



Provincie Zeeland
t.a.v. College van Gedeputeerde Staten
Postbus 6001
4330 LA Middelburg

Uw brief van: 18-1-2019

Uw kenmerk: 19001776

Onderwerp: Van Citters Beheer- actualisatie risico's - QRA

Bijlage(n): QRA-rapportage Van Citters Beheer versie 2.1, 20-2-2019

Ons kenmerk: 20190222 brief bevoegd gezag QRA actueel-def

Behandeld door: LB

Telefoonnummer: 06-41686324

Datum: 22-2-2019

Geacht college,

Begin april 2018 is de Samenwerkingsovereenkomst Sanering Voormalig Thermphos terrein ondertekend. In deze overeenkomst zijn afspraken vastgelegd tussen de financierende partijen, zijnde het Rijk, Provincie Zeeland en North Sea Port en de uitvoerende partij Van Citters Beheer (VCB).

Onderdeel van de overeenkomst is dat VCB de actuele risico's in kaart brengt en de bevindingen hiervan aanlevert aan het bevoegd gezag. In dat kader hebben wij u begin juli 2018 een briefrapportage toegezonden met betrekking tot een beoordeling van de huidige situatie ten opzichte van de QRA van 2011. Deze is door u als onvoldoende beoordeeld. Vervolgens is een nieuwe actuele QRA opgesteld. Deze is door de DCMR-RUD beoordeeld. De reacties zijn verwoord in uw brief van 18 januari 2019.

Bijgevoegd vindt u de definitieve versie van de actuele QRA (revisie 2.1, d.d.,20-2-2019), waarin de gemaakte opmerkingen, indien van toepassing, zijn verwerkt. De inhoud van deze versie is reeds afgestemd met de DCMR-RUD. VCB is van mening dat hiermee invulling is gegeven aan artikel 17.2 van de Samenwerkingsovereenkomst.

Ik verwacht u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,
Van Citters Beheer B.V.

D.R. Hobbel,
CEO

CC: Stuurgroep Sanering Thermphos



Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) voormalig Thermphos terrein

projectnummer 0436351.00
definitief
20 februari 2019

Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) voormalig Thermphos terrein

projectnummer 0436351.00
documentnummer 20190220 - 436351 - CE74 - QRA vml Thermphos terrein
definitief revisie 2.1
20 februari 2019

Auteurs

Opdrachtgever

Van Citters Beheer B.V.
Postbus 132
4530 AC Terneuzen

datum vrijgave	beschrijving revisie 2.1
20-02-2019	definitief

		Blz.
1	Inleiding	1
1.1	Doelstelling	1
1.2	Leeswijzer	1
2	Externe veiligheid/Wettelijk kader	2
2.1	Plaatsgebonden risico	2
2.2	Groepsrisico	2
2.3	Maximale effectafstand/invloedsgebied	3
2.4	Berekeningswijze	3
3	Beschrijving van de inrichting	4
3.1	Algemene procesbeschrijving	4
3.2	Omgeving	6
3.2.1	Mogelijke gevaren van buitenaf	7
4	Subselectie	9
4.1	Subselectie thermische effecten fosfor	9
4.2	Subselectie toxische effecten fosfor	10
4.3	Run-away reacties en vorming gevaarlijke reactieproducten.	10
5	Kwantitatieve risicoanalyse	12
5.1	Opslagtanks en vaten	12
5.2	Interne domino-effecten	15
5.3	Populatie	15
5.4	Overige uitgangspunten	16
6	Resultaten	17
6.1	Plaatsgebonden risico	17
6.1.1	Toetsing plaatsgebonden risicocontouren	18
6.2	Groepsrisico	21
6.2.1	Toetsing groepsrisico	22
6.3	Maximale effectafstanden	23
7	Conclusie	24

Bijlage 1 Overzichtstekening inrichting

Bijlage 2 Correspondentie RIVM

Bijlage 3 Overzicht effectafstanden

Bijlage 4 Afleiding probitrelatie P_4O_{10}

1 Inleiding

Antea Group heeft in opdracht van Van Citters Beheer B.V. een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd voor het voormalig Thermphos terrein. Op dit moment vindt een sanering van het terrein plaats. Gelet op het feit dat in een aantal installaties van Thermphos nog gevaarlijke stoffen aanwezig zijn heeft het Bevoegd Gezag Citters Beheer B.V. gevraagd de risico's van Thermphos te beschouwen middels een volledige update van de QRA.

In 2011 is voor de inrichting van Thermphos een QRA opgesteld die de vergunde situatie beschrijft. De resultaten hiervan zijn beschreven in het rapport: "Kwantitatieve risicoanalyse Thermphos International B.V. Vlissingen, Oranjewoud, OA43 – 240715, revisie 03, d.d. 21 september 2011".

Deze QRA vormt de basis voor de nu voorliggende QRA, maar is aangepast daar waar nu sprake is van andere inzichten. Tevens is in de huidige QRA niet uitgegaan van de vergunde hoeveelheden, maar is uitgegaan van de hoeveelheden die ten tijde van het opstellen van deze QRA (peildatum 29 november 2018) nog aanwezig waren in de installaties. Dit betekent ook dat bijvoorbeeld verlading van fosfor naar spoorwagons en de overstand hiervan niet meer is beschouwd in deze QRA, omdat deze activiteiten in de huidige situatie niet meer plaatsvinden. Hierbij wordt opgemerkt dat het uitgangspunt is gehanteerd dat voor de inrichting hetzelfde veiligheidsniveau wordt verondersteld zoals dit niveau was ten tijde van het opstellen van de QRA 2011.

Revisie 2.0 van de QRA betreft een aanpassing van revisie 1.1 naar aanleiding van een beoordeling (kenmerk: PP200291-6, Rev 1, d.d. 07-01-2019) van deze versie door DNV-GI, namens de RUD Zeeland.

1.1 Doelstelling

Met deze QRA wordt inzicht gegeven in de risico's voor personen in de omgeving van de voormalige inrichting van Thermphos als gevolg van ongewone voorvallen bij activiteiten met gevaarlijke stoffen en wordt getoetst in welke mate deze aanvaardbaar zijn op grond van geldende toetsingskaders.

1.2 Leeswijzer

Deze rapportage is als volgt opgebouwd:

- hoofdstuk 2: Beschrijving van het toetsingskader voor externe veiligheid,
- hoofdstuk 3: Beschrijving van de inrichting, omgeving en de voor de externe veiligheid relevante bedrijfsactiviteiten,
- hoofdstuk 4: Subselectie
- hoofdstuk 5: Beschrijving van de uitvoering van de QRA, scenario's, frequenties en overige relevante parameters,
- hoofdstuk 6: Beschrijving van de resultaten,
- hoofdstuk 7: Conclusies

2 Externe veiligheid/Wettelijk kader

Met externe veiligheid wordt in het algemeen bedoeld de grootte van het risico voor personen buiten de inrichting als gevolg van activiteiten met gevaarlijke stoffen. Branden, explosies, het vrijkomen van brandbare wolken en giftige wolken zijn doorgaans de ongewenste gebeurtenissen die dit risico bepalen.

De mate van externe veiligheid wordt bepaald door de grootte van te berekenen grootheden: het plaatsgebonden risico, het groepsrisico en de maximale effectafstand. Deze variabelen tezamen geven inzicht in het overlijdensrisico van personen in de omgeving van activiteiten met gevaarlijke stoffen. De wettelijke eisen voor externe veiligheid zijn vastgelegd in het Besluit externe veiligheid voor inrichtingen (Bevi) en de bijbehorende Regeling externe veiligheid voor inrichtingen (Revi).

2.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico presenteert de overlijdenskans van een persoon in de vorm van contouren op een plattegrond rondom de beschouwde activiteiten. Het risico wordt berekend door te stellen, dat een persoon zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Door middel van risicocontouren op een plattegrond wordt aangegeven tot waar de risico's van een bepaald niveau reiken. De grootte van het plaatsgebonden risico is onafhankelijk van de feitelijke omgeving en zegt niets over het aantal personen dat bij een ongeval getroffen kan worden. De plaats gebonden risicocontouren zijn eigenlijk een hoogtekaart van overlijdenskans.

Voor het plaatsgebonden risico zijn normen vastgesteld. De norm luidt dat zich binnen de risicocontour, die een overlijdenskans van 10^{-6} per jaar (eens in de miljoen jaar) weergeeft, geen kwetsbare objecten mogen bevinden en bij voorkeur geen beperkt kwetsbare objecten.

2.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is in feite een vertaling van het plaatsgebonden risico. Het groepsrisico houdt rekening met de daadwerkelijke aanwezigheid van personen en geeft de kans dat een bepaalde groep personen tegelijkertijd het slachtoffer zou kunnen worden. Het voor een situatie berekende groepsrisico wordt in een grafiek weergegeven, waarin op de horizontale as het berekende aantal slachtoffers en op de verticale as de cumulatieve frequentie daarvan is weergegeven.

De normstelling met betrekking tot het groepsrisico wordt aangeduid als oriëntatiewaarde en heeft de status van een inspanningsverplichting. Dit betekent dat het bevoegd gezag de verantwoording neemt voor de grootte van het groepsrisico (verantwoordingsplicht). De oriëntatiewaarde van het groepsrisico voor bedrijven is $10^{-3}/N^2$ met N het aantal slachtoffers.

2.3 Maximale effectafstand/invloedsgebied

De maximale-effectafstand is de afstand waarop de overlijdenskans bij maximaal 30 minuten blootstelling is gedaald tot 1%. Deze afstand speelt geen rol in de toetsing van bedrijfsactiviteiten aan de normstelling op het beleidsterrein externe veiligheid. De maximale-effectafstand is van belang voor de voorbereiding op de rampenbestrijding.

2.4 Berekeningswijze

Risico's worden berekend op basis van de mogelijke effecten van ongewenste gebeurtenissen tijdens normale bedrijfsvoering. Ongewenste gebeurtenissen betreffen het vrijkomen van gevaarlijke stoffen en worden vastgelegd in scenario's. De scenario's die voor dit onderzoek moeten worden gehanteerd zijn beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (hierna HRB). De meest recente versie van deze handleiding, versie 3.3 van 1 juli 2015, is in dit onderzoek gehanteerd.

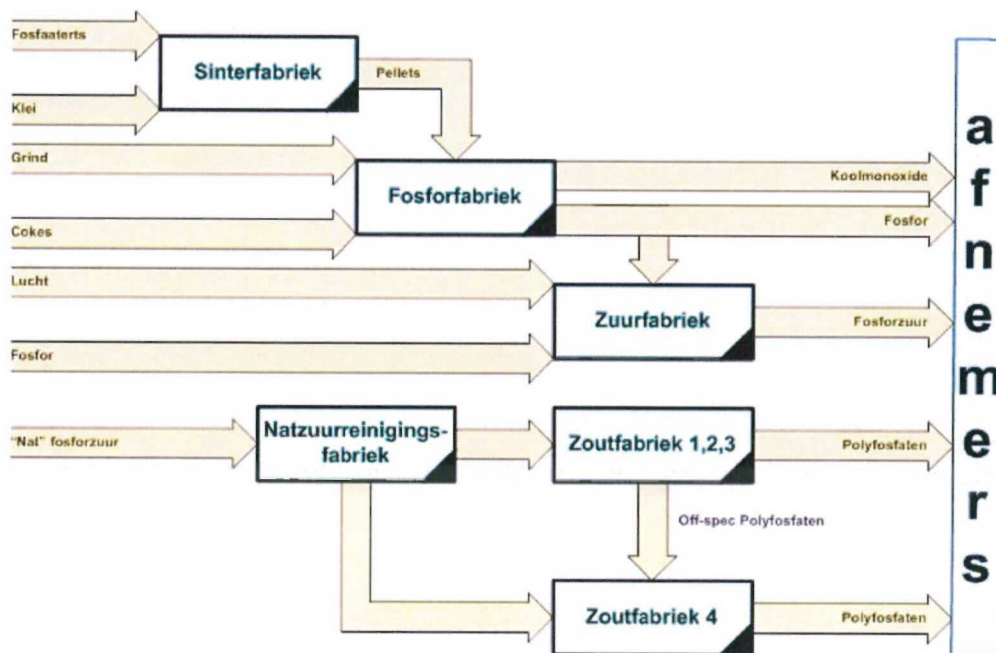
Voor de berekening van de risico's worden rekenprogramma's gebruikt. Sinds 1 januari 2008 is het gebruik van het rekenpakket SAFETI-NL door de overheid voorgeschreven. Versie 6.54 van dit pakket is in dit onderzoek toegepast: dit is de ten tijde van het opstellen van deze QRA wettelijk voorgeschreven versie.

3 Beschrijving van de inrichting

De voormalige inrichting van Thermphos International B.V. (verder te noemen Thermphos) is gelegen op het industriegebied Vlissingen-Oost aan de van Cittershaven, met adres Haven 9890 Europaweg 4 te Ritthem.

3.1 Algemene procesbeschrijving

De inrichting had ten doel uit de grondstoffen fosfaaterts, secundaire grondstoffen, grind, klei en cokes, elementair fosfor en daarvan afgeleide producten (zoals fosforzuur, ruwzuur en polyfosfaten) te produceren. Een blokschema van deze processen, hun samenhang en de voornaamste grondstoffen is weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1: Overzicht productieprocessen bij Thermphos

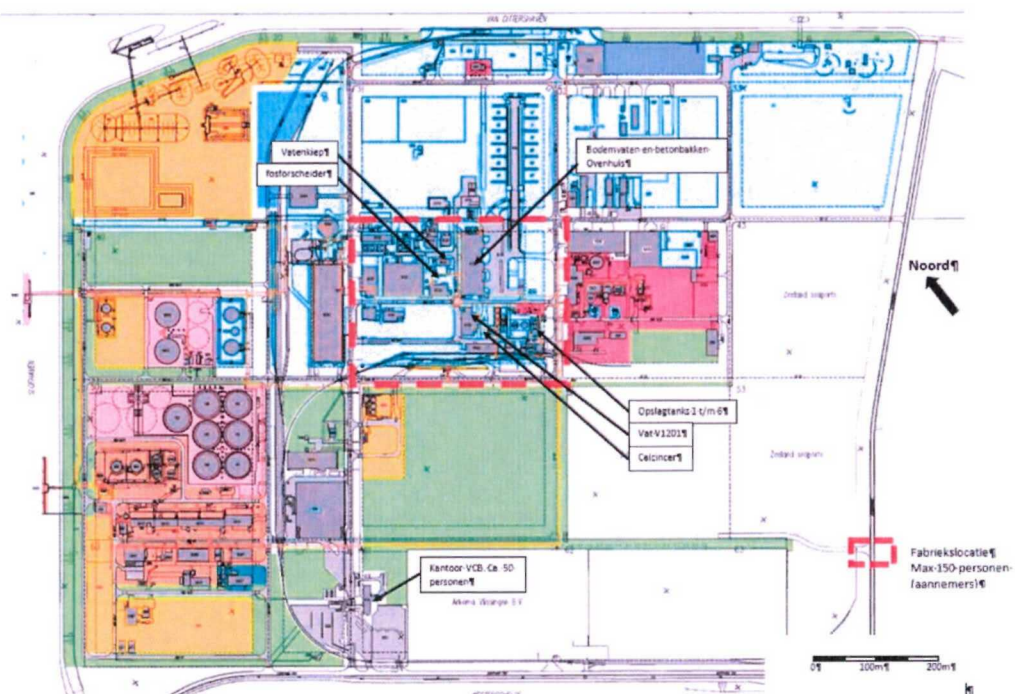
Een deel van de geproduceerde fosfor werd gebruikt voor de productie van fosforzuur dat vervolgens voor een deel weer werd ingezet voor de productie van fosfaat-zouten. Het gereinigd "nat" zuur werd uitsluitend bestemd voor de productie van polyfosfaten (met name natriumtripolyfosfaat; NTPP).

In het blokschema zijn tevens de voornaamste grondstofstromen weergegeven. Het geproduceerde fosforovengas werd ingezet als energiebron bij het sinteren van fosfaat, het

drogen van cokes, het produceren van fosfaatzouten en als brandstof bij de EPZ (N.V. Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland), welke buiten de inrichting is gelegen.

Het productieproces is nu niet meer in bedrijf. Wel bevat een deel van de aanwezige installaties nog gevaarlijke stoffen. Hierbij wordt opgemerkt dat in de vergunde situatie sprake was van de aanwezigheid van elementair fosfor in diverse installaties. In de huidige situatie is in de installaties uitsluitend nog sprake van fosforslik. Dit slijk bestaat uit een mengsel van water – fosfor – vaste stof. De verdeling hiervan is circa 1/3 – 1/3 – 1/3. Dit slijk wordt uitsluitend nog verzameld en afgevoerd naar de calciner. Het slijk wordt verbrand in de oven. De hierbij ontstane dampen worden middels een gaswasser gereinigd, waarna de restemissies voldoen aan de emissievoorschriften. Het residu uit de ovens (calcinaat) wordt gekoeld en afgevoerd met behulp van de afzakinstallatie. Calcinaat bevat geen vrij fosfor en heeft geen GHS-CLP classificatie als gevaarlijke stof (geen H-zin). Verlading van fosfor naar spoorketelwagens vindt niet meer plaats. De installatie wordt momenteel ontmanteld.

In figuur 3.2 is een overzicht van de inrichting opgenomen. In bijlage 1 is een uitgebreide overzichtstekening van de inrichting opgenomen.

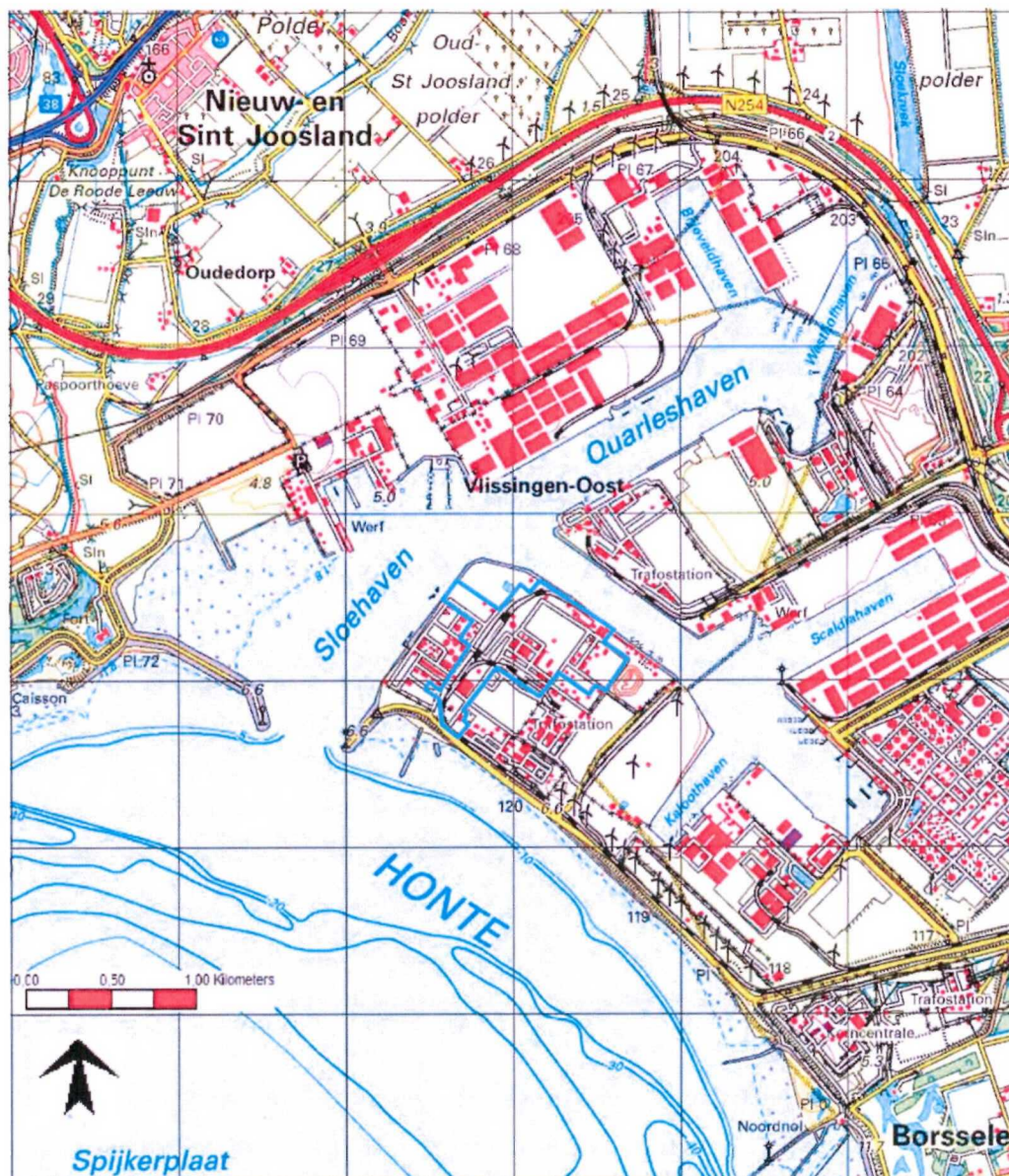


Figuur 3.2: Overzichtstekening van de inrichting

3.2 Omgeving

De voormalige inrichting van Thermphos is gelegen op industriegebied Vlissingen-Oost. In de directe omgeving is uitsluitend sprake van industriële activiteiten. In de (onmiddellijke) omgeving van de inrichting bevinden zich geen kwetsbare objecten. Op een afstand van ca. 3 km van Thermphos grenst het industriegebied aan een gebied met agrarische bestemming. De dichtstbijzijnde woonkernen zijn gelegen op een afstand van minimaal 3 km van het bedrijfsterrein (Nieuwdorp, Borssele, Ritthem en Nieuw- en St. Joosland). Tussen deze woonkernen ligt agrarisch gebied. Eveneens op een afstand van ca. 3 km is Partycentrum Landlust gelegen.

In figuur 3.3 is een topografische kaart met daarop de globale ligging van de voormalige inrichting opgenomen.



Figuur 3.3: Globale ligging voormalige inrichting van Thermphos (binnen lichtblauwe contour).

3.2.1 Mogelijke gevaren van buitenaf

Er kunnen geen schadelijke effecten of domino effecten optreden veroorzaakt door externe factoren. De naastgelegen bedrijven liggen op een zodanige afstand dat dit geen effect heeft op de installaties in de QRA. Daarnaast is er ook geen sprake van vallende objecten. De locatie is niet

gelegen op een vliegroute en er zijn geen windturbines die bij falen invloed op het terrein hebben.

4 Subselectie

Relevant voor de QRA zijn in principe twee soorten effecten:

- Stralingseffecten als gevolg van brandbare eigenschappen van fosfor;
- Toxische effecten als gevolg van de toxische eigenschappen van fosfor.

Beide effecten worden hieronder uitgewerkt in een subselectie.

Buiten de subselectie om moeten de volgende effecten altijd worden beschouwd:

- Toxische verbrandingsproducten;
- Run-away reacties.

In dit hoofdstuk wordt dit uitgewerkt.

4.1 Subselectie thermische effecten fosfor

Door Van Citters Beheer B.V. is op 29 november 2018 een overzicht gestuurd met de op dat moment actuele hoeveelheden gevaarlijke stoffen die per installatie aanwezig zijn binnen de inrichting. Voor deze installaties is op basis van de eigenschappen een aanwijzingsgetal berekend.

Tabel 4.1: Overzicht subselectie vml. Thermphos

Systeem	Stof	Inhoud inluitsysteem (kg)	O1	O2	O3	GW (kg)	A
Warmbodenvat 1	fosforslik	3.554	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0004
Warmbodenvat 2	fosforslik	8.885	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0009
Warmbodenvat 3	fosforslik	3.554	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0004
Koudbodenvat 1	fosforslik	23.102	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0023
Koudbodenvat 2	fosforslik	40.873	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0041
Koudbodenvat 3	fosforslik	12.440	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0012
Fosforscheider	fosforslik	3.554	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0004
100 m ³ vat	fosforslik	0	0,1	0,1	0,1	10.000	0
Vuil 75 m ³ vat	fosforslik	0	0,1	0,1	0,1	10.000	0
Opslagtank 1	fosforslik	0	0,1	0,1	0,1	10.000	0
Opslagtank 2	fosforslik	145.720	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0146
Opslagtank 3	fosforslik	215.026	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0215
Opslagtank 4	fosforslik	0	0,1	0,1	0,1	10.000	0
Opslagtank 5	fosforslik	1.110.787	0,1	0,1	0,1	10.000	0,1102
Opslagtank 6	fosforslik	0	0,1	0,1	0,1	10.000	0
Betonbak 1	fosforslik	131.504	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0132
Betonbak 2	fosforslik	42.650	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0043
Betonbak 3	fosforslik	145.720	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0146
Doseervat V-1201	fosforslik	26.656	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0027
Vatenkiep	fosforslik	1.777	0,1	0,1	0,1	10.000	0,0002
Calcliner	fosforslik	889	1	1	0,1	10.000	0,0089

Wanneer alle inluitsystemen een aanwijzingsgetal hebben kleiner dan één, dienen de vijf grootste beschouwd te worden. Wanneer deze geen effecten veroorzaken buiten de inrichtingsgrens, zijn geen van de beschouwde scenario's relevant voor de QRA.

De maximale effectafstand voor een brand met fosfor bedraagt bij weerklassen D5 en F1.5 maximaal 40 m op basis van warmtestraling. Dit is berekend voor het grootst mogelijke brandscenario (opslagtank 5 met het grootste aanwijsgetal 0,11). De afstanden zijn ingeschat met gebruikmaking van het Achtergronddocument bij de Leidraad risico-inventarisatie Gevaarlijke stoffen, versie december 2010. Gebruik hiervan is legitiem omdat de verbrandingswarmte van fosfor (48 MJ/kg) vergelijkbaar is aan die van de gemiddelde brandbare stof zoals gebruikt in de leidraad (46 MJ/kg). De maximale effecten reiken hiermee niet tot voorbij de terreingrens en hoeven derhalve niet in de QRA meegenomen te worden.

4.2 Subselectie toxische effecten fosfor

Fosfor zelf is niet toxisch. Het is daarbij onmogelijk om fosfor zonder blootstelling aan lucht via inhalatie binnen te krijgen. Bij blootstelling aan lucht zal fosfor oxideren en diverse reactieproducten vormen die in meer of mindere mate toxisch zijn. Dit effect wordt beschouwd onder run-away reacties en de vorming van gevaarlijke reactieproducten.

4.3 Run-away reacties en vorming gevaarlijke reactieproducten.

Fosfor is een brandbare stof, vast bij omgevingstemperatuur. Fosfor werd in het proces veelal vloeibaar gehouden door een verhoogde temperatuur; fosfor kan spontaan tot ontbranding komen. Hierbij ontstaan diverse verbrandingsproducten, waaronder difosforpentaoxide (P_4O_{10}). De vrijkomende wolk P_4O_{10} bij een eventuele brand is een toxische wolk en kan eventueel wel een extern risico vormen. Deze toxische wolk is dan ook in deze QRA beschouwd. De vorming van fosforpentaoxide in een brand is een voorbeeld van de vorming van een gevaarlijk reactieproduct. Deze dient te worden beschouwd in de QRA. Run-away reacties zijn niet geïdentificeerd.

Voor zowel de koud- als warmbodenvaten geldt dat de aanwezige fosfor wordt afgesloten door een laag water. Daarnaast zijn de warm- en koudbodenvaten in een waterbad (betonnen bak) geplaatst. Bij falen van het bodemvat zal het fosfor weer onder het wateroppervlak terechtkomen waardoor er slechts een beperkte vorming van fosforpentaoxide zal plaatsvinden. De kans dat het waterbad niet is gevuld is dermate klein dat de kans op het vrijkomen van fosfor uit de bodenvaten verwaarloosbaar klein is.

De hiervoor genoemde waterbaden (betonnen bakken) bevatten echter zelf in de huidige situatie ook fosforslik. De betonnen bakken zijn verdiept aangelegd. Het falen van een betonnen bak waarna product uitstroomt is daarom geen reëel scenario. Wel zou zich de situatie kunnen voordoen dat de laag water die zich boven het slik bevindt ter voorkoming van ontbranding niet aanwezig is door verdamping. Hier wordt echter visueel op toegezien. Tevens zal bij dreigend droogvallen niet gelijk sprake zijn van een fikse brand (het slik zelf bestaat immers ook voor ca 30% uit water). Indien een kleine brand zich zou gaan ontwikkelen, vindt alarmering plaats en kan door het aanvullen van de waterlaag verdere ontwikkeling van de brand worden voorkomen. Gezien de geringe kans op het ontstaan van een grote toxische wolk is daarom in deze QRA er voor gekozen de betonnen bakken buiten beschouwing te laten.

Op basis van deze gegevens selecteren zich de volgende insluitsystemen voor uitwerking in de QRA:

- Opslagtank 2;
- Opslagtank 3;
- Opslagtank 5;
- Doseervat V-1201;
- Fosforscheider;
- Vatenkiep;
- Calciner.

De overige installaties zijn om hiervoor benoemde redenen niet beschouwd in de QRA.

5 Kwantitatieve risicoanalyse

De wijze waarop risico's worden berekend is vastgelegd in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 3.3 d.d. 1 juli 2015 (hierna te noemen: HRB). De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het rekenprogramma SAFETI-NL versie 6.54. Het rekenprogramma SAFETI-NL is verplicht gesteld voor risicoberekeningen ten behoeve van de Nederlandse overheid.

De modellering van fosforbranden en het ontstaan en de verspreiding van toxisch verbrandingsproduct (P_4O_{10}) is echter niet beschreven in de rekenmethodiek. Daarom is aangesloten bij de uitgangspunten zoals opgenomen in de QRA van 2011, waarover destijds uitvoerig met RIVM overleg over is gevoerd, zie bijlage 2. Daar waar echter sprake is van nieuwe informatie en inzichten is dit aangepast.

5.1 Opslagtanks en vaten

In de opslagtanks 2, 3 en 5 is nog sprake van de aanwezigheid van fosforslik. De overige opslagtanks zijn leeg. Elke tank staat in een eigen tankput welke de volledige inhoud van de tank ruimschoots kan bergen. Het oppervlakte van deze tankputten is 180 m^2 per tankput voor opslagtank 1-4 en 250 m^2 voor tankput 5 en 6.

Vat V1201, de fosforafscheider, vatenkiep en calciner zijn ook beschouwd als opslagtank (voor eventuele reactorvaten en procesvaten gelden overigens dezelfde scenario's met dezelfde frequenties). Vat V1201 is opgesteld in een betonnen bak met een oppervlak van circa 72 m^2 . Vat V1201 bevindt zich in pandig. In de modellering is daarom uitgegaan van 'in-building release', waarbij is uitgegaan van het roof/lee effect. Dit geldt tevens voor de vatenkiep.

Van het vrijkomen van fosfor is geen directe modellering beschikbaar. Gezien de zeer beperkte ontstekingsenergie van fosfor is gekozen voor 100% directe ontsteking, gevolgd door de vorming van P_4O_{10} , voor zowel het vrijkomen van gasvormige als vloeibare fosfor.

De plasgrootte van vloeistofuitstroming was in de QRA van 2011 als volgt bepaald:

- Maximale te vormen plasomvang bij een dikte van 5 cm

tenzij deze plasomvang wordt begrensd door een tankput, waarbij de maximale plasomvang nooit groter wordt dan het oppervlakte van de tankput (behalve voor het scenario instantaan falen waarvoor een oppervlakte geldt van $1,5^*$ de oppervlakte van de tankput door initiële overslag van het materiaal).

In de QRA van 2011 was sprake van de aanwezigheid van elementair fosfor binnen de inrichting. In de huidige situatie is nog slechts sprake van de aanwezigheid van slijk. Dit slijk bestaat uit een mengsel van water, fosfor en vaste stof in een verhouding van circa $1/3 - 1/3 - 1/3$. Dit betreft een conservatieve aanname. De daadwerkelijke hoeveelheid fosfor ligt nog lager.

Alle tanks, welke nog fosforslik bevatten, zijn momenteel verwarmd. Dit is noodzakelijk om de slijk verpompbaar te krijgen en te houden. Deze tanks zijn verder voorzien van een laag warm afdekwater en tenslotte een stikstofdeken. Bij falen van de tank zal zowel de slijk als het water uitstromen. Uitstromend slijk zal dus vrijwel direct weer worden afgedekt met een laag water.

Hier komt bij dat de containments waar de tanks instaan al zijn voorzien van een kleine laag water wat inhoudt dat het slik in eerste instantie al gelijk onderwater stroomt. Als gevolg van de dichtheidsverschillen zal het fosforrijke slik vervolgens ook nog uitzakken naar de bodem van het containment. Dit zal echter enkele minuten duren.

De huidige slikhoeveelheden zijn beperkt ten opzichte van de start van het project. Daarnaast staat het afdekwater in een tank altijd nog op maximaal niveau. Er is dus in verhouding altijd een overmaat aan water aanwezig om eventueel uitstromend slik af te dekken. De berekende ontwikkeling van P_4O_{10} is daarmee zeker conservatief te noemen omdat in de berekeningen geen rekening is gehouden met de aanwezigheid van deze overmaat aan water.

Aangezien fosfor niet als stof is opgenomen in het rekenpakket Safeti-NL, is voor het bepalen van de omvang van een plas gekozen voor een laagdikte van 5 cm, omdat de uitstroming van fosfor door de eigenschappen en snelle stolling niet vergelijkbaar is aan brandbare stoffen. Zelfs voor een zeer grote lekkage van fosfor is dit nog een zeer conservatieve benadering, omdat de plasdikte door stolling in de praktijk veel groter zal zijn. De oppervlakte van de plas zal daardoor in werkelijkheid veel kleiner zijn dan aangenomen. In de praktijk is dit fenomeen ook waargenomen door Thermphos medewerkers en is eerder sprake van een dikkere laag dan hier aangenomen. De aanname is daarom zeer conservatief te noemen. Ook nu sprake is van fosforslik in plaats van elementair fosfor is deze aanname conservatief.

Omdat fosfor niet beschikbaar is in Safeti-NL is de uitstroming uit een 10 mm gat berekend met behulp van Phast, versie 6.7.

Voor de reactiesnelheid is uitgegaan van de informatie zoals opgenomen in het rapport: "Modelling accidental releases of phosphorus in air, RIVM (Jan Bremer), 2013". In dit rapport wordt vermeld dat de maximale brandsnelheid voor een fosforbrand $0,076 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{s})$ bedraagt. Voor elke kg fosfor wordt $2,29 \text{ kg } P_4O_{10}$ gevormd. Dit betekent dat $0,174 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{s})$ P_4O_{10} wordt gevormd. Dit betreft een wijziging ten opzichte van de in 2011 uitgevoerde QRA. In die QRA was uitgegaan van een brandsnelheid van $0,025 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{s})$, conform de PGS 15 rekenmethodiek.

Zoals eerder aangegeven bestaat het vrijkomende product voor maximaal $1/3^e$ aan fosfor. Hierdoor is bij ongewenst vrijkomen van product en de vorming van een plas slechts sprake van de aanwezigheid van $1/3^e$ aan fosfor. Bij brand wordt per oppervlakte-eenheid derhalve ook slechts $1/3^e$ aan P_4O_{10} gevormd. In de huidige QRA is daarom met een bronsterkte van $0,0573 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{s})$ gerekend.

P_4O_{10} is onder normale omstandigheden een vaste stof die echter in geval van brand als verbrandingsgas de lucht ingeblazen wordt. P_4O_{10} heeft een sublimatietemperatuur van $305\text{-}360 \text{ }^\circ\text{C}$ en reageert (heftig) met water tot fosforzuur. De vorming van fosforzuur is echter niet meegenomen in de modellering. Daarom is sprake van een worst case benadering.

P_4O_{10} is toxisch, met $LC_{50, 1 \text{ u, inh. rat}} = 1.217 \text{ mg}/\text{m}^3$. Dit komt overeen met een probit met $a = -5,63$, $b = 1$ en $n = 2$ (in ppm, min). De afleiding van deze probitrelatie is opgenomen in bijlage 4.

Het vrijkomen van P_4O_{10} is gemodelleerd als het vrijkomen van normale lucht met de probit van P_4O_{10} . Hierbij is gecorrigeerd voor het massaverschil van één deeltje lucht en één deeltje P_4O_{10} , om te komen tot het juiste aantal deeltjes waaraan personen worden blootgesteld. Deze verhouding is $28,9505:284$ (lucht: P_4O_{10}).

Het vrijkomen van P_4O_{10} bij de fosforbrand wordt gemodelleerd als een user defined source, waarbij de uitstroom verticaal is en de uitgaande temperatuur $50^{\circ}C$, gelijk aan een brand van vaste stof in een PGS opslag. Er vindt dus een beperkte pluimstijging plaats. De pre-dilution air rate (luchtinmenging) is worst case op 0 kg/s gesteld.

Over deze modellering is bij het opstellen van de QRA in 2011 overleg gevoerd met het RIVM (zie tevens bijlage 2).

Voor de opslag tanks en vaten resulteert dat in de scenario's, zoals in tabel 5.1 zijn weergegeven.

Tabel 5.1 Scenario's opslag tanks en vaten

Scenario	Frequentie	Tank/ Vat	Inhoud	Slik- hoogte	Plas- oppervlak	Bronsterkte	Gecorri- geerde bronsterkte
	(per jaar)		(m^3)	(m)	(m^2)	(kg P_4O_{10} /s)	(kg P_4O_{10} /s)
Instantaan falen	$5 \cdot 10^{-6}$	2	82	0,73	270	15,47	1,58
		3	121	1,07	270	15,47	1,58
		5	620	4,33	375	21,49	2,19
		V1201	15	1	108	6,19	0,63
		Fosforscheider	2	1	40	2,29	0,23
		Vatenkiep	1	1	20	1,15	0,12
		calciner	0,5	1	10	0,57	0,06
Uitstroming in 10 minuten	$5 \cdot 10^{-6}$	2	82	0,73	180	10,31	1,05
		3	121	1,07	180	10,31	1,05
		5	620	4,33	250	14,33	1,46
		V1201	15	1	72	4,13	0,42
		Fosforscheider	2	1	40	2,29	0,23
		Vatenkiep	1	1	20	1,15	0,21
		Calciner	0,5	1	10	0,57	0,06
10 mm gat	$1 \cdot 10^{-4}$	2	82	0,73	15	0,86	0,09
		3	121	1,07	18	1,03	0,11
		5	620	4,33	36	2,06	0,21
		V1201	15	1	18	1,03	0,11
		Fosforscheider	2	1	10	0,57	0,06
		Vatenkiep	1	1	5	0,29	0,03
		Calciner	0,5	1	2	0,11	0,01

Opgemerkt wordt dat voor alle opslagvoorzieningen geldt dat afdekwater wordt gebruikt. Bij uitstroming van slik zal ook afdekwater mee stromen, welke het slik zal afdekken. Eventueel aanwezig elementair fosfor (wat nog een hogere dichtheid heeft (ca 1,7)) zal altijd afgedekt worden door vaste stof en water. De scenario's 'instantaan falen' en 'uitstroming in 10 minuten' voor de installaties in een tankput (tank 2, 3 en 5), waarbij de gehele tankputoppervlakte wordt bedekt, zijn hiermee zeer conservatief, omdat door het aanwezige afdekwater mogelijk geen of slechts kortdurend sprake van brand kan zijn. In de berekeningen is hier geen rekening mee gehouden.

Bij de overige installaties en de 10 mm lekscenario's voor tank 2, 3 en 5 is aangesloten bij de methodiek zoals in de QRA van 2011 was gehanteerd: er ontstaat bij uitstroming een plas met een dikte van 5 cm, ook al is nu sprake van fosforslik in plaats van elementair fosfor. Gezien de eigenschappen van het fosforslik is de grootte van de plas die zo ontstaat nog steeds als conservatief te beschouwen, aangezien voor de uitstroming is uitgegaan van vloeibaar materiaal en het in de praktijk maar de vraag is of uitstroming uit een 10 mm gat daadwerkelijk plaatsvindt.

5.2 Interne domino-effecten

Domino effecten zijn niet meegenomen in de QRA. Een aantal tanks staat relatief dicht bij elkaar maar zijn altijd afgescheiden door een betonnen tussenwand. De eventuele brand en daarbij vrijkomende warmte is daarbij ook te kortdurend om falen van een naastgelegen tank te veroorzaken.

5.3 Populatie

Ten behoeve van de bepaling van het groepsrisico is het aantal personen binnen het invloedsgebied ingevoerd.

Hiervoor is gebruik gemaakt van de BAG-populatieservice op pand-niveau (4 december 2018). Tevens zijn 'terreinen' meegenomen in de uitvoer. In figuur 5.1 is een overzicht van het invloedsgebied weergegeven. Detailinformatie met betrekking tot de ingevoerde populatie is inzichtelijk in de psu-file. Voor de bebouwingsvlakken binnen de inrichtingsgrens is de populatie op 0 gesteld.



Figuur 5.1: Invloedsgebied vml. Thermphos

5.4 Overige uitgangspunten

Als meteogegevens zijn de gegevens voor weerstation Vlissingen gehanteerd.

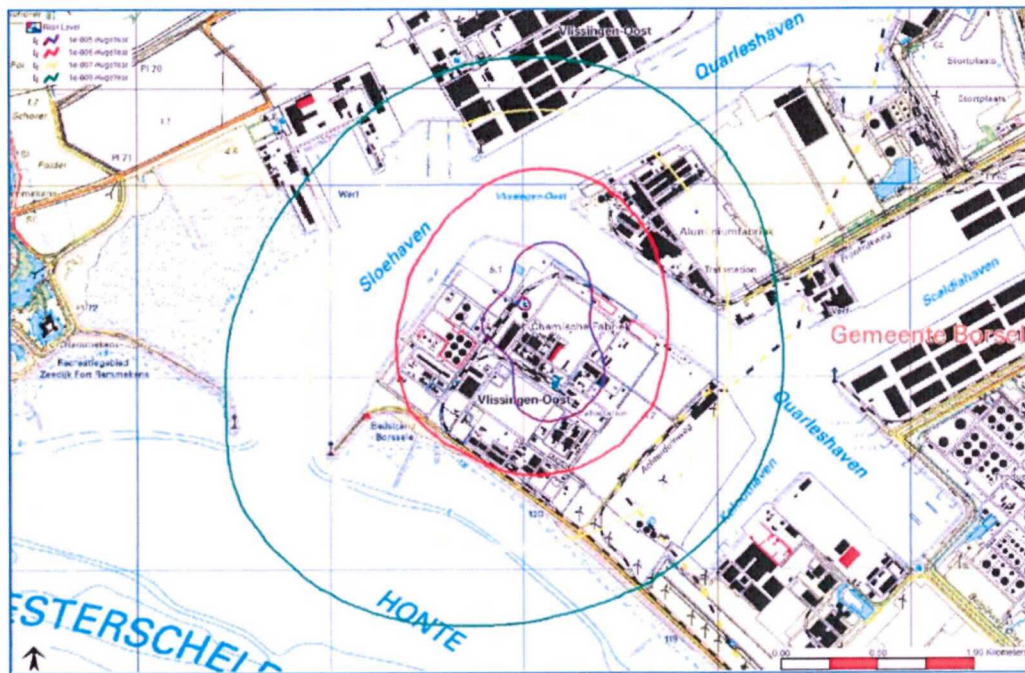
Verder is een ruweidslengte van 300 mm voor de directe omgeving verondersteld.

6 Resultaten

De resultaten worden gepresenteerd in de vorm van het plaatsgebonden risico, het groepsrisico en de maximale effectafstand (invloedsgebied).

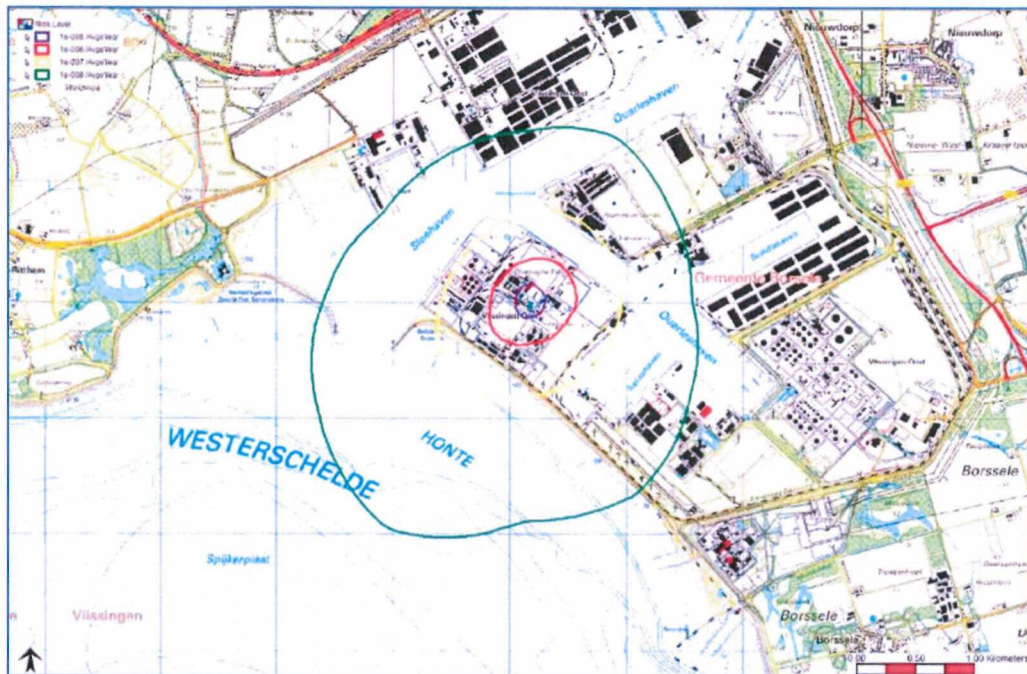
6.1 Plaatsgebonden risico

In figuur 6.1 zijn de plaatsgebonden risicocontouren zoals in de QRA van 21 september 2011 berekend weergegeven.



Figuur 6.1: Plaatsgebonden risicocontouren zoals berekend in de QRA uit 2011 (paars = 10^{-5} /jaar, rood = 10^{-6} /jaar, geel = 10^{-7} /jaar en groen = 10^{-8} /jaar)

In figuur 6.2 zijn de plaatsgebonden risicocontouren zoals berekend conform de uitgangspunten in hoofdstuk 5 van dit rapport weergegeven.



Figuur 6.2: Plaatsgebonden risicocontouren op basis van de huidige situatie (paars = 10^{-5} /jaar, rood = 10^{-6} /jaar, geel = 10^{-7} /jaar en groen = 10^{-8} /jaar)

Uit de figuren 6.1 en 6.2 blijkt dat de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar in de huidige situatie beduidend kleiner is dan op basis van de vergunde situatie in 2011, maar ligt in de huidige situatie nog wel deels buiten de eigen inrichtingsgrens.

6.1.1 Toetsing plaatsgebonden risicocontouren

Uit figuur 6.2 blijkt dat binnen de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar geen kwetsbare bestemmingen zijn gelegen.

De bijdragen van de afzonderlijke scenario's aan de ligging van de plaatsgebonden risicocontouren van 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar zijn in onderstaande overzichten weergegeven. Alleen scenario's met een bijdrage van meer dan 1% zijn opgenomen.

Risk Ranking Point: 10-6 (37444,7,386322 m)

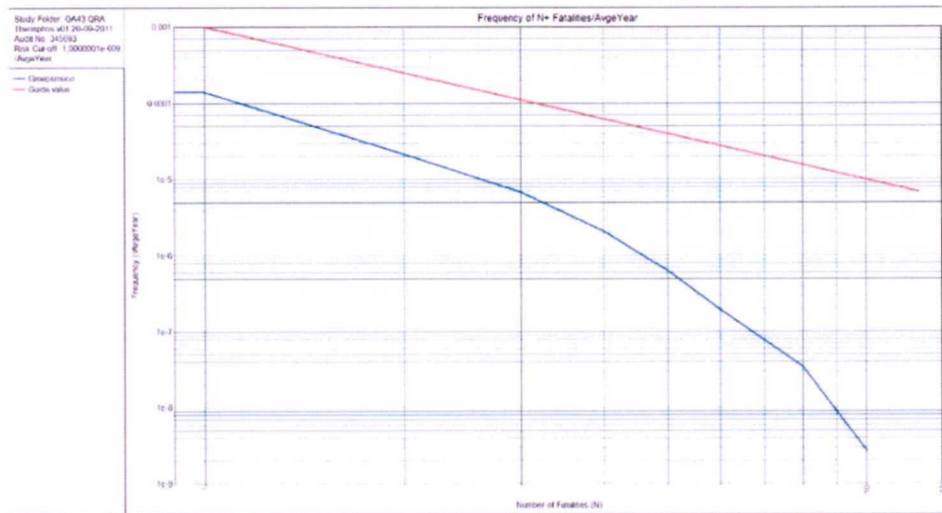
Model Name	East m	North m	Risk /AvgeYear	Pct. Risk	Risk / Outcome
Study\Opslag\Tank 5\Instant	37.174,23	385.997,45	2,07228E-007	19,47	4,14456E-002
Study\Opslag\Tank 2\Instant	37.177,76	385.979,45	1,47580E-007	13,86	2,95160E-002
Study\Opslag\Tank 5\10 min	37.174,23	385.997,45	1,43341E-007	13,47	2,86682E-002
Study\Opslag\Tank 3\Instant	37.167,37	385.954,95	1,28471E-007	12,07	2,56941E-002
Study\Opslag\V1201\10 mm	37.106,00	386.066,00	9,09891E-008	8,55	9,09891E-004
Study\Opslag\Tank 2\10 min	37.177,76	385.979,45	8,65781E-008	8,13	1,73156E-002
Study\Opslag\Tank 3\10 min	37.167,37	385.954,95	7,10546E-008	6,67	1,42109E-002
Study\Opslag\V1201\Instant	37.106,00	386.066,00	5,05156E-008	4,75	1,01031E-002
Study\Opslag\Tank 5\10 mm	37.174,23	385.997,45	4,21675E-008	3,96	4,21675E-004
Study\Opslag\Vatenkiep\10 mm	37.124,00	386.164,00	3,04979E-008	2,87	3,04979E-004
Study\Opslag\V1201\10 min	37.106,00	386.066,00	3,04466E-008	2,86	6,08932E-003
Study\Opslag\Vatenkiep\10 min	37.124,00	386.164,00	1,18708E-008	1,12	2,37416E-003
Study\Opslag\Vatenkiep\Instant	37.124,00	386.164,00	1,18708E-008	1,12	2,37416E-003

Risk Ranking Point:		10-7 (37715,7,386618 m)				
Model Name	East m	North m	Risk /AvgeYear	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Study\Opslag\Tank 5\Instant	37.174,23	385.997,45	2.81824E-008	24,50	5,63649E-003	
Study\Opslag\V1201\10 mm	37.106,00	386.066,00	1.66772E-008	14,50	1,66772E-004	
Study\Opslag\V1201\Instant	37.106,00	386.066,00	1.49650E-008	13,01	2,99299E-003	
Study\Opslag\Tank 2\Instant	37.177,76	385.979,45	1.12784E-008	9,80	2,25567E-003	
Study\Opslag\Tank 5\10 min	37.174,23	385.997,45	9.80984E-009	8,53	1,96197E-003	
Study\Opslag\V1201\10 min	37.106,00	386.066,00	9.72411E-009	8,45	1,94482E-003	
Study\Opslag\Tank 3\Instant	37.167,37	385.954,95	9.47531E-009	8,24	1,89506E-003	
Study\Opslag\Vatenkiep\10 min	37.124,00	386.164,00	3.90557E-009	3,39	7,81115E-004	
Study\Opslag\Vatenkiep\Instant	37.124,00	386.164,00	3.90557E-009	3,39	7,81115E-004	
Study\Opslag\Tank 2\10 min	37.177,76	385.979,45	3.05511E-009	2,66	6,11022E-004	
Study\Opslag\Tank 3\10 min	37.167,37	385.954,95	2.53139E-009	2,20	5,06278E-004	
Study\Opslag\Vatenkiep\10 mm	37.124,00	386.164,00	1.53028E-009	1,33	1,53028E-005	

Risk Ranking Point:		10-8 (37999,8,387359 m)				
Model Name	East m	North m	Risk /AvgeYear	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Study\Opslag\V1201\Instant	37.106,00	386.066,00	5.70792E-009	49,25	1,14158E-003	
Study\Opslag\V1201\10 min	37.106,00	386.066,00	3.48011E-009	30,03	6,96021E-004	
Study\Opslag\V1201\10 mm	37.106,00	386.066,00	6.95719E-010	6,00	6,95719E-006	
Study\Opslag\Vatenkiep\10 min	37.124,00	386.164,00	6.83879E-010	5,90	1,36776E-004	
Study\Opslag\Vatenkiep\Instant	37.124,00	386.164,00	6.83879E-010	5,90	1,36776E-004	
Study\Opslag\Tank 5\Instant	37.174,23	385.997,45	2.04418E-010	1,76	4,08836E-005	

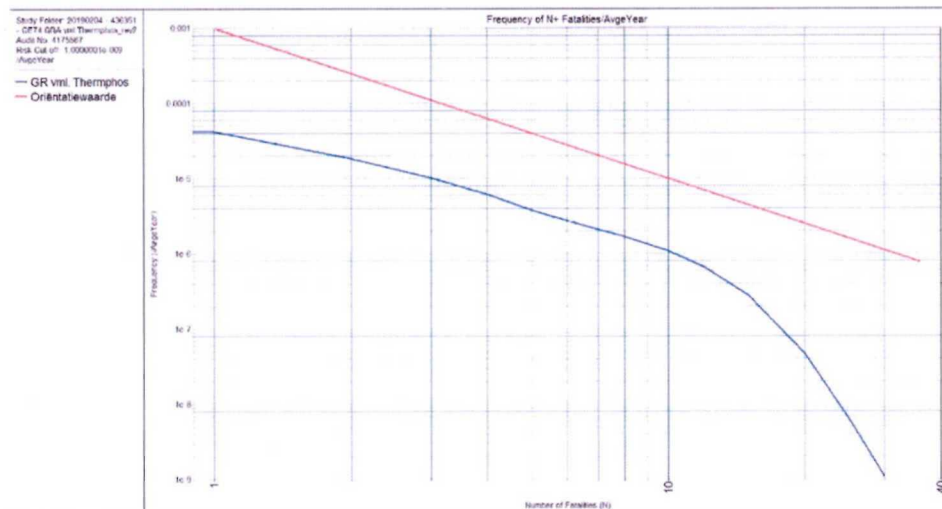
6.2 Groepsrisico

In figuur 6.3 is het groepsrisico zoals in de QRA van 21 september 2011 berekend weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat conform de officiële definitie van het groepsrisico het groepsrisico begint bij een aantal van 10 slachtoffers.



Figuur 6.3: Groepsrisico zoals berekend in de QRA van 2011

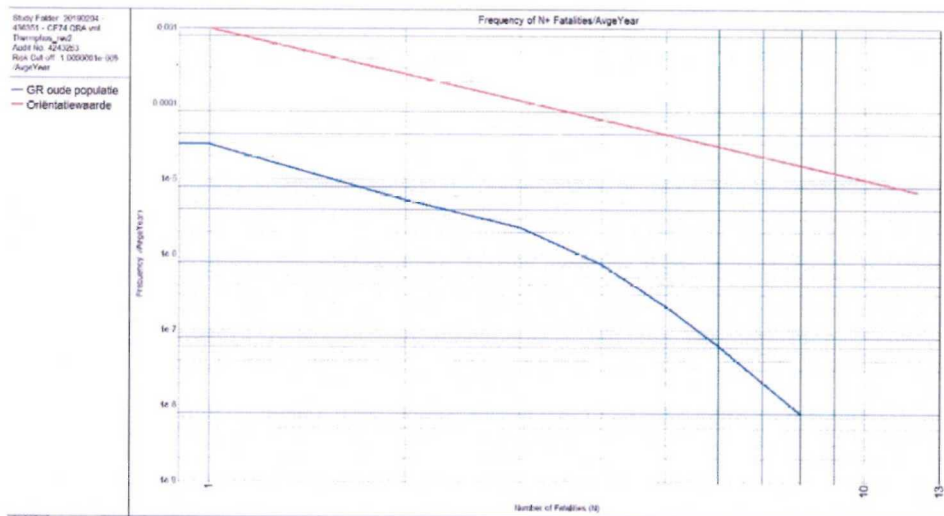
In figuur 6.4 is het groepsrisico zoals berekend conform de uitgangspunten in hoofdstuk 4 van dit rapport weergegeven.



Figuur 6.4: Groepsrisico op basis van de huidige situatie

Uit de figuren 6.3 en 6.4 blijkt dat in de huidige situatie een hoger groepsrisico is berekend dan in de vergunde situatie uit 2011. Dit wordt veroorzaakt doordat in de huidige berekeningen gebruik is gemaakt van de populatie uit de BAG-populatieservice.

In de QRA van 2011 was uitgegaan van 5 personen per hectare voor het gehele omliggende industrieterrein. Wanneer deze populatie voor de huidige situatie wordt gebruikt, wordt feitelijk geen groepsrisico berekend zoals weergegeven in figuur 6.5. Het maximale aantal slachtoffers is immers minder dan 10.



Figuur 6.5: Groepsrisico van de huidige situatie op basis van populatie uit de QRA van 2011

Bij vergelijking van de figuren 6.3 en 6.5 blijkt dat het groepsrisico bij gelijke populatie afneemt. Echter moet op basis van figuur 6.3 worden geconstateerd dat in de QRA van 2011 een lage populatiedichtheid is gebruikt in de berekeningen: er is destijds een ander uitgangspunt gekozen.

6.2.1 Toetsing groepsrisico

Het berekende groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde. De maximale waarde wordt gevonden bij 10 slachtoffers en bedraagt een factor 0,13 ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Het maximale aantal slachtoffers bedraagt 30.

Het groepsrisico wordt bepaald door de volgende scenario's (weergegeven zijn de scenario's met een bijdrage van meer dan 1%):

Societal Risk Ranking Results

Column:	I		Risk Integral /AveYear	Risk Integral Percent	Average Outcome	Zero Deaths	All Frequencies are /AveYear		
	East m	North m					0.1	1.10	10.17,7526
Study Opslag Tank 5 10 min	37.174.23	385.997.45	2.35975E-005	25.36	2.35975E-001	7.14022E-005	1.66566E-005	1.19412E-005	0.00000E+000
Study Opslag Tank 3 10 min	37.167.37	385.954.95	1.33379E-005	14.34	1.33379E-001	7.48574E-005	2.15492E-005	3.59336E-006	0.00000E+000
Study Opslag Tank 2 10 min	37.177.76	385.979.45	1.10288E-005	11.85	1.10288E-001	7.90908E-005	1.85342E-005	2.37505E-006	0.00000E+000
Study Opslag Tank 5 Instant	37.174.23	385.997.45	8.31484E-006	8.94	1.66297E+000	1.50715E-006	1.87110E-006	1.40932E-006	2.12435E-007
Study Opslag Tank 3 Instant	37.167.37	385.954.95	6.93993E-006	7.46	1.38799E+000	1.74615E-006	1.69045E-006	1.48907E-006	7.43303E-008
Study Opslag Tank 2 Instant	37.177.76	385.979.45	6.53972E-006	7.03	1.30794E+000	1.74615E-006	1.65827E-006	1.53117E-006	6.44342E-008
Study Opslag Tank 5 10 min	37.174.23	385.997.45	5.89320E-006	6.33	1.17864E+000	1.80223E-006	1.87079E-006	1.29245E-006	3.45262E-008
Study Opslag Tank 3 10 min	37.167.37	385.954.95	5.17143E-006	5.56	1.03429E+000	2.13870E-006	1.59326E-006	1.19371E-006	7.43303E-008
Study Opslag Tank 2 10 min	37.177.76	385.979.45	4.78914E-006	5.15	9.57829E-001	2.13870E-006	1.49232E-006	1.36898E-006	0.00000E+000
Study Opslag V1201 Instant	37.106.00	386.066.00	3.18721E-006	3.43	6.37442E-001	2.67249E-006	1.64538E-006	6.30009E-007	5.21192E-008
Study Opslag V1201 10 min	37.106.00	386.066.00	1.82763E-006	1.96	1.82763E-002	9.19650E-005	8.03495E-006	0.00000E+000	0.00000E+000
Study Opslag V1201 10 min	37.106.00	386.066.00	1.47219E-006	1.58	2.94438E-001	3.15298E-006	1.43353E-006	3.99639E-007	1.38545E-008

6.3 Maximale effectafstanden

De grootste 1% letaliteitseffectafstand berekend voor de activiteiten binnen de voormalige inrichting van Thermphos bedraagt circa 6.860 meter. Deze effectafstand wordt veroorzaakt door het scenario instantaan falen van V-1201 en wordt bereikt bij weersklasse F1,5. Een volledig overzicht van de effectafstanden per scenario is opgenomen in bijlage 3. Een indicatie van het effectgebied is weergegeven in figuur 5.1.

Deze maximale effectafstand is veel groter dan gerapporteerd in de QRA van 2011. In deze QRA zijn echter geen in pandige scenario's opgenomen. Het verdunningseffect van een lijwervel van een gebouw op de verspreiding is bij weersklasse F1,5 echter beperkt, waardoor nu sprake is van een veel grotere effectafstand.

Een totaal overzicht van de effectafstanden is opgenomen in bijlage 2.

7 Conclusie

Voor de huidige situatie binnen de voormalige inrichting van Thermphos zijn de risico's in deze QRA inzichtelijk gemaakt.

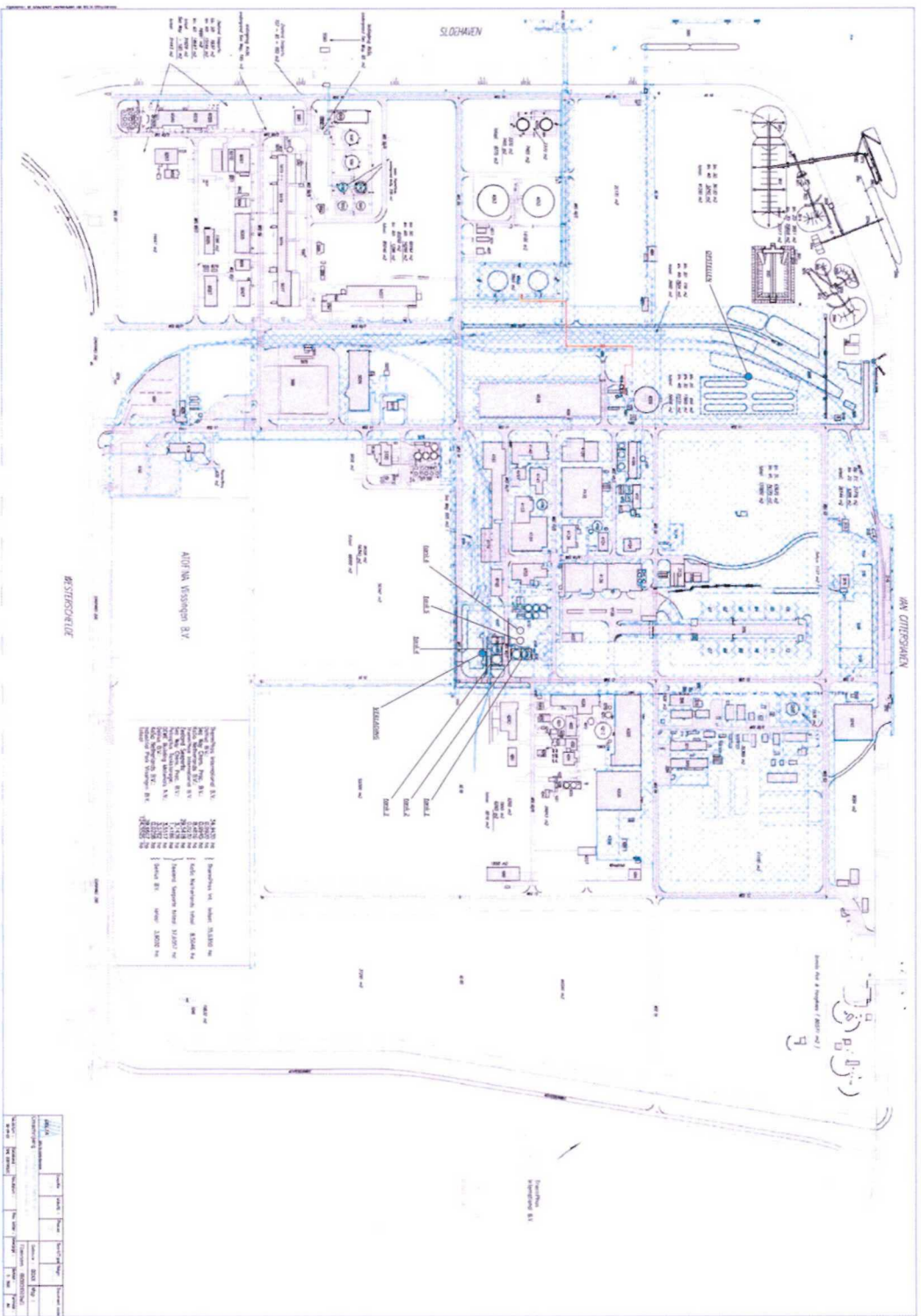
Uit de resultaten blijkt dat de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar deels buiten de inrichtingsgrens ligt. Binnen deze contour bevinden zich echter geen kwetsbare objecten. Ten opzichte van de vergunde situatie die in de QRA van 2011 is doorgerekend is het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar afgenomen.

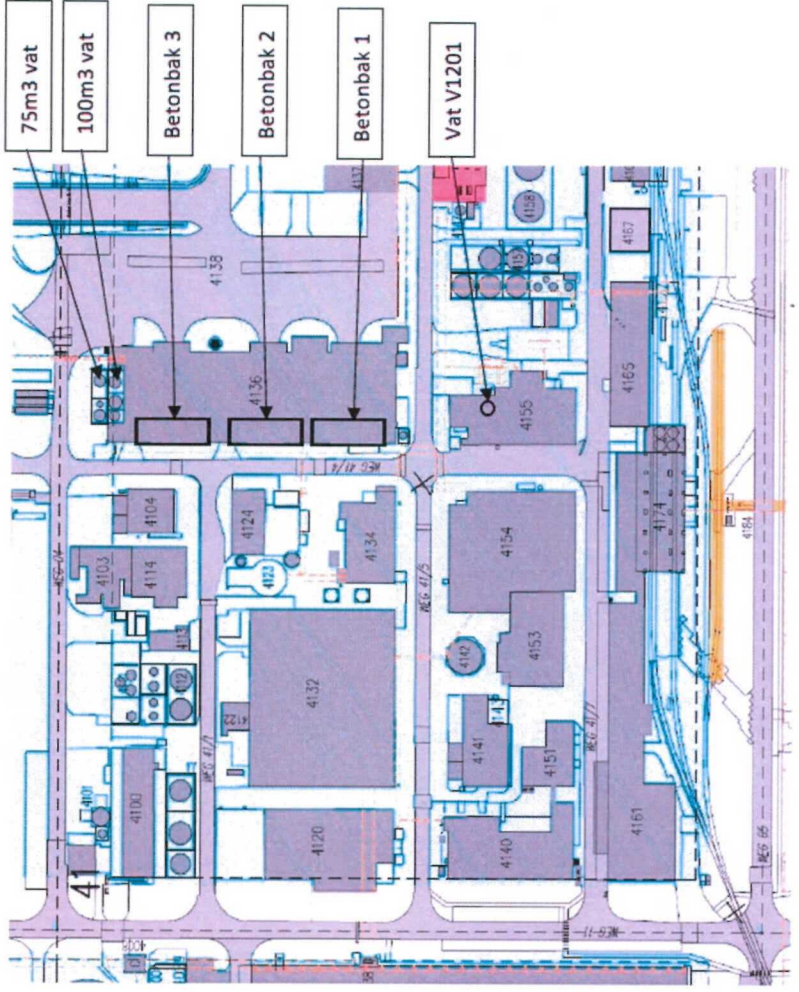
Het berekende groepsrisico ligt onder de oriëntatiewaarde en bedraagt maximaal 0,13. Ten opzichte van de vergunde situatie zoals in de QRA van 2011 berekend, is echter sprake van een toename van het groepsrisico. Dit wordt veroorzaakt doordat nu gebruik is gemaakt van andere populatiegegevens. Waarbij geconcludeerd moet worden dat in de QRA van 2011 een ander uitgangspunt is gekozen dat tot lagere aantallen aanleiding gaf. Indien gelijke uitgangspunten worden gehanteerd is het huidige groepsrisico lager dan in 2011. De figuur 6.5 laat dit ook zien.

Doordat nu een in pandig scenario is meegenomen, waarvoor in de berekening gebruik is gemaakt van het roof/lee effect bij de verspreiding van de toxische wolk is de maximale effectafstand (en dus het invloedsgebied) nu circa 6.860 meter.

Bijlage 1 Overzichtstekening inrichting

Bijlage 1 Overzichtstekening inrichting





Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) voormalig Thermphos terrein

projectnummer 0436351.00
20 februari 2019 revisie 2.1
Van Citters Beheer B.V.



Bijlage 2 Correspondentie RIVM

Bijlage 2: Correspondentie RIVM

-----Oorspronkelijk bericht-----

Van:

Verzonden: dinsdag 7 september 2010 8:55

Aan: 'safeti-nl@rivm.nl'

Onderwerp: RE: Antwoord op: safeti-nl 20100123 Aanvraag stof

Beste

Vrijdag hebben we elkaar aan de lijn gehad over de modellering van fosfor. Hierbij is aangegeven dat de modellering zoals hieronder beschreven jullie goedkeuring heeft in de zin dat het het beste is wat jullie (en wij) beschikbaar hebben.

Wel had je aangegeven de berekening van de probit te willen ontvangen, om op basis daarvan een .PSU voor de stof te kunnen aanmaken die gebruikt kan worden in de modellering.

Bijgevoegd zijn de .PSU van het mengsel zoals ik die in de huidige modellering heb gebruikt, waarbij is uitgegaan van AIR en de probit van P2O5.

Volgens mijn berekening komt een LC50,1 u, inh. rat = 1.217 mg/m3 overeen met een probit met A is -7.01. De berekening is tevens bijgevoegd. Graag ontvang ik hier reactie op met de bijbehorende stoffeneigenschappen file.

Alvast bedankt,

Met vriendelijke groet,

Adviseur Save

Oranjewoud, Postbus 8590, 3009 AN Rotterdam Save is een onderdeel van Oranjewoud

T 010 - 235 17 69

F 010 - 235 17 01

M 06 - 5375 66 90

E ward.vandervecht@oranjewoud.nl

W www.save.nl

-----Oorspronkelijk bericht-----

Van:

Verzonden: donderdag 2 september 2010 16:05

Aan: 'safeti-nl@rivm.nl'

Onderwerp: RE: Antwoord op: safeti-nl 20100123 Aanvraag stof

Beste,

Dank voor de reactie op de fosfor modellering. Ik begrijp dat dit een lastige vraag is, maar voor het opstellen van een risicoanalyse hebben we toch een meer concrete aanbeveling nodig. Hieronder staat beschreven hoe we de fosfor op dit moment in SAFETI hebben gemodelleerd.

Deze modellering is gebaseerd op een eerdere QRA die door het RIVM beoordeeld is en waar het RIVM op gereageerd heeft (brief met kenmerk 091/05 CEV Man/stj-X821). In deze brief wordt ook gesproken over een mogelijke modellering in SAFETI die geïmplementeerd zal worden.

Het lokale bevoegd gezag zal aan de hand van de QRA met dezelfde vragen zitten als wij en zich tevens tot het RIVM wenden.

Op dit moment gaan wij uit van een totale omzetting van fosfor in P₂O₅ bij brand, waarbij het vrijkomende gas gemodelleerd wordt als AIR (neutraal gas) met de probit in P₂O₅, wat vrijkomt bij een temperatuur van 50 graden. Graag hoor ik van u of deze modellering de toets van het RIVM kan doorstaan of waar de pijnpunten zitten.

Met vriendelijk groet,

Van het vrijkomen van fosfor is geen direct modellering beschikbaar. Gezien de zeer beperkte ontstekingsenergie van fosfor is gekozen voor 100% directe ontsteking, gevolgd door de vorming van P₂O₅, voor zowel het vrijkomen van gasvormig als vloeibare fosfor.

De plasgrootte van vloeistofuitstroming is als volgt bepaald:

• Maximale te vormen plasomvang bij een dikte van 2 cm

• Tenzij deze plasomvang wordt begrensd door een tankput, waarbij de maximale plasomvang nooit groter wordt dan het oppervlakte van de tankput.

In afwijking van de standaard in SAFETI voor het bepalen van de omvang van een plas is gekozen voor een laagdikte van 2 cm, omdat fosfor bij het vrijkomen in de open lucht warmte zal afgeven aan de ondergrond en hierbij zelf af zal koelen tot onder het stolpunt. De onderste laag van de plas is dan ook een vaste stof. In de praktijk is dit fenomeen ook waargenomen door Thermphos medewerkers en is eerder sprake van een dikkere laag dan hier aangenomen. De aanname is daarom conservatief te noemen.

De bronsterkte van P₂O₅ die gevormd wordt door een brandende plas is niet bekend in de literatuur. Ook de reactiekinetiek voor de vorming van P₂O₅ is niet bekend. Daarom is aangenomen dat de reactiesnelheid overeen komt met de brandsnelheid van vaste stoffen volgens Risicoanalyse methodiek PGS 15 bedrijven. Deze brandsnelheid bedraagt 0,025 kg/m²/s. Voor elke kg fosfor wordt 2,29 kg P₂O₅ gevormd. Dit betekent dat 0,05725 kg/m²/s P₂O₅ wordt gevormd.

P₂O₅ is onder normale omstandigheden een vaste stof die echter in geval van brand als verbrandingsgas de lucht ingeblazen wordt. P₂O₅ is toxisch, met LC₅₀,1 u, inh. rat = 1.217 mg/m³. Dit komt overeen met een probit met a = -7,01, b = 1 en n = 2 (in ppm,min).

Het vrijkomen van P₂O₅ is gemodelleerd als het vrijkomen van normale lucht met de probit van P₂O₅. Hierbij is gecorrigeerd voor het massaverschil van één deeltje lucht en één deeltje P₂O₅.

Het vrijkomen van P₂O₅ bij de fosforbrand wordt gemodelleerd als een user defined source, waarbij de uitstroom vertikaal is en de uitgaande temperatuur 50°C, gelijk aan een brand van vaste stof in een PGS opslag. Er vindt dus een beperkte pluimstijging plaats.

Gezien de omvang van het terrein en de geselecteerde scenario's, is de warmtestraling die vrijkomt bij de verbranding van fosfor niet opgenomen in de QRA. Het is echter ook aannemelijk dat deze warmtestraling buiten de terreingrenzen van Thermphos niet tot letale effecten zal leiden.

Met vriendelijke groet,

Adviseur Save

Oranjewoud, Postbus 8590, 3009 AN Rotterdam Save is een onderdeel van Oranjewoud
T 010 - 235 17 69
F 010 - 235 17 01
M 06 - 5375 66 90
E ward.vandervecht@oranjewoud.nl
W www.save.nl

-----Oorspronkelijk bericht-----

Van: safeti-nl@rivm.nl [<mailto:safeti-nl@rivm.nl>]

Verzonden: maandag 30 augustus 2010 9:07

Aan:

Onderwerp: Antwoord op: safeti-nl 20100123 Aanvraag stof

Vraagnummer: 20100123

Vraagsteller:

In uw mail heeft aangegeven voor fosfor een PSU-bestand voor SAFETI-NL te willen ontvangen.

Zoals u al heeft begrepen uit het telefoongesprek met mijn collega en a.d.h.v. eerdere QRA's, is het geen eenvoudige kwestie. Zowel de dispersiemodellering van SAFETI-NL als de toxiciteit van fosfor(-reactieproducten) zijn niet goed vastgesteld.

Fosfor (CAS 7723-14-0) is een ontvlambare, vaste stof, terwijl SAFETI-NL alleen de risico's van gassen en vloeistoffen berekent. Fosfor reageert tot fosforpentoxide dat vervolgens met water reageert tot fosforzuur, en dat is een gas/damp wat in principe wel door SAFETI-NL doorgerekend zou kunnen worden. De verspreidingsmodellering is niet toegespitst op fosfor en daaruit volgende reactieproducten. Om een indicatie te krijgen van de verspreiding van dergelijke stoffen modelleren wij in dat geval met stikstofgas (een neutraal gas). Vervolgens kunnen dan probitwaarden of gezondheidskundige grenswaarden worden aangepast aan de toxiciteit van de stof(fen) in kwestie.

De hoeveelheid toxicologisch onderzoek naar de effecten van fosforpentoxide c.q. fosforzuur, beide sterk irriterend voor huid, slijmvliezen en ogen, is echter zeer beperkt. Daardoor is de inhalatoire dosis-reponsrelatie onvoldoende bekend, en ontbreken de probit-gegevens om met SAFETI-NL te rekenen als toxische stof. Ook aan de hand van de door u toegezonden MSDS kan geen probit-relatie vastgesteld worden, daar alleen orale toxische dosis en enkele arbeidsgrenswaarden worden genoemd. Voor het vaststellen van een probitrelatie zijn in ieder geval inhalatoire toxische dosiswaarden nodig.

We raden daarom sterk aan om in samenspraak met het bevoegd gezag te bespreken hoe de huidige QRA verder uit gevoerd moet worden.

Hopelijk hebben wij u hiermee voldoende geïnformeerd.

Met vriendelijke groet,

Helpdesk SAFETI-NL

<http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/modellen/safeti-nl.jsp>

Bijlage 3 Overzicht effectafstanden

Bijlage 3 Overzicht effectafstanden

Scenario Input Description										[Maximum Values if weather occurs multiple times]		Discharge Results		Toxic Results			
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Substance	Inventory (kg)	X Location (m)	Y Location (m)	Event Frequency (/year)	Hole Size /Pipe Diameter (mm)	Weather	Release Rate (kg or kg/s)	Release Duration (s)	Largest Distance to 1% lethality (m)	Largest Distance to VRW (m)	Largest Distance to AGW (m)	Largest Distance to LBW (m)		
1	Instant	Pool Source - radius ζ-P4O10			37177,76	385979,4	0,000005	B 3		1,58	1800	717,971					
								D 1,5		1,58	1800	1332,154					
								D 5		1,58	1800	1307,963					
								D 9		1,58	1800	1008,388					
								E 5		1,58	1800	1753,906					
2	10 min	Pool Source - radius ζ-P4O10			37177,76	385979,4	0,000005	F 1,5		1,58	1800	171,1355					
								B 3		1,05	1800	581,9166					
								D 1,5		1,05	1800	1205,894					
								D 5		1,05	1800	1059,009					
								D 9		1,05	1800	806,5006					
3	10 mm	Pool Source - radius ζ-P4O10			37177,76	385979,4	0,0001	E 5		1,05	1800	1448,833					
								F 1,5		1,05	1800	129,6839					
								B 3		0,09	1800	162,922					
								D 1,5		0,09	1800	438,5898					
								D 5		0,09	1800	294,3013					
4	Instant	Pool Source - radius ζ-P4O10			37167,37	385955	0,000005	D 9		0,09	1800	213,5094					
								E 5		0,09	1800	435,9463					
								F 1,5		0,09	1800	14,84331					
								B 3		1,58	1800	717,971					
								D 1,5		1,58	1800	1332,154					
5	10 min	Pool Source - radius ζ-P4O10			37167,37	385955	0,000005	D 5		1,58	1800	1307,963					
								D 9		1,58	1800	1008,388					
								E 5		1,58	1800	1753,906					
								F 1,5		1,58	1800	171,1355					
								B 3		1,05	1800	581,9166					
6	10 mm	Pool Source - radius ζ-P4O10			37167,37	385955	0,0001	D 1,5		1,05	1800	1205,894					
								D 5		1,05	1800	1059,009					
								D 9		1,05	1800	806,5006					
								E 5		1,05	1800	1448,833					
								F 1,5		1,05	1800	129,6839					
								B 3		0,11	1800	185,2541					
								D 1,5		0,11	1800	489,9885					
								D 5		0,11	1800	323,5705					
								D 9		0,11	1800	236,879					
								E 5		0,11	1800	490,2745					

Scenario Input Description									Discharge Results		Toxic Results				
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Substance	Inventory (kg)	X Location (m)	Y Location (m)	Event Frequency (/year)	Hole Size /Pipe Diameter (mm)	Weather	Release Rate (kg/s)	Release Duration (s)	Largest Distance to 1% lethality (m)	Largest Distance to VRW (m)	Largest Distance to AGW (m)	Largest Distance to LBW (m)
7	Instant	Pool Source - radius ζ -P4O10			37174,23	385997,5	0,000005	F 1,5 B 3 D 1,5 D 5 D 9 E 5		0,11 2,19 2,19 2,19 2,19 2,19	1800 1800 1800 1800 1800 1800	13,78097 846,833 1438,792 1546,392 1204,554 2044,427			
8	10 min	Pool Source - radius ζ -P4O10			37174,23	385997,5	0,000005	F 1,5 B 3 D 1,5 D 5 D 9 E 5		2,19 1,46 1,46 1,46 1,46 1,46	1800 1800 1800 1800 1800 1800	247,1056 689,3928 1340,012 1255,542 965,7846 1696,716			
9	10 mm	Pool Source - radius ζ -P4O10			37174,23	385997,5	0,0001	F 1,5 B 3 D 1,5 D 5 D 9 E 5		1,46 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21	1800 1800 1800 1800 1800 1800	175,9267 253,9838 638,0595 455,1782 339,0135 672,489			
10	Instant	Leak	-P4O10		37106	386066	0,000005	F 1,5 B 3 D 1,5 D 5 D 9 E 5		0,21 0,63 0,63 0,63 0,63 0,63	1800 1800 1800 1800 1800 1800	20,67929 461,6845 1870,476 764,3964 463,4174 1281,276			
11	10 min	Leak	-P4O10		37106	386066	0,000005	F 1,5 B 3 D 1,5 D 5 D 9 E 5		0,63 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42	1800 1800 1800 1800 1800 1800	6857,687 348,0229 1393,741 544,7364 315,2221 910,2476			
12	10 mm	Leak	-P4O10		37106	386066	0,0001	F 1,5 B 3 D 1,5 D 5 D 9		0,42 0,11 0,11 0,11 0,11	1800 1800 1800 1800 1800	5126,551 123,776 483,9201 130,473 81,62166			

Scenario Input Description										Discharge Results		Toxic Results			
[Maximum Values if weather occurs multiple times]															
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Substance	Inventory (kg)	X Location (m)	Y Location (m)	Event Frequency (/year)	Hole Size /Pipe Diameter (mm)	Weather	Release Rate (kg or kg/s)	Release Duration (s)	Largest Distance to 1% lethality (m)	Largest Distance to VRW (m)	Largest Distance to AGW (m)	Largest Distance to LBW (m)
13	Instant	Pool Source - radius ζ-P4O10			37109	386148	0,000005			E 5	0,11	1800	203,0826		
										F 1,5	0,11	1800	1728,741		
										B 3	0,23	1800	270,071		
										D 1,5	0,23	1800	665,1408		
										D 5	0,23	1800	481,5158		
										D 9	0,23	1800	352,4528		
14	10 min	Pool Source - radius ζ-P4O10			37109	386148	0,000005			E 5	0,23	1800	698,9724		
										F 1,5	0,23	1800	17,12971		
										B 3	0,23	1800	270,071		
										D 1,5	0,23	1800	665,1408		
										D 5	0,23	1800	481,5158		
										D 9	0,23	1800	352,4528		
15	10 mm	Pool Source - radius ζ-P4O10			37109	386148	0,0001			E 5	0,23	1800	698,9724		
										F 1,5	0,23	1800	17,12971		
										B 3	0,06	1800	131,0139		
										D 1,5	0,06	1800	365,527		
										D 5	0,06	1800	231,9239		
										D 9	0,06	1800	170,2671		
16	Instant	Leak	-P4O10		37124	386164	0,000005			E 5	0,06	1800	361,648		
										F 1,5	0,06	1800	9,716278		
										B 3	0,12	1800	175,8529		
										D 1,5	0,12	1800	705,5069		
										D 5	0,12	1800	283,6932		
										D 9	0,12	1800	167,6955		
17	10 min	Leak	-P4O10		37124	386164	0,000005			E 5	0,12	1800	484,1576		
										F 1,5	0,12	1800	2730,414		
										B 3	0,12	1800	175,8529		
										D 1,5	0,12	1800	705,5069		
										D 5	0,12	1800	283,6932		
										D 9	0,12	1800	167,6955		
18	10 mm	Leak	-P4O10		37124	386164	0,0001			E 5	0,12	1800	484,1576		
										F 1,5	0,12	1800	2730,414		
										B 3	0,03	1800	67,64854		
										D 1,5	0,03	1800	242,6116		
									D 5	0,03	1800	77,12006			

Scenario Input Description										[Maximum Values if weather occurs multiple times]		Discharge Results		Toxic Results			
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Substance	Inventory	X Location	Y Location	Event Frequency	Hole Size /Pipe Diameter	Weather	Release Rate (kg/s)	Release Duration (s)	Largest Distance to 1% lethality (m)	Largest Distance to VRW (m)	Largest Distance to AGW (m)	Largest Distance to LBW (m)		
19	Instant	Pool Source - radius ζ-P4O10			37108	386031	0,000005		D 9	0,03	1800	41,58652					
									E 5	0,03	1800	112,1048					
									F 1,5	0,03	1800	928,8188					
									B 3	0,06	1800	131,0139					
									D 1,5	0,06	1800	365,527					
									D 5	0,06	1800	231,9239					
20	10 min	Pool Source - radius ζ-P4O10			37108	386031	0,000005		D 9	0,06	1800	170,2671					
									E 5	0,06	1800	361,648					
									F 1,5	0,06	1800	9,716278					
									B 3	0,06	1800	131,0139					
									D 1,5	0,06	1800	365,527					
									D 5	0,06	1800	231,9239					
21	10 mm	Pool Source - radius ζ-P4O10			37108	386031	0,0001		D 9	0,06	1800	170,2671					
									E 5	0,06	1800	361,648					
									F 1,5	0,06	1800	9,716278					
									B 3	0,01	1800	53,42325					
									D 1,5	0,01	1800	151,3453					
									D 5	0,01	1800	88,26657					
								D 9	0,01	1800	66,61025						
								E 5	0,01	1800	139,0193						
								F 1,5	0,01	1800	3,989265						

Bijlage 4 Afleiding probitrelatie P_4O_{10}

Bijlage 4 Afleiding probitrelatie P₄O₁₀

Voor P₄O₁₀ is een LC₅₀ (inhalatie, rat, 1 uur) van 1.217 mg/m³ vastgesteld.

Voor het vaststellen van probitwaarden op basis van deze waarde is gebruik gemaakt van de methode zoals aangegeven in het rapport:

- Method for derivation of probit functions for acute inhalation toxicity, RIVM, 2015-0102, d.d. 2015.

Een LC₅₀ (rat, 1 uur) is eerst omgerekend naar een halfuurs waarde, volgens:

$$LC_{50}(\text{rat, 30 minuten}) = 1.217 \cdot (60/30)^{0,5} = 1.721 \text{ mg/m}^3$$

Daarna is deze waarde omgerekend naar een halfuurswaarde voor mensen, volgens:

$$LC_{50}(\text{mens, 30 minuten}) = 1.721 \cdot 0,25 = 430,3 \text{ mg/m}^3.$$

Voor de molecuulmassa van P₄O₁₀ is uitgegaan van 284 g/mol.

Omdat slechts sprake is van 1 LC₅₀-waarde en geen Cxt studie beschikbaar is, is de waarde voor n in de probitfunctie op 2 gesteld. Omdat voor de probitfunctie geldt dat (bxn) = 2, betekent dit automatisch dat b = 1.

Hiermee is de a-waarde van de probitfunctie berekend op:

$$a = 5 - \text{LN}((430,3^2) \cdot 30) = -10,53 \text{ mg/m}^3 \text{ (en in minuten)}$$

Omrekenen van de a-waarde naar ppm (en in minuten) levert vervolgens een waarde van -5,63 op.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL
Postbus 8590
3009 AN ROTTERDAM
T. (010) 235 17 45

www.anteagroup.nl

Copyright © 2018

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.