

Statische Berekening

datum: 23 augustus 2016
projectnummer: 16 053
documentnummer: SB-01

Hummelo | Zorgcomplex | Pennekampweg

Opdrachtgever:

Sité Woondiensten
Postbus 172
7000 AD Doetinchem

Architect:

Architectengroep Gelderland
Hummeloseweg 16
7021 AE Zelhem

Aannemer:

Fase:

Omgevingsvergunning

Constructeur:

D.B. Koop, MSc



Dantuma-Wegkamp B.V.
Gasgracht 3h | Postbus 219
7941 KG Meppel | 7940 AE Meppel

T 0522 – 76 00 41
E info@dantumawegkamp.nl
I www.dantumawegkamp.nl

kvk 51036150
btw NL 8230.56.697.B01
Rabobank 13 57 69 078

INHOUDSOPGAVE

1. Uitgangspunten

1.1	Projectomschrijving	1.1
1.2	Veiligheidsklasse	1.1
1.3	Belastingfactoren	1.1
1.4	Normen	1.2
1.5	Constructieve opbouw	1.2
1.6	Stabiliteit	1.2
1.7	Materialen	1.2
1.8	Brandveiligheid	1.3

2. Belastingaannamen

2.1	Permanente belasting	2.1
2.2	Veranderlijke belasting	2.2

3. Wanddoorbraken

3.1	Algemeen	3.1
3.2	Stalen liggers ter plaatse van wanddoorbraken	3.1
3.3	Controle wandbelasting	3.1

Totaal: **10** pagina's

1. UITGANGSPUNTEN

1.1 Projectomschrijving

Het project omhelst het verbouwen van het voormalig zorgcomplex aan de Pennekampweg te Hummelo. In deze rapportage wordt de hoofddraagconstructie van de verbouw nader uitgewerkt en verantwoord.

1.2 Veiligheidsklasse

Gebouwfunctie	=	Woongebouw
Ontwerplevensduur	=	Klasse 3 - 50 jaar
Gevolgsklasse	=	CC1 Geringe kans en kleine of verwaarloosbare gevolgen.
Betrouwbaarheidsklasse	=	RC1
Factor K_{fi}	=	0,9

1.3 Belastingcombinaties

Ultimate Limit States (ULS)

Groep A - Statisch evenwicht (EQU)

$$6.10-1 \quad \sum_{j \geq 1} 1,1 \cdot Gk_{j, sup} + 1,5 \cdot Qk_{,1} + \sum_{j > i} 1,5 \cdot \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$$

$$6.10-2 \quad \sum_{j \geq 1} 0,9 \cdot Gk_{j, inf} + 1,5 \cdot Qk_{,1} + \sum_{j > i} 1,5 \cdot \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$$

Groep B - Ontwerp en berekening van constructieve elementen (STR/GEO)

$$6.10-a1 \quad \sum_{j \geq 1} 1,35 \cdot Gk_{j, inf} + \sum_{j > i} 1,5 \cdot \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$$

$$6.10-a2 \quad \sum_{j \geq 1} 0,9 \cdot Gk_{j, inf} + \sum_{j > i} 1,5 \cdot \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$$

$$6.10-b1 \quad \sum_{j \geq 1} 1,2 \cdot Gk_{j, inf} + 1,5 \cdot Qk_{,1} + \sum_{j > i} 1,5 \cdot \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$$

$$6.10-b2 \quad \sum_{j \geq 1} 0,9 \cdot Gk_{j, inf} + 1,5 \cdot Qk_{,1} + \sum_{j > i} 1,5 \cdot \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$$

Service Limit States (SLS)

Karakteristiek	$Gk_{,j} + Qk_{,1} + \sum_{j > i} \Psi_{0,i} \cdot Qk_{,i}$
----------------	---

Frequent	$Gk_{,j} + \Psi_{1,1} \cdot Qk_{,1} + \sum_{j > i} \Psi_{2,i} \cdot Qk_{,i}$
----------	--

Quasi-Blijvend	$Gk_{,j} + \Psi_{2,1} \cdot Qk_{,1} + \sum_{j > i} \Psi_{2,i} \cdot Qk_{,i}$
----------------	--

1.4 Normen

- Eurocode 0 - Grondslagen	: NEN-EN 1990
- Eurocode 1 - Belastingen	: NEN-EN 1991
- Eurocode 2 - Betonconstructies	: NEN-EN 1992
- Eurocode 3 - Staalconstructies	: NEN-EN 1993
- Eurocode 4 - Staal-Betonconstructies	: NEN-EN 1994
- Eurocode 5 - Houtconstructies	: NEN-EN 1995
- Eurocode 6 - Metselwerkconstructies	: NEN-EN 1996
- Eurocode 7 - Geotechnisch ontwerp	: NEN-EN 1997

1.5 Constructieve opbouw

- Hellende dak	= Sporenkap
- Plat dak	= Nehobo-systeemvloer
- Verd. vloeren	= Nehobo-systeemvloer
- Begane grondvl.	= NEBI-isolatieplaatvloer
- Fundatie	= In-het-werk-gestorte balkenraster op prefab betonnen heipalen

1.6 Stabiliteit

Stabiliteit wordt verzorgd door loodrecht op elkaar staande gemetselde wanden in combinatie met schijfwerking in de verdiepingsvloeren.

1.7 Materialen

Beton

Betonkwaliteit	= C20/25
Betonstaalkwaliteit	= B500B

Staal

Staalkwaliteit	= S275	(kokers- & Buisprofielen)
Staalkwaliteit	= S355	(SFB-, IFB- & hoedliggers)
Staalkwaliteit	= S235	(overige H & I profielen)

Hout

Houtkwaliteit	= C18	(hsb-wanden)
Houtkwaliteit	= C24	(kapconstrictie en houten balklagen)

Steen

Steenkwaliteit	= CS12
Steenkwaliteit	= CS20 (liftkokerwanden)

1.8 Brandveiligheid

Algemeen

Gebouwtype:

1b - Woonfunctie in een woongebouw.

Hoogste vloerniveau met verblijfsfunctie = 3,0 m

Aantal bouwlagen vanaf meetniveau = 2 Bouwlagen

Sprinklerinstallatie? Nee

Hoogte vuurbelasting = > 500 MJ/m²

Brandveiligheid mbt bezwijken van de hoofddraagconstructie

Brandwerendheidseis = 60 min. (vlg art. 2.9.2.)

Evt. reductie = 0 min. (tgv lage vuurbelasting en/ of sprinkler)

Totaal = 60 min.

Definitie hoofddraagconstructie bij brand:

Deel van de bouwconstructie dat ligt in of dat grenst aan een brandruimte en waarvan bezwijken een voortschrijdende instorting tot gevolg heeft.

2. BELASTINGAANNAMEN

2.1 Permanente belasting

Hellend Dak $\alpha = 45^\circ$

Dakpannen	=	0,50 kN/m ²	0,71 kN/m ²
Sporenkap	=	0,20 kN/m ²	0,28 kN/m ²
	=	0,70 kN/m ²	0,99 kN/m²

Dakvloer

Dakbedekking en isolatie	=	0,15 kN/m ²	
Systeemvloer 170mm	=	4,00 kN/m ²	
Systeemplafond	=	0,10 kN/m ²	
	=	4,25 kN/m ²	4,25 kN/m²

Verdiepingsvloer

Afwerklaag 30mm	=	0,60 kN/m ²	
Systeemvloer 170mm	=	4,00 kN/m ²	
Systeemplafond	=	0,10 kN/m ²	
	=	4,70 kN/m ²	4,70 kN/m²

Begane grondvloer

Afwerklaag 30mm	=	0,60 kN/m ²	
Nebi Ps-isolatievloer	=	2,50 kN/m ²	
	=	3,10 kN/m ²	3,10 kN/m²

Eigen Gewichten

Buitenblad	=	2,00 kN/m ²
Baksteen 100mm	=	2,00 kN/m ²
Kalkzandsteen 120mm	=	2,40 kN/m ²
Kalkzandsteen 214mm	=	4,25 kN/m ²

2.2 Veranderlijke belasting

Sneeuw

Basis:

	Dakhelling	$s_{k,rep}$	μ_1	$s_{e,rep}$	ψ_0
Dak (hellend) =	45°	0,70 kN/m ²	0,40	0,28 kN/m²	0,00
Dak (plat) =	0°	0,70 kN/m ²	0,80	0,56 kN/m²	0,00

Wind



Locatie: Hummeloo
Windgebied: III onbebouwd
Gebouwhoogte h: 9 m
Gebouwbreedte b: 25 m
Gebouwlengte l: 45 m
Basiswindsnelheid $v_{b,0}$: 24,5 m/s

Orografiefactor $c_{0(z)}$: 1,00 (NEN-EN 1991-1-4 bijlage A3)
Referentiehoogte z_s : 5,4 m
Ruwheidslengte z_0 : 0,20 m
Ruwheidslengte z_{min} : 4,00 m
Terreinfactor k_r : 0,21
Ruwheidsfactor $c_{r(0)}$: 0,80
Gemid. windsnelheid $v_{m(z)}$: 19,5 m/s

Turbulentie-intensiteit $I_{v(z)}$: 0,26

Extreme Stuwdruk

$q_{p(z),rep}$	ψ_0
0,68 kN/m²	0,00

Bouwwerkfactor (**b**) - $C_s C_d$: 1,00 ($h < 15m$)

Bouwwerkfactor (**l**) - $C_s C_d$: 1,00

Vloeren

Functie/ belastingklasse	q_k	Q_k	ψ_0	ψ_1	ψ_2
A: Woon- en verblijfsruimtes	1,75 kN/m ²	3,0 kN	0,40	0,50	0,30
A: Woon- en verblijfsruimtes - balkon	2,50 kN/m ²	3,0 kN	0,40	0,50	0,30
A: Woon- en verblijfsruimtes - ontsluitingsweg	2,00 kN/m ²	3,0 kN	0,40	0,50	0,30
C1: Bijeenkomstfunctie met tafels	4,00 kN/m ²	7,0 kN	0,40	0,70	0,60
C: Bijeenkomstfunctie - ontsluitingsweg	5,00 kN/m ²	7,0 kN	0,60	0,70	0,60
H: Daken (niet toegankelijk)	1,00 kN/m ²	2,0 kN	0,00	0,00	0,00

Lichte scheidingswanden

Scheidingswanden met een eigen gewicht $\leq 1,0$ kN/m wandlengte.	0,50 kN/m²
Scheidingswanden met een eigen gewicht $\leq 2,0$ kN/m wandlengte.	0,80 kN/m²
Scheidingswanden met een eigen gewicht $\leq 3,0$ kN/m wandlengte.	1,20 kN/m²

Volgens NEN-1991-1-1 (art. 6.3.1.2-8) dient de belasting ten gevolge van verplaatsbare scheidingswanden opgeteld te worden bij de opgelegde vloerbelasting.

3. WANDDOORBRAKEN

3.1 Algemeen

De bestaande dak- en verdiepingsvloeren zijn uitgevoerd als een 170mm betonnen systeemvloer in combinatie met een maximale afwerklaagdikte van 30mm.

P₁ (incl. eigen gewicht)	Lengte [m]	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]	ψ ₀	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]
Dakvloer	1,00	4,25	1,00	0,00	4,25	1,00
				0,00	4,25	1,00 kN/m ²
P₂ (incl. eigen gewicht)	Lengte [m]	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]	ψ ₀	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]
Verdiepingsvloer (woning)	1,00	4,70	2,95	0,40	4,70	2,95
				0,40	4,70	2,95 kN/m ²
P₃ (incl. eigen gewicht)	Lengte [m]	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]	ψ ₀	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]
Verdiepingsvloer (multifunctionele)	1,00	4,70	4,00	0,40	4,70	4,00
				0,40	4,70	4,00 kN/m ²

3.2 Stalen liggers ter plaatse van wanddoorbraken

Q₁ (lijnlast)	Lengte [m]	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]	ψ ₀	Q _g [kN/m ¹]	Q _q [kN/m ¹]
Dakvloer	4,80	4,25	1,00	0,00	20,40	4,80 extreem
Verdiepingsvloer (woning)	4,80	4,70	2,95	0,40	22,56	14,16 extreem
Baksteen 100mm	3,00	2,00			6,00	
Q _k =	68,0 kN/m¹				0,30	49,00
Q _d =	78,6 kN/m¹					19,00 kN/m ¹

Kies een stalen ligger HEA100, onder spanning aanbrengen onder de bestaande constructie.
Voor de berekening van de stalen ligger zie bijlage pagina A1.

3.3 Controle wandbelasting

Q₁ (lijnlast)	Lengte [m]	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]	ψ ₀	Q _g [kN/m ¹]	Q _q [kN/m ¹]
Dakvloer	4,80	4,25	1,00	0,00	20,40	4,80 extreem
Verdiepingsvloer (woning)	4,80	4,70	2,55	0,40	22,56	12,24 extreem
Baksteen 100mm	6,00	2,00			12,00	
Q _k =	72,1 kN/m¹				0,29	55,00
Q _d =	82,5 kN/m¹					17,10 kN/m ¹
F₁ (puntlast)	Lengte [m]	P _g [kN/m ²]	P _q [kN/m ²]	ψ ₀	Q _g [kN/m ¹]	Q _q [kN/m ¹]
Dakvloer	4,80	4,25	1,00	0,00	20,40	4,80 extreem
Verdiepingsvloer (woning)	4,80	4,70	2,55	0,40	22,56	12,24 extreem
Buitenblad	3,00	2,00			6,00	
dagmaat : 1,1 m					0,29	49,00
Q _k =	36,4 kN					17,10 kN/m ¹
Q _d =	41,8 kN				-	27,00
						9,50 kN

Voor de controleberekening van de toelaatbare wandbelasting zie bijlage pagina A2 t/m A4.

BIJLAGEN Computer-uitvoer

A. Wanddoorbraken

- A.1 Stalen liggers ter plaatse van wanddoorbraken
- A.2 Controle wandbelasting

A1
A2 t/m A4

Totaal: **4**

Berekening van ligger (kipweerstand) (versie 1.1)



Onderdeel: **Stalen ligger**

NEN-EN 1993-1-1

Algemene Gegevens

Auteur: D.B. Koop

Liggerlengte [L]	=	1100 mm	Gebouwfunctie =	Woongebouw
Lijnlast [$q_{g:permanent}$]	=	49,0 kN/m ¹	Gevolgklasse	= CC2
Lijnlast [$q_{q:veranderlijk}$]	=	19,0 kN/m ¹	Betrouwbaarheidsklasse	= RC2
Momentaanfactor [ψ_0]	=	0,3		
Factor [K_{fi}]	=	1,0	Stalen ligger	= HEA100
Lijnlast [q_{rep}]	=	68,0 kN/m ¹	Staalkwaliteit	= S235
Lijnlast [q_d]	=	87,3 kN/m ¹	Toetsen op kip?	= Ja

Eigenschappen stalen ligger

Elastiteitsmodulus [E_d]	=	210000 N/mm ²	Afschuivingsmodulus [G_d]	=	81000 N/mm ²
Staaldoorsnede [A]	=	2124 mm ²	Materiaalfactor [γ_{M1}]	=	1
Weerstandsmoment [W_y]	=	83,01 · 10 ³ mm ³	Weerstandsmoment [W_z]	=	41,14 · 10 ³ mm ³
Traagheidsmoment [I_y]	=	349,2 · 10 ⁴ mm ⁴	Traagheidsmoment [I_z]	=	133,8 · 10 ⁴ mm ⁴
Traagheidsstraal [i_y]	=	40,6 mm	Traagheidsstraal [i_z]	=	25,1 mm
Torsietraagheidsm. [I_t]	=	5,2 · 10 ⁴ mm ⁴	Welvingstraagheidsm. [I_{wa}]	=	2,6 · 10 ⁹ mm ⁶
Doorsnedeklasse [γ]	=	1	Doorsnedeklasse [z]	=	1

Buiging

Moment [M_{Ed}]	=	13,2 kNm	Staalspanning [σ_v]	=	159 N/mm ²
Staalspanning [$\sigma_{v:toelaatb.}$]	=	235 N/mm ²	Unity-check	=	0,68 ✓

Kipweerstand

Kiplengte [L_{kip}]	=	1100 mm	Kipkromme	=	b - kromme
Reductiefactor [k_{red}]	=	1,0	Imperfectiefactor [α_{LT}]	=	0,34
Coëfficiënt [C_1] - tabel 9	=	1,13	Imperfectiefactor [$\lambda_{LT:0}$]	=	0,40
Coëfficiënt [C_2] - tabel 9	=	-0,45	Imperfectiefactor [$\lambda_{LT:rel}$]	=	0,41
Statisch moment [S]	=	357	Factor [β]	=	0,75
Coëfficiënt [C]	=	3,70	Factor [Φ_{LT}]	=	0,56
Kipmoment [M_{cr}]	=	116,1 kNm	Reductiefactor [χ_{LT}]	=	1,00
Kipweerstand	=	19,4 kNm	Unity-check	=	0,68 ✓

Doorbuiging

Doorbuiging [$w_{c:toog}$]	=	0,0 mm	Randvoorwaarde	=	Vloer
Doorbuiging [$w_{1:permanent}$]	=	1,3 mm			
Doorbuiging [$w_{2:bijkomend}$]	=	0,5 mm	Doorbuiging [$w_{toel:bijkomend}$]	=	3,3 mm ✓
Doorbuiging [w_{totaal}]	=	1,8 mm	Doorbuiging [$w_{toel:totaal}$]	=	4,4 mm ✓

Bestand :Documenten DW\Rapporten\16 053 Wandbelasting.vnks

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

INVOERGEGEVENS

ONDERDEEL : 16 053 Hummelo: Zorgcomplex

Materiaaleigenschappen:

gevolgklasse: CC2

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

mortelkwaliteit: morteltype: Lijmmortel

Geometrie van de wand:

dikte $t = 100 \text{ mm}$

hoogte $h = 2700 \text{ mm}$

breedte $l = 1000 \text{ mm}$

Aantal gesteunde randen: 2

Soort vloeroplegging: wand met aan beide zijden betonvloer

Belastingen:

normaalkracht $N_{Ed} = 124,3 \text{ kN}$

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

$$f_k = K (f_b)^\alpha = 0,8 \times 12^{0,85} = 6,61 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(3.2)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{6,61}{1,7} = 3,89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_2 = 0,75 \quad \dots(5.3)$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 0,75 \times 2700 = 2025 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

artikel 5.5.1.4 (2)

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 20,25 < 27 \quad \text{u.c.} = 0,75 \quad \text{Slankheid van de wand voldoet.}$$

artikel 5.5.1.1 (4)

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = 4,5 \text{ mm} \quad e_{initm} = e_{init} + 10 = 14,5 \text{ mm}$$

artikel 6.1.2.2

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

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1$$

$$e_{i,t} = e_{i,t,f} = 5 \text{ mm}$$

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

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 350,1 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{\ell t f_d} > 0.1$$

$$e_{i,b} = e_{i,b,f} = 5 \text{ mm}$$

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

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 350,1 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$e_{Ed,m} = \frac{M_{Ed,m,c}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm}$$

$$e_m = |e_{Ed,m}| + e_{init,m} = 14,5 \text{ mm}$$

$$e_k = 0 \text{ mm} \quad \dots(6.8) \quad e_{mk} = \max(|e_m| + e_k; 0,05 t_{ef}) = 14,5 \text{ mm} \quad \dots(6.6)$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t_{ef}} = 1 - 2 \frac{14,5}{100} = 0,71 \quad \dots(G.2)$$

$$\lambda_\phi = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{2025}{100} \sqrt{\frac{6,6}{4629,1}} = 0,765 \quad \dots(G.4)$$

$$u = \frac{\lambda_\phi - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t_{ef}}} = \frac{0,765 - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{14,5}{100}} = 1,253 \quad \dots(G.3)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,324 \quad \dots(G.1)$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 125,9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

artikel 6.1.2.1(1)

$$N_{Ed} = 124,3 \text{ kN} < N_{Rd} = 125,9 \text{ kN} \quad u.c. = 0,99 \quad \text{Capaciteit van de wand voldoet.}$$

Resultaten

$$f_d = 3,89 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 0,75 \times 2700 = 2025 \text{ mm} \quad \dots(5.2)$$

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

$$N_{Rd,t} = \Phi_{i,t} \ell t f_d = 350,1 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

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

$$N_{Rd,b} = \Phi_{i,b} \ell t f_d = 350,1 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-(u u)/2} = 0,324 \quad \dots(G.1)$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \ell t f_d = 125,9 \text{ kN} \quad \dots(6.2)$$

artikel 6.1.2.1(1)

$N_{Ed} = 124,3 \text{ kN} < N_{Rd} = 125,9 \text{ kN}$ u.c. = 0,99 *Capaciteit van de wand voldoet.*

Conclusie : Wand voldoet.