

Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) Zeeland Refinery N.V.

Klant: Zeeland Refinery N.V.

Referentie: BH7639I&BRP010F01

Status: 01/Definitief Definitief

Datum: 28 september 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Contactweg 47
1014 AN Amsterdam
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 95 00 T
5.1.2.e @nl.rhdhv.com E
royalhaskoningdhv.com W

Titel document: **Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) Zeeland Refinery N.V.**

Ondertitel:
Referentie: **BH7639I&BRP010F01**
Status: **01/Definitief**
Datum: **28 september 2021**
Projectnaam: **Zeeland Refinery**
Projectnummer: **BH7639**
Auteur(s): 5.1.2.e

Opgesteld door: 5.1.2.e

Gecontroleerd door: 5.1.2.e

Datum: **28 september 2021**

Goedgekeurd door: 5.1.2.e

Datum: **28 september 2021**

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Contactweg 47
1014 AN Amsterdam
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 95 00 T
5.1.2.e @nl.rhdhv.com E
royalhaskoningdhv.com W

Titel document: **Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) Zeeland Refinery N.V.**

Ondertitel:
Referentie: **BH7639I&BRP010F01**
Status: **01/Definitief**
Datum: **22 september 2021**
Projectnaam: **Zeeland Refinery**
Projectnummer: **BH7639**
Auteur(s): 5.1.2.e

Opgesteld door: 5.1.2.e

Gecontroleerd door:

Datum:

Goedgekeurd door:

Datum:

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	INLEIDING	1
2	WETTELIJK KADER	2
2.1	Wat is een QRA?	2
2.2	Landelijk toetsingskader	2
2.2.1	Besluit externe veiligheid inrichtingen	2
2.2.2	Plaatsgebonden risico	2
2.2.3	Groepsrisico	4
2.3	Locatie specifieke toetsingskader	5
3	Beschrijving van inrichting	6
3.1	Doel van de inrichting	7
3.2	Onderdelen van de inrichting	9
4	SUBSELECTIE	12
4.1	Insluitsystemen	12
4.2	Selectiegetalroute	12
4.3	Overige onderdelen voor de QRA	14
4.3.1	Transportleidingen binnen de inrichting	14
4.3.2	Bulkverladingen	14
4.3.3	PGS 15 opslagen	14
4.3.4	Runaway reacties	15
5	GENERIEKE SCENARIO'S	16
5.1	Opslagtanks	16
5.2	Schepen (inclusief verlading)	16
5.3	Tankauto's (inclusief verlading)	17
5.4	Leidingen	18
5.5	Pompen en compressoren	18
5.6	Warmtewisselaars en condensoren	19
5.7	Reactor en procesvat	20
5.8	Destillatiekolom	20
6	MODELLERING	21
6.1	Voorbeeldstoffen	21
6.2	Leidingen binnen insluitsystemen	22
6.3	Overdrukbeveiligingen	22
6.4	Uitstroomhoogte	24
6.5	Afstand tot eerste flens	24

6.6	Warmtewisselaars	24
6.7	Reserveonderdelen	24
6.8	Verladingen	25
6.9	Systeemreacties	25
6.10	Rekenrijen	25
6.11	Repressieve systemen	25
7	UITGEWERKTE SCENARIO'S	27
7.1	Unit 201 Atmosferische Destillatie Eenheid	27
7.1.1	201-2 Crudefomuis H01 met destillatiekolom A01 en strippers	27
7.2	Unit 302 Hydrocracker Eenheid	29
7.2.1	302-3: Reactorsectie R01/R02/R03 en H01/H02 en hoge druk afscheider M03.	29
	302-7: Lage druk afscheider M04	30
7.2.2	302-12: F Destillatiekolom A04	31
7.3	Unit 304 Amine Behandeling Eenheid	32
7.3.1	304-1: H2S absorber 304A01	32
7.4	Unit 308 Platformate Fractionatie Eenheid	33
7.4.1	308-1: Debenzenizerkolom 308A01	33
7.4.2	308-4: destillatiekolom, 308A04 dexylenizer	34
7.5	Unit 62: CO2 afvang installatie	35
7.6	Tankenpark	42
7.6.1	Unit 30: Crude opslag	43
7.6.2	Unit 31: Tank opslag	44
7.6.3	Unit 37: LPG opslag	45
7.7	Bulkverladingen	47
7.7.1	Unit 737 Bargeloading	47
7.7.2	Units 035 en 037 Tankwagenbelading	50
7.8	Transportleidingen	54
7.8.1	LPG	54
7.8.2	Borssele Steiger	54
8	OMGEVING	56
8.1	Weergegevens	56
8.2	Ruwheidslengte	56
8.3	Ontstekingsbronnen	56
8.4	Populatiegegevens	57
8.5	Beschouwing domino-effecten en beschadigingen	58
8.5.1	Externe beschadiging	58
8.5.2	Interne domino-effecten	59
8.5.3	Externe domino-effecten	59

9	RISICORESULTATEN	61
9.1	Plaatsgebonden risico	61
9.2	De bepalende scenario's voor het plaatsgebonden risico	63
9.3	Groepsrisico	67
10	CONCLUSIE	68

Bijlagen

- A. Process Flow Diagram
- B. Subselectietabel
- C. Scenario's

1 INLEIDING

Zeeland Refinery N.V. (hierna: Zeeland Refinery) heeft in 2018 met ondersteuning van DNV GL een kwantitatieve risicoanalyse (Quantitative Risk Analysis, hierna: QRA) voor de locatie Vlissingen-Oost aan de Luxemburgweg 1 te Nieuwdorp uitgevoerd¹. De QRA uit 2018 is in 2021 geactualiseerd naar aanleiding van opmerkingen van het bevoegd gezag tijdens de inspectie van januari 2021².

Zeeland Refinery heeft Royal HaskoningDHV gevraagd om de QRA uit 2021 te updaten als onderdeel van de aanvraag voor een omgevingsvergunning voor de verandering van de inrichting voor de te realiseren CO₂-afvanginstallatie van Zeeland Refinery N.V., te updaten. Hiervoor wordt een volledige QRA, overeenkomstig de Handleiding risicoberekeningen Bevi versie 4.3 (HRB v4.3), uitgevoerd.

Het doel van de QRA studie is het identificeren en kwantificeren van de risico's conform de Nederlandse risicomethodiek voor plaatsgebonden- en groepsrisico. De QRA is opgesteld conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 4.3 (hierna Handleiding). De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met het door de Nederlandse overheid aangewezen simulatieprogramma SAFETI-NL 8.3. Het berekende risico wordt vergeleken met de geldende risicocriteria in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Voor het industriegebied Vlissingen-Oost is een veiligheidscontour (veiligheidscontour Sloegebied) vastgesteld zoals bedoeld in artikel 14 van het Bevi³. Het plaatsgebonden risico 10⁶/jaar risicocontour (PR 10⁻⁶ contour) mag niet buiten de veiligheidscontour vallen. Binnen de gestelde veiligheidscontour wordt niet getoetst op aanwezigheid van (beperkt) kwetsbare objecten binnen de PR 10⁻⁶ contour.

De QRA is geactualiseerd op basis van de meest recente inzichten en uitgangspunten zoals aangeleverd door Zeeland Refinery. De basis van het rapport en het rekenmodel is de geactualiseerde QRA uit 2021². Ten opzichte van deze QRA zijn er enkele aanpassingen aan de operationele/technische uitgangspunten, en modellering doorgevoerd ten behoeve van de CO₂-afvanginstallatie.

¹ QRA Zeeland Refinery, Report No.: PP205894-1, Rev. 3; Document No.: 1138H0AQ-1; Date: 2018-06-27

² Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA), Zeeland Refinery N.V. referentie BH7639IBRP2107190619, september 2021.

³ Zie: <https://www.zeeland.nl/digitaalarchief/zee1100242>

2 WETTELIJK KADER

2.1 Wat is een QRA?

Een QRA maakt de externe veiligheidsrisico's inzichtelijk. Bij het inzichtelijk maken van externe veiligheidsrisico's wordt een tweetal begrippen gehanteerd, het 'plaatsgebonden risico' en het 'groepsrisico':

- Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans aan dat iemand die onafgebroken en onbeschermd op een bepaalde plaats verblijft, ten gevolge van enig ongewoon voorval bij een bepaalde activiteit om het leven komt.
- Het groepsrisico (GR) geeft de kans weer dat een bepaalde groep mensen door de effecten van een activiteit dodelijk wordt getroffen. Het groepsrisico wordt grafisch weergegeven als zogenaamde FN-curve, waarbij de kans (F) wordt uitgezet tegen het mogelijke aantal doden (N) en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving van de inrichting.

Bij risicoberekeningen in een QRA worden de risico's van de verschillende scenario's gesommeerd tot een totaal PR en GR. Het PR is onafhankelijk van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen; het GR houdt wel rekening met aanwezigheid van personen in de omgeving van de inrichting.

2.2 Landelijk toetsingskader

2.2.1 Besluit externe veiligheid inrichtingen

De wetgeving externe veiligheid ten aanzien van inrichtingen is verankerd in het Bevi. Hierin zijn wettelijke grens- en richtwaarden opgenomen voor het PR en een zogenaamde oriëntatiewaarde voor het GR, gecombineerd met een verantwoordingsplicht. De grens- en richtwaarden van het Bevi moeten worden toegepast bij besluitvorming in het kader van Wabo-vergunningverlening en van de ruimtelijke ordening.

2.2.2 Plaatsgebonden risico

Het Bevi kent een wettelijke grenswaarde voor kwetsbare objecten (10^{-6} per jaar) en een wettelijke richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten (10^{-6} per jaar).

- De grenswaarde voor kwetsbare objecten (PR 10^{-6} contour) dient te worden beschouwd als een harde norm waaraan te allen tijde dient te worden voldaan;
- De richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten (PR 10^{-6} contour) moet zoveel mogelijk zijn bereikt op het tijdstip dat in de algemene maatregel van bestuur is aangegeven en het bereikte niveau moet vervolgens zoveel mogelijk in stand worden gehouden. Van de richtwaarde mag het bevoegd gezag slechts afwijken indien gewichtige redenen daartoe aanleiding geven. Die redenen moeten in de motivering van het besluit worden aangegeven. Er is bewust van afgezien om in dit besluit een nadere invulling van het begrip gewichtige reden te geven. Afwijking van een richtwaarde is primair een verantwoordelijkheid van het lokale bevoegd gezag.

Dit betekent dat zich geen kwetsbare objecten mogen bevinden binnen de PR 10^{-6} contour en dat zich binnen deze contour in principe geen beperkt kwetsbare objecten mogen bevinden. In

Tabel 1 is een overzicht opgenomen van de termen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten, zoals deze in het Bevi zijn gedefinieerd.

Tabel 1. Definities beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten, conform Bevi

Beperkt kwetsbaar object	
a	Verspreid liggende woningen, woonschepen en woonwagens van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare; Dienst- en bedrijfswoningen van derden.
b	Kantoorgebouwen, voor zover zij niet onder kwetsbaar object (onderdeel c) vallen.
c	Hotels en restaurants, voor zover zij niet onder kwetsbaar object (onderdeel c) vallen.
d	Winkels, voor zover zij niet onder kwetsbaar object (onderdeel c) vallen.
e	Sporthallen, sportterreinen, zwembaden en speeltuinen.
f	Kampeertreinen en andere kavels bestemd voor recreatieve doeleinden, voor zover zij niet onder kwetsbaar object (onderdeel d) vallen.
g	Bedrijfsgebouwen, voor zover zij niet onder kwetsbaar object (onderdeel c) vallen.
h	Objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin door-gaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn.
i	Objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.
Kwetsbaar object	
a	Woningen, woonschepen en woonwagens niet zijnde woningen als bedoeld in beperkt kwetsbaar object (onderdeel a).
b	Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals: ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen; scholen; gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
c	Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals: kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1.500 m ² per object; complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1.000 m ² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2.000 m ² per winkel, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warehouse is gevestigd.
d	Kampeer- en andere recreatietreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

2.2.3 Groepsrisico

Het GR geeft de kans aan dat tenminste een bepaald aantal mensen door enig ongewoon voorval bij een bepaalde activiteit dodelijk wordt getroffen. Het GR wordt grafisch weergegeven als zogenaamde FN-curve, waarmee de kans (F) wordt uitgezet tegen het mogelijk aantal doden (N) en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving van de inrichting.

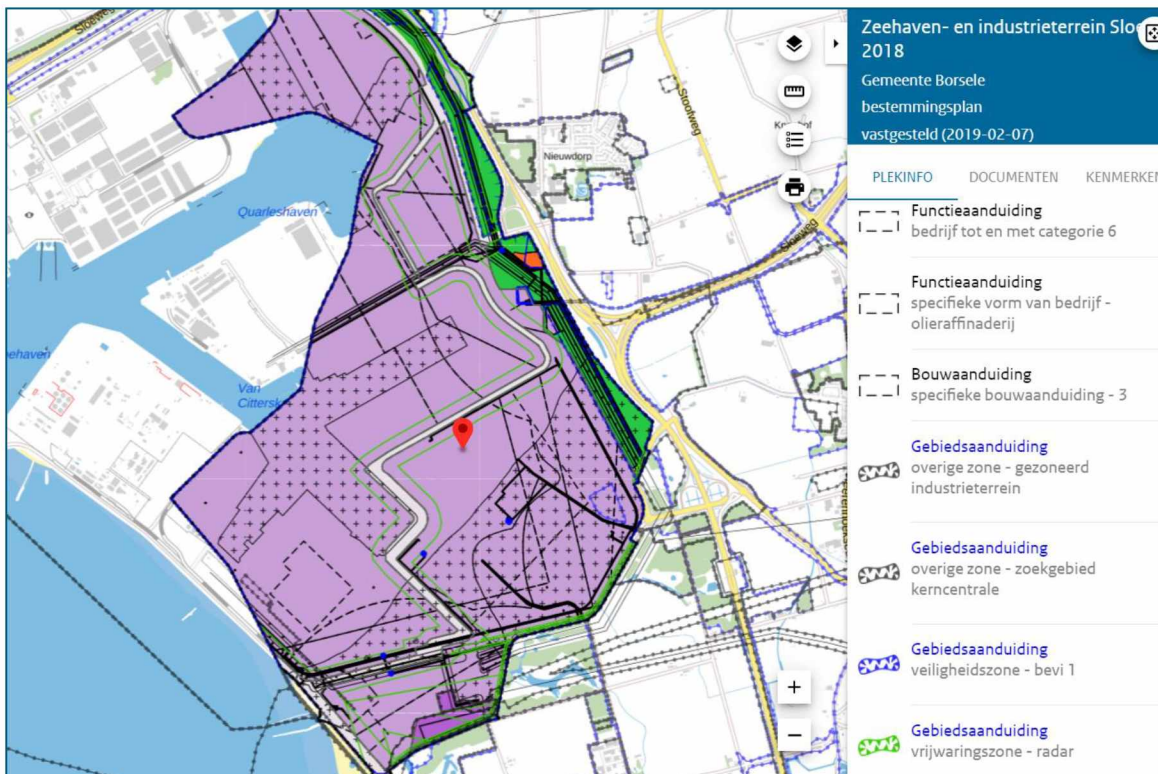
In het Bevi [1] is de buitenwettelijke oriëntatiewaarde opgenomen dat een incident met 10 of meer doden slechts met een kans van één op de honderdduizend per jaar mag voorkomen (10^{-5}), terwijl een ongeval met 100 of meer doden slechts met een kans van één op de tien miljoen jaar (10^{-7}) mag voorkomen.

De buitenwettelijk vastgestelde waarde voor het GR is dus een oriëntatiewaarde en dient als een ijkpunt bij de wettelijke verantwoordingsplicht groepsrisico. Hierbij maakt het bevoegd gezag een afweging met betrekking tot de aanvaardbaarheid van de risico's. Bij deze afweging worden behalve de hoogte van het groepsrisico, ook de zelfredzaamheid van de aanwezige personen in de nabije omgeving, de bestrijdbaarheid van een incident, mogelijk te treffen (aanvullende) bron- en overige maatregelen en mogelijke alternatieven betrokken.

2.3 Locatie specifieke toetsingskader

Bestemmingsplan 'Zeehaven- en industrieterrein Sloe'

Zeeland Refinery bevindt zich binnen het vigerende bestemmingsplan 'Zeehaven- en industrieterrein Sloe 2018' (vastgesteld op 7 februari 2019 door de gemeente Borsele). Op de locatie is de enkelbestemming *bedrijventerrein – zeehaven* van toepassing met de functieaanduiding *specifieke vorm van bedrijf – olieraffinage*. Figuur 1 toont een gedeelte van de verbeelding van dit bestemmingsplan. Het gebied is in hoofdzaak bestemd voor bedrijven (paarse gebieden). Zeeland Refinery bevindt zich binnen het gebied dat is vastgesteld als 'veiligheidszone – bevi 1'. Binnen deze veiligheidszone zijn kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten slechts toegelaten voor zover het gaat om functioneel gebonden objecten. De essentie van de veiligheidszone is dat binnen deze zone ruimte wordt gereserveerd voor risicovolle activiteiten. Concreet houdt dit in dat de PR 10^{-6} per jaar contour van Zeeland Refinery binnen deze veiligheidszone moet blijven.



Figuur 1: Verbeelding bestemmingsplan 'Zeehaven- en industrieterrein Sloe 2018' (vastgesteld op 7 februari 2019 door de gemeente Borsele); locatie Zeeland Refinery is aangegeven door rode marker.

De Borsele steiger bevindt zich binnen het bestemmingsplan 'Chw Bestemmingsplan Buitengebied Borssele' vastgesteld op 1 maart 2018. In dit bestemmingsplan is een veiligheidszone opgenomen voor de leidingen tussen de raffinaderij van Zeeland Refinery en de Borsele steiger. Binnen deze veiligheidszone zijn kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten niet toegestaan.

3 Beschrijving van inrichting

Zeeland Refinery N.V. is gelegen aan de Luxemburgweg 1 te Nieuwdorp. De inrichting is gelegen in het haven- en industriegebied (Sloegebied) aan de Van Cittershaven in Vlissingen-Oost in de gemeente Borsele. Het havengebied maakt deel uit van het havenschap Zeeland Seaports. In dit gebied vinden voornamelijk activiteiten plaats op het gebied van basis- en offshore industrie. Naast olieraffinage vindt er ook energieopwekking, op- en overslag van onder meer fruit, metaal, hout en ertsen plaats. In Figuur 2 is de globale ligging van de inrichtingsgrens weergegeven van de raffinaderij, in Figuur 3 van de Borssele steiger.



Figuur 2: Globale ligging inrichtingsgrens Zeeland Refinery N.V. (raffinaderij)



Figuur 3: Globale ligging inrichtingsgrens Borssele steiger

3.1 Doel van de inrichting

Zeeland Refinery verwerkt ruwe aardolie en halffabricaten tot een reeks van hoogwaardige (motor)brandstoffen en grondstoffen voor de chemische industrie. De productie verloopt via fysische scheidingsprocessen (voornamelijk destillatie) voor het scheiden in fracties van de aardoliemengsels of voor het afscheiden van componenten en via chemische processen voor de omzetting naar lichtere koolwaterstoffen of voor de verwijdering van specifieke componenten (zoals zwavel).

Tijdens de processen wordt warmte toe of afgevoerd en worden hulpstoffen en toevoegingen aangewend. De processen vinden plaats in voor dit doel ontworpen en gebouwde procesinstallaties en zijn normaal continu in bedrijf. Procesbewakingsapparatuur is aanwezig voor de beheersing van de processen. Voor een meer gedetailleerde beschrijvingen van de processen wordt verwezen naar het Veiligheidsrapport deel 2: Proces – en installatiebeschrijvingen.

De aardolie wordt per supertanker aangevoerd naar Rotterdam vanaf de winningsplaatsen overal ter wereld. Vanaf de Maasvlakte wordt de aardolie per pijpleiding getransporteerd naar Zeeland Refinery. Kleinere tankers kunnen gelost worden aan de zeesteiger van Zeeland Refinery bij Borssele aan de Westerschelde. De producten verlaten de raffinaderij grotendeels via de Van Cittershaven in binnenvaartschepen. De rest via het tankautobeladingstation, via de pijpleiding naar Dow in Terneuzen of via de Borssele steiger voor zeegaande schepen.

CO₂-afvanginstallatie

Zeeland Refinery emitteert jaarlijks circa 1.600 kiloton CO₂. Hiervan wordt circa 900 kiloton geïmiteerd door twee waterstoffabrieken. De CO₂ emissie van het bedrijf wordt door het in bedrijf nemen van de afvanginstallatie gereduceerd tot circa 700 kiloton CO₂ per jaar.

Figuur 4 geeft de ligging weer van beide waterstoffabrieken en de locatie waar de nieuwe onderdelen van de inrichting gerealiseerd zullen worden.



Figuur 4: Indicatieve locaties van de verschillende onderdelen van de voorgenoemde activiteit (bron: Zeeland Refinery)

De twee waterstoffabrieken (HPU1 en HPU2) op het terrein van Zeeland Refinery werken volgens het SMR (Steam Methane Reformer) principe. Hierbij wordt aardgas met stoom omgezet in waterstof en CO₂. De rookgassen van de waterstoffabrieken vormen de voeding van de CO₂-afvanginstallatie. Het betreft een volume van circa 320 (wet) kNm³ per uur met een temperatuur van circa 175 °C bij atmosferische druk. Deze stroom bevat circa 21% CO₂ op droge basis (18% wet). Deze rookgassen worden eerst gekoeld, waarbij condenswater vrijkomt. Daarna wordt de stroom naar een compressor/expander (compander met 4 compressiestappen en 2 expansiestappen) gevoerd, waarbij de druk verhoogd wordt naar circa 8 bara. Na elke compressiestap wordt het gas gekoeld en wordt condenswater afgevoerd.

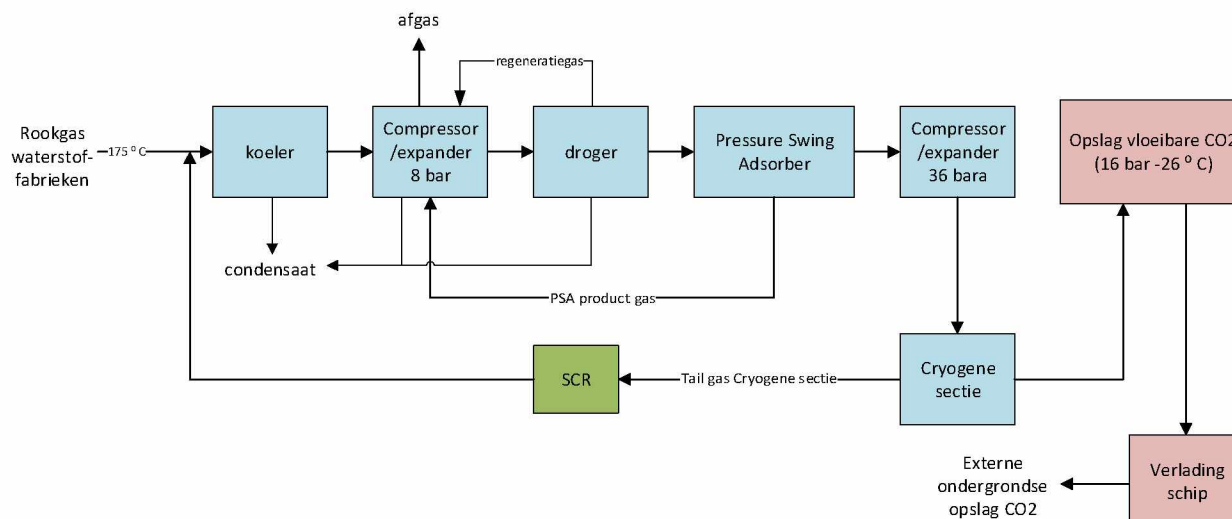
Na de compander wordt het gedroogde rookgas, een CO₂-rijke stroom, naar de PSA gestuurd (Pressure Swing Adsorber) voor zuivering. Een stikstofrijke stroom wordt teruggevoerd naar het expander gedeelte van de compander. Een CO₂-rijk scheidingsproduct dat ook NO_x bevat wordt via een SCR (Selective Catalytic Reduction) terug het proces ingevoerd om het CO₂-afvang rendement te verhogen. De voorgezuiverde CO₂ productstroom wordt gevoerd naar een tweede compressor waar het in twee stappen (22 bara en 36 bara) op druk wordt gebracht. De SCR zet stikstofoxiden om in stikstof (N₂) en water. Deze is in deze QRA niet in beschouwing genomen.

De op druk gebrachte productstroom gaat naar de cryogene sectie waar uiteindelijk de CO₂ wordt gekoeld en vloeibaar gemaakt bij -26 °C en een druk van circa 16 bara. Het afgas van de installatie bestaat hoofdzakelijk uit stikstof. Het condensaat van de installatie (circa 45 m³/uur) wordt afgevoerd naar de waterzuivering of na eventuele voorbehandeling geloosd op het oppervlaktewater.

De vloeibare CO₂ wordt tijdelijk opgeslagen in twee cilindrische opslagvaten van 6.000 m³ elk en afgevoerd per schip naar de uiteindelijke opslagbestemming. Voor de scheepsbelading wordt een nieuwe jetty aangelegd en wordt vanaf de afvanginstallatie een CO₂-transportleiding aangelegd over het terrein van de raffinaderij naar de opslaglocatie en de jetty.

Voor de CO₂-afvanginstallatie zijn hulpstoffen nodig. Dit betreffen elektriciteit (circa 45 MW) en koelwater (circa 6000 m³/uur in circulatie en circa 180 m³/uur als make-up water).

Figuur 5 geeft het vereenvoudigd prinsipeschema van de installatie weer. In bijlage A is een process flow diagram opgenomen.



Figuur 5: Vereenvoudigd prinsipeschema van de CO₂-afvanginstallatie

3.2 Onderdelen van de inrichting

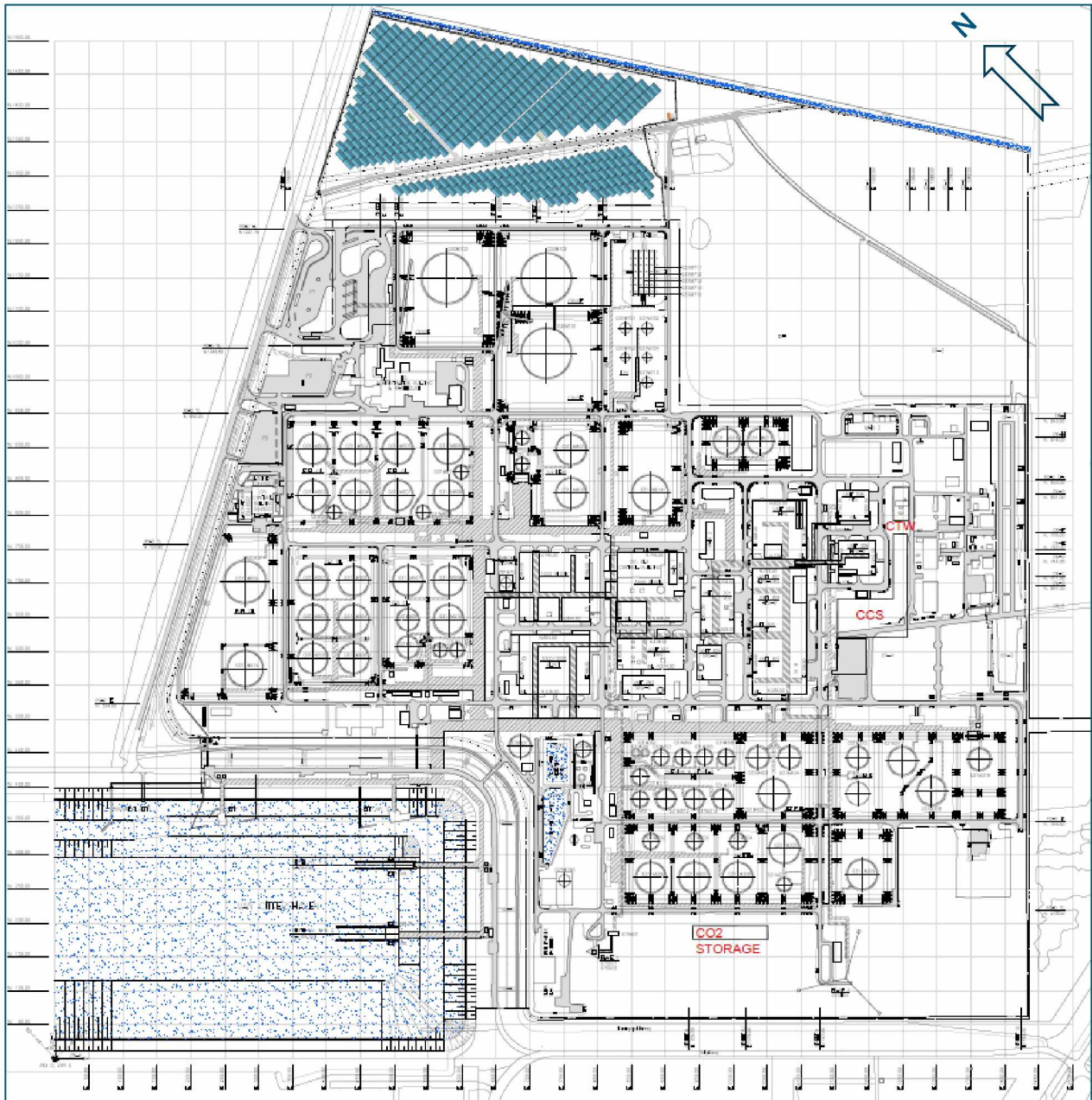
Zeeland Refinery beschikt over een aardolie destillatie-eenheid (atmosferische destillatie), een kraakinstallatie en een hydrocracker waarin een deel van de stookolie gekraakt wordt. De producten die uit het destillatieproces en het kraakproces verkregen worden zijn: benzine, dieselolie, huisbrandolie, vliegtuigbrandstof, LPG, nafta (grondstof voor o.a. plastic), stookolie, basisproduct voor smeerolie, oplosmiddelen, benzeen, xyleen en zwavel.

Naast de atmosferische destillatie-eenheid en de hydrocracker beschikt Zeeland Refinery o.a. over de volgende productie-eenheden:

Nummer	Productie - eenheid
201	Atmosferische Destillatie Eenheid
202	Nafta Fractionatie Eenheid
211	Hydrobon Eenheid
221	Platformer Eenheid

Nummer	Productie - eenheid
231	Destillaat Ontzwavelings Eenheid
241	LPG Fractionatie Eenheid
251	Isopentaan Merox Eenheid
252	LPG Merox Eenheid
261	Kero Merox Eenheid
291	Amine Behandelings Eenheid
293	Zwavelterugwinnings Eenheid
301	Vacuum Destillatie Eenheid
302	Hydrocracker Eenheid
303	Waterstof Productie Eenheid 1
304	Amine Behandelings Eenheid
305	Zwavelterugwinnings Eenheid
306	Zuurwaterstripper Eenheid
307	LPG Natronloogwaseenheid
308	Platformate Fractionatie Eenheid
309	Waterstof Productie Eenheid 2
310	<i>CO₂-afvanginstallatie</i>

De hoofdonderdelen van de raffinaderij zijn weergegeven op de site layout in **Figuur 6****Error! Reference source not found.** Voor meer gedetailleerde beschrijvingen van alle capaciteiten en hoeveelheden per productie-eenheid wordt verwezen naar het Veiligheidsrapport deel 2.



Figuur 6: Site lay-out raffinaderij

4 SUBSELECTIE

Gelet op het grote aantal insluitsystemen is de subselectie voor de inrichting uitgevoerd door de selectiegetalroute te volgen conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. De resultaten van de subselectieberekeningen zijn weergegeven in de tabel in bijlage B. Aansluitend is bepaald welke activiteiten met gevaarlijke stoffen, onafhankelijk van de selectiegetalroute, aanvullend in de QRA dienen te worden meegenomen (zoals bulkverlading).

4.1 Insluitsystemen

De verschillende productie-eenheden worden verdeeld in een aantal afzonderlijke insluitsystemen. Deze insluitsystemen worden gebruikt in de subselectie voor de inrichting. Insluitsysteem is gebaseerd op het volgende criterium: "Een LOC in één insluitsysteem leidt niet tot het vrijkomen van significante hoeveelheden gevaarlijke stoffen uit andere insluitsystemen". Voor een indeling van de verschillende insluitsystemen wordt verwezen naar deel 2 van het Veiligheidsrapport.

In een insluitsysteem zitten een of meerdere toestellen, waarvan de eventuele onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan en bestemd om één of meerdere stoffen te omsluiten. Insluitsystemen zijn met behulp van systeembegrenzers van elkaar gescheiden. Systeembegrenzers zijn alle organen die gezien hun aard en functie de verbinding met andere insluitsystemen binnen een installatie sluiten bij het vrijkomen van de inhoud van het beoogde insluitsysteem. Deze kunnen o.a. zijn: reciprocerende pompen en compressoren, regelkleppen die automatisch sluiten en insluitkleppen.

4.2 Selectiegetalroute

Bij de subselectie is uitgegaan van de terreingrens van Zeeland Refinery. Omdat Zeeland Refinery ook grenst aan oppervlaktewater (bij de havenbekken), is daar het selectiegetal berekend aan de overzijde van het water. In de subselectietabel in bijlage B zijn de kleinste afstanden voor de installaties tot de terreingrens weergegeven. Alle installaties met een selectiegetal op de terreingrens (S in tabel bijlage B) groter dan één zijn geselecteerd. Bij meer dan 5 insluitsystemen is de 50%-regel toepast.

Ten behoeve van de subselectie is uitgegaan van alle insluitsystemen met aanwezige ontvlambare stoffen (Klasse 0, 1 en 2) en/of giftige stoffen. Voor klasse 3 stoffen is in de Handleiding geen ontstekingskans toegekend en is derhalve niet meegenomen in de QRA. Alleen wanneer de procestemperatuur hoger is dan de vlamtemperatuur moeten klasse 3 of 4 stoffen beschouwd worden in de subselectie.

Onder insluitsystemen vallen opslagtanks en procesvaten die met afstandsbediende kleppen kunnen worden geïsoleerd. De inhoud van de insluitsystemen is gebaseerd op de hoeveelheid die uit een systeem kan vrijkomen bij het falen van de omhulling, rekening houdend met de aanwezigheid van afstandsbediende kleppen, normaal gesloten afsluiters, altijd bereikbare en regelmatig gebruikte afsluiters en verdringerpompen.

In bijlage B is de selectie aangegeven van de insluitsystemen die in de QRA in beschouwing zijn genomen. Op verzoek van het bevoegd gezag tijdens de Brzo inspectie van januari 2021 zijn aan de selectie bijlage B de volgende installatie(onderdelen) toegevoegd:

- propaan en butaan opslagbollen M701 tot en met M704
- crude oil tank M101

De insluitsystemen die zijn geselecteerd voor de bestaande installaties zijn opgenomen in onderstaande tabel. Voor de onderdelen in deze insluitsystemen zijn scenario's uitgewerkt (zie hoofdstuk 7).

Tabel 2. Subselectie geselecteerde insluitsystemen

Installatie	nr.	insluitsysteem omschrijving
unit 201 atmosferische destillatie	201-2	Crudefornuis H01 met destillatiekolom A01 en strippers
unit 302 DHC	302-3	Reactorsectie R01-R02-R03, H02/H01 en hoge druk afscheider M03
unit 302 DHC	302-7	lage druk afscheider M04
unit 302 DHC	302-12	Destillatiekolom A04
Unit 304 Amine Behandeling	304-1	H2S absorber A01/M08
unit 308 platformate fractionation unit	308-1	Destillatiekolom 308A01 debenzenizer
unit 308 platformate fractionation unit	308-4	Destillatiekolom 308A04 dexylenizer
unit 37 LPG opslag	37-1	M703 (propaan in bol)
unit 37 LPG opslag	37-1	M704 (propaan in bol)
unit 37 LPG opslag	37-2	M711 (propaan in cilindrische tank)
unit 37 LPG opslag	37-3	M701 (butaan in bol)
unit 37 LPG opslag	37-3	M702 (butaan in bol)
unit 37 LPG opslag	37-4	M712 (propaan in cilindrische tank)
unit 37 LPG opslag	37-4	M713 (propaan in cilindrische tank)
unit 37 LPG opslag	37-4	M714 (propaan in cilindrische tank)
unit 37 LPG opslag	37-4	M715 (propaan in cilindrische tank)
unit 30 crude opslag	30-1	M101
unit 30 crude opslag	30-1	M102
unit 30 crude opslag	30-1	M103
unit 31 tankopslag	31-1	M205 (nafta atmosferisch)
unit 31 tankopslag	31-1	M206 (nafta atmosferisch)
unit 31 tankopslag	31-1	M207 (nafta atmosferisch)
unit 31 tankopslag	31-1	M208 (nafta atmosferisch)
unit 31 tankopslag	31-2	M317 (benzine atmosferisch)

Voorgenomen situatie: CO₂-afvanginstallatie

De belangrijkste gevaarlijke stof in het compressiesysteem en de drooginstallatie van de CO₂-afvanginstallatie is kooldioxide (CO₂). Kooldioxide heeft in beperkte mate toxische gevaarseigenschappen. In lage concentraties zijn de risico's verbonden aan opslag en gebruik van kooldioxide verwaarloosbaar. Het vrijkomen van grote hoeveelheden kooldioxide kan echter leiden tot toxische effecten in de directe omgeving. Bij zeer grote opslaghoeveelheden, zoals in de CO₂-afvanginstallatie, is het zinvol het vrijkomen van kooldioxide mee te nemen in de risicoanalyse.

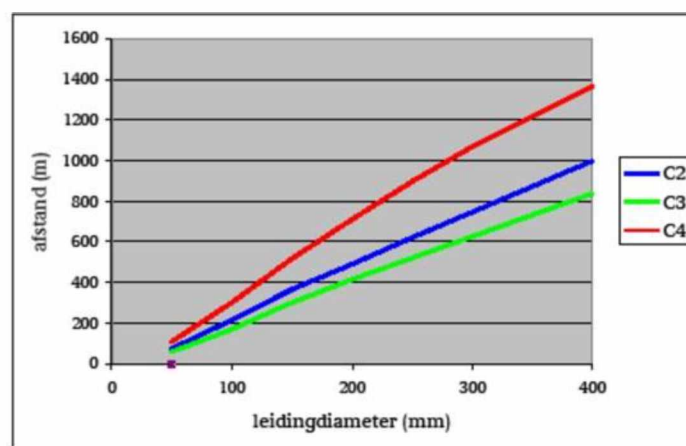
In deze risicoanalyse zijn daarom alle insluitsystemen van de CO₂-afvanginstallatie meegenomen met een te verwachten CO₂-percentage ≥ 5 massa%.

4.3 Overige onderdelen voor de QRA

4.3.1 Transportleidingen binnen de inrichting

Voor transportleidingen op het terrein van Zeeland Refinery met vloeistoffen zijn de leidingen met de grootste inhoud welke het dichtst bij de inrichtingsgrens zijn gelegen (crude, benzine en naftaleiding met inhouden van respectievelijk 80; 32,4 en 35 ton) meegenomen in de subselectie. Op basis van deze worst-case benadering wordt geconcludeerd dat transportleidingen met vloeistoffen niet in de QRA meegenomen hoeven te worden.

Voor transportleidingen met brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen zijn in figuur 2 van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi effectafstanden opgenomen:



Figuur 2 Effectafstand van leidingen met brandbare koolwaterstoffen van het type C₂, C₃ en C₄

Voor de inrichting van Zeeland Refinery betekent dit dat de transportleiding met LPG (Ø 254") een effectafstand van ca 500 m (uitgaande van propaan) tot 900 m (uitgaande van butaan) heeft en daarmee tot buiten de inrichting reikt. De LPG-transportleiding is derhalve meegenomen in de QRA. Voor de Borssele steiger worden, gezien de zeer beperkte afstand tot de terreingrens, de leidingen (crude, benzine & kerosine) meegenomen in de QRA.

4.3.2 Bulkverladingen

Binnen de inrichting vinden verschillende bulkverladingen plaats. Bulkverladingen met gevaarlijke stoffen met een effectafstand tot buiten de inrichtingsgrenzen zijn eveneens meegenomen in de QRA. De bulkverladingen welke zijn meegenomen in de QRA betreffen:

- Bargebelading: scheepsverladingen LPG en brandbare vloeistoffen;
- Truckbelading: tankwagenverladingen LPG en brandbare vloeistoffen.

4.3.3 PGS 15 opslagen

Binnen de inrichting zijn enkel PGS 15 opslagen van kleiner dan 10 ton aanwezig voor de opslag van proceschemicaliën of onoverdekte PGS 15 opslagcompartimenten. Gelet op de verwaarloosbare risico's van dergelijke kleine of onoverdekte opslagen zijn deze conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi niet beschouwd in de QRA.

4.3.4 Runaway reacties

In de QRA zijn de effecten van runaway reacties, zoals explosies en de vorming en het vrijkomen van gevaarlijke reactieproducten, beoordeeld.

Binnen de inrichting is 1 unit bekend waar een runaway reactie kan plaatsvinden met een mogelijke effect buiten de inrichting. In unit 302, in de hydrocracker en de vapor recovery kunnen door snel oplopen van de temperatuur problemen ontstaan welke tenslotte kunnen leiden tot het falen van de apparatuur. Gelet op de aanwezige beveiligingen om dit effect te voorkomen is de kans op dodelijke effecten buiten de inrichtingsgrenzen niet waarschijnlijk. Daarnaast is het insluitsysteem 302-03 meegenomen in de QRA waardoor de effecten als gevolg van het falen van het systeem in beeld zijn gebracht.

5 GENERIEKE SCENARIO'S

In dit hoofdstuk worden de generieke 'Loss Of Containment' (LOC) scenario's voor de verschillende installatieonderdelen gedefinieerd. De scenario's zijn overgenomen uit de Handleiding. Hieronder worden de verschillende scenario's weergegeven per onderdeel. De scenariomodellering en de detailuitwerking van de scenario's is beschreven in de volgende twee hoofdstukken.

5.1 Opslagtanks

De opslag van de producten vindt plaats in enkelwandige atmosferische opslagtanks en druktanks (boven- of ondergronds). In een atmosferische opslagtank is de maximaal toegestane druk kleiner of gelijk is aan 0,5 bar overdruk. In het algemeen is de overdruk maximaal 70 mbar. In onderstaande tabel worden de in de Handleiding gedefinieerde faalscenario's inclusief faalfrequentie weergegeven.

Tabel 3: Scenario's met initiële faalfrequenties voor enkelwandige atmosferische opslagtanks & druktanks

Scenario	Initiële faalfrequentie
Opslagtanks	
O1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	$5 \cdot 10^{-6}$ per jaar
O2. Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 min	$5 \cdot 10^{-6}$ per jaar
O3. Lekkage (diameter 10 mm)	$1 \cdot 10^{-4}$ per jaar
Druktanks (boven- of ondergronds)	
O1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	$5 \cdot 10^{-7}$ per jaar
O2. Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 min	$5 \cdot 10^{-7}$ per jaar
O3. Lekkage (diameter 10 mm)	$1 \cdot 10^{-5}$ per jaar

5.2 Schepen (inclusief verlading)

De LOC's voor schepen in de inrichting hebben betrekking op de verladingsactiviteiten en op de externe beschadiging van het schip ten gevolge van een aanvaring. Voor deze QRA zijn de scenario's van externe beschadiging enkel van toepassing voor de verladingen aan de Borssele steiger. De LOC's met faalfrequenties zijn weergegeven in onderstaande tabel. Er wordt aangenomen dat alle schepen (aan de Borssele steiger) dubbelwandige vloeistoftankers zijn.

Tabel 4: Scenario's met initiële faalfrequenties voor schepen en de verladingsscenario's

Scenario	Initiële faalfrequentie*
Verladingsscenario's	
K1. Afbreken van de laad-/losarm.	$3 \cdot 10^{-8}$ per uur
K2. Lekkage van de laad-/losarm	$3 \cdot 10^{-7}$ per uur
Dubbelwandige vloeistoftankers	
B1. Externe impact ten gevolge van een aanvaring, grote release. Continu vrijkomen van 75 m ³ in 1800s	0.0015xf0
B2. Externe impact ten gevolge van een aanvaring, kleine release. Continu vrijkomen van 20 m ³ in 1800s	0.006xf0

* f0=6.7x10⁻¹¹ x Aantal passerende schepen x aanwezigheidsduur per schip x aantal verladingen.

5.3 Tankauto's (inclusief verlading)

De LOC's voor de tankauto's in de inrichting hebben betrekking op het vrijkomen van de inhoud van de tankauto, de verladingsactiviteiten, brand onder de tankauto en (indien relevant) op de externe beschadiging. Gezien de snelheidsbeperking die geldt op het terrein van Zeeland Refinery wordt het scenario van externe beschadiging van de tankauto verder niet meegenomen in de QRA. De verlading gebeurt met laad/losslangen. De LOC's zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5: Scenario's met initiële faalfrequenties voor tankauto's en verladingsactiviteiten

Scenario	Initiële faalfrequentie
Atmosferische tankauto's	
A1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van tankauto	$1 \cdot 10^{-5}$ per jaar
A2. Continu vrijkomen uit een gat met de afmeting van de grootste verbinding	$5 \cdot 10^{-7}$ per jaar
E1. Instantaan vrijkomen gehele inhoud, plasbrand	$5.8 \cdot 10^{-9}$ per uur
Tankauto's met een drukreservoir	
T1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van tankauto	$5 \cdot 10^{-7}$ per jaar
T2. Continu vrijkomen uit een gat met de afmeting van de grootste verbinding	$5 \cdot 10^{-7}$ per jaar
E2. Instantaan vrijkomen gehele inhoud, BLEVE	$5.8 \cdot 10^{-10}$ per uur
Verladingsscenario's	
S1. Breuk van de losslang	$4 \cdot 10^{-6}$ per uur
S2. Lek van de losslang (10% van diameter)	$4 \cdot 10^{-5}$ per uur

5.4 Leidingen

De LOC's voor leidingen in de inrichting hebben betrekking op breuk en lekkage van een bovengrondse leiding. De initiële faalfrequentie is gegeven per meter leiding per jaar en hangt af van de diameter van de leiding. De LOC's zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 6: Scenario's met initiële faalfrequenties voor bovengrondse leidingen

Scenario	Initiële faalfrequentie
L1. Breuk van een leiding Diameter < 75 mm	$1 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
L1. Breuk van een leiding 75mm < diameter < 150 mm	$3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar
L1. Breuk van een leiding Diameter > 150 mm	$1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar
L2. Lekkage van een leiding (10% van diameter) Diameter < 75 mm	$5 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
L2. Lekkage van een leiding (10% van diameter) 75mm < diameter < 150 mm	$2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
L2. Lekkage van een leiding (10% van diameter) Diameter > 150 mm	$5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar

5.5 Pompen en compressoren

Compressoren kunnen globaal onderverdeeld worden in twee verschillende types namelijk de zuiger compressoren en de centrifugale compressoren. Pompen kunnen globaal onderverdeeld worden in twee verschillende types namelijk de zuigerpompen (of verdringerpompen) en de centrifugaalpompen. Deze laatste categorie kan verder onderverdeeld worden in 'canned pumps' oftewel 'sealless pumps' en de pompen met seals (pakking). De verdringerpompen hebben dezelfde initiële faalfrequentie als de centrifugaal pompen met pakking. De scenario's en faalfrequenties zijn als volgt:

Tabel 7: Scenario's met initiële faalfrequenties voor centrifugaal pompen en compressoren (met pakking)

Scenario	Initiële faalfrequentie
P1. Catastrofaal falen	$1.0 \cdot 10^{-4}$ per jaar
P2. Lek (10% van diameter)	$4.4 \cdot 10^{-3}$ per jaar

Tabel 8: Scenario's met initiële faalfrequenties voor centrifugaal pompen en compressoren (zonder pakking)

Scenario	Initiële faalfrequentie
P1. Catastrofaal falen	$1.0 \cdot 10^{-5}$ per jaar
P2. Lek (10% van diameter)	$5.0 \cdot 10^{-5}$ per jaar

Tabel 9: Scenario's met initiële faalfrequenties voor zuigerpompen en zuiger compressoren

Scenario	Initiële faalfrequentie
P1. Catastrofaal falen	1.0*10 ⁻⁴ per jaar
P2. Lek (10% van diameter)	4.4*10 ⁻³ per jaar

5.6 Warmtewisselaars en condensoren

In een warmtewisselaar wordt warmte overgebracht van de ene (vloeï-)stof naar de andere. De verschillende vloeistoffen zijn van elkaar gescheiden door een vaste wand om mengen te voorkomen.

Condensoren kunnen ondergebracht worden onder de warmtewisselaars daar ze dezelfde uitvoeringsvormen hebben en alleen verschillen in hun functie: in condensoren treedt een faseverandering op van gas naar vloeistof.

Er kunnen verschillende typen warmtewisselaars worden onderscheiden:

- pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich buiten de pijpleidingen bevindt;
- pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich in de pijpleidingen bevindt, en waarbij de mantel een ontwerpdruk heeft die hoger is dan of gelijk aan de maximaal optredende druk van de gevaarlijke stof in de pijpleiding;
- pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich in de pijpleidingen bevindt, en waarbij de mantel een ontwerpdruk heeft die lager is dan de maximaal optredende druk van de gevaarlijke stof in de pijpleiding;
- pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich zowel in de pijpleidingen als in de mantel bevindt (niet van toepassing in deze QRA studie);
- plaatwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich bevindt in de kanalen tussen de verschillende platen (niet van toepassing in deze QRA studie).

In deze QRA studie worden luchtkoelers beschouwd als een pijpwarmtewisselaar met de gevaarlijke stof in de pijpleidingen met een ontwerpdruk van de mantel die lager is dan de maximaal optredende druk in de pijpleiding.

De scenario's en faalfrequenties voor warmtewisselaars (van toepassing in deze QRA studie) zijn als volgt:

Tabel 10: Scenario's met initiële faalfrequenties voor pijpwarmtewisselaars met de gevaarlijke stof buiten de pijpleidingen (of plaatwarmtewisselaars)

Scenario	Initiële faalfrequentie
W1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5.0*10 ⁻⁵ per jaar
W2. Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 min	5.0*10 ⁻⁵ per jaar
W3. Lekkage (diameter 10 mm)	1.0*10 ⁻³ per jaar

Tabel 11: Scenario's met initiële faalfrequenties voor pijpwarmtewisselaars met de gevaarlijke stof in de pijpleidingen (ontwerpdruk mantel ≥ maximale procesdruk in pijpleidingen)

Scenario	Initiële faalfrequentie
W1. Breuk van 10 pijpen	1.0*10 ⁻⁶ per jaar

Tabel 12: Scenario's met initiële faalfrequenties voor pijpwarmtewisselaars met de gevaarlijke stof in de pijpleidingen (ontwerpdruk mantel < maximale procesdruk in pijpleidingen)

Scenario	Initiële faalfrequentie
W1. Breuk van 10 pijpen	1.0*10 ⁻⁵ per jaar
W2. Breuk van 1 pijp	1.0*10 ⁻³ per jaar
W3. Lek (10% van diameter)	1.0*10 ⁻² per jaar

5.7 Reactor en procesvat

In reactorvaten vindt een verandering plaats van de chemische eigenschappen van de stoffen. Voorbeelden van reactorvaten zijn continue-, semi-batch- en batchreactoren.

In procesvaten vindt een verandering plaats van de fysische eigenschappen van de stoffen, bijvoorbeeld de temperatuur of fase. Hieronder vallen ook filters en vaten waarin stoffen gemengd worden. Destillatiekolommen en condensoren worden apart beschreven.

Vaten waarin alleen de hoeveelheid stof verandert, moeten beschouwd worden als opslag (onder druk). Een buffervat in een procesinstallatie kan gezien worden als een voorbeeld hiervan.

De scenario's en faalfrequenties voor reactor- en procesvaten zijn als volgt:

Tabel 13: Scenario's met initiële faalfrequenties voor reactor- en procesvaten

Scenario	Initiële faalfrequentie
V1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	5*10 ⁻⁶ per jaar
V2. Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 min	5*10 ⁻⁶ per jaar
V3. Lekkage (diameter 10 mm)	1*10 ⁻⁴ per jaar

5.8 Destillatiekolom

Een destillatiekolom wordt gebruikt voor het scheiden van een mengsel door verschil in dampspanning. Het lekscenario wordt verdeeld over de gas- en vloeistoffase van de destillatiekolom waarbij de faalfrequentie evenredig is verdeeld (50-50) over de twee locaties. De scenario's en faalfrequenties voor destillatiekolommen zijn als volgt:

Tabel 14: Scenario's met initiële faalfrequenties voor destillatiekolom

Scenario	Initiële faalfrequentie
D1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	5*10 ⁻⁶ per jaar
D2. Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 min	5*10 ⁻⁶ per jaar
D3. Lekkage (diameter 10 mm) in de vloeistoffase	5*10 ⁻⁵ per jaar
D4. Lekkage (diameter 10 mm) in de gasfase	5*10 ⁻⁵ per jaar

6 MODELLERING

In bijlage C is een uitgebreide tabel opgenomen van de uitgewerkte scenario's. In de onderstaande beschrijvingen worden de belangrijkste uitgangspunten en aannames met betrekking tot de modellering van de scenario's genoemd.

6.1 Voorbeeldstoffen

In de modellering van de destillatiekolommen wordt een zuivere stof gehanteerd terwijl in werkelijkheid de kolom een mengsel aan stoffen bevat, met de daarbij behorende fysische verschillen (kooktrajecten, kritisch gedrag, e.d.). Om de werkelijkheid zo veel mogelijk te benaderen is in de top van de kolom gerekend met de heersende procescondities (druk en temperatuur), hetgeen resulteert in een gasvormige stof. Verder is voor de kolom gerekend met de bedrijfsdruk en een (verzadigde) vloeistof. De gemodelleerde temperatuur komt daardoor niet altijd overeen met de werkelijke bedrijfstemperatuur van de kolom. Echter op deze wijze wordt wel de werkelijke uitstroom (o.a. flashen en plasvorming), zo veel mogelijk benaderd. Een beperking van het hanteren van een zuivere stof is dat het niet altijd mogelijk is onder reële procescondities een vloeistofuitstroming te modelleren.

Voor zover de stoffen in de insluitsystemen geen zuivere stoffen betreffen, is in de berekeningen is gebruik gemaakt van de volgende voorbeeldstoffen. Ook voor niet homogene mengsels (in bijvoorbeeld destillatiekolommen en reactoren) zijn de onderstaande voorbeeldstoffen toegepast, waarbij de meest vluchtige stof in het mengsel als voorbeeldstof is gehanteerd (conservatieve benadering).

Tabel 15: Modelstoffen

Klasse indeling	mengsel	Voorbeeldstof
0	Recycle gas	Waterstof
0	LPG	propaan
1	Crude	Mengsel van n-hexaan, pentaan en butaan
1	Crude-OVHD (Lichte HC)	Mengsel van n-hexaan, pentaan en butaan
1	Nafta	n-hexaan
1	Benzine	n-hexaan
1	LP Separator Liquid	n-hexaan
2	Kerosine	n-nonaan ^a
3	Diesel	n-nonaan
3	Lichte gasolie (LGO)	n-nonaan
3	Medium gasolie (MGO)	n-nonaan
3	Zware gasolie (HGO)	n-nonaan
3	Destillaat	n-nonaan
3	Reactor effluent	n-nonaan
3	DHC Bottoms	n-nonaan
3	Residu	n-nonaan
3	VDU-feed	n-nonaan
3	DHC-feed	n-nonaan
3	DHT-feed	n-nonaan

a. Klasse 3 stoffen worden in eerste instantie niet meegenomen in de QRA (wordt geen ontstekingskans aan toegekend). Alleen wanneer de procestemperatuur hoger is dan de vlamtemperatuur zijn klasse 3 stoffen meegenomen in de QRA.

Modelstof crude oil

Voor de modellering van de activiteiten met crude oil is uitgegaan van een samengestelde modelstof. Deze modelstof bestaat uit:

- 2 massa % butaan;
- 32 massa % pentaan;
- 66 massa % hexaan.

De dampspanning van deze samengestelde modelstof gebaseerd op de gemiddelde dampspanning (TVP) van de crude oil van Zeeland Refinery. De dampspanning voor crude oil is afgeleid van de RVP (reid vapour pressure) volgens de volgende formule:

$$p_t = 6,895 \cdot \exp \left\{ \left[\left(\frac{1555,00}{T + 273,15} \right) - 2,227 \right] \cdot \log \left(\frac{RVP}{6,895} \right) - \left[\left(\frac{4033,89}{T + 273,15} \right) + 12,82 \right] \right\}$$

p_t = dampspanning [kPa]
 RVP = Reid vapour pressure [kPa]
 T = opslagtemperatuur [°C]

Let op! In de formule betekent "exp" dat het grondtal het getal van Euler e (2,7183) is. De formule is dus een natuurlijke exponentiële functie met de basis e. De logaritme "log" heeft het grondtal 10.

Kooldioxide

In Nederland is geen (interim) probitrelatie vastgesteld voor CO₂. In de subselectie (HRB, module C, hoofdstuk 2) heeft CO₂ om die reden een oneindige grenswaarde en kan daarom nooit geselecteerd worden. Voor systemen met zeer grote hoeveelheden CO₂ op hoge druk, zoals bij de CO₂-afvanginstallatie van Zeeland Refinery, wordt daarom gebruik gemaakt van de probitrelatie van de Health and Safety Executive van het Verenigd Koninkrijk (www.hse.gov.uk). Deze waarden zijn onder andere ook gebruikt voor de QRA van de Porthos pijpleiding. Het gebruik hiervan is overlegd met DNVGL en het bevoegd gezag. De gehanteerde probitrelatie gebaseerd op het voorstel van de Britse HSE is als volgt:

$$Pr = -90,778 + 1,01 \times \ln(C^8 \times t)$$

Samengestelde modelstof

Op basis van test berekeningen is de volgende meest representatieve modelstof geselecteerd:

Modelstof voor acuut toxische eigenschappen: Mengsel van CO₂ en N₂

6.2 Leidingen binnen insluitsystemen

Binnen de insluitsystemen zijn de maatgevende leidingsystemen tussen de verschillende installatieonderdelen meegenomen in de risicomodellering.

6.3 Overdrukbeveiligingen

Nagenoeg alle Pressure Safety Valves (PSV's) van systemen waarin zich brandbare producten bevinden, zijn aangesloten op een flare-systeem (fakkel). Het doel van de flare is het verzamelen en verbranden van schadelijke gassen in geval van proces-verstoringen, opstart of shut-downs van de units. Het flare systeem is te verdelen in drie separate delen:

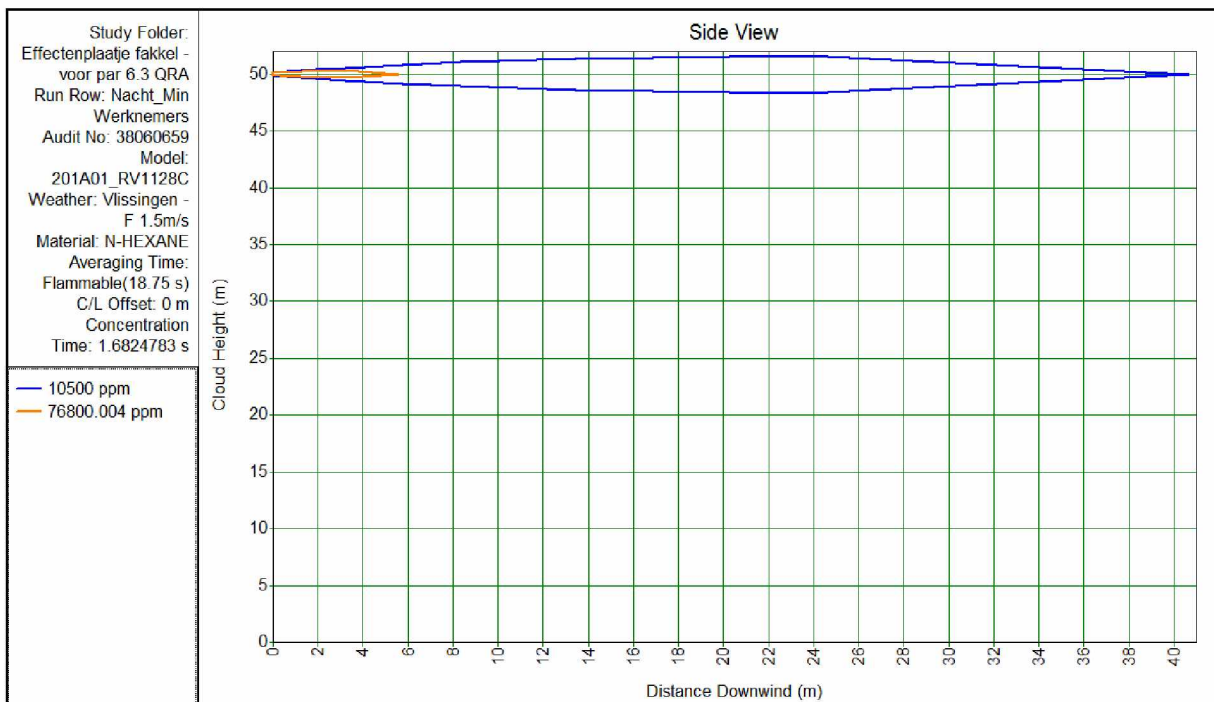
- Een niet-zuur flare system (hydrocarbon flare:afgekort SB), dat de niet-zure koolwaterstofafgassen verzamelt.
- Een zuur flare systeem (sour flare: afgekort SA), dat de zure gassen (zwavelwaterstof- en ammoniakgassen) van de units verzamelt.
- Een nood flare systeem (emergency flare) voor de noodontspanning van de hydrocracker (unit 302).

Op 3 destillatietorens zijn de (secundaire) Pressure Safety Valves (PSV's) niet aangesloten op het flare-systeem en bij het opengaan kunnen gassen vrijkomen in de atmosfeer. Om te bepalen wat het effect is op het externe risico is in de QRA uit 2018 een effectenberekening (1% letaliteit) uitgevoerd op het "worst-case" scenario.

Tabel 16: Uitstroming drukveiligheid 201RV1128C

Onderdeel	Scenario conform tabel 41 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Hoogte [m]
Drukveiligheid 201RV1128C	Uitstroming met het maximale uitstroomdebiet	62 m

Uit de berekening (berekend in 2018 met SAFETI-NL 6.54) blijkt dat de mogelijke wolkbrand (LEL-envelop) niet relevant is voor het externe risico aangezien de 1% letaliteitsgrens (die begrensd wordt door de LEL-contour) niet bereikt wordt op de een hoogte van 1 m boven het maaiveld. De maximale LEL-afstand reikt tot ongeveer 41 m op een hoogte van ongeveer 62 m in geval van worst-case weertype F1,5 m/sec. De figuur hieronder laat een uitstroomhoogte zien op 50 m hoogte, terwijl dit eigenlijk 62 m moet zijn. Dit heeft te maken met de menghoogtes die in SAFETI-NL 6.54 zijn gedefinieerd voor F1.5. Deze staat namelijk standaard op 50 m voor F1.5 (zie ook tabel 5, module B) en daarom kan de dispersie niet voor hogere uitstroomhoogtes getoond worden (in SAFETI-NL 6.54 kan de menghoogte niet aangepast worden). De fakkelbrand resulteert niet in letaliteitseffecten op grondniveau. Alleen in geval van weertype D9 wordt er een warmtestralingsniveau van 3 kW/m² berekend op een afstand van ongeveer 35 m wind afwaarts. Dit resulteert niet in letaliteit (1% letaliteit wordt pas bereikt bij 9.85 kW/m² bij 20 s blootstelling). Hiermee is dus aangetoond dat de effecten (1% letaliteit) binnen de terreingrenzen liggen. Deze scenario's zijn dus niet meegenomen in de QRA berekening. Een berekening met SAFETI-NL 8.3 leidt niet tot een andere conclusie.



Zuurgas wordt in het zure flare systeem verzameld in een gescheiden fakkel. De beide andere systemen hebben een gemeenschappelijke fakkel. In deze flare wordt het vrijgekomen gas veilig verbrand en in de atmosfeer afgelaten op een hoogte van 120 meter.

Gelet op de aanwezigheid van het flare-systeem is in de QRA geen rekening gehouden met de risico's als gevolg van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen door overdrukbeveiligingen.

6.4 Uitstroomhoogte

Voor de modellering van de scenario's is uitgegaan van een uitstroomhoogte van 1 m boven het maaiveld, tenzij anders aangegeven in de tekst of scenariotabellen (bijlage C).

6.5 Afstand tot eerste flens

Voor alle opslagreservoirs, reactoren, vaten, enz. geldt dat de afstand tot de eerste flens in aangesloten leidingwerk zich binnen een afstand van 10 m bevindt. Dit betekent dat voor dit leidingwerk geen scenario's zijn gedefinieerd. Indien een leiding verbonden is met een vat, hoeven hier alleen faalscenario's voor opgezet te worden wanneer deze langer is dan 10 m. Van korte leidingen wordt aangenomen dat deze bij het vat behoren en dat voor het falen daarvan de faalscenario's (resulterende effecten en frequenties) van het vat hiervoor representatief zijn.

Daarnaast zijn bijvoorbeeld bij een reactor al standaard toe- en afvoerleidingen aanwezig. Deze hoeven niet apart te worden beschouwd in een QRA.

6.6 Warmtewisselaars

Voor de warmtewisselaars is de volgende methodiek toegepast:

Tabel 17: Methodiek warmtewisselaars

Mantel (Shell)		Pijpen (Tube)		Toegepaste methodiek	
Relevante gevaarlijke stof	Onderdeel van geselecteerd insluitsysteem	Relevante gevaarlijke stof	Onderdeel van geselecteerd insluitsysteem	Gehanteerde scenariotabellen uit de 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Hoeveelheid materiaal
ja	ja	ja	ja	37 en 39	Shell + Tube
ja	ja	ja	nee	37	Shell
ja	ja	nee	ja / nee	37	Shell
ja	nee	ja	ja	39	Shell + Tube
nee	ja / nee	ja	ja	39	Tube

6.7 Reserveonderdelen

Op de procesflowdiagrammen in de veiligheidsrapportage kan het voorkomen dat voor de reserveonderdelen (n.v.t. bij warmtewisselaars) is ingetekend, dit is weergegeven als A/B. Voor dit installatieonderdeel geldt dat er telkens maar 1 van beide vaten, reactoren, ed. in bedrijf is. In de risicoberekening is dan ook rekening gehouden met slechts 1 onderdeel.

6.8 Verladingen

Voor de verladingsscenario's van zowel tankwagens en schepen wordt het breukscenario gemodelleerd als een breuk van een leiding met een leidinglengte tot de breuk van 5 m. Verder wordt er rekening gehouden met systeemreacties (zie volgende paragraaf).

6.9 Systeemreacties

In de QRA moet rekening worden gehouden met systeemreacties, zoals een verandering in het pompdebiet wanneer de tegendruk wegvalt. Voor continue scenario's (bijv. breuk van een leiding, arm of slang) waarbij een pomp bepalend is voor hNet uitstroomdebiet, wordt rekening gehouden met het wegvallen van de tegendruk waardoor het uitstroomdebiet gelijk is aan 150% van de nominale flow van de pomp. Daarbij is gerekend met een effectieve diameter totdat het uitstroomdebiet bereikt is. Er wordt hieronder toegelicht bij welke verladingen wel of niet rekening is gehouden met een systeemreactie. Bij een (tot vloeistof verdicht) gas onder druk, zoals LPG, zal het uitstroomdebiet vaak bepaald worden door de druk in de leiding (verzadigingsdruk plus pompdruk). De druk op de vaste connectie ter plaatse van de tankauto is de dampspanning van LPG (maximaal 7.5 barg uitgaande van puur propaan bij 20 °C) en vloeistofkolomhoogte (nihil). De LPG tankauto's worden op basis van drukverschil gevuld (geen pomp). Er is daarom uitgaan van een continue uitstroming met een (constante) druk van 7.5 barg.

Voor de nafta, benzine, benzeen, xyleen en kerosine tankautoverlading is gerekend met een uitstroomdebiet dat gelijk is aan 150% van het pompdebiet in plaats van uit te gaan van de operationele druk. De pompen die gebruikt worden bij de tankautoverlading worden namelijk zowel op druk als op capaciteit (debiet) geregeld. Daarom valt een systeemreactie niet uit te sluiten.

Voor de scheepsverlading (bargeloading en Borssele Zeesteiger) zijn de pompen debiet(capaciteits)geregeld. De pomp zal dus een constant debiet leveren ongeacht of er tegendruk wegvalt in het geval van een breukscenario. Het is dus voldoende om bij een breuk van de arm of de leiding uit te gaan van een uitstroomdebiet dat gelijk is aan het pompdebiet.

6.10 Rekenrijen

Er is in SAFETI-NL gerekend met een aantal rekenrijen om meerdere groepsrisicoberekeningen uit te kunnen voeren en vanwege de verschillende terreingrenzen voor de raffinaderij en de Borssele steiger. Aangezien de raffinaderij en de Borssele steiger van elkaar gescheiden terreinen zijn, dient voor elk terrein aparte rijen te worden aangemaakt met de scenario's die gelegen zijn op dat terrein. Met betrekking op de populatie wordt een onderscheid gemaakt tussen alle mogelijke populatie (BAG + populatie op basis van bestemmingsplan) en enkel BAG populatie.

6.11 Repressieve systemen

Repressieve systemen kunnen de uitstroomduur en de omvang van de uitstroming van de faalscenario's beperken, waardoor de schadelijke effecten gegeven een Loss of Containment beperkt kunnen worden. Voorbeelden van repressieve systemen zijn: operator ingrijpen, inbloksystemen (ESD), terugslagkleppen, doorstroombegrenzers, tankputten etc. In de QRA is voor de bulkverlading naar schepen rekening gehouden met het ingrijpen van een operator (lokaal ter plaatse) en een semi-automatisch inbloksysteem (controlekamer ingrijpen op afstand). Bij de tankautoverlading is rekening gehouden met een semi-automatisch inbloksysteem en een doorstroombegrenzer. Bij de vloeistofopslagtanks is een tankput van toepassing om de plasomvang te beperken.

Voor de overige scenario's (bijvoorbeeld bij de proceseenheden) zijn geen repressieve systemen meegenomen, omdat verwacht wordt dat het wel meenemen een beperkt impact heeft op het externe veiligheidsrisico⁴. Dit is een conservatieve aanpak.

⁴ Gelet op de bepalende scenario's voor het plaatsgebonden- en groepsrisico, gerapporteerd in respectievelijk paragraaf 9.2 en 9.4. Daarnaast reikt de berekende PR 10-6 contour nauwelijks buiten de terreingrens. Deze is dus gebaseerd op de scenario's van de proceseenheden waarbij conservatief geen rekening wordt gehouden met repressieve systemen zoals inbloksystemen (bijv. ESD).

7 UITGEWERKTE SCENARIO'S

Dit hoofdstuk beschrijft de uitwerking van de generieke scenario's voor de verschillende onderdelen van de site die weerhouden zijn via de subselectie. De uitgewerkte scenario's zijn ingevoerd in het SAFETI-NL model. De onderstaande paragrafen beschrijven hoe de input van de scenario's in het model tot stand is gekomen en op basis van welke gegevens deze zijn afgeleid. Daarbij wordt ook kort het proces beschreven en welke repressieve systemen zijn meegenomen in de QRA (zie ook paragraaf 6.11). Voor een meer gedetailleerde beschrijvingen van de processen wordt verwezen naar het Veiligheidsrapport deel 2: Proces – en installatiebeschrijvingen.

Een overzicht van alle gemodelleerde scenario's is opgenomen in bijlage C, waarin de belangrijkste uitgangspunten en (afgeleide) scenario-inputparameters zijn weergegeven.

7.1 Unit 201 Atmosferische Destillatie Eenheid

In de Atmosferische Destillatie Eenheid (CDU), unit 201 wordt ruwe aardolie gescheiden in diverse halfproductstromen door middel van destillatie, op basis van kookpunt verschillen. Binnen de unit 201 is één insluitsysteem geselecteerd voor de QRA, te weten het crudefornuis H01 met destillatiekolom A01 en strippers, insluitsysteem 201-2.

7.1.1 201-2 Crudefornuis H01 met destillatiekolom A01 en strippers

De voeding van de Atmosferische Destillatie Eenheid (unit 201) is ruwe aardolie, dit is afkomstig uit de ruwe aardolie opslagtanks en reeds voorverwarmd in de koude trein warmtewisselaars. Vervolgens wordt in 201-2 de ruwe aardolie wordt verder verwarmd in warmtewisselaars 201T06B, 201T08, 201T09, 201T11, 201T12, 201T29 en 201T30 (warme trein). Tenslotte wordt de voeding verder verwarmd in het fornuis 201H01 tot de gewenste temperatuur. De ruwe aardolie, die voor een groot deel gasvormig is geworden, wordt vervolgens naar destillatiekolom 201A01 geleid.

De Destillatiekolom 201A01 wordt op hoge temperatuur en druk bedreven en is inwendig voorzien van schotels. In de kolom vindt een scheiding tussen de componenten plaats op basis van kookpuntverschillen. Een deel van de gescheiden fracties wordt als vloeistof terug in de destillatiekolom geleid, de zogenaamde reflux. De productfracties die afgescheiden worden in de destillatiekolom 201A01 zijn:

- Topfractie: Nafta en lichtere fracties;
- Kerosine, lichte gasolie (LGO), medium gasolie (MGO), zware gasolie (HGO);
- Atmosferische residu (bodemfractie).

De topfractie, verlaat destillatiekolom 201A01 gasvormig en wordt gecondenseerd met behulp van luchtkoeler 201T21. Hierbij ontstaat een vloeistoffractie en een gasfractie.

De vloeistoffractie wordt gesplitst in nafta en lichtere fracties en zuur-water in scheidingsvat 201M02. Het bodemproduct van destillatiekolom 201A01 wordt gekoeld in warmtewisselaars 202T12, 201T07, 201T02 en 201T14 en als residu naar het tankenpark afgelopen.

Tussenfracties welke worden onttrokken aan de Destillatiekolom 201A01:

- Stroom naar kero stripper 201A07;
- Stroom naar LGO stripper 201A05;
- Stroom naar MGO stripper 201A03;
- Stroom naar HGO stripper 201A04.

In de kerosinestripper 201A07 worden de lichtere componenten verwijderd. De lichtere delen worden over de top weer terug in destillatiekolom 201A01 gevoerd. De kerosine verlaat de stripper via de bodemafloop, vervolgens wordt de kerosine gekoeld met behulp van de warmtewisselaars 201T03 en 201T22.

In de LGO stripper 201A05 worden de lichtere componenten verwijderd. De lichtere delen worden via de top van de LGO Stripper weer terug in destillatiekolom 201A01 gevoerd. De bodemfractie LGO wordt gekoeld met behulp van de warmtewisselaars.

In de MGO stripper 201A03 worden de lichtere componenten verwijderd. De lichtere delen worden via de top van de MGO Stripper weer terug in destillatiekolom 201A01 gevoerd. De bodemfractie MGO wordt gekoeld met behulp van de warmtewisselaars 201T29.

In de HGO stripper 201A04 worden de lichtere componenten verwijderd. De lichtere delen worden via de top van de MGO Stripper weer terug in destillatiekolom 201A01 gevoerd. de bodemfractie HGO wordt gekoeld met behulp van de warmtewisselaars 201T11, 201T16, 201T13.

De onderdelen met bijbehorende scenario's zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 18: Principebeschrijving modellering destillatiekolom 201-2

Onderdeel	Scenario conform tabel 34, 37 en 39 van de 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Kolommen: 201A01 / 201A03 / 201A04 / 201A05 / 201A06 / 201A07 / 201A15	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat, rectificerende sectie	D3
	10 mm gat, strippende sectie	D4
Fornuis 201H01	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Procesvaten 201M02 / 201M03	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Warmtewisselaars 201T06 A t/m B / 201T08A / 201T08B / 201T09A / 201T09B / 201T11A / 201T11B / 201T11C / 201T11D / 201T12 A t/m H 201T29A / 201T29B / 201T30A / B	Breuk van 10 pijpen	W1
	Breuk van 1 pijp	W2
	Lek 10% nominale diameter pijp	W3
201T16 / 201T13A / B / 201T17 201T21 A t/m H en J t/m M	Instantaan	W1a
	Continue uitstroming 10 min	W2a W3a
	10 mm gat	
Pompen 201P02 / 201P03 / 201P04 / 201P05 / 201P06 / 201P07 / 201P08 / 201P09 / 201P10 / 201P11 / 201P23	10 mm gat	P1
	Gat 0,1 D leiding	P2

Onderdeel	Scenario conform tabel 34, 37 en 39 van de 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Leidingen 11-P-0101 / 11-P-0146 / 11-P-0251 / 11-P0136 / 11P-0018	Breuk Leiding Gat 0,1 D leiding	L1 L2

7.2 Unit 302 Hydrocracker Eenheid

De Hydrocracker Eenheid, unit 302 bestaat uit een reactie- en een fractionatiesectie.

In de reactiesectie vindt Hydrotreating en Hydrocracking plaats. De hydrotreating reactoren (302R01 en 302R03) verwijderen de stikstof- en zwavelcomponenten uit de voeding. De hydrocracking kraakt de lange koolwaterstofketens naar kortere ketens.

In de fractionatiesectie vindt scheiding plaats van het reactorproduct. Het product wordt gescheiden in lpg, LPG nafta, kerosine en dieselolie. Binnen unit 302 zijn een 3-tal insluitsystemen geselecteerd voor de QRA:

- 302-3: Reactorsectie R01/R02/R03 en H01/H02 en hoge druk afscheider M03;
- 302-7: Lage druk afscheider M04;
- 302-12: Destillatiekolom A04.

Deze insluitsystemen worden hieronder verder toegelicht.

7.2.1 302-3: Reactorsectie R01/R02/R03 en H01/H02 en hoge druk afscheider M03.

In de reactiesectie worden na elkaar een tweetal reactiestappen uitgevoerd waarbij de destillaat-kraker voeding vanuit unit 301 en/of de tussenopslag wordt omgezet in diverse aardolieproducten.

De hydrotreatingreactoren (302R01 en 302R03) staan parallel geschakeld en zijn specifiek voor het hydrogenen van de zwavel- en stikstofverbindingen waarbij zwavelwaterstof en ammoniak gevormd wordt. De reactie vindt bij hoge temperatuur en druk plaats waarbij waterstofgas in overmaat aanwezig is. De voeding van de hydrotreating reactoren wordt in warmtewisselaars opgewarmd in tegenstroom met het uitlaatproduct van de hydrocracking reactor (302R02). Waterstofrijk recycle gas wordt verwarmd met behulp van fornuis 302H01 alvorens het wordt opgemengd met de voedingsstroom naar reactoren 302R01 en 302R03.

Reactoren 302R01 en 302R03 zijn geladen met een grote hoeveelheid speciale katalysator verdeeld over drie bedden per reactor. Met behulp van deze katalysator worden de organische zwavel-, stikstof- en zuurstofverbindingen van de voeding gehydrogeneerd onder vorming van waterstofsulfide (H₂S), ammoniak (NH₃) en waterdamp (H₂O). Deze stoffen, tezamen met waterstof en koolwaterstoffen verlaten de reactoren en worden hierna afgekoeld in warmtewisselaar 302T89 door warmte over te dragen aan recycle gas.

In de hydrocracking reactor (302R02), welke in serie staat met de eerste twee, worden de lange koolwaterstofketens gekraakt en gehydrogeneerd. Ook hier vindt de reactie bij hoge temperatuur en druk plaats en wordt waterstof als dragergas gebruikt. In de reactor wordt waterstofgas geïnjecteerd. Het waterstofgas wordt verkregen met behulp van fornuis 302H02.

Het reactor effluent, een mengsel van koolwaterstoffen, waterstof (H₂), zwavelwaterstof (H₂S) en ammoniak (NH₃), wordt met behulp van warmtewisselaars gekoeld en naar de hoge druk scheidingsvat 302M03 geleid. In de warmtewisselaars 302T01A/D, 302T03A-E en 302T04, wordt warmte overgedragen naar de diverse processtromen waarbij condensatie van de diverse kraakproducten ontstaat. Waswater wordt toegevoegd om afzetting en opbouw van ammoniumsulfide te voorkomen. De laatste restwarmte wordt in luchtkoeler 302T05 afgevoerd.

In hoge druk scheidingsvat 302M03 worden drie fracties gescheiden: waterstofrijk recycle gas, reactor effluent en zuurwater.

Tabel 19: Principebeschrijving modellering reactorsectie 302-3

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Reactor: 302R01 / R02 / R03	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Fornuis 302H01 / 302H02	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Procesvaten 302M03	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Warmtewisselaars 302T01A t/m D /302T03A t/m E /302T05 AL t/m AX	Breuk van 10 pijpen	W1
	Breuk van 1 pijp	W2
	Lek 10% nominale diameter pijp	W3
302T04 /302T89	Instantaan	W1a W2a W3a
	Continue uitstroming 10 min	
	10 mm gat	
Leidingen 302-P-0012 / 302-P-0627 / 302-P-0014 / 302-P-0016	Breuk Leiding Gat 0,1 D leiding	L1 L2

302-7: Lage druk afscheider M04

De koolwaterstoffen uit de hoge druk afscheider 302M03 worden afgekoeld, deels gecondenseerd en afgevoerd naar de 302M04. Hier heerst een druk van 21 barg. Het zure water waarin de NH₃ en H₂S is opgelost wordt afgevoerd naar een scheidingsvat 302M06.

In de 302M04 (lage druk separator) worden de lichte gassen vanuit het koolwaterstofproduct over de top afgelaten naar de MDEA unit 304. De vloeistof in de kolom betreft LP Separator Liquid (zie voorbeeldstoffen §5.2.1).

Tabel 20: Principebeschrijving modellering lage druk afscheider 302-7

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Procesvaten 302M04	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3

7.2.2 302-12: F Destillatiekolom A04

De destillatiekolom 302A04 is ontworpen om de voeding in vier fracties te splitsen: lichte nafta, zware nafta, kero (Jet Fuel) en gasolie/recycle oil. De voeding van destillatiekolom 302A04 bestaat hoofdzakelijk uit nafta en zwaardere componenten afkomstig uit lagedruk afscheider 302M04, met tussenkomst van de prefractionator kolom 302A01 en de bodem van debutanizer kolom 302A03.

Uit de kolom worden de volgende producten onttrokken:

- De reflux: De gasvormige topfractie van destillatiekolom 302A04 wordt gekoeld in de luchtkoeler 302T28 waarbij vloeistof ontstaat (lichte nafta) dat opgevangen wordt in refluxvat 302M22 en deels terug in de destillatiekolom wordt geleid;
- Vanaf de eerste afloopstroom van de 302A04 wordt zware nafta afgelopen naar de naftastripper 302A05. In naftastripper worden met behulp van warmtewisselaar 302T30 de lichte componenten uit de vloeistof verdreven. De gasvormige topfractie van de naftastripper wordt terug in de kolom 302A04 geleid;
- De tweede, lagergelegen afloopstroom van de 302A04 voorziet de jet fuel stripper 302A06 van product. In de jet fuel stripper worden met behulp van warmtewisselaar 302T29 de lichte componenten uit de vloeistof verdreven. De gasvormige topfractie van kero stripper wordt terug in de kolom 302A04 geleid;
- De reboiler: De bodemfractie van destillatiekolom 302A04 wordt, alvorens het in het reboiler fornuis 302H04 verwarmd wordt, via warmtewisselaars 302T29 en 302T30 geleid om de strippers 302A05 en 302A06 van warmte te voorzien. Het opgewarmde bodemproduct wordt hierna weer teruggevoerd naar de 302A04;
- Het bodemproduct van de destillatiekolom wordt afgelopen naar de destillatiekolom 302A07.

Tabel 21: Principebeschrijving modellering destillatiekolom 302-12

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Kolommen: 302A04 / 302A05 / 302A06	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat, rectificerende sectie	D3
	10 mm gat, strippende sectie	D4
Fornuis 302H04	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Procesvaten 302M22	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
	10 mm gat	V3
Warmtewisselaars 302T26 / 302T27 / 302T28 AE t/m AH + AJ, AH / 302T29 / 302T30 / 302T31	Breuk van 10 pijpen	W1
	Breuk van 1 pijp	W2
	Lek 10% nominale diameter pijp	W3
302T25	Instantaan Continue uitstroming 10 min 10 mm gat	W1a W2a W3a
Pompen 302P14 / 302P15 / 302P16 / 302P17 / 302P18 / 302P19	Breuk Leiding	P1
	Gat 0,1 D leiding	P2
Leidingen 302-P-0111 / 302-P-0124 / 302-P-0118 / 302-P-0126	Breuk Leiding Gat 0,1 D leiding	L1 L2

7.3 Unit 304 Amine Behandeling Eenheid

Het doel van de Amine Behandeling Eenheid (unit 304) is waterstofsulfide te verwijderen uit het zuurgas dat voornamelijk afkomstig is van de Hydrocracker Eenheid (unit 302). Dit geschiedt door middel van absorptie met amine. Binnen unit 304 is één insluitsysteem geselecteerd voor de QRA: 304-1: H2S absorber A01.

7.3.1 304-1: H2S absorber 304A01

Bij de Absorber komt de gassenstroom in contact gebracht met een Amine stroom. De gassenstroom is afkomstig van eenheid 302 en komt via scheidingsvat 304M08 uit in de bodem van H2S absorber 304A01. In de absorber wordt de gassenstroom in contact gebracht met een Amine stroom. Deze "Lean" Aminestroom wordt boven in de kolom toegevoerd en is vrij van waterstofsulfide (H2S). De waterstofsulfide in het zure gas vormt een fysische verbinding met de Lean Aminestroom tot "Rich" Amine. Door het tegenstroom principe wordt de concentratie H2S in het uitlaat gas zo laag mogelijk. Dit gas verlaat de absorber aan de top en gaat via fuel gas separator 304M06 naar het fuel gas systeem. De aminestroom verlaat de "rich" amine de absorber via de bodem naar flash vat 304M01 (geen deel van dit insluitsysteem).

Tabel 22: Principebeschrijving modellering reactorsectie 302-3

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Absorber: 304A01	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Procesvaten 304M05 / M06 / M08	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3

7.4 Unit 308 Platformate Fractionatie Eenheid

Het doel van de Platformate Fractionatie Eenheid (PFU, unit 308) is het scheiden van platformate van de Platformer Eenheid (unit 221) in diverse productstromen door middel van destillatie. Binnen unit 308 zijn een tweetal insluitsystemen geselecteerd voor de QRA:

- 308-1: Destillatiekolom 308A01 debenzenizer;
- 308-4: Destillatiekolom 308A04 dexylenizer.

7.4.1 308-1: Debenzenizerkolom 308A01

In destillatiekolom 308A01 debenzenizer wordt het mengsel van benzeen en lichte koolwaterstoffen bij een druk van $\pm 0,9$ barg als topfractie afgescheiden van toluene, xyleen en zware aromaten als bodemfractie.

De gasvormige topfractie van destillatiekolom 308A01 wordt gekoeld in luchtkoeler 308T02 waarbij vloeistof ontstaat dat wordt opgevangen in refluxvat 308M01. Om de scheiding tussen de componenten verder te optimaliseren wordt een deel van het topproduct als reflux terug in de destillatiekolom geleid. De bodemfractie van destillatiekolom 308A01 wordt m.b.v. 308P03A/S afgevoerd naar de destillatiekolom 308A03 detoluenizer. Hierbij wordt het product eerst nog door de twee kleifilters 308M05A en 308M05B geleid.

De benodigde warmte voor de scheiding van de A01 producten wordt geleverd door een stoomreboiler 308T03.

Tabel 23: Principebeschrijving modellering debenzenizer 308-1

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Kolommen: 308A01	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat, rectificerende sectie	D3
	10 mm gat, strippende sectie	D4
Procesvaten 308M01 / 308M05	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Warmtewisselaars 308T02 A,B / 308T03	Instantaan	W1
	Continue uitstroming 10 min	W2
	10 mm gat	W3
Pompen 308P02 / 308P03 / 308P04	Breuk Leiding	P1
	Gat 0,1 D leiding	P2
Leidingen 308-P-003 / 308-P-0010	Breuk Leiding	L1
	Gat 0,1 D leiding	L2

7.4.2 308-4: destillatiekolom, 308A04 dexylenizer

In de destillatiekolom 308A04 dexylenizer wordt xyleen als topfractie bij een druk van 0,6 barg afgescheiden van zware aromaten als bodemfractie.

De gasvormige topfractie van destillatiekolom 308A04 wordt deels gekoeld in warmtewisselaar 308T07 (reboiler van destillatiekolom 308A02 dehexanizer) waarbij het gecondenseerde product terug in de destillatiekolom wordt geleid. Het andere deel van de gasvormige topfractie wordt deels gekoeld in de luchtkoeler 308T12 waarbij vloeistof ontstaat dat wordt opgevangen in refluxvat 308M04. Het product wordt verder gekoeld in de 308T01 waar het warmte overdraagt aan de voeding van de destillatiekolom 308A01 debenzenizer, vervolgens wordt deze vloeistof verder gekoeld in de luchtkoeler 308T15 en als xyleen afgelopen naar productopslag.

Om de scheiding tussen de componenten verder te optimaliseren wordt een deel van het topproduct als reflux terug in de destillatiekolom geleid.

De bodemfractie van dexylenizerkolom 308A04 wordt gekoeld in warmtewisselaar 308T18 waar het warmte overdraagt aan de voeding van de debenzenizerkolom 308A01, vervolgens wordt deze vloeistof verder gekoeld in de luchtkoeler 308T14 en afgelopen als zware aromaten (C9+) naar het tankenpark.

De benodigde warmte voor de scheiding van de A04 producten wordt geleverd door een stoom reboiler 308T13.

Tabel 24: Principebeschrijving modellering dexylenizer 308-4

Onderdeel	Scenario conform tabel 34 v/d 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Kolommen: 308A04	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat, rectificerende sectie	D3
	10 mm gat, strippende sectie	D4
Procesvaten 308M04 / 308M13	Instantaan	V1
	Continue uitstroming 10 min	V2
	10 mm gat	V3
Warmtewisselaars 308T01 / 308T07 / 308T12 A,B / 308T13 / 308T14 / 308T15 / 308T18	Instantaan	W1
	Continue uitstroming 10 min	W2
	10 mm gat	W3
Pompen 308P09 / 308P10 / 308P05	Breuk Leiding	P1
	Gat 0,1 D leiding	P2
Leidingen 308-P-0035 / 308-P-0038	Breuk Leiding	L1
	Gat 0,1 D leiding	L2

7.5 Unit 310: CO₂ afvang installatie

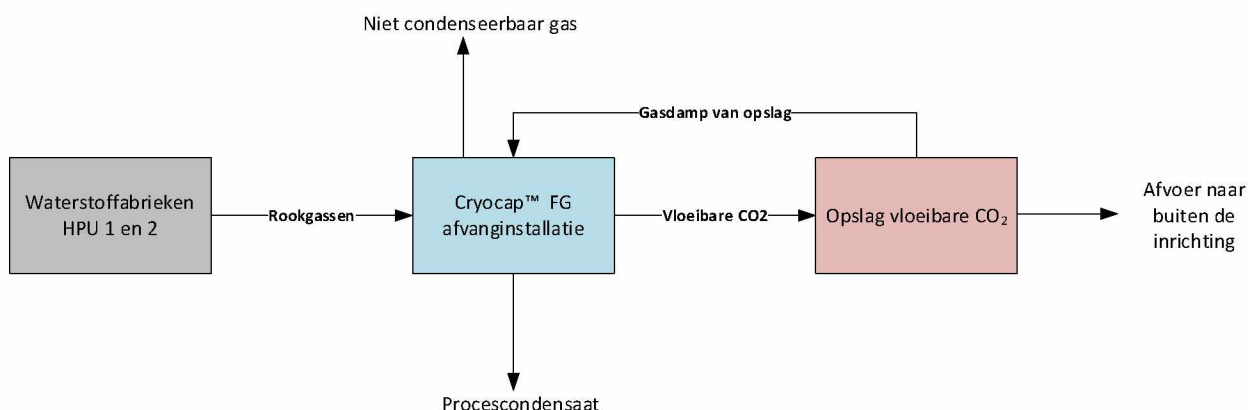
Het doel van de CO₂-afvanginstallatie is het afvangen en vloeibaar maken van CO₂

Binnen unit 310 zijn de volgende insluitsystemen geselecteerd voor de QRA:

- Voedingsgas koeling (feed gas cooling)
- Voedingsgascompander (feed gas compression)
- Droogsectie (dehydration section)
- Pressure swing adsorber (PSA eenheid)
- Tail gas compressie (Tail gas compression)
- Cryogene sectie en koeling (Cryogenic section and cold production)

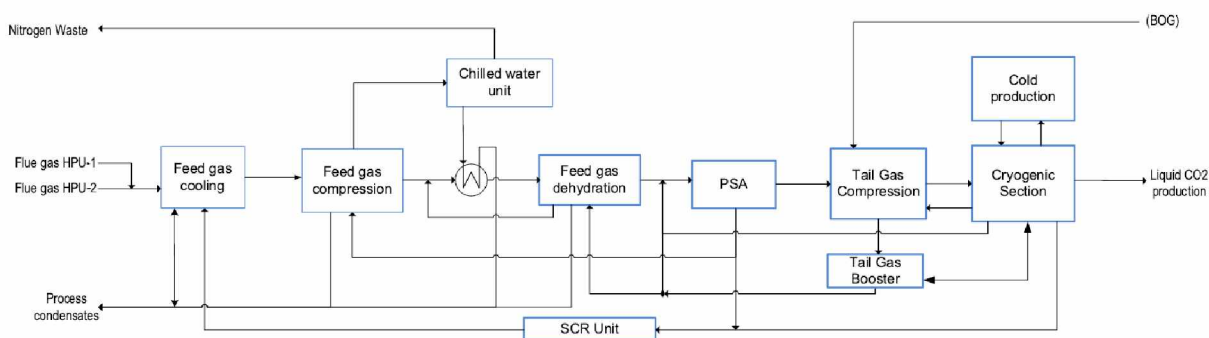
In onderstaande figuur is de CO₂-afvanginstallatie weergegeven inclusief opslagvoorziening binnen het proces van de raffinaderij.

De rookgassen van de waterstoffabrieken vormen de voeding van de afvanginstallatie. Het betreft een volume van circa 320 (wet) kNm³ per uur met een temperatuur van circa 175 °C bij atmosferische druk. Deze stroom bevat circa 21% CO₂ op droge basis (18% wet).



Figuur 7: CO₂-afvanginstallatie en opslag

Onderstaand Figuur geeft een gedetailleerd blokschema van de Cryocap™ FG afvanginstallatie.



Figuur 8: gedetailleerd blokschema CO₂-afvanginstallatie

Hieronder worden de verschillende onderdelen van deze installatie uit de figuur vertaald en besproken.

In bijlage A zitten de Proces flow diagram en Heat & mass balance.

7.5.1 Voedingsgas koeling (feed gas cooling)

Het voedingsgas (flue gas van de waterstoffabrieken) wordt gekoeld in een Quench kolom, waarbij het gas gekoeld wordt met water. Dit water is het condensaat van de later besproken compander en drooginstallatie. Het condensaat wordt gekoeld in een recirculatie koeler en weer gevoed aan de kolom. Een deel van het condensaat wordt afgevoerd als afvalwater. Het gekoeld gas wordt bij een temperatuur van circa 32 °C onder licht vacuüm gevoed aan de voedingsgascompander.

Tabel 25: Principebeschrijving modellering Voedingsgas koeling

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Quench kolom K15	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
QUENCH RECIRCULATION COOLER E15	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3

7.5.2 Voedingsgascompander (feed gas compression)

De voedingsgascompander is een combinatie van vier compressiestappen en twee expansiestappen. Het voedingsgas wordt gecomprimeerd tot een druk van circa 9 bara. In de expansiestappen wordt het restgas uit de hierna besproken PSA van circa 8 bara teruggebracht naar iets boven atmosferische druk. - De compander wordt aangedreven door een elektromotor. Bij de compressie van het gas komt condensaat vrij wat teruggevoerd wordt naar de voedingsgas koeling.

Tabel 26: Principebeschrijving modellering Voedingsgascompander

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
Voedingsgascompander C10-1	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
Expander heater C10T01E01	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
Expander heater C10T02E01	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
1st stage intercooler C10E01	Instantaan	E1

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
Voedinggascompander C10-2	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
2nd stage intercooler C10E02	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
Voedinggascompander C10-3	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
3rd stage intercooler C10E03	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
Voedinggascompander C10-4	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2

7.5.3 Droogsectie (dehydration section)

Hoewel het meest water in het voedinggas in de compander is gecondenseerd, wordt het gas verder gedroogd.

Het drogen vindt plaats in twee stappen. De eerste stap is het condenseren van water door het voedinggas af te koelen tot circa 10°C. De tweede stap is een diepe dehydratatie door temperature swing adsorption (TSA). Hierbij wordt het gas gedroogd met behulp van een adsorbent. Via een met stoom verwarmde regeneratiefase wordt het adsorbent weer van water ontdaan. De TSA bestaat uit vier vaten die afwisselend adsorberen en regenereren. Wanneer drie vaten zich in de adsorptiefase bevinden, bevindt het vierde vat zich in de regeneratiefase. In de regeneratiefase wordt het regeneratiegas (deels afkomstig van de cryogene sectie) verwarmd tot circa 185°C. Het 'natte' regeneratiegas wordt weer terug aan het droogproces gevoerd om het afvangproces verder te optimaliseren.

Tabel 27: Principebeschrijving modellering Droogsectie

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
FEED GAS COOLER E12	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
	10 mm gat	E3
FEED GAS PURIFICATION VESSEL D73	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
FEED GAS PURIFICATION VESSEL D74	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
FEED GAS PURIFICATION VESSEL D75	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
FEED GAS PURIFICATION VESSEL D76	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3

7.5.4 Pressure swing adsorber (PSA eenheid)

De PSA wordt gevoed door droog op druk gebracht gas wat gesplitst wordt in een CO₂ rijke gasstroom voor de cryogene sectie (tail gas) en een stikstof (N₂) rijke afgasstroom (off-gas) met een kleine hoeveelheid kooldioxide, zuurstof en argon. De PSA bestaat uit 16 gelijke adsorptiekolommen en 2 afgangsvaten. De cyclus van de PSA bestaat uit:

1. Adsorptie
2. Druk verlagen gevolg door regeneratie
3. Druk verhogen

In de eerste fase wordt CO₂ afgevangen door de adsorptiebedden terwijl andere componenten doorgelaten worden.

Na deze fase moet de adsorber worden geregenereerd door het verlagen van de druk. Hierbij komt het geadsorbeerde CO₂ vrij. Voor de volgende cycle wordt de druk weer verhoogd door toevoeging van de hogedruk stikstofrijke stroom.

Tabel 28: Principebeschrijving modellering PSA

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
PSA D01 -D16	Instantaan	D1

	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3

7.5.5 Tail gas compressie (Tail gas compression)

De procesgasstroom uit de PSA (tail gas) wordt van ongeveer atmosferische druk gecomprimeerd tot circa 23 bara in de tail gas compressor. Het gecomprimeerde tail gas wordt in de cryogene sectie voorbehandeld om onzuiverheden te verwijderen. Daarna wordt het gas verder gecomprimeerd in de tail gas booster die aangedreven wordt door een expander turbine. Deze tail gas booster comprimeert het gas verder tot een druk van circa 33 bara, waarna het gas weer naar de cryogene sectie wordt gestuurd. Een van de afgas stromen van de cryogene sectie (flash gas) wordt opgewarmd via warmtewisseling met het warme tail gas, voordat het naar de flash gas expander gaat om de druk te verlagen tot circa 9 bara. De flash gas expander drijft de tail gas booster compressor aan. Een deel van het in druk verlaagde flash gas wordt gebruikt voor regeneratie in de voedingsgasreiniging. De rest wordt gevoed aan de PSA om het percentage afgevangen CO₂ te verhogen.

Tabel 29: Principebeschrijving modellering Tail gas compressie

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
1st STAGE TAIL GAS COMPRESSOR C34-1	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
1st STAGE INTERCOOLER C34E01	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
1st STAGE TAIL GAS COMPRESSOR C34-2	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
1st STAGE INTERCOOLER C34E02	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
1st STAGE TAIL GAS COMPRESSOR C34-3	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
1st STAGE INTERCOOLER C34E03	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
1st STAGE TAIL GAS COMPRESSOR C34-4	Breuk Leiding	C1

	Gat 0,1 D leiding	C2
1st STAGE INTERCOOLER C34E04	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
1st STAGE TAIL GAS COMPRESSOR C34-5	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
FLASH GAS HEATER E85	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3
TAIL GAS COMPRESSOR FINAL COOLER E39	Instantaan	E1
	Continue uitstroming 10 min	E2
	10 mm gat	E3

7.5.6 Cryogene sectie en koeling (Cryogenic section and cold production)

Het basisproces van de Cryogene sectie van de Cryocap™FG installatie is gebaseerd op moleculaire scheiding bij cryogene temperatuur.

De cryogene sectie bestaat uit de volgende stappen:

1. Voorkoeling van de tail gas stroom uit de tail gas compressor
2. Wassing van het gecompriëerde tail gas met een CO₂ rijke vloeistof in de NO_x waskolom
3. Het gecompriëerde tail gas wordt gekoeld. Door condensatie wordt het grootste de-el van de CO₂ afgescheiden in een CO₂ scheider.
4. Stripper kolom waar de lichte onzuiverheden uit de vloeibare CO₂ worden verwijderd.

De pure vloeibare CO₂ wordt verpompt naar opslag. Het overgebleven CO₂ en andere componenten uit het tail gas worden verwarmd tot omgevingstemperatuur en teruggevoerd naar het proces om het CO₂ recovery percentage te verhogen via de volgende stromen:

- Flash gas (zie hiervoor)
- Afgas 1 (voornamelijk stikstof en CO₂) naar de PSA eenheid
- Afgas 2 (voornamelijk CO₂ met enig NO₂) voor behandeling in de selectieve katalytische reductie-eenheid (SCR)

Tabel 30: Principebeschrijving modellering Cryogene sectie en koeling

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
1st STAGE CYCLE COMPRESSOR C51-1	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
1st STAGE INTERCOOLER C51E01	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
	10 mm gat	D3
2nd STAGE CYCLE COMPRESSOR C51-2	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
2nd STAGE INTERCOOLER C51E02	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
3rd STAGE CYCLE COMPRESSOR C51-3	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
3rd STAGE INTERCOOLER C51E03	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
4th STAGE CYCLE COMPRESSOR C51-4	Breuk Leiding	C1
	Gat 0,1 D leiding	C2
CYCLE COMPRESSOR FINAL COOLER E56	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
CYCLE DENSIFIER E57	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
LP CARBON DIOXIDE SEPARATOR V54	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
LP CARBON DIOXIDE SEPARATOR V54	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
TAIL GAS BOOSTER AFTER COOLER E24	Instantaan	D1

Onderdeel	Scenario conform 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi'	Scenario code bijlage C
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
IMPURE CARBON DIOXIDE SEPARATOR V51	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
STRIPPING COLUMN K50	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
NOx REMOVAL COLUMN K51	Instantaan	D1
	Continue uitstroming 10 min	D2
	10 mm gat	D3
CARBON DIOXIDE PUMPS P52A/B	Breuk Leiding	P1
	Gat 0,1 D leiding	P2
PURE CARBON DIOXIDE PUMPS P74A/B	Breuk Leiding	P1
	Gat 0,1 D leiding	P2

7.6 Tankenpark

In het tankenpark met de Unit nummers 030, 031, 037 en 038 staan 80 tanks voor opslag van grondstoffen, half- en eindproducten. Het tankenpark is onderverdeeld volgens de klasse- indeling conform de PGS 29 (klasse 0 t/m 4). Voor de atmosferische tanks geldt dat de overdruk kleiner is dan 0,5 bar, door toepassing van drijvende daken en ventpijpen.

In unit 310 staan de twee CO2 opslag tanks

De volgende insluitsystemen zijn geselecteerd voor de QRA:

- 30-1: M101 Crude opslagtank;
- 30-1: M102 Crude opslagtank;
- 30-1: M103 Crude opslagtank;
- 31-1: M205 Nafta in atmosferische tank;
- 31-1: M206 Nafta in atmosferische tank;
- 31-1: M207 Nafta in atmosferische tank;
- 31-1: M208 Nafta in atmosferische tank;
- 31-2: M317 Benzine in atmosferische tank;
- 37-1: M703 Propana in bol;

- 37-1: M704 Propaan in bol;
- 37-2: M711 Propaan in cilindrische tank;
- 37-4: M701 Butaan in bol;
- 37-4: M702 Butaan in bol;
- 37-4: M712 Butaan in cilindrische tank;
- 37-4: M713 Butaan in cilindrische tank;
- 37-4: M714 Butaan in cilindrische tank;
- 37-4: M715 Butaan in cilindrische tank;
- 310:M801.CO2 in bol;
- 310:M801.CO2 in bol.

7.6.1 Unit 30: Crude opslag

De volgende opslagen van licht ontvlambare koolwaterstoffen, K1, zijn geselecteerd voor de QRA:

Tabel 31: Crude opslag

Nr	Naam	Product	Bruto hoeveelheid in m ³	Hoogte tankput [m]	Beschikbaar opp. tankput voor de plas [m ²]
30-1a	030M101	crude	80.000	4,1	27.552 ⁵
30-1b	030M102	crude	80.000	4,1	27.552 ⁶
30-1c	030M103	crude	80.000	5,0	18.788 ⁷

De crude opslag bestaat uit tanks uitgevoerd met een drijvend ponton dak. De tanks hebben een diameter van 72,5 m, een hoogte van 19,4 m en een opslagcapaciteit van ieder 80.000 m³.

De crudetanks zijn geplaatst in aarden tankputten. Bij het falen van de tank is het maximaal beschikbare oppervlak voor de plas gelijk aan de oppervlakte van de tankput inclusief het oppervlak van de tank die faalt, verminderd met het oppervlak van eventuele andere tanks in de tankput. M103 heeft zijn eigen tankput. Daarom is het beschikbare oppervlak voor de plas gelijk aan de oppervlakte van de tankput (inclusief de tank). M102 staat in dezelfde tankput als M101 (met een spildijk ertussen). Het beschikbare oppervlak voor de plas is dus het oppervlak van de tankput (inc. oppervlak M102) verminderd het oppervlak van M101 (diameter van 72.5 m). Het beschikbare oppervlak voor de plas is ingevoerd als bund voor de faalscenario's. Conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi is als gevolg van overtopping bij het scenario instantaan falen rekening gehouden met een bund van 1,5 x het beschikbaar oppervlak van de tankput voor de plas.

Voor de scenario's '10 minuten uitstroom' en '10 mm gat' is in de modellering rekening gehouden met een tankhead ter hoogte van de maximale vloeistofkolom in de tank.

⁵ Het oppervlak van de tankput is ongeveer $240\text{ m} \times 132\text{ m} = 31.680\text{ m}^2$. M102 staat in een tankput met M101. M101 heeft een diameter van 72,5 m (opp. 4.128 m^2). Het beschikbaar oppervlak voor de plas is dus $31.680\text{ m}^2 - 4.128\text{ m}^2 = 27.552\text{ m}^2$. Het beschikbare volume voor de plas is $4,1\text{ m (tankput hoogte)} \times 27.552\text{ m}^2 = 112.962\text{ m}^3$. Dit is meer dan de inhoud van de tank.

⁶ Het oppervlak van de tankput is ongeveer $240\text{ m} \times 132\text{ m} = 31.680\text{ m}^2$. M102 staat in een tankput met M101. M101 heeft een diameter van 72,5 m (opp. 4.128 m^2). Het beschikbaar oppervlak voor de plas is dus $31.680\text{ m}^2 - 4.128\text{ m}^2 = 27.552\text{ m}^2$. Het beschikbare volume voor de plas is $4,1\text{ m (tankput hoogte)} \times 27.552\text{ m}^2 = 112.962\text{ m}^3$. Dit is meer dan de inhoud van de tank.

⁷ Het oppervlak van de tankput is ongeveer $154\text{ m} \times 122\text{ m} = 18.788\text{ m}^2$. M103 staat in een eigen tankput. Het beschikbaar oppervlak voor de plas is dus 18.788 m^2 . Het beschikbare volume voor de plas is $5,0\text{ m} \times 18.788\text{ m}^2 = 93.940\text{ m}^3$. Dit is meer dan de inhoud van de tank.

7.6.2 Unit 31: Tank opslag

De volgende opslagen van licht ontvlambare koolwaterstoffen, K1, zijn geselecteerd voor de QRA:

Tabel 32: K1-opslagen

Insluitsysteem					
Nr	Naam	Product	Bruto hoeveelheid in m ³	Hoogte tankput [m]	Beschikbaar opp. tankput voor de plas [m ²]
31-1e	031M205	nafta	20.900	3,7	5.746 ⁸
31-1f	031M206	nafta	20.900	3,7	15.044 ⁹
31-1g	031M207	nafta	20.900	3,7	15.044 ¹⁰
31-1h	031M208	nafta	20.900	3,7	15.044 ¹⁰
31-2q	031M317	benzine	20.000	2,7	9.867 ¹¹

De nafta tanks M206, M207 en M208 zijn uitgerust met een enkel drijvend (ponton) dak, tank M205 is uitgerust met een vast dak van het type "Dome". De tanks hebben een capaciteit van 20.900 m³.

Benzinetank M317 heeft een bruto capaciteit van 20.000 m³. De tank is enkelwandig en uitgerust met een ponton dak.

Al deze tanks zijn uitgerust met een schuimsysteem om sealbranden te kunnen blussen.

De tanks zijn geplaatst in aarden tankputten waarvan de eigenschappen in de bovenstaande tabel zijn opgenomen voor de definitie van de bund. Het beschikbaar oppervlak voor de plas is berekend op een vergelijkbare wijze als voor de crude opslag (zie voorgaande paragraaf). Conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi is als gevolg van topping bij het scenario instantaan falen rekening gehouden met bund van 1,5 x netto oppervlakte van de tankput.

Voor de scenario's '10 minuten uitstroom' en '10 mm gat' is in de modellering rekening gehouden met een tankhead ter hoogte van de maximale vloeistofkolom in de tank.

7.6.3 Unit 37: LPG opslag

De volgende opslagen van brandbare, tot vloeistof verdichte, gassen zijn geselecteerd voor de QRA:

Tabel 33: LPG opslagen

Insluitsysteem			
Nr	Naam	Product	Hoeveelheid in m ³
37-1	M703	Propaan	1.000
37-1	M704	Propaan	1.000

⁸ Het oppervlak van de tankput is ongeveer $100\text{ m} \times 60\text{ m} = 6.000\text{ m}^2$. M205 staat in een tankput met M201. M201 heeft een diameter van 18 m (opp. 254 m²). Het beschikbaar oppervlak voor de plas is dus $6.000\text{ m}^2 - 254\text{ m}^2 = 5.746\text{ m}^2$. Het beschikbare volume voor de plas is $3,7\text{ m (tankput hoogte)} \times 5.746\text{ m}^2 = 21.258\text{ m}^3$. Dit is meer dan de inhoud van de tank.

⁹ Het oppervlak van de tankput is ongeveer $100\text{ m} \times 185\text{ m} = 18.500\text{ m}^2$. M206 (D = 40 m) staat in een tankput met M202 (D = 20 m), M203 (D = 20 m), M204 (D = 20 m), M207 (D = 40 m) en M208 (D = 40 m). Deze tanks hebben samen een oppervlak van 3.456 m². Het beschikbaar oppervlak voor de plas is dus $18.500\text{ m}^2 - 3.456\text{ m}^2 = 15.044\text{ m}^2$. Het beschikbare volume voor de plas is $3,7\text{ m (tankput hoogte)} \times 15.044\text{ m}^2 = 55.664\text{ m}^3$. Dit is meer dan de inhoud van de tank.

¹⁰ Zie bovenstaande voetnoot voor de berekening. M206, M207 en M208 hebben allemaal een diameter van 40 m en staan in dezelfde tankput. Het beschikbare oppervlak voor de plas is dus gelijk.

¹¹ Het oppervlak van de tankput is ongeveer $108\text{ m} \times 103\text{ m} = 11.124\text{ m}^2$. M317 staat in een tankput met M318 (met een spildijk ertussen).

M318 heeft een diameter van 40 m (opp. 1.257 m²). Het beschikbaar oppervlak voor de plas is dus $11.124\text{ m}^2 - 1.257\text{ m}^2 = 9.867\text{ m}^2$. Het beschikbare volume voor de plas is $2,7\text{ m (tankput hoogte)} \times 9.867\text{ m}^2 = 26.642\text{ m}^3$. Dit is meer dan de inhoud van de tank.

Insluitsysteem			
Nr	Naam	Product	Hoeveelheid in m ³
37-2	M711	Propan	2.000
37-3	M701	Butaan	2.000
37-3	M702	Butaan	2.000
37-4a	M712	Iso-butaan	2.000
37-4b	M713	Iso-butaan	2.000
37-4c	M714	Iso-butaan	2.000
37-4d	M715	Butaan	2.000

De LPG fracties worden opgeslagen in bullets (cilindervormige opslagtanks) in het noordoostelijke opslaggebied. De bullets hebben een lengte van 67,5 meter en een diameter van 6,1 meter. De bullets zijn afgedekt met aarde en betreffen derhalve ingeterpte opslagen. Bij het modelleren van de LPG-tanks is conform de rekenmethodiek Bevi ervan uitgegaan dat oorzaken die kunnen leiden tot een vuurbal niet mogelijk zijn waardoor een gedeelte van de gebeurtenissenboom is vervallen.

7.6.4 Unit 310: CO2 opslag

De volgende opslagen van CO2 zijn geselecteerd voor de QRA:

Tabel 34: CO2 opslagen

Insluitsysteem			
Nr	Naam	Product	Hoeveelheid in m ³
310	M801	CO2	6.000
310	M802	CO2	6.000

De vloeibare CO2 uit de afvanginstallatie wordt opgeslagen in horizontale tanks onder een druk van circa 16 bara en een temperatuur van -27°C.

Voor de scenario's '10 minuten uitstroom' en '10 mm gat' is in de modellering rekening gehouden met een tankhead ter hoogte van de maximale vloeistofkolom in de tank.

Tabel 35: Principebeschrijving modellering tankenpark units 30, 31 @ en 37

Onderdeel	Scenario	Scenario code bijlage C
Enkelwandige atmosferische opslagtanks	Conform Tabel 17 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi':	
	- Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	O1
	- Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	O2
	- Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	O3

Ingeterpte opslagtank onder druk	Conform Tabel 15 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud - Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom - Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	O1 O2 O3
bovengrondse opslagtank onder druk	Conform Tabel 13 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud - Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom - Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	O1 O2 O3

7.7 Bulkverladingen

7.7.1 Unit 737 Bargeloading

De bargeloading is gesitueerd in de Van Cittershaven. Hier zijn vier aanlegsteigers en drie wachtsteigers geconstrueerd. Steiger 1 en 3 zijn enkelvoudige steigers, steiger 4, 5, 6 en 7 zijn geprojecteerd aan weerszijde van een platform. Alle steigers zijn ontworpen voor het behandelen van tankschepen met een 'Deadweight tonnage' (DWT) van 800 - 4000. Steiger 6/7 is geconstrueerd voor het behandelen van schepen tot 4500 DWT. Door het plaatsen van extra meerpalen kunnen ook kleinere schepen (250 ton deadweight) behandeld worden. Naast de Van Cittershaven kan bargeloading ook plaats vinden aan de Borssele steiger. Noot: aan de Borssele zeesteiger worden de producten verladen via 2 laadarmen. De navolgende producten en grondstoffen kunnen per steiger/meter worden overgeslagen:

Tabel 36: Producten en grondstoffen per steiger

Locatie:	Product beladen (exporteren):	product lossen (importeren):
Steiger # 1	propaan, butaan	propaan, butaan
	benzine (componenten)	benzine (componenten)
	Gasolie	Gasolie,
	benzeen,	
	xyleen	
Steiger # 3	CO ₂	
	benzeen	
	nafta	nafta
	gasolie	
Steiger # 4/5	benzine (componenten), xyleen	benzine (componenten) ballastwater
	gasolie, DHC bodems	gasolie (componenten), DHC-voeding
	gasolie	ballastwater
	stookolie	stookolie, fluxant, ballastwater
	stookolie, vacuüm residu	

Locatie:	Product beladen (exporteren):	product lossen (importeren):
Steiger # 6/7	gasolie	gasolie, DHC voeding
		ballastwater
	jetfuel	
	gasolie	gasolie, DHC voeding
	jetfuel	
Borssele steiger	Jetfuel benzine K3 producten (DHC bottoms, Gasolie)	crude K3 producten (DHC feed, DHT feed, VDU feed)

De uitgangspunten voor de verladingsgegevens zijn vastgesteld op basis van doorzetgegevens van de afgelopen jaren, met bijbehorende laaduren en faalfrequenties per jaar:

Tabel 37: Doorzetgegevens bargeloading

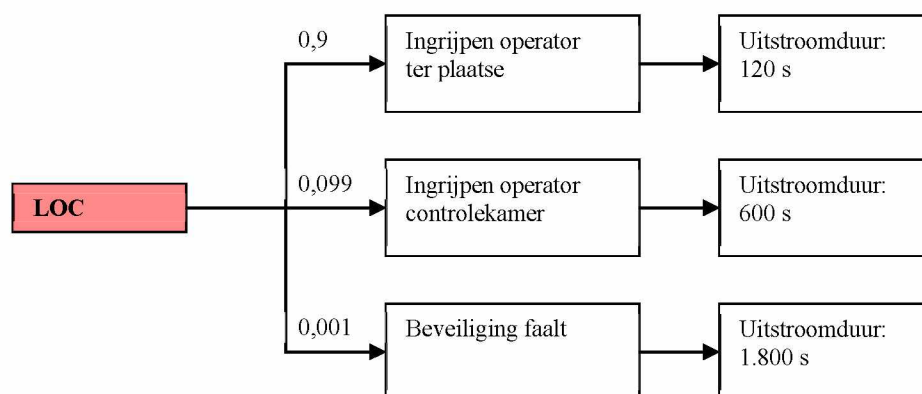
Product	Hoeveelheid	Laadduur	Faalfrequentie laadarm	
	[ton/jaar]	[uur/jaar]	Breuk	Lek
propaan / butaan (steiger 1)	514727	3623	8,10E-05	8,10E-04
benzine componenten (steiger 1)	343875	868	4,20E-05	4,20E-04
nafta (steiger 1)	395215	3658	1,02E-04	1,02E-03
benzeen (steiger 1)	68035	228	1,20E-06	1,20E-05
xyleen (steiger 1)	205593	615	2,10E-05	2,10E-04
CO2 (steiger 1)	900000	2414	7.24E-05	7.24E-04
benzine componenten (steiger 3)	343875	868	4,20E-05	4,20E-04
nafta (steiger 3)	1317386	4096	1,02E-04	1,02E-03
benzeen (steiger 3)	68035	228	1,20E-06	1,20E-05
xyleen (steiger 3)	205593	615	2,10E-05	2,10E-04
kerosine (steiger 4/5)	630100	1747	1,38E-04	1,38E-03
kerosine (steiger 6/7)	1680268	4659	1,38E-04	1,38E-03
crude (Borssele steiger)	56930	75	3,66E-06*	3,66E-05*
benzine (Borssele steiger)	692509	1066	6,00E-06*	6,00E-05*
kerosine (Borssele steiger)	170679	272	2,70E-06*	2,70E-05*

* De faalfrequentie van de laadarmen neemt in rekening dat tijdens de verlading 2 laadarmen gebruikt worden voor het laden/lossen van het schip.

De overslagcapaciteit van de steigers varieert tussen 175 en 1.100 m³/uur per steiger voor de Van Cittershaven. De overslagcapaciteit op de Borssele zeesteiger varieert tussen de 175 en 2.000 m³/u per steiger (maximaal 2x1000 m³/u per laadarm).

Op elke laadarm (Van Cittershaven: LPG 6", overige 8"; Borssele steiger: crude: 20", kerosine 14") is een blokafsluiter gemonteerd waarmee de toevoer naar of van de schepen kan worden afgesloten. De afsluiters betreffen semi-automatische afsluiters, zoals bedoeld in de Handleiding Risicoberekeningen

Bevi. Daarnaast zijn bij de verladings meerdere operators aanwezig welke toezicht houden op het verladingsproces en middels een noodstopvoorziening de afsluiters kunnen bedienen. Bij de verlading is dan ook voor de scenario's breuk losarm rekening gehouden met deze beveiligingsmaatregelen, zoals onderstaand weergegeven.



Alle steigers zijn voorzien van sprinklerinstallaties voor borging van een veilige vluchtweg bij calamiteiten. Ook zijn op essentiële punten monitoren aangebracht waarmee de steiger maar ook het schip kan worden bestreken.

Tijdens een verlading is een bemanningslid altijd uitgerust met een radio van de raffinaderij en dient dek controle ronden te lopen. De operator dient regelmatig controle ronden te lopen om te borgen dat aan alle eisen worden voldaan. Hoofdoperator in de controlekamer doet visuele controles op het camerasysteem. Bij de steigers zijn noodstopvoorzieningen voorzien en de hoofdoperator kan de noodstopvoorzieningen ook inschakelen in de controlekamer. De werking van de noodstopvoorzieningen wordt uitvoerig beschreven in de operator handboeken.

De losarm en verladingsactiviteiten vinden plaats boven het water. Voor de verlading van brandbare vloeistoffen is derhalve rekening gehouden met een uitstroming op het oppervlaktewater. In de modellering is ervan uitgegaan dat de uitstroming zich beperkt tot de insteekhaven (ca. 400.000 m²) voor de Van Cittershaven. Aan de Borssele steiger vindt de verlading plaats aan een steiger van de Westerschelde en derhalve wordt geen beperking van plasoppervlakte in beschouwing genomen. De Van Citters-insteekhaven is, gelet op de beperkte stroomsnelheid van het water als ook de diepte van de haven, gecategoriseerd als 'diep open water'. Aan de Borssele steiger wordt het water gecategoriseerd als 'diep rivier of kanaal'.

Het schip is tijdens de verlading in een insteekhaven gelegen (buiten de transport routes) waardoor de kans op een botsing die leidt tot een uitstroming dusdanig klein is, dat deze conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi niet beschouwd hoeft te worden. Gezien de karakteristieken van de Borssele zeesteiger worden wel scheepsbotsingen beschouwd. Voor de berekening van dit risico wordt gebruik gemaakt van statistieken over het scheepsverkeer van de laatste 10 jaar waarbij er gemiddeld 41474 scheepsbewegingen waren nabij de Borssele steiger. De faalfrequenties voor de aanvaringsscenario's is op basis van het aantal passendere schepen en de jaarlijkse laadduur berekend:

Tabel 38: Berekende faalfrequenties

Product	Laadduur	Faalfrequentie vloeistoftanker	
	[uur/jaar]	75m ³	20m ³

crude (Borssele steiger)	75	2,54E-07	1,02E-06
benzine (Borssele steiger)	1066	4,17E-07	1,67E-06
kerosine (Borssele steiger)	272	1,88E-07	7,50E-07

Tabel 39: Principebeschrijving modellering bargeloading

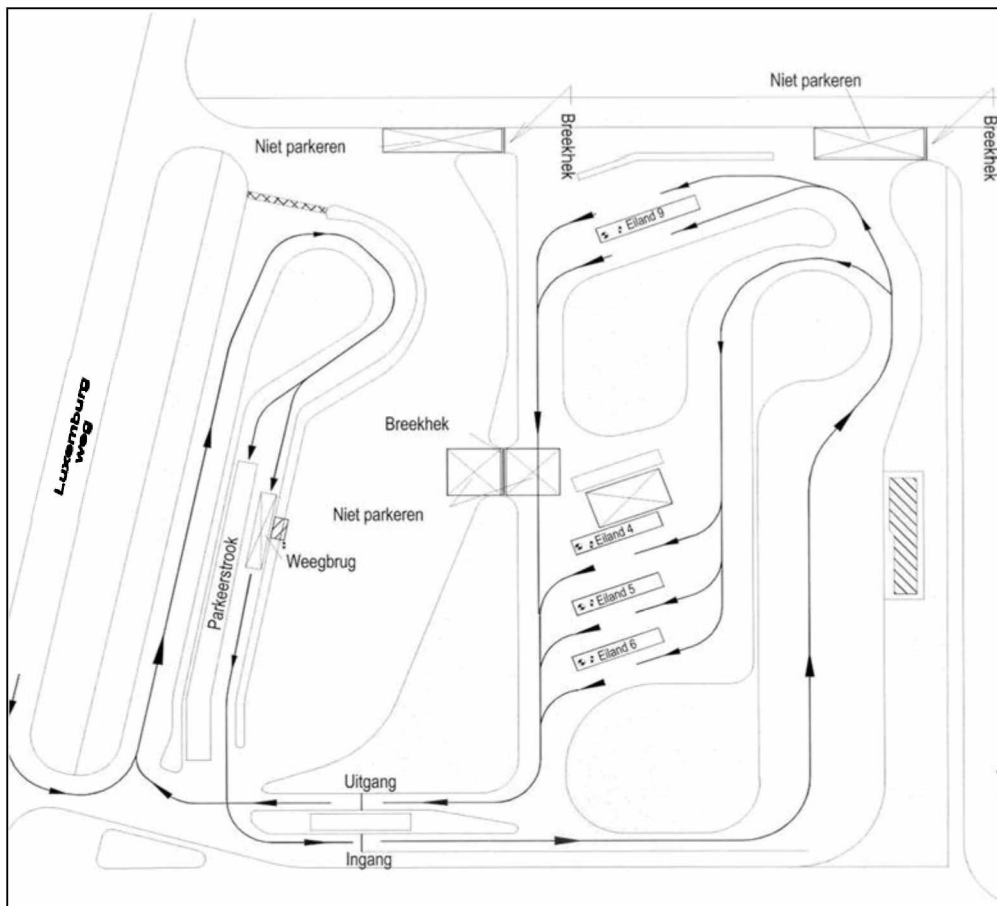
Onderdeel	Scenario	Scenario code bijlage C
Laadarm	Conform tabel 50 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Breuk van de laad-/losarm - Lek van de laad-/losarm met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter (15,2 / 20,3 mm)	K1 a / b / c K2
Dubbelwandige vloeistoftankers	Conform tabel 48 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Continu vrijkomen van 75 m ³ in 1800s - Continu vrijkomen van 20 m ³ in 1800s	B1 B2

7.7.2 Units 035 en 037 Tankwagenbelading

De tankwagens kunnen op de terminal worden geladen op vier laadrekken:

Tabel 40: Laadrekken tankwagenbelading

locatie:	product:	opmerking:
laadrek # 4	Benzines en PFU producten, diesel	belading aan één kant van laadrek mogelijk
laadrek # 5	benzine en diesel	belading aan één kant van laadrek mogelijk
laadrek # 6	xyleen en diesel	belading aan één kant van laadrek mogelijk
laadrek # 9	LPG	belading aan twee kanten van laadrek mogelijk



Figuur 9 Truckbelading terminal

Druk en ladingsnelheid worden geregeld door een regelklep. Druk voor de klep tijdens belading is ongeveer 7 bar, het laaddebiet mag niet boven de 120 m³/uur komen. De temperatuur van het product tijdens de verlading is ongeveer gelijk aan de omgevingstemperatuur.

Maximaal kunnen op de terminal drie benzine/gasolie/diesel tankwagens aanwezig zijn en twee LPG tankwagens. Een LPG tankwagen heeft een inhoud van 50 m³. De overige tankauto's hebben een inhoud van 30 m³. De verlading van de tankwagen zelf duurt bij een 30 m³ tankwagen ongeveer 15 minuten en bij de LPG tankwagens ongeveer 30 minuten. Het gehele proces van binnenkomen vullen en vertrek duurt ca. 30 minuten voor een 30 m³ tankwagen en ongeveer 45 minuten voor een een LPG tankwagen. De gasolie/diesel verladingen zijn niet opgenomen in de QRA (zie paragraaf 6.1).

De uitgangspunten voor de verladingsgegevens zijn:

Tabel 41: Doorzetgegevens

Product	Hoeveelheid		Laadtijd	Faalfrequentie laadarm	
	ton/jaar	wagens/jaar	uur/jaar	breuk	lek
LPG	29.576 ¹²	1150	575	1,73E-05	1,74E-04
xyleen	21.992 ¹³	840	210	6,30E-06	6,30E-05
benzine	38.66412 ¹³	1925	481	1,44E-05	1,44E-04

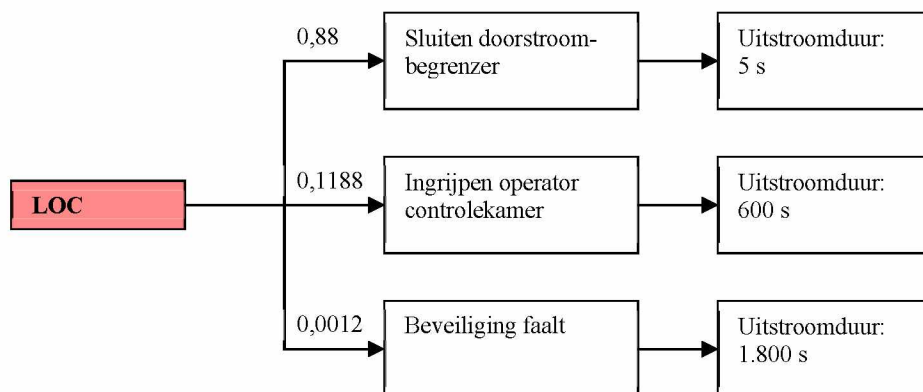
Naast de gebruikelijke veiligheidsvoorschriften zijn ter plaatse van de LPG verlading een aantal aanvullende beveiligingen aangebracht:

- **Doorstroombegrenzer:** een doorstroombegrenzer is een passief systeem, dat wil zeggen dat de klep automatisch dichtgaat wanneer het debiet een ingestelde waarde overschrijdt, bijvoorbeeld doordat de druk op een klep de veerdruk overschrijdt. De instelwaarde van de doorstroombegrenzer is 150 m³/uur. Het uitstroomdebiet bij een breuk van de arm kan in het begin kort pieken naar maximaal 1.5 (systeemreactie pomp) * het laaddebiet van 120 m³/uur = 180 m³/uur, waarna de regelklep kort daarna het debiet terugbrengt naar 120 m³/uur. Echter, de theoretische maximale flow van de beladingspomp is 170 m³/hr. De klep zal dus sluiten omdat in het begin van de breuk de ingestelde waarde van de doorstroombegrenzer overschreden wordt. De verhouding tussen het uitstroomdebiet en instelwaarde van de doorstroombegrenzer is maximaal 170/150 = 1.13. Dit betekent dat de kans op falen van de doorstroombegrenzer gelijk is aan 0.12.
- **Dodemansknop:** Tijdens de verlading moet de chauffeur deze knop ingedrukt houden. Bij loslaten van de knop wordt de verlading direct gestopt. Deze beveiliging is niet meegenomen in de QRA.
- **Gasdetecdomino**
- **tie:** Rond het gaseiland zijn diverse gasdetectiekoppen met "Lower Explosion Limit" (LEL) geïnstalleerd voor detectie vrijkomend gas. Boven een bepaalde grenswaarde wordt er een ESD gegenereerd en alarmering in de controlekamer.
- **Noodstopvoorziening:** Elk laaideiland is voorzien van een ESD-knop

Bij de scenario's voor de LPG-verlading is dan ook rekening gehouden met deze beveiligingsmaatregelen zoals onderstaand weergegeven.

¹² De inhoud van een LPG tankwagen is 50 m³. Op basis van het SAFETI-NL PSU-bestand komt dit overeen met 25,72 ton (dichtheid bij verladingsdruk en temperatuur). Hierbij is conservatief geen rekening gehouden met een maximale vullingsgraad van 95% (conform ADR). Het aantal wagens per jaar is het start-uitgangspunt. De verwachte doorzet per jaar is afgeleid uit het aantal wagens per jaar en de inhoud van de tankwagen op basis van het PSU-bestand. 1150 wagens per jaar * 25,72 ton = 29.576 ton per jaar.

¹³ De jaarlijkse doorzet is op een vergelijkbare wijze berekend als voor de LPG tankwagens (zie bovenstaande voetnoot).



Tabel 42: Principebeschrijving modellering Truckloading

Onderdeel	Scenario	Scenario code bijlage C
Laadarm	Conform tabel 50 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Breuk van de laad-/losarm - Lek van de laad-/losarm met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter (50,8 mm)	S1 a / b / c S2
Tankauto ten gevolge van domino-effect	Conform tabel 51 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud atmosferische tankauto, resulterend in een plasbrand - BLEVE LPG-wagen 100% vulling - BLEVE LPG-wagen 66% vulling - BLEVE LPG-wagen 33% vulling	E1 E2a E2b E2c
Tankauto atmosferische druk	Conform Tabel 42 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud - Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting (100 mm)	A1 A2
Tankauto onder druk	Conform Tabel 43 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud - Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting (100 mm)	T1 T2

7.8 Transportleidingen

7.8.1 LPG

Vanaf unit 37 (LPG opslag tanks) is een bovengrondse transportleiding voor LPG naar de bargelading (Van Cittershaven) gelegen. De leiding betreft een insluitsysteem. De belangrijkste kenmerken van de leiding zijn:

- stof: propaan
- diameter: 8 inch (203 mm)
- lengte: 1168 m
- druk: 7 barg
- pompdebiet: 250 m³ /uur

De transportleiding is gemodelleerd als een routemodel waarbij de uitstromingen zijn verdeeld over het gehele leidingtraject met intervallen van 50 m (LPG). Bij een breuk van de LPG-leiding is gerekend met een instroomdebiet ('long pipeline model') van maximaal 1,5x het nominaal pompdebiet om rekening te houden met een systeemreactie van de pomp.. In het leidingtracé zijn geen afsluiters aanwezig welke in korte tijd een deel van de leiding kunnen inblokken. Er is geen rekening gehouden met ingrijpen van repressieve systemen.

7.8.2 Borssele Steiger

Vanaf de Borssele steiger lopen productleidingen van de verlaadplaats tot aan de meetstraat waar de leiding ondergronds het terrein verlaat. De pijpleiding buiten de terreingrens valt onder het Bevb en dient niet worden beschouwd in de QRA van Zeeland Refinery. Aan de Borssele steiger worden kerosine, benzine en nafta verladen. Deze drie leidingen zijn opgenomen in de QRA. Voor elke leiding wordt uitgegaan dat er door twee leidingen tegelijkertijd verladen wordt. De belangrijkste kenmerken van de leidingen zijn:

Tabel 43: Transportleidingen

stof:	Crude	Kerosine	Benzine
diameter:	20 inch (508 mm)	14 inch (355,6 mm)	14 inch (355,6 mm)
lengte:	489 m	489 m	489 m
druk:	6 barg (verladen)	6 barg (verladen)	6 barg (verladen)
pompdebiet:	2000 m ³ /uur	2000 m ³ /uur	2000 m ³ /uur
Debiet per leiding:	1000 m ³ /uur	1000 m ³ /uur	1000 m ³ /uur

Tabel 44: Principebeschrijving modellering transportleiding

Onderdeel	Scenario	Scenario code bijlage C
Bovengrondse leiding	Conform Tabel 27 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi': - Breuk van de leiding - Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter	L1 L2

De transportleiding is gemodelleerd als een routemodel waarbij de uitstromingen zijn verdeeld over het gehele leidingtraject met intervallen van 10 m (crude, benzine & kerosine). In geval van een breuk van één van de leidingen naar de Borsselesteiger is het uitstroomdebiet gelijk aan het pompdebiet omdat aangenomen wordt dat de pompen capaciteitsgeregeld zijn (en niet drukgeregeld). De pompen zullen dus niet harder gaan pompen bij verlies van tegendruk. De leidingen worden niet continu gebruikt voor de verlading van product. Wel is altijd product in de leiding aanwezig. Voor de leidingen naar de Borsselesteiger is daarom rekening gehouden in de scenariomodellering met de tijd dat er verladen wordt (druk 6 barg, nominaal debiet 2000 m³/uur) en dat er niet verladen wordt (druk maximaal 2 barg, geen debiet). In het laatste geval komt alleen de inhoud van de leiding vrij. In het leidingtracé zijn geen afsluiters aanwezig welke in korte tijd een deel van de leiding kunnen inblokken. Er is geen rekening gehouden met ingrijpen van repressieve systemen.

Het maximaal plasoppervlak bij een uitstroming uit de bovengrondse transportleidingen naar de Borsselesteiger is gelimiteerd op basis van een standaardwaarde voor de plashoogte van 0.05 m. Op basis van de uitgestroomde massa per scenario is het uitgestroomde volume berekend. Uit het volume en de maximale plashoogte kan het plasoppervlak bepaald worden. Dit plasoppervlak is ingevoerd als bund in de scenario's.

8 OMGEVING

Voor de berekening van de externe risico's zijn vier omgevingsvariabelen van belang, namelijk weergegevens, ruwheidslengte van de omgeving, ontstekingsbronnen en bevolking (populatie) in de omgeving. Daarnaast kunnen er ook nog domino-effecten of beschadigingen optreden die kunnen leiden tot een verhoging van het externe risico.

8.1 Weergegevens

Voor het uitvoeren van de berekeningen moeten meteorologische gegevens worden ingevoerd. Als uitgangspunt zijn de weergegevens van Vlissingen toegepast, zoals die zijn opgenomen in de Handleiding. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de weerklassen die worden beschouwd.

Tabel 45: Weerklassen

Weerklasse	Beschrijving
B3	Instabiel weer, gematigd zonnig, lichte tot gemiddelde wind (3 m/s)
D1,5	Licht instabiel weer, zonnig en winderig (1,5 m/s)
D5	Neutraal weer, bewolkt en winderig (5 m/s)
D9	Neutraal weer, bewolkt en winderig (9 m/s)
E5	Licht stabiel, licht winderig (3 m/s)
F1,5	Zeer stabiel, zeer licht winderig (1,5 m/s)

8.2 Ruwheidslengte

De ruwheidslengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft. De ruwheidslengte van de omgeving is in Nederland standaard 300 mm. Deze kan aangepast worden op basis van de afstand tussen obstakels en de hoogte van deze obstakels in de omgeving van de inrichting. In deze studie is uitgegaan van de standaard ruwheidslengte van 300 mm.

8.3 Ontstekingsbronnen

De aanwezigheid van ontstekingsbronnen in de omgeving van de inrichting is van belang voor de berekening van het groepsrisico. Alle potentiële ontstekingsbronnen¹⁴ gelegen binnen het invloedsgebied (zie ook paragraaf 9.5 voor de bepaling van de omvang van dit gebied) dienen te worden meegenomen in de QRA.

Per aanwezige persoon in de omgeving van de activiteit wordt conform de handleiding risicoberekeningen een ontstekingskans van 0.01 gehanteerd. Voor de aantallen en verspreiding van de populatie wordt verwezen naar de volgende paragraaf.

Behalve de aanwezige populatie zijn er verder op de site van Zeeland Refinery 2 flare systemen en 2 fornuizen geïdentificeerd. Buiten de site zijn 3 belangrijke transportwegen opgenomen in de QRA als ontstekingsbron.

¹⁴ Zie module B, paragraaf 2.2 tabel 1 van de Handleiding risicoberekeningen Bevi 4.2 voor een overzicht van relevante ontstekingsbronnen

Voor de lokale wegen wordt conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi aangenomen dat deze inbegrepen zijn in de ontstekingskans van de populatie. Voor de transportwegen die wel zijn meegenomen wordt aangenomen dat deze niet als 'lokaal' beschouwd kunnen worden. Dit is omdat er verder ook niet veel populatie rondom de wegen aanwezig is in verhouding met het aantal voertuigen per uur (en de resulterende ontstekingskans). Het kan dus niet zondermeer gesteld worden dat deze wegen inbegrepen zijn in de ontstekingskans van de populatie. De details van de ontstekingsbronnen worden gepresenteerd in de volgende tabel.

Tabel 46: Ontstekingsbronnen

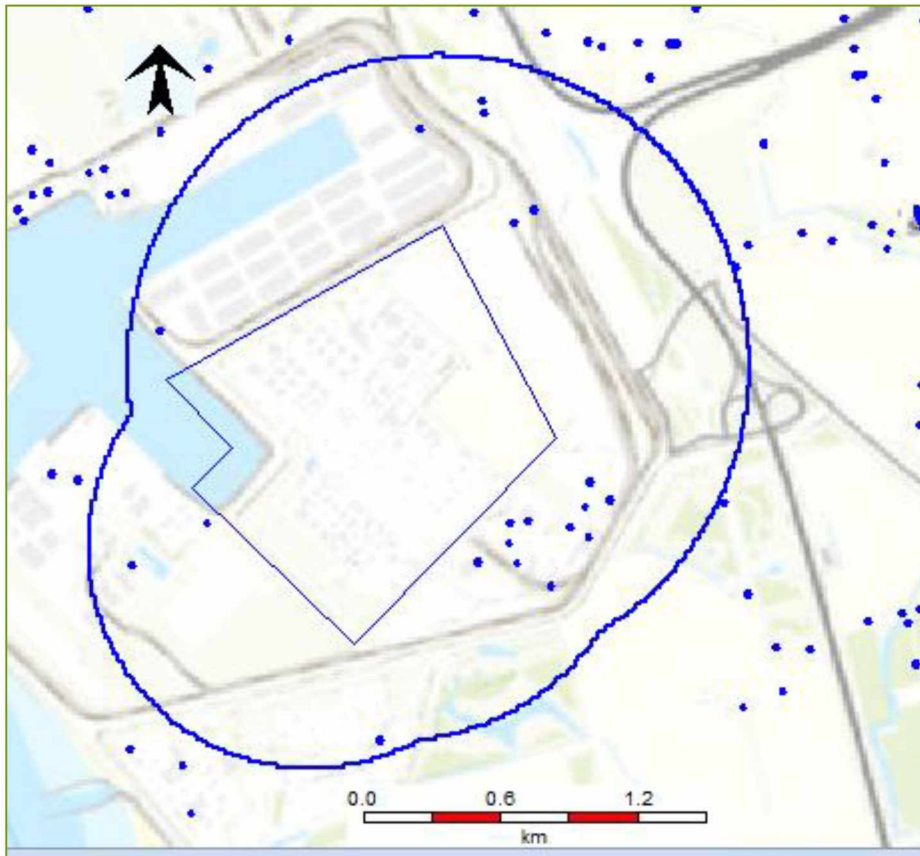
Ontstekingsbron	Brontype	Ontstekingskans	Operationele fractie	Aantal voertuigen /uur Dag	Aantal voertuigen /uur Nacht	Gem. snelheid m/s
Flare 1	Puntbron	1	0,5			
Flare 2	Puntbron	1	0,5			
Fornuis 201H01	Puntbron	0,9	0,9			
Fornuis 303H01	Puntbron	0,9	0,9			
Europaweg Zuid	Lijnbron	0,4		20	10	13,89
Europaweg Oost	Lijnbron	0,4		50	25	22,22
Luxemburgweg	Lijnbron	0,4		50	25	13,89
Populatie	Bevolkingsbron	0,01 (p.p.)				

8.4 Populatiegegevens

In lijn met het Bevi is bij het berekenen van het groepsrisico alleen rekening gehouden met alle mogelijke aanwezigen buiten de inrichting. De aanwezige personen op het terrein van Zeeland Refinery worden niet meegenomen bij de bepaling van het groepsrisico.

Binnen het invloedsgebied van Zeeland Refinery bevinden zich de woongebieden van Borssele, Nieuwdorp en 's Heerenhoek. De directe omgeving van Zeeland Refinery is een gebied voor industriële activiteiten waarbij niet alle gebieden reeds ontwikkeld zijn. In de toekomst kunnen zich hier meerdere bedrijven gaan vestigen. De populatie voor de huidige bedrijven, gebouwen en woningen binnen het invloedsgebied is opgevraagd via de nationale populatieservice. De populatieservice is gebaseerd op de basisadministratie adressen en gebouwen (BAG versie januari 2021). Het doel van de populatieservice is het beschikbaar stellen van informatie over personendichtheden geschikt voor de berekening van het groepsrisico van een inrichting vallend onder Bevi (zoals Zeeland Refinery).

In de onderstaande figuur staat het invloedsgebied weergegeven



8.5 Beschouwing domino-effecten en beschadigingen

Het optreden van beschadiging en domino-effecten is niet opgenomen in de standaard faalfrequenties op een inrichting. Deze paragraaf geeft een beschouwing van de mogelijk relevante domino-effecten en externe beschadigingen die kunnen optreden.

8.5.1 Externe beschadiging

Externe beschadiging betreft het optreden van een Loss of Containment ten gevolge van bijvoorbeeld een botsing met een voertuig. Het moet daarom bijvoorbeeld aannemelijk worden gemaakt dat bij de tankauto's geen aanvullende aanrijscenari'o's mogelijk zijn die kunnen leiden tot beschadiging van de tankauto.

In de Handleiding zijn geen scenario's opgenomen voor Loss of Containment ten gevolge van externe beschadiging van tankauto's of brand in de omgeving. Aangenomen wordt dat voldoende maatregelen zijn genomen om externe beschadiging van het reservoir te voorkomen, zoals een geïsoleerde opstelling en/of lage snelheid. Ook is aangenomen dat een beladen tankauto niet is opgesteld nabij brandbare vloeistoffen of nabij een dusdanige hoeveelheid brandbaar materiaal, dat de warmtestraling van een brand leidt tot het falen van de tankauto. Indien een dergelijke situatie zich voordoet, dient deze bij voorkeur door het nemen van maatregelen opgeheven te worden.

Gezien de snelheidsbeperking die geldt op het terrein van Zeeland Refinery wordt het scenario van externe beschadiging van de tankauto verder niet beschouwd. De kans op een aanrijding met voldoende kracht om een lekkage van de tankauto te veroorzaken wordt hierdoor zeer onwaarschijnlijk geacht. Dit scenario is niet verder opgenomen in de QRA.

Een andere externe beschadiging kan optreden aan een aangemeerd schip ten gevolge van scheepsbotsingen. Omdat de Van Cittershaven gelegen is in een insteekhaven buiten de transport routes, is de kans op een botsing die leidt tot een uitstroming dusdanig klein, dat deze conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi niet beschouwd hoeft te worden. De Borssele steiger bevindt zich in de Westerschelde langs transport routes en kunnen scheepsbotsingen niet uitgesloten worden. In de QRA is derhalve met aanvaringsscenario's rekening gehouden voor de schepen die komen verladen bij de Borssele steiger.

8.5.2 Interne domino-effecten

Interne domino-effecten ontstaan wanneer het falen van één installatie met gevaarlijke stoffen leidt tot het falen van een ander installatie met gevaarlijke stoffen. Interne domino-effecten worden niet expliciet meegenomen in een QRA. Alleen bij een situatie waarin het falen van één installatie duidelijk leidt tot het falen van een andere installatie, dient een intern domino-effect meegenomen te worden in een QRA. Een voorbeeld van een dergelijke situatie is wanneer twee LPG reservoirs zodanig dicht bij elkaar staan, dat het instantaan falen van één reservoir (waarschijnlijk) leidt tot het falen van het andere reservoir. In dit geval dient voor het scenario 'instantaan falen' in alle gevallen te worden uitgegaan van de inhoud van het grootste reservoir.

Binnen de inrichting zijn vele interne domino-effecten denkbaar. Maatgevende domino-effecten zijn met name bij de opslagtanks te verwachten. Er is dan ook rekening gehouden met de grootste tankinhoud van een tankcluster.

8.5.3 Externe domino-effecten

Andere domino-effecten die beschouwd dienen te worden zijn vallende objecten op de installatieonderdelen (bijv. neerstortende vliegtuigen), falende windturbines en potentiële externe domino-effecten ten gevolge van bedrijven met gevaarlijke stoffen in de omgeving. Conform de Handleiding dient beoordeeld te worden of externe domino-effecten tot een significante verhoging kunnen leiden de externe risico's van de inrichting.

De Handleiding stelt dat het additionele risico deze domino-effecten beschouwd dient te worden als de risicobijdrage daarvan minimaal 10% kan bijdragen aan de frequentie van catastrofaal falen van een installatie-onderdeel met gevaarlijke stoffen. De reden dat slechts alleen catastrofale scenario's bekeken worden is omdat er in het geval van een extern domino-effect (bijvoorbeeld een incident met vliegverkeer of windturbine faalt met blad afworp) nooit sprake zal zijn van een klein incident/kleine lekkage. In het geval van de atmosferische opslagtanks is de frequentie van 'catastrofaal falen' de som van de frequenties van de scenario's 'instantaan falen' en '10 minuten uitstroming'.

Voor deze opslagtanks geldt een opgetelde frequentie voor catastrofaal falen van 10-5 contour. 10%-bijdrage hiervan komt neer op PR 10-6 contour wat dan als relevantiecriteria geldt. Als de bijdrage van het externe domino-effect op de kans op falen van een opslagtank kleiner is dan PR 10-6 contour, hoeft er geen expliciet rekening gehouden te worden met het domino-effect.

Zeeland Refinery is aangemerkt als een potentieel domino relevant bedrijf zowel als veroorzaker en blootgestelde vanwege de ligging binnen de op 4 februari 2014 vastgestelde veiligheidscontour rondom het industrieterrein Vlissingen-Oost¹⁵

De volgende Brzo-instellingen zijn gelegen binnen de Veiligheidscontour Industrieterrein Vlissingen-Oost en worden door de DCMR aangewezen als domino-relevante bedrijven:

- Vesta Terminal Flushing (locatie VTF-3),
- Arkema Vlissingen;
- Zeeland Refinery;
- Verbrugge Scaldia Terminals;
- Vopak Terminal Vlissingen;
- Access World Terminals B.V.

In de eerder uitgevoerde QRA waren geen domino effecten geïdentificeerd. Op het moment van uitvoeren van deze QRA wordt de huidige externe domino effecten onderzocht. Er kan hierdoor ten tijde van het uitvoeren van deze QRA nog niet worden bepaald of nieuwe externe domino effecten mee genomen moeten worden. Een beschrijving van de (overige) gevaren van buiten de inrichting is gegeven in paragraaf 1.3.6 van het Veiligheidsrapport deel 1.

In de directe omgeving van raffinaderij staan geen windturbines die een potentieel domino-effect kunnen veroorzaken. Gezien de ruime afstand (>500 m) van de dichtstbijzijnde windturbines (die ten oosten van de inrichtingsgrens aanwezig zijn) tot aan de installatieonderdelen met gevaarlijke stoffen, hoeft het falen van deze turbines niet expliciet beoordeeld te worden in de voorliggende QRA. Volgens het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid (oktober 2020), Tabel 7.18, is de maximale werpafstand van nominaal rotortoerental (van turbines tot een maximaal vermogen van 5 MW) gelijk aan 245 m. Voor een QRA is het alleen van belang om te beoordelen of installatieonderdelen binnen deze afstand staan. Buiten deze afstand is de risicobijdrage niet relevant meer (zie ook het 10%-relevantie criterium hierboven).

Bij de Borssele steiger staat een windturbine in de nabijheid van de installatieonderdelen. Dit is de Enercon E-92 met een vermogen van 2.350 kW en een masthoogte van 78 meter. De afstand vanaf deze turbine tot aan het dichtstbijzijnde installatieonderdeel (de leiding) is ongeveer 275 m. Voor deze turbine is op basis van het vermogen en de ashoogte (paar meter hoger dan de masthoogte) de maximale werpafstand van nominaal rotortoerental maximaal 198 m (zie tabel 7.18)¹⁶. Op basis daarvan wordt gesteld dat de risicobijdrage niet relevant is.

Kortom, er worden geen relevante domino-effecten ten gevolge van het falen van windturbines verwacht.

¹⁵ HS-2020-12-09-M01 - Aanwijzing domino-effecten Brzo Zeeland Refinery - rev.3

¹⁶ Dit is de afstand bij een vermogen van 3 MW i.p.v. 2.35 MW. Tevens is de afstand gekozen bij weerklassen IEC 2. Op basis van <http://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/01/Windkaartvan%20Nederland%20%282014%29.pdf> blijkt dat de Borsselesteiger in een gebied ligt met een windsnelheid tussen 7 en 7.5 m/s (weerklassen IEC 3). Er zijn echter geen afstanden gerapporteerd in het Handboek bij IEC 3, daarom is de afstand voor IEC 2 gekozen.

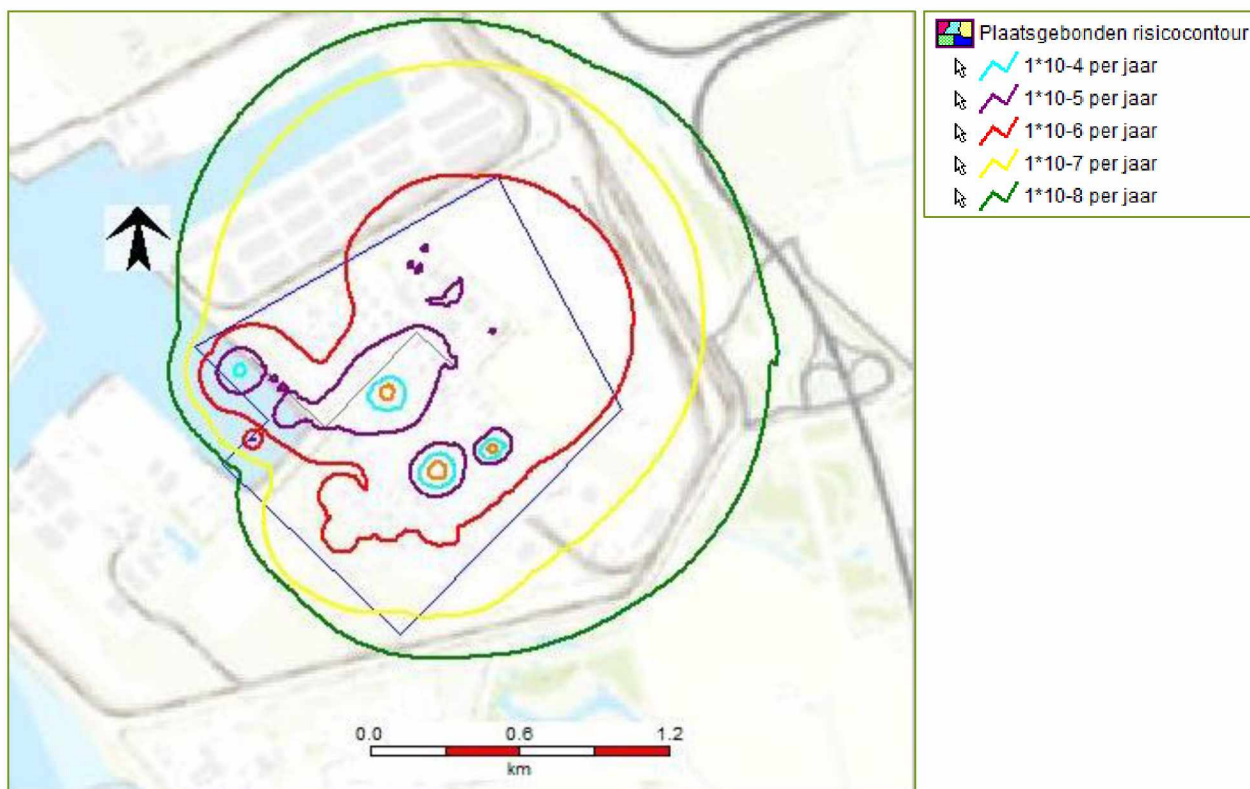
9 RISICORESULTATEN

9.1 Plaatsgebonden risico

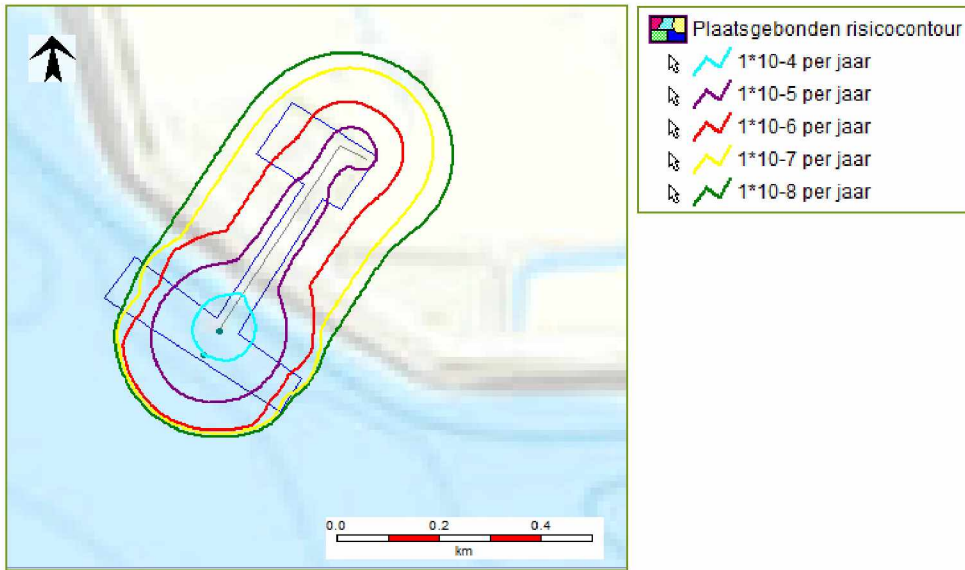
In de onderstaande figuren zijn de plaatsgebonden risicocontouren opgenomen voor de vigerende situatie (zie Figuur 10 en Figuur 11) en de voorgenomen situatie (zie figuur Figuur 12).

Uit de figuren blijkt dat de PR 10^{-6} contour van de raffinaderij in de voorgenomen situatie aan de zuidwestzijde iets groter is dan in de vigerende situatie. Ten noorden bij de crude oiltanks, ten oosten bij de LPG opslag en ten westen ter hoogte van de CO₂ opslag overschrijdt de PR 10^{-6} contour de inrichtingsgrens. Daarnaast is de PR 10^{-6} contour over de Van Cittershaven gelegen. De PR 10^{-6} contour blijft binnen de vastgestelde veiligheidscontour Sloegebied.

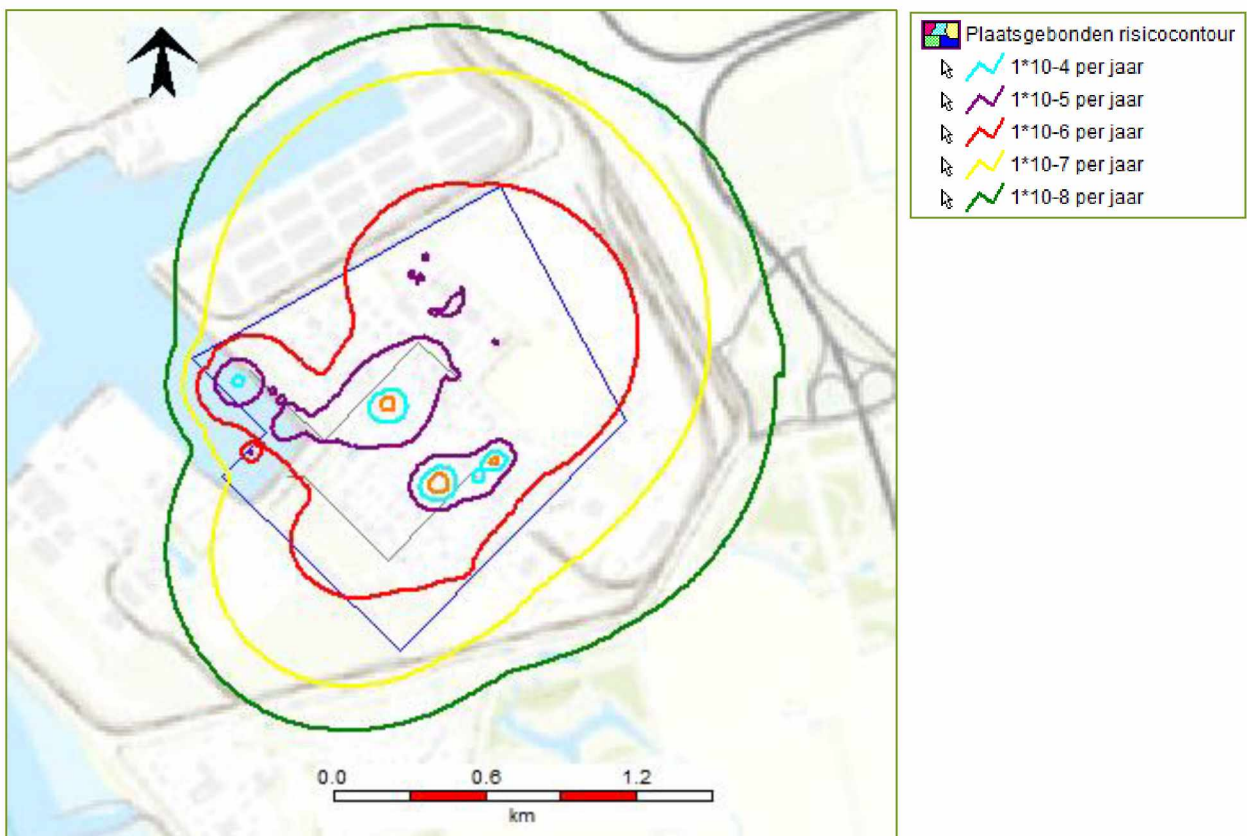
De PR 10^{-6} contour van de Borssele steiger (zie **Error! Reference source not found.**) bevindt zich buiten de inrichtingsgrens en ook buiten de veiligheidscontour Sloegebied. Ten zuidwesten bevindt de PR 10^{-6} contour zich in de Westerschelde. In het noordoosten bevindt de PR 10^{-6} contour zich in landbouwgebied. De PR 10^{-6} contour bij de Borssele steiger valt niet over al dan niet geprojecteerde (beperkt) kwetsbare objecten. De PR 10^{-6} contour van de Borssele steiger wijzigt niet vanwege de voorgenomen activiteiten.



Figuur 10: Plaatsgebonden risicocontouren – vigerende situatie (uitvergroting van de raffinaderij)



Figuur 11: Plaatsgebonden risicocontouren – vigerende situatie (uitvergroting van de Borssele stijger)



Figuur 12: Plaatsgebonden risicocontouren voorgenomen situatie

9.2 De bepalende scenario's voor het plaatsgebonden risico

De bepalende scenario's voor het plaatsgebonden risico zijn de scenario's die opgeteld tenminste 90% van het plaatsgebonden risico van de PR 10^{-6} contour bepalen¹⁷. Van de bepalende scenario's dient het volgende beschreven te worden:

- Stof (zie paragraaf 6.1);
- Scenario-frequentie (zie bijlage C);
- Bronsterkte (zie tabellen hieronder);
- Bronduur (zie tabellen hieronder);
- Schadeafstanden voor weersklasse F1.5 en D5 (zie tabellen hieronder).

Een risicoranking geeft inzicht in welke scenario's het risico veroorzaken op een bepaalde locatie. Volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevi dient een plaatsgebonden risicoranking opgesteld te worden op de PR 10^{-6} contour plaatsgebonden risicocontour. De risicoranking is locatieafhankelijk en kan dus over de gehele contour anders zijn. Daarom wordt de risicoranking gepresenteerd voor vijf gekozen locaties op de PR 10^{-6} contour: voor de raffinaderij in het noorden, oosten, westen en zuiden en één ten noordoosten van de Borssele steiger. De exacte locatie van de punten bij de raffinaderij is in de onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 13: Locatie risicorankingpunten (blauwe punten) op de PR 10^{-6} contour

¹⁷ Handleiding risicoberekeningen, module B, paragraaf 4.2, opmerking 2

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de scenario's welke het meeste bijdragen aan het risico op de risicorankingpunten op de PR 10⁻⁶ contour. Daarnaast zijn ook de maximale 1% -letaliteitsafstanden (schadeafstanden) voor weertype F1.5 en D5 gegeven. Deze komen uit het SAFETI-NL rapport: 'Summary Maximum Effect Zones'.

Uit onderstaande tabel blijkt dat voor de raffinaderij het PR 10⁻⁶ contour risico ten noorden (terreingrens) en oosten (buiten de terreingrens) hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door crude opslagtanks M101 t/m M103, de gasopslag en de truckverlading (vuurbal LPG tankwagen). Ten westen (op het terrein) en zuiden (op het terrein) van de raffinaderij wordt het PR 10⁻⁶ contour hoofdzakelijk bepaald door procesleidingen, de kerosine verlading per barge en de vloeistofopslagtank M317. Het risico aan de Borssele steiger (buiten de terreingrens) wordt veroorzaakt door het breukscenario van de kerosine en crude leiding.

Tabel 47: Risicoranking PR 10⁻⁶ contour – noord (locatie zie Figuur 13)

Scenario	Bronsterkte		Uitstroom duur	Risico bijdrage	Grootste 1% letaliteit effectafstand	
	(kg/s)	(kg)	(s)	(%)	F1.5 (m)	D5 (m)
Liquid Opslag\M101_O2	87813	-	600	19.97	1133	640
Liquid Opslag\M102_O2	87813	-	600	19.97	1133	640
Liquid Opslag\M101_O1	-	52687540	instantaan	13.95	405	296
Liquid Opslag\M102_O1	-	52687540	instantaan	13.95	405	296
Liquid Opslag\M103_O2	89266	-	600	9.19	1133	640
Gas Opslag\M711_O1	-	1028732	instantaan	3.15	1018	962
Verlading\TruckVerlading\LPG\Truckverlading.LPG.E2c	-	8800	instantaan	2.58	156	156
Verlading\TruckVerlading\LPG\Truckverlading.LPG.E2b	-	17600	instantaan	2.56	209	209
Verlading\TruckVerlading\LPG\Truckverlading.LPG.E2a	-	26700	instantaan	1.75	248	248
Gas Opslag\M703_O1	-	514366	instantaan	1.26	749	726
Gas Opslag\M704_O1	-	514366	instantaan	1.26	749	726

Tabel 48: Risicoranking 10-6/jaar risicocontour – oost (locatie zie Figuur 13)

Scenario	Bronsterkte		Uitstroom duur (s)	Risico bijdrage (%)	Grootste 1% letaliteit effectafstand	
	(kg/s)	(kg)			F1.5 (m)	D5 (m)
Gas Opslag\M711_O1\M711_O1 Rupture	-	1028732	instantaan	11.17	1278	962
Liquid Opslag\M103_O1\M103_O2 fixed duration release	89266	-	600	10.79	1133	640
Liquid Opslag\M101_O1\M101_O2 fixed duration release	87813	-	600	6.91	1133	640
Liquid Opslag\M102_O1\M102_O2 fixed duration release	87813	-	600	6.91	1133	640
Gas Opslag\M703_O1\M703_O1 rupture	-	514366	instantaan	5.32	749	726
Gas Opslag\M704_O1\M704_O1 rupture	-	514366	instantaan	5.32	749	726
Gas Opslag\M701_O2\M701_O2 fixed duration	1970	-	600	4.78	899	887
Gas Opslag\M702_O2\M702_O2 fixed duration	1970	-	600	4.78	899	887
Gas Opslag\M712_O2\M712_O2 fixed duration release	1970	-	600	4.78	899	887
Gas Opslag\M713_O2\M713_O2 fixed duration release	1970	-	600	4.78	899	887
Gas Opslag\M714_O2\M714_O2 fixed duration release	1970	-	600	4.78	899	887
Gas Opslag\M715_O2\M715_O2 fixed duration release	1970	-	600	4.78	899	887
Gas Opslag\M702_O1\M702_O1 rupture	-	1181829	instantaan	3.57	931	929
Gas Opslag\M712_O1\M712_O1 Rupture	-	1181829	instantaan	3.57	931	929

Tabel 49: Risicoranking PR 10⁻⁶ contour – west (locatie zie Figuur 13)

Scenario	Bronsterkte		Uitstroom duur	Risico bijdrage	Grootste 1% letaliteit effectafstand	
	(kg/s)	(kg)			(s)	(%)
opslag\M801\opslag instantaan	-	6315437	instantaan	27.38	902	655
opslag\M802\opslag instantaan	-	6315437	instantaan	27.38	902	655
201-2\Leidingen\Route\Model Group\Long Pipeline LPG_Leiding_L1\Long Pipeline Breach LPG_Leiding_L1	388	-	1800	20.14	380	192
Opslag\M801\opslag 10 min	10526	-	600	9.77	606	827
opslag\M802\opslag 10 min	10526	-	600	9.77	606	827

 Tabel 50: Risicoranking PR 10⁻⁶ contour – zuid (locatie zie Figuur 13)

Scenario	Bronsterkte		Uitstroom duur	Risico bijdrage	Grootste 1% letaliteit effectafstand	
	(kg/s)	(kg)			(s)	(%)
Liquid Opslag\M317_O1\M317_O2 fixed duration release	1970	-	600	27.60	899	887
opslag\M801\opslag instantaan	-	6315437	instantaan	9.62	902	655
opslag\M802\opslag instantaan	-	6315437	instantaan	9.62	902	655
302-3\Leidingen\Voedingsleiding naar R03_L1\Voedingsleiding naar R03_L1 line rupture	9011	-	600	7.09	825	636
302-3\Leidingen\302-P-0627_L1\302-P-0627_L1 line rupture	15265	-	600	6.07	953	727
QRA CCS\Vaten\K50 top\Nalevering - bovenstrooms\Short pipe	602	-	1800	3.98	532	221
QRA ZR 2021\Liquid Opslag\M103_O1\M103_O2 fixed duration release	89266	-	600	3.61	1133	640
302-12\Leidingen\302-P-0111_L1\302-P-0111_L1 line rupture	4074	-	1800	3.43	786	616
302-3\Leidingen\302-P-0014_L1\302-P-0014_L1 line rupture	14740	-	1800	3.24	966	741
302-7\302M04_V1\302M04_V1 Rupture	78220	-	instantaan	3.23	386	386

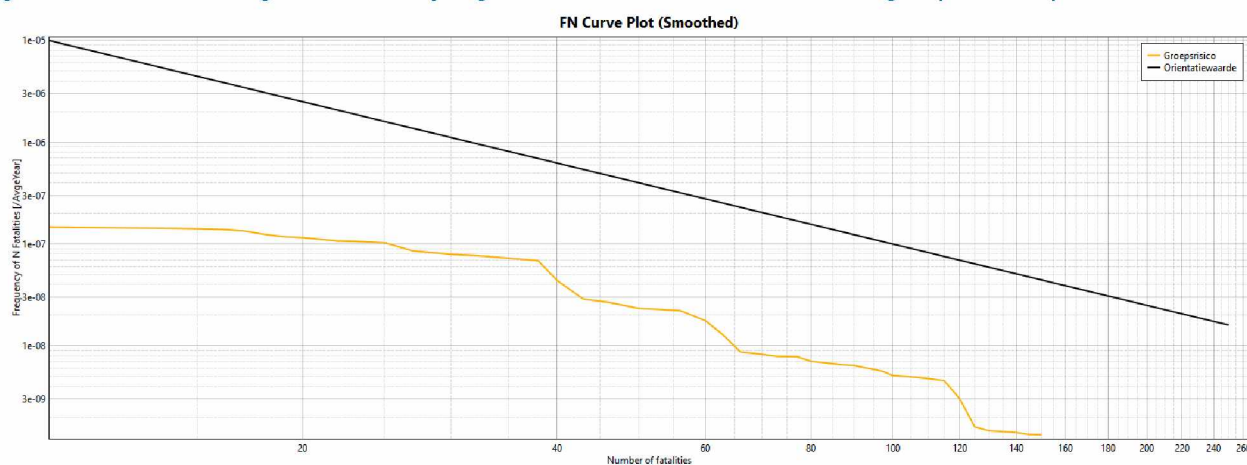
Scenario	Bronsterkte		Uitstroom duur (s)	Risico bijdrage (%)	Grootste 1% letaliteit effectafstand	
	(kg/s)	(kg)			F 1.5 (m)	D5 (m)
opslag\M801\opslag 10 min	10526	-	600	3.22	606	827
opslag\M802\opslag 10 min	10526	-	600	3.22	606	827
302-3\Leidingen\302-P-0016_L1\302-P-0016_L1 line rupture	20264	-	1800	3.21	1080	825
302-3\Leidingen\302-P-0012_L1\302-P-0012_L1 line rupture	9011	-	1800	2.84	825	636

9.3 Groepsrisico

Er is een groepsrisicoberekening uitgevoerd op basis van de volgende populatie definitie:

- Enkel de daadwerkelijk aanwezige populatie op basis van de BAG populatieservice.

In de onderstaande figuur wordt het groepsrisico weergegeven voor de voorgenomen situatie. Uit wordt geconcludeerd dat er geen overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico optreedt.



Figuur 14: Groepsrisico Zeeland Refinery, voorgenomen situatie.

10 CONCLUSIE

Zeeland Refinery N.V. (Zeeland Refinery) verwerkt aardolie tot een reeks van (motor)brandstoffen en grondstoffen voor de chemische industrie. De productie verloopt via fysische scheidingsprocessen (voornamelijk destillatie) voor het scheiden in fracties van de aardoliemengsels of voor het afscheiden van componenten en via chemische processen voor de omzetting naar lichtere koolwaterstoffen of voor de verwijdering van specifieke componenten (zoals zwavel).

Zeeland Refinery heeft Royal HaskoningDHV gevraagd om QRA (van 2018) te actualiseren naar aanleiding van opmerkingen van het bevoegd gezag tijdens de inspectie van januari 2021

De QRA is opgesteld conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.2 en het risico is berekend in SAFETI-NL 8.3 op basis van geactualiseerde uitgangpunten die zijn afgestemd met Zeeland Refinery. Het berekende risico is vergeleken met het gerapporteerde risico uit het QRA-rapport van 2021.

Met betrekking tot het plaatsgebonden risico voor de voorgenomen situatie wordt het volgende geconcludeerd:

- De PR 10^{-6} contour van de raffinaderij is deels buiten de inrichtingsgrens gelegen. Ten noorden bij de crude oiltanks, ten oosten bij de LPG opslag en ten westen ten hoogte van de CO₂ opslag wordt de inrichtingsgrens overschreden. Daarnaast is de PR 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour over de Van Cittershaven gelegen. Daarnaast is de PR 10^{-6} contour over de Van Cittershaven gelegen. De PR 10^{-6} contour blijft binnen de vastgestelde veiligheidscontour Sloegebied.
- De PR 10^{-6} contour van de Borssele steiger bevindt zich buiten de inrichtingsgrens en ook buiten de veiligheidscontour Sloegebied. Uit de resultaten blijkt dat de PR 10^{-6} contour bij de Borssele steiger niet over al dan niet geprojecteerde objecten (voor zover bekend) heen valt. De PR 10^{-6} contour wijzigt niet vanwege de voorgenomen activiteiten.

Het berekende groepsrisico blijft in de voorgenomen situatie ruim onder de oriëntatiewaarde.

Bijlage

A. Process Flow Diagram en H&M balance

Bijlage

B. Subselectietabel

Toelichting op de tabel:

- O1 Proces / opslag (1=proces, 0.1=opslag)
- O2 Binnen(omwald) / buiten(niet omwald) (1=buiten, 0.1=binnen)
- O3 Stofoestand

In QRA: Nee Afgevallen door toepassing van de 50%-regel conform Handleiding Risicoberekeningen
Bevi

Bijlage

C. Scenario's

Per scenario is de volgende codering aangehouden:

Proces

201A01_D1

201: unit nummer
A01: codering onderdeel van het insluitsysteem zoals: kolom, reactor, e.d.
D1: scenariocodering zoals opgenomen in de tabellen in hoofdstuk 5

Opslag

M711_O1

M711: tanknummer
O1: scenariocodering zoals opgenomen in de tabellen in hoofdstuk 5

Bulkverlading

LPG_S1

LPG: aard stof en evt. plaats verlading
M1: scenariocodering zoals opgenomen in de tabellen in hoofdstuk 5

Scenario's		Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		T [°C]	Fase	Leidingen		inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp O [mm]	Pompdebit [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie			
Standaard waarde		Shell / tube				Shell	tube	shell	tube		Diameter [mm]	Lengte [m]											Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Initieel [jaar / m]	Totaal [jaar]
302R01	Reactorvat /procesvat	Destillate																								
V.1	Instantaan falen		N-Nonaan	21000	300	191	483		G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	
302R02	Reactorvat /procesvat	Destillate																								
V.1	Instantaan falen		N-Nonaan	27114	100	182	483		G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	
302R03	Reactorvat /procesvat	Destillate																								
V.1	Instantaan falen		N-Nonaan	21000	300	191	483		G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	
302H01	Fornuis	Recycle gas																								
V.1	Instantaan falen		Hydrogen	400		175	400		Gas													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	
302H02	Fornuis	Recycle gas																								
V.1	Instantaan falen		Hydrogen	400		175	400		Gas													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	
302M03	Reactorvat /procesvat	Destillate																								
V.1	Instantaan falen		N-Nonaan		114	172	177		G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	
302T05 AL/AX	Luchtkoeler (gevaarlijke stof binnen d	Destillate				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen (air koeler)		N-Nonaan		1.1	Atmos	160	140	G/L	80.3												12.0	1.00E-05		1.20E-04	
W.2	Breuk leiding									25.4												12.0	1.00E-03		1.20E-02	
W.3	Lekkage																					12.0	1.00E-02		1.20E-01	
302T01A	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	Destillate/reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Nonaan		11.7	189	176	418	432	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T01B	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	Destillate/reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Nonaan		11.7	189	176	418	432	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T01C	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	Destillate/reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Nonaan		8.6	194	175	410	420	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T02A	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof binnen de pijpleidingen en ontwerpdruk mantel => maximale opt					Shell	Tube																			
W.1	Instantaan falen		N-Hexaan		8.6	194		410	G/L													1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-03		1.00E-03	
302T02B	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	Recycle gas/ reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		Hydrogen		8.6	194	175	410	420	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T03A	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	LP separator liquid / reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Hexaan		12.6	23	178	410	420	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T03B	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	LP separator liquid / reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Hexaan		12.6	32	178	338	420	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T03C	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	LP separator liquid / reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Hexaan		12.6	26	178	305	420	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T03D	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	LP separator liquid / reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Hexaan		12.6	26	178	305	420	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding									25.4												1.0	1.00E-03		1.00E-03	
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02	
302T03E	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke sto	LP separator liquid / reactor effluent				Shell	Tube	Shell	Tube																	
W.1	Breuk 10 leidingen		N-Hexaan		13	26	178	305																		

Scenario's Rekenmethodiek Bevi		302-3 Reactiesectie tot en met M03																					
Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m ³]	Procesparameters		Fase	Leidingen				Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebit [m ³ /hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m ²]	Duur [min]	Opmerking	Aantal x initiële frequentie	Faalfrequentie		
					Druk [barg]	T [°C]		Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m ³]	Ø gat [mm]										Initieel [jaar]	Initieel [jaar / m]	Totaal [jaar]
Standaard waarde	shell / tube				Shell	tube	shell	tube			5			1									

Scenario's		Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		Fase	Leidingen				Klep/pomp	Pompdebiet	Hoogte	Tank head	Pump head	Bund	Duur	Opmerking	Aantal	Faalfrequentie				
						Druk [barg]	T [°C]		Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]	Ø [mm]	[m³/hr]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[min]	x initiële frequentie		Inteeel [jaar]	Inteeel [uur]	Inteeel [jaar /m]	Totaal [jaar]	
Standaard waarde						9,8			5						1											
302M04	Reactorvat /procesvat	Destillate																								
V.1	Instantaan falen		N-Hexaan		163	23.2	177	G/L														1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04	

Scenario's Rekenmethodiek Bevi		302-12 Fractionatie A04																							
Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters				Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp O [mm]	Pompdebit [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal Initiële [jaar]	Faalfrequentie [uur]	Initieel [jaar m]	Totaal [jaar]
					Druk [bar]	T [°C]	top	bot																	
302A04		Destillatiekolom	DHC Bottom	N-Nonaan	66000	653	4	217	G/L																
D.1	Instantaan falen																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat, rectificerende sectie							217														1.0	5.00E-05		5.00E-05
D.4	10 mm gat, strippende sectie							290														1.0	5.00E-05		5.00E-05
302A05		Destillatiekolom	Heavy Nafta	N-Hexaan	9400	60.4	4	197	G/L																
D.1	Instantaan falen																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat, rectificerende sectie																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
D.4	10 mm gat, strippende sectie																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
302A06		Destillatiekolom	Kerosine	N-Nonaan	5900	46.5	4	297	G/L																
D.1	Instantaan falen																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat, rectificerende sectie																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
D.4	10 mm gat, strippende sectie																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
302M22		Reactorvat / procesvat	light nafta	N-Hexaan		35.2	4	130	G/L																
V.1	Instantaan falen																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04
302T27		Luchtkoelers	Kerosine	N-Nonaan	500	0.5	Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1	Breuk 10 leidingen						Atmos	13.5	305	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05
W.2	Breuk leiding										25.4											1.0	1.00E-03		1.00E-03
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02
302T26		Luchtkoelers	Heavy nafta	N-Hexaan	500	1	Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1	Breuk 10 leidingen						Atmos	11.7	246	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05
W.2	Breuk leiding										25.4											1.0	1.00E-03		1.00E-03
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02
302T28AE t/m AH + AJ, AK		Luchtkoelers	light nafta	N-Hexaan	500	1.5	Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1	Breuk 10 leidingen						Atmos	4.1	160	G/L	80.3											6.0	1.00E-05		6.00E-05
W.2	Breuk leiding										25.4											6.0	1.00E-03		6.00E-03
W.3	Lekkage																					6.0	1.00E-02		6.00E-02
302T31		Luchtkoelers	light nafta	N-Hexaan	500	0.7	Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1	Breuk 10 leidingen						Atmos	22	130	G/L	80.3											1.0	1.00E-05		1.00E-05
W.2	Breuk leiding										25.4											1.0	1.00E-03		1.00E-03
W.3	Lekkage																					1.0	1.00E-02		1.00E-02
302T25		Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	Butaan / Kerosine	Butaan		1.6	Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1a	Instantaan falen						18	13	146	237	G/L											1.0	5.00E-05		5.00E-05
W.2a	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
W.3a	10 mm gat																					1.0	1.00E-03		1.00E-03
302T29		Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	DHC Bottom	N-Nonaan	68		Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1	Instantaan falen						4		223	Sat. Liq												1.0	5.00E-05		5.00E-05
W.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
W.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-03		1.00E-03
302T30		Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	DHC Bottom	N-Nonaan	136		Shell	Tube	Shell	Tube															
W.1	Instantaan falen						4		223	Sat. Liq												1.0	5.00E-05		5.00E-05
W.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-05		5.00E-05
W.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-03		1.00E-03
302H04		Formuis	DHC Bottom	N-Nonaan	500		12		281	Sat. Liq															
V.1	Instantaan falen																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
V.2	Continue uitstroming 10 min																					1.0	5.00E-06		5.00E-06
V.3	10 mm gat																					1.0	1.00E-04		1.00E-04
302P15		Pomp/compressor (centrifugaal - me	Kerosine	N-Nonaan		2	25		225	Liq															
P.1	catastrofaal falen (line rupture)																								
P.2	Lek 0,1D (leak)																								
302P16		Pomp/compressor (centrifugaal - met pakking)	Kerosine	N-Nonaan		12.6	1		61	Liq															
P.1	catastrofaal falen (line rupture)																								
P.2	Lek 0,1D (leak)																								
302P17		Pomp/compressor (centrifugaal - me	light nafta	N-Hexaan		7.5	8		164	Liq															
P.1	catastrofaal falen (line rupture)																								
P.2	Lek 0,1D (leak)																								
302P18		Pomp/compressor (centrifugaal - met pakking)	Heavy Nafta	N-Hexaan		3.5	8.65		164	Sat. Liq															
P.1	catastrofaal falen (line rupture)																								
P.2	Lek 0,1D (leak)																								
302P19		Pomp/compressor (centrifugaal - met pakking)	Heavy Nafta	N-Hexaan		3.3	20.01		210	Sat. Liq															
P.1	catastrofaal falen (line rupture)																								
P.2	Lek 0,1D (leak)																								
302P14		Pomp/compressor (centrifugaal - me	Heavy Nafta	N-Hexaan		2	9		166	Liq															
P.1	catastrofaal falen (line rupture)																								
P.2	Lek 0,1D (leak)																								

Scenario's Rekenmethodiek Bevi		39814.9	385188.4	304-1 H2S Absorber A01																					
Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters				Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp O [mm]	Pompdebiet [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie		
					Druk Top	Bot	T Top	bot															Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Totaal [jaar]
Standaard waarde		shell / tube			8,5		65			5					1										
304A01	Reactorvat /procesvat	H2S																							
D.1	Instantaan falen		96	27.5			7.5		65	G												1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min		96																			1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat		96																			1.0	1.00E-04		1.00E-04
304M06	Reactorvat /procesvat	H2S																							
D.1	Instantaan falen	H2S	100				7.5		65	G												1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min		100																			1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat		100																			1.0	1.00E-04		1.00E-04
304M05	Reactorvat /procesvat	H2S																							
D.1	Instantaan falen	H2S	100				7.5		46	G												1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min		100																			1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat		100																			1.0	1.00E-04		1.00E-04
304M08	Reactorvat /procesvat	H2S																							
D.1	Instantaan falen	H2S	97	2.32			7.5		46	G												1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.2	Continue uitstroming 10 min		97																			1.0	5.00E-06		5.00E-06
D.3	10 mm gat		97																			1.0	1.00E-04		1.00E-04

Scenario's Rekenmethodiek Bevi
308-1 Debenzenizer A01

Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters				Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp O [mm]	Pompdebiet [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie			
					Druk Top	Bot	T Top	bot															Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Totaal [jaar]	
Standaard waarde		shell / tube			9,8					5					1											
308A01	Destillatiekolom	Benzene																								
D.1	Instantaan falen	Benzene	26595	200.3		9.7		245	G/L												1.0	5.00E-06		5.00E-06		
D.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06		5.00E-06		
D.3	10 mm gat, rectificerende sectie		7900																		1.0	5.00E-05		5.00E-05		
D.4	10 mm gat, strippende sectie		18695																		1.0	5.00E-05		5.00E-05		
308M01	Reactorvat /procesvat	Benzene																								
V.1	Instantaan falen	Benzene		31.2		9.7		175	G/L												1.0	5.00E-06		5.00E-06		
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06		5.00E-06		
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04		1.00E-04		
308M05	Reactorvat /procesvat	Benzene																								
V.1	Instantaan falen	Benzene	9900	45		21		245	G/L												1.0	5.00E-06		5.00E-06		
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06		5.00E-06		
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04		1.00E-04		
308T03	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	Stoom / Benzene																								
W.1	Breuk 10 leidingen	Benzene	1000			10.5	40	245	400	G/L	80.3										1.0	1.00E-05		1.00E-05		
W.2	Breuk leiding										25.4										1.0	1.00E-03		1.00E-03		
W.3	Lekkage																				1.0	1.00E-02		1.00E-02		
308T02A/B	Luchtcoolers	Benzene																								
W.1	Breuk 10 leidingen	Benzene	1000	1.6		Atmos	9.7		175	G/L	80.3										2.0	1.00E-05		2.00E-05		
W.2	Breuk leiding										25.4										2.0	1.00E-03		2.00E-03		
W.3	Lekkage																				2.0	1.00E-02		2.00E-02		
308P02	Pomp/compressor (centrifugaal - me	Benzene																								
P.1	catastrofaal falen (line rupture)	Benzene		2.3			6.7		95	Liq				120							1.0	1.00E-04		1.00E-04		
P.2	Lek 0,1D (leak)																				1.0	4.40E-03		4.40E-03		
308P03	Pomp/compressor (centrifugaal - me	Benzene																								
P.1	catastrofaal falen (line rupture)	Benzene		2.3			8.5		204	Liq				121							1.0	1.00E-04		1.00E-04		
P.2	Lek 0,1D (leak)																				1.0	4.40E-03		4.40E-03		
308P04	Pomp/compressor (centrifugaal - me	Xyleen																								
P.1	catastrofaal falen (line rupture)	M-Xylene		1.8			1		75	Liq											1.0	1.00E-04		1.00E-04		
P.2	Lek 0,1D (leak)																				1.0	4.40E-03		4.40E-03		

Scenario's		Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters				Fase	Leidingen				Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebiet [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie			
Standaard waarde		Shell / tube				Druk top	bot	T top	bot		Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]										Initieel [jaar]	Initieel [jaar / m]	Totaal [jaar]	
308A04	Destillatiekolom	xyleen				9.8					5						1										
D.1	Instantaan falen		M-Xyleen		3800		3.5		245	G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
D.2	Continue uitstroming 10 min				3800																	10	1.0	5.00E-06		5.00E-06	
D.3	10 mm gat, rectificerende sectie				1157																	30	1.0	5.00E-05		5.00E-05	
D.4	10 mm gat, strippende sectie				2643																	30	1.0	5.00E-05		5.00E-05	
308M04	Reactorvat /procesvat	xyleen																									
V.1	Instantaan falen		M-Xyleen		30.7		3.5		146	G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					10	1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					30	1.0	1.00E-04		1.00E-04	
308M13	Reactorvat /procesvat	xyleen																									
V.1	Instantaan falen		M-Xyleen		7		0.5		140	G/L													1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																					10	1.0	5.00E-06		5.00E-06	
V.3	10 mm gat																					30	1.0	1.00E-04		1.00E-04	
308T12A/B	Luchtkoelers	xyleen				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Breuk 10 leidingen		M-Xyleen		9.4	Atmos	3.5		185	G/L	80.3												2.0	1.00E-05		2.00E-05	
W.2	Breuk leiding										25.4												10	2.0	1.00E-03		2.00E-03
W.3	Lekkage																						2.0	1.00E-02		2.00E-02	
308T14	Luchtkoelers	xyleen				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Breuk 10 leidingen		M-Xyleen		1	Atmos	14		200	G/L	80.3												1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding										25.4												10	1.0	1.00E-03		1.00E-03
W.3	Lekkage																						1.0	1.00E-02		1.00E-02	
308T15	Luchtkoelers	xyleen				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Breuk 10 leidingen		M-Xyleen		1	Atmos	12		150	G/L	80.3												1.0	1.00E-05		1.00E-05	
W.2	Breuk leiding										25.4												10	1.0	1.00E-03		1.00E-03
W.3	Lekkage																						1.0	1.00E-02		1.00E-02	
308T13	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	Xyleen / Stoom				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Instantaan falen		M-Xyleen		6	2.3	31.6	190	400	G/L													1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.2	Continue uitstroming 10 min																					10	1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.3	10 mm gat												10.00										1.0	1.00E-03		1.00E-03	
308T01	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	Xyleen / Platformate				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Instantaan falen		M-Xyleen	1000		12	22.1	185	275	G/L													1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.2	Continue uitstroming 10 min																					10	1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.3	10 mm gat												10.00										1.0	1.00E-03		1.00E-03	
308T18	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	Xyleen / Platformate				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Instantaan falen		M-Xyleen	1000		14	22.1	245	275	G/L													1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.2	Continue uitstroming 10 min																					10	1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.3	10 mm gat												10.00										1.0	1.00E-03		1.00E-03	
308T07	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	Xyleen / Benzeen				Shell	Tube	Shell	Tube																		
W.1	Instantaan falen		Benzeen		4	1.5		160		G/L													1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.2	Continue uitstroming 10 min																					10	1.0	5.00E-05		5.00E-05	
W.3	10 mm gat												10.00										1.0	1.00E-03		1.00E-03	
308P09	Pomp/compressor (centrifugaal - me	Xyleen																									
P.1	catastrofaal falen (line rupture)		M-Xyleen		0.3		1		104	Liq						104								1.0	1.00E-04		1.00E-04
P.2	Lek 0,1D (leak)																							1.0	4.40E-03		4.40E-03
308P10	Pomp/compressor (centrifugaal - me	Xyleen																									
P.1	catastrofaal falen (line rupture)		M-Xyleen		0.1		3		200	Liq						40								1.0	1.00E-04		1.00E-04
P.2	Lek 0,1D (leak)																							1.0	4.40E-03		4.40E-03
308P05	Pomp/compressor (centrifugaal - me	Xyleen																									
P.1	catastrofaal falen (line rupture)		M-Xyleen		3.5		1		140	Liq						74								1.0	1.00E-04		1.00E-04
P.2	Lek 0,1D (leak)																							1.0	4.40E-03		4.40E-03

Scenario's Rekenmethodiek Bevi																				Leiding in Insluitsysteem																					
Scenario's	Materiaal Stof	Modelstof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters Druk [barg]	T [°C]	Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]	Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebiet [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal frequentie	Faalfrequentie Initieel [jaar] [uur]	Initieel [jaar /m]	Totaal [jaar]																		
Standaard waarde																				9.8	5	1																			
Insluitsysteem 201-02 / Fornuis/A01/Stripper																				Leiding (bovengronds)		11-P-0101																			
L.1	Breuk leiding		Crude-OVHD	N-Hexaan	150	2.5	125	760	30	13.61										1.0		1.00E-07	3.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							760	30	13.61										1.0		5.00E-07	1.50E-05																		
Leiding (bovengronds)		11-P-0146																																							
L.1	Breuk leiding	201P11	LGO	N-Nonaan	500	10	125	305	20	1.46										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							305	20	1.46										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		11-P-0251																																							
L.1	Breuk leiding	201P23	HGO	N-Nonaan	150	3.4	125	305	20	1.46										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							305	20	1.46										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		11-P-0136																																							
L.1	Breuk leiding	201P10	Kerosine	N-Nonaan	500	4	125	406	20	2.59										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							406	20	2.59										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		11-P-0018																																							
L.1	Breuk leiding	Transfer	Crude	Crude oil	500	3	385	864	20	11.73										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							864	20	11.73										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Insluitsysteem 302-03 / Reactiesectie t/m M03																				Leiding (bovengronds)		302-P-0012																			
L.1	Breuk leiding	To-R01	Destillate	N-Nonaan	100	191	363	356	20	1.99										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							356	20	1.99										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		Onbekend																																							
L.1	Breuk leiding	To-R03	Destillate	N-Nonaan	100	191	363	356	50	4.98										1.0		1.00E-07	5.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							356	50	4.98										1.0		5.00E-07	2.50E-05																		
Leiding (bovengronds)		302-P-0627																																							
L.1	Breuk leiding	R01/R03-R02	Destillate	N-Nonaan	100	182	400	457	50	8.20										1.0		1.00E-07	5.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							457	50	8.20										1.0		5.00E-07	2.50E-05																		
Leiding (bovengronds)		302-P-0014																																							
L.1	Breuk leiding	R02-T05	Destillate	N-Nonaan	100	160	146	457	20	3.28										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							457	20	3.28										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		302-P-0016																																							
L.1	Breuk leiding	T05-M03	Destillate	N-Nonaan	100	172	55	508	20	4.05										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							508	20	4.05										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Insluitsysteem 302-12 / Fractionatie A04																				Leiding (bovengronds)		302-P-0111																			
L.1	Breuk leiding	A04-T28	Nafta	N-Hexaan	75	4	81	610	20	5.84										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							610	20	5.84										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		302-P-0124																																							
L.1	Breuk leiding	A04-A06	Kerosine	N-Nonaan	75	4	214	356	20	1.99										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							356	20	1.99										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		302-P-0118																																							
L.1	Breuk leiding	A04-A05	Heavy Nafta	N-Hexaan	75	4	140	254	20	1.01										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							254	20	1.01										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		302-P-0126																																							
L.1	Breuk leiding	A04-T25	Kerosine	N-Nonaan	50	4	249	152	20	0.36										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							152	20	0.36										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Insluitsysteem 308-01 / Debenzenizer A01																				Leiding (bovengronds)		308-P-003																			
L.1	Breuk leiding	A01-T02	Benzene	Benzene	50	9	245	457	20	3.28										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							457	20	3.28										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		308-P-0010																																							
L.1	Breuk leiding	A01-M05	Benzene	Benzene	50	21	245	152	20	0.36										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							152	20	0.36										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Insluitsysteem 308-04 / Deylenizer A04																				Leiding (bovengronds)		308-P-0035																			
L.1	Breuk leiding	A04-T12	Xylene	Xylene	40	3.5	245	457	20	3.28										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							457	20	3.28										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		
Leiding (bovengronds)		308-P-0038																																							
L.1	Breuk leiding	P09-A04	Xylene	Xylene	50	3.5	245	152	20	0.36										1.0		1.00E-07	2.00E-06																		
L.2	0,1D gat leiding							152	20	0.36										1.0		5.00E-07	1.00E-05																		

Scenario's Rekenmethodiek Bevi
Liquid opslag

Scenario's	Materiaal Stof	Model Stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]	Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebiet	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal frequentie	Faalfrequentie											
					Druk [barg]	T [°C]															Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Totaal [jaar]									
Standaard waarde																				9.8	5			1								
M101	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Crude	Crude oil		80000		9.8										41328			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min														18.1		27552	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.3	10 mm gat													18.1		27552	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M102	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Crude	Crude oil		80000		9.8										41328			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													18.1		27552	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													18.1		27552	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M103	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Crude	Crude oil		80000		9.8										28182			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													18.1		18788	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													18.1		18788	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M205	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Nafta	N-Hexaan		20900		9.8										8618			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													13.8		5746	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													13.8		5746	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M206	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Nafta	N-Hexaan		20900		9.8										22566			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													13.8		15044	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													13.8		15044	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M207	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Nafta	N-Hexaan		20900		9.8										22566			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													13.8		15044	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													13.8		15044	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M208	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Nafta	N-Hexaan		20900		9.8										22566			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													13.8		15044	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													13.8		15044	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											
M317	Atmosferische opslagtank (single containment)																															
O.1	Instantaan falen	Benzine	N-Hexaan		15000		9.8										14801			1.0	5.00E-06	5.00E-06										
O.2	Continue uitstroming 10 min													14.6		9867	10		1.0	5.00E-06	5.00E-06											
O.3	10 mm gat													14.6		9867	30		1.0	1.00E-04	1.00E-04											

Scenario's		Materiaal Stof	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters Druk [barg] T [°C]		Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp O [mm]	Pompebiet [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie Initieel [jaar] Initieel [jaar /m] Totaal [jaar]			
Standaard waarde					9,8			5						1										
M701 Opslagtank onder druk																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		2000	0.5	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M702 Opslagtank onder druk																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		2000	0.5	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M703 Opslagtank onder druk																								
O.1	Instantaan falen	Propana		2000	5.4	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M704 Opslagtank onder druk																								
O.1	Instantaan falen	Propana		2000	5.4	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M711 Opslagtank onder druk, ondergronds																								
O.1	Instantaan falen	Propana		2000	5.4	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M712 Opslagtank onder druk, ondergronds																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		2000	0.5	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M713 Opslagtank onder druk, ondergronds																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		2000	0.5	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M714 Opslagtank onder druk, ondergronds																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		2000	0.5	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M715 Opslagtank onder druk, ondergronds																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		2000	0.5	9.8														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M801 Opslagtank onder druk, bovengronds																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		6000	16.1	-24.7														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	
M802 Opslagtank onder druk, bovengronds																								
O.1	Instantaan falen	Butaan		6000	16.1	-24.7														1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.2	Continue uitstroming 10 min																			1.0	5.00E-07		5.00E-07	
O.3	10 mm gat																			1.0	1.00E-05		1.00E-05	

Scenario's Rekenmethodiek Bevi
Scheepsverlading

Scenario's	Verlaadplaats	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Vol [m³]	Procesparameters		Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]	Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebiet [m³/hr]	Opmerking	Aantal x initiële frequentie	Faalfrequentie			
					Druk [barg]	T [°C]									Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Totaal [jaar]	
Standaard waarde																		
Laad-/losarm		LPG			9,8		5											
K.1a	Breuk losarm	Jetty 1	LPG	Propan	10.0	7	9.8	152.4					300	ingrijpen operator	3587 uur	3.00E-08		7.29E-05
K.1b	Breuk losarm	Jetty 1	LPG	Propan	50	7	9.8	152.4					300	ingrijpen controlekamer	362.3 uur	3.00E-08		8.02E-06
K.1c	Breuk losarm	Jetty 1	LPG	Propan	150	7	9.8	152.4					300	beveiliging faalt	3.6 uur	3.00E-08		8.10E-08
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 1	LPG	Propan											3623 uur	3.00E-07		8.10E-04
Laad-/losarm		Benzine componenten+nafta																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 1	Nafta	Hexaan	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	1098 uur	3.00E-08		1.30E-04
K.1b	Breuk losarm	Jetty 1	Nafta	Hexaan	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	122.1 uur	3.00E-08		1.43E-05
K.1c	Breuk losarm	Jetty 1	Nafta	Hexaan	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	1.2 uur	3.00E-08		1.44E-07
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 1	Nafta	Hexaan											1221 uur	3.00E-07		1.44E-03
Laad-/losarm		Xyleen																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 1	Xyleen	m-xyleen	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	553 uur	3.00E-08		1.89E-05
K.1b	Breuk losarm	Jetty 1	Xyleen	m-xyleen	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	61.5 uur	3.00E-08		2.08E-06
K.1c	Breuk losarm	Jetty 1	Xyleen	m-xyleen	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	0.6 uur	3.00E-08		2.10E-08
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 1	Xyleen	m-xyleen											615 uur	3.00E-07		2.10E-04
Laad-/losarm		Benzeen																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 1	Benzeen	Benzeen	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	205 uur	3.00E-08		1.08E-06
K.1b	Breuk losarm	Jetty 1	Benzeen	Benzeen	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	22.8 uur	3.00E-08		1.19E-07
K.1c	Breuk losarm	Jetty 1	Benzeen	Benzeen	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	0.2 uur	3.00E-08		1.20E-09
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 1	Benzeen	Benzeen											228 uur	3.00E-07		1.20E-05
Laad-/losarm		CO2																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 1	CO2	CO2	18.3	16.1	-24.7	203.2					550	ingrijpen operator	2173.3 uur	3.00E-08		6.52E-5
K.1b	Breuk losarm	Jetty 1	CO2	CO2	92	16.1	-24.7	203.2					550	ingrijpen controlekamer	239.0 uur	3.00E-08		1.19E-07
K.1c	Breuk losarm	Jetty 1	CO2	CO2	275	16.1	-24.7	203.2					550	beveiliging faalt	2.4 uur	3.00E-08		1.20E-09
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 1	CO2	CO2											2413.9 uur	3.00E-07		1.20E-05
Laad-/losarm		Benzine componenten+nafta																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 3	Nafta	Hexaan	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	3658.0 uur	3.00E-08		1.30E-04
K.1b	Breuk losarm	Jetty 3	Nafta	Hexaan	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	409.6 uur	3.00E-08		1.43E-05
K.1c	Breuk losarm	Jetty 3	Nafta	Hexaan	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	4.1 uur	3.00E-08		1.44E-07
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 3	Nafta	Hexaan											4096.0 uur	3.00E-07		1.44E-03
Laad-/losarm		Xyleen																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 3	Xyleen	m-xyleen	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	553 uur	3.00E-08		1.89E-05
K.1b	Breuk losarm	Jetty 3	Xyleen	m-xyleen	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	61.5 uur	3.00E-08		2.08E-06
K.1c	Breuk losarm	Jetty 3	Xyleen	m-xyleen	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	0.6 uur	3.00E-08		2.10E-08
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 3	Xyleen	m-xyleen											615 uur	3.00E-07		2.10E-04
Laad-/losarm		Benzeen																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 3	Benzeen	Benzeen	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	205 uur	3.00E-08		1.08E-06
K.1b	Breuk losarm	Jetty 3	Benzeen	Benzeen	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	22.8 uur	3.00E-08		1.19E-07
K.1c	Breuk losarm	Jetty 3	Benzeen	Benzeen	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	0.2 uur	3.00E-08		1.20E-09
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 3	Benzeen	Benzeen											228 uur	3.00E-07		1.20E-05
Laad-/losarm		Kerosine																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 4/5	Kerosine	N-Nonaan	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	1571.0 uur	3.00E-08		1.24E-04
K.1b	Breuk losarm	Jetty 4/5	Kerosine	n-Nonaan	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	174.7 uur	3.00E-08		1.37E-05
K.1c	Breuk losarm	Jetty 4/5	Kerosine	n-Nonaan	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	1.7 uur	3.00E-08		1.38E-07
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 4/5	Kerosine	n-Nonaan											1747.0 uur	3.00E-07		1.38E-03
Laad-/losarm		Kerosine																
K.1a	Breuk losarm	Jetty 6/7	Kerosine	N-Nonaan	18.3	6	9.8	203.2					550	ingrijpen operator	4188.0 uur	3.00E-08		1.24E-04
K.1b	Breuk losarm	Jetty 6/7	Kerosine	n-Nonaan	92	6	9.8	203.2					550	ingrijpen controlekamer	465.9 uur	3.00E-08		1.37E-05
K.1c	Breuk losarm	Jetty 6/7	Kerosine	n-Nonaan	275	6	9.8	203.2					550	beveiliging faalt	4.7 uur	3.00E-08		1.38E-07
K.2	Lek losarm 0,1D	Jetty 6/7	Kerosine	n-Nonaan											4659.0 uur	3.00E-07		1.38E-03
Laad-/losarm		Crude																
K.1a	Breuk losarm	Borssele	Crude	Crude oil	33.3	6	9.8	508					1000	ingrijpen operator	109.8 uur	3.00E-08		3.29E-06
K.1b	Breuk losarm	Borssele	Crude	Crude oil	167	6	9.8	508					1000	ingrijpen controlekamer	12.1 uur	3.00E-08		3.62E-07
K.1c	Breuk losarm	Borssele	Crude	Crude oil	500	6	9.8	508					1000	beveiliging faalt	0.1 uur	3.00E-08		3.66E-09
K.2	Lek losarm 0,1D	Borssele	Crude	Crude oil											122.0 uur	3.00E-07		3.66E-05
Laad-/losarm		Kerosine																
K.1a	Breuk losarm	Borssele	Kerosine	n-Nonaan	33.3	6	9.8	355.6					1000	ingrijpen operator	81.0 uur	3.00E-08		2.43E-06
K.1b	Breuk losarm	Borssele	Kerosine	n-Nonaan	167	6	9.8	355.6					1000	ingrijpen controlekamer	8.9 uur	3.00E-08		2.67E-07
K.1c	Breuk losarm	Borssele	Kerosine	n-Nonaan	500	6	9.8	355.6					1000	beveiliging faalt	0.1 uur	3.00E-08		2.70E-09
K.2	Lek losarm 0,1D	Borssele	Kerosine	n-Nonaan											90.0 uur	3.00E-07		2.70E-05
Laad-/losarm		Benzine																

Scenario's Rekenmethodiek Bevi																Scheepsverlading									
Scenario's		Verlaadplaats	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Vol [m ³]	Procesparameters		Leidingen			Klep/pomp	Pompdebiet	Opmerking	Aantal x initiële frequentie	Faalfrequentie										
						Druk [barg]	T [°C]	Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m ³]	Ø gat [mm]	Ø [mm]	[m ³ /hr]			Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Initieel [jaar /m]	Totaal [jaar]						
Standaard waarde						9,8		5																	
K.1a	Breuk losarm	Borssele	Benzine	n-Hexaan	33.3	6	9.8	355.6					1000	ingrijpen operator	180.0 uur	3.00E-08			5.40E-06						
K.1b	Breuk losarm	Borssele	Benzine	n-Hexaan	167	6	9.8	355.6					1000	ingrijpen controlekamer	19.8 uur	3.00E-08			5.94E-07						
K.1c	Breuk losarm	Borssele	Benzine	n-Hexaan	500	6	9.8	355.6					1000	beveiliging faalt	0.2 uur	3.00E-08			6.00E-09						
K.2	Lek losarm 0,1D	Borssele	Benzine	n-Hexaan										2x100u laadtijd (2 laadarmen)	200.0 uur	3.00E-07			6.00E-05						
Dubbelwandige vloeistoftankers			Crude																						
B.1	Continue vrijkomen van 75m3 in 1800se	Borssele	Crude	Crude oil	75.0		9.8	508						41474 schepen, 61 laaduren	61.0 uur	4.17E-09			2.54E-07						
B.2	Continue vrijkomen van 20m3 in 1800se	Borssele	Crude	Crude oil	20		9.8	508						41474 schepen, 61 laaduren	61.0 uur	1.67E-08			1.02E-06						
Dubbelwandige vloeistoftankers			Benzine																						
B.1	Continue vrijkomen van 75m3 in 1800se	Borssele	Benzine	n-Hexaan	75.0		9.8	508						41474 schepen, 100 laaduren	100.0 uur	4.17E-09			4.17E-07						
B.2	Continue vrijkomen van 20m3 in 1800se	Borssele	Benzine	n-Hexaan	20		9.8	508						41474 schepen, 100 laaduren	100.0 uur	1.67E-08			1.67E-06						
Dubbelwandige vloeistoftankers			Kerosine																						
B.1	Continue vrijkomen van 75m3 in 1800se	Borssele	Kerosine	n-Nonaan	75.0		9.8	355.6						41474 schepen, 45 laaduren	45.0 uur	4.17E-09			1.88E-07						
B.2	Continue vrijkomen van 20m3 in 1800se	Borssele	Kerosine	n-Nonaan	20		9.8	355.6						41474 schepen, 45 laaduren	45.0 uur	1.67E-08			7.50E-07						

Scenario's		Truck Verlading																						
Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		Fase	Leidingen				Klep/pomp	Pompdebit	Hoogte	Tank head	Pump head	Bund	Duur	Opmerking	Aantal x initiële frequentie	Faalfrequentie		Totaal	
					Druk [barg]	T [°C]		Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]	Ø [mm]	[m³/uur]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[min]			Intieel [jaar]	Intieel [jaar /m]	[jaar]	
Standaard waarde						9,8		5						1										
Tankwagens (atmosferisch)																								
A.1	Instantaan falen	Benzine	N-Hexaan		30																verblijftijd 0,5 uur	0.110	1.00E-05	1.10E-06
A.2	Gehele inhoud door grootste aansluiting										100.00											0.110	5.00E-07	5.49E-08
Tankwagens (atmosferisch)																								
A.1	Instantaan falen	Xyleen	Xyleen		30																verblijftijd 0,5 uur	0.048	1.00E-05	4.79E-07
A.2	Gehele inhoud door grootste aansluiting	Xyleen									100.00											0.048	5.00E-07	2.40E-08
Tankwagens (onder druk)																								
T.1	Instantaan falen	LPG	Propaan		50																verblijftijd 0,75 uur	0.098	5.00E-07	4.92E-08
T.2	Gehele inhoud door grootste aansluiting	LPG									100.00											0.098	5.00E-07	4.92E-08
Laad-/losarm																								
S.1	Breuk losarm	Benzine	N-Hexaan		90								120								Laadtijd 0,25 uur	481.3 uur	3.00E-08	1.44E-05
S.2	Lek losarm 0,1D																					481.3 uur	3.00E-07	1.44E-04
Laad-/losarm																								
S.1	Breuk losarm	Xyleen	Xyleen		90								120								Laadtijd 0,25 uur	210.0 uur	3.00E-08	6.30E-06
S.2	Lek losarm 0,1D	Xyleen																				210.0 uur	3.00E-07	6.30E-05
Laad-/losarm																								
S.1a	Breuk losarm	LPG	Propaan		0.25								120								EFV sluit	506.0 uur	3.00E-08	1.52E-05
S.1b	Breuk losarm	LPG	Propaan		30								120								Ingrijpen operator	68.3 uur	3.00E-08	2.05E-06
S.1c	Breuk losarm	LPG	Propaan		90								120								beveiliging faalt	0.7 uur	3.00E-08	2.07E-08
S.2	Lek losarm 0,1D	LPG																			Laadtijd 0,5 uur	575.0 uur	3.00E-07	1.73E-04
Domino-effect tankwagens (atmosferisch)																								
E.1	Instantaan falen	Benzine	N-Hexaan		30																	481.3	5.80E-09	2.79E-06
Domino-effect tankwagens (atmosferisch)																								
E.1	Instantaan falen	Xyleen	Xyleen		30																	210.0	5.80E-09	1.22E-06
Domino-effect BLEVE tankwagens (onder druk)																								
E.2a	BLEVE	LPG	Propaan		50																vulgraad 100%	191.7	5.80E-10	1.11E-07
E.2b	BLEVE	LPG	Propaan		33																vulgraad 66%	191.7	5.80E-10	1.11E-07
E.2c	BLEVE	LPG	Propaan		16.5																vulgraad 33%	191.7	5.80E-10	1.11E-07

Scenario's Rekenmethodiek Bevi

Lange Leiding route bovengronds

Scenario's	Materiaal Stof	Model In Safeti-NL	Stof	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		Fase	Leidingen				Uitstroom debiet [kg/s]	Pompdebiet [m³/hr]	Plas opp. [m²]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie																						
						Druk [barg]	T [°C]		Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]										Duur [uur/jaar]	Initieel [jaar / m]	Totaal [jaar]																				
Standaard waarde																																												
Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	LPG leiding	LPG	Propana		38	7	9.8		203	1168										1.0	8766	1.00E-07	1.17E-04																				
L.2	0,1D gat leiding									203	1168										1.0	8766	5.00E-07	5.84E-04																				
R.1	Route segment																																											
Verlading Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	Borssele	Crude	Crude oil		500	6	9.8		508	489		237.5	1000	10000						2.0	61	1.00E-07	6.81E-07																				
L.2	0,1D gat leiding									508	489		36.47	1000	1536						2.0	61	5.00E-07	3.40E-06																				
R.1	Route segment																																											
Verlading Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	Borssele	Benzine	n-hexaan		500	6	9.8		355.6	489		200	1000	10000						2.0	100	1.00E-07	1.12E-06																				
L.2	0,1D gat leiding									355.6	489		17.87	1000	894						2.0	100	5.00E-07	5.58E-06																				
R.1	Route segment																																											
Verlading Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	Borssele	Kerosine	n-nonaan		500	6	9.8		355.6	489		225	1000	10000						2.0	45	1.00E-07	5.02E-07																				
L.2	0,1D gat leiding									355.6	489		19.19	1000	853						2.0	45	5.00E-07	2.51E-06																				
R.1	Route segment																																											
Holding Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	Borssele	Crude	Crude oil		99	2	9.8		508	489	718.42			1982						2.0	8705	1.00E-07	9.71E-05																				
L.2	0,1D gat leiding									508	489		21.06		936						2.0	8705	5.00E-07	4.86E-04																				
R.1	Route segment																																											
Holding Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	Borssele	Benzine	n-hexaan		49	2	9.8		355.6	489	502.89			971						2.0	8666	1.00E-07	9.67E-05																				
L.2	0,1D gat leiding									355.6	489		10.32		459						2.0	8666	5.00E-07	4.83E-04																				
R.1	Route segment																																											
Holding Leiding-route (bovengrondse lange lei)																																												
L.1	Breuk leiding	Borssele	Kerosine	n-nonaan		49	2	9.8		355.6	489	502.89			971						2.0	8721	1.00E-07	9.73E-05																				
L.2	0,1D gat leiding									355.6	489		11.08		492						2.0	8721	5.00E-07	4.86E-04																				
R.1	Route segment																																											

Scenario's Rekenmethodiek Bevi		201-2_Fornuis/A01/strippeer																								
Scenario's	Materiaal Stof	Model Stof In Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		Druk [barg]	9.8 [°C]	Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	Ø gat [mm]	Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebit [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal Initieel [jaar]	Faalfrequentie Initieel [uur]	Initieel [jaar / m]	Totaal [jaar]	
					Shell	Tube																				Shell
W.2a	Continue uitstroming 10 min																									
W.3a	10 mm gat												10.00													
E55H1	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	CO2																								
W.1a	Instantaan falen	CO2		3.4		15.1			gas																	
W.2a	Continue uitstroming 10 min																									
W.3a	10 mm gat												10.00													
E55I1	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	CO2																								
W.1a	Instantaan falen	CO2		3.4		21			gas																	
W.2a	Continue uitstroming 10 min																									
W.3a	10 mm gat												10.00													
E85	Pijpwarmtewisselaar (gevaarlijke stof)	CO2																								
W.1a	Instantaan falen	CO2		3.4		11			gas																	
W.2a	Continue uitstroming 10 min																									
W.3a	10 mm gat												10.00													

Scenario's Rekenmethodiek Bevi 308-4 Dexylenizer A04

Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters				Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp Ø [mm]	Pompdebit [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie		
					Druk top	bot	T top	bot															Initieel [jaar]	Initieel [uur]	Totaal [jaar]
Standaard waarde																									
					9,8				5				1												
C10-1	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			4.4		33	gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C10-2	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			10.9		33	gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C10-3	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			21		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C10-4	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			42.9		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C34-1	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			4.4		33	gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C34-2	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			10.9		33	gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C34-3	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			21		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C34-4	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			42.9		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C34-5	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			42.9		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C51-1	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			4.4		33	gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C51-2	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			10.9		33	gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C51-3	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			21		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
C51-4	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			42.9		33	Gas											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
P52A/B	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			21.5		-33	Liq											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	
P74A/B	Pomp/compressor (centrifugaal - me)	CO2																							
C.1	catastrofaal falen (line rupture)			1500			15.1		-26	Liq											modelleren als	1.0	1.00E-04	1.00E-04	
C.2	Lek 0,1D (leak)																				toevoerleiding pomp	1.0	4.40E-03	4.40E-03	

Scenario's Rekenmethodiek Bevi

CO2

Scenario's	Materiaal Stof	Model stof in Safeti-NL	Q [kg]	Vol [m³]	Procesparameters		Fase	Leidingen Diameter [mm]	Lengte [m]	inhoud [m³]	O gat [mm]	Klep/pomp O [mm]	Pompdebit [m³/hr]	Hoogte [m]	Tank head [m]	Pump head [m]	Bund [m²]	Duur [min]	Opmerking	x initiële frequentie	Aantal	Faalfrequentie		Totaal [jaar]
					Druk [barg]	T [°C]																Shell	tube	
Standaard waarde		shell / tube							5					1										
K15	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	22.5% CO2	1110	247.9	0.8	186	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
D73	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	22.5% CO2	986	88.5	7	11	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
D74	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	22.5% CO2	1110	247.9	0.8	186	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
D75	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	22.5% CO2	1110	247.9	0.8	186	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
D76	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	22.5% CO2	1110	247.9	0.8	186	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
V54	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	CO2	86	6.8	4.4	-34	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
V51	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	CO2	553	11.9	30	35	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
K50 bottom	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	CO2	1650	40	15.1	-26	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
K50 top	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	CO2	46850	40	15.1	-54	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
K51 bottom	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	CO2	121850	40	21.5	-33	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	
K51 top	Reactorvat /procesvat																							
V.1	Instantaan falen	CO2	121850	40	21.5	-25	G														1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.2	Continue uitstroming 10 min																				1.0	5.00E-06	5.00E-06	
V.3	10 mm gat																				1.0	1.00E-04	1.00E-04	