

Notitie 20072836-110

**Aanzet tot verantwoording externe veiligheid overeenkomstig het BEVI;
 Uitwerking externe veiligheidsmaatregelen voor de Bomenwijk te Delft, inclusief bebouwings-
 blokken N22 en N25.**

Datum 27 april 2011 Referentie 20072836-110 Behandeld door D. Zandijk/KRm

1 Inleiding

In het kader van de ontwikkeling van de Bomenwijk te Delft, is voor de vaststelling van een nieuw bestemmingsplan een onderzoek verricht naar de externe veiligheid. Hiervoor is door TNO een rapport opgesteld:

- Onderzoek naar de gevolgen voor de externe veiligheid als gevolg van de realisatie van het bestemmingsplan 'Bomenwijk' te Delft, TNO, 23485, 24 augustus 2010.

In deze onderhavige notitie komt de verantwoording van het groepsrisico aanbod. Hierbij is de volgorde gehanteerd ingevolge artikel 13 eerste lid BEVI. Het onderzoek heeft betrekking op de gehele Bomenwijk, waarbij meer specifiek de blokken N22 en N25 beschouwd zijn, vanwege de directe ligging aan de A13.

De specifieke bouwblokken N22 en N25 zijn ter vervanging van bestaande bebouwing. In de huidige situatie bevinden zich ter plaatse van bouwblok N22 86 personen in de nachtperiode (100% bezettingsgraad). Ter plaatse van bouwblok N25 bevinden zich in de huidige situatie 47,3 personen in de nachtperiode (100% bezettingsgraad). Door de nieuwbouwplannen ontstaat de volgende situatie voor de nachtperiode (100% bezettingsgraad):

Tabel 1.1 Personenaantallen voor bouwblok N22 en N25

Bouwblok	Personen in de nacht	
	Huidige situatie	Toekomstige situatie
N22	86	136,8
N25	47,3	108

Ten gevolgen van de realisatie van bouwblok N22 is er een toename van 50,8 personen.
 Ten gevolgen van de realisatie van bouwblok N25 is er een toename van 60,7 personen.

2 Risicobronnen

Het bestemmingsplan 'Bomenwijk' ligt binnen het invloedsgedebied van de Rijksweg A13, waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd.

Overige risicobronnen zijn niet relevant en verder niet beschouwd in de rapportage van TNO (zie ook Quick Scan externe veiligheid 'Bomenwijk A13 zone', Cauberg-Huygen, 20072836-21).

3 Persoonsaantallen in plangebied

Binnen het bestemmingsplan 'Bomenwijk' is in de toekomstige situatie sprake van de volgende aantallen personen:

Tabel 3.1 Personen aantallen binnen het plangebied

Naam	Functie	Aantal (-)	Personen- dichtheid (- /woning)	% aanwezig dag/nacht	Bevolking dag (-)	Bevolking nacht (-)
Elzenbloesem	Eengezinswoning	16	2,4	70/100	26,9	38,4
Elzenbloesem	Appartementen	36	2,4	70/100	60,5	86,4
Elzenbloesem	Appartementen	31	2,4	70/100	52,1	74,4
Elzenbloesem	Appartementen	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 2A	Eengezinswoning	10	2,4	70/100	16,8	24
Lindezone 2A	Eengezinswoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 2A	2 op 1 woning	15	2,4	70/100	25,2	36
Lindezone 2A	Woonwerkwoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 2B	Eengezinswoning	10	2,4	70/100	16,8	24
Lindezone 2B	Eengezinswoning	5	2,4	70/100	8,4	12
Lindezone 2B	2 op 1 woning	15	2,4	70/100	25,2	36
Lindezone 2B	Woonwerkwoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 2C	Eengezinswoning	10	2,4	70/100	16,8	24
Lindezone 2C	Eengezinswoning	5	2,4	70/100	8,4	12
Lindezone 2C	2 op 1 woning	15	2,4	70/100	25,2	36
Lindezone 2C	Woonwerkwoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 3A	Eengezinswoning	10	2,4	70/100	16,8	24
Lindezone 3A	Eengezinswoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 3B	Eengezinswoning	10	2,4	70/100	16,8	24
Lindezone 3B	Eengezinswoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Lindezone 5A	2 onder 1 kap	2	2,4	70/100	3,4	4,8

Vervolg tabel 3.1 Personenaantallen binnen het plangebied

Lindezone 5B	2 onder 1 kap	2	2,4	70/100	3,4	4,8
Lindezone 5C	2 onder 1 kap	2	2,4	70/100	3,4	4,8
Lindezone 5D	2 onder 1 kap	2	2,4	70/100	3,4	4,8
Wilgenzone	Appartementen	45	2,4	70/100	75,6	108
Wilgenzone	Eengezinswoning	10	2,4	70/100	16,8	24
Wilgenzone	Appartementen	57	2,4	70/100	95,8	136,8
Wilgenzone	Woonwerk	4	2,4	70/100	6,7	9,6
Wilgenzone	Eengezinswoning	6	2,4	70/100	10,1	14,4
Wilgenzone	Eengezinswoning	4	2,4	70/100	6,7	9,6

4 Groepsrisico

In de rapportage van TNO is voor zowel de huidige situatie als de toekomstige situatie het groepsrisico berekend. Voor beide situaties is zowel gebruik gemaakt van de huidige vervoerscijfers als van de prognosecijfers voor het jaar 2020.

In tabel 4.1 zijn de resultaten uit het TNO onderzoek weergegeven. Een normwaarde groter dan 0,01 betekent een overschrijding van de oriëntatiewaarde¹.

Tabel 4.1: Resultaten

Bevolking	Transport	Overschrijding oriëntatiewaarde	Normwaarde		Maximaal aantal slachtoffers (-)
			-	Bij aantal slachtoffers	
Huidig	Huidig	Nee	0,00213	98	696
Huidig	Toekomstig	Nee	0,00314	98	696
Toekomstig	Huidig	Nee	0,00239	79	696
Toekomstig	Toekomstig	Nee	0,00353	79	696

Uit de resultaten valt af te leiden dat geen enkele variant de oriëntatiewaarde overschrijdt. Wel levert de toekomstige situatie een verhoging van de normwaarde op (35% van de oriëntatiewaarde). Deze wordt grotendeels veroorzaakt door de toename van het transport van gevaarlijke stoffen: toename van het transport bij gelijkblijvende bevolking resulteert in een grotere verhoging van het groepsrisico dan de realisatie van het plan 'Bomenwijk', bij gelijkblijvend transport.

¹ Voorheen werd de OW waarde uitgedrukt als $1/100N^2$. Hierdoor is de oriëntatiewaarde gelijk aan 1. Echter sinds de laatste versie van RBM II, wordt de OW uitgedrukt als $1/10N^2$ (zie ook rapportage TNO). Hierdoor is de oriëntatiewaarde gelijk aan 0,01. Het verschil zit alleen in de wijze van precenteren. RBM II kan de Fn grafieken niet meer presenteren als $1/100N^2$.

5 Maatregelen

5.1 Maatregelen ter beperking van het groepsrisico aan de bronzijde

Maatregelen welke bijdragen aan beperking van het groepsrisico aan de bronzijde zijn:

- beperken van het vervoer van gevaarlijke stoffen;
- weg verplaatsen verder van de bebouwing vandaan.

Bovenstaande maatregelen hebben veel effect op de hoogte van het groepsrisico, maar zijn niet reëel in de uitvoering. Door het Rijk worden geen beperkingen opgelegd aan de hoeveelheid vervoer van gevaarlijke stoffen over de A13. Het verplaatsen van de weg van de bebouwing af is uiteraard zeer kostbaar. Bovendien is deels sprake van tweezijdige bebouwing. Daarom worden deze maatregelen dan ook niet getroffen.

5.2 Maatregelen ter beperking van het groepsrisico in de sfeer van de overdracht

Mogelijke maatregelen welke bijdragen aan beperking van het groepsrisico kunnen zijn:

- maken van een overkapping of tunnelconstructie;
- aanbrengen van opvangvoorzieningen voor uitgestroomde (brandbare) vloeistoffen.

Ook deze maatregelen zijn kostbaar en moeten in overleg met de wegbeheerder worden uitgevoerd. Vooralsnog worden deze maatregelen niet getroffen.

5.3 Maatregelen ter beperking van het groepsrisico aan de ontvangerszijde

Om de gevolgen van een calamiteit te beperken, kunnen maatregelen getroffen worden aan de ontvangerszijde. Hierbij moet wel onderscheid gemaakt worden in maatregelen direct binnen de invloedssfeer van de nieuwe gebouwen en maatregelen buiten de plangrenzen.

De volgende getroffen maatregelen hebben invloed aan de ontvangerszijde van de risicobron:

- Vluchtwegen van de bron af.
- Vluchtwegcapaciteit dient voldoende te zijn. Op basis van de uitvalwegen wordt verondersteld dat het aantal vluchtwegen voldoende is.
- Scheiding van vluchtwegen en (aanvals)wegen voor hulpdiensten.
- Bedrijfshulpverlening (BHV).
- Benodigde beschikbaarheid van bluswater is mede afhankelijk van de noodzakelijke inzet van de hulpverleningsdiensten en dus niet uitsluitend op grond van het Gebruiksbesluit. Beschikbaarheid van bluswater aan de ontvangerszijde zal in de beschrijving van de maatrap aan bod komen. Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat, in het kader van het gebruiksbesluit, voldoende bluswater beschikbaar moet zijn.
- Opstelplaatsen en route voor hulpdiensten (brandweer en medisch hulpdiensten).

Bovengenoemde maatregelen zullen merendeels getroffen worden en verwerkt worden in het plangebied. Op stedenbouwkundig niveau zijn de vluchtwegen van de gebouwen van de risicobron af georiënteerd.

Meer specifiek voor gebouw N25 zijn aanvullende maatregelen getroffen bij de galerij die aan de zijde van de A13 is gelegen. Ter plaatse van de woningtoegangsdeuren zullen manshoge borstwering worden opgenomen die bestand zijn tegen kortstondige hoge straling.

Opgemerkt wordt dat bij het maatgevende scenario (koude BLEVE) de positie van de vluchtwegen binnen het gebouw en uitvoering van de vluchtwegen van secundair belang is, omdat het aantal slachtoffers bepaald wordt door het bezwijken van de hoofdconstructie. Echter bij het ontstaan van secundaire branden en andere bronnen met een hoge warmtestraling hebben de maatregelen aan de galerijen een veiligheidsverhogend effect op het restrisico.

Een gebouworientatie waarbij de vluchtwegen aan de wijkzijde van het gebouw zijn gelegen conflicteert met de hoge geluidbelasting van de A13. De stedenbouwkundige structuur geeft daarnaast geen aanleiding tot relatief korte bebouwingsblokken, waarbij de gebouwontsluiting in de vorm van portieken is geregeld.

Bijgaande figuur illustreert de bouwkundige uitwerking zoals deze is getroffen bij het bouwplan '3 Hoefijzers-Zuid' te Breda.

6 Voorschriften ter beperking van het groepsrisico

De regelgeving ten aanzien van externe veiligheid biedt geen mogelijkheden om op gebouwniveau voorschriften op te nemen ter beperking van het risico. Voor de nieuwe gebouwen zal aangesloten worden bij het Bouwbesluit. Tevens zullen de ruimtelijke aspecten, ten aanzien van externe veiligheid, geregeld moeten worden in het bestemmingsplan. Momenteel zijn er geen juridische mogelijkheden om maatregelen te treffen anders dan ruimtelijk. Niet ruimtelijke maatregelen kunnen mogelijk privaatrechtelijk geregeld worden.

7 De voor- en nadelen van andere mogelijkheden tot beperking van het groepsrisico

Naast de reeds besproken maatregelen op planniveau (zie paragraaf 5.3), kunnen ook maatregelen aan de gebouwen worden getroffen om de effecten van een ongeval met gevaarlijke stoffen te beperken.

De te treffen maatregelen zijn afhankelijk van de soort stof die betrokken is bij het ongeval. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden in:

- brandbare gassen;
- brandbare vloeistoffen;
- toxische (vloeistof)stoffen.

De volgende maatregelen hebben een effect, maar voor een groot aantal maatregelen geldt dat het op andere gronden een negatief effect op het plangebied of op de aanwezige personen heeft. Daarnaast zijn er maatregelen die wel een effect hebben, maar niet uitgevoerd kunnen worden voor de locatiekeuze.

Brandbare vloeistoffen

Verschuiven van bouwblok

Het verschuiven van een bouwblok binnen de mogelijkheden van het plangebied (verder van de weg af) heeft alleen effect voor een ongeval met brandbare vloeistoffen. De effecten van een plasbrand hebben een redelijk beperkte reikwijdte (circa 65 tot 75 meter), zodat het verschuiven van een bouwblok in dat geval een effectieve maatregel zou kunnen zijn.

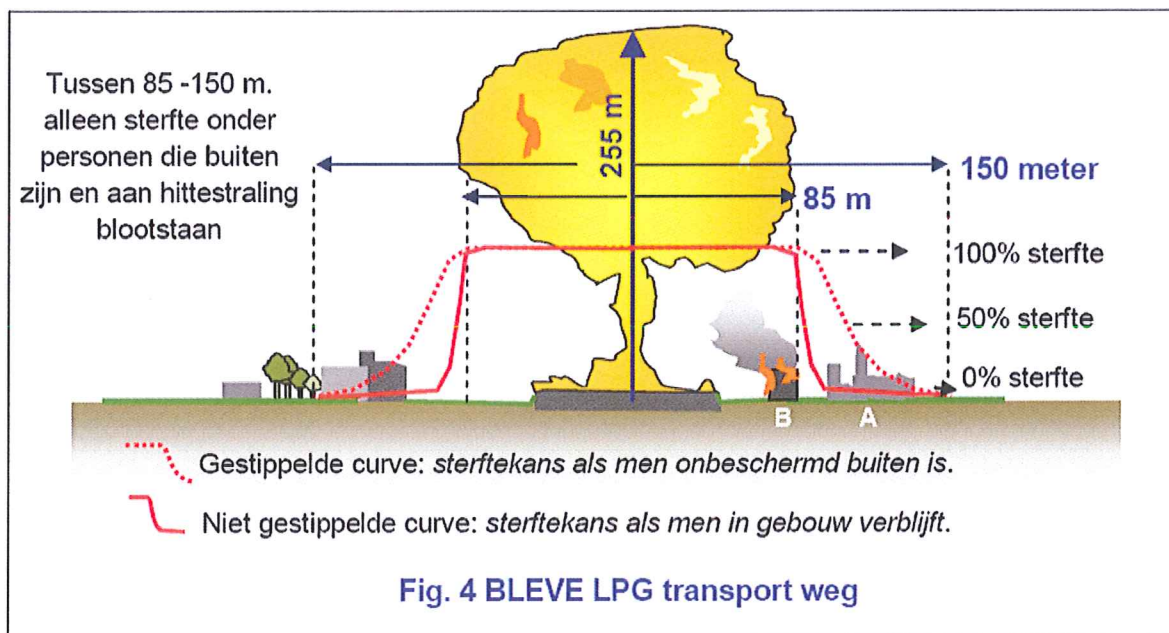
De effecten bij een calamiteit met een brandbaar gas of een toxische stof reiken tot enkele honderden meters tot zelfs kilometers. In een dergelijk geval is het verschuiven van een bouwblok geen effectieve maatregel.

Over de A13 is sprake van vervoer van alle genoemde stofcategorieën, zodat het verschuiven van bouwblokken niet effectief zal zijn. Daarnaast is in het plan al rekening gehouden met de bebouwingsblokken zo ver mogelijk van de weg af te situeren. Deze maatregel is binnen de beschikbare ruimte al gemaximaliseerd.

Brandbare gassen (BLEVE)

Voor de bepaling van het risico van het LPG-transport wordt uitgegaan van een BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) die ontstaat bij het bezwijken van de tank door een mechanische inwerking op de tank. De tank botst bijvoorbeeld tegen een massief voorwerp. Er is ook een andere oorzaak waardoor een BLEVE kan ontstaan. Dat is het bezwijken van de tank door een thermische inwerking op de tank. De tank staat in de vlammen van een brand. De eerste BLEVE wordt koude BLEVE genoemd (1% letaliteit voor project bomenwijk bedraagt 131 meter); de tweede warme BLEVE (1% letaliteit voor project bomenwijk bedraagt 250 meter). Het verschil tussen beide zit in de afstand tot waarop de vuurzee nog een dodelijke hittestraling kan hebben.

Voor dit weg tracé wordt in gegaan op het koude BLEVE scenario.



Hoe de sterftekans verloopt als functie van de afstand bij blootstelling aan een koude BLEVE is kwalitatief voorgesteld in bovenstaand figuur. In het gebruikte rekenmodel RBM II wordt dit principe toegepast.

In de figuur zijn twee curven getekend; een gestippelde en een niet gestippelde. De eerste geeft de sterftekans weer voor personen die onbeschermd buiten zijn en aan de hittestraling zijn blootgesteld. Terzijde: niet iedereen die buiten is vanaf 85 meter of verder wordt aan de hittestraling blootgesteld. De persoon kan zich namelijk buiten in de schaduwzijde van een gebouw bevinden (of in principe bescherming hebben gezocht). De tweede curve geeft de sterftekans weer voor personen die in een gebouw verblijven.

Het verschil verklaart direct waarom voor een nauwkeurige bepaling van het groepsrisico, het invloedsgebied (gebaseerd op 1% †) kan worden beperkt tot de zone waar 100% sterfte optreedt of zij nu buiten verblijven of binnen in een gebouw.

De parameters welke gehanteerd worden in het rekenmodel RBMII zijn gebaseerd op de PGS. Echter voorziet dit in de gemiddelde bouw en constructie technieken welke gehanteerd worden (gedrag van een woning ten gevolgen van een explosie is gebaseerd op gegevens begin jaren 50). Personen kunnen wonen in woningen van begin 1900 tot nieuw bouw. Hierbij wordt in de rekensystematiek geen onderscheid gemaakt in de vernieuwde bouw technieken en constructies. Moderne bouwwijze levert een positieve bijdrage (minder slachtoffers) aan het groepsrisico.

Specifiek voor de gebouwen aan A13 zijde levert het gebruik van moderne technieken een bijdrage aan het verlagen van het groepsrisico.

De maatregelen welke worden aangehaald hebben invloed op het gebouw. Deze invloed is op gesplitst in:

- a) verblijf binnen in het gebouw. Wanneer men in het gebouw niet geraakt wordt door rondvliegend materiaal, neemt de kans op overleving toe;
- b) voorkomen van instorting van het gebouw. Wanneer het gebouw niet instort (gaat het model wel vanuit) is het aantal slachtoffers lager dan berekend.

a) Maatregelen ten behoeven van een veiliger verblijf in het gebouw.

Glasscherven afkomstig van ruiten, die door een explosiebelasting kapot zijn gegaan, kunnen ernstige verwondingen zorgen. Ruiten gaan vaak als eerste kapot. De ondergrenswaarde van een ruit waarbij deze nog net kapotgaat is 1 kPa. Een aanname volgens PGS1 is dat bij 3 kPa overdruk 50% van de ruiten kapot gaat, terwijl bij 10 kPa alle ruiten kapotgaan. Dubbele beglazing heeft ervoor gezorgd dat de sterkte omhoog is gegaan. Kleinere ruiten dragen ook bij aan een sterkte toename van de ruit. Naast glasscherven zijn er ook nog brokstukken die rondgeslingerd kunnen worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan bakstenen van een gebouw. Deze kunnen zeer gevaarlijk zijn, al helemaal bij snelheden van 300 m/s (Zie: PGS1). Traditioneel metselwerk is slechter bestand tegen hoge overdruk dan beton, het is daarom aan te raden metselwerk zoveel mogelijk te vermijden.

Splinterwerend glas + kozijn

Deze maatregel heeft een zeer nadelig effect op het brandveiligheidsconcept. Door de extra bescherming kan bij brand de rook (doodsoorzaak nummer 1) niet weg. De kans op brand is vele malen groter dan de kans op een calamiteit in het kader van externe veiligheid. Mede op basis van dit nadelige effect en de bijkomende kosten (€ 300,00 meerkosten per m²), wordt deze maatregel niet getroffen omdat de nadelige gevolgen en kosten niet in verhouding zijn tot het gewenste effect op het gewenste tijdstip.

Explosiebestendig glas + kozijn

De maatregel heeft een nog nadeliger effect als splinterwerend glas op het brandveiligheidsconcept. Daarnaast is er, in tegenstelling tot splinterwerend glas, een norm voorhanden (NEN-EN 13123, met een classificatie explosiebestendigheid van ruiten (EPR1 – EPR4)). Voor de kozijnen bestaat overigens geen norm. Hierdoor kan een situatie ontstaan dat bij een calamiteit de gehele pui (glas + kozijn) als geheel door het pand komt. Hierdoor lopen niet alleen de aanwezigen in de verblijfsruimte direct aan de risicobronzijde, maar ook de personen in de aangrenzende ruimten een zeer groot risico om te overlijden. De meerkosten voor explosiebestendig glas bedragen circa € 700,00 per m² ten opzichte van standaardglas en worden derhalve niet als realistisch beoordeeld.

Hierbij is nog geen rekening gehouden met de extra kosten, in verband met de versterkte gevelconstructie die benodigd is, omdat het gewicht aanzienlijk toeneemt. Op basis van de hierboven staande argumenten wordt deze maatregel niet getroffen.

b) Maatregelen welke bijdrage aan het instant houden van het gebouw bij een explosie

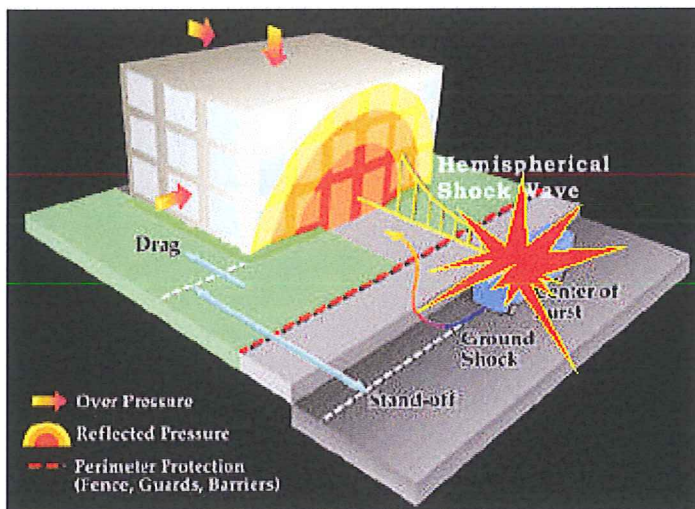
Controleren druk

Druk golven en schokgolven veroorzaken schade aan de gebouwen. Wanneer deze schade te groot wordt bezwijkt het gebouw.

Als een druk- of schokgolf tegen een gebouw botst zal er reflectie optreden. Deze gereflecteerde golf zal zich in tegengestelde richting gaan voortbewegen. De gevel waartegen de golf botst wordt vervolgens belast met een extra overdruk, de gereflecteerde overdruk. De gereflecteerde overdruk is bij benadering twee keer zo hoog als de aankomende overdruk.

Naast de gereflecteerde druk werkt er ook nog een dynamische druk op de gevel. Deze dynamische druk is de verplaatsing van lucht die op de gevel werkt. Hierdoor kan een overdruk vergeleken worden met een windbelasting op de gevel. Alleen zullen de krachten extremer zijn dan bij wind. Bij een explosie moet gerekend worden met een druk op de gevel van 30 kPa (zie: Veiligheid van gebouwen in de procesindustrie).

Het grootste gevaar bij een explosie (schokgolf) is progressieve bezwijking. Dit houdt in dat eerst één kolom instort en daarna de omliggende kolommen. Progressieve bezwijking moet dan ook voorkomen worden.



Zoals te zien is op het bovenstaande figuur krijgt de voorgevel de grootste krachten te verduren. De zijkanten en het dak hebben te maken met wrijving. Deze krachten zijn niet al te groot. Het gekleurde gebied is het gebied waar de gereflecteerde druk aangrijpt op de gevel. Omdat overdruk snel afneemt, naarmate de afstand groter wordt, kan het zo zijn dat niet de hele gevel belast wordt met de gereflecteerde druk. Het rode gebied wordt het zwaarst belast. Als er al bezwijking optreedt dan zal het als eerst op dit punt zijn. De plaats waar personen zich bevinden dient zover mogelijk van de risicobron te zijn. In het huidige ontwerp is hier rekening mee gehouden. Echter moet in het kader van een koude BLEVE rekening gehouden worden met het direct voordoen van het incident. Vluchten naar een veilige plaats heeft pas zin na het incident. Na de schokgolven kunnen branden plaats vinden. In het brandveiligheidsconcept wordt voorzien in veilig vluchten.

Er zijn oneindig veel mogelijkheden voor een golf om druk uit te oefenen, want er zijn oneindig veel hoeken waaronder de golf kan invallen. Over het algemeen geldt: Hoe kleiner de hoek tussen het reflecterende vlak en de invallende druk, hoe lager de belasting op de constructie. Voor het gemak wordt hier aangehouden dat er maar twee manieren van inval zijn, te weten loodrecht op en parallel aan het gevelvlak. Als een golf parallel aan de gevel invalt loopt deze onbelemmerd door en is de belasting gelijk aan de overdruk in de aankomende golf. Valt de golf loodrecht op de gevel in, dan is de belasting gelijk aan de overdruk in de gereflecteerde golf. Zoals eerder aangegeven, oefent de gereflecteerde golf veel meer kracht uit op de gevel. Daarnaast kan het ook nog zo zijn de golf loodrecht invalt op een kleiner gebouw. Dit heeft als gevolg dat de ontlasting zo snel gaat dat reflectie verwaarloosd mag worden. Verder is het drukverschil op voor- en achtergevel zo klein dat de belasting alleen maar bestaat uit de dynamische druk. Deze is over het algemeen relatief laag. Als de constructie aan de voorzijde gedeeltelijk open is wordt de druk aan de binnenzijde gecompenseerd. Dit heeft een positief effect op de belasting die op de draagconstructie werkt. Mocht het zo zijn dat er teveel gevelopeningen zijn (door kapot gesprongen glas) dan werkt de overdruk op de achtergevel. Deze wordt dan extra zwaar belast.

De kern vergroten

Een eenvoudige methode om de constructie te versterken is het vergroten van de kern. Dit brengt bovendien weinig extra kosten met zich mee. Het toepassen van een schijf is ongunstig. Dit komt doordat de schijf simpelweg te weinig oppervlak heeft om de spanningen die optreden op te kunnen vangen.

Als vorm voor de kern kan beter een kokervorm gekozen worden dan een uitvergroot HE profiel. Een kokerprofiel is namelijk vormvast en dus tegen torsie bestand. Mocht één kern het begeven dan bezwijkt de constructie tenminste niet op torsie en is het mogelijk dat de andere kern de volledige belasting opneemt. Hoe meer oppervlak een kern heeft, hoe meer druk- en trekspanningen hij op kan nemen. Het ligt daarom voor de hand om de buitengevel als kern uit te voeren. Hierdoor worden de spanningen in het beton tot een minimum gereduceerd.

Constructie

Een mogelijkheid om de druk te controleren is het aanwijzen van ruimten die mogen bezwijken. Deze maatregel legt een enorm beslag op het ruimtegebruik en indeling van de gebouwen. Het gewenste effect van deze maatregelen is verder zeer moeilijk aan te tonen. Daarom wordt deze maatregel niet getroffen.

Een andere mogelijkheid om de druk te controleren is een wijziging van de opbouw van de gevel. Hierbij zijn twee mogelijkheden:

- kolommen $\rightarrow < 9 \text{ meter}^2$;
- vloeren $\rightarrow < 5 \text{ meter}^2$.

In combinatie levert deze maatregel een betere constructie op waarbij de kans op bezwijken van het gebouw kleiner wordt. Deze maatregel kan getroffen worden, maar legt een groot beslag op het gebruik en indeling (denk hierbij aan bouwbesluit eisen). Daarnaast werkt dit kosten verhogend.

Bewapening

Een laatste mogelijkheid waarnaar gekeken is, de aanpassing van wapening in de betonconstructies. Hierbij wordt wapening gebruikt van vloer tot vloer om zo de kolom te ontlasten. Deze maatregel kan getroffen worden, maar is kostenverhogend.

² National Institute of Building Sciences

Meer ondergronds bouwen

Aangezien overwegend sprake is van woningen, is ondergronds bouwen geen optie.

Ronde vormen

Ronde vormen hebben grote invloed op het ruimtebeslag. Hierdoor ontstaat inefficiënt ruimtegebruik. Daarom wordt deze maatregel niet getroffen.

Toxische stoffen

Bij een calamiteit met toxische stoffen (1% letaliteit voor project bomenvijk bedraagt tussen de 730 t/m > 4.000 meter) is vluchten over het algemeen geen goede optie. De meeste bescherming wordt verkregen door binnenshuis te schuilen en ramen en deuren te sluiten.

Centraal afsluitbaar ventilatiesysteem

Om te voorkomen dat bij een ongeval met toxische stoffen mensen binnenshuis worden blootgesteld, dient er in eerste instantie voor gezorgd te worden dat sprake is van een tijdige melding en alarmering. Indien hier snel wordt opgetreden kan, wanneer de woningen worden voorzien van een centraal afsluitbaar ventilatiesysteem, voorkomen worden dat (te) veel toxische stoffen de woning binnen komen.

Gezien de ligging zeer nabij de bron (A13) is een snelle signalering, waarschuwing en handelend optreden hierbij essentieel. Wanneer deze randvoorwaarden zijn getroffen, heeft het treffen van de maatregel 'een centraal afsluitbaar ventilatiesysteem' een gunstige bijdrage voor de beperking van het groepsrisico. In hoeverre deze maatregelen getroffen zullen worden zal in nader overleg met de Veiligheidsregio vastgesteld dienen te worden.

8 Maatregelen ter bestrijding en beperking van een ramp of een zwaar ongeval

De volgende maatregelen dragen bij aan de bestrijding en beperking van een ramp of zwaar ongeval.

De risicobron 'weg':

- alarmering van hulpdiensten en derden;
- signalering van calamiteit;
- bluswater;
- tweezijdig aanrijden van de A13;
- aan verschillende zijden van de A13 kunnen inzetten;
- aanvals- en opstelruimte voor hulpdiensten.

Voor de bestrijding van een calamiteit is de inrichting van het gebied van belang. Naast het tijdig aanwezig zijn met voldoende materieel is de tevens de bereikbaarheid in algemene zin en de specifieke risicolocatie cruciaal.

Ten opzichte van de bestaande situatie is in het middendeel van de wijk (Lindezone) sprake van een verdunning en van et toevoegen van extra parkeervoorzieningen in de wijk. Hierdoor neemt de parkeerdruk op de bestaande, relatief smalle wegen af en is sprake van een verbetering van de bereikbaarheid voor hulpdiensten.

9 De mogelijkheden om te vluchten

In het algemeen werken de volgende aspecten veiligheidsverhogende, dan wel hebben een positief effect op het beperken van het restrisico:

- vluchtwegen van de bron af;
- vluchtwegcapaciteit;
- scheiding van vluchtwegen en (aanvals)wegen voor hulpdiensten;
- bedrijfshulpverlening (BHV);
- opstelplaatsen en route voor hulpdiensten (brandweer en medische diensten).

Zelfredzaamheid is het zichzelf kunnen onttrekken aan een dreigend gevaar, zonder daadwerkelijke hulp van hulpverleningsdiensten. De mogelijkheden voor zelfredzaamheid bestaan globaal uit schuilen en ontvluchting. Het zelfredzame vermogen van personen in de buurt van een risicovolle bron is een belangrijke voorwaarde om grote effecten bij een incident te voorkomen.

Mobiliteit personen

Binnen het invloedsgebied zijn overwegend personen met een normale mobiliteitsfactor aanwezig. In blok N22 wordt in de bestemmingsplanvoorschriften de aanwezigheid van niet-zelfredzame personen zoveel mogelijk uitgesloten.

Vluchtwegen

Vluchtroutes moeten personen direct van de calamiteit wegleiden. In de omgeving zijn meerdere wegen van en naar de gebouwen aanwezig die ontvluchting van de bron af goed mogelijk maken.

In het ontwerp en programmatische invulling is al rekening gehouden worden met het niet positioneren van minder zelfredzame personen in de eerstelijnsbebouwing.

10 Samenvattend

In het kader van de bestemmingsplanvaststelling voor De Bomenwijk te Delft is in het voorgaande een voorstel gedaan voor de verantwoording van het groepsrisico. Het groepsrisico bedraagt ca. 35 % van de oriëntatiewaarde.

Het bestemmingsplan is – uitgaande van het stedenbouwkundig ontwerp - zodanig van opzet dat veel maatregelen voor de bestrijding van ramopen en beperking van ongevallen reeds aanwezig zijn.

Additionele maatregelen die op gebouw- en woningniveau kunnen worden overwogen zijn:

- een centraal afsluitbaar ventilatiesysteem (i.v.m. toxische stoffen);
- opnemen van manshoge stralingswerende borstweringen t.p.v. woningtoegangsdeuren (i.v.m. secundaire branden);
- het uitsluiten van niet-zelfredzame personen binnen de eerstelijnsbebouwing (i.v.m. vluchten).

De laatste twee punten zijn relatief eenvoudig inpasbaar binnen het architectonisch ontwerp, het eerst vraagt een nadere afweging in kosten versus effectiviteit. Het laatste punt is opgenomen in de (concept) bestemmingsplanvoorschriften, het tweede punt kan in het bouwkundig ontwerp van blok N22 worden opgenomen.

Naast bovenstaande maatregelen moet worden vastgesteld dat vanwege de verdunning in het middel van de wijk en het toevoegen van parkeervoorzieningen de bereikbaarheid door hulpdiensten zal verbeteren ten opzichte van de bestaande situatie.

Deze verantwoording dient voor gelegd te worden aan de veiligheidsregio. In dit overleg kan vastgesteld worden hoe de hierboven beschreven drie maatregelen noodzakelijk geacht worden in het licht van het groepsrisico en de maatrampscenario's, welke gehanteerd worden de veiligheidsregio. Tevens kan hierbij een afweging gemaakt worden in hoeverre de inzetbaarheid van de hulpdiensten toereikend is bij een incident.

Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV

ir. J. Hardlooper

