



Project : **Verbouw van een woning aan de Nijmansdijk 1 te Zelhem**

Onderdeel : **Constructieberekening**

Werknr. : **3592**

Datum : **10 januari 2015**

Opdrachtgever : **Dhr. N. de Jong
Ambachtsweg 15
7021 BT Zelhem**

Constructeur : **J.W.M. te Boekhorst**

werk: **Verbouw woning N. de Jong te Zethem**werknummer: **3592**

onderdeel:

soort gebouwfunctie 5:

soort gebouwfunctie 4:

soort gebouwfunctie 3:

soort gebouwfunctie 2:

soort gebouwfunctie 1:

maatgevend:

ontwerplevens- duurklasse	gevolgklasse	gebruiks- categorie
3	CC1	A
3	CC1	

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**

gevolgklasse = **CC1** (Consequence Class = gevolgklasse)

ontwerplevensduurklasse = **3**

ontwerplevensduur = **50** jaar

correctiefactor $\gamma = 0,89$ correctiefactor eigen gewicht voor formule 6.10.b

Kauze voor 6.10b. combinatie met: **2 vloeren extreem in de gebouwfunctie A t/m G of H (NEN-EN 1991-1-1+C1/NB:2011)**

omschrijving = **CC1: geringe gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens**

toepassing = **gebouwen en andere gewone constructies**

voorbeelden = **landbouwbedrijfsgebouw, tuinbouwkas, eengezinswoning, industriegebouw tot 2 verdiepingen**

betroikbaarheidsklasse = **RC1** (Reliability Class = betrouwbaarheidsklasse)

betroikbaarheidsfactor $\beta = 3,3$ tabel B2 blz 66 voor periode van 50 jaar

K_{F1} -factor = **0,9** tabel B3 blz 66

sneeuwbelasting op de grond (ind. f) $s_{01} = 0,70$ kN/m²

 ψ -waarden voor gebouwen

gebruikscategorie =	A	B	C	D	E	F	G	H	
gelijktijdige waarde van de veranderlijke belasting ψ_0	0,4	0,5	0,4	0,4	1	0,7	0,7	0	((bv momentane waarde uiterste grenstoestand)
frequente waarde van de veranderlijke belasting ψ_1	0,5	0,5	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0,2	(combinatie van frequente waarde)
quasi-blijvende waarde van de veranderlijke belasting ψ_2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,8	0,6	0,3	0	(kruip, scheurwijdte, situatie bij brand)
correctiefactor voor levensduur F_t/F_{t0} ψ_1	1	1	1	1	1	1	1	1	$\{1+(1-\psi_1)/9 \ln(t/t_0)\}$ (niet voor wind-, sneeuw-, thermische belasting)

belastingfactoren γ	blijvend		overheersend		veranderlijk gelijk overheersend			
	ongunstig	gunstig	veranderlijk		belangrijk	andere ongunstig	gunstig	
	G_{k1sup}	G_{k1inf}			Q_{k2}	$\psi_{01} Q_{k1sup}$	$\psi_{01} Q_{k1inf}$	
tabel A1.2(A) (EQU) (groep A) verg. 6.10	1,10	0,9	F_t	1,50	Q_{k1}	0	1,50	0 $\psi_{01} Q_{k1}$
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) verg. 6.10a	1,22	0,9		1,35		0	1,35	0 $\psi_{01} Q_{k1}$
tabel A1.2(B) (STR/GEO) (groep B) verg. 6.10b	1,08	0,9	F_t	1,35	Q_{k1}	0	1,35	0 $\psi_{01} Q_{k1}$
tabel A1.3 buitengewone situaties verg. 6.11a/b	1	1		1	A_d	1 $\psi_{11} Q_{k1}$	1	0 $\psi_{21} Q_{k1}$
tabel A1.3 buitengewone situaties verg. 6.12a/b (aardbeving)	1	1		1	A_{dph}	0	1	0 $\psi_{21} Q_{k1}$
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand 6.14a/b	1	1		1	A_{dph}	0	1	0 $\psi_{21} Q_{k1}$
tabel A1.4 quasi blijvend 6.16a/b	1	1		1		0	1	0 $\psi_{21} Q_{k1}$



werk : **Verbouw woning N. de Jong te Zelhem**
werklnummer : **3592**
onderdeel :

1. belastingen

1.1 belastingaannamen vloeren e.d. kN/m²

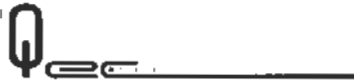
				G [kN/m ²]	Q [kN/m ²]	ψ_0	
		helling van vlak					
1	hellend dak	dakhelling 50 gr. [kN/m ² dakvlak]		[kN/m ² grondvlak]			H
	pannendak met dakplaat en gordingen	0,70		1,09			
	zonnepanelen	0,15		0,23			
	H4: Daken met sneeuwbelasting onbelemmerd afglijden	categorie: H	$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	0,19		
	Totaal hellend dak :			1,32	0,19		
2	verdiepingsvloer						A
	houten vloer met balken en plafond			0,55			
	scheidingswanden (<=1,0kN/m) in v.b.				0,50		
	A2: Kamer in een woonhuis	categorie: A	$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	1,75		
	Totaal verdiepingsvloer :			0,55	2,25	0,40	
3	plattendak						H
	plat dak met balken, beschot en plafond			0,55			
	H5: Daken met sneeuwbelasting belemmerd afglijden	categorie: H	$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	0,56		
	Totaal plattendak :			0,55	0,56		
4	begane grondvloer						A
	PS-isolatievloer			1,94			
	cementdekvloer	h/d = 80 mm		1,60			
	scheidingswanden (<=2,0kN/m) in v.b.				0,80		
	A2: Kamer in een woonhuis	categorie: A	$\psi_1 = 1,00$	v.b. =	1,75		
	Totaal begane grondvloer :			3,54	2,55	0,40	
5							
			$\psi_1 =$				
6							
			$\psi_1 =$				

1.2 eigen gewichten van materialen gevels en bouwmuren e.d. [kN/m²]

[illegible]

1.3 eigen gewichten van materialen kolommen / balken e.d. [kN/m¹]

	(gewap.) beton	hout	staal	kalkzandsteen	aluminium	e.g.
	25,0 kN/m ³	4,6 kN/m ³	78,5 kN/m ³	18,5 kN/m ³	27,0 kN/m ³	
	afm b [mm]	afm h [mm]	diamtr [mm]	afm b [mm]	afm h [mm]	opp [mm ²]
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						



1.4 Belastingfactoren en belastingen (Eurocode 0 en 1))

gevolgklasse	γ_{fg}		γ_{fa}		
CC1 - CC2 - CC3	1,00		1,00		SLS: Serviceability Limit State
	gunstig	ongunstig	ongunstig	gunstig	
CC1	0,9	1,22	1,35	0	ULS(a): Ultimate Limit State (formule 6.10.a)
CC1	0,9	1,08	1,35	0	ULS(b): Ultimate Limit State (formule 6.10.b)

1.5 Belastingen		categorie	G_k	Q_k	ψ_0	ψ_2	p_d [kN/m ²]			
							ongunstig		stabieliteit / opdrijven	
							6.10a	6.10b		
							1,22 G + 1,35 * Q _{mom}	1,08 G + 1,35 * Q _{extr}	1,08 G + 1,35 * Q _{mom}	0,90 G
1	hellend dak	H	1,32	0,19			1,6	1,7	1,4	1,2
2	verdiepingsvloer	A	0,55	2,25	0,40	0,30	1,9	3,6	1,8	0,5
3	plafond	H	0,55	0,56			0,7	1,4	0,6	0,5
4	begane grondvloer	A	3,54	2,55	0,40	0,30	5,7	7,3	5,2	3,2
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21	gevels beg.gr.; 100mm bakst; 100mm kzst		4,00				4,3	4,9	4,9	3,6
22	hsh topgevels; betimm.		0,50				0,5	0,6	0,6	0,5
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										

berekening gording op 2 steunpunten

71 x 196

naaldhout C18

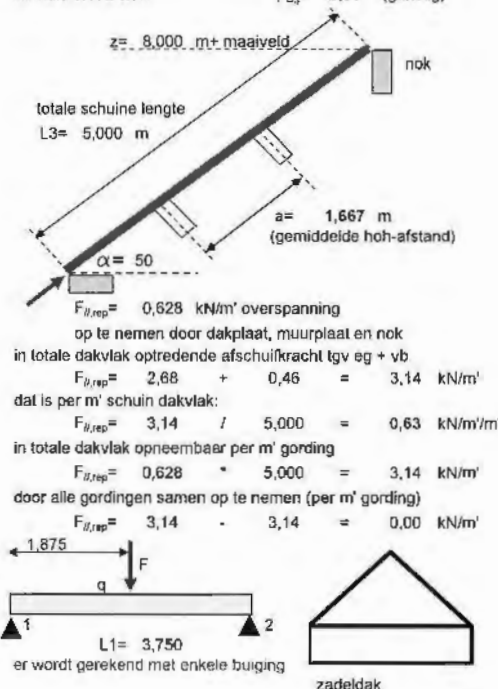
werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = gordingen

norm Eurocode NIEUWBOUW ontwerpverplevingsduur = 50 jaar
ontwerplevingsduur klasse = 3
gevolgklasse CC = CC1
correctiefactor voor formule 6.10a $\xi = 0,89$
de waarde van ξ volgt uit de Nationale Bijlage
gebouwcategorie H: daken
(gewichtsberekening) $\psi_0 = 0$
(elastische doorbuiging) $\psi_1 = 0$
(kruip) $\psi_2 = 0$
reductiefactor vloerbelasting $\psi_t = 1,00$
dakvorm zadeldak
dakhelling $\alpha = 50$ graden
permanente- en toevallige veranderlijke belasting
eigen gewicht dakvlak $G_{k1} = 0,7$ kN/m²
extra veranderlijke vlakbelasting in grondvlak $Q_{k1} = 0,15$ kN/m²
wind- en sneeuwbelasting
windgebied = III -
soort terrein onbebouwd II -
hoogte onderdeel boven maaiveld $z = 8$ m
gebouwbreedte loodrecht op wind $b_r = 10$ m
totale gebouwhoogte $h_o = 6$ m
totale gebouwdiepte in windrichting $d = 10$ m
vormfactor onderdruk $C_{pe} = 0,30$ * 1 = 0,30
vormfactor overdruk $C_{pi} = -0,35$ * 1 = -0,35
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : ja
belasting door puntlast
puntlast $F = 2$ kN
dikte beplanking $t = 18$ mm
elasticiteitsmodulus beplanking $E_{q,beplank} = 5000$ N/mm²
toelaatbare doorbuiging
toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L_{schuin}
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 250 * L_{schuin}

gegevens gording
overspanning in veld 1 $L_1 = 3,75$ m
totale schuine lengte dakvlak $L_3 = 5$ m
aantal gordingen $n = 2$ st
wijze van ondersteuning gording in zwakke richting (z):
gedeeltelijk gesteund, gedeeltelijke dubbele buiging
op te nemen langskracht per m' dak $F_{//,rep} = 0,63$ kN/m'/m'
effectieve breedte dakbeschot $b_{eff} = 1,00$ m

unity-checks

UGT	buiging	0,25	0,31	0,64	0,54	0,29	0,30
BGT	u_{beg}	0,91		u_{bij}	0,59		



bij windzuiging ontstaat er -1,82 kN trek per oplegging !

materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse = naaldhout C18
materiaal = gezaagd hout
houtbreedte $b = 71$ mm
houthoogte $h = 196$ mm
klimaatklasse = 1
belastingduurklasse veranderlijke belasting kort
factor voor volume-effect $s = 0,1$ bij LVL
materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$
hoogtefactor buigsterkte/hoogte $k_h = 1,00$
modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort
modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort
modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$

q-belastingen per m² grondvlak (personen, sneeuw) of dakvlak (wind)

eigen gewicht dakconstructie $p_{rep} = G_{rep} / \cos \alpha = 0,7 / 0,64 = 1,09$ kN/m²
personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha) \text{ met } 15 < \alpha < 20 = 4,0 - 0,2 \cdot 50 = 0,00$ kN/m²
sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = f_{s1} \cdot C_e \cdot C_{s1} \cdot s_k \cdot f = 0,27 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,70 \cdot 1,00 = 0,19$ kN/m²
winddruk+onderdruk $p_{rep} = w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{p02} = (0,65 + 0,30) \cdot 0,58 = 0,55$ kN/m²
winddruk+onderdruk in grondvlak $p_{rep} = (w_e + w_i) / \cos^2 \alpha = 0,55 / 0,413 = 1,33$ kN/m²
windzuiging + overdruk $p_{rep} = w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{p02} = (-0,91 + -0,35) \cdot 0,58 = -0,73$ kN/m²
veranderlijke vlakbelasting in grondvlak $\psi_1 Q_k = 1,00 \cdot 0,15 = 0,15$ kN/m²

H gording 2 stpl EC versie 5.5.8 gekozen NDP : NL, gebruiksliplicie COMMERCIELE-versie versied aan 1-4-2015

F-last

puntlast (spreiding)	$l = 0,018 \cdot 3 / 12 = 5E-07 \text{ m}^4 = 48,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$	$EI = 49 \cdot 5E-07 \cdot 10^6 = 2430 \text{ kNm}^2$
$k_s = >0,33$ en $\leq 1,0$	$k_s = 0,37 + 0,8 \cdot 1,667 = 2430$	$= 50000$
opgelegde belasting	$F_k = 1,000 \cdot 2,00$	$= 2,00 \text{ kN}$

q-belastingen per m² dakvlak en evenwijdig aan het dakvlak

de gemiddelde hart op hart-afstand van de gordingen waarmee wordt gerekend is $a = 5,000$ / $3 = 1,667 \text{ m}$

belasting	loodrecht dakvlak = $p \cdot \cos^2 \alpha$	evenwijdig dakvlak = $1/2 p \cdot \sin^2 \alpha$	loodrecht per gording (y-richting)
eigen gewicht	1,09 0,413 = 0,45 kN/m ²	0,54 0,985 = 0,54 kN/m ²	1,667 0,45 = 0,75 kN/m
personen	0,00 0,413 = 0,00 kN/m ²	0,00 0,985 = 0,00 kN/m ²	1,667 0,00 = 0,00 kN/m
sneeuw	0,19 0,413 = 0,08 kN/m ²	0,09 0,985 = 0,09 kN/m ²	1,667 0,08 = 0,13 kN/m
wind	1,33 0,413 = 0,55 kN/m ²	0,08 0,985 = 0,00 kN/m ²	1,667 0,55 = 0,92 kN/m
vlakbelasting	0,15 0,413 = 0,06 kN/m ²	0,08 0,985 = 0,07 kN/m ²	1,667 0,06 = 0,10 kN/m
windzuiging			1,667 -0,73 = -1,22 kN/m

F-last loodrecht op- en evenwijdig aan het dakvlak

	loodrecht dakvlak = $F \cos \alpha$	evenwijdig dakvlak = $F \sin \alpha$	loodrecht per gording (y-richting)
puntlast	2,00 0,643 = 1,29 kN	2,00 0,000 = 0,00 kN	= 1,29 kN

afschuifkrachten

maximale reductie afschuifkracht op de veranderlijke belasting = $F_{B1} - F_{B1,rep} = 0,63$ - $0,54 = 0,09 \text{ kN/m}$

belasting	evenwijdig	af door dakplaat	rest	evenwijdig dakvlak = $1/2 p \cdot \sin^2 \alpha + L3$	evenwijdig per gording (z-richting)
eigen gewicht	0,54	-	0,54 = 0,00	0,54 5,000 = 2,68 kN	1,667 0,00 = 0,00 kN/m
personen	0,00	-	0,00 = 0,00	0,00 5,000 = 0,00 kN	1,667 0,00 = 0,00 kN/m
sneeuw	0,09	-	0,09 = 0,00	0,09 5,000 = 0,46 kN	1,667 0,00 = 0,00 kN/m
wind	0,00	-	0,00 = 0,00	0,00 5,000 = 0,00 kN	1,667 0,00 = 0,00 kN/m
vlakbelasting	0,07	-	0,07 = 0,00	0,07 5,000 = 0,37 kN	1,667 0,00 = 0,00 kN/m

materiaal- en profielgegevens

	algemene formule : $f_{e,d} =$	c	k_h	k_{mod}	$f_{e,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$ 18 N/mm ²	$f_{m,d}$ 1	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$ 18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$ 1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$ 2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$ 1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$ 3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$ 1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ 9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$ 1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k 320 kg/m ³	$E_{0,d}$ 1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot 1/12 \cdot b \cdot h^3$	= 1	$1/12$	71	196 ³	=		4455 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot 1/12 \cdot h \cdot b^3$	= 1	$1/12$	196	71 ³	=		585 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot 1/6 \cdot b \cdot h^2$	= 1	$1/6$	71	196 ²	=		455 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot 1/6 \cdot h \cdot b^2$	= 1	$1/6$	196	71 ²	=		165 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b \cdot h$	= 1		71	196	=		139 10 ³ mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= $\sqrt{}$	(	4455	/	139	)	= 56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= $\sqrt{}$	(	585	/	139	)	= 20,5 mm

resultaten mechanica berekening

gebruik: mechanisch berekening										gebruik: thermisch berekening		
	eigen gewicht		personen		sneeuw		wind	wind	puntlast		vlaklast	
q of F	y	z	y	z	y	z	druk	zuiging	y	z	y	z
M _{1,2}	0,75	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,92	-1,22	1,29	0,00	0,10	0,00
u _{1,2}	1,32	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	1,61	-2,15	1,21	0,00	0,18	0,00
	4,82	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	5,89	-7,84	3,52	0,00	0,66	0,00

toetsing uiterste grenstoestand

	eigen gewicht(5.10.a)		personen		sneeuw		wind	wind	puntlast		vlaklast	
	y	z	y	z	y	z	druk	zuiging	y	z	y	z
q of F	0,91	0,00	0,81	0,00	0,98	0,00	2,05	-0,97	2,55	0,00	0,95	0,00
M _{1,2}	1,60	0,00	1,43	0,00	1,73	0,00	3,60	-1,71	3,05	0,00	1,67	0,00

rekenwaarde opwaartse reactie bij 0,9*eg - γ_q *windzuiging = 0,5 -0,97 3,750 = -1,82 kN per oplegging trek bij oplegging!

art. 6.1.6 dubbele buiging

voorbeeldberekening controle veldmoment M_{1,2} tgv eigen gewicht + sneeuw

moment in y-richting	M _{Ed,y} = 1,73 kNm	W _y = 455 cm ³	f _{m,y,d} = 12,5 N/mm ²	b = 71 mm
moment in z-richting	M _{Ed,z} = 0,00 kNm	W _z = 165 cm ³	f _{m,z,d} = 12,5 N/mm ²	h = 196 mm
soort doorsnede	rechthoekig	k _m = 0,7		

$\sigma_{T,y,d} = M_{Ed,y} / W_y = 1,73 \cdot 10^6 / 455 \cdot 10^3 = 3,8 \text{ N/mm}^2$
$\sigma_{T,z,d} = M_{Ed,z} / W_z = 0,00 \cdot 10^6 / 165 \cdot 10^3 = 0,0 \text{ N/mm}^2$

maximum

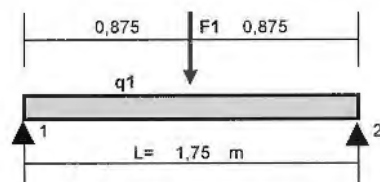
gordingen[illegible]

**balklaag in een plat dak
berekening volgens eurocode 5**

46 mm x 121 mm - 610 mm
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = dakbalklaag dakkapel

norm Eurocode NIEUWBOUW ontwerp levensduur = 50 jaar
ontwerplevensduur klasse = 3
gevolgklasse = CC1
correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$
de waarde van ψ volgt uit de Nationale Bijlage
gebouwcategorie H: daken
 $\psi_0 =$ (gewichtsberekening) = 0 -
 $\psi_1 =$ (elastische doorbuiging) = 0 -
 $\psi_2 =$ (kruip) = 0 -
 $\psi_t = 1 + (1 - 0) / 9 \cdot \ln(50 / 50) = 1,00$
overige invoergegevens:
liggerlengte (theoretische overspanning) L = 1,75 m
te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = 0,61 m
oplegglengte t.p.v. ondersteuning b_p = 50 mm
dikte beplanking t = 18 mm
elasticiteitsmodulus beplanking E_{o,mean,k} = 5000 N/mm²
belastingen
eigen gewicht van de dakconstructie G_{kj} = 0,25 kN/m²
personen Q_{k1} = 1,00 kN/m²
regen 0,10 m * 10 kN/m³ = Q_{k1} = 1,00 kN/m²
sneeuw 1,00 0,80 0,70 = Q_{k1} = 0,56 kN/m²
puntlast F = 2 kN



berekening eigen gewicht dakconstructie G _{kj}		in		kN/m ²
	d(m)	γ		
beplanking t	0,018	*	6,5	kN/m ³ = 0,12
plafond	0,01	*	9,0	kN/m ³ = 0,09
overige		*		kN/m ³ = 0,00
		b(m)	h(m)	γ / hoh(m)
balken	0,046	0,121	5,0	/ 0,61 = 0,05
n.t.b.				/ = 0,00

overige belastingen		totaal G _{kj}		
				0,25
u _{eind}	<=	1750	/	250 = 7,0 mm
u _{bij}	<=	1750	/	333,3 = 5,3 mm

vervormingseisen en zeeg

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 * L
toegepaste zeeg = 0 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

dakbalklaag dakkapel

sterkteklasse = naaldhout C18
materiaal = gezaagd hout
houtbreedte b = 46 mm
houthoogte h = 121 mm
klimaatklasse = 1
belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort
factor voor volume-effect s = 0,12 bij LVL

materiaalfactor sterkte γ_M = 1,30 -
hoogtefactor treksterkte/breedte k_{th} = 1,27 -
hoogtefactor buigsterkte/hoogte k_t = 1,04 -
modificatiefactor sterkte k_{mod} = 0,90 kort
modificatiefactor treksterkte k_{mod} = 0,80 kort
modificatiefactor vervorming k_{def} = 0,60 -

resultaten	
M _{Ed}	1,02
u.c.	0,70

V _{Ed}	2,66
u.c.	0,30

u _{eind}	1,7	3,4
u.c.	0,24	0,49

u _{bij}	1,4	3,1
u.c.	0,27	0,60

materiaal- en profielgegevens

dakbalklaag dakkapel

			$f_{x,d}$	c	k_h of k_{if}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	f	γ_M	kort	
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,04	0,90	18	/	1,30	= 13,01 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,27	0,90	11 /	1,30	= 9,65 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,wd}$	1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodulus naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	I_y	1	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$		1		$\frac{1}{12}$	46	121 ³		= 679 $10^4 mm^4$
traagheidsmoment	I_z	1	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$		1		$\frac{1}{12}$	121	46 ³		= 98 $10^4 mm^4$
weerstandsmoment	W_y	1	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$		1		$\frac{1}{6}$	46	121 ²		= 112 $10^3 mm^3$
weerstandsmoment	W_z	1	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$		1		$\frac{1}{6}$	121	46 ²		= 43 $10^3 mm^3$
oppervlak	A	1	$\cdot bh$		1			46	121		= 56 $10^2 mm^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$				$\sqrt{}$			679	/	56	= 34,9 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$				$\sqrt{}$			98	/	56	= 13,3 mm

berekening belastingen

dakbalklaag dakkapel

q1	permanente belasting	$G_{k,j} = 0,610$	*	0,25							= 0,15 kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k,j} = 0,610$	*	1,00	maatgevende belasting t.g.v.:	personen					= 0,61 kN/m'
F1	spreiding puntlast	$l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$	m ⁴	=	48,6 $10^4 mm^4$	$EI = 5000 \cdot 5E-07 \cdot 10^6$					= 2430 kNm ²
	$k_p > 0,33$ en $\leq 1,0$	$k_p = 0,37$	+	0,8	0,610	-	2430	/	50000		= 0,81 -
	opgelegde belasting	$F_k = 0,81$	*	2,00							= 1,62 kN

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	$\{ u_{on} \}$	=	0,15							= 0,15 kN/m'
$Q_{k,j}$	$\{ u_{elast} \}$	=	0,61							= 0,61 kN/m'
$k_{def} \{ G_{k,j} + \psi_{2,0} Q_{k,j} \}$	$\{ u_{krupp} \}$	=	0,60	(	0,15	+	0,00	0,61	)	= 0,09 kN/m'
$F_k = k_p \cdot F$	$\{ u_{elast} \}$	=								= 1,62 kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,15	+	1,35	0	0,61			= 0,19 kN/m'
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,15	+	1,35	0,61		personen		= 0,99 kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{G,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,15	=	0,19 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	1,62	= 0,00 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{G,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,15	=	0,17 kN/m'	$F_d =$	1,35	1,62		= 2,19 kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{G,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,15	=	0,19 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	2,00	= 0,00 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j}$ en $\gamma_{G,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,15	=	0,17 kN/m'	$F_d =$	1,35	2,00		= 2,70 kN

$\gamma_{G,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	0,00	0,61	t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,00 kN
-----------------------------------	---------	------	------	------	--	--	--	--	--	-----------

$\gamma_{G,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	0,61		t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,82 kN
------------------------	---------	------	------	--	--	--	--	--	--	-----------

10

resultaten mechanische berekeningen

dakbalklaag dakkapel

reacties

karakteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,15	1,750	=	0,13	kN
$\psi_{1,i} \cdot Q_{k1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,61	1,750	=	0,53	kN
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,i} Q_{k1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,09	1,750	=	0,08	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,19	1,750	=	0,16	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,99	1,750	=	0,87	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,19	1,750	+	0,00	(1,750 - 0,121) / 1,750	=	0,16	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,17	1,750	+	2,70	(1,750 - 0,121) / 1,750	=	2,66	kN
									$R_{Ed} =$ 2,66 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_i + h) \cdot q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,16	-	(0,5 0,050 + 0,121) *	0,00	=	0,16	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	0,87	-	(0,5 0,050 + 0,121) *	0,82	=	0,75	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,16	=	0,16	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,66	=	2,66	kN
					$V_{Ed} =$ 2,66 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,19	1,750 ²	=	0,07	kNm
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,99	1,750 ²	=	0,38	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,19	1,750 ²	+	0,25	0	2,19	1,750	=	0,07	kNm
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,17	1,750 ²	+	0,25	2,19	1,750	=	1,02	kNm	
											$M_{Ed,y} =$	1,02 kNm

vervormingen

$G_{k,i}$	$u_{1,2} =$	5	0,15	1750 ⁴ /	(384 9000 679 10 ⁴)	=	0,3	mm
$\psi_{1,i} \cdot Q_{k1}$	$u_{1,2} =$	5	0,61	1750 ⁴ /	(384 9000 679 10 ⁴)	=	1,2	mm
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_{2,i} Q_{k1})$	$u_{1,2} =$	5	0,09	1750 ⁴ /	(384 9000 679 10 ⁴)	=	0,2	mm
$F_k = k_r \cdot F$	$u_{1,2} =$		1619	1750 ³ /	(48 9000 679 10 ⁴)	=	3,0	mm

alternatieve berekening kruip: = $k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_{2,i} Q_{k1})$

met q-belasting	=	0,6	*	(0,3 + 0 * 1,2 q-last)	=	0,2	mm
met puntlast	=	0,6	*	(0,3 + 0 * 3,0 F-last)	=	0,2	mm

toetsingen uiterste grenstoestand

dakbalklaag dakkapel

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 1,02 \text{ kNm} \quad W_y = 112 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 13,0 \text{ N/mm}^2 \quad b = 46 \text{ mm} \\ h = 121 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_{Ed,y} / W_y = 1,02 \cdot 10^6 / 112 \cdot 10^3 = 9,1 \text{ N/mm}^2$$

$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 9,1 / 13,0 = 0,70$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_r = 50 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,35 \text{ N/mm}^2 \quad b = 46 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = R_{Ed} = 2,66 \text{ kN} \quad h = 121 \text{ mm}$$

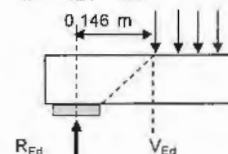
gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 2,66 \text{ kN}$$

$$\text{met } V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,121) \cdot q_d = 0,146 q_d$$

$$\tau_d = 3 V_{Ed} / 2bh = \frac{3 \cdot 2,66 \cdot 1000}{2 \cdot 46 \cdot 121} = 0,72 \text{ N/mm}^2$$

$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \tau_d / f_{v,d} = 0,72 / 2,35 = 0,30$$



toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

dakbalklaag dakkapel

combinatie

veld

$$u_{on} = G_{k,j}$$

$$u_{elastisch} = Q_{k,1} \quad \text{resp. } k_r \cdot F$$

$$u_{kruip} = k_{def} \cdot (G_{k,j} + 1/2 Q_{k,1})$$

$$u_{zeeg} = \text{volgens opgave}$$

$$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$$

$$u_{eind, toe} \leq 1750 / 250 = 7,00 \text{ mm}$$

$$u.c. = u_{eind} / u_{toelaatbaar}$$

$$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$$

$$u_{bij, toe} \leq 1750 / 333,3 = 5,25 \text{ mm}$$

$$u.c. = u_{bij} / u_{toelaatbaar}$$

$$= \begin{matrix} eg + q & eg + F \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} u_{1,2} & u_{1,2} \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 0,31 & 0,31 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 1,22 & 2,96 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 0,18 & 0,18 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 0,00 & 0,00 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 1,71 & 3,45 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 7,00 & 7,00 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 0,24 & 0,49 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 1,40 & 3,14 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 5,25 & 5,25 \end{matrix}$$

$$= \begin{matrix} 0,27 & 0,60 \end{matrix}$$

opmerking



berekening van een houten A-spant met scharnieren bij steunpunt 1 en 2

spantbeen: 1 st 96 x 196
regel: 1 st 71 x 121

werk	= woning de Jong te Zelhem	sterkteklasse spantbeen en regel	
werknummer	= 3592	naaldhout C18	
onderdeel	= spanten		
norm	Eurocode NIEUWBOUW		
ontwerplevensduur Klasse	= 3	ontwerplevensduur	= 50 jaar
gevolgklasse	= CC1	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	belastingfactoren	
de waarde van k_{si} volgt uit de Nationale Bijlage		formule 6.10.a	$\gamma_{G,j} = 1,22$ -
gebouwcategorie (voor tussenvloer)	A: woon- en verblijfsruimtes	(meestal niet maatgevend)	$\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ -	formule 6.10.b	$\gamma_{Q,2} = 1,35$ -
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -	(maatgevend)	$\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -		$\gamma_{Q,t} = 1,35$ -
		formule 6.10.a en b	$\gamma_{G,j} = 0,90$ (gunstig)

dakvorm	zadeldak
dakhelling	$\alpha = 50$ graden
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden	: ja -

eigen gewicht

eigen gewicht per m² dakvlak (schuin) $G_{KJ} = 0,85$ kN/m²

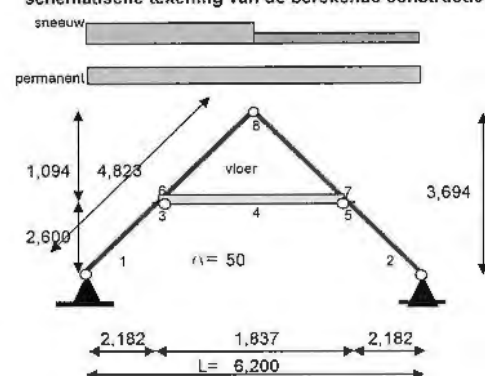
windbelasting

windgebied	= III -
soort terrein	onbebouwd II -
hoogte onderdeel boven maaiveld	$z = 6$ m
totale gebouwbreedte; loodrecht op wind	$br = 12$ m
totale gebouwhoogte	$ho = 6$ m
totale gebouwdiepte; in windrichting	$d = 7,5$ m

specifieke spantvorm-afhankelijke invoer

overspanning	$L = 6,2$ m
hoogte regel tov steunpunt 1 en 2	$h_{onder} = 2,6$ m
te dragen m ² dakvlak	$a = 3,2$ m
eigen gewicht vloer	$G_{vloer} = 0,1$ kN/m ²
veranderlijke belasting vloer	$Q_{vloer} = 0$ kN/m ²
momentaanfactor vloerbelasting	$\psi = 0,4$ -

schematische tekening van de berekende constructie



materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren

sterkteklasse spantbeen en regel	= naaldhout C18
materiaal	= gezaagd hout
soort doorsnede	= rechthoekig
klimaatklasse	= 1 -
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort -
factor voor volume-effect	$s = 0,1$ bij LVL
$\sigma_{m,dit}$ berekenen met formule	6.32

spantbenen

$L_{schuin} = 0,5 * 6,200 / \cos \alpha$	= 4,823 m
toelaatbare einddoorbuiging	1: $250 * L_{schuin}$
$u_{eind} < 4823 / 250$	= 19,3 mm
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: $250 * L_{schuin}$
$u_{bij} < 4823 / 250$	= 19,3 mm
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde
wijze van steunen	gesteund
aangrijpingspunt steunen	aan drukzijde
ongesteunde lengte spantbeen; z-richting	$l_z = 500$ mm
houtbreedte spantbenen	$b = 96$ mm
houthoogte spantbenen	$h = 196$ mm
aantal	$n1 = 1$ st

unity-check spantbenen

uiterste grenstoestand	buiging	0,82	kip	0,74
bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,82	u_{bij}	0,72

materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,09$ -
hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -

horizontale regel

L	= 1,837 m
toelaatbare einddoorbuiging	1: $250 * L_{schuin}$
$u_{eind} < 1837 / 250$	= 7,3 mm
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: $250 * L_{schuin}$
$u_{bij} < 1837 / 250$	= 7,3 mm
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde
wijze van steunen	gesteund
aangrijpingspunt steunen	aan drukzijde
ongesteunde lengte regel; z-richting	$l_z = 2000$ mm
houtbreedte horizontale regel	$b = 71$ mm
houthoogte horizontale regel	$h = 121$ mm
aantal	$n2 = 1$ st

unity-check horizontale regel

uiterste grenstoestand	buiging	0,09	kip	0,45
bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,11	u_{bij}	0,04



berekening karakteristieke belastingen in kN/m²

windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_s = (C_{pe} + C_{pi}) \cdot q_{p(z)}$	= (0,65 + 0,30) 0,58 = 0,56 kN/m ²
sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = f_{s1} \cdot C_{se} \cdot C_{st} \cdot s_k \cdot f$	= 0,27 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,19 kN/m ²
personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \cdot x) \text{ met } 15 < x < 20$	= (4,00 - 0,20 20,0) = 0,00 kN/m ²

materiaal- en profielgegevens

	algemene formule : $f_{x,d} =$	c	k_{α} of k_{γ}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$ 18 N/mm ²	$f_{m,d}$ 1	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t0,k}$ 11 N/mm ²	$f_{t0,d}$ 1	1,02	1,09	0,90	11 /	1,30	= 8,53 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$ 18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$ 1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$ 2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$ 1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$ 3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$ 1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ 9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$ 1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k 320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$ 1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
** met k_{γ} = minimum van $(3000/l)^{0,2}$ en 1,1 $k_{\gamma} = (3000 / 1837)^{0,2} = 0,05$ dus $k_{\gamma} = 1,02$								

spantbenen

traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$	= 1	$\frac{1}{12}$	96	196^3	= 6024 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$	= 1	$\frac{1}{12}$	196	96^3	= 1445 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$	= 1	$\frac{1}{6}$	96	196^2	= 615 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$	= 1	$\frac{1}{6}$	196	96^2	= 301 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$	= 1		96	196	= 188 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= $\sqrt{}$	(	6024	/ 188	) = 56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= $\sqrt{}$	(	1445	/ 188	) = 27,7 mm

horizontale regel

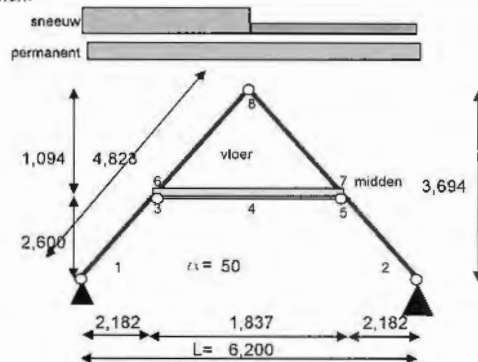
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$	= 1	$\frac{1}{12}$	71	121^3	= 1048 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$	= 1	$\frac{1}{12}$	121	71^3	= 381 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$	= 1	$\frac{1}{6}$	71	121^2	= 173 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$	= 1	$\frac{1}{6}$	121	71^2	= 102 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$	= 1		71	121	= 86 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= $\sqrt{}$	(	1048	/ 86	) = 34,9 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= $\sqrt{}$	(	381	/ 86	) = 20,5 mm

mechanicaberekening

spanten

onderdeel = woning de Jong te Zelhem

overspanning	L= 6,2 m
dakhelling	$\alpha = 50$ graden
hoogte regel tov steunpunt 1 en 2	$h_{onder} = 2,6$ m
te dragen m' dakvlak	a= 3,2 m
eigen gewicht dak	$G_{dak} = 0,85$ kN/m ²
eigen gewicht vloer	$G_{vloer} = 0,1$ kN/m ²
veranderlijke belasting vloer	$Q_{vloer} = 0$ kN/m ²
momentaanfactor vloerbelasting	$\psi = 0,4$ -
toelaatbare einddoorbuiging spantbeen	1: 250 x L_{schuin}
toelaatbare einddoorbuiging regel	1: 250 x L_{regel}
bijkomende doorbuiging spantbeen	1: 250 x L_{schuin}
bijkomende doorbuiging regel	1: 250 x L_{regel}
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\gamma_{G,d} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Q,d} = 1,35$ -
rekenwaarde buigtrekspanning	$f_{m,0,d} = 12,46$ N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_d = 9000$ N/mm ²
nodig aanwezig	
spantbeen	W_y 506 cm ³ W_y 615 cm ³
	I_y 4955 cm ⁴ I_y 6024 cm ⁴
horizont.regel	W_y 77 cm ³ W_y 173 cm ³
	I_y 115 cm ⁴ I_y 1048 cm ⁴



sneeuwfactor μ_{s1} links	= 0,27 -
sneeuwfactor $0,5/\mu_{s1}$ rechts	= 0,13 -
$q_{p(z)}$ stuwdruk wind	= 0,58 kN/m ²
C_{pe} op linker dak	= 0,65 -
C_{pe} op rechter dak	= -0,30 -
C_{pi} onder / overdruk	= -0,30 -
factor sneeuw referentieperiode	$f_s = 1,00$ -

19



belastingen per m²

sneeuw links $s_{n1} = i_{f1} \cdot C_e \cdot C_{t1} \cdot s_k \cdot f$	=	0,27	1,0	1,0	0,7	1,0	=	0,19	kN/m ²		
sneeuw rechts $s_{n2} = 0,5/i_{f1} \cdot C_e \cdot C_{t1} \cdot s_k \cdot f$	=	0,5	0,27	1,0	1,0	0,7	1,0	=	0,09	kN/m ²	
wind links $w_{e1} + w_{f1} = (C_{pe1} + C_{pe2}) \cdot q_{p1/2}$	=	(	0,65	+	0,30	)	*	0,58	=	0,56	kN/m ²
wind rechts $w_{e2} + w_{f2} = (C_{pe2} + C_{pe1}) \cdot q_{p2/2}$	=	(	-0,30	+	0,30	)	*	0,58	=	0,00	kN/m ²

q-belasting op spantbenen en regel

G_{reg} op spantbeen	=	$a \cdot G_{dak}/\cos \alpha$	=	3,2	*	0,85	/	0,643	=	4,23	kN/m'	grondvlak
Q_{sneeuw} linker dak	=	$a \cdot s_{n,links}$	=	3,2	*	0,19			=	0,60	kN/m'	grondvlak
Q_{sneeuw} rechter dak	=	$a \cdot s_{n,rechts}$	=	3,2	*	0,09			=	0,30	kN/m'	grondvlak
Q_{wind} linker dak	=	$a \cdot w_{e1,links}$	=	3,2	*	0,56			=	1,78	kN/m'	dakvlak
Q_{wind} rechter dak	=	$a \cdot w_{e2,rechts}$	=	3,2	*	0,00			=	0,00	kN/m'	dakvlak
G_{reg} op regel	=	$a \cdot G_{vloer}$	=	3,2	*	0,10			=	0,32	kN/m'	grondvlak
Q_{reg} op regel	=	$a \cdot Q_{vloer}$	=	3,2	*	0,00			=	0,00	kN/m'	grondvlak

representatieve waarden

belasting	eg dak	wind	sneeuw	eg vlr	vb vlr
links	4,23	1,78	0,60	0,32	0,00
rechts	4,23	0,00	0,30	-	-
V_1	= -13,1	-2,2	-1,6	-0,3	0,0
V_2	= -13,1	-3,3	-1,2	-0,3	0,0
H_1	= 7,9	-2,6	0,8	0,2	0,0
H_2	= -7,9	-4,0	-0,8	-0,2	0,0
M_3	= -1,9	1,2	-0,1	0,0	0,0
M_4	= 0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
M_5	= -1,9	-3,1	-0,4	0,0	0,0
N_3	= -8,0	0,0	-0,8	-0,4	0,0
N_4	= -8,0	-4,1	-0,8	-0,2	0,0
N_5	= -8,0	-5,1	-0,9	-0,4	0,0
$u_{B,midden}$	= 2,1	12,6	1,0	0,0	0,0
$u_{4,verf}$	= 0,0	0,0	0,0	0,5	0,0

uiterste grenstoestand

		6.10.b			
combinatie		eg +	eg +	eg +	
		wind	sneeuw	vloer	
V_1	=	-17,4	-16,7	-14,5	kN
V_2	=	-19,0	-16,1	-14,5	kN
H_1	=	5,3	9,9	8,8	kN
H_2	=	-14,2	-9,9	-8,8	kN
M_3	=	-0,5	-2,1	-2,1	kNm
M_4	=	0,1	0,1	0,1	kNm
M_5	=	-6,3	-2,5	-2,1	kNm
N_3	=	-9,1	-10,2	-9,1	kN
N_4	=	-14,4	-10,0	-8,9	kN
N_5	=	-16,0	-10,3	-9,1	kN

bij de combinaties met sneeuw en wind is de vloer momentaan gerekend

toetsing uiterste grenstoestand spantbenen (knoop 3 en 5)

art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning $6,19 \left(\frac{(\sigma_{c,0,d})^2}{(f_{c,0,d})^2} + \frac{(\sigma_{m,y,d})^2}{f_{m,y,d}} \right) < 1,0$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
knoop 3	kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	-
eigen gewicht + wind	9,12	0,46	188,2	614,7	0,48	12,46	0,74	12,46	0,06
eigen gewicht + sneeuw	10,15	2,13	188,2	614,7	0,54	12,46	3,46	12,46	0,28
eigen gewicht + vloer	9,10	2,06	188,2	614,7	0,48	12,46	3,35	12,46	0,27
knoop 5									
eigen gewicht + wind	16,02	6,27	188,2	614,7	0,85	12,46	10,21	12,46	0,82
eigen gewicht + sneeuw	10,35	2,53	188,2	614,7	0,55	12,46	4,12	12,46	0,33
eigen gewicht + vloer	9,10	2,06	188,2	614,7	0,48	12,46	3,35	12,46	0,27

art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk $6,35 \left(\frac{(\sigma_{c,0,d})^2}{(k_{kt} f_{c,0,d})^2} + \frac{(\sigma_{m,y,d})^2}{k_{kz} f_{m,y,d}} \right) < 1,0$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	k_{kt}	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	k_{kz}	UC
knoop 3	kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-	-
eigen gewicht + wind	9,12	0,46	188,2	614,7	0,48	12,46	1,00	0,74	12,46	1,00	0,04
eigen gewicht + sneeuw	10,15	2,13	188,2	614,7	0,54	12,46	1,00	3,46	12,46	1,00	0,12
eigen gewicht + personen	9,10	2,06	188,2	614,7	0,48	12,46	1,00	3,35	12,46	1,00	0,11
knoop 5											
eigen gewicht + wind	16,02	6,27	188,2	614,7	0,85	12,46	1,00	10,21	12,46	1,00	0,74
eigen gewicht + sneeuw	10,35	2,53	188,2	614,7	0,55	12,46	1,00	4,12	12,46	1,00	0,15
eigen gewicht + vloer	9,10	2,06	188,2	614,7	0,48	12,46	1,00	3,35	12,46	1,00	0,11

15



toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand spantbenen (knoop 6)

vervorming tgv kruip:	$u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \gamma'_{2,1} Q_{k,1}) = 0,60 \quad (\quad 2,1 \quad + \quad 0,30 \quad 0,0 \quad) = 1,2 \quad \text{mm}$								
belastingcombinatie	u_{on}	$u_{elastisch}$	u_{kruip}	u_{eind}	$u_{eind, toe}$	u.c.	u_{bij}	$u_{bij, toe}$	u.c.
	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	-
eigen gewicht + wind	2,1	12,6	1,2	15,9	19,3	0,82	13,8	19,3	0,72
eigen gewicht + sneeuw	2,1	1,0	1,2	4,3	19,3	0,22	2,2	19,3	0,12
eigen gewicht + vloer	2,1	0,0	1,2	3,3	19,3	0,17	1,2	19,3	0,06

toetsing uiterste grenstoestand horizontale regel (knoop 4)

art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning $6,19 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} < 1,0$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
	kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	-
eigen gewicht + wind	14,36	0,15	85,9	173,3	1,67	12,46	0,84	12,46	0,09
eigen gewicht + sneeuw	10,03	0,15	85,9	173,3	1,17	12,46	0,84	12,46	0,08
eigen gewicht + vloer	8,89	0,15	85,9	173,3	1,03	12,46	0,84	12,46	0,07

art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk $6,35 \quad \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{eff} f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} < 1,0$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	k_{eff}	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	$k_{c,z}$	UC
	kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-	-
eigen gewicht + wind	14,36	0,15	85,9	173,3	1,67	12,46	1,00	0,84	12,46	0,30	0,45
eigen gewicht + sneeuw	10,03	0,15	85,9	173,3	1,17	12,46	1,00	0,84	12,46	0,30	0,31
eigen gewicht + vloer	8,89	0,15	85,9	173,3	1,03	12,46	1,00	0,84	12,46	0,30	0,28

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand horizontale regel (knoop 4)

vervorming tgv kruip:	$u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \gamma'_{2,1} Q_{k,1}) = 0,60 \quad (\quad 0,5 \quad + \quad 0,30 \quad 0,0 \quad) = 0,3 \quad \text{mm}$								
belastingcombinatie	u_{on}	$u_{elastisch}$	u_{kruip}	u_{eind}	$u_{eind, toe}$	u.c.	u_{bij}	$u_{bij, toe}$	u.c.
	mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	-
eigen gewicht + vloer	0,5	0,0	0,3	0,8	7,3	0,11	0,3	7,3	0,04

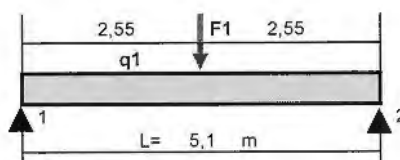
opmerking:

17

**balklaag in een houten vloer ,
berekening volgens eurocode 5**

71 mm x 221 mm - 400 mm
naaldhout C24

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = verdiepingsbalklaag A

norm	Eurocode NIEUWBOUW ontwerp levensduur = 50 jaar			
ontwerplevensduur klasse	= 3	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies	
gevolgklasse CC	= CC1	belasting- formule 6.10.a	formule 6.10.b	
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	factoren	$\gamma_{G,j} = 1,22$ -	$\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			$\gamma_{Q,1} = 1,35$ -	$\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes		$\gamma_{Q,j} = 1,35$ -	$\gamma_{Q,j} = 1,35$ -
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ -			
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -			
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -			
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_1 = 1,00$ -			
overige invoergegevens:		berekening eigen gewicht vloerconstructie $G_{k,j}$ in kN/m^2		
liggerlengte	$L = 5,1$ m	$d(\text{m})$	γ	
te dragen m' vloer (h.o.h.)	$a = 0,4$ m	beplanking t	0,025	*
opleg lengte t.p.v. ondersteuning	$b = 50$ mm	plafond	0,015	*
dikte beplanking	$t = 25$ mm	overige		*
elasticiteitsmodulus beplanking	$E_{0,mean,k} = 5000$ N/mm ²			
breedte vloerveld (berekening trillingen)	$b = 4,5$ m			
belastingen		$b(\text{m})$	$h(\text{m})$	γ
eigen gewicht van de vloerconstructie	$G_{k,j} = 0,55$ kN/m^2			
dominante belasting extreem	$Q_{k1} = 1,75$ kN/m^2	balken	0,071	0,221
verplaatsbare scheidingswanden	$Q_{k1} = 0,5$ kN/m^2	tengels	0,06	0,03
puntlast	$F = 3$ kN			
vervormingseisen en zeeg		overige belastingen		
toelaatbare einddoorbuiging	1: 250 * L			
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: 333,3 * L			
toegepaste zeeg	= 0 mm			

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C24	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,16$ -
houtbreedte	$b = 71$ mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
houthoogte	$h = 221$ mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,80$ middellang
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,65$ middellang
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= middellang	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
belastingduurklasse alleen permanent	= blijvend	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,80$ -
factor voor volume-effect	$s = 0,12$ bij LVL	de eigen frequentie van de vloer	$f_1 = 11$ Hz

uiterste grenstoestand	buiging	0,55	dwarskr	0,17	bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,87	0,60	u_{bij}	0,98	0,62
------------------------	---------	------	---------	------	-----------------------------	------------	------	------	-----------	------	------



materiaal- en profielgegevens

verdiepingsbalklaag A

				$f_{t,d}$	c	k_{11} of k_{12}	k_{mod}	$f_{t,cr}$	f	γ_M	middellang
buigsterkte	$f_{m,k}$	24	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,80	24	/	1,30	= 14,77 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	14	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,16	0,80	14	/ 1,30	= 10,01 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,65	0,4	/	1,30	= 0,20 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	21	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,80	21	/	1,30	= 12,92 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,5	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,80	2,5	/	1,30	= 1,54 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,80	4	/	1,30	= 2,46 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	11000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	11000	/	1,00	= 11000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	350	kg/m ³	$E_{0,0,d}$	1		0,80	11000	/	1,30	= 6769 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	690	N/mm ²	G_d	1		1,00	690	/	1,00	= 690 N/mm ²
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90,mean,k}$	370	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	370	/	1,00	= 370 N/mm ²
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90,mean,k}$	370	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	370	/	1,00	= 370 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	7400	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	7400	/	1,00	= 7400 N/mm ²
traagheidsmoment	I_y	1	$\times 10^{12} \text{ mm}^4$		1	$1/12$	71	221	10^3		= 6386 10^6 mm^4
traagheidsmoment	I_z	1	$\times 10^{12} \text{ mm}^4$		1	$1/12$	221	71	10^3		= 659 10^6 mm^4
weerstandsmoment	W_y	1	$\times 10^6 \text{ mm}^3$		1	$1/6$	71	221	10^2		= 578 10^3 mm^3
weerstandsmoment	W_z	1	$\times 10^6 \text{ mm}^3$		1	$1/6$	221	71	10^2		= 186 10^3 mm^3
oppervlak	A	1	$\times 10^4 \text{ mm}^2$		1		71	221			= 157 10^2 mm^2
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$				$\sqrt{}$		(6386	/	157	)	= 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$				$\sqrt{}$		(659	/	157	)	= 20,5 mm

berekening belastingen

verdiepingsbalklaag A

q1	permanente belasting	$G_{k,1}$	0,4	*	0,55					=	0,22	kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k,1}$	0,4	1,00	*	(1,75 + 0,5)		inclusief ψ_1		=	0,90	kN/m'
F1	spreading puntlast	I	$= 0,025^3 / 12 =$	$1E-06 \text{ m}^4$	$=$	130,21	10^4 mm^4	$EI =$	5000	$1E-06 \cdot 10^6 =$	6510,4	kNm ²
	$k_s > 0,33$ en $\leq 1,0$	k_s	0,37	+	0,8	0,4	-	6510,4	/	50000		= 0,56 -
	opgelegde belasting	F_k	0,560	*	3,00						=	1,68 kN

berekende belasting

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,d}$	(u_{01})	=	0,22			=	0,22 kN/m'
$Q_{k,1}$	(u_{02})	=	0,90	inclusief ψ_1		=	0,90 kN/m'
$k_{del} * (G_{k,1} + \psi_2 Q_{k,1})$	(u_{03})	=	0,60	(0,22 + 0,30 0,90)		=	0,29 kN/m'
$F_k = k_s * F$	(u_{04})	=				=	1,68 kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	q_d	1,22	0,22	+	1,35	0,4	0,90	=	0,75 kN/m'
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	q_d	1,08	0,22	+	1,35	0,90		=	1,45 kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	q_d	1,22	0,22	=	0,27 kN/m'	F_d	1,35	0,40	1,68	=	0,91 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	q_d	1,08	0,22	=	0,24 kN/m'	F_d	1,35	1,68		=	2,27 kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	q_d	1,22	0,22	=	0,27 kN/m'	F_d	1,35	0,40	3,00	=	1,62 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	q_d	1,08	0,22	=	0,24 kN/m'	F_d	1,35	3,00		=	4,05 kN

$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	q_d	1,35	0,40	0,90	l.b.v. berekening reductie dwarskracht					=	0,49 kN/m'
$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	q_d	1,35	0,90		t.b.v. berekening reductie dwarskracht					=	1,22 kN/m'



resultaten mechanaberekeningen

verdiepingsbalklaag A

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,22	5,1	=	0,56	kN
Q_{k1}	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,90	5,1	=	2,30	kN
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{k,ulp} =$	0,5	0,29	5,1	=	0,75	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,75	5,1	=	1,92	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,45	5,1	=	3,70	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,27	5,1	+	1,62	(5,1 - 0,221) / 5,1	=	2,23	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,24	5,1	+	4,05	(5,1 - 0,221) / 5,1	=	4,48	kN
									$R_{Ed} =$ 4,48 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,92	-	(0,5 0,050 + 0,221) *	0,49	=	1,80	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	3,70	-	(0,5 0,050 + 0,221) *	1,22	=	3,40	kN

$$V_{Ed} = (0,5 b_r + h) * q_d$$

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

Eigen gewicht + permanenten last bij de opzetting		geen draagkrachtoverdracht (z.g.v. het eigen gewicht)	
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,23	= 2,23 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,48	= 4,48 kN
		$V_{Ed} =$	4,48 kN

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,75	5,1 ²	=	2,44	kNm
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,45	5,1 ²	=	4,72	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d=$	0,125	0,27	$5,1^2$	+	0,25	0,4	2,27	5,1	=	2,02	kNm
$\gamma_{G,j}G_{k,j}+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d=$	0,125	0,24	$5,1^2$	+	0,25	2,27	5,1		=	3,66	kNm
											$M_{Ed,v}=\boxed{4,72}$	kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,22	5100 ⁴ /	(384 11000 6386 10 ⁴)	=	2,74	mm
Q_{k1}	$u_{1,2} =$	5	0,90	5100 ⁴ /	(384 11000 6386 10 ⁴)	=	11,29	mm
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,29	5100 ⁴ /	(384 11000 6386 10 ⁴)	=	3,68	mm
$F_k = k_r * F$	$u_{1,2} =$	1679		5100 ³ /	(48 11000 6386 10 ⁴)	=	6,61	mm

alternatieve berekening kruip:

alternatieve berekening knip:	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$												
met q-belasting	=	0,6	*	(	2,74	+	0,3	*	11,29	q-last	)	=	3,68	mm
met puntlast	=	0,6	*	(	2,74	+	0,3	*	6,61	F-last	)	=	2,83	mm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

verdiepingsbalklaag A

combinatie	=	eg + q	eg + F
veld	=	$u_{1,2}$	$u_{1,2}$
$u_{on} = G_{k,j}$	=	2,74	2,74
$u_{elastisch} = Q_{k1}$ of $k_r * F$	=	11,29	6,61
$u_{kruip} = k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	3,68	2,83
$u_{zeeg} =$ volgens opgave	=	0,00	0,00
$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$	=	17,70	12,18
$u_{eind,toe} = u_{eind,toelaatbaar}$	=	20,40	20,40
U.C. = $u_{eind} / u_{toelaatbaar}$	=	0,87	0,60
$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$	=	14,96	9,44
$u_{bij,toe} = u_{bij,toelaatbaar}$	=	15,30	15,30
U.C. = $u_{bij} / u_{toelaatbaar}$	=	0,98	0,62



toetsingen uiterste grenstoestand

verdiepingsbalklaag A

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 4,72 \text{ kNm} \quad W_y = 578 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 14,8 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm} \\ h = 221 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{4,72 \cdot 10^6}{578 \cdot 10^3} = 8,2 \text{ N/mm}^2$$

$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 8,2 / 14,8 = \boxed{0,55} -$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_f = 50 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,46 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = R_{Ed} = 4,48 \text{ kN} \quad h = 221 \text{ mm}$$

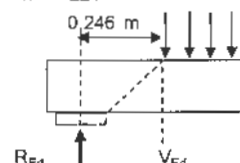
gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 4,48 \text{ kN}$$

$$\text{met } V_{red} = (0,5 \cdot b_f + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,221) \cdot q_d = 0,246 \cdot q_d$$

$$\tau_d = \frac{3 \cdot V_{Ed}}{2 \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 4,48 \cdot 1000}{2 \cdot 71 \cdot 221} = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \tau_d / f_{v,d} = 0,43 / 2,46 = \boxed{0,17} -$$



art. 7.3.3 trillingen in woningvloeren

verdiepingsbalklaag A

totale massa van de vloer

$$m = 54,6 \text{ kg/m}^2$$

doorbuiging tgv puntlast F

$$w = 6,6 \text{ mm}$$

grootte puntlast in het midden

$$F = 1,68 \text{ kN}$$

breedte vloerveld

$$b = 4,50 \text{ m}$$

overspanning van de vloer/balk

$$l = 5,10 \text{ m}$$

hart op hart balklaag

$$a = 0,40 \text{ m}$$

elasticiteitsmodulus balkhout

$$E_b = 11000 \text{ N/mm}^2$$

elasticiteitsmodulus beplating

$$E_s = 5000 \text{ N/mm}^2$$

dikte beplating

$$t = 25,0 \text{ mm}$$

dempingsmaat

$$\xi = 0,01$$

toelaatbare eigen frequentie

$$f_n = 8 \text{ Hz}$$

buigstijfh. loodrecht lengte-as

$$(EI)_l = 1 \cdot 11000 \cdot 6386 \cdot 10^4 / 25^3 = 0,4 \cdot 10^6 = 1756,3 \cdot 10^3 \text{ Nm}^2/\text{m}$$

buigstijfh evenwijdig lengte-as

$$(EI)_b = 1 \cdot 5000 \cdot 1/12 \cdot 1000 \cdot 25^3 = 6,51 \cdot 10^3 \text{ Nm}^2/\text{m}$$

eigen gew. balken en beschot:

$$0,071 \cdot 0,221 + 0,4 \cdot 350 + 0,025 \cdot 350 = 22,5 \text{ kg}$$

$$7,3 \quad \frac{w}{F} = \frac{6,6}{3,00} = 2,20 \text{ met als eis: } w/F \leq a (= 1 \text{ mm/kN})$$

$$7,4 \quad v \leq b^{n\xi-1} = 120^{-0,89} = 0,01 \text{ met } f_1 \xi - 1 = 10,83 \cdot 0,01 - 1 = -0,89$$

waarin f_1 is de eigen frequentie:

$$7,5 \quad f_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{1756,3 \cdot 10^3}{54,625}} = 10,8 -$$

en waarbij v is de snelheidsrespons van een eenheidsimpulsbelasting:

$$7,6 \quad v = \frac{4 \left(\frac{0,4 + 0,6}{m} \frac{n_{40}}{+200} \right)}{54,6 \cdot 4,5 \cdot 5,1 + 200} = \frac{4 \left(\frac{0,4 + 0,6}{54,6} \frac{6,74}{+200} \right)}{54,6 \cdot 4,5 \cdot 5,1 + 200} = 0,012 \text{ m/(Ns}^2\text{)}$$

en n_{40} is het aantal eerste-orde trillingen met een eigen frequentie kleiner dan 40 Hz:

$$7,7 \quad n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{b}{l} \right)^4 + \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right\}^{0,25} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{10,83} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{4,50}{5,10} \right)^4 + \frac{1756,3 \cdot 10^3}{6510} \right\}^{0,25} = 6,74 -$$

opmerking



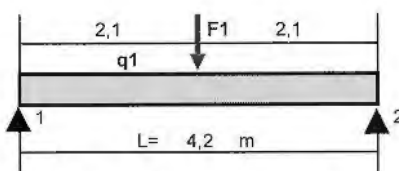
balklaag in een houten vloer , berekening volgens eurocode 5

71 mm x 221 mm - 600 mm
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = verdiegingsbalklaag B

norm	Eurocode NIEUWBOUW	ontwerplevensduur	= 50 jaar
ontwerplevensduur klasse	= 3	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies
gevolgklasse CC	= CC1	belasting-	formule 6.10.a
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	factoren	$\gamma_{G,j} = 1,22$ - $\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
			$\gamma_{Q,1} = 1,35$ - $\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
			$\gamma_{Q,j} = 1,35$ - $\gamma_{Q,j} = 1,35$ -
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes		
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ -		
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -		
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -		
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_t = 1,00$ -		
overige invoergegevens:			
liggerlengte	L= 4,2 m		
te dragen m' vloer (h.o.h.)	a= 0,6 m		
oplegglengte t.p.v. ondersteuning	b _f = 50 mm		
dikte beplanking	t= 25 mm		
elasticiteitsmodulus beplanking	E _{o,mean,k} = 5000 N/mm ²		
breedte vloerveld (berekening trillingen)	b= 4,5 m		
belastingen			
eigen gewicht van de vloerconstructie	G _{k,j} = 0,47 kN/m ²		
dominante belasting extreem	Q _{k1} = 1,75 kN/m ²		
verplaatsbare scheidingswanden	Q _{k1} = 0,5 kN/m ²		
puntlast	F= 3 kN		
vervormingseisen en zeeg			
toelaatbare einddoorbuiging	1: 250 * L	u _{eind}	<= 4200 / 250 = 16,8 mm
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: 333,3 * L	u _{bij}	<= 4200 / 333,3 = 12,6 mm
toegepaste zeeg	= 0 mm		

berekening eigen gewicht vloerconstructie G _{k,j}	in	kN/m ²				
	d(m)	γ				
beplanking t	0,025	* 6,5 kN/m ³ = 0,16				
plafond	0,015	* 9 kN/m ³ = 0,14				
overige	*	kN/m ³ = 0,00				
	b(m)	h(m)	γ	/	hoh(m)	
balken	0,071	0,221	5,5	/	0,6	= 0,14
tengels	0,06	0,03	5,5	/	0,3	= 0,03
overige belastingen						= 0,00
						= 0,47



berekening eigen gewicht vloerconstructie G _{k,j}				in	kN/m ²
	d(m)	γ			
beplanking t	0,025	*	6,5	kN/m ³	= 0,16
plafond	0,015	*	9	kN/m ³	= 0,14
overige		*		kN/m ³	= 0,00
	b(m)	h(m)	γ	/	hoh(m)
balken	0,071	0,221	5,5	/	0,6
tengels	0,06	0,03	5,5	/	0,3
overige belastingen					= 0,00
					totaal G _{k,j} = 0,47

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	γ _M = 1,30 -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	k _N = 1,16 -
houtbreedte	b= 71 mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	k _b = 1,00 -
houthoogte	h= 221 mm	modificatiefactor sterkte	k _{mod} = 0,80 middellang
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	k _{mod} = 0,65 middellang
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= middellang	modificatiefactor sterkte	k _{mod} = 0,60 blijvend
		modificatiefactor treksterkte	k _{mod} = 0,50 blijvend
belastingduurklasse alleen permanent	= blijvend	modificatiefactor vervorming	k _{def} = 0,60 -
factor voor volume-effect	s= 0,12 bij LVL	de eigen frequentie van de vloer	f1= 13 Hz

uiterste grenstoestand	buiging	0,73	dwarskr	0,20	bruikbaarheidsgrenstoestand	u _{eind}	0,86	0,60	u _{bij}	0,99	0,64
------------------------	---------	------	---------	------	-----------------------------	-------------------	------	------	------------------	------	------



materiaal- en profielgegevens

verdiepingsbalklaag B

				$f_{x;d}$	α	k_{ft} of k_{ft}''	k_{med}	$f_{x,rep}$	f	γ_M	middellang
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,80	18	/	1,30	= 11,08 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,16	0,80	11	/ 1,30	= 7,86 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,65	0,4	/	1,30	= 0,20 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,80	18	/	1,30	= 11,08 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,80	2,2	/	1,30	= 1,35 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,80	3,4	/	1,30	= 2,09 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,80	9000	/	1,30	= 5538 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$				1	$\frac{1}{12}$	71	221 ³			= 6386 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$				1	$\frac{1}{12}$	221	71 ³			= 659 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$				1	$\frac{1}{6}$	71	221 ²			= 578 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$				1	$\frac{1}{6}$	221	71 ²			= 186 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$				1		71	221			= 157 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$				$\sqrt{}$	(	6386	/	157	)	= 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$				$\sqrt{}$	(	659	/	157	)	= 20,5 mm

berekening belastingen

verdiepingsbalklaag B

q1	permanente belasting	$G_{k,j} = 0,6$	*	0,47						= 0,28 kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k1} = 0,6$	1,00	*	(1,75 + 0,5)			inclusief ψ_{t1}		= 1,35 kN/m'
F1	spreiding puntlast	$I = 0,025^3 / 12 = 1E-06$	m ⁴	=	130,21	10 ⁴ mm ⁴	El=	5000	1E-06	10 ⁶ = 6510,4 kNm ²
	$k_t > 0,33$ en $\leq 1,0$	$k_t = 0,37$	+	0,8	0,6	-	6510,4	/	50000	= 0,72 -
	opgelegde belasting	$F_k = 0,720$	*	3,00						= 2,16 kN

berekende belasting

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,28					= 0,28 kN/m'
Q_{k1}	(u_{elas})	=	1,35	inclusief ψ_{t1}				= 1,35 kN/m'
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_{t2} Q_{k1})$	(u_{kruip})	=	0,60	(0,28 + 0,30	1,35)			= 0,41 kN/m'
$F_k = k_t * F$	(u_{elas})	=						= 2,16 kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,28	+	1,35	0,4	1,35	= 1,07 kN/m'
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,28	+	1,35	1,35		= 2,13 kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,28	=	0,35 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	2,16	= 1,17 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,28	=	0,31 kN/m'	$F_d =$	1,35	2,16		= 2,92 kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,28	=	0,35 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	3,00	= 1,62 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,28	=	0,31 kN/m'	$F_d =$	1,35	3,00		= 4,05 kN

$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	0,40	1,35	t.b.v. berekening reductie dwarskracht			= 0,73 kN/m'
$\gamma_{Q,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	1,35		t.b.v. berekening reductie dwarskracht			= 1,82 kN/m'



resultaten mechanica berekeningen

verdiepingsbalklaag B

reacties

karakteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,28	4,2	=	0,60	kN
$Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	1,35	4,2	=	2,84	kN
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,41	4,2	=	0,87	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	1,07	4,2	=	2,26	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	2,13	4,2	=	4,47	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,35	4,2	+	1,62	(4,2 - 0,221) / 4,2	=	2,26	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,31	4,2	+	4,05	(4,2 - 0,221) / 4,2	=	4,48	kN
									$R_{Ed} =$ 4,48 kN

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,26	-	(0,5 0,050 + 0,221) *	0,73	=	2,08	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,47	-	(0,5 0,050 + 0,221) *	1,82	=	4,03	kN

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) * q_d$$

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,26	=	2,26	kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,48	=	4,48	kN
					$V_{Ed} =$ 4,48 kN

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	1,07	$4,2^2$	=	2,37	kNm
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	2,13	$4,2^2$	=	4,70	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,35	$4,2^2$	+	0,25	0,4	2,92	4,2	=	1,99	kNm
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,31	$4,2^2$	+	0,25	2,92	4,2	=	3,74	kNm	
											$M_{Ed,v} =$	4,70 kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,28	$4200^4 / (384 9000 6386 10^4)$	=	2,01	mm
$Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	1,35	$4200^4 / (384 9000 6386 10^4)$	=	9,52	mm
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,41	$4200^4 / (384 9000 6386 10^4)$	=	2,92	mm
$F_k = k_r * F$	$u_{1,2} =$		2159	$4200^3 / (48 9000 6386 10^4)$	=	5,80	mm

alternatieve berekening kruip:

met q-belasting	=	0,6	* { 2,01 + 0,3 * 9,52 q-last }	=	2,92	mm
met puntlast	=	0,6	* { 2,01 + 0,3 * 5,80 F-last }	=	2,25	mm

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

verdiepingsbalklaag B

combinatie	=	eg + q	eg + F
veld	=	$u_{1,2}$	$u_{1,2}$
u_{on}	=	$G_{k,j}$	= 2,01 2,01
$u_{elastisch}$	=	$Q_{k,1}$ of $k_r * F$	= 9,52 5,80
u_{kruip}	=	$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	= 2,92 2,25
u_{zeeg}	=	volgens opgave	= 0,00 0,00
u_{eind}	=	$u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$	= 14,44 10,05
$u_{eind,toe}$	=	$u_{eind,toelaatbaar}$	= 16,80 16,80
U.C.	=	$u_{eind} / u_{toelaatbaar}$	= 0,86 0,60
u_{bij}	=	$u_{kruip} + u_{elastisch}$	= 12,43 8,05
$u_{bij,toe}$	=	$u_{bij,toelaatbaar}$	= 12,60 12,60
U.C.	=	$u_{bij} / u_{toelaatbaar}$	= 0,99 0,64

**toetsingen uiterste grenstoestand**

verdiepingsbalklaag B

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 4,70 \text{ kNm} \quad W_y = 578 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm} \\ h = 221 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{4,70 \cdot 10^6}{578 \cdot 10^3} = 8,1 \text{ N/mm}^2$$

$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 8,1 / 11,1 = \boxed{0,73} -$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_r = 50 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,09 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = R_{Ed} = 4,48 \text{ kN} \quad h = 221 \text{ mm}$$

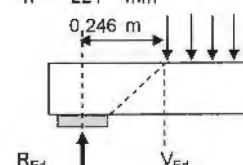
gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 4,48 \text{ kN}$$

$$\text{met } V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,221) \cdot q_d = 0,246 q_d$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 4,48 \cdot 1000}{2 \cdot 71 \cdot 221} = 0,43 \text{ N/mm}^2$$

$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \tau_d / f_{v,d} = 0,43 / 2,09 = \boxed{0,20} -$$

**art. 7.3.3 trillingen in woningvloeren**

verdiepingsbalklaag B

totale massa van de vloer

$$m = 47,4 \text{ kg/m}^2$$

doorbuiging tgv puntlast F

$$w = 5,8 \text{ mm}$$

grootte puntlast in het midden

$$F = 2,16 \text{ kN}$$

breedte vloerveld

$$b = 4,50 \text{ m}$$

overspanning van de vloer/balk

$$l = 4,20 \text{ m}$$

hart op hart balklaag

$$a = 0,60 \text{ m}$$

elasticiteitsmodulus balkhout

$$E_f = 9000 \text{ N/mm}^2$$

elasticiteitsmodulus beplating

$$E_b = 5000 \text{ N/mm}^2$$

dikte beplating

$$t = 25,0 \text{ mm}$$

dampingsmaat

$$\xi = 0,01$$

toelaatbare eigen frequentie

$$f = 8 \text{ Hz}$$

buigstijfh. loodrecht lengte-as

$$(EI)_l = 1 \cdot 9000 \cdot 6386 \cdot 10^4 = 5,71 \cdot 10^8 \text{ Nm}^2$$

buigstijfh evenwijdig lengte-as

$$(EI)_b = 1 \cdot 5000 \cdot 1/12 \cdot 1000 \cdot 25^3 = 2,60 \cdot 10^8 \text{ Nm}^2$$

waarde volgens de NB

waarde volgens de NB

massa vloer m b l =

breedte b = 71 mm

hoogte h = 221 mm

traagheidsmoment I_y = 6386 10^4 mm^4

a = 1 mm/kN

b = 120 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

= 896 kg

$$\text{eigen gew. balken en beschot: } 0,071 \cdot 0,221 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 320 + 0,025 \cdot 320 = 16,4 \text{ kg}$$

$$7,3 \quad \frac{w}{F} = \frac{5,8}{3,00} = 1,93 \text{ met als eis: } w / F \leq a (= 1 \text{ mm / kN})$$

$$7,4 \quad v \leq b^{f_1 \xi - 1} = 120^{-0,87} = 0,02 \text{ met } f_1 \xi - 1 = 12,65 \cdot 0,01 - 1 = -0,87$$

waarin f_1 = de eigen frequentie:

$$7,5 \quad f_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{5,71 \cdot 10^8}{47,433}} = 12,7 -$$

en waarbij v is de snelheidsrespons van een eenheidsimpulsbelasting:

$$7,6 \quad v = \frac{4}{m} \left(\frac{0,4 + 0,6}{b} \right) \frac{n_{40}}{+200} = \frac{4}{47,4} \left(\frac{0,4 + 0,6}{4,5} \right) \frac{6,46}{+200} = 0,016 \text{ m / (Ns}^2\text{)}$$

en n_{40} is het aantal eerste-orde trillingen met een eigen frequentie kleiner dan 40 Hz:

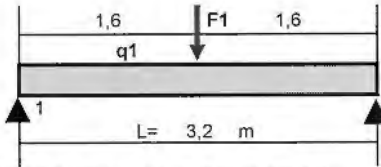
$$7,7 \quad n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{b}{l} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right\}^{0,25} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{12,65} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{4,50}{4,20} \right)^4 \cdot \frac{958,0 \cdot 10^3}{6510} \right\}^{0,25} = 6,46 -$$

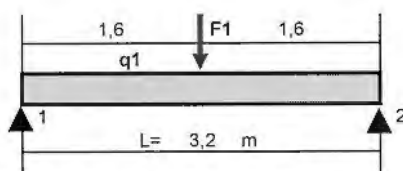
opmerking

balklaag in een houten vloer , berekening volgens eurocode 5

71 mm x 171 mm - 600 mm
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = verdiepingsbalklaag C

norm	Eurocode NIEUWBOUW	ontwerplevensduur	=	50	jaar				
ontwerplevensduur klasse	=	3	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies					
gevolgklasse CC	=	CC1	belasting-	formule 6.10.a	formule 6.10.b				
correctiefactor voor formule 6.10.b	ξ =	0,89	factoren	$\gamma_{G,j}$ = 1,22 -	$\xi \gamma_{G,j}$ = 1,08 -				
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage				$\gamma_{Q,1}$ = 1,35 -	$\gamma_{Q,1}$ = 1,35 -				
gebouwcategorie			A: woon- en verblijfsruimtes	$\gamma_{Q,2}$ = 1,35 -	$\gamma_{Q,2}$ = 1,35 -				
(gewichtsberekening)	ψ_0 =	0,4 -							
(elastische doorbuiging)	ψ_1 =	0,5 -							
(kruip)	ψ_2 =	0,3 -							
reductiefactor vloerbelasting	ψ_1 =	1,00 -							
overige invoergegevens:			berekening eigen gewicht vloerconstructie $G_{k,j}$ in kN/m ²						
liggerlengte	L =	3,2 m	d(m) γ						
te dragen m' vloer (h.o.h.)	a =	0,6 m	beplanking t	0,025	*	6,5	kN/m ³	=	0,16
opleglengte t.p.v. ondersteuning	b =	50 mm	plafond	0,015	*	9	kN/m ³	=	0,14
dikte beplanking	t =	25 mm	overige		*		kN/m ³	=	0,00
elasticiteitsmodulus beplanking	$E_{0,mean,k}$ =	5000 N/mm ²	b(m) h(m) γ	/			hoh(m)		
breedte vloerveld (berekening trillingen)	b =	4,5 m	balken	0,071	0,171	5,5	/	0,6	= 0,11
belastingen			tengels	0,06	0,03	5,5	/	0,3	= 0,03
eigen gewicht van de vloerconstructie	$G_{k,j}$ =	0,44 kN/m ²	overige belastingen = 0,00						
dominante belasting extreem	$Q_{k,1}$ =	1,75 kN/m ²	totaal $G_{k,j}$ = 0,44						
verplaatsbare scheidingswanden	$Q_{k,1}$ =	0,5 kN/m ²							
puntlast	F =	3 kN							
vervormingseisen en zeeg									
toelaatbare einddoorbuiging	1: 250	* L	u_{aand}	<=	3200	/	250	=	12,8 mm
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: 333,3	* L	u_{bij}	<=	3200	/	333,3	=	9,6 mm
toegepaste zeeg	=	0 mm							



berekening eigen gewicht vloerconstructie $G_{k,j}$					in	kN/m ²
	d(m)		γ			
beplanking t	0,025	*	6,5	kN/m ³	=	0,16
plafond	0,015	*	9	kN/m ³	=	0,14
overige		*		kN/m ³	=	0,00
	b(m)	h(m)	γ	l	hoh(m)	
balken	0,071	0,171	5,5	/	0,6	= 0,11
tengels	0,06	0,03	5,5	/	0,3	= 0,03
overige belastingen						= 0,00
					totaal $G_{k,j}$	= 0,44
u_{eind}	<=	3200	/	250	=	12,8 mm
u_{bij}	<=	3200	/	333,3	=	9,6 mm

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_{tr} = 1,16$ -
houtbreedte	b = 71 mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_{tr} = 1,00$ -
houthoogte	h = 171 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,80$ middellang
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,65$ middellang
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= middellang	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
belastingduurklasse alleen permanent	= blijvend	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
factor voor volume-effect	s = 0,12 bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
unity-checks		de eigen frequentie van de vloer	f1 = 15 Hz

uiterste grenstoestand	buiging	0,70	dwarskr	0,25	bruikbaarheidsgrenstoestand	u_{eind}	0,81	0,68	u_{bij}	0,94	0,77
------------------------	---------	------	---------	------	-----------------------------	------------	------	------	-----------	------	------

96



materiaal- en profielgegevens

verdiepingsbalklaag C

				$f_{t,d}$	C	k_{ft} of k_{ft}''	k_{mod}	$f_{t,rep}$	f	γ_M	middellang
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,80	18	/	1,30	= 11,08 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,16	0,80	11	/	= 7,86 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,65	0,4	/	1,30	= 0,20 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,80	18	/	1,30	= 11,08 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,80	2,2	/	1,30	= 1,35 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,80	3,4	/	1,30	= 2,09 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,80	9000	/	1,30	= 5538 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$					1	$\frac{1}{12}$	71	171^3		= 2958 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$					1	$\frac{1}{12}$	171	71^3		= 510 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$					1	$\frac{1}{6}$	71	171^2		= 346 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$					1	$\frac{1}{6}$	171	71^2		= 144 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$					1		71	171		= 121 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$					$\sqrt{}$	(	2958	/	121	) = 49,4 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$					$\sqrt{}$	(	510	/	121	) = 20,5 mm

berekening belastingen

verdiepingsbalklaag C

q1	permanente belasting	$G_{k,j} = 0,6$	*	0,44							= 0,27 kN/m'
	opgelegde belasting	$Q_{k,1} = 0,6$	1,00	*	(1,75 + 0,5)				inclusief $\psi_{t,1}$		= 1,35 kN/m'
F1	spreading puntlast	$I = 0,025^3 / 12 = 1E-06$	m ⁴	=	130,21	10 ⁴ mm ⁴	El=	5000	1E-06	10 ⁶ =	6510,4 kNm ²
	$k_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$k_r = 0,37$	+	0,8	0,6	-	6510,4	/	50000		= 0,72 -
	opgelegde belasting	$F_x = 0,720$	*	3,00							= 2,16 kN

berekende belasting

belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5

$G_{k,j}$	(u_{on})	=	0,27							= 0,27 kN/m'
$Q_{k,1}$	(u_{elas})	=	1,35			inclusief $\psi_{t,1}$				= 1,35 kN/m'
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,0} Q_{k,1})$	(u_{knop})	=	0,60	(	0,27	+	0,30	1,35	)	= 0,40 kN/m'
$F_k = k_r \cdot F$	(u_{elas})	=								= 2,16 kN

belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,27	+	1,35	0,4	1,35			= 1,05 kN/m'
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,27	+	1,35	1,35				= 2,11 kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,27	=	0,32 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	2,16	= 1,17 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,27	=	0,29 kN/m'	$F_d =$	1,35	2,16		= 2,92 kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,27	=	0,32 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	3,00	= 1,62 kN
$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,27	=	0,29 kN/m'	$F_d =$	1,35	3,00		= 4,05 kN

$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	0,40	1,35	t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 0,73 kN/m'
$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	1,35		t.b.v. berekening reductie dwarskracht					= 1,82 kN/m'

27



resultaten mechanaberekeningen

verdiepingsbalklaag C

reacties

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,27	3,2	=	0,42	kN
$Q_{k,1}$	$R_{Q,k,1} =$	0,5	1,35	3,2	=	2,16	kN
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,40	3,2	=	0,64	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	1,05	3,2	=	1,68	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	2,11	3,2	=	3,37	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,32	3,2	+	1,62 (3,2 - 0,171) / 3,2	=	2,05	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,29	3,2	+	4,05 (3,2 - 0,171) / 3,2	=	4,29	kN
$R_{Ed} =$ 4,29 kN								

dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) * q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,68	-	(0,5 0,050 + 0,171) *	0,73	=	1,54	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	3,37	-	(0,5 0,050 + 0,171) *	1,82	=	3,02	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,05	=	2,05	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,29	=	4,29	kN
$V_{Ed} =$					4,29 kN

momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	1,05	3,2 ²	=	1,35	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	2,11	3,2 ²	=	2,70	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,32	3,2 ²	+	0,25	0,4	2,92	3,2	=	1,35	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,29	3,2 ²	+	0,25	2,92	3,2		=	2,70	kNm
										$M_{Ed,v} =$	2,70	kNm

vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,27	3200 ⁴ / (384 9000 2958 10 ⁴)	=	1,36	mm
$Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	1,35	3200 ⁴ / (384 9000 2958 10 ⁴)	=	6,92	mm
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,40	3200 ⁴ / (384 9000 2958 10 ⁴)	=	2,06	mm
$F_k = k_r * F$	$u_{1,2} =$		2159	3200 ³ / (48 9000 2958 10 ⁴)	=	5,54	mm

alternatieve berekening kruip:

$$= k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$$

met q-belasting

$$= 0,6 * (1,36 + 0,3 * 6,92 \text{ q-last}) = 2,06 \text{ mm}$$

met puntlast

$$= 0,6 * (1,36 + 0,3 * 5,54 \text{ F-last}) = 1,81 \text{ mm}$$

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

verdiepingsbalklaag C

combinatie	=	eg + q	eg + F
veld	=	$u_{1,2}$	$u_{1,2}$
u_{on}	=	$G_{k,j}$	= 1,36 1,36
$u_{elastisch}$	=	$Q_{k,1}$ of $k_r * F$	= 6,92 5,54
u_{kruip}	=	$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	= 2,06 1,81
u_{zeeg}	=	volgens opgave	= 0,00 0,00
u_{eind}	=	$u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$	= 10,34 8,71
$u_{eind,toe}$	=	$u_{eind,lootbaar}$	= 12,80 12,80
u.c.	=	$u_{eind} / u_{toelaatbaar}$	= 0,81 0,68
u_{bij}	=	$u_{kruip} + u_{elastisch}$	= 8,98 7,35
$u_{bij,toe}$	=	$u_{bij,lootbaar}$	= 9,60 9,60
u.c.	=	$u_{bij} / u_{toelaatbaar}$	= 0,94 0,77



toetsingen uiterste grenstoestand

verdiepingsbalklaag C

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 2,70 \text{ kNm} \quad W_y = 346 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm} \quad h = 171 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{2,70 \cdot 10^6}{346 \cdot 10^3} = 7,8 \text{ N/mm}^2$$

$$6,11 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 7,8 / 11,1 = 0,70$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_f = 50 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,09 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = R_{Ed} = 4,29 \text{ kN} \quad h = 171 \text{ mm}$$

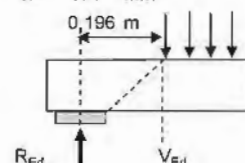
gereduceerde dwarskracht

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 4,29 \text{ kN}$$

$$\text{met } V_{red} = (0,5 b_f + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,171) \cdot q_d = 0,196 q_d$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 4,29 \cdot 1000}{2 \cdot 71 \cdot 171} = 0,53 \text{ N/mm}^2$$

$$6,13 \quad \text{unity-check} \quad = \quad \tau_d / f_{v,d} = 0,53 / 2,09 = 0,25$$



art. 7.3.3 trillingen in woningvloeren

verdiepingsbalklaag C

totale massa van de vloer

$$m = 44,2 \text{ kg/m}^2$$

doorbuiging tgv puntlast F

$$w = 5,5 \text{ mm}$$

grootte puntlast in het midden

$$F = 2,16 \text{ kN}$$

breedte vloerveld

$$b = 4,50 \text{ m}$$

overspanning van de vloer/balk

$$l = 3,20 \text{ m}$$

hart op hart balklaag

$$a = 0,60 \text{ m}$$

elasticiteitsmodulus balkhout

$$E_f = 9000 \text{ N/mm}^2$$

elasticiteitsmodulus beplating

$$E_b = 5000 \text{ N/mm}^2$$

dikte beplating

$$t = 25,0 \text{ mm}$$

dempingsmaat

$$\xi = 0,01$$

toelaatbare eigen frequentie

$$f_n = 8 \text{ Hz}$$

buigstijfh. loodrecht lengte-as

$$(EI)_l = 1 \cdot 9000 \cdot 2958 \cdot 10^4 / 0,8 \cdot 10^6 = 443,8 \cdot 10^3 \text{ Nm}^2/\text{m}$$

buigstijfh evenwijdig lengte-as

$$(EI)_b = 1 \cdot 5000 \cdot 1/12 \cdot 1000 \cdot 25^3 \cdot 10^6 = 6,51 \cdot 10^3 \text{ Nm}^2/\text{m}$$

eigen gew. balken en beschot:

$$0,071 \cdot 0,171 / 0,6 \cdot 320 + 0,025 \cdot 320 = 14,5 \text{ kg}$$

$$7,3 \quad \frac{w}{F} = \frac{5,5}{2,16} = 1,85 \text{ met als eis: } w / F \leq a (= 1 \text{ mm / kN})$$

$$7,4 \quad v \leq b \cdot f_1^{-1} = 120 \cdot 0,85 = 0,02 \text{ met } f_1 \xi^{-1} = 15,37 \cdot 0,01^{-1} = -0,85$$

waarin f_1 is de eigen frequentie:

$$7,5 \quad f_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{443,8 \cdot 10^3}{44,179}} = 15,4$$

en waarbij v is de snelheidsrespons van een eenheidsimpulsbelasting:

$$7,6 \quad v = \frac{4 \cdot (0,4 + 0,6 \cdot \frac{n_{40}}{+200})}{m \cdot b \cdot l} = \frac{4 \cdot (0,4 + 0,6 \cdot \frac{6,26}{+200})}{44,2 \cdot 4,5 \cdot 3,2} = 0,020 \text{ m / (Ns}^2\text{)}$$

en n_{40} is het aantal eerste-orde trillingen met een eigen frequentie kleiner dan 40 Hz:

$$7,7 \quad n_{40} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{b}{l} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right\}^{0,25} = \left\{ \left[\left(\frac{40}{15,37} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left(\frac{4,50}{3,20} \right)^4 \cdot \frac{443,8 \cdot 10^3}{6510} \right\}^{0,25} = 6,26$$

opmerking

79

J.W.M. te Boekhorst Adviesbureau voor Bouwtechniek

Dinxperlo

Gebruikslicentie COMMERCIELE-versie tot 1-4-2015

H ligger 2 stpt EC versie : 4.7.8 gekozen NDP : NL ; gebruikslicentie COMMERCIELE-versie verteeld aan :



H ligger 2 stpt EC_NL

Versie : 4.7.8 ; NDP : NL

printdatum : 10-01-2015

tot 1-4-2015

ligger op 2 steunpunten met q- en puntlast , houten balk :

96 x 196

naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem

werknummer = 3592

onderdeel = raveelbalk

norm Eurocode NIEUWBOUW ontwerplevensduur = 50 jaar
ontwerplevensduur klasse = 3 toepassing: gebouwen en andere gewone constructies

veiligheidsklasse

= CC1

belastingfactoren

correctiefactor voor formule 6.10.b

$\xi = 0,89$

formule 6.10.a

$\gamma_{GJ} = 1,22$

$\gamma_{Q,1} = 1,35$

$\gamma_{Q,2} = 1,35$

$\xi \gamma_{GJ} = 1,08$

$\gamma_{Q,1} = 1,35$

$\gamma_{Q,2} = 1,35$

$\gamma_{Q,3} = 0,90$ (gunstig)

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie A: woon- en verblijfsruimtes

(gewichtsberekening) $\psi_0 = 0,4$

formule 6.10.b

(elastische doorbuiging) $\psi_1 = 0,5$

(kruip) $\psi_2 = 0,3$

reductiefactor vloerbelasting $\psi_1 = 1,00$

formule 6.10.a en b

liggerlengte $L = 2,1$ m

staaf lengte z-richting, ongesteund $L_z = 2,1$ m

aangrijpingspunt belasting aan drukzijde

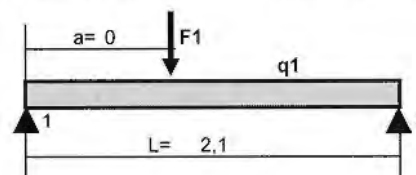
wijze van steunen gesteund

aangrijpingspunt van steunen aan drukzijde

toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 * L

toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333 * L

toegepaste zeeg 0 mm



belastingen en combinaties

raveelbalk

q1:

permanente belasting $G_{k,j} = 1,75$ kN/m $G_{k,j}$: (incl.e.g.) 1,75 = 1,75 kN/m'

opgelegde belasting exteem+mom. $\Sigma Q_{extr+mom} = 6,95$ kN/m STR/GEO $\gamma_{GJ} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom} = 11,51$ kN/m'

opgelegde belasting momentaan $\Sigma Q_{mom} = 6,95$ kN/m 6.10.a: 1,22 1,75 + 1,35 6,95 = 11,51 kN/m'

gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1} \psi_{0,1} = 0,4$ - STR/GEO $\xi \gamma_{GJ} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom} = 11,27$ kN/m'

gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i} \psi_{0,i} = 0,4$ - 6.10.b: 1,08 1,75 + 1,35 6,95 = 11,27 kN/m'

quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1} \psi_{2,1} = 0,3$ - EQU 1,10 $G_{k,j} + 1,50 \Sigma Q_{extr+mom} = 12,35$ kN/m'

quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i} \psi_{2,i} = 0,3$ - 6.10: 1,10 1,75 + 1,50 6,95 = 12,35 kN/m'

EQU en STR/GEO 0,9 $G_{k,j} = 0,9$ 1,75 = 1,58 kN/m'

$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1}) = (6,95 - 6,95) / (1 - 0,4) = 0,00$ kN/m'

$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i} = (6,95 - 0,00) / 0,4 = 17,38$ kN/m'

kruip = $k_{der} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}) = 0,60 (1,75 + 0,3 \cdot 0,00 + 0,3 \cdot 17,38) = 4,18$ kN/m'

sterkteklasse = naaldhout C18

materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$

materiaal = gezaagd hout

hoogtefactor treksterkte; breedte $k_h = 1,09$

houtbreedte $b = 96$ mm

hoogtefactor buigsterkte; hoogte $k_h = 1,00$

houthoogte $h = 196$ mm

modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort

klimaatklasse = 1

modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,80$ kort

belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort

modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,60$ blijvend

E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2) nee -

modificatiefactor treksterkte $k_{mod} = 0,50$ blijvend

factor voor volume-effect $s = 0,12$ bij LVL

modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$

$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule 6.32

unity-checks

ULS	buiging	0,83	dwarskracht	0,32	stabiliteit	0,83	SLS	u_{eind}	0,72	u_{bij}	0,82
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

materiaal- en profielgegevens

raveelbalk

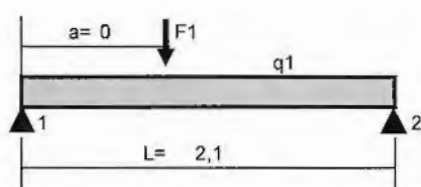
				$f_{x;d} =$	c	k_h of k_l^{**}	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M		kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	18	/	1,30	=	12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11	N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,09	0,90	11	/	1,30	= 8,33 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4	N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,80	0,4	/	1,30	= 0,25 N/mm ²	
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm ²	
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm ²	
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm ²	
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²	
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²	
glijdingsmodulus	G_k	560	N/mm ²	G_d	1		1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²	



elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,k}$	1	1,00	300	/	1,00	=	300	N/mm ²
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$	300	N/mm ²	$E_{90,mean,k}$	1	1,00	300	/	1,00	=	300	N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000	N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1	1,00	6000	/	1,00	=	6000	N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y =$	1	$\times \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	96	196^3	=	6024	$10^4 mm^4$	
traagheidsmoment	$I_z =$	1	$\times \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	196	96^3	=	1445	$10^4 mm^4$	
weerstandsmoment	$W_y =$	1	$\times \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	96	196^2	=	614,7	$10^3 mm^3$	
weerstandsmoment	$W_z =$	1	$\times \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	196	96^2	=	301,1	$10^3 mm^3$	
oppervlak	$A =$	1	$\times bh$	=	1		96	196	=	188,2	$10^2 mm^2$	
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$			=	$\sqrt{}$	(	6024	/	188	)	=	56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$			=	$\sqrt{}$	(	1445	/	188	)	=	27,7 mm

resultaten mechanica berekeningen

raveelbalk



belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)	
	q1	F1	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	R_1	R_2
$G_{k,j}$	1,75	0,00	-1,84	1,84	1,84	1,84
$Q_{k,1} + \psi_{0,1} \cdot Q_{k,i}$	6,95	0,00	-7,30	7,30	7,30	7,30
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,2} Q_{k,i})$	4,18	0,00	-4,39	4,39	4,39	4,39
ULS(1) 6.10.a	11,51	0,00	-12,08	12,08	12,08	12,08
ULS(2) 6.10.b	11,27	0,00	-11,84	11,84	11,84	11,84
maatgevende waarden			$V_{Ed} =$	12,08 kN	$R_{Ed} =$	12,08 kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	M_1	M_2	$M_{1,2}$	uit R_1	$u_{1,2}$
$G_{k,j}$	0,0	0,0	0,96	1,05	0,8
$Q_{k,1} + \psi_{0,1} \cdot Q_{k,i}$	0,0	0,0	3,83	1,05	3,2
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,2} Q_{k,i})$	0,0	0,0	2,30	1,05	2,0
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	6,34	1,05	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	6,22	1,05	
maatgevende waarden	$M_{Ed,st} =$	0,0 kNm	$M_{Ed,v} =$	6,3 kNm	

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

raveelbalk

veld	=	$u_{1,2}$
u_{on}	=	$G_{k,j}$
$u_{elastisch}$	=	$Q_{k,1} + \psi_{0,1} \cdot Q_{k,i}$
u_{kruip}	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,2} Q_{k,i})$
u_{zeeg}	=	volgens opgave
u_{eind}	=	$u_{on} + u_{elastisch} + u_{kruip} + u_{zeeg}$
$u_{eind,toe}$	=	$u_{eind,toelaatbaar}$
U.C.	=	$u_{eind} / u_{eind,toelaatbaar}$
u_{bij}	=	$u_{elastisch} + u_{kruip}$
$u_{bij,toe}$	=	$u_{bij,toelaatbaar}$
U.C.	=	$u_{bij} / u_{bij,toelaatbaar}$

toetsingen uiterste grenstoestand

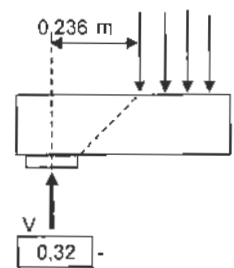
raveelbalk

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	$M_{Ed,y} =$	6,3 kNm	$W_y =$	615 cm ³	$f_{m,y,d} =$	12,5 N/mm ²	$b =$	96 mm
							$h =$	196 mm
$\sigma_{m,y,d}$	$M_{Ed,y} / W_y$	=	6,3 10^6	/	615 10^3	=	10,3 N/mm ²	
6.11 unity-check	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$	=	10,3	/	12,5	=	0,83	-

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning	$b_r =$	80 mm	$f_{v,d} =$	2,35 N/mm ²	$b =$	96 mm
rekenwaarde q-last op balk	$q_d =$	11,27 kN/m'			$h =$	196 mm



$$\begin{aligned} V_{red} &= (0,5 b_f + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,196) \cdot 11,27 = 2,66 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= V - V_{red} = 12,08 - 2,66 = 9,42 \text{ kN} \\ \tau_d &= 3 V_{Ed} / 2bh = \frac{3 \cdot 9,42}{2 \cdot 96 \cdot 196} = 0,75 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$6.13 \quad \text{unity-check} = \tau_d / f_{v,d} = 0,75 / 2,35 = 0,32$$

art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

$$6.33 \quad (\sigma_{m,d} / (k_{knl} f_{m,d})) = 10,3 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,83$$

art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

drukkkracht	$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$	$W_y = 615 \text{ cm}^3$	$f_{c,0,k} = 18,0 \text{ N/mm}^2$	$b = 96 \text{ mm}$
moment	$M_{y,Ed} = 6,3 \text{ kNm}$	$A = 188,2 \text{ cm}^2$	$f_{c,0,d} = 12,5 \text{ N/mm}^2$	$h = 196 \text{ mm}$
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 2100 \text{ mm}$		$f_{m,k} = 18 \text{ N/mm}^2$	$I_z = 1445 \text{ cm}^4$
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000 \text{ N/mm}^2$		$f_{m,y,d} = 12,5 \text{ N/mm}^2$	$i_z = 27,7 \text{ mm}$
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000 \text{ N/mm}^2$			$\lambda_z = 75,8$
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375 \text{ N/mm}^2$		modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$		factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	ongesteund			

$$\text{druk} \quad \sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 188,2 \cdot 10^2 = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{buiging y} \quad \sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 6,344 \cdot 10^6 / 615 \cdot 10^3 = 10,3 \text{ N/mm}^2$$

$$2.10 \quad E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085 \text{ N/mm}^2$$

$$2.11 \quad G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318 \text{ N/mm}^2$$

$$6.30 \quad \lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / (\sigma_{m,crit})} = \sqrt{18 / 96,4} = 0,43$$

bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

$$6.31 \quad \sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 1445 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 4082 \cdot 10^4) / (2282 \cdot 615 \cdot 10^3)} = 81,6 \text{ N/mm}^2$$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

$$6.32 \quad \sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 96^2 \cdot 6000 / (196 \cdot 2282) = 96,4 \text{ N/mm}^2$$

rekenen met: $\sigma_{m,crit} = 96,4 \text{ N/mm}^2$

bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)

$$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$$

$$\sigma_{m,crit} = (4082 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 196^2 \cdot 1445 \cdot 10^4 / 2282^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (96 \cdot 196^3) = 96,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{met } I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$$

$$I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 96^3 \cdot 196 \{ 1 - 0,63 \cdot 96 / 196 + 0,525 (96 / 196)^5 \} \cdot 10^{-4} = 4082 \text{ cm}^4$$

$$\text{en } I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 2100 + 2 \cdot 196 = 2282 \text{ mm}^4$$

$$6.22 \quad \lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 75,8 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 1,321$$

$$6.26 \quad k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 1,47 + \sqrt{1,47^2 - 1,321^2} \} = 0,47$$

$$6.28 \quad k_z = 0,5 \{ 1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \} = 0,5 \{ 1 + 0,2 (1,321 - 0,3) + 1,321^2 \} = 1,47$$

$$6.34 \quad k_{crit} = 1 \text{ als } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1 \quad = 1,00$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} \text{ als } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,43 = 1,24$$

$$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2 \text{ als } 1,4 < \lambda_{rel,m} \quad k_{crit} = 1 / 0,43^2 = 5,36$$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt $k_{crit} = 1,0$ maatgevende waarde $k_{crit} = 1,00$

$$6.33 \quad (\sigma_{m,d} / (k_{knl} f_{m,d})) = 10,3 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,83$$

opmerking

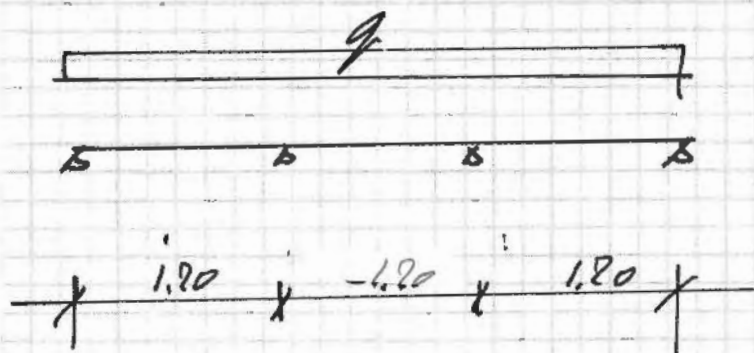
werknr. : _____

project : _____

onderdeel : rand balk koppeling

blad : 39

datum : _____



belasting

q_{perm}	dak	$1.60 \times 0.85 = 1.36 \text{ kn/m}$
	vloer	$1.60 \times 0.85 = 0.88 \text{ kn/m}$
	gevel	$3.00 \times 0.50 = 1.50 \text{ kn/m}$
		3.74 kn/m

q_{ver}	dak	$1.60 \times 0.19 = 0.30 \text{ kn/m}$
	vloer	$1.60 \times 2.25 = 3.60 \text{ kn/m}$
		3.90 kn/m

33



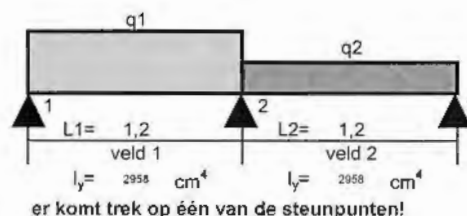
ligger op 3 steunpunten belast door 2 q-lasten , houten balk :

71 x 171
naaldbout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = randbalk kopgevel

norm	Eurocode NIEUWBOUW	ontwerplevensduur	= 50 jaar
ontwerplevensduur klasse	= 3	toepassing:	gebouwen en andere gewone constructies
veiligheidsklasse	= CC1	belastingfactoren	
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	formule 6.10.a	$\gamma_{GJ} = 1,22$ -
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			$\gamma_{Q1} = 1,35$ -
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes		$\gamma_{Q2} = 1,35$ -
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ -	formule 6.10.b	$\xi \gamma_{QJ} = 1,08$ -
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -		$\gamma_{Q1} = 1,35$ -
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -		$\gamma_{Q2} = 1,35$ -
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_1 = 1,00$ -	formule 6.10.a en b	$\gamma_{GJ} = 0,90$ (gunstig)

liggerlengte	L1= 1,2 m
liggerlengte	L2= 1,2 m
staaf lengte z-richting, ongesteund	Lz= 1,2 m
aangrijpingspunt van de belasting	aan drukzijde
wijze van steunen	gesteund
aangrijpingspunt van steunen	aan drukzijde
toelaatbare einddoorbuiging	1: 250 * L
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: 333 * L
toegepaste zeeg veld 1	0 mm
toegepaste zeeg veld 2	0 mm



er komt trek op één van de steunpunten!

belastingen en combinaties

randbalk kopgevel

q1:

permanente belasting	$G_{k1} = 3,74$ kN/m	G_{k1} (incl.e.g.)	3,74	=	3,74	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 3,9$ kN/m	STR/GEO	γ_{GJ}	G_{k1}	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 3,9$ kN/m	6.10.a:	1,22	3,74	+	1,35 3,9 = 9,81 kN/m'
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{GJ}$	G_{k1}	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08	3,74	+	1,35 3,9 = 9,31 kN/m'
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	EQU	1,1	G_{k1}	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	6.10:	1,1	3,74	+	1,5 3,9 = 9,96 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{k1}	=	0,9 3,74	= 3,37 kN/m'
$\Sigma Q_{k1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$	= (3,9 - 3,9) / (1 - 0,4)					= 0,00 kN/m'
$\Sigma Q_{k1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k1}) / \psi_{0,1}$	= (3,9 - 0,00) / 0,4					= 9,75 kN/m'
kruip = $k_{def} (G_{k1} + \psi_{2,1} Q_{k1} + \psi_{2,2} Q_{k1})$	= 0,60 (3,74 + 0,3 0,00 + 0,3 9,75)					= 4,00 kN/m'

q2:

permanente belasting	$G_{k2} = 1$ kN/m	G_{k2} (incl.e.g.)	1	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 0$ kN/m	STR/GEO	γ_{GJ}	G_{k2}	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0$ kN/m	6.10.a:	1,22	1	+	1,35 0 = 1,22 kN/m'
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{GJ}$	G_{k2}	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor ΣQ_{k1}	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08	1	+	1,35 0 = 1,08 kN/m'
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	EQU	1,1	G_{k2}	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor ΣQ_{k1}	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	6.10:	1,1	1	+	1,5 0 = 1,10 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 G_{k2}	=	0,9 1	= 0,90 kN/m'
$\Sigma Q_{k1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$	= (0 - 0) / (1 - 0,4)					= 0,00 kN/m'
$\Sigma Q_{k1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k1}) / \psi_{0,1}$	= (0 - 0,00) / 0,4					= 0,00 kN/m'
kruip = $k_{def} (G_{k2} + \psi_{2,1} Q_{k1} + \psi_{2,2} Q_{k1})$	= 0,60 (1,00 + 0,3 0,00 + 0,3 0,00)					= 0,60 kN/m'



materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren

randbalk kopgevel

sterkteklasse	naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$	1,30	-
materiaal	gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_{ht} =$	1,16	-
houtbreedte	b= 71 mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_{ht} =$	1,00	-
houthoogte	h= 171 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$	0,80	middellang
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$	0,65	middellang
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= middellang	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$	0,60	blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	nee -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$	0,50	blijvend
factor voor volume-effect	s= 0,12 bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$	0,60	-
$\sigma_{m,ed}$ berekenen met formule	6.32				
unity-checks					

ULS	buiging	0,34	dwarskracht	0,38	stabiliteit	0,34	SLS	u_{elnd}	0,16	u_{bij}	0,15
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

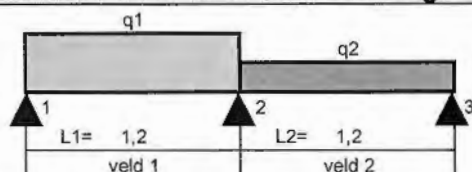
materiaal- en profielgegevens

rendbalk kopgevel

		$f_{k,d} =$	C	k_h of k_t	k_{mod}	$f_{k,rep}$	/	γ_M	middellang
buigsterkte	$f_{m,k}$	18 N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,80	18	1,30	= 11,08 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11 N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,16	0,80	11 / 1,30	= 7,86 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4 N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,65	0,4	1,30	= 0,20 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,80	18	1,30	= 11,08 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,80	2,2	1,30	= 1,35 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,80	3,4	1,30	= 2,09 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,80	9000	1,30	= 5538 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560 N/mm ²	G_d	1		1,00	560	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000 N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	1,00	= 6000 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y =$	1 * $1/12 bh^3$	=	1	$1/12$	71	171 ³		= 2958 10 ⁶ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z =$	1 * $1/12 hb^3$	=	1	$1/12$	171	71 ³		= 510 10 ⁶ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y =$	1 * $1/6 bh^2$	=	1	$1/6$	71	171 ²		= 346,0 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z =$	1 * $1/6 hb^2$	=	1	$1/6$	171	71 ²		= 143,7 10 ³ mm ³
oppervlak	A=	1 *bh	=	1		71	171		= 121,4 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{}$	(	2958	/ 121	)	= 49,4 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{}$	(	510	/ 121	)	= 20,5 mm

resultaten mechanica berekeningen

randbalk kopgevel



er komt trek op één van de steunpunten!

EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	V _{3,2}	R ₁	R ₂	R ₃
6.10 veld 1 volbelast	9,96	0,90	-5,2	6,8	-1,4	-0,3	5,2	8,1	-0,3
6.10 veld 2 volbelast	3,37	1,10	-1,7	2,4	-1,0	0,3	1,7	3,3	0,3

STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V _{1,2}	V _{2,1}	V _{2,3}	V _{3,2}	R ₁	R ₂	R ₃
G _{k,j}	3,74	1,00	-1,9	2,6	-1,0	0,2	1,9	3,6	0,2
Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j}	3,90	0,00	-2,0	2,6	-0,3	-0,3	2,0	2,9	-0,3
Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j} (veld 1)	3,90	0,00	-2,0	2,6	-0,3	-0,3	2,0	2,9	-0,3
Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j} (veld 2)	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
k _{def} · (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,j})	4,00	0,60	-2,1	2,7	-0,7	0,0	2,1	3,4	0,0
6.10.a (volbelast)	9,81	1,22	-5,1	6,7	-1,6	-0,1	5,1	8,3	-0,1
6.10.b (volbelast)	9,31	1,08	-4,8	6,4	-1,4	-0,1	4,8	7,8	-0,1
6.10.a (veld 1 volbelast)	9,81	0,90	-5,1	6,7	-1,3	-0,3	5,1	8,0	-0,3
6.10.b (veld 1 volbelast)	9,81	0,90	-5,1	6,7	-1,3	-0,3	5,1	8,0	-0,3
6.10.a (veld 2 volbelast)	3,37	1,22	-1,7	2,4	-1,1	0,4	1,7	3,4	0,4
6.10.b (veld 2 volbelast)	3,37	1,22	-1,7	2,4	-1,1	0,4	1,7	3,4	0,4

maatgevende waarden

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M _{veld,max} (m)		vervorming (mm)	
	M ₁	M ₂	M ₃	M _{1,2}	M _{2,3}	uit R ₁	uit R ₂	u _{1,2}	u _{2,3}
G _{k,j}	0,0	-0,4	0,0	0,5	0,0	0,50	0,96	0,2	0,0
Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j}	0,0	-0,4	0,0	0,5	0,0	0,53	#####	0,3	-0,1
Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j} (veld 1)	0,0	-0,4	0,0	0,5	0,0	0,53	n.v.t.	0,3	-0,1
Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j} (veld 2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	n.v.t.	n.v.t.	0,0	0,0
k _{def} · (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,j})	0,0	-0,4	0,0	0,5	0,0	0,51	1,17	0,3	-0,1
6.10.a (volbelast)	0,0	-1,0	0,0	1,3	0,0	0,52	1,28		
6.10.b (volbelast)	0,0	-0,9	0,0	1,2	0,0	0,52	1,32		
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-1,0	0,0	1,3	0,0	0,52	1,49		
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-1,0	0,0	1,3	0,0	0,52	1,49		
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-0,4	0,0	0,4	0,1	0,50	0,88		
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-0,4	0,0	0,4	0,1	0,50	0,88		
maatgevende waarden	M _{Ed,st} = 1,0 kNm			M _{Ed,v} = 1,3 kNm					

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

randbalk kopgevel

combinatie	=	alles volbelast	veld 1 volbelast		veld 2 volbelast	
veld	=	u _{1,2} u _{2,3}	u _{1,2}	u _{2,3}	u _{1,2}	u _{2,3}
U _{on} = G _{k,j}	=	0,2 0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
U _{elastisch} = Q _{k1} + ψ _{0,j} · Q _{k,j}	=	0,3 -0,1	0,3	-0,1	0,0	0,0
U _{krulp} = k _{def} · (G _{k,j} + ψ ₂ Q _{k,1} + ψ ₂ Q _{k,j})	=	0,3 -0,1	0,3	-0,1	0,3	-0,1
U _{zeeg} = volgens opgave	=	0,0 0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
U _{eind} = U _{on} + U _{elastisch} + U _{krulp} + U _{zeeg}	=	0,8 -0,2	0,8	-0,2	0,5	-0,1
U _{bij} = U _{elastisch} + U _{krulp}	=	0,5 -0,2	0,5	-0,2	0,3	-0,1
U _{eind,toe} = U _{eind,toelaatbaar}	=	4,8 4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
U.C. = U _{eind} / U _{eind,toelaatbaar}	=	0,16 0,05	0,16	0,05	0,10	0,03
U _{bij,toe} = U _{bij,toelaatbaar}	=	3,6 3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
U.C. = U _{bij} / U _{bij,toelaatbaar}	=	0,15 0,05	0,15	0,05	0,07	0,02



toetsingen uiterste grenstoestand

randbalk kopgevel

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting

$$M_{Ed,y} = 1,32 \text{ kNm} \quad W_y = 346 \text{ cm}^3 \quad f_{m,y,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm} \quad h = 171 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{1,32 \cdot 10^6}{346 \cdot 10^3} = 3,8 \text{ N/mm}^2$$

$$6.11 \text{ unity-check} \quad \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 3,8 / 11,1 = 0,34$$

art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning

$$b_f = 80 \text{ mm} \quad f_{v,d} = 2,09 \text{ N/mm}^2 \quad b = 71 \text{ mm}$$

rekenwaarde q-last op balk

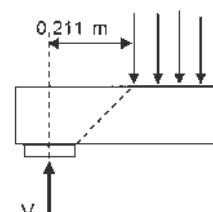
$$q_d = 1,08 \text{ kN/m} \quad h = 171 \text{ mm}$$

niet gereduceerde dwarskracht

$$V = 6,7 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{red} &= (0,5 b_f + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 80 + 171) \cdot 1,08 = 0,23 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= V - V_{red} = 6,7 - 0,23 = 6,48 \text{ kN} \\ \tau_d &= \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 6,48}{2 \cdot 71 \cdot 171} = 0,80 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$6.13 \text{ unity-check} \quad \tau_d / f_{v,d} = 0,80 / 2,09 = 0,38$$



art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

$$6.33 \quad \sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 3,8 / (1,00 \cdot 11,1) = 0,34$$

art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

drukkracht	$N_{Ed} = 0 \text{ kN}$	$W_y = 346 \text{ cm}^3$	$f_{c,0,k} = 18,0 \text{ N/mm}^2$	$b = 71 \text{ mm}$
moment	$M_{y,Ed} = 1,3 \text{ kNm}$	$A = 121,4 \text{ cm}^2$	$f_{c,0,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$	$h = 171 \text{ mm}$
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 1200 \text{ mm}$		$f_{m,k} = 18 \text{ N/mm}^2$	$I_z = 510 \text{ cm}^4$
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000 \text{ N/mm}^2$		$f_{m,y,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$	$I_x = 20,5 \text{ mm}$
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000 \text{ N/mm}^2$			$\lambda_x = 58,5$
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375 \text{ N/mm}^2$		modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$		factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$
balk- en belastingstype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	gesteund			

$$\begin{aligned} \text{druk} \quad \sigma_{c,0,d} &= N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 121,4 \cdot 10^2 = 0,0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{buiging y} \quad \sigma_{m,y,d} &= M_{y,Ed} / W_y = 1,32 \cdot 10^6 / 346 \cdot 10^3 = 3,8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$2.10 \quad E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085 \text{ N/mm}^2$$

$$2.11 \quad G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318 \text{ N/mm}^2$$

$$6.30 \quad \lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / f_{m,crit}} = \sqrt{18 / 97,0} = 0,43$$

bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

$$6.31 \quad \sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 510 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 1519,7 \cdot 10^4) / (1422 \cdot 346 \cdot 10^3)} = 84,3 \text{ N/mm}^2$$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

$$6.32 \quad \sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h l_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (171 \cdot 1422) = 97,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{rekenen met: } \sigma_{m,crit} = 97,0 \text{ N/mm}^2$$

37



bij in trekzone gesteunde slaven: (staat niet in de eurocode)

$$I_{m,crit} = (G_{0,05} I_{01} / E_{0,05} + 3.2 h^2 I_x / L_{eff}^2) 4 * E_{0,05} / (b h^3)$$

$$I_{m,crit} = (1519,7 \cdot 10^4 / 16 + 3.2 \cdot 171^2 \cdot 510 \cdot 10^4 / 1422^2) 4 * 6000 / (71 \cdot 171^3)$$

$$I_{m,crit} = 80,2 \text{ N/mm}^2$$

met $I_{01} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0.63 b/h + 0.525 (b/h)^5 \}$

$$I_{01} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 171 \{ 1 - 0.63 \cdot 71 / 171 + 0.525 (71 / 171)^5 \} 10^4 = 1519,7 \text{ cm}^4$$

en $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 1200 + 2 \cdot 171 = 1422 \text{ mm}$

$$6.22 \lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})} = 58,5 / \pi \cdot \sqrt{(18,0 / 6000)} = 1,021$$

$$6.26 k_{\alpha,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 1,09 + \sqrt{1,09^2 - 1,021^2} \} = 0,67$$

$$6.26 k_z = 0.5 \{ 1 + \beta_{\alpha} (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2 \} = 0.5 \{ 1 + 0,2 (1,021 - 0,3) + 1,021^2 \} = 1,09$$

$$6.34 k_{crit} = 1 \text{ als } \lambda_{rel,m} \leq 0.75 \quad k_{crit} = 1 = 1,00$$

$$k_{crit} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m} \text{ als } 0.75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1.4 \quad k_{crit} = 1.56 - 0,75 \cdot 0,43 = 1,24$$

$$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2 \text{ als } 1.4 < \lambda_{rel,m} \quad k_{crit} = 1 / 0,43^2 = 5,39$$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt $k_{crit} = 1,0$ maatgevende waarde $k_{crit} = 1,00$

$$6.33 \sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 3,8 / (1,00 \cdot 11,1) = 0,34$$

opmerking

30



op druk en buiging belaste houten kolom : berekening volgens eurocode 5 art. 6.3.2

96 x 114
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = stijlen

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,09$ -
houtbreedte	b= 96 mm.	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,06$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= 114 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -

factor voor volume-effect s= 0,12 bij LVL

unity-checks formule 6.19: **n.v.t.** formule 6.20: **n.v.t.** formule 6.23: **0,09** formule 6.24: **0,12**

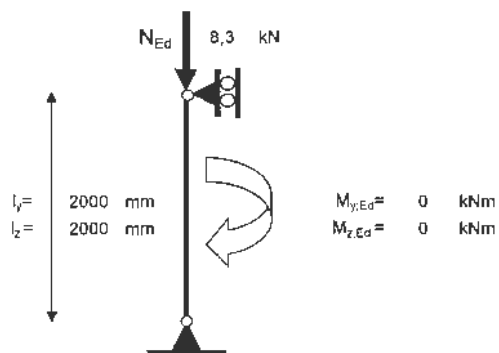
normaalkracht, momenten, kniklengten, schema

stijlen

overige invoergegevens:

drukkracht	$N_{Ed} = 8,3$ kN
moment in y-richting	$M_{y,Ed} = 0$ kNm
moment in z-richting	$M_{z,Ed} = 0$ kNm
soort doorsnede	= rechthoekig
kniklengte in y-richting	$l_y = 2000$ mm
kniklengte in z-richting	$l_z = 2000$ mm
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2) :	nee -
factor ψ_2	= 0,3 -

excentriciteit in y=	0,00	/	8,30	=	0,000 m
excentriciteit in z=	0,00	/	8,30	=	0,000 m



toetsing

stijlen

art. 6.3.2 kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

drukkracht	$N_{Ed} = 8,3$ kN	$W_y = 207,9$ cm ³	$k_m = 0,7$ -	b= 96 mm
moment	$M_{y,Ed} = 0,0$ kNm	$W_z = 175,1$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	h= 114 mm
moment	$M_{z,Ed} = 0,0$ kNm	A= 109,4 cm ²	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_y = 32,9$ mm
soort doorsnede	rechthoekig		$f_{m,y,d} = 13,2$ N/mm ²	$i_z = 27,7$ mm
staaf lengte y-richting	$l_y = 2000$ mm		$f_{m,z,d} = 13,2$ N/mm ²	$\lambda_y = 60,8$ -
staaf lengte z-richting	$l_z = 2000$ mm			$\lambda_z = 72,2$ -

modificatiefactor vervorming $K_{def} = 0,6$ -
factor voor rechtheid (6.29) $\beta_c = 0,2$ -

2.10	$E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def})$	=	$6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085$ N/mm ²
druk	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	=	$8,3 \cdot 10^3 / 109,4 \cdot 10^2 = 0,8$ N/mm ²
buiging y	$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y$	=	$0 \cdot 10^6 / 207,9 \cdot 10^3 = 0,0$ N/mm ²
buiging z	$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z$	=	$0 \cdot 10^6 / 175,1 \cdot 10^3 = 0,0$ N/mm ²

6.21	$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} =$	$60,8 / \pi \cdot \sqrt{18,0 / 6000} =$	$1,060$ -
6.22	$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} =$	$72,2 / \pi \cdot \sqrt{18,0 / 6000} =$	$1,258$ -

als zowel $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ en $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ behoren de spanningen te voldoen aan formule 6.19 en 6.20
formule 6.19 en 6.20 zijn niet van toepassing, in plaats daarvan zijn formule 6.23 en 6.24 van toepassing



6,19	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,76^2}{12,46^2} + \frac{0,00}{13,16} + 0,70 \frac{0,00}{13,16} =$	n.v.t.
6,20	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,76^2}{12,46^2} + 0,7 \frac{0,00}{13,16} + \frac{0,00}{13,16} =$	n.v.t.
6,23	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,76}{0,64 \cdot 12,46} + \frac{0,00}{13,16} + 0,7 \frac{0,00}{13,16} =$	0,09
6,24	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{in} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,76}{0,51 \cdot 12,46} + 0,7 \frac{0,00}{13,16} + \frac{0,00}{13,16} =$	0,12
6,25	$k_{c,y} = 1 / \{ k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)} \} = 1 / \{ 1,14 + \sqrt{(1,14^2 - 1,060^2)} \} =$	0,64
6,26	$k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)} \} = 1 / \{ 1,39 + \sqrt{(1,39^2 - 1,258^2)} \} =$	0,51
6,27	$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,060 - 0,3) + 1,060^2) =$	1,14
6,28	$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,258 - 0,3) + 1,258^2) =$	1,39

materiaal- en profielgegevens

stijlen

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d}$	c	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$ 18 N/mm ²	$f_{m,d}$ 1	1,06	0,90	18	/ 1,30	= 13,16 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$ 11 N/mm ²	$f_{t,0,d}$ 1	1,00	1,09	0,90	11 / 1,30	= 8,33 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$ 0,4 N/mm ²	$f_{t,90,d}$ 1		0,80	0,4	/ 1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$ 18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$ 1		0,90	18	/ 1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$ 2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$ 1		0,90	2,2	/ 1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$ 3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$ 1		0,90	3,4	/ 1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ 9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$ 1	1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	$\rho_{1,k}$ 320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$ 1	0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k 560 N/mm ²	G_d 1	1,00	560	/	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean,k}$ 300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$ 1	1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$ 300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$ 1	1,00	300	/	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ 6000 N/mm ²	$E_{0,05,d}$ 1	1,00	6000	/	1,00	= 6000 N/mm ²
** met k_f minimum van $(3000/I)^{1/2}$ en 1.1							
	$k_f = (3000 / 1000)^{1/2}$		0,06	=	1,07	-	dus k_f = 1,07
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot 1/12 bh^3$	= 1	$i_{y,12}$	96	114	³	= 1185 10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot 1/12 hb^3$	= 1	$i_{z,12}$	114	96	³	= 840 10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot 1/6 bh^2$	= 1	$i_{y,6}$	96	114	²	= 208 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot 1/6 hb^2$	= 1	$i_{z,6}$	114	96	²	= 175 10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot bh$	= 1		96	114		= 109 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= $\sqrt{}$	(	1185	/	109	) = 32,9 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= $\sqrt{}$	(	840	/	109	) = 27,7 mm

opmerking

ligger op 2 steunpunten met q- en puntlast, houten balk :

71 x 246
naaldhout C24

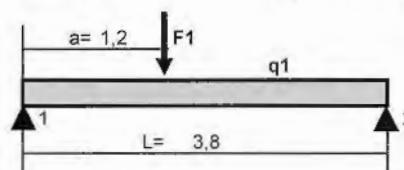
werk = woning de Jong te Zelhem
 werknummer = 3592
 onderdeel = extra vloerplak t.b.v. raveling

norm	Eurocode NIEUWBOUW	ontwerplevensduur	= 50 jaar
ontwerplevensduur klasse	= 3	toepassing:	gebouwen en andere gewone constructies
veiligheidsklasse	= CC1	belastingfactoren	
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0.89$	formule 6.10.a	$\gamma_{G1} = 1.22$ -

de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes	$\gamma_{a,i}$	1,35	-
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ - formule 6.10.b	$\xi \gamma_{a,3}$	1,08	-
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -	$\gamma_{a,1}$	1,35	-
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -	$\gamma_{a,2}$	1,35	-
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_1 = 1,00$ - formule 6.10.a en b	$\gamma_{a,i}$	0,90	(gunstig)

liggerlengte	L=	3,8	m
staaflengte z-richting, ongesteund	L_z =	3,8	m
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde		
wijze van steunen	gesteund		
aangrijpingspunt van steunen	aan drukzijde		
toelaatbare einddoorbuiging	1:	250	* L
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1:	333	* L
toegepaste zeeg		0	mm



belastingen en combinaties

extra vloerbalk t.b.v. raveling

g1:

[illegible]

F1:

permanente belasting	$G_{k,j} = 1,85 \text{ kN}$	$G_{k,j}$: (incl.e.g.)	1,85	=	1,85 kN
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{\text{extr+mom}} = 7,3 \text{ kN}$	STR/GE0	$\gamma_{G,j} \quad G_{k,j} + \gamma_Q \quad \Sigma Q_{\text{mom}}$		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{\text{mom}} = 7,3 \text{ kN}$	6.10.a:	1,22	1,85 + 1,35	7,30 = 12,10 kN
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} = 0,4 -$	STR/GE0	$\xi \gamma_{G,j} \quad G_{k,j} + \gamma_Q \quad \Sigma Q_{\text{extr+mom}}$		
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} = 0,4 -$	6.10.b:	1,08	1,85 + 1,35	7,30 = 11,86 kN
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} = 0,3 -$	EQU	1,10	$G_{k,j} + 1,50 \quad \Sigma Q_{\text{extr+mom}}$	
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} = 0,3 -$	6.10:	1,10	1,85 + 1,50	7,30 = 12,99 kN
plaats puntlast vanaf steunpunt 1 (links)	$a = 1,2 \text{ m}$	EQU en STR/GE0	$0,9 \quad G_{k,j}$	= 0,9	1,85 = 1,67 kN
$\Sigma Q_{k,1} = (\quad \Sigma Q_{\text{extr+mom}} - \Sigma Q_{\text{mom}}) / (1 - \psi_{0,1})$			$= (\quad 7,3 - 7,30) / (1 - 0,4)$		$= 0,00 \text{ kN}$
$\Sigma Q_{k,i} = (\quad \Sigma Q_{\text{extr+mom}} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$			$= (\quad 7,3 - 0,00) / 0,4$		$= 18,25 \text{ kN}$
$k_{\text{rui}} = k_{\text{def}} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	$= 0,60 (\quad 1,85 + 0,3$		$+ 0,3 \quad 0,00 + 0,3$	$18,25) =$	$4,40 \text{ kN}$

materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren

extra vloerblak t.b.v. raveling

sterkteklasse	= naaldhout C24	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h =$ 1,16 -
houtbreedte	b= 71 mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h =$ 1,00 -
houthoogte	h= 246 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,90 kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,80 kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,60 blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	nee -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,50 blijvend
factor voor volume-effect	s= 0,12 bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
$\sigma_{m, crit}$ berekenen met formule	6. 32		

unity-checks

ULS	buiging	0,84	dwarskracht	0,26	stabiliteit	0,84	SLS	U_{eind}	0,86	U_{bij}	0,99
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

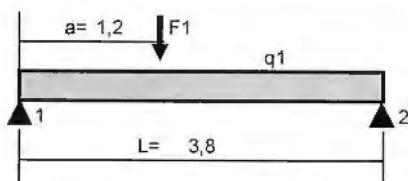
materiaal- en profielgegevens

extra vloerblak t.b.v. raveling

	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$E_{0,mean,k}$	ρ_k	G_k	$E_{90,mean,k}$	$E_{0,05,k}$	I_y	I_z	W_y	W_z	A	I_y	I_z
buigsterkte	24 N/mm ²	14 N/mm ²	0,4 N/mm ²	21 N/mm ²	2,5 N/mm ²	4 N/mm ²	11000 N/mm ²	350 kg/m ³	690 N/mm ²	370 N/mm ²	7400 N/mm ²	1 * $^{1/12}$ bh ³	1 * $^{1/12}$ hb ³	1 * $^{1/6}$ bh ²	1 * $^{1/6}$ hb ²	1 * bh	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$
treksterkte	$f_{m,d}$ 1	$f_{t,0,d}$ 1	$f_{t,90,d}$ 1	$f_{c,0,d}$ 1	$f_{c,90,d}$ 1	$f_{v,d}$ 1	$E_{0,mean,d}$ 1	$E_{0,u,d}$ 1	G_d 1	$E_{90,mean}$ 1	$E_{0,05,d}$ 1	I_{12} 71	I_{12} 246	I_{12} 71	I_{12} 246	I_{12} 71	I_{12} 246	I_{12} 71
treksterkte	1,00	1,00	0,80	0,90	0,90	0,90	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
treksterkte	1,16	0,90	0,4	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
druksterkte	0,90	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
druksterkte	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
schuifsterkte	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
elasticiteitsmodulus	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000
volumieke massa	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
glijdingsmodulus	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690
elasticiteitsmodul naaldhout	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
elasticiteitsmodul loofhout	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
elasticiteitsmodulus	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400	7400
traagheidsmoment	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
traagheidsmoment	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
weerstandsmoment	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
weerstandsmoment	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
oppervlak	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
traagheidsstraal	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$	$\sqrt{(I_y / A)}$
traagheidsstraal	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$	$\sqrt{(I_z / A)}$

resultaten mechanica berekeningen

extra vloerblak t.b.v. raveling



belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)			
	q1	F1	V _{1,2}	V _{2,1}	R ₁	R ₂		
G _{k,l}	0,00	1,85	-1,27	0,58	1,27	0,58		
Q _{k,1} + $\psi_{0,1} \cdot Q_{k,l}$	0,00	7,30	-4,99	2,31	4,99	2,31		
k _{def} · { G _{k,l} + $\psi_{2,1} Q_{k,1}$ + $\psi_{2,2} Q_{k,l}$ }	0,00	4,40	-3,01	1,39	3,01	1,39		
ULS(1) 6.10.a	0,00	12,10	-8,28	3,82	8,28	3,82		
ULS(2) 6.10.b	0,00	11,86	-8,11	3,74	8,11	3,74		
maatgevende waarden			V _{Ed} =	8,28	kN	R _{Ed} =	8,28	kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	M_1	M_2	$M_{1,2}$	uit R_1	$u_{1,2}$
$G_{k,j}$	0,0	0,0	1,52	1,20	1,8
$Q_{k,1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$	0,0	0,0	5,99	1,20	7,1
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,j} Q_{k,1} + \psi_{2,j} Q_{k,j})$	0,0	0,0	3,61	1,20	4,3
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	9,94	1,20	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	9,73	1,20	
maatgevende waarden	$M_{Ed,st} = 0,0$	kNm	$M_{Ed,v} = 9,9$	kNm	

toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

extra vloerblak t.b.v. raveling

veld	=	$u_{1,2}$
u_{on}	=	$G_{k,j}$
$u_{elastisch}$	=	$Q_{k,1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$
u_{kruip}	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,j} Q_{k,1} + \psi_{2,j} Q_{k,j})$
u_{zeeg}	=	volgens opgave
u_{vind}	=	$u_{on} + u_{elastisch} + u_{kruip} + u_{zeeg}$
$u_{vind,toe}$	=	$u_{vind,toelaatbaar}$
U.C.	=	$u_{vind} / u_{vind,toelaatbaar}$
u_{bij}	=	$u_{elastisch} + u_{kruip}$
$u_{bij,toe}$	=	$u_{bij,toelaatbaar}$
U.C.	=	$u_{bij} / u_{bij,toelaatbaar}$

toetsingen uiterste grenstoestand

extra vloerblak t.b.v. raveling

art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	$M_{Ed,y} = 9,9$	kNm	$W_y = 716$	cm ³	$f_{m,y,d} = 16,6$	N/mm ²	$b = 71$	mm	$h = 246$	mm
$\sigma_{m,y,d} = M_{Ed,y} / W_y$	=	$9,9 \cdot 10^5 / 716 \cdot 10^3$	=	13,9	N/mm ²					
6.11 unity-check	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}$	=	13,9 / 16,6	=	0,84	-				

art. 6.1.7 dwarskracht

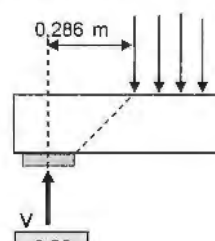
oplegbreedte ondersteuning	$b_r = 80$	mm	$f_{v,d} = 2,77$	N/mm ²	$b = 71$	mm
rekenwaarde q-last op balk	$q_d = 0,00$	kN/m			$h = 246$	mm
niet gereduceerde dwarskracht	$V = 8,3$	kN				

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 80 + 246) \cdot 0,00 = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 8,28 - 0,00 = 8,28 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 3 V_{Ed} / 2bh = 3 \cdot 8,28 / (2 \cdot 71 \cdot 246) = 0,071 \text{ N/mm}^2$$

6.13 unity-check = $\tau_d / f_{v,d} = 0,071 / 2,77 = 0,26$



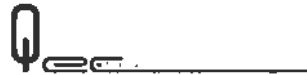
art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

6.33 $\sigma_{m,d} / (k_{trk} f_{m,d}) = 13,9 / (1,00 \cdot 16,6) = 0,84$

art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

drukkracht	$N_{Ed} = 0$	kN	$W_y = 716$	cm ³	$f_{c,0,k} = 21,0$	N/mm ²	$b = 71$	mm
moment	$M_{y,Ed} = 9,9$	kNm	$A = 174,7$	cm ²	$f_{c,0,d} = 14,5$	N/mm ²	$h = 246$	mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 3800$	mm			$f_{m,k} = 24$	N/mm ²	$I_z = 734$	cm ⁴
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 7400$	N/mm ²			$f_{m,y,d} = 16,6$	N/mm ²	$I_z = 20,5$	mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 11000$	N/mm ²					$\lambda_z = 185,4$	-
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 462,5$	N/mm ²					$k_{def} = 0,6$	-
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$	-					$\beta_c = 0,2$	-
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last							
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde							
wijze van steunen	ongesteund							

45



$$\begin{aligned} \text{druk} \quad \sigma_{c,0,d} &= N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 174,7 \cdot 10^2 = 0,0 \text{ N/mm}^2 \\ \text{buiging y} \quad \sigma_{m,y,d} &= M_{y,Ed} / W_y = 9,937 \cdot 10^6 / 716 \cdot 10^3 = 13,9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.10 \quad E_{0,05,fin} &= E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 7400 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 6271 \text{ N/mm}^2 \\ 2.11 \quad G_{0,05,fin} &= G_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 462,5 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 392 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$6.30 \quad \lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24 / 30,2} = 0,89$$

bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven

$$6.31 \quad \sigma_{m,crit} = \pi^2 \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}} / (I_{ef} W_y) = \pi^2 \sqrt{7400 \cdot 734 \cdot 10^4 \cdot 463 \cdot 2404 \cdot 10^4} / (3912 \cdot 716 \cdot 10^3) = 27,6 \text{ N/mm}^2$$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

$$6.32 \quad \sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 7400 / (246 \cdot 3912) = 30,2 \text{ N/mm}^2$$

rekenen met: $\sigma_{m,crit}$

$$= 30,2 \text{ N/mm}^2$$

bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)

$$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$$

$$\sigma_{m,crit} = (2404 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 246^2 \cdot 734 \cdot 10^4 / 3912^2) \cdot 4 \cdot 7400 / (71 \cdot 246^3) = 44,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{met } I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$$

$$I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 246 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 246 + 0,525 (71 / 246)^5 \} \cdot 10^{-4} = 2404 \text{ cm}^4$$

$$\text{en } I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 3800 + 2 \cdot 246 = 3912 \text{ mm}$$

$$6.22 \quad \lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 185,4 / \pi \cdot \sqrt{21,0 / 7400} = 3,144$$

$$6.26 \quad k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 5,73 + \sqrt{5,73^2 - 3,144^2} \} = 0,10$$

$$6.28 \quad k_z = 0,5 \{ 1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \} = 0,5 \{ 1 + 0,2 (3,144 - 0,3) + 3,144^2 \} = 5,73$$

$$6.34 \quad k_{crit} = 1 \text{ als } \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

$$k_{crit} = 1 = 1,00$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} \text{ als } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,89 = 0,89$$

$$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2 \text{ als } 1,4 < \lambda_{rel,m}$$

$$k_{crit} = 1 / 0,89^2 = 1,26$$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt $k_{crit} = 1,0$

maatgevende waarde $k_{crit} = 1,00$

$$6.33 \quad \sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 13,9 / (1,00 \cdot 16,6) = 0,84$$

opmerking

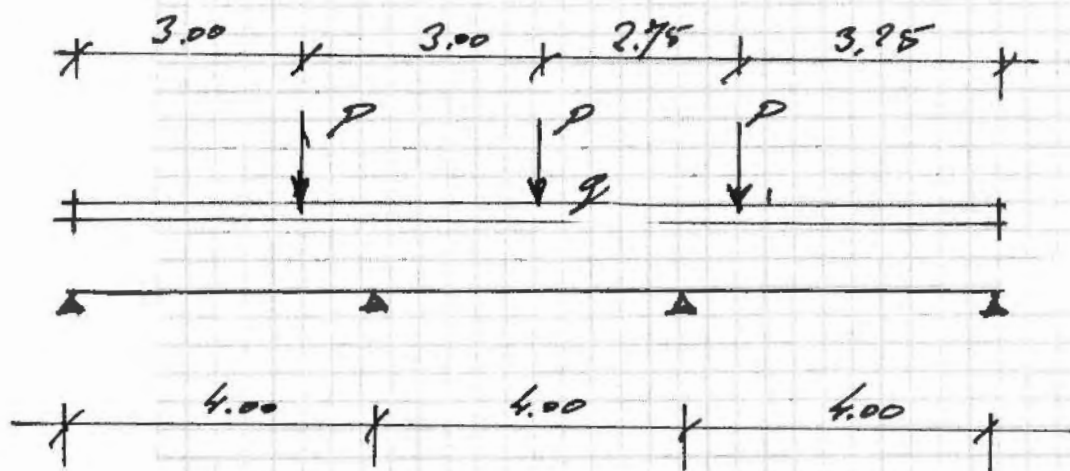
werknr. : _____

project : _____

onderdeel : randbalk overlooping

blad : 44

datum : -



$$q_{\text{perm}} = \frac{1.00 \times 0.85}{0.50} = \frac{0.85 \text{ knh}}{0.50 \text{ knh}} = 1.35 \text{ knh}$$

$$q_{\text{var}} = 1.00 \times 0.56 = 0.56 \text{ knh}$$

P_{per}	1.35 knh
uit roestbalk	
uit spant	13.10 kn
	14.45 kn

P_{var}	
uit roestbalk	7.30 kn

P_{snow}	
uit spant	0.60 kn

Project.: 3592
Onderdeel: randbalk overkapping
Dimensies: 20mmx20 (renzij anders aangegeven)
Datum: 10/01/2015
Bestand.: E:\ADV-JTB\Proj\3592 verbouw woning aan de
Nijmarsdijk\Berekeningen eurocode\randligger.rnw

Belastingbreedte.: 1.000
Rekcode: 2e-orde-elastisch.
Theorieën voor de bepaling van de krachtoverdring:
1) Nulste-grenstoestand:
Fysisch lineair met lineair alle staven.
2) Gebruiksgrenstoestand:
Lineaire-elastische-theorie

Maximum aantal iteraties: 50
Max.deslengte kolommen/wand: 1.500 Max.deellengte balken/vloeren: 0.500
Max. X-verplaatsing in UUT: 0.500 Max. Z-verplaatsing in UUT: 0.250

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB			
Belastingen	NEN-EN 1990:2002	EN:2003	EN:2003
	NEN-EN 1991-1-1:2002	EN:2003	EN:2003
Heur	NEN-EN 1992-1-1:2005	EN:2003	EN:2003
	NEN-EN 1993-1-1:2005	EN:2003	EN:2003

STRAMENLIJNEN			
Nr.	X	Z-min	Z-max
1	0.000	0.000	0.300
2	4.300	0.000	0.300
3	8.600	0.000	0.300
4	12.900	0.000	0.300
5	17.200	0.000	0.300
6	21.500	0.000	0.300
7	25.800	0.000	0.300
8	30.100	0.000	0.300
9	34.400	0.000	0.300
10	38.700	0.000	0.300
11	43.000	0.000	0.300
12	47.300	0.000	0.300
13	51.600	0.000	0.300

Project.: 3592
Onderdeel: randbalk overkapping

NIVEAUS			
Nr.	Z	X-min	X-max
1	0.000	0.000	12.000

MATERIALEN
Mt Omschrijving E-modulus[N/mm²] S.M. S.M.verhoogd Feis. Difz. coëff
1 G24h 11500 2.9 4.6 0.00 5.000e-006
Bij de bepaling v.h. e.g. vac houden staven is de S.M.verhoogd toegepast.

PROFIELEN [mm]			
Prof. Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheids Vorrst.
1 B+E 120*250	1:GL24h	3.1000e+004	1.5625e+008 0.00

PROFIELEN vervolg [mm]			
Prof. Staaf-type	Breedte	Hoogte	e
1 0:Normaal	120	250	125.0
	Type	b1	b2
	0:RR		

KNOPEN			
Knoop	X	Z	Kroop
1	0.000	0.000	6
2	4.300	0.000	7.500
3	8.600	0.000	8.500
4	12.900	0.000	11.500
5	17.200	0.000	16

STAVEN			
St.	K	Profiel	Asaal.
1	1	1:B*H 120*250	NEM
2	2	1:B*H 120*250	NEM
3	3	1:B*H 120*250	NEM
4	4	1:B*H 120*250	NEM
5	5	1:B*H 120*250	NEM
6	6	1:B*H 120*250	NEM
7	7	1:B*H 120*250	NEM
8	8	1:B*H 120*250	NEM
9	9	1:B*H 120*250	NEM

VASTE STEUNPUNTEN			
Nr.	Knoop	Kode	Hoek
1	1	110	0.00
2	2	010	0.00
3	3	010	0.00
4	4	010	0.00
5	5	010	0.00
6	6	010	0.00
7	7	010	0.00
8	8	010	0.00

Project.: 36%

VASTE STEUNPUNTEN

Gr. groep	Kode	X2R 1 vast	0= vrij	Hoeke
9	9 010			0.00
10	9 010			0.00

BELASTINGSGENERATIE ALGEMEEN.

Bestouwbarende klasse.....	2	Referent leperide.....	50
Gebouwdicpte.....	0.00	Gebouwdicpte.....	0.00
Alvast adal. terrein.....	0.00	E.g. schied.w. [R/N/E2].....	1.20

BELASTINGGEVALLEN

B.O. Omschrijving	Type
1 Permanente belasting	EX2=1,00
- Variabel	
2 Var. bel. pers. ed. (p_roe)	
3 Smeeuw	22 Smeeuw A

STAATBELASTINGEN

S-surf	Type	ql/g/m	q2	A	B	Ψ_1	Ψ_2
1	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
2	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
3	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
4	1-2GLOKsael	-14.94	-14.94	2.500			
5	1-2GLOKsael	-14.94	-14.94	1.500			
6	1-2GLOKsael	-14.94	-14.94	3.500			
7	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
8	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
9	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
10	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
11	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
12	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
13	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
14	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
15	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
16	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
17	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
18	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
19	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
20	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
21	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
22	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
23	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
24	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
25	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
26	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
27	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
28	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
29	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
30	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
31	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
32	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
33	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
34	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
35	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
36	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
37	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
38	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
39	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
40	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
41	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
42	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
43	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
44	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
45	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
46	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
47	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
48	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
49	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		
50	1-2GLOKsael	-1.35	-1.35	0.000	0.000		

STAAFBELASTINGEN

Star type	ql/g/m	q2	A	B	q0	W1	W2
4 51220000	-7.30		2.500		0.4	0.5	0.3
5 81210000	-7.30		1.500		0.4	0.5	0.3
5 81210000	-7.30		0.250		0.4	0.5	0.3

STAAFBET. ASTTNGEN

[illegible]Project : 3592
Undercd: random

STAAFBELASTINGEN

Straf Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
5	0.0	-0.0	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0

BEREKENINGSTATUS

B.C.	Iteratic	Status
1	3	Nauwkeurigheid bereikt
2	3	Nauwkeurigheid bereikt
3	3	Nauwkeurigheid bereikt
4	3	Nauwkeurigheid bereikt
5	3	Nauwkeurigheid bereikt
6	3	Nauwkeurigheid bereikt
7	3	Nauwkeurigheid bereikt
8	3	Nauwkeurigheid bereikt
9	3	Nauwkeurigheid bereikt
10	3	Nauwkeurigheid bereikt
11	3	Nauwkeurigheid bereikt
12	3	Nauwkeurigheid bereikt
13	3	Nauwkeurigheid bereikt
14	3	Nauwkeurigheid bereikt
15	3	Nauwkeurigheid bereikt
16	3	Nauwkeurigheid bereikt
17	3	Nauwkeurigheid bereikt
18	3	Nauwkeurigheid bereikt

BELASTINGCOMBINATIES

EC type					
1 Fund.	1.35	G _{k,1}			
2 Fund.	0.90	G _{k,1}			
3 Fund.	1.35	G _{k,1}	+	1.50	ψ_0 Q _{k,2}
4 Fund.	1.20	G _{k,1}	-	1.50	Q _{k,2}
5 Fund.	1.20	G _{k,1}	-	1.50	Q _{k,3}
6 Fund.	0.45	G _{k,1}	+	1.50	ψ_0 Q _{k,2}
7 Fund.	0.90	G _{k,1}	+	1.50	Q _{k,2}
8 Fund.	0.90	G _{k,1}	+	1.50	Q _{k,3}
9 Fund.	1.20	G _{k,1}	+	1.50	Q _{k,3}
10 Fund.	0.90	G _{k,1}	+	1.50	Q _{k,3}
11 Kar.	1.00	G _{k,2}	+	1.00	Q _{k,2}
12 Kar.	1.00	G _{k,2}	+	1.00	Q _{k,3}
13 Kar.	1.00	G _{k,2}	+	1.00	Q _{k,3}
14 Quas.	1.00	G _{k,1}			1.50 ψ_0 Q _{k,2}
15 Quas.	1.00	G _{k,1}	+	1.00	ψ_0 Q _{k,2}
16 Freq.	1.10	G _{k,1}			
17 Freq.	1.80	G _{k,1}	+	1.80	ψ_1 Q _{k,2}
18 B11.	1.00	G _{k,1}			

Project.: 3562
Onderdeel: randbalk overlapping

TOETSING SPANNINGEN

Staal	1	BC / Sit.	4 / 1	UC f _{rm} (6.33)	0.54
Maatgevend is buiging (EN 1995-1-1 art. 6.3.3(3)) aan onderzijde staaf					
Positie	500	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
k _{red}	0.60 [-]	k _b	1.00 [-]	k _{0, fmk, stack}	1.09 [-]
f _{m,y,d}	12.57 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	11.52 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	10.06 [N/mm ²]
f _{y,d}	1.66 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	1.20 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	0.24 [N/mm ²]
N	0.22 [kN]	E	18.29 [kN]	N	7.9 [-] [kNm]
σ _{t,0,d}	0.00 [N/mm ²]	σ _{y,d}	0.82 [N/mm ²]	σ _{m,y,d}	-6.38 [N/mm ²]
k _{red}	1.00 [-]	k _m	0.70 [-]	k _{red,y}	12.00 [N/mm ²]
σ _{y,crst}	34.50 [N/mm ²]	λ _{rel,my}	0.83 [-]	k _{red,y}	6.93 [-]

Staal	2	BC / Sit.	4 / 1	UC f _{rm} (6.33)	0.94
Maatgevend is buiging (EN 1995-1-1 art. 6.3.3(3)) aan onderzijde staaf					
Positie	0	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
k _{red}	0.60 [-]	k _b	1.00 [-]	k _{0, fmk, stack}	1.09 [-]
f _{m,y,d}	12.57 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	11.52 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	10.06 [N/mm ²]
f _{y,d}	1.66 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	1.20 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	0.24 [N/mm ²]
N	0.03 [kN]	E	-8.85 [kN]	N	13.75 [kNm]
σ _{t,0,d}	0.00 [N/mm ²]	σ _{y,d}	6.44 [N/mm ²]	σ _{m,y,d}	-11.03 [N/mm ²]
k _{red}	1.00 [-]	k _m	0.70 [-]	k _{red,y}	12.00 [N/mm ²]
σ _{y,crst}	34.50 [N/mm ²]	λ _{rel,my}	0.83 [-]	k _{red,y}	6.93 [-]

Staal	3	BC / Sit.	4 / 1	UC f _{rm} (6.13)	0.68
Maatgevend is dwarskracht (EN 1995-1-1 art. 6.1.7(1))					
Positie	500	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
k _{red}	0.60 [-]	k _b	1.00 [-]	k _{0, fmk, stack}	1.09 [-]
f _{m,y,d}	12.57 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	11.52 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	10.06 [N/mm ²]
f _{y,d}	1.66 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	1.20 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	0.24 [N/mm ²]
N	-0.03 [kN]	E	0.22 [kN]	N	6.80 [kNm]
σ _{t,0,d}	0.00 [N/mm ²]	σ _{y,d}	1.12 [N/mm ²]	σ _{m,y,d}	-5.53 [N/mm ²]

Project.: 3562
Onderdeel: randbalk overlapping

TOETSING SPANNINGEN

Staal	4	BC / Sit.	4 / 1	UC f _{rm} (6.33)	0.94
Maatgevend is buiging (EN 1995-1-1 art. 6.3.3(3)) aan onderzijde staaf					
Positie	500	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
k _{red}	0.60 [-]	k _b	1.00 [-]	k _{0, fmk, stack}	1.09 [-]
f _{m,y,d}	12.57 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	11.52 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	10.06 [N/mm ²]
f _{y,d}	1.66 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	1.20 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	0.24 [N/mm ²]
N	0.22 [kN]	E	25.42 [kN]	N	13.75 [kNm]
σ _{t,0,d}	0.00 [N/mm ²]	σ _{y,d}	1.27 [N/mm ²]	σ _{m,y,d}	-11.03 [N/mm ²]
k _{red}	1.00 [-]	k _m	0.70 [-]	k _{red,y}	12.00 [N/mm ²]
σ _{y,crst}	34.50 [N/mm ²]	λ _{rel,my}	0.83 [-]	k _{red,y}	6.93 [-]

Staal	5	BC / Sit.	4 / 1	UC f _{rm} (6.33)	0.88
Maatgevend is buiging (EN 1995-1-1 art. 6.3.3(3)) aan bovenzijde staaf					
Positie	1500	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
k _{red}	0.60 [-]	k _b	1.00 [-]	k _{0, fmk, stack}	1.09 [-]
f _{m,y,d}	12.57 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	11.52 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	10.06 [N/mm ²]
f _{y,d}	1.66 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	1.20 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	0.24 [N/mm ²]
N	0.02 [kN]	E	15.20 [kN]	N	-20.84 [kNm]
σ _{t,0,d}	0.00 [N/mm ²]	σ _{y,d}	0.76 [N/mm ²]	σ _{m,y,d}	-10.52 [N/mm ²]
k _{red}	0.94 [-]	k _m	0.70 [-]	k _{red,y}	12.00 [N/mm ²]
σ _{y,crst}	34.50 [N/mm ²]	λ _{rel,my}	0.83 [-]	k _{red,y}	6.93 [-]

Staal	6	BC / Sit.	4 / 1	UC f _{rm} (6.13)	0.99
Maatgevend is dwarskracht (EN 1995-1-1 art. 6.1.7(1))					
Positie	0	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
k _{red}	0.60 [-]	k _b	1.00 [-]	k _{0, fmk, stack}	1.09 [-]
f _{m,y,d}	12.57 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	11.52 [N/mm ²]	f _{t,0,d}	10.06 [N/mm ²]
f _{y,d}	1.66 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	1.20 [N/mm ²]	f _{t,90,d}	0.24 [N/mm ²]
N	-0.03 [kN]	E	-50.43 [kN]	N	11.87 [kNm]
σ _{t,0,d}	0.00 [N/mm ²]	σ _{y,d}	1.67 [N/mm ²]	σ _{m,y,d}	-9.50 [N/mm ²]

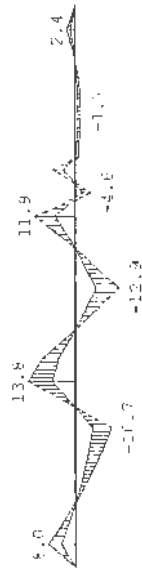
Project.: 4140
Onderdeel: randbalk overkapping

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

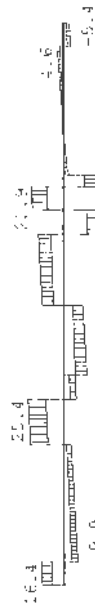
BC Staven met gunstige eeking	
1 Geen	
2 Alle staven de factor:0.90	
3 Geen	
4 Geen	
5 Geen	
6 Alle staven de factor:0.90	
7 Alle staven de factor:0.90	
8 Alle staven de factor:0.90	
9 Geen	
10 Alle staven de factor:0.90	

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

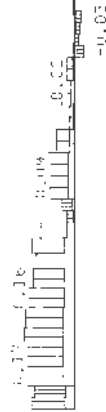
MOMENTEN	2e orde	Fundamentele combinatie
----------	---------	-------------------------



DWARSKRACHTEN	2e orde	Fundamentele combinatie
---------------	---------	-------------------------



NORMAALKRACHTEN	2e orde	Fundamentele combinatie
-----------------	---------	-------------------------



Project.: 3592
Onderdeel: randbalk overkapping

REACTIES		2e orde		Fundamentele combinatie	
Zn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	Y-max

1	-0.15	-0.03	-5.50	-8.06		
2			17.27	34.27		
3			-54.48	-27.26		
4			-4.10	-2.26		
5			14.15	26.11		
6			4.46	9.39		
7			25.86	51.22		
8			26.92	52.64		
9			5.22	10.00		
10			0.00	0.00		

MATERIAALGEGEVENS

Materiaal	$f_{c,y,k}$ [N/mm ²]	ρ_k [kg/m ³]	ρ_{max} [N/mm ²]	$f_{t,c,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,95,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,y,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,y,k}$ [N/mm ²]
GS24H	24	385	462	19	0.5	24	2.5

MATERIAALGEGEVENS (vervolg)

Materiaal	$G_{c,y,k}$ [N/mm ²]	$E_{c,y,k}$ [N/mm ²]	$E_{c,mean}$ [N/mm ²]	Klimaatklasse	k_{def}	$E_{c,mean}$ [N/mm ²]
GS24H	650	3600	300	1-100 I	0.60	7186

ZIJDELINGSE STEUNEN

Staf	Lengte [mm]	Zijde [mm]
1	500	Hart
2	500	Hart

STABILITEIT

Staf	bas [mm]	ρ_{yee} [mm]	ρ_{yy} [mm]	ρ_{yy} [mm]	λ_{yee}	β_e	k_y	$k_{y,y}$
1	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
2	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
3	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
4	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
5	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
6	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
7	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266
8	120.0	250.0	350.0	4000	115.5	1.638	1.1	2.266

148

Project.: 319C
Onderdeel: randtalk overkapping

TOETSING SPANNINGEN

Staal	7	BC / Sit.	4 / 1	UC firm(6.13)	0.91
Maatgevend is dwarskracht (EN 1995-1-1 art. 6.1.7(1))					
Positie	5	Breedte	125.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
$R_{m,d}$	0.60 [-]	R_k	1.00 [-]	$R_{k1,m,d}$, R_{k2}	1.00 [-]
$f_{m,y,d}$	12.5 [N/mm ²]	$f_{t,y,d}$	11.50 [N/mm ²]	$f_{t,y,d}$	10.06 [N/mm ²]
$f_{v,d}$	1.68 [N/mm ²]	$f_{v,y,d}$	1.20 [N/mm ²]	$f_{t,y,d}$	0.24 [N/mm ²]
N	0.04 [kN]	E	-30.77 [kN]	M	0.06 [kNm]
$\sigma_{t,y,d}$	0.00 [N/mm ²]	$\sigma_{v,d}$	1.54 [N/mm ²]	$\sigma_{m,y,d}$	-5.33 [N/mm ²]

Staal	8	BC / Sit.	3 / 1	UC firm(6.33)	0.14
Maatgevend is buiging (EN 1995-1-1 art. 6.3.3(3)) aan onderzijde staaf					
Positie	0	Breedte	120.00 [mm]	Hoogte	250.00 [mm]
$R_{m,d}$	0.60 [-]	R_k	1.00 [-]	$R_{k1,m,d}$, R_{k2}	1.00 [-]
$f_{m,y,d}$	13.57 [N/mm ²]	$f_{t,y,d}$	11.80 [N/mm ²]	$f_{t,y,d}$	10.06 [N/mm ²]
$f_{v,d}$	1.68 [N/mm ²]	$f_{v,y,d}$	1.20 [N/mm ²]	$f_{t,y,d}$	0.24 [N/mm ²]
N	-0.04 [kN]	D	-4.47 [kN]	M	1.25 [kNm]
$\sigma_{t,y,d}$	0.00 [N/mm ²]	$\sigma_{v,d}$	0.22 [N/mm ²]	$\sigma_{m,y,d}$	-7.58 [N/mm ²]
$R_{m,z}$	1.00 [-]	R_k	0.70 [-]	$f_{t,y}$	13500.00 [mm]
$\sigma_{m,y,d}$	34.10 [N/mm ²]	$\lambda_{rel,y}$	0.73 [-]	$\chi_{red,y}$	0.93 [-]

TOETSING DOORBUIGING

Stf	Soort	l _{sys} [mm]	l _{sys} Overstek [mm]	BC Sit	u _{inst} [mm]	Toelaatbaar u _{inst} [mm]	Toelaatbaar u _{inst} [-]
1	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.0	1.5	0.003
2	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.1	1.5	0.003
3	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.0	1.5	0.003
4	Vloer	3000	Nee Nee	15 1	-2.3	-19.6	0.003
5	Vloer	3000	Nee Nee	15 1	-2.0	-9.7	0.003
6	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.0	1.5	0.003
7	Vloer	3000	Nee Nee	15 1	-0.4	-9.0	0.003
8	Vloer	300	Nee Nee	15 1	0.0	1.5	0.003

TOETSING DOORBUIGING (vervolg)

Stf	Soort	l _{sys} [mm]	l _{sys} Overstek [mm]	BC Sit	u _{inst} [mm]	Toelaatbaar u _{inst} [mm]	Toelaatbaar u _{inst} [-]
-----	-------	-----------------------	--------------------------------	--------	------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

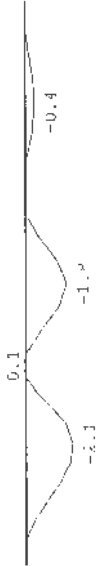
Project.: 303C
Onderdeel: randbalk overkapping

TOETSING DOORBUIGING (vervolg)

Stf	Soort	l _{sys} [mm]	l _{sys} Overstek [mm]	BC Sit	u _{inst} [mm]	Toelaatbaar u _{inst} [mm]	Toelaatbaar u _{inst} [-]
1	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.1	2.0	0.004
2	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.2	2.0	0.004
3	Vloer	500	Nee Nee	15 1	1.0	2.0	0.004
4	Vloer	3000	Nee Nee	15 1	-3.0	-14.0	0.004
5	Vloer	3000	Nee Nee	15 1	-3.6	-12.0	0.004
6	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.0	2.0	0.004
7	Vloer	3000	Nee Nee	15 1	-0.5	-12.0	0.004
8	Vloer	500	Nee Nee	15 1	0.0	2.0	0.004

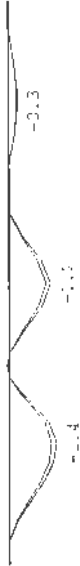
VERVORMINGEN w1

Blijvende combinatie



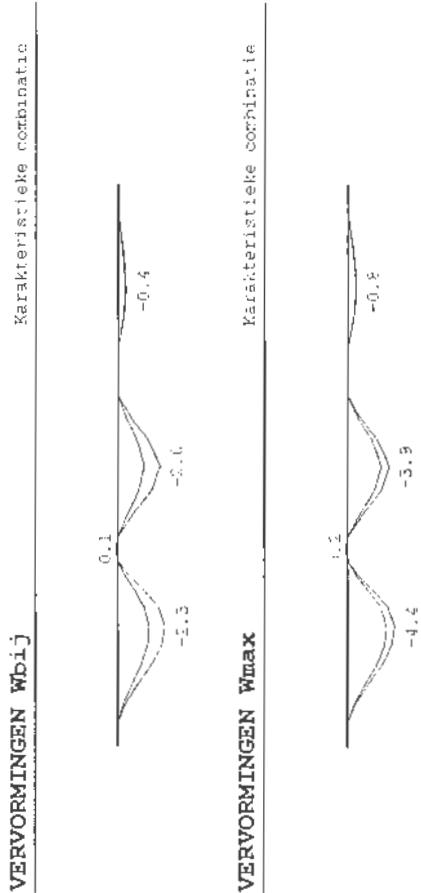
VERVORMINGEN w2

plasi-blijvende combinatie



[rofert... 3592
Onderdeel: randbalk overlappend

VERVORMINGEN Wbij



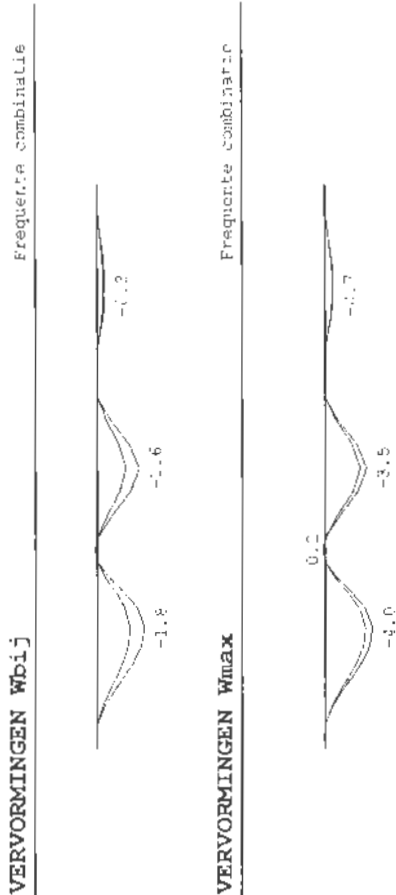
Project... 3592
Onderdeel: randbalk overlappend

DOORBUIGINGEN

Nr. staven	Bijde positie [m]	lrep [mm]	Wj [mm]	Wj [mm]	Wj [mm]	Wj [mm]	Wj [mm]	Wj [mm]	Karakteristieke combinatie	
									Wj	Wj
1	Pos.	0.755	500	0.0	0.0	0.0	12442	7.1	0.2	
2	Reg.	2.023	3500	-2.1	-1.4	-2.5	1555	-4.4	-4.4	
3	Pos.	0.250	500	0.1	0.1	0.2	4140	0.2	0.2	
4	Reg.	1.530	3000	-1.8	-1.2	-2.0	1446	-2.9	-2.9	
5	Pos.	0.250	500	0.0	0.0	0.0	13323	0.1	0.1	
6	Reg.	1.235	3000	-0.4	-0.3	-0.4	7755	-0.8	-0.8	
7	Pos.	0.755	500	0.0	0.0	0.0	12442	7.1	0.2	
8	Reg.	2.023	3500	-2.1	-1.4	-2.5	1555	-4.4	-4.4	
9	Pos.	0.250	500	0.1	0.1	0.2	4140	0.2	0.2	
10	Reg.	1.530	3000	-1.8	-1.2	-2.0	1446	-2.9	-2.9	
11	Pos.	0.250	500	0.0	0.0	0.0	13323	0.1	0.1	
12	Reg.	1.235	3000	-0.4	-0.3	-0.4	7755	-0.8	-0.8	

Velden met een wbi of Wmax < lrep/9999 zijn niet afgedrukt

VERVORMINGEN Wbij



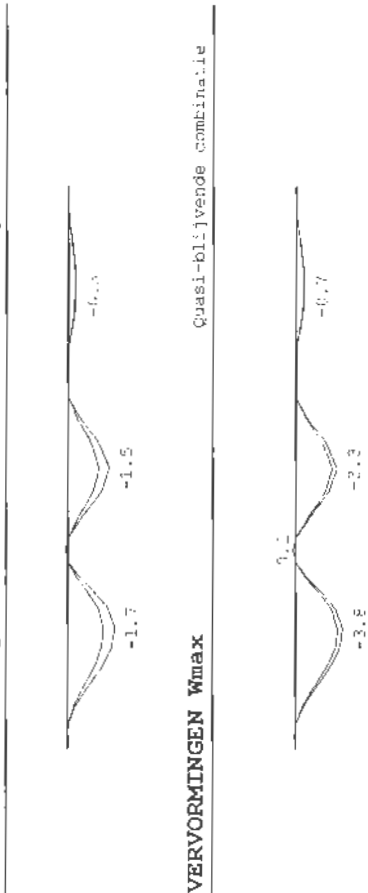
Project...: 3592
 onderdeel: randbalk overkapping

DOORBUIGINGEN

Nr. staven Zijde positie [mm] [lrep/]	z-ss [mm]	w ₁ [mm]	w ₂ [mm]	l-- w _{1,2} [mm] [lrep/]	Frequentie combinatie	
					w ₁ [mm]	w ₂ l-- w _{1,2} [mm]
1 Pos. 0.250 500 0.0 0.0 0.0 1600 0.2 0.1						
653 4 Neg. 2.093 3500 -2.2 -2.4 -1.8 1966 -4.0 -4.0						
894 2 Pos. 0.250 500 0.1 0.1 0.1 5102 0.2 0.2						
2495 5 Neg. 1.500 3000 -1.8 -1.2 -1.6 1868 -3.5 -3.5						
864 6 Pos. 0.250 500 0.0 0.0 0.0 16494 0.1 0.1						
775 7 Neg. 1.167 3000 -0.4 -0.3 -0.3 1014 -0.7 -0.7						
437						

Volden met een wrij en Wmax < lrep/999 zijn niet afgedrukt

VERVORMINGEN Wb1j



Project...: 3592
 onderdeel: randbalk overkapping

DOORBUIGINGEN

Nr. staven Zijde positie [mm] [lrep/]	z-ss [mm]	w ₁ [mm]	w ₂ [mm]	l-- w _{1,2} [mm] [lrep/]	Quasi-blijvende combinatie	
					w ₁ [mm]	w ₂ l-- w _{1,2} [mm]
1 Pos. 0.250 500 0.0 0.0 0.0 16371 0.1 0.1						
7100 4 Neg. 2.043 3500 -2.1 -1.4 -1.7 3085 -3.8 -3.8						
923 2 Pos. 0.250 500 0.1 0.1 0.1 5626 0.2 0.2						
2492 5 Neg. 1.500 3000 -1.8 -1.2 -1.5 2831 -3.3 -3.3						
904 6 Pos. 0.250 500 0.0 0.0 0.0 16230 0.1 0.1						
411 7 Neg. 1.167 3000 -0.4 -0.3 -0.3 1009 -0.7 -0.7						
4471						

Volden met een wrij en Wmax < lrep/999 zijn niet afgedrukt

op druk en buiging belaste houten kolom : berekening volgens eurocode 5 art. 6.3.2

96 x 96
 naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
 werknummer = 3592
 onderdeel = schoren

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$k_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,09$ -
houtbreedte	b = 96 mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,09$ -
houthoogte (in buigrichting)	h = 96 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s = 0,12 bij LVL		

unity-checks formule 6.19: **n.v.t.** formule 6.20: **n.v.t.** formule 6.23: **0,70** formule 6.24: **0,70**

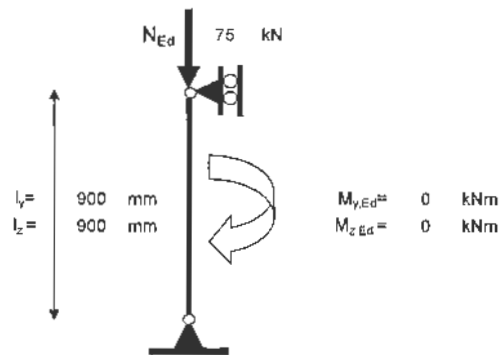
normaalkracht, momenten, kniklengten, schema

schoren

overige invoergegevens:

drukkracht	$N_{Ed} = 75$ kN
moment in y-richting	$M_{y,Ed} = 0$ kNm
moment in z-richting	$M_{z,Ed} = 0$ kNm
soort doorsnede	= rechthoekig
kniklengte in y-richting	$l_y = 900$ mm
kniklengte in z-richting	$l_z = 900$ mm
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2) :	nee -
factor ψ_2	= 0,3 -

excentriciteit in y =	0,00 / 75,00 = 0,000 m
excentriciteit in z =	0,00 / 75,00 = 0,000 m



toetsing

schoren

art. 6.3.2 kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

drukkracht	$N_{Ed} = 75,0$ kN	$W_y = 147,5$ cm ³	$k_m = 0,7$ -	b = 96 mm
moment	$M_{y,Ed} = 0,0$ kNm	$W_z = 147,5$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	h = 96 mm
moment	$M_{z,Ed} = 0,0$ kNm	A = 92,2 cm ²	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_y = 27,7$ mm
soort doorsnede	rechthoekig		$f_{m,y,d} = 13,6$ N/mm ²	$i_z = 27,7$ mm
staaf lengte y-richting	$l_y = 900$ mm		$f_{m,z,d} = 13,6$ N/mm ²	$\lambda_y = 32,5$ -
staaf lengte z-richting	$l_z = 900$ mm			$\lambda_z = 32,5$ -

modificatiefactor vervorming $K_{def} = 0,6$ -
 factor voor rechtheid (6.29) $f_{t,c} = 0,2$ -

2.10	$E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def})$	=	$6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085$ N/mm ²
druk	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	=	$75 \cdot 10^3 / 92,2 \cdot 10^2 = 8,1$ N/mm ²
buiging y	$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y$	=	$0 \cdot 10^6 / 147,5 \cdot 10^3 = 0,0$ N/mm ²
buiging z	$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z$	=	$0 \cdot 10^6 / 147,5 \cdot 10^3 = 0,0$ N/mm ²

$$6.21 \quad \lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 32,5 / \pi \cdot \sqrt{(18,0 / 6000)} = 0,566 -$$

$$6.22 \quad \lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 32,5 / \pi \cdot \sqrt{(18,0 / 6000)} = 0,566 -$$

als zowel $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ en $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ behoren de spanningen te voldoen aan formule 6.19 en 6.20
 formule 6.19 en 6.20 zijn niet van toepassing, in plaats daarvan zijn formule 6.23 en 6.24 van toepassing



6,19	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m1} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,14^2}{12,46^2} + \frac{0,00}{13,62} + 0,70 \frac{0,00}{13,62} =$	n.v.t.
6,20	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,14^2}{12,46^2} + 0,7 \frac{0,00}{13,62} + \frac{0,00}{13,62} =$	n.v.t.
6,23	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,14}{0,93 \cdot 12,46} + \frac{0,00}{13,62} + 0,7 \frac{0,00}{13,62} =$	0,70
6,24	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,14}{0,93 \cdot 12,46} + 0,7 \frac{0,00}{13,62} + \frac{0,00}{13,62} =$	0,70
6,25	$k_{c,y} = 1 / \{ k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \} = 1 / \{ 0,69 + \sqrt{0,69^2 - 0,566^2} \} =$	0,93
6,26	$k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 0,69 + \sqrt{0,69^2 - 0,566^2} \} =$	0,93
6,27	$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (0,566 - 0,3) + 0,566^2) =$	0,69
6,28	$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (0,566 - 0,3) + 0,566^2) =$	0,69

materiaal- en profielgegevens

schoren

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{c,d}$	c	k_{mod}	$f_{x,sp}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$ 18 N/mm ²	$f_{m,d}$ 1	1,09	0,90	18	1,30	= 13,62 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$ 11 N/mm ²	$f_{t,0,d}$ 1	1,00	1,09	0,90	11 / 1,30	= 8,33 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$ 0,4 N/mm ²	$f_{t,90,d}$ 1		0,80	0,4	1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$ 18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$ 1		0,90	18	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$ 2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$ 1		0,90	2,2	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$ 3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$ 1		0,90	3,4	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ 9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$ 1		1,00	9000	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	$\rho_{1,k}$ 320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$ 1		0,90	9000	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k 560 N/mm ²	G_d 1		1,00	560	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean,k}$ 300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$ 1		1,00	300	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$ 300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$ 1		1,00	300	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ 6000 N/mm ²	$E_{0,05,d}$ 1		1,00	6000	1,00	= 6000 N/mm ²
** met k_t = minimum van $(3000/l)^{0,2}$ en 1,1 $k_t = (3000 / 1000)^{0,2} = 0,06$ dus $k_t = 1,07$							
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$	= 1	$\frac{1}{12}$	96	96 ³	= 708	10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$	= 1	$\frac{1}{12}$	96	96 ³	= 708	10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$	= 1	$\frac{1}{6}$	96	96 ²	= 147	10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$	= 1	$\frac{1}{6}$	96	96 ²	= 147	10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$	= 1		96	96	= 92	10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	= $\sqrt{}$	(	708	/ 92	) = 27,7	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	= $\sqrt{}$	(	708	/ 92	) = 27,7	mm

opmerking



op druk en buiging belaste houten kolom :
berekening volgens eurocode 5 art. 6.3.2

150 x 150
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = kolommen

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor trekssterkte; breedte	$k_h = 1,00$ -
houtbreedte	b= 150 mm.	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= 150 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -

factor voor volume-effect s= 0,12 bij LVL

unity-checks formule 6.19: **n.v.t.** formule 6.20: **n.v.t.** formule 6.23: **0,27** formule 6.24: **0,27**

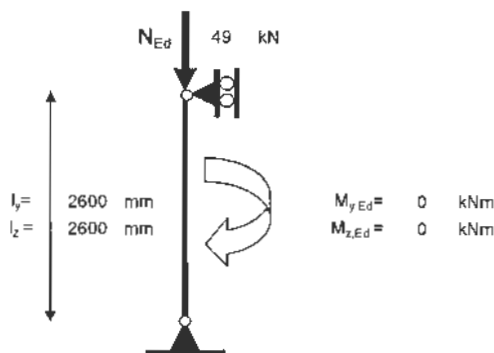
normaalkracht, momenten, kniklengten, schema

kolommen

overige invoergegevens:

drukkracht	$N_{Ed} = 49$ kN
moment in y-richting	$M_{y,Ed} = 0$ kNm
moment in z-richting	$M_{z,Ed} = 0$ kNm
soort doorsnede	= rechthoekig
kniklengte in y-richting	$i_y = 2600$ mm
kniklengte in z-richting	$i_z = 2600$ mm
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2) :	nee -
factor ψ_2	= 0,3 -

excentriciteit in y=	0,00	/	49,00	= 0,000 m
excentriciteit in z=	0,00	/	49,00	= 0,000 m



toetsing

kolommen

art. 6.3.2 kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

drukkracht	$N_{Ed} = 49,0$ kN	$W_y = 562,5$ cm ³	$k_{h1} = 0,7$ -	b= 150 mm
moment	$M_{y,Ed} = 0,0$ kNm	$W_z = 562,5$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	h= 150 mm
moment	$M_{z,Ed} = 0,0$ kNm	A= 225,0 cm ²	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_y = 43,3$ mm
soort doorsnede	rechthoekig		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_z = 43,3$ mm
staaf lengte y-richting	$i_y = 2600$ mm		$f_{m,z,d} = 12,5$ N/mm ²	$\lambda_y = 60,0$ -
staaf lengte z-richting	$i_z = 2600$ mm			$\lambda_z = 60,0$ -
			modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
			factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -

2.10	$E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def})$	=	6000	/	(1 + 0,30 0,60)	=	5085	N/mm ²
druk	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	=	49 10 ³	/	225,0 10 ²	=	2,2	N/mm ²
buiging y	$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y$	=	0 10 ⁶	/	562,5 10 ³	=	0,0	N/mm ²
buiging z	$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z$	=	0 10 ⁶	/	562,5 10 ³	=	0,0	N/mm ²

6.21	$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \cdot \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})}$	=	60,0	/	\pi \cdot \sqrt{(18,0 / 6000)}	=	1,047	-
6.22	$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})}$	=	60,0	/	\pi \cdot \sqrt{(18,0 / 6000)}	=	1,047	-

als zowel $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ en $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ behoren de spanningen te voldoen aan formule 6.19 en 6.20
formule 6.19 en 6.20 zijn niet van toepassing, in plaats daarvan zijn formule 6.23 en 6.24 van toepassing

55



$$\begin{aligned}
 6,19 \quad & \frac{\sigma_{e,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18^2}{12,46^2} + \frac{0,00}{12,46} + 0,70 \frac{0,00}{12,46} = \text{n.v.t.} \\
 6,20 \quad & \frac{\sigma_{e,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18^2}{12,46^2} + 0,7 \frac{0,00}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = \text{n.v.t.} \\
 6,23 \quad & \frac{\sigma_{e,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18}{0,65 \cdot 12,46} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \frac{0,00}{12,46} = 0,27 \\
 6,24 \quad & \frac{\sigma_{e,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18}{0,65 \cdot 12,46} + 0,7 \frac{0,00}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} = 0,27 \\
 6,25 \quad & k_{c,y} = 1 / \{ k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \} = 1 / \{ 1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,047^2} \} = 0,65 \\
 6,26 \quad & k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,047^2} \} = 0,65 \\
 6,27 \quad & k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,047 - 0,3) + 1,047^2) = 1,12 \\
 6,28 \quad & k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,047 - 0,3) + 1,047^2) = 1,12
 \end{aligned}$$

materiaal- en profielgegevens kolommen

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d}$	c	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18 N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	18 / 1,30 = 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11 N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	0,90	11 / 1,30 = 7,62 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4 N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1	0,80	0,4	/ 1,30 = 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1	0,90	18	/ 1,30 = 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1	0,90	2,2	/ 1,30 = 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$	1	0,90	3,4	/ 1,30 = 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1	1,00	9000	/ 1,00 = 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1	0,90	9000	/ 1,30 = 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560 N/mm ²	G_d	1	1,00	560	/ 1,00 = 560 N/mm ²
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1	1,00	300	/ 1,00 = 300 N/mm ²
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1	1,00	300	/ 1,00 = 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000 N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1	1,00	6000	/ 1,00 = 6000 N/mm ²
** met k_t = minimum van $(3000/t)^{1/2}$ en 1.1							
	$k_t = (3000 / 1000)^{1/2}$			0,06			dus $k_t = 1,07$
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$			1	$\frac{1}{12}$	150	$150^3 = 4219 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$			1	$\frac{1}{12}$	150	$150^3 = 4219 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$			1	$\frac{1}{6}$	150	$150^2 = 563 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$			1	$\frac{1}{6}$	150	$150^2 = 563 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$			1		150	$150 = 225 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$			$\sqrt{}$	(	4219	/ 225) = 43,3 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$			$\sqrt{}$	(	4219	/ 225) = 43,3 mm

opmerking

56



op druk en buiging belaste houten kolom : berekening volgens eurocode 5 art. 6.3.2

150 x 150
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = kolommen

materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren

sterkteklasse	= naaldhout C18	materiaalfactor sterkte	$k_M = 1,30$ -
materiaal	= gezaagd hout	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,00$ -
houtbreedte	b= 150 mm.	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= 150 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{tr,ed} = 0,90$ kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= kort	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s= 0,12 bij LVL		

unity-checks formule 6.19: formule 6.20: formule 6.23: formule 6.24:

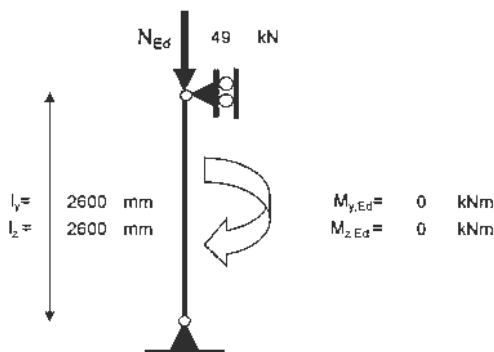
normaalkracht, momenten, kniklengten, schema

kolommen

overige invoergegevens:

drukkracht	$N_{Ed} = 49$ kN
moment in y-richting	$M_{y,Ed} = 0$ kNm
moment in z-richting	$M_{z,Ed} = 0$ kNm
soort doorsnede	= rechthoekig
kniklengte in y-richting	$l_y = 2600$ mm
kniklengte in z-richting	$l_z = 2600$ mm
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2) :	nee -
factor ψ_2	= 0,3 -

excentriciteit in y=	0,00 / 49,00 = 0,000 m
excentriciteit in z=	0,00 / 49,00 = 0,000 m



toetsing

kolommen

art. 6.3.2 kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

drukkracht	$N_{Ed} = 49,0$ kN	$W_y = 562,5$ cm ³	$k_m = 0,7$ -	b= 150 mm
moment	$M_{y,Ed} = 0,0$ kNm	$W_z = 562,5$ cm ³	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm ²	h= 150 mm
moment	$M_{z,Ed} = 0,0$ kNm	A= 225,0 cm ²	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_y = 43,3$ mm
soort doorsnede	rechthoekig		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm ²	$i_z = 43,3$ mm
staaf lengte y-richting	$l_y = 2600$ mm		$f_{m,z,d} = 12,5$ N/mm ²	$\lambda_y = 60,0$ -
staaf lengte z-richting	$l_z = 2600$ mm			$\lambda_z = 60,0$ -
			modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
			factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -

2.10	$E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def})$	=	6000 / (1 + 0,30 * 0,60) = 5085 N/mm ²
druk	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	=	49 * 10 ³ / 225,0 * 10 ⁻² = 2,2 N/mm ²
buiging y	$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y$	=	0 * 10 ⁶ / 562,5 * 10 ⁻³ = 0,0 N/mm ²
buiging z	$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z$	=	0 * 10 ⁶ / 562,5 * 10 ⁻³ = 0,0 N/mm ²

6.21	$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi * \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})}$	=	60,0 / $\pi * \sqrt{(18,0 / 6000)}$ = 1,047 -
6.22	$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi * \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})}$	=	60,0 / $\pi * \sqrt{(18,0 / 6000)}$ = 1,047 -

als zowel $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ en $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ behoren de spanningen te voldoen aan formule 6.19 en 6.20
formule 6.19 en 6.20 zijn niet van toepassing, in plaats daarvan zijn formule 6.23 en 6.24 van toepassing

57



6,19	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18^2}{12,46^2} + \frac{0,00}{12,46} + 0,70 \frac{0,00}{12,46} =$	n.v.t.
6,20	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18^2}{12,46^2} + 0,7 \frac{0,00}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} =$	n.v.t.
6,23	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18}{0,65 \cdot 12,46} + \frac{0,00}{12,46} + 0,7 \frac{0,00}{12,46} =$	0,27
6,24	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,18}{0,65 \cdot 12,46} + 0,7 \frac{0,00}{12,46} + \frac{0,00}{12,46} =$	0,27
6,25	$k_{c,y} = 1 / \{ k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \} = 1 / \{ 1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,047^2} \} =$	0,65
6,26	$k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 1,12 + \sqrt{1,12^2 - 1,047^2} \} =$	0,65
6,27	$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,047 - 0,3) + 1,047^2) =$	1,12
6,28	$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,047 - 0,3) + 1,047^2) =$	1,12

materiaal- en profielgegevens kolommen

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:			$f_{k,d}$	σ	k_{mod}	$f_{k,rep}$	l	γ_M	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18 N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,00	0,90	18	1,30	= 12,46 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,0,k}$	11 N/mm ²	$f_{t,0,d}$	1	1,00	1,00	0,90	11	= 7,62 N/mm ²
treksterkte	$f_{t,90,k}$	0,4 N/mm ²	$f_{t,90,d}$	1		0,80	0,4	1,30	= 0,25 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18 N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	1,30	= 12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2 N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	1,30	= 1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4 N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	1,30	= 2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000 N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	1,00	= 9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_{15}	320 kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	1,30	= 6231 N/mm ²
glijdingsmodulus	G_k	560 N/mm ²	G_d	1		1,00	560	1,00	= 560 N/mm ²
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$	300 N/mm ²	$E_{90,mean,d}$	1		1,00	300	1,00	= 300 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$	6000 N/mm ²	$E_{0,05,d}$	1		1,00	6000	1,00	= 6000 N/mm ²
** met k_t minimum van (3000/l) ^{0,2} en 1,1			$k_t = (3000 / l)$	1000	) ^	0,06	=	1,07	- dus k_t = 1,07
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	150	150 ³	=	4219	10 ⁴ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	150	150 ³	=	4219	10 ⁴ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	150	150 ²	=	563	10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	150	150 ²	=	563	10 ³ mm ³
oppervlak	$A = 1 \cdot b h$	=	1		150	150	=	225	10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$	(	4219	/	225	) =	43,3 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$	(	4219	/	225	) =	43,3 mm

opmerking

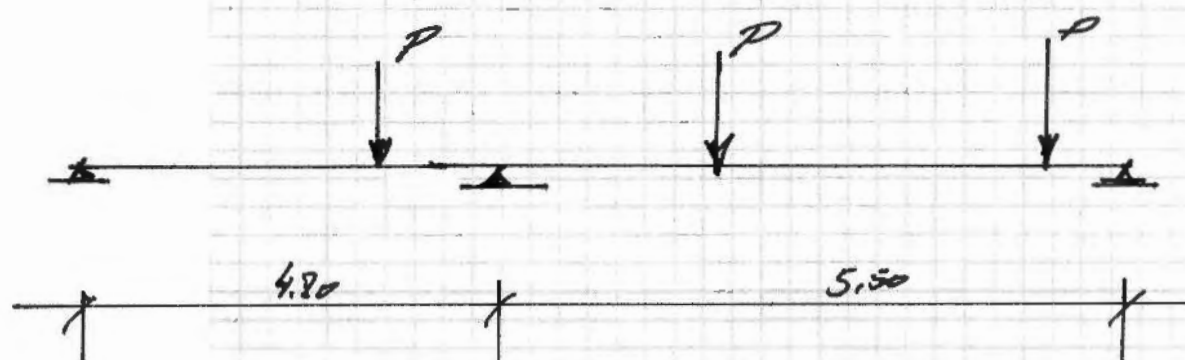
werknr. : _____

project : _____

onderdeel : _____

blad : 50

datum : _____



belasting uit span

P_{pers} 13,10 kN

P_{stroom} 1,80 kN

Project...:
Onderdeel:

STAAFBELASTINGEN

				B.G.1 permanent		
Staat Type	ql/p/m	q2	A	B	ψ0	ψ1
1 8:FZlokaal	-13.10		3.000			
3 8:FZlokaal	-13.10		0.800			
3 8:FZlokaal	-13.10		3.100			

STAAFBELASTINGEN

				B.G.2 sneeuw		
Staat Type	ql/p/m	q2	A	B	ψ0	ψ1
1 8:FZlokaal	-13.80		3.000		0.4	0.5
3 8:FZlokaal	-13.80		0.800		0.4	0.5
3 8:FZlokaal	-13.80		3.800		0.4	0.5

BELASTINGCOMBINATIES

BC Type		
1 Fund.	1.35 Gk,1	
2 Fund.	0.90 Gk,1	
3 Fund.	1.35 Gk,1	1.50 ψ1 Qk,2
4 Fund.	1.50 Gk,1	1.50 Qk,2
5 Fund.	0.90 Gk,1	1.50 Qk,2
6 Fund.	0.90 Gk,1	1.50 ψ1 Qk,2
7 Ral.	1.00 Gk,1	1.00 Qk,2
8 Quas.	1.00 Gk,1	
9 Quas.	1.00 Gk,1	1.00 ψ1 Qk,2
10 Freq.	1.00 Gk,1	
11 Freq.	1.00 Gk,1	1.00 ψ1 Qk,2
12 B.14.	1.00 Gk,1	

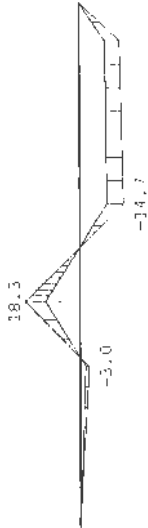
GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC staven met gunstige werking	
1 Geen	
2 Alle staven de factor: 0.80	
3 Geen	
4 Geen	
5 Alle staven de factor: 0.90	
6 Alle staven de factor: 0.90	

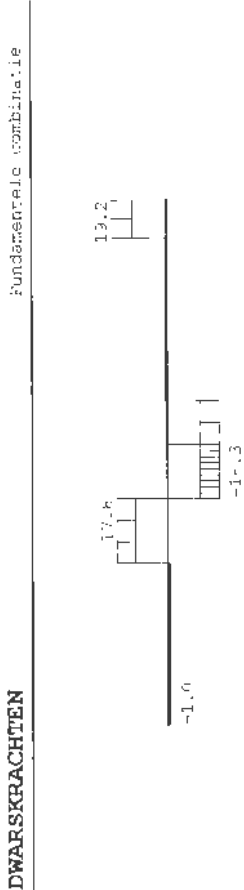
Project...:
Onderdeel:

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN	Fundamentele combinatie
----------	-------------------------



DWARSKRACHTEN



NORMAALKRACHTEN

		Fundamentele combinatie			
Rea.	X-max.	Z-max	Z-min	N-max	N-min
1				0.61	0.99
2	3.00	0.00	22.69	36.17	
3			12.05	19.18	

Project...:
Onderdeel:

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Stabiliteit: Classificatie gehele constructie: Geschoord

MATERIAAL

Mat. profielnaam	Vrouisp. [N/mm ²]	Productie methode	Mit. dren. klasse
1 HEA140	235	Gewalst	1
2 HEA160	235	Gewalst	1
3 HEA160	235	Gewalst	1
Partiële veiligheidsfactoren:			
Gamma M ₀	1.00	Gamma M ₁	1.00
Gamma M ₂ /mech	1.00	Gamma M ₂ /therm	1.00

KNIKSTABILITEIT

Staal	Classif. y	Classif. y	Classif. z	Classif. z	Extra
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	
1	4.20	Geschoord	4.20	Geschoord	1.1
2-3	5.50	Geschoord	5.50	Geschoord	0.5

KIPSTABILITEIT

Staal	Flts. aangev.	1 gaaf	Kipsteunafstanden [m]
1	1.74	boven:	4.20 4.20
		onder:	4.20 4.20
2-3	1.74	boven:	5.50 5.50
		onder:	5.50 5.50

TOETSING SPANNINGEN

Staal	Mat. B	St. K	Norm	Artikel	Formule	Hoogste toetswaarde [N/mm ²]	Opmerkingen
1	3	3	EN3-1-1	6.2.8	(f _y /30)	0.33	75
2-3	3	3	Staal	EN3-1-1	6.3.2	(f _y /54)	0.43
Opmerkingen:							
1.4) T.d.v. kip is een equivalente Q-last berekend.							
1.5) Waarschuwing: Er is een intern staal-schroef aanwezig!							

TOETSING DOORBUIGING

Staal	Score	Kip	Leugte	Overst	Deeg	W _{pl} [cm ³]	BC	St	U	Toelaatbaar [mm]	Opmerkingen
1	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1	1.00	0.0	0.004	
2-3	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1	1.00	0.0	0.004	

VERVORMINGEN w1

Blijvende combinatie



VERVORMINGEN wbi,j

Karakteristieke combinatie



VERVORMINGEN Wmax

Karakteristieke combinatie



Project...:
Onderdeel...

DOORBUIGINGEN

Nr.		Staven Zijde positie		Karakteristieke combinatie					
				l _{rep} [mm]	w _i [mm]	w _c [mm]	l _{rep} [mm]	w _c [mm]	w _{max} [mm]
1	1	Neg.	2.000	4200	-0.4	-0.1	79265	-0.4	-3.4
2	2-3	Neg.	2.800	5500	-0.0	-1.1	4379	-0.1	-9.1

VERVORMINGEN w_{bi,j}

Frequente combinatie



VERVORMINGEN w_{max}

Frequente combinatie



Project...:
Onderdeel...

DOORBUIGINGEN

Nr.		staven zijde positie		l_{rep} [mm]	w_i [mm]	w_c [mm]	$w_{c,1}$ [mm]	$w_{c,2}$ [mm]	w_{max} [mm]
[mm], [rep/]		[a]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	1	Neg.	2.800	5500	-0.0	-0.6	9957	-0.6	-8.6
2	2-3	Neg.	2.800	5500	-0.0	-0.6	9957	-0.6	-8.6

Veldan met een w_{bi,j} en w_{max} < l_{rep}/9959 zijn niet afgedrukt

VERVORMINGEN w_{bi,j}

Quasi-blijvende combinatie



VERVORMINGEN w_{max}

Quasi-blijvende combinatie



keramische dakpannen
panlatten afm. 25x32mm;
isolerende dakplaat Rc = 3,5m2K/w
gordingen houten spant

underlayment dik 19mm
balken 71x221mm h.o.h. 400mm
C18 kwaliteit
isolatie dik 100mm

spalsstrip 50x3

2600mm+ o.k. plafond

rachtelwerk afm. 25x32mm
gipsstucplaat dik 12,5mm
stuc laag

decoratieve plafondprint
(gips)

stuc laag

isolatie dik 115mm
Rockwool 433 plus
Rc = 3,5 m2K/w

zink no. 14
wbp multiplex dik 16mm

knellat afm. 32x45mm

oregon pine
dik 20mm

2400mm+ o.k. goot

baroje afm. 5x20mm

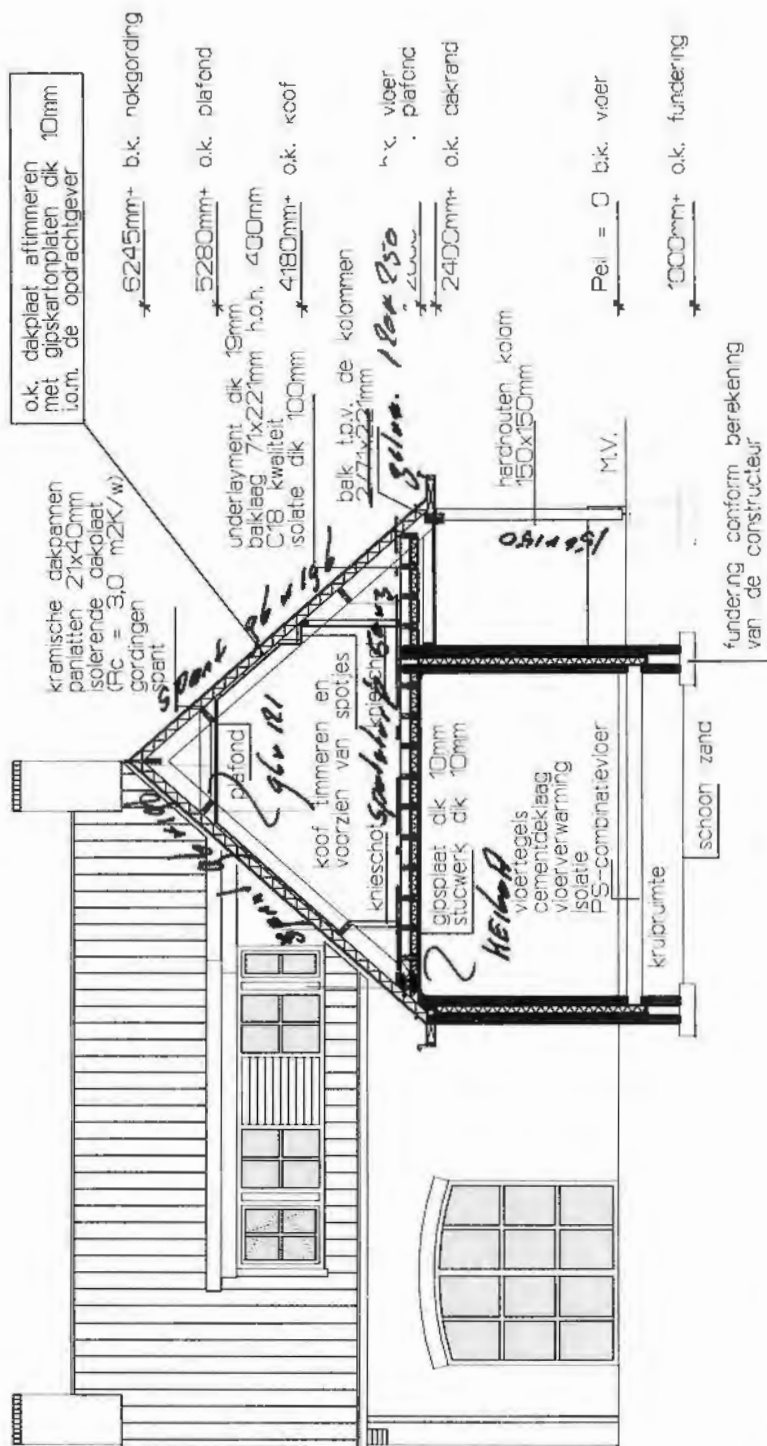
klossen 46x96mm
n.o.h. 600mm
garantplex dik 10mm
open stootvoegen

350

300

GOUDETAL

165



DOORSNEDE



berekening van een houten stijl in een HSB-wand

stijl: **46 x 121**
naaldhout C18

werk = woning de Jong te Zelhem
werknummer = 3592
onderdeel = hsb gevels

norm Eurocode NIEUWBOUW ontwerplevensduur = 50 jaar
ontwerplevensduur klasse = 3
gevolgklasse = CC1
correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$
toepassing belastingfactoren
formule 6.10.a $\gamma_{G,j} = 1,22$ -
(meestal niet maatgevend) $\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$ -
formule 6.10.b $\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
(maatgevend) $\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$ -
formule 6.10.a en b $\gamma_{G,j} = 0,90$ (gunstig)

de waarde van ψ volgt uit de Nationale Bijlage

gebouwcategorie windbelasting
(gewichtsberekening) $\psi_0 = 0$ -
(elastische doorbuiging) $\psi_1 = 0,2$ -
(kruip) $\psi_2 = 0$ -

kniklengte loodrecht op vlak van wand $L_y = 3,5$ m
ongesteunde staaf lengte in z-richting $L_z = 1$ m
hart- op hartmaat van de stijlen $a = 0,61$ m

bovenbelasting op wand (lijnlast)
permanente belasting $G_k = 1,36$ kN/m'
extreem + momentaan $Q_{ext+mom} = 0,25$ kN/m'
momentaan $Q_{mom} = 0,25$ kN/m'
excentriciteit vert. belasting bovenkant $e_{boven,q} = 0,000$ m

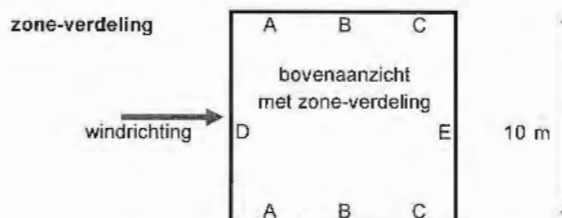
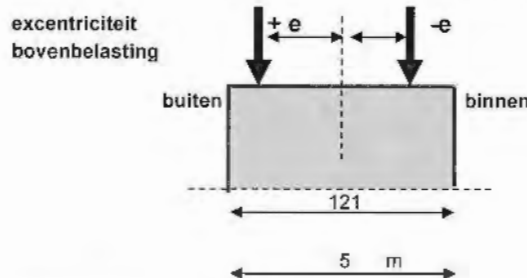
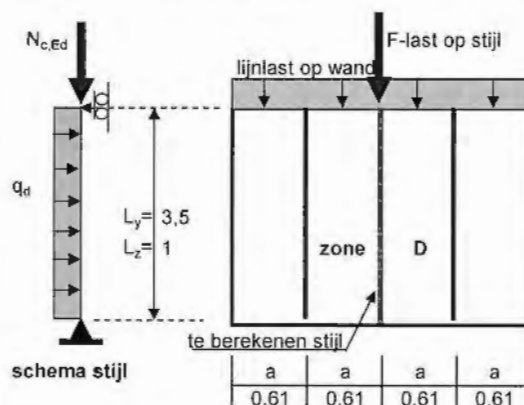
bovenbelasting op wand (puntlast)
permanente belasting $G_k = 2,72$ kN
extreem + momentaan $Q_{ext+mom} = 0,50$ kN
momentaan $Q_{mom} = 0,50$ kN
excentriciteit belasting bovenkant $e_{boven,F} = 0,000$ m
excentriciteit belasting onderkant $e_{onder} = 0,000$ m

windbelasting
windgebied = III -
soort terrein onbebouwd II -
hoogte onderdeel boven maaiveld $z = 4$ m
totale gebouwbreedte, loodrecht op wind $br = 10$ m
totale gebouwhoogte $ho = 5$ m
totale gebouwdiepte in windrichting $d = 5$ m
zone in gevel D
lengte van deze zone is 10,00 m
windvormfactoren onderdruk $C_{pi} = -0,30$ -
overdruk $C_{pe} = 0,2$ -

wijze van steunen gesteund
aangrijpingspunt van steunen aan drukzijde

vervorming

toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 250 * L_y
 $u_{bij} < 3500 / 250 = 14,0$ mm
aangrijpingspunt belasting aan drukzijde
balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last



materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen

sterkteklasse = naaldhout C18
materiaal = gezaagd hout
soort doorsnede = rechthoekig
houtbreedte $b = 46$ mm
houthoogte (in windrichting) $h = 121$ mm
klimaatklasse = 1
belastingduurklasse comb. veranderlijk = kort
factor voor volume-effect $s = 0,1$ bij LVL
 $\sigma_{m,cr}$ berekenen met formule 6.32
materiaalfactor sterkte $\gamma_M = 1,30$ -
hoogtefactor buigsterkte; hoogte $k_h = 1,04$ -
modificatiefactor sterkte $k_{mod} = 0,90$ kort
modificatiefactor vervorming $k_{def} = 0,60$ -

unity-checks	uiterste grenstoestand	druk	0,58	kolom	0,81	kip	0,48	bruikbaarheidsgrenstoestand	wind	0,93
--------------	------------------------	------	------	-------	------	-----	------	-----------------------------	------	------

68



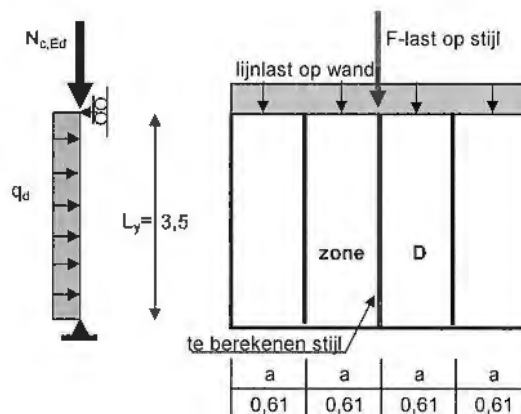
materiaal- en profielgegevens

	algemene formule : $f_{x,d}=$				c	k_h	k_{mod}	$f_{x,rep}$	/	γ_M	kort	
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm ²	$f_{m,d}$	1	1,04	0,90	18	/	1,30	=	13,01 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm ²	$f_{c,0,d}$	1		0,90	18	/	1,30	=	12,46 N/mm ²
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm ²	$f_{c,90,d}$	1		0,90	2,2	/	1,30	=	1,52 N/mm ²
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm ²	$f_{v,d}$	1		0,90	3,4	/	1,30	=	2,35 N/mm ²
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm ²	$E_{0,mean,d}$	1		1,00	9000	/	1,00	=	9000 N/mm ²
volumieke massa	ρ_k	320	kg/m ³	$E_{0,u,d}$	1		0,90	9000	/	1,30	=	6231 N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y=$	1	$\cdot \frac{1}{12} b h^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	46	121 ³		=	679 10 ⁹ mm ⁴
traagheidsmoment	$I_z=$	1	$\cdot \frac{1}{12} h b^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	121	46 ³		=	98 10 ⁹ mm ⁴
weerstandsmoment	$W_y=$	1	$\cdot \frac{1}{6} b h^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	46	121 ²		=	112 10 ³ mm ³
weerstandsmoment	$W_z=$	1	$\cdot \frac{1}{6} h b^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	121	46 ²		=	43 10 ³ mm ³
oppervlak	$A=$	1	$\cdot b h$		=	1		46	121		=	56 10 ² mm ²
traagheidsstraal	$i_y= \sqrt{I_y / A}$				=	$\sqrt{}$	(	679	/	56	)	= 34,9 mm
traagheidsstraal	$i_z= \sqrt{I_z / A}$				=	$\sqrt{}$	(	98	/	56	)	= 13,3 mm

mechanicaberekening

hsb gevels

kniklengte	$L_y =$	3,5	m
hart op hart stijlen A1 in wand	$a =$	0,61	m
bovenbelasting op wand (lijnlast)	$G_k =$	1,36	kN/m'
	$Q_{extr+mom} =$	0,25	kN/m'
	$Q_{mom} =$	0,25	kN/m'
excentriciteit bovenbelasting	$e_{boven,q} =$	0,000	m
bovenbelasting op wand (puntlast)	$G_k =$	2,72	kN
	$Q_{extr+mom} =$	0,5	kN
	$Q_{mom} =$	0,5	kN
excentriciteit bovenbelasting	$e_{boven,F} =$	0,000	m
excentriciteit van de reactie; onderkant	$e_{onder} =$	0	m
belastingfactoren	$\gamma_{G3} =$	1,22	-
	$\gamma_{G3} =$	1,35	-
	$\xi \gamma_{G3} =$	1,08	-
toelaatbare (bijkomende) doorbuiging	1:	250	x L
elasticiteitsmodulus	$E =$	9000	N/mm ²
traagheidsmoment	$I_y =$	679	cm ⁴
windbelasting			
extreme waarde stuwdruk	$q_{p(z)} =$	0,54	kN/m ²
zone in gevel	=	D	
omschrijving zone	gevel loodrecht op wind		
uitwendige drukcoëfficiënten	$c_{pe10} =$	0,80	en $c_{pe1} =$ 1,00
zodat $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log A$	=	1	- (1 - 0,8)
de uitwendige coëfficiënt combineren met	log 2,135 = 0,93 -		
	onderdruk! $c_{pi} =$ -0,30 -		



gemiddelde excentriciteit lijnlast halverwege de stijlen	= (	0,000	+	0,000	)	/	2	=	0,000	m
gemiddelde excentriciteit puntlast halverwege stijlen	= (	0,000	+	0,000	)	/	2	=	0,000	m

69

momenten, normaalkrachten en vervorming

hsb gevels

6.10a alle veranderlijke belasting momentaan

rekenwaarde lijnlast	$q_{d,vert}$	=	1,22	*	1,36	+	1,35	0,25	=	1,99	kN/m
rekenwaarde puntlast op stijl	$F_{d,vert}$	=	1,22	*	2,72	+	1,35	0,50	=	3,98	kN/m
rekenwaarde normaalkracht	$N_{c,Ed}$	=	0,610	1,99		+	3,98		=	5,19	kN
rekenwaarde excentr.moment	$M_{y,Ed,exc}$	=	0,610	1,21	0,000	+	3,98	0,000	=	0,00	kN/m

6.10b wind extreem, bovenbelasting momentaan

rekenwaarde lijnlast	$q_{d,vert}$	=	1,08	*	1,36	+	1,35	0,25	=	1,81	kN/m	
rekenwaarde puntlast op stijl	$F_{d,vert}$	=	1,08	*	2,72	+	1,35	0,50	=	3,62	kN/m	
rekenwaarde normaalkracht	$N_{c,Ed}$	=	0,610	1,81		+	3,62		=	4,72	kN	
windbelasting op gevelstijlen	$q_{rep,hor}$	=	0,610	(	0,93	-	-0,30	)	0,54	=	0,41	kN/m'
rekenwaarde windbelasting	$q_{d,hor}$	=	1,35	0,41					=	0,55	kN/m'	
rekenwaarde windmoment	$M_{y,Ed,wind}$	=	0,125	0,55	3,5 ²				=	0,84	kNm	
rekenwaarde excentr.moment	$M_{y,Ed,exc}$	=	0,9	0,610	1,36	0,000	+	3,62	0,000	=	0,00	kNm
rekenwaarde totale moment	$M_{y,Ed}$	=	0,84	+	0,00				=	0,84	kNm	

6.10b wind momentaan, bovenbelasting extreem

rekenwaarde lijnlast	$q_{d,vert}$	=	1,08	*	1,36	+	1,35	0,25	=	1,81	kN/m
rekenwaarde puntlast op stijl	$F_{d,vert}$	=	1,08	*	2,72	+	1,35	0,50	=	3,62	kN/m
rekenwaarde normaalkracht	$N_{c,Ed}$	=	0,610	1,81		+	3,62		=	4,72	kN
rekenwaarde excentr.moment	$M_{y,Ed,exc}$	=	0,610	1,10	0,000	+	3,62	0,000	=	0,00	kNm

bruikbaarheidsgrenstoestand

doorbuiging stijl A1	u_{bij}	=	$\frac{5 q L^4}{384 * E * I}$	=	5	0,41	3500	⁴	=	13,0	mm
					384	9000	679	10 ⁴			

toetsing uiterste grenstoestand

hsb gevels

stijl	art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning	6.19	$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} < 1,0$
-------	---	------	--

		$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
		kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	-
e.g. + bovenbelasting	6.10a	5,19	0,00	55,7	112,2	0,93	12,46	0,00	13,01	0,01
e.g. + wind	6.10b	4,72	0,84	55,7	112,2	0,85	12,46	7,50	13,01	0,58
e.g. + bovenbelasting	6.10b	4,72	0,00	55,7	112,2	0,85	12,46	0,00	13,01	0,00

stijl art. 6.3.2 kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging

$$\sigma_{m,z,d}=0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} < 1,0$$

		$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$k_{c,y}$	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
		kN	kNm	-	$k_{c,y}$	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	-
e.g. + bovenbelasting	6.10a	5,19	0,00	0,29		0,26	+	0,00	0,26
e.g. + wind	6.10b	4,72	0,84	0,29		0,24	+	0,58	0,81
e.g. + bovenbelasting	6.10b	4,72	0,00	0,29		0,24	+	0,00	0,24

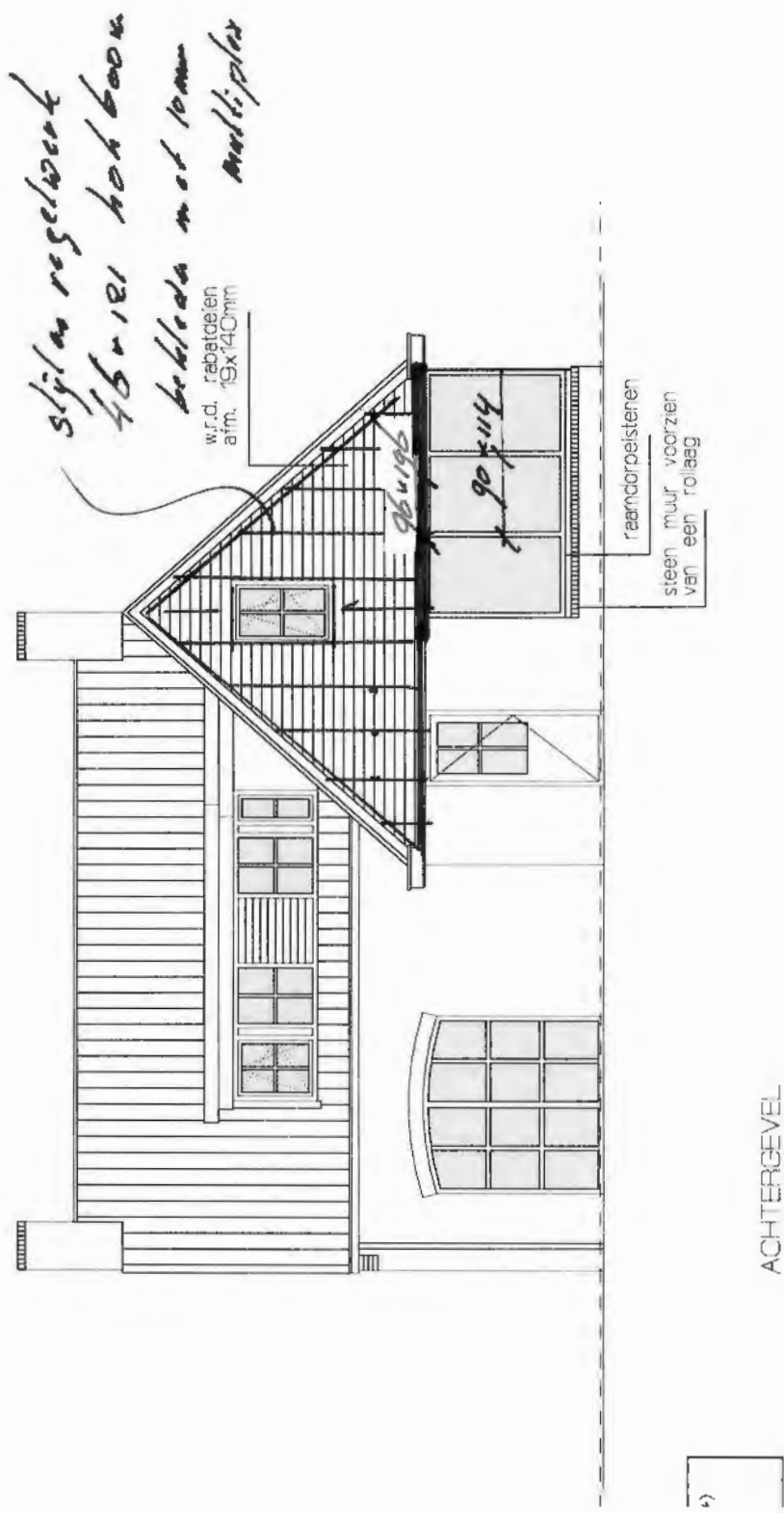
stijl art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk

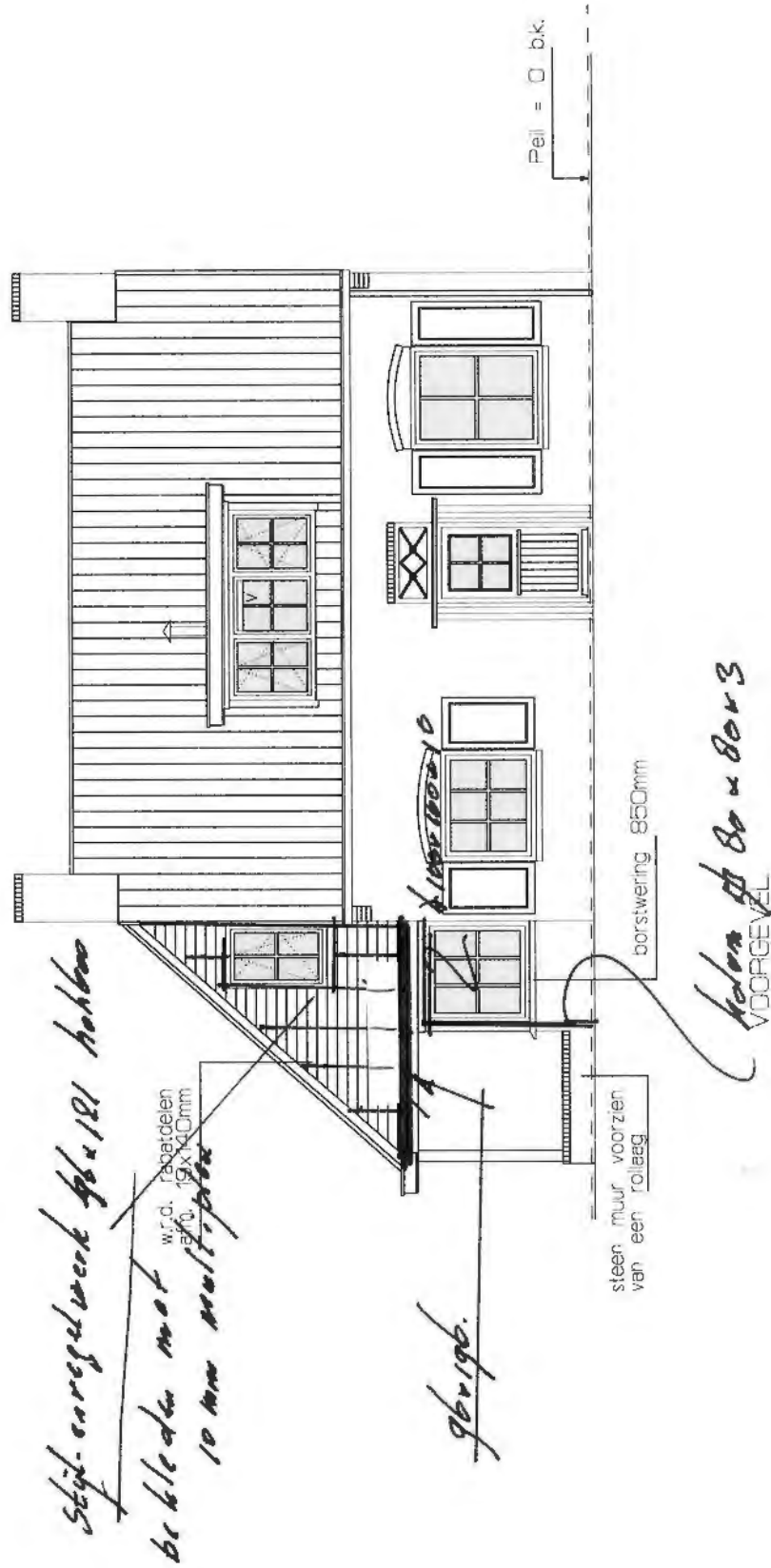
$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} < 1,0$$

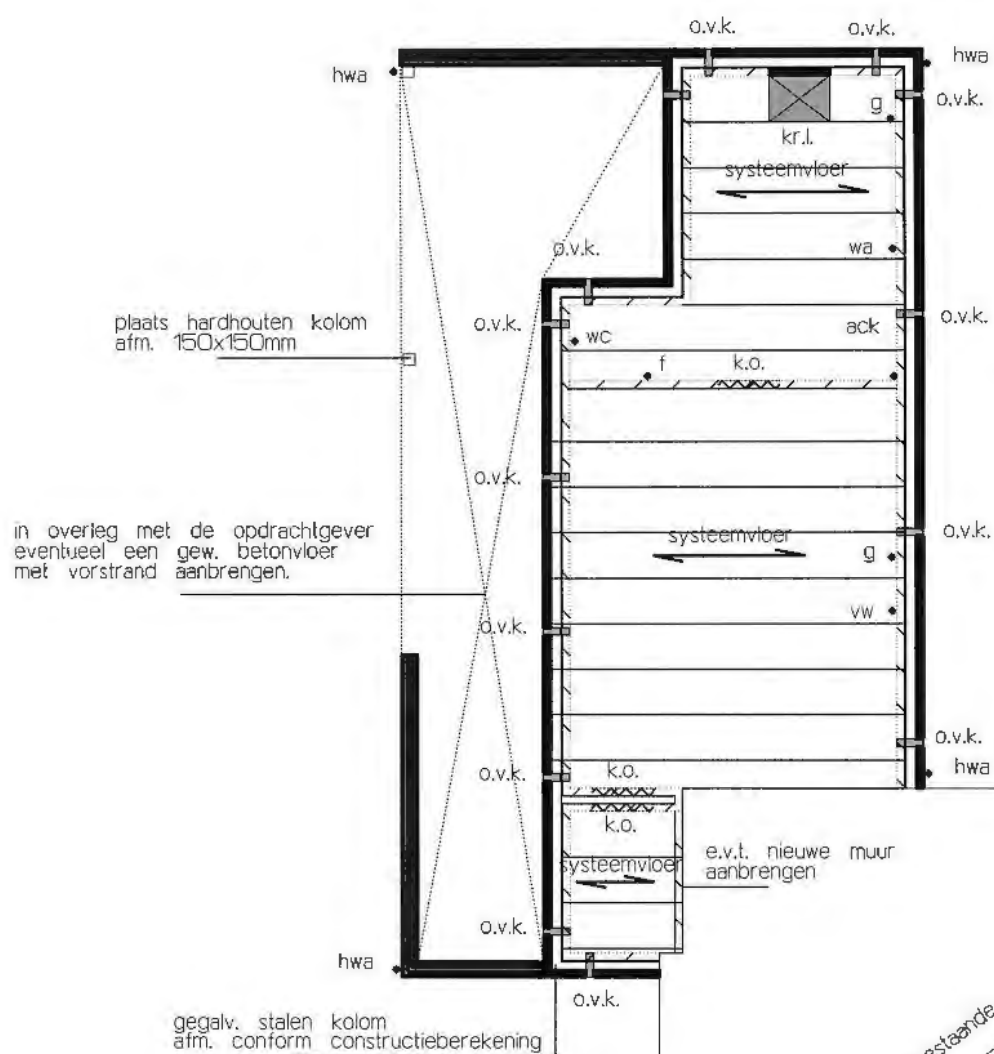
		$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	W_y	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$k_{c,z}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	$k_{c,z}$	UC
		kN	kNm	cm ²	cm ³	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	N/mm ²	-	-
e.g. + bovenbelasting	6.10a	5,19	0,00	55,7	112,2	0,93	12,46	1,00	0,00	13,01	0,47	0,16
e.g. + wind	6.10b	4,72	0,84	55,7	112,2	0,85	12,46	1,00	7,50	13,01	0,47	0,48
e.g. + bovenbelasting	6.10b	4,72	0,00	55,7	112,2	0,85	12,46	1,00	0,00	13,01	0,47	0,14

toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand

vervorming tgv kruip:	$u_{kruip}=k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,60	(	0,0	+	0,00	0,0	)	=	0,0	mm
belastingcombinatie	veld		u_{on}	$u_{elastisch}$	u_{kruip}					u_{bij}	$u_{bij,toe}$	u.c.
			mm	mm	mm					mm	mm	-
windbelasting	$u_{1,2}$		0,0	13,0	0,0					13,0	14,0	0,93
opmerking												







PS. isolatievloer vlg. tekening en berekening
Lepman d. 17

de gehele begane grondvloer voorzien van vloerverwarming ruwe vloer 65mm lager leggen.

PEIL IS BOVENKANT AFGEWERKTE
BEGANE GRONDVLOER (VLOERTEGELS) = 0

overspanningsrichting combinatievloer
VBI o.g. (RC = 4,0 m²K/w)

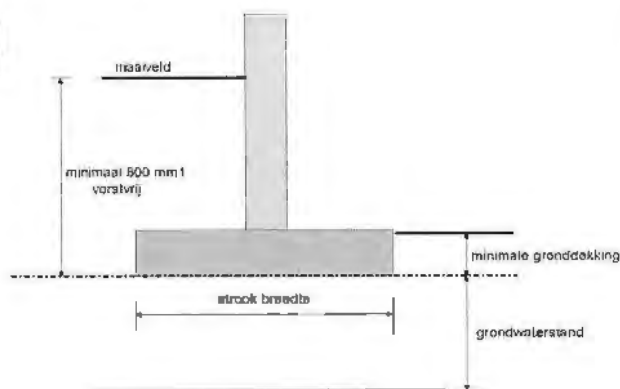
BEGANE GRONDVLOER

21

Berekening funderingstroken

Toelaatbare grondspanningen:
(met invloed van grondwater)

γ = volumegewicht grond
 D = hoogte gronddekking
 φ' = inwendige wrijvingshoek
 c' = cohesie
 t_e = invloedsdiepte



γ_{droog}	=	16,00	kN/m ³	φ'	=	32,5	°
γ_{nat}	=	10,00	kN/m ³	c'	=	0	kN/m ²
D	=	0,10	m ¹	t_e	=	1,5 Beff.	m ¹
Grondwaterstand onder aanlegniveau	=	1,00	m ¹				

$\sigma'_{\text{max;d}}$ = $c'_{e;d} \times N_c + \sigma'_{v;z;o;d} \times N_q + 0,5 \times \gamma_{e;d} \times B_{\text{ef}} \times N_\gamma$ in kN/m²

$c'_{e;d}$	=	0,00	kPa (kN/m ²)	$\varphi'_{e;d}$	=	29,0	°
$\sigma'_{v;z;o;d}$	=	1,45	kPa (kN/m ²)	N_c	=	28	
$\gamma_{e;d}$	=	14,5	kN/m ³	N_q	=	16	
				N_γ	=	17	

$\sigma'_{\text{max;d}}$ = rekenwaarde voor de maximale grondspanning kN/m²
 $c'_{e;d}$ = rekenwaarde van de cohesie in de beschouwde lagen in kPa
 N_c = draagkrachtfactor voor de cohesieterm
 $\sigma'_{v;z;o;d}$ = rekenwaarde van de oorspronkelijke verticale korrelspanning op diepte z (gronddekking naast strook)
 N_q = draagkrachtfactor voor de gronddekking
 $\gamma_{e;d}$ = rekenwaarde van het effectieve volumegewicht
 B_{ef} = breedte van de effectieve funderingsoppervlakte
 N_γ = draagkrachtfactor voor het grondgewicht
 $\varphi'_{e;d}$ = inwendige wrijvingshoek
 A_{ef} = effectief funderingsoppervlak, in m² (bij stroken $B_{\text{ef}} \times 1\text{m}$)
 $F_{r,v;d}$ = rekenwaarde voor de verticale draagkracht, in kN

minimale gronddekking 100 mm1

strookbr. in mm ¹	Invloedsdiepte	eff. volumegew.	$\gamma_{e;d}$	$\sigma'_{\text{max;d}}$	$F_{r,v;d}$
B_{ef}	t_e in m ¹	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ¹
500	0,75	18	16,4	94	47
600	0,90	17	15,2	102	61
700	1,05	16	14,3	109	77
800	1,20	15	13,6	117	94
900	1,35	14	13,1	125	112
1000	1,50	14	12,7	133	133
1100	1,65	14	12,4	140	154
1200	1,80	13	12,1	148	178
1300	1,95	13	11,9	156	203
1400	2,10	13	11,7	164	229

72

The diagram illustrates a cross-section of a drainage ditch. Key features and labels include:

- maaiveld**: The ground surface level, indicated by a horizontal line at the top left.
- minimaal 800 mm1 vorstrij**: The minimum frost-free depth, shown as a vertical dimension from the ground surface to the top of the ditch.
- stroom breedte**: The stream width, indicated by a horizontal dimension across the bottom of the ditch.
- minimale gronddekking**: The minimum ground cover, shown as a horizontal line on the right side of the ditch.
- grondwaterstand**: The groundwater level, indicated by a horizontal line at the bottom right.

γ_{droog}	=	16,00	kN/m ³	φ'	=	32,5	°
γ_{nat}	=	10,00	kN/m ³	c'	=	0	kN/m ²
D	=	0,40	m ¹	t_e	=	1,5	Beff. m ¹
Grondwaterstand onder aanlegniveau				=	1,00	m ¹	

$$\sigma'_{\max;d} = c'_{e;d} \times N_c + \sigma'_{v,z;0;d} \times N_q + 0,5 \times \gamma_{e;d} \times B_{ef} \times N_\gamma \quad \text{in kN/m}^2$$

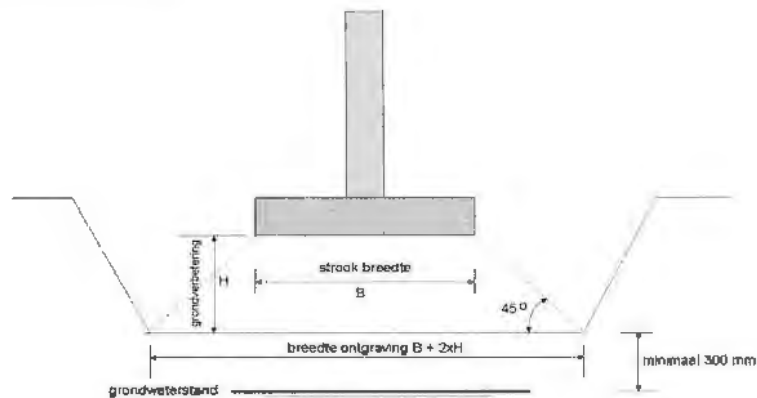
$C'_{e;d}$	=	0,00	kPa (kN/m ²)	$\varphi'_{e;d}$	=	29,0	°
$\sigma'_{v;z;o;d}$	=	5,82	kPa (kN/m ²)	Nc	=	28	
$\gamma_{e;d}$	=	14,5	kN/m ³	Nq	=	16	
				Ny	=	17	

$\sigma'_{\max;d}$	=	rekenwaarde voor de maximale grondspanning kN/m ²
$c'_{e;d}$	=	rekenwaarde van de cohesie in de beschouwde lagen in kPa
N_c	=	draagkrachtfactor voor de cohesieterm
$\sigma'_{v;z;0;d}$	=	rekenwaarde van de oorspronkelijke verticale korrelspanning op diepte z (gronddekking naast strook)
N_q	=	draagkrachtfactor voor de gronddekking
$\gamma_{e;d}$	=	rekenwaarde van het effectieve volumegewicht
B_{ef}	=	breedte van de effectieve funderingsoppervlakte
N_γ	=	draagkrachtfactor voor het grondgewicht
$\varphi'_{e;d}$	=	inwendige wrijvingshoek
A_{ef}	=	effectief funderingsoppervlak, in m ² (bij stroken $B_{ef} \times 1\text{ m}$)
$F_{c,v;d}$	=	rekenwaarde voor de verticale draagkracht, in kN

minimale gronddekking	400	mm1
-----------------------	-----	-----

breedte in mm B_{ef}	Invloedsdiepte t_e in m ¹	eff. Vol.gew. kN/m ³	$\gamma_{e;d}$ kN/m ³	lengte in mm L	$\sigma'_{max;d}$ kN/m ²	$F_{r;d}$ kN/m ¹
600	0,90	17	15,2	600	173	62
800	1,20	15	13,6	800	189	121
1000	1,50	14	12,7	1000	204	204
1200	1,80	13	12,1	1200	220	316

Grondverbetering algemeen



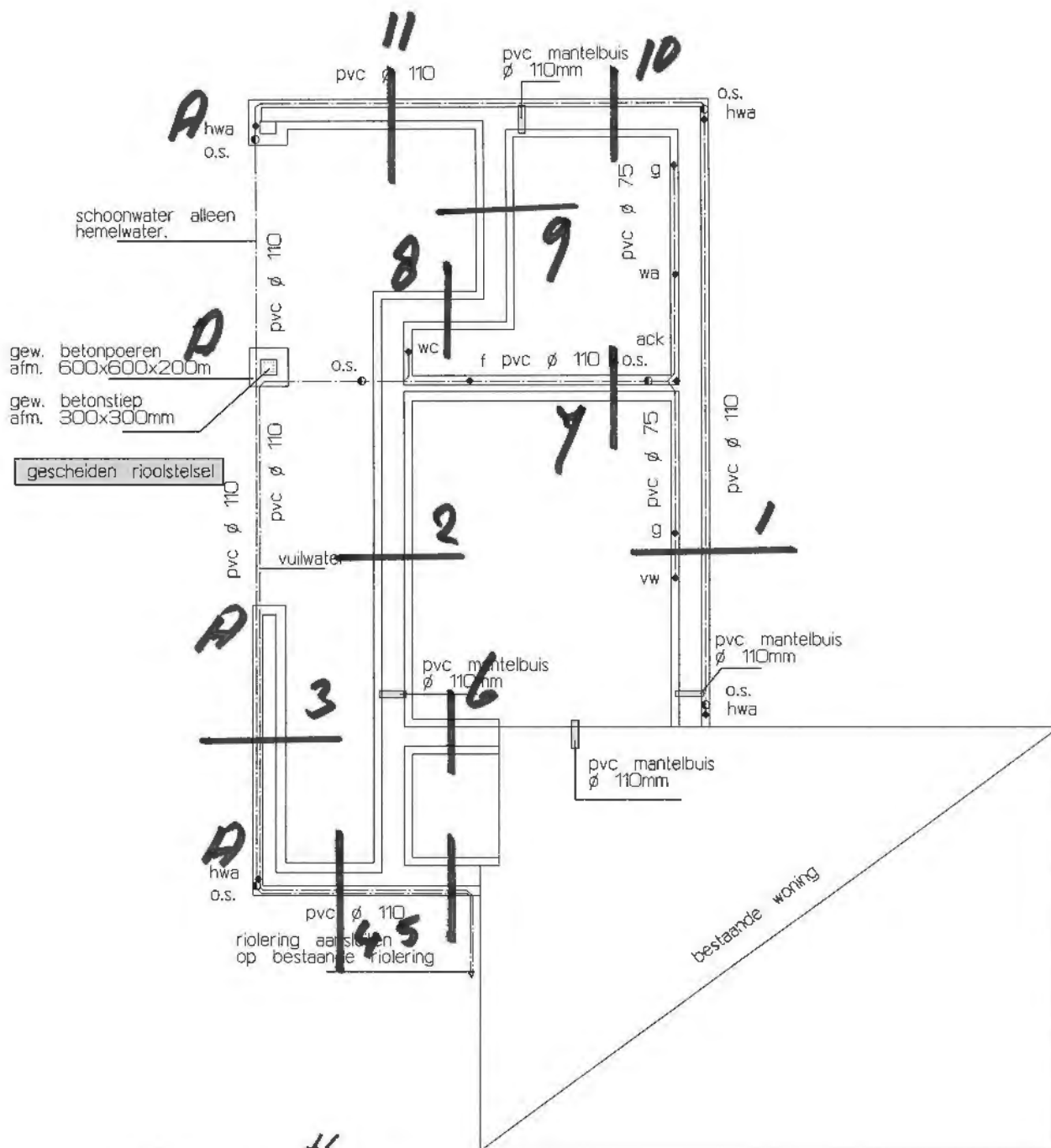
Grondverbetering

- De grondverbetering moet worden uitgevoerd met goed gegradeerd zand met een vochtpercentage van circa 10%.
- De grondverbetering aanbrengen in lagen van maximaal 300 mm dikte.
- Elke laag, alsmede het ontgravingsvlak, dient in minimaal 4 gangen te worden verdicht met behulp van een trilplaat met een gewicht van circa 300 à 400 kg.
- De grondwaterstand dient zich hierbij tenminste 300 mm¹ beneden het ontgravingsniveau te bevinden.
- Na ontgraven controleren of er geen veronreinigingen of slappe lagen aan wezig zijn en ontgravingsniveau controleren met een handsondeerapparaat de conusweerstand moet dan min. 4 MPa (40 kg/cm²) zijn vanaf een diepte ± 10 cm.
- De grondverbetering na het aanbrengen controleren met een handsondeerapparaat de conusweerstand moet dan min. 4 MPa (40 kg/cm²) zijn vanaf een diepte ± 10 cm.

ontgravings breedte t.p.v. ontgravingsniveau moet minimaal de breedte van de strook + 2 maal de dikte van de grondverbetering zijn.

Dus breedte ontgraving = $B + 2xH$

Na ontgraven, grondslag controleren met handsondeerapparaat en het maken van een aantal handboringen, daarna overleggen met de constructeur of grondverbetering nodig is en zoja in welke dikte.



stroken 1 1/2 m 11

afm 600 x 200

wap ø 6-150

Poeren A

afm 600 x 600 x 200

wap ø 6-150

FUNDERING
aangebreedte conform berekening
van de constructeur, uitgaande van
max. grondspanning 10N/cm²
betonkwaliteit B25 met 20% betongranulaat
dikte stroken 200mm
wap. Feb. 500 afm. ø 8-150mm.

FUNDERING/RIOLERING

75

Belastingen Stroken

Categorie A
woon, en verblijfsruimtes

ψ_0 0,40 ψ_1 0,50 ψ_2 0,30

veiligheidsklasse CC1

blijvend ongunstig overheersend veranderlijk

6,10a 1,22 1,35
6,10b 1,08 1,35

Strook 1

	m/l		breedte		basisbel.				blijvend	varanderlijk
Dak (hellend)	1,00	x	3,00 m ¹	x	1,32	kN/m ²	=		3,96 kN	
	1,00	x	3,00 "	x	0,19	"	=			0,57 kN
1e verdiepingvloer	1,00	x	1,00 "	x	0,56	"	=		0,56 "	
	1,00	x	1,00 "	x	2,25	"	=			2,25 "
Beganegrondvloer	1,00	x	2,25 "	x	3,54	"	=		7,97 "	
	1,00	x	2,25 "	x	2,55	"	=			5,74 "
Wand	1,00	x	2,60 "	x	4,00	"	=		10,40 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=		3,60 "	
Totaal									26,48 kN	8,56 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	26,48	+	1,00	x	1,35	x	8,56	= 43,86 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	26,48	+	1,00	x	1,35	x	8,56	= 40,15 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	26,48	+	1,00	x	7,99	+	0,40	x 0,57 = 34,70 kN

Strook 2

	m/l		breedte		basisbel.				blijvend	varanderlijk
1e verdiepingvloer	1,00	x	1,00 "	x	0,56	"	=		0,56 "	
	1,00	x	1,00 "	x	2,25	"	=			2,25 "
Beganegrondvloer	1,00	x	2,25 "	x	3,54	"	=		7,97 "	
	1,00	x	2,25 "	x	2,55	"	=			5,74 "
Wand	1,00	x	2,60 "	x	4,00	"	=		10,40 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=		3,60 "	
Totaal									22,52 kN	7,99 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	22,52	+	1,00	x	1,35	x	7,99	= 38,26 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	22,52	+	1,00	x	1,35	x	7,99	= 35,11 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	22,52	+	1,00	x	7,99	+	0,40	x 0,00 = 30,51 kN

Strook 3

	m/l		breedte		basisbel.				blijvend	varanderlijk
metseelwerk	1,00	x	1,20 "	x	4,00	"	=		4,80 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=		3,60 "	
Totaal									8,40 kN	0,00 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	8,40	+	1,00	x	1,35	x	0,00	= 10,25 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	8,40	+	1,00	x	1,35	x	0,00	= 9,07 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	8,40	+	1,00	x	0,00	+	0,40	x 0,00 = 8,40 kN

76

Strook 4

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
metselwerk	1,00	x	1,20 "	x	4,00 "	=		4,80 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60 "	=		3,60 "	
Totaal								8,40 kN	0,00 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	8,40 +	1,00	x	1,35	x	0,00 =	10,25 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	8,40 +	1,00	x	1,35	x	0,00 =	9,07 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	8,40 +	1,00	x	0,00 +	0,40 x	0,00 =	8,40 kN

Strook 5

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
Dak (hellend)	1,00	x	1,25 m ¹	x	1,32	kN/m ²	=	1,65 kN	
	1,00	x	1,25 "	x	0,19	"	=		0,24 kN
1e verdiepingvloer	1,00	x	1,25 "	x	0,56	"	=	0,70 "	
	1,00	x	1,25 "	x	2,25	"	=		2,81 "
Beganegrondvloer	1,00	x	0,50 "	x	3,54	"	=	1,77 "	
	1,00	x	0,50 "	x	2,55	"	=		1,28 "
Metselwerk	1,00	x	2,60 "	x	4,00	"	=	10,40 "	
hsb wand	1,00	x	3,00 "	x	0,50	"	=	1,50 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								19,62 kN	4,33 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	19,62 +	1,00	x	1,35	x	4,33 =	29,77 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	19,62 +	1,00	x	1,35	x	4,33 =	27,03 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	19,62 +	1,00	x	4,09 +	0,40 x	0,24 =	23,80 kN

Strook 6

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
1e verdiepingvloer	1,00	x	3,80 "	x	0,56	"	=	2,12 "	
	1,00	x	3,80 "	x	2,25	"	=		8,55 "
Beganegrondvloer	1,00	x	1,00 "	x	3,54	"	=	3,54 "	
	1,00	x	1,00 "	x	2,55	"	=		2,55 "
Metselwerk	1,00	x	2,60 "	x	2,00	"	=	5,20 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								14,46 kN	11,10 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	14,46 +	1,00	x	1,35	x	11,10 =	32,63 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	14,46 +	1,00	x	1,35	x	11,10 =	30,60 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	14,46 +	1,00	x	11,10 +	0,40 x	0,00 =	25,56 kN

77

Strook 7

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
Dak (hellend)	1,00	x	3,00 m ¹	x	1,32	kN/m ²	=	3,96 kN	
	1,00	x	3,00 "	x	0,19	"	=		0,57 kN
1e verdiepingvloer	1,00	x	4,75 "	x	0,56	"	=	2,65 "	
	1,00	x	7,75 "	x	2,25	"	=		17,44 "
Beganegrondvloer	1,00	x	1,00 "	x	3,54	"	=	3,54 "	
	1,00	x	1,00 "	x	2,55	"	=		2,55 "
Wand	1,00	x	2,60 "	x	2,00	"	=	5,20 "	
hsb wand	1,00	x	3,00 "	x	0,50	"	=	1,50 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								20,45 kN	20,56 kN

UGT verg. 6.10a	1,22	x	20,45	+	1,00	x	1,35	x	20,56	=	52,70 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	20,45	+	1,00	x	1,35	x	20,56	=	49,84 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	20,45	+	1,00	x	19,99	+	0,40	x	0,57 = 40,67 kN

Strook 8

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
1e verdiepingvloer	1,00	x	3,20 "	x	0,56	"	=	1,79 "	
	1,00	x	3,20 "	x	2,25	"	=		7,20 "
Beganegrondvloer	1,00	x	1,00 "	x	3,54	"	=	3,54 "	
	1,00	x	1,00 "	x	2,55	"	=		2,55 "
Wand	1,00	x	2,60 "	x	4,00	"	=	10,40 "	
hsb wand	1,00	x	3,00 "	x	0,50	"	=	1,50 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								20,83 kN	9,75 kN

UGT verg. 6.10a	1,22	x	20,83	+	1,00	x	1,35	x	9,75	=	38,57 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	20,83	+	1,00	x	1,35	x	9,75	=	35,65 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	20,83	+	1,00	x	9,75	+	0,40	x	0,00 = 30,58 kN

Strook 9

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
1e verdiepingvloer	1,00	x	1,00 "	x	0,56	"	=	0,56 "	
	1,00	x	1,00 "	x	2,25	"	=		2,25 "
Beganegrondvloer	1,00	x	1,50 "	x	3,54	"	=	5,31 "	
	1,00	x	1,50 "	x	2,55	"	=		3,83 "
Wand	1,00	x	2,60 "	x	4,00	"	=	10,40 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								19,87 kN	6,08 kN

UGT verg. 6.10a	1,22	x	19,87	+	1,00	x	1,35	x	6,08	=	32,44 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	19,87	+	1,00	x	1,35	x	6,08	=	29,66 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	19,87	+	1,00	x	6,08	+	0,40	x	0,00 = 25,94 kN

Stroom 10

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
Dak (hellend)	1,00	x	1,70 m ¹	x	1,32	kn/m ²	=	2,24 kN	
	1,00	x	1,75 "	x	0,19	"	=		0,33 kN
1e verdiepingsvloer	1,00	x	2,00 "	x	0,56	"	=	1,12 "	
	1,00	x	2,00 "	x	2,25	"	=		4,50 "
Beganegrondvloer	1,00	x	0,50 "	x	3,54	"	=	1,77 "	
	1,00	x	0,50 "	x	2,55	"	=		1,28 "
Metselwerk	1,00	x	2,60 "	x	4,00	"	=	10,40 "	
hsb wand	1,00	x	3,00 "	x	0,50	"	=	1,50 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								20,63 kN	6,11 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	20,63	+	1,00	x	1,35	x	6,11 = 33,41 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	20,63	+	1,00	x	1,35	x	6,11 = 30,53 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	20,63	+	1,00	x	5,78	+	0,40 x 0,33 = 26,54 kN

Stroom 11

	m/l		breedte		basisbel.			blijvend	varanderlijk
Dak (hellend)	1,00	x	1,70 m ¹	x	1,32	kn/m ²	=	2,24 kN	
	1,00	x	1,75 "	x	0,19	"	=		0,33 kN
1e verdiepingsvloer	1,00	x	2,00 "	x	0,56	"	=	1,12 "	
	1,00	x	2,00 "	x	2,25	"	=		4,50 "
Beganegrondvloer	1,00	x	0,50 "	x	3,54	"	=	1,77 "	
	1,00	x	0,50 "	x	2,55	"	=		1,28 "
Metselwerk	1,00	x	1,00 "	x	4,00	"	=	4,00 "	
hsb wand	1,00	x	3,00 "	x	0,50	"	=	1,50 "	
fundering	1,00	x	1,00 "	x	3,60	"	=	3,60 "	
Totaal								14,23 kN	6,11 kN
UGT verg. 6.10a	1,22	x	14,23	+	1,00	x	1,35	x	6,11 = 25,61 kN
UGT verg. 6.10b	1,08	x	14,23	+	1,00	x	1,35	x	6,11 = 23,61 kN
BGT verg. 6.14b	1,00	x	14,23	+	1,00	x	5,78	+	0,40 x 0,33 = 20,14 kN



Berekening strookbreedte en wapening volgens Eurocode 1992-1-1 voor een fundering op staal

Werk : woning de Jong te Zelhem

Werknummer : 3592

Onderdeel : hsb gevels

Kwaliteit ondergrond : = goed

Minimum strookbreedte : $b_{min} = 0,6 \text{ m}$

Maximum strookbreedte : $b_{max} = 1,4 \text{ m}$

Minimum grondspanning : $\sigma_{min} = 100 \text{ kN/m}^2$

Maximum grondspanning : $\sigma_{max} = 160 \text{ kN/m}^2$

Isotrope strookbreedte : $\sigma_{is} = 0,1 \text{ m}$

Kwaliteit beton : = C20/25

Kwaliteit wapeningstaal : $C_{min} = 30 \text{ mm}$

Minimum betondekking : $C_{onder} = 40 \text{ mm}$

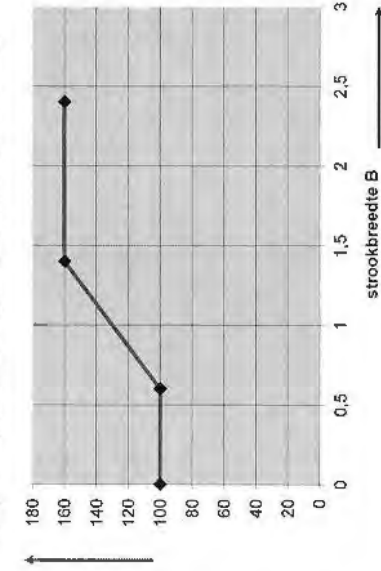
Gekozen betondekking onderzijde : $\phi = 8 \text{ mm}$

Verdeelwapening (te laag) : $\phi = 30 \text{ mm}$

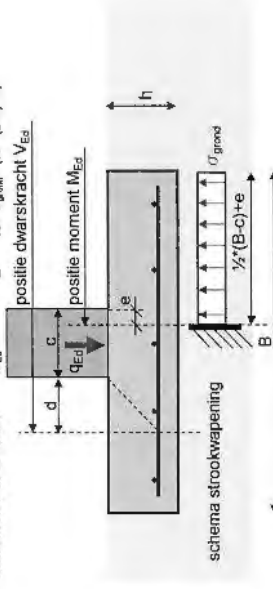
Inklemming in wand : $q_{h/q_{Ed}} = 0,75$

Verhouding : $q_{h/q_{Ed}} = 0,75$

$\sigma'_{max,d}$ verloop rekenwaarde draagkracht grond in relatie tot de strookbreedte B



$$\begin{aligned} \sigma'_{grond} &= q_{Ed} / B \\ V_{Ed,max} &= 0,5 q_{Ed} \\ V_{Ed,red} &= 0,5 \sigma'_{grond} C + 1,25 \sigma'_{grond} d \\ V_{Ed} &= V_{Ed,max} - V_{Ed,red} \\ V_{Ed} &= V_{Ed,max} / 1000 d \\ M_{Ed} &= \frac{1}{6} \sigma'_{grond} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (B-C) + e \right)^2 \end{aligned}$$



strook	lijst	maur	strook	strook	grond	moment	buigwapening	gekozen wapening	opneembaar	scheurwijdte	dwarskracht	rekenw.	schuifsp.	schuifst.	opmer-
nr		dikte	h	B	spanning	M _{Ed}	A _{s,req}	Ø - h.o.h. + Ø	d	d _{max}	V _{Ed,max}	V _{Ed,red}	V _{Ed}	V _{Ed}	king
1	43,96	100	200	0,60	73,1	2,9	56	6 - 150	188	149,0	21,9	17,3	4,7	0,03	0,44
2	35,26	100	200	0,60	63,8	2,5	48	6 - 150	188	149,0	19,1	15,1	4,1	0,03	0,44
3	10,25	100	200	0,60	17,1	0,7	13	6 - 150	188	149,0	5,1	4,0	1,1	0,01	0,44
4	10,25	100	200	0,60	17,1	0,7	13	6 - 150	188	149,0	5,1	4,0	1,1	0,01	0,44
5	29,77	100	200	0,60	48,6	1,9	38	6 - 150	188	149,0	14,9	11,7	3,2	0,02	0,44
6	32,63	100	200	0,60	54,4	2,1	41	6 - 150	188	149,0	16,3	12,8	3,5	0,02	0,44
7	52,7	100	200	0,60	87,8	3,4	67	6 - 150	188	149,0	26,4	20,8	5,6	0,04	0,44
8	38,57	100	200	0,60	64,3	2,5	49	6 - 150	188	149,0	19,3	15,2	4,1	0,03	0,44
9	32,44	100	200	0,60	54,1	2,1	41	6 - 150	188	149,0	16,2	12,8	3,4	0,02	0,44
10	33,41	100	200	0,60	55,7	2,2	42	6 - 150	188	149,0	16,7	13,2	3,5	0,02	0,44
11	25,61	100	200	0,60	43,0	1,7	33	6 - 150	188	149,0	12,9	10,2	2,7	0,02	0,44

79

80

Belastingen poeren

Categorie	A	ψ_0	ψ_1	ψ_2
woon, en verblijfsruimtes		0,40	0,50	0,30
veiligheidsklasse	CC1	blijvend ongunstig	overheersend veranderlijk	
	6,10a	1,22	1,35	
	6,10b	1,08	1,35	

Poer a

	m/l	lengte	breedte	basisbel.	blijvend	varanderlijk
Dak (hellend)	1,00 x	3,50 m ¹	x	3,25 m ¹	x	1,32 kN/m ² = 15,02 kN
1e verdiepingvloer	1,00 x	3,50 "	x	3,25 "	x	0,19 " = 2,16 kN
	1,00 x	3,50 "	x	1,50 "	x	0,55 " = 13,39 "
Ligger	1,00 x	3,50 "	x	1,50 "	x	2,55 " = 0,88 "
fundering	1,00 x	1,00 "	x	1,00 "	x	0,25 " = 4,80 "
Totaal					23,58 kN	15,55 kN
UGT verg. 6.10a		1,22 x	23,58 +	1,00 x	1,35 x	15,55 = 49,76 kN
UGT verg. 6.10b		1,08 x	23,58 +	1,00 x	1,35 x	15,55 = 46,45 kN
BGT verg. 6.14b		1,00 x	23,58 +	1,00 x	15,55 + 0,40 x	0,00 = 39,13 kN

Poer - P1

Belastingen	F extreem	49,67	kN
	F momentaan	37,13	kN

Ge + Qe	=	49,67	kN	lengte	=	0,60 m¹	dikte	=	0,2 m¹
Q_{mom}	=	37,13	kN	breedte	=	0,60 m¹	Lt	=	0,3 m¹
σ'_d	=	137,97	kN/m²	σ'_{mom}	=	103 kN/m²			

afmeting	b	=	1000	mm	Betonkwaliteit	=	C 20/ 25
	ht	=	200	mm	Staalkwaliteit	=	Feb 500
dekking	c	=	35	mm	Milieuklasse	=	2
	h	=	151	mm	kx _{max}	=	0,535
	fb	=	15	N/mm ²	k1	=	3750
	fb	=	1,15	N/mm ²	k2	=	750
	fs	=	435	N/mm ²	C _{min}	=	35
	τ1	=	0,46	N/mm ²	C/C _{min}	=	1,0

Mu	=	6,21	kNm	M _{rep}	=	4,64	kNm
----	---	------	-----	------------------	---	------	-----

wapening t.g.v. moment

km	=	18	kωo	=	1,83	A _{ben}	=	119	mm ²
kx	=	0,029	ωo	=	0,063				

toe te passen wapening	φ 6 - 150	Aa = 189 mm²
-------------------------------	------------------	--------------------------------

kontrolle scheurwijdte

optredende staalspanning	staaf diameter	h.o.h. afstand staven
σs = 206 N/mm ²	φkm ≤ 18 mm	s ≤ 235 mm

Pons berekening

Belasting	Belastingfactoren :
------------------	----------------------------

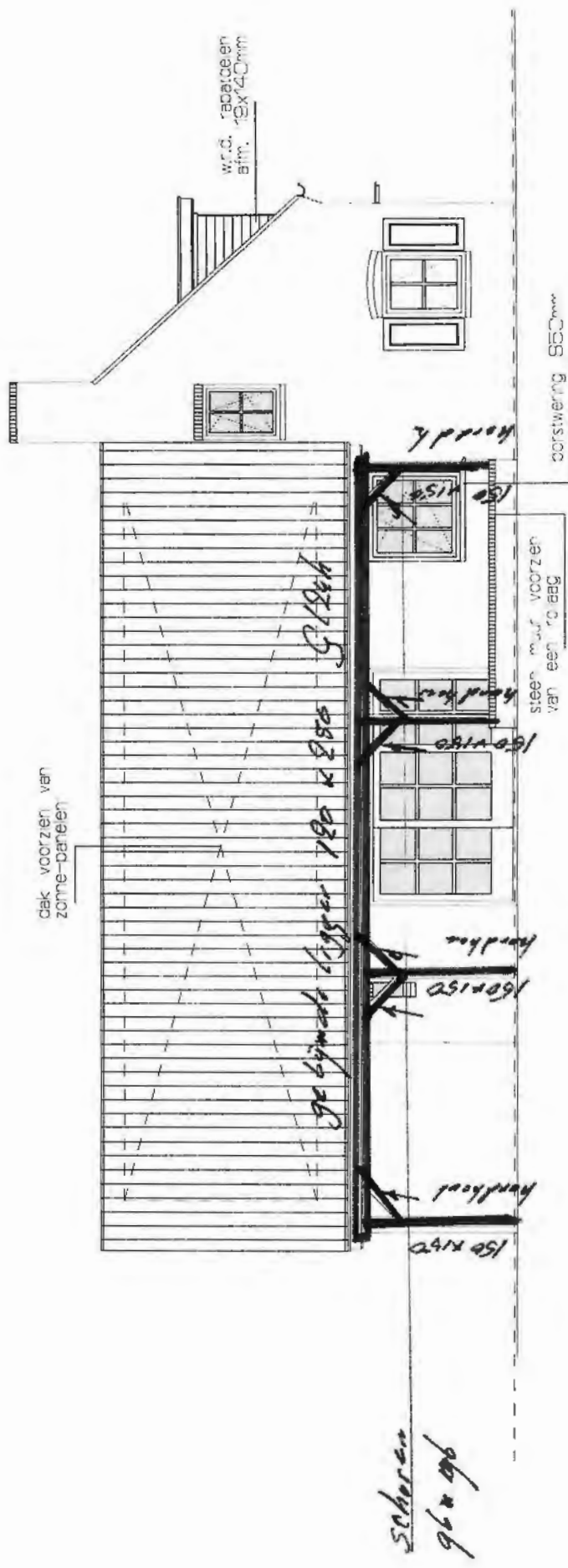
afmetingen plaat	afmeting kolom
plaat dikte 200 mm	breedte = 200 mm
dekking op wapening 35 mm	lengte = 200 mm

d = nuttige dikte 155 mm	a = middellijn : 253 mm
--------------------------	-------------------------

p = snedeomtrek opstorting	= 1282 mm
----------------------------	-----------

Fd = 50 kN	
τd = 0,25 N/mm ²	C20/25 fb = 1,15 N/mm ²
τ1 = 0,92 N/mm ²	

Schetsen en plattegronden



LINKER ZIJGEVEL

keramische dakpannen
 panlatten afm. 25x32mm
 isolerende dakplaat Rc = 3,5 m²K/W
 gordingen houten spant

underlayment dik 19mm
 balken 71x221mm h.o.h. 400mm
 C18 kwaliteit
 isolatie dik 100mm

spolstrip 50x3

2600mm+ o.k. plafond

rachelwerk afm. 25x32mm
 gipsstucplaat dik 12,5mm
 stuc-aag

decoratieve plafondplint
 (gips)

stuc-laag

isolatie dik 115mm
 Rockwool 433 plus
 Rc = 3,5 m²K/W

zink no. 14
 wbc multiplex dik 18mm

knellat afm. 32x45mm

o.k. 20mm
 Oregon pine

bandje afm. 5x20mm

klossen 46x96mm
 h.o.h. 600mm
 garantplex dik 10mm
 opert stootvoegen

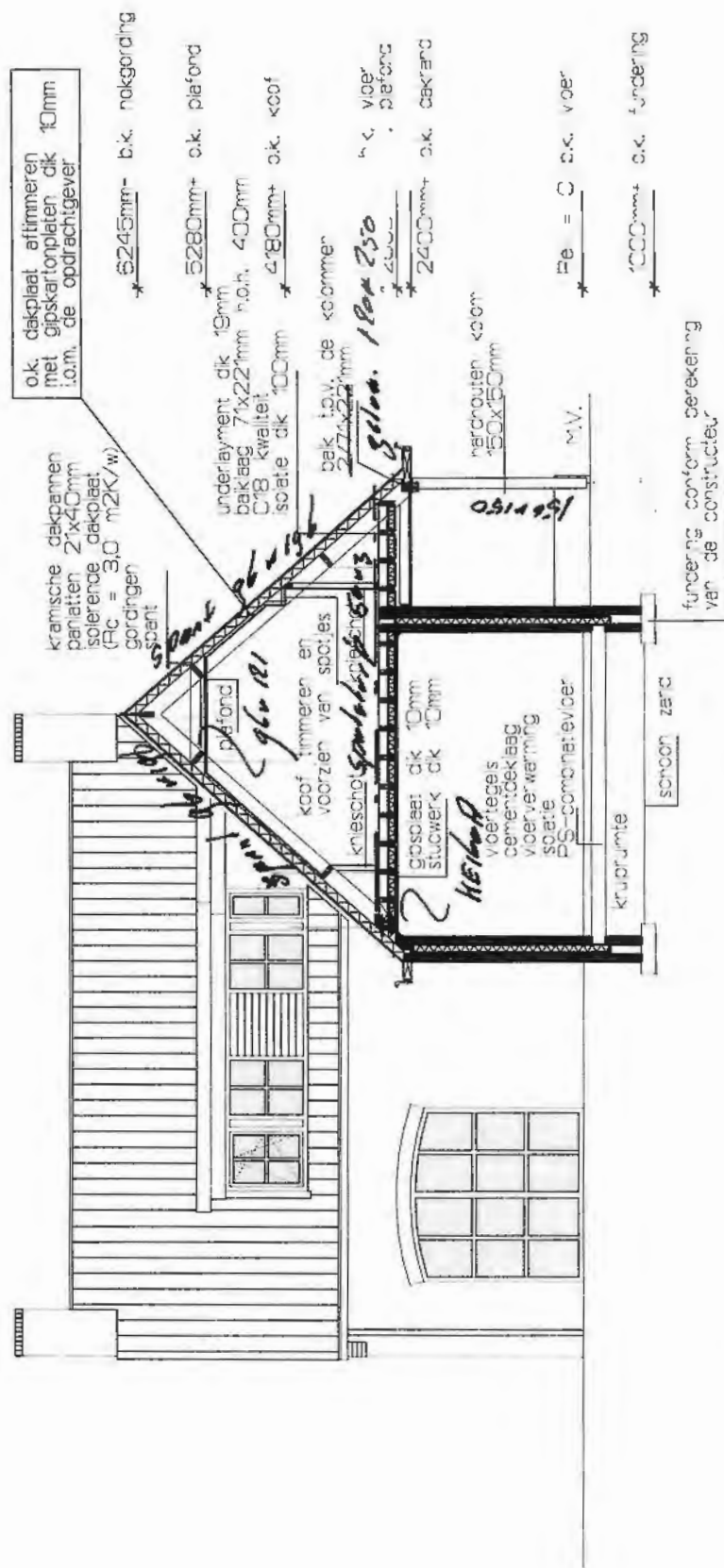
2400mm+ o.k. goot

2930mm+ b.k. muurplaat

300 350

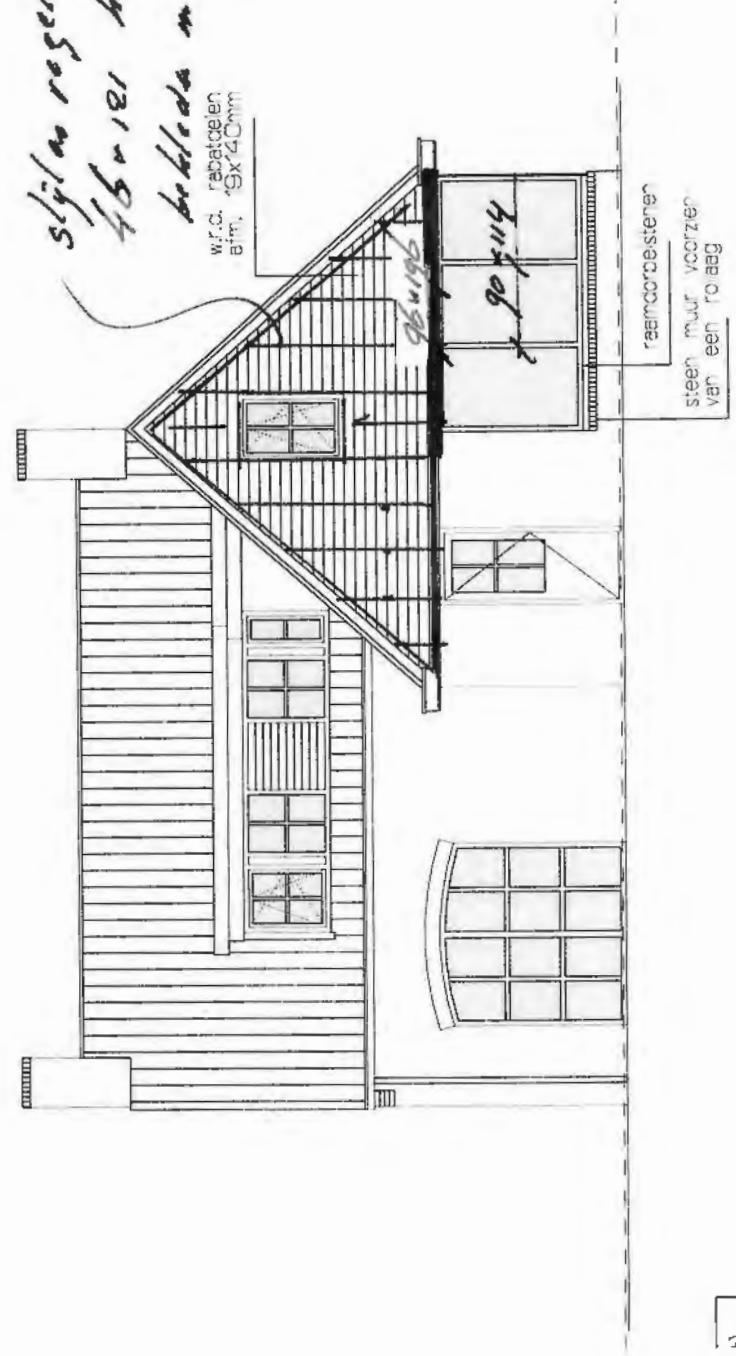
GEOMETRIE

165

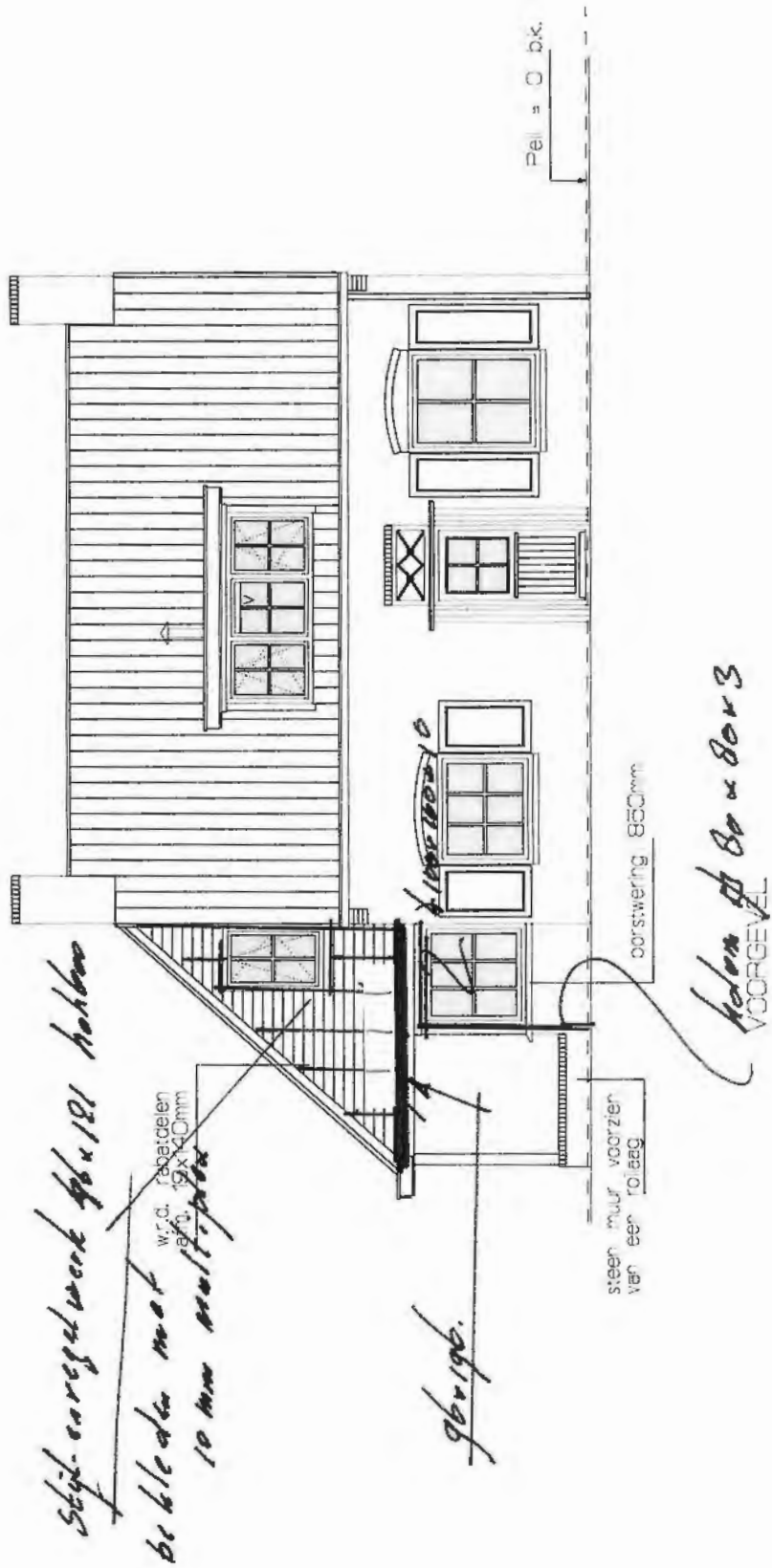


11/25/2000

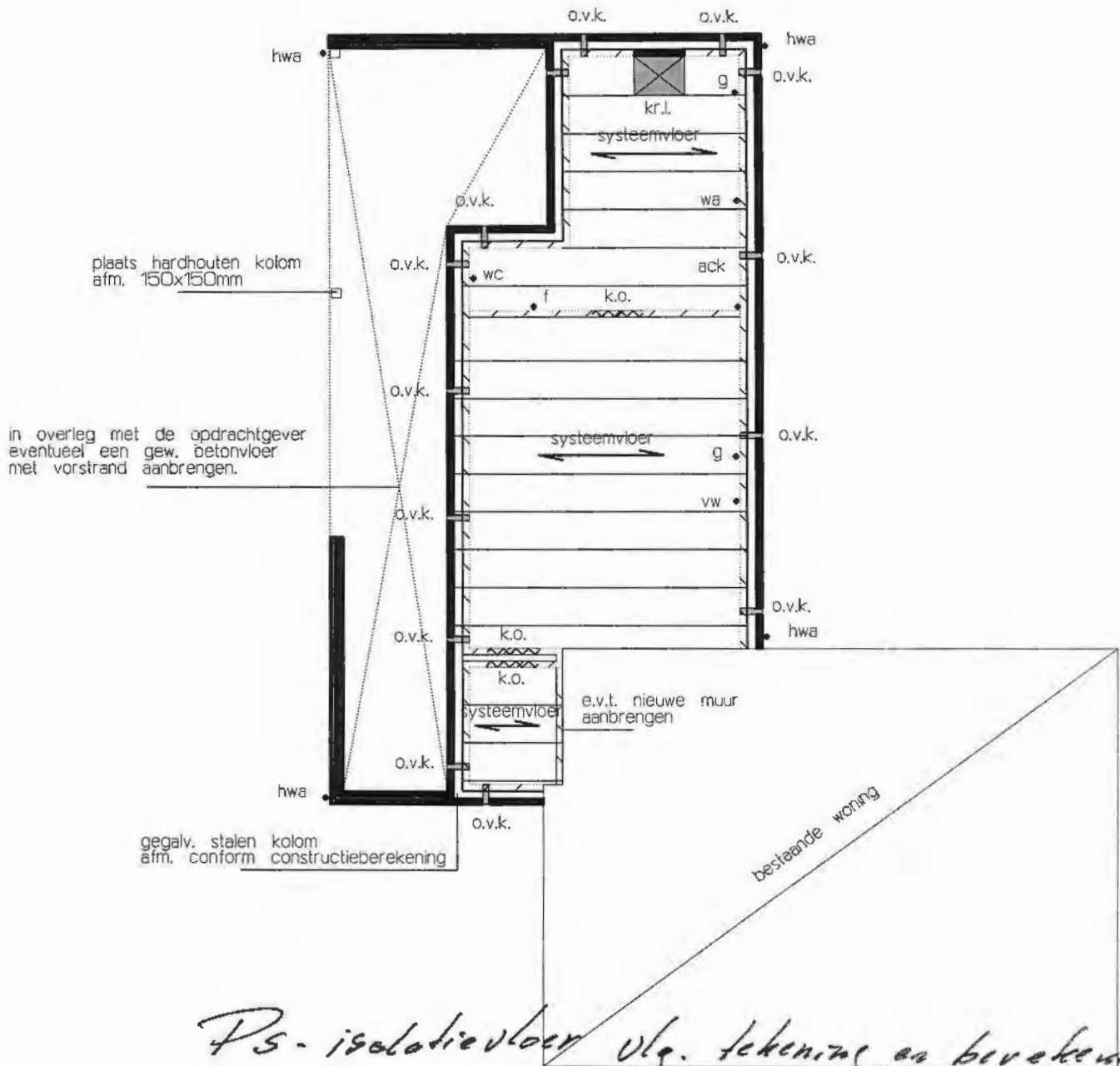
slijta regelwerk
 4bri 181 behboor
 bekleeda met 10mm
 w.f.c. rabatdelen
 8mm, 9x40mm
 multiplex



ACHTERGEVEL



70



PS - isolatievloer vlg. tekening en berekening
Leopolden

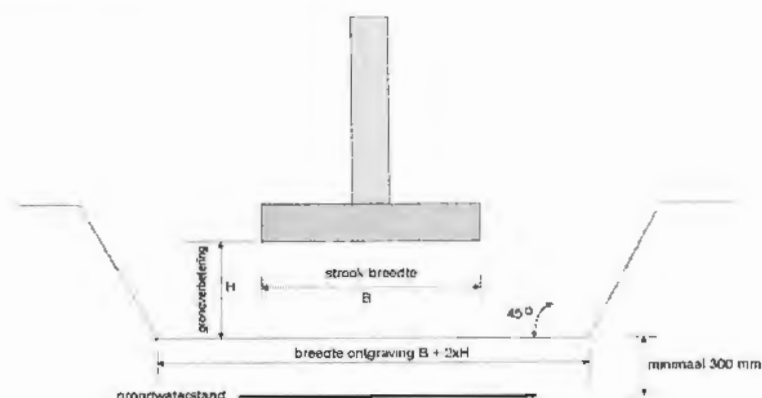
de gehele begane grondvloer voorzien van vloerverwarming ruwe vloer 65mm lager leggen.

PEIL IS BOVENKANT AFGEWERKTE BEGANE GRONDVLOER (VLOERTEGELS) = 0

overspanningsrichting combinatievloer VBI o.g. (RC = 4,0 m²K/w)

BEGANE GRONDVLOER

Grondverbetering algemeen



Grondverbetering

- De grondverbetering moet worden uitgevoerd met goed gegeradeerd zand met een vochtpercentage van circa 10%.
- De grondverbetering aanbrengen in lagen van maximaal 300 mm dikte.
- Elke laag, alsmede het ontgravingsvlak, dient in minimaal 4 gangen te worden verdicht met behulp van een trilplaat met een gewicht van circa 300 à 400 kg.
- De grondwaterstand dient zich hierbij tenminste 300 mm¹ beneden het ontgravingsniveau te bevinden.
- Na ontgraven controleren of er geen veronreinigingen of slappe lagen aan wezig zijn en ontgravingsniveau controleren met een handsondeerapparaat de conusweerstand moet dan min. 4 MPa (40 kg/cm²) zijn vanaf een diepte ± 10 cm.
- De grondverbetering na het aanbrengen controleren met een handsondeerapparaat de conusweerstand moet dan min. 4 MPa (40 kg/cm²) zijn vanaf een diepte ± 10 cm.

ontgravings breedte t.p.v. ontgravingsniveau moet minimaal de breedte van de strook + 2 maal de dikte van de grondverbetering zijn.

Dus breedte ontgraving = $B + 2 \times H$

Na ontgraven, grondslag controleren met handsondeerapparaat en het maken van een aantal handboringen, daarna overleggen met de constructeur of grondverbetering nodig is en zoja in welke dikte.