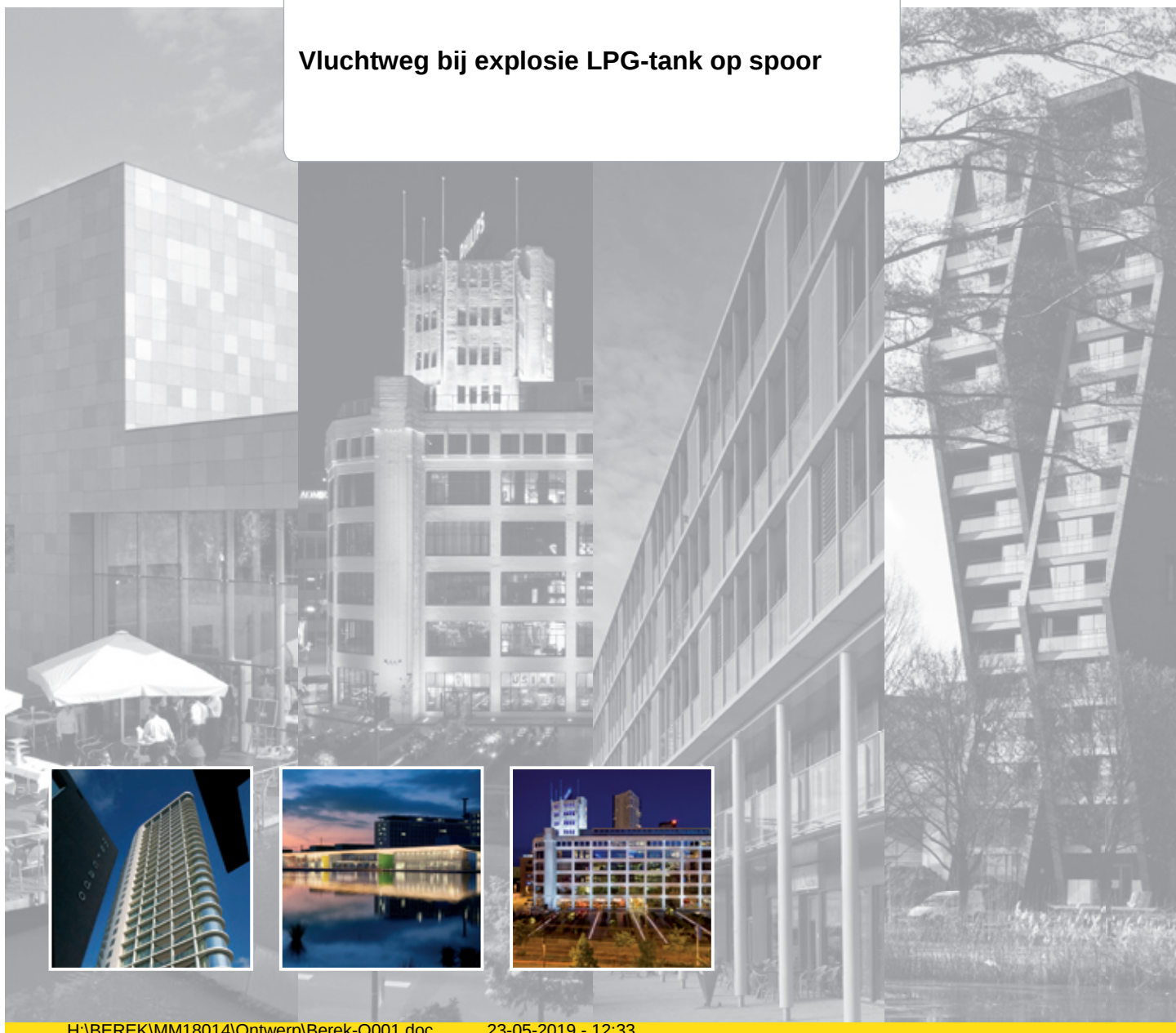


Project: MM18014 - Berek-O001

Euro Building te Eindhoven

Vluchtweg bij explosie LPG-tank op spoor





Project: MM18014 - Berek-O001

Euro Building te Eindhoven

Vluchtweg bij explosie LPG-tank op spoor

Opdrachtgever: Interesting Vastgoed

Architect: Diederien Dirrix

Datum: 23-05-2019 |

Zaaknummer:

Constructeur: Paul Forschelen

Handtekening:

Inhoudsopgave:

1	Algemene gegevens	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Van toepassing zijnde voorschriften	2
1.3	Veiligheidsklasse en referentieperiode	2
1.4	Belastingcombinaties	2
1.4.1	Tabel NB.3 – A1.2(A) — Rekenwaarden van belastingen (EQU) (groep A).....	2
1.4.2	Tabel NB.4 – A1.2(A) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B)	2
1.4.3	Tabel NB.7 – A1.3 — Rekenwaarden van buitengewone belastingen	3
2	Belastingen ten gevolge van drukgolf	4
3	Berekening standzekerheid	6
3.1	Moment ten gevolge van drukgolf	6
3.2	Moment eigen gewicht toren	7
3.3	Toets	7
4	Controle sterkte trappenhuis	8
5	Conclusie	12

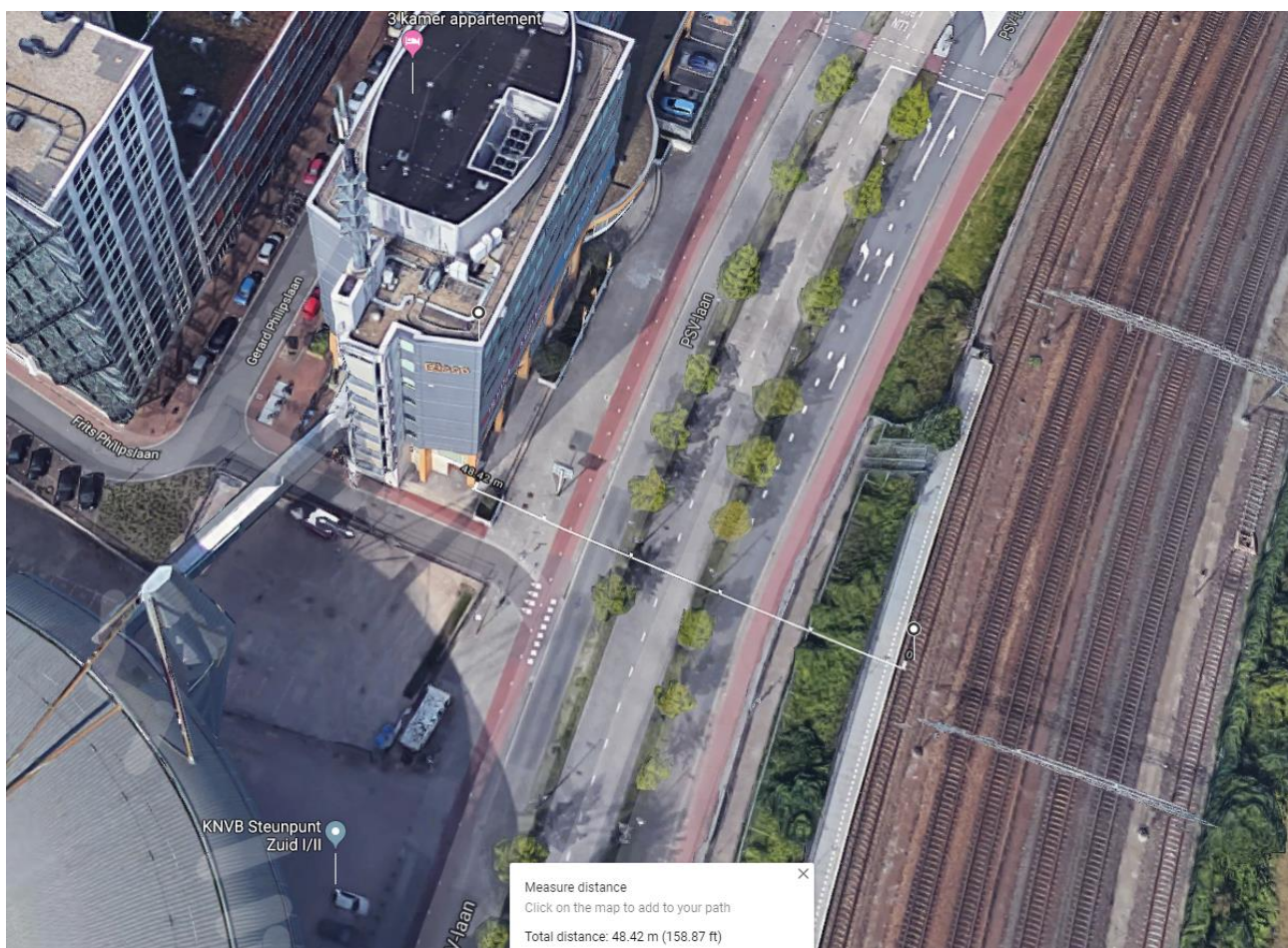
1 Algemene gegevens

1.1 Inleiding

De veiligheidsregio schetst het scenario van de ontploffing van een LPG ketelwagen op het spoor nabij de (nieuwbouw) hoogbouw van Eurostaete. Voordat de ontploffing in dit scenario optreedt, vangt vluchten uit omgelegen bebouwing aan. Vanwege de hoogte van de toren van Eurostaete, is het vluchten waarschijnlijk nog niet voltooid ten tijde van ontploffing van de ketelwagen. Daarom dient aangetoond te worden dat de vluchtweg, het centrale trappenhuis, overeind blijft bij een dergelijke explosie.

Het ongunstigste scenario is dat de ketelwagen zich op de buitenste spoorlijn bevindt ten tijde van ontplof-fing. Op dat moment is de afstand vanaf het hart van het spoor tot aan de (oude) gevellijn 48,2m.

Deze situatie wordt in dit rapport beschouwd.



Figuur 1-1 Afstand hart buitenste spoorlijn tot bestaande gevellijn (48,4m).

1.2 Van toepassing zijnde voorschriften

Bouwbesluit 2012

NEN-EN 1990: Grondslagen van het constructief ontwerp

NEN-EN 1991: Belastingen op constructies

NEN-EN 1992: Ontwerp en berekening van betonconstructies

NEN-EN 1997 Geotechnisch ontwerp

Scenarioboek Externe Veiligheid: Ketelwagen LPG – Warme BLEVE (22-08-2018)

1.3 Veiligheidsklasse en referentieperiode

Gebruiksfunctie: Categorie A: Wonen

Gevolgklasse: CC3

Ontwerplevensduur: 50 jaar

1.4 Belastingcombinaties

1.4.1 Tabel NB.3 – A1.2(A) — Rekenwaarden van belastingen (EQU) (groep A)

Blijvende en tijdelijke ontwerp situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
(Vgl. 6.10)	$1,1 G_{k,j,sup}$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,5 Q_{k,1}$		$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$

1.4.2 Tabel NB.4 – A1.2(A) — Rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (groep B)

Blijvende en tijdelijke ontwerp situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
(Vgl. 6.10a)	$1,35 G_{k,j,sup}^a$	$0,9 G_{k,j,inf}$		$1,5 \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
(Vgl. 6.10b)	$1,2 G_{k,j,sup}^b$	$0,9 G_{k,j,inf}$	$1,5 Q_{k,1}$		$1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i} (i > 1)$
^a Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met $1,2 G_{k,j,sup}$.					
^b Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.					

Het onderscheid tussen gunstig en ongunstig werkende blijvende belasting hoeft bij STR/GEO alleen te worden gemaakt voor het totaal van alle belasting van een soort, zoals eigengewicht.

Opmerking;

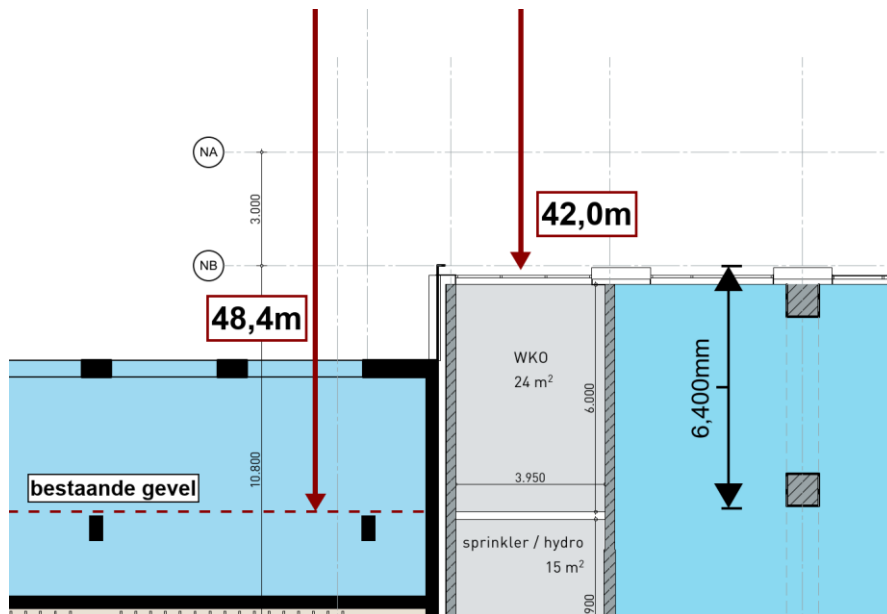
Voor gevolgklasse 2 geldt $K_{FI} = 1$ en kunnen voor de partiële factoren de waarden in tabel NB.4 - A1.2(B) worden gebruikt. Voor gevolgklasse 1 geldt volgens tabel B3 $K_{FI} = 0,9$; voor gevolgklasse 3 geldt $K_{FI} = 1,1$.

1.4.3 Tabel NB.7 – A1.3 — Rekenwaarden van buitengewone belastingen

Ontwerpsituaties	Blijvende belastingen		Overheersende buitengewone of aardbevingsbelasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (indien aanwezig)	Andere
Buitengewoon (Vgl. 6.11a/b)	$1,00 \cdot G_{k,j,\text{sup}}^a$	$1,00 \cdot G_{k,j,\text{inf}}$	$1,00 \cdot A_d$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}^a$	$\psi_{2,i} Q_{k,i} (i > 1)$
Aardbeving (Vgl. 6.12a/b)	$1,00 \cdot G_{k,j,\text{sup}}^b$	$1,00 \cdot G_{k,j,\text{inf}}$	$1,00 \cdot A_{ek}$ of $1,00 \cdot A_{Ed}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i} (i > 1)$
^a Uitsluitend voor wind in combinatie met brand bij het beoordelen van disproportionele schade volgens NEN-EN 1991-1-7; voor overige gevallen $\psi_{2,1}$.					

2 Belastingen ten gevolge van drukgolf

De afstand tot de nieuwbouw gevel bedraagt 42,0m.



Figuur 2-1

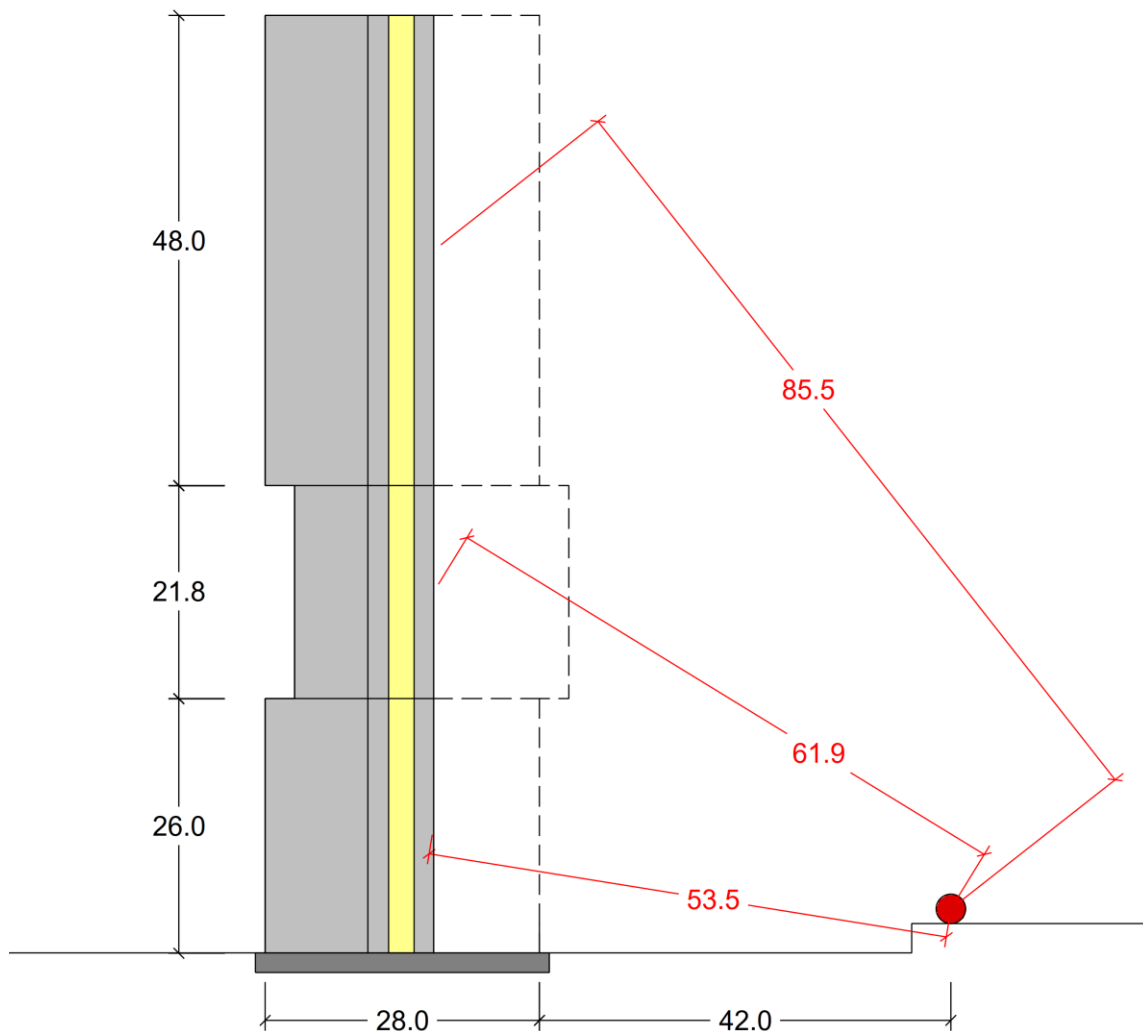
De drukken als functie van afstand zijn weergegeven in de onderstaande figuur.

	Effectafstand (meter) *	Overduk (bar) **
Zone A	≤ 20	$\geq 0,80$
Grens zone A	20	0,80
Zone B	20 tot 40	0,80 tot 0,35
Grens zone B	40	0,35
Zone C	40 tot 50	0,35 tot 0,17
Grens zone C	50	0,17
Zone D	50 tot 190	0,17 tot 0,03
Grens zone D	190	0,03

Figuur 2-2 Drukken conform scenarioboek Externe Veiligheid.

De veiligheidsregio heeft aangegeven dat de buitenste rij woningen mogen instorten, zo lang de vluchtroute maar overeind blijft. Dat betekent dat de bewoners naar de halzone kunnen vluchten, waarna de buitenste rij woningen komt in te storten. De in rekening te brengen drukken op het restant van het gebouw worden zodoende bepaald aan de hand van de afstanden van de tank tot het restant.

Alle restanten van de volumes bevinden zich in Zone D. De drukken worden berekend aan de hand van lineaire interpolatie van de drukken in Figuur 2-2.



Figuur 2-3 Afstanden gebouwdelen tot hart ontploffing.

Druk op onderste volume (1):

$$p_d = 0,17 - (53,5 - 50) / (190 - 50) \times (0,17 - 0,03) = 0,166 \text{ bar} = 16,6 \text{ kN/m}^2$$

Druk op middelste volume (2):

$$p_d = 0,17 - (61,9 - 50) / (190 - 50) \times (0,17 - 0,03) = 0,158 \text{ bar} = 15,8 \text{ kN/m}^2$$

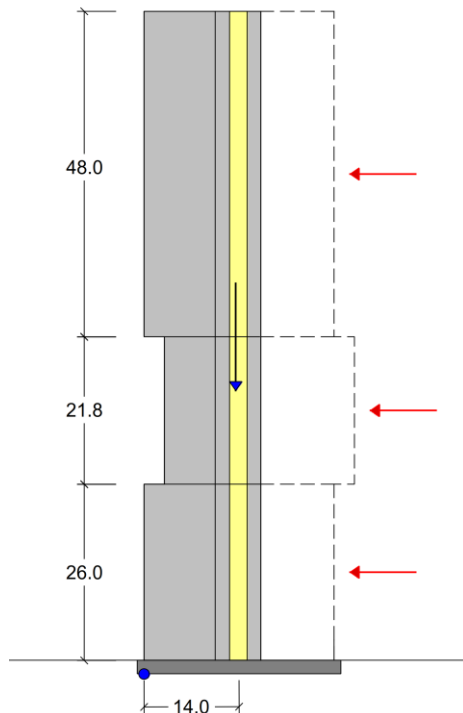
Druk op bovenste volume (3):

$$p_d = 0,17 - (85,5 - 50) / (190 - 50) \times (0,17 - 0,03) = 0,134 \text{ bar} = 13,4 \text{ kN/m}^2$$

3 Berekening standzekerheid

De standzekerheid van het gebouw wordt gecontroleerd door middel van kantelevenwicht.

Er wordt aangenomen dat de funderingspalen afbreken ten gevolge van de drukgolf en dat daarmee de funderingsplaat in plaats van op palen, op zand komt te rusten. Dit zal zakkingen in de orde grootte van tientallen centimeters veroorzaken, maar uiteindelijk wordt het evenwicht door de draagkracht op zand overgenomen. In deze situatie wordt gecontroleerd of het gebouw standzeker is. Anders gezegd, er wordt gecontroleerd of het gebouw niet kantelt. In de onderstaande figuur is het kantelpunt, alsmede de horizontale en verticale krachten weergegeven.



Figuur 3-1 Kantelevenwicht.

3.1 Moment ten gevolge van drukgolf

	b		h		p_d		a	
$M_{\text{druk golf; vol1}}$	= 38,0	x	26,0	x	16,6	x	26,0/2	= 213210 kNm
$M_{\text{druk golf; vol2}}$	= 31,0	x	21,8	x	15,8	x	(26,0+21,8/2)	= 394005 kNm
$M_{\text{druk golf; vol3}}$	= 25,3	x	48,0	x	13,4	x	(47,8+48,0/2)	= 1168399 kNm +
1775614 kNm								

3.2 Moment eigen gewicht toren

Breedplaat d = 250

Categorie A: Woon- of verblijfsfunctie

Eigengewicht	$0,25 \times 25,00 =$	6,25	
Afwerking	$0,07 \times 20,00 =$	1,40	
Plafond, leidingen etc	$0,35 =$	0,35	
	+ -----		
Totaal blijvende belasting		8,00	kN/m ²
Opgelegde belasting inclusief scheidingswanden	$1,20 + 1,75 =$	2,95	kN/m ²
Geconcentreerde opgelegde belasting		3,00	kN
Momentaanfactor	$\psi_0 = 0,40$	$\psi_1 = 0,50$	$\psi_2 = 0,30$

Gebouwgewicht

		$G_{rep} + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_{rep}$	pb	vb
Vol 03: Breedplaat d = 250	$16 \times 25,3 \times 28,0 \times$	$(8,00 + 0,00 \times 2,95) =$	90675 +	0
Vol 02: Breedplaat d = 250	$7 \times 31,0 \times 28,5 \times$	$(8,00 + 0,00 \times 2,95) =$	49476 +	0
Vol 01: Breedplaat d = 250	$8 \times (37,5+28,0)/2 \times 28,0 \times$	$(8,00 + 0,00 \times 2,95) =$	58688 +	0
Betonwanden d=250	$3 \times (2 \times 10,8) \times 95,6 \times$	$(6,25 + 0,00 \times 0,00) =$	38718 +	0
Betonplaat d=1500	$(37,5+28,0)/2 \times 28,0 \times$	$(37,50 + 1,00 \times 0,00) =$	34388 +	0
			+ ----- + -----	
		Totaal	271945 +	0 kN

Afstand tot kantelpunt = 14,0m

$$M_{Ed} = 271945 \times 14,0 = 3807226 \text{ kNm}$$

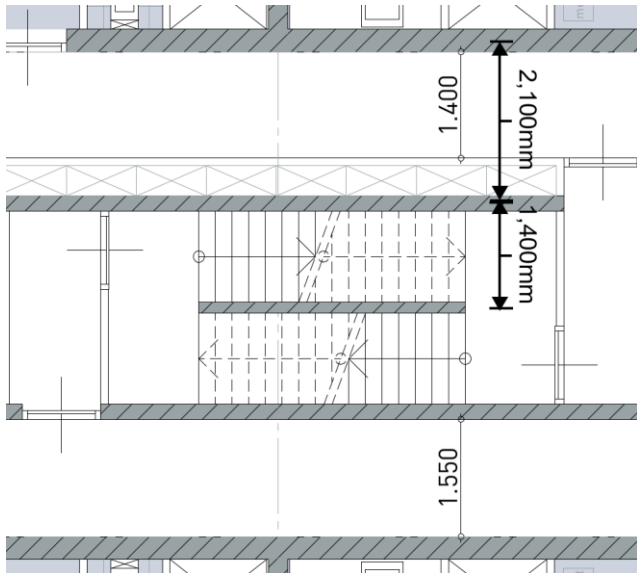
3.3 Toets

In het bovenstaande is te zien dat het moment ten gevolge van het eigen gewicht, ten opzichte van het kantelpunt aan de linkerzijde van de funderingsplaat, groter is dan het moment ten gevolge van wind. Ofwel:

$$3807226 > 1775614 \quad (\text{kantelen treedt niet op})$$

4 Controle sterkte trappenhuis

De sterkte van de trappenhuiswanden wordt gecontroleerd. De maatgevende situatie bevindt zich in de wand op de begane grondvloer.



Figuur 4-1

F-last 1m wand

	$G_{rep} + \psi_0 \times \psi_t \cdot Q_{rep}$	pb	vb
Breedplaat d = 250	$(16+7+8) \times (2,1+1,4)/2 \times (8,00 + 1,00 \times 2,95) =$	434,00	160,04 extr
Eigen gewicht wand	$95,6 \times 0,2 \times (25,00 + 1,00 \times 0,00) =$	478,00	0,00
		+ -----	+ -----
	Totaal	912,00	160,04 kN

Veranderlijke belastingen: Frequent = 80,02 kN Quasi blijvend = 48,01 kN Momentaan = 64,02 kN

Belasting uiterste grenstoestand

$$F_{Ed} = 1,00 \times 912,00 + 1,00 \times 160,04 = 1072,04 \text{ kN}$$

De druk betreft hier 16,6 kN/m². Dit geeft een moment in de wand van (conservatief aangenomen als scharnierend):

$$M_d = 1/8 \times 16,6 \times 4,2^2 = 36,60 \text{ kNm}$$

Met deze krachten wordt de wand getoetst.

Technosoft Kolomwapening release 6.05a

Project :
 Onderdeel :
 Dimensies : kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
 Bestand : H:\Berek\MM18014\Ontwerp\Berek-0001 vluchtbij bij
 explosie\trappenhuiswand.klw
 Referentieperiode: 50

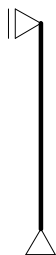
Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Beton NEN-EN 1992-1-1:2011 (nl) C2/A1:2015 (nl) NB:2016 (nl)



Geometrie

Type constructie : Wand
 Wandbreedte [mm] : 1000
 Wanddikte in buigingsricht. [mm] : 200
 Wandhoogte (L) [mm] : 4200
 Belastingsschema : Geschoord met dwarsbelasting
 Kniklengtefactor X : 1.00
 Krommingsverdeling factor c X : 10.00



Belasting

	BG1	BG2	BG3	Maatgevend BC
Omschrijving belastinggeval				
Normaalkracht N Ek [kN]	1072.00	0.00	0.00	1072.00
MEk, X boven [kNm]	0.00	0.00	0.00	0.00
MEk, X midden [kNm]	36.60	0.00	0.00	36.60
MEk, X onder [kNm]	0.00	0.00	0.00	0.00
Belastingfactoren				
BC1 Fundamenteel	1.00	0.00	0.00	Maatgevend X

Beton en Wapening

Betonkwaliteit	C30/37	Prefab	Nee
Soort spanningsrekdiagram	Parabolisch - rechthoekig diagram		
Staalsoort	B500A	Symm.wapening:	2-zijdig
f_{yk} [N/mm ²]	500	ϵ_{uk} [%]	2.5
Soort spanningsrekdiagram	Bi-lineair diagram met klimmende tak		
Basiswapening [mm]	ø12.0 hoh 250	Bijlegw. [mm]	ø10.0, 12.0
Hoofdwapening in laag	2	Verdeelw. [mm]	ø 8.0

Betondekking

Milieu	XC1
Gestort tegen bestaand beton	Nee
Element met plaatgeometrie	Nee
Specifieke kwaliteitsbeheersing	Nee
Oneffen beton oppervlak	Nee
Ondergrond	Glad / N.v.t.
Constructieklasse	S3
Grootste korrel	31.5
Hoofdwapening	2de laag
Nominale dekking	17
Toegepaste dekking	23
Gelijkwaardige diameter	12
$C_{min, b}$ $C_{min, dur}$ ΔC_{dur}	12 10 0
C_{min} ΔC_{dev} C_{nom}	12 5 17
Beugel / Verdeelwapening	1ste laag
Nominale dekking	15

Toegepaste dekking	:	15
Gelijkwaardige diameter	:	8
$C_{min, b}$ $C_{min, dur}$ ΔC_{dur}	:	8 10 0
C_{min} ΔC_{dev} C_{nom}	:	10 5 15

Maatgevende belastingcombinatie 1: (Fundamenteel)**Tussenresultaten** X-as BC1

Traagheidsmoment I	[mm ⁴]	: 66667e4
Kniklengte l_0	[mm]	: 4200

Art. 5.8.4 (2)		
kruipfactor ($\varphi_{ef}(on, t_0)$)	:	2.79

Art. 5.2 (7)		
Basis imperfectie (θ_0)	:	0.003333
Factor (α_n)	:	0.976
Aantal elementen (m)	[st]	: 1
Factor (α_m)	:	1.000
Imperfectie (θ_i)	:	0.003253
Excentriciteit e_i	[mm]	: 6.831301

Art. 5.8.3.1 (1)		
Lambda (λ)	:	72.75
Wapeningsoppervlak (A_s)	[mm ²]	: 718
Betonoppervlak (A_c)	[mm ²]	: 200000
Betondruksterkte (f_{cd})	[N/mm ²]	: 20.00
Moment (M_{01})	[kNm]	: 7.32
Moment (M_{02})	[kNm]	: 7.32
Moment ratio (r_m)	:	1.000
Factor A	:	0.642
Factor B	:	1.075
Factor C	:	0.700
Grensslankheid (λ_{lim})	:	18.67
Volstaat 1e orde toetsing?	:	Nee

Art. 5.8.8.3		
Nuttige hoogte (d)	:	171
Vloegrens (f_{yd})	:	434.8
Elasticiteitsmodulus (E_s)	:	200000
Factor (ω)	:	0.078
Factor (n_u)	:	1.0780
Factor (n_{ba1})	:	0.4000
Factor (n)	:	0.2680
Coëfficiënt K_r	:	1.0000
Factor (β)	:	0.0150
Coëfficiënt K_ϕ	:	1.0419
Kromming ($1/r_0$)	:	2.8251e-5
Glob. kromming ($1/r$)	:	2.9435e-5

Art. 5.8.8.2		
Krommingsverdeling factor c	:	10.0
Excentriciteit e_2	[mm]	: 51.9
M_2	[kNm]	: 55.66
M_{0Ed}	[kNm]	: 43.92
$M_{Ed, boven}$	[kNm]	: -20.51
$M_{Ed, veld}$	[kNm]	: 99.58
$M_{Ed, onder}$	[kNm]	: -20.51
N_{Ed}	[kN]	: 1072.00
M_{Ed}	[kNm]	: 99.58

Art. 6.1 (4)		
Minimale excentriciteit e_0	[mm]	: 20.00
$M_{Ed, min}$	[kNm]	: 21.44

Berekende gegevens X-as BC1

Berekend moment $M_{Ed, ber}$	[kNm]	: 99.58
Min. wap. art. 9.6.2(1)	[mm ² /m]	: 0.0
Min.wap. art. 9.6.2(1) & (3)	[mm ² /m]	: 98.2 =2x(ø5.0 hoh 400)
Min. wap. trekzone 7.3.2	[mm ² /m]	: 0.0
Tot. ber. wap. 1e/2e orde	[mm ² /m]	: 717.1
Maatgevende wapening	[mm ² /m]	: 717.1

Tussenresultaten doorsnede X-as

BC1

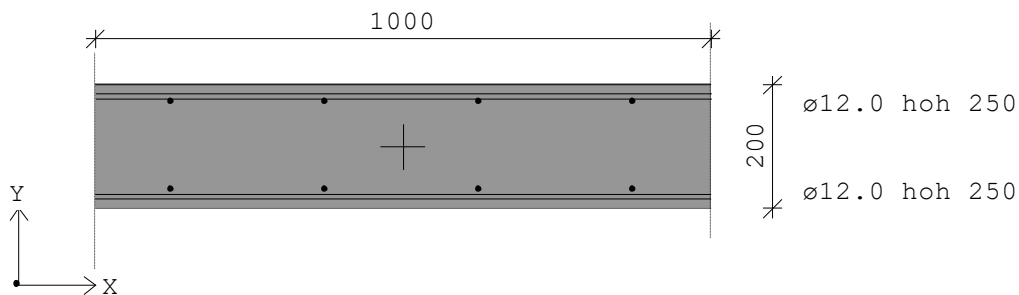
Voorwaarde Eps;c=Eps;cu2 op de vezel y=-100.0 mm

y [mm]	Wapening	Perc. [o/o]	A _s / A _p [mm ²]	Δε [o/oo]	σ _b [N/mm ²]	Δσ _s [N/mm ²]
-100.0				-3.500	-20.00	-
-71.0	3.170Ø12	100	358.5	-1.987	-	-397.49
71.0	3.170Ø12	100	358.5	5.419	-	437.87
			717.1			

Inwendige krachten

y [mm]	N _b [kN]	N _s / ΔN _p [kN]	Δy [mm]	N [kN]	N*Δy [kNm]
-72.1	-1086.477		-72.1	-1086.477	78.320
-71.0		-142.515	-71.0	-142.515	10.119
71.0		156.993	71.0	156.993	11.146
totaal inwendig			-1072.000	99.585	

Gevonden wapening basiswapening extra staven
 Bijlegcombinatie 1 905 [mm²/m] : 2x(Ø12.0 hoh 250)

Grafische uitvoer bijlegcombinatie 1**Opmerkingen**

- [101] De berekende wapening is de totale wapening in de doorsnede.
 [113] Twee-zijdige wapening

Te zien is dat de wand voldoet bij minimale wapening Ø12-250.

5 Conclusie

Er wordt geconcludeerd dat de toren van Eurostaete bij optreden van een LPG-tank explosie op het spoor niet omvalt: de achterzijde en het trappenhuis blijven overeind. Daarnaast is de sterkte van het vluchttrappenhuis aangetoond door middel van de wandcontrole in dit trappenhuis.

Daarmee is de vluchtroute voor de bewoners veiliggesteld.