

Constructieve berekening

Woning tussen Heideweg 4 en 6, Liempde



Opdrachtgever:



Architect:



Datum: 18-01-2021

Inhoudsopgave

Uitgangspunten	3
Belastingen	3
Stabiliteit	3
Materiaalgegevens	3
Plattegronden	4
Snedes	7
Constructie Dak	9
Gordingen	10
Zoldervloer	11
Ligger 1	12
Ligger 2	13
Constructie Verdiepingsvloer	14
Ligger 1	15
Ligger 2	16
Ligger 3	16
Ligger 4	17
Ligger 5	18
Ligger 6	19
Ligger 7	20
Kolom 1	21
Ligger 8	23
Ligger 9	24
Ligger 10	25
Oplegspanningen	26
Fundering	28
Algemeen	30
Poer 1	30
Poer 2	30
Poer 3	31
Poer 4	31
Strook 1	31
Strook 2	31
Strook 3	32
Strook 4	32
Strook 5	32
Wapening	32
Bijlagen	32

Uitgangspunten

Dit rapport betreft de constructieve berekening van de nieuwbouw van de woning tussen Heideweg nr 4 en 6 te Liempde. De woning bestaat uit een kap van geïsoleerde dakplaten met houten gordingen, een betonnen verdieping- en zoldervloer en begane grondvloer. De woning is gefundeerd op staal als een plaat met een vorstrand en vloerverzwaringen. Op dit bouwwerk zijn de Eurocodes van toepassing. De lezer van dit rapport wordt geacht op de hoogte zijn van de bijbehorende tekeningen van de architect.

Soort bouwwerk:	Woning
Veiligheidsklasse:	CC1
Referentieperiode:	50 jaar
Veiligheidsfactoren:	Permanent: 1,20 / 1,10
	Veranderlijk: (ϕ *) 1,35

Belastingen

Permanente belasting

BG-vloer	Betonvloer op staal 150mm + 80mm afwerkvloer	= 5,50 kN/m ²
Verdiepingsvloer	Breedplaatvloer 250mm + 50mm afwerkvloer	= 7,25 kN/m ²
Plat dak zijbouw	Breedplaatvloer 250mm + dakbedekking	= 6,50 kN/m ²
Zoldervloer	Breedplaatvloer 200mm	= 5,00 kN/m ²
Dak woning	Houten gordingen + dakplaat + pannen	= 0,70 kN/m ²
Glazen pui		= 1,00 kN/m ²
Gevel metselwerk 100 mm + kzs 100 mm + isolatie		= 4,00 kN/m ²
Kalkzandsteen wand 100 mm		= 1,85 kN/m ²
Kalkzandsteen wand 150 mm		= 2,80 kN/m ²

Opgelegde belasting

BG, 1e verdieping, zolder	= 2,55 kN/m ²	$\phi_i = 0,4 ; 0,5 ; 0,3$
	<i>Inclusief lichte scheidingswanden</i>	
Hellend dak	= 0,50 kN/m ²	$\phi_i = 0 ; 0,2 ; 0$
Plat dak	= 1,00 kN/m ²	$\phi_i = 0 ; 0,2 ; 0$

Stabiliteit

De stabiliteit is gewaarborgd door de stijve vloeren, de stijve dakplaten en de metselwerk wanden en is derhalve niet verder beschouwd.

Materiaalgegevens

Hout:

Houtklasse	C18		
Klimaatklasse	I		
E-modulus	= 9000 N/mm ²		
k _{mod}	= 0,8 (sterkte)		
γ _m	= 1,3 (sterkte)		
f _{m;0;d}	= 18,0 * 0,8 / 1,3	= 11,1	N/mm ²
f _{v;0;d}	= 3,4 * 0,8 / 1,3	= 2,1	N/mm ²
k _{def}	= 0,6 (doorbuiging)		
γ _m	= 1,3 (doorbuiging)		

Staal:

Staalklasse	S235JR tenzij anders aangegeven.
-------------	----------------------------------

Beton:

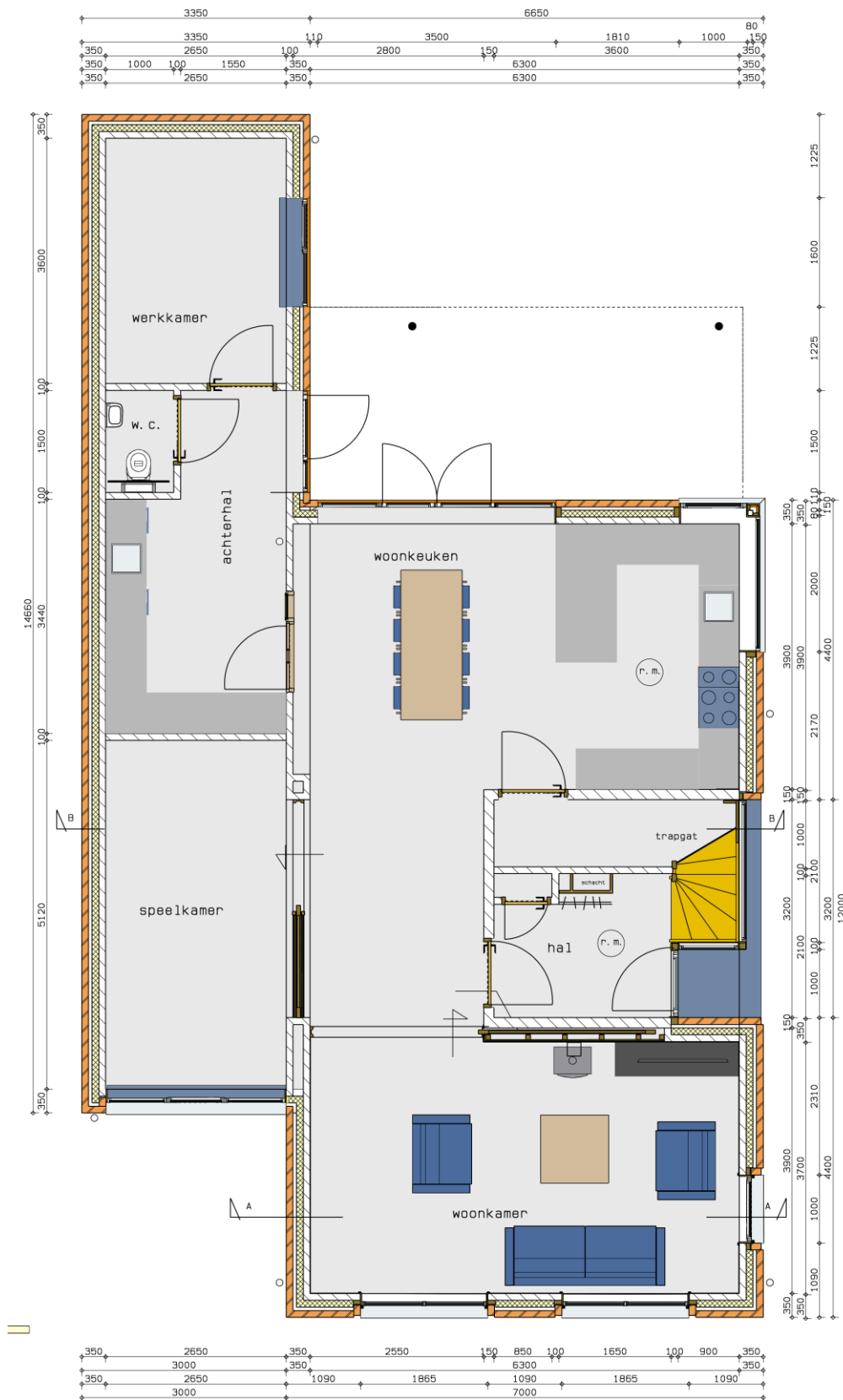
Fundering	C20/25 XC3
Verdieping	C20/25 XC1
Plat dak	C20/25 XC1
Zolder	C20/25 XC1

Kalkzandsteen:

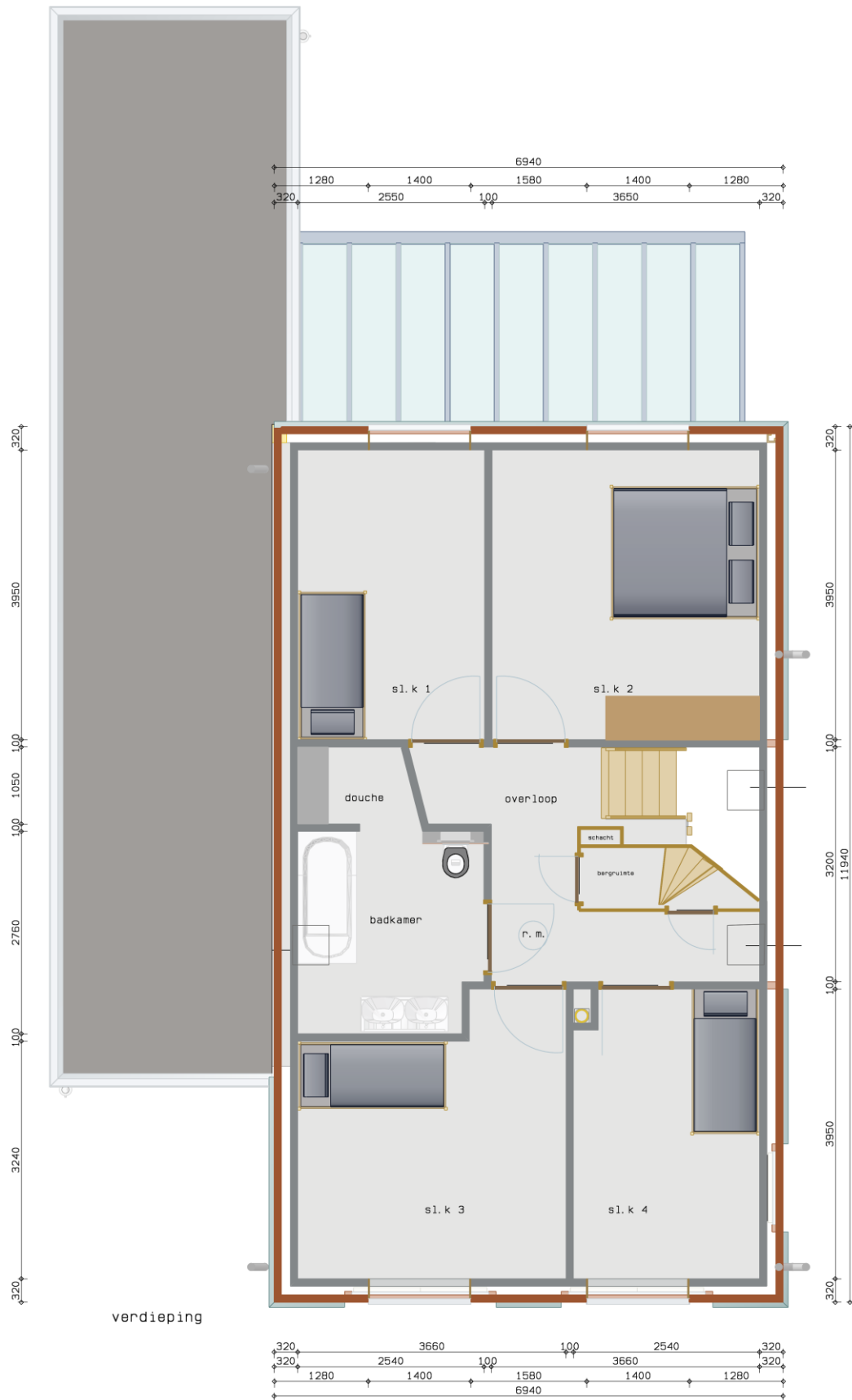
Kwaliteit	CS12
-----------	------

Plattegronden

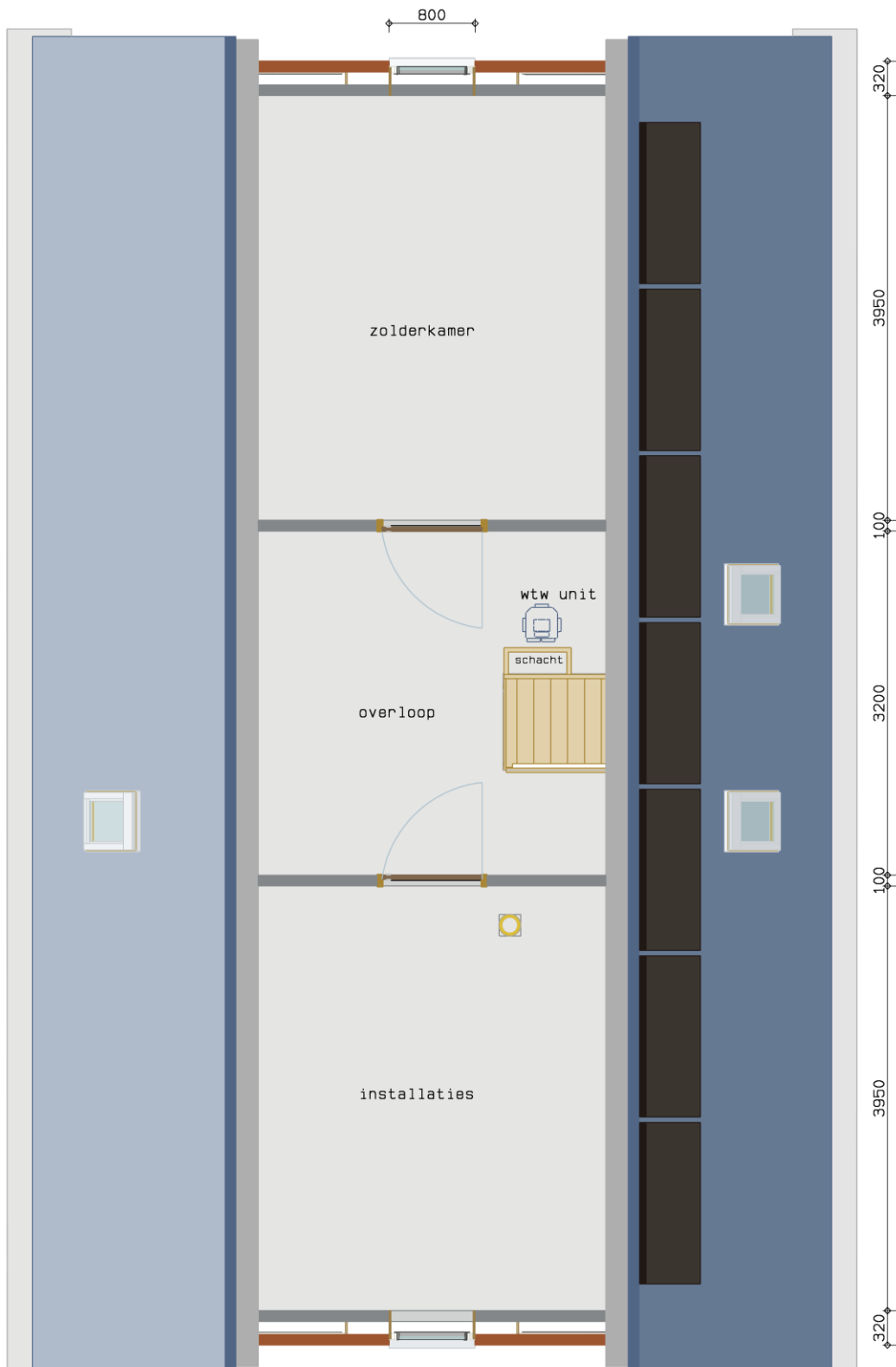
Begane grond



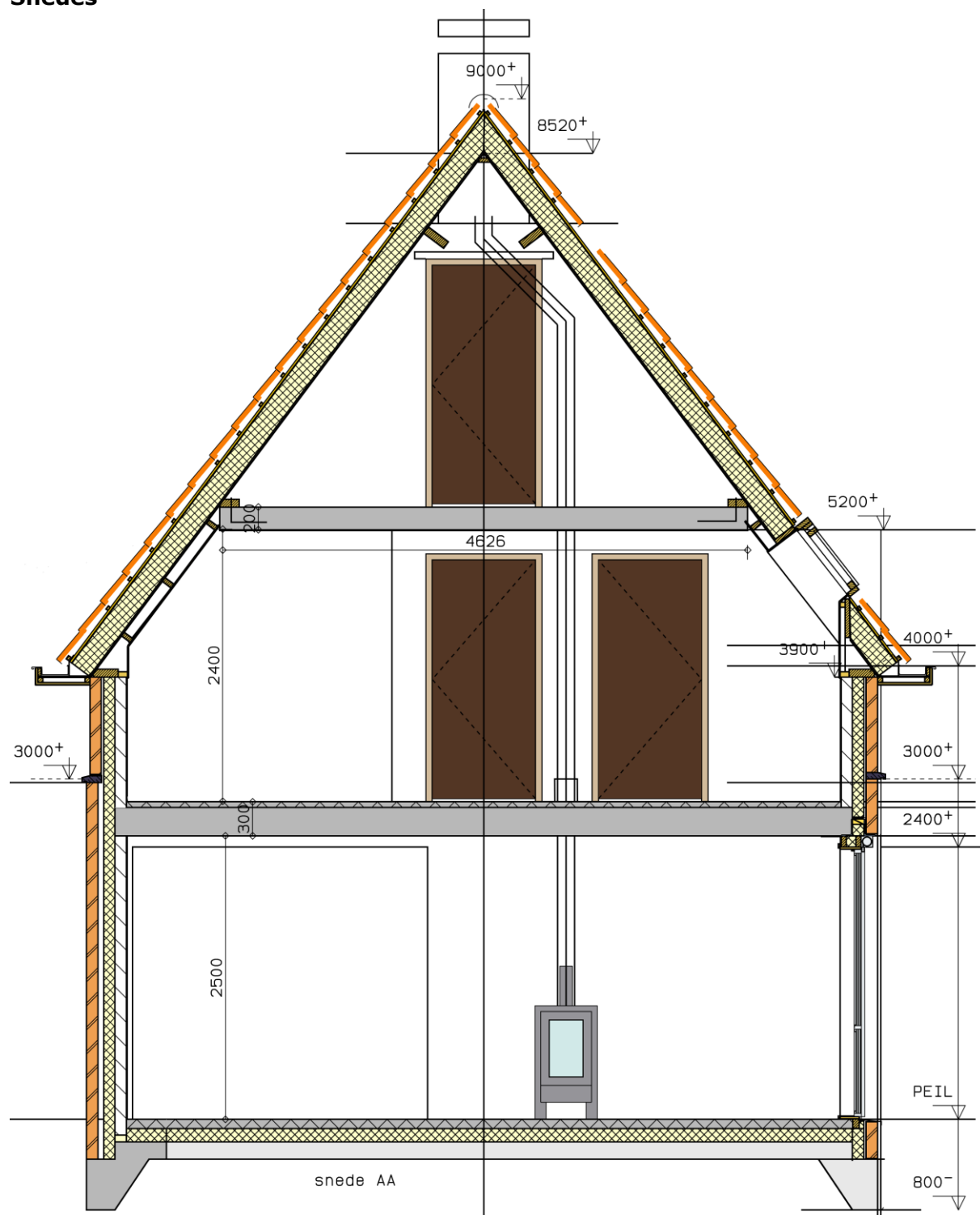
1e Verdieping

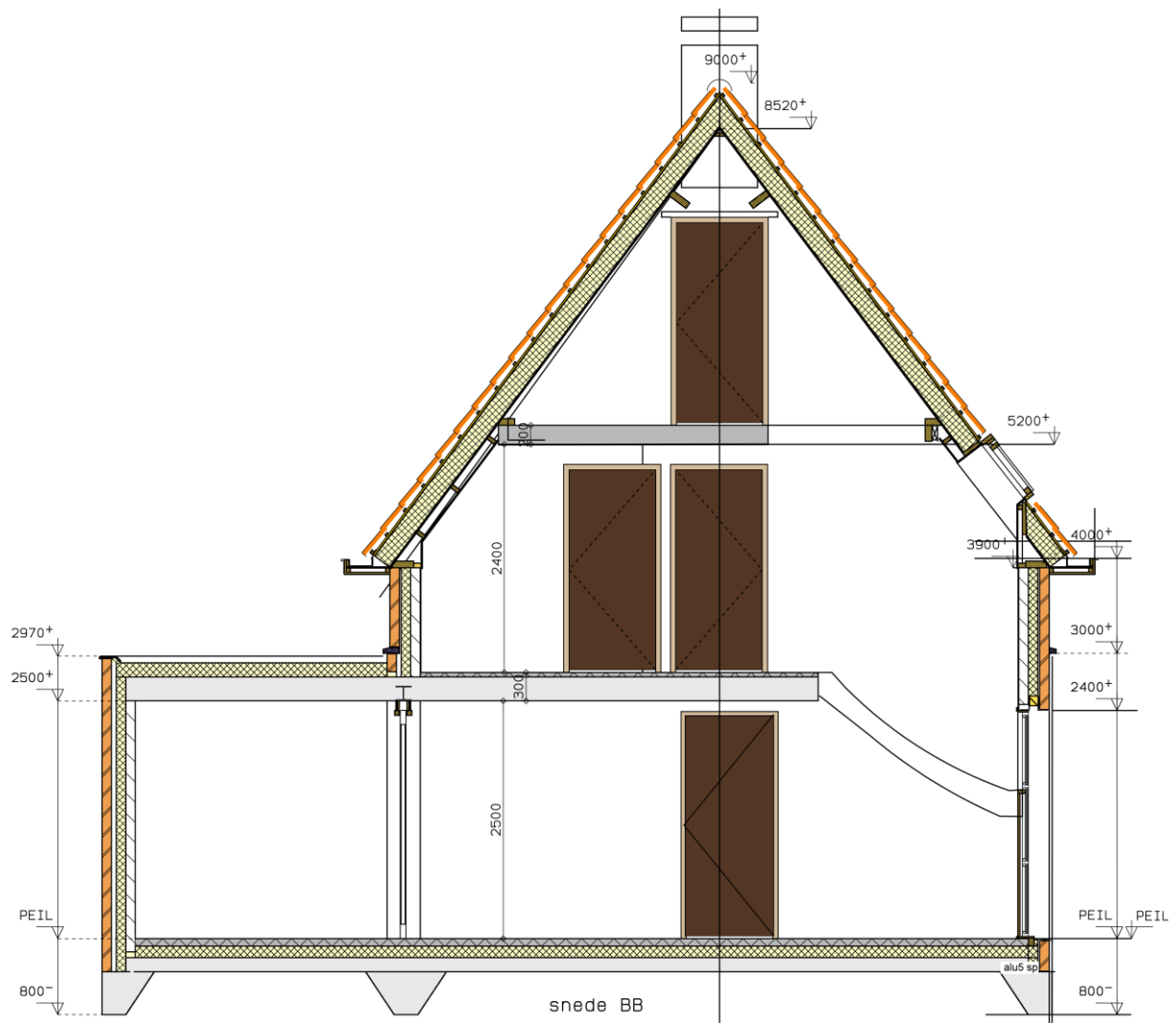


Zolder

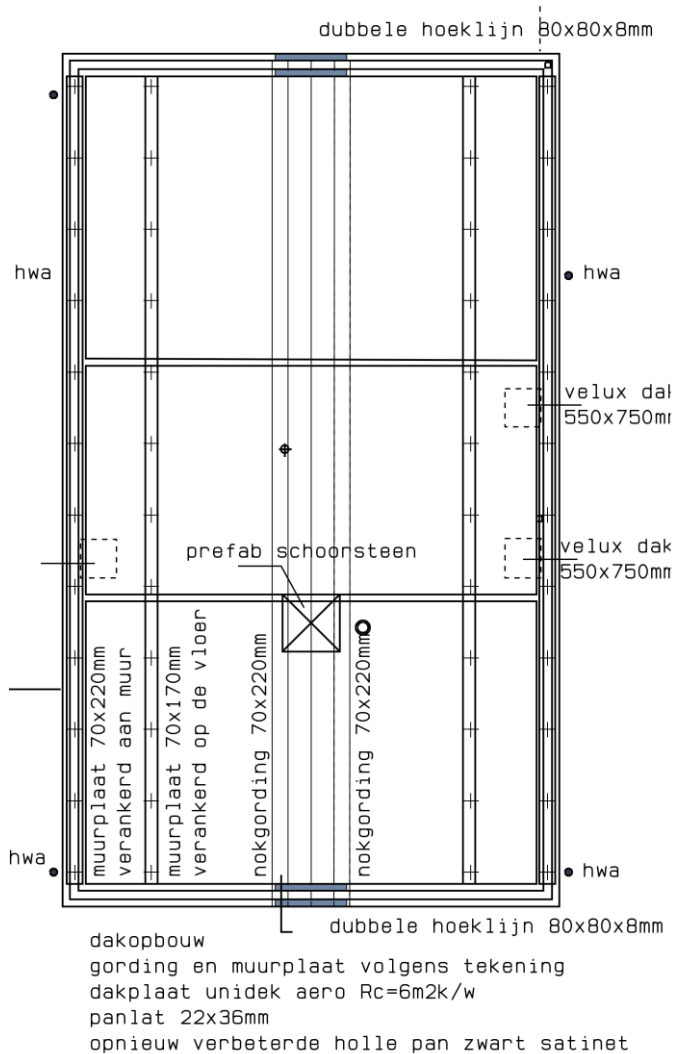


Snedes

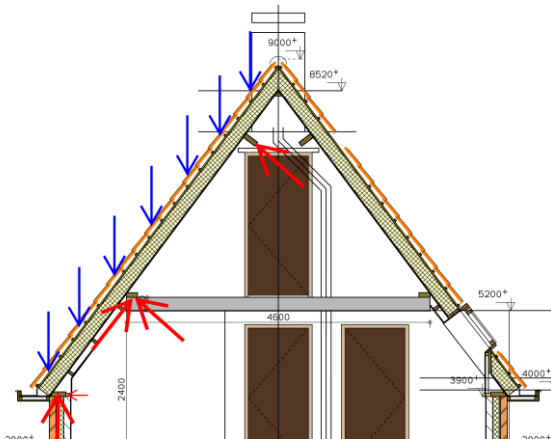




Constructie Dak



Het dak bestaat uit geïsoleerde dakplaten met dakpannen. De dakplaten worden op de gordingen, zoldervloer en muurplaat aangebracht. De platen hebben een eigen onderlinge stijfheid en zijn zelfdragend in hun vlak. De grootste gedeelte van de belasting wordt opgenomen door de zoldervloer. De gording wordt enkel in de sterke richting belast. Helling 53 graden.



Permanente belasting neerwaarts. Windbelasting loodrecht.

Gordingen

Lengte =	4050 mm	Houtklasse C18	
Hoh =	2400 mm	Klimaatklasse II	
B =	70 mm	Belastingsfactoren	$f_g = 1,10$
H =	220 mm		$f_q = 1,35$
Helling =	53 graden		

Belastingen:

Permanente belastingen

$$G_{rep} = 0,70 \text{ kN/m}^2 \quad \rightarrow \quad g_{rep} = 1,01 \text{ kN/m}$$

Veranderlijke belastingen

$$P_{rep,extr} = 0,50 \text{ kN/m}^2 \quad \rightarrow \quad p_{rep} = 1,20 \text{ kN/m}$$

$$F_{rep,manlast} = 2,00 \text{ kN} \quad F_{rep} = 1,66 \text{ kN}$$

Profielgegevens:

$A = 15400$	mm^2	$k_h = 1,00$
$W_y = 565 \cdot 10^3$	mm^3	$\gamma_m = 1,3$ (sterkte)
$I_y = 6211 \cdot 10^4$	mm^4	$\gamma_m = 1$ (vervorming)

$k_{mod} = 1$	(vervorming)	$f_{m:0:k} = 18,00 \text{ N/mm}^2$
$k_{def} = 0,6$	(vervorming)	$f_{m:0:d} = 11,08 \text{ N/mm}^2$ (korte duur)
$k_{mod} = 0,8$	(kort)	$f_{m:0:d} = 8,31 \text{ N/mm}^2$ (blijvend)
$k_{mod} = 0,6$	(blijvend)	
mom. factor $\phi = 0$		$f_{v:0:k} = 3,40 \text{ N/mm}^2$
		$f_{v:0:d} = 2,09 \text{ N/mm}^2$ (korte duur)
$E_{mean} = 9000 \text{ N/mm}^2$		$f_{v:0:d} = 1,57 \text{ N/mm}^2$ (blijvend)

Momenten

$M \text{ tgv } g_d + p_d =$	5,60 kNm $\rightarrow$	9,92 N/mm ²	<	11,08 N/mm ²
$M \text{ tgv } g_d + F =$	4,54 kNm $\rightarrow$	8,04 N/mm ²	<	11,08 N/mm ²
$M \text{ tgv } g_d + \phi \cdot p_d =$	2,49 kNm $\rightarrow$	4,41 N/mm ²	<	8,31 N/mm ²

Dwarskracht

$V \text{ tgv } g_d + p_d =$	5,53 kN $\rightarrow$	0,539 N/mm ²	<	2,09 N/mm ²
$V \text{ tgv } g_d + F =$	4,49 kN $\rightarrow$	0,437 N/mm ²	<	2,09 N/mm ²
$V \text{ tgv } g_d + \phi \cdot p_d =$	2,46 kN $\rightarrow$	0,239 N/mm ²	<	1,57 N/mm ²

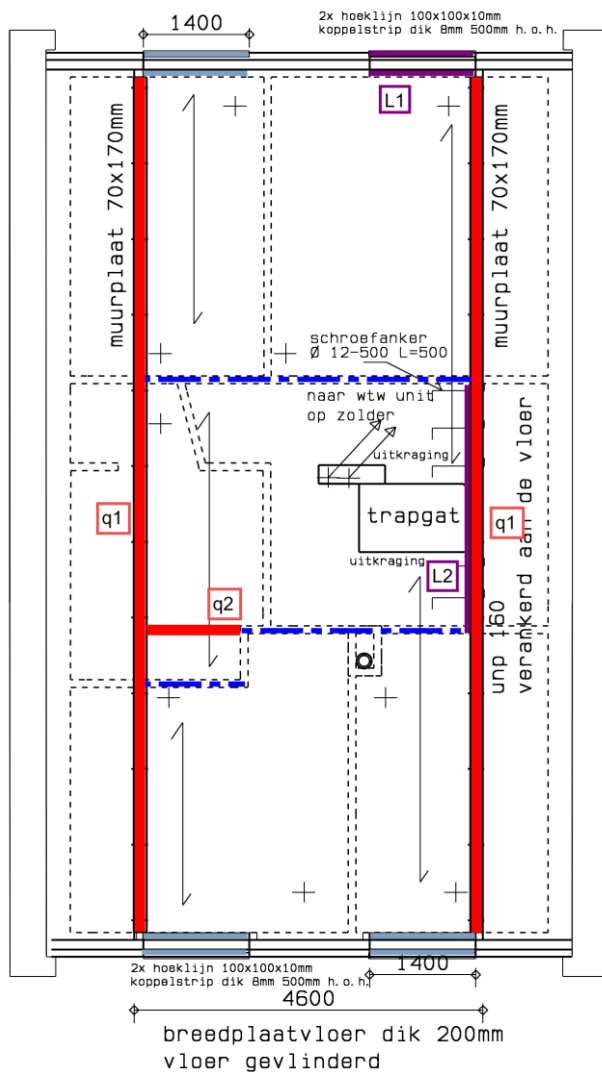
Vervormingen

$U_{inst,G} =$	6,34 mm
$U_{creep} =$	3,80 mm
$U_{inst,P} =$	7,52 mm

$U_{extra} =$	11,32 mm	$< 0,004 \cdot 4050$	$= 16,20 \text{ mm}$
$U_{fin} =$	17,66 mm	$> 0,004 \cdot 4050$	$= 16,20 \text{ mm}$

Overschrijding is akkoord

Zoldervloer



De zoldervloer betreft een breedplaatvloer. De vloer is opgelegd op wanden. Op de vloer zijn enkele lasten aanwezig.

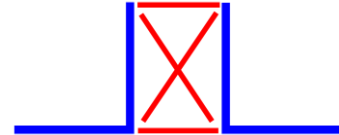
$$\begin{aligned} Q1: \quad PB &= 2,5m \cdot 0,70 &= 1,75 \text{ kN/m} \\ VB &= 2,5m \cdot \cos(53) \cdot 0,50 &= 0,80 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$\Psi_0 = 0,0$ Niet maatgevend

$$Q2 = PB_{\text{gem.}} = 1,0m \cdot 1,85 = 1,85 \text{ kN/m}$$

Ligger 1

Dubbele hoeklijn L100x100x10



Belastingen:

Permanente belasting

Eigen gewicht		= 0,20 kN/m
Zoldervloer	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 5,0$	= 10,25 kN/m
Dak	$0,8 \cdot 0,70 / \sin(53)$	= 0,70 kN/m
Gevel	$1,2 \cdot 4,0$	= 4,80 kN/m
Totaal		= 16,0 kN/m

Veranderlijke belasting

1e verd.vloer	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 2,55$	= 5,2 kN/m	$\psi_0 = 0,4$
Dak is nvt			

Omhullende krachten:

L =	1,5 m	
$q_{PB;k}$ =	16,0 kN/m	
$q_{VB;k}$ =	5,2 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$
6.10.a =	22,0 kN/m	$1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi \cdot q_{VB;k}$
6.10.b =	24,6 kN/m	=> maatgevend $1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k}$
Karakteristiek =	21,2 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k}$
Blijvend =	16,0 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k}$
M_{Ed} =	6,9 kNm	$1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$
V_{Ed} =	18,5 kN	$1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L$
M_{kar} =	6,0 kNm	$1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2$
$M_{blijvend}$ =	4,5 kNm	$1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2$

Samengesteld profiel. 2/3 van de belasting wordt naar 1 hoeklijn gerekend.

M_{Ed} =	4,6 kNm
V_{Ed} =	12,3 kN
M_{kar} =	4,0 kNm
$M_{blijvend}$ =	3,0 kNm

Controle:

Profielgegevens: L100x100x10

L =	1500 mm	$f_{y;d}$ =	235 N/mm ²
h =	100 mm	$0,58 \cdot f_{y;d}$ =	136,3 N/mm ²
b =	100 mm	$1,2 \cdot f_{y;d}$ =	282 N/mm ²
t_w =	10 mm	I_y =	$177 \cdot 10^4$ mm ⁴
t_f =	10 mm	W_y =	$25 \cdot 10^3$ mm ³
r =	10 mm	S_y =	$14 \cdot 10^3$ mm ³
A =	1915 mm ²	E =	$2,1 \cdot 10^5$ N/mm ²

M_{kar} =	4,0 kNm	M_{Ed} =	4,6 kNm
$M_{blijvend}$ =	3,0 kNm	V_{Ed} =	12,3 kN

Spanningen:	$\sigma_{f;s;d}$ =	187,0 N/mm ²
	$\tau_{s;d}$ =	13,7 N/mm ²

Buiging:	UC =	0,80	< 1	Akkoord
Afschuiving:	UC =	0,10	< 1	Akkoord

Vervorming:	U_{eind} =	2,52 mm	< 0,004 L =	6,00 mm	Akkoord
	U_{bij} =	0,63 mm	< 0,002 L =	3,00 mm	Akkoord

Ligger 2

UNP 160 – gekoppeld aan vloer.

Overspant het trapgat met de dakbelasting.

Belastingen:

Permanente belasting

Eigen gewicht		= 0,20 kN/m
Dak	$2,5\text{m} \cdot 0,70 / \sin(53)$	= 1,40 kN/m +
Totaal		= 1,60 kN/m

Veranderlijke belasting

Dak	$2,5\text{m} \cdot 0,5$	= 1,3 kN/m	$\psi_0 = 0,0$
-----	-------------------------	------------	----------------

Omhullende krachten:

Enkel trapgat dient overspannen te worden. $L=0,9\text{m}$

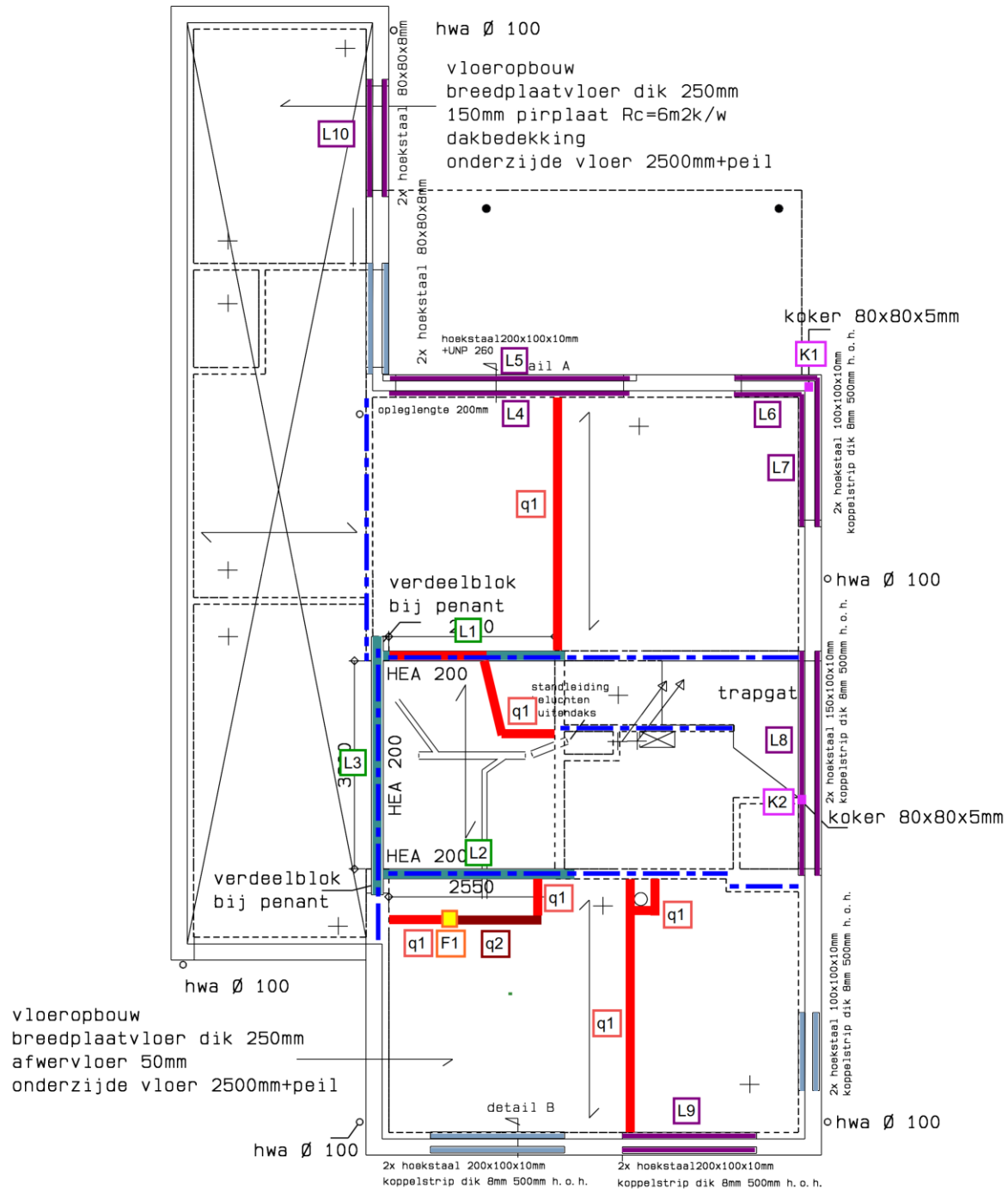
L	=	0,9 m	
$q_{PB;k}$	=	1,6 kN/m	
$q_{VB;k}$	=	1,3 kN/m	$\varphi_0 = 0,0$
6.10.a	=	1,9 kN/m	$1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi \cdot q_{VB;k}$
6.10.b	=	3,5 kN/m	$1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k}$
Karakteristiek	=	2,9 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k}$
Blijvend	=	1,6 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k}$
M_{Ed}	=	0,4 kNm	$1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$
V_{Ed}	=	1,6 kN	$1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L$
M_{kar}	=	0,3 kNm	$1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2$
$M_{blijvend}$	=	0,2 kNm	$1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2$

Controle:

$$W_{req} = 0,4 / 0,235 = 1,7 \cdot 10 \text{ mm}^3$$

Profiel is praktisch.

Constructie Verdiepingsvloer



De verdiepingsvloer en het dak van de zijbouw bestaat uit een betonvloer. Deze wordt opgelegd op de aanwezige wanden. Bij de grote openingen worden stalen liggers toegepast. Op de vloer zijn enkele lijnlasten aanwezig:

$$Q1: \quad PB = 2,4m \cdot 1,85 = 4,5 \text{ kN/m}$$

$$Q2 = \begin{aligned} PB_{vloer} &= 5/8 \cdot 7,4m \cdot 5,0 = 23,1 \text{ kN/m} \\ PB_{wand} &= (1,0 + 2,4)m \cdot 1,85 = 6,3 \text{ kN/m} + \\ \text{Totaal} &= 29,4 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$VB_{vloer} = 5/8 \cdot 7,4m \cdot 2,55 = 11,8 \text{ kN/m} \quad \Psi_0 = 0,4$$

$$F1: \quad PB_{dak} = 5/8 \cdot 7,4m \cdot 2,5m \cdot 0,70 = 8,1 \text{ kN}$$

Ligger 1

HEA 200 – S235

Belastingen:

Permanente belasting

EG		= 0,4 kN/m
Verd.vl	5/8*7,4m*7,25	= 33,5 kN/m
Zold.vl _{gem.}	5/8*8,0m*5,0 *1,7m/2,7m	= 15,7 kN/m
Dak _{gem.}	5/8*8,0m*0,7 *5,0m/2,7m	= 6,5 kN/m
Wand _{gem.}	3,6m*1,85 *3,3m/2,7m	= 8,1 kN/m +
Totaal _{gem.}		= 64,2 kN/m

Veranderlijke belasting

Verd.vl	5/8*7,4m*2,55	= 11,8 kN/m	
Zold.vl _{gem.}	5/8*8,0m*2,55 *1,7m/2,7m	= 8,0 kN/m +	
Totaal		= 19,8 kN/m	$\psi_0 = 0,4$

Omhullende krachten:

L =	2,7 m		
q _{PB;k} =	64,2 kN/m		
q _{VB;k} =	19,8 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$	
6.10.a =	87,7 kN/m		$1,2 * q_{PB;k} + 1,35 * \varphi * q_{VB;k}$
6.10.b =	97,4 kN/m	=> maatgevend	$1,1 * q_{PB;k} + 1,35 * q_{VB;k}$
Karakteristiek =	84,0 kN/m		$1,0 * q_{PB;k} + 1,0 * q_{VB;k}$
Blijvend =	64,2 kN/m		$1,0 * q_{PB;k}$
M _{Ed} =	88,7 kNm		$1/8 * Q_{Ed} * L^2$
V _{Ed} =	131,4 kN		$1/2 * Q_{Ed} * L$
M _{kar} =	76,5 kNm		$1/8 * Q_{kar} * L^2$
M _{blijvend} =	58,5 kNm		$1/8 * Q_{blijvend} * L^2$

Controle:

Profielgegevens:

HE200A

L =	2700 mm	f _{y;d} =	235 N/mm ²
h =	190 mm	0,58 * f _{y;d} =	136,3 N/mm ²
b =	200 mm	1,2 * f _{y;d} =	282 N/mm ²
t _w =	7 mm	I _y =	3692 · 10 ⁴ mm ⁴
t _f =	10 mm	W _y =	388,6 · 10 ³ mm ³
r =	18 mm	S _y =	217 · 10 ³ mm ³
A =	5383 mm ²	E =	2,1 · 10 ⁵ N/mm ²

q _{kar} =	76,5 kN/m	M _{Ed} =	88,7 kNm
q _{blijvend} =	58,4 kN/m	V _{Ed} =	131,4 kN

Spanningen:

σ _{f;s;d} =	228,3 N/mm ²
τ _{s;d} =	118,9 N/mm ²

Buiging:

UC =	0,97	< 1
------	------	-----

Afschuiving:

UC =	0,87	< 1
------	------	-----

Vervorming:

U _{eind} =	2,83 mm	< 0,004 L =	10,80 mm	Akkoord
U _{bij} =	0,67 mm	< 0,002 L =	5,40 mm	Akkoord

Ligger 2

Belastingen gelijkwaardig aan ligger 1
HEA 200 – S235

Ligger 3

HEA 200 – S235

Belastingen:

Permanente belasting

EG		= 0,4 kN/m
Dak zijbouw	0,5*2,8m*6,50	= 9,1 kN/m
Verd.vl	0,6m*7,25	= 4,4 kN/m
Dak	1,1m * 0,7	= 0,8 kN/m
Gevel	1,2m*4,0	= 4,8 kN/m +
Totaal _{gem}		= 19,3 kN/m

Veranderlijke belasting

Dak zijbouw	0,5*2,8m*1,00	= 1,4 kN/m	$\Psi_0 = 0,0$	
Verd.vl	0,6m*2,55	= 1,5 kN/m	$\Psi_0 = 0,4$	-> maatgevend

Omhullende krachten:

L =	3,4 m	
$q_{PB;k}$ =	19,3 kN/m	
$q_{VB;k}$ =	1,5 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$
6.10.a =	24,0 kN/m	$1,2*q_{PB;k} + 1,35*\varphi*q_{VB;k}$
6.10.b =	23,3 kN/m	$1,1*q_{PB;k} + 1,35*q_{VB;k}$
Karakteristiek =	20,8 kN/m	$1,0*q_{PB;k} + 1,0*q_{VB;k}$
Blijvend =	19,3 kN/m	$1,0*q_{PB;k}$
M_{Ed} =	34,6 kNm	$1/8*Q_{Ed}*L^2$
V_{Ed} =	40,7 kN	$1/2*Q_{Ed}*L$
M_{kar} =	30,1 kNm	$1/8*Q_{kar}*L^2$
$M_{blijvend}$ =	27,9 kNm	$1/8*Q_{blijvend}*L^2$

Controle:

Profielgegevens: HE200A

L =	3400 mm	$f_{y;d}$ =	235 N/mm ²
h =	190 mm	$0,58 * f_{y;d}$ =	136,3 N/mm ²
b =	200 mm	$1,2 * f_{y;d}$ =	282 N/mm ²
t_w =	7 mm	I_y =	$3692 \cdot 10^4$ mm ⁴
t_f =	10 mm	W_y =	$388,6 \cdot 10^3$ mm ³
r =	18 mm	S_y =	$217 \cdot 10^3$ mm ³
A =	5383 mm ²	E =	$2,1 \cdot 10^5$ N/mm ²

q_{kar} =	30,1 kN/m	M_{Ed} =	34,6 kNm
$q_{blijvend}$ =	27,9 kN/m	V_{Ed} =	40,7 kN

Spanningen:

$\sigma_{f;s;d}$ =	89,0 N/mm ²
$\tau_{s;d}$ =	36,8 N/mm ²

Buiging:

UC =	0,38	< 1
------	------	-----

Afschuiving:

UC =	0,27	< 1
------	------	-----

Vervorming:

U_{eind} =	2,80 mm	< 0,004 L =	13,60 mm	Akkoord
U_{bij} =	0,20 mm	< 0,002 L =	6,80 mm	Akkoord

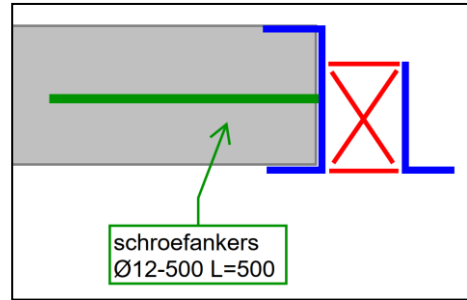
Ligger 4

UNP 260 – S235 – gekoppeld met de vloer

Belastingen:

Permanente belasting

EG		= 0,4 kN/m
Verd.vl	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 7,25$	= 14,9 kN/m
Zold.vl _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 5,0 \cdot 2,5 \text{ m} / 3,6 \text{ m}$	= 7,1 kN/m
Dak _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 0,7 \cdot 6,0 \text{ m} / 3,6 \text{ m}$	= 2,4 kN/m
Binnenblad _{gem.}	$4,5 \text{ m} \cdot 2,00$	= 9,0 kN/m
Wand _{gem.}	$2,4 \text{ m} \cdot 1,85 \cdot 0,5 \cdot 4,1 \text{ m} / 3,6 \text{ m}$	= 2,5 kN/m +
Totaal _{gem.}		= 36,3 kN/m



Veranderlijke belasting

Verd.vl	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 2,55$	= 5,2 kN/m
Zold.vl _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 2,55 \cdot 2,5 \text{ m} / 3,6 \text{ m}$	= 3,6 kN/m +
Totaal		= 8,8 kN/m

$$\psi_0 = 0,4$$

Omhullende krachten:

L =	3,6 m	
q _{PB;k} =	36,3 kN/m	
q _{VB;k} =	8,8 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$
6.10.a =	48,3 kN/m	$1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi \cdot q_{VB;k}$
6.10.b =	51,8 kN/m	=> maatgevend $1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k}$
Karakteristiek =	45,1 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k}$
Blijvend =	36,3 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k}$
M _{Ed} =	83,9 kNm	$1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$
V _{Ed} =	93,3 kN	$1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L$
M _{kar} =	73,1 kNm	$1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2$
M _{blijvend} =	58,8 kNm	$1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2$

Controle:

Profielgegevens: UNP260

L =	3600 mm	f _{y;d} =	235 N/mm ²
h =	260 mm	0,58 * f _{y;d} =	136,3 N/mm ²
b =	90 mm	1,2 * f _{y;d} =	282 N/mm ²
t _w =	10 mm	I _y =	4824 · 10 ⁴ mm ⁴
t _f =	14 mm	W _y =	371 · 10 ³ mm ³
r =	20 mm	S _y =	207 · 10 ³ mm ³
A =	4828 mm ²	E =	2,1 · 10 ⁵ N/mm ²

q _{kar} =	73,1 kN/m	M _{Ed} =	83,9 kNm
q _{blijvend} =	58,8 kN/m	V _{Ed} =	93,3 kN

Spanningen:	σ _{f;s;d} =	226,1 N/mm ²
	τ _{s;d} =	40,2 N/mm ²

Buiging:	UC =	0,96	< 1
Afschuiving:	UC =	0,30	< 1

Vervorming:	U _{eind} =	6,06 mm	< 0,004 L =	14,40 mm	Akkoord
	U _{bij} =	1,19 mm	< 0,002 L =	7,20 mm	Akkoord

Ligger 5

Hoeklijn – L200x100x10 – gekoppeld met UNP, zie 'Ligger 4'

Belastingen:

Permanente belasting

EG		= 0,4 kN/m
Overkapping	$0,5 \cdot 2,6 \text{ m} \cdot 0,5$	= 0,7 kN/m
Buitenblad _{gem.}	$4,5 \text{ m} \cdot 2,00$	= 9,0 kN/m
Totaal _{gem.}		= 10,1 kN/m

Veranderlijke belasting

Overkapping	$0,5 \cdot 2,6 \text{ m} \cdot 0,56$	= 0,7 kN/m	$\psi_0 = 0,0$
-------------	--------------------------------------	------------	----------------

Omhullende krachten:

L =	3,6 m	
$q_{PB;k}$ =	10,1 kN/m	
$q_{VB;k}$ =	0,7 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$
6.10.a =	12,5 kN/m	$1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi \cdot q_{VB;k}$
6.10.b =	12,1 kN/m	$1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k}$
Karakteristiek =	10,8 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k}$
Blijvend =	10,1 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k}$
M_{Ed} =	20,2 kNm	$1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$
V_{Ed} =	22,5 kN	$1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L$
M_{kar} =	17,5 kNm	$1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2$
$M_{blijvend}$ =	16,4 kNm	$1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2$

Controle:

Profielgegevens: L200x100x10

L =	3600 mm	$f_{y;d}$ =	235 N/mm ²
h =	200 mm	$0,58 \cdot f_{y;d}$ =	136,3 N/mm ²
b =	100 mm	$1,2 \cdot f_{y;d}$ =	282 N/mm ²
t_w =	10 mm	I_y =	$1219 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
t_f =	10 mm	W_y =	$93 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
r =	10 mm	S_y =	$52 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
A =	2924 mm ²	E =	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

M_{kar} =	17,5 kNm	M_{Ed} =	20,2 kNm
$M_{blijvend}$ =	16,4 kNm	V_{Ed} =	22,5 kN

Spanningen:

$\sigma_{f;s;d}$ =	216,7 N/mm ²
$\tau_{s;d}$ =	11,8 N/mm ²

Buiging:

UC =	0,92	< 1
------	------	-----

Akkoord

Afschuiving:

UC =	0,09	< 1
------	------	-----

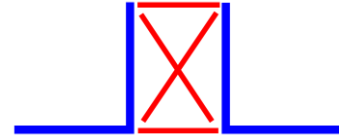
Akkoord

Vervorming:

U_{eind} =	9,23 mm	< 0,004 L =	14,40 mm	Akkoord
U_{bij} =	0,58 mm	< 0,002 L =	7,20 mm	Akkoord

Ligger 6

Dubbele hoeklijn – L100x100x10



Belastingen:

EG		= 0,4 kN/m
Verd.vl	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 7,25$	= 14,9 kN/m
Zold.vl _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 5,0$	= 5,1 kN/m
Dak _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,0 \text{ m}$	= 2,9 kN/m
gevel _{gem.}	$2,6 \text{ m} \cdot 4,00$	= 10,4 kN/m +
Totaal _{gem.}		= 34,7 kN/m

Veranderlijke belasting

Verd.vl	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 2,55$	= 5,2 kN/m	
Zold.vl _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 0,5 \cdot 2,55$	= 2,6 kN/m +	
Totaal		= 7,8 kN/m	$\Psi_0 = 0,4$

Omhullende krachten:

L =	1,1 m		
q _{PB;k} =	34,7 kN/m		
q _{VB;k} =	7,8 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$	
6.10.a =	45,9 kN/m	$1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi_0 \cdot q_{VB;k}$	
6.10.b =	48,7 kN/m	$1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k}$	=> maatgevend
Karakteristiek =	42,5 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k}$	
Blijvend =	34,7 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k}$	
M _{Ed} =	7,4 kNm	$1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$	
V _{Ed} =	26,8 kN	$1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L$	
M _{kar} =	6,4 kNm	$1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2$	
M _{blijvend} =	5,2 kNm	$1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2$	

2/3 van de belasting wordt naar 1 hoeklijn gerekend

M _{Ed} =	4,9 kNm
V _{Ed} =	17,9 kN
M _{kar} =	4,3 kNm
M _{blijvend} =	3,5 kNm

Controle:

Profielgegevens: L100x100x10

L =	1100 mm	f _{y;d} =	235 N/mm ²
h =	100 mm	0,58 * f _{y;d} =	136,3 N/mm ²
b =	100 mm	1,2 * f _{y;d} =	282 N/mm ²
t _w =	10 mm	I _y =	177 · 10 ⁴ mm ⁴
t _f =	10 mm	W _y =	25 · 10 ³ mm ³
r =	10 mm	S _y =	14 · 10 ³ mm ³
A =	1915 mm ²	E =	2,1 · 10 ⁵ N/mm ²

M _{kar} =	4,3 kNm	M _{Ed} =	4,9 kNm
M _{blijvend} =	3,5 kNm	V _{Ed} =	17,9 kN

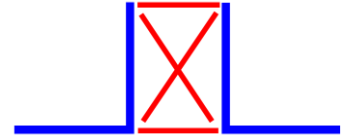
Spanningen:	σ _{f;s;d} =	199,2 N/mm ²
	τ _{s;d} =	19,9 N/mm ²

Buiging:	UC =	0,85	< 1	Akkoord
Afschuiving:	UC =	0,15	< 1	Akkoord

Vervorming:	U _{eind} =	1,46 mm	< 0,004 L =	4,40 mm	Akkoord
	U _{bij} =	0,27 mm	< 0,002 L =	2,20 mm	Akkoord

Ligger 7

Dubbele hoeklijn – L100x100x10



Belastingen:

Permanente belasting

EG		= 0,4 kN/m
Verd.vl	0,6m*7,25	= 4,4 kN/m
Dak	1,1m * 0,7	= 0,8 kN/m
Gevel	1,4m*4,0	= 5,6 kN/m +
Totaal _{gem}		= 11,2 kN/m

Veranderlijke belasting

Verd.vl	0,6m*2,55	= 1,5 kN/m	$\Psi_0 = 0,4$
---------	-----------	------------	----------------

Omhullende krachten:

L =	2,1 m	
$q_{PB;k}$ =	11,2 kN/m	
$q_{VB;k}$ =	1,5 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$
6.10.a =	14,3 kN/m	$1,2 * q_{PB;k} + 1,35 * \varphi * q_{VB;k}$
6.10.b =	14,3 kN/m	$1,1 * q_{PB;k} + 1,35 * q_{VB;k}$
Karakteristiek =	12,7 kN/m	$1,0 * q_{PB;k} + 1,0 * q_{VB;k}$
Blijvend =	11,2 kN/m	$1,0 * q_{PB;k}$
M_{Ed} =	7,9 kNm	$1/8 * Q_{Ed} * L^2$
V_{Ed} =	15,1 kN	$1/2 * Q_{Ed} * L$
M_{kar} =	7,0 kNm	$1/8 * Q_{kar} * L^2$
$M_{blijvend}$ =	6,2 kNm	$1/8 * Q_{blijvend} * L^2$

2/3 van de belasting wordt naar 1 hoeklijn gerekend

M_{Ed} =	5,3 kNm
V_{Ed} =	10,0 kN
M_{kar} =	4,7 kNm
$M_{blijvend}$ =	4,1 kNm

Controle:

Profielgegevens: L100x100x10

L =	2100 mm	$f_{y;d}$ =	235 N/mm ²
h =	100 mm	$0,58 * f_{y;d}$ =	136,3 N/mm ²
b =	100 mm	$1,2 * f_{y;d}$ =	282 N/mm ²
t_w =	10 mm	I_y =	$177 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
t_f =	10 mm	W_y =	$25 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
r =	10 mm	S_y =	$14 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
A =	1915 mm ²	E =	$2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

M_{kar} =	4,7 kNm	M_{Ed} =	5,3 kNm
$M_{blijvend}$ =	4,1 kNm	V_{Ed} =	10,0 kN

Spanningen:	$\sigma_{f;s;d}$ =	215,4 N/mm ²
	$\tau_{s;d}$ =	11,1 N/mm ²

Buiging:	UC =	0,92	< 1	Akkoord
Afschuiving:	UC =	0,08	< 1	Akkoord

Vervorming:	U_{eind} =	5,81 mm	< 0,004 L =	8,40 mm	Akkoord
	U_{bij} =	0,74 mm	< 0,002 L =	4,20 mm	Akkoord

Kolom 1

Koker – K80x80x5

Belastingen:

Omhullende belasting

Ligger 6	V_{Ed}	= 26,8 kN/m
Ligger 7	V_{Ed}	= 15,1 kN/m +
Totaal		= 41,9 kN/m

Er wordt rekening gehouden met een excentriciteit van 50 mm

$$M_{Ed} = 0,05 \cdot 41,9 = 2,1 \text{ kNm}$$

Controle:

Material Properties

	f_y	235 N/mm ²
	E	210000 N/mm ²
Eulers slenderness	λ_1	93,91

Cross Section Properties

	Profile	K80x80x5.0		
	I_y	1,38,E+06 mm ⁴	h	80
	I_z	1,38,E+06 mm ⁴	b	80
	$W_{el,y}$	3,45,E+04 mm ³	t_f	5,0
	$W_{el,z}$	3,45,E+04 mm ³	i_y	30,6
	$W_{pl,y}$	4,14,E+04 mm ³	i_z	30,6
	$W_{pl,z}$	4,14,E+04 mm ³	I_t	0
	A	1,48,E+03 mm ²	I_w	0
classification	M	1		
	N	1		
buckling curve	$y-y$	a		
	$z-z$	a		

Span Conditions

buckling length major axis	$L_{buc,y}$	2800 mm
buckling length minor axis	$L_{buc,z}$	2800 mm
lateral torsional buckling length	$L_{buc,TL}$	2800 mm

Resistances for strength verification

Resistance against axial force	$N_{c,Rd}$	347330 N
Bending resistance major axes	$M_{c,Rd,y}$	9732525 Nmm
Bending resistance minor axes	$M_{c,Rd,z}$	9732525 Nmm

Combined axial force and bending

α	1,69		
β	1,69		
n	0,12		
a_w	0,46 ≤ 0,5	=>	0,46
a_f	0,46 ≤ 0,5	=>	0,46
$M_{n,Rd,y}$	11105692 ≤ $M_{c,Rd,y}$	=>	9732525 Nmm
$M_{n,Rd,z}$	11105692 ≤ $M_{c,Rd,z}$	=>	9732525 Nmm

Resistance for stability verification

Column buckling major axis

$\lambda_{rel,y}$	0,97		
α_y	0,21		
Φ_y	1,06		
χ_y	0,68 ≤ 1	=>	0,68
$N_{b,Rd,y}$	237394 N		

Column buckling minor axis

$\lambda_{rel,z}$	0,97		
α_z	0,21		
Φ_z	1,06		
χ_z	0,68 ≤ 1	=>	0,68
$N_{b,Rd,z}$	237394 N		

Lateral torsional buckling major axis

$\lambda_{rel,LT,y}$	1,04		
knikkr.	a		
α_y	0,21		
Φ_y	1,13		
χ_y	0,63 ≤ 1	=>	0,63
$M_{b,Rd,y}$	9732525 Nmm		

Combined axial force and bending

k_{yy}	1,14
k_{yz}	0,68
k_{zy}	0,00
k_{zz}	1,14

Input member forces

Normal force	NEd	41900	N
Bending major axis	MEd,y	2095000	Nmm
Bending minor axis	MEd,z	0	Nmm

Verification ULS strength capacity

Axial compression strength	$0,12 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
Bending strength major axis	$0,22 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
Bending strength major axis	$0,00 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
Combined axial force and bending	$0,07 \leq 1 \Rightarrow$	OK.

Verification stability

Column buckling major axis	$0,18 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
Column buckling minor axis	$0,18 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
Lateral torsional buckling	$0,22 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
Combined axial force and bending	$0,42 \leq 1 \Rightarrow$	OK.
	$0,18 \leq 1 \Rightarrow$	OK.

Ligger 8

Hoeklijn – L150x100x10

Ligger onder buitengevel maatgevend. Deze is gekoppeld met hoeklijn onder binnenblad. Hiermee wordt kip voorkomen. In verband met excentrische positie ten opzichte van de kolom dient deze hoeklijn zelfdragend te zijn. De ligger onder het binnenblad is niet maatgevend in verband met de kolom en wordt derhalve niet verder beschouwd.

Belastingen:

Permanente belasting

$$\begin{aligned} \text{EG} &= 0,2 \text{ kN/m} \\ \text{Buitenblad}_{\text{gem.}} \quad 1,6\text{m} \cdot 2,00 &= 3,2 \text{ kN/m} + \\ \text{Totaal}_{\text{gem}} &= 3,4 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Omhullende krachten:

$$\begin{aligned} L &= 3,3 \text{ m} \\ q_{PB;k} &= 3,4 \text{ kN/m} \\ q_{VB;k} &= 0 \text{ kN/m} \quad \varphi_0 = 0,0 \\ 6.10.a &= 4,1 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{maatgevend} \quad 1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi \cdot q_{VB;k} \\ 6.10.b &= 3,7 \text{ kN/m} \quad 1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k} \\ \text{Karakteristiek} &= 3,4 \text{ kN/m} \quad 1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k} \\ \text{Blijvend} &= 3,4 \text{ kN/m} \quad 1,0 \cdot q_{PB;k} \\ M_{Ed} &= 5,6 \text{ kNm} \quad 1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2 \\ V_{Ed} &= 6,7 \text{ kN} \quad 1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L \\ M_{kar} &= 4,6 \text{ kNm} \quad 1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2 \\ M_{blijvend} &= 4,6 \text{ kNm} \quad 1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2 \end{aligned}$$

Controle:

Profielgegevens: L150x100x10

$$\begin{aligned} L &= 3300 \text{ mm} & f_{y;d} &= 235 \text{ N/mm}^2 \\ h &= 150 \text{ mm} & 0,58 \cdot f_{y;d} &= 136,3 \text{ N/mm}^2 \\ b &= 100 \text{ mm} & 1,2 \cdot f_{y;d} &= 282 \text{ N/mm}^2 \\ t_w &= 10 \text{ mm} & I_y &= 552 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \\ t_f &= 10 \text{ mm} & W_y &= 54 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ r &= 10 \text{ mm} & S_y &= 30 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ A &= 2418 \text{ mm}^2 & E &= 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$M_{kar} =$	4,6 kNm	$M_{Ed} =$	5,6 kNm
$M_{blijvend} =$	4,6 kNm	$V_{Ed} =$	6,7 kN

Spanningen:

$$\begin{aligned} \sigma_{f;s;d} &= 103,5 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{s;d} &= 4,8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Buiging: UC = 0,44 < 1 Akkoord

Afschuiving: UC = 0,04 < 1 Akkoord

Vervorming:

$$\begin{aligned} U_{eind} &= 4,50 \text{ mm} & < 0,004 L &= 13,20 \text{ mm} & \text{Akkoord} \\ U_{bij} &= 0,00 \text{ mm} & < 0,002 L &= 6,60 \text{ mm} & \text{Akkoord} \end{aligned}$$

Kolom 2 is niet maatgevend ten opzichte van Kolom 1 en wordt derhalve niet verder beschouwd.

Ligger 9

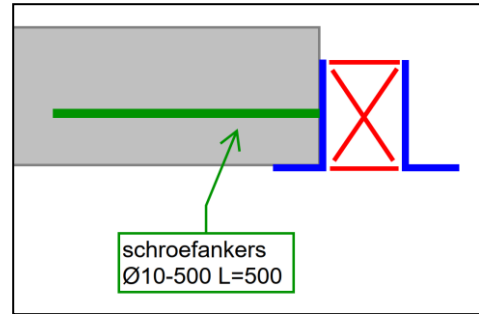
Dubbele hoeklijn – L200x100x10

Belastingen:

Belasting uit zoldervloer wordt voor 30% meegenomen in verband met krachtverloop langs de raamopening.

Permanente belasting

EG		= 0,4 kN/m
Verd.vl	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 7,25$	= 14,9 kN/m
Zold.vl _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 5,0 \cdot 1,6 \text{m} / 2,0 \text{m} \cdot 30\%$	= 2,5 kN/m
Dak _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 0,7 \cdot 5,0 \text{m} / 2,0 \text{m}$	= 3,6 kN/m
Gevel _{gem.}	$(2,0 \text{m} \cdot 30\% + 1,2 \text{m}) \cdot 4,00 \cdot 80\%$	= 7,2 kN/m
Wand _{gem.}	$2,4 \text{m} \cdot 1,85 \cdot 0,5 \cdot 4,1 \text{m} / 4,0 \text{m}$	= 2,3 kN/m +
Totaal _{gem.}		= 30,9 kN/m



Veranderlijke belasting

Verd.vl	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 2,55$	= 5,2 kN/m
Zold.vl _{gem.}	$0,5 \cdot 4,1 \cdot 2,55 \cdot 1,6 \text{m} / 2,0 \text{m} \cdot 30\%$	= 1,3 kN/m +
Totaal		= 6,5 kN/m

$$\Psi_0 = 0,4$$

Omhullende krachten:

L =	2,2 m	
q _{PB;k} =	30,9 kN/m	
q _{VB;k} =	6,5 kN/m	$\varphi_0 = 0,4$
6.10.a =	40,6 kN/m	$1,2 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot \varphi \cdot q_{VB;k}$
6.10.b =	42,8 kN/m	=> maatgevend $1,1 \cdot q_{PB;k} + 1,35 \cdot q_{VB;k}$
Karakteristiek =	37,4 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k} + 1,0 \cdot q_{VB;k}$
Blijvend =	30,9 kN/m	$1,0 \cdot q_{PB;k}$
M _{Ed} =	25,9 kNm	$1/8 \cdot Q_{Ed} \cdot L^2$
V _{Ed} =	47,0 kN	$1/2 \cdot Q_{Ed} \cdot L$
M _{kar} =	22,6 kNm	$1/8 \cdot Q_{kar} \cdot L^2$
M _{blijvend} =	18,7 kNm	$1/8 \cdot Q_{blijvend} \cdot L^2$

2/3 van de belasting wordt naar 1 hoeklijn gerekend

M _{Ed} =	17,2 kNm
V _{Ed} =	31,4 kN
M _{kar} =	15,1 kNm
M _{blijvend} =	12,5 kNm

Controle:

Profielgegevens: L200x100x10

L =	2200 mm	f _{y;d} =	235 N/mm ²
h =	200 mm	0,58 * f _{y;d} =	136,3 N/mm ²
b =	100 mm	1,2 * f _{y;d} =	282 N/mm ²
t _w =	10 mm	I _y =	1219 · 10 ⁴ mm ⁴
t _f =	10 mm	W _y =	93 · 10 ³ mm ³
r =	10 mm	S _y =	52 · 10 ³ mm ³
A =	2924 mm ²	E =	2,1 · 10 ⁵ N/mm ²

M _{kar} =	15,1 kNm	M _{Ed} =	17,2 kNm
M _{blijvend} =	12,5 kNm	V _{Ed} =	31,4 kN

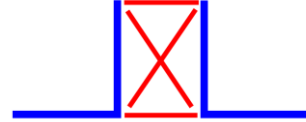
Spanningen:	σ _{f;s;d} =	184,5 N/mm ²
	τ _{s;d} =	16,5 N/mm ²

Buiging:	UC =	0,79	< 1	Akkoord
Afschuiving:	UC =	0,12	< 1	Akkoord

Vervorming:	U _{eind} =	2,97 mm	< 0,004 L =	8,80 mm	Akkoord
	U _{bij} =	0,51 mm	< 0,002 L =	4,40 mm	Akkoord

Ligger 10

Dubbele hoeklijn – L80x80x10



Belastingen:

EG		= 0,4 kN/m
Dak zijbouw	0,5*2,8m*6,50	= 4,8 kN/m +
Totaalgem		= 5,2 kN/m

Veranderlijke belasting

Dak zijbouw	0,5*2,8m*1,00	= 1,4 kN/m	$\Psi_0 = 0,0$
-------------	---------------	------------	----------------

Omhullende krachten:

L =	1,7 m		
$q_{PB;k}$ =	5,2 kN/m		
$q_{VB;k}$ =	1,4 kN/m	$\varphi_0 = 0,0$	
6.10.a =	6,2 kN/m	=> maatgevend	$1,2 * q_{PB;k} + 1,35 * \varphi * q_{VB;k}$
6.10.b =	7,6 kN/m		$1,1 * q_{PB;k} + 1,35 * q_{VB;k}$
Karakteristiek =	6,6 kN/m		$1,0 * q_{PB;k} + 1,0 * q_{VB;k}$
Blijvend =	5,2 kN/m		$1,0 * q_{PB;k}$
M_{Ed} =	2,7 kNm		$1/8 * Q_{Ed} * L^2$
V_{Ed} =	6,5 kN		$1/2 * Q_{Ed} * L$
M_{kar} =	2,4 kNm		$1/8 * Q_{kar} * L^2$
$M_{blijvend}$ =	1,9 kNm		$1/8 * Q_{blijvend} * L^2$

2/3 van de belasting wordt naar 1 hoeklijn gerekend

M_{Ed} =	1,8 kNm
V_{Ed} =	4,3 kN
M_{kar} =	1,6 kNm
$M_{blijvend}$ =	1,3 kNm

Controle:

Profielgegevens: L80x80x8

L =	1700 mm	$f_{y;d}$ =	235 N/mm ²
h =	80 mm	$0,58 * f_{y;d}$ =	136,3 N/mm ²
b =	80 mm	$1,2 * f_{y;d}$ =	282 N/mm ²
t_w =	8 mm	I_y =	$72 \cdot 10^4$ mm ⁴
t_f =	8 mm	W_y =	$13 \cdot 10^3$ mm ³
r =	10 mm	S_y =	$7 \cdot 10^3$ mm ³
A =	1227 mm ²	E =	$2,1 \cdot 10^5$ N/mm ²

M_{kar} =	1,6 kNm	M_{Ed} =	1,8 kNm
$M_{blijvend}$ =	1,3 kNm	V_{Ed} =	4,3 kN

Spanningen:	$\sigma_{f;s;d}$ =	142,9 N/mm ²
	$\tau_{s;d}$ =	7,5 N/mm ²

Buiging:	UC =	0,61	< 1	Akkoord
Afschuiving:	UC =	0,05	< 1	Akkoord

Vervorming:	U_{eind} =	3,18 mm	< 0,004 L =	6,80 mm	Akkoord
	U_{bij} =	0,60 mm	< 0,002 L =	3,40 mm	Akkoord

Oplegspanningen

De stalen liggers worden op het kalkzandsteen geplaatst.
De liggers 5 t/m 10 worden niet beschouwd. Deze belastingen zijn laag.

Ligger	V_{Ed} [kN]
1	131,4
2	131,4
3	40,7
4	93,3

Oplegspanning:

Toelaatbare spanning op kzs = 5,56 N/mm²
Zie bijlagen.

Op het kalkzandsteen tpv beide uiteinden van Ligger 3 wordt een centreerblok geplaatst. Hierdoor is de oplegspanning laag:	$N_{Ed,tot} = 131,4 + 40,7 = 172,1 \text{ kN}$ Spreiden over 900x100 = 90.000 mm ² Spanning = $172.100 / 90.000 = 1,91 \text{ N/mm}^2$	<5,56 -> akkoord
Ligger 1/2 halzijde:	$N_{Ed,tot} = 131,4 \text{ kN}$ Spreiden over 150x200 = 30.000 mm ² Spanning = $131.400 / 30.000 = 4,38 \text{ N/mm}^2$	<5,56 -> akkoord
Ligger 1+3 & 2+3	Op het kalkzandsteen tpv beide uiteinden van Ligger 3 wordt een centreerblok geplaatst. Hierdoor is de oplegspanning laag: $N_{Ed,tot} = 131,4 + 40,7 = 172,1 \text{ kN}$ Spreiden over 900x100 = 90.000 mm ² Spanning = $172.100 / 90.000 = 1,91 \text{ N/mm}^2$	<5,56 -> akkoord
Ligger 4:	$N_{Ed,tot} = 93,3 \text{ kN}$ Spreiden over 100x200 = 20.000 mm ² Spanning = $93.300 / 20.000 = 4,67 \text{ N/mm}^2$	<5,56 -> akkoord

Stabiliteit wand

Toelaatbare druk op kzs:
Wand t=100 mm $N_{Rd} = 125 \text{ kN/m}$
Wand t=150 mm $N_{Rd} = 390 \text{ kN/m}$
Zie bijlagen.

De wanden ter plaatse van de hal zijn ruimschoots akkoord.
De wanden ter plaatse van de speelkamer zijn stabiel door de verbreding en worden derhalve niet beschouwd.

Controle achtergevel

Kalkzandsteen ter plaatse van ligger 4 en 6 is maatgevend.
Breedte = 1,8 m $N_{Rd} = 1,8 * 125 = 225 \text{ kN}$

Belastingen:		
Ligger 4		= 93,3 kN
Ligger 6		= 26,8 kN
Kzs wand	1,1*4,0m*2,0*1,8	= 15,8 kN
verd.vl.	1,1*0,5*4,1m*7,25*1,8	= 29,4 kN
	1,35*0,5*4,1m*2,55*1,8	= 12,7 kN
Zoldervl.	1,1*0,5*4,1m*5,0*1,8	= 20,3 kN
	1,35*0,5*4,1m*2,55*1,8	= 12,7 kN
Dak	1,1*0,8m*0,7*1,8	= 1,1 kN
	Totaal	= 199,4 kN
		<225 kN -> akkoord

Controle voorgevel

Kalkzandsteen midden voorgevel

Breedte = 1,1 m $N_{Rd} = 1,1 \cdot 125 = 137 \text{ kN}$

Belastingen:

Ligger 9	$2 \cdot 31,4$	= 62,8 kN
Kzs wand	$1,1 \cdot 4,0 \text{ m} \cdot 2,0 \cdot 1,1$	= 15,8 kN
verd.vl.	$1,1 \cdot 0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 7,25 \cdot 1,1$	= 18,0 kN
	$1,35 \cdot 0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 2,55 \cdot 1,1$	= 7,8 kN
Zoldervl.	$1,1 \cdot 0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 5,0 \cdot 1,1$	= 12,4 kN
	$1,35 \cdot 0,5 \cdot 4,1 \text{ m} \cdot 2,55 \cdot 1,1$	= 7,8 kN
Dak	$1,1 \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 0,7 \cdot 1,1$	= 0,7 kN $\pm$
	Totaal	= 125,3 kN

<137 kN -> akkoord

Fundering

Uit het geotechnisch onderzoek, uitgevoerd door Inpijn-blokpoel, volgt dat de woning op staal kan worden gefundeerd vanwege de goede bovenlaag. Wel dient er grondverbetering toegepast te worden. Zie hiervoor ook rapport 02P016295-adv-01 d.d. 07-01-2021.

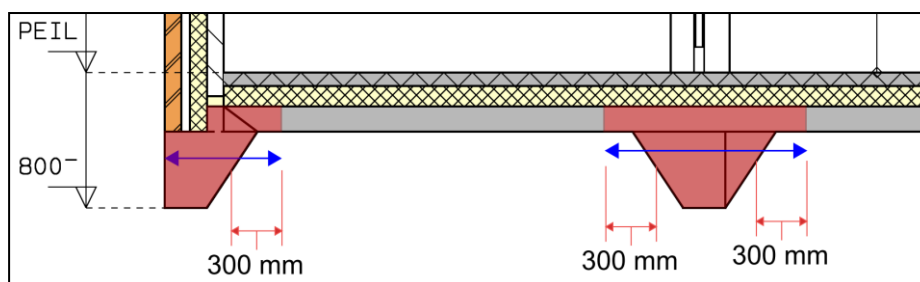
De fundering wordt uitgevoerd als een plaat ($d=150\text{ mm}$) met een vorstrand. Daar waar nodig worden vloerverzwaringen toegepast om de belasting goed te kunnen spreiden.

Onderstaande maximale toelaatbare grondspanningen zijn aangehouden voor de poeren en stroken. In verband met de aanwezig plaat of de verdiepte vorstrand, mag er gerekend worden met een aanlegniveau van $t=0,4\text{ m}$.

Strookafmeting B [m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\text{max;d}} [\text{kN/m}^2]$			Draagkracht op aanlegniveau $R_d [\text{kN/m}]$		
	t = 0,2 m	0,3 m	0,4 m	t = 0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,40	100	124	148	40	50	59
0,50	112	137	161	56	68	80
0,60	124	148	173	74	89	104
0,70	135	159	184	94	111	129
0,80	145	169	194	116	135	155

Poerafmeting B * L [m * m]	Maximale funderingsdruk aanlegniveau $\sigma'_{\text{max;d}} [\text{kN/m}^2]$			Draagkracht op aanlegniveau $R_d [\text{kN}]$		
	t = 0,2 m	0,3 m	0,4 m	t = 0,2 m	0,3 m	0,4 m
0,50 * 0,50	116	152	188	29	38	47
0,60 * 0,60	125	161	197	45	58	71
0,70 * 0,70	132	169	205	65	83	100
0,80 * 0,80	140	176	213	89	113	136
0,90 * 0,90	147	184	220	119	149	179
1,00 * 1,00	152	189	225	152	189	225

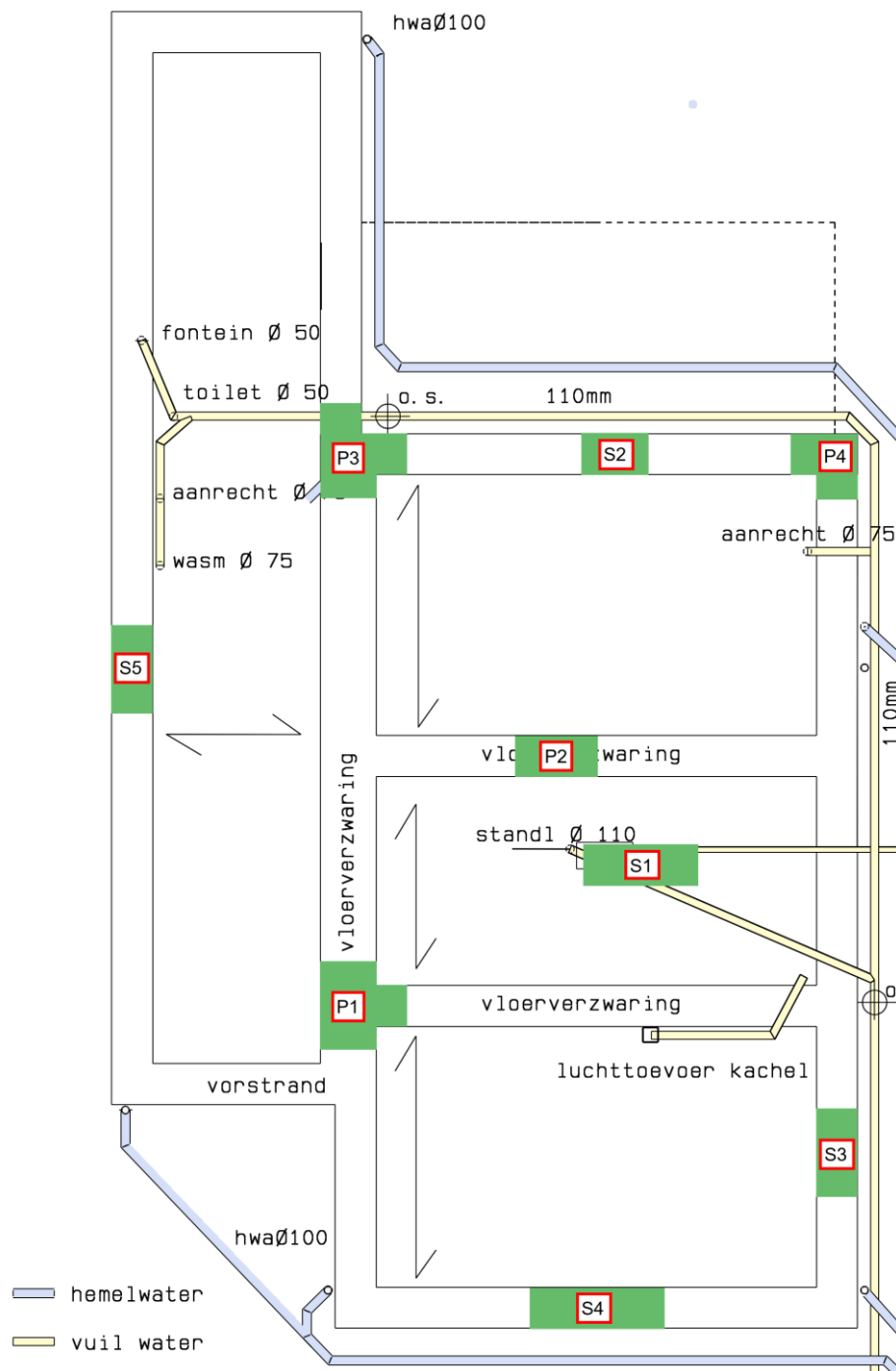
Standaard spreiding door de plaat met dikte 150 mm is $2 \times D = 300\text{ mm}$. Gerekend vanaf halvewege het afgeschuinde deel.



Belastingen

Element	Q_{PB}	$Q_{VB} * \psi$	Q_{Ed}
BG-vloer	5,50	2,55	9,5
Verdiepingsvloer	7,25	2,55	11,4
Plat dak zijbouw	6,50	0,00	7,2
Zoldervloer	5,00	1,02	6,9
Dak woning	0,70	0,00	0,8

Dak woning wordt als verwaarloosbaar beschouwd



In bovenstaand overzicht zijn de beschouwde funderingsstroken weergegeven. Dit zijn de maatgevende locaties. De belastingen zijn conservatief aangenomen.

Algemeen

BG-vloer inclusief niet-dragende wand
Spreiding wand over 600 mm

Kzs wand	$1,1*1,85*2,5m*1,0m$	$= 5,1 \text{ kN}$
BG-vloer	$9,5*0,6m*1,0m$	$= 5,7 \text{ kN} +$
Totaal		$= 11,8 \text{ kN}$

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,6*1,0m$ $F_{Rd} = 104 \text{ kN}$
Maximale belasting $F_{Ed} = 12 \text{ kN} < 104 \text{ kN}$ Dit is akkoord

Wapening:

Omgekeerde belasting.	$Q_{Ed;gem} = 11,8/(0,6*1,0)$	$= 19,7 \text{ kN/m}^2$	
	$M_{Ed} = 0,5*19,7*0,3^2$	$= 0,9 \text{ kNm/m}$	
	$A_{s;req} = 0,9 / (0,435*0,7*0,15)$	$= 20 \text{ mm}^2/m$	-> praktische wapening. Net Ø6-150

Poer 1

Belastingen uit liggers + 1m wand + 2m BG-vloer

Belasting uit ligger 2	F_{Ed}	$= 131,4 \text{ kN}$
Belasting uit ligger 3	F_{Ed}	$= 40,7 \text{ kN}$
Kzs wand	$1,1*1,85*2,5m*2*1,0m$	$= 10,2 \text{ kN}$
Verd. vl.	$11,4*1,0m$	$= 11,4 \text{ kN}$
Dak zijbouw	$7,2*1,0m$	$= 7,2 \text{ kN}$
BG-vloer	$9,5*2,0m*2,0m$	$= 38,0 \text{ kN}$
Gevel	$1,1*4,0*1,2m$	$= 5,3 \text{ kN}$
Poer	$1,1*0,55*0,45*2,0*25$	$= 13,6 \text{ kN} +$
Totaal		$= 257,4 \text{ kN}$

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,8*2,0m$ $F_{Rd} = 155*2 = 310 \text{ kN}$
Maximale belasting $F_{Ed} = 257 \text{ kN} < 310 \text{ kN}$ Dit is akkoord

Wapening:

Omgekeerde belasting.	$Q_{Ed;gem} = 257,4/(0,8*2,0)$	$= 160,9 \text{ kN/m}^2$	
	$M_{Ed;lengte} = 0,5*160,9*1,0^2*0,8$	$= 64,4 \text{ kNm}$	
	$A_{s;req} = 64,4 / (0,435*0,8*0,6)$	$= 308 \text{ mm}^2$	-> 4Ø10
	$M_{Ed;breedte} = 0,5*160,9*0,4^2$	$= 12,9 \text{ kNm/m}$	
	$A_{s;req} = 12,9 / (0,435*0,8*0,6)$	$= 61,8 \text{ mm}^2/m$	-> praktische wapening.

Poer 2

Belastingen uit liggers 2m BG-vloer

Belasting uit ligger 1	F_{Ed}	$= 131,4 \text{ kN}$
Kzs wand	$1,1*2,8*2,5m*1,0m$	$= 7,7 \text{ kN}$
BG-vloer	$9,5*2,0m$	$= 19,0 \text{ kN}$
Poer	$1,1*0,55*0,45*2,0*25$	$= 13,6 \text{ kN} +$
Totaal		$= 171,7 \text{ kN}$

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,8*1,5m$ $F_{Rd} = 155*1,5 = 232,5 \text{ kN}$
Maximale belasting $F_{Ed} = 172 \text{ kN} < 232 \text{ kN}$ Dit is akkoord

Wapening:

Omgekeerde belasting.	$Q_{Ed;gem} = 172/(0,8*1,5)$	$= 143 \text{ kN/m}^2$	$< \text{Poer 1, niet maatgevend}$
-----------------------	------------------------------	------------------------	------------------------------------

Poer 3

Belastingen uit liggers + 2m wand + 2m BG-vloer

Belasting uit ligger 4+5	93,3+22,5	= 115,8 kN
Kzs wand	1,1*1,85*2,5m*2,0m	= 10,2 kN
Dak zijbouw	7,2*2,2m	= 15,8 kN
BG-vloer	9,5*2,0m*2,0m	= 38,0 kN
Gevel	1,1*4,0*1,2m	= 5,3 kN
Poer	1,1*0,4*0,45*2,0*25	= 9,9 kN +
	Totaal	= 196,8 kN

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,7*2,0m$ $F_{Rd} = 129*2 = 258$ kN
Maximale belasting $F_{Ed} = 197$ kN < 258 kN Dit is akkoord

Wapening:

Omgekeerde belasting. $Q_{Ed;gem} = 197/(0,7*2,0) = 140,7$ kN/m²

$$M_{Ed;lengte} = 0,5*140,7*1,0^2*0,7 = 49,2 \text{ kNm}$$

$$A_{s;req} = 49,2/(0,435*0,8*0,45) = 314 \text{ mm}^2 \rightarrow 4\emptyset 10$$

$$M_{Ed;breedte} = 0,5*140,7*0,4^2 = 11,3 \text{ kNm/m}$$

$$A_{s;req} = 11,3/(0,435*0,8*0,45) = 72 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \text{praktische wapening.}$$

Poer 4

Belastingen uit liggers + 2m wand + 2m BG-vloer

Belasting uit ligger 6+7		= 41,7 kN
Gevel	1,1*4,0*1,5m*2,0m	= 13,2 kN
BG-vloer	9,5*1,0m*2,0m	= 19,0 kN
Poer	1,1*0,4*0,45*2,0*25	= 9,9 kN +
	Totaal	= 83,8 kN

Dit is niet maatgevend ten opzichte van poer 3 en wordt derhalve niet verder beschouwd -> akkoord

Strook 1

BG-vloer inclusief dragende wand

Spreading wand over 600 mm

Verd.vloer	11,4*5/8*3,3m	= 23,5 kN/m
Kzs wand	1,1*1,85*2,5m*1,0m	= 5,1 kN/m
BG-vloer	9,5*0,6m*1,0m	= 5,7 kN/m +
	Totaal	= 35,3 kN

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,6*1,0m$ $F_{Rd} = 104$ kN
Maximale belasting $F_{Ed} = 35$ kN < 104 kN Dit is akkoord

Wapening:

Omgekeerde belasting. $Q_{Ed;gem} = 35/(0,6*1,0) = 58,3$ kN/m²

$$M_{Ed} = 0,5*58,3*0,3^2 = 2,6 \text{ kNm/m}$$

$$A_{s;req} = 2,6 / (0,435*0,7*0,15) = 57 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \text{praktische wapening.}$$

Strook 2

Combinatie van poer 3 en 4. Belastingen zijn gelijkwaardig en worden goed gespreid en wordt derhalve niet verder beschouwd.

Strook 3

Verd.vloer	$11,4 \times 0,6\text{m}$	$= 6,8 \text{ kN/m}$
Gevel	$1,1 \times 4,0 \times 4,3\text{m}$	$= 18,9 \text{ kN/m}$
BG-vloer	$9,5 \times 1,0\text{m}$	$= 9,5 \text{ kN/m}$
Poer	$1,1 \times 0,4 \times 0,45 \times 1,0 \times 25$	$= 4,9 \text{ kN/m} +$
	Totaal	$= 40,1 \text{ kN/m}$

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,7 \times 1,0\text{m}$ $F_{Rd} = 129 \text{ kN}$
Maximale belasting $F_{Ed} = 40 \text{ kN} < 129 \text{ kN}$ Dit is akkoord

Wapening is niet maatgevend ten opzichte van de poeren en wordt derhalve niet verder beschouwd.

Strook 4

Meewerkende breedte verdiepingsvloeren = $3,0 \text{ m}$
Meewerkende breedte funderingsstrook = $2,0 \text{ m}$

Gevel	$1,1 \times 4,00 \times 70\% \times 6,8 \times 3,0\text{m}$	$= 62,8 \text{ kN}$
Verd. vl.	$11,4 \times 3,0\text{m}$	$= 34,2 \text{ kN}$
Zolder vl.	$6,9 \times 3,0\text{m}$	$= 20,7 \text{ kN}$
BG-vloer	$9,5 \times 2,0\text{m}$	$= 19,0 \text{ kN}$
Poer	$1,1 \times 0,55 \times 0,45 \times 2,0 \times 25$	$= 13,6 \text{ kN} +$
	Totaal	$= 150,3 \text{ kN}$

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,7 \times 2,0\text{m}$ $F_{Rd} = 129 \times 2 = 258 \text{ kN}$
Maximale belasting $F_{Ed} = 150 \text{ kN} < 258 \text{ kN}$ Dit is akkoord

Wapening is niet maatgevend ten opzichte van de poeren en wordt derhalve niet verder beschouwd.

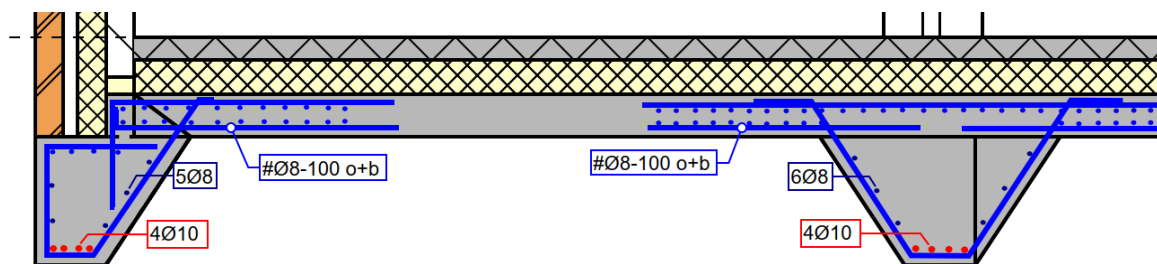
Strook 5

Gevel	$1,1 \times 4,00 \times 3,3\text{m}$	$= 14,5 \text{ kN/m}$
Dak zijbouw	$7,2 \times 0,5 \times 3,0\text{m}$	$= 10,8 \text{ kN/m}$
BG-vloer	$9,5 \times 2,0\text{m}$	$= 19,0 \text{ kN/m}$
Poer	$1,1 \times 0,55 \times 0,45 \times 1,0 \times 25$	$= 6,8 \text{ kN/m} +$
	Totaal	$= 51,1 \text{ kN/m}$

Opneembare belasting bij beschouwing meewerkend oppervlakte = $0,7 \times 1,0\text{m}$ $F_{Rd} = 129 \text{ kN}$
Maximale belasting $F_{Ed} = 51 \text{ kN} < 129 \text{ kN}$ Dit is akkoord

Wapening is niet maatgevend ten opzichte van de poeren en wordt derhalve niet verder beschouwd.

Wapening



Bijlagen

Op de volgende bladzijden zijn de berekeningen weergegeven van het kalkzandsteen

Nationale annex : Nederlands

Module 3 - Oplegspanning bij een puntlast

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : oplegspanning 100 mm

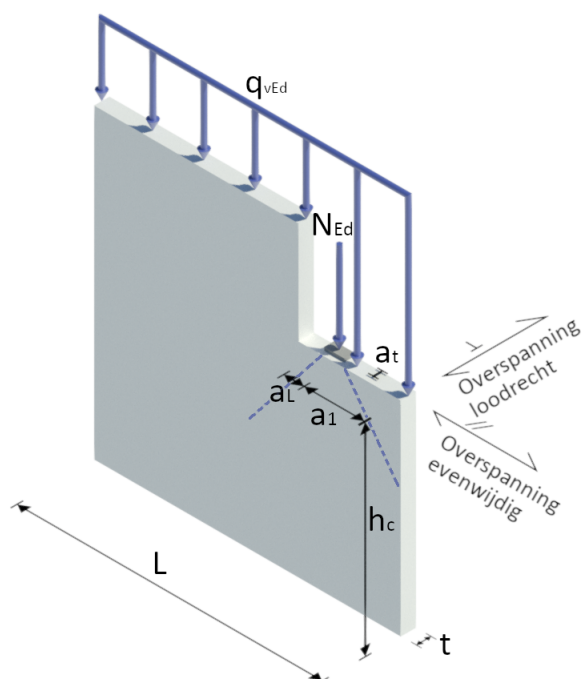
Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC1

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12)

$$f_b = 12 \text{ N/mm}^2$$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 100 \text{ mm}$$

de totale lengte van de wand

$$L = 2500 \text{ mm}$$

hoogte van de wand tot aan het niveau van de last

$$h_c = 2500 \text{ mm}$$

afstand van einde wand tot belast oppervlak

$$a_1 = 50 \text{ mm}$$

lengte van het belaste oppervlak evenwijdig aan L

$$a_L = 200 \text{ mm}$$

breedte van het belaste oppervlak

$$a_t = 100 \text{ mm}$$

overspanningsrichting van de balk of latei: evenwijdig aan de wand

Belastingen:

geconcentreerde last

$$N_{Ed} = 110,000 \text{ kN}$$

belasting net boven de ondersteuning

$$q_{vEd} = 0,000 \text{ kN/m}$$

De excentriciteit van het lastvlak e_t moet kleiner of gelijk zijn aan $t/4$.

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 6.3.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Resultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0,8 \times 12^{0,85} \times 12,5^0 = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,5} = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 6.1.3 (1)

$$L_{efm} = \min \left(a_L + 2 \times 0,577 \frac{h_c}{2}; a_L + 0,577 \frac{h_c}{2} + a_1; L \right) = 971,3 \text{ mm}$$
$$A_{ef} = L_{efm} t = 97125 \text{ mm}^2 \quad A_b = a_L a_t = 20000 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = \max \left(A_{ef}; \frac{A_b}{0,45} \right) = 97125 \text{ mm}^2$$

$$\beta = \max \left(1; \left(1 + 0,3 \frac{a_1}{h_c} \right) (1,50 - 1,1 \frac{A_b}{A_{ef}}) \right) = 1,281 \quad \dots(6.11)$$

$$\beta = \min \left(\beta; \left(1,25 + \frac{a_1}{2 h_c} \right); 1,50 \right) = 1,26$$

$$N_{Rdc} = \beta A_b f_d = 1,26 \times 20000 \times 4,41 = 111,1 \text{ kN} \quad \dots(6.10)$$

$$N_{Ed} = N_{Edc} + N_{Edw} a_L = 110 + 0 \times 200 = 110 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 110 \text{ kN} < N_{Rdc} = 111,1 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \text{ De capaciteit van de oplegging voldoet.} \quad \dots(6.9)$$

Conclusie : De capaciteit van de oplegging voldoet.

Module 3 - Oplegspanning bij een puntlast

INVOERGEGEVENS

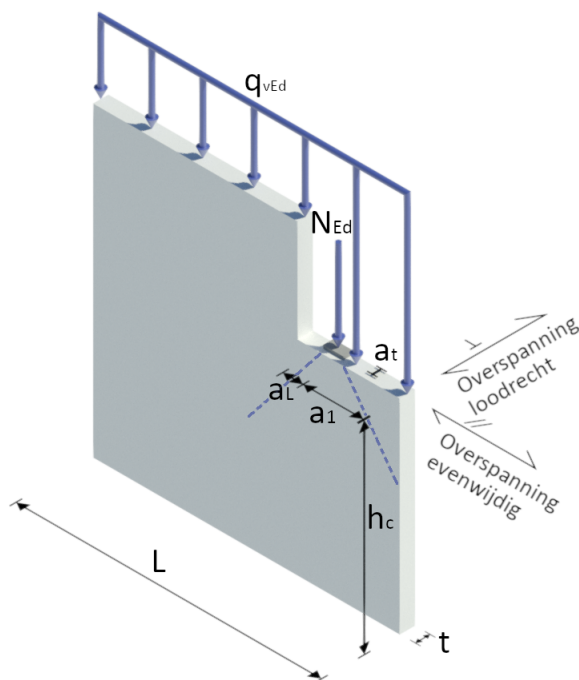
ONDERDEEL : oplegspanning 150 mm

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC1

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



Geometrie van de wand:

dikte

$$t = 150 \text{ mm}$$

de totale lengte van de wand

$$L = 2500 \text{ mm}$$

hoogte van de wand tot aan het niveau van de last

$$h_c = 2500 \text{ mm}$$

afstand van einde wand tot belast oppervlak

$$a_1 = 50 \text{ mm}$$

lengte van het belaste oppervlak evenwijdig aan L

$$a_L = 200 \text{ mm}$$

breedte van het belaste oppervlak

$$a_t = 150 \text{ mm}$$

overspanningsrichting van de balk of latei: evenwijdig aan de wand

Belastingen:

geconcentreerde last

$$N_{Ed} = 165,000 \text{ kN}$$

belasting net boven de ondersteuning

$$q_{vEd} = 0,000 \text{ kN/m}$$

De excentriciteit van het lastvlak e_t moet kleiner of gelijk zijn aan $t/4$.

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 6.3.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Resultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0,8 \times 12^{0,85} \times 12,5^0 = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,5} = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

Artikel 6.1.3 (1)

$$L_{efm} = \min \left(a_L + 2 \times 0,577 \frac{h_c}{2}; a_L + 0,577 \frac{h_c}{2} + a_1; L \right) = 971,3 \text{ mm}$$
$$A_{ef} = L_{efm} t = 145688 \text{ mm}^2 \quad A_b = a_L a_t = 30000 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = \max \left(A_{ef}; \frac{A_b}{0,45} \right) = 145688 \text{ mm}^2$$

$$\beta = \max \left(1; \left(1 + 0,3 \frac{a_1}{h_c} \right) (1,50 - 1,1 \frac{A_b}{A_{ef}}) \right) = 1,281 \quad \dots(6.11)$$

$$\beta = \min \left(\beta; \left(1,25 + \frac{a_1}{2 h_c} \right); 1,50 \right) = 1,26$$

$$N_{Rdc} = \beta A_b f_d = 1,26 \times 30000 \times 4,41 = 166,6 \text{ kN} \quad \dots(6.10)$$

$$N_{Ed} = N_{Edc} + N_{Edw} a_L = 165 + 0 \times 200 = 165 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 165 \text{ kN} < N_{Rdc} = 166,6 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \text{ De capaciteit van de oplegging voldoet.} \quad \dots(6.9)$$

Conclusie : De capaciteit van de oplegging voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

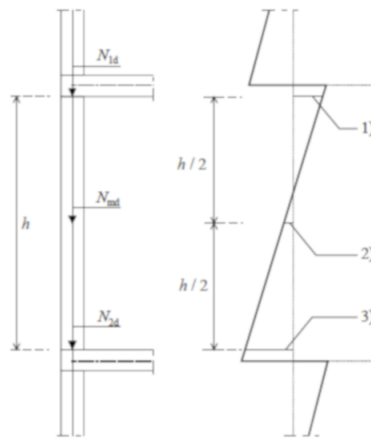
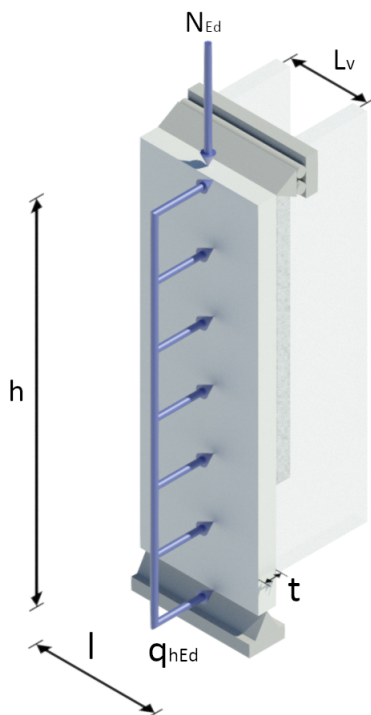
ONDERDEEL : Puntlast op wand 100mm

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC1

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed\ t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed\ m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed\ b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 100 \text{ mm}$

hoogte

$h = 2500 \text{ mm}$

breedte

$\ell = 1000 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: betonvloer opgelegd aan één zijde van de wand

Belastingen:

normaalkracht

$N_{Ed} = 125,0 \text{ kN}$

maximale normaalkracht

$N_{Ed,ma} = 125,0 \text{ kN}$

moment aan de top

$M_{Ed\ t} = 0,00 \text{ kNm}$

moment in het midden

$M_{Ed\ m} = 0,00 \text{ kNm}$

moment aan de voet

$M_{Ed\ b} = 0,00 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0,8 \times 12^{0,85} \times 12,5^0 = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,5} = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0,75 \times 2500 = 1875 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 18,75 < 27 \text{ u.c.} = 0,69 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 4,2 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0,05 t) = 5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0,1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 396,78 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0,05 t) = 5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0,1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 396,78 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 4,2 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0,05 t_{ef}) = 5 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{5}{100} = 0,9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{1875}{100} \sqrt{\frac{6,6}{4629,1}} = 0,709 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0,709 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{5}{100}} = 0,962 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,567 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 249,9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 125 \text{ kN} < N_{Rd} = 249,9 \text{ kN} \quad u.c. = 0,50 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1,00 \times 2500 = 2500 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 25,00 < 27 \quad u.c. = 0,93 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0,05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{100} = 0,8 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2500}{100} \sqrt{\frac{6,6}{4629,1}} = 0,945 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,945 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{10}{100}} = 1,439 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,284 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 125,3 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 125 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 125,3 \text{ kN} \quad u.c. = 1,00 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0,75 \times 2500 = 1875 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 396,78 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i.b} = 1 - 2 \frac{e_{i.b}}{t} = 0,9 \dots (6.4)$$

$$N_{Rd.b} = \Phi_{i.b} \ell t f_d = 396,78 \text{ kN} \dots (6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,567 \dots (G.1)$$

$$N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 249,9 \text{ kN} \dots (6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 125 \text{ kN} < N_{Rd} = 249,9 \text{ kN} \quad u.c. = 0,50 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1,00 \times 2500 = 2500 \text{ mm} \dots (5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,284 \dots (G.1)$$

$$N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 125,3 \text{ kN} \dots (6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 125 \text{ kN} < N_{Rd.m2} = 125,3 \text{ kN} \quad u.c. = 1,00 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.

Module 1 - Twee- of meezijdig gesteunde dragende wand met moment in het midden en aan de uiteinden van de wand

INVOERGEGEVENS

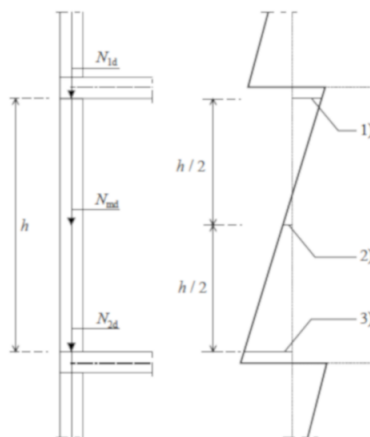
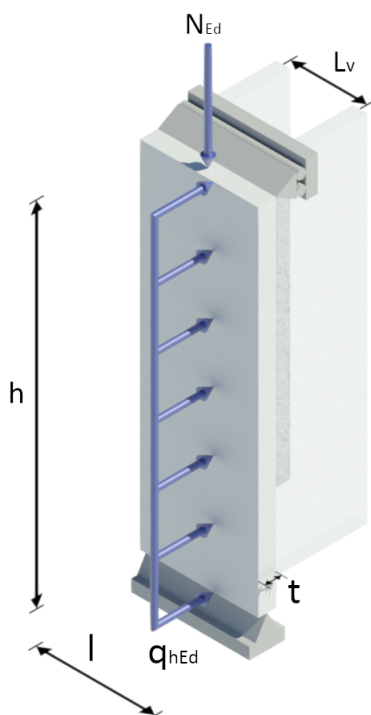
ONDERDEEL : Puntlast op wand 150mm

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC1

genormaliseerde gemiddelde druksterkte kalkzandsteen (CS 12) $f_b = 12 \text{ N/mm}^2$

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel



- 1) $M_{Ed t}$ (inwendig moment aan de bovenzijde van de wand)
- 2) $M_{Ed m}$ (inwendig moment in het midden van de hoogte van de wand)
- 3) $M_{Ed b}$ (inwendig moment aan de onderzijde van de wand)

Geometrie van de wand:

dikte

$t = 150 \text{ mm}$

hoogte

$h = 2500 \text{ mm}$

breedte

$\ell = 1000 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: betonvloer opgelegd aan één zijde van de wand

Belastingen:

normaalkracht

$N_{Ed} = 390,0 \text{ kN}$

maximale normaalkracht

$N_{Ed, max} = 390,0 \text{ kN}$

moment aan de top

$M_{Ed t} = 0,00 \text{ kNm}$

moment in het midden

$M_{Ed m} = 0,00 \text{ kNm}$

moment aan de voet

$M_{Ed b} = 0,00 \text{ kNm}$

BEREKENING

Bepaling capaciteit volgens art. 5.5.1 van NEN-EN 1996-1-1 (nl):

Tussenresultaten

$$f_k = K (f_b)^\alpha (f_m)^\beta = 0,8 \times 12^{0,85} \times 12,5^0 = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.3)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,5} = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho h = 0,75 \times 2500 = 1875 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 12,50 < 27 \quad \text{u.c.} = 0,46 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

Artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 4,2 \text{ mm}$$

Artikel 6.1.2.2

Excentriciteit boven

$$e_t = \frac{M_{Ed,t}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_{i,t,f} = \max(|e_t| + e_{init}; 0,05 t) = 7,5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0,1 \quad e_{i,t} = e_{i,t,f} = 7,5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 595,16 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit onder

$$e_b = \frac{M_{Ed,b}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_{i,b,f} = \max(|e_b| + e_{init}; 0,05 t) = 7,5 \text{ mm} \quad \dots(6.5)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0,1 \quad e_{i,b} = e_{i,b,f} = 7,5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{i,b} = 1 - 2 \frac{e_{i,b}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 595,16 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Excentriciteit midden

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,mc}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm} \quad e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init} = 4,2 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0,05 t_{ef}) = 7,5 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{7,5}{150} = 0,9 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{1875}{150} \sqrt{\frac{6,6}{4629,1}} = 0,472 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0,472 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{7,5}{150}} = 0,61 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,747 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 494,2 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 390 \text{ kN} < N_{Rd} = 494,2 \text{ kN} \quad u.c. = 0,79 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Bij constante minimale eerste-orde excentriciteit

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1,00 \times 2500 = 2500 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

Artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef2}}{t_{ef}} = 16,67 < 27 \quad u.c. = 0,62 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

$$e_{m2} = \max(10; \frac{h_{ef2}}{300}) = 10 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk2} = \max(e_{m2} + e_k; 0,05 t) = 10 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk2}}{t} = 1 - 2 \frac{10}{150} = 0,867 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_{\phi} = \frac{h_{ef2}}{t} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2500}{150} \sqrt{\frac{6,6}{4629,1}} = 0,63 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_{\phi} - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,63 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{10}{150}} = 0,87 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,594 \quad \dots(G.1) \quad N_{Rd,m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 392,7 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 390 \text{ kN} < N_{Rd,m2} = 392,7 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 4,41 \text{ N/mm}^2$$

Bij gegeven momenten

$$h_{ef} = \rho h = 0,75 \times 2500 = 1875 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{i,t} = 1 - 2 \frac{e_{i,t}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4) \quad N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 595,16 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_{i.b} = 1 - 2 \frac{e_{i.b}}{t} = 0,9 \quad \dots(6.4)$$

$$N_{Rd.b} = \Phi_{i.b} \ell t f_d = 595,16 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,747 \quad \dots(G.1)$$

$$N_{Rd.m} = \Phi_m \ell t f_d = 494,2 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 390 \text{ kN} < N_{Rd} = 494,2 \text{ kN} \quad u.c. = 0,79 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

$$h_{ef2} = \rho_2 h = 1,00 \times 2500 = 2500 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

$$\Phi_{m2} = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,594 \quad \dots(G.1)$$

$$N_{Rd.m2} = \Phi_{m2} \ell t f_d = 392,7 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

Artikel 5.5.1.1(5)

$$N_{Ed,max} = 390 \text{ kN} < N_{Rd.m2} = 392,7 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Conclusie : Wand voldoet.