



Tebodin Netherlands B.V.
Laan van Nieuw Oost-Indië 25 • 2593 BJ Den Haag
Postbus 16029 • 2500 BA Den Haag
Telefoon 070 348 09 11 • Fax 070 348 06 45
denhaag@tebodin.nl • www.tebodin.com

Opdrachtgever: **KWP Gebiedsontwikkelaars**
Project: **Nieuwbouw Kanaalweg 59, Utrecht**

Ordernummer: T41363.00
Documentnummer: 3412121
Revisie: A

Auteur: W.A. Hamer
Telefoon: 070 348 05 86
Telefax: 070 348 05 91
E-mail: w.hamer@tebodin.nl

Datum: 23 maart 2010

Brandveiligheidsrapport, externe veiligheid Nieuwbouw locatie Kanaalweg 59 te Utrecht

A	23-03-2010	Verwerking commentaar bevoegd gezag	W. Hamer	C. Assmann
0	19-02-2010	Ter goedkeuring	W. Hamer	C. Assmann
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

© Copyright Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

	Inhoudsopgave	Pagina
	Samenvatting	4
1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel van het brandveiligheidsrapport	6
1.3	Kader van wet -, regelgeving en richtlijnen	6
1.4	Begrippen en afkortingen	7
1.5	Opzet rapport	8
1.6	Leeswijzer	8
2	Beschrijving locatie	9
3	Beschrijving inrichting	10
3.1	Stoomketelgebouw	10
3.2	Opslagtanks	11
3.2.1	Beschrijving opslagtanks	11
3.2.2	Beschrijving leidingen	12
3.2.3	Stookolie	12
4	Ontwikkelingsplan nieuwbouwlocatie	14
4.1	Loftgebouw	15
4.2	Havengebouw	15
4.3	Torenggebouw	16
4.4	Materiaal specificatie	17
4.4.1	Brandeffecten algemeen	17
4.4.2	Brandeigenschappen beton	18
4.4.3	Brandeigenschappen isolatiemateriaal	18
4.4.4	Brandwerendheid baksteen	19
5	Stralingsintensiteit	20
5.1	Algemeen	20
5.2	Stofeigenschappen hexaan	21
5.3	Modellering	21
6	Conclusie	25
	Bronvermelding	26

Samenvatting

KWP Gebiedsontwikkelaars heeft namens Kondor Wessels Projecten een aanvraag ingediend voor het oprichten en in stand houden van bouwwerken en daaraan gekoppelde voorzieningen ten behoeve van woningbouw.

Om een bouwvergunning te kunnen verkrijgen moet volgens de Wet ruimtelijke ordening het bestemmingsplan worden gewijzigd of een projectbesluit worden genomen. Als de oude Wet op de ruimtelijke ordening echter nog van toepassing is op deze procedure, moet volgens artikel 19 van deze wet vrijstelling worden aangevraagd. Ongeacht welk van deze procedures van toepassing zijn wordt ten behoeve van de bestemmingsplanprocedure dit document 'Brandveiligheid, externe veiligheid' als ondersteunend document aan het bevoegde gezag voorgelegd.

In het kader van de bestemmingsplanprocedure heeft een belanghebbende bezwaar aangetekend. Een van de bezwaren omvatte het aspect veiligheid en in het bijzonder brandveiligheid. Met dit rapport wordt inzicht gegeven in de effecten van eventuele brandrisico's en de maatregelen die de effecten van de eventuele brand kunnen beperken.

Het doel van dit document is:

- Betrokken partijen te voorzien van informatie die nodig is om een goede beoordeling te kunnen maken van de bijzondere risico's van het bedrijf.
- Te waarborgen dat brandrisico's gereduceerd worden tot een aanvaardbaar niveau voor alle betrokken partijen.

De plansituatie is beoordeeld op basis van de gangbare technische criteria, zoals deze ten grondslag liggen aan het Bouwbesluit.

Hieruit volgt dat vanuit de industriële gebouwen rondom het perceel Kanaalweg 59 geen bijzondere brandrisico's te verwachten zijn.

De bedrijfsgebouwen en productie-installaties in de omgeving leveren geen hogere brandrisico's voor de geprojecteerde woningen op dan de gebruikelijke woon- en verblijfsgebouwen. Op het naastgelegen terrein van de warmtehelpcentrale zijn echter nog drie bovengrondse opslagtanks voor stookolie aanwezig met elk een inhoud van 500 m³. Op grond van de fysische eigenschappen van stookolie is niet te verwachten dat deze extra brandgevaar voor de nieuwbouw opleveren.

Door berekening met een referentiebrandstof (hexaan) is inzicht verkregen in de mogelijke warmtestraling op de toekomstige bebouwing. De bouwregelgeving vereist een warmtestralinggrenswaarde op naastgelegen bouwwerken van verschillende percelen van maximaal 15 kW/m². De 15 kW/m² contour bij een tankbrand raakt de geprojecteerde bebouwing niet.

Door toepassing van bouwkundige materialen in de gevels, die in het zichtveld en op een afstand van minder dan 15 meter van de opslagtanks staan, wordt een beschermingsniveau gewaarborgd dat boven de wettelijke bouwkundige eisen uitgaat.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

KWP Gebiedsontwikkelaars heeft namens Kondor Wessels Projecten een aanvraag ingediend voor het oprichten en in stand houden van bouwwerken en daaraan gekoppelde voorzieningen ten behoeve van woningbouw.

Om een bouwvergunning te kunnen verkrijgen moet volgens de Wet ruimtelijke ordening het bestemmingsplan worden gewijzigd of een projectbesluit worden genomen. Als de oude Wet op de ruimtelijke ordening echter nog van toepassing is op deze procedure, moet volgens artikel 19 van deze wet vrijstelling worden aangevraagd.

Ongeacht welk van deze procedures van toepassing zijn, wordt ten behoeve van de bestemmingsplanprocedure dit document 'Brandveiligheid, externe veiligheid' als ondersteunend document aan het bevoegde gezag voorgelegd.

In het kader van de bestemmingsplanprocedure heeft een belanghebbende bezwaar aangetekend. Eén van de bezwaren omvatte het aspect veiligheid en in het bijzonder brandveiligheid. Met dit rapport wordt inzicht gegeven in de effecten van eventuele brandrisico's en de maatregelen welke de effecten van de eventuele brand kunnen beperken.

Door het adviesbureau AVIV te Enschede is in 1^e instantie een brandveiligheidsrapport opgesteld. De gemeente Utrecht heeft beoordeeld dat in het AVIV rapport onvoldoende naar voren is gebracht of wordt voldaan aan het afstandscriteria zoals deze zijn aangegeven door de gemeente Utrecht. De gemeente Utrecht heeft KWP Projectontwikkelaars verzocht de warmtestralingcontouren, welke eventueel bij een brand in een van de opslagtanks ontstaan, inzichtelijk te maken.

KWP Gebiedsontwikkelaars heeft Tebodin verzocht tot het inzichtelijk maken van de warmtestralingcontouren indien een van de opslagtanks in brand geraakt. Deze warmtestralingcontouren diende gebaseerd te zijn op het door Adviesbureau AVIV opgestelde brandveiligheidsrapport. Tebodin heeft KWP Gebiedsontwikkelaars gewezen op het feit dat de in het door AVIV opgestelde rapport dat een aantal uitgangspunten niet overeenkwamen met de huidige literatuur en de informatie zoals deze naar voren was gebracht in het bezwaarschrift van de belanghebbende.

De twee belangrijkste uitgangspunten in het AVIV rapport die geleid hebben tot het opnieuw opstellen van een brandveiligheidsrapport door Tebodin zijn:

1. De invloed van de zogenoemde 'surface emissive power' (SEP) waarde.
 - Adviesbureau AVIV heeft gekozen voor een berekening op basis van de SEP-waarde voor gasvormige koolwaterstoffen.
 - De gasvormige koolwaterstoffen zoals methaan, ethaan, propaan en butaan hebben een SEP-waarde van 140 kW/m².

De SEP-waarde van vloeibare koolwaterstoffen, zoals bij de warmtehuilpcentrale aanwezig, is in de literatuur bepaald op een waarde van 56,1 kW/m².

2. In het bezwaarschrift van de belanghebbende wordt (lichte) stookolie genoemd terwijl in het AVIV rapport dieselolie als uitgangspunt is gehanteerd. Dieselolie is een lichtere kolomfractie dan (lichte) stookolie.

Aangezien de warmtestraling met stijgende afstand van de warmtebron kwadratisch afneemt is het essentieel een correcte SEP-waarde te hanteren zodat een reële weergave kan worden gegeven van de warmtestralingcontouren.

Voornamelijk op basis hiervan is door KWP Projectontwikkelaars besloten tot het opnieuw opstellen van een rapportage.

Dit document betreft een beschrijving van de te nemen maatregelen in het kader van brandveiligheid, die voor nieuwbouw vereist worden vanwege het Bouwbesluit 2003 en de gemeentelijke bouwverordening. Daarnaast beschrijft het document relevante bouwkundige en installatietechnische voorzieningen van de naastgelegen warmtehelpcentrale.

Het perceel bevindt zich aan de Kanaalweg 59 te Utrecht.

1.2 Doel van het brandveiligheidsrapport

Het doel van het brandveiligheidsrapport is:

- De betrokken partijen te voorzien van informatie die nodig is om een goede beoordeling te kunnen maken van de bijzondere risico's van het bedrijf.
- Te waarborgen dat brandrisico's gereduceerd worden tot een aanvaardbaar niveau voor alle betrokken partijen.

1.3 Kader van wet -, regelgeving en richtlijnen

Het brandveiligheidsrapport is getoetst aan de volgende wettelijke regelingen en pseudo-wetgeving (in volgorde van prioriteit);

- Europese regelgeving;
- Bouwbesluit 2003;
- Besluit externe veiligheid inrichtingen (BEVI);
- Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen (PGS) 29.

1.4 Begrippen en afkortingen

Gebruiksfunctie	gedeelten van één of meer bouwwerken op een perceel of standplaats, die dezelfde gebruiksbestemming hebben en die tezamen één gebruikseenheid vormen.
Brandcompartiment	gedeelte van één of meer bouwwerken, bestemd als maximaal uitbreidingsgebied van brand.
Technische ruimte	ruimte voor het plaatsen van de apparatuur, noodzakelijk voor het functioneren van een gebouw.
Gebruiksoppervlakte	gebruiksoppervlakte als bedoeld in NEN 2580.
Hoofddraagconstructie	hoofddraagconstructie als bedoeld in NEN 6702.
WTD	tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten.
WBDBO	weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag: weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag als bedoeld in NEN 6068.
Lichte industriefunctie	industriefunctie waarin activiteiten plaats vinden, waarbij het verblijven van mensen een ondergeschikte rol speelt.
Woongebouw	gebouw of gedeelte van een gebouw, waarin twee of meer woonfuncties liggen, die zijn aangewezen op een of meer gemeenschappelijke verkeersroutes.
Bezettingsgraad	aantal m ² gebruiksoppervlakte per persoon.
Bezettingsgraadklasse	klasse die de bezettingsgraad van een gebruiksoppervlakte en de bezettingsgraad van een vloeroppervlakte aan verblijfsgebied aangeeft in overeenstemming met Tabel 1.

Tabel 1: bezettingsgraad

klasse	bezettingsgraad	
	in m ² gebruiksoppervlakte per persoon	in m ² vloeroppervlakte aan verblijfsgebied per persoon
B1	> 0,8 - <= 2	> 0,5 - <= 1,3
B2	> 2 - <= 5	> 1,3 - <= 3,3
B3	> 5 - <= 12	> 3,3 - <= 8
B4	> 12 - <= 30	> 8 - <= 20
B5	> 30	> 20

Permanente vuurbelasting	Bijdrage tot de vuurbelasting van de materialen die deel uitmaken van de bouwdelen.
Blikseminstallatie	Een installatie als bedoeld in NEN 1014.

1.5 Opzet rapport

In dit rapport wordt het algemene referentiekader ten behoeve van de brandveiligheid beschreven. Voorts worden uitgangspunten vastgelegd die de basis vormen voor de nadere invulling van de genomen brandveiligheidsmaatregelen.

Aan de hand van de milieuregelgeving en bouwregelgeving zijn criteria vastgesteld waar aan de bouwwerken minimaal dienen te voldoen. Deze criteria zijn vastgelegd in de vigerende milieu- en bouwvergunningen. Tevens geeft dit rapport aan welke bouwkundige en installatietechnische voorzieningen getroffen zijn ten behoeve van de brandveiligheid. Deze omvatten onder meer de toekomstige externe brandcompartimentering van de woongebouwen.

1.6 Leeswijzer

Het document is zo opgesteld dat de brandveiligheidsaspecten betreffende de externe veiligheid van de warmtehelpcentrale van binnen naar buiten worden beschouwd. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van het terrein met daarbij een beschrijving van de aanrijroutes voor de hulpdiensten en waar mogelijk de primaire waterwinning plaatsvindt.

Hoofdstuk 3 beschrijft de bouwkundige aspecten van het ketelgebouw en de naastgelegen opslaginstallatie met de leidingen. Paragraaf 3.4 geeft de fysische eigenschappen van het opgeslagen product.

Hoofdstuk 4 geeft een beschrijving van de toekomstige gebouwen, die zich beperkt tot de gevel die naar de opslagtanks is gericht.

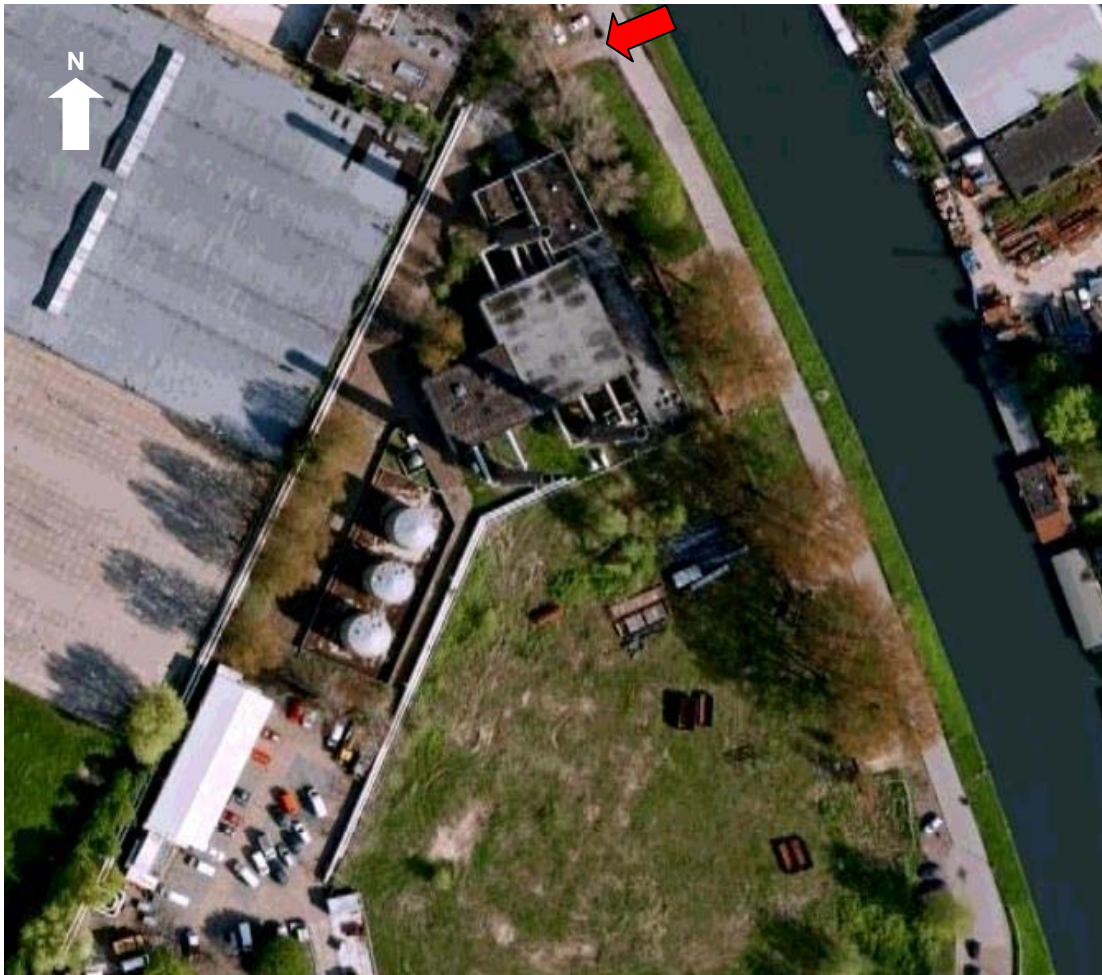
Hoofdstuk 5 geeft een weergave van de warmtestraling en vlamhoogte die mogelijk bij een brand kan voorkomen.

2 Beschrijving locatie


De nieuwbouwlocatie is gelegen aan de Kanaalweg 59 te Utrecht.

De nieuwbouwlocatie en de naastgelegen warmtehelpcentrale kunnen beide bereikt worden via de Kanaalweg. De Kanaalweg is de primaire ontsluitingsroute waarover de hulpdiensten kunnen aanrijden. De tweede ontsluitingsroute loopt via de Koningin Wilhelminalaan, die overgaat in de Kanaalweg.

De locatie heeft een ondergrondse brandkraan binnen een straal van 40 meter, gerekend vanaf de terreintoegang (brandweeringang), met een capaciteit van minimaal 60 m³/uur.



Figuur 1: terreinoverzicht

 = brandweeringang

Naastgelegen objecten zijn zodanig vrij gelegen en voorzien van niet-brandbare dakbedekkingen dat geen gevaar bestaat voor brandoverslag.

3 Beschrijving inrichting

In dit hoofdstuk worden de bouwkundige en installatietechnische voorzieningen van de inrichting beschreven. Deze voorzieningen zijn conform de milieu- en bouwvergunning en zullen worden getoetst aan de huidige milieu- en bouwregelgeving.

Op de inrichting zijn twee typen van bouwwerken te onderscheiden, namelijk;

- ⇒ bouwwerken;
- ⇒ bouwwerken 'geen gebouw zijnde'.

Bouwwerken 'geen gebouw zijnde' dienen te voldoen aan de definitie zoals gegeven door de Woningwet, artikel 1 lid 1c: *'elk bouwwerk, dat een voor mensen toegankelijke overdekte geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten ruimte vormt'*.

De bouwwerken op het terrein die een gebouw vormen, zijn in overeenstemming met het Bouwbesluit 2003 ingedeeld in de gebruiksfunctie 'lichte industriefunctie' (zonder verblijfsgebied).

In het gebouw, hierna te noemen stoomketelgebouw, staan 8 stoomketels (warmtehelpcentrale) opgesteld. De stoomketels worden gestookt met stookolie (vlampunt > 90°C). De stookolie wordt opgeslagen in drie opslagtanks.

Het stoomketelgebouw ligt circa 12 meter van de inrichtingsgrens aan de straatzijde (Kanaalweg) van het terrein en circa 11 meter van de dichtstbijzijnde opslagtank.

De opslagtanks staan zuidwestelijk van het stoomketelgebouw in een lijn evenwijdig aan - en op circa 8 meter van - de westelijke inrichtingsgrens. De 1^e opslagtank (gerekend vanaf het stoomketelgebouw) ligt circa 23 meter van de oostelijke inrichtingsgrens. Aan de oostelijke inrichtingsgrens staat een gebouw met een industriefunctie. Ten zuiden van de 3^e opslagtank (geteld vanaf het stoomketelgebouw) staat op een afstand van circa 16 meter nog een gebouw met een industriefunctie.

De warmtehelpcentrale levert alleen in geval van een piek in de warmtevraag aan het stadsverwarmingsnet.

3.1 Stoomketelgebouw

In het bestaande stoomketelgebouw staan acht stoomketels met toebehoren. De gebruiksfunctie wordt gedefinieerd als 'lichte industriefunctie' (zonder verblijfsgebied) met bezettingsgraad B5 en met een totaal gebruiksoppervlak van minder dan 1.000 m². Vanzelfsprekend zijn er ruimten met een 'overige functie' aanwezig zoals toilet/sanitaire ruimten en technische ruimten.

Het pand is conform het Bouwbesluit 2003 (nieuwbouwniveau), en gemeentelijke bouwverordening voorzien van het vereiste brandpreventieve voorzieningen, zoals blusmiddelen.

3.2 Opslagtanks

3.2.1 Beschrijving opslagtanks

De opslagtanks voldoen aan de toenmalige vigerende voorschriften zoals de CPR-92 (vloeibare aardolieproducten, bovengrondse opslag kleine installatie (< 80.000 m³)), die voorschriften tegenwoordig zijn samen gebracht in de Eurocode EN 1993-4-2 (opslagtanks) en PGS 29. De opslagtanks zijn geplaatst in een tankput van 770 m² met een toereikende omwalling.

De 3 opslagtanks hebben elk een diameter van 8 m, een hoogte van circa 10 m en een opslagcapaciteit van circa 500 m³. De totale wandoppervlakte bedraagt circa 251 m². Het oppervlak van de tankbodem is circa 50 m².

$$\pi = 3.14$$

$$d = 8$$

$$h = 10$$

$$\pi * d * h \equiv \text{oppervlak}$$

$$3.14 * 8 * 10 \approx 251 \text{ m}^2$$

Formule 1: berekening wandoppervlak

$$0.25 * \pi * d^2 \equiv \text{oppervlak}$$

$$0.25 * 3.14 * 8^2 \approx 50 \text{ m}^2$$

Formule 2: berekening bodemoppervlak

De opslagtanks zijn vervaardigd van koolstofstaal conform de toen geldende regelgeving zoals ASMI en aangevuld met NFPA codes en EEMUA guidelines. Alle opslagtanks zijn van het type 'cone roof' vast dak en geheel voorzien van een thermische isolatielaag van circa 50 mm op basis van mineraal product, waarbij aan de buitenzijde een aluminium beplating is aangebracht.

In de tankwand zijn doorvoeringen gerealiseerd ten behoeve voor toe- en afvoerleidingen. Op het tankdak zijn mangaten en openingen aanwezig ten behoeve van ventilatie en meetapparatuur. De tanks zijn uitgevoerd met een hoogniveau-alarmering, die ter plaatse en in de controlekamer alarm geeft voordat het hoogste toelaatbare vloeistofniveau in de tank wordt bereikt.

Alle opslagtanks met bijbehorende installatieonderdelen zijn voorzien van bliksem- en overspanningsbeveiliging en in overeenstemming met de NEN 1014. De bliksem- en overspanningsbeveiliginginstallatie wordt periodiek geïnspecteerd en gecertificeerd.

De tanks zijn voorzien van tankverwarming, zogenoemde 'heat tracing' of soortgelijke voorzieningen ten behoeve van het behouden van de juiste viscositeit voor het verpompen van het opgeslagen product.

3.2.2 Beschrijving leidingen

Vanuit het lospunt van de tankwagens gaan geïsoleerde vulleidingen naar de opslagtanks. Vanuit de opslagtanks wordt de stookolie naar de stoomketels in het stoomketelgebouw gevoerd.

De leidingen zijn uitwendig voorzien van minerale isolatie en bekleed met aluminium beplating en zijn uitgerust met warmtespiralen 'heat tracing' of vergelijkbare voorzieningen, omdat koude stookolie niet verpompt is.

Alle leidingen met bijbehorende installatieonderdelen zijn voorzien van bliksem- en overspanningsbeveiliging en in overeenstemming met de NEN 1014. De bliksem- en overspanningsbeveiligingsinstallatie wordt periodiek geïnspecteerd en gecertificeerd.

3.2.3 Stookolie

De gebruikte brandstof is een mengsel van koolwaterstoffen met een kookpunt traject van 350°C tot en met 650°C met een relatief lage dampspanning (0,1 mbar bij 20 °C) (water = 23 mbar bij 20 °C). Dergelijke mengsels worden gebruikt voor commerciële en industriële verbranders en worden gerangschikt onder de noemer stookoliën.

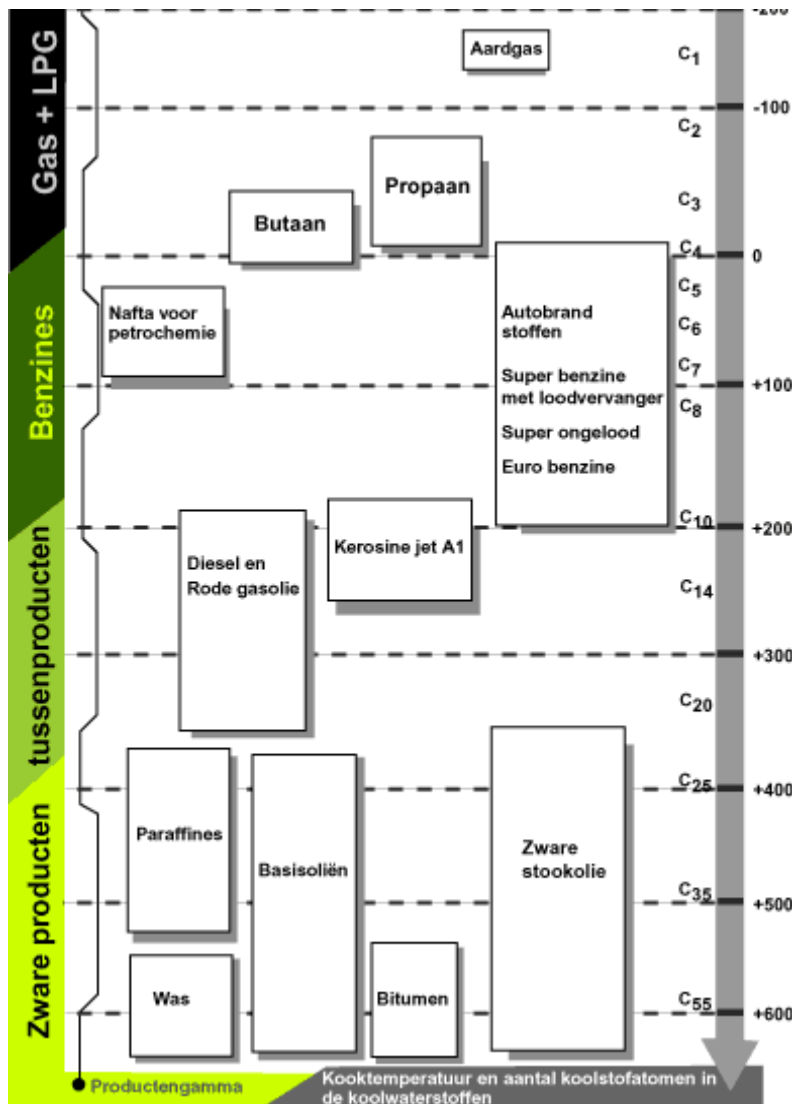
Stookolie heeft vanwege de lange koolstofketens, lengte van C₂₀ tot C₅₀ een vlampunt van circa 90 °C en is onder normale atmosferische temperaturen zo viskeus (stroperig) dat deze langzaam vloeit. Doordat deze viskeuze brandstof gedurende vorstperioden beschikbaar dient te zijn wordt de vloeistof continu op een minimale bedrijfstemperatuur gehouden, zodat de vloeistof goed vloeibaar is en kan worden verpompt naar de stoomketels.

Aangezien dergelijke koolwaterstofmengsels een vlampunt hebben van minder dan 100°C worden deze als brandbaar geclassificeerd.

Stookolie is niet mengbaar met water en zal op water (dichtheid ≈ 0,95 gr/ml) een viskeuze drijflaag vormen.

Aangezien de moleculaire verhouding koolstof – waterstof in de ratio 3 – 1 gepasseerd is, zal in geval van brand een sterke roetvorming plaatsvinden. De vrijkomende warmtestraling (heat flux) zal bepaald worden door de surface emissive power (SEP) waarde. Deze SEP waarde is voor de vloeibare koolwaterstoffen bepaald op 56,1 kW/m² (Ø = 10 meter) en als 'Smokey' getypeerd.

Door de sterke roetvorming zal warmtestraling niet toenemen of zelfs beperkt afnemen wanneer een plasbrand een diameter heeft groter dan 3 meter. De afbrandwaarde van stookolie is circa 0,035 kg/(m².s).



Figuur 1: kooktraject koolwaterstoffen

4 Ontwikkelingsplan nieuwbouwlocatie

Het ontwikkelingsplan omvat de bouw van drie woongebouwen waarin 162 wooneenheden worden voorzien. De woongebouwen zijn gelegen rond een binnenhaven, die in verbinding staat met het Merwedekanaal.

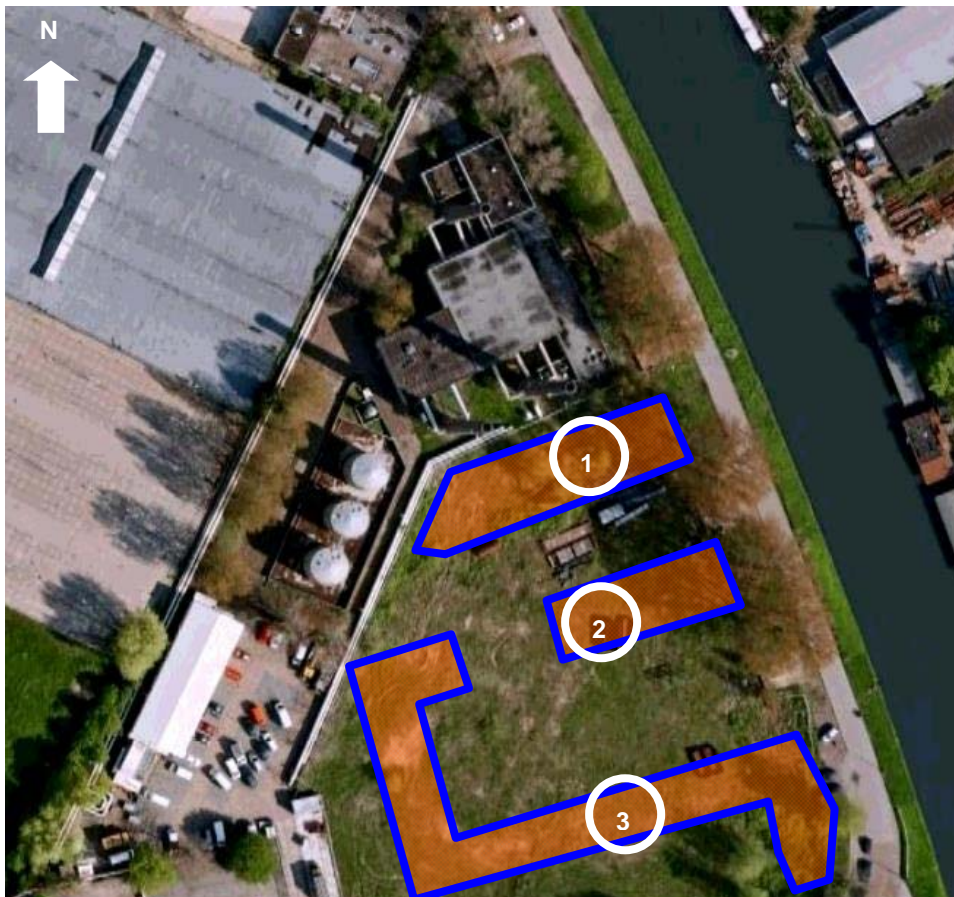
De woongebouwen zijn verschillend van hoogte:

1. het 'Loftgebouw';
2. het 'Havengebouw';
3. het 'Torengebouw'.

Het Loftgebouw staat direct aan de perceelsgrens op een afstand van circa 5 meter van de tankput. De afstand van het Loftgebouw en de dichtstbijzijnde opslagtank, 1^e opslagtank gerekend vanaf het stoomketelgebouw, is 8 meter.

Tussen het Loftgebouw en het Havengebouw is een openbare oost-west wegverbinding voorzien.

Eén van de hoekgevels van het Torengebouw staat op de perceelgrens. De afstand van het punt waar de hoekgevel de perceelgrens raakt tot de tankput is groter dan 5 meter; de afstand tot de dichtstbijzijnde opslagtank is circa 12 meter en tot de volgende opslagtank ca 16 meter.



4.1 Loftgebouw

Het Loftgebouw heeft vijf bouwlagen. De gevel tegenover én in het zichtveld van de opslagtanks heeft een breedte van 19 meter en een totale hoogte van circa 20 meter.

Woongebouwen waarvan het hoogste verblijfsgebied hoger ligt dan 7 meter (het hoogste verblijfsgebied is bepaald op circa 17 meter, ten opzichte van het maaiveld) hebben volgens het Bouwbesluit 2003 een WTB-eis ten opzichte van de hoofddraagconstructie van 90 minuten. De WBDBO van de brandwerende en rookwerende scheiding van de gevel moet minimaal 60 minuten zijn.

De gevel wordt uitgevoerd zonder gevelopeningen en wordt opgebouwd uit de volgende materialen.

Tabel 2: toegepaste materialen

	Dikte	Materiaal	WBDBO	Opmerkingen
Gevel beplating				
Binnenblad	200mm	Beton	> 200 minuten	
Buitenblad	100mm	Baksteen	90 minuten	
Gevelisolatie	100 kg/m ³ 80mm	Steenwol	60 minuten	
Totaal			>350 minuten	
Dakbeplating				
Dakbeplating	150mm	Gasbeton	>120 minuten	
Dakisolatie	100 kg/m ³ 80mm	Steenwol	60 minuten	
Totaal			> 180 minuten	

Conclusie: zoals blijkt uit tabel 2 wordt voor het Loftgebouw ruimschoots voldaan aan de minimale WBDBO van 60 minuten.

4.2 Havengebouw

Het Havengebouw heeft zes bouwlagen. De gevels in het zichtveld van de opslagtanks staan zo ver van de tanks, dat warmtestraling van een brandende opslagtank geen kritische stralingsintensiteit¹ geeft op de gevels.

Woongebouwen waarvan het hoogste verblijfsgebied hoger ligt dan 7 meter (het hoogste verblijfsgebied is bepaald op circa 21 meter, ten opzichte van het maaiveld) hebben volgens het Bouwbesluit 2003 een WTB-eis ten opzichte van de hoofddraagconstructie van 90 minuten. De WBDBO van de brandwerende en rookwerende scheiding van de gevel moet minimaal 60 minuten zijn.

De gevel wordt uitgevoerd zonder gevelopeningen en wordt opgebouwd uit de volgende materialen.

¹ Zie paragraaf 4.4

Tabel 3: toegepaste materialen

	Dikte	Materiaal	WBDBO	Opmerkingen
Gevel beplating				
Binnenblad	200mm	Beton	> 200 minuten	
Buitenblad	100mm	Baksteen	90 minuten	
Gevelisolatie	100 kg/m ³ 80mm	Steenwol	60 minuten	
Totaal			>350 minuten	
Dakbeplating				
Dakbeplating	150mm	Gasbeton	>120 minuten	
Dakisolatie	100 kg/m ³ 80mm	Steenwol	60 minuten	
Totaal			> 180 minuten	

Conclusie: zoals blijkt uit Tabel 3 wordt voor het Havengebouw ruimschoots voldaan aan de minimale WBDBO van 60 minuten.

4.3 Toreengebouw

Het Toreengebouw heeft 11 bouwlagen. De gevel tegenover én in het zichtveld van de opslagtanks heeft een breedte van 18 meter en een totale hoogte van circa 40 meter.

Woongebouwen waarvan het hoogste verblijfsgebied hoger ligt dan 13 meter, het hoogste verblijfsgebied is bepaald op circa 37 meter, ten opzichte van het maaiveld, hebben volgens het Bouwbesluit 2003 een WTB-eis ten opzichte van de hoofddragconstructie van 120 minuten.

De gevel wordt uitgevoerd zonder gevelopeningen. De gevel wordt opgebouwd uit de volgende materialen.

Tabel 4: toegepaste materialen

	Dikte	Materiaal	WBDBO	Opmerkingen
Gevel beplating				
Binnenblad	200mm	Beton	> 200 minuten	
Buitenblad	100mm	Baksteen	90 minuten	
Gevelisolatie	100 kg/m ³ 80mm	Steenwol	60 minuten	
Totaal			>350 minuten	
Dakbeplating				
Dakbeplating	150mm	Gasbeton	>120 minuten	
Dakisolatie	100 kg/m ³ 80mm	Steenwol	60 minuten	
Totaal			> 180 minuten	

Conclusie: zoals blijkt uit Tabel 4 wordt voor het Toreengebouw ruimschoots voldaan aan de minimale WBDBO van 60 minuten.

4.4 Materiaal specificatie

4.4.1 Brandeffecten algemeen

Bij het berekenen van materiële schade door warmtestraling wordt onderscheid gemaakt tussen twee niveaus:

- Schadeniveau 1: het in brand geraken van aan de warmtestraling blootgestelde oppervlakken, dan wel het breken of het bezwijken van constructieonderdelen.
- Schadeniveau 2: het optreden van schade zoals ernstige verkleuring van het materiaaloppervlak, afbladderen van de verf en/of het belangrijk vervormen van constructieonderdelen.

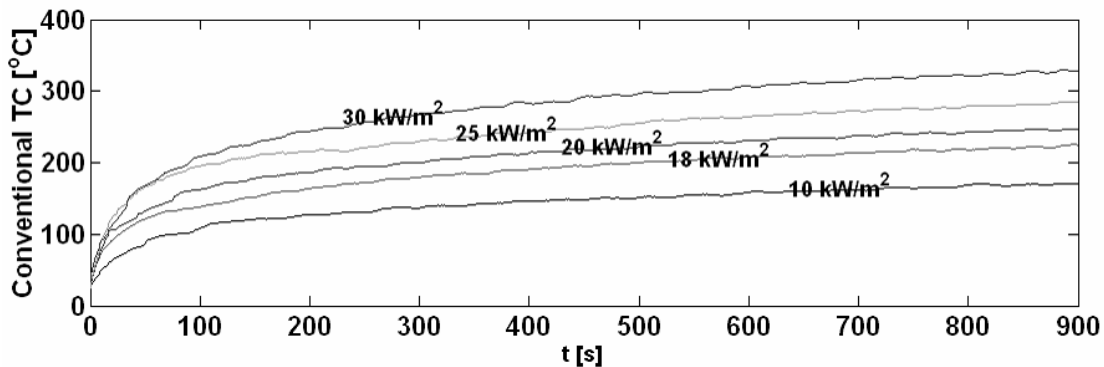
Hiertoe is het begrip 'kritische stralingsintensiteit' geïntroduceerd, waaronder die stralingsintensiteit wordt verstaan die bij langdurige expositie nog juist schade oplevert. In Tabel 5 wordt de kritische stralingsintensiteit gegeven voor verschillende bouwmaterialen conform PGS 1 deel B, Effecten van brand op constructies.

Tabel 5: kritische stralingsintensiteit (kW/m²)

Materiaal	Schadeniveau 1	Schadeniveau 2
Hout	15	2
Kunststof	15	2
Glas	4	-
Staal	100	25

Voor het inzichtelijke maken van de relatie kW/m² en de daarbij behorende temperatuur indicatie in °C geeft onderstaand Figuur 2 een weergave.

Figuur 2: weergave kW/m² <-> temperatuur



Onbrandbare en hittebestendige materialen zoals metselwerk blijven buiten beschouwing. Dit geldt ook voor gewapend beton en bekleed staal omdat hierbij warmtestraling slechts in extreme situaties problemen oplevert, bijvoorbeeld als het beschouwde object zich in of direct naast de brand bevindt. Bovendien zal de straling waarbij schade optreedt in zeer belangrijke mate afhangen van de toegepaste betondekking respectievelijk bekledingsdikte, waardoor een globale beschouwing vrijwel onmogelijk wordt.

4.4.2 Brandeigenschappen beton

Door het gebruik van beton met daarvoor geplaatst een mineraal isolatiemateriaal zal het toegepaste bouw materiaal niet of nauwelijks worden blootgesteld aan hoge temperaturen na verloop van tijd. Wordt beton voor zeer lange tijd blootgesteld aan een hoge thermische belasting, dan nemen de mechanische eigenschappen van beton af. De snelheid waarmee dit gebeurt, is afhankelijk van de thermische isolatie en de eigenschappen van beton zoals warmtegeleiding en warmtecapaciteit.

De brandwerendheid van het toegepaste beton waarbij wanden of vloeren een scheidende functie hebben, is weergegeven in onderstaande Tabel 6. Hierin is de relatie tussen de minimale dikte en brandwerendheid weergegeven. Conform de NEN 6071 (Rekenkundige bepaling van de brandwerendheid van bouwdelen. Betonconstructies) wordt bij betonconstructies met een dikte van meer dan 120 mm een WBDBO bereikt van minimaal 120 minuten.

Tabel 6: minimumdikte van wanden en brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie

Minimale plaatdikte (mm)	60	80	100	120
Brandwerendheid (min)	30	60	90	120

4.4.3 Brandeigenschappen isolatiemateriaal

Tussen de 2 gevelbladen wordt een thermisch isolatiepakket opgebouwd van minimaal 80 mm dikte bij een massa van 100 kg/m³. De structuur van het thermische isolatiemateriaal blijft boven 1.000 °C intact en zal het achterliggende binnenblad (beton) voor langere tijd beschermen. Zie Tabel 7.

Tabel 7: brandwerendheid isolatiemateriaal

brandwerendheid (scheidende functie)	minimum dikte kernvulling [mm]		
	steenwol 60 kg/m ³	100 kg/m ³	PUR of PIR
20 min.	30	25	80
30 min.	50	40	180
60 min.		80	

Bron: SBR reeks Brandveiligheid: Ontwerpen en Toetsen, deel D Bouwdeel- en materiaal gedrag

4.4.4 Brandwerendheid baksteen

De buitengevels (buitenblad) zullen worden opgetrokken uit baksteen met een minimale dikte van 100 mm

Voor het bepalen van de brandwerendheid van bakstenen wanden wordt gebruik gemaakt van de formule, welke is afgeleid van de kalkzandsteen, en welke formule wordt toegepast door de baksteenindustrie (zie Brandwerendheid van baksteenmetselwerk, infoblad 5) voor steenachtige wanden. De formule geldt voor niet-dragende wanden.

De formule luidt: $B = 0,9 * d^2 * 10^{-2}$

$$B = 0,9 * 100^2 * 10^{-2} = 90$$

B is de minimale brandwerendheid in minuten.

d is de wanddikte in mm.

Formule 3: brandwerendheid van baksteen wanden

5 Stralingsintensiteit

5.1 Algemeen

De huidige PGS-29 stelt in artikel 181:

Citaat:

Voor de overige onderdelen van de tankinstallaties geldt het volgende:

– installaties / objecten / dragende constructies die kunnen worden aangestraald met een hogere warmtebelasting dan 10 kW/m^2 en waarbij ten gevolge van de hittestraling falen of uitbreiding van de ontstane brand kan ontstaan, moeten worden beschermd tegen te grote warmtebelasting;

Einde Citaat.

Daarnaast wordt in bijlage D, bladzijde 86/86 van de PGS-29 een afstandsbepaling gegeven waarbij aangegeven wordt welke afstand aangehouden dient te worden naar gebouwen en/of installaties welke tot het terrein van de inrichting behoren.

Figuur 3: afstandbepaling opslagtanks <-> bouwwerken

Betrokken installatieonderdelen		Aanbevolen afstanden
1	Tussen tanks met een diameter van maximaal 10 m of een hoogte van maximaal 14 m	In overeenstemming met de voorwaarden van constructie en in werking houden
2	Tussen tanks met een diameter van meer dan 10 m of een hoogte van meer dan 14 m	De afstand moet de kleinste zijn van: 1) de helft van de diameter van de grootste tank, 2) de diameter van de kleinste tank, 3) 15 m, maar in geen geval kleiner dan 10 m
3	Tussen een tank en een vulpunt, vul of een gebouw	15 m, maar in overeenstemming met het bevoegd gezag, mogen bij kleine verticale of horizontale cilindrische tanks de afstanden worden verkleind tot niet minder dan 6 m.
4	Tussen een tank en de terreingrens van het depot, een niet-gevaarlijk gebied of een stationaire ontstekingsbron	15 m, maar in overeenstemming met het bevoegd gezag, mogen bij kleine verticale of horizontale cilindrische tanks de afstanden worden verkleind tot niet minder dan 6 m.

Essentieel is de warmtestraling (heat flux) welke gedurende een brand wordt uitgezonden naar de omgeving.

Daarna is het mogelijk op grond van modellering de warmtestralingcontouren vast te stellen welke de afstand in meters weergeven vanaf de rand van de opslagtank.

Indien de opgeslagen stookolie zou ontsteken (vlampunt $> 90^\circ\text{C}$) en vervolgens de brand zou onderhouden, zal de bronstraling (SEP waarde) $56,1 \text{ kW/m}^2$ ($\varnothing = 10$ meter) zijn.

Aangezien in de beschikbare literatuur stookolie niet is beschreven, is als referentie product 'hexaan' gemodelleerd als een tankbrand.

5.2 Stofeigenschappen hexaan

n-Hexaan wordt wereldwijd toegepast als referentieproduct bij testen waarbij beoordeeld dient te worden wat de gedragingen zijn waarbij vloeibare koolwaterstof zijn betrokken.

Hexaan (C₆H₁₄) bestaat uit een lineaire koolwaterstofketen en wordt gerangschikt onder de alkanen.

De brandbare vloeistof is geklasseerd als klasse-1 (vlampunt -22°C) met een zelfontbrandingstemperatuur van 223 °C. De vloeistof is niet water mengbaar en zal op water drijven met een relatieve dichtheid van 0,65 (water =1).

De uitdampende gassen zijn marginaal zwaarder (=1,15) dan de omgevingslucht (=1). Bij een dampspanning (160 mbar bij 20 °C) (ter vergelijking: water = 23 mbar bij 20 °C) wordt de onderste explosiegrens bereikt (LEL = 1,1%vol, UEL = 7,5%vol). Bij uitdamping is een vrije gaswolkverbranding dan wel deflagratie in een (semi) omsloten ruimte mogelijk.

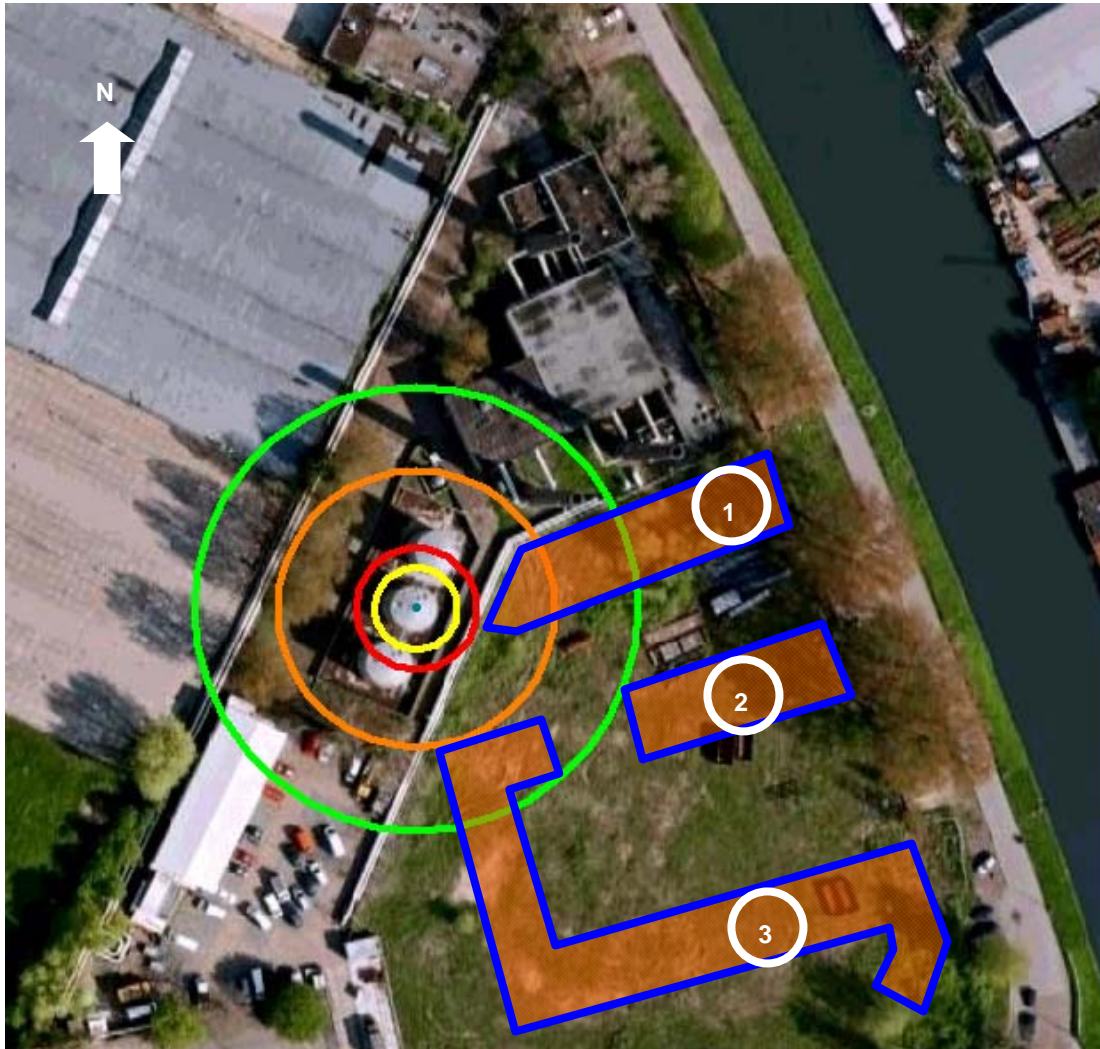
Hexaan zal net als andere vloeibare koolwaterstoffen als 'Smokey' verbranden waardoor een vlamtemperatuur van circa 800 -1.000 °C zal worden bereikt; echter, door het feit dat roet (SEP waarde = 56,1 kW/m² bij een plasdiameter van 10 meter)) wordt gevormd zal de stralingsenergie naar de omgeving verminderen door afscherming van de roetdeeltjes.

5.3 Modelling

Voor de modellering wordt het softwarepakket Phast professional[®] met de daarbij behorende DNV Software, Property Database Document (Phast professional[®]).

Op grond van de invoerparameters zoals hieronder vermeld zijn de volgende waarden uitgekomen:

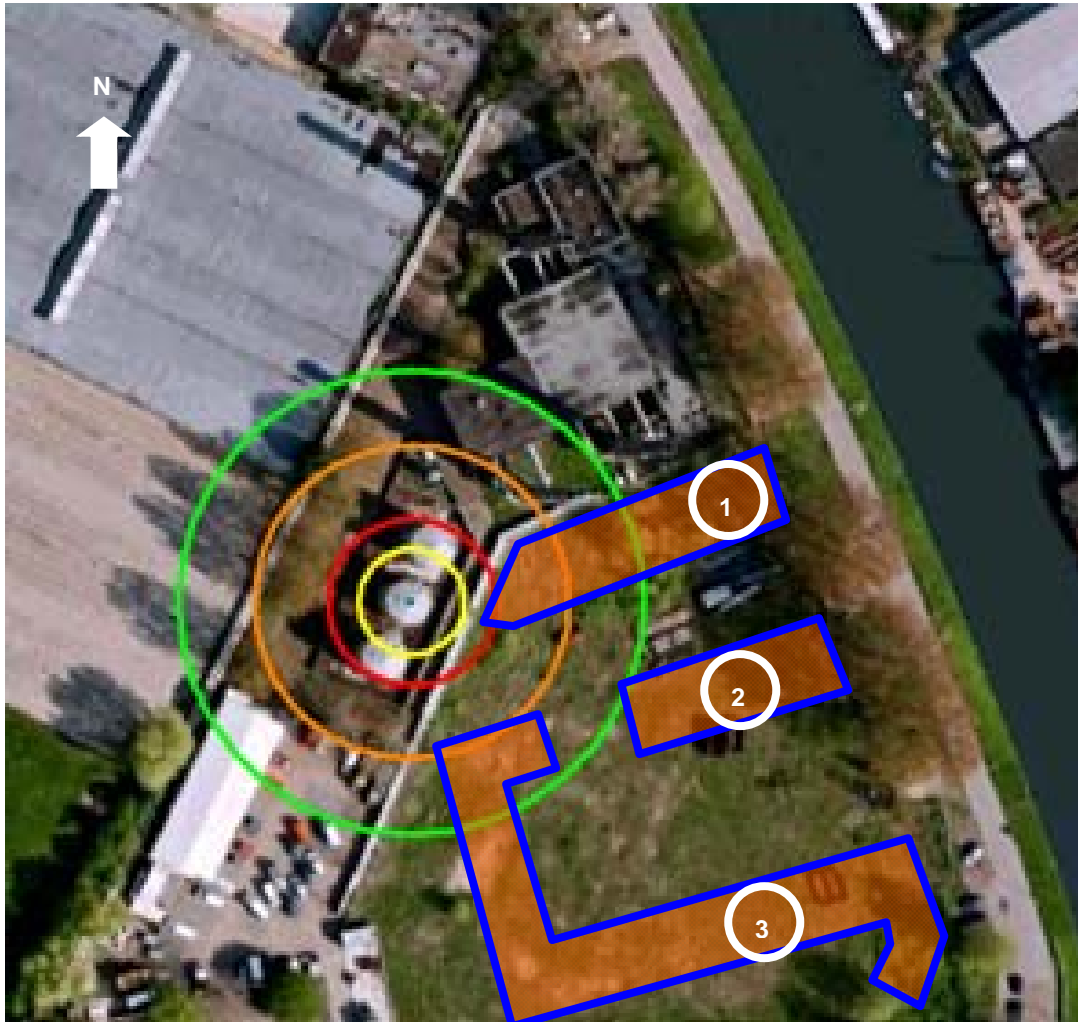
- brandstof gerelateerd:
 - product Hexaan;
 - SEP – waarde 56,1 kW/m²;
 - plasoppervlakte 50 m².
- weeromstandigheden:
 - atmosferische stabiliteit: Pascal klasse;
 - 1,5/F stabiel, bewolkt, windsnelheid 1,5 m/sec;
 - 5/D neutraal, licht bewolkt, windsnelheid 5 m/sec.
 - temperatuur 20 °C;
 - druk standaard.



Figuur 4: atmosferische stabiliteit: Pascal klasse 1,5/F

Geel = 15 kW/m² = circa 3 meter
Rood = 10 kW/m² = circa 6 meter
Oranje = 3 kW/m² = circa 21 meter
Groen = 1kW/m² = circa 36 meter

Conclusie: Uit Figuur 4 blijkt dat de stralingscontouren van 15 kW/m² de terreingrens van de warmtehelpcentrale niet overschrijdt.



Figuur 5: atmosferische stabiliteit: Pascal klasse 5/D

Geel = 15 kW/m² = circa 6 meter
Rood = 10 kW/m² = circa 10 meter
Oranje = 3 kW/m² = circa 25 meter
Groen = 1kW/m² = circa 39 meter

Conclusie: Uit Figuur 5 blijkt dat de stralingscontour van 15 kW/m² de terreingrens van de warmtehelpcentrale niet overschrijdt.

Vlamhoogte bepaling

Voor het bepalen van de vlamhoogte kan de 'Methode van Thomas' worden toegepast. Uit de onderstaande formule, welke is gebaseerd op de 'Methode van Thomas', kunnen de volgende waarden worden ingevuld.

$$H_f = 42 * D * (m' / r_a * \sqrt{(g * D)}) * 0,61$$

H_f = vlamhoogte in meters

m' = afbrandwaarde (stookolie 0,035 kg/(m².s))

r_a = ambient air density 1,18 kg/m³ (vaste waarde)

D = plasdiameter in meters (tankdiameter 8 meter)

g = gravitational acceleration 9,81 m/s² (vaste waarde)

$$H_f = 42 * 8 * (0,035 / 1,18 * \sqrt{(9,81 * 8)}) * 0,61 = 10,35$$

Formule 4: methode van Thomas

Uit Formule 4 volgt dat de stabiele vlamhoogte circa 10 meter zal zijn. Bij toenemende windsnelheden zullen de vlammen afvlakken en afnemen in vlamlengte (=vlamhoogte). De reden voor het afvlakken en afnemen van de vlammen is vindt zijn oorzaak dat de verbrandende gassen door de windsnelheid sneller worden opgemengd en meer zijwaarts worden gebogen door de door de intredende lucht.

Conclusie: Op basis van de berekende vlamlengte (=vlamhoogte) en rekening houdend met de afbuiging van de vlammen bij toenemende windsnelheden wordt geconcludeerd dat er geen sprake is van hogere brandrisico's voor de geprojecteerde woningen.

6 Conclusie

De plansituatie is beoordeeld op basis van de gangbare technische criteria, zoals deze ten grondslag liggen aan het Bouwbesluit.

Hieruit volgt dat vanuit de industriële gebouwen rondom het perceel Kanaalweg 59 geen bijzondere brandrisico's te verwachten zijn.

De bedrijfsgebouwen en productie-installaties in de omgeving leveren geen hogere brandrisico's voor de geprojecteerde woningen op dan de gebruikelijke woon- en verblijfsgebouwen. Op het naastgelegen terrein van de warmtehelpcentrale zijn echter nog drie bovengrondse opslagtanks voor stookolie aanwezig met elk een inhoud van 500 m³. Op grond van de fysische eigenschappen van stookolie is niet te verwachten dat deze extra brandgevaar voor de nieuwbouw opleveren.

Door berekening met een referentiebrandstof (hexaan) is inzicht verkregen in de mogelijke warmtestraling op de toekomstige bebouwing. De bouwregelgeving vereist een beschermingsniveau tussen naastgelegen bouwwerken op verschillende percelen van minimaal 15 kW/m². De 15 kW/m² contour bij een tankbrand raakt de geprojecteerde bebouwing niet.

Door toepassing van bouwkundige materialen in de gevels, die in het zichtveld en op een afstand van minder dan 15 meter van de opslagtanks staan, wordt een beschermingsniveau gewaarborgd dat boven de wettelijke bouwkundige eisen uitgaat.

Bronvermelding

- Europese NEN-EN normen.
- Ministerie van VROM.
 - PGS 1 - deel 1B, Effecten van brand op constructies.
 - PGS 29 richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks.
- AMvB Bouwbesluit 2003.
- SBR reeks Brandveiligheid: Ontwerpen en Toetsen, Deel D Bouwdeel en materiaal gedrag.
- Koninklijk Verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten.
 - Brandwerendheid van baksteenmetselwerk, infoblad 5.
- DNV Software, Property Database Document (Phast professional ®).
- SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd Edition, 1995.
- Nathasak Boonmee / Professor James G. Quintiere , University of Maryland, Department of Fire Protection Engineering
 - Theoretical and Experimental Study of Autoignition of Wood 2004
- Thomas Steinhaus.
 - BRE Centre for Fire Safety Engineering, University of Edinburgh, Large-Scale Pool Fires.
- US Coastguard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS).
- Frank P Lees, Loss Prevention in the Process Industries (Second edition).
- Google Earth Pro (overzicht situaties).