



Kennisnotitie

Toepassingsgebied, uitgangspunten en beperkingen van het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid en Safeti-NL

Inleiding

Het gebruik, de productie, opslag en vervoer van grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen leiden tot risico's voor mensen die wonen in de omgeving van deze activiteiten. In de ruimtelijke ordening wordt een afweging gemaakt tussen het belang van de economische activiteit en de risico's voor de omgeving, en wordt een zonering toegepast op basis van berekende risico- en effectafstanden (aandachtsgebieden).

Voor het bepalen van de risico-afstanden en aandachtsgebieden rond activiteiten met gevaarlijke stoffen wordt het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid gebruikt. De modules I, II, IV en V uit het Rekenvoorschrift zijn aangewezen in de Omgevingsregeling. Ook de rekensoftware, Safeti-NL, is aangewezen in de Omgevingsregeling. De voorgeschreven modules en rekensoftware hebben als doel op een uniforme, relatief eenvoudige wijze de zoneringsafstanden te berekenen voor activiteiten met gevaarlijke stoffen in Nederland.

Deze kennisnotitie beschrijft achtereenvolgens voor het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid en Safeti-NL (hierna *de rekenmethode*):

1. het toepassingsgebied;
2. beperkingen ten gevolge van gekozen uitgangspunten;
3. omgaan met nieuwe inzichten.

In bijlage 1 is een globale beschrijving van de rekenmethode opgenomen. Bijlage 2 beschrijft nog een aantal beleidsmatige/historische uitgangspunten van de rekenmethode. Bijlage 3 geeft ten slotte een historisch overzicht van de ontwikkeling van de rekenmethode.

Toepassingsgebied

Het toepassingsgebied van de rekenmethode is beperkt tot het berekenen van het plaatsgebonden risico, het groepsrisico¹ en de aandachtsgebieden voor de milieubelastende activiteiten met gevaarlijke stoffen onder D² en E van bijlage VII van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). Daarnaast kan de rekenmethode ook gebruikt worden voor het berekenen van effectafstanden en voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico van het vervoer van gevaarlijke stoffen en hogedruk aardgasleidingen.

De rekensoftware Safeti-NL mag, op basis van de licentieovereenkomst met de leverancier DNV, niet worden toegepast voor activiteiten met gevaarlijke stoffen buiten Nederland en ook niet voor ander typen berekeningen, zoals berekeningen voor arbeidsveiligheid of ATEX zonering. Het toepassingsgebied van Safeti-NL is beschreven in de gebruikersovereenkomst ('*End user License Agreement*'), die geaccepteerd moet worden bij installatie of eerste gebruik

¹ Bkl artikel 5.15: In een omgevingsplan wordt ... rekening gehouden met de kans op het overlijden van een groep van tien of meer personen per jaar als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door een activiteit

² Met uitzondering van hogedrukaardgasleidingen

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

P.A.M. Uijt de Haag

Centrum:

Veiligheid

Contact:

omgevingsveiligheid@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2026-0025

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2026-0025

Datum:

31 maart 2026

van Safeti-NL: *'You may use the tool only for calculations in accordance with the requirements of the regulatory complex under the Omgevingswet (Environmental Act; PR contours, focus areas and societal risk) and the Regeling Basisnet (Regulation Basic Network for transport of dangerous goods), or for any other use authorised by DNV in writing.'*

Beperkingen van de rekenmethode

Zoals hierboven beschreven bevat de rekenmethode een aantal uitgangspunten, vereenvoudigingen, keuzes en aannames. Deze zijn niet alleen bepalend voor de uitkomst, maar wijken ook af van de reële situatie bij een ongeval. Dit is met name van belang wanneer men de resultaten van de effectberekeningen gaat gebruiken voor bijvoorbeeld afwegingen over de bescherming van mensen. Een aantal belangrijke voorbeelden hiervan zijn:

- De rekenmethode gaat uit van een volledig lege omgeving voor de verspreiding van gevaarlijke stoffen en de overdracht van warmtestraling en overdruk. In realistische situaties zijn er echter gebouwen en andere obstakels aanwezig die de verspreiding beïnvloeden. Ook beïnvloeden gebouwen de overdracht van warmtestraling en overdruk, en kunnen druktgolven reflecteren. De rekenmethode is daarom niet geschikt voor het realistisch berekenen van concentraties, overdruk en warmtestraling op een specifieke locatie in de bebouwde omgeving.
- De rekenmethode gaat uit van cirkelvormige plassen die gemodelleerd worden rond het punt waar de vloeistof uitregent. Dit betekent dat bijvoorbeeld in Safeti-NL een plasbrand een andere ligging en vorm kan hebben dan de tankput waarin de brandbare vloeistof in werkelijkheid uitstroomt.
- De effecten van een brandbare wolk hangen onder andere af van de grootte van de brandbare wolk, het tijdstip van ontsteking, de locatie van de ontstekingsbron en de mate van opsluiting. In de rekenmethode vindt vertraagde ontsteking altijd plaats bij de grootste wolkomvang, draagt een vaste fractie van de massa in de brandbare wolk bij aan de gaswolkexplosie, en komt de overdruk overeen met het TNT-equivalent aan explosie-energie. Voor het explosie-aandachtsgebied wordt aangenomen dat de brandbare gaswolk ontsteekt op de begrenzing van de milieubelastende activiteit. Door deze aannames kunnen de overdrukeffecten in de praktijk heel anders zijn dan berekend.
- De rekenmethode gaat uit van een beperkte set van standaard scenario's (twee à drie) die alle mogelijke scenario's afdekken. Zo wordt de continue uitstroming uit een spoorketelwagen berekend met een horizontale uitstroming uit een rond gat van 3" (75 mm) op een hoogte van één meter boven de grond. Bij een ongeval met een spoorketelwagen kunnen de uitstroomkarakteristieken heel anders zijn, bijvoorbeeld een scheur onderin de tank met uitstroomrichting naar beneden. Dit is van grote invloed op de plasvorming en de verspreiding en de werkelijke effecten bij een ongeval kunnen dus heel anders zijn.
- De uitstroomrichting is gestandaardiseerd, waarbij de uitstroming voor bovengrondse installatie-onderdelen standaard horizontaal is en voor ondergrondse installatie-onderdelen verticaal. Ook is de uitstroming ongehinderd. Bij een ongeval zijn ook andere richtingen mogelijk, en kan de uitstroming gehinderd worden door obstakels.
- De effecten worden berekend op een vaste hoogte van één meter. Op andere hoogtes kunnen de effecten minder ver of verder komen, afhankelijk van bijvoorbeeld de hoogte van de uitstroming en de uitstroomrichting.
- De modellen voor uitstroming en verspreiding zijn ontwikkeld op basis van een beperkt aantal experimenten. Deze experimenten zijn vaak op kleine schaal en voor een beperkt aantal stoffen. De resulterende modellen zijn vervolgens

gevalideerd met (andere) experimenten, ook vaak op kleine schaal. De modellen worden vervolgens toegepast voor andere stoffen en voor emissies op veel grotere schaal, waardoor de onzekerheid in de uitkomsten toeneemt.

De rekenmethode is met deze beperkingen wel bruikbaar voor het op een uniforme wijze bepalen van zoneringsafstanden, dat wil zeggen de PR 10^{-6} contour en de aandachtsgebieden. De rekenmethode kan echter niet zonder meer toegepast worden voor het nauwkeurig berekenen van de concentraties giftige gassen, de warmtebelasting en de overdruk op specifieke locaties in de bebouwde omgeving en voor het precies bepalen van het effect van maatregelen zoals afscherming.

Omgaan met nieuwe inzichten

De rekenmethode is wettelijk voorgeschreven in de Omgevingsregeling en bestaat uit specifieke versies van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en de rekensoftware Safeti-NL. Er komen continue nieuwe inzichten beschikbaar die leiden tot een verandering van de berekende risico's. Dit betreft bijvoorbeeld:

- nieuwe inzichten in de giftigheid van stoffen (probitrelaties);
- nieuwe inzichten in de invloed van de krater bij ondergrondse buisleidingen;
- nieuwe inzichten in de modellering van de verspreiding van koolstofdioxide uit ondergrondse buisleidingen;
- nieuwe inzichten in de verspreiding van zware gassen.

Het RIVM stelt de nieuwe inzichten beschikbaar voor de gebruikers door het uitbrengen van nieuwe, actuele versies van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en Safeti-NL waarin de nieuwe inzichten verwerkt zijn. Het ministerie schrijft echter een aantal nieuwe inzichten niet (direct) voor omdat dit tot consequenties in de ruimtelijke ordening en mogelijke saneringssituaties kan leiden. Hierdoor kunnen er actuele versies van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en Safeti-NL bestaan naast de voorgeschreven versies. Het RIVM adviseert om rekening te houden met de meest actuele inzichten, zoals de meest recente probitrelaties en verspreidingsmodellen.

Het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid schrijft voor welke invoergegevens in Safeti-NL gebruikt moeten worden, zoals de faalfrequenties en de ontstekingskansen. Het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid biedt soms keuzemogelijkheden en is soms voor een specifieke situatie onvolledig. In die gevallen moet de opsteller van de risicoanalyse zelf keuzes maken en onderbouw rapporteren.

Er is in de regelgeving geen mogelijkheid opgenomen om af te wijken van voorgeschreven invoergegevens, zoals faalfrequenties. Ook is er in de regelgeving geen mogelijkheid opgenomen om andere rekensoftware toe te passen dan de voorgeschreven rekensoftware.

Bijlage 1 - Algemene beschrijving rekenmethode

De rekenmethode omgevingsveiligheid bestaat uit het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid, de stappenplannen en de rekensoftware Safeti-NL.

Het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid bestaat uit zes verschillende modules:

- Module I geeft de basisrekenvoorschriften voor het uitvoeren van risico- en effectberekeningen voor milieubelastende activiteiten, genoemd in Bijlage VII van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), onderdelen A, B en E (lid 2 t/m 13). In deze Module worden onder andere de standaard scenario's en faalfrequenties van installatie-onderdelen gegeven.
- Module II geeft aanvullende voorschriften voor een aantal specifieke milieubelastende activiteiten genoemd in Bijlage VII van het Bkl, onderdelen A, B en E (lid 2 t/m 13).
- Module III beschrijft de rekenmethode voor het berekenen van de risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen (Bijlage VII van het Bkl, onderdeel C).
- Module IV geeft het rekenvoorschrift voor het uitvoeren van risico- en effectberekeningen voor windturbines (Bijlage VII van het Bkl, onderdelen D lid 1 en E lid 1).
- Module V geeft het rekenvoorschrift voor het uitvoeren van risico- en effectberekeningen voor buisleidingen (Bijlage VII van het Bkl, onderdeel D lid 2).
- Module VI beschrijft de formules voor het berekenen van explosieaandachtsgebieden van de opslag van ontplofbare stoffen.

De modules I, II, IV en V zijn aangewezen in de Omgevingsregeling, de modules III en VI zijn niet aangewezen.

De stappenplannen voor het bepalen van het brandaandachtsgebied, het explosieaandachtsgebied en het gifwolkaandachtsgebied geven het rekenvoorschrift voor het bepalen van de aandachtsgebieden. Deze stappenplannen zijn aangewezen in de Omgevingsregeling.

De rekensoftware Safeti-NL bevat de modellen voor het berekenen van de uitstroming, de verspreiding en de effecten van deze scenario's en het berekenen van de risico's voor alle scenario's samen. De rekensoftware Safeti-NL is aangewezen in de Omgevingsregeling.

Een berekening met Safeti-NL bestaat uit drie onderdelen, namelijk de invoer van gegevens, het uitvoeren van de berekening en het presenteren van de resultaten.

De invoer van gegevens is weergegeven in Figuur 1 en bestaat globaal uit de volgende stappen:

1. Selecteer een nieuwe *Workspace*;
2. Voer de terreingrens in;
3. Voer binnen de terreingrens de installatieonderdelen in (tanks, leidingen, pompen, warmtewisselaars, ...);
4. Voer voor elk installatieonderdeel de voorgeschreven scenario's uit het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid in;
5. Selecteer het juiste meteostation;
6. Selecteer de effecten die op de kaart gepresenteerd kunnen worden;
7. Voer eventueel ontstekingsbronnen op het terrein in;
8. Voer eventueel de populatie in voor het berekenen van de groepsrisicocurve.

Als de invoer gereed is, kan de berekening in Safeti-NL gestart worden. Safeti-NL voert vervolgens automatisch de effect- en risicoberekeningen uit, zoals weergegeven in Figuur 2.

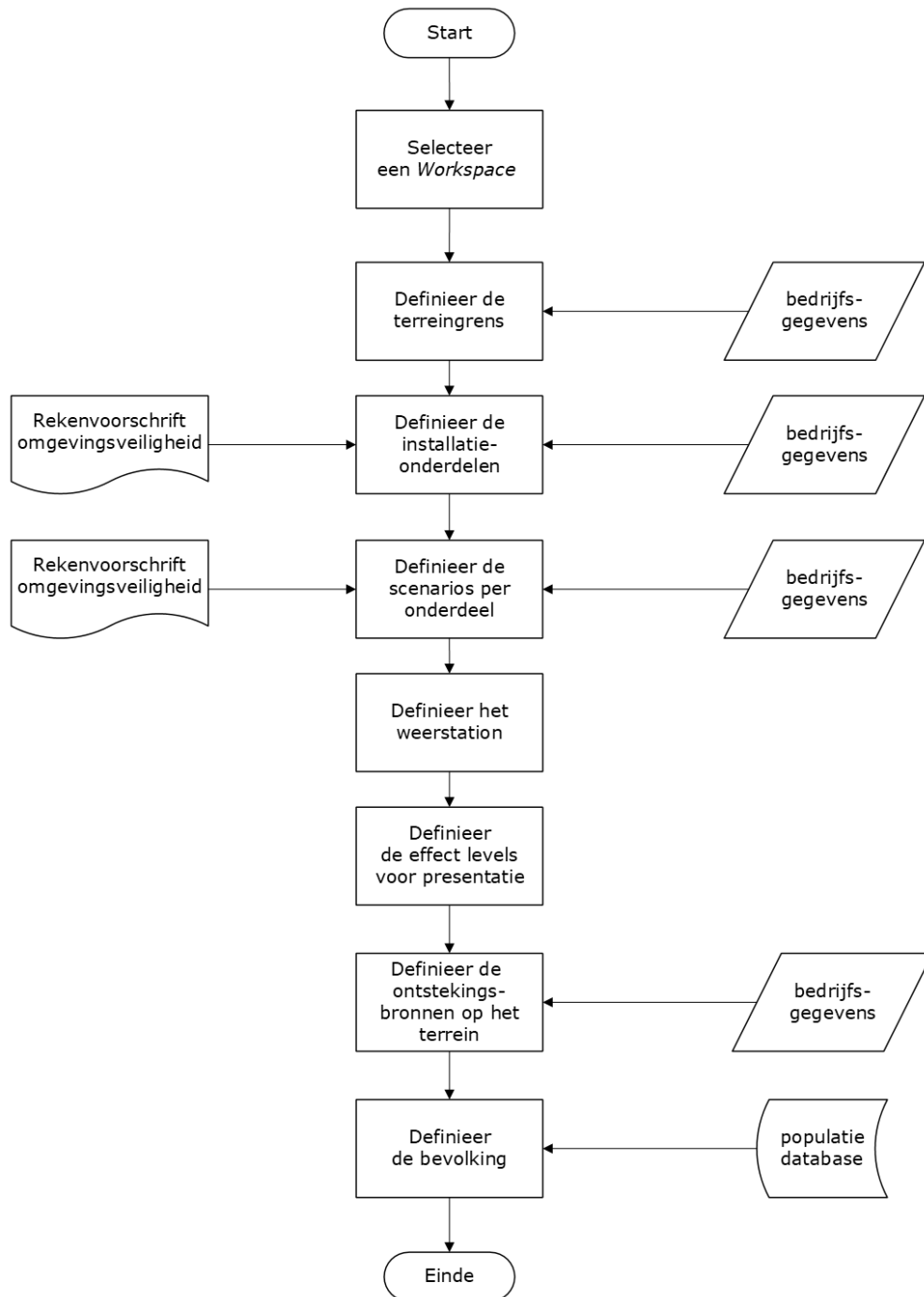
Als de berekening is uitgevoerd kunnen de resultaten gepresenteerd worden, namelijk:

- de plaatsgebonden risicocontouren op een kaart;
- effectgebieden op een kaart, waaronder de aandachtsgebieden;
- de groepsrisicocurve.

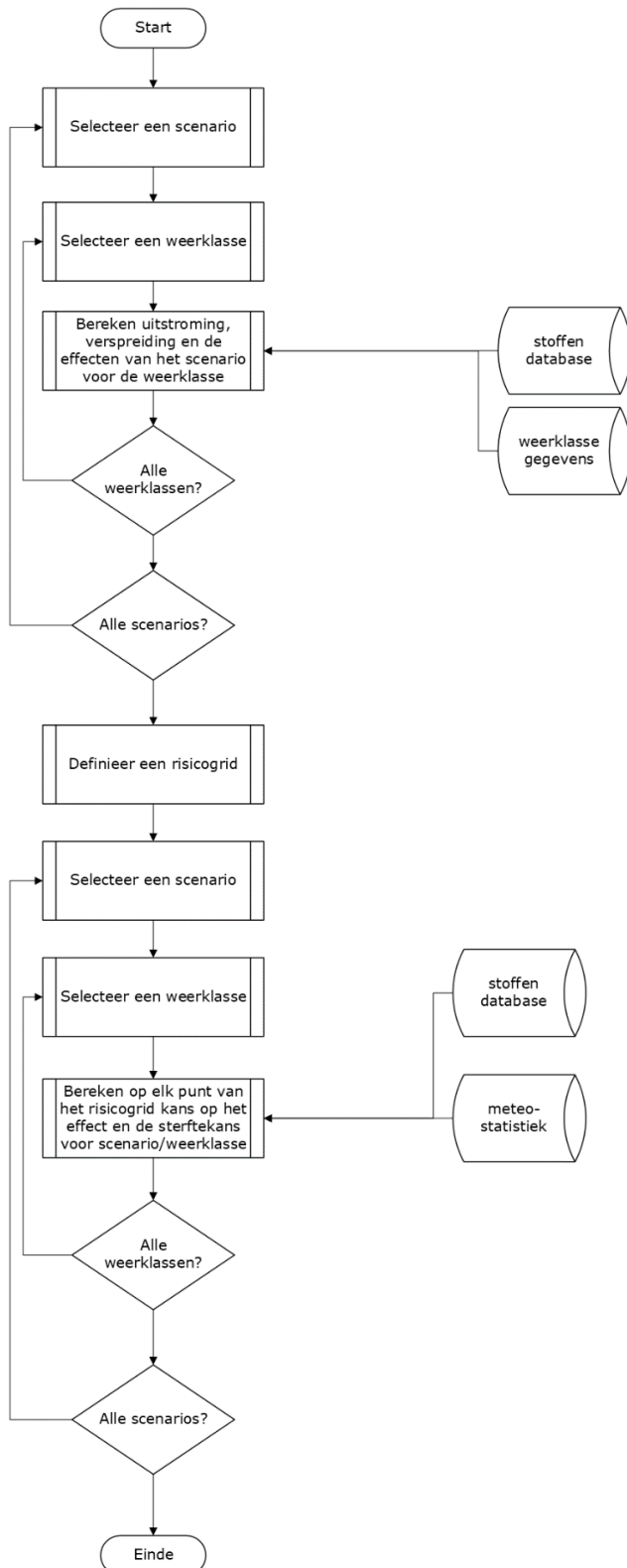
Daarnaast biedt Safeti-NL de mogelijkheid om aanvullende grafieken en rapporten te maken voor een analyse van de resultaten en het bepalen van de belangrijkste scenario's voor het risico.

Een uitgebreidere beschrijving van Safeti-NL en het uitvoeren van een berekening met Safeti-NL is te vinden in de documentatie van Safeti-NL (tutorial, beschikbaar via de help-functie) en in de Toelichting van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid. De documentatie van Safeti-NL is opgenomen in de rekensoftware en is beschikbaar via de help-functie. De documentatie beschrijft alle modellen in Safeti-NL inclusief de theorie, de verificatie en de validatie. Ook bevat de rekensoftware een uitgebreide help-functie. Bij elke nieuwe versie van Safeti-NL zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige versie beschreven in de Release Notes.

Figuur 1: Stroomschema invoer Safeti-NL



Figuur 2: Stroomschema berekening Safeti-NL



Bijlage 2 Uitgangspunten van de rekenmethode

De rekenmethode is ontwikkeld in de jaren '80 van de vorige eeuw en is indertijd tot stand gekomen in samenspraak met de beleidsdirectie van het toenmalige ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu, kennisinstituten en de industrie. Bij de ontwikkeling van een rekenmethode moet een aantal uitgangspunten gekozen worden, zoals het eindpunt van de berekening. Ook worden er vereenvoudigingen gemaakt om de berekeningen niet onnodig complex en praktisch uitvoerbaar te maken, zeker gezien de beperkte rekenkracht van de computers in die tijd. Deze uitgangspunten en vereenvoudigingen zijn van invloed op de uitkomsten van de risicoberekening.

In de doorontwikkeling vanaf de jaren '90 tot nu toe is de rekenmethode steeds verder gestandaardiseerd, waarbij uiteindelijk de rekenmethode inclusief de rekensoftware Safeti-NL is voorgeschreven. Het doel van de standaardisatie was enerzijds dat de verschillen in uitkomsten kleiner worden tussen risicoberekeningen van verschillende opstellers van een QRA, anderzijds dat de discussie over de juistheid van de rekenmethode op centraal niveau plaatsvindt in plaats van op lokaal niveau bij een vergunningaanvraag. Een tijdlijn met de belangrijkste documenten voor de ontwikkeling van de rekenmethode is gegeven in bijlage 3.

Een aantal belangrijke, meer fundamentele dan wel historische uitgangspunten van de rekenmethode zijn hieronder beschreven. Deze uitgangspunten betreffen met name beleidsmatige keuzes en keuzes die niet wetenschappelijk zijn te onderbouwen. Andere keuzes en uitgangspunten en hun onderbouwing zijn beschreven in de Toelichting van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en in de theorie documenten van de rekensoftware Safeti-NL.

Acute sterfte als eindpunt

De risicoberekeningen zijn beperkt tot acute sterfte, waarbij mensen binnen twee à drie weken sterven na blootstelling. Late (stochastische) effecten, bijvoorbeeld omdat de vrijgekomen stof ook kankerverwekkend is, worden niet meegenomen³. Ook gewonden worden niet (apart) meegenomen⁴.

Voor de normering is het uitgangspunt dat het risico op overlijden door grote ongevallen per milieubelastende activiteit maximaal 10^{-6} per jaar is. De risico's van meerdere milieubelastende activiteiten worden niet (meer) opgeteld⁵.

Risico berekend voor een onbeschermd persoon

De risicoberekeningen worden uitgevoerd voor een persoon die 24 uur per dag, 365 dagen per jaar aanwezig is op een locatie, en daarbij geen enkele bescherming heeft⁶.

³ Uitgangspunt is namelijk 'dat met een redelijke betrouwbaarheid het overlijden terug te voeren moet zijn op de ondergane belasting' (Nationaal Milieubeleidsplan "Omgaan met risico's", Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 211 37, nr. 5).

⁴ In de hoogte van de normering is er rekening mee gehouden dat bij een ongeval waarbij dodelijke slachtoffers vallen ook gewonden zullen voorkomen. (Nationaal Milieubeleidsplan "Omgaan met risico's", Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 211 37, nr. 5)

⁵ Voor de normering was in de jaren '80 het uitgangspunt dat het risico op overlijden door grote ongevallen per activiteit maximaal 10^{-6} per jaar is, en voor alle activiteiten samen niet groter mag zijn dan 10^{-5} per jaar (Nationaal Milieubeleidsplan "Omgaan met risico's", Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 211 37, nr. 5). De bedoeling was dat op beide normen getoetst werd. In de praktijk werd echter aangenomen dat een mens niet aan meer dan tien verschillende risicobronnen werd blootgesteld en toetsing vond alleen plaats aan het maximaal toelaatbaar sterfterisico van 10^{-6} per jaar per activiteit. In de latere regelgeving (Bevi, Bkl) is alleen nog de norm 10^{-6} per jaar per activiteit opgenomen.

⁶ Dit is de invulling van de volgende omschrijving in (Nationaal Milieubeleidsplan "Omgaan met risico's", Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 211 37, nr. 5): "Het individuele risico wordt daarbij berekend voor

Dit is vertaald naar een persoon die continu buiten is, waarbij er zelfs geen beschermde werking van kleding is bij warmtestraling. Deze keuze leidt tot hogere risico's dan wanneer bijvoorbeeld uitgegaan wordt van een 'gemiddelde' persoon die continu aanwezig is op een locatie omdat die er woont, maar die gemiddeld 90% van de tijd binnen is.

Ook bij de berekening van het plaatsgebonden risico voor gaswolkexplosies wordt aangenomen dat de persoon onbeschermd buiten is. Echter, in de rekenmethode is de kans op sterfte binnenshuis groter dan buiten door het instorten van gebouwen. Hiermee voldoet de risicoberekening voor gaswolkexplosies eigenlijk niet aan het uitgangspunt dat het risico berekend wordt voor een individu dat op een bepaalde plaats het grootste risico loopt⁶.

Falen door moedwillige verstoring wordt niet meegenomen

Onder moedwillige verstoring verstaan we onder andere terroristische aanslagen en sabotage. In de berekening van het risico wordt geen rekening gehouden met de kans op moedwillige verstoring bij installaties met gevaarlijke stoffen⁷. De kans op moedwillige verstoring is moeilijk in te schatten en kan van jaar tot jaar verschillen, afhankelijk van de geopolitieke situatie. Hierdoor is het niet geschikt in een instrument voor ruimtelijke ordening. Daarnaast kun je het standpunt innemen dat moedwillige verstoring geen onderdeel is van het externe veiligheidsrisico van een bedrijf, maar behoort tot het risico van een aanslag in Nederland.

Beperkt aantal modelscenario's

Er zijn veel scenario's denkbaar bij het vrijkomen van een gevaarlijke stof. Bij bijvoorbeeld een atmosferische opslagtank kan een gat in de tank ontstaan variërend van klein tot groot, een leiding kan afbreken, de tank kan instantaan openscheuren en door overvullen kan vloeistof vrijkomen uit de ontluchtingsventielen. Ook kan het tankdak scheefhangen en zinken en er kan een brand langs de rand (*rim fire*) ontstaan.

In de risicoberekeningen worden al deze scenario's gerepresenteerd door drie voorbeeldscenario's, namelijk instantaan falen van de tank, het in 10 minuten uitstromen van de gehele inhoud en een 10 mm gat. Dit is enerzijds om de hoeveelheid rekenwerk te beperken, anderzijds omdat er niet genoeg faalgegevens beschikbaar zijn om een grote verfijning aan te brengen. Deze drie scenario's worden geacht het hele spectrum van EV-relevante scenario's te representeren. Ook voor andere installatie-onderdelen wordt gewerkt met een beperkt aantal scenario's.

Er worden geen scenario's meegenomen met een aanlooptijd langer dan enkele uren⁸. Bij dergelijke scenario's met een lange aanlooptijd is aangenomen dat er voldoende tijd is om maatregelen te nemen en de omgeving te ontruimen.

Minimum frequentie van een scenario

In de risicoberekeningen moeten ten minste de scenario's met een frequentie groter dan of gelijk aan 1×10^{-9} per jaar meegenomen worden. De grens van 1×10^{-9} per jaar voor

een individu dat op een bepaalde plaats het grootste risico loopt. In de praktijk betekent dat meestal een individu dat zich 24 uur per dag op die bepaalde plaats in de omgeving van een bedrijf bevindt".

⁷ Een aanslag is niet ondenkbaar en ook al gebeurd in Nederland, [Aanslag op het Gasunie-station in Ravenstein - Brabants Erfgoed](#)

⁸ Een voorbeeld hiervan is een zogenaamde 'boil-over'. Een 'boil-over' kan optreden bij een brandende olietank. Hierbij kan na verloop van tijd een laag water onderin de tank gaan koken waardoor de brandende vloeistof explosief wordt uitgeworpen.

een scenario is gekozen omdat indertijd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) is opgenomen dat het groepsrisico vergeleken moet worden met de kans op een ongeval met 1000 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-9} per jaar⁹. Dit betekent dat minimaal de scenario's met een frequentie groter dan 1×10^{-9} per jaar moeten worden meegenomen om een betrouwbare groepsrisicocurve te berekenen.

Voor de effectcontouren, waarmee de aandachtsgebieden zichtbaar worden gemaakt, wordt als minimumfrequentie 1×10^{-20} per jaar gehanteerd. Dit is echter een arbitrair, klein getal, en had ook 1×10^{-15} per jaar of 1×10^{-25} per jaar kunnen zijn. Doel van deze minimumfrequentie is dat alle scenario's in het Safeti-NL bestand meegenomen worden in het bepalen van de effectcontouren: met faalfrequenties in de orde van 1×10^{-9} per jaar of hoger zal, met alle vervolgmogelijkheden voor ontsteking, weerklasse, windrichting en effect, de frequentie van een effect (veel) groter zijn dan 1×10^{-20} per jaar en dus meegenomen worden in het bepalen van de effectcontouren.

Vrije-veldbenadering

De effect- en risicoberekeningen zijn vrije-veldberekeningen. Dit betekent dat uitgegaan wordt van een vlakke, lege omgeving (een vrij veld) waarbij de verspreiding in alle richtingen hetzelfde is. Er zijn meerdere redenen om uit te gaan van een vrije-veldbenadering:

- de berekening van de verspreiding van gevaarlijke stoffen in de bebouwde omgeving vraagt complexe modellen met lange rekentijden waarvoor expert kennis noodzakelijk is. Deze rekenmodellen zijn (nog) niet geschikt voor risicoberekeningen. De huidige rekenmodellen voor risicoberekeningen zijn gevalideerd aan de hand van vrije-veldexperimenten¹⁰ en niet geschikt voor de bebouwde omgeving.
- De resultaten van de risicoberekeningen, namelijk de plaatsgebonden risicocontouren en aandachtsgebieden, zijn nu kenmerken van de milieubelastende activiteit en onafhankelijk van de omgeving.

De keuze van een vrije-veldbenadering betekent dat de risico- en effectberekeningen geen rekening houden met bijvoorbeeld:

- de afscherpende werking van obstakels zoals geluidsschermen en gebouwen op de warmtestraling;
- de invloed van obstakels zoals gebouwen en dijken op de verspreiding waardoor concentraties lokaal lager of hoger worden;
- De invloed van obstakels op drukkogolven, waarbij niet alleen afscherming optreedt maar ook reflectie.

Het is zinvol hiermee wel rekening te houden wanneer overwogen wordt maatregelen te nemen binnen een aandachtsgebied.

Vertraagde ontsteking bij de grootste wolkomvang

De berekening van het plaatsgebonden risico gaat ervan uit dat vertraagde ontsteking altijd plaatsvindt bij de grootste omvang van de LFL-footprint^{11,12}. De hoeveelheid massa die bijdraagt aan de explosie is een vaste waarde ongeacht de omgeving.

⁹ Bevi artikel 12 lid 1.b

¹⁰ Zie bijvoorbeeld [Jack Rabbit Project | Utah Valley University](#)

¹¹ LFL staat voor Lower Flammable Limit en geeft de concentratie aan waarbij de wolk kan ontsteken.

¹² Deze benadering wordt niet gebruikt voor het berekenen van het explosie-aandachtsgebied. Ontsteking bij de grootste omvang van de LFL-footprint zou tot zeer grote explosie-aandachtsgebieden leiden. Als er

De redenen voor deze keuze zijn dezelfde als voor de vrije-veldbenadering, namelijk enerzijds een vereenvoudiging van de complexe berekeningen en anderzijds risicocontouren en aandachtsgebieden die onafhankelijk zijn van de omgeving. Na het vrijkomen van een brandbaar gas vormt zich een brandbare wolk die afdrijft en op enig moment kan ontsteken bij een ontstekingsbron. Deze vertraagde ontsteking kan vervolgens leiden tot een explosie. De effecten hangen sterk af van het moment van de ontsteking:

- de brandbare wolk verspreidt zich met de wind mee, waarbij de grootte van de brandbare wolk eerst toeneemt tot een maximum, en daarna afneemt;
- de locatie van de ontstekingsbron binnen de brandbare wolk is van invloed op eventuele explosie-effecten, evenals de obstakels in de wolk.

Het is complex om voor elk uitstroombesnoei scenario alle mogelijke combinaties van ontstekingskans, grootte en locatie van de gaswolk te berekenen. Daarom is in de berekening van het plaatsgebonden risico een pragmatische keuze gemaakt, namelijk dat vertraagde ontsteking altijd plaatsvindt bij de grootste omvang van de LFL-footprint. Dit is een (redelijk) conservatieve benadering.

Uitstroomduur en blootstellingsduur

De uitstroomduur is maximaal 1800 s. De aanname is dat binnen 1800 s effectief ingrijpen mogelijk is door bijvoorbeeld het sluiten van kleppen en afdekken van verdampende plassen¹³.

De blootstellingsduur voor het berekenen van de effecten van warmtestraling is 20 s voor een plasbrand en een fakkel, en maximaal 20 s voor een vuurbal. De aanname is dat mensen de blootstellingsduur door vluchtgedrag weten te beperken. Wanneer mensen van het vuur af vluchten, zal de ontvangen warmtestraling ook verminderen. Dit wordt niet meegenomen, de aanname is dat mensen 20 s lang blootgesteld zijn aan de warmtestraling die op de beginlocatie wordt ontvangen.

Effecten berekend op één meter hoogte

De blootstelling aan giftige stoffen en warmtestraling wordt berekend op een hoogte van één meter. Dit is gekozen als het niveau waarop mensen leven. Standaard wordt de uitstroming gemodelleerd op één meter hoogte en in horizontale richting. Met de berekening van de effecten op één meter hoogte geeft dit namelijk de grootste effectafstanden. Er zijn echter situaties waarin de berekening van de effecten op één meter hoogte niet conservatief is:

- De warmtestraling op een locatie hangt af van het zichtbare oppervlak ('*view factor*') van de vlam. Bij een verticale fakkel of een vuurbal is de *view factor* niet het grootst op één meter hoogte, maar op grotere hoogte. De warmtestralingsdosis is dan niet het grootst op één meter hoogte. De verschillen zijn met name aanwezig op kortere afstand van de vlam.
- Bij een uitstroming van een giftige stof op grotere hoogte kan er op grotere hoogte wel een dodelijke concentratie aanwezig zijn, terwijl er op één meter hoogte geen dodelijke concentratie aanwezig is.

Er zijn dus situaties waarbij de risico's op één meter hoogte lager zijn dan de risico's op grotere hoogte.

ontstekingsbronnen zijn, treedt eerder ontsteking op. Daarom is er voor gekozen om voor de berekening van het explosie-aandachtsgebied uit te gaan van ontsteking op de terreingrens. Met deze keuze blijft het aandachtsgebied een kenmerk van het bedrijf.

¹³ Het RIVM onderzoekt momenteel de onderbouwing van deze aanname.

Bijlage 3 – tijdlijn ontwikkeling rekenmethode

Onderstaand is een globaal overzicht gegeven van de ontwikkeling van de rekenmethode.

1981	COVO-studie. Risicoberekeningen van zes bedrijven in de Rijnmond. De eerste studie naar kwantitatieve risicoberekeningen van bedrijven met gevaarlijke stoffen in Nederland
1983	LPG-Integraalstudie - een vergelijkende risicoanalyse van de keten van activiteiten met LPG en de veiligheidsaspecten van opslag, overslag, vervoer en gebruik van LPG
1984	Integrale nota LPG – eerste aanzet voor criteria voor restrisico (individueel risico en groepsrisico)
1988-1989	Omgaan met risico's, De risicobenadering in het milieubeleid, NMP 1, VROM
1994	IPO - handleiding voor het opstellen en beoordelen van een extern veiligheidsrapport (EVR) De eerste standaardisatie van de risicoberekeningen in Nederland.
1999	CPR18E "Purple Book" - Guidelines for quantitative risk assessment
2001	RIVM rapport Benchmark Risk analysis models. Ondanks het Paarse Boek komen verschillende adviesbureau's nog steeds tot verschillende resultaten
2004	Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) en Regeling externe veiligheid inrichtingen treden (deels) in werking
2005	Europese aanbesteding voor één rekensoftware voor risicoberekeningen onder het Bevi
2006	Contract met DNV ondertekend voor het gebruik van de rekensoftware Safeti-NL
2008	Safeti-NL versie 6.53 en de Handleiding Risicoberekeningen Bevi voorgeschreven in de Revi
2009	Safeti-NL versie 6.54 voorgeschreven (ivm Windows XP).
2015	Regeling Basisnet in werking. Handleiding risicoanalyse transport en RBMII voorgeschreven.
2020	Safeti-NL versie 8 voorgeschreven
2023	Nieuw contract met DNV voor het gebruik van de rekensoftware Safeti-NL
2024	Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) treden in werking. Safeti-NL versie 8 en het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid voorgeschreven.
2025	Safeti-NL versie 9.2 voorgeschreven