

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: R. van Veen – Gemeente Diemen
Van: A. Bäcker, M. Hulst
Datum: 10 mei 2016
Kopie: A. Koopman
Ons kenmerk: T&PN001D01
Classificatie: Open

Onderwerp: Invloed incident tankstation op waterkering

Bijlagen

1. Tekening doorsneden (kenmerk 161207_LM_901 wijz-A-A0)
2. Ontgrondingskuil ten gevolge van bezwijken LPG leiding - Toekomstig tankstation te Diemen (kenmerk WATBE1904N001D01)
3. Onderzoek naar de gevolgen voor de secundaire waterkering bij ongevallen met benzine en LPG op het terrein van Tankstation Diemen (kenmerk IEMN001D01)

1) Inleiding

De gemeente Diemen is voornemens een locatie nabij de hoek van de Elsrijkdreef en Provincialeweg aan te wijzen als locatie voor een tankstation. De beoogde locatie voor een nieuw tankstation ligt deels in de buitenbeschermingszone van een waterkering, aan buitendijkse zijde.

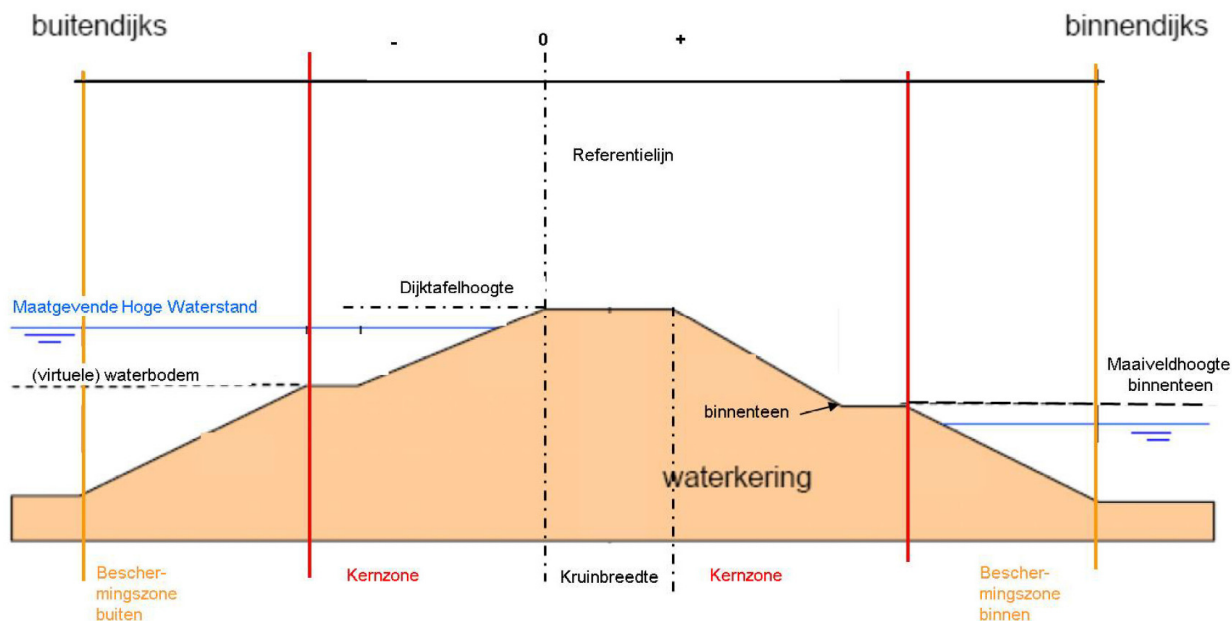
Deze notitie betreft de mogelijke invloed van de aanleg en het gebruik van het tankstation op de waterkeringveiligheid.

2) Waterkering

Aan de (ten opzichte van het beoogde tankstation) overzijde van de Provincialeweg ligt een waterkering (compartimenteringskering). De waterkering betreft kering A2032-002 "Daalwijkdreef" van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht. Het is een secundaire kering (klasse V) met de volgende legger-afmetingen (zie ook figuur 1):

- kruinbreedte 3,0
- kruinhoogte NAP -0,5 m
- rand kernzone -3,0 m vanaf de referentielijn
- rand beschermingszone -22,5 m vanaf de referentielijn
- rand buitenbeschermingszone -47,5 m vanaf de referentielijn

Het streefpeil van de Venserpolder ('buitendijkse zijde') is NAP-2,5 m. Maatgevend hoogwater is gelijk aan NAP-1,1 m. Het streefpeil van de Bijlmerpolder ('binnendijkse zijde') is NAP-4,2 m.



Figuur 1 Schematische weergave van een waterkering

3) Veldbezoek

Ten behoeve van voorliggend onderzoek is een veldbezoek uitgevoerd en is de kering ingemeten. De kering is niet duidelijk te herkennen in het landschap en is deels overgroeid met struiken en bomen. Over het terrein loopt een pad.

Er zijn drie doorsneden ingemeten [zie tekening 161207_LM_901 wijz-A-A0 in bijlage 1]. Het blijkt dat de kering volgens de legger niet samenvalt met het pad of met het hoogste punt in het landschap. Gesteld kan worden dat de kruin van de waterkering ongeveer gelijk is aan het maaiveld.



Figuur 2 Foto van de secundaire kering Daalwijkdreef, genomen tijdens het veldbezoek

4) Mogelijke beïnvloeding van de waterkering door een incident op het terrein van het tankstation

Er zijn twee mogelijke gebeurtenissen die een risico zouden kunnen vormen voor de waterkeringveiligheid. Dit zijn:

- het falen van een leiding
- een explosie van een bovengrondse LNG tank

Hierna worden beide gebeurtenissen beschreven.

Leiding

De gevolgen van het falen van een leiding kan worden getoetst conform NEN3651. Paragraaf 6.2.2.3 "Kruin van het werk gelijk aan het maaiveld" geeft aan dat in dit geval, als de kruin van de waterkering ongeveer gelijk is aan maaiveld, een grondmassief onder het werk in beschouwing genomen moet worden. Het grondmassief is begrensd door een vlak met een helling 1:3 vanaf de kruinlijn waterkering (kruinbreedte 3 m). Indien verstoringen binnen dit grondmassief vallen, gelden de eisen van de NEN3651.

Het maaiveld ter plaatse van de kruin bedraagt ca. NAP +0,4 m tot NAP-0,9 m.

De leidingen hebben een gronddekking van 0,5 m ten opzichte van het maaiveld. Het maaiveld ter plaatse van het tankstation is ca. NAP tot ca. NAP-0,5m. De potentiële ontgrondingskuil ligt op maximaal NAP -1,0m diepte. De afstand van waterkering tot tankstation/leiding bedraagt ca. 60 m. De maatgevende straal van de ontgrondingskuil voor de betreffende leiding is bepaald op 0,7m, zie notitie WATBE1904N001D01 d.d. 18-04-2016 in bijlage 2.

Het niveau van NAP-1,0 m van het te beschouwen grondmassief ligt, uitgaande van de maximale kruinhoogte van NAP+0,4 m en de begrenzingslijn met helling 1:3, op een afstand van maximaal 4 à 4,5 m van de kruinlijn ($1,4 \text{ m} \cdot 3 = 4,2 \text{ m}$).

De beschouwde leidingen liggen significant verder weg (ca. 59 m, zijnde $60 \text{ m} - 0,7 \text{ m}$) dan de afstand van 4 à 4,5 m ten opzichte van de kruinlijn. Geconcludeerd mag worden dat er geen veiligheidsprobleem is voor wat betreft de beschouwde waterkering ten opzichte van de leidingen.

Bovengrondse LNG tank of LNG tankwagen

Op basis van de notitie "Onderzoek naar de gevolgen voor de secundaire waterkering bij ongevallen met benzine en LPG op het terrein van Tankstation Diemen" met kenmerk IEMN001D01 kan worden gesteld dat er geen ontgrondingskuil ontstaat wanneer een bovengrondse LPG-tank uit elkaar springt.

De LPG-tank springt uit elkaar met een felle knal maar de energie verspreidt zich in een bolvorm. Het aandeel dat naar beneden gericht is, is beperkt en heeft niet genoeg kracht om grond weg slingeren. Bovendien zal de tank aan de bovenzijde uit elkaar springen, daar waar het gas zich bevindt (onderzijde tank: vloeibaar LPG). Een bovengrondse LPG-tank voor verkoopdoeleinden is doorgaans gefundeerd middels een betonnen plaat. Mocht het neerwaartse gedeelte van de knal energierijk zijn dan beschermd de betonnen funderingsplaat de grond.

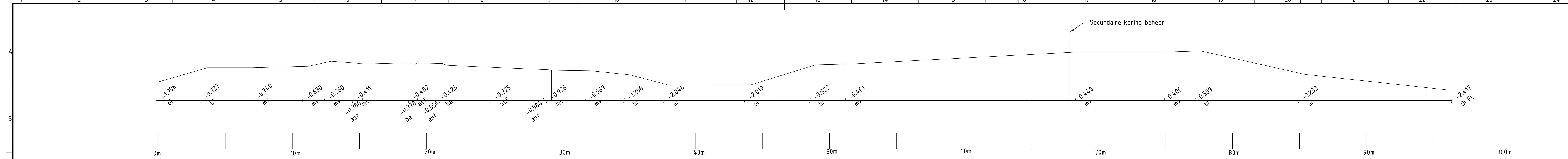
Uit bovenstaande blijkt dat het onaannemelijk is dat er een ontgrondingskuil zal ontstaan wanneer een bovengrondse LPG-tank uit elkaar springt. Geconcludeerd mag worden dat er geen veiligheidsprobleem is voor wat betreft de beschouwde waterkering ten opzichte van de bovengrondse LPG-tank.

Ondergrondse tanks

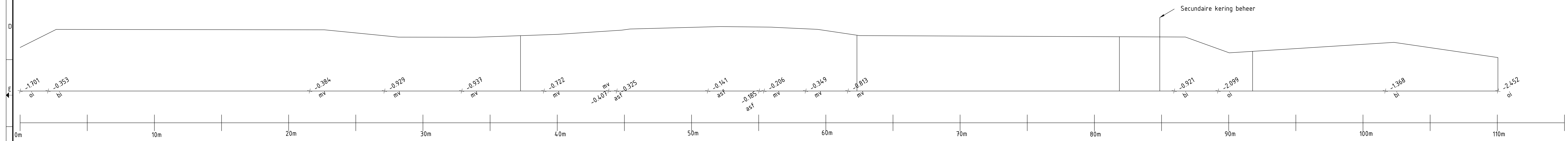
Opgemerkt wordt dat het uitgesloten is dat ondergrondse tanks (LPG of benzine) zou kunnen exploderen zoals de eerder aangehaalde notitie met kenmerk IEMN001D01, d.d. 09-05-2016 in bijlage 3 weergeeft.

5) Conclusie

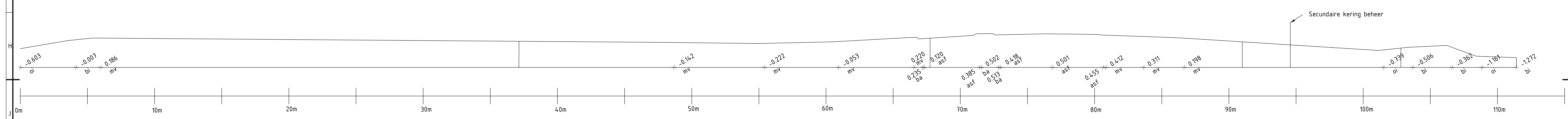
Uit voorgaande blijkt dat de waterkering, bekend als kering A2032-002 "Daalwijkdreef", geen veiligheidsrisico loopt als gevolg van de aanleg van leidingen en een boven- of ondergrondse LPG-tank of benzinetank of een tankwagen ten behoeve van het geprojecteerde tankstation nabij de hoek van de Elsrijkdreef en Provincialeweg.



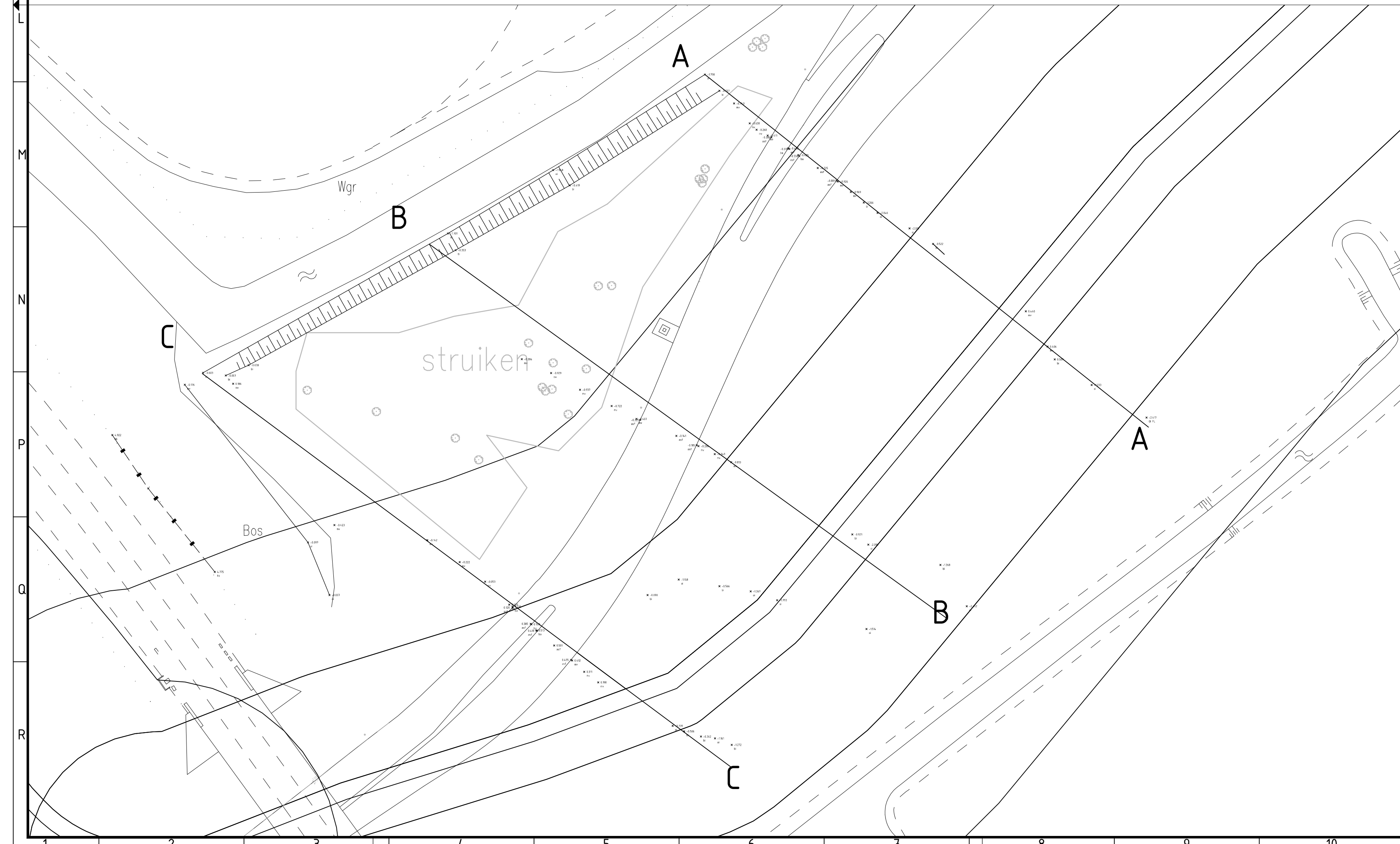
Dwarsprofiel A-A 1:100



Dwarsprofiel B-B 1:100



Dwarsprofiel C-C 1:100



Totaaloverzicht
1:500

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water

Aan: Adriaan Koopman
Van: Roland Boon
Datum: 18 april 2016
Kopie:
Ons kenmerk: WATBE1904N001D01
Classificatie: Open

Onderwerp: Ontgrondingskuil ten gevolge van bezwijken LPG leiding - Toekomstig tankstation te Diemen

1. Inleiding

Middels een bestemmingsplan wordt een mogelijkheid gecreeerd voor de vestiging van een tankstation in de nabijheid van een secundaire waterkering van Waternet. Dit tankstation zal voorzien zijn van een installatie voor Liquefied Petroleum Gas (LPG). De LPG installatie bestaat in hoofdlijnen uit een opslagtank, een leiding naar het vulpunt voor auto's en het vulpunt.

Als onderdeel naar de beschouwing naar de risico's van het tankstation voor de waterkerende functie van de waterkering, wordt in voorliggende memo een inschatting gemaakt naar de omvang van de ontgrondingskuil, die kan ontstaan door breuk of lekkage van de leiding tussen de opslagtank en het vulpunt.

De berekening is uitgevoerd conform de NEN3651. Omdat de benodigde parameters op dit moment nog niet bekend zijn, is de berekening voornamelijk gebaseerd op aannames, waardoor de resultaten in voorliggende memo alleen ter indicatie zijn.

2. Berekening

Hoewel het Liquefied Petroleum Gas (LPG) in de leiding zich in een vloeibare fase bevindt, wordt de LPG leiding als gasleiding beschouwd. Dit omdat LPG bij atmosferische druk overgaat naar zijn gasvorm. LPG is een mengsel van propaan en butaan.

Bij een gasleiding kan een ontgrondingskuil rond een breuk of lekkage ontstaan ten gevolge van drie mechanismen:

1. erosie
2. explosie
3. verweking

Met behulp van de berekeningssheet in bijlage 1 zijn de ontgrondingskuilen voor de drie mechanismen bepaald. In Tabel 1 zijn een aantal belangrijke aangenomen uitgangspunten vermeld.

In Tabel 2 zijn de resultaten van de berekening gegeven. De maatgevende straal voor de ontgrondingskuil met aangenomen uitgangspunten is 0,7 m.

Omdat de uitgangspunten erg onzeker zijn, is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hieruit volgt dat indien de diameter van de leiding en de inwendige druk ca. 2x groter worden gekozen, de straal van de ontgrondingskuil ca. 2,5 m is. Geconcludeerd kan dus worden dat de straal van de ontgrondingskuil gering is ten opzichte van de afstand van ca. 60 m tussen de LPG leiding en de secundaire waterkering.

Tabel 1 Uitgangspunten voor berekening

Berekeningsparameter	
Inwendige druk in leiding	8 bar (absoluut)
Nominale diameter leiding (uitwendig)	1,9" (=48,3 mm)
Nominale wanddikte leiding	0,2" (=5,1 mm)
Dichtheid van het gas	510 kg/m ³
Gronddekking op leiding	0,5 m

Tabel 2 Berekeningsresultaten

Type	Straal van ontgrondingskuil [m]
Erosie	0,24
Explosie	0,2
Verweking	0,7
Maatgevende straal ontgrondingskuil	0,7

Bijlage 1 – Berekening diameter ontgrondingskuil

BEREKENING VERSTORINGSZONE VOOR GASLEIDINGEN

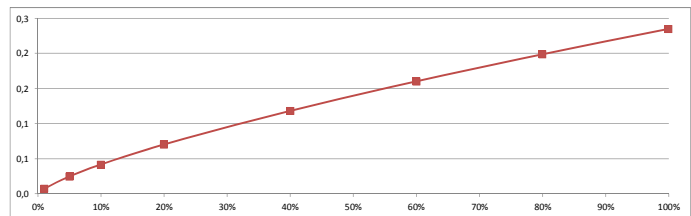
Project: BP LPG installatie te Diemen
Betreft: Bepaling verstoringszone conform NEN 3651 paragraaf A.1
d.d.: 4-4-2016
Status revisie: versie 0.2 12-03-2015

BASISGEGEVENS

inwendige druk van het gas in de leiding (p ₀)	Pa	8,00E+05	N/mm ²	0,8	MPa	0,8	bar	8
uitwendige diameter	m	0,048	mm	48,3				
wanddikte	m	0,0051	mm	5,1				
inwendige diameter	m	0,0381	mm	38,1				
dichtheid van gas (rho ₀)	-	1,33						
dimensieloze constante voor adiabatische isentropische expansie	kg/m ³	510						
omgevingsdruk (p _{omg})	-	100000						
vochtgehalte van de grond (w)	Pa	0,5						
constante afhankelijk van grondsoort en vochtgehalte (R(w))	%	0,225	<== waarde aflezen uit grafiek					
g	-	9,81						
gronddekking op leiding (H)	m/s ²	0,50						
diepte van de kuil (Dk)	m	0,6449						
tijsduur van de uitstroming (t)	s	7200						

EROSIEZONE (GASLEIDINGEN)

<u>gebaseerd op eenvoudige vuistregel</u>									
gatgrote (percentage van leidingdiameter)	%	1%	5%	10%	20%	40%	60%	80%	100%
gat grote (d _g)	m	0,000381	0,001905	0,00381	0,00762	0,01524	0,02286	0,03048	0,0381
inwendige druk van het gas tpv het gat (p*)	Pa	8,00E+05	8,00E+05	8,00E+05	8,00E+05	8,00E+05	8,00E+05	8,00E+05	8,00E+05
dichtheid van het uitstromende gas tpv het gat (rho*)	kg/m ³	5,10E+02	5,10E+02	5,10E+02	5,10E+02	5,10E+02	5,10E+02	5,10E+02	5,10E+02
kritische uitstroomsnelheid van het gas (u*)	m/s	20	20	20	20	20	20	20	20
oppervlakte van de uitstroombening of scheur, maximaal gelijk aan de doorsnede van de buisleiding (A)	m ²	1,14E-07	2,85E-06	1,14E-05	4,56E-05	1,82E-04	4,10E-04	7,30E-04	1,14E-03
gastransport tpv het gat (Q)		1,16E-03	2,91E-02	1,16E-01	4,65E-01	1,86E+00	4,19E+00	7,44E+00	1,16E+01
impulsflux van de straal (I)	N	1,03E-01	2,58E+00	1,03E+01	4,12E+01	1,65E+02	3,71E+02	6,60E+02	1,03E+03
lengte van de ontgronding (G _B)	m	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2350



resulterende verstoringszone door erosie (G_B) m **0,2**

EXPLOSIEZONE (GASLEIDINGEN)

absolute ontwerpdruk (p _d)	MPa	0,8	$t = \sqrt{\left\{ 2,97 \left(D_i^3 p_d \right)^{\frac{2}{3}} - 0,83 w^2 + 1,40 w \left(D_i^3 p_d \right)^{\frac{1}{3}} \right\}}$
diepte van de leidingas (=hart leiding) (w)	m	0,5	
straal explosiekrater (t)	m	kwetser	
straal plastische zone (L _p)	m		
getalwaarde ladinggewicht (L)	kg	0,0	
straal plastische zone bij kwetser (t is ongeveer 0) (r)	m	0,2	
resulterende verstoringszone door explosie	m	0,2	

VERWEKINGSZONE (GASLEIDINGEN)

absolute ontwerpdruk (p _d)	MPa	0,8
resulterende verstoringszone voor leidingen evenwijdig aan waterstaatswerken (E _I)	m	0,7

RESULTERENDE VERSTORINGSZONE (GASLEIDINGEN)

type gasleiding obv NEN3651	-	hoge druk gasleiding
resulterende verstoringszone	m	0,7

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings

Aan: A. Koopman
Van: W.F.J.M. Engelhard
Datum: 9 mei 2016
Kopie: M. Hulst, A. Bäcker
Ons kenmerk: IEMN001D01
Classificatie: Open

Onderwerp: Onderzoek naar de gevolgen voor de secundaire waterkering bij ongevallen met benzine en LPG op het terrein van Tankstation Diemen

Inleiding

In deze notitie wordt aangegeven wat de gevolgen zouden kunnen zijn van ongevalsscenario's met benzine en LPG op het terrein van Tankstation Diemen. Onderzocht is of deze ongevalsscenario's in staat zijn om schade te veroorzaken aan de secundaire waterkering die op een afstand van ongeveer 60 meter van het tankstation is gelegen.

Deze notitie richt zich op:

- De motivering explosie ondergrondse opslagtanks/tankauto
- Effect ontploffing tankauto bij aflevering van LPG/benzine

Effecten en mechanisme van explosie

Tankwagen met benzine

Voor een tankwagen met benzine zijn een paar ongevalsscenario's van belang voor het ontstaan van schade aan de omgeving. In een ongevalsscenario met benzine is het nodig dat de benzine uitstroomt door bijvoorbeeld het falen van een losslang bij het overpompen van de tankwagen naar de ondergrondse opslagtank. Bij een dergelijk scenario ontstaat een plas die verdampt. De wolk van benzinedamp heeft een concentratie in het zogenaamde explosieve gebied; dit wil zeggen tussen de LEL (onderste explosiegrens) en UEL (bovenste explosiegrens).

Door de wind zal verspreiding van een explosieve wolk plaatsvinden en ontstaat een zogenaamde pluim die bij het bereiken van een ontstekingsbron een zogenaamde wolkbrand (flash fire) geeft in het open terrein. Om een explosie met overdruk te geven is het noodzakelijk dat de wolk ingesloten raakt tussen gebouwen of in ruimtes; slechts in dat geval zal er een deflagratie/gaswolk explosie kunnen optreden. Het tankstation staat in een open vlakte. Er zal gezien de bouw geen insluiting van de wolk op kunnen treden. Het is derhalve uitgesloten dat drukeffecten ontstaan bij ontsteking van de wolk die tot schade leiden.

Ondergrondse opslagtank voor benzine

De ondergrondse opslag van benzine zal aan de tankwagen zijn verbonden door middel van een zogenaamde dampretourleiding. Dit betekent dat bij het lossen van benzine van de tankwagen naar de ondergrondse opslagtank vrijwel geen benzinedamp zal vrijkomen, aangezien dit een gesloten systeem is. Benzinedamp kan slechts vrijkomen uit de tank via een ventleiding die voorzien is van een vlamdover en voorkomt dat de vlam naar binnen slaat als de uittredende damp zou worden ontstoken.

Verder heeft de ventleiding van een ondergrondse benzinetank een dusdanige hoogte en locatie dat ontsteking van de uittredende damp niet eenvoudig kan plaats vinden. Door temperatuurswisseling kan door het 'ademen' van de tank slechts een klein beetje damp ontstaat, maar bij een ondergrondse tank

verandert de temperatuur van de benzine weinig. Voor een ondergrondse atmosferische tank is PGS 28 [3] van toepassing, daarin wordt vermeld dat de in BRL-K903 opgenomen processen zijn bestemd om te worden toegepast op het ontwerpen, installeren, opleveren en onderhouden van onder andere ondergrondse tankinstallaties voor vloeibare aardolieproducten. In de BRL-K903 zijn de constructie-eisen voor tankinstallaties opgenomen. Na de uitvoering van installatie- of reparatiewerkzaamheden moet door de tankinstallateur een bij de certificatie-instelling geregistreerd installatiecertificaat worden afgegeven volgens BRL-K903. Het installatiecertificaat is gericht op verantwoord gebruik van de gehele installatie in de Nederlandse situatie, en de beoordelingsrichtlijn BRL-K903 borgt daarbij de ontwerp-, installatie-, opleverings- en onderhoudseisen.

Het scenario van explosie van een ondergrondse benzinetank kan worden uitgesloten.

LPG-tankwagen en bovengrondse LPG-tank

In de literatuur onderscheidt men voor LPG-tanks de volgende ongevalsscenario's, namelijk de "koude BLEVE" en "warme BLEVE" (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Het scenario BLEVE is alleen van toepassing voor bovengrondse tanks en opslagen. Voor een "warme" BLEVE is het scenario brand van buitenaf nodig, waardoor opwarming en drukverhoging ontstaat.

Het grootste gevaar van dit scenario is dat door ontsteking van de vrijkomende en verdampende LPG een zogenaamde vuurbal ontstaat met een intensieve warmtestraling gedurende korte tijd. Voor de mens en omgeving is de intensiteit van de warmtestraling dusdanig dat er letaal letsel kan ontstaan aan de blootgestelde personen en kan schade en eventuele escalatie van brand elders plaatsvinden.

De "koude BLEVE" ontstaat door een ernstige beschadiging van de tank door bijvoorbeeld aanrijding (impact). Aangezien de wand van de druktank hierdoor bezwijkt, zal de inhoud met een druk van ongeveer 800 kPa vrijkomen. Aangezien de gehele inhoud van een LPG-tank vrijkomt, zal er een grote brandbare wolk ontstaan. Ontsteking in de buurt van de falende LPG-tank kan een wolkbrand veroorzaken, waarbij nauwelijks drukeffecten optreden. Het drukeffect ontstaat voornamelijk door de zeer snelle fysische expansie bij het falen van de druktank.

De druk in de LPG-tank kan oplopen tot ongeveer 2 MPa (iets lager dan de ontwerpdruk van de opslagtank). Wanneer de afblaas van de tank niet voldoende capaciteit heeft, faalt de tank bij het verder oplopen van de druk. Het vrijkomende LPG zal door de brand ontstoken worden en een zogenaamde vuurbal geven.

De druk die ontstaat bij een BLEVE is verwaarloosbaar laag omdat de ontbranding in het open terrein plaatsvindt zonder opsluiting. De overdruk van de snelle fysische expansie door het falen van de LPG-tank kan op korte afstand wel hoog worden.

In Nederland heeft een dergelijke "warme BLEVE" plaatsgevonden op 18 december 1978 in de buurt van Nijmegen. In bijgevoegde foto is te zien dat de tank aan de bovenzijde (dampzijde) is gescheurd door verzwakking van de brand.



In [1] is een berekening uitgevoerd voor het falen van een 25 m³ cilindrische tank die voor 80% is gevuld met onder druk vloeibaar gemaakt propaan. Verondersteld is dat vuur rondom de tank de inhoud verwarmd en dat de tank bij 19 bar faalt. De hoogte van de piekoverdruk en impuls is afhankelijk van de afstand van tank; in tabel 1 zijn deze berekend versus de afstand.

Tabel 1 Piekoverdruk en impuls versus de afstand

Afstand van de bron, in meter	Piekoverdruk, in kPa	Impulse, in Pa.s
15	370	795
60	19	200
100	7,7	172

Ondergrondse LPG-tank

Het scenario van BLEVE kan niet optreden bij een ondergrondse LPG-tank, aangezien voor een “warme BLEVE” een warmtebron nodig is om de druk boven de bezwijkdruk van de tank te brengen.

Voor een “koude BLEVE” is een mechanische impact nodig om de tankwand te doorboren en dat kan voor een ondergrondse opslagtank worden uitgesloten.

Een andere oorzaak van het falen van een ondergrondse LPG-tank zou corrosie van de LPG-tank kunnen zijn waardoor deze gaat lekken. Ter voorkoming van corrosie is een ondergrondse LPG-tank voorzien van een coating en een kathodische bescherming (KB). Het is wettelijk verplicht om de goede werking van de KB-installatie jaarlijks aantoonbaar te laten controleren door een geaccrediteerd bedrijf conform AS6800, protocol 6801. E.C.O.

Conclusie

Het kan worden uitgesloten dat een explosie van een ondergrondse benzinetank en LPG-tank kan plaatsvinden. Hierdoor kan schade aan de secundaire waterkering door deze scenario's worden uitgesloten.

Een BLEVE van een bovengrondse LPG tank of een LPG tankwagen van 25 m³ kan een maximale piekoverdruk hebben van 19 kPa op een afstand van 60 meter opleveren. Bij en dergelijke piekoverdruk zal volgens [2] matige schade kunnen ontstaan. Berekeningen door een constructeur moet aantonen of aan de secundaire waterkering beschadiging optreedt.

Literatuur

- [1] PGS 2, Methods for the calculation of Physical Effects, Part 2, PGS 1
- [2] PGS 1, Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials
- [3] PGS 28, Vloeibare brandstoffen Ondergrondse tankinstallaties en afleverinstallaties