



## Kennisnotitie

# De bronduur na een ongeval met gevaarlijke stoffen: een realistische benadering

## 1. Inleiding

Het rekenpakket Safeti-NL, het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid en de stappenplannen aandachtsgebieden vormen gezamenlijk de rekenmethode voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden rond milieubelastende activiteiten. In Safeti-NL versie 9.21 en eerdere versies is de bronduur van incidenten maximaal 30 minuten. Wanneer een stof uitregent en een vloeistofplas vormt, is de plasverdamping maximaal 30 minuten, ook als de plas dan nog niet volledig verdampt is.

De keuze om de bronduur te beperken tot maximaal 30 minuten is meer dan dertig jaar geleden gemaakt. In de handleiding van het Interprovinciaal Overleg (IPO) voor het opstellen en beoordelen van een extern veiligheidsrapport uit 1994 werd geadviseerd om de blootstellingsduur te begrenzen tot maximaal 30 minuten.<sup>1</sup> Hiervoor is in deze handleiding echter geen motivatie gegeven. Dit advies is in PGS3<sup>2</sup> vertaald naar een maximale bronduur van 30 minuten, omdat de blootstellingsduur in de modellen uit die tijd gelijk was aan de bronduur<sup>3</sup>.

Vooraf voor vloeibare en tot vloeistof gekoelde giftige stoffen, zoals ammoniak en acrylonitril, kan de bronduur (en daarmee de blootstellingsduur) van belang zijn. Voor deze stoffen geeft de plasverdamping een relatief hoge bijdrage aan de blootstelling. Als de resulterende vloeistofplas langer kan verdampen dan 30 minuten, komt er meer van die stof in de lucht, en neemt het gezondheidsrisico voor mensen in de omgeving toe als de blootstelling niet stopt. Voor brandbare stoffen is een bronduur langer dan 30 minuten niet van belang voor de risicoberekening omdat de blootstellingsduur van mensen aan warmtestraling volgens het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid maximaal 20 s is. Hierbij is de aanname dat mensen door vluchtgedrag de blootstellingsduur weten te beperken<sup>1</sup>. Een bronduur langer dan 30 minuten kan wel van belang zijn voor het berekenen van de warmtestralingsdosis voor brandaandachtsgebieden.<sup>4</sup>

Wegens het ontbreken van een goede onderbouwing, is onderzocht of een realistischere inschatting van de bron- en blootstellingsduur mogelijk is. Eerst hebben we een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om de invloed van een langere bronduur op het risico te bepalen. Vervolgens hebben we met een aantal experts gesproken over de aanname of operators/hulpdiensten binnen 30 minuten een scenario onder controle kunnen hebben dan wel mensen in veiligheid hebben kunnen brengen. Op basis hiervan is uiteindelijk een advies voor de maximale bronduur opgesteld.

<sup>1</sup> IPO, 1994, Handleiding voor het opstellen en beoordelen van een extern veiligheidsrapport.

<sup>2</sup> P.A.M. Uijt de Haag, B.J.M. Ale, RIVM, Guidelines for quantitative risk assessment 'purple book', PGS3.

<sup>3</sup> In Safeti-NL is de bronduur maximaal 1800 s, omdat indertijd de bronduur gelijk was aan de blootstellingsduur en de blootstellingsduur geen parameter was in Safeti.

<sup>4</sup> E. Bloem, P.A.M. Uijt de Haag. Fires caused by heat radiation - a method of determining fire focus areas. RIVM rapport 2024-0149.

RIVM

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

T 088 689 89 89

### Auteurs:

E. te Rietmole  
S. Verweij  
P. Uijt de Haag

### Centrum:

Veiligheid

### Contact:

omgevingsveiligheid@rivm.nl

### Kenmerk:

KN-2026-0026

### DOI:

10.21945/RIVM-KN-2026-0026

### Datum:

2 april 2026

## 2. Gevoeligheidsanalyse

Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met een beperkt aantal scenario's om te kijken op welke categorie stoffen een langere bronduur effect heeft. Dit geeft een globaal beeld van de consequenties, maar is geen consequentieonderzoek. De gevoeligheidsanalyse is in twee stappen gedaan, namelijk eerst is een analyse gedaan van de zogenaamde "benchmark-studie" en aanvullend is nog een aantal afzonderlijke effectscenario's onderzocht.

### Benchmark studie

Het RIVM gebruikt de "benchmark studie" voor het beoordelen van nieuwe versies van Safeti-NL<sup>5</sup>. Deze studie bevat een wijde variëteit van installaties en stoffen. Uit deze studie zijn de installaties met giftige stoffen geselecteerd, omdat voor brandbare stoffen de uitstroomduur niet van belang is. Een overzicht van deze installaties met de gemodelleerde scenario's is gegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Installaties en scenario's uit de "benchmark studie" voor de gevoeligheidsanalyse van de bronduur.

#	Installatie	Scenario's <sup>6</sup>
B.1	Ammoniak, drukvat, 1.000 m <sup>3</sup>	Instantaan, 10 minuten uitstroming, 10 mm gat
B.2	Acrylonitril, atmosferische opslag, 1.000 m <sup>3</sup>	Instantaan, 10 minuten uitstroming, 10 mm gat
B.3	Ammoniak, bovengrondse leiding verzadigingsdruk 100 mm diameter	Breuk, lek
B.4	Acroleïne bovengrondse leiding, 200 mm diameter	Breuk, lek
B.5	Broom, atmosferische ketelwagen	Instantaan, 75 mm gat
B.6	Zwavel dioxide, ketelwagen onder druk	Instantaan, 75 mm gat
B.7	PGS15 opslag, 50 ton	1.1a Automatische sprinkler
B.8	Ammoniak buisleiding ondergronds 30 bar, 200 mm diameter	Breuk

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor twee verschillende maximale bronduren, namelijk de standaard maximale bronduur van 30 minuten en een maximale bronduur van twee uur. Hierbij is gekeken naar de invloed van de maximale bronduur op de afstand tot de PR 10<sup>-6</sup> contour en op de grootte van het gifwolkaandachtsgebied, zoals berekend met de "Indoor LBW dose"<sup>7</sup>. De resultaten zijn gegeven in Tabel 2.

<sup>5</sup> Y.G. Geertzema, C.E. Pompe, P.A.M. Uijt de Haag. Safeti-NL versie 9.2 nieuwe versie rekensoftware voor omgevingsveiligheid, RIVM rapport 2025-0035.

<sup>6</sup> De scenario's zijn volgens Module I van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid, versie januari 2025.

<sup>7</sup> <https://www.rivm.nl/omgevingsveiligheid/handboek/stappenplannen/bepalen-afstanden-en-gebieden/dosisbenadering-effectafstanden>, augustus 2025.

Tabel 2 PR Afstanden tot de PR 10<sup>-6</sup> contour en de Indoor LBW dose uitgesplitst voor de verschillende installatie-onderdelen in de benchmarkstudie, voor een maximale bronduur van 30 min en 2 uur.

#	Installatie	Maximale bronduur	PR 10 <sup>-6</sup> contour (m)	Indoor LBW dose (m)
B.1	1.000 m <sup>3</sup> druktank ammoniak	30 min	51	4.700
		2 uur	78	4.800
B.2	Acrylonitril, atmosferische opslag, 1.000 m <sup>3</sup>	30 min	53	610
		2 uur	110	1.500
B.3	Ammoniak, bovengrondse leiding verzadigingsdruk, 100 mm diameter	30 min	310	2.100
		2 uur	480	4.800
B.4	Acroleïne bovengrondse leiding, 200 mm diameter	30 min	2.700	55.000
		2 uur	7.300	75.000
B.5	Broom, atmosferische ketelwagen	30 min	150	1.000
		2 uur	200	3.100
B.6	Zwavedioxide, ketelwagen onder druk	30 min	Geen 10 <sup>-6</sup> contour	6.100
		2 uur	Geen 10 <sup>-6</sup> contour	7.500
B.7	PGS15 opslag, 50 ton	30 min	57	4.000
		2 uur	57	4.000
B.8	Ammoniak buisleiding ondergronds 30 bar, 200 mm diameter	30 min	Geen 10 <sup>-6</sup> contour	1.500
		2 uur	Geen 10 <sup>-6</sup> contour	1.500

Uit de resultaten blijkt dat de afstanden tot de PR 10<sup>-6</sup> contour en de Indoor LBW dose in twee situaties aanzienlijk toenemen:

- De uitstroming zelf duurt langer dan 30 minuten. Dit is met name het geval bij de uitstroming uit de bovengrondse leiding van ammoniak (B.3) en beperkt bij de continue uitstroming uit de ketelwagen zwavedioxide (B.6).
- De plasverdamping duurt langer dan 30 minuten. Dit is het geval bij de uitstroming van giftige vloeistoffen (B.2, B.4 en B.5).

#### Aanvullende scenario's

In aanvulling op de "benchmark studie" zijn nog extra scenario's met giftige stoffen toegevoegd die op basis van het voorgaande relevant kunnen zijn. Voor deze scenario's is in meer detail gekeken naar de invloed van de maximale bronduur op de effectafstand. Een overzicht van de aanvullende scenario's is gegeven in Tabel 3.

Tabel 3 aanvullende scenario's voor de gevoeligheidsanalyse van de bronduur.

#	Installatie	Scenario's <sup>8</sup>
A.1	Ammoniak, drukvat, 1.000 m <sup>3</sup>	Instantaan, 10 minuten uitstroming, 10 mm gat
A.2	Ammoniak, gekoeld Atmosferische opslag, 1.000 m <sup>3</sup>	Instantaan, 10 minuten uitstroming, 10 mm gat
A.3	Acrylonitril, atmosferische opslag, 1.000 m <sup>3</sup>	Instantaan, 10 minuten uitstroming, 10 mm gat
A.4	Fosfortrichloride, Atmosferische ketelwagen	Plas 616 m <sup>2</sup> , Plas 314 m <sup>2</sup>
A.5	Ammoniak, Ketelwagen onder druk	Instantaan, Uitstroming 75 mm
A.6	Ammoniak Buisleiding 100 bar, 152,4 mm, pumped inflow 17 kg/s, ondergronds Twee kleppen, sluitijd 65 s, onderlinge afstand 10 km	Breuk
A.7	Ammoniak Buisleiding 100 bar, 254 mm, pumped inflow 47 kg/s, ondergronds Twee kleppen, sluitijd 65 s, onderlinge afstand 5 km	Breuk
A.8	Ammoniak Buisleiding 100 bar, 914 mm, pumped inflow 613 kg/s, ondergronds Twee kleppen, sluitijd 65 s, onderlinge afstand 1 km	Breuk

Voor de effectafstand is gekeken naar de Indoor LBW dose, omdat deze bepalend is voor het aandachtsgebied. Er zijn vier verschillende (maximale) bronduren doorgerekend, namelijk 30 minuten, 1 uur, 2 uur en 4 uur. Safeti-NL kan nog langer rekenen, maar daarbij is ook de afweging geweest hoe nuttig langer doorrekenen is. Safeti-NL neemt namelijk aan dat de windrichting en -snelheid constant blijven. Dit leidt tot een overschatting van de blootstelling bij lange bronduren omdat de kans groter wordt dat in realiteit de windrichting gedurende het scenarioverloop draait.

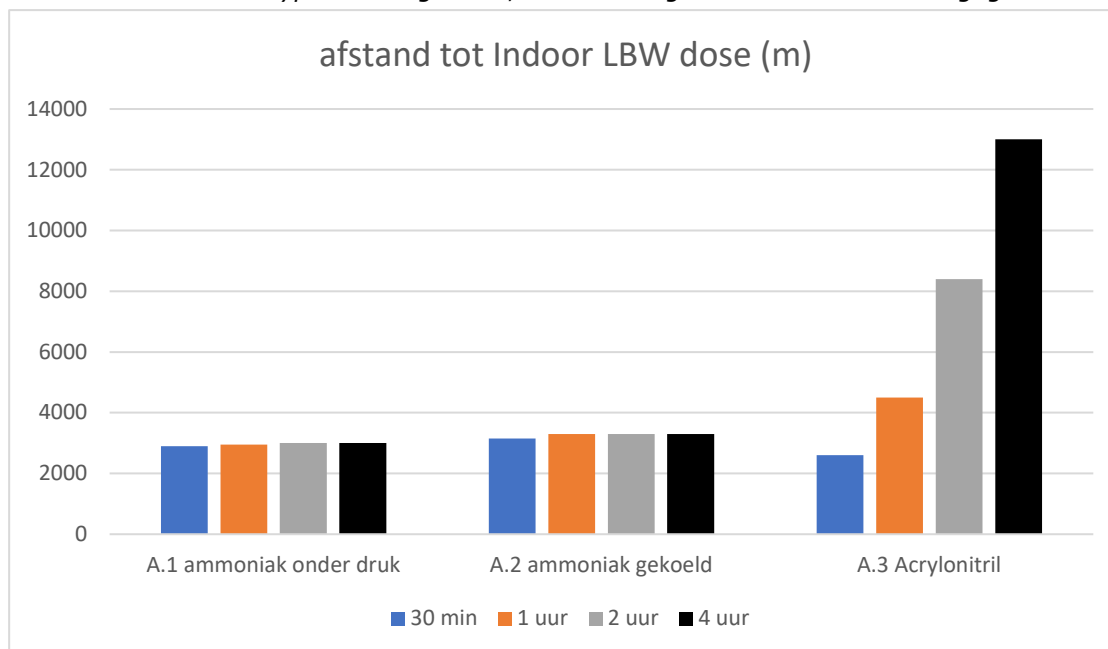
De effectberekeningen zijn uitgevoerd voor twee weerklassen, namelijk D5 dag en F1,5 nacht. Hierbij is D5 dag gekozen omdat dit een veelvoorkomend weertype is en F1,5 nacht omdat dit vaak de grootste effectafstanden geeft.

#### Opslagtanks (A.1, A.2 en A.3)

De afstand tot de Indoor LBW dose is voor de drie opslagtanks (A.1, A.2 en A.3) gegeven in Figuur 1. Hierbij is de grootste afstand genomen van de zes afstanden (drie scenario's en twee weerklassen).

<sup>8</sup> De scenario's voor opslagtanks zijn volgens Module I van het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid, versie januari 2025, volgens Module III voor de ketelwagen en volgens Module V voor de ammoniakleidingen.

*Figuur 1 Afstand tot de Indoor LBW dose in m voor 1.000 m<sup>3</sup> ammoniak onder druk (A.1), 1.000 m<sup>3</sup> ammoniak tot vloeistof gekoeld (A.2) en 1.000 m<sup>3</sup> acrylonitril (A.3) met de drie standaard scenario's en de weertypen D5 dag en F1,5 nacht. De grootste afstand is weergegeven.*



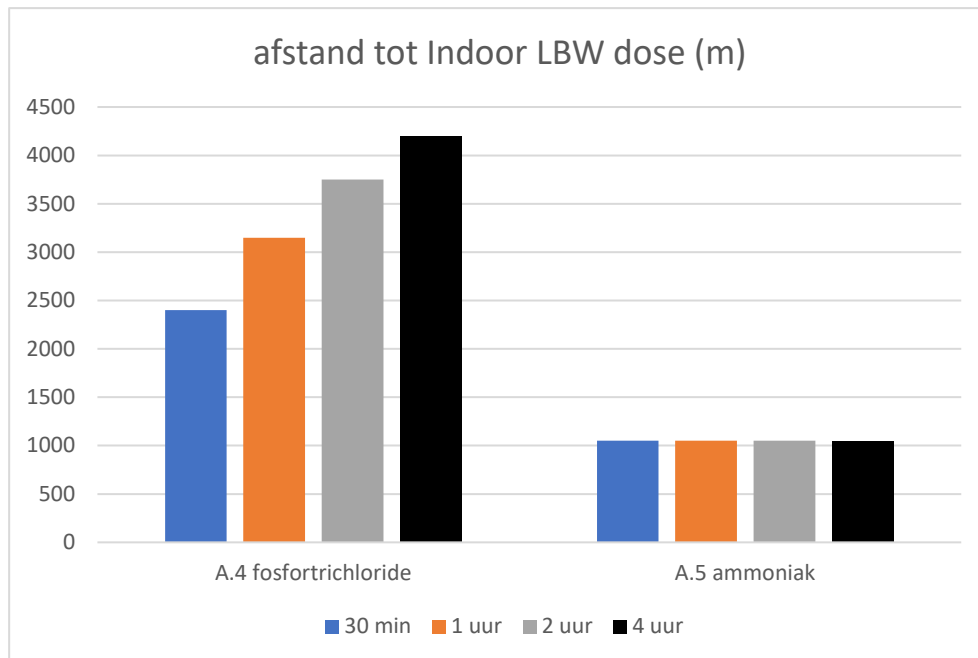
Voor ammoniak, zowel onder druk (A.1) als gekoeld (A.2), is de toename in de afstand tot de Indoor LBW dose beperkt, respectievelijk 3% en 5%. Voor ammoniak is de verdampingssnelheid in het begin het grootst doordat de plas dan nog het warmst is. Door het koudkoken van ammoniak wordt de temperatuur van de plas snel lager, waardoor de verdampingssnelheid lager wordt. Daarnaast wordt ook de plas zelf kleiner naarmate er meer verdampt is. Hierdoor neemt de verdampingssnelheid tussen 10 minuten en 1 uur volgens de berekeningen een factor 20 af, waardoor de invloed van de bronduur op de afstand tot de Indoor LBW dose beperkt is.

Voor acrylonitril (A.3) wordt de afstand tot de Indoor LBW dose een factor vijf groter met een langere bronduur. De verdampingssnelheid van de plas acrylonitril neemt veel minder snel af dan ammoniak omdat het kookpunt van acrylonitril veel hoger is waardoor acrylonitril niet koudkookt. De verdampingssnelheid is na één uur nog steeds de helft van de snelheid na 10 min. Dit verklaart voor een gedeelte de verschillen tussen ammoniak en acrylonitril. Daarnaast is de 'toxic dose threshold N' van ammoniak gelijk aan 2 en van acrylonitril gelijk aan 1. Dit betekent dat lage concentraties ammoniak relatief minder bijdragen aan de dosis dan lage concentraties acrylonitril. Ook dit verklaart deels de verschillen tussen ammoniak en acrylonitril.

#### Ketelwagens (A.4 en A.5)

Bij risicoberekeningen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor wordt niet iedere stof apart berekend, maar wordt er gerekend met stofcategorieën en voorbeeldstoffen. Voor elke stofcategorie is er één voorbeeldstof. In dit onderzoek zijn twee voorbeeldstoffen bekeken, namelijk ammoniak, de voorbeeldstof voor stofcategorie GT3, en fosfortrichloride, de voorbeeldstof voor stofcategorie LT2. De afstand tot de Indoor LBW dose is voor de twee ketelwagens (A.4 en A.5) gegeven in Figuur 2.

*Figuur 2 Afstand tot de Indoor LBW dose in m voor de ketelwagens fosfortrichloride (A.4) en ammoniak (A.5) voor de twee standaard scenario's en de weertypen D5 dag en F1,5 nacht. De grootste afstand is weergegeven.*



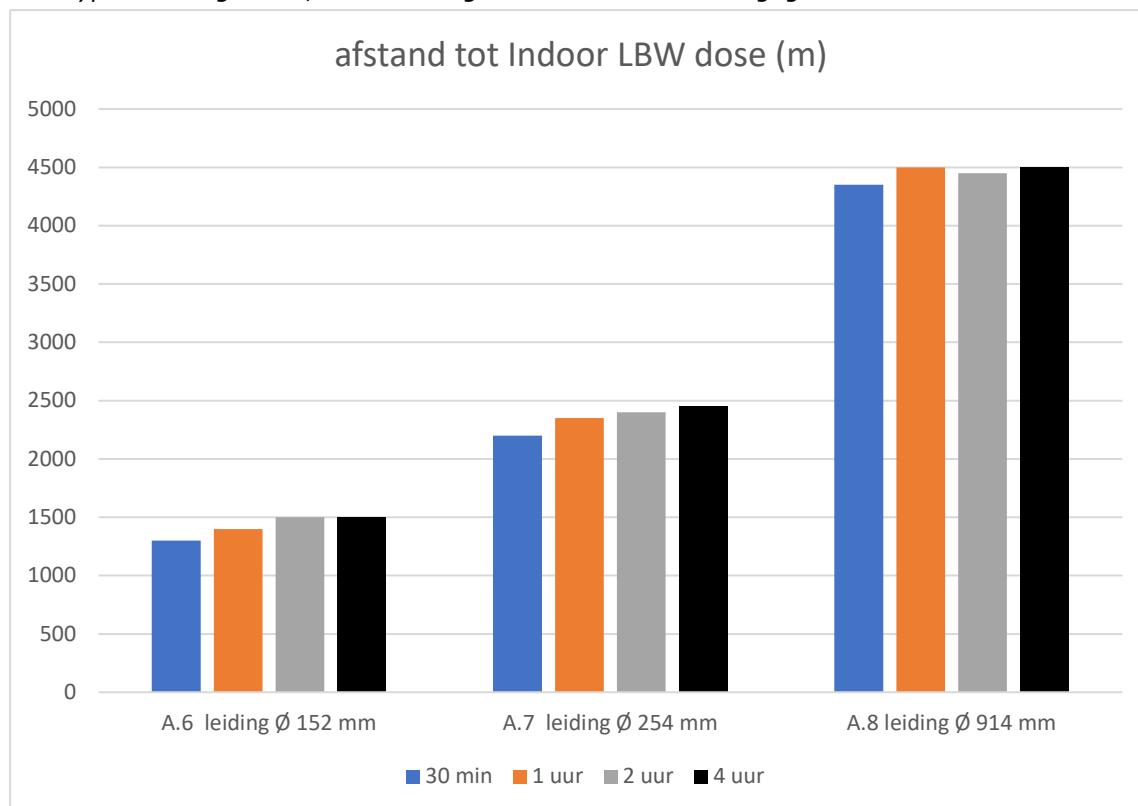
Voor ammoniak (A.5) verandert de afstand tot de Indoor LBW dose (vrijwel) niet met de bronduur. Deze afstand blijkt te worden bepaald door het 75 mm scenario. Hierbij stroomt de ketelwagen in ruim 10 minuten leeg, waarbij de meeste ammoniak gelijk verdampt. Na ruim 10 minuten is de tank leeg en is er alleen nog resterende plasverdamping. De snelheid waarmee de ammoniak verdampt uit de plas is veel lager dan wanneer het uit de tank stroomt. Daarom wordt de afstand tot de Indoor LBW dose niet merkbaar groter bij langere bronduur.

Voor fosfortrichloride (A.4) wordt de afstand tot de Indoor LBW dose echter ongeveer twee keer groter als er gerekend wordt met 4 uur in plaats van met 30 minuten bronduur. Fosfortrichloride vormt een plas die na 4 uur nog niet verdampt is. Rekenen met een langere bronduur heeft daarom effect op de afstand. Net als bij de opslagtanks (A.1 t/m A.3) heeft een langere bronduur meer invloed op de giftige vloeistof (fosfortrichloride) dan het giftige gas (ammoniak).

#### Ammoniak buisleidingen (A.6, A.7 en A.8)

Voor buisleidingen zijn drie ondergrondse ammoniakleidingen (A.6, A.7 en A.8) bekeken van een verschillend formaat, om zicht te krijgen op de afhankelijkheid van de omvang van de uitstroom op het variëren van de maximale bronduur. Aangenomen is dat de ammoniak uitregent in een vrij verspreidende plas en niet beperkt blijft tot de krater van de buisleidingbreuk. De berekende afstanden tot de Indoor LBW dose zijn gegeven in Figuur 3.

Figuur 3 Afstand tot de Indoor LBW dose in m voor drie ondergrondse ammoniakleidingen (diameter 152 mm (A.6), 254 mm (A.7) en 914 mm (A.8)) voor breuk van de leiding en de weertypen D5 dag en F1,5 nacht. De grootste afstand is weergegeven.



Er is een beperkte toename in afstand te zien van ongeveer 10%. Deels is dit te verklaren aan de hand van de uitstroomduur. De berekende uitstroomduur is 340 s voor de buisleiding van 914 mm, 2.000 s voor de buisleiding van 254 mm en 7.400 s voor buisleiding van 152 mm en wordt bepaald door de afstand tot de afsluitkleppen (zie Tabel 3).

In de kennisnotitie Effectafstanden buisleidingbreuk ammoniak<sup>9</sup> is beschreven dat de tijd die het kost voor de ammoniakplas om te verdampen afhankelijk is van:

- De aanwezige massa in de plas
- Het plasoppervlak
- De temperatuur van de omgeving
- Het type ondergrond
- Het weertype

Daarnaast maakt het nog uit of de ammoniak plas uitregent als platte plas in de omgeving of in de krater van de buisleiding. Uit de kennisnotitie blijkt dat het voor diepe plassen (plassen in de krater van de buisleiding) mogelijk dagen kan duren voordat dit uitgedampt is. Dit valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

<sup>9</sup> E. Bloem, Y. Geertzema, Effectafstanden buisleidingbreuk ammoniak, RIVM, kn-2025-0022, 2025.

### *Conclusies gevoeligheidsanalyse*

De (maximale) bronduur heeft voor installaties en scenario's met giftige stoffen een effect op de berekende afstanden tot de PR  $10^{-6}$  contour en de Indoor LBW dose. Er zijn twee situaties naar voren gekomen waarin de afstanden significant kunnen toenemen.

- Als de uitstroming langer dan 30 minuten is, bijvoorbeeld bij een leidingbreuk.
- Als de plasverdamping ook na 30 minuten een belangrijke bijdrage aan de bronterm geeft. Dit is met name belangrijk bij giftige vloeistoffen.

### **3. Interviews met deskundigen**

Er zijn zeven deskundigen geïnterviewd die werken bij het NIPV, de Gezamenlijke Brandweer, Ebert HERA b.v., DCMR en de Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond. De volgende vragen zijn gesteld:

- Bij welke (soort) scenario's verwacht je dat de blootstellingsduur lang is?
- Hoe verloopt het ingrijpen van de (bedrijfs)brandweer in de tijd? Bij het grootschalig vrijkomen van een giftige vloeistof? Bij het vrijkomen van een tot vloeistof gekoeld gas?
- Wat schat jij in dat een realistische inschatting is van de tijd die nodig is voor het beperken van de plasverdamping voor het grootschalig vrijkomen van een giftige vloeistof?
- Zijn er gevallen waarin de plasverdamping helemaal niet kan worden beperkt?
- Bij het grootschalig vrijkomen van een giftige vloeistof (of een tot vloeistof gekoeld dan wel verdicht giftig gas), zijn er andere hulpdiensten die de blootstelling helpen beperken? Zo ja, hoe verloopt de inzet van deze andere hulpdiensten?
- Wat schat jij in als een realistische tijdsduur die nodig is voor het aanzienlijk beperken van de blootstelling van mensen door bijvoorbeeld evacuatie of schuilen?
- Welke scenario's zijn, naast onderstaande, nog belangrijk?
  - o Tank met 1.000 m<sup>3</sup> tot vloeistof verdicht ammoniak op een inrichting (giftig gas)
  - o Tank met 1.000 m<sup>3</sup> tot vloeistof gekoeld ammoniak op een inrichting (giftige vloeistof)
  - o Tank met 1.000 m<sup>3</sup> acrylonitril op een inrichting (giftige vloeistof)
  - o Ketelwagen met fosfortrichloride op het spoor (giftige vloeistof)
  - o Ketelwagen met ammoniak op het spoor (giftig gas)
  - o Buisleiding ammoniak met een diameter van 152 mm, 254 mm en 912 mm.
- We kijken naar een bronduur van maximaal 4 uur, zou een langere bronduur nog nuttig zijn?

Uit de interviews komt naar voren dat de onderzochte scenario's de meest belangrijke scenario's zijn. Ook blijkt het niet nuttig om voor de gevoeligheidsanalyse langer dan 4 uur te rekenen.

Op het moment dat er een incident gebeurt op een chemisch bedrijf, moet er een aantal stappen gezet worden.

- Het incident moet allereerst gesignaleerd worden. Eventueel kan het incident gestopt/beperkt worden in de meetkamer door het ingrijpen in het systeem, bijvoorbeeld door het sluiten van kleppen en de brandweer moet gealarmeerd worden.
- De brandweer moet vervolgens ter plekke komen en beoordelen wat er gedaan kan worden.

- Hierna gaat de brandweer, indien mogelijk, over tot het beperken van de bronterm door bijvoorbeeld het blussen van de brand of het aanbrengen van een schuimdeken om verdamping tegen te gaan.
- Daarnaast moet beoordeeld worden of de omgeving gewaarschuwd moet worden. Voor een eventueel NL-alert moet beoordeeld worden of de richtwaarden worden overschreden.
- Dan moet een NL-alert worden opgesteld en vervolgens worden verzonden.
- Als laatste moet de ontvanger zich in veiligheid brengen. Voor de snelheid van deze laatste stap is ook het gedrag van mensen belangrijk.

Over al deze stappen gaat tijd. Daarnaast maakt het voor de tijdsduur ook nog uit of het hierbij gaat over een ongeval met giftige vloeistoffen of een ongeval met tot vloeistof gekoelde giftige gassen.

In de interviews is onderscheid gemaakt tussen giftige vloeistoffen en tot vloeistof gekoelde giftige gassen.

#### *Giftige vloeistoffen*

Bij het grootschalig vrijkomen van een giftige vloeistof zal er een plas vormen. Uit deze plas verdampt de vloeistof waardoor er een giftige gaswolk ontstaat.

Om de bronduur en daarmee de blootstelling te verminderen, kan het verdampen van de vloeistof worden gestopt. Om het verdampen te stoppen kunnen de hulpdiensten een schuimlaag op de vloeistofplas spuiten. De ervaring bij de geïnterviewden is dat een schuimlaag op de vloeistofplas de effecten goed kunnen beperken. Bij hoge windsnelheid is de effectiviteit van het schuim wel minder, omdat het schuim dan opgestuwd wordt naar één kant. Echter door de hoge windsnelheid verdunt het giftige gas sneller, waardoor de luchtconcentraties ook lager zijn.

Voor de bronduur is de tijd die alle stappen samen kosten van belang; van signaleren en alarmeren tot het afdekken van de vloeistofplas met schuim. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen ongevallen die op grote bedrijven plaatsvinden met een bedrijfsbrandweer en ongevallen waarbij de regionale brandweer ter plaatse komt.

- Bij bedrijven met een bedrijfsbrandweer worden ongevallen vaak snel gesignaleerd. De bedrijfsbrandweer is vaak binnen 10 minuten ter plaatse en beschikt over gespecialiseerde middelen. Door dit snelle optreden is een plas met een giftige vloeistof meestal binnen een half uur afgedekt met schuim. Dit is ook de ervaring van de mensen die zijn geïnterviewd. Het bestuur van een veiligheidsregio kan een bedrijfsbrandweer verplicht stellen als bij een bedrijf een brand of ongeval bijzonder gevaar kan opleveren voor de openbare veiligheid (Wet veiligheidsregio's artikel 31). Van de hoge-drempel Seveso-inrichtingen heeft ongeveer één derde een aanwijzing voor een bedrijfsbrandweer<sup>10</sup>.
- Bij een ongeval bij een bedrijf zonder bedrijfsbrandweer of bij het vervoer van gevaarlijke stoffen, wordt de regionale brandweer gealarmeerd. De regionale brandweer heeft vaak een langere aanrijtijd dan de bedrijfsbrandweer. Bij het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor zijn daarnaast niet alle locaties goed bereikbaar. Daarom is het niet realistisch om in deze situaties ervan uit te

<sup>10</sup> LEC-IV. Stand van zaken bedrijfsbrandweeraanwijzingen bij Seveso-inrichtingen 8 mei 2025 op basis van input van de veiligheidsregio's ten behoeve van de Staat van de Veiligheid 2024. <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2025/10/20250630-LECIV-Stand-van-zaken-bedrijfsbrandweeraanwijzingen-Seveso-inrichtingen.pdf>

gaan dat een plas binnen een half uur is afgedekt. Dit wordt bevestigd door de *Meerjarenvisie Incidentbestrijding Gevaarlijke Stoffen door de brandweer*<sup>11</sup>. Hierin staat dat het streven is om een plas van 1.500 m<sup>2</sup> af te dekken binnen één uur na alarmering.

Echter kunnen niet alle vloeistoffen afgedekt worden met schuim, bijvoorbeeld stoffen die met water reageren. Dan zullen er andere maatregelen genomen moeten worden om de effecten te beperken. Een van deze maatregelen is om een NL-alert te sturen met het advies om binnen te blijven en ramen en deuren te sluiten. Het blijkt lastig om een duidelijke inschatting van de tijd te geven hoe lang het duurt voordat de NL-alert verstuurd is en de mensen binnen zijn. Experts vinden een half uur hiervoor echter optimistisch. Het evacueren van (veel) omwonenden door een giftige wolk heen om mensen in veiligheid te brengen gebeurt in Nederland standaard niet.

#### *Tot vloeistof gekoelde giftige gassen*

Bij het grootschalig vrijkomen van een tot vloeistof gekoelde giftige gas komt een gedeelte van de giftige stof direct als gas in de lucht. Daarnaast ontstaat er een plas. De verdamping van die plas zal in eerste instantie snel gaan. De plas koelt vervolgens af en er ontstaat een koudkokende plas.

In tegenstelling tot giftige vloeistofplassen, kan er op koudkokende plassen geen schuim gespoten worden. Als er schuim op een koudkokende plas gespoten wordt, wordt er warmte toegevoegd aan de koudkokende plas. Door deze warmte zal de verdamping juist toenemen en de effecten dus groter worden. Om de effecten te verkleinen is het beste juist om niet in te grijpen: de bronterm wordt vanzelf minder door het koudkoken van de plas.

Een ander optie voor het eventueel beperken van de effecten is het gebruik van waterschermen. Echter blijkt uit onderzoek van het NIPV dat de effectiviteit van waterschermen tegen (giftige) dampwolken beperkt is en afhankelijk is van veel factoren<sup>12</sup>. Het is dus lastig om de effecten te beperken van een groot ongeval met een tot vloeistof gekoeld gas.

Voor tot vloeistof gekoelde giftige gassen is het lastiger om een inschatting te maken hoe lang het duurt om de effecten te beperken. Net zoals bij de giftige vloeistoffen wordt hier weer onderscheid gemaakt tussen de bedrijfsbrandweer en de regionale brandweer. Als het ongeval gebeurt bij een bedrijf met een bedrijfsbrandweer, dan is de brandweer snel ter plaatse. Echter moet vervolgens goed overlegd worden wat er gedaan kan worden en met welk doel (toevoer stoppen, plas bedekken, waterschermen, bepalen effectgebieden). Het kost tijd om deze keuzes te maken en ook om maatregelen te nemen. Zo kost het aanzienlijk tijd om een gaspak aan te trekken en het lek te dichten. Het beperken van de effecten tot binnen 30 minuten is dan optimistisch.

Net zoals bij de giftige vloeistoffen is het voor de regionale brandweer lastiger om binnen 30 minuten de effecten te beperken in verband met een vaak langere aanrijtijd dan de bedrijfsbrandweer en een mogelijk moeilijk bereikbare locatie. Vervolgens heeft de regionale brandweer, net als de bedrijfsbrandweer, weinig mogelijkheden om de effecten te beperken.

<sup>11</sup> Incidentbestrijding Gevaarlijke Stoffen door de brandweer meerjarenvisie, Brandweer, 2014.

<sup>12</sup> L. Wolfs, R. van Liempd, Waterschermen en waterstralen: Een literatuuronderzoek naar de effectiviteit van waterschermen en -stralen bij het mitigeren van dampwolken, NIPV, 2023.

Net zoals bij een ongeval met giftige vloeistoffen is het lastig om een duidelijke inschatting te geven van de tijd die het duurt voordat de NL-alert verstuurd is en de mensen binnen zijn. Mensen kunnen ook uit zichzelf vluchten als bijvoorbeeld een ammoniaklucht geroken wordt, maar blootstelling hieraan kan ook voor desorientatie zorgen waardoor vluchten moeilijker wordt. Ook voor deze stoffen geldt dat het evacueren van (veel) omwonenden door een giftige wolk heen in Nederland standaard niet gebeurt.

#### *Conclusie interviews*

Het is lastig om een duidelijke tijdslijn te geven van de inzet van hulpverleners bij een groot ongeval met giftige vloeistoffen of tot vloeistof gekoelde gassen. Het is afhankelijk van veel factoren, zoals de stof die vrijkomt, de aanrijtijd van de brandweer en de maatregelen die genomen kunnen worden.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen een ongeval met een giftige vloeistof en een ongeval met een tot vloeistof gekoeld giftig gas. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen een ongeval op een bedrijf met een bedrijfsbrandweer en situaties waar geen bedrijfsbrandweer is.

De verdamping van een plas giftige vloeistoffen kan verminderd worden door er schuim op te spuiten. Als het ongeval gebeurt op een bedrijf met een bedrijfsbrandweer kan de plas meestal binnen 30 minuten met schuim worden afgedekt. Voor ongevallen waar geen bedrijfsbrandweer is kan dit langer duren. Het streven van de regionale brandweer is om een plas binnen 1 uur afgedekt te hebben met schuim.

Voor tot vloeistof gekoeld giftig gassen is het lastiger om maatregelen te nemen om de effecten te bestrijden. Hierdoor is het lastig om binnen 30 minuten de effecten te bestrijden. Doordat de plas vanzelf kouder wordt, zal de verdamping minder worden en de effecten daardoor dus afnemen.

#### **4. Conclusie**

De maximale bronduur heeft vooral invloed op giftige vloeistoffen en in mindere mate op giftige gassen die na uitregenen een koudkokende plas vormen. Uit de interviews blijkt dat 30 minuten niet altijd een realistische maximale bronduur is; één uur is een realistischere bronduur. De bereikbaarheid van een ongeval is belangrijk voor de snelheid van optreden van de hulpdiensten. Incidenten met buisleidingen en transport kunnen zich op slecht te bereiken plaatsen voordoen.

De bronduur van giftige vloeistoffen kan beperkt worden door de plas te bedekken met schuim. De regionale brandweer heeft als streven om binnen één uur een plas met schuim bedekt te hebben. Echter wanneer de brandweer dicht bij is met het juiste materieel kan een plas binnen 30 minuten bedekt zijn. Voor koudkokende plassen kan een NL-alert worden gestuurd om de blootstelling(sduur) te beperken. Hiervoor lijkt 30 minuten geen realistisch tijd voor het versturen van een NL-alert en vervolgens het schuilen van mensen. Eén uur of langer is hierbij een realistischere inschatting.

#### **5. Advies**

Het blijkt realistischer om standaard uit te gaan van een maximale bronduur van één uur in plaats van 30 minuten. Daar zou echter beargumenteerd van afgeweken kunnen worden als er veiligheidsmaatregelen aanwezig zijn die de bronduur kunnen verkorten of wanneer ingrijpen niet mogelijk is en de bronduur langer is. Zo'n maatregel zou

bijvoorbeeld de aanwezigheid van een bedrijfsbrandweer met een korte oproeptijd en voldoende middelen kunnen zijn.

In bijlage 1 is dit advies gescoord op de criteria voor modelverbetering.

Dit onderzoek heeft niet in kaart gebracht wat de gevolgen van een langere maximale bronduur op de PR contouren of de aandachtsgebieden in concrete situaties is. De gevoeligheidsanalyse geeft een indicatie dat vooral voor giftige vloeistoffen deze groter zouden kunnen worden. Daarnaast is er niet gekeken naar het effect van een langere maximale bronduur op een brandaandachtsgebied op basis van de warmtestralingsdosis.

**Bijlage 1 Toetsing van het advies aan de criteria voor modelverbetering**

<b>Criterium</b>	<b>Toetsing</b>
<b>Ontvankelijkheid</b>	
Is duidelijk van welke partij het voorstel afkomstig is en wie contactpersoon is voor vragen of verduidelijkingen?	Ja, het RIVM doet het voorstel en kan benaderd worden via de helpdesk.
In hoeverre is de voorgestelde aanpassing eenduidig en volledig beschreven zodat deze toetsbaar is?	Ja, standaardwaarde aanpassen van 1.800 s naar 3.600 s, waarbij de gebruiker beargumenteerd kan afwijken.
<b>Validiteit</b>	
In hoeverre bieden de beschikbare gegevens een actuele, representatieve wetenschappelijke onderbouwing van de voorgestelde aanpassing?	De aanpassing is gebaseerd op interviews met hulpverleners en ondersteund met de brandweervisie. Daarnaast kan de gebruiker nu een andere waarde kiezen wanneer die waarde een betere actuele, representatieve wetenschappelijke onderbouwing heeft.
In hoeverre is de voorgestelde aanpassing relevant gezien de wetenschappelijke onzekerheid?	De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de aanpassing relevant is. De wetenschappelijke onzekerheid in de parameter is kleiner dan de aanpassing.
<b>Betrouwbaarheid</b>	
In hoeverre is de voorgestelde aanpassing FAIR (Findable, Accessible, Interoperable en Reusable)?	De informatie is beschreven in deze kennisnotitie.
In hoeverre zijn de resultaten reproduceerbaar en (on)gevoelig voor kleine veranderingen in uitgangspunten en parameters?	De reproduceerbaarheid van de berekeningen is niet afhankelijk van de maximale bronduur en blijft dus gelijk. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de resultaten ongevoelig zijn voor kleine veranderingen in de maximale bronduur.
In hoeverre is een veilige benadering (ook wel conservatief genoemd) gekozen in geval van onzekerheid en bij een generieke aanpak?	De keuze voor één uur is een realistische benadering. In geval dat de verwachting is dat ingrijpen (aanzienlijk) langer zal duren dan één uur moet van een langere bronduur worden uitgegaan.
Worden vergelijkbare situaties op een vergelijkbare wijze benaderd?	Ja, voor alle situaties moeten de opsteller van de QRA bedenken of de gekozen maximum bronduur realistisch is.
<b>Toepasbaarheid</b>	
In hoeverre is de voorgestelde aanpassing passend bij de wettelijk beoogde functie van de uitkomsten van het modelinstrumentarium?.	De berekende eindpunten (PR en aandachtsgebieden) worden realistischer met de voorgestelde aanpak.

<b>Criterium</b>	<b>Toetsing</b>
In hoeverre is de voorgestelde aanpassing relevant gezien de wettelijke doorwerking?	De invoer en berekening sluit beter aan de werkelijke situatie en leiden tot realistischere eindpunten (PR en aandachtsgebieden).
In hoeverre is de voorgestelde aanpassing toekomstbestendig?.	Dit is toekomstbestendig. De parameter is al opgenomen in Safeti-NL en wordt ook nu toegepast.
Wat zijn de kosten en de tijd nodig voor het beschikbaar stellen van een rekeninstrument waarin de aanpassingen zijn verwerkt?	De maximum bronduur kan in de volgende versie van Safeti-NL als parameter beschikbaar worden gesteld aan de gebruiker, dat wil zeggen eind 2027. DNV wordt gevraagd hier een offerte voor uit te brengen.
Is het voorstel uitvoerbaar en uitlegbaar?	Ja, zoals beschreven in deze kennisnotitie.