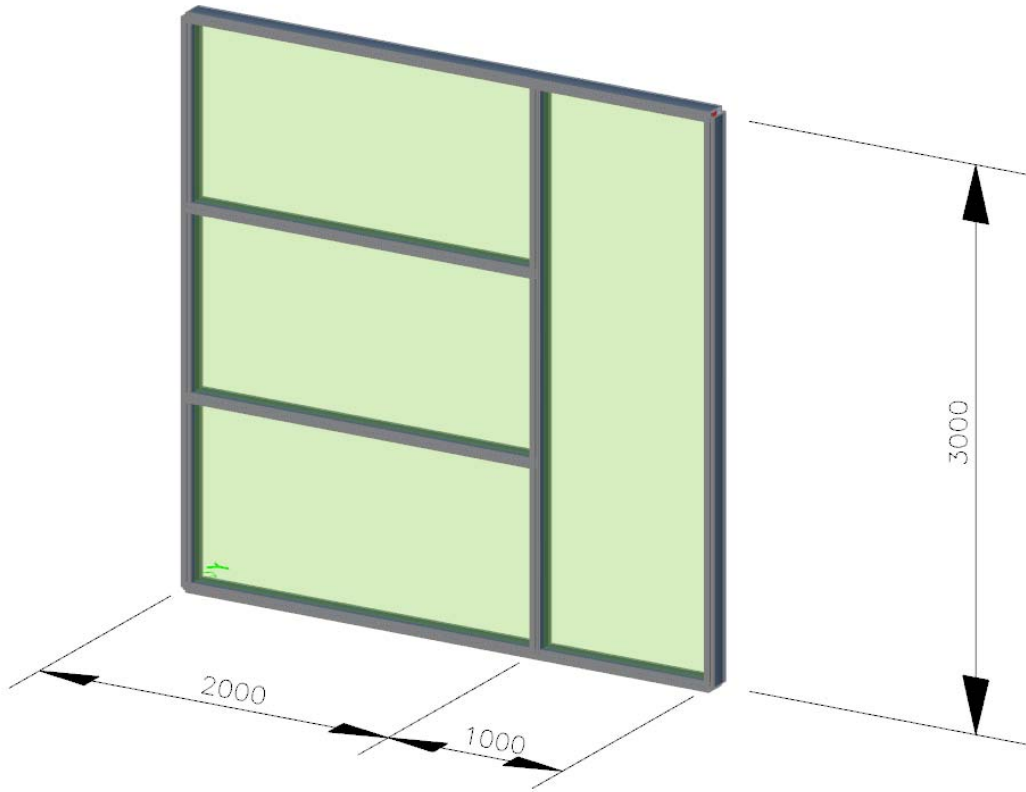
Project is gelegen in de buurt van Brugge

Terreincategorie 1

Het gebouw heeft volgende afmetingen:

- Breedte $B = L_1 = 50 \text{ m}$
- Diepte $D = L_2 = 50 \text{ m}$
- Hoogte $H = 16 \text{ m}$

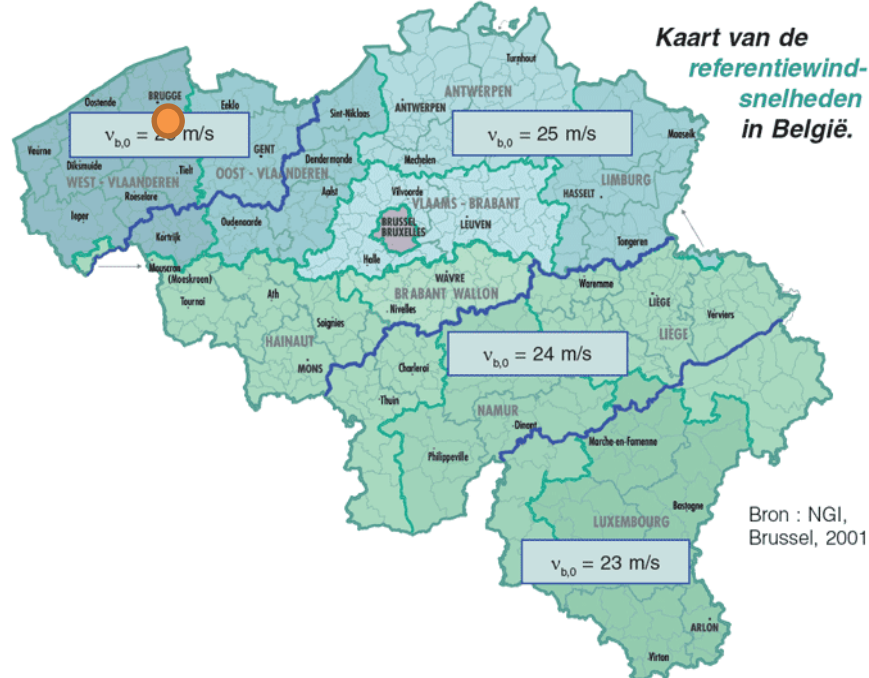
De gevel bevindt zich in het midden van het gebouw, dus we moeten geen hoekzone beschouwen.



3. Te beschouwen windlast

3.1. Basisgegevens

- Ligging : Brugge → $v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$ (fundamentele basiswindsnelheid)



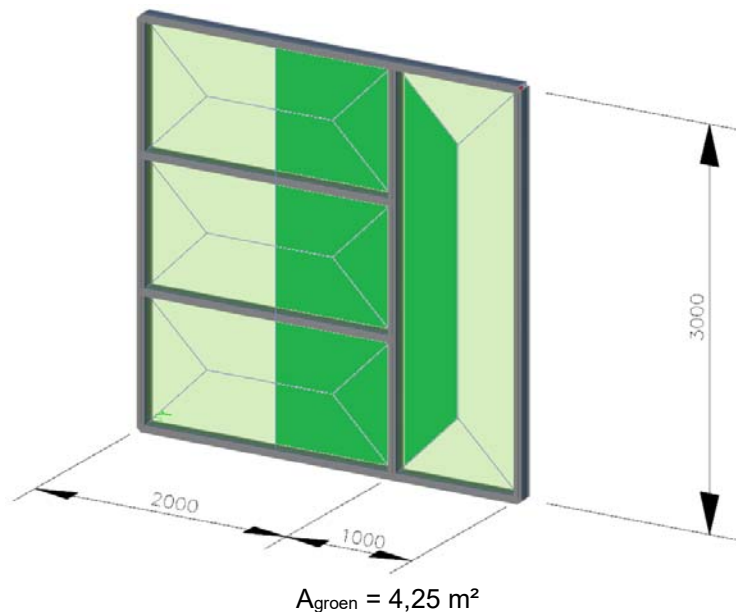
- Hoogte van het gebouw : referentiehoogte $z = 14 \text{ m}$
- Orografie van het terrein : we veronderstellen een volledig vlak terrein → orografiefactor $c_0 = 1$
- Terreincategorie : I
- Extreme windstuwdruk

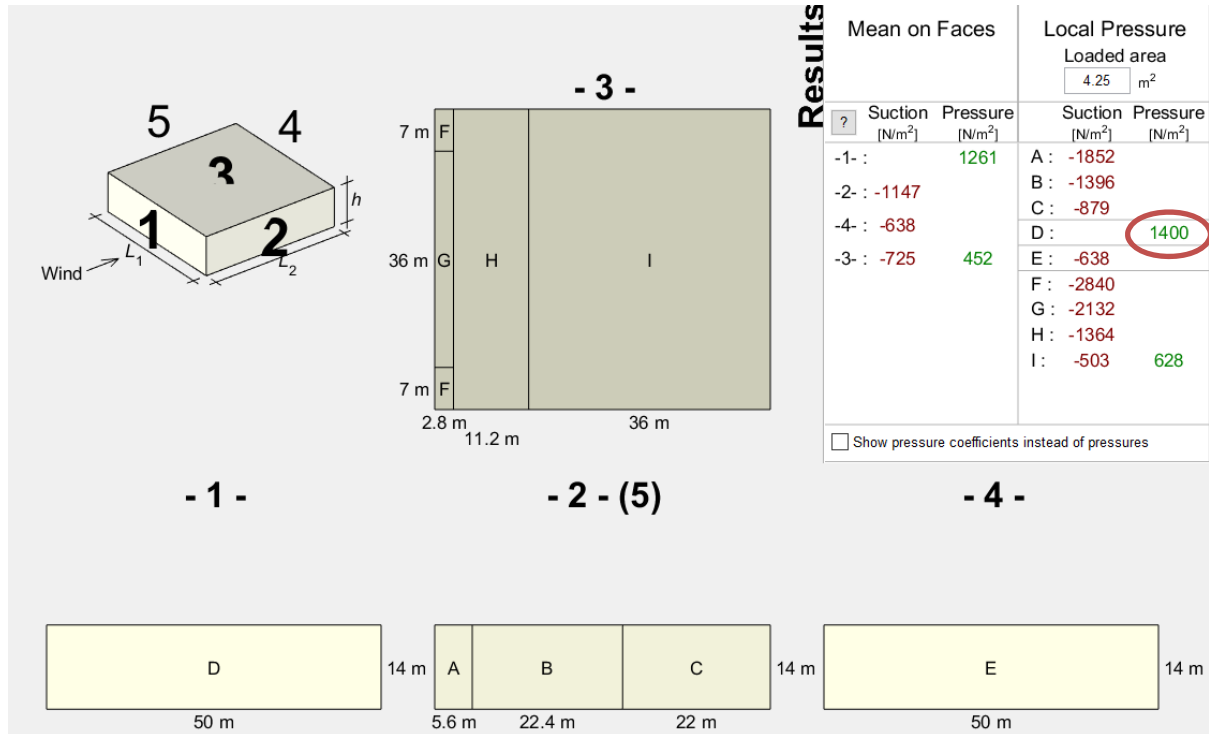
Bepaling van de extreme stuwdruk q_p volgens tabel 4.9 uit nationale bijlage van de norm NBN EN 1991-1-4

Tabel 4.9 ANB: Extreme stuwdruk $q_p(z)$ (N/m²)
 voor $v_{b,0} = 26$ m/sec en $c_o = 1$

hoogte z_e (m)	Terreincategorieën				
	0	I	II	III	IV
200	2069	2038	1935	1676	1383
175	2029	1995	1887	1625	1332
150	1983	1945	1833	1567	1274
125	1930	1887	1769	1500	1207
100	1866	1818	1693	1419	1128
95	1851	1802	1675	1400	1110
90	1836	1785	1657	1381	1091
85	1819	1768	1638	1361	1071
80	1802	1749	1618	1340	1050
75	1784	1730	1597	1317	1028
70	1765	1709	1574	1293	1005
65	1744	1687	1550	1268	980
60	1722	1663	1524	1241	954
55	1698	1637	1496	1212	926
50	1672	1609	1465	1180	895
45	1644	1578	1432	1145	862
40	1612	1544	1395	1107	825
35	1576	1506	1354	1064	784
30	1536	1463	1307	1016	738
28	1518	1444	1286	995	718
26	1499	1423	1264	972	696
24	1478	1401	1240	948	673
22	1456	1377	1215	921	648
20	1431	1351	1187	893	622
18	1405	1323	1157	862	593
16	1376	1291	1123	828	561
14	1343	1256	1086	790	526
12	1305	1216	1043	748	486
10	1261	1170	994	698	441
9	1236	1143	966	670	441
8	1208	1114	935	639	441
7	1177	1081	900	605	441
6	1142	1043	861	566	441
5	1100	1000	815	522	441
2	903	793	601	522	441
1	765	651	601	522	441

3.2. Winddrukcoëfficiënten





4. Te beschouwen windlastcombinaties

4.1. Algemeen

Parameters	Hoofdconstructie (veranda's, categorie 3)	Verankering van de secundaire constructie (3)	Secundaire constructie
Terugkeerperiode van de wind - c_{prob}^2	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$
Partiële coëfficiënt voor de wind γ_Q	1,5	1,35	1,25
Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen ψ_1	-	0,90	0,90
Waarden voor de winddruk			
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) $F_d(w) = \psi_1 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	Zie Eurocodes en normen	$F_d(w) = 0,90 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	$F_d(w) = 0,90 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$
Uiterste grenstoestanden (UGT) $F_d(w) = \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	Zie Eurocodes en normen	$F_d(w) = 1,35 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	$F_d(w) = 1,25 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$
Criteria voor de grenstoestanden			Verensters en veranda's (categorie 1)
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen	(3)	Gordijngewels en veranda's (categorie 2)
			Vervorming (4)
			$y \leq L/225$ of ≤ 13 mm
			$y \leq L/200$ indien $L \leq 3,0$ m $y \leq 5 + L/300$ indien $3,0$ m $< L < 7,5$ m $y \leq L/250$ indien $L \geq 7,5$ m
Uiterste grenstoestanden (UGT)	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$	Geen controle
			$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$

Stel $W = c_e(z) \cdot q_{ref,50jaar} \cdot c_p = 1400$ Pa

4.2. Gebruiksgrenstoestand (GGT) → vervormingen

$F_d = 0,90 \cdot W = 0,90 \cdot 1400$ Pa = 1260 Pa voor zowel secundaire constructies als verankeringen

Maximale doorbuiging $y \leq L/200 = 15$ mm met $L = 3000$ mm

Wat isolerende beglazing betreft, adviseert de norm NBN EN 1279-5 Bijlage B de vervorming van de randen van de beglazing te beperken tot 1/200* of maximaal 12 mm.

Maximale doorbuiging bedraagt dus 12 mm

4.3. Uiterste grenstoestanden (UGT) → spanningen

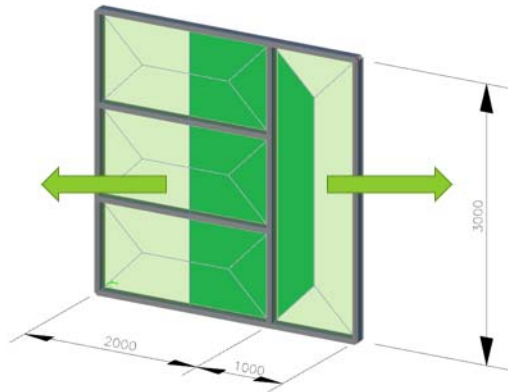
$F_d = 1,25 \cdot W = 1,25 \cdot 1400 \text{ Pa} = 1750 \text{ Pa}$ voor secundaire constructies (stijlen gevel)
 Maximale spanning $\sigma_{\max} = f_0 / \gamma_{M1} = 160 \text{ N/mm}^2 / 1,10 = 145 \text{ N/mm}^2$

5. Bepaling van de kenmerken van de stijlen van de gevel

5.1. Bepaling van de benodigde stijfheid van de stijlen onder GGT

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8}$$



$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \left(1 - 0,8 \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^2\right)^2$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} \cdot \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^2\right)$$

$q_{\text{links}} = F_d \cdot b = 1260 \text{ Pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,00 \text{ m} = 1260 \text{ N/m}$
 $q_{\text{rechts}} = F_d \cdot b = 1260 \text{ Pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,00 \text{ m} = 630 \text{ N/m}$

$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$ en stel $I = 100 \text{ cm}^4$
 $L = 3000 \text{ mm}$

$f = f_{\text{links}} + f_{\text{rechts}} = 19,0 \text{ mm} + 9,1 \text{ mm} = 28,1 \text{ mm}$

$y_{\max} = 12 \text{ mm}$

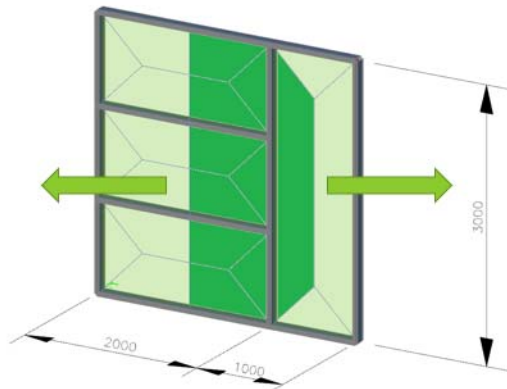
Dus $I_{\min} = 28,1 \text{ mm} / 12 \text{ mm} \cdot 100 \text{ cm}^4 = 234 \text{ cm}^4$

	A dm ² /m	P dm ² /m	L _m	I _x cm ⁴	W _x cm ³	a _x mm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	a _y mm	
034.2500.XX	35.46	13.3	7.00	13.720	4.359	31.48	13.741	5.496	25.00	
034.2501.XX	39.66	17.5	7.00/5.00	33.247	8.346	39.31	18.327	7.331	25.00	
034.2502.XX	43.86	21.7	7.00/5.00	66.660	12.927	48.58	23.767	9.507	25.00	
034.2503.XX	48.06	25.9	7.00/5.00	117.658	18.745	58.38	28.103	11.241	25.00	
034.2504.XX	48.06	25.9	7.00	150.770	23.320	64.65	32.893	13.157	25.00	
034.2505.XX	52.26	30.1	7.00	201.687	28.112	70.41	37.032	14.812	25.00	
034.2506.XX	56.46	34.3	7.00/5.00	297.277	36.009	80.59	42.392	16.956	25.00	
034.2507.XX	57.12	35.0	7.00	403.011	43.458	92.74	46.040	18.416	25.00	
034.2508.XX	60.66	38.5	7.00	503.535	51.251	98.25	53.283	21.313	25.00	
034.2509.XX	64.86	42.7	7.00	695.156	63.478	109.51	62.735	25.093	25.00	

5.2. Bepaling van het weerstandsmoment van de stijlen onder UGT

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8}$$



$$f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \left(1 - 0,8 \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^2\right)^2$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} \cdot \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{a}{l}\right)^2\right)$$

$$q_{\text{links}} = F_d \cdot b = 1750 \text{ Pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,00 \text{ m} = 1750 \text{ N/m}$$

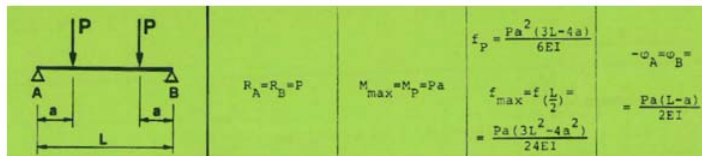
$$q_{\text{rechts}} = F_d \cdot b = 1750 \text{ Pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,00 \text{ m} = 875 \text{ N/m}$$

Maximaal buigmoment bedraagt : $M = M_{\text{links}} + M_{\text{rechts}} = 1,97 \text{ kN.m} + 0,95 \text{ kN.m} = 2,92 \text{ kN.m}$

Optredende buigspanning : $\sigma = M / W \rightarrow W = M_{\text{max}} / \sigma_{\text{max}} = 2,92 \text{ kN.m} / 145 \text{ N/mm}^2 = 20,1 \text{ cm}^3 < 36,0 \text{ cm}^3$
 $\rightarrow \text{OK}$

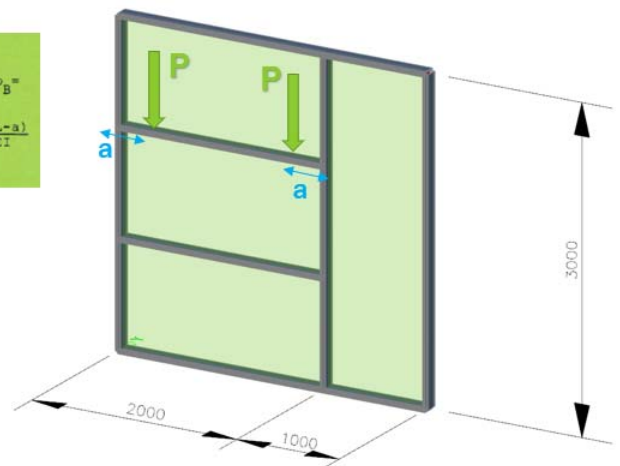
Aangezien $\sigma_{\text{max}} = f_0 / \gamma_{M1} = 160 \text{ N/mm}^2 / 1,10 = 145 \text{ N/mm}^2$

6. Berekening regel onder invloed van glasgewicht



$$f = \frac{P \cdot a}{24 \cdot E \cdot I} \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot a^2)$$

$$M = P \cdot a$$





Glas 6/15/5 : gewicht 27,5 kg/m²

$$P = \frac{1}{2} \cdot 27,5 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 27,5 \text{ kg} = 275 \text{ N}$$

Maximale doorbuiging onder eigengewicht = 1/500 met maximum 3 mm
 $L/500 = 4 \text{ mm} \rightarrow \text{absoluut maximum} = 3 \text{ mm}$

$$f = 3 \text{ mm} \text{ wanneer } I = 22,0 \text{ cm}^4$$

	$\frac{A}{dm^2/m}$	$\frac{P}{dm^2/m}$	$\leftarrow L_m \rightarrow$	$I_x \text{ cm}^4$	$W_x \text{ cm}^3$	$ax \text{ mm}$	$I_y \text{ cm}^4$	$W_y \text{ cm}^3$	$ay \text{ mm}$	
034.3520.XX	20.58	1.1	7.00	0.384	0.322	11.93	3.070	1.228	25.00	
034.3521.XX	24.35	9.8	7.00	3.608	1.824	19.78	8.243	3.297	25.00	
034.3522.XX	28.85	14.3	7.00	14.897	5.134	29.02	12.707	5.082	25.00	
034.3523.XX	32.51	18.5	7.00	38.079	9.595	39.69	18.515	7.405	25.00	
034.3524.XX	36.71	22.7	7.00	71.612	14.272	49.32	23.098	9.239	25.00	
034.3525.XX	40.91	26.9	7.00	118.387	19.337	59.28	27.268	10.906	25.00	
034.3526.XX	45.11	31.1	7.00	205.583	28.900	71.14	39.544	15.817	25.00	
034.3527.XX	49.31	35.3	7.00	297.468	36.554	81.38	45.472	18.181	24.99	
034.3528.XX	53.51	39.5	7.00	412.021	44.867	91.67	51.400	20.551	24.99	
034.3529.XX	57.71	43.7	7.00	551.562	53.808	101.99	57.328	22.920	24.99	

Buigmoment bij UGT : 1,15 . P = 316 N → Moment M = 47438 N.mm

Optredende buigspanning : $\sigma = M / W \rightarrow W = M_{\max} / \sigma_{\max} = 47438 \text{ N.mm} / 145 \text{ N/mm}^2 = 327 \text{ mm}^3 = 0,33 \text{ cm}^3 < 9,24 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{OK}$

Aangezien $\sigma_{\max} = f_0 / \gamma_{M1} = 160 \text{ N/mm}^2 / 1,10 = 145 \text{ N/mm}^2$