

3.2 KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)

Het doel van de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) is het kwantificeren van de gevaren door ongevallen die optreden in de geselecteerde installatie-onderdelen. Het resultaat van een kwantitatieve risicoanalyse voor de externe veiligheid zijn het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR) in de omgeving van de inrichting.

Voor de berekening zijn -tenzij anders aangegeven- de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 3.1 gevolgd, en is gebruik gemaakt van het softwarepakket SAFETI^{NL} (versie 6.53)

In de volgende hoofdstukken worden de achtergronden bij de ongevalsscenario's, de omgevingsfactoren en de modellering beschreven.

Voorliggende versie van de QRA komt overeen met de gegevens die door LyondellBasell zijn gerapporteerd in een melding aan de provincie medio 2008 in het kader van een debottlenecking van PB-1. Op vraag van de provincie werd er een controle op de modellering uitgevoerd wat resulteerde in enkele kleine wijzigingen. Zo werd bijvoorbeeld een scenario met betrekking tot de PGS-15 loads toegevoegd. Als zodanig is voorliggende beschrijving reeds een aanpassing van de QRA-rapportage zoals die in het laatst ingediende VR was opgenomen.

3.2.1 Selectie van relevante ongevalsscenario's

De doelstelling van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) is het inschatten van het "externe risico", dat wil zeggen het overlijdensrisico van personen die zich buiten de terreingrens bevinden. In termen van ongevalsscenario's is het daarom slechts van belang die ongevallen te beschouwen die buiten de terreingrens een risicobijdrage leveren. In zijn algemeenheid zullen dit ongevalsscenario's betreffen met grote potentiële gevolgen, die meestal zijn gekoppeld aan een lage kans van voorkomen. Door op voorhand deze scenario's te selecteren kan de risicoanalyse sneller worden uitgevoerd: immers, de scenario's die slechts een lokaal effect hebben worden niet meegenomen.

Voor deze studie is gebruik gemaakt van de subselectiemethode. Het subselectiesysteem is ontwikkeld om overbodig rekenwerk te voorkomen. De methode werkt erg goed voor stoffen die zich traditioneel gedragen. Dit wil zeggen dat het schadelijke effect op de mens wordt veroorzaakt door straling (brand) of overdruk (explosie) in geval van een brandbare stof; voor een toxische stof vindt de schadewerking plaats door inademing van de stof. De subselectie werkt niet of minder goed in bijzondere gevallen, zoals:

- Bij een brand worden toxische verbrandingsproducten gevormd (al of net in een loods);
- Stofexplosies;
- Run-away reacties;
- Reacties van gevaarlijke stoffen met water, onder de vorming van andere (giftige) stoffen;
- (Transport)leidingen;
- "Tijdelijke" installaties, zoals gebruikt voor de verlading (trucks, ketelwagens etc.).

De subselectie zoals deze is uitgevoerd is staat beschreven in paragraaf 3.2.1.1. Potentiële ongevalsscenario's die niet door de subselectiemethode worden aangewezen, maar die toch een (extern) risicobijdrage kunnen leveren worden behandeld in paragraaf 3.2.1.2.

3.2.1.1 Subselectie

Voor de subselectie is de volgende aanpak gehanteerd:

1. De subselectie is in principe uitgevoerd zoals beschreven in het Handleiding Risicoberekeningen Bevi. Versie 3.1 Voor elk insluitsysteem is een aanwijzingsgetal bepaald, en zijn de selectiegetallen berekend op een aantal referentiepunten op de terreingrens.
2. Langs de terreingrens zijn referentiepunten gekozen op gelijke afstand van elkaar. Er zijn in totaal 19 referentiepunten.
3. Een insluitsysteem is "geselecteerd" indien het selectiegetal op een punt op de terreingrens groter is dan 1 en groter is dan 50% van het maximum berekende selectiegetal op dat punt.

In de tabel in bijlage 2 (subselectie) zijn de verschillende insluitsystemen weergegeven tezamen met hun, voor de subselectie relevante, karakteristieken.

Van de beschouwde insluitsystemen van de Catalloy installatie dienen de propeenzuivering (IS2c), de buteenzuivering (IS3c) en de propaanopslagtanks (IS6) aan een kwantitatieve risico analyse te worden onderworpen.

Van de polybuteen-installatie betreft het de polymerisatie (IS10A en IS 10B) en de buteenopslag (IS15) die bij de QRA zullen worden meegenomen.

3.2.1.2 Overige relevante ongevalsscenario's

Leidingen die gevaarlijke stoffen naar proceseenheden vervoeren kunnen van belang zijn voor het externe risico. De belangrijkste leidingen zijn de toevoerleidingen voor etheen, propeen en buteen. De leidingen lopen behalve naar de bestaande Catalloy-installatie ook naar de polybuteeninstallatie. Deze leidingen worden aan een kwantitatieve risico analyse onderworpen. Er is ook een aanvoerleiding voor propaan naar de Catalloy-installatie aanwezig, deze leiding wordt niet meer gebruikt aangezien de aanvoer van propaan met een tankwagen gebeurt.

Een overzicht van de apparaten die worden betrokken bij de kwantitatieve risicoanalyse is gegeven in de onderstaande tabellen 3-2 en tabel 3-3.

Tabel 3-5: Overzicht apparaten aangewezen voor QRA (Catalloy installatie)

Code	Insluitsysteem	Equipment or PCD dwg	Stof	(B)randbaar of Giffig	(G)as, L(iquid) of S(olid)	Massa (kg)
	Catalloy					
2c	Propeendroging	T921A/B; T922A/B; T923A/B; D921	propeen	B	L	28.283
3c	Buteendroging	T931A/B; D931	buteen	B	L	12.380
6a	Propaanopslag D941A	D941A	propaan	B	L	40.000

Code	Insluutsysteem	Equipment or PCD dwg	Stof	(B)randbaar of G)ftig	(G)as, L(iquid) of S(solid)	Massa (kg)
6b	Propanopslag D941B	D941B	propaan	B	L	40.000
35	Propanopslag	Tankauto	propaan	B	L	17.000

Tabel 3-6: Overzicht apparaten aangewezen voor QRA (polybuteen installatie)

Code	Insluutsysteem	Equipment or PCD dwg	Stof	(B)randbaar of G)ftig	(G)as, L(iquid) of S(solid)	Massa (kg)
	Polybuteen					
10a	polymerization	D-2200 (Tibal)	geactiveerde katalysator	-		
		R-2201	buteen	B	L	21.900
		E-2101	buteen	B	L	4.350
		E-2201A	buteen	B	L	4.350
10b	polymerization	R-2202	buteen	B	L	21.100
		E-2202	buteen	B	L	4.600
15	Buteenstorage	D-2402	buteen	B	L	25.900
	1-butene system	E-2406; F-2201A/B	buteen	B	L	0,10

3.2.2 Beschrijving van de QRA

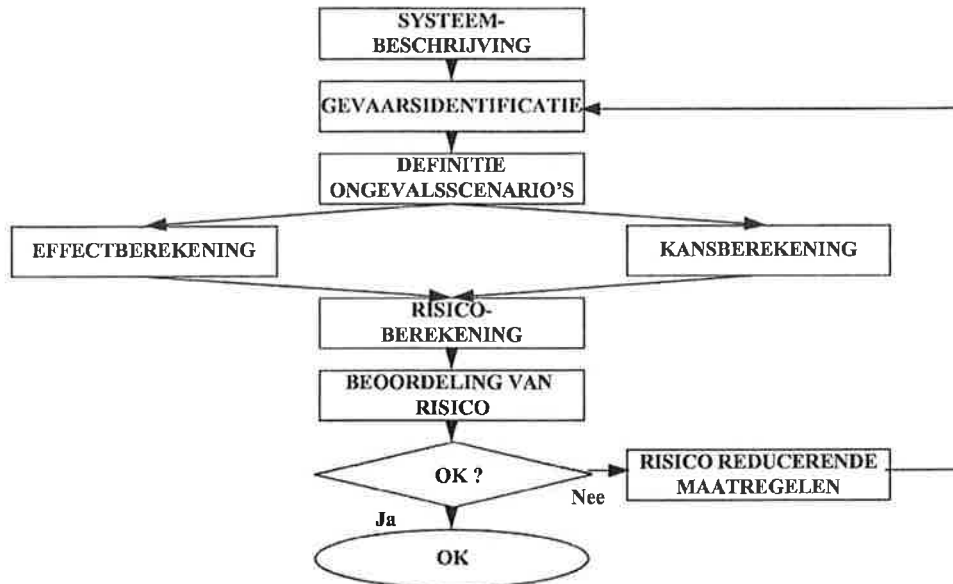
3.2.2.1 Inleiding

Een QRA is standaard opgebouwd een aantal stappen:

1. *Systeembeschrijving*: een afbakening van het systeem dat onderworpen wordt aan de QRA. Deze afbakening vindt in eerste instantie plaats door voorgaande selectiemethodiek en in tweede instantie door de grenzen van de geselecteerde insluitsystemen eenduidig te bepalen.
2. *Gevaarsidentificatie en definitie ongevalsscenario's*: aan de hand van de activiteiten die met gevaarlijke stoffen worden uitgevoerd wordt gekeken welke ongevallen zich zouden kunnen voordoen. Soms wordt in deze stap gebruik gemaakt van systematieken zoals HAZOP of FMEA. In ieder geval dient de Handleiding Risicoberekeningen Bevi te worden gehanteerd, waarin een groot aantal generieke ongevalsscenario's (zogenaamde Loss of Containment events) zijn opgenomen.
3. *Kansberekening*: de kans van voorkomen van de geïdentificeerde ongevalsscenario's worden geschat. Dit geschiedt in eerste instantie aan de hand van de in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi gespecificeerde initiële faalkansen voor drukvaten, tanks, leidingen en dergelijke. Indien hiervan afwijkende of specifiekere gegevens gehanteerd zijn, dan wordt dit expliciet verderop aangegeven.
4. *Effect- en schadeberekeningen*: de effecten van de ongevalsscenario's (brand, explosie en verspreiding van stoffen in de omgevingslucht) worden uitgerekend. Vervolgens wordt bepaald hoeveel gezondheidsschade er naar verwachting kan ontstaan door de brand, explosie of verspreiding van stoffen. Daarbij wordt rekening gehouden met de soort blootstelling (vergiftiging, hittestraling of drukgolven) en de duur van de blootstelling (duur van de brand, de tijd dat een gaswolk blijft hangen). De schade wordt uitgedrukt in het aantal te verwachten doden. De modellen die gehanteerd zijn voor de effect- en schadeberekeningen zijn overeenkomstig de eisen die hieraan gesteld worden in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi.
5. *Risicoberekening*: met de rekenresultaten van de eerdere stappen wordt het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR) berekend. Risico wordt daarbij gedefinieerd als het (gesommeerde) product van kans van optreden van een ongewenste gebeurtenis en de te verwachten schade van deze gebeurtenis. Voor de risicoberekeningen is gebruik gemaakt van het softwarepakket SAFETI^{NL} (versie 6.53).
6. *Risicobeoordeling*: de beoordeling van de berekende risiconiveaus geschiedt aan de hand van de door de Nederlandse overheid vastgestelde criteria (zie deel 1 van dit rapport).

Bovenstaande stappen worden in onderstaande figuur schematisch voorgesteld.

Figuur 3-5: Overzicht QRA-cyclus



3.2.2.2 Loss of containment events

De QRA is uitgevoerd overeenkomstig de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, waarin wordt voorgeschreven voor elk van de aangewezen apparaten welke ongevalsscenario's (zogenaamde Loss of Containment events, LOC's) dienen te worden beschouwd.

Dit houdt voor vaten en tanks in principe in:

- Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van een apparaat;
- Continue uitstroming van de gehele inhoud van een apparaat in 10 minuten, bij een constante uitstroomsnelheid;
- Continue uitstroming uit een 10 mm gat in het apparaat.

Voor leidingen en pompen gelden in het algemeen de volgende LOC's:

- Breuk over de gehele diameter van de (grootst aangesloten) leiding (full bore rupture), met tweezijdige uitstroming voor leidingen;
- Lekkage uit een gat met een effectieve diameter van 10% van de (grootst aangesloten) nominale leidingdiameter, met een maximum van 50 mm.

Voor pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich buiten de pijpleidingen bevindt en voor plaatwarmtewisselaars zijn dezelfde LOC's van toepassing als voor vaten en tanks. Voor pijpwarmtewisselaars waarbij de gevaarlijke stof zich in de pijpleidingen bevindt, kunnen volgende LOC's van toepassing zijn, afhankelijk van de aanwezig druk:

- Full bore rupture van 10 pijpen tegelijkertijd (met tweezijdige uitstroming);
- Full bore rupture van 1 pijp;

- Lekkage uit een gat met een effectieve diameter van 10% van de (grootst aangesloten) nominale leidingdiameter, met een maximum van 50 mm.

Afblazen van veiligheidsventielen wordt enkel gemodelleerd als deze in open verbinding met de buitenlucht staan door de maximaal mogelijke uitstroming aan te houden.

3.2.2.3 Faalfrequenties

De gehanteerde faalfrequenties zijn afkomstig uit Handleiding Risicoberekeningen Bevi (versie 3.1), tenzij anders aangegeven.

De uitgewerkte ongevalsscenario's en daarbij gehanteerde faalfrequenties zijn in bijlage 4 van dit deel van het VR opgenomen.

3.2.2.4 Effect- en schadeberekeningen

In een QRA zijn twee typen modellen te onderscheiden:

- de rekenmodellen die zijn gebruikt voor het bepalen van de fysische effecten;
- de kwetsbaarheidmodellen die gebruikt zijn om de berekende effecten te vertalen in een "verwachte schade".

De fysische effecten die zich kunnen voordoen doorlopen één of meer van de hiernavolgende stappen:

1. Bepalen van de bronterm (uitstromingsdebiet,...);
2. Bepalen of er al of niet een plas gevormd wordt en welke het verdampingsdebiet van de plas is;
3. Bepalen van het dispersiepatroon van de vrijgekomen gassen of dampen;
4. Berekenen van de belasting op een bepaalde plaats. De belasting is:
 - een toxische dosis ingeval van een toxische concentratie
 - een warmtestralingsdosis ingeval van een warmtebron
 - een druk of impulsbelasting ingeval van een explosie.

Met behulp van kwetsbaarheidmodellen wordt er een berekening gemaakt van de te verwachten schade aan mens in functie van de belasting op een bepaalde plaats.

De effect- en schadeberekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig de eisen zoals gesteld in Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

3.2.2.5 Achtergrondgegevens

Voor de risicoanalyse zijn de volgende achtergrondgegevens van belang:

- ontstekingsbronnen op en rondom het terrein;
- meteorologische gegevens;
- bevolkingsgegevens.
- oppervlakteruwheidslengte

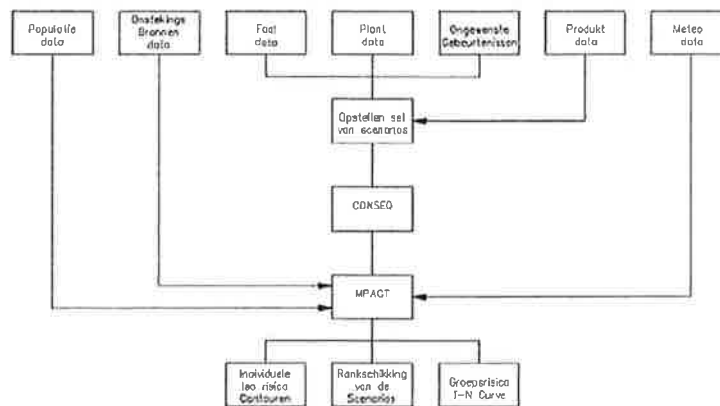
In bijlage 3 is uitgewerkt welke ontstekingsbronnen zijn opgenomen in de studie. Voor meteorologische gegevens is uitgegaan van die van het weerstation Rotterdam (Zestienhoven), zoals in het Handleiding Risicoberekeningen Bevi aangegeven. Er zijn geen gedetailleerde bevolkingsgegevens gebruikt voor voorliggende studie, omdat binnen de 10^{-8} plaatsgebonden risico contour geen bevolking wordt geïdentificeerd. Buiten de 10^{-8} contour werd de populatie van de omliggende buurbedrijven ten oosten en westen van Basell

meegenomen aan de hand van het gebruik van het kengetal voor algemene industrie (40 personen/ha). Voor de opslag- en transportbedrijven ten zuiden van de Zuidelijke Randweg werd volgend kengetal gehanteerd: 5 personen/ha. Voor deze studie is gekozen om de standaard ruwheidslengte voor de omgeving te gebruiken (0.3m). Deze waarde situeert zich tussen de ruwheidslengte van een terrein met enkele verspreide obstakels en een terrein met vele obstakels. Gezien de open omgeving met enkele bomen rond het bedrijfsterrein kan deze standaard waarde aangehouden worden.

3.2.2.6 Gehanteerd softwarepakket

Voor deze studie is gebruik gemaakt van versie 6.53 van het SAFETI^{NL}-pakket. De opbouw en werking van SAFETI is vereenvoudigd weergegeven in figuur 3-6. Het gebruik van SAFETI vereist het uitvoeren van verschillende gedetailleerde substudies van de scenario's, de waarschijnlijkheden en de omringende invloedsfactoren (ontstekingsbronnen, populatie en meteorologische gegevens).

Figuur 3-6: Algemene opbouw van het softwarepakket SAFETI



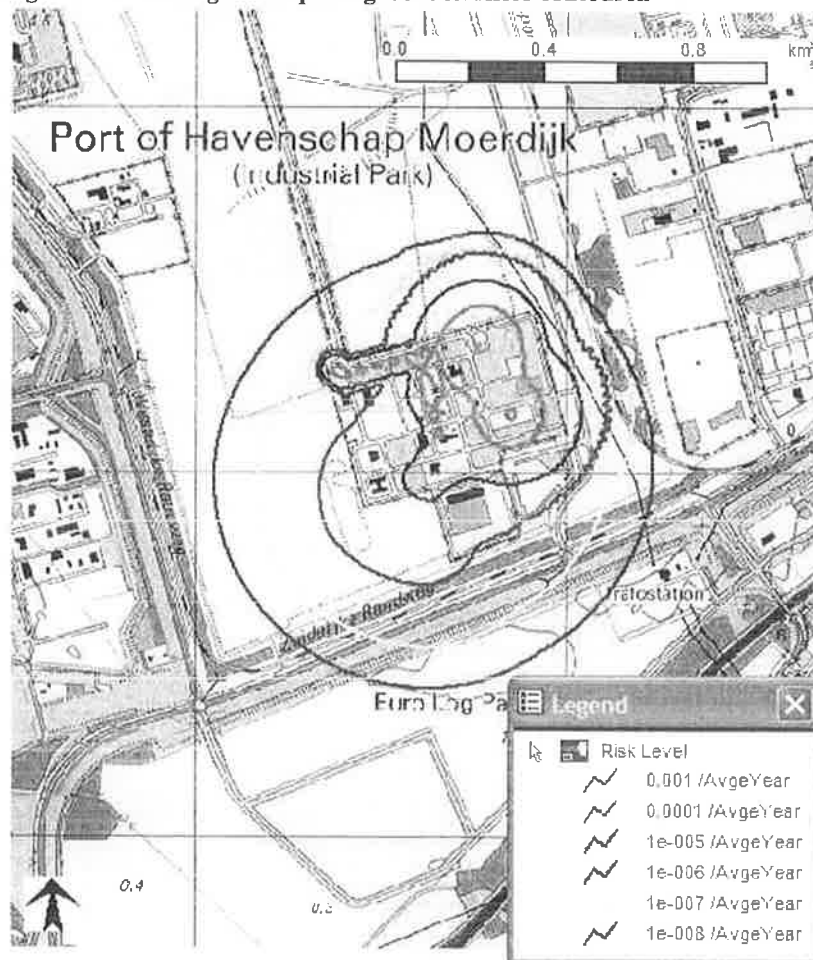
3.2.3 Resultaten QRA

3.2.3.1 Plaatsgebonden Risico

Figuur 3-7 laat de plaatsgebonden risico contouren zien. Hieruit blijkt:

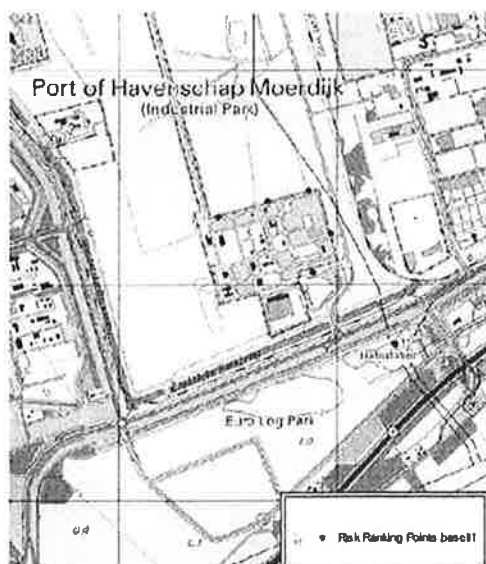
- De 10^{-3} /jaar-contour ligt op het bedrijfsterrein, de 10^{-4} /jaar-contour ligt nagenoeg geheel op het bedrijfsterrein. Er vindt een beperkte overschrijding plaats ten noorden van het bedrijfsterrein.
- De 10^{-5} /jaar-contour overschrijdt ten noorden, ten oosten en ten zuiden het bedrijfsterrein. Deze overschrijdingen beperken zich tot maximaal 200m.
- De 10^{-6} /jaar-contour overschrijdt het bedrijfsterrein, het meest aan de noordzijde (maximaal ca. 400 meter) waar de propaanopslagtanks en laad- en losplaats van de tankauto gelokaliseerd is. Ook aan de zuidzijde vindt er een overschrijding plaats, de Zuidelijke Randweg valt buiten deze contour.
- De 10^{-7} /jaar en 10^{-8} /jaar-contouren zijn buiten het bedrijfsterrein gelegen. De maximale overschrijdingen zijn ongeveer 600 resp. 650 meter.

Figuur 3-7: Samengestelde plaatsgebonden risico contouren



Bijdragen tot het plaatsgebonden risico

Op verschillende punten op het terrein van Basell is de bijdrage tot het plaatsgebonden risico nader bepaald. De gekozen punten liggen op de noordelijke, oostelijke en zuidelijke terreingrens en één punt bevindt zich op de Zuidelijke Randweg op ongeveer 300m van de terreingrens van Basell. De punten worden weergegeven op onderstaande figuur.. Voor deze referentiepunten zijn de bijdragen van de verschillende scenario's weergegeven in bijlage 5.



De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- Op de noordelijke terreingrens (van links naar rechts: referentiepunten rrp1, rrp2 en rrp3) wordt het risico in belangrijke mate door de grondstofaanvoerleidingen en de verlading vanuit de propaan tankauto bepaald, mede omdat de referentiepunten dicht bij de leidingen en het propaan lospunt liggen. In de richting van het lospunt (referentiepunten rrp2 en rrp3) gaat de verlading op het lospunt overheersen. Het lospunt van de tankauto's is relatief dicht bij de terreingrens gelegen.
- Op de oostelijke terreingrens (referentiepunt rrp4 in bijlage 5) wordt de grootste bijdrage aan het risico geleverd door de twee polymerisatiereactoren en de warmtewisselaars van de polybuteeninstallatie, mede omdat deze installaties het meest dicht bij de oostelijke terreingrens ligt.
- Op de zuidelijke terreingrens (referentiepunt rrp5 in bijlage 5) wordt de grootste bijdrage aan het risico geleverd door de twee polymerisatiereactoren en de warmtewisselaars van de polybuteeninstallatie en de procesleidingen in deze afdeling.
- Ter hoogte van de Zuidelijke Randweg (referentiepunt rrp6 in bijlage 5) wordt de grootste bijdrage aan het risico geleverd door de emissie van toxische verbrandingsproducten uit de PGS-15 loads.

3.2.3.2 Groepsrisico

De omliggende populatie zoals beschreven in paragraaf 3.2.2.5 is opgenomen in de QRA. Er wordt door SAFETI^{NL} 6.53 geen groepsrisico berekend. Dit betekent dat, gegeven de

LYONDELLBASELL MOERDIJK
VEILIGHEIDSRAPPORT
DEEL 3

verdeling van de populatie over de omgeving en de afstand van die populatie tot Basell, de kans dat een bepaalde groep van mensen als gevolg van een LOC scenario bij Basell sterft, verwaarloosbaar klein is.