



Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)

DOC Kaas B.V. te Hoogeveen

In opdracht van	DOC Kaas B.V.
Kenmerk	DOHO.1031.20210412.NK.MS
Datum	12 april 2021
Versie, Status	Versie 2, Definitief



Inhoudsopgave

1. INLEIDING	3
1.1 Algemeen.....	3
1.2 Doel van project	3
1.3 Leeswijzer	3
2. BESCHRIJVING LOCATIE	4
2.1 Ligging en locatiebeschrijving	4
2.2 Selectie van activiteiten	5
3. WETTELIJK KADER.....	6
3.1 Algemeen.....	6
3.2 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten.....	6
3.3 Plaatsgebonden risico (PR).....	7
3.4 Groepsrisico (GR).....	7
4. MODELLERINGSGEGEVENS.....	8
4.1 Modelparameters en algemene uitgangspunten	8
4.2 Tankopslag salpeterzuur	8
4.2 Verlading salpeterzuur	10
4.3 Leidingtransport	12
5. RESULTATEN.....	14
5.1 Algemeen.....	14
5.2 Effectafstanden	14
5.3 Plaatsgebonden risico	14
5.3 Groepsrisico (GR).....	14
6. CONCLUSIES	15
BIJLAGE 1	16
BIJLAGE 2	17



1. Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van DOC Kaas B.V. (hierna DOC Kaas) heeft Adviesbureau SAM B.V. een Kwantitatieve Risico Analyse (QRA) uitgevoerd voor de bedrijfsactiviteiten van DOC Kaas ter plaatse van de inrichting aan de Alteveerstraat 70 te Hoogeveen. Bij DOC Kaas wordt 60% salpeterzuur in een bovengrondse tank opgeslagen. Op grond van het veiligheidsinformatieblad (VIB) wordt deze stof geclassificeerd als 'Giftig bij inademing' (H331). Daarmee wordt het gezien als een vergiftige of zeer vergiftige stof, opgeslagen in een insluitsysteem met een inhoud van meer dan 1.000 liter, zoals omschreven in artikel 1b van de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi). Inrichtingen met een dergelijke opslagvoorziening zijn niet-categoriaal, wat betekent dat er een Kwantitatieve Risico Analyse (QRA) nodig is.

De hoofdactiviteit van DOC Kaas is het verwerken van melk tot kaas, magere melkcondens, melkpoeder en room. Tevens verwerkt het bedrijf de ontstane wei tot osmosewei, weicondens en weipoeder. De dunne producten melk en wei worden daarnaast ook voor verkoop afgeleverd. Het bedrijf vraagt een nieuwe revisievergunning aan op grond van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo). De voorliggende Kwantitatieve Risico Analyse is onderdeel van de aanvraag van deze revisievergunning.

De QRA berekening is uitgevoerd met het rekenprogramma Safeti-nl, versie 8.3 en de bijbehorende Handleiding Risicoberekeningen Bevi v 4.3 (1 januari 2021).

1.2 Doel van project

Met behulp van een kwantitatieve risico analyse (QRA) worden de gevaren voor de externe veiligheid (risico's die ver buiten de inrichtingsgrenzen reiken) als gevolg van ongewenste calamiteiten binnen de inrichting gekwantificeerd.

1.3 Leeswijzer

Dit document bestaat na deze inleiding uit vijf hoofdstukken. De modelleringsgegevens zijn opgenomen in hoofdstuk 4, met de resultaten van de Kwantitatieve Risico Analyse (QRA) in hoofdstuk 5. Eerst is een omschrijving opgenomen van de bedrijfslocatie (hoofdstuk 2) en van het wettelijk kader met betrekking tot externe veiligheid (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 6 zijn de conclusies van het onderzoek weergegeven.

2. Beschrijving locatie

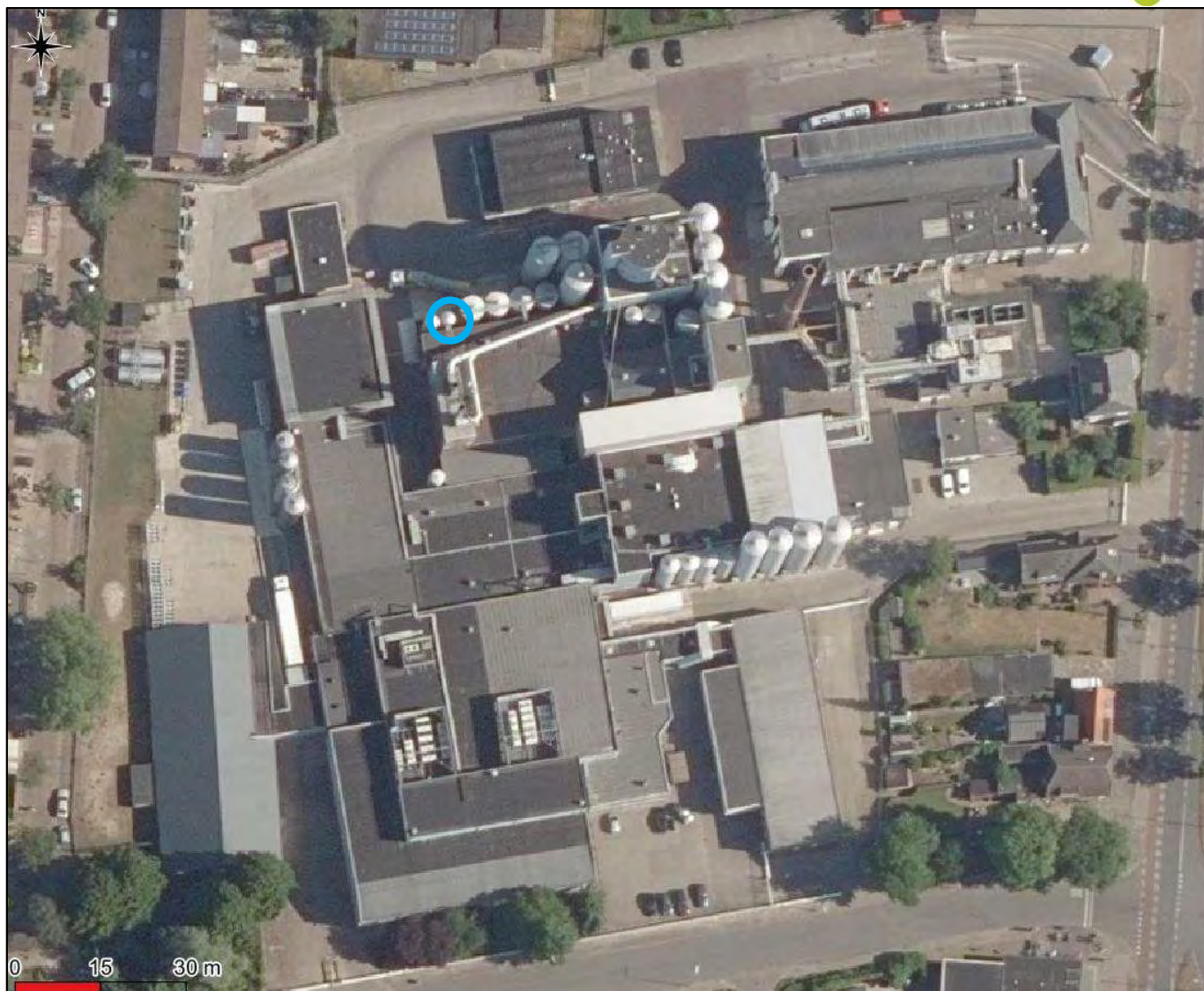
2.1 Ligging en locatiebeschrijving

DOC Kaas is gevestigd aan de Alteveerstraat 70 te Hoogeveen, in de wijk Venesluis, ten zuidwesten van het centrum. De inrichting is aan vier zijden omgeven door woonbebouwing. Naast woningen zijn in de directe omgeving van DOC Kaas een sportaccommodatie, kinderopvang, enkele winkels en horeca en een kerkgebouw gevestigd. Ten zuidwesten van het bedrijfsterrein bevindt zich een begraafplaats. Afbeelding 1 geeft de ligging weer van het terrein van DOC Kaas in de omgeving.



Afbeelding 1. Bovenaanzicht van de bedrijfslocatie (blauw kader = terrein van het DOC Kaas).

De hoofdactiviteit van DOC Kaas is het verwerken van melk tot kaas, magere melkcondens, melkpoeder en room. Het salpeterzuur wordt door DOC Kaas toegepast in de reinigingsprocessen. Hiervoor beschikt het bedrijf over opslag van 60% salpeterzuur in een bovengrondse tank (20 m^3). De locatie van de salpeterzuurtank op het terrein van DOC Kaas is weergegeven in afbeelding 2.



Afbeelding 2. Locatie opslagtank salpeterzuur op het terrein van DOC Kaas (blauwe cirkel).

2.2 Selectie van activiteiten

In deze risicostudie zijn de volgende activiteiten geselecteerd:

- De bovengrondse opslagtank voor 60% salpeterzuur (zie afbeelding 2): inhoud 20 m^3 ;
- Verlading van salpeterzuur vanuit een tankauto: 52 keer per jaar, 15 ton per keer;
- Leidingtransport salpeterzuur.

In deze risicostudie zijn de volgende activiteiten niet geselecteerd:

- PGS 15 opslagvoorzieningen voor verpakte gevaarlijke stoffen die zijn weergegeven op de tekening in bijlage 1-06 van de revisieaanvraag. Deze opslagvoorzieningen zijn niet relevant voor de QRA, gezien het opslag van minder dan 10 ton per opslagvoorziening betreft.
- Ammoniakkoelinstallatie (2.518 kg NH_3).
Binnen de inrichting is een ammoniakkoelinstallatie aanwezig met een inhoud van 2.518 kg . Deze valt onder de werkingssfeer van het Bevi. De eigenschappen van deze installatie zijn echter zodanig dat het om een categoriale inrichting gaat. Voor deze ammoniakkoelinstallatie is de toetsing aan het Bevi weergegeven in paragraaf 8.5.1 van het hoofddocument (bijlage 0) van de revisieaanvraag. Daarom is de installatie niet meegenomen in de QRA.



3. Wettelijk kader

3.1 Algemeen

Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi) van kracht worden. Gelijktijdig daarmee is de Revi (Regeling externe veiligheid inrichtingen) gepubliceerd met daarin opgenomen onder andere tabellen met vaste veiligheidsafstanden, rekenvoorschriften etc. In dit hoofdstuk paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van het Bevi voor zover relevant voor deze QRA.

3.2 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Externe veiligheid beschrijft de kans dat een persoon die omwonend is bij een bedrijf waar gewerkt met gevaarlijke stoffen, slachtoffer wordt van deze werkzaamheden.

Het Bevi maakt daarbij onderscheid tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Kwetsbare objecten zijn objecten die of vanwege hun functie of vanwege de aanwezigheid van veel personen beschermd moeten worden. Beperkt kwetsbare objecten zijn objecten die vanwege de aard ervan minder bescherming nodig hebben dan kwetsbare objecten. Objecten die niet onder een van beide categorieën kunnen worden ingedeeld, worden vanuit het oogpunt van externe veiligheid niet als kwetsbaar beschouwd. De normen uit het Bevi zijn op dergelijke objecten niet van toepassing. Onderstaande tabel geeft een overzicht van (beperkt) kwetsbare objecten.

Kwetsbare objecten	Beperkt kwetsbare objecten
Woningen	Verspreid liggende woningen (2/ha)
Ziekenhuizen, bejaarden- en verpleeghuizen e.d.	Dienst- en bedrijfswoningen
Scholen en dagopvang minderjarigen	Kantoorgebouwen (< 1500 m ²)
Kantoorgebouwen en hotels (> 1500 m ²)	Hotels en restaurants (< 1500 m ²)
Winkelcentra (> 1000 m ² > 5 winkels)	Winkels
Winkel met supermarkt (> 2000 m ²)	Sport- , kampeer- en recreatieterreinen (<50 personen)
Kampeer- en verblijfsrecreatieterrein (> 50 pers.)	Bedrijfsgebouwen
Andere gebouwen met veel personen	Equivalente objecten
	Objecten met hoge infrastructurele waarde

Let op: hoewel bedrijfsgebouwen als beperkt kwetsbare objecten worden aangemerkt, worden bedrijfsgebouwen van inrichtingen die onder het Bevi vallen niet als beperkt kwetsbaar object aangemerkt bij de toepassing van de normen voor het plaatsgebonden risico.

Het risicobeleid is gestoeld op twee risicomaten:

- Plaatsgebonden risico (PR): dit is het risico op een specifieke locatie. Middels risicocontouren, waarbij punten met hetzelfde risico worden verbonden tot een contour, worden deze risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt;
- Groepsrisico (GR): aan de hand van de personendichtheid in het invloedsgebied van een inrichting kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten F(N)-curve berekend waarin de kans op het aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal doden.



3.3 Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico beschrijft de kans op overlijden van een persoon in de vorm van risicocontouren op een kaart in de omgeving van het bedrijf. Het geeft, met andere woorden, aan wat de exacte kans is dat een persoon overlijdt wanneer hij zich, onbeschermd, in het op de kaart aangegeven gebied bevindt. Bij het berekenen van het risico wordt ervan uitgegaan dat een persoon zich 24 uur per dag op deze plek bevindt.

Conform de artikelen 4, 6 en 7 van het Bevi de volgende grens- en richtwaarden:

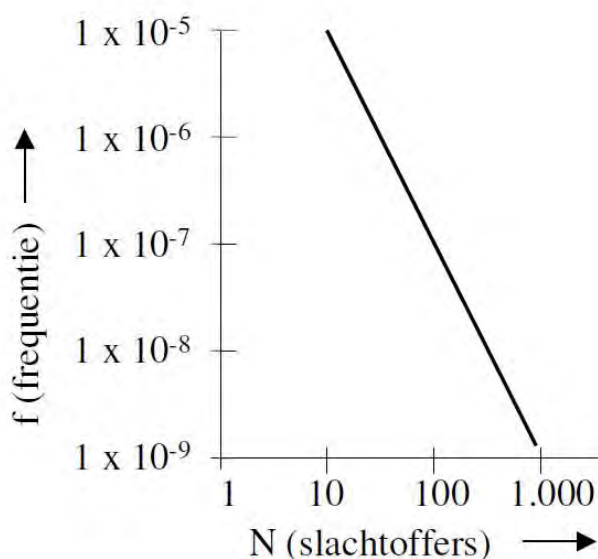
- De grenswaarde voor al dan niet geprojecteerde kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar;
- De richtwaarde voor al dan niet geprojecteerde beperkt kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar.

3.4 Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico ligt in het verlengde van het plaatsgebonden risico en gaat uiteindelijk uit van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen en geeft de kans dat een bepaalde groep personen tegelijkertijd slachtoffer kunnen worden door toedoen van een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Het groepsrisico kent een oriëntatiewaarde.

De oriëntatiewaarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. In sommige gevallen kan toch een vergunning worden verleend als de oriëntatiewaarde wordt overschreden. In alle gevallen moet door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht.

In de onderstaande grafiek is de oriëntatiewaarde weergegeven.





4. Modelleringsgegevens

4.1 Modelparameters en algemene uitgangspunten

De QRA berekening is uitgevoerd met het rekenprogramma Safeti-nl, versie 8.3 en de bijbehorende Handleiding Risicoberekeningen Bevi v 4.3 (1 januari 2021).

Meteogegevens

Voor de verspreiding van gas zijn meteorologische gegevens zoals windrichting, windsnelheid en stabiliteit van belang. Het gehanteerde meteorologisch weerstation is Nederland.

Ruwheidslengte

De gehanteerde ruwheidslengte is afgeleid uit de PreSRM-ruwheidskaart. In de directe omgeving van DOC Kaas bedraagt de ruwheidslengte op grond daarvan 0,72 meter.

Populatiegegevens

Voor de berekening van het Groepsrisico (GR) is de populatie binnen het invloedsgebied van de risicobron bepaald, waarbij populatie binnen de eigen inrichting niet meegenomen hoeft te worden. Met behulp van de BAG-populatieservice is de populatie binnen het invloedsgebied geïnterpreteerd.

De inrichting is gelegen in de bebouwde kom van Hoogeveen. De inrichting is aan vier zijden omgeven door woonbebouwing. Naast woningen zijn in de directe omgeving van DOC Kaas een sportaccommodatie, kinderopvang, enkele winkels en horeca en een kerkgebouw gevestigd. Ten zuidwesten van het bedrijfsterrein bevindt zich een begraafplaats.

De geselecteerde installaties en invoergegevens

Zie hiervoor paragraaf 2.2.

4.2 Tankopslag salpeterzuur

Conform de handleiding risicoberekening zijn de LOC-scenario's voor de geselecteerde tankopslaginstallaties bepaald en in tabel 1 weergegeven.

De opslag van salpeterzuur (60%) vindt plaats in een enkelwandige atmosferische bovengrondse opslagtank, vrij van de ondergrond opgesteld. De inhoud van de salpeterzuurtank bedraagt in de aangevraagde situatie 20 m³, met een maximale vloeistofhoogte binnen de tank van 5,26 meter.

Er is aangesloten bij de scenario's voor een dergelijke tank zoals beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi:

Tabel 1 Scenario's volledig omsloten opslagtanks conform Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

	Frequentie (per jaar)
1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-6}
2. Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5×10^{-6}
3. Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-4}



Het bij DOC Kaas opgeslagen salpeterzuur (60%) is een waterige oplossing. Bepalend voor de toxische effecten van een dergelijke waterige oplossing is de uitdamping van de toxische plas die ontstaat bij vrijkomen van de vloeistof. De inhalatietoxische effecten van een gevaarlijke stof vinden namelijk pas plaats wanneer de stof naar een gas- of dampfase overgaat.

Voor dergelijke waterige oplossingen moet de bronterm voor de verspreiding van giftige en/of ontvlambare componenten met een externe berekening worden bepaald. Om de risico's te berekenen van een (sterk geconcentreerde) waterige oplossing heeft het RIVM een rekenmethodiek opgesteld:

- Bepaal het oppervlak van de plas op basis van bijvoorbeeld een tankput.
- Bereken de bronterm ten gevolge van plasverdamping onder verwaarlozing van warmte overdracht via de ondergrond, instraling en convectie op basis van de formules uit het Gele Boek (zie afbeelding 3).
- Definieer een user-defined source (scenario "pool source (radius)") in Safeti-NL met de berekende bronterm en een temperatuur van 282 K.

$q_v = q''_v \times A$	(kg/s)
$q''_v = k_m \times P_v \times \mu / (R \times T_{ps})$	(kg/(m ² s))
$k_m = C_{m\&m} \times u_{w,10}^{0.78} \times (2 \times r)^{-0.11} \times Sc^{-0.67}$	(m/s)
$Sc = \nu_v / D_a \approx 0.8$	(-)
met	
$C_{m\&m}$	0.004786 (m ^{0.33} /s ^{0.22})
k_m	Massa transfer coefficient (m/s)
P_v	Partiële dampspanning gevaarlijke stof (N/m ²)
r	Straal vloeistofplas (m)
R	Gasconstante (J/(mol K))
Sc	Schmidt getal (-)
T_{ps}	temperatuur vloeistofplas (K)
$u_{w,10}$	windsnelheid op 10 meter hoogte (m/s)
μ	molecuulgewicht (kg/mol)
ν_v	viscositeit damp ¹² (m ² s)
D_a	Diffusie coefficient damp in lucht ¹² (m ² /s)
Ga hierbij uit van:	
– een gemiddelde windsnelheid (5 m/s) op 10 meter hoogte	
– een cirkelvormige plas	
– een temperatuur van de vloeistofplas gelijk aan de opslagtemperatuur, met 282 K als minimum.	

Afbeelding 3. Bepaling bronterm q_v (kg/s) voor waterige oplossingen (bron: Handleiding Risicoberekeningen Bevi).

De brontermberekeningen zijn opgenomen in bijlage 2 van deze rapportage. Hiertoe is eerst de oppervlakte van de vloeistofplas bepaald door de uitgestroomde hoeveelheid te delen door een plasdikte van 5 mm conform de Handreiking Risicoberekeningen Bevi. De maximaal uitgestroomde hoeveelheid vloeibaar 60% salpeterzuur (m³) is voor de verschillende scenario's als volgt bepaald:

- Vrijkomen gehele inhoud (instantaan/constante stroom in 10 minuten): 20 m³ (inhoud tank);
- Lekkage met effectieve diameter 10 mm: aantal kg/s zoals berekend met Safeti-NI behorend bij een dergelijk lek uit een atmosferische tank met een 'tank head' gelijk aan maximale hoogte vloeistof, namelijk 5,26 meter.



Het aantal kg/s zoals berekend door Safeti-NI betreft vloeibaar NO₂. Om dit getal te kunnen gebruiken voor het berekenen van het maximale plasoppervlak, is dit omgerekend naar vloeibaar 60% salpeterzuur op basis van een conversiefactor (verhouding tussen de dichtheden: 1.362 kg/m³ en 1.450 kg/m³). Het aantal kg salpeterzuur bedraagt vervolgens het aantal kg/s maal de uitstroomduur van het scenario.

De bovengrondse opslagtank voor 60% salpeterzuur bevindt zich in werkelijkheid in een lekbak met afstroming richting het vuilwaterriool, hetgeen zorgt voor een kleiner vloeistofoppervlak dan berekend op basis van een plasdikte van 5 mm. Ondanks de aanwezigheid van de bodembeschermende voorziening in de berekeningen toch het scenario meegenomen dat de uitstromende vloeistof buiten de lekbak terechtkomt. In de brontermberekeningen (bijlage 2) is dit zichtbaar doordat de (middels Safeti-NI) berekende maximale oppervlakte niet naar beneden is bijgesteld. In plaats daarvan zijn de maximale oppervlaktes gehanteerd behorend bij de situatie dat de lekbak niet aanwezig zou zijn en het vrijgekomen salpeterzuur vrij in alle richtingen weg kan stromen. Dit betreft dus een worstcasebenadering.

Voor scenario's waarbij de opslagtank instantaan faalt, dient conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi rekening te worden gehouden met een factor 1,5 maal het plasoppervlak. Voor een van de scenario's behorend bij de opslagtank ('instantaan vrijkomen gehele inhoud') is dit van toepassing (zie bijlage 2).

De uitdamping van salpeterzuur uit de vloeistofplas is vervolgens berekend met de formules die zijn weergegeven in afbeelding 3. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Partiële dampspanning bij een temperatuur van ca. 282 K: 115 Pa¹.
- Molecuulmassa: 63 g/mol

Het resultaat van deze berekening wordt in bijlage 2 aangeduid als bronterm salpeterzuur (kg/s).

Salpeterzuur ontleedt onder invloed van licht of warmte naar onder andere NO_x. De toxische effecten van de vrijgekomen NO_x worden daarom beschouwd. De molverhouding tussen salpeterzuur en stikstofdioxide (NO₂) is 1:1 volgens de reactie: $4 \text{ HNO}_3 \rightarrow 4 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Samen met de molecuulmassa van stikstofdioxide (46 g/mol) resulteert dit in een bronterm NO₂ (kg/s).

4.2 Verlading salpeterzuur

Het 60% salpeterzuur wordt door middel van bulkverlading met tankwagens geleverd. Het gaat om tankwagens met een atmosferische tank. Het aantal vrachten per jaar is weergegeven in paragraaf 2.2. Hierbij zijn de volgende scenario's vastgesteld op basis van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi met bijbehorende initiële faalkansen:

Tabel 2 Scenario's tankauto met atmosferische opslagtank conform Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

	Frequentie (per jaar)
1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	1×10^{-5}
2. Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	5×10^{-7}

Tevens zijn in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi scenario's gedefinieerd voor de losslang:

¹ Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8th ed. (0,84 mm Hg = 115 Pa).



Tabel 3 Scenario's verlading (losslang) conform Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

	Frequentie Laad-/losslang (per uur)
1. Breuk van de laad-/losslang	4×10^{-6}
2. Lek van de laad-/losslang met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm.	4×10^{-5}

De vier bovenstaande scenario's zoals weergegeven in tabel 2 en tabel 3, zijn meegenomen in de berekeningen.

Voor de scenario's verlading (tabel 3) is de initiële faalkans gedefinieerd per uur. De faalkans per jaar is berekend door deze te vermenigvuldigen met het aantal uur per jaar dat lossen plaatsvindt (aantal verladingen per jaar maal de losduur). De losduur wordt ingeschat op basis van de te verladen hoeveelheid 60% salpeterzuur (15 ton) en het gemiddelde pompdebiet van 400 liter per minuut.

Het ingrijpen van een operator bij de verlading kan worden meegenomen in de QRA, mits voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:

1. De ter plaatse aanwezige operator heeft van het begin tot en met het einde van de verlading zicht op de verlading en de laad-/losslang. In het bijzonder zit de operator tijdens de verlading niet in de cabine van de tankwagen of binnen in een gebouw.
2. Het ter plaatse aanwezig zijn van de operator wordt geborgd door een voorziening zoals een dodemansknop of door een procedure in het veiligheidsbeheerssysteem en wordt tijdens inspecties gecontroleerd.
3. Het inschakelen van de noodstopvoorziening door de aanwezige operator in het geval van een lekkage tijdens de verlading is vastgelegd in een procedure.
4. De ter plaatse aanwezige operator is voldoende opgeleid en is tevens bekend met de geldende procedures.
5. De noodstopvoorziening is volgens geldende normen gepositioneerd, zodanig dat er in korte tijd ongeacht de uitstroomrichting een noodknop bediend kan worden.

In dat geval kan de standaard uitstroomduur van 30 minuten (1.800 seconde) vanwege het ingrijpen van een operator worden ingekort tot 2 minuten (120 seconde). Het effectief aanspreken van een noodstopvoorziening heeft echter een faalkans van 0,1 per aanspraak, conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

DOC Kaas heeft diverse procedures en maatregelen genomen waarbij het ingrijpen van een operator wordt geborgd bij het falen van verladingsscenario's (breuk en lek van losslang). Tijdens verlading is er continu toezicht door een operator van DOC Kaas en de chauffeur van de tankwagen. Er wordt voldaan aan de voorwaarden gesteld in de HRB, paragraaf 4.2.6. Dit is de reden dat in de berekeningen (zie bijlage 2) voor verlading zowel scenario's met ingrijpen operator (vervolgkans 0,9) en zonder ingrijpen operator (vervolgkans 0,1) zijn meegenomen. Deze vervolgkans bepaalt samen met (vermenigvuldigd met) de initiële faalkans en de lostijd per jaar de faalkans voor het specifieke scenario zoals dit in Safeti-NI is ingevoerd.



Voor de scenario's 'tankauto' (tabel 2) geldt naast de initiële faalkans (jaar⁻¹) een aanwezigheidsfractie, gezien de verladersactiviteiten niet gedurende het gehele jaar plaatsvinden. De in Safeti-NI gehanteerde faalkans wordt voor de 'tankauto' scenario's berekend door de initiële faalkans met deze aanwezigheidsfractie te vermenigvuldigen (zie bijlage 2). De aanwezigheidsfractie wordt berekend op basis van het aantal leveringen per jaar (52x) en de tijd dat de tankauto per keer op het terrein van DOC Kaas verblijft. Aangenomen is dat de tankauto per bezoek 30 minuten langer op het terrein verblijft dan de lostijd zoals deze voor de scenario's uit tabel 3 in het model zijn meegenomen.

Net als voor de tankopslag geldt dat 60% salpeterzuur ten behoeve van de scenario's 'tankauto' en verlading is meegenomen op basis van een brontermberekening vanuit de vloeistofplas resulterend in een bronterm NO₂ (kg/s). De maximale oppervlakte van de vloeistofplas is daarbij berekend op basis van de hoeveelheid vrijgekomen salpeterzuur (m³) – berekend door aantal kg te delen door de dichtheid – en een standaarddikte van 5 mm conform de Handreiking Risicoberekeningen Bevi. Het aantal kg salpeterzuur is voor de verschillende scenario's als volgt berekend:

- voor de 'tankauto' scenario's is dit gelijk aan 15 ton (inhoud tankwagen);
- voor lekkage losslang is een aantal kg/s berekend met Safeti-NI, op basis van een lekkage met effectieve diameter van 10% (in dit geval 7,62 mm) van de nominale diameter losslang (3 inch) en een 'hoogte tankwagen' van 2 meter;
- voor breuk losslang zijn er twee deelstromen bij elkaar opgeteld:
 - o uitstroming vanuit de tankwagen, gelijk aan 1,5x het pompdebiet van 400 liter per minuut (conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi);
 - o terugstroming vanuit de opslagtank: aantal kg/s zoals berekend met Safeti-NI behorend bij uitstroming uit een atmosferische tank met een 'tank head' gelijk aan maximale hoogte vloeistof, namelijk 5,26 meter.

Het aantal kg/s zoals berekend door Safeti-NI betreft net als bij de tankopslag vloeibaar NO₂. Om deze getallen te kunnen gebruiken voor het berekenen van het maximale plasoppervlak, is dit omgerekend naar vloeibaar 60% salpeterzuur op basis van dezelfde conversiefactor. Het aantal kg salpeterzuur bedraagt vervolgens het aantal kg/s maal de uitstroomduur van het scenario. In bepaalde gevallen is het berekende aantal vrijgekomen kg vloeibaar salpeterzuur echter groter dan de inhoud van de tankwagen. In dat geval is het aantal vrijgekomen kg vloeibaar 60% salpeterzuur gelijkgesteld aan de inhoud van de tankauto.

Worstcase is ervoor gekozen om de (middels Safeti-NI) berekende maximale oppervlakte (zie bijlage 2) niet naar beneden bij te stellen als gevolg van de aanwezigheid van een bodembeschermende voorziening. Deze aanpak is worstcase. Een eventueel aanwezige bodembeschermende voorziening zou leiden tot een beperktere oppervlakte van de vloeistofplas en daarmee tot een kleinere emissie van salpeterzuur.

4.3 Leidingtransport

Vanuit de bovengrondse opslagtank (buiten) wordt het 60% salpeterzuur verpompt door een leiding naar de locaties waar dit wordt toegepast. Daar wordt het salpeterzuur verdund. Vanaf die punten wordt het salpeterzuur niet langer in de berekeningen meegenomen. De in het onderzoek meegenomen leiding voor 60% salpeterzuur heeft vanaf de opslagtank gezien eerst een diameter van 25 mm (lengte 103 m), waarna de leiding splitst in drie leidingen met diameter 15 mm richting de kaasmakerij / verdeelkast 06-08 (lengte 228 m incl. verdere vertakkingen), verdeelkast 03-03 (lengte 134 m incl. verdere vertakkingen met diameter 15 mm) en de CIP poederfabriek (lengte 14 m). Vanuit de verdeelkast 03-03 loopt ook een vertakking met diameter 25 mm (lengte 84 m) richting de CIP voorfabriek.

Alle leidingen voor 60% salpeterzuur zijn bovengronds. Voor het leidingtransport salpeterzuur zijn conform de Handreiking Risicoberekeningen Bevi de volgende scenario's meegenomen:



Tabel 4 Scenario's leidingtransport salpeterzuur conform Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

	Frequentie (per meter per jaar) nominale diameter < 75 mm
1. Breuk van de leiding	1×10^{-6}
2. Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-6}

Voor de scenario's in tabel 4 is de initiële faalkans gedefinieerd per meter van de leiding. In bijlage 2 is de faalkans voor de scenario's m.b.t. leidingtransport berekend door deze initiële faalkans met de lengte van de betreffende leidingen te vermenigvuldigen.

Net als voor de tankopslag en de verlading van salpeterzuur is ook voor de 'leidingtransport' scenario's gerekend op basis van een brontermberekening vanuit de vloeistofplas resulterend in een bronterm NO₂ (kg/s). De maximale omvang van de vloeistofplas is – net als bij verlading en lek vanuit de opslagtank 10 mm – bepaald op basis van de maximaal vrijgekomen hoeveelheid vloeibaar salpeterzuur in het scenario (kg/s):

- breuk van de leiding: 1,5x het pompdebiet (als alle installaties aan staan, verpompt de pomp 1.500 liter per uur (dus worstcase), conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi;
- lekkage van de leiding: berekend met Safeti-NI, op basis van een lekkage met effectieve diameter van 10% van de nominale leidingdiameter.

Het aantal kg/s zoals berekend door Safeti-NI betreft opnieuw vloeibaar NO₂, dus is dit omgerekend naar vloeibaar 60% salpeterzuur op basis van dezelfde conversiefactor (o.b.v. dichtheden) en vervolgens vermenigvuldigd met de duur van het scenario om het aantal vrijgekomen kg vloeibaar salpeterzuur te berekenen.

Vanwege het gebruik van brontermberekeningen dient in Safeti-NI een user-defined source te worden gebruikt voor het leidingtransport. Een user-defined source kan in het model niet als lijnbron (polylijn) worden gedefinieerd. Daarom is ervoor gekozen om het leidingtransport van salpeterzuur te modelleren als vijf afzonderlijke puntbronnen (2x leidingdiameter 25 mm en 3x leidingdiameter 15 mm).

5. Resultaten

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de contouren van het plaatsgebonden risico (PR) op een kaart gepresenteerd. Het groepsrisico wordt weergegeven als een F(N)-curve. De PR-contouren en F(N)-curves worden vergeleken voor de verschillende situaties zoals omschreven in paragraaf 2.2.

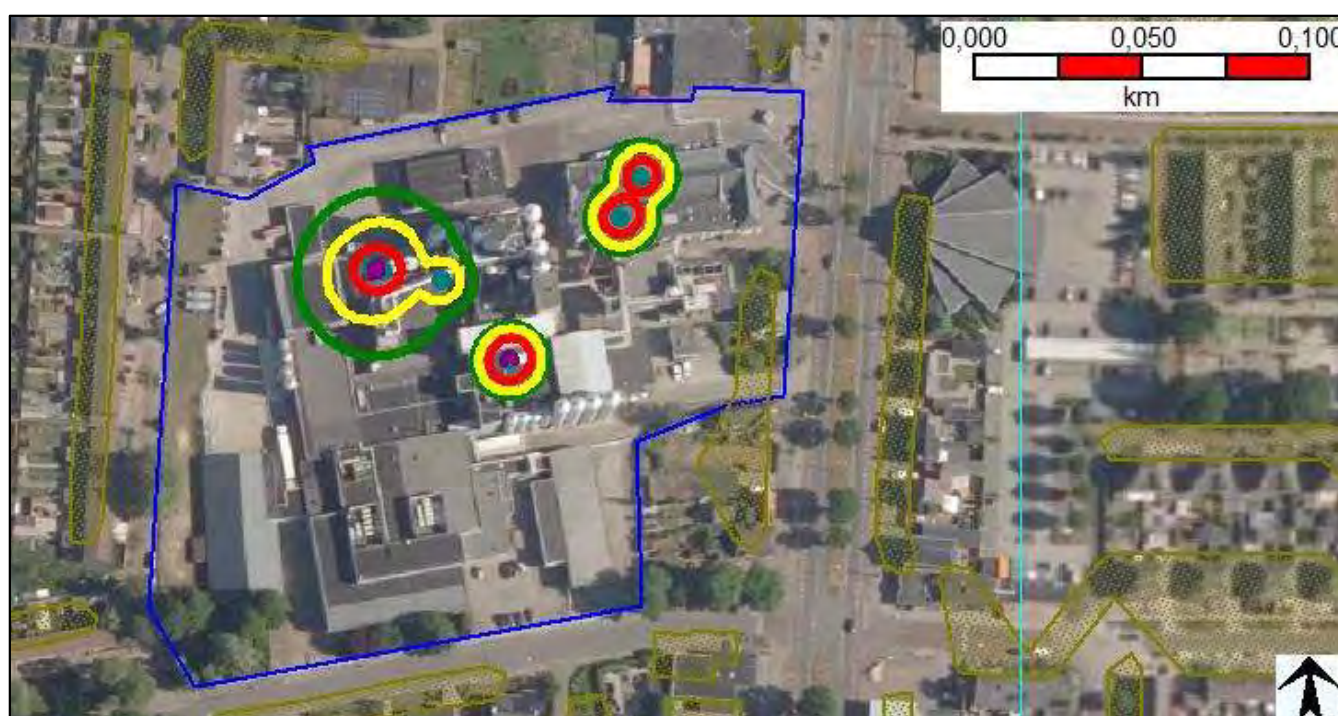
5.2 Effectafstanden

Een overzicht met daarin de maximale effectafstand voor elk scenario is opgenomen in bijlage 1 van dit rapport.

5.3 Plaatsgebonden risico

De onderstaande afbeelding 4 geeft de PR-contouren weer van de activiteiten van DOC Kaas in de aangevraagde situatie (zoals omschreven in paragraaf 2.2). Hierbij geeft rood de PR 10^{-6} contouren aan, geel de PR 10^{-7} contouren en groen de PR 10^{-8} contouren.

De PR 10^{-6} contouren (rood) blijven binnen de inrichtingsgrenzen. Hierdoor liggen er geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen deze contouren. Objecten binnen de eigen inrichting worden namelijk niet meegerekend. Er wordt dus voldaan aan de eisen uit het Bevi.



Afbeelding 4. PR-contouren aangevraagde (rood = PR 10^{-6} , geel = PR 10^{-7} en groen = PR 10^{-8}).

5.3 Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico moet worden berekend over de populatie binnen de maximale 1% letaliteitsafstand rondom de risicobronnen. Deze effectafstanden (1% letaliteit) zijn per scenario weergegeven in bijlage 1 van deze rapportage. Hieruit blijkt dat de maximale 1% letaliteitsafstand voor de activiteiten tankopslag en verlading circa 28 meter bedraagt. Voor de leidingen bedraagt de maximale 1% letaliteitsafstand circa 11 meter. Met een straal van maximaal 28 meter rondom de risicobronnen van opslag en verlading en van maximaal 11 meter rondom het leidingwerk ligt het gehele invloedsgebied binnen de grenzen van de inrichting. Binnen het invloedsgebied is dus geen populatie aanwezig anders dan de populatie binnen de eigen inrichting. Dit betekent dat er geen sprake is van een groepsrisico.



6. Conclusies

In deze kwantitatieve risicoanalyse (QRA) zijn de externe veiligheidsrisico's voor DOC Kaas (locatie Alteveerstraat) te Hoogeveen bepaald. De QRA berekening is uitgevoerd met het rekenprogramma Safeti-NI, versie 8.3 en de bijbehorende Handleiding Risicoberekeningen Bevi v 4.3 (1 januari 2021).

De resultaten van van het onderzoek wijzen uit dat de bepalende contour voor het plaatsgebonden risico, de PR 10^{-6} contour, in de aangevraagde situatie binnen de inrichtingsgrens blijft. Hiermee voldoet DOC Kaas aan de norm voor het plaatsgebonden risico uit het Bevi.

Verder blijkt dat het aantal potentiële slachtoffers buiten de inrichting als gevolg van een ongeval bij DOC Kaas minder dan 10 bedraagt. Er is geen sprake van een groepsrisico, gezien het invloedsgebied geheel binnen de grenzen van de inrichting gelegen is.

Hiermee wordt voldaan aan de normen van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).



Bijlage 1

Maximale effectafstanden

[illegible]

Equipment Item	Equipment Item Type	Scenario Name	Scenario Type	Substance	Inventory [kg]	Event Frequency /Avg/year	Hole Size / Pipe Diameter [m]	Weather	Discharge mass [kg]	Discharge rate [kg/s]	Release duration [s]	Largest Distance to 1% Inhalability [m]	Largest Distance to VFW [m]	Largest Distance to AGW [m]	Largest Distance to LBW [m]
Salpeterminaal lek Verdichtskat (6-08 (15 mm))	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,00114		F 1.5		0,000172	1800	0			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		B 3		0,00619	0	0			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		D 1.5		0,00619	0	10,03469471			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		D 5		0,00619	0	0			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		D 9		0,00619	0	0			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		F 5		0,00619	0	0			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		F 1.5		0,00619	0	0			
Salpeterminaal lek tank 10 mm	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	29473,7246	1E-04		B 3		0,00619	0	7,90329263			
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000936		D 1.5		0,002385	0	0			
Salpeterminaal Bruik losdang, met ingrijpen (2 min.)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	13240,7051	0,000936		D 1.5		0,002385	0	0			
Salpeterminaal Bruik losdang, met ingrijpen (2 min.)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	13240,7051	0,000936		D 5		0,002385	0	0			
Salpeterminaal Bruik losdang, met ingrijpen (2 min.)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	13240,7051	0,000936		D 9		0,002385	0	0			
Salpeterminaal Bruik losdang, met ingrijpen (2 min.)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	13240,7051	0,000936		E 5		0,002385	0	0			
Salpeterminaal Bruik losdang, met ingrijpen (2 min.)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	13240,7051	0,000936		F 1.5		0,002385	0	0			
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000515		B 3		0,000451	0	0	0		0
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000515		D 1.5		0,000451	0	0	0		0
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000515		D 5		0,000451	0	0	0		0
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000515		D 9		0,000451	0	0	0		0
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000515		F 5		0,000451	0	0	0		0
Salpeterminaal lek Toevoer (25 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000515		B 3		0,000451	0	0	0		0
Salpeterminaal lek CIP Poederfabriek (15 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000172		D 1.5		0,000172	0	0	0		0
Salpeterminaal lek CIP Poederfabriek (15 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000172		D 5		0,000172	0	0	0		0
Salpeterminaal lek CIP Poederfabriek (15 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000172		D 9		0,000172	0	0	0		0
Salpeterminaal lek CIP Poederfabriek (15 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000172		F 5		0,000172	0	0	0		0
Salpeterminaal lek CIP Poederfabriek (15 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000172		E 5		0,000172	0	0	0		0
Salpeterminaal lek CIP Poederfabriek (15 mm)	Atmospheric storage tank	User defined source	User defined source	NITROGEN DIOXIDE	215	0,000172		F 1.5		0,000172	0	0	0		0



Bijlage 2

Brontermberekening waterige oplossing en faalkansen voor elk scenario

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante

invoergegevens

resultaat

Omschrijving scenario:	Instantaan vrijkomen gehele inhoud
<i>Toelichting</i>	<i>Enkelwandige tank</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	jaar
Initiële faalkans	5E-06 per jaar
Vervolgkans	1 -
Aantal keer per jaar	1 -
Tijd per keer	8760 uur
Aanwezigheidsfractie	1 -
Faalkans	5E-06 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	43.7 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0119 -
q''v = bronterm per oppervlak	3.687E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	4000 m ²
Factor conform de handreiking	1.5 -
Afmeting vloeistofplas m ²	6000 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.2212 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	398.24 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.1615 kg/s
Q'v * T = Emissie	290.78 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Vrijkomen gehele inhoud in 10 minuten
<i>Toelichting</i>	<i>Enkelwandige tank</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	jaar
Initiële faalkans	5E-06 per jaar
Vervolgkans	1 -
Aantal keer per jaar	1 -
Tijd per keer	8760 uur
Aanwezigheidsfractie	1 -
Faalkans	5E-06 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	35.7 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0122 -
q''v = bronterm per oppervlak	3.771E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	4000 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	4000 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.1508 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	271.48 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.1101 kg/s
Q'v * T = Emissie	198.22 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Continu vrijkomen lek 10 mm
<i>Toelichting</i>	<i>Enkelwandige tank</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	jaar
Initiële faalkans	1E-04 per jaar
Vervolgkans	1 -
Aantal keer per jaar	1 -
Tijd per keer	8760 uur
Aanwezigheidsfractie	1 -
Faalkans	1E-04 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	7.8 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0144 -
q''v = bronterm per oppervlak	4.458E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	190 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	190.2423724 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.0085 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	15.27 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.00619 kg/s
Q'v * T = Emissie	11.15 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Instantaan vrijkomen gehele inhoud
<i>Toelichting</i>	<i>Atmosferische tankauto</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	jaar
Initiële faalkans	1E-05 per jaar
Vervolgkans	1 -
Aantal keer per jaar	52 -
Tijd per keer	1 uur
Aanwezigheidsfractie	5.94E-03 -
Faalkans	5.9E-08 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	32.4 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0123 -
q''v = bronterm per oppervlak	3.810E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	2203 m ²
Factor conform de handreiking	1.5 -
Afmeting vloeistofplas m ²	3304 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.125894 kg/s
Tijdsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	226.6095308 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.091923 kg/s
Q'v * T = Emissie	165.4609272 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Volledige uitstroom grootste opening
<i>Toelichting</i>	<i>Atmosferische tankauto</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	
Initiële faalkans	jaar 5E-07 per jaar
Vervolgkans	1 -
Aantal keer per jaar	52 -
Tijd per keer	1 uur
Aanwezigheidsfractie	5.94E-03 -
Faalkans	3E-09 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	26.5 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0126 -
q"v = bronterm per oppervlak	3.896E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	2203 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	2203 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.085822 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	154.479883 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.062664 kg/s
Q'v * T = Emissie	112.7948352 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Breuk loslang
<i>Toelichting</i>	<i>Met ingrijpen operator</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	
Initiële faalkans	uur 4E-06 per uur
Vervolgkans	0.9 -
Aantal keer per jaar	52 -
Tijd per keer	0.5 uur
Aanwezigheidsfractie	-
Faalkans	9.36E-05 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	16.4 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0133 -
q"v = bronterm per oppervlak	4.107E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	847 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	847 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.034767 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	120 s
Q'v * T = Emissie	4.172035654 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.025385 kg/s
Q'v * T = Emissie	3.046248255 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Breuk loslang
<i>Toelichting</i>	<i>Zonder ingrijpen operator</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	
Initiële faalkans	uur 4E-06 per uur
Vervolgkans	0.1 -
Aantal keer per jaar	52 -
Tijd per keer	0.5 uur
Aanwezigheidsfractie	-
Faalkans	1.04E-05 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	26.5 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0126 -
q"v = bronterm per oppervlak	3.896E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	2202.643172 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	2202.643172 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.085822 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	154.479883 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.062664 kg/s
Q'v * T = Emissie	112.7948352 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Lekkage losslang
<i>Toelichting</i>	<i>Met ingrijpen operator</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	
Initiële faalkans	uur 4E-05 per uur
Vervolgkans	0.9 -
Aantal keer per jaar	52 -
Tijd per keer	0.5 uur
Aanwezigheidsfractie	-
Faalkans	9.36E-04 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	1.2 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0177 -
q"v = bronterm per oppervlak	5.475E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	4.54 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	4.540965517 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.000249 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	120 s
Q'v * T = Emissie	0.029833452 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.000182 kg/s
Q'v * T = Emissie	0.021783155 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Lekkage losslang
<i>Toelichting</i>	<i>Zonder ingrijpen operator</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar of per uur	
Initiële faalkans	uur 4E-05 per uur
Vervolgkans	0.1 -
Aantal keer per jaar	52 -
Tijd per keer	0.5 uur
Aanwezigheidsfractie	-
Faalkans	1.04E-04 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	4.7 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0153 -
q"v = bronterm per oppervlak	4.717E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	68 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	68 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.0032 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	5.78 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.0023 kg/s
Q'v * T = Emissie	4.22 kg

Berekening bronterm conform Handreiking Risicoberekeningen Bevi v4.3



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Break leiding
<i>Toelichting</i>	<i>Salpeterzuur</i>
<u>Bepaling faalfrequentie</u>	
Initiële faalkans per jaar	1E-06 per meter leiding
Naam leiding Lengte (m)	Faalkans
Toevoer 103	1.03E-04 per jaar
CIP Poederfabriek 14	1.40E-05 per jaar
CIP Voorfabriek 84	8.40E-05 per jaar
Verdeelkast 03-03 134	1.34E-04 per jaar
Verdeelkast 06-08 228	2.28E-04 per jaar
<u>Berekening massa transfer coëfficiënt km</u>	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	8.5 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0143 -
q"v = bronterm per oppervlak	4.417E-05 kg/(m ² *s)
<u>Oppervlakte vloeistofplas</u>	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	225 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	225 m ²
<u>Berekening bronterm</u>	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.009939 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	17.88966435 kg
<u>Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)</u>	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.007257 kg/s
Q'v * T = Emissie	13.0622946 kg



constante

invoergegevens

resultaat

Omschrijving scenario:		Lekkage leiding	
<i>Toelichting</i>		<i>Salpeterzuur diameter 25 mm</i>	
Bepaling faalfrequentie			
Initiële faalkans per jaar		5E-06 per meter leiding	
Naam leiding	Lengte (m)	Faalkans	
Toevoer	103	5.15E-04	per jaar
CIP Voorfabriek	84	4.20E-04	per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km			
Cm&m =	constante	0.004786	m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc =	Schmidt getal	0.8	-
Pv =	dampspanning	115	Pa
r =	straal vloeistofplas	1.9	m
R =	gasconstante	8.31	J/(mol*K)
Tps =	temperatuur vloeistofplas	282	K
u wind 10 =	windsnelheid h = 10 m	5	m/s
Mw =	molecuulmassa HNO3	0.063	kg/mol
km =	massa transfer coëfficiënt	0.0168	-
q"v =	bronterm per oppervlak	5.193E-05	kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas			
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²		12	m ²
Factor conform de handreiking		1	-
Afmeting vloeistofplas m ²		11.89015448	m ²
Berekening bronterm			
Q'v =	bronterm salpeterzuur	0.000617	kg/s
Tijdsduur	Op basis van blootstellingsduur	1800	s
Q'v * T =	Emissie	1.111327081	kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)			
Molverhouding salpeterzuur : NO2		1	-
Mw =	molecuulmassa NO2	0.046	kg/mol
Q'v =	Bronterm NO2	0.000451	kg/s
Q'v * T =	Emissie	0.81144517	kg



constante
invoergegevens
resultaat

Omschrijving scenario:	Lekkage leiding
<i>Toelichting</i>	<i>Salpeterzuur diameter 15 mm</i>
Bepaling faalfrequentie	
Initiële faalkans per jaar	5E-06 per meter leiding
Naam leiding Lengte (m)	Faalkans
CIP Poederfabriek 14	7.00E-05 per jaar
Verdeelkast 03-03 134	6.70E-04 per jaar
Verdeelkast 06-08 228	1.14E-03 per jaar
Berekening massa transfer coëfficiënt km	
Cm&m = constante	0.004786 m ^{0,33} / s ^{0,22}
Sc = Schmidt getal	0.8 -
Pv = dampspanning	115 Pa
r = straal vloeistofplas	1.2 m
R = gasconstante	8.31 J/(mol*K)
Tps = temperatuur vloeistofplas	282 K
u wind 10 = windsnelheid h = 10 m	5 m/s
Mw = molecuulmassa HNO3	0.063 kg/mol
km = massa transfer coëfficiënt	0.0178 -
q"v = bronterm per oppervlak	5.493E-05 kg/(m ² *s)
Oppervlakte vloeistofplas	
Maximaal oppervlak vloeistofplas m ²	4 m ²
Factor conform de handreiking	1 -
Afmeting vloeistofplas m ²	4.280449655 m ²
Berekening bronterm	
Q'v = bronterm salpeterzuur	0.000235 kg/s
Tijdsduur Op basis van blootstellingsduur	1800 s
Q'v * T = Emissie	0.423201491 kg
Omzetting naar NO2 (stikstofdioxide)	
Molverhouding salpeterzuur : NO2	1 -
Mw = molecuulmassa NO2	0.046 kg/mol
Q'v = Bronterm NO2	0.000172 kg/s
Q'v * T = Emissie	0.309004264 kg