

QRA Shin Etsu

Actualisering 2019

Contents

Samenvatting	3
1. Afkortingen en begrippen	4
2. Inleiding	6
3. Toetsingskader externe veiligheid	7
4. Procesbeschrijving	8
4.1. De Chloor toevoerleiding	8
4.2. Twee EDC kolommen	9
4.2.1. De lichte fractie destillatiekolom C102A	9
4.2.2. De zware fractie destillatiekolom C103	10
4.3. De EDC/VCM quenchkolommen	11
4.3.1. De EDC/VCM quenchkolom C201	11
4.3.2. De EDC/VCM quenchkolom C201C	12
4.4. De HCl buffertank	12
4.5. De drie grote VCM druktanks, T411A/B/C	13
4.6. De VCM transportleiding naar de PVC fabriek in Pernis	14
4.7. De propeenverlading vanuit de spoorketelwagen	15
4.8. Scheepsverlading van vinylchloride	15
4.9. Scheepsverlading van EDC	15
4.10. Tankautoverlading van ammoniak	16
4.11. Tankautoverlading van Tars	16
4.12. T422 Koud VCM-opslag	16
5. De kwantitatieve risicoanalyse (QRA)	17
5.1. De aangewezen insluitsystemen in deze QRA	17
5.1.1. De aangewezen insluitsystemen procesinstallaties	17
5.1.2. De aangewezen insluitsystemen verladinginstallaties	17
5.2. Algemene werkwijze	17
5.2.1. De kansen van het initiële faalscenario	17
5.2.2. Systeemreacties en kansen	18
5.2.3. Effectontwikkeling en kansen	20
5.2.4. Weertype	20
5.2.5. Bevolkingsgegevens	21
5.2.6. Modellerings	21
5.3. Specifieke uitwerking tot faalscenario's	21
6. Risicopresentatie	31
6.1. De resultaten en discussie	31
7. Referenties	35
Appendix 1: Locatieplattegrond	36
Appendix 2: Omgevingskaart met populatiegegevens naburige bedrijven	36
Appendix 3: De scenario's	37
Appendix 4: Ontstekingsbronnen	81
Appendix 5: Resultaten	82
Appendix 6: Verwijzing naar Veiligheidsrapport	83

Samenvatting

Voor de vinylchloride fabriek van Shin-Etsu PVC B.V. te Rotterdam is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd in het kader van actualisering van het Veiligheidsrapport. De vinylchloride fabriek wordt uitgebreid met de verlading per truck van tars uit T402, T405 en T406. De autoverlading van deze tars werd voorheen door Nouryon(AkzoNobel) uitgevoerd en wordt overgenomen door Shin-Etsu. De Tar-autoverlading is daar toe nieuw ingericht met o.a. een vloeistof dichte vloer, opvangput, dampretour en beveiligingen bij Shin-Etsu op nieuwe plot aan de noordzijde van de tar/waste tanks T405 en T406. De toevoeging van de Tar verlading draagt niet bij aan het externe risico zoals berekend in deze QRA. Aan de insluitsystemen T405 en T406 zijn geen veranderingen uitgevoerd die van invloed zijn op de subselectie uit 2012.

Op basis van de subselectie bevat deze QRA de volgende onderdelen van de procesinstallaties: twee 1,2-ethyleendichloride-destillatie kolommen, de waterstofchloride buffertank, twee quenchkolommen, drie vinylchloride monomeer opslagbollen, het bovengrondse deel van de lange vinylchloride monomeer transportleiding naar de polyvinylchloride fabriek te Pernis en het chloorprocesleidingdeel dat eigendom is van Shin-Etsu. Op aanwijzing van de DCMR is de koudopslag VCM T422 toegevoegd in 2016.

Tevens zijn de verplichte scenario's voor verlading opgenomen betreffende de verladinginstallaties voor ammoniak, vinylchloride en 1,2-ethyleendichloride (scheepsverlading) en propyleen (spoorketelwagen) en de nieuwe Tar-autoverlading.

De in deze QRA gerapporteerde scenario's betreffen de uitstroming van chloor (Cl₂), waterstofchloride (HCl), vinylchloride monomeer (VCM), 1,2-ethyleendichloride (EDC), EDC tars en een mengsel van EDC, VC en HCl.

De modellering is uitgevoerd met behulp van Safeti-NI (V 8.21). De QRA berekeningen zijn uitgevoerd conform de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (versie 3.3) van het RIVM.

De 10⁻⁶/jaar PR- contour ligt net buiten het gemeenschappelijke bedrijventerrein locatie Botlek van Shin-Etsu en Nouryon. De snelweg, A15 ligt buiten de PR 10⁻⁶/jaar contour. De PR 10⁻⁵/jaar contour komt niet over de Welplaatweg.

Het berekende plaatsgebonden risico van de vinylchloride fabriek, locatie Botlek Rotterdam voldoet aan de normering in het BEVI (Zie hoofdstuk 3).

De resultaten van de fN-curve blijft voor het groepsrisico ruim onder de oriënterende waarde.

Toelichting

Dit rapport geeft de beschrijving van de QRA aanpak, de procesbeschrijving en de QRA resultaten. Dit rapport betreft een revisie van doc.nr.: 3.525.024 d.d. 23 mei 2016

1. Afkortingen en begrippen

Afkortingen

BL	Battery Limit (fabrieksgrens)
Bevi	Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
BRZO 99	Besluit risico's zware ongevallen 1999
Cl ₂	Chloor
DVH	Droge Vent Header
EDC	1,2-ethyleendichloride of 1,2 dichloorethaan
GR	Groepsrisico
HARI	Handleiding Risicoberekeningen Bevi
HCl	Waterstofchloride
MEB	Membraan Elektrolyse Bedrijf (Chloorproductie)
NMP	Nationaal Milieubeleidsplan
NH ₃	Ammonia
PR	Plaatsgebonden risico
PVC	Polyvinylchloride
QRA	Kwantitatieve risico analyse
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SIL	Safety integrity level
VCM	Vinylchloride monomeer
VROM	Volkshuisvesting ruimtelijke ordening en milieu
VR	Veiligheidsrapport

Begrippen

BLEVE (vuurbal)	Kokende vloeistof onder druk die bij vrijkomen een drukgolf veroorzaakt. Indien de vloeistof brandbaar is, kan het bij vrijzetting gelijktijdig ontsteken en uitzetten tot een brandend gas. Dit veroorzaakt een drukgolf en een vuurbal (warmtestraling) (Engels: BLEVE = Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion).
Explosie	Vertraagde ontsteking van een gas waarbij een explosieve verbranding plaatsvindt waardoor een drukgolf ontstaat (Engels explosion).
Effectafstand	Hier: 1 % letaliteitafstand, de afstand tot de locatie waar een onbeschermde persoon een kans van 1% op overlijden heeft, gegeven het scenario en de weerklassen. Het optredende effect kan zijn toxische wolk, warmtestraling of drukgolf.
fN curve	Grafische weergaven van het groepsrisico, waarbij het groepsrisico de kans per jaar (f) is dat een groep van tenminste een bepaalde grootte (N) slachtoffer wordt van een onvoorziene gebeurtenis. Het groepsrisico wordt weergegeven in een zogeheten fN-curve.
Groepsrisico	kans dat zich een bepaald effect voordoet binnen een bepaalde periode bij een bepaald aantal personen. indien het aantal personen niet nader is gespecificeerd, wordt er een of meer personen bedoeld. Een groepsrisico van bijvoorbeeld 10^{-3} per jaar betekent een kans van 0,001 dat tenminste een lid van de groep binnen een jaar het effect ondervindt.
% Letaliteit	Percentage letaliteit is de kans op overlijden. De kans op overlijden ten gevolge van een blootstelling wordt berekend vanuit de probit functie.
Plasbrand	Een brandende vloeistofplas (Engels: pool fire).
Plaatsgebonden risico	Het plaatsgebonden risico is de kans dat een persoon slachtoffer wordt van een ongeval indien deze zich gedurende een jaar onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Een plaatsgebonden risico van bijvoorbeeld $1CF^3$ per jaar betekent een kans van 0,001 dat een persoon op die plaats binnen een jaar het effect ondervindt.
Plaatsgebonden risicocontouren	Het plaatsgebonden risico van een inrichting wordt weergegeven op een kaart van de inrichting en de omgeving waarop contouren van gelijk risico worden weergegeven.
Probit	De probit is een waarschijnlijkheidsfunctie die de toxische doses voor een individu beschrijft. De toxische doses in gelijk aan $C^n \times t$ met de concentratie C gedurende de blootstellingstijd t.
Toorts of fakkelbrand	Een uitstromend brandbaar gas dat ontsteekt (Engels: jet flame).
Wolkbrand	Een uitstromend brandbaar gas dat niet ontsteekt maar als een gaswolk in de omgeving zich verspreidt. Bij een wolkbrand ontsteekt het gas en vindt er een niet-explosieve verbranding plaats. Gas brandt terug naar uitstroompunt (Engels: flash fire).

2. Inleiding

Op verzoek van Shin-Etsu PVC B.V. te Rotterdam is voor de VCM fabriek, locatie Botlek, een actualisatie van de kwantitatieve risico analyse (QRA) uitgevoerd door Nouryon Projects & Engineering. De QRA maakt onderdeel uit van het veiligheidsrapport (VR) van Shin-Etsu. De actualisatie vindt plaats in het kader van de periodieke revisie.

In deze actualisatie is de feedback van DCMR op een eerdere actualisatie in 2012. Er zijn geen installatiewijzigingen t.o.v. deze revisie 2012. De installaties voor EDC en VC scheepsverlading zijn eigendom van Shin-Etsu, de verladingactiviteiten worden uitgevoerd door Nouryon en deze vallen daarom onder de vergunning van Nouryon. Toch zijn deze activiteiten wel meegenomen in deze QRA. De risicoberekening voor de chloor transportleiding tot aan de eerste blokafsluiters van Shin-Etsu is volledig beschreven in de QRA van het MEB van Nouryon Rotterdam en daarom niet meegenomen in deze QRA.

Het doel van de QRA is om een beeld te presenteren van de berekende externe risico's en de getroffen maatregelen, zodat de afweging kan worden gemaakt of de zwaarte van de getroffen maatregelen in overeenstemming is met de hoogte van de berekende risico's.

De installatie wordt beschreven in hoofdstuk 3. Voorts wordt de QRA aanpak beschreven in hoofdstuk 5. De modellering is uitgevoerd met behulp van Safeti-NI (V 6.54). De QRA is uitgevoerd conform de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (ref. 1).

De QRA van Shin-Etsu omvat:

- twee EDC destillatie kolommen C102A en C103;
- twee EDC/VCM quenchkolommen C201 en C201C;
- de HCl buffertank T204;
- de drie grote VCM opslagbollen T411A, -B en -C;
- de koud opslag van VCM in T422
- het bovengrondse deel van de VCM leiding naar de PVC plant in Pernis;
- de chloorprocesleiding van Shin-Etsu;
- ammoniaklossing;
- propeenverlading per spoorketelwagen;
- VCM en EDC scheepsverlading.

Deze onderdelen zijn aangewezen op basis van de subselectiemethode (ref 2.). De koud- opslag VCM in T422 is als insluitsysteem met de grootste inhoud toegevoegd in deze revisie.

Het resultaat van de externe risicoberekeningen van de VC fabriek voor de omgeving kan worden beschreven door:

1. de effectafstanden (1% letaliteit)
2. het plaatsgebonden risico (PR) en
3. het groepsrisico (GR).

De scenario beschrijving en de QRA resultaten zijn in de appendices 3 respectievelijk 5 opgenomen. De effectafstanden worden gepresenteerd in een tabel. Het plaatsgebonden risico wordt gepresenteerd in de vorm van contouren op de kaart. Het groepsrisico wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van de fN-curve.

3. Toetsingskader externe veiligheid

De basis van het huidige Nederlandse veiligheidsbeleid wordt gevormd door het Besluit Risico's Zware Ongevallen 1999 en het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen. De gewenste veiligheidssituatie voor industrieterreinen ("inrichtingen" in de terminologie van de Wet milieubeheer) ten aanzien van externe veiligheid wordt bepaald door twee risico-kengetallen en de daarbij horende normstelling: het Plaatsgebonden Risico (PR), het Groepsrisico (GR). Deze kengetallen voor het berekende externe risico volgen uit een modelmatige voorstelling van de bedrijfssituatie in een QRA met Safeti-NI.

Er wordt in de wet en regelgeving die betrekking heeft op externe veiligheid gesproken over kwetsbare en beperkt kwetsbare bestemmingen. Voorbeelden van kwetsbare bestemmingen zijn woningen, bejaardenoord, scholen en ziekenhuizen. Beperkt kwetsbare bestemmingen zijn bijvoorbeeld kantoren, restaurants en cafés.

De doelstelling in het BEVI was dat bestaande inrichtingen vóór 2010 moeten voldoen aan een Plaatsgebonden Risico (PR) van één op de miljoen jaar (frequentie 10^{-6}jr^{-1}) op de grens van kwetsbare bestemmingen. Met ingang van 2010 blijft vooralsnog het onderscheid tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare bestemmingen bestaan en is 10^{-6}jr^{-1} nog steeds een richtwaarde in plaats van grenswaarde.

Voor het groepsrisico is het begrip 'oriënterende waarde' van toepassing. Voor inrichtingen bedraagt deze waarde een maximale kans van één op honderdduizend jaar dat tenminste 10 personen zullen overlijden en een kans van één op 10 miljoen jaar dat ten minste 100 personen zullen overlijden. De oriënterende waarde wordt weergegeven in de fN-curve en geeft aan of het gewenste groepsrisico wordt overschreden.

De oriënterende waarde heeft in de terminologie van de Wet Milieubeheer de status van richtwaarde. Dit betekent dat hiervan gemotiveerd mag worden afgeweken. De vergunningverlenende instantie moet hierover verantwoording afleggen.

4. Procesbeschrijving

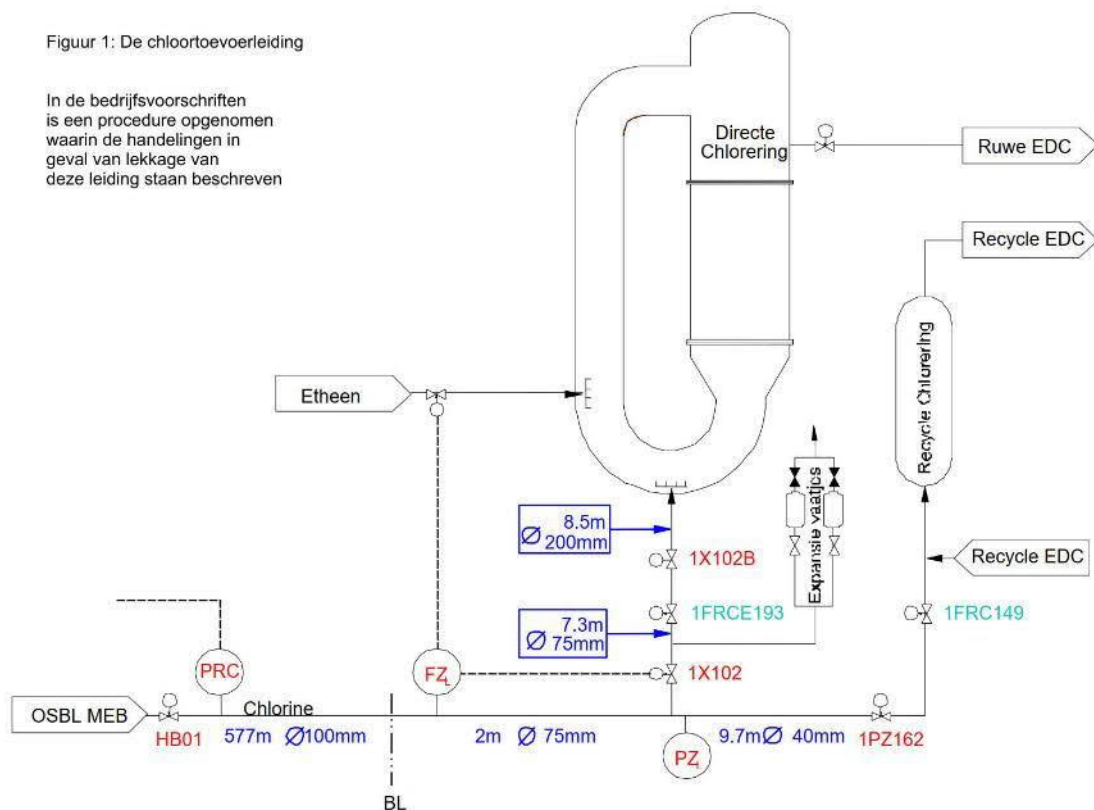
4.1. De Chloor toevoerleiding

In deze versie van de QRA voor Shin-Etsu vervalt het grootste deel van de chloortoevoerleiding als aangewezen insluitsysteem, omdat dit systeem al onderdeel uitmaakt van de Nouryon QRA. De procesbeschrijving hieronder wordt ter informatie gegeven.

In de directe chlorering en de recycle chlorering in unit 100 wordt chloor gebruikt. Vloeibaar chloor met 20°C en 9 barg van het MEB (Membraan Elektrolyse Bedrijf) van Nouryon betrokken. Er wordt maximaal 28 ton/uur aan de directe chlorering en 300 kg/uur aan de recycle chlorering gevoed. In de reactoren is de chloorconcentratie laag (<500 ppm).

De chloortoevoerleiding is 577 m lang en is eigendom van Nouryon. Het laatste stuk vanaf de battery limit is 9.3 m (diameter 75 mm) lang en is eigendom van Shin-Etsu. Het kleinste deel daarvan 2 m wordt gezien als transportleiding en is als zodanig opgenomen in de QRA van Nouryon Industrial Chemicals Rotterdam. Een breuk in dit deel van de transportleiding leidt tot activering van een lage druk sensor die automatisch de afsluiters 1X102 en 1PZ162 naar de directe en recycle chloreringsreactoren sluiten. Bij een lage doorzet zullen eveneens automatisch de insluitsysteembegrenzers, de blokafsluiters 1X102 en 1PZ162 op de grens voor de QRA met Nouryon sluiten.

In deze QRA wordt alleen gekeken naar het stuk van de voedingsleiding dat de directe chlorering R-101 voedt met een snelheid van maximaal 7,6 kg/s voor een leidingstuk van 7,3 m.



4.2. Twee EDC kolommen

4.2.1. De lichte fractie destillatiekolom C102A

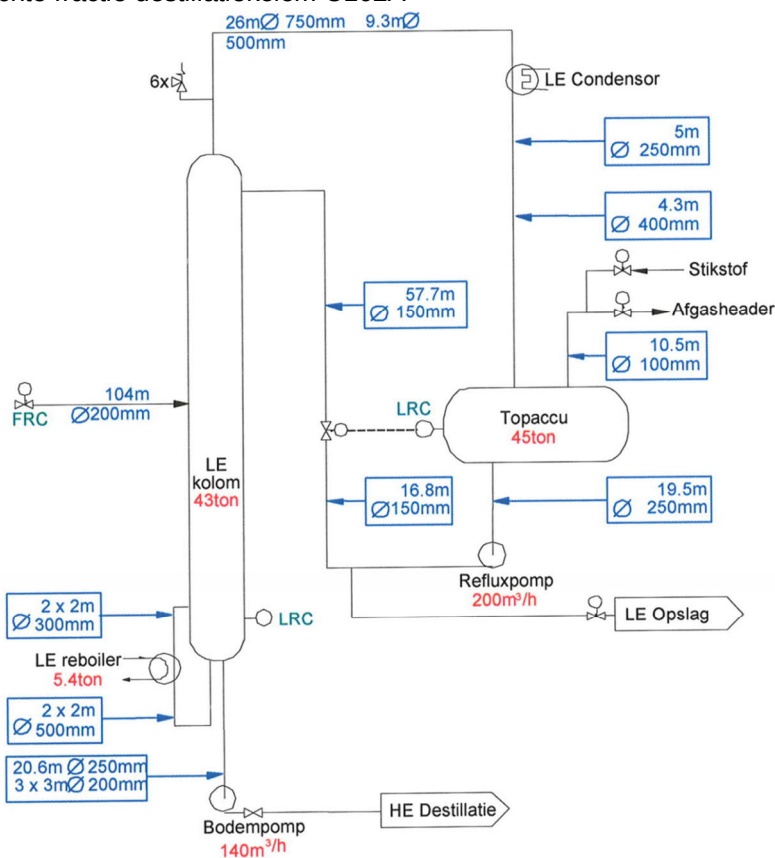
De lichte fractie (Light Ends) destillatiekolom maakt deel uit van de 100 unit. In de LE-kolom worden lichte componenten en water afgescheiden van de natte ruwe EDC. De kolom wordt op bijna volledige reflux bedreven met een topdruk van 0,4 barg en een toptemperatuur van 76 °C. Er wordt maximaal 250 ton/uur EDC aan de kolom gevoed.

De LE met een lager kookpunt dan EDC gaan in de kolom naar de top en verzamelen zich in de refluxaccu. Er wordt een kleine hoeveelheid LE (maximaal 1000 kg/uur) afgevoerd naar de LE- opslag, de rest van de EDC gaat als reflux terug naar de kolom.

Water vormt een azeotropisch mengsel met de EDC en een aantal van de LE componenten. Dit azeotropisch mengsel heeft een lager kookpunt dan EDC en op deze manier kan het water ook in de refluxaccu verzameld worden.

Het bodemproduct bevat naast EDC nog een aantal zwaardere componenten als 1,1,2- trichloorethaan. In geval van een calamiteit wordt door het operatorteam een noodstop uitgevoerd. Als eerste wordt de stoomtoevoer aan de reboiler op de handgenomen en dichtgeregeld. Vervolgens wordt de voeding en de top- en bodemafvoer dichtgeregeld. Vervolgens wordt de refluxaccu en de kolom leeggepompt. Daarna worden beiden drukloos gemaakt.

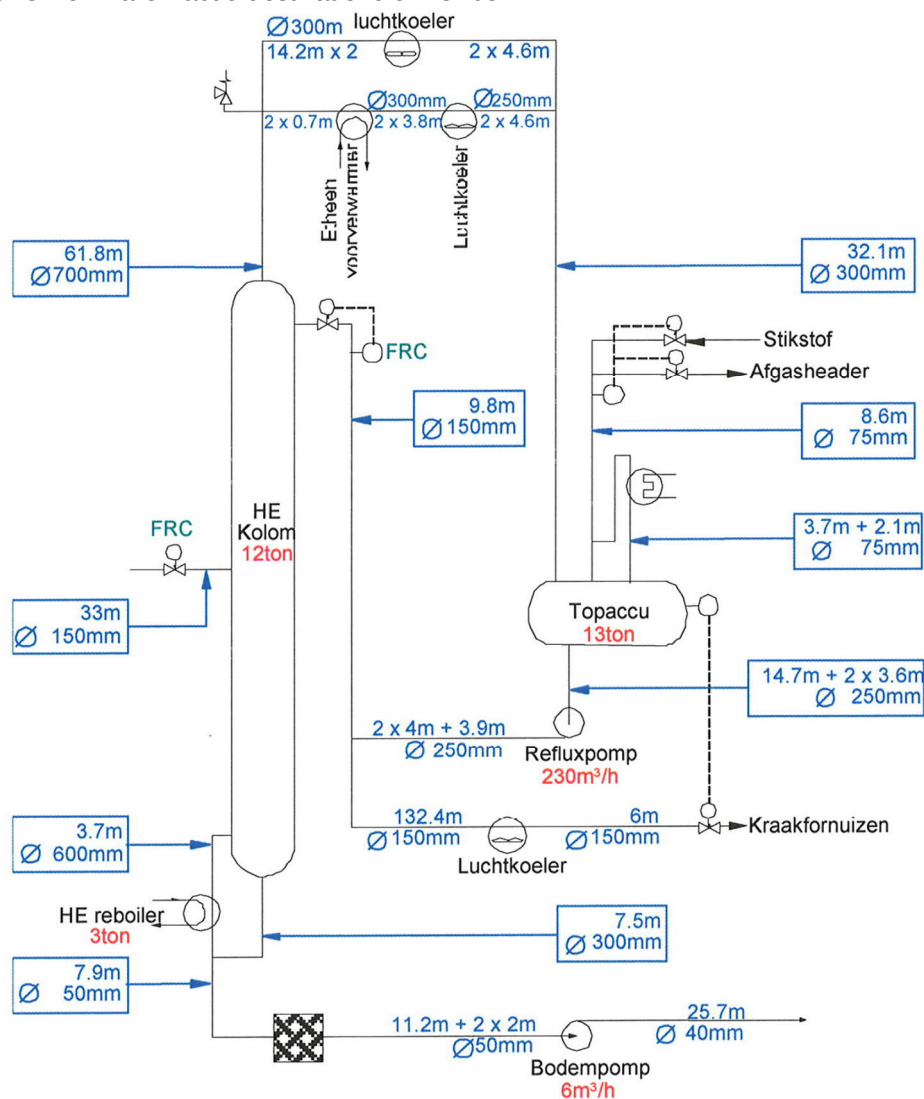
Figuur 2 De lichte fractie destillatiekolom C102A



4.2.2. De zware fractie destillatiekolom C103

De zware fractie (Heavy Ends) kolom C103 maakt deel uit van de 100 unit. Parallel aan deze kolom is tevens HE-kolom C103B aanwezig, die eenzelfde functie heeft, maar waarvan het insluitsysteem niet is aangewezen voor de QRA berekeningen in kader van de subselectie op basis van een iets kleinere inhoud.

Figuur 3 De zware fractie destillatiekolom C103



Het bodemproduct van de LE-kolom wordt aan de parallel werkende HE-kolommen gevoed. Hier worden de aanwezige zwaardere componenten verwijderd. De topdruk en temperatuur zijn bij beide kolommen respectievelijk ca. 0.4 barg en 95°C. Het bodemproduct bestaat deels uit 1,1,2-trichloorethaan en zwaardere producten (tars). Deze worden in een semicontinu proces gedestilleerd in tar stills. Het topproduct dient als voeding voor de kraakfornuizen. Aan HE-kolom C103 wordt maximaal 140 ton/uur EDC gevoed. De bodemafvoer is ca. 7 ton/uur.

Voor de noodstop van één van de HE-kolommen geldt hetzelfde als een noodstop van de LE-kolom. Als eerste wordt de stoomtoevoer aan de reboiler op de handgenomen en dichtgeregeld. Vervolgens wordt de voeding en de top- en bodemafvoer dichtgeregeld. Vervolgens wordt de refluxaccu en de kolom leeggepompt. Daarna worden beiden drukloos gemaakt.

4.3. De EDC/VCM quenchkolommen

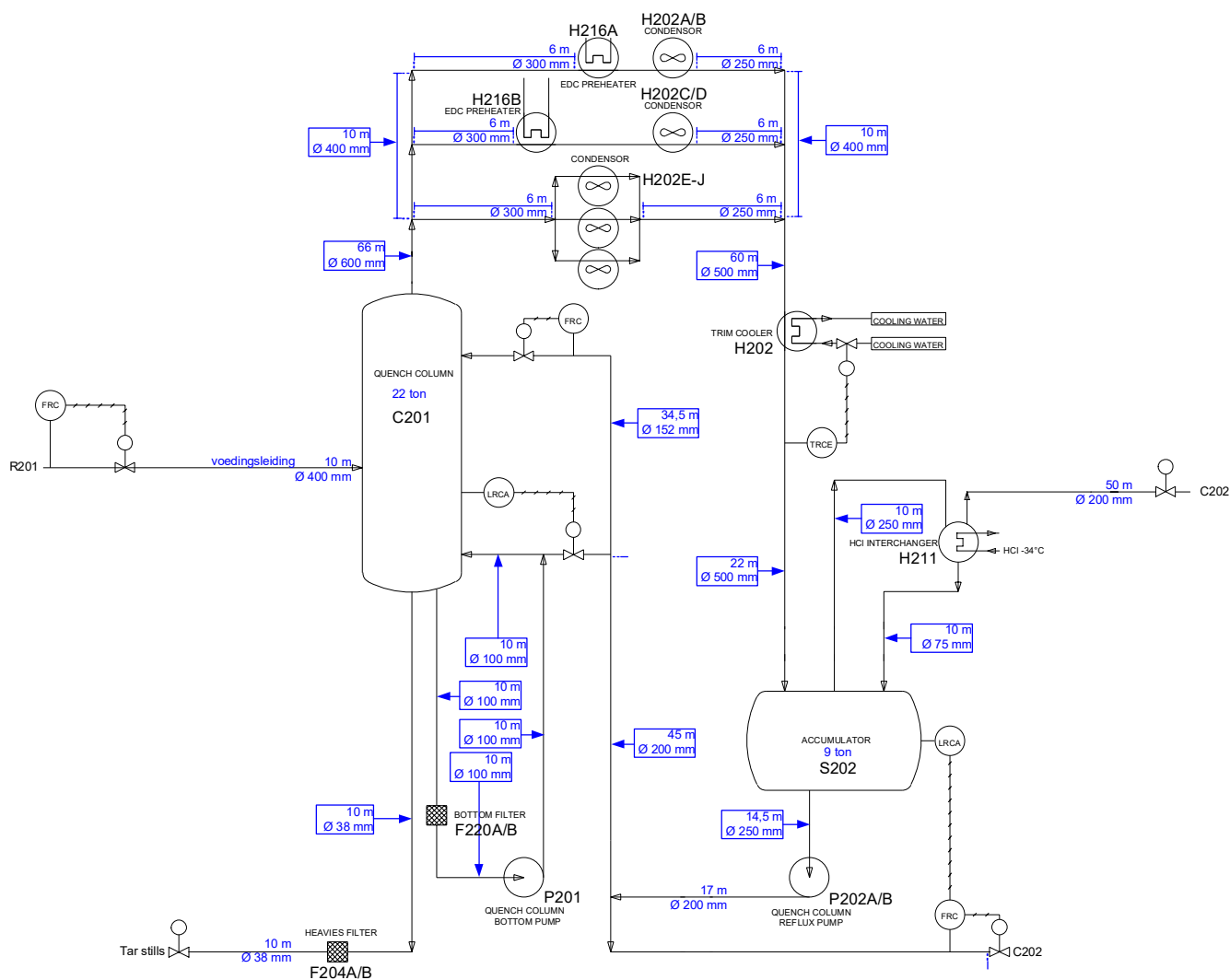
4.3.1. De EDC/VCM quenchkolom C201

Doel van deze processectie is om de gas- en vloeistoffases van EDC, VCM en HCl uit de fornuizen R201A en -B te scheiden en te ontdoen van zware componenten (tars) via de bodem van de kolom (zie ook figuur 4). Dit gebeurt in een quenchkolom met 10 schotels in de topsectie voor stofoverdracht. De kolom toptemperatuur is ongeveer 126 °C en de bodemtemperatuur ongeveer 162 °C. De druk in de kolom is bij deze condities ongeveer 9,5 bara.

De normale toestroom is 130 ton/h groot en bestaat voor 43% uit niet omgezet EDC, 36% VCM en 21% HCl.

De gecondenseerde EDC/VCM topstroom wordt voor een deel teruggevoerd als reflux naar de quenchkolom en de rest gaat naar de volgende unit C202 in het opwerkingsproces.

Figuur 4. EDC/VCM quenchkolom C201



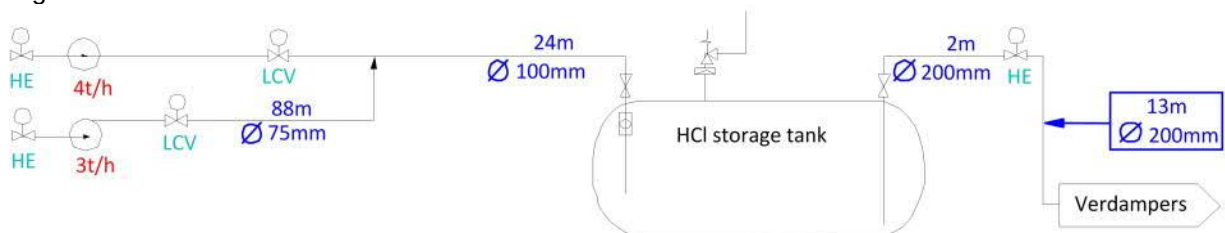
Vanaf twee parallel opererende productielijnen wordt de gecondenseerde HCl-vloeistof verpompt naar de buffertank. Dit gebeurt via een 100 mm en een 75 mm leiding. Het debiet wordt geregeld op ca. 3 en 4 ton/uur door de LCV's. De vloeistof wordt ingebracht via een dippijp (in de dippijp is een beluchting gat aangebracht). De vloeistof wordt afgevoerd via een dippijp naar twee parallel opgestelde, door stoom verwarmde HCl-verdampers.

In de tank zijn op de aansluitpunten van de aanvoer doorstroombegrenzers aangebracht die in geval van breuk van de aanvoerleiding werken als terugslagklep.

In geval van calamiteit kan de aanvoer vanuit de twee productielijnen gestopt worden door middel van op afstand bedienbare afsluiters die vanuit de controlekamer te bedienen zijn. Deze afsluiters bevinden zich voor de pompen (d.w.z. Stroomopwaarts). In de HCl afvoer is een op afstand bedienbare afsluiter aangebracht, die in noodsituaties kan worden gesloten.

De tank is beveiligd tegen overdruk door twee omwisselbare afblaasveiligheden die afblazen naar het HCl-blow down systeem.

Figuur 6: de HCl buffertank



4.5. De drie grote VCM druktanks, T411A/B/C

De VCM-drukopslag maakt deel uit van de 400 unit. In de VCM-drukopslag wordt zuivere VCM afkomstig uit de 200 unit opgeslagen in een van de VCM-checktanks (kleine bollen) waarin een kwaliteitscontrole kan worden uitgevoerd. Het product wordt met de VCM-checktankpomp naar een van de drie druktanks T411A/B/C verpompt. Elke tank heeft een maximale capaciteit van 1950 ton.

De vloeibare VCM komt via pijpen onder het vloeistofoppervlak in de tank. Dit om elektrostatische oplading van het product te voorkomen. Aan de gas zijde staan de tanks in verbinding met elkaar via een druk vereffeningsleiding. De VCM-druktanks hebben elk een eigen insluitsysteem. De VCM-checktanks hebben een gezamenlijk insluitsysteem.

Er zijn verschillende verpomp mogelijkheden van VC uit de druktanks:

- Transport naar de PVC fabriek 100% van de tijd in gebruik
- Verlading naar de schepen 10% van de tijd in gebruik
- Transport naar de koud VCM opslag <10% van de tijd in gebruik

In de praktijk betekent dat, dat er op een VCM druktank met een gemiddelde vul graad van 1200 ton wordt afgelopen, die via een ondergrondse leiding de PVC-fabriek in Pernis bedient. De overige twee tanks worden gebruikt voor belading van schepen of off-spec product opslag (max 500 ton). Van deze twee tanks staat gemiddeld genomen een druktank, gevuld met 1950 ton VCM en in een derde tank bevindt zich 500 ton VCM.

Op elke druktank bevindt zich een set van 2 omwisselbare afblaasveiligheden. In de VCM toevoerleiding van elke tank en in de centrale toevoerleiding bevinden zich afblaasveiligheden. Deze blazen af naar een veilige locatie.

De druktanks zijn voorzien van een dubbele bodemstomp met elk een excess flow valve (niet weergegeven in figuur 7) en een gezamenlijke blokklep in de vloeistofafvoerleiding onder de tank. De

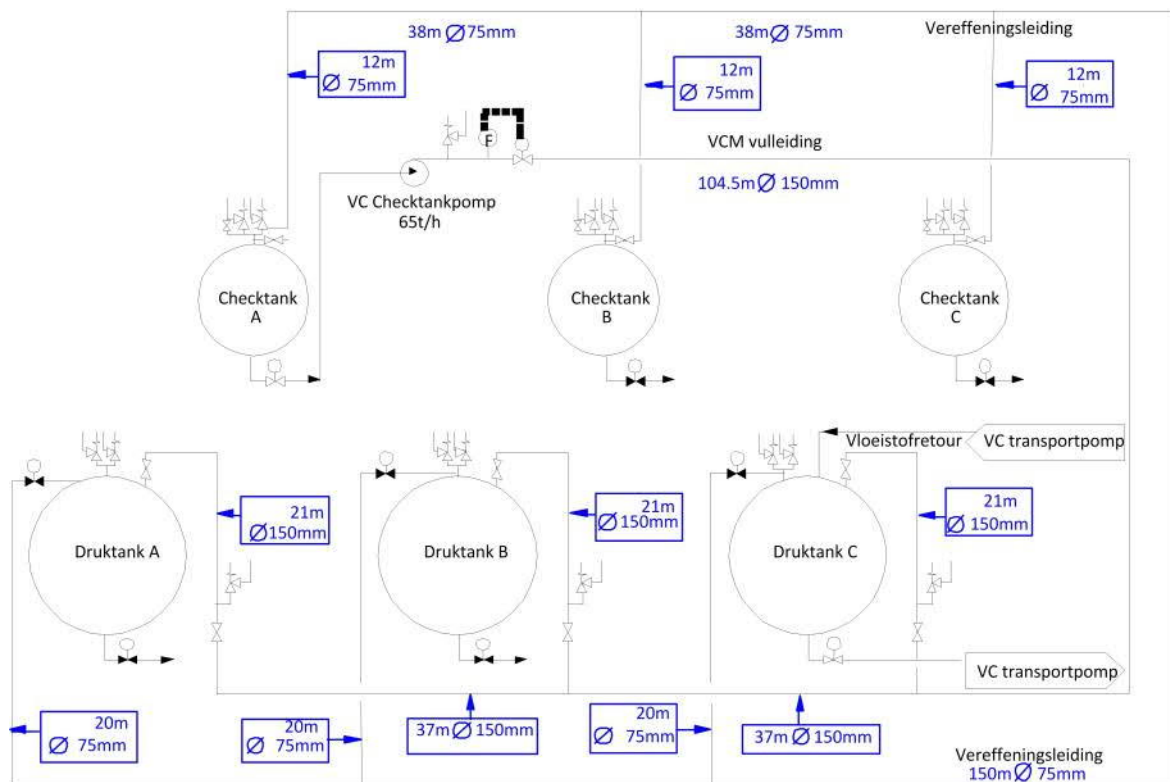
blokafsluiters zijn te bedienen vanuit de controlekamer en vanuit de VC pompputten. De checktankpomp is eveneens met een noodstop vanuit de controlekamer te bedienen. Er is een centrale noodknop in de controlekamer die de bodemkleppen van alle druktanks en checktanks sluit.

Verder is er een noodstop in de controlekamer die de PVC transportpomp stopt en de afvoerklep naar de PVC fabriek sluit.

De druktanks zijn voorzien van een niveaumeting met een hoog niveau trip die alle VCM verpompingen stopt. Indien deze zou falen zijn de tanks voorzien van een hoog niveau bewaking die eveneens alle VCM verpomping stopt. De tanks zijn voorzien van een hoge druk bewaking die alle VCM verpomping stopt.

Het terrein rondom de VCM drukopslag en de VCM pompputten van de checktankpomp en de transportpompen zijn voorzien van VCM gasdetectie met alarmering in de controle kamer.

Figuur 7 VCM drukopslag



4.6. De VCM transportleiding naar de PVC fabriek in Pernis

De VCM transportleiding van de VC fabriek in Botlek naar de PVC fabriek in Pernis heeft een lengte van ongeveer 9 km. De ontwerpdruk is 50 bar. De eerste 27,5 m vanaf de VC transportpompen ligt bovengronds, de rest ligt ondergronds. Een pomp is continu in bedrijf terwijl de andere pomp standby staat. De maximale capaciteit van de pompen is 59 ton VCM/h, de persdruk 40 barg. Het debiet van de afvoer naar de PVC plant wordt geregeld met behulp van FICA88. Het debiet wordt ingesteld op basis van de geplande PVC productie, teveel aan VC wordt via de overstort teruggevoerd naar de VCM druktank.

Het bovengrondse leidingdeel is voorzien van een blokklep, een terugslagklep, een afblaasveiligheid, twee omwisselbare afblaasveiligheden en diverse blokkleppen. De afblaasveiligheden blazen af naar het ventgassysteem. De leiding kan verder met behulp van een 1" leiding worden leeggemaakt naar het ventgassysteem.

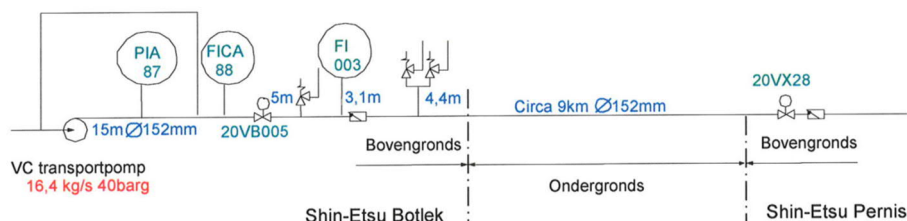
Het systeem is voorzien van een drukmeting 20PIA87 die bij een te lage druk alarmeert in de controlekamer. Vervolgens wordt vanuit de controlekamer het VC transport gestopt (afvoerklep dicht, VC transportpomp staat stop).

Rondom de VC transportpompen zijn meerdere detectiekoppen aanwezig die alarmeren in de controlekamer. Vanuit de controlekamer kunnen vervolgens met behulp van een noodstopknop de pompen worden gestopt en de blokklep gesloten.

In geval van een calamiteit wordt vanuit de VC controlekamer middels een 'hotline' de PVC controlekamer op de hoogte gesteld. Aan de PVC zijde van de leiding bevindt zich eveneens een blokklep die vanuit de controlekamer te bedienen is.

In de bedrijfsvoorschriften is een procedure opgenomen waarin de handelingen in geval van een lekkage van deze leiding staan beschreven.

Figuur 8 De VCM transportleiding naar de PVC plant in Pernis.



De bovengrondse leidingdelen (tot aan de isolatieflenzen) zijn eigendom van Shin-Etsu. Het ondergrondse leidingdeel is onderdeel van een ondergronds distributiesysteem dat in eigendom is van Multicore B.V. . Shin-Etsu huurt deze leiding van Multicore B.V. .

4.7. De propeenverlading vanuit de spoorketelwagen

Propeen wordt naar behoefte gelost vanuit een ketelwagon. De maximale inhoud van een spoorketelwagon is 40 ton propeen. Gemiddeld bevat de SKW 20 ton vloeibare propeen bij een procesdruk van 9,2 barg (verzadigingstemperatuur 293 K). In totaal wordt er jaarlijks ca 11 uur gelost. Het lossen geschiedt met behulp van een losarm. Het betreft een losarm met een diameter van 50 mm en een lengte van 10 m. Het losdebiet bedraagt ca. 3,6 ton per uur.

Het bestudeerde installatiedeel omvat de losarm en de spoorketelwagon.

4.8. Scheepsverlading van vinylchloride

De verlading vindt plaats met behulp van een laadarm. Het betreft een laadarm aan het eind van een leiding van ca 150 m lengte. Jaarlijks wordt gedurende 850 uur verladen. De begrenzing van het insluitsysteem wordt gevormd door de blokkleppen (10HCV022 bij de VC fabriek en 20XSV030 bij de VCM laadarm.) De leiding en de laadarm hebben een diameter van 152 mm. Het verlaaddebiet bedraagt 200 ton/h.

4.9. Scheepsverlading van EDC

De verlading vindt plaats met behulp van een laadarm. De laadarm heeft een lengte van ca. 150 m. Jaarlijks wordt gedurende 280 uur verladen. De begrenzing van het insluitsysteem wordt gevormd door de blokkleppen in de pers van pomp P-2012 bij de VC fabriek en 20HCV36 bij de EDC laadarm). De leiding heeft een diameter van 203 mm. De laadarm heeft een diameter van 152 mm. Het verlaaddebiet bedraagt 250 ton/h.

4.10. Tankautoverlading van ammoniak

De ammoniak wordt in het proces gebruikt als pH regelaar. Per jaar vinden er 5 a 7 lossingen plaats. Elke lossing duurt minder dan 1,5 uur. De vloeibare ammoniak wordt met een pomp van de tankauto met een druk van ongeveer 7,8 barg en een snelheid van 4 ton/h in de ammoniak tank MS-308 gepompt. De lossing van ammoniak vindt plaats met behulp van een losslang van 2". Drukvereffening in de opslagtank en tankwagen vindt plaats door middel van een dampretourleiding die de dampfase van beide installaties verbindt.

4.11. Tankautoverlading van Tars

EDC waste product uit het productieproces wordt opgeslagen in T405 en T406 en vandaar in containers verladen en per truck getransporteerd naar een erkende verwerker. Per jaar wordt maximaal 19kton tars verladen; afhankelijk van het soort container en de bestemming wordt per keer 24 tot maximaal 28 ton tars verladen.

In totaal zullen maximaal 750 tankcontainers per jaar worden beladen (QRA: 670) in de nieuwe tarverladingsinstallatie. De beladingssnelheid bedraagt 17 m³/h, bij de heersende dichtheid van tars ca. 23 ton/uur. Dit betekent een tijdsduur van vullen van een container van iets meer dan een uur. De tankcontainers worden altijd van bovenaf gevuld via een laadarm voorzien van flexen en dry break koppelingen, waarmee de emissie van tars worden geminimaliseerd bij afkoppelen. De belading vindt met plaats met een pomp vanuit T405 of T406 via een flow en hoeveelheidsmeter, de afvulling van een container met 28 ton tars duurt ca 73 minuten. Drukvereffening in de opslagtank en container vindt plaats door middel van een dampretourleiding die de dampfase van beide installaties verbindt.

4.12. T422 Koud VCM-opslag

In T422 wordt vinylchloride monomeer drukloos opgeslagen bij ca -14°C, de maximum vulgraad is 10500 kton (ca 11000 m³). De tank staat in een second containment, met een omwalling van ca 4 m hoog en een opvangcapaciteit van ca 12.000 m³. De tankstanden variëren over het jaar. Een tijdsverdeling over het jaar is vast gesteld voor 4 tankstanden, 2500 ,500 , 8500 en de maximum vulgraad van 10500 kton.

5. De kwantitatieve risicoanalyse (QRA)

De beschrijving van de QRA wordt in dit hoofdstuk gedaan aan de hand van de aangewezen insluitsystemen (paragraaf 3.1), de algemene aspecten aan risico analyse (paragraaf 3.2) en een opsomming van de specifieke scenario's per unit (paragraaf 3.3)

5.1. De aangewezen insluitsystemen in deze QRA

5.1.1. De aangewezen insluitsystemen procesinstallaties

Naam unit	Stof	Brandbaar (B) of toxisch (T)	Hoeveelheid (kg)
C102A/H105/H106/S102	EDC	B	84718
C103/H108/H109/S103	EDC	B	84314
C201/H202a-j/H216AB/S202/H211	EDC+VCM+HCl	B	56606
C201C/H216C/S201C/H202q-v/S202C/P202EF	EDC+VCM+HCl	B	42161
T204	HCl	T	51297
T411A	VCM	B	1950000
T411B	VCM	B	1200000
T411C	VCM	B	50000
T422	VCM	B	10500000
VC leiding naar PVC 6"	VCM	B	150223
Chloor toevoerleiding naar R101 en R102	Cl ₂	T	50 kg, Verplicht aangewezen

Ten opzichte van 2012 is er één geselecteerd systemen bij gekomen: T422 koud opslag van VCM vanwege de modellering van de opslagbollen T411A/B/C met een lagere vulgraad. De QRA is nodig op basis van het criterium giftigheid van chloor (Cl₂) en waterstofchloride (HCl) en ontvlambaarheid van EDC en VCM.

5.1.2. De aangewezen insluitsystemen verladinginstallaties

Alle insluitsystemen van de verladinginstallaties zijn aangewezen voor QRA berekeningen zie tabel hieronder:

Insluitsysteem
NH ₃ Tankauto
Propeen Spoorketelwagen
VCM Tankschip
EDC Tankschip

Het verladen van NH₃ vanuit de tankauto is een activiteit die met een zeer lage frequentie wordt uitgevoerd. In eerdere QRA's zijn de scenario's op voorhand verwaarloosd omdat de NH₃ verladinginstallatie slechts gedurende 0,05 % van de tijd in gebruik is. Het risico van deze activiteit wordt meegenomen in de berekening van de QRA vanwege de verplichte aanwijzing volgens HARI versie 3.2 om tot vloeistof verdichte toxische stoffen mee te nemen in de beoordeling.

5.2. Algemene werkwijze

5.2.1. De kansen van het initiële faalscenario

De gebruikte faalfrequenties van de ongevallen zijn conform de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (ref. 1). In onderstaande tabel is een opsomming gegeven van gebruikte frequenties.

Tabel 1: Enkele veelvoorkomende initiële faalfrequenties Omschrijving Frequenties

Omschrijving	Frequenties	
Opslagtank onder druk, instantaan	5,0E-07	1/jaar
Opslagtank onder druk, continue 10min.	5,0E-07	1/jaar
Opslagtank onder druk, 10 mm lek	1,0E-05	1/jaar
Procesvat: instantaan	5,0E-06	1/jaar
Procesvat: continue 10 min.	5,0E-06	1/jaar
Procesvat 10 mm lek	1,0E-04	1/jaar
Leidingbreuk (diameter < 75 mm)	1,0E-06	1/meter jaar
Leidinglek (diameter < 75 mm)	5,0E-06	1/meter jaar
Leidingbreuk (75 mm <= diameter <= 150 mm)	3,0E-07	1/meter jaar
Leidinglek (75 mm < diameter < 150 mm)	2,0E-06	1/meter jaar
Leidingbreuk (diameter > 150 mm)	1E-07	1/meter jaar
Leidinglek (diameter > 150 mm)	5E-07	1/meter jaar
Drukveiligheid	2,0E-05	1/jaar
Pomp met pakking, catastrofaal	1,0E-04	1/jaar
Pomp met pakking, lek (10% diameter)	4,4E-03	1/jaar
Gesloten pomp, catastrofaal	1,0E-05	1/jaar
Gesloten pomp, lek (10% diameter)	5,0E-05	1/jaar
<i>Pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich buiten de pijpleidingen bevindt en plaatwarmtewisselaars</i>		
Warmtewisselaar, Instantaan	5,0E-05	1/jaar
Warmtewisselaar, Continue in 10 min.	5,0E-05	1/jaar
Warmtewisselaar, 10 mm lek	1,0E-03	1/jaar
<i>Pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich binnen de pijpleidingen bevindt</i>		
Warmtewisselaar, Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	1,0E-05	1/jaar
Warmtewisselaar, Breuk van 1 pijp	1,0E-03	1/jaar
Warmtewisselaar, Lek (10% diameter van één pijp)	1,0E-02	1/jaar

5.2.2. Systeemreacties en kansen

Beschrijvingen van systeemreacties samenhangend met de aanwezigheid van automatische afsluiters, checkvalves, operator ingrijpen en dergelijke zijn meegenomen. In appendix 3 zijn hiervan gebeurtenisbomen en een toelichting per scenario opgenomen.

Samengevat zijn de belangrijkste systeemreacties en kansen:

De Hotline

De hotline betreft een telefonische verbinding tussen twee van elkaar verwijderde controlekamers. Het telefoneren geschiedt in het kader van een procedure om aldaar de toevoer te stoppen. Dit geldt bij een breuk van de chloortoevoer leiding vanaf het MEB van Nouryon en bij een breuk van de VCM transportleiding naar de PVC fabriek te Pernis. Aangenomen wordt een faalkans van 1% conform HARI (ref. 1) met een reactietijd van 10 minuten.

Detectie brandgevaarlijke stoffen EDC en VCM

De VCM fabriek is voorzien van een koolwaterstof detectienet, om brandbare en/of explosieve mengsels in de plant te kunnen signaleren. Er kunnen dan beheersmaatregelen worden genomen indien nodig. Een eerste alarm volgt bij 50 ppm LEL een tweede alarm bij 1000 ppm waarbij de operator moet ingrijpen door middel van het stilleggen van processen middels daarvoor bestaande noodstoppen. Aangenomen wordt een faalkans van 1% (semi-automatisch) met een reactietijd van 10 minuten.

Reactietijd bij breuken EDC kolommen

Bij breuken rond de EDC kolommen is aangenomen dat binnen 10 minuten de kolom gestopt wordt door een noodstop, nadat een vanuit het brandbaar gas detectienet een alarm is binnen gekomen dat de alarmgrenswaarde (1000 ppm) overschrijd. Dit is conform HARI (ref.1).

Reactietijd bij breuken quenchkolommen

Bij breuken rond de quenchkolommen is aangenomen dat binnen 10 minuten de kolom gestopt wordt door een noodstop, nadat een vanuit het brandbaar gas detectienet een alarm is binnen gekomen dat de alarmgrenswaarde (1000 ppm) overschrijd. Dit is conform HARI (ref.1).

Reactietijden VCM drukopslag

De druktanks zijn voorzien van een dubbele bodemstomp met elk een excess flow valve met een directe respons. De gebruikte reactietijd is 5 s (conform HARI). Er is ook een gezamenlijke blokklep in de vloeistofafvoerleiding onder de tank. De blokkleppen zijn te bedienen vanuit de controlekamer en vanuit de VC pompputten. De gebruikte reactietijd hiervoor is 10 minuten. De checktankpomp wordt eveneens met een noodstop vanuit de controlekamer bediend die de pomp stopt en de afvoerklep naar de PVC fabriek sluit.

De druktanks zijn voorzien van een niveau meting en een hoog niveau trip die alle VCM verpompings stopt. Tevens zijn de tanks voorzien van een hoge druk bewaking die alle VCM verpompings stopt.

Falen noodstop door menselijk handelen

Bij het bedienen van noodstoppen binnen de controle kamer is uitgegaan van een faalkans van 1% voor de reactieloop inclusief het operator handelen (scenario 5 en 10, VCM). De plant heeft vele noodstoppen, die gebruikt kunnen worden bij procesverstoringen. Hiervan bestaan procedures die getraind worden.

Reactietijd bij breuken HCl leiding

De HCl buffertank verbindt twee belangrijkste procesunits: de HCl, ontstaan bij de VC-kraak (unit 200) wordt na destillatie gebruikt als grondstof voor de oxychlorering. Bij een te lage druk in de HCl toevoer naar de oxychlorering wordt, via de HCl verdampers, uit de HCl buffertanks bij gevoed. Zowel de druk als het niveau van de tank zijn stuurparameters, waar continue aandacht van de paneeloperator op gericht is. Beide worden met meerdere onafhankelijke metingen continue gemeten. In geval van een breuk in de toevoerleiding (scenario 4 en 6, HCl) zal de paneeloperator direct aanzienlijke verstoringen zien in deze procesparameters.

De paneeloperator krijgt zeer waarschijnlijk binnen 1 minuut via de portofoon melding van een van de buitenoperators dat er een grote HCl emissie is, waarna hij de noodstop zal indrukken. Voor de QRA wordt conform HARI een reactietijd operator en systeem van 10 minuten gehanteerd.

Reactietijd bij breuk VCM toevoerleiding

Het bovengrondse leidingdeel is voorzien van een blokklep, een terugslagklep, een afblaasveiligheid, twee omwisselbare afblaasveiligheden en diverse blokkleppen. De afblaasveiligheden blazen af naar het ventgas systeem.

Het systeem is voorzien van een drukmeting 20PIA87 die bij een te lage druk alarmeert in de controlekamer. Vervolgens wordt vanuit de controlekamer het VC transport gestopt (afvoerklep dicht, VC transportpomp stop)

Rondom de VC transportpompen zijn meerdere detectiekoppen aanwezig die alarmeren in de controlekamer. Vanuit de controlekamer kunnen vervolgens door middel van de noodstopknop de pompen worden gestopt en de blokklep gesloten.

In geval van een calamiteit wordt vanuit de VC controlekamer middels een 'hotline' de PVC controlekamer op de hoogte gesteld. Aan de PVC zijde van de leiding bevindt zich eveneens een blokklep die vanuit de controlekamer te bedienen is.

In de bedrijfsvoorschriften is een procedure opgenomen waarin de handelingen in geval van een lekkage van deze leiding staan beschreven.

Reactietijd bij breuk loslang ammoniak

De tankauto kent standaard een interne doorstroombegrenzer. Er zijn ook 4 noodstops aan elke zijde van de tankauto die de verpomping naar de opslagtank stoppen en de toe en afvoerleidingen afsluiten. Bij het losstation zijn ook 4 ammoniak detectoren geplaatst die na aanspreken van twee of meer koppelen automatisch de toevoer vanuit de auto, de blokkeppen in toevoer naar de NH₃ tank en de dampretour zullen afsluiten. De reactietijd van dit systeem wordt volgens HARI op 2 minuten gesteld met een faalkans van 0,1% (automatisch inbloksysteem). De lossing van de tankauto gebeurt onder permanente aanwezigheid van de chauffeur en een operator.

Operator is getraind, bekend met de losprocedure en draagt standaard ademlucht en de chauffeur, eveneens getraind en bekend met de losprocedure maakt minimaal gebruik van een volgelaatmasker met ABEK filter. De slangen voor lossen en dampretour van ammoniak worden met stikstof op druk gebracht voor de lossing begint en dit gedeelte wordt met een zeepoplossing op lekkage getest. Door deze voorzorgmaatregel kan worden gesteld dat een lekkage gemiddeld over de lostijd zal plaatsvinden.

HARI versus SIL classificatie

In de deze revisie van de QRA is in de gebeurtenisbomen (appendix 3) voor reactietijden rond o.a. de HCl tank en de VCM bollen gebruikt gemaakt van betrouwbaarheidsdata afkomstig uit de HARI. Er is geen gebruik gemaakt van de SIL classificatie (ref. 4),

Doorstroombegrenzer

Doorstroombegrenzers zijn te vinden bij de HCl tank en op de ammoniaktankauto. Beide voldoen aan de eisen voor een reactietijd van 5 s en een faalkans van 6%. (ref. 1)

Ontstekingsbronnen

In het model zijn de volgende ontstekingsbronnen opgenomen:

Naam	Dag / Nacht	Type	Ontstekingskans	Correctie Bedrijfsduur	Verkeersbewegingen per uur in dag / nacht	Gemiddelde Snelheid (m/s)
welplaatweg	dag en nacht	Verkeer	0,4		120 / 8	22,2
rondweg VCB	dag en nacht	Verkeer	0,4		12 / 0,5	8,3
parkeerplaats	dag en nacht	Punt	0,9	1		
fornuizen	dag en nacht	Punt	0,9	1		
sputplaats	alleen dag	Punt	0,9	1		
schip	dag en nacht	Punt	0,5	0,1		
WKC	dag en nacht	Punt	0,45	1		
HCG ketel	dag en nacht	Punt	0,45	1		

In appendix 4 zijn gedetailleerde gegevens opgenomen betreffende de ontstekingsbronnen.

5.2.3. Effectontwikkeling en kansen

De effecten van de scenario's zijn berekend conform (ref. 1). De parameterinstellingen zijn zoals opgenomen in de software van Safeti-NL. Ook de gebeurtenisbomen voor brand en explosie effecten zijn in deze parameters vastgelegd en kunnen niet door de risico-analist worden gewijzigd. Safeti maakt hierbij gebruik van diverse rekenroutes. Voor de instelling van de waarden van de parameters in de dag- en nachtsituatie, zie appendix 5.

In appendix 3 zijn gegevens opgenomen betreffende de ontstekingsbronnen: verkeer Welplaatweg, parkeerplaats, weg rond VCB, spuitplaats en steiger voor verlading schip

5.2.4. Weertype

De weertypen waarmee gerekend is zijn B3, D1,5, D5, D9, E5 en F1,5. De kansen op deze weertypen onderverdeeld naar: dag/nacht en windrichtingen. Gegevens van het weerstation van vliegveld Rotterdam zijn gebruikt. Deze zijn standaard opgenomen in de software van Safeti-NL.

5.2.5. Bevolkingsgegevens

De bevolkings-gegevens zijn ontleend aan de BAG service in 2018. De ingevoerde bevolkingsgegevens betreffen het gebied ter grootte van de PR 10-10/jaar contour. Wat betreft de populatiefiles in Safeti-NL wordt onderscheid gemaakt tussen de dag- en nachtsituatie.

5.2.6. Modellerings

De studie is uitgevoerd met het Safeti-NI softwarepakket. Voor modellering van de VCM transportleiding naar de PVC fabriek is gebruik gemaakt van het lange leidingmodel, zoals dat in Safeti-NI aanwezig is.

Belangrijke algemene aspecten hierbij zijn:

- De ruwheidfactor: 0,14 dit is overeenkomstig een ruwheidlengte van circa 0,5 meter. Dit is parkland met struiken en veel obstakels ($x/h < 15$, (ref. 1)

- De probit van HCl:

$Pr = -37,3 + 3,69 \ln(C \times t)$ met C in mg/m³ en t in minuten (ref. 1).

- De probit van chloor:

$Pr = -6,35 + 0,5 \ln(C^{2,75} \times t)$ met C in mg/m³ en t in minuten (ref. 1)

- Vele instellingen van de modellering zijn ingesteld via de parameterlijst van Safeti-NI (zie ref.1).

Afkapcriterium

De VCM plant van Shin-Etsu PVC B.V. bevindt zich samen met Nouryon binnen het "Bedrijvenpark Rotterdam Botlek". Deze twee bedrijven zijn alle beide BRZO bedrijven. Zodra de scenario's een effectafstand (1% letaliteit) gaven die binnen dit hek blijft, wordt het scenario niet meegenomen.

Concreet betekent dit het volgende afkapcriterium:

- Chloortoevoerleiding 155 meter tot de Welplaatweg,
- EDC kolommen 150 meter tot de Welplaatweg,
- EDC VC Quenchkolom C201 150 meter tot de Welplaatweg
- EDC/VCM Quenchkolom C201C 160 meter tot de Welplaatweg
- HCl tank 130 meter tot de Welplaatweg,
- VCM druktanks en transportleiding 85 meter tot de haven.
- VCM koudeopslagtank 220 meter tot de Welplaatweg.
- NH₃ lossing 130 meter tot de Welplaatweg

Alle opgenomen afstanden tussen de installaties en "het Bedrijvenpark hek" zijn loodrecht afgeschat.

In de toelichting op de scenario's in appendix 3 is het afkapcriterium indien van toepassing uitgewerkt.

5.3. Specifieke uitwerking tot faalscenario's

De scenario's worden uitgewerkt conform de handleiding (ref.1), volledige overzichten en gedetailleerde informatie zullen worden opgenomen in appendix 3. De onderstaande tabel geeft een beschrijving van de scenario's.

chloortoevoerleiding,

Sce nario Nr	Omschrijving	naam	Diame ter gat (mm)	Leiding Lengte (m)	X(m)	Y(m)	Fase	Debiet (kg/s)	Massa (kg)	Tijd (s)	freq (1/jaar)
1A	Breuk chloortoevoerleiding, beveiliging werkt	1A.cl2.br.2min	75	7,3	78590	432285	L	7,6	912	120	2,19E-06
1B	Breuk chloortoevoerleiding, beveiliging faalt	1B.cl2.br.30min.		7,3	78590	432285	L	7,6	13784	1800	2,19E-09
2	Lek toevoer chloorleiding	2.cl2.lek	7,5	7,3	78590	432285	L	1,25	2250	1800	1,46E-05

EDC zware fractiekolom C-103

scenario	Omschrijving	naam	D/gat	L	Coördinaten			Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)	Fase	kg/s	kg	sec	1/jaar
1	Instantaan falen kolom en reboiler	1Z.EDC.15t.inst			78610	432270	L		15000		1,11E-05
4	Instantaan falen accumulator vat				78610	432270	L		13350		<u>5,00E-06</u>
	Samenvoegen scenario's 1+4								15000		1,61E-05
2	Cont. uitstroom kolom en reboiler	2Z.EDC.15t.cont			78610	432270	L	25	15000	600	5,00E-06
5	Continue uitstromen accumulator vat				78610	432270	L	22	13350	600	<u>5,00E-06</u>
	Samenvoegen scenario's 2+5								15000		1,00E-05
3	Kolom, Accumulatorvat 10 mm lek	3Z.EDC.lek	10		78610	432270	L	0,57	1019	1800	2,00E-04
6	Instantaan falen EDC luchtkoeler	6Z.EDC.LK.cata	80		78610	432270	G	0,3	540	1800	8,00E-05
6b	Instantaan falen EDC luchtkoeler	6aZ.EDC.LK.cata 1pijp	26		78610	432270	G	0,02	36	1800	1,00E-03
7	Lek EDC luchtkoelers	7Z.EDC.LK.lek	3		78610	432270	G	1E-04	0,4	1800	1,00E-02
8	Breuk toevoer kolom	8Z.EDC.br.toevoer	150	33	78610	432270	L	49,3	29600	600	1,00E-05
9	Breuk leiding bij top van kolom 700 mm	9Z.EDC.br.top700 mm	700	62	78610	432270	G	78	47000	600	6,20E-06
10	Breuk leiding bij top van kolom 300 mm	10Z.EDC.br.top300 mm	300	87,9	78610	432270	G	27,5	18500	673	1,08E-04
11	Breuk leiding bij top van kolom 75 mm	11Z.EDC.br.top75 mm	75	14,4	78610	432270	G	3,4	6120	1800	1,04E-04
12	Breuk leiding bij top van kolom 200 mm	12Z.EDC.br.top200 mm	200	197	78610	432270	L	100	73500	735	2,97E-05
13	Breuk leidingwerk bodem afvoer	13Z.EDC.br.bodem	50	49	78610	432270	L	7,2	12960	1800	1,09E-04
14	Instantaan falen EDC luchtkoeler	14Z.EDC.LK.cata	26		78610	432270	L	16	9600	600	2,00E-05
15	Lek EDC luchtkoelers	15Z.EDC.LK.lek	3		78610	432270	L	0,02	810	1800	2,00E-02
16	ontlastkleppen	16Z.EDC.ontlast	15		78610	432270	G	4,4	7920	1800	1,20E-04

EDC lichte fractiekolom C-102A

scenario	Omschrijving	naam	D/gat	L	Coördinaten			Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)	Fase	kg/s	Kg	sec	1/jaar
1	Instantaan falen	1L.EDC.48t.inst			78620	432295	L		48400		1,58E-05
2	Continue uitstroom	2L.EDC.48t.cont			78620	432295	L	81	48400	600	1,00E-05
8	Breuk toevoer kolom	8L.EDC.br.toevoer	200	104	78620	432295	L	87	52200	600	1,04E-05
9	Breuk leiding bij top van kolom 600 mm	9L.EDC.br.top750 mm	750	11	78620	432295	G	70	45003	640	2,60E-06
12	Breuk leiding bij top van kolom 200 mm	12L.EDC.br.top200 mm	250	94	78620	432295	L	87	97200	1117	3,82E-05
13	Breuk leidingwerk bodem afvoer	13L.EDC.br.bodem	250	30	78620	432295	L	180	156400	869	2,39E-05

waterstofchloride (HCl) buffertank T204

scenario	Omschrijving	naam	D/ gat	L	Coördinaten			Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
----------	--------------	------	--------	---	-------------	--	--	--------	-------	------	------------

Nr			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)	Fase	kg/s	kg	sec	1/jaar
1A	HCl tank instantaan, 100	1A.HCl.100t.inst caselist			78590	432160	L		100000 75000 62500 50000		5E-09 2E-08 8E-08 4E-07
2A	HCl tank continue 10 minuten, 100 ton	2A.HCl.100t.cont caselist			78590	432160	L		100000	600	5E-09
									75000	600	2E-08
									62500	600	8E-08
									50000	600	4E-07
3	HCl tank 10 mm lek	3.HCl.10mm.tank	10		78590	432160	L	1,95	3510	1800	1,00E-05
4A	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario A	4A.HCl.br.toevoer	100	24	78590	432160	L	4.74	247	120	6.70E-06
4B	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario B	4B.HCl.br.toevoer					L	4.74	1178	600	6.70E-08
4C	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario C	4C.HCl.br.toevoer					L	4.74	5273	1800	4.28E-07
4D	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario D	4D.HCl.br.toevoer					L	4.74	6204	1800	4.28E-09
5	Lek in 4 inch toevoerleiding	5.HCl.lek.toevoer	10	24	78590	432160	L	1.95	3510	1800	4,80E-05
6A	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario A	6A.HCl.br.toevoer	75	88	78590	432160	L	2.49	247	600	2.46E-05
6B	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario B	6B.HCl.br.toevoer						2.12	1178	1800	2.46E-07
6C	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario C	6C.HCl.br.toevoer						27	3506	1800	2.48E-09
6D	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario D	6D.HCl.br.toevoer						27	5273	1800	1.57E-06
6E	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario E	6E.HCl.br.toevoer						27	6204	1800	1.57E-08
7	Lek in 3 inch toevoerleiding	7.HCl.lek.toevoer	7,5	88	78590	432160	L	1,1	1880	1800	1,76E-04
8A	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 100 ton	8A.HCl.br.afvoer	200	2	78590	432160	L	273	100000	246	1,00E-08
8A-1	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 75 ton	8A.HCl.br.afvoer						273	75000		
8A-2	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 62,5 ton	8A.HCl.br.afvoer						273	62500	205	3,00E-08
8A-3	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 50 ton	8A.HCl.br.afvoer						273	50000	131	1,60E-07
9	Lek in 8 inch afvoerleiding	9HCl.lek.afvoer	20	2	78590	432160	L	7,8	14040	1800	1,00E-06
10	Breuk leidingwerk ontlastklep	10HCl.br.ontlast Case list					G	37.4	67320	1800	1.2E-08
10	Breuk leidingwerk ontlastklep	10HCl.br.ontlast						37.4	62500		4.5E-08
10	Breuk leidingwerk ontlastklep	10HCl.br.ontlast						37.4	50000		2.4E-07

11	Lek leidingwerk ontlastklep	11HCl.lek.ontlast	20	2	78590	432160	G	0,4	720	1800	1,50E-06
----	--------------------------------	-------------------	----	---	-------	--------	---	-----	-----	------	----------

VCM druktanks T-411 A/B/C

Scenario Nr	Omschrijving	naam	D/gat (mm)	L (m)	Coördinaten		Fa- se	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	(mm)					
1A	Instantaan falen tank, niveau 1: T- 411A	1A.VCM.1950.inst			78485	432215	L		1950000		5,00E-07
1B	" niveau	1B.VCM.500.inst			78475	432180	L		500000		5,00E-07
1C	2: T-411 B " niveau	1C.VCM.1200.inst			78465	432140	L		1200000		5,00E-07
2A	3: T-411 C										
2A	Cont. uitstroom van tank in 10 min., niv. 1	2A.VCM.1950.cont			78485	432215	L	3250	1950000	600	5,00E-07
2B	"	2B.VCM.500.cont			78475	432180	L	500	500000	600	5,00E-07
2C	niveau 2 " niveau 3	2C.VCM.1200.con t			78465	432140	L	1733	1200000	600	5,00E-07
3A	10 mm lek, niveau 1: T-411A	3A.VCM.10mm	10		78485	432215	L	1,21	2174	1800	1,00E-05
3B	" niveau	3B.VCM.10mm	10		78475	432180	L	1,08	1947	1800	1,00E-05
3C	2: T-411B " niveau	3C.VCM.10mm	10		78465	432140	L	1,15	2078	1800	1,00E-05
4A	3: T-411C										
4A	Falen ontlastkleppen VCM tank: T-411 A	4A.VCM.ontlast	200/25 0		78485	432215	G	37	66600	1800	4,00E-05
4B	"	4B.VCM.ontlast			78475	432180	G	37	66600	1800	4,00E-05
4C	T-411 B " T-411 C	4C.VCM.ontlast			78465	432140	G	37	66600	1800	4,00E-05
5A1	Breuk toevoer, pt A, noodstop werkt	5A1.VCM.br.toevo er	152	199,5	78481	432121	L	50,71	72815	1436	6,67E-06
5A2	" pt A, noodstop faalt	5A2.VCM.br.toevo er	152		78481	432121	L	52,49	94487	1800	6,67E-10
5B1	" pt B, noodstop werkt	5B1.VCM.br.toevo er			78465	432140	L	68,18	104261	1529	6,67E-06
5B2	" pt B, noodstop faalt	5B2.VCM.br.toevo er			78465	432140	L	69,96	125933	1800	6,67E-10
5C1	" pt C, noodstop werkt	5C1.VCM.br.toevo er			78475	432180	L	54,23	79151	1460	6,67E-06
5C2	" pt C, noodstop faalt	5C2.VCM.br.toevo er			78475	432180	L	56,01	100823	1800	6,67E-10
6A	Lek toevoerleiding, punt A	6A.VCM.lek.toevo er	15	199,5	78481	432121	L	2,72	4896	1800	3,33E-05
6B	" , punt B	6B.VCM.lek.toevo er			78465	432140					3,33E-05
6C	" , punt C	6C.VCM.lek.toevo er			78475	432180					3,33E-05
7A	Falen toevoer ontlastklep (RV- 435)	7A.VCM.ontlast			78481	432121	G	0,2	360	1800	2,00E-05
7B	Falen toevoer ontlastklep (RV- 438)	7B.VCM.ontlast	15/19		78465	432140	G	"	"	"	2,00E-05
8A1	Breuk gasvereffening, breukpunt T-401A	8A1.VCM.br.ver	75	319	78505	432190	G	4,35	7823	1800	1,60E-05
8B1	"	8B1.VCM.br.ver			78495	432155					"
8C1	T-401 B " T-401 C	8C1.VCM.br.ver			78485	432120					"
8A11	"	8A11.VCM.br.ver			78485	432215					"
	T-411 A										

8B11	"	8B11.VCM.br.ver			78475	432180					"
8C11	T-411 B	8C11.VCM.br.ver			78465	432140					"
	T-411 C										
9A1	Breuk gasvereffening, breukpunt T-401A	9A1.VCM.lek.ver	7,5	319	78505	432190	G	0,04	78	1800	1,06E-04
9B1	"	9B1.VCM.lek.ver			78495	432155					"
9C1	T-401 B	9C1.VCM.lek.ver			78485	432120					"
9A11	"	9A11.VCM.lek.ver			78485	432215					"
9B11	T-401 C	9B11.VCM.lek.ver			78475	432180					"
9C11	T-411 A	9C11.VCM.lek.ver			78465	432140					"
	T-411 B										
	T-411 C										

VCM transportleiding naar PVC

scenario Nr	Omschrijving	naam	D/ gat (mm)	L (m)	Coördinaten		Fase	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	Y (m)					
10	Breuk leiding naar PVC	10D.vcm.br.30 min.long	152	27,5	78460	432165	L	29,74	53530	1800	2,75E-06
11	Lek leiding naar PVC	11.vcm.lek.leiding	15		78460	432165	L	9,5	17100	1800	1,38E-05

propyleen SKW verlading

Nr.	Omschrijving	naam	D of gat (mm)	L (m)	coördinaten		Fase	debiet kg/s	massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	Y (m)					
1	Instantaan falen van C ₃ H ₆ spoorketelwagen	C ₃ H ₆ wagon inst			78390	432070	L		20000		5,00E-07
2	Continu falen van C ₃ H ₆ spoorketelwagen	C ₃ H ₆ wagon cont			78390	432070	L		20000	600	5,00E-07
3	Breuk van C ₃ H ₆ losarm	Breuk losarm C ₃ H ₆	50	10	78390	432070	L	9,97		1800	3,30E-07
4	Lekkage van C ₃ H ₆ losarm	Lek losarm C ₃ H ₆	5	10	78390	432070	L	0,38		1800	3,30E-06
5	BLEVE C ₃ H ₆ wagon	BLEVE C ₃ H ₆ wagon	15		78390	432070	L		20000		6,38E-09

VCM scheepsverlading

Nr.	Omschrijving	naam	D of gat (mm)	L (m)	coördinaten		Fase	Debiet kg/s		Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	Y (m)					
1	Breuk van laadarm VCM	1. Breuk laadarm VCM	150	10	78345	432220	L	140,5		1800	2,55E-05
2	Lekkage van laadarm VCM	2. Lek laadarm VCM	15		78345	432220	L	4,6		1800	2,55E-04
3A	Breuk VCM leiding, punt 1	3A. VCM Idg breuk punt 1	150	50	78380	432220	L	271		1800	4,85E-07
3B	Breuk VCM leiding, punt 2	3B. VCM Idg breuk punt 2	150	50	78425	432250	L	205		1800	4,85E-07
3C	Breuk VCM leiding, punt 3	3C. VCM Idg breuk punt 3	150	50	78465	432290	L	172		1800	4,85E-07
4	Lekkage VCM leiding	4. VCM Idg lek	15		78425	432250	L	4,6		1800	7,30E-06

EDC scheepsverlading

Nr.	Omschrijving	naam	D of gat	L	coördinaten	Fase	Debiet		Tijd	Frequentie
-----	--------------	------	-------------	---	-------------	------	--------	--	------	------------

			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)		kg/s		sec	1/jaar
1	Breuk van laadarm EDC	1. Breuk laadarm EDC	152	160	78345	432220	L	160		1800	8,40E-06
2	Lekkage van laadarm EDC	2. Lek laadarm EDC	15		78345	432220	L	4		1800	8,40E-05
3A	Breuk EDC leiding, punt 1	3A. EDC ldg breuk punt 1	203	50	78380	432220	L	640		1800	1,60E-07
3B	Breuk EDC leiding, punt 2	3B. EDC ldg breuk punt 2	203	50	78425	432250	L	500		1800	1,60E-07
3C	Breuk EDC leiding, punt 3	3C. EDC ldg breuk punt 3	203	50	78465	432290	L	420		1800	1,60E-07
4	Lekkage EDC leiding	4. EDC ldg lek	20	150	78425	432250	L	9,2		1800	2,40E-06

ammoniak (NH₃) tankauto lossing

Nr	scenario-omschrijving	naam	Diameter (m)	Leiding Lengte (m)	X(m)	Y(m)	Fase	Debiet (kg/s)	Massa (kg)	Tijd (sec)	freq (1/jaar)
1A	Breuk loslang, terugslagklep werkt	1A.NH3.slang.br	50	3	78571	432017	L	24	120	5	3.34E-05
1B	Breuk loslang, terugslagklep faalt	1B.NH3.slang.br	50	3	78571	432017	L	24	1500	120	4.26E-06
1C	Breuk loslang, noodstop faalt, terugslagklep werkt	1C.NH3.slang.br	50	3	78571	432017	L	24	2880	120	1.37E-07
2A	Lek loslang, noodstop werkt	2A.NH3.slang.lk	5	3	78571	432017	L	0.4	49.2	120	3.4E-04
2B	Lek loslang, noodstop faalt	2B.NH3.slang.lk	5	3	78571	432017	L	0.4	738	1800	3.78E-05

Quenchkolom C201

scenario Nr	Omschrijving	naam	Stof	D/gat (mm)	Coördinaten		Fase	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	(mm)					
1A	Instantaan falen kolom	1A.Q.EDCVCMHC L	HCl		78573	432130			880		5,00E-06
1B	Instantaan falen kolom	1B.Q.EDCVCMHC L	VC		78573	432130			5500		5,00E-06
1C	Instantaan falen kolom	1C.Q.EDCVCMHC L	EDC		78573	432130			15620		5,00E-06
2A	Vrijkomen in 10 min	2A.Q.EDCVCMHC L	HCl		78573	432130		1	880	600	5,00E-06
2B	Vrijkomen in 10 min	2B.Q.EDCVCMHC L	VC		78573	432130		9	5500	600	5,00E-06
2C	Vrijkomen in 10 min	2C.Q.EDCVCMHC L	EDC		78573	432130		26	15620	600	5,00E-06
3A	lek 10 mm top	3A.Q.EDCVCMHC L	HCl	10	78573	432130		0,03	54	1800	5,00E-05
3B	lek 10 mm top	3B.Q.EDCVCMHC L	VC	10	78573	432130		0,2	306	1800	5,00E-05
3C	lek 10 mm bodem	3C.Q.EDCVCMHC L	EDC	10	78573	432130		2	3600	1800	5,00E-05
4A	breuk leidingwerk	4A.Q.EDCVCMHC L	HCl	152 - 600	78573	432130		28	16737	600	3,77E-04
4B	breuk leidingwerk	4B.Q.EDCVCMHC L	VC	152 - 600	78573	432130		41	24452	600	3,77E-04
4C	breuk leidingwerk	4C.Q.EDCVCMHC L	EDC	152 - 600	78573	432130		50	29900	600	3,77E-04
5A	lek mantel voorverwarmers	5A.Q.EDCVCMHC L	HCl	10	78573	432130		0,03	54	1800	3,00E-03
5B	lek mantel voorverwarmers	5B.Q.EDCVCMHC L	VC	10	78573	432130		0,2	306	1800	3,00E-03
6A	LK breuk 10 leidingen	6A.Q.EDCVCMHC L	HCl	80	78573	432130		3	2052	600	5,00E-05

6B	LK breuk 10 leidingen	6B.Q.EDCVCMHCL	VC	80	78573	432130		19	11628	600	5,00E-05
7A	LK breuk 1 pijp	7A.Q.EDCVCMHCL	HCI	26	78573	432130		0,2	448	1800	1,00E-03
7B	LK breuk 1 pijp	7B.Q.EDCVCMHCL	VC	26	78573	432130		1	2540	1800	1,00E-03
8A	LK lek	8A.Q.EDCVCMHCL	HCI	3	78573	432130		0,003	5	1800	5,00E-02
8B	LK lek	8B.Q.EDCVCMHCL	VC	3	78573	432130		0,02	31	1800	5,00E-02
9A	Falen H211	9A.Q.EDCVCMHCL	HCI	250	78573	432130		27	15999	600	1,06E-04
9B	Falen H211	9B.Q.EDCVCMHCL	VC	250	78573	432130		32	19049	600	1,06E-04
10A	Falen H211+10 pijpen	10A.Q.EDCVCMHCL	HCI	250+80	78573	432130		37	22035	600	1,00E-06
10B	Falen H211+10 pijpen	10B.Q.EDCVCMHCL	VC	250	78573	432130		40	19049	600	1,00E-06
11A	lek H211	11A.Q.EDCVCMHCL	HCI	10	78573	432130		0,1	199	1800	1,00E-03
11B	lek H211	11B.Q.EDCVCMHCL	VC	10	78573	432130		0,1	107	1800	1,00E-03
12A	lek S2023 gaszijdig	12A.Q.EDCVCMHCL	HCI	10	78573	432130		0,1	107	1800	1,00E-05
12B	lek S2023 gaszijdig	12B.Q.EDCVCMHCL	VC	10	78573	432130		0,1	199	1800	1,00E-05
13A	lek S202 vloeistofzijdig	13A.Q.EDCVCMHCL	HCI	10	78573	432130		0,1	107	1800	1,00E-05
13B	lek S202 vloeistofzijdig	13B.Q.EDCVCMHCL	EDC	10	78573	432130		2	3776	1800	1,00E-05
14A	breuk leiding bodem	14A.Q.EDCVCMHCL	HCI	100	78573	432130		27	15976	600	3,20E-05
14B	breuk leiding bodem	14B.Q.EDCVCMHCL	VC	100	78573	432130		42	25109	600	3,20E-05
14C	breuk leiding bodem	14C.Q.EDCVCMHCL	EDC	100	78573	432130		78	46620	600	3,20E-05
15A	lek reflux pomp en leiding	15A.Q.EDCVCMHCL	HCI	25	78573	432130		1	1714	1800	1,06E-04
15C	lek reflux pomp en leiding	15C.Q.EDCVCMHCL	EDC	25	78573	432130		11	19706	1800	1,06E-04
16A	lek reflux leiding naar top	16A.Q.EDCVCMHCL	HCI	15	78573	432130		0,3	605	1800	1,80E-05
16C	lek reflux leiding naar top	16C.Q.EDCVCMHCL	EDC	15	78573	432130		4	6955	1800	1,80E-05
17C	lek leidingwerk	17C.Q.EDCVCMHCL	EDC	10	78573	432130		2	3780	1800	2,30E-04
18C	breuk leiding afvoer F204	18C.Q.EDCVCMHCL	EDC	38	78573	432130		12	7080	600	5,00E-05
19C	lek leiding afvoer F204	19C.Q.EDCVCMHCL	EDC	4	78573	432130		0,3	594	1800	5,00E-05
20A	lekkage voedingsleiding	20A.Q.EDCVCMHCL	HCI	40	78573	432130		1	1058	1800	1,50E-06
20C	lekkage voedingsleiding	20C.Q.EDCVCMHCL	EDC	40	78573	432130		2	3982	1800	1,50E-06
21A	breuk afvoer H211 naar S202	21A.Q.EDCVCMHCL	HCL	75	78573	432130		6	3840	600	3,00E-06
21B	breuk afvoer H211 naar S202	21B.Q.EDCVCMHCL	VC	75	78573	432130		9	5688	600	3,00E-06

Quenchkolom C201C

scenario Nr	Omschrijving	naam		D/gat (mm)	Coördinaten		Fase	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	(mm)					
1A	Instantaan falen kolom	1A.QC.EDCVCMHCL	HCI		78551	432146			875		5,00E-06
1B	Instantaan falen kolom	1B.QC.EDCVCMHCL	VC		78551	432146			3625		5,00E-06
1C	Instantaan falen kolom	1C.QC.EDCVCMHCL	EDC		78551	432146			8000		5,00E-06

2A	Vrijkomen in 10 min	2A.QC.EDCVCMH CL	HCI		78551	432146		1	875	600	5,00E-06
2B	Vrijkomen in 10 min	2B.QC.EDCVCMH CL	VC		78551	432146		6	3625	600	5,00E-06
2C	Vrijkomen in 10 min	2C.QC.EDCVCMH CL	EDC		78551	432146		13	8000	600	5,00E-06
3A	lek 10 mm top	3A.QC.EDCVCMH CL	HCI	10	78551	432146		0,03	50	1800	5,00E-05
3B	lek 10 mm top	3B.QC.EDCVCMH CL	VC	10	78551	432146		0,2	310	1800	5,00E-05
3C	lek 10 mm bodem	3C.QC.EDCVCMH CL	EDC	10	78551	432146		2	3600	1800	5,00E-05
4A	breuk leidingwerk	4A.QC.EDCVCMH CL	HCI	152-600	78551	432146		25	15249	600	3,58E-04
4B	breuk leidingwerk	4B.QC.EDCVCMH CL	VC	152-600	78551	432146		33	20050	600	3,58E-04
4C	breuk leidingwerk	4C.QC.EDCVCMH CL	EDC	152-600	78551	432146		36	21603	600	3,58E-04
5A	lek mantel voorverwarmers	5A.QC.EDCVCMH CL	HCI	10	78551	432146		0,03	50	1800	3,00E-03
5B	lek mantel voorverwarmers	5B.QC.EDCVCMH CL	VC	10	78551	432146		0,2	310	1800	3,00E-03
6A	LK breuk 10 leidingen	6A.QC.EDCVCMH CL	HCI	80	78551	432146		3	1915	600	3,00E-05
6B	LK breuk 10 leidingen	6B.QC.EDCVCMH CL	VC	80	78551	432146		20	11765	600	3,00E-05
7A	LK breuk 1 pijp	7A.QC.EDCVCMH CL	HCI	26	78551	432146		0,2	418	1800	3,00E-03
7B	LK breuk 1 pijp	7B.QC.EDCVCMH CL	VC	26	78551	432146		1	2570	1800	3,00E-03
8A	LK lek	8A.QC.EDCVCMH CL	HCI	3	78551	432146		0,003	5	1800	3,00E-02
8B	LK lek	8B.QC.EDCVCMH CL	VC	3	78551	432146		0,02	31	1800	3,00E-02
9A	Falen H211B	9A.QC.EDCVCMH CL	HCI	200	78551	432146		26	15517	600	1,11E-04
9B	Falen H211B	9B.QC.EDCVCMH CL	VC	200	78551	432146		30	17992	600	1,11E-04
10A	Falen H211B + 10 pijpen	10A.QC.EDCVCM HCL	HCI	20+80	78551	432146		36	21553	600	1,00E-06
10B	Falen H211B + 10 pijpen	10B.QC.EDCVCM HCL	VC	20+80	78551	432146		30	17992	600	1,00E-06
11A	lek H211B	11A.QC.EDCVCM HCL	HCI	10	78551	432146		0,1	199	1800	1,00E-03
11B	lek H211B	11B.QC.EDCVCM HCL	VC	10	78551	432146		0,1	107	1800	1,00E-03
12A	lek S202C gaszijdig	12A.QC.EDCVCM HCL	HCI	10	78551	432146		0,1	199	1800	1,00E-05
12B	lek S202C gaszijdig	12B.QC.EDCVCM HCL	VC	10	78551	432146		0,1	107	1800	1,00E-05
13A	lek S202C vloeistofzijdig	13A.QC.EDCVCM HCL	HCI	10	78551	432146		0,1	205	1800	1,00E-05
13B	lek S202C vloeistofzijdig	13B.QC.EDCVCM HCL	EDC	10	78551	432146		2	3899	1800	1,00E-05
14A	breuk leiding bodem	14A.QC.EDCVCM HCL	HCI	100	78551	432146		20	14811	750	2,60E-05
14B	breuk leiding bodem	14B.QC.EDCVCM HCL	VC	100	78551	432146		28	21348	750	2,60E-05
14C	breuk leiding bodem	14C.QC.EDCVCM HCL	EDC	100	78551	432146		52	39144	750	2,60E-05
15A	breuk recirculatie leiding bodemC201C	15A.QC.EDCVCM HCL	HCI	250	78551	432146		25	15249	600	7,00E-06
15B	breuk recirculatie leiding bodemC201C	15B.QC.EDCVCM HCL	VC	250	78551	432146		37	22092	600	7,00E-06
15C	breuk recirculatie leiding bodemC201C	15C.QC.EDCVCM HCL	EDC	250	78551	432146		67	39978	600	7,00E-06

16A	breuk 50 mm voeding bodem C201C	16A.QC.EDCVCM HCL	HCI	50	78551	432146		10	14374	1437	1,80E-05
16B	breuk 50 mm voeding bodem C201C	16B.QC.EDCVCM HCL	VC	50	78551	432146		14	20605	1437	1,80E-05
16C	breuk 50 mm voeding bodem C201C	16C.QC.EDCVCM HCL	EDC	50	78551	432146		27	38311	1437	1,80E-05
17A	lek reflux P202E/F + leidingwerk	17A.QC.EDCVCM HCL	HCI	15	78551	432146		0,3	459	1800	7,81E-05
17B	lek reflux P202E/F + leidingwerk	17B.QC.EDCVCM HCL	EDC	15	78551	432146		5	8721	1800	7,81E-05
18A	lek circulatieleiding bodem C201C	18A.QC.EDCVCM HCL	HCI	25	78551	432146		1	1179	1800	3,50E-05
18B	lek circulatieleiding bodem C201C	18B.QC.EDCVCM HCL	EDC	25	78551	432146		12	22401	1800	3,50E-05
19B	lek P201C, filter en leidingwerk	19B.QC.EDCVCM HCL	EDC	10	78551	432146		2	3780	1800	1,90E-04
20A	lekkage voedingsleiding 450 mm	20A.QC.EDCVCM HCL	HCI	45	78551	432146		1	1361	1800	9,00E-07
20B	lekkage voedingsleiding 450 mm	20B.QC.EDCVCM HCL	VC	45	78551	432146		3	5119	1800	9,00E-07
21A	breuk afvoer H211B naar S202C	21A.QC.EDCVCM HCL	HCI	75	78551	432146		6	3648	600	1,71E-05
21B	breuk afvoer H211B naar S202C	21B.QC.EDCVCM HCL	VC	75	78551	432146		6	3888	600	1,71E-05

T422- scenarios

Scenario	Omschrijving	Naam	stof	D/gat	Coördinaten		Fase	Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr				(mm)	X (m)	Y(mm)		ton/s	ton	s	/jaar
1A	T422 instantaan	1A T422 Instantaan Base case	VCM	Cat. falen	78451	432040	L	na	2500	na	1.15E-6
		1A T422 Instantaan 1B					L		5500		1.18E-6
		1A T422 Instantaan 1C					L		8500		1.22E-6
		1A T422 Instantaan 1D case					L		10500		1.39E-6
1B	T422 continu in 10 minuten	1B T422.cont.10min base case		Cont. in 10 min			L	4,17	2500	600	1.15E-6
		1B T422.cont.10min 1B					L	9,17	5500	600	1.18E-6
		1B T422.cont.10min 1C					L	14,17	8500	600	1.22E-6

		1B T422.cont.10min 1D					L	17,5	10500	600	1.39E-6
1C	T422 lekkage gat 10 mm	1C T422.lek.10mm base case		Lek 10 mm			L		2500		1.15E-6
		1C T422.lek.10mm 1B					L		5500		1.18E-6
		1C T422.lek.10mm 1C					L		8500		1.22E-6
		1C T422.lek.10mm 1D					L		10500		1.39E-6

6. Risicopresentatie

6.1. De resultaten en discussie

De resultaten van de QRA zijn in figuur 8 als risicocontouren voor het plaatsgebonden risico weergegeven. De effectafstanden voor de relevante scenario's worden weergegeven in appendix 5.1.

Bij de VCM boltanks geven de catastrofale scenario's (instantaan falen of continue 10 minuten) waarbij de gehele inhoud vrijkomt grote effectafstanden (wolkbrand).

Bij brandgevaar (EDC, VCM) is gekeken naar vuurbal, toortsbrand (fakkelbrand) en plasbrand bij een warmtestralingsniveau van 10 kW/m² als 1% letaliteitsgrens.

Bij de EDC kolommen geven de plasbranden de grootste effectafstanden (de scenario's breuken leidingwerk bij de top (scenario 12) van de kolommen en de breuk van de bodem afvoer van de lichte fractiekolom (scenario 13).

Om meer inzicht te krijgen in de belangrijkste oorzaken van het plaatsgebonden risico is een ranking gemaakt van de scenario's die in de QRA zijn opgenomen.

Op drie punten is deze ranking bepaald:

- Welplaatweg (x = 78737, y = 432158), openbare weg op industrieterrein;
- Restaurant De Punt (x = 78690, y = 431705), rand industrieterrein en naast de snelweg A15;
- Geervliet (x = 77783, y = 431062), rand van de woonwijk.

In tabel 4 zijn de belangrijkste scenario's opgenomen voor het nabijgelegen restaurant De Punt (kwetsbare locatie op 300 meter vanaf terreingrens Shin-Etsu). Er zijn ook de resultaten ter hoogte van de dichtstbijzijnde woonbebouwing Geervliet (op 1,2 km vanaf terreingrens Shin-Etsu) en de Welplaatweg (ingang locatie Botlek) opgenomen.

Tabel 4: Plaatsgebonden risico (PR) Risk Ranking Points

Tabel 4.1 restaurant De Punt

Model Name	Model Frequency [1/AvgYear]	Total Risk [1/AvgYear]	Pct. Risk
Study\PROCESSIT-411A/B/C VCM\2A.VCM.1950t.cont\2A.VCM.1950t.cont fixed duration release	5E-07	1,8597E-08	38,1
Study\PROCESSIT-204 HCl\2A.HCl.100t.cont - caselist conversion (Case List)\2A.HCl.100t.cont - Case 3\2A.HCl.100t.cont - Case 3 fixed duration release	4E-07	1,3456E-08	27,6
Study\PROCESSIT-411A/B/C VCM\2C.VCM.1200t.cont\2C.VCM.1200t.cont fixed duration release	5E-07	3,9723E-09	8,1
Study\PROCESSIT-204 HCl\10.HCl.br.ontlast - caselist conversion (Case List)\10.HCl.br.ontlast - Case 3\10.HCl.br.ontlast - Case 3 line rupture	2,4E-07	3,5449E-09	7,3
Study\PROCESSIT-204 HCl\2A.HCl.100t.cont - caselist conversion (Case List)\2A.HCl.100t.cont - Case 2\2A.HCl.100t.cont - Case 2 fixed duration release	8E-08	3,1235E-09	6,4
Study\PROCESSIT-204 HCl\8A.HCl.br.afvoer - caselist conversion (Case List)\8A.HCl.br.afvoer - Case 3\8A.HCl.br.afvoer - Case 3 line rupture	1,6E-07	1,6147E-09	3,3
Study\PROCESSIC\2 toevoerleiding\2.CI2.lek\2.CI2.lek leak	1,46E-05	9,9981E-10	2,0
Sub Total		4,53E-08	90,7
		4,88E-08	100

Tabel 4.2 Geervliet

Risk Ranking Point:	Model frequency	Geervliet	
		Risk	Pct. Risk
		/AvgeYear	
Study\PROCESS\CI2 toevoerleiding\1B.cl2.br.30min		6,06E-13	100
TOTAL	2,19E-09	1,30E-12	100

Tabel 4.3 Welplaatweg

Model Name	Model Frequency [1/yr]	Total Risk [1/yr]	Pct. Risk
Study\PROCESS\IT-411A/B/C VCM\1A.VCM.1950t.inst\1A.VCM.1950t.inst Rupture	5,00E-07	4,13418E-07	13,6
Study\PROCESS\IT-204 HCl\5.HCl.lek.toevoer\5.HCl.lek.toevoer leak	4,80E-05	3,56408E-07	11,8
Study\PROCESS\IC201\4A.Q.EDCVCMHCL\4A.Q.EDCVCMHCL fixed duration release	3,44E-04	3,36446E-07	11,1
Study\PROCESS\IC201\9A.Q.EDCVCMHCL\9A.Q.EDCVCMHCL fixed duration release	1,06E-04	2,51357E-07	8,3
Study\PROCESS\IT-411A/B/C VCM\2A.VCM.1950t.cont\2A.VCM.1950t.cont fixed duration release	5,00E-07	2,50771E-07	8,3
Study\PROCESS\IT-411A/B/C VCM\2C.VCM.1200t.cont\2C.VCM.1200t.cont fixed duration release	5,00E-07	2,01031E-07	6,6
Study\PROCESS\IC201\9A.QC.EDCVCMHCL\9A.QC.EDCVCMHCL fixed duration release	1,11E-04	1,61514E-07	5,3
Study\PROCESS\IC201\4A.QC.EDCVCMHCL\4A.QC.EDCVCMHCL fixed duration release	3,35E-04	1,35864E-07	4,5
Study\PROCESS\IT-411A/B/C VCM\1C.VCM.1200t.inst\1C.VCM.1200t.inst Rupture	5,00E-07	1,35331E-07	4,5
Study\PROCESS\IC2 toevoerleiding\2.CI2.lek\2.CI2.lek leak	1,46E-05	1,05848E-07	3,5
Study\PROCESS\IT-204 HCl\9.HCl.lek.afvoer\9.HCl.lek.afvoer leak	1,00E-06	8,87621E-08	2,9
Study\PROCESS\IT-204 HCl\3.HCl.10mm.tank\3.HCl.10mm.tank leak	1,00E-05	7,42517E-08	2,5
Study\PROCESS\IT-204 HCl\1A.HCl.100t.inst - caselist conversion (Case List)\1A.HCl.100t.inst - Case 3\1A.HCl.100t.inst - Case 3 Rupture	4,00E-07	7,2947E-08	2,4
Study\PROCESS\IT-411A/B/C VCM\2B.VCM.500t.cont\2B.VCM.500t.cont fixed duration release	5,00E-07	5,94996E-08	2,0
Study\PROCESS\IT-204 HCl\2A.HCl.100t.cont - caselist conversion (Case List)\2A.HCl.100t.cont - Case 3\2A.HCl.100t.cont - Case 3 fixed duration release	4,00E-07	5,77579E-08	1,9
Study\PROCESS\IC201\16A.QC.EDCVCMHCL\16A.QC.EDCVCMHCL fixed duration release	1,80E-05	5,5877E-08	1,8
Sub total		2,76E-06	91,0
Total		3,03E-06	100

De volledige "risk ranking" van het PR is opgenomen in de tabel in appendix 5.2. De naamgeving van de scenario's is terug te vinden in tabellen in appendix 3. De risicocontouren zijn opgenomen in figuur 9.

Het plaatsgebonden risico bij restaurant de Punt wordt voornamelijk bepaald door de scenario's bij T204 (HCl), falen in 10 min van Koudopslag VCM T422, continu in 10 minuten en instantaan falen van de volledig gevulde VCM drukopslagtanks. Op de welplaatweg dragen ook scenario van de C201 bij aan het PR.

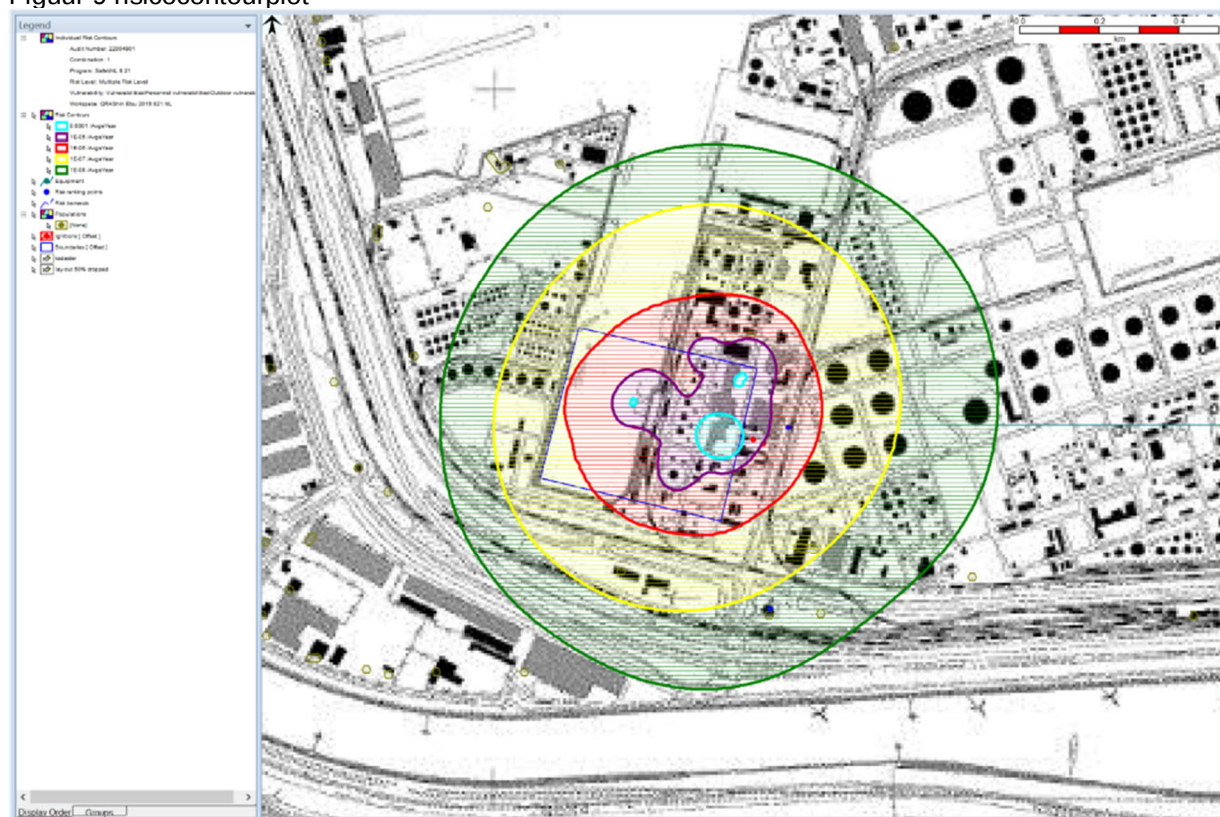
PR-Risico contouren

De PR risicocontouren worden weergegeven in figuur 9.

De 10^{-6} contour ligt net buiten het gemeenschappelijke bedrijventerrein locatie Botlek van Shin-Etsu en Nouyon. De snelweg, A15 ligt buiten de 10^{-6} contour. De 10^{-5} contour komt niet over de Welplaatweg. Het kwantitatieve risico voor de externe veiligheid betreffende het berekende plaatsgebonden risico van de vinylchloride fabriek, locatie Botlek Rotterdam voldoet aan de normering zoals beschreven is in hoofdstuk 3.

De resultaten voor het individuele en groepsrisico op de ijkpunten Welplaatweg, Restaurant De Punt en Geervliet worden volledig weergegeven in paragrafen 2 en 3 van Appendix 5.

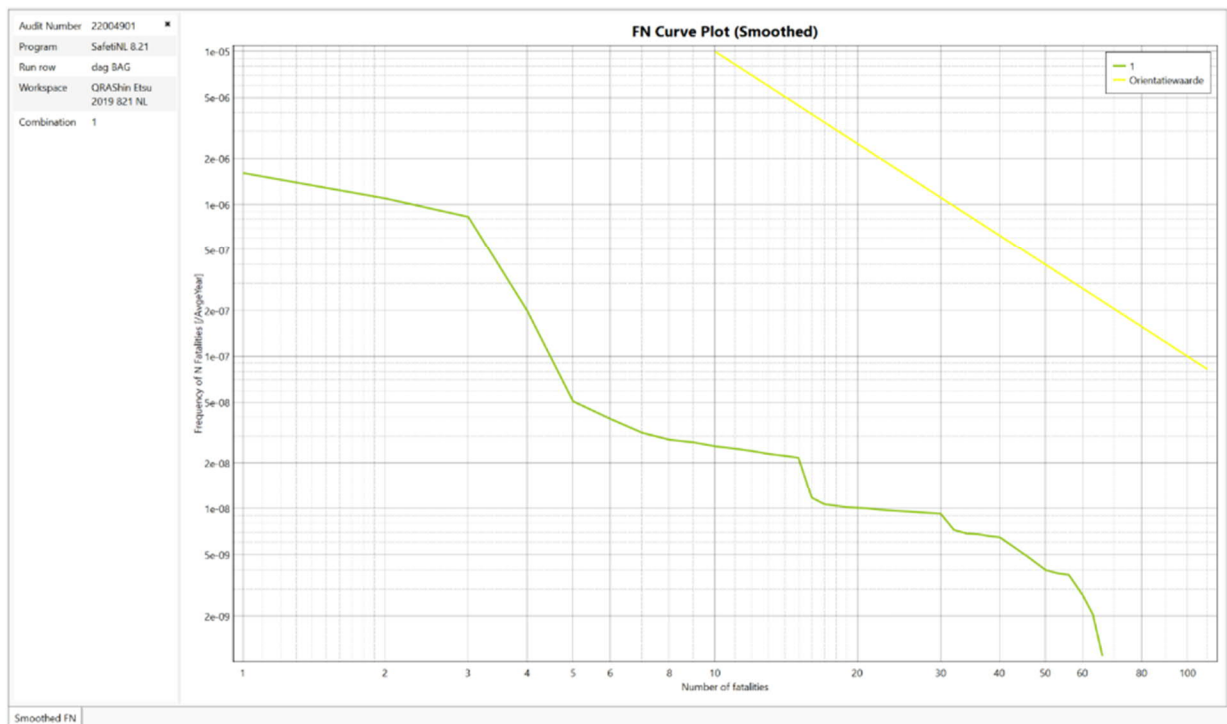
Figuur 9 risicocontourplot



De risicocontouren zijn vergelijkbaar met de vorige QRA contouren. Het toevoegen van T422, koud VCM opslag heeft een vergrotend effect op de risicocontouren en de aangepaste modellering van breuk in de 3" en 4" HCl leiding leidt tot een geringe afname van het totale risico. Het toevoegen van de Tarverlading draagt niet bij aan externe risico.

Het groepsrisico zoals berekend in de QRA van Shin-Etsu, met behulp van de BAG-populatie gegevens, blijft ruim beneden de oriënterende waarde en is weergegeven in de onderstaande figuur.

Figuur 10 fN-curve voor het groepsrisico



7.Referenties

- 1 Handleiding Risicoberekeningen BEVI, versie 3.3, 2015
- 2 Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen, Staatsblad 204- 250
- 3 Subselectie 2012 voor QRA berekeningen ten behoeve van de VC fabriek, Shin-Etsu, J. Wubs rapport 2.455.362 A,18-04-2012
- 4 SIL-classificatie en SIL-calcuatie Shin-Etsu VCM, doc. no. 2.058.121, 21-07-2000.
- 5 QRA AkzoNobel Chemicals te Rotterdam, locatie Botlek; H.W. van Lochem; Akzo Nobel, rapport, doc.no. 2.242.875 A, 30-05-2011
- 6 Bedrijfsvoorschriften Shin-Etsu VCM plant
- 7 QRA VC Fabriek, Shin-Etsu PVC bv Rotterdam; H.W. van Lochem Akzo Nobel Technology & Engineering, doc.no. 2.263.848, 10-1-2008
- 8 Beschrijving en ontwerpbasis van het brandbaar-gas detectienet VCM plant Shin-Etsu PVC B.V. ,P. Beaufort, Bft 2006 040, 3 november 2006

Appendix 1: Locatieplattegrond



Locatie plattegrond
appendix 1.pdf

Appendix 2: Omgevingskaart met populatiegegevens naburige bedrijven



appendix 2 Populatie
overzicht.pdf

Appendix 3: De scenario's

Per unit wordt een overzicht gegeven van de scenario's met bijbehorende gebeurtenisbomen (waar dit van toepassing is). Sommige scenario worden in detail beschreven andere worden globaal omschreven, indien relevant wordt de berekening van de frequentie vanuit de basisfrequentie naar de gebruikte frequentie toegelicht.

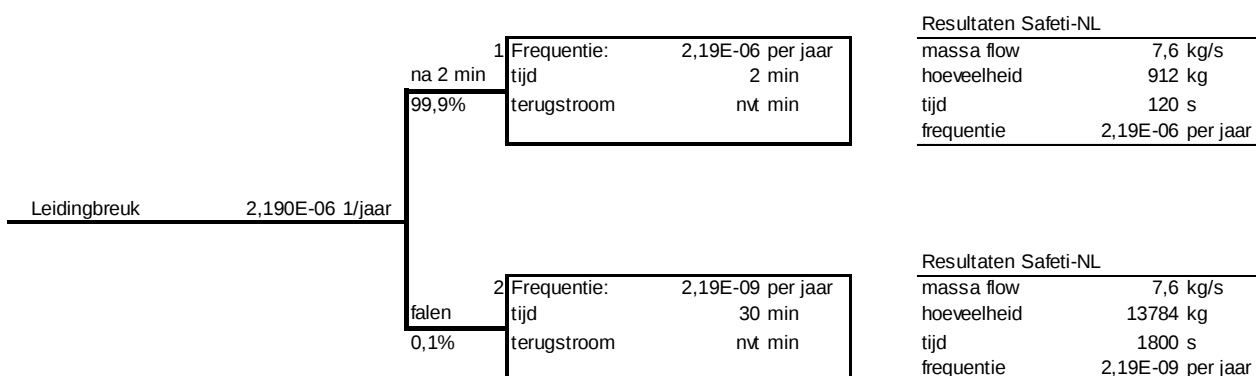
De chloortoevoerleiding

Overzicht van scenario's chloortoevoerleiding

Sce nari o Nr	Omschrijving	naam	Diame ter gat (mm)	Leiding Lengte (m)	X(m)	Y(m)	Fase	Debiet (kg/s)	Massa (kg)	Tijd (s)	freq (1/jaar)
1A	Brek chloortoevoerleiding, beveiliging werkt	1A.cl2.br .2min	75	7,3	78590	432285	L	7,6	912	120	2,19E-06
1B	Brek chloortoevoerleiding, beveiliging faalt	1B.cl2.br .30min.		7,3	78590	432285	L	7,6	13784	1800	2,19E-09
2	Lek toevoer chloorleiding	2.cl2.lek	7,5	7,3	78590	432285	L	1,25	2250	1800	1,46E-05

Gebeurtenissenboom 1: Breuk toevoerleiding vanaf AkzoNobel naar ShinEtsu Scenario 1 Cl₂

Lek 2,00E-06 1/(m.jaar)
 Breuk toevoerleiding 3" 3E-07 1/(m.jaar)
 Freq per lengte 7,3 m
 Lengte 7,3 m
 Freq breuk 2,19E-06 1/jaar



Toelichting op de scenario's chloortoevoerleiding

Scenario 1: Breuk in de chloortoevoerleiding vanaf MEB Nouryon naar Shin-Etsu

De totale lengte van de leiding is ruim 500 m. Hiervan wordt 7,3 meter van het insluitsysteem van Shin-Etsu bekeken, het overige deel is opgenomen in de QRA van Nouryon. De leiding heeft een diameter van 75 mm. De faalfrequentie voor leidingbreuk is $3,0 \cdot 10^{-7}$ /meter jaar. Het debiet wordt gelimiteerd door de pomp (8 kg/s, 9 barg). De terugstroom is beveiligd door drie automatische kleppen. Als deze kleppen falen, komt er een beetje chloor terug (leidinginhoud). Daarna vindt er uitstroming van EDC plaats vanuit de reactoren. Het brandgevaar van EDC is verwaarloosbaar ten opzichte van de toxiciteit van chloor. De terugstroming is daarom verwaarloosd.

Scenario 2: lek in toevoerleiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 7,5 mm. Het uitstroomdebiet is 1,25 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:
 - $7,3 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/meter jaar} = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$

De EDC destillatie kolommen

De verwachting is dat deze kolommen een beperkte invloed hebben op het externe risico. De hoeveelheden zijn kleiner dan bij de VCM bollen en bij EDC speelt voornamelijk het brandgevaar terwijl de BLEVE en explosie bij VCM grote effectafstanden hebben.

De EDC scenario's worden daarom globaal en conservatief bestudeerd. Diverse breuken en andere scenario's worden direct gebundeld.

Begonnen is met de zware-fractie kolom C-103. Nadat de letaliteit van de opgestelde scenario's van deze kolom bestudeerd waren, is gekeken of verdere detaillering nodig is of een nog verder vereenvoudigen kan plaats vinden. Deze ervaring is tevens gebruikt bij kolom C-102A.

Er zijn geen gebeurtenisbomen opgesteld voor scenario's van de EDC kolommen.

De resultaten van de QRA rechtvaardigen deze keuze. De bijdrage van de EDC kolommen is zeer beperkt gezien de maximale effectafstand van 200 a 300 meter voor de plasbranden. Dit ten opzichte van catastrofaal falen van de VCM druktanks met een effectafstanden varieert van 400 meter tot ruim 1 km en de chloorscenario's met meer dan 1 km.

Tabel A2: Overzicht van scenario's de EDC kolommen

EDC zware fractie kolom C-103

Scenario	Omschrijving	naam	D/gat	L	Coördinaten		Debiet	Massa	Tijd	Frequentie	
Nr			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)	Fase	kg/s	kg	sec	1/jaar
1	Instantaan falen kolom en reboiler	1Z.EDC.15t.inst			78610	432270	L		15000		1,11E-05
4	Instantaan falen accumulator vat				78610	432270	L		13350		<u>5,00E-06</u>
	Samenvoegen scenario's 1+4								15000		1,61E-05
2	Cont. uitstroom kolom en reboiler	2Z.EDC.15t.cont			78610	432270	L	25	15000	600	5,00E-06
5	Continue uitstromen accumulator vat				78610	432270	L	22	13350	600	<u>5,00E-06</u>
	Samenvoegen scenario's 2+5								15000		1,00E-05
3	Kolom, Accumulatorvat 10 mm lek	3Z.EDC.lek	10		78610	432270	L	0,57	1019	1800	2,00E-04
6	Instantaal falen EDC luchtkoeler	6Z.EDC.LK.cata	80		78610	432270	G	0,3	540	1800	8,00E-05
6b	Instantaal falen EDC luchtkoeler	6aZ.EDC.LK.cata 1pijp	26		78610	432270	G	0,02	36	1800	1,00E-03

Scenario	Omschrijving	naam	D/gat	L	Coördinaten		Debiet	Massa	Tijd	Frequentie	
Nr			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)	Fase	kg/s	kg	sec	1/jaar
7	Lek EDC luchtkoelers	7Z.EDC.LK.lek	3		78610	432270	G	1E-04	0,4	1800	1,00E-02
8	Breuk toevoer kolom	8Z.EDC.br.toevoer	150	33	78610	432270	L	49,3	29600	600	1,00E-05
9	Breuk leiding bij top van kolom 700 mm	9Z.EDC.br.top700mm	700	62	78610	432270	G	78	47000	600	6,20E-06
10	Breuk leiding bij top van kolom 300 mm	10Z.EDC.br.top300mm	300	87,9	78610	432270	G	27,5	18500	673	1,08E-04
11	Breuk leiding bij top van kolom 75 mm	11Z.EDC.br.top75mm	75	14,4	78610	432270	G	3,4	6120	1800	1,04E-04
12	Breuk leiding bij top van kolom 200 mm	12Z.EDC.br.top200mm	200	197	78610	432270	L	100	73500	735	2,97E-05
13	Breuk leidingwerk bodem afvoer	13Z.EDC.br.bodem	50	49	78610	432270	L	7,2	12960	1800	1,09E-04
14	Instantaal falen EDC luchtkoeler	14Z.EDC.LK.cata	26		78610	432270	L	16	9600	600	2,00E-05
15	Lek EDC luchtkoelers	15Z.EDC.LK.lek	3		78610	432270	L	0,02	810	1800	2,00E-02
16	ontlastkleppen	16Z.EDC.ontlast	15		78610	432270	G	4,4	7920	1800	1,20E-04

EDC lichte fractiekolom C-102A

Scenario	Omschrijving	naam	D/gat	L	Coördinaten		Debiet	Massa	Tijd	Frequentie	
Nr			(mm)	(m)	X (m)	Y (m)	Fase	kg/s	kg	sec	1/jaar
1	Instantaan falen	1L.EDC.48t.inst			78620	432295	L		48400		1,58E-05
2	Continue uitstroom	2L.EDC.48t.cont			78620	432295	L	81	48400	600	1,00E-05
8	Breuk toevoer kolom	8L.EDC.br.toevoer	200	104	78620	432295	L	87	52200	600	1,04E-05
9	Breuk leiding bij top van kolom 600 mm	9L.EDC.br.top750mm	750	11	78620	432295	G	70	45003	640	2,60E-06
12	Breuk leiding bij top van kolom 200 mm	12L.EDC.br.top200mm	250	94	78620	432295	L	87	97200	1117	3,82E-05
13	Breuk leidingwerk bodem afvoer	13L.EDC.br.bodem	250	30	78620	432295	L	180	156400	869	2,39E-05

Toelichting op de scenario's zware fractie kolom C-103

De gehele installatie staat in een bund met een oppervlak van 11005 m².

Scenario 1: Instantaan falen kolom en reboiler

De inhoud van de kolom is 12 ton vloeibare EDC bij een temperatuur van 371 K (98 °C). Bij het instantaan falen van de kolom zal de inhoud van de reboiler 3 ton ook vrijkomen. Dit is ook het geval bij een falende reboiler. Bij een leiding breuk tussen de kolom en reboiler geldt dit ook. Het uitstroomdebiet is zo groot dat in circa een minuut de gehele inhoud vrij zal komen. Bij de reboiler bevindt zich de EDC in de pijpen en de ontwerpdruk van de mantel is groter dan de ontwerpdruk van de pijpen. Voor deze reboiler hoeft alleen het instantaan falen meegenomen te worden.

Voor dit scenario's wordt een massa aangehouden van:

- kolom: 12 ton
- reboiler: 3 ton
- totaal: 15 ton

Totale frequentie is de som van:

- Instantane falen kolom als procesvat: $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- Instantane falen reboiler als procesvat: $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- Leidingbreuk 300 mm, 7,5 m van kolom naar reboiler:
7,5 m * $1 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar: $7,5 \cdot 10^{-7}$ 1/jaar

- Leidingbreuk 600 mm, 3,7 m van reboiler naar kolom:

$$3,7 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar:}$$

totaal:

$$\underline{3,7 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar}}$$

$$1,11 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$$

Scenario 2: Continue uitstroming van kolom en reboiler in 10 minuten

Continue uitstroming van de gehele inhoud van kolom en reboiler van 15 ton. Alleen de frequentie van falen van kolom is hierbij van invloed. Reboiler hoeft niet mee genomen te worden zie hiervoor informatie bij scenario 1. De frequentie van het scenario is dus:

- Continue uitstroming van de inhoud in 10 minuten als procesvat $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar.

Scenario 3: 10 mm lek in de kolom of accumulatorvat

Er wordt uitgegaan van een 10 mm gat in de vloeistof bij 371 K. Dit geeft een debiet van 0,57 kg/s. Na 30 minuten is er dus 1019 kg EDC vrijgekomen. Dit geldt voor zowel de kolom als het accumulatorvat dus de totaal frequentie is:

- $2 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar = $2 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar

Scenario 4: Instantaan falen accumulatorvat

De inhoud van het accumulatorvat is 13,35 ton vloeibare EDC bij een temperatuur van 50°C. Er wordt 357 K aangehouden, dit is het minimum dat het Safeti pakket accepteert voor verzadigde EDC. Voor de frequentie wordt gehanteerd:

- Instantaan falen als procesvat: $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

Scenario 5: Continue uitstroming van het accumulatorvat in 10 minuten

Continue uitstroming van de gehele inhoud van het accumulatorvat van 13,35 ton. De frequentie van het scenario is:

- Continue uitstroming van de inhoud in 10 minuten als procesvat $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar.

Scenario 6: Instantaan falen EDC luchtkoelers (gas)

Als condensor zijn onder andere 8 luchtkoelers geïnstalleerd. Elke koeler heeft 165 pijpen van 9,5 meter met een ovale doorsnede (44 mm x 16 mm). De inhoud is bijna 7 m³.

Het falen van een luchtkoeler moet gemodelleerd worden als het breken van 10 pijpen tegelijk. Een equivalente diameter voor een ovale pijp is 26 mm. Dit geeft een equivalente diameter voor 10 leidingen van 80 mm. De gasuitstroming is enkelzijdig 0,15 kg/s, tweezijdig is dit 0,3 kg/s. Dat geeft 540 kg in 30 minuten.

De frequentie is:

- 8 stuks $\times 1 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar = $8 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Breuk van 1 pijp geeft een uitstroming van 0,02 kg/s in 30 min is dit 36 kg. De frequentie is $8 \times 1 \cdot 10^{-3}$ 1/jaar = $8 \cdot 10^{-3}$ 1/jaar

Scenario 7: Lek EDC luchtkoelers (gas)

Voor beschrijving luchtkoeler zie scenario 6. Het lek wordt gemodelleerd als leiding lek. Dit is 10% van de nominale diameter circa 3 mm. Gasuitstroom hierbij is circa 0,0002 kg/s.

De frequentie is:

- 8 stuks $\times 1 \cdot 10^{-2}$ 1/meter jaar = $8 \cdot 10^{-2}$ 1/jaar

Scenario 8: Breuk toevoer van de kolom

De toevoer van de kolom wordt geregeld door een flowregelaar die constant 140 ton/uur (39 kg/s) is. De leiding is 33 meter lang en heeft een diameter van 150 mm. Bij een breuk zou het debiet kunnen oplopen echter de flowregelaar blijft bijsturen naar 39 kg/s. Het vloeistofniveau zal drastisch afnemen in de kolom en binnen 10 minuten zal de kolom gestopt worden (zie paragraaf 5.2.2) en de flowregelaar zal de toevoer klep sluiten.

Uit de kolom kan gas terugstromen met circa 7 kg/s. Na 10 minuten is er geen warmtetoevoer meer naar de kolom. Echter de aanwezige damp kan daarna nog uitstromen dit is circa 400 m³ (kolom diameter 4 meter, lengte 32,5 meter) dus 2 ton.

In totaal komt er dus vrij:

- De toevoer: 39 kg/s x 600 sec circa 23,4 ton vloeistof
- Terugstroom van gas: 7 kg/s x 600 sec circa 4,2 ton gas
- Leeg stromen van de kolom (gas), circa 2 ton gas

Het totaal wordt vereenvoudigd tot 29,6 ton vloeistof in 10 minuten (49,3 kg/s)

De frequentie is :

- $33 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$

Scenario 9: Breuk leidingwerk bij top van kolom 700 mm gas

De afvoer van de top van de kolom richting de condensors is deels 700 en deel 300 mm. Dit scenario behandelt alleen het 62 meter lange gedeelte van 700 mm. Hiervan is 25 meter verticaal. Nominale capaciteit is circa 50 kg/s. De luchtkoelers hebben een grote weerstand, de terugstroom zal zeer beperkt zijn. Bij een breuk na 30 meter zou het uitstroomdebiet 100 kg/s zijn. Dit is twee maal de nominale capaciteit. Dit kan de kolom niet bijhouden. Als conservatieve schatting wordt 75 kg/s aangehouden gedurende 10 minuten (circa 45 ton), daarna zal er in gegrepen zijn en kan de gasinhoud van de kolom nog nastromen (4,2 ton, zie scenario 8).

De frequentie is :

- $62 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/jaar}$

Scenario 10: Breuk leidingwerk bij top van kolom 300 mm gas

Het deel van de afvoer van de top van de kolom richting de condensors met een diameter van 700 mm is reeds meegenomen in scenario 9. Dit scenario omvat het vervolg. Dit is:

- 300 mm:

naar de ethyleenverwarmer:	$2 \times 0,7 =$	1,4	m
naar de luchtkoelers:	$2 \times 14,2 =$	28,1	m
van de ethyleenverwarmer naar luchtkoelers	$2 \times 3,8 =$	7,6	m

- 250 mm:

van de luchtkoelers naar header	$4 \times 4,6 =$	18,4	m
---------------------------------	------------------	------	---

- 300 mm:

header naar accumulatorvat	$\frac{32,1}{87,9}$	m
Totaal:		m

De ethyleenverwarmer die in dit leidingwerk is opgenomen heeft een inhoud van circa 1 m³ EDC gas. Het falen wordt bepaald door toestroom/terugstroom vanuit het omliggende leidingwerk. Vandaar dat dit falen (instantaan en continue 10 minuten) wordt meegenomen als leidingbreuk.

De frequentie is:

- leidingbreuk: $87,9 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 8,79 \cdot 10^{-6} \text{ 1/jaar}$
- catastrofaal falen ethyleenverwarmer $2 \times 5 \cdot 10^{-5} = \frac{1}{1,08} \cdot 10^{-4} \text{ 1/jaar}$
- Totaal: $1,08 \cdot 10^{-4} \text{ 1/jaar}$

De uitstroming is afhankelijk van de plaats van de breuk. In alle gevallen is de terugstroming beperkt en deze wordt daarom verwaarloosd. Om het scenario eenvoudig en conservatief te bepalen wordt alleen gekeken naar 1 breukpunt. Lengte breuk 1 meter leiding met 300 mm, geeft een gas uitstroming van 27,5 kg/s gedurende ca. 11 minuten (zie paragraaf 5.2.2). De totale uitstroming is 18,5 ton (inclusief inhoud kolom gas).

Scenario 11: Breuk leidingwerk bij top van kolom 75 mm gas

Het deel van de afvoer van de top van de kolom tot aan het accumulatorvat is reeds meegenomen in scenario 9 en 10. Dit scenario kijkt naar de smallere leidingen, het betreft:

- 75 mm:

afvoer naar DVH:	8,6	m
naar de ventkoeler:	2,1	m
van de ventkoeler naar het accumulatorvat:	<u>3,7</u>	m

Totaal: 14,4 m

De ventkoeler die in dit leidingwerk is opgenomen heeft een inhoud van circa 1 m³ EDC gas. Het falen wordt bepaald door toestroom/terugstroom vanuit het omliggende leidingwerk. Vandaar dat dit falen (instantaan en continue 10 minuten) wordt meegenomen als leidingbreuk. Dit geldt ook voor de separator.

De frequentie is :

- leidingbreuk: 14,4 m x $3 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar =	$4,32 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- catastrofaal falen ventkoeler en separator $2 \times 5 \cdot 10^{-5} =$	$\frac{1,0}{1,043} \cdot 10^{-4}$ 1/jaar
Totaal:	$1,043 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar

De uitstroming is afhankelijk van de plaats van de breuk. Om het scenario eenvoudig en conservatief te bepalen wordt alleen gekeken naar 1 breuk punt. Lengte breuk 2 meter leiding met 75 mm, geeft een gas uitstroming van 1,7 kg/s. Voor tweezijdige uitstroom is dit dus 3,4 kg/s gedurende 30 minuten (circa 6,2 ton).

Scenario 12: Breuk leidingwerk bij top van kolom 200 mm vloeistof

Resterend leidingwerk rond de top van de kolom, vloeistof gedeelte. Dit is:

- 250 mm:	
van accumulatorvat naar refluxpomp $14,7 + 2 \times 3,6$	1,9 m
- 200 mm:	
van refluxpomp naar luchtkoeler	32,4 m
- 150 mm:	
afvoer vanaf de luchtkoeler:	6 m
van refluxpomp naar kolom:	54,8 m
- 200 mm:	
van refluxpomp naar kolom: $2 \times 4 + 3,9 =$	<u>11,9 m</u>
Totaal:	197 m

Het catastrofaal falen van de refluxpomp wordt gelijk gesteld aan een leidingbreuk. De refluxpomp heeft een maximale capaciteit van 76 kg/s (230 m³/uur). De terugstroom wordt geschat op 25 kg/s. Het vloeistofniveau in de kolom en het accumulatorvat zal drastisch afnemen en de verwachting is dat dit binnen 10 minuten er toe leidt dat de kolom gestopt wordt, de pomp stopt en de afvoer wordt gesloten. De accumulator kan leegstromen bij breuk direct na het vat. Dit wordt in deze conservatieve benadering meegenomen.

In totaal komt er dus vrij:

- de toevoer: 100 kg/s x 600 sec circa	60 ton
- leeg stromen vat:	13,5 ton

Het totaal wordt vereenvoudigd tot 73,5 ton vloeistof in circa 12 minuten (100 kg/s).

De frequentie is:

- leidingbreuk: 197 m x $1 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar =	$1,97 \cdot 10^{-5}$	1/jaar
- catastrofaal falen refluxpomp (magneetpomp)	$1,0 \cdot 10^{-5}$	1/jaar
totaal:	$2,97 \cdot 10^{-5}$	1/jaar

Scenario 13: Breuk leidingwerk bodemafvoer

Leidingwerk rond de bodem van de kolom bevat:

- 50 mm:	
kolom naar het filter	7,9 m
van het filter naar de verdamping voedingspomp: $2 \times 2 + 11,4 =$	15,2 m
- 40 mm:	
van de pomp naar de verdamper: 25,7	25,7 m
Totaal:	49 m

Het filter dat in dit leidingwerk is opgenomen heeft een inhoud van circa 235 kg EDC. Het falen wordt bepaald door toestroom/terugstroom vanuit het leidingwerk. Vandaar dat dit falen (instantaan en continue 10 minuten) wordt meegenomen als leidingbreuk.

Het catastrofaal falen van de pomp wordt gelijk gesteld aan een leidingbreuk. De pomp heeft een maximale capaciteit van 2 kg/s (6 m³/uur). De grootte van de uitstroming wordt sterk bepaald door de plaats. De maximale uitstroom is mogelijk bij breuk van het stuk leiding tussen kolom en filter. Breuk bij lengte 7 meter met diameter 50 mm is circa 4,8 kg/s. De terugstroom wordt geschat op 2,4 kg/s (40 meter equivalente meter leiding 50 mm, hoge weerstand o.a. door filter). Het vloeistof niveau in de kolom en het accumulatorvat zal drastisch afnemen en binnen 10 minuten zal de kolom gestopt worden (zie paragraaf 5.2.2). Tevens wordt de pomp gestopt. De kolom en reboiler kunnen leegstromen bij deze breuk. Dit wordt in deze conservatieve benadering meegenomen.

In totaal komt er dus vrij:

- de toevoer: 7,2 kg/s x 600 sec circa 4,2 ton
- leeg stromen kolom en reboiler: 15 ton

Het totaal wordt vereenvoudigd tot maximaal 19,2 ton vloeistof met een maximale uitstroming van 7,2 kg/s. De maximale uitstromingsduur is 30 minuten, dus de uitgestroomde massa wordt dan circa 13 ton.

De frequentie is:

- leidingbreuk: $49 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/meter jaar} = 4,9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$
- catastrofaal falen filter $2 \times 5 \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$
- catastrofaal falen pomp $1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$
- Totaal: $6,9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$

Scenario 14: Instantaan falen EDC luchtkoelers (vloeistof)

Als productkoelers zijn 2 luchtkoelers geïnstalleerd. Elke koeler heeft 190 pijpen van 9,5 meter met een ovale doorsnede (44 mm x 16 mm). De inhoud is bijna 2 m³.

Het falen van een luchtkoeler moet gemodelleerd worden als het breken van 10 pijpen tegelijk. Het vloeistof niveau in de kolom en het accumulatorvat zal drastisch afnemen en binnen 10 minuten zal de kolom gestopt worden (zie paragraaf 5.2.2). Tevens wordt de pomp gestopt.

Een equivalente diameter voor een ovale pijp is 26 mm. Voor 10 ovale pijpen is dat 80 mm. Dit geeft een vloeistof uitstroom van 16 kg/s (enkelzijdig). (Vanuit de leiding van T-451 zal een verwaarloosbare hoeveelheid kunnen terugstromen).

De frequentie is:

- 2 stuks x $1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/meter jaar} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$

Scenario 15: Lek EDC luchtkoelers (vloeistof)

Voor beschrijving luchtkoeler zie scenario 14. Het lek wordt gemodelleerd als leidinglek dit is 10% van de nominale diameter circa 3 mm. Vloeistofuitstroom hierbij is circa 0,045 kg/s.

De frequentie is:

- 2 stuks x $1 \cdot 10^{-2} \text{ 1/meter jaar} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ 1/jaar}$

Scenario 16: Ontlastkleppen

Er zijn 6 ontlastkleppen geïnstalleerd bij de EDC luchtkoelers/ethyleenvoorverwarmers. Deze hebben een gat diameter van 110 mm en een pijpdiameter van 150 mm. De verticale gasuitstroom bedraagt 4,4 kg/s. De frequentie $6 \times 2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/jaar}$.

Bestudering scenario's

Nadat gekeken is naar de 1% letaliteitgrens voor de scenario's kunnen de scenario's : 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15 en 16 verwaarloosd worden.

Ook de lekken van de diverse leidingen kunnen verwaarloosd worden. De maximale diameter hierbij is voor de gasleidingen 50 mm en scenario 11 (een breuk van 75 mm) is reeds te verwaarlozen. Bij een vloeistof leidinglek kan dit 20 mm zijn (de top-refluxleiding heeft een diameter van 200 mm).

Scenario 14 is gemodelleerd als een leidingbreuk van 80 mm en is verwaarloosbaar.

Verder kunnen enkele scenario's samengevoegd worden:

- Scenario 1 en 4 worden samen scenario instantaan falen.
- Scenario 2 en 5 worden samen scenario continue uitstroom in 10 minuten.

In beide gevallen wordt de hoeveelheid van het grootste systeem aangehouden en de frequenties worden opgeteld.

Scenario 1+4: het instantaan falen

Massa overeenkomstig scenario 1 dus 15 ton.

Frequentie van scenario 1 en 4 samen geeft $1,61 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Scenario 2+5: continue uitstroom in 10 minuten

Massa overeenkomstig scenario 2 dus 15 ton.

Frequentie van scenario 2 en 5 samen geeft $1 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Analoog aan deze kolom geldt voor kolom C-102A dezelfde verwaarlozing en mogelijke vereenvoudiging.

Toelichting op de scenario's lichte fractie kolom C-102A

De gehele installatie staat in een bund met een oppervlak van 880 m².

Scenario 1: Instantaan falen kolom en reboiler of accumulatorvat

De inhoud van de kolom is 43 ton vloeibare EDC bij een temperatuur van 349 K (75 °C). Er wordt 358 K aangehouden dit is het minimum dat het Safeti pakket accepteert voor verzadigde EDC. Bij het instantaan falen van de kolom zal de inhoud van de reboiler 5,4 ton ook vrijkomen. Dit is ook omgekeerd het geval. Bij een leidingbreuk tussen de kolom en reboiler geldt dit ook. Het uitstroomdebiet is zo groot dat na circa een minuut de gehele inhoud vrij gekomen zal zijn. Bij de reboiler bevindt zich de EDC in de pijpen en de ontwerpdruk van de mantel is groter dan de ontwerpdruk van de pijpen. Voor deze reboiler hoeft alleen het instantaan falen meegenomen te worden.

De inhoud van het accumulatorvat is 45,6 ton vloeibare EDC. Dit is minder dan de 48,4 ton van de kolom inclusief reboiler. Dus bij het samen nemen van de scenario's instantaan falen kolom of accumulatorvat wordt uitgegaan van 48,4 ton en de frequenties worden opgeteld.

Voor deze scenario's wordt een massa aangehouden van:

- kolom:	43 ton
- reboiler:	5,4 ton
totaal:	48,4 ton

Totale frequentie is de som van:

- Instantaan falen kolom als procesvat:	$5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- Instantaan falen reboiler als procesvat:	$5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- Leidingbreuk 300 mm, 4 m van kolom naar reboiler:	
4 m x $1 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar:	$4,0 \cdot 10^{-7}$ 1/jaar
- Leidingbreuk 500 mm, 4 m van reboiler naar kolom:	
4 m x $1 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar:	$4,0 \cdot 10^{-7}$ 1/jaar
- Instantaan falen accumulator als procesvat:	$5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
totaal:	$1,58 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Scenario 2: Continue uitstroming in 10 minuten van kolom en reboiler of accumulatorvat

Continue uitstroming van de gehele inhoud van kolom en reboiler van 48,4 ton. Alleen de frequentie van het falen van de kolom in hierbij van invloed. De reboiler hoeft niet mee genomen te worden, zie hiervoor informatie bij scenario 1.

Het scenario continue uitstroming accumulatorvat wordt meegenomen in de frequentie (zie ook scenario 1).

De frequentie van het scenario is dus:

- continue uitstroming van de inhoud kolom en reboiler in 10 minuten als procesvat	$5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- continue uitstroming van de inhoud accumulatorvat in 10 minuten als procesvat	$5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

Totaal

 $1,0 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar*Scenario 8: Breuk toevoer van de kolom*

De toevoer van de kolom wordt geregeld door een flowregelaar die constant 250 m³/uur (70 kg/s) is. De leiding is 104 meter lang en heeft een diameter van 200 mm. De flowregelaar blijft bij breuk sturen naar 70 kg/s. Het vloeistofniveau zal drastisch afnemen in de kolom en binnen 10 minuten zal de kolom gestopt worden (zie paragraaf 5.2.2) en de flowregelaar zal de toevoerklep sluiten. Uit de kolom kan gas terugstromen met circa 12 kg/s. Na 10 minuten is er geen warmtetoevoer meer naar de kolom. Echter de aanwezige damp kan daarna nog uitstromen dit is circa 590 m³ (kolom diameter 4,3 meter, lengte 40,6 meter), dus 3,0 ton.

In totaal komt er dus vrij:

- De toevoer: 70 kg/s x 600 sec circa 42 ton vloeistof
- Terugstroom gas: 12 kg/s x 600 sec circa 7,2 ton gas
- Leeg stromen van de kolom (gas), circa 3,0 ton gas

Het totaal wordt vereenvoudigd tot 52,2 ton vloeistof in 10 minuten (kg/s)

De frequentie is :

- 104 m $1 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar = $1,04 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

Scenario 9: Breuk leidingwerk bij top van kolom 750 mm gas

De afvoer van de top van de kolom richting de condensers is deels 750 en deels 500 mm in diameter. Dit scenario behandelt alleen het 26 meter lange gedeelte van 750 mm. Hiervan is 15 meter verticaal. Nominale capaciteit is circa 50 kg/s. De luchtkoelers hebben een grote weerstand, de terugstroom zal zeer beperkt zijn. Bij een breuk na 20 meter zou het uitstroomdebiet 130 kg/s zijn. Dit is twee maal de nominale capaciteit. Dit kan de kolom niet bijhouden. Als conservatieve schatting wordt 75 kg/s aangehouden gedurende 10 minuten (circa 45 ton) daarna zal er in gegrepen zijn en kan de gasinhoud van de kolom nog nastromen (3 ton, zie scenario 8).

De frequentie is:

- 26 m x $1 \cdot 10^{-7}$ 1 /meter jaar = $2,6 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

Scenario 12: Breuk leidingwerk bij top van kolom 250 mm vloeistof

Resterend leidingwerk rond de top van de kolom, gedeelte met vloeistof. Dit is:

- 250 mm:

van accumulatorvat naar refluxpomp	19,5 m
------------------------------------	--------
- 152 mm:

van refluxpomp naar de kolom	<u>74,5 m</u>
Totaal:	94 m

De afvoer vanaf het accumulatorvat (bovenlaag) is water en wordt dus niet meegenomen.

Het catastrofaal falen van de refluxpomp wordt gelijk gesteld aan een leidingbreuk. De refluxpomp heeft een maximale capaciteit van 67 kg/s (200 m³/uur). De terugstroom wordt geschat op 20 kg/s.

Het vloeistofniveau in de kolom en het accumulatorvat zal drastisch afnemen en binnen 10 minuten zal de kolom gestopt worden (zie paragraaf 5.2.2), de pomp stopt en de afvoer wordt gesloten. De accumulator kan leegstromen bij breuk direct na het vat. Dit wordt in deze conservatieve benadering meegenomen.

In totaal komt er dus vrij:

- de toevoer: 87 kg/s x 600 sec circa 52,2 ton
- leeg stromen vat: 45 ton

Het totaal wordt vereenvoudigd tot 97,2 ton vloeistof in circa 19 minuten (87 kg/s).

De frequentie is:

- leidingbreuk: 94 m x $3 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar = $2,82 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar
- catastrofaal falen refluxpomp $1 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar
- totaal: $3,82 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Scenario 13: Breuk leidingwerk bodem afvoer

Leidingwerk rond de bodem van de kolom bevat:

- 250 mm:

kolom naar pomp	20,6 m
-----------------	--------

- 200 mm:

van de pomp naar zware fractie kolom:	<u>9 m</u>
Totaal:	29,6 m

Het catastrofaal falen van de pomp wordt gelijk gesteld aan een leidingbreuk. De pompen hebben een maximale capaciteit van 90 kg/s (2x140 m³/uur). De uitstroming wordt sterk bepaald door de plaats. De plaats van de maximaal mogelijke uitstroming bij breuk is het stuk leiding tussen kolom en filter.

Uitstroming als gevolg van breuk bij lengte 7 meter met diameter 250 mm is circa 140 kg/s.

De terugstroom wordt geschat op 90 kg/s (30 meter equivalente meter leiding 250 mm). Het vloeistofniveau in de kolom en het accumulatorvat zal drastisch afnemen en binnen 10 minuten zal de kolom gestopt worden (zie paragraaf 5.2.2). Tevens wordt de pomp gestopt. De kolom en reboiler kunnen leegstromen bij deze breuk. Dit wordt in deze conservatieve benadering meegenomen.

In totaal komt er dus vrij:

- de toevoer: 180 kg/s x 600 sec circa	108	ton
- leeg stromen kolom en reboiler:	48,4	ton

Het totaal wordt vereenvoudigd tot maximaal 156,4 ton vloeistof met een maximale uitstroming van 180 kg/s gedurende circa 14 minuten.

De frequentie is:

- leidingbreuk: 38,6 m x $1 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar =	$3,86 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar
- catastrofaal falen pompen (2x)	$2 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar
totaal:	$2,39 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

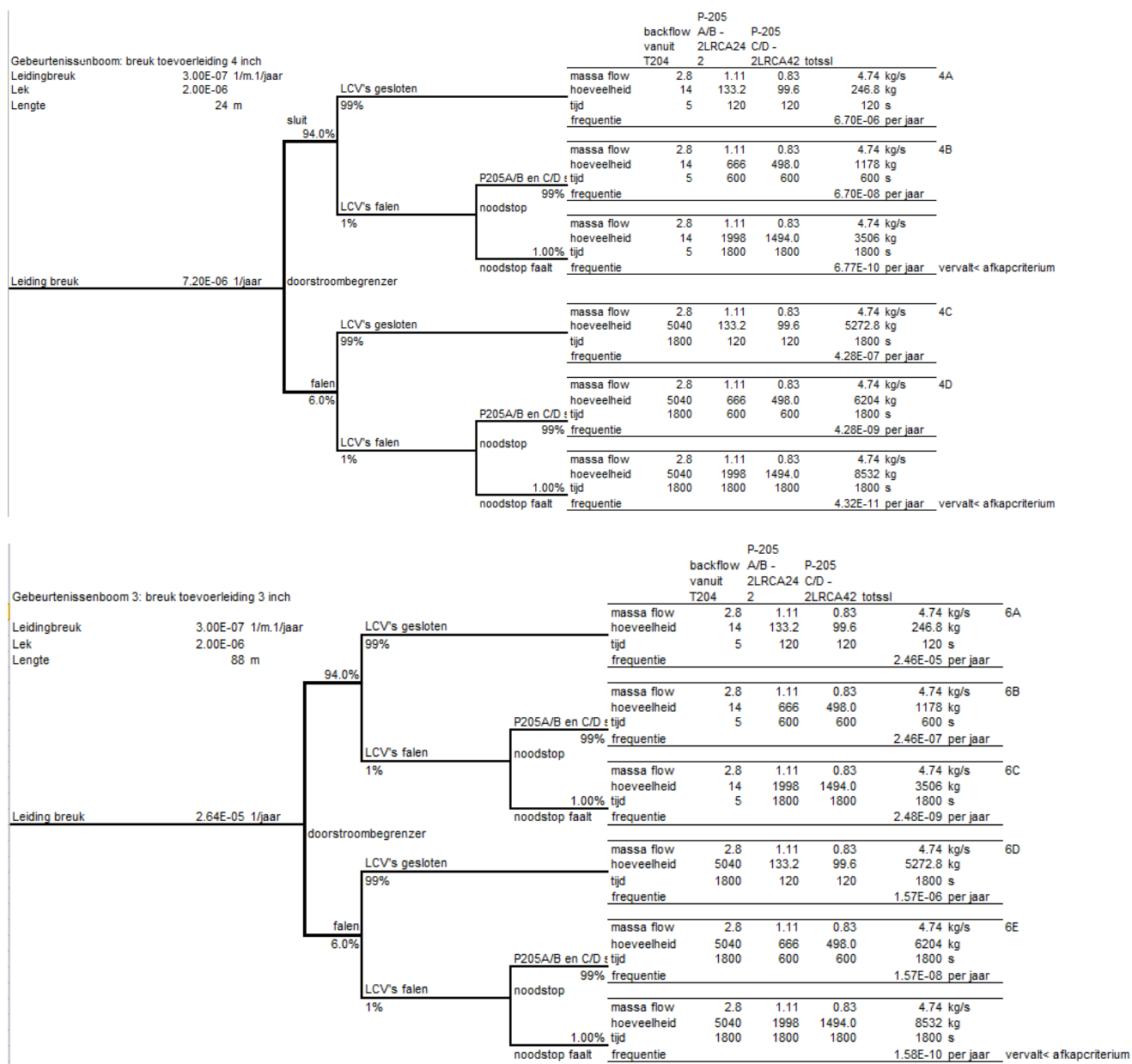
De scenario's waterstofchloride (HCl) buffertank T204

waterstofchloride (HCl) buffertank T204

scenario Nr	Omschrijving	naam	D/ gat (mm)	L (m)	Coördinaten		Fase	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	Y (m)					
1A	HCl tank instantaan, 100	1A.HCl.100t.inst caselist			78590	432160	L		100000 75000 62500 50000		5E-09 2E-08 8E-08 4E-07
2A	HCl tank continue 10 minuten, 100 ton	2A.HCl.100t.cont caselist			78590	432160	L		100000	600	5E-09
									75000	600	2E-08
									62500	600	8E-08
									50000	600	4E-07
3	HCl tank 10 mm lek	3.HCl.10mm.tank	10		78590	432160	L	1,95	3510	1800	1,00E-05
4A	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario A	4A.HCl.br.toevoer	100	24	78590	432160	L	4.74	247	120	6.70E-06
4B	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario B	4B.HCl.br.toevoer					L	4.74	1178	600	6.70E-08
4C	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario C	4C.HCl.br.toevoer					L	4.74	5273	1800	4.28E-07
4D	Breuk in toevoerleiding 4 inch, deelscenario D	4D.HCl.br.toevoer					L	4.74	6204	1800	4.28E-09
5	Lek in 4 inch toevoerleiding	5.HCl.lek.toevoer	10	24	78590	432160	L	1.95	3510	1800	4,80E-05
6A	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario A	6A.HCl.br.toevoer	75	88	78590	432160	L	2.49	247	600	2.46E-05
6B	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario B	6B.HCl.br.toevoer						2.12	1178	1800	2.46E-07
6C	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario C	6C.HCl.br.toevoer						27	3506	1800	2.48E-09
6D	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario D	6D.HCl.br.toevoer						27	5273	1800	1.57E-06
6E	Breuk in toevoerleiding 3 inch, deelscenario E	6E.HCl.br.toevoer						27	6204	1800	1.57E-08
7	Lek in 3 inch toevoerleiding	7.HCl.lek.toevoer	7,5	88	78590	432160	L	1,1	1880	1800	1,76E-04
8A	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 100 ton	8A.HCl.br.afvoer	200	2	78590	432160	L	273	100000	246	1,00E-08
8A-1	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 75 ton	8A.HCl.br.afvoer						273	75000		
8A-2	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 62,5 ton	8A.HCl.br.afvoer						273	62500	205	3,00E-08
8A-3	Breuk in afvoerleiding 8 inch, tank 50 ton	8A.HCl.br.afvoer						273	50000	131	1,60E-07
9	Lek in 8 inch afvoerleiding	9HCl.lek.afvoer	20	2	78590	432160	L	7,8	14040	1800	1,00E-06
10	Breuk leidingwerk ontlastklep	10HCl.br.ontlast Case list					G	37.4	67320	1800	1.2E-08

10	Breuk leidingwerk ontlastklep	10HCl.br.ontlast						37.4	62500		4.5E-08
10	Breuk leidingwerk ontlastklep	10HCl.br.ontlast						37.4	50000		2.4E-07
11	Lek leidingwerk ontlastklep	11HCl.lek.ontlast	20	2	78590	432160	G	0,4	720	1800	1,50E-06

Hieronder volgen de gebeurtenissenbomen voor de scenario's 4 en 6



Toelichting op de scenario's HCl tank

Algemeen

De gehele installatie staat in een bund met een oppervlak van 440 m².

Scenario 1: HCl instantaan

De bruto inhoud van de tank is 240 m³. Gemiddeld bevat de tank 50 ton vloeibare HCl onder een procesdruk van 8 bar (verzadigingstemperatuur 235 K). De inhoud kan maximaal ca. 100 ton zijn. In de QRA worden 4 scenario's onderscheiden:

- 1 A: inhoud 100 ton voor 1 % van de tijd,
- Caselist 1 inhoud 75 ton voor 4% van de tijd
- Caselist 2 inhoud 62,5 ton voor 15% van de tijd,
- Caselist 3 inhoud 50 ton voor 80% van de tijd.

Het betreft een opslagtank onder druk met een faal frequentie van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar voor instantaan falen. Deze faalfrequentie wordt gesplitst voor de 4 scenario's evenredig met de tijd dat deze situatie geldig is dus:

- base case: $5 \cdot 10^{-9}$ per jaar,
- caselist 1: $2 \cdot 10^{-8}$ per jaar,
- caselist 2: $8 \cdot 10^{-8}$ per jaar
- caselist 3: $4 \cdot 10^{-7}$ per jaar.

Scenario 2: Continue uitstroming van de HCl tank in 10 minuten

Continue uitstroming van de gehele inhoud van respectievelijk 100, 75, 62,5 of 50 ton (overeenkomstig scenario 1). Het betreft een opslagtank onder druk met een faal frequentie van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar voor continue uitstroming van de gehele tankinhoud gedurende 10 minuten. Dus de 4 scenario's worden:

- 2A: inhoud 100 ton voor 1% van de tijd, faalfrequentie $5 \cdot 10^{-9}$ per jaar,
- 2A: inhoud 75 ton voor 5 % van de tijd, faalfrequentie $2 \cdot 10^{-8}$ per jaar,
- 2B: inhoud 62,5 ton voor 15% van de tijd, faalfrequentie $8 \cdot 10^{-8}$ per jaar,
- 2C: inhoud 40 ton voor 80% van de tijd, faalfrequentie $4 \cdot 10^{-7}$ per jaar.

Scenario 3: 10 mm lek in de HCl tank

Er wordt uitgegaan van een 10 mm gat in de vloeistof dit geeft een debiet van 1,95 kg/s. Na 30 minuten is er dus 3510 kg HCl vrijgekomen. De faalfrequentie voor een 10 mm gat is $1 \cdot 10^{-5}$ per jaar in geval van een opslagtank onder druk. Het effect van inhoudsverschillen is minimaal vandaar dat er geen opsplitsing is.

Scenario 4: Leidingbreuk van de 4 inch toevoerleiding

De HCl buffertank verbindt twee van de belangrijkste procesunits: de HCl, ontstaan bij de VC kalking (unit 200) wordt na destillatie gebruikt als grondstof voor de oxychloring. Bij een te lage druk in de HCl toevoer naar de oxychloring wordt, via de HCl verdampers, uit de HCl buffertank bij gesuppleerd. Zowel de druk als het niveau van de tank zijn stuurparameters, waar continue aandacht op gericht is van de paneeloperator evenals de flowmeting.

Zowel, druk en niveau worden met meerdere onafhankelijke metingen continue gemeten. In geval van een breuk in de toevoerleiding (scenario 4,6, HCl) zal de paneeloperator direct aanzienlijke verstoringen zien in deze procesparameters.

De paneeloperator krijgt zeer waarschijnlijk binnen 1 minuut via de portofoon melding van één van de buitenoperators dat er een grote HCl emissie is, waarna hij de noodstop zal indrukken.

In de QRA wordt toch aangehouden dat de noodstoppen binnen 10 min zijn bediend conform de Hari, hoewel deze tijd als te lang wordt gezien. De lengte van de 100 mm toevoerleiding betreft 24 meter. De faalfrequentie voor leidingbreuk is $3,0 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar.

Het stuk 4" leiding betreft het gemeenschappelijke leidingwerk vanaf de pompen. Het debiet vanaf de pompen wordt door de LCV's gelimiteerd. Dit is voor de beide pompen samen bij normaal bedrijf max.: 7 ton/uur (3 en 4 ton/uur). Bij leidingbreuk zal verzadigde HCl vloeistof uit de tank T-204 gedrukt worden met een debiet van ca. 2.8 kg/s. Het debiet dat maximaal mogelijk is door de falende doorstroombegrenzer is bepaald door de interne diameter van 23 mm. Gezien de uitvoering van de doorstroombegrenzer is de aan te nemen faaloorzaak het ontbreken van de kogel. De flow wordt beperkt door het flashen in de orifice van de excess flow valve De tank is gemiddeld met 50 ton HCl als

verzadigde vloeistof gevuld in 1800 s stroomt maximaal 5040 kg HCl uit. De uitstroomhoeveelheid is afhankelijk van de werking van de beveiligingen:

- Doorstroombegrenzer (falen 6 %, werkt direct 94%) bij T-204, deze heeft effect op het terugstromen,
 - De LCV's in de toevoerleidingen naar T-204 worden dicht gestuurd door de niveauverlaging in de refluxdrums in 2 minuten door de LRCA op deze beide drums.
 - De noodstoppen (falen 1%, werkt binnen 10 minuten) worden bedient in de controlekamer waardoor de pompen worden gestopt en de toevoer naar T204 stopt
- Dit geheel is verwerkt in een gebeurtenisboom.

Scenario 5: lek in 4 inch toevoer leiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 10 mm. Het uitstroom debiet is 1,95 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- $24 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/meter jaar} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$

Scenario 6: Leidingbreuk van de 3 inch toevoerleiding

De toevoer van de 3" mm leiding betreft 88 meter. De faalfrequentie voor leidingbreuk is $3,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar}$.

Het stuk betreft het leidingwerk vanaf pomp P205C/D. Het debiet vanaf de pomp wordt door de LCV gelimiteerd en vanaf de andere zijde door de som van andere LCV na pomp P205A/B en de terugstroom vanuit de tank; de max. terugstroming door de 3" leiding is 21.3 kg/s . Bij een breuk verpompt P205A/B ook naar de breukplaats toe i.p.v. naar de tank. Dit is voor de pomp 205A/B ca. max. 4 ton/uur. Door de dippijp vindt ook terugstroming plaats, deze is de max 2.8 kg/s.. De terugstroming via een 75 mm breuk is dan max. 6.8kg/s . Na het sluiten van de LCV's en of het stoppen van P205A/B door bediening van de noodstoppen in de controle kamer is de uitstroom nog steeds 2.8kg/s als de doorstroombegrenzer faalt (6%) , er stroomt maximaal 5040 kg uit T204 in 1800 s. De uitstroom hoeveelheid (tijd) is afhankelijk van het succes of falen van demogelijke maatregelen in overeenstemming met scenario 4.

Scenario 7: lek in 3 inch toevoer leiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 7,5 mm. Het uitstroomdebiet is 1,1 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- $88 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/meter jaar} = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ 1/jaar}$

Scenario 8: Breuk in afvoerleiding 8 inch

De afvoerleiding is 2 meter tot aan de op afstand bediende klep HC. De leiding heeft geen flenzen of bochten en de standaard faalfrequentie van leiding ($1,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar}$) is toegepast. Bij een breuk kan er gas terugstromen vanuit de verdampers, dit is verwaarloosd ten opzichte van de toestroom vanuit de tank die 273 kg/s is. Afhankelijk van de inhoud van de tank (zie scenario 1: 100, 75 ton, 62,5 ton of 50 ton) is deze in respectievelijk 366, 275, 229 en 183 sec leeg. Er zijn dus 4 deelscenario's opgenomen:

- 8A (1%): 100 ton, $0,01 \times 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ 1/jaar}$
- 8B (4%): 75 ton, $0,04 \times 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar} = 0,8 \cdot 10^{-8} \text{ 1/jaar}$
- 8C (15%): 62,5 ton; $0,15 \times 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ 1/jaar}$
- 8D (80%): 50 ton; $0,8 \times 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar} = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar}$

Scenario 9: Lek in 8 inch afvoerver leiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 20 mm. Het uitstroom debiet is 7,8 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- $2 \text{ m} \times 5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/jaar}$

Scenario 10: Breuk leidingwerk ontlastklep

Van de ontlastleiding (150mm) is de onderste handklep open en 3 meter daarboven is de tweede handklep. Bij breuk is er een enkelzijdige gasuitstroom van 37.4 kg/s . De duur wordt bepaald door de inhoud ingevuld met de case list als hierboven waarbij de frequentie voor $3 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar}$:

$$3,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar}$$

is toegepast

Scenario 11: Lek in de ontlastleiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 15 mm. Het uitstroom debiet is 0,41 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- $3 \text{ mx} 5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar}$: $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/jaar}$.

De maximale effectafstand (F1,5) voor 1% letaliteit is 75 meter en bereikt de Welplaatweg niet.

De VCM druktanks T-411 A/B/C**Tabel A4: Overzicht van scenario's VCM druktanks**

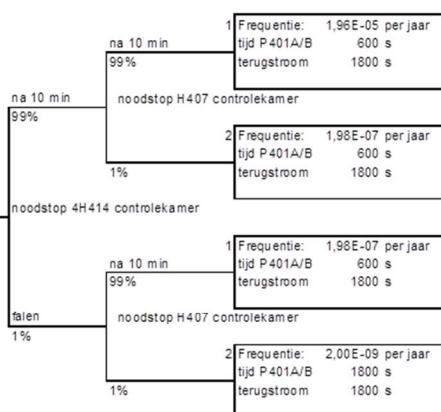
VCM druktanks T-411 A/B/C

Scenario Nr	Omschrijving	naam	D/gat (mm)	L (m)	Coördinaten		Fa- se	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	(mm)					
1A	Instantaan falen tank, niveau 1: T-411A	1A.VCM.1950.inst			78485	432215	L		1950000		5,00E-07
1B	" niveau 2: T-411 B	1B.VCM.500.inst			78475	432180	L		500000		5,00E-07
1C	" niveau 3: T-411 C	1C.VCM.1200.inst			78465	432140	L		1200000		5,00E-07
2A	Cont. uitstroom van tank in 10 min., niv. 1	2A.VCM.1950.cont			78485	432215	L	3250	1950000	600	5,00E-07
2B	" niveau 2	2B.VCM.500.cont			78475	432180	L	500	500000	600	5,00E-07
2C	" niveau 3	2C.VCM.1200.con t			78465	432140	L	1733	1200000	600	5,00E-07
3A	10 mm lek, niveau 1: T-411A	3A.VCM.10mm	10		78485	432215	L	1,21	2174	1800	1,00E-05
3B	" niveau 2: T-411B	3B.VCM.10mm	10		78475	432180	L	1,08	1947	1800	1,00E-05
3C	" niveau 3: T-411C	3C.VCM.10mm	10		78465	432140	L	1,15	2078	1800	1,00E-05
4A	Falen ontlastkleppen VCM tank: T-411 A	4A.VCM.ontlast	200/250		78485	432215	G	37	66600	1800	4,00E-05
4B	" T-411 B	4B.VCM.ontlast			78475	432180	G	37	66600	1800	4,00E-05
4C	" T-411 C	4C.VCM.ontlast			78465	432140	G	37	66600	1800	4,00E-05
5A1	Breuk toevoer, pt A, noodstop werkt	5A1.VCM.br.toevoer	152	199,5	78481	432121	L	50,71	72815	1436	6,67E-06
5A2	" pt A, noodstop faalt	5A2.VCM.br.toevoer	152		78481	432121	L	52,49	94487	1800	6,67E-10
5B1	" pt B, noodstop werkt	5B1.VCM.br.toevoer			78465	432140	L	68,18	104261	1529	6,67E-06
5B2	" pt B, noodstop faalt	5B2.VCM.br.toevoer			78465	432140	L	69,96	125933	1800	6,67E-10
5C1	" pt C, noodstop werkt	5C1.VCM.br.toevoer			78475	432180	L	54,23	79151	1460	6,67E-06
5C2	" pt C, noodstop faalt	5C2.VCM.br.toevoer			78475	432180	L	56,01	100823	1800	6,67E-10
6A	Lek toevoerleiding, punt A	6A.VCM.lek.toevoer	15	199,5	78481	432121	L	2,72	4896	1800	3,33E-05
6B	" , punt B	6B.VCM.lek.toevoer			78465	432140					3,33E-05
6C	" , punt C	6C.VCM.lek.toevoer			78475	432180					3,33E-05
7A	Falen toevoer ontlastklep (RV-435)	7A.VCM.ontlast			78481	432121	G	0,2	360	1800	2,00E-05

[illegible]

len gte

200 m



breukpunt A	P401A/B	T411C	T411A/B	5A1	
massa flow	18,06	32,65		50,71 kg/s	
hoeveelheid	11633	59992	1190	72815,0 kg	
tijd	600	1800		1435,91 s	(24 min)
basisfrequentie				6,87E-06 per jaar	

				5A2
massa flow	18,06	32,65		52,49 kg/s
hoeveelheid	33305	59992	1190	94487,0 kg
tijd	1800	1800		1800 s
basisfrequentie				6,67E-10 per jaar

breukpunt B	P 401A/B	T411C	T411A/B	5B1
massa flow	18,06	50,12		68,18 kg/s
hoeveelheid	11633	91438	1190	104261,0 kg
tijd	600	1800		1529,202 s
basisfrequentie				6.67E-06 per jaar

				5B2
massa flow	18,06	50,12		69,96 kg/s
hoeveelheid	33305	91438	1190	125933,0 kg
tijd	1800	1800		1800 s
basisfrequentie				6,67E-10 per jaar

breukpunt C	P 401A/B	T411C	T411A/B	5C1
massa flow	18,06	36,17		54,23 kg/s
hoeveelheid	11633	68328	1190	79151,0 kg
tijd	600	1800		1459,543 s
basisfrequentie				6,67E-06 per jaar

				5C2
massa flow	18,06	36,17		56,01 kg/s
hoeveelheid	33305	66328	1190	100823,0 kg
tijd	1800	1800		1800 s
basisfrequentie				6,67E-10 per jaar

Toelichting op de scenario's VCM druktanks

Algemeen

De gehele installatie staat in een bund met een oppervlak van 4800 m².

Scenario 1: VCM opslagtank instantaan

De drie tanks kunnen maximaal 1950 ton vloeibare VCM bevatten bij een procesdruk van 3,5 bar. De T-411C wordt bedreven op een gemiddeld niveau van 1200 ton. Vanuit de kleine bol T-401 A wordt deze

gevuld. T-411A en T-411B hebben 50% van de tijd een inhoud van 500 ton en 50% van de tijd 1950 ton inhoud. In de QRA worden 3 scenario's onderscheiden:

- 1 A: T-411 A: inhoud 1950 ton voor 100 % van de tijd,
- 1B: T-411B: inhoud 500 ton voor 100% van de tijd,
- 1C: T-411C: inhoud 1200 ton voor 100% van de tijd.

Het betreft een opslagtank onder druk met een faalfrequentie van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar voor instantaan falen.

Scenario 2: Continue uitstroming de VCM opslagtank in 10 minuten

Continue uitstroming van de gehele inhoud van respectievelijk 1950, 500 of 1200 ton (overeenkomstig scenario 1). Het betreft een opslagtank onder druk met een faalfrequentie van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar voor uitstroming uit de gehele tank in 10 minuten. Vanwege de dubbele afvoerleiding onder aan de bollen (die beide in gebruik zijn) is deze frequentie verdubbeld tot $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Dus de drie deelscenario worden:

- 2A: T-411A: inhoud 1950 ton voor 100 % van de tijd,
- 2B: T-411B: inhoud 500 ton voor 100% van de tijd,
- 2C: T-411C: inhoud 1200 ton voor 100% van de tijd.

Scenario 3: 10 mm lek in de VCM druktank

Er wordt uitgegaan van een 10 mm gat in de vloeistof dit geeft een debiet van 1,1-1,2 kg/s afhankelijk van het niveau in de tank (tussen de 4,5 en 12,5 meter). De faalfrequentie voor een 10 mm gat is $1 \cdot 10^{-5}$ per jaar in geval van een drukopslagvat.

Scenario 4: Ontlastkleppen VCM bollen

Op elke bol zijn twee ontlastkleppen geïnstalleerd. Deze hebben een gatdiameter van 200 mm en een pijpdiameter van 250 mm. De verticale gasuitstroming bedraagt 37 kg/s. De frequentie is $2 \times 2 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar = $4,0 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar voor elke bol.

Scenario 5: Breuk toevoerleiding

Vanuit de kleine bol T-401 A wordt met behulp van transportpomp P-401A/B VCM naar de grote bol T-411C gepompt. De totale lengte (incl. vertakkingen naar de bollen) is 200 meter met een diameter van 150 mm. De pomp kan maximaal 65 ton/uur verpompen. Gezien de grote lengte is gekozen voor drie breukpunten:

A: 50 meter vanaf de pomp (55 meter voor de aftakking T-411C).

B: ter hoogte van de aftakking T-411C (dus 105 meter vanaf de pomp en 21 meter van de bol),

C: ter hoogte van de aftakking T-411B.

Twee noodstoppen (H414 en H407), die vanuit de controle kamer te bedienen zijn, stoppen de pomp. De faalkans wordt bepaald door het handelen van de operator en is in de Hari gesteld op 1 % met een reactietijd van 10 min.

Er zijn dus twee situaties mogelijk:

- 1: toevoer stopt na 10 minuten, terugstroming maximaal 30 minuten.

- 2: toevoer en terugstroom gedurende maximaal 30 minuten.

Afhankelijk van de breukplaats kan de terugstroming verschillen. De gebeurtenisboom is opgesteld.

Hier is ook de totale uitstroming per scenario aangegeven.

Voorbeeld: breukpunt A noodstop werkt.

- toevoer 10 minuten 18 kg/s + leidinginhoud = 11,6 ton,

- terugstroom vanaf T-411C (76 meter): 30 minuten 33 kg/s + leidinginhoud = 60 ton

- leegstroom leidinginhoud vanaf T-411A/B = 1190 kg

Voor debiet is genomen: 51 kg/s bij een massa van circa 73 ton duurt dit circa 24 minuten.

De faalfrequentie voor breuk is:

- $200 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$,

Situatie: een noodstop faalt met een faalkans van $1\% \cdot 1\% = 1 \cdot 10^{-4}$ en dus noodstop werkt 100%.

Dus faalfrequentie per breukpunt:

- 1: noodstop werkt: $6,67 \cdot 10^{-6} \text{ 1/jaar}$

- 2: noodstop faalt: $6,67 \cdot 10^{-10} \text{ 1/jaar}$

Scenario 6: Lek in de toevoerleiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 15 mm. Het uitstroomdebiet is 2,7 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- 200 m x $5 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar: $1,0 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar

Ook hier zijn drie breukpunten opgenomen met elk een frequentie van $3,3 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar.

Scenario 7: Ontlastkleppen

Er zijn 2 ontlastkleppen (RV-435 en RV-438) geïnstalleerd in het VCM leidingwerk. Deze hebben een gatdiameter van 15 mm en een pijpdiameter van 19 mm. De verticale gasuitstroming bedraagt 0,2 kg/s. De frequentie $2 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar.

Scenario 8: Breuk gasvereffening

De totale lengte (incl. vertakkingen naar de 6 bollen) is 319 meter met een diameter van 75 mm.

Er is gekozen voor 6 breukplaatsen; ongeveer ter plaatse van een bol. Per breukplaats kan de uitstroming verschillen. Een lek van 75 mm zou een uitstroming geven van 4,4 kg/s. Aangenomen wordt dat bij tweezijdige leidingbreuk de gezamenlijke uitstroom niet meer zal zijn dan deze 4,4 kg/s.

Totale frequentie is:

- 319 m x $3 \cdot 10^{-7}$ 1/meter jaar: $9,6 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Voor een breukpunt is dit dus $1,6 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar.

Scenario 9: Lek in de gasvereffening leiding

Lek van 10% van de nominale diameter is 7,5 mm. Het uitstroom debiet is 0,04 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- 319 m x $2 \cdot 10^{-6}$ 1/meter jaar: $6,4 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar

Ook hier zijn zes breukpunten opgenomen met elk een frequentie van $1,1 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar.

De VCM transportleiding naar PVC**Tabel A5: Overzicht van scenario's de VCM transportleiding**

scenario Nr	Omschrijving	naam	D/ gat (mm)	L (m)	Coördinaten X (m) Y (m)	Fase	Debiet kg/s	Massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
10	Breuk leiding naar PVC	10D.vcm.br.30 min.long	152	27,5	78460 432165	L	29,74	53530	1800	2,75E-06
11	Lek leiding naar PVC	11.vcm.lek.leiding	15		78460 432165	L	9,5	17100	1800	1,375E-05

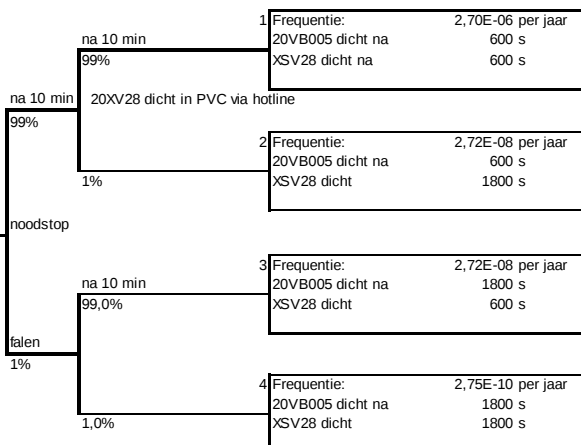
Gebeurtenisboom 5: Breuk afvoerleiding naar PVC fabriek te Pernis, bovengrondse gedeelte

Breuk 6"leiding naar PVC fabriek

lengte 27,5 m

1,00E-07 1/m.1/jaar

Leidingbreuk
freq 2,75E-06



Resultaten Safeti-NL leiding model

massa flow	29,72 kg/s
hoeveelheid	53496,0 kg
tijd	1800 s
frequentie	2,70E-06 per jaar

Resultaten Safeti-NL leiding model

massa flow	29,73 kg/s
hoeveelheid	53514,0 kg
tijd	1800 s
frequentie	2,72E-08 per jaar

Resultaten Safeti-NL leiding model

massa flow	29,72 kg/s
hoeveelheid	53496,0 kg
tijd	1800 s
frequentie	2,72E-08 per jaar

Resultaten Safeti-NL leiding model

massa flow	29,72 kg/s
hoeveelheid	53496,0 kg
tijd	1800 s
frequentie	2,75E-10 per jaar

Toelichting op de scenario's VCM transportleiding

Scenario 10: Breuk in de VCM transportleiding (bovengrondse deel) naar PVC

De totale lengte van de leiding is ruim 9 km. Dit is grotendeels ondergronds. De begrenzing van het insluitsysteem wordt gevormd door de blokkleppen (20VB005 bij de VC fabriek en 20XV28 bij de PVC fabriek). Het deel boven de grond (27,5 meter, gerekend vanaf de pers van P-2003D) is aangewezen voor de QRA (zie ook figuur 7 in paragraaf 4.5). De leiding heeft een diameter van 152 mm. De faalfrequentie voor leidingbreuk is $27,5 \text{ m} \times 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 2,75 \cdot 10^{-6} \text{ 1/jaar}$.

Het debiet wordt gelimiteerd door de pomp (16,4 kg/s, 40 barg).

De uitstroom hoeveelheid (tijd) is afhankelijk van het slagen of falen van de volgende maatregelen:

- Vanwege daling van de procesdruk in de transportleiding volgt vrijwel onmiddellijk lage druk alarm in de controlekamer van PIA87(L). Tevens lopen FICA88 en FI003 naar het eind van het meetbereik. Hierdoor wordt de overstortklep 20V004 (retour naar VCM bollen T411 A/B/C) open gestuurd. Dit geeft, samen met de binnenkomende VCM alarmen aan dat men te maken heeft met een groot lek, waarna vanuit de controlekamer de noodstop 20HZ001B wordt geactiveerd. Hierdoor wordt de PVC transportpomp P-2003C/D gestopt worden en de klep gesloten. De betrouwbaarheid van 20HZ001B is 99% (falen 1%), reactietijd is 10 min.
- Via een hotline vanuit de controle kamer van Shin-Etsu naar de controle kamer van de PVC fabriek te Pernis kan de opdracht gegeven worden de klep 20XV28 te sluiten. Aangenomen is een faalkans van 10% en een reactietijd van 10 minuten. Dit heeft dus effect op het terugstromen.

Dit geheel is verwerkt in een gebeurtenisboom (zie appendix 3.5) en geeft 4 mogelijke situaties.

Echter het effect van de hotline is zeer beperkt doordat de inhoud van de leiding (circa 164 ton) terug kan stromen ongeacht het wel of niet sluiten van de klep. De noodstop na 10 minuten heeft wel invloed echter de frequentie is gering vandaar dat dit is vereenvoudigd tot 1 rekenkundig scenario:

- 10: debiet: 29,74 kg/sec, hoeveelheid: 53530 kg, duur: 1800 sec, frequentie: $2,75 \cdot 10^{-6} \text{ 1/jaar}$.

De uitstroom berekeningen zijn uitgevoerd met het lange leiding model van Safeti-NI.

Scenario 11: Lek in de VCM transportleiding (bovengrondse deel) naar PVC

Lek van 10% van de nominale diameter is 15 mm. Het uitstroom debiet is 9,5 kg/s gedurende de maximale tijd van 30 minuten met een frequentie van:

- $27,5 \text{ m} \times 5 \cdot 10^{-7} \text{ 1/meter jaar} = 1,375 \cdot 10^{-5} \text{ 1/jaar}$

Scenario's propyleen SKW verlading

Tabel A6: Overzicht van scenario's propyleen SKW verlading

Nr.	Omschrijving	naam	D of gat (mm)	L	coördinaten		H (m)	Fase	T (K)	debiet kg/s	massa kg	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
				(m)	X (m)	Y (m)							
1	Instantaan falen van C ₃ H ₆ spoorketelwagen	C ₃ H ₆ wagon inst			78390	432070		L	293		20000		5,00E-07
2	Continu falen van C ₃ H ₆ spoorketelwagen	C ₃ H ₆ wagon cont			78390	432070		L	293		20000	600	5,00E-07
3	Breuk van C ₃ H ₆ losarm	Breuk losarm C ₃ H ₆	50	10	78390	432070		L	293	9,97		1800	3,30E-07
4	Lekkage van C ₃ H ₆ losarm	Lek losarm C ₃ H ₆	5	10	78390	432070		L	293	0,38		1800	3,30E-06
5	BLEVE C ₃ H ₆ wagon	BLEVE C ₃ H ₆ wagon	15		78390	432070		L	293		20000		6,38E-09

Toelichting op de scenario's propyleen SKW verlading

Scenario 1: Instantaan falen van een C₃H₆ wagon

De maximale inhoud van een spoorketelwagen is 40 ton propyleen. Gemiddeld bevat de SKW 20 ton vloeibare propyleen bij een procesdruk van 9,2 barg (verzadigingstemperatuur 293 K). In de QRA wordt 1 scenario onderscheiden: "1 C₃H₆ wagon inst": inhoud 20 ton voor 100 % van de tijd,

Het betreft een spoorketelwagen met een reservoir onder druk met een faalfrequentie van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar voor instantaan falen.

Scenario 2: Continue uitstroming van een C₃H₆ wagon uit de grootste aansluiting

Continue uitstroming van de gehele inhoud van de C₃H₆ spoorketelwagen (overeenkomstig scenario 1). Gemiddeld bevat de SKW 20 ton vloeibare propyleen bij een procesdruk van 9,2 barg (verzadigingstemperatuur 293 K). In de QRA wordt 1 scenario onderscheiden: "2. C₃H₆ wagon cont": inhoud 20 ton voor 100 % van de tijd,

Het betreft een spoorketelwagen met een reservoir onder druk met een faalfrequentie van $5 \cdot 10^{-7}$ per jaar voor continue uitstroming.

Scenario 3: Breuk van de een C₃H₆ losarm

Het betreft een losarm met een diameter van 50 mm en een lengte van 10 m. Bij breuk stroomt vloeibare propyleen uit met een debiet van ca. 10 kg/s. Na 30 minuten is er dus 18 ton C₃H₆ uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een breuk van een losarm bedraagt $3 \cdot 10^{-8}$ per uur. Jaarlijks wordt gedurende 11 uur gelost. In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "3. Breuk losarm C₃H₆" met een faalfrequentie van $3 \cdot 10^{-8} \times 11 = 3,3 \cdot 10^{-7}$ per jaar.

Scenario 4: Leckage van de C₃H₆ losarm

Het betreft een losarm met een diameter van 50 mm en een lengte van 10 m. Bij lekkage stroomt vloeibare propyleen uit een gat van 5 mm diameter met een debiet van ca. 0,38 kg/s. Na 30 minuten is er dus 684 kg C₃H₆ uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een lek van een losarm bedraagt $3 \cdot 10^{-7}$ per uur. Jaarlijks wordt gedurende 11 uur gelost. In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "3. Lek losarm C₃H₆" met een faalfrequentie van $3 \cdot 10^{-7} \times 11 = 3,3 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Scenario 5: Instantaan falen van een C₃H₆ wagon met BLEVE als gevolg

In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "5. BLEVE C₃H₆ wagon": inhoud 20 ton. Dit scenario kan zich enkel voordoen in combinatie met verladingactiviteiten, dus gedurende 11 uur per jaar. De faalfrequentie van dit scenario bedraagt $5,8 \cdot 10^{-10} \times 11 = 6,4 \cdot 10^{-9}$ per jaar.

Scenario's VCM scheepsverlading

Tabel A7: Overzicht van scenario's VCM scheepsverlading

Nr.	Omschrijving	naam	D of gat (mm)	L (m)	coördinaten		H (m)	Fase	T (K)	Debiet kg/s	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	Y (m)						
1	Breuk van laadarm VCM	1. Breuk laadarm VCM	150	10	78345	432220	1	L	285	140,5	1800	2,55E-05
2	Lekkage van laadarm VCM	2. Lek laadarm VCM	15		78345	432220	1	L	285	4,6	1800	2,55E-04
3A	Breuk VCM leiding, punt 1	3A. VCM ldg breuk punt 1	150	50	78380	432220	1	L	285	271	1800	4,85E-07
3B	Breuk VCM leiding, punt 2	3B. VCM ldg breuk punt 2	150	50	78425	432250	1	L	285	205	1800	4,85E-07
3C	Breuk VCM leiding, punt 3	3C. VCM ldg breuk punt 3	150	50	78465	432290	1	L	285	172	1800	4,85E-07
4	Lekkage VCM leiding	4. VCM ldg lek	15		78425	432250	1	L	293	4,6	1800	7,30E-06

N.B. In verband met de lage frequentie van scheepsbewegingen in de chemiehaven worden scenario's betreffende het falen van schepen ten gevolge van botsingen niet meegenomen in de QRA berekeningen. Dit is conform de Handleiding Risicoberekeningen BEVI.

Toelichting op de scenario's VCM scheepsverlading

Scenario 1: Breuk van de VCM laadarm

Het betreft een laadarm met een diameter van 152 mm en een lengte van 10 m aan het eind van een leiding van ca. 150 m lengte. Bij breuk stroomt vloeibare VCM uit met een debiet van ca. 140 kg/s. Na 30 minuten is er dus 250 ton VCM uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een breuk van een laadarm bedraagt $3 \cdot 10^{-8}$ per uur. Jaarlijks wordt gedurende 850 uur verladen. In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "1. Breuk laadarm VCM" met een faalfrequentie van $3 \cdot 10^{-8} \times 850 = 2,55 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

Scenario 2: Lekkage van laadarm VCM

Het betreft een laadarm met een diameter van 152 mm en een lengte van 10 m aan het eind van een leiding van ca. 150 m lengte. Bij lekkage stroomt vloeibare VCM uit een gat van 15 mm diameter met een debiet van ca. 4,6 kg/s. Na 30 minuten is er dus ca. 8300 kg VCM uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een lek van een laadarm bedraagt $3 \cdot 10^{-7}$ per uur. Jaarlijks wordt gedurende 850 uur verladen. In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "3. Lek laadarm VCM" met een faalfrequentie van $3 \cdot 10^{-7} \times 850 = 2,55 \cdot 10^{-4}$ per jaar.

Scenario 3A/B/C: Breuk VCM leiding

Het betreft een leiding met een lengte van ca. 150 m. Er zijn 3 breukpunten (A, B en C) gemodelleerd. De begrenzing van het insluitsysteem wordt gevormd door de blokkleppen (20HCV022 bij de VC fabriek en 20XSV030 bij de VCM laadarm). De leiding heeft een diameter van 152 mm. De faalfrequentie voor leidingbreuk is $1,0 \cdot 10^{-7}$ /meter jaar. Voor een gedeelte van 50 m is dit $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar voor ieder breukpunt. Jaarlijks wordt gedurende 850 uur verladen. In de QRA worden 3 scenario's onderscheiden: "3A/B/C. Breuk VCM leiding" met voor elk scenario een faalfrequentie van $1 \cdot 10^{-7} \times 50 \times (850/(365 \times 24)) = 4,85 \cdot 10^{-7}$ per jaar.

Het debiet wordt gelimiteerd door de pomp. De uitstroom hoeveelheid bij breuk bedraagt voor de verschillende breukpunten resp. ca. 280 kg/s (bij punt A), 210 kg/s (bij punt B). en 170 kg/s (bij punt C). Na 30 minuten is er gemiddeld ca. 380 ton VCM uitgestroomd. De uitstroming is eenzijdig. Vanaf het schip kan slechts een geringe hoeveelheid (ordegrootte 2 m^3) terugstromen. Deze hoeveelheid is verwaarloosd.

Scenario 4: Lekkage VCM leiding

Het betreft een leiding met een diameter van 152 mm en een lengte van ca. 150 m. Bij lekkage stroomt vloeibare VCM uit een gat van 15 mm diameter met een debiet van ca. 4,6 kg/s. Na 30 minuten is er dus ca. 8300 kg VCM uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een leidinglek bedraagt $5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar. Jaarlijks wordt gedurende 850 uur verladen. In de QRA wordt 1 scenario onderscheiden: "4. Lek VCM leiding" met een faalfrequentie van $5 \cdot 10^{-7} \times 150 \times (850/(365 \times 24)) = 7,3 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Scenario's EDC scheepsverlading

Tabel A8: Overzicht van scenario's EDC scheepsverlading

Nr.	Omschrijving	naam	D of gat (mm)	L (m)	coördinaten		H (m)	Fase	T (K)	Debiet kg/s	Tijd sec	Frequentie 1/jaar
					X (m)	Y (m)						
1	Breuk van laadarm EDC	1. Breuk laadarm EDC	152	160	78345	432220	1	L	285	160,00	1800	8,40E-06
2	Lekkage van laadarm EDC	2. Lek laadarm EDC	15		78345	432220	1	L	285	4,00	1800	8,40E-05
3A	Breuk EDC leiding, punt 1	3A. EDC ldg breuk punt 1	203	50	78380	432220	1	L	285	640,00	1800	1,60E-07
3B	Breuk EDC leiding, punt 2	3B. EDC ldg breuk punt 2	203	50	78425	432250	1	L	285	500,00	1800	1,60E-07

3C	Breuk EDC leiding, punt 3	3C. EDC Idg breuk punt 3	203	50	78465	432290	1	L	285	420,00	1800	1,60E-07
4	Lekkage EDC leiding	4. EDC Idg lek	20	150	78425	432250	1	L	285	9,20	1800	2,40E-06

N.B. In verband met de lage frequentie van scheepsbewegingen in de chemiehaven worden scenario's betreffende het falen van schepen ten gevolge van botsingen niet meegenomen in de QRA berekeningen. Dit is conform de HARI.

Toelichting op de scenario's EDC scheepsverlading

Scenario 1: Breuk van de EDC laadarm

Het betreft een laadarm met een diameter van 152 mm en een lengte van 10 m aan het eind van een leiding van ca. 150 m lengte. Bij breuk stroomt vloeibare EDC uit met een debiet van ca. 160 kg/s. Na 30 minuten is er dus ca. 290 ton EDC uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een breuk van een laadarm bedraagt $3 \cdot 10^{-8}$ per uur. Jaarlijks wordt gedurende 280 uur verladen. In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "1. Breuk laadarm EDC" met een faalfrequentie van $3 \cdot 10^{-8} \times 280 = 8,40 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Scenario 2: Lekkage van laadarm EDC

Het betreft een laadarm met een diameter van 152 mm en een lengte van 10 m aan het eind van een leiding van ca. 150 m lengte. Bij lekkage stroomt vloeibare EDC uit een gat van 15 mm diameter met een debiet van ca. 4,6 kg/s. Na 30 minuten is er dus ca. 7200 kg EDC uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een lek van een laadarm bedraagt $3 \cdot 10^{-7}$ per uur. Jaarlijks wordt gedurende 280 uur verladen. In de QRA wordt 1 scenario's onderscheiden: "3. Lek laadarm EDC" met een faalfrequentie van $3 \cdot 10^{-7} \times 280 = 8,4 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

Scenario 3A/B/C: Breuk EDC leiding

Het betreft een leiding met een lengte van ca. 150 m. Er zijn 3 breukpunten (A, B en C) gemodelleerd. De begrenzing van het insluitsysteem wordt gevormd door de blokkleppen in de pers van pomp P-2012 bij de VC fabriek en 20HCV36 bij de EDC laadarm). De leiding heeft een diameter van 203 mm. Een gedeelte van 45 m ligt ondergronds. Dit wordt gemodelleerd als bovengrondse leiding. De faalfrequentie voor leidingbreuk is $1,0 \cdot 10^{-7}$ /meter jaar.

Voor een gedeelte van 50 m is dit $5 \cdot 10^{-7}$ 1/jaar voor ieder breukpunt. Jaarlijks wordt gedurende 280 uur verladen. In de QRA worden 3 scenario's onderscheiden: "3A/B/C. Breuk EDC leiding" met voor elk scenario een faalfrequentie van $1 \cdot 10^{-7} \times 50 \times (280/(365 \times 24)) = 1,6 \cdot 10^{-7}$ per jaar.

Het debiet wordt gelimiteerd door de pomp. De uitstroom hoeveelheid bij breuk bedraagt voor de verschillende breukpunten resp. ca. 640 kg/s (bij punt A), 500 kg/s (bij punt B), en 420 kg/s (bij punt C). Na 30 minuten is er gemiddeld ca. 900 ton EDC uitgestroomd. De uitstroming is eenzijdig. Vanaf het schip kan slechts een geringe hoeveelheid (ordegrootte 5 m³) terugstromen. Deze hoeveelheid is verwaarloosd.

Scenario 4: Lekkage EDC leiding

Het betreft een leiding met een diameter van 203 mm en een lengte van ca. 150 m. Bij lekkage stroomt vloeibare EDC uit een gat van 20 mm diameter met een debiet van ca. 9,2 kg/s. Na 30 minuten is er dus ca. 16,6 ton EDC uitgestroomd. De basis faalfrequentie voor een leidinglek bedraagt $5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar. Jaarlijks wordt gedurende 280 uur verladen. In de QRA wordt 1 scenario onderscheiden: "4. Lek EDC leiding" met een faalfrequentie van $5 \cdot 10^{-7} \times 150 \times (280/(365 \times 24)) = 2,4 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Scenario's ammoniak (NH₃) tankauto lossing

Tabel A9: Overzicht van scenario's NH₃ tankauto lossing

ammoniak (NH₃) tankauto lossing

scenario-omschrijving	naam	Diame ter gat(m m)	Leiding Lengte (m)	X(m)	Y(m)	Fase	Debiet (kg/s)	Massa (kg)	Tijd (sec)	freq (1/jaar)
Breuk loslang, terugslagklep werkt Breuk loslang, terugslagklep faalt Breuk loslang, noodstop faalt, terugslagklep werkt	1A.NH3.slang.br	50	3	78571	432017	L	24	120	5	3.34E-05
	1B.NH3.slang.br	50	3	78571	432017	L	24	1500	120	4.26E-06
	1C.NH3.slang.br	50	3	78571	432017	L	24	2880	120	1.37E-07
Lek loslang, noodstop werkt Lek loslang, noodstop faalt	2A.NH3.slang.lk	5	3	78571	432017	L	0.4	49.2	120	3.4E-04
	2B.NH3.slang.lk	5	3	78571	432017	L	0.4	738	1800	3.78E-05

Toelichting op de scenario's NH₃ tankauto lossing

De tankauto kent standaard een interne doorstroombegrenzer. Bij het losstation zijn 4 ammoniak detectoren geplaatst die na aanspreken van twee of meer koppen automatisch de pomp van de auto, de blokkeppen in de losleiding naar de NH₃ tank en de dampretour zullen afsluiten. De reactietijd van dit systeem wordt volgens HARI op 2 minuten gesteld met een faalkans van 0,1% (automatisch inbloksysteem). Tevens is er een nog terugslagklep bij de tank aangebracht die terugstroming verhindert vanuit de tank naar de loslang/auto faal kans 6 %.

Er zijn tevens 4 noodstoppen aan elke zijde van de tankauto die elk de pomp van de auto stopt en blokkeppen sluit in de losleiding en de dampretour leiding.

De lossing van de tankauto gebeurt onder permanente aanwezigheid van de chauffeur en een operator, bediening noodstop 90%, duur 2.

Dit leidt tot de volgende scenario's(zie volgende pagina's).

Scenario 1A, B en C Breuk van losslang.

Hier grijpt het gasdetectiesysteem automatisch in en/of wordt de noodstop bediend door losoperator/chauffeur en is als passieve beveiliging de terugslagklep tankzijdig en de doorstroombegrenzer op de tankauto meegenomen dit leidt tot 3 deelscenario's, zie de gebeurtenissenboom op de volgende pagina. De druk= 7.5 barg, terugstroming vanuit ammoniak tank bij verzadigingsdruk 7.5 barg en temp. 20°C.

Breuk	NH3 Losslangbreuk				MS-308 auto backflow uitstromingstotaal			
				94%	massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
				terugslagklep sluit	hoeveelheid (kg)			120
					tijd(s)	5	5	5
					freq (1/jr)			3.3E-05 A
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	1440	60	1500
					tijd(s)	120	5	120
					freq (1/jr)			1.9E-06 B
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	1440	60	1500
					tijd(s)	120	5	120
					freq (1/jr)			2.1E-07 B
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	1800	60	1860 tank leeg
					tijd(s)	150	5	150
					freq (1/jr)			2.1E-09 vervalt < afkpcriterium
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	60	1440	1500
					tijd(s)	5	120	120
					freq (1/jr)			1.9E-06 B
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	60	1440	1500
					tijd(s)	5	120	120
					freq (1/jr)			2.1E-07 B
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	60	5400	5460 tankauto leeg
					tijd(s)	5	450	450
					freq (1/jr)			2.1E-09 vervalt < afkpcriterium
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	1440	1440	2880
					tijd(s)	120	120	120
					freq (1/jr)			1.2E-07 C
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	1440	1440	2880
					tijd(s)	120	120	120
					freq (1/jr)			1.3E-08 C
					massa flow (kg/s)	12.00	12	24.00
					hoeveelheid (kg)	1800	5400	7200 tank en tank auto leeg
					tijd(s)	150	450	450
					freq (1/jr)			1.4E-10 vervalt < afkpcriterium

Scenario 3A en 3B Lek van losslang

Scenario 3 A en B: lek van losslang, diameter gat is 5.1 mm, debiet is 0.41 kg/s bij een druk van 7.5 barg en temp. 20°C. Ingrijpen de aanwezige operator en chauffeur met bediening van noodstop door losoperator/chauffeur is weergegeven in de hierna volgende gebeurtenissenboom.

Lek losslang	operator ingrijpen	90.0%	massa flow	0.41 kg/s	A
		3.78E-04 1/jaar	hoeveelheid	49.2 kg	
			tijd	120 s	
			frequentie	3.40E-04 per jaar	
operator ingrijpen faalt	10.0%		massa flow	0.41 kg/s	B
			hoeveelheid	738 kg	
			tijd	1800 s	
			frequentie	3.78E-05 per jaar	

Scenario's Tar container verlading

Het aantal tar verladingen per jaar is 750

De tijdsduur van vullen van een container bedraagt 73 min

De tijdsduur aanwezig op site na beladen 30 min.

Coördinaten: 78525, 432333

Voor het stoffenmengsels Tars(zie MSDS in TDP) is de model stof EDC gekozen, deze stof resulteert in een worst case benadering evenals het niet meenemen van de aanwezige beveiliging als gasdetectie, en camerabewaking, EDC is te beschouwen als alleen brandbaar, de stof is niet als acute toxische stof geclassificeerd.

Tabel A10: Overzicht van scenario's Tar container verlading

scenario-omschrijving	naam	Diameter gat(mm)	Leiding Lengte (m)	Fractie van jaar	Laaddur/jaar	Fase	Debiet (kg/s)	Massa (kg)	Tijd (sec)	freq (1/jaar)
					(uur)					
Instantaan vrijkomen gehele inhoud	1Tar instantaan		nvt	0,10		L	-	28000	-	1,00E-06
Vrijkomen uit de grootste aansluiting	2 Tar grootste aansluiting container	80	10	0,10		L	82,5	28000	339	5,00E-08
Breuk laadslang,	3 Tar Br laadslang.	80	10		913	L	82,5	28000	339	2,74E-05
Lek laadslang,	4 Tar lek laadslang	8	nvt		913	L	1,03	1854	1800	2,74E-04
Instantaan vrijkomen gehele inhoud, plasbrand	5 Tar plasbrand	nvt	nvt	0,10	1288	L		28000		7,47E-06

T 422 Koud VCM tijdsfractie

T422 VC

Pareto

		Cumulative			Cumulative			
		Bin	Frequency	%	Bin	Frequency	%	
<=2500 ton	23,09%	0	0	0,00%	10500	6401	11,69%	
		500	4978	9,09%	500	4978	20,78%	
		1000	1608	12,03%	5500	3280	26,77%	
		1500	2083	15,83%	9500	3215	32,64%	
		2000	1896	19,29%	10000	2834	37,81%	
		2500	2082	23,09%	9000	2821	42,96%	
		3000	2562	27,77%	4500	2806	48,09%	
		3500	1103	29,78%	3000	2562	52,76%	
		4000	1354	32,26%	8000	2510	57,35%	
		4500	2806	37,38%	6500	2486	61,89%	
<=5500 ton	23,56%	5000	1797	40,66%	7500	2328	66,14%	
		5500	3280	46,65%	6000	2264	70,27%	
		6000	2264	50,78%	8500	2186	74,26%	
		6500	2486	55,32%	1500	2083	78,07%	
		7000	1632	58,30%	2500	2082	81,87%	
		7500	2328	62,55%	2000	1896	85,33%	
		8000	2510	67,14%	5000	1797	88,61%	
		8500	2186	71,13%	7000	1632	91,59%	
		9000	2821	76,28%	1000	1608	94,53%	
		9500	3215	82,15%	4000	1354	97,00%	
<=10500 ton	27,88%	10000	2834	87,32%	3500	1103	99,01%	
		10500	6401	99,01%	11000	541	100,00%	
		11000	541	100,00%	0	0	100,00%	
		11500	0	100,00%	11500	0	100,00%	
		12000	0	100,00%	12000	0	100,00%	
		More	0	100,00%	More	0	100,00%	
		cumm		99,01%				

Scenario's Quenchkolommen C201 en C201C

Tabel A10: Overzicht van scenario's Quenchkolom C201

scenario	Omschrijving	naam	Stof	D/gat	Coördinaten	Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr				(mm)	X (m)	(mm)	kg/s	kg	sec
1A	Instantaan falen kolom	1A.Q.EDCVCMHCL	HCl		78573	432130		880	
1B	Instantaan falen kolom	1B.Q.EDCVCMHCL	VC		78573	432130		5500	
1C	Instantaan falen kolom	1C.Q.EDCVCMHCL	EDC		78573	432130		15620	
2A	Vrijkomen in 10 min	2A.Q.EDCVCMHCL	HCl		78573	432130	1	880	600
2B	Vrijkomen in 10 min	2B.Q.EDCVCMHCL	VC		78573	432130	9	5500	600

scenario	Omschrijving	naam	Stof	D/gat	Coördinaten		Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr				(mm)	X (m)	(mm)	kg/s	kg	sec	1/jaar
2C	Vrijkomen in 10 min	2C.Q.EDCVCMHCL	EDC		78573	432130	26	15620	600	5,00E-06
3A	lek 10 mm top	3A.Q.EDCVCMHCL	HCl	10	78573	432130	0,03	54	1800	5,00E-05
3B	lek 10 mm top	3B.Q.EDCVCMHCL	VC	10	78573	432130	0,2	306	1800	5,00E-05
3C	lek 10 mm bodem	3C.Q.EDCVCMHCL	EDC	10	78573	432130	2	3600	1800	5,00E-05
4A	breuk leidingwerk	4A.Q.EDCVCMHCL	HCl	152 - 600	78573	432130	28	16737	600	3,77E-04
4B	breuk leidingwerk	4B.Q.EDCVCMHCL	VC	152 - 600	78573	432130	41	24452	600	3,77E-04
4C	breuk leidingwerk	4C.Q.EDCVCMHCL	EDC	152 - 600	78573	432130	50	29900	600	3,77E-04
5A	lek mantel voorverwarmers	5A.Q.EDCVCMHCL	HCl	10	78573	432130	0,03	54	1800	3,00E-03
5B	lek mantel voorverwarmers	5B.Q.EDCVCMHCL	VC	10	78573	432130	0,2	306	1800	3,00E-03
6A	LK breuk 10 leidingen	6A.Q.EDCVCMHCL	HCl	80	78573	432130	3	2052	600	5,00E-05
6B	LK breuk 10 leidingen	6B.Q.EDCVCMHCL	VC	80	78573	432130	19	11628	600	5,00E-05
7A	LK breuk 1 pijp	7A.Q.EDCVCMHCL	HCl	26	78573	432130	0,2	448	1800	1,00E-03
7B	LK breuk 1 pijp	7B.Q.EDCVCMHCL	VC	26	78573	432130	1	2540	1800	1,00E-03
8A	LK lek	8A.Q.EDCVCMHCL	HCl	3	78573	432130	0,003	5	1800	5,00E-02
8B	LK lek	8B.Q.EDCVCMHCL	VC	3	78573	432130	0,02	31	1800	5,00E-02
9A	Falen H211	9A.Q.EDCVCMHCL	HCl	250	78573	432130	27	15999	600	1,06E-04
9B	Falen H211	9B.Q.EDCVCMHCL	VC	250	78573	432130	32	19049	600	1,06E-04
10A	Falen H211+10 pijpen	10A.Q.EDCVCMHCL	HCl	250+80	78573	432130	37	22035	600	1,00E-06
10B	Falen H211+10 pijpen	10B.Q.EDCVCMHCL	VC	250	78573	432130	40	19049	600	1,00E-06
11A	lek H211	11A.Q.EDCVCMHCL	HCl	10	78573	432130	0,1	199	1800	1,00E-03
11B	lek H211	11B.Q.EDCVCMHCL	VC	10	78573	432130	0,1	107	1800	1,00E-03
12A	lek S2023 gaszijdig	12A.Q.EDCVCMHCL	HCl	10	78573	432130	0,1	107	1800	1,00E-05
12B	lek S2023 gaszijdig	12B.Q.EDCVCMHCL	VC	10	78573	432130	0,1	199	1800	1,00E-05
13A	lek S202 vloeistofzijdig	13A.Q.EDCVCMHCL	HCl	10	78573	432130	0,1	107	1800	1,00E-05
13B	lek S202 vloeistofzijdig	13B.Q.EDCVCMHCL	EDC	10	78573	432130	2	3776	1800	1,00E-05
14A	breuk leiding bodem	14A.Q.EDCVCMHCL	HCl	100	78573	432130	27	15976	600	3,20E-05
14B	breuk leiding bodem	14B.Q.EDCVCMHCL	VC	100	78573	432130	42	25109	600	3,20E-05
14C	breuk leiding bodem	14C.Q.EDCVCMHCL	EDC	100	78573	432130	78	46620	600	3,20E-05
15A	lek reflux pomp en leiding	15A.Q.EDCVCMHCL	HCl	25	78573	432130	1	1714	1800	1,06E-04
15C	lek reflux pomp en leiding	15C.Q.EDCVCMHCL	EDC	25	78573	432130	11	19706	1800	1,06E-04
16A	lek reflux leiding naar top	16A.Q.EDCVCMHCL	HCl	15	78573	432130	0,3	605	1800	1,80E-05
16C	lek reflux leiding naar top	16C.Q.EDCVCMHCL	EDC	15	78573	432130	4	6955	1800	1,80E-05
17C	lek leidingwerk	17C.Q.EDCVCMHCL	EDC	10	78573	432130	2	3780	1800	2,30E-04
18C	breuk leiding afvoer F204	18C.Q.EDCVCMHCL	EDC	38	78573	432130	12	7080	600	5,00E-05
19C	lek leiding afvoer F204	19C.Q.EDCVCMHCL	EDC	4	78573	432130	0,3	594	1800	5,00E-05
20A	lekkage voedingsleiding	20A.Q.EDCVCMHCL	HCl	40	78573	432130	1	1058	1800	1,50E-06
20C	lekkage voedingsleiding	20C.Q.EDCVCMHCL	EDC	40	78573	432130	2	3982	1800	1,50E-06
21A	breuk afvoer H211 naar S202	21A.Q.EDCVCMHCL	HCL	75	78573	432130	6	3840	600	3,00E-06
21B	breuk afvoer H211 naar S202	21B.Q.EDCVCMHCL	VC	75	78573	432130	9	5688	600	3,00E-06

Quenchkolom C201

In de kolom C201 zijn HCl, VCM en EDC in significante hoeveelheden aanwezig.

In de top van de kolom zijn alle drie de stoffen aanwezig. In de bodemsectie is vooral EDC aanwezig (90%) en nog 10 % VCM. Na het refluxvat is de hoeveelheid HCl nog maar een fractie.

De eigenschappen van de twee brandbare stoffen zijn niet gelijk. VCM is een brandbaar gas en EDC is een licht ontvlambare vloeistof. Aangezien Safeti-NI in een scenario slechts met een zuiver stof of een pseudocomponent met gemiddelde eigenschappen kan rekenen is in eerste instantie een run uitgevoerd met HCl, EDC en VCM als modelcomponenten en een run met een mengsel van EDC, VCM en HCl als pseudocomponent. Dit geeft vooral de toxische effecten een verkleining van effectafstanden. Er is daarom gekozen voor modellering met de 3 componenten als zuivere stof waarbij de massahoeveelheden van VCM en EDC in een aantal gevallen zijn gesommeerd en zijn gebruikt als EDC of als VCM. Het is gebleken dat in de meeste gevallen de effectafstanden voor EDC en VCM niet veel verschillen. Dit bevestigt dat de aanpak van somming van deze beide componenten een goede aanpak is om ondanks de verschillende eigenschappen van EDC en VCM, tot een redelijke voorspelling van het gezamenlijke brand- en explosiegedrag te komen. Door deze aanpak is de uitstroming van 2 of 3 componenten in veel gevallen in gevoerd als een fixed duration scenario van de afzonderlijke componenten omdat meerdere componenten door eenzelfde opening uitstromen, waardoor het uitstroombdebit niet goed wordt berekend in Safeti-NI. Conform het HARI is het relevante scenario gekozen op basis van de effectafstanden van een HCl gaswolk, een EDC of VCM explosie of brandscenario bij weertype D5, voor die gevallen waarbij de effectafstand de terreingrens overschreed. Waar nodig is in de scenario's onderscheid gemaakt tussen HCl (A); VCM (B); EDC (C). De quenchkolom scenario's worden conservatief bestudeerd. Diverse breuken en andere vergelijkbare scenario's worden direct gebundeld. Er zijn geen gebeurtenisbomen opgesteld voor scenario's van de kolom.

Overzicht van de flows en samenstelling C201

Units	Feed to C201	Vapor to top C201	Bottom C201 to tar stills	Reflux S202 to top C201	Discharge bottom S202 to C202	Vapor top H211 to C202
kg/h	130000	242200	1800	114000	100900	27300
% EDC	0.43	0.48	0.90	0.54	0.54	0.00
% VC	0.36	0.37	0.10	0.38	0.38	0.30
% HCl	0.21	0.15	0.00	0.08	0.08	0.70
kg/s	36.1	67.3	0.5	31.7	28.0	7.6

Toelichting op de scenario's quenchkolom C201

Scenario 1 instantaan falen van de kolom

Dit scenario is onderverdeeld in 3 subscenario's:

1A (HCl): De hoeveelheid die vrijkomt, is de hoeveelheid in de kolom aanwezig. De inhoud van de kolom is 22.0 ton met de gemiddelde samenstelling vanuit de subselectie: 4% HCl, 25% VC en 71% EDC, dit geeft:

1A (HCl) 880 kg HCl, dat instantaan vrijkomt.

1B (VC): 5500 kg VC, dat instantaan vrijkomt

1C (EDC): 15620 kg EDC, dat instantaan vrijkomt

(De druk is 8.5 barg, bij een gemiddelde temp van 162°C voor de C201)

De faalfrequentie is voor elk van de scenario's $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar.

Scenario 2 vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min

De hoeveelheden die vrijkomen gelijk aan de hoeveelheden in scenario 1. De faalfrequentie is gelijk aan $5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar.

Scenario 3 lekkage uit een gat met een diameter van 10 mm

Voor de topsectie zijn 2 subscenario's ontwikkeld voor gaslek via 10 mm gat.

De gasuitstroomsnelheid (8.5 barg, 124°C) is: 0,2 kg/s: d.w.z. 360 kg totaal in 1800 s. Er zijn 2 subscenario's op basis van de samenstelling van het top product (48% EDC, 37%VC en 15% HCl) 3A (HCl): het debiet is 0.15*0.2 kg/s gedurende 30 min. De hoeveelheid die vrijkomt is: 54 kg HCl 3B(EDC+VC): het debiet is 0.85*0.2 kg/s gedurende 30 minuten gemodelleerd als de stof VC. De hoeveelheid die vrijkomt is: 306 kg als VC gemodelleerd.

Voor de bodemsectie wordt alleen naar EDC gekeken:

3C(EDC): de aanwezige, voornamelijk vloeibare EDC in de bodem sectie geeft een vloeistoflek met een debiet (8.5 barg, 158°C) van 2 kg/s de uitgestroomde hoeveelheid in 30 min. is 3600 kg, vnl. EDC.

De faalfrequentie is voor deze 2 lekscenario's in top en bodem is ieder: $5 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar.

Scenario 4 Breuk leidingwerk bij top van de kolom (dampfase)

De top afvoer is een $\varnothing$ 600/24" leiding die zich via een header van $\varnothing$ 400/16" verdeelt in een parallelle toevoer via $\varnothing$ 300/12" leidingen aan 5 parallelle koelers, de EDC voorverwarmers H216A en H216b in serie met een luchtkoeler, en 3 luchtkoelers, een breuk van de 300/12" leiding geeft een initiële gasuitstroomsnelheid van ca 167 kg/s (P= 8.5 barg/126°C) dit is veel meer dan de nominale max. toevoercapaciteit van ca. 80 kg/s vanuit de kolom C201.

De afvoer naar S202, vanaf de koelers is een deels gecondenseerde EDC/VC vloeistofstroom en VC/HCl als gasstroom, Bij breuk van dit leidingwerk is de uitstroom eveneens veel groter dan de toevoer aan de kolom C201.

De voeding aan de kolom is 36 kg/s (flow geregeld) en een refluxstroom van 31 kg/s, de refluxtoevoer zal bij een breuk in de topsectie snel stoppen: de inhoud van S202 is max. ca. 5 ton vloeistof (EDC/VC) en is in 83 s leeg gepompt door P202 (60 kg/s), de afvoer vanuit de bodem van S202 naar de C202 stopt na 83 s. Terugstroom zal zich beperken tot het leegstromen van de gasinhoud van leidingen en apparatuur en mogelijke terugstroom via de afvoer van de H211 naar de C202, echter vanuit de C202 kan alleen de gasinhoud terugstromen via deze route, deze terug stroom is 16 ton en bevat 35 % VC en 65 % HCl.

De kolom zal binnen 10 min gestopt worden, zie par. 5.2.2.

De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s:

- De voeding aan de C201 36 kg/s gedurende 600 s: 21.6 ton,
- De inhoud van de kolom, S202, leidingen en de diverse koelers: 56.6 ton (volgens de subselectie: 4% HCl, 25% VC en 71% EDC) met uitzondering van:
 - o de kolom vloeistof inhoud van C201, ca 20 ton EDC met daarin 10 % VC
 - o de afvoer van bodem van C201: $0.5 \text{ kg/s} \cdot 600 \text{ s} = 300 \text{ kg EDC(90\%)/VC(10\%)}$
 - o de afvoer via P202 naar C202 gedurende 83 s met een flow van 28 kg/s = 2324 kg EDC(54%), VC(38%), HCL(8%)
 - o de afvoer gedurende 83 s vanuit H211 naar de C202: 7.6 kg/s (70%HCl,30%VC)
- De terugstroom uit C202: 16 ton (35 % VC en 65 % HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 71.1 ton (16737 kg HCl, 24452 kg VC en 29900 kg EDC) in 600 s: (118 kg/s)

Falen van EDC voorverwarmers H216 A en B

De top stroom gaat via de mantel van deze warmte wisselaars met een mantel ontwerpdruk groter dan de ontwerpdruk van de pijpen waarin de EDC wordt voorverwarmd naar de kraakfornuizen.:

De uitstroom bij falen van de mantel wordt bepaald door de toestroom/terugstroom vanuit het omliggende leidingwerk en daarom wordt het falen van de voorverwarmers instantaan en continu meegenomen in het scenario breuk leidingwerk.

De vloeistofuitstroom van de breuk van 10 pijpen tegelijk, eff. diameter 80 mm geeft een uitstroomdebiet van 15 kg/s EDC, deze uitstroom wordt verwaarloosd, is minder dan 10 % van de initiële uitstroomsnelheid van 167 kg/s.

De faalfrequentie(instantaan en continu) is : $5 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar per voorverwarmer. De faalfrequentie wordt dan $2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar

Idem voor de condensor H-202 is de uitstroom eveneens veel groter dan de toevoer aan de kolom C201.

De faalfrequentie is (instantaan en continu falen in 10 min): $1 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar

Idem voor falen van het refluxvat S202 instantaan en continu in 10 min. is de uitstroom veel groter en komt de inhoud van het insluitsysteem vrij + de toevoer en de terugstroom uit C202.

De faal frequentie is(instantaan en continu in 10 min.): $1 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

Idem voor falen van de refluxpomp P202A de faal frequentie is $1 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Idem voor lekkage van de topafvoerleiding van de C201. De leidingdiameter is 600 mm, de leidinglengte is 66 m. De diameter van het lek is 60 mm. Dit geeft een debiet van 67kg/s. Dit is veel groter dan de voedingsnelheid aan de kolom van 36 kg/s.

De faalfrequentie is $66 \cdot 5 \cdot 10^{-7}$ 1/jaar: $3.3 \cdot 10^{-5}$ 1/jaar

Idem voor breuk van de voedingsleiding naar C201:

De leidingdiameter is 400 mm. De voeding(gasfase, 8.5 barg, 164°C) is flow geregeld: 36 kg/s (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)

De leidinglengte v.a. FCV223B (begrenzing van insluitsysteem) is 10 m tot de C201.

Bij breuk van de leiding blijft de voeding uitstromen via de FCV met het ingestelde debiet van 36 kg/s. Vanuit de kolom (8.5 barg, 162°C) zal met een initiële snelheid 282 kg/s gas uitstromen, dit debiet zal snel dalen door de daling van de druk en temperatuur doordat er geen input meer is van hete voedingsstroom, het refluxvat wordt leeggepompt. Er zullen meerdere alarmen binnenkomen in de controle kamer, de noodstop zal snel worden bediend om de kolom en voeding te stoppen. Er wordt conservatief gerekend met een maximum duur van het scenario van 600s.

Ook hier geldt voor de max. uitstroomhoeveelheid in 600 s:

- De voeding aan de C201 36 kg/s gedurende 600 s: 21.6 ton,
- De inhouden van de kolom, S202, leidingen en de diverse koelers: 56.6 ton (volgens de subselectie: 4% HCl, 25% VC en 71% EDC) met uitzondering van:
 - o de kolom vloeistof inhoud van C201, ca 20 ton EDC met daarin 10 % VC
 - o de tar afvoer vanuit bodem van C201: $0.5 \text{ kg/s} \cdot 600 \text{ s} = 300 \text{ kg}$ EDC(90%)/VC(10%)
 - o de afvoer via P202 naar de C202 gedurende 83 s(refluxvat is dan leeg, afvoer wordt gesloten door levelcontrol) met een flow van 28 kg/s = 2324 kg EDC(54%), VC(38%), HCL(8%)
 - o de afvoer gedurende 83 s vanuit H211 naar de C202: 7.6 kg/s (70%HCl,30%VC)
- De terugstroom uit C202: 16 ton(35 % VC en 65 % HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 71.1 ton (16737 kg HCl, 24452 kg VC en 29900 kg EDC) in 600 s: (118 kg/s)

De faalfrequentie voor breuk van de voedingsleiding: 10 meter $\cdot 1 \cdot 10^{-7}$ 1/jaar: $1 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

Voor dit gezamenlijke scenario: Breuk leidingwerk bij top van de kolom(dampfase) en breuk voedingsleiding naar C201, wordt de faalfrequentie bepaald door de optelsom voor het leidingwerk:

- 600 mm vanaf de top C201:	66 meter
- 400 mm header	10
- 300 mm toevoeren naar koelers(5x6)	30
- 250 mm afvoer van de koelers(5x6)	30
- 400 mm header	10
- 500 mm afvoer v.a. header naar S202	60
- 250 mm afvoer naar P202 uit S202	14.5
- 200/152 mm reflux-/afvoerleiding vanaf P202	96.5
- 400 mm voedingsleiding naar C201	10
• Totaal	327 meter

De faalfrequentie in totaal wordt dan

- leidingbreuk wordt $3.27\text{m} \times 10^{-7}$ 1/meter/jaar:	3.27×10^{-5} 1/jaar
- falen voorverwarmers H216A+B:	2.00×10^{-4} 1/jaar
- falen condensor H202	1.00×10^{-4} 1/jaar
- falen S202	1.00×10^{-6} 1/jaar
- falen refluxpomp P202	1.00×10^{-5} 1/jaar
- lek topleiding C201 60 mm	3.30×10^{-5} 1/jaar
totaal	3.77×10^{-4} 1/jaar

1.1.1 Scenario 5 lek mantel EDC voorverwarmers en H202 uit een gat met een diameter van 10 mm

De gasuitstroomsnelheid is: 0.2 kg/s; d.w.z. 360 kg totaal in 1800 s. Er zijn 2 subscenario's
 5A (HCl): het debiet is 0.15*0.2 kg/s gedurende 30 min. De hoeveelheid die vrijkomt is : 54 kg HCl
 5B(EDC+VC): het debiet is 0.85*0.2 kg/s gedurende 30 minuten gemodelleerd als de stof VC. De hoeveelheid die vrijkomt is: 306 kg als VC gemodelleerd.

De faalfrequentie van dit scenario voor twee EDC voorverwarmers en de H202 is: 3×10^{-3} 1/jaar.

1.1.2 Scenario 6: Instantaan falen van luchtkoelers H202 A-J – breuk 10 leidingen

Als productkoelers zijn 5 luchtkoelers geïnstalleerd. Elke koeler heeft 190 pijpen van 9,5 meter met een ovale doorsnede (44 mm x 16 mm). Een equivalente diameter voor een ovale pijp is 26 mm. De inhoud is bijna 2 m³.

Het falen van een luchtkoeler moet volgens HARI gemodelleerd worden als het breken van 10 pijpen tegelijk met een equivalente doorsnee van 80 mm.

Het uitstroomdebiet (gas) bedraagt 11.4 kg/s enkelzijdig, dit wordt 22.8 kg/s dubbelzijdig. De gasdetectie zal aanspreken en de kolom zal binnen 10 minuten gestopt worden en drukloos worden gemaakt. Er zijn 2 subscenario's

6A (HCl): het debiet is 0.15* 22.8 kg/s gedurende 10 min de hoeveelheid die vrijkomt is : 2052 kg HCl.

6B(EDC+VC): het debiet is 0.85*22.8 kg/s gedurende 10 minuten gemodelleerd als de stof VC. de hoeveelheid die vrijkomt is: 11628 kg VC

De faalfrequentie is voor een pijpenwarmtewisselaar waarbij de gevaarlijke stof zich in de pijpen bevindt en de ontwerp druk van de mantel lager is dan de maximaal optredende druk in de pijpleiding:

- 5 luchtkoelers x 1×10^{-5} 1/ jaar = 5×10^{-5} 1/jaar

1.1.3 Scenario 7: luchtkoelers: breuk van 1 pijp

Het gas debiet via een effectieve diameter van 26 mm is enkelzijdig 0.83 kg/s, dubbelzijdig is dit 1.66 kg/s (15% HCl en 85% (EDC+VC als VC gemodelleerd)).

Scenarioduur 1800 s

De faalfrequentie voor 5 koelers bedraagt 5×10^{-3} 1/jaar

1.1.4 Scenario 8: Lek luchtkoelers

Voor beschrijving luchtkoeler, zie scenario 6. Het lek wordt gemodelleerd als leidinglek ter grootte van 10% van de nominale diameter als een 3 mm lek

Het totale gasdebiet is voor een gat met een diameter van 3mm: 0,02 kg/s

De faalfrequentie voor 5 koelers is $5 \cdot 10^{-2}$ 1/jaar, scenarioduur 1800 s

1.1.5 Scenario 9 Het falen van de HCl interchanger H211, de toevoerleiding vanuit de S202 (10 m ø 250) en de afvoerleidingen naar de S202 en C202

Voor de HCl interchanger H211 (P= 7.6 barg, 26 °C) is bij falen van de mantel en breuk van toevoerleiding, ø 250 mm, lengte 10 m, de uitstroom eveneens veel groter dan de toevoer aan de kolom C201. De HCl/VC dampstroom vanuit de S202 stroomt door de mantel van H211 en wordt gekoeld met koude HCl(-34°C) uit kolom C202 door de 170 pijpen met een diameter van 26 mm om de aanwezige VC te condenseren, de gecondenseerde VC stroomt terug naar de S202 via een 75 mm leiding. De niet gecondenseerde damp stroomt naar de C202, zoals hierboven al beschreven. Bij falen van de mantel (instantaan en continu) en breuk van de 250 mm leiding naar de H211 zal de aanwezige VC en HCl uitstromen, vermeerderd met de toevoer van HCl en VC via de top van de C201 vermindert met de afvoer via de bodem van het refluxvat.

Een deel van de aanwezige VC in het insluitsysteem is opgelost in de EDC vloeistoffase in bodem C201(2000 kg VC) en een deel van de VC en HCl is opgelost in de bodem stroom van het refluxvat S202 dit is verdisconteerd door de berekening van de uitstroom als verschil tussen toe en afvoer via het refluxvat S202.

Daarnaast kan ca 16 ton gas terugstromen uit C202 in 600 s, de samenstelling daarvan is 35% VC en 65 % HCl. Het insluitsysteem bevat 14 ton VC en 2.4 ton HCl.

De toevoer aan de kolom zal binnen 10 minuten worden gestopt en drukloos worden gemaakt, zie par. 5.2.2.

Bij breuk van de dampafvoerleiding van H211 naar de C202 is de uitstroomsnelheid enkelzijdig 58 kg/s, dubbelzijdig wordt dit 116 kg/s, waardoor eveneens het zelfde scenario als hierboven beschreven zal optreden. De faalfrequentie is $50 \cdot 10^{-7} = 5 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar

De uitgestroomde hoeveelheid VC in 600 s bedraagt:

$$- (67.3 \text{ kg/s} \cdot 0.37 - 59.7 \text{ kg/s} \cdot 0.38) \cdot 600 + 14084 - 2000 + 0.35 \cdot 16000 = 19049 \text{ kg}$$

het debiet is 31.7 kg/s VC gedurende 600s.

De uitgestroomde hoeveelheid HCl in 600 s bedraagt:

$$- 67.3 \text{ kg/s} \cdot 0.15 - 59.7 \cdot 0.08 \cdot 600 + 2414 + 0.65 \cdot 16000 = 15999 \text{ kg}$$

het debiet is 26.7 kg/s HCl

De faalfrequentie (instantaan en continu in 10 min.) wordt $1 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar. + $60 \text{ m} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/m/jaar} = 1.06 \cdot 10^{-4}$ 1/jaar.

1.1.6 Scenario 10 Falen mantel H211 en breuk 10 pijpen tegelijk

Tevens moet het scenario van falen mantel en de breuk van 10 pijpen tegelijk worden meegenomen (HARI: tabel 40). De breuk van 10 pijpen tegelijk komt overeen met de breuk van één pijp met een effectieve diameter van 80 mm. De uitstroom betreft HCl met een temp -34°C en een druk van 7.6 barg, dat geeft een uit stroom van 10.6 kg/s gedurende 600 s: 6036 kg HCl.

Het scenario 10B wordt dan het vrijkomen van VC als hierboven beschreven zijn 19049 kg VC in 600 s met een faal frequentie van $1 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar (7.6 barg, 26°C).

En het vrijkomen van $6036 + 15999 = 22035 \text{ kg HCl}$ in 600 s met een faalfrequentie van $1 \cdot 10^{-6}$ 1/jaar, wordt scenario 10A (7.6 barg, 26°C).

1.1.7 Scenario 11 Leckage van de HCl warmtewisselaar H211 uit een gat van 10 mm

De faalfrequentie is 1^{E-03} 1/jaar voor de lekkage van de HCl interchanger.

Het lekdebiet is 0.17 kg/s in 1800 s: 306 kg vrij met de samenstelling van 65 % HCL en 35 % VC. (P= 7.6 barg, T= 26°C)

1.1.8 Scenario 12 Leckage gaszijdig en scenario 13 Leckage vloeistofzijdig van refluxvat S202 via een 10 mm gat

De faalfrequentie is 1^{E-5} 1/jaar voor deze lek scenario's

11A Het gaslekdebiet is 0.17 kg/s in 1800 s komt: 306 kg vrij met de samenstelling van 35 % HCL en 65 % VC (8.5 barg, 45°C).

11B Het vloeistof lekdebiet is 2.28 kg/s in 1800 s komt 4104 kg vrij met de samenstelling van 54 % EDC, 38 % VC en 8 % HCl

1.1.9 Scenario 14 Breuk leidingwerk bodem C201(circulatie over filter F220A/B met P201

In de bodem van C201 is voornamelijk EDC aanwezig en een deel VC (10%). De aanwezige VC wordt als EDC meegenomen.

Het uitstroombesnoei wordt bepaald door de toevoer vanuit de bodem van C201 via leiding werk met een diameter van 100 mm, de toevoer via P201(de pompcapaciteit van P201 is max. 8 kg/s) of terugstroom via de pomp en/ of filter F220A/B afhankelijk van de breukplaats.

Het uitstroom debiet van een leiding breuk 100 mm is 140 kg/s enkelzijdig (P= 8.5 barg, 158°C en een vloeistofhoogte in kolom C201 van 4 meter). Dit debiet is veel groter dan de voeding aan C201, het niveau in C201 zal snel afnemen en de kolom zal binnen 10 min worden gestopt. De dubbelzijdige uitstroming wordt gesteld op 200 kg/s, rekening houdend met de weerstand voor terugstroming door filter en/of pomp, in ieder geval beduidend veel hoger dan de toevoer aan de kolom.

Voor dit scenario's wordt gesteld dat de grootte van de dubbelzijdige uitstroming via leidingwerk bodem C201,200 kg/s, leidt tot uitstroming van de vloeistof inhoud van de C201 (20 ton in 100 s) en vervolgens de voeding aan de C201C. De topafvoer zal stoppen of dusdanig verminderen dat S202 in ca 210 s wordt leeggpompt door de P202(gedurende ca. 100 s is er nog afvoer van topproduct naar de S202), de vloeistofafvoer naar de C202 zal sluiten (levelcontrol van S202) en via de H211 zal ca. 16 ton gas uit de C202 terugstromen naar het insluitsysteem en uitstromen via de bodem C201.

Dat betekent dat de inhoud van het insluit systeem vrijkomt, vermindert met de afvoer vanuit het refluxvat S202 naar de C202 zowel vloeistof- als gaszijdig gedurende 183 s en dat de uitstroomhoeveelheid vermeerderd wordt met de terugstroom uit de C202 via de dampafvoer met 16 ton (65%HCl en 35 %VC) en de voeding aan C201 gedurende 600 s.

De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s:

- De voeding aan de C201 36 kg/s gedurende 600 s: 21.6 ton (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)
- De inhouden van de kolom, S202, leidingen en de diverse koelers: 56.6 ton (subselectie)(gemiddelde samenstelling volgens de MB: 48 % EDC, 37% VC en 15%HCl) met uitzondering van:
 - o De afvoer naar C202 vanuit H211 gedurende 183 s: 7.6 kg/s *183 = 1388 kg (63%HCl, 35% VC)
 - o de afvoer van bodem van C201: 0.5 kg/s *100 s= 50kg (90% EDC,10 %VC)
 - o de afvoer via P202 naar de C202 gedurende 183 s met een flow van 28 kg/s = 5129 kg (54% EDC, 38% VC, 8% HCL)
- De terugstroom uit C202: 16 ton (35% VC en 65% HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 87.7 ton (15976 kg HCl,25109 kg VC en 46620 kg EDC) in 600 s (146 kg/s)

De faalfrequentie wordt bepaald door:

- falen bodemrecirculatiepomp P201 1.00^{E-5} 1/jaar
- instantaan en continu falen bodemfilter 1.00^{E-5} 1/jaar
- leidingbreuk (100 mm), 40 meter 1.20^{E-5} 1/jaar
- totaal 3.20^{E-5} 1/jaar

1.1.10 Scenario 15 lek van refluxpomp P202 en refluxleiding 250mm

Het gat heeft een grootte van 10% van de leidingdiameter van 250 mm: 25 mm.

Het debiet (8.5 barg, 45°C) is: 11.9 kg/s (54% EDC, 38% VC, 8% HCl) dit zal snel gedetecteerd worden door o.a. het gasdetectie systeem en procesalarmen waarna de kolom vanuit de controlekamer gestopt wordt, scenarioduur 1800 s.

De faalfrequentie is:

- voor lek van de pomp: 5.00^{E-05} 1/jaar
- 111 meter leiding $\varnothing 152$ - 250 mm: 5.55^{E-05} 1/jaar
- Totaal 1.06^{E-04} 1/jaar

1.1.11 Scenario 16 lekkage refluxleiding toevoer naar top C201(152 mm)

De leidingdiameter is 152 mm, het gat heeft een grootte van 15 mm. De leidinglengte is 34,5 m. De faalfrequentie is 1.8^{E-5} 1/jaar. Het debiet is (8.5 barg, 45°C): 4.2 kg/s (54% EDC, 38% VC, 8% HCl) gedurende 1800 s.

1.1.12 Scenario 17 Lekkage van leidingwerk, P201 en bodemfilter van bodem C201 circulatie

De leidingdiameter is 100 mm, voor een gat van 10 mm is het debiet (8.5 barg, 158°C): 2,1 kg/s (90% EDC, 10% VC). Scenarioduur 1800 s

De faalfrequentie is:

- De leidinglengte is 40 m: 8.00^{E-5} 1/jaar
- Voor lek van de pomp: 5.00^{E-5} 1/jaar
- Voor lek van filter 1.00^{E-4} 1/jaar
- Totaal 2.30^{E-4} 1/jaar

1.1.13 Scenario 18 Breuk leiding afvoer bodem tars via filter F204

De leidingdiameter is 38 mm. Het debiet (8.5 barg, 158°C) is: 11,8 kg/s (90% EDC, 10% VC). De leidinglengte is 20 m. De faalfrequentie is 5^{E-5} , de scenario duur is 600 s, vanuit de controlekamer wordt de bodemafvoer gesloten.

1.1.14 Scenario 19 Lekkage afvoerleiding tars en filter

De leidingdiameter is 38 mm, voor een gat van 4 mm is het debiet (8.5 barg, 158°C): 0.33 kg/s (90% EDC, 10% VC), scenario duur 1800 s.

De leidinglengte is 20 m. De faalfrequentie is 5^{E-5}

1.1.15 Scenario 20 Lekkage voedingsleiding naar de C201

De leiding diameter is 400 mm. De diameter van het gat is 40 mm. De leidinglengte is 10 m. Het debiet (8.5 barg, 164°C) is 2.8 kg/s (43% EDC, 36% VC, 21% HCl), gedurende 1800 s geeft 5040 kg(43% EDC, 36% VC, 21% HCl)

De faalfrequentie is $1,50^{E-6}$ 1/jaar. Scenarioduur 1800 s

1.1.16 Scenario 21 breuk afvoerleiding VC uit H211 naar S202

Bij breuk van de vloeistofafvoerleiding van de H211 naar de S202, diameter 75 mm is de uitstroomsnelheid enkelzijdig 50 kg/s als vloeistof VC, echter de hoeveelheid VC die gecondenseerd

wordt in H211 is ca. 5 kg/s en daarmee veel kleiner. Als damp vanuit de S202C is de uitstroming 6.4 kg/s van een HCl/VC mengsel, samenstelling ca. 70% VC en 30% HCl (7.6 barg, 26°C).

Het gasdetectie systeem zal alarmeren in de controle kamer waar de operator onmiddellijk de noodstop bedient, de kolom wordt gestopt en drukloos gemaakt.

De uitstroming in 600s wordt dan:

- Als VC $600 \times 5 \text{ kg/s} + 600 \times 0.7 \times 6.4 \text{ kg/s} = 5688 \text{ kg VC}$
- Als HCl $600 \times 0.3 \times 6.4 \text{ kg/s} + 600 \times 0.70 \times 6.4 \text{ kg/s} = 3840 \text{ kg HCl}$

De faalfrequentie is $10m \times 3^{E-7} = 3^{E-6} \text{ 1/jaar}$.

1.2 De quenchkolom C201C scenario's insluitsysteem 02A3.

In de kolom C201C zijn waterstofchloride, VCM en EDC in significante hoeveelheden aanwezig.

In de top van de kolom zijn alle drie de stoffen aanwezig. In de bodemsectie van de kolom is vooral EDC aanwezig (90%) en een kleine hoeveelheid VC (10%). VC en HCl worden via de top van C201C, de dampfase van het refluxvat S202C en condensor H211B afgescheiden en naar de C202B gevoed.

De in de top afvoer aanwezige EDC damp wordt gecondenseerd met een deel van de VC en opgevangen in de S202C en deels als reflux naar de top van de C201C terug gepompt. In de bodem van het refluxvat is de hoeveelheid HCl nog maar een fractie.

De eigenschappen van de twee brandbare stoffen zijn niet gelijk. VCM is een brandbaar gas en EDC is een ontvlambare vloeistof. Aangezien Safeti-NI in een scenario slechts met een zuiver stof of een pseudocomponent met gemiddelde eigenschappen kan rekenen is in eerste instantie een run uitgevoerd met HCl, EDC en VCM als modelcomponenten en een run met een mengsel van EDC, VCM en HCl als pseudocomponent. Dit geeft vooral de toxische effecten een verkleining van effectafstanden. Er is daarom gekozen voor modellering met de 3 componenten als zuivere stof waarbij de massahoeveelheden van VCM en EDC in een aantal gevallen zijn gesommeerd en zijn gebruikt als EDC of als VCM. Het is gebleken dat in de meeste gevallen de effectafstanden voor EDC en VCM niet veel verschillen. Dit bevestigt dat de aanpak van somming van deze beide componenten een goede aanpak is om ondanks de verschillende eigenschappen van EDC en VCM, tot een redelijke voorspelling van het gezamenlijke brand- en explosiegedrag te komen. Door deze aanpak is de uitstroming van 2 of 3 componenten in veel gevallen in gevoerd als een fixed duration scenario van de afzonderlijke componenten omdat meerdere componenten door eenzelfde opening uitstromen, waardoor het uitstroombdebit niet goed wordt berekend in Safeti-NI. Conform het HARI is het relevante scenario gekozen op basis van de effectafstanden van een HCl gaswolk, een EDC of VCM explosie of brandscenario bij weertype D5, voor die gevallen waarbij de effectafstand de terreingrens overschreed. Waar nodig is in de scenario's onderscheid gemaakt tussen HCl (A); VCM (B); EDC (C).

Overzicht van de flows en samenstelling C201C

units	Feed to C201C	vapor to top C201C	Bottom C201C to tarstill	Vapor Top H211B to C202B	Bottom S202C to C202B	Reflux S202C to top C201C
kg/h	75000	129500	2500	20000	52500	57000
EDC	0.43	0.48	0.90	0.00	0.57	0.57
VC	0.36	0.37	0.10	0.35	0.38	0.38
HCl	0.21	0.14	0.00	0.65	0.05	0.05
kg/s	20.83	36.0	0.69	5.56	14.58	15.83

Tabel A11: Overzicht van scenario's Quenchkolom C201C

scenario	Omschrijving	naam	D/gat	Coördinate		Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr			(mm)	X (m)	(mm)	kg/s	kg	sec	1/jaar
1A	Instantaan falen kolom	1A.QC.EDCVCMHCL	HCl	78551	432146		875		5,00E-06
1B	Instantaan falen kolom	1B.QC.EDCVCMHCL	VC	78551	432146		3625		5,00E-06
1C	Instantaan falen kolom	1C.QC.EDCVCMHCL	EDC	78551	432146		8000		5,00E-06
2A	Vrijkomen in 10 min	2A.QC.EDCVCMHCL	HCl	78551	432146	1	875	600	5,00E-06
2B	Vrijkomen in 10 min	2B.QC.EDCVCMHCL	VC	78551	432146	6	3625	600	5,00E-06
2C	Vrijkomen in 10 min	2C.QC.EDCVCMHCL	EDC	78551	432146	13	8000	600	5,00E-06
3A	lek 10 mm top	3A.QC.EDCVCMHCL	HCl	10	78551	0,03	50	1800	5,00E-05
3B	lek 10 mm top	3B.QC.EDCVCMHCL	VC	10	78551	0,2	310	1800	5,00E-05
3C	lek 10 mm bodem	3C.QC.EDCVCMHCL	EDC	10	78551	2	3600	1800	5,00E-05
4A	breuk leidingwerk	4A.QC.EDCVCMHCL	HCl	152-600	78551	25	15249	600	3,58E-04
4B	breuk leidingwerk	4B.QC.EDCVCMHCL	VC	152-600	78551	33	20050	600	3,58E-04
4C	breuk leidingwerk	4C.QC.EDCVCMHCL	EDC	152-600	78551	36	21603	600	3,58E-04
5A	lek mantel voorverwarmers	5A.QC.EDCVCMHCL	HCl	10	78551	0,03	50	1800	3,00E-03
5B	lek mantel voorverwarmers	5B.QC.EDCVCMHCL	VC	10	78551	0,2	310	1800	3,00E-03
6A	LK breuk 10 leidingen	6A.QC.EDCVCMHCL	HCl	80	78551	3	1915	600	3,00E-05
6B	LK breuk 10 leidingen	6B.QC.EDCVCMHCL	VC	80	78551	20	11765	600	3,00E-05
7A	LK breuk 1 pijp	7A.QC.EDCVCMHCL	HCl	26	78551	0,2	418	1800	3,00E-03
7B	LK breuk 1 pijp	7B.QC.EDCVCMHCL	VC	26	78551	1	2570	1800	3,00E-03
8A	LK lek	8A.QC.EDCVCMHCL	HCl	3	78551	0,003	5	1800	3,00E-02
8B	LK lek	8B.QC.EDCVCMHCL	VC	3	78551	0,02	31	1800	3,00E-02
9A	Falen H211B	9A.QC.EDCVCMHCL	HCl	200	78551	26	15517	600	1,11E-04
9B	Falen H211B	9B.QC.EDCVCMHCL	VC	200	78551	30	17992	600	1,11E-04
10A	Falen H211B + 10 pijpen	10A.QC.EDCVCMHCL	HCl	80	78551	36	21553	600	1,00E-06
10B	Falen H211B + 10 pijpen	10B.QC.EDCVCMHCL	VC	80	78551	30	17992	600	1,00E-06
11A	lek H211B	11A.QC.EDCVCMHCL	HCl	10	78551	0,1	199	1800	1,00E-03
11B	lek H211B	11B.QC.EDCVCMHCL	VC	10	78551	0,1	107	1800	1,00E-03
12A	lek S202C gaszijdig	12A.QC.EDCVCMHCL	HCl	10	78551	0,1	199	1800	1,00E-05
12B	lek S202C gaszijdig	12B.QC.EDCVCMHCL	VC	10	78551	0,1	107	1800	1,00E-05
13A	lek S202C vloeistofzijdig	13A.QC.EDCVCMHCL	HCl	10	78551	0,1	205	1800	1,00E-05
13B	lek S202C vloeistofzijdig	13B.QC.EDCVCMHCL	EDC	10	78551	2	3899	1800	1,00E-05
14A	breuk leiding bodem	14A.QC.EDCVCMHCL	HCl	100	78551	20	14811	750	2,60E-05
14B	breuk leiding bodem	14B.QC.EDCVCMHCL	VC	100	78551	28	21348	750	2,60E-05
14C	breuk leiding bodem	14C.QC.EDCVCMHCL	EDC	100	78551	52	39144	750	2,60E-05
15A	breuk recirculatie leiding bodemC201C	15A.QC.EDCVCMHCL	HCl	250	78551	25	15249	600	7,00E-06
15B	breuk recirculatie leiding bodemC201C	15B.QC.EDCVCMHCL	VC	250	78551	37	22092	600	7,00E-06
15C	breuk recirculatie leiding bodemC201C	15C.QC.EDCVCMHCL	EDC	250	78551	67	39978	600	7,00E-06
16A	breuk 50 mm voeding bodem C201C	16A.QC.EDCVCMHCL	HCl	50	78551	10	14374	1437	1,80E-05
16B	breuk 50 mm voeding bodem C201C	16B.QC.EDCVCMHCL	VC	50	78551	14	20605	1437	1,80E-05
16C	breuk 50 mm voeding bodem C201C	16C.QC.EDCVCMHCL	EDC	50	78551	27	38311	1437	1,80E-05
17A	lek reflux P202E/F + leidingwerk	17A.QC.EDCVCMHCL	HCl	15	78551	0,3	459	1800	7,81E-05
17B	lek reflux P202E/F + leidingwerk	17B.QC.EDCVCMHCL	EDC	15	78551	5	8721	1800	7,81E-05

scenario o	Omschrijving	naam		D/gat	Coördinate n		Debiet	Massa	Tijd	Frequentie
Nr				(mm)	X (m)	(mm)	kg/s	kg	sec	1/jaar
18A	lek circulatieleiding bodem C201C	18A.QC.EDCVCMHCL	HCl	25	78551	432146	1	1179	1800	3,50E-05
18B	lek circulatieleiding bodem C201C	18B.QC.EDCVCMHCL	EDC	25	78551	432146	12	22401	1800	3,50E-05
19B	lek P201C, filter en leidingwerk	19B.QC.EDCVCMHCL	EDC	10	78551	432146	2	3780	1800	1,90E-04
20A	lekkage voedingsleiding 450 mm	20A.QC.EDCVCMHCL	HCl	45	78551	432146	1	1361	1800	9,00E-07
20B	lekkage voedingsleiding 450 mm	20B.QC.EDCVCMHCL	VC	45	78551	432146	3	5119	1800	9,00E-07
21A	breuk afvoer H211B naar S202C	21A.QC.EDCVCMHCL	HCl	75	78551	432146	6	3648	600	1,71E-05
21B	breuk afvoer H211B naar S202C	21B.QC.EDCVCMHCL	VC	75	78551	432146	6	3888	600	1,71E-05

Toelichting op de scenario's quenchkolom C201C

1.2.1 Scenario 1 instantaan falen van de kolom

Dit scenario is onderverdeeld in 3 subscenario's:

1A (HCl): De inhoud van de kolom is 12.5 ton met de gemiddelde samenstelling vanuit de subselectie: 7% HCl, 29% VC en 64 % EDC, dit geeft:

1A(HCl): 875 kg HCl, dat instantaan vrijkomt.

1B (VC): 3625 kg VC, dat instantaan vrijkomt

1C (EDC): 8000 kg EDC, dat instantaan vrijkomt

(De druk is 8.5 barg, bij een gemiddelde temp van 162°C voor de C201C)

De faalfrequentie is voor elk van de scenario's 5E-06 1/jaar.

1.2.2 Scenario 2 vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min

De hoeveelheden die vrijkomen gelijk aan de hoeveelheden in scenario 1. De faalfrequentie is gelijk aan 5E-06 1/jaar.

1.2.3 Scenario 3 lekkage uit een gat met een diameter van 10 mm

Voor de topsectie zijn 2 subscenario's ontwikkeld voor gaslek via 10 mm gat.

De gasuitstroomsnelheid(8.5 barg, 124°C) is: 0,2 kg/s: d.w.z. 360 kg totaal in 1800 s. Er zijn 2 subscenario's op basis van de samenstelling van het top product(49% EDC, 37%VC en 14% HCl)

3A (HCl): het debiet is 0.14*0.2 kg/s gedurende 30 min. De hoeveelheid die vrijkomt is: 50.4 kg HCl

3B(EDC+VC): het debiet is 0.86*0.2 kg/s gedurende 30 minuten gemodelleerd als de stof VC. De hoeveelheid die vrijkomt is: 310 kg en wordt als VC gemodelleerd.

Voor de bodemsectie wordt alleen naar EDC gekeken:

3C(EDC): de aanwezige, voornamelijk vloeibare EDC (de 10% VC wordt als EDC meegenomen) in de bodem sectie geeft een vloeistoflek met een debiet (8.5 barg, 158°C) van 2 kg/s de uitgestroomde hoeveelheid in 30 min. is 3600 kg, vnl. EDC.

De faalfrequentie is voor deze 2 lekscenario's in top en bodem is ieder: 5E-5 1/jaar.

1.2.4 Scenario 4 Breuk leidingwerk bij top van de kolom(dampfase)

De top afvoer is een ø 450/18" leiding die zich via een header van ø 400/16" verdeelt in een toevoer via ø 300/12" leiding aan de HCl bottom heater H208C(die anders dan de naam doet vermoeden een mengsel van EDC/VC(86°C, door de pijpen) uit de bodem van de C202 B verwarmt) en de andere 2 parallelle koelers, de EDC voorverwarmer H216C en de combustion air inlaat heater H230C, waarmee de top stroom wordt gekoeld via de mantels van deze warmtewisselaars. De dampstroom wordt vervolgens verder gekoeld door drie parallelle luchtkoelers H202q/v tot ca. 48 °C en wordt verzameld in S202C, vloeistof inhoud 5 ton. Een breuk van de 300/12" leiding naar de koeler, geeft een gasuitstroom

van ca 167 kg/s ($P = 8.5 \text{ barg}/126^\circ\text{C}$) dit is veel meer dan de nominale max. toevoercapaciteit van ca. 40 kg/s vanuit de kolom C201C.

De afvoer naar S202C, vanaf de koelers is een deels gecondenseerde EDC/VC vloeistofstroom en deels VC/HCl als gasstroom, Bij breuk van dit leidingwerk, deels $\varnothing 450, 400, 300, 250, 200, 152$ en 100 mm is de uitstroom eveneens veel groter dan de toevoer aan de kolom C201C.

De voeding aan de kolom is 20.8 kg/s (flow geregeld) met een refluxstroom van 15.8 kg/s , de refluxtoevoer aan de C201C zal bij een breuk in de topsectie snel stoppen: de inhoud van S202C is ca. 5 ton vloeistof (EDC/VC) en is in 166 s leeg gepompt door P202E/F, 30 kg/s , de afvoer vanuit de bodem van S202C naar de C202B stopt na 166 s, de afvoer wordt op level automatisch gesloten. Terugstroom zal zich beperken tot het leegstromen van de gasinhoud van leidingen en apparatuur en de terugstroom vanuit de afvoer van de H211B naar de C202B, echter vanuit de C202B kan alleen de gasinhoud terugstromen via deze route, deze terugstroom is 16 ton en bevat 35 % VC en 65 % HCl. De kolom zal binnen 10 min gestopt worden.

De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s:

- De voeding aan de C201C 20.8 kg/s gedurende 600 s: 12480 kg,
- De inhoud van de kolom, S202, leidingen en de diverse koelers: 42.2 ton (subselectie, gemiddelde samenstelling, 64 % EDC, 29% VC en 7% HCl) met uitzondering van:
 - o de kolom vloeistof inhoud van C201C, ca 10 ton EDC met daarin 10 % VC
 - o de tar afvoer vanuit de bodem van C201C: $0.7 \text{ kg/s} \cdot 600 \text{ s} = 420 \text{ kg EDC}(90\%)/\text{VC}(10\%)$
 - o de afvoer via P202E/F naar C202B gedurende 166 s met een flow van $14.6 \text{ kg/s} = 2423 \text{ kg EDC}(57\%)/\text{VC}(38\%)/\text{HCl}(5\%)$
 - o de afvoer vanuit de H211B naar de C202B, 5.6 kg/s gedurende 166 s (65% HCl en 35% VC)
- De terugstroom uit C202B: 16 ton(35 % VC en 65 % HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 56.9 ton(15249 kg HCl, 20050 kg VC en 21603 kg EDC) in 600 s (95 kg/s)

Falen van EDC voorverwarmer H216C en de H208C

De top stroom aangevoerd door een $\varnothing 300/12''$ gaat via de mantel van deze warmte wisselaars met een mantel ontwerpdruk groter dan de ontwerpdruk van de pijpen waarin de EDC(H216C) wordt voorverwarmd naar de kraakfornuizen en EDC/VC H208C wordt verwarmd:

De uitstroom bij falen van de mantel, wordt bepaald door de toestroom/terugstroom vanuit het omliggende leidingwerk en daarom wordt het falen van de voorverwarmer instantaan en continu meegenomen in het scenario breuk leidingwerk vergelijkbaar met breuk $\varnothing 300/12''$, eenzijdig initieel debiet is 167 kg/s ($P = 8.5 \text{ barg}/126^\circ\text{C}$).

De vloeistofuitstroom van de breuk van 10 pijpen tegelijk, als effectieve diameter 80 mm van één pijp geeft een uitstroomdebiet van 15 kg/s EDC , deze uitstroom wordt verwaarloosd, is minder dan 10% van de initiële uitstroomsnelheid van 167 kg/s .

De faalfrequentie (instantaan en continu) is : 5^{E-05} 1/jaar per voorverwarmer. De faalfrequentie wordt dan $2 \cdot 2 \cdot 5^{E-5} = 2.00^{E-4} \text{ 1/jaar}$

Idem voor de combustion air heater H-230C is de uitstroom eveneens veel groter dan de toevoer aan de kolom C201.

De faalfrequentie is (instantaan en continu falen in 10 min): $1.00^{E-4} \text{ 1/jaar}$

Idem voor falen van het refluxvat S202C instantaan en continu in 10 min. is de uitstroom veel groter en komt de inhoud van het insluitsysteem vrij vermeerderd met de toevoer aan de kolom en de terugstroom uit C202B.

De faalfrequentie is(instantaan en continu in 10 min.): $1.00^{E-6} \text{ 1/jaar}$

Idem voor falen van de refluxpomp P202E/F de faalfrequentie is 1.00^{E-5} 1/jaar

Idem voor lekkage van de topafvoerleiding van de C201C. De leiding diameter is 450 mm, de lengte is 45 meter. De diameter van het lek is 45 mm. Dit geeft een debiet van 38 kg/s gas. Dit is beduidend groter dan de voedingsnelheid aan de kolom van 21 kg/s.
De faalfrequentie is $45 \times 5 \times 10^{-7}$ 1/jaar: 2.25×10^{-5} 1/jaar

Idem voor breuk van de voedingsleiding naar C201C

De leidingdiameter is 400 mm, lengte 14 m. De voeding(gasfase, 8.5 barg, 164°C) is flow geregeld: 20.8 kg/s (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)

De leidinglengte voor 02HCV854 (begrenzing van insluitsysteem) is 66 m, tussen de 02HCV854 en de C201C is dat ca 142 meter

Bij breuk van de leiding blijft de voeding uitstromen met het ingestelde debiet van 20.8 kg/s. Vanuit de kolom (8.5 barg, 162°C) zal met een initiële snelheid 282 kg/s gas uitstromen, dit debiet zal snel dalen door de daling van de druk en temperatuur doordat er geen input meer is van hete voedingsstroom, het refluxvat wordt leeggepompt. Er zullen meerdere alarmen binnenkomen in de controle kamer, de noodstop zal snel worden bediend om de kolom en voeding te stoppen. Er wordt conservatief gerekend met een maximum duur van het scenario van 600s.

De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s:

- De voeding aan de C201C 20.8 kg/s gedurende 600 s: 12480 kg,
- De inhouden van de kolom, S202, leidingen en de diverse koelers: 42.2 ton (subselectie, gemiddelde samenstelling, 64 % EDC, 29% VC en 7% HCl) met uitzondering van:
 - o de kolom vloeistof inhoud van C201, ca 10 ton EDC met daarin 10 % VC
 - o de tar afvoer vanuit de bodem van C201C: $0.7 \text{ kg/s} \times 600 \text{ s} = 420 \text{ kg EDC}(90\%)/\text{VC}(10\%)$
 - o de afvoer via P202 naar C202B gedurende 166 s met een flow van $14.6 \text{ kg/s} = 2423 \text{ kg EDC}(58\%)/\text{VC}(37\%)/\text{HCL}(5\%)$
 - o de afvoer vanuit de H211B naar de C202B, 5.6 kg/s gedurende 166 s (65% HCl en 35% VC)
- De terugstroom uit C202B: 16 ton(35 % VC en 65 % HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 56.9 ton(15249 kg HCl, 20050 kg VC en 21603 kg EDC) in 600 s (95 kg/s).

De faalfrequentie: $14 \text{ meter} \times 1^{E-7}$ 1/jaar: 1.4^{E-6} 1/jaar

Voor dit scenario: Breuk leidingwerk bij top van de kolom(dampfase) wordt de faalfrequentie á 1^{E-7} 1/m/jaar bepaald door:

- 600 mm vanaf de top C201C:	45 meter
- 400 mm header	10
- 300 mm toevoer en afvoer koelers	37.8
- 400 mm header	10
- 450 mm afvoer v.a. header naar H202q/v	10
- 400 mm afvoer v.a. H202q/v naar S202C	10
- 200 mm afvoer naar P202C uit S202C	14.5
- 152 mm reflux-/afvoerleiding vanaf P202C	56.2
- 450 mm voeding naar C201C	14
• Totaal	207.5 meter

Voor de 100 mm afvoerleiding van P202C naar C202B is de faalfrequentie $10 \times 3^{E-7} = 3^{E-6}$ 1/jaar

De faalfrequentie wordt bepaald door

- leidingbreuk $207.5 \times 1^{E-7}$ 1/meter/jaar: 2.08^{E-5} 1/jaar

- leidingbreuk $10 \cdot 3^{E-7}$	3.00^{E-6} 1/jaar
- falen H216C en H208C:	2.00^{E-4} 1/jaar
- falen H230C	1.00^{E-4} 1/jaar
- falen S202C	1.00^{E-6} 1/jaar
- falen refluxpomp P202C	1.00^{E-5} 1/jaar
- lek topafvoerleiding C201C 45 mm	2.25^{E-5} 1/jaar
totaal	3.58^{E-4} 1/jaar

1.2.5 Scenario 5 lek mantel EDC voorverwarmer H216C, H208C en H230C uit een gat met een diameter van 10 mm

De gasuitstroomsnelheid is: 0,2 kg/s: d.w.z. 360 kg totaal in 1800 s. Er zijn 2 subscenario's
 5A (HCl): het debiet is $0.14 \cdot 0.2$ kg/s gedurende 30 min. De hoeveelheid die vrijkomt is : 50.4 kg HCl
 5B(EDC+VC): het debiet is $0.86 \cdot 0.2$ kg/s gedurende 30 minuten gemodelleerd als de stof VC. De hoeveelheid die vrijkomt is: 310 kg als VC gemodelleerd.

De faalfrequentie van dit scenario voor H216C, H208C en de H230 C: 3^{E-03} 1/jaar.

1.2.6 Scenario 6: Instantaan falen van luchtkoelers H202q/v– breuk 10 leidingen

Als productkoelers zijn 3 parallelle luchtkoelers geïnstalleerd. Elke koeler heeft 190 pijpen van 9,5 meter met een ovale doorsnede (44 mm x 16 mm). Een equivalente diameter voor een ovale pijp is 26 mm.

Het falen van een luchtkoeler moet volgens HARI gemodelleerd worden als het breken van 10 pijpen tegelijk met een equivalente doorsnee van 80 mm.

Het uitstroomdebiet (gas) bedraagt 11.4 kg/s enkelzijdig, dit wordt 22.8 kg/s dubbelzijdig. De gasdetectie zal aanspreken en de kolom zal binnen 10 minuten gestopt worden en drukloos worden gemaakt. Er zijn 2 subscenario's

6A (HCl): het debiet is $0.14 \cdot 22.8$ kg/s gedurende 10 min de hoeveelheid die vrijkomt is : 1915 kg HCl.

6B(EDC+VC): het debiet is $0.86 \cdot 22.8$ kg/s gedurende 10 minuten gemodelleerd als de stof VC. de hoeveelheid die vrijkomt is: 11765 kg VC

De faalfrequentie is voor een pijpenwarmtewisselaar waarbij de gevaarlijke stof zich in de pijpen bevindt en de ontwerpdruk van de mantel lager is dan de maximaal optredende druk in de pijpleiding:

- 3 luchtkoelers $\times 1^{E-5}$ 1/ jaar = 3^{E-5} 1/jaar

•

1.2.7 Scenario 7: luchtkoelers: breuk van 1 pijp

Het gas debiet via een effectieve diameter van 26 mm is enkelzijdig 0.83 kg/s, dubbelzijdig is deze 1.66 kg/s (14% HCl en 86% (EDC+VC als VC gemodelleerd)).

Scenarioduur 1800 s

De faalfrequentie bedraagt: $3 \cdot 1^{E-3}$ 1/jaar

1.2.8 Scenario 8: Lek luchtkoelers H202q/v

Voor beschrijving luchtkoeler, zie scenario 6. Het lek wordt gemodelleerd als leidinglek ter grootte van 10% van de nominale diameter als een 3 mm lek

Het totale gasdebiet is voor een gat met een diameter van 3mm: 0,02 kg/s

De faalfrequentie voor 3 koelers is 3^{E-2} 1/jaar, scenarioduur 1800 s

1.2.9 Scenario 9 Het falen van de HCl interchanger H211B en toevoerleiding vanuit de S202C

Bij falen de HCl interchanger H211B (P= 7.6 barg, 26°C), mantelzijdig is de uitstroom eveneens veel groter dan de toevoer aan de kolom C201C. De HCl/VC dampstroom vanuit de S202 wordt gekoeld via

de mantelzijde met koude HCl(-34°C) uit kolom C202B door de 170 pijpen met een diameter van 26 mm om de aanwezige VC te condenseren, de gecondenseerde VC stroomt terug naar de S202C via een 75 mm leiding. De niet gecondenseerde damp stroomt naar de C202B, zoals hierboven al beschreven. Bij falen van de mantel (instantaan en continu) en breuk van de 200 mm leiding, lengt 56.2 m, naar de H211B zal de aanwezige VC en HCl uitstromen, vermeerderd met de toevoer van HCl en VC via de top van de C201 vermindert met de afvoer via de bodem van het refluxvat. Een deel van de aanwezige VC in het insluitsysteem is opgelost in de EDC vloeistoffase in bodem C201C(1000 kg VC) en een deel van de VC en HCl is opgelost in de bodem stroom van het refluxvat S202C dit is verdisconteerd door de berekening van de uitstroom als verschil tussen toe en afvoer via het refluxvat S202.

Daarnaast zal ca. 16 ton gas terugstromen uit C202 in 600 s, de samenstelling daarvan is 35% VC en 65 % HCl. Het insluitsysteem bevat 12225 kg VC en 2950 kg HCl.

De toevoer aan de kolom zal binnen 10 minuten worden gestopt en drukloos worden gemaakt.

Bij breuk van de dampafvoerleiding vanaf de H211B, $\varnothing$ 152 mm, (50 m) naar de C202B is de uitstroomsnelheid enkelzijdig 31.2 kg/s (gas), dubbelzijdig wordt dit 62.4kg/s, waardoor eveneens het zelfde scenario als hierboven beschreven zal optreden. De faalfrequentie is $50 \times 10^{-7} = 5 \times 10^{-6}$ 1/jaar

De uitgestroomde hoeveelheid VC in 600 s bedraagt:

$$- (36.0 \text{ kg/s} \times 0.37 - 30.4 \text{ kg/s} \times 0.38) \times 600 + 12225 - 1000 + 0.35 \times 16000 = 17992 \text{ kg het debiet is } 30.0 \text{ kg/s VC gedurende 600s.}$$

De uitgestroomde hoeveelheid HCl in 600 s bedraagt:

$$- 36.0 \text{ kg/s} \times 0.15 - 30.42 \times 0.05 \times 600 + 2950 + 0.65 \times 16000 = 15517 \text{ kg het debiet is } 25.9 \text{ kg/s HCl}$$

De faalfrequentie (instantaan en continu in 10 min.) wordt 10^{-4} 1/jaar. + $106.2 \text{ m} \times 10^{-7} \text{ 1/m/jaar} = 1.11 \times 10^{-4}$ 1/jaar.

1.2.10 Scenario 10 Falen H211B en breuk van 10 pijpen tegelijk

Tevens moet het scenario van falen mantel en de breuk van 10 pijpen tegelijk worden meegenomen (HARI: tabel 40). De breuk van 10 pijpen tegelijk komt overeen met de breuk van één pijp met een effectieve diameter van 80 mm. De uitstroom betreft HCl met een temp -34°C en een druk van 7.6 barg, dat geeft een uit stroom van 10.6 kg/s gedurende 600 s: 6036 kg HCl.

Het scenario 10B wordt dan het vrijkomen van VC als hierboven beschreven zijn 17992 kg VC in 600s (debiet 30.0 kg/s) met een faalfrequentie van 10^{-6} 1/jaar

En het vrijkomen van $6036 + 15517 = 21553 \text{ kg HCl}$ in 600s (debiet 35.9 kg/s) met een faalfrequentie van 10^{-6} 1/jaar, wordt scenario 10A

1.2.11 Scenario 11 Leckage van de HCl warmtewisselaar H211B uit een gat van 10 mm

De faalfrequentie is 10^{-3} 1/jaar voor de lekkage van de HCl interchanger.

Het lekdebiet is 0.17 kg/s in 1800 s: 306 kg vrij met de samenstelling van 65% HCL en 35% VC.

1.2.12 Scenario 12 Leckage gaszijdig en scenario 13 Leckage vloeistofzijdig van refluxvat S202C via een 10 mm gat

De faalfrequentie is 10^{-5} 1/jaar voor deze lek scenario's

11A Het gaslekdebiet is 0.17 kg/s in 1800 s komt: 306 kg vrij met de samenstelling van 35% HCL en 65% VC.

11B Het vloeistof lekdebiet is 2.28 kg/s in 1800 s komt 4104 kg vrij met de samenstelling van 58% EDC, 37% EDC en 5% HCl

Scenario's Breuk leidingwerk bodem C201C

In de bodem van C201C is voornamelijk EDC aanwezig en een deel VC (10%). De aanwezige VC wordt als EDC meegenomen.

De uitstroom scenario's worden bepaald door de breuk van de bodemrecirculatie leiding met een $\varnothing 450$ mm naar de voedingsleiding vanuit het fornuis en breuk van de bodemafvoer door het filter F220E/F naar de bodemafvoer van de C201. Een derde uitstroomscenario wordt bepaald door de voeding van EDC vanuit de bodem van de preheater H201D EDC voor het fornuis voor opstarten. Bij normaal bedrijf staat deze toevoer dicht en wordt terugstroom vanuit de bodem voorkomen door een terugslagklep, het betreft een leiding met een $\varnothing 38$ mm. Met pomp P201 c wordt bodem product afgevoerd met een ingesteld debiet van 0.7 kg/s naar de bodemafvoer van de C201.

1.2.13 Scenario 14 Breuk afvoerleiding via filter en pomp P201C

Het uitstroomscenario wordt bepaald door de toevoer vanuit de bodem van C201C via leidingwerk met een diameter van 100 mm. Terugstroming wordt voorkomen door een terugslagklep na de pomp voor de flow geregelde afvoer. De max. pompcapaciteit van P201C is 8 kg/s. De terugstroming uit het leidingwerk en filter is verwaarloosbaar t.o.v. de uitstroom via de bodem ($< 10\%$).

Het uitstroomdebiet van een leidingbreuk $\varnothing 100$ mm is 100 kg/s enkelzijdig ($P = 8.5$ barg, 158°C en een vloeistofhoogte in kolom C201C van 4 meter). Dit debiet is veel groter dan de voeding aan C201C, het niveau in C201C zal snel afnemen en de kolom zal binnen 10 min. worden gestopt. Bij falen van de pomp of het filter treedt dezelfde uitstroom op.

Voor dit scenario's wordt gesteld dat de grootte van de uitstroming via leidingwerk bodem C201C, 100 kg/s, leidt tot uitstroming van de vloeistof inhoud van de C201C (10 ton in 100s) en vervolgens de voeding naar de top van C201C zal uitstromen en de topafvoer zal stoppen of dusdanig verminderen dat S202C (inhoud 5ton) in ca $166 + 100 = 266$ s wordt leeggepompt door de P202E/F (gedurende ca 100 s is er nog afvoer van topproduct naar de S202C), de vloeistofafvoer naar de C202B zal sluiten (levelcontrol van S202C) en via de H211B zal ca. 16 ton gas uit de C202B terugstromen naar het insluitsysteem en uitstromen via de bodem C201C.

Dat betekent dat de inhoud van het insluit systeem vrijkomt, vermindert met de afvoer vanuit het refluxvat S202C naar de C202B zowel vloeistof- als gaszijdig gedurende 266 s en dat de uitstroomhoeveelheid vermeerderd wordt met de terugstroom uit de C202B via de dampafvoer met 16 ton (65% HCl en 35 % VC) en de voeding aan C201C gedurende 600 s.

De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s:

- De voeding aan de C201C 20.8 kg/s gedurende 600 s: 12480 kg (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)
- De inhoud van de kolom, S202C, leidingen en de diverse koelers: 42.1 ton (subselectie)(gemiddelde samenstelling volgens de MB: 64% EDC, 29% VC en 7% HCl) met uitzondering van:
 - o De afvoer naar C202 vanuit H211B gedurende 266 s: $5.6 \text{ kg/s} \times 266 = 1490 \text{ kg}$ (63% HCl, 35% VC)
 - o de afvoer via P202E/F naar de C202B gedurende 266s met een flow van 14.6 kg/s = 3884 kg (58% EDC, 37% VC, 5% HCL)
- De terugstroom uit C202B: 16 ton (35% VC en 65% HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 75.3 ton (14811 kg HCl, 21348 kg VC en 39144 kg EDC) in 600 s (126 kg/s)

In dit geval is de uitstroom ca 25 % te groot voor de afvoercapaciteit van 100 kg/s. de uitstroom duur wordt daarom gesteld op 750s

De terugstroom vanuit de bodemafvoer C(90% EDC en 10 % VC) via een $\varnothing 38$ mm, lengte 75 m is bij falen van de terugslagklep gedurende max. $600 \text{ s} \times 4.9 \text{ kg/s} = 2940 \text{ kg}$ en is verwaarloosbaar, $< 10\%$ van het uitgestroomde volume.

De faalfrequentie wordt bepaald door:

- falen bodemrecirculatiepomp P201C 1.00^{E-5} 1/jaar
- instantaan en continu falen bodemfilter 1.00^{E-5} 1/jaar
- leidingbreuk (100 mm), 20 meter 6.00^{E-6} 1/jaar
- totaal 2.60^{E-5} 1/jaar
-

1.2.14 Scenario 15 Breuk recirculatie leiding ø 250 mm

Bij breuk van deze ø250 mm is de dubbelzijdige uitstroomsnelheid veel groter, vanuit de vloeistof/bodem zijde is het debiet initieel 1300 kg/s, gaszijdig vanuit de voedingsleiding is het debiet: 78.5 kg/s. De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s wordt dan:

- De voeding aan de C201C 20.8 kg/s gedurende 600 s: 12480 kg (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)
- De inhoud van de kolom, S202C, leidingen en de diverse koelers: 42.1 ton (subselectie)(gemiddelde samenstelling volgens de MB: 64% EDC, 29% VC en 7% HCl) met uitzondering van:
 - o De afvoer naar C202 vanuit H211B gedurende 166 s: 5.6 kg/s *166 = 930 kg (63%HCl, 35% VC)
 - o de afvoer via P202E/F naar de C202B gedurende 166s met een flow van 14.6 kg/s = 2424 kg (58% EDC, 37% VC, 5% HCL)
- De terugstroom uit C202B: max.16 ton (35% VC en 65% HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 77.3 ton (15249 kg HCl, 22092 kg VC en 39978 kg EDC) in 600 s (129 kg/s)

De faal frequentie is $70m * 1^{E-7} 1/m/jaar = 7^{E-6}$ 1/jaar

1.2.15 Scenario 16 Breuk ø 38/50 mm voedingsleiding H201D naar C201C vanaf terugslagklep(ø38 mm) tot kolom C201C

Leidinglengte is 1 m, debiet max. bij 50 mm ø: 51 kg/s, de kolom stroomt leeg in ca 200s .

De max. uitstroom hoeveelheid in 600 s wordt dan:

- De voeding aan de C201C 20.8 kg/s gedurende 600 s: 12480 kg (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)
- De inhoud van de kolom, S202C, leidingen en de diverse koelers: 42.1 ton (subselectie)(gemiddelde samenstelling volgens de MB: 64% EDC, 29% VC en 7% HCl) met uitzondering van:
 - o De afvoer naar C202 vanuit H211B gedurende 366 s: 5.6 kg/s *366 = 2050 kg (63%HCl, 35% VC)
 - o de afvoer via P202E/F naar de C202B gedurende 366s met een flow van 14.6 kg/s = 5344 kg (58% EDC, 37% VC, 5% HCL)
 - o de afvoer via P201C gedurende 200 s met een debiet van 0.7 kg/s: 140 kg(90% EDC en 10 % VC)(wordt verwaarloosd)
- De terugstroom uit C202B: max.16 ton (35% VC en 65% HCl)

De uitstroom bedraagt dan: 73.3 ton (14374 kg HCl, 20605 kg VC en 38311 kg EDC) in 600 s (122 kg/s)

In dit geval is de uitstroom ca 125 % te groot voor de afvoercapaciteit van 51 kg/s. de uitstroom duur wordt daarom gesteld op 1437s

De faal frequentie is $1m * 1^{E-6} 1/m/jaar = 1^{E-6}$ 1/jaar

1.2.16 Scenario 17 lek van refluxpomp P202E/F ,bodemafoer naar C202B en refluxleiding naar top C201C: ø152mm

Het gat heeft een grootte van 10% van de leidingdiameter van 152 mm: 15 mm.

Het debiet (8.5 barg, 45°C) is: 5.1 kg/s (57% EDC, 38% VC, 5% HCl) dit zal snel gedetecteerd worden door o.a. het gasdetectie systeem en procesalarmen waarna de kolom vanuit de controlekamer gestopt wordt, scenarioduur 1800 s.

De faalfrequentie is:

- voor lek van de pomp:	5.00 ^{E-5} 1/jaar
- 56.2 meter leiding 152 mm:	2.81 ^{E-5} 1/jaar
Totaal	7.81 ^{E-5} 1/jaar

1.2.17 Scenario 18 lekkage recirculatie leiding bodem C201C naar voeding C201C (ø 250 mm)

De leidingdiameter is 250 mm, het gat heeft een grootte van 25 mm. De leidinglengte is 70 m. De faalfrequentie is 3.5^{E-5} 1/jaar. Het debiet is (8.5 barg, 158°C): 13.1 kg/s (57% EDC, 38% VC, 5% HCl) gedurende 1800 s.

1.2.18 Scenario 19 Lekkage van leidingwerk van bodem C201C, P201C en bodemfilter F220E/F

De leidingdiameter is 100 mm, voor een gat van 10 mm is het debiet (8.5 barg, 158°C): 2,1 kg/s (90% EDC, 10% VC). Scenarioduur 1800 s

De faalfrequentie is:

- De leidinglengte is 20 m:	4.00 ^{E-5} 1/jaar
- Voor lek van de pomp:	5.00 ^{E-5} 1/jaar
- Voor lek van filter	1.00 ^{E-4} 1/jaar
Totaal	1.90 ^{E-4} 1/jaar

1.2.19 Scenario 20 Lekkage voedingsleiding naar de C201C

De leiding diameter is 450 mm. De diameter van het gat is 45 mm. De leidinglengte is 14 m. Het debiet (8.5 barg, 164°C) is 3.6 kg/s (43% EDC, 36% VC, 21% HCl), gedurende 1800 s geeft 6480 kg (43% EDC, 36% VC, 21% HCl)

De faalfrequentie is 9.00^{E-7} 1/jaar. Scenarioduur 1800 s

1.2.20 Scenario 21 Breuk afvoerleiding VC uit H211B naar S202C

Bij breuk van de afvoerleiding van de H211B naar de S202, diameter 75 mm is de uitstroomsnelheid enkelzijdig 50 kg/s als vloeistof VC echter de hoeveelheid VC die gecondenseerd wordt in H211B is ca. 2 kg/s en daarmee veel kleiner. Als damp vanuit de S202C is de uitstroming 6.4 kg/s van een HCl/VC mengsel, samenstelling ca. 70% VC en 30% HCl (7.6 barg, 26°C).

Het gasdetectie systeem zal alarmeren in de controle kamer waarde de operator onmiddellijk de noodstop bedient, de kolom wordt gestopt en drukloos gemaakt

De uitstroming in 600s wordt dan:

- Als VC $600 \times 2 \text{ kg/s} + 600 \times 0.7 \times 6.4 \text{ kg/s} = 3888 \text{ kg VC}$
- Als HCl $600 \times 0.3 \times 6.4 \text{ kg/s} + 600 \times 0.065 \times 6.4 \text{ kg/s} = 3648 \text{ kg HCl}$

De faalfrequentie is $57 \text{ m} \times 3^{\text{E-7}} = 1.71^{\text{E-5}}$ 1/jaar.

Appendix 4: Ontstekingsbronnen

1: Welplaatweg	Overdag 120 auto's per uur. Nacht 8 auto's per uur. Snelheid 80 km/uur Ontstekingskans 0,4 Tijd 60 sec.
2: Weg rondom VCB	Overdag 20 auto's per uur. Nacht 0 auto's per uur. Snelheid 30 km/uur Ontstekingskans 0,4 Tijd 60 sec.
3: Parkeerplaats	Ontsteking gebied Ontstekingskans 0,9 Tijd 60 sec.
4: Spuitplaats	Ontsteking gebied alleen overdag Ontstekingskans 0,9 Tijd 60 sec.
5: Fornuizen	Ontsteking gebied Ontstekingskans 0,9 Tijd 60 sec.
6: Verlading schip	Ontsteking punt, 10% overdag Ontstekingskans 0,5 Tijd 60 sec.

Appendix 5: Resultaten

1. Effectafstanden SMEZ



QRASHin Etsu 2019
821 NL SMEZ.xlsx



2. Resultaten van de ranking van het plaatsgebonden risico



IR Ranking Grid SE
QRA 2019 na correct



3. Resultaten van het groepsrisico



SR Ranking Grid SE
QRA 2019 na correct



4. PSU file



QRASHin Etsu 2019
821 NL ZR na correc



Appendix 6: Verwijzing naar Veiligheidsrapport

Tabel 16 Overzicht van de elementen die in een QRA gerapporteerd moeten worden (ref. 1)

	Onderwerp	Vertrouwelijk/ openbaar	Verwijzing naar hoofdstuk in Veiligheidsrapport
1	Algemene rapportgegevens		VR 1.1.1
	Administratieve gegevens: naam en adres van de inrichting	Openbaar	
	Reden opstellen QRA	Openbaar	
	Gevolgde methodiek Rekenmethodiek Bevi met versienummers	Openbaar	
	Peildatum QRA	Openbaar	
2	Algemene beschrijving van de inrichting		VR 1.2
	Doel van inrichting: hoofdactiviteiten en producten	Openbaar	
	Ligging en lay-out van bedrijfsterrein, aan de hand van kaart(en) op schaal gedetailleerder dan 1:10.000. Aangegeven zijn: - in- en uitgangen, wegen - installaties (proces, opslag, laad/losinstallatie) - kantoren/gebouwen/locaties waar personen (kunnen) zijn - noordpijl en schaalindicatie - terreingrens	Openbaar	
2.1	<i>De procesbeschrijving van de doorgerekende installaties</i>		VR 1.2.6 en VR 2.1 (procesbeschrijvingen inclusief PFD's ,grenzen waarbuiten verhoogd gevaar aanwezig is, relevante fysische/chemische eigenschappen) Hoofdstuk 2.1 wordt ingedeeld per unit zie hieronder gekopieerde inhoudsopgave van paragraaf 2.1 van het VR

	Doel van het proces	Openbaar	
--	---------------------	----------	--

	Onderwerp	Vertrouwelijk/ openbaar	Verwijzing naar hoofdstuk in Veiligheidsrapport
	Reactievergelijkingen met daarbij: • nevenreacties • warmteeffecten • reactiesnelheden	Openbaar	
	Procesflow diagram (PFD) Toelichting: hier kan in de tweede, openbare tekst volstaan worden met een vereenvoudigd PFD waarin enkel de belangrijke apparatuur is opgenomen. De vervangende tekst voor de vertrouwelijke onderdelen van de procesbeschrijving kan bestaan uit een algemene samenvatting.	Vertrouwelijk	
	met daarin: • belangrijke apparatuur • regelkringen • inlokafsluiters	Vertrouwelijk	
	Grenzen waarbuiten verhoogd gevaar aanwezig is (reactie-excursie e.d.) druk, temperatuur en concentratie.	Vertrouwelijk	
	Beschrijving van de relevante fysische en chemische eigenschappen van de aanwezige gevaarlijke stoffen, mengsels en reactieproducten: • naam • samenstelling bij mengsels • chemische formule • CAS-nummer • GEVI code • gevaarsetikettering voor andere zaken verwijzing naar informatie in het TDP. (zie opmerking 5)	Openbaar	
2.2	<i>De doorgerekende installatie en de lay-out</i>		VR 2.2 zie hieronder de gekopieerde inhoudsopgave van paragraaf 2.2 van het VR
	Plattegrond met legenda, Toelichting: hier kan gebruik worden gemaakt van de onder 1 reeds gegeven plattegrond waarin de betreffende installatie specifiek is aangegeven	Openbaar	

	Onderwerp	Vertrouwelijk/ openbaar	Verwijzing naar hoofdstuk in Veiligheidsrapport
	waarop aangegeven: • locatie van installatiedelen • indeling van opslagruimten • tankput dijken	Vertrouwelijk	
	Capaciteit/doorzet/aantal batches per jaar	Openbaar	
	Volgens vergunning toegestane hoeveelheden stof	Openbaar	
	Onderverdeling van de installatie in secties en/of insluitsystemen, ingeblokt door afstandsbediende afsluiters. Toelichting: ook hier dient een vervangende algemene tekst te worden opgenomen	Vertrouwelijk	
	Beschrijving van werking van de insluitsystemen (reactietijden)	Vertrouwelijk	

Hoofdstuk	Titel	paginanummer
2	Installatiebeschrijvingen	74
2.1	Procesbeschrijving	74
2.1.1	U100 directe chlorering	75
2.1.2	U200 thermisch kraken	88
2.1.3	U300 oxychlorering (inclusief unit 370)	100
2.1.4	U400 EDC opslag / VC opslag / koud VC opslag	112
2.1.5	U1700 ventsysteem	117
2.1.6	U1900 afgasverbranding	123
2.1.7	U2000 Verlading	127
2.1.8	Stoom, (werk)lucht en het stikstofsysteem	133
2.2	Installatie en lay-out	134
2.2.1	Overzichtstekening VCB	134
2.2.2	Indicatie van de hoeveelheden stof en variatie	135
2.2.3	Werkings van de installatie, afzonderlijk installatiedelen en gebouwen	136
2.2.4	Units en insluitsystemen	136