



## Beoordeling matrixtabel waterstoftankstations

Datum: 30 oktober 2023

Ons Kenmerk: 2023-0067/VLH/OMV/RvdH/PT

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft afgelopen jaar aan AVIV BV gevraagd om een flexibele methode voor bepaling van veiligheidsafstanden voor waterstoftankstations te ontwikkelen. Dit ter vervanging van de vaste afstanden die momenteel in het Bkl zijn opgenomen. Aan het RIVM is gevraagd om het resultaat, de matrixtabel waterstoftankstations, te beoordelen en aan te geven of deze bruikbaar is als basis voor de regelgeving. Daarnaast is de vraag gesteld hoe in de regelgeving omgegaan moet worden met het gebruik van vloeibaar waterstof. Deze brief beschrijft de resultaten van ons onderzoek.

Uit ons onderzoek volgt dat de matrixtabel is gebaseerd op de juiste, ten tijde van de uitvoering beschikbare, uitgangspunten en wetenschappelijke inzichten, welke echter nog niet zijn opgenomen in de laatste voorgeschreven versies van de rekenvoorschriften en software. De matrixtabel kan daarmee gebruikt worden voor het vaststellen van een tabel met vaste afstanden voor waterstoftankstations. Echter, in de momenteel beschikbare versie van het rekenpakket (SAFETI-NL v8.8) wordt gebruik gemaakt van een nieuw model voor de berekening van fakkels van waterstof. Hierdoor nemen de effectafstanden iets toe ten opzichte van de door AVIV berekende waarden. Geadviseerd wordt daarom om de matrixtabel zoals weergegeven in hoofdstuk 5 van de bijlage bij deze brief als basis te nemen voor de vaste afstanden. Hierin zijn de door het RIVM, met SAFETI-NL v8.8, berekende waarden opgenomen.

De matrixtabel is niet bruikbaar voor systemen met vloeibare waterstof. Voor vloeibare waterstof wordt geadviseerd om, door middel van een berekening van de risico- en effectafstanden, maatwerk te leveren.

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

T +31 88 689 8989  
[info@rivm.nl](mailto:info@rivm.nl)

### Auteur

Centrum Veiligheid  
[omgevingsveiligheid@rivm.nl](mailto:omgevingsveiligheid@rivm.nl)

## **Bijlage 1**

### **1. Inleiding**

In de geconsolideerde versie van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) zijn in bijlage VII voor het tanken van voertuigen en werktuigen met waterstof vaste afstanden opgenomen voor het plaatsgebonden risico en het brandaandachtsgebied. Deze afstanden zijn gebaseerd op een RIVM onderzoek uit 2016 [1]. Vanuit de industrie is aangegeven dat deze afstanden niet meer aansluiten bij de huidige praktijk en weinig flexibiliteit bevatten. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft daarom afgelopen jaar aan AVIV BV gevraagd om een flexibele methode te ontwikkelen voor de bepaling van de afstanden tot het plaatsgebonden risico en het brandaandachtsgebied ('veiligheidsafstanden') voor waterstoftankstations. Dit ter vervanging van de vaste afstanden die momenteel in het Bkl zijn opgenomen. Dit heeft geresulteerd in de 'matrixtabel' voor veiligheidsafstanden van waterstoftankstations [2]. Aan het RIVM is gevraagd om het resultaat, de matrixtabel, te beoordelen en aan te geven of deze bruikbaar is in de regelgeving en op welke wijze deze dan het beste kan worden opgenomen in het Bkl. Daarnaast heeft het Ministerie IenW gevraagd hoe in de regelgeving omgegaan moet worden met het gebruik van vloeibaar waterstof. Deze rapportage beschrijft de resultaten van ons onderzoek.

Als eerste zal in deze rapportage de beoordeling van het AVIV onderzoek en het tot stand komen van de matrixtabel worden behandeld. Daarna zal nog worden ingegaan op de bezwaren van de industrie op deze matrixtabel. Door AVIV is gerekend met SAFETI-NL v8.5. Inmiddels is echter SAFETI-NL v8.8 beschikbaar. Versie 8.8 is ook de basis voor de SAFETI-NL versie die vanaf 2025 naar verwachting wordt voorgeschreven in de regelgeving en deze versie wordt momenteel ook ingezet voor de herberekening van de aandachtsgebieden en het consequentieonderzoek. Daarom zal ook worden ingegaan op de laatste ontwikkelingen m.b.t. het modelleren van waterstof in SAFETI-NL, namelijk de overstap naar een nieuw fakkelman model voor waterstof, het Miller-model, in SAFETI-NL v8.8. De combinatie van deze drie evaluaties leidt tenslotte tot een eindconclusie.

### **2. Beoordeling onderzoek door het RIVM**

In dit hoofdstuk wordt het eindrapport "Vaste afstanden plaatsgebonden risico PR  $10^{-6}$  waterstoftankstations" [2] beoordeeld op juistheid en toepasbaarheid voor opname in de regelgeving. Het betreffende onderzoek naar de matrixtabel omvat een beschrijving van het beschouwde waterstoftankstation, een beschrijving van de scenario's ten behoeve van de risicoanalyse, de resultaten van de risicoanalyse en effectberekeningen voor de matrixtabel, een gevoeligheidsanalyse, fine-tuning met betrekking tot de dispensers, de afbakening en een consequentie-onderzoek.

### *2.1 Beschrijving beschouwde waterstoftankstation*

Voor de te beschouwen onderdelen van het waterstoftankstation is aangesloten bij de huidige PGS 35. Bij een waterstoftankstation wordt gebruik gemaakt van verschillende typen opslag. Dit kan zijn een tube- of flessentrailer, een lage druk buffer, een midden druk buffer en/of een hoge druk buffer. Daarnaast zijn de belangrijkste onderdelen van een waterstoftankstation de compressor en de dispensers zowel voor hoge druk (700 bar) als voor midden druk (350 bar).

Op basis van deze verschillende installatie-onderdelen en de aan te houden interne veiligheidsafstanden is, in overleg met de begeleidende werkgroep, een voorbeeldopstelling van een waterstoftankstation vastgesteld. De begeleidende werkgroep bestond uit een afvaardiging vanuit het Ministerie IenW, de industrie en het RIVM.

Het RIVM beoordeelt de keuze van de installatie-onderdelen en de opstelling daarvan als juist.

### *2.2 Beschrijving van de scenario's*

In het rapport worden voor alle installatie-onderdelen de te modelleren scenario's gegeven en hun bijbehorende faalfrequentie. De scenario's en faalfrequenties zijn beschreven voor de situatie met een doorzet van 1000 kg waterstof per dag. Het RIVM concludeert dat de beschreven scenario's in lijn zijn met het Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid [3].

### *2.3 Resultaten risicoanalyse en effectberekeningen*

AVIV heeft voor de betreffende lay-out van het waterstoftankstation de afstand berekend tot de PR  $10^{-6}$ -contour en de effectafstand. Uit een vergelijking van beide afstanden blijkt dat deze nagenoeg aan elkaar gelijk zijn. De effectafstand is op enkele punten hooguit 1 a 2 meter groter dan de risico-contour. Op basis daarvan wordt de conclusie getrokken dat de PR  $10^{-6}$ -afstand vrijwel gelijk is aan de effectafstand van de fakkel voor het scenario uitstroming uit de grootste aansluiting. Op basis van de huidige opzet van het tankstation klopt dit inderdaad. Deze conclusie is echter sterk afhankelijk van het volume van het vat en de druk in het systeem. Bij een groter volume van het vat zal de effectafstand van de gaswolkexplosie toenemen waardoor de afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour toeneemt. Hierdoor wordt de afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour mogelijk groter dan de effectafstand van de fakkel, waarop de matrixtabel is gebaseerd. Bij lage drukken zal de effectafstand van de fakkel afnemen met als gevolg dat ook dan de PR  $10^{-6}$ -contour mogelijk een grotere afstand oplevert dan de effectafstand van de fakkel. Bij de afbakening van de geldigheid van de tabel is hiermee rekening gehouden zodat dit effect niet speelt binnen de geldigheid van de tabel.

Gezien de conclusie dat de effectafstand nagenoeg gelijk is aan de afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour, is vervolgens de matrixtabel opgesteld als de effectafstand van het scenario 'uitstroming uit de grootste aansluiting' als functie van de druk in het systeem en de diameter van de aansluiting. Gezien de voorgaande overwegingen beoordeelt het RIVM deze aanpak als valide. Bijkomend voordeel daarbij is dat de veiligheidsafstand wordt gebaseerd op het criterium van een warmtestraling van max 10 kW/m<sup>2</sup>. Dit criterium is gelijk aan het huidige criterium voor de bepaling van het

brandaandachtsgebied. Dit betekent dat de veiligheidsafstand volgens de matrixtabel tevens gelijk is aan het brandaandachtsgebied volgens het huidige criterium. Opgemerkt dient te worden dat het brandaandachtsgebied momenteel onderwerp van studie is bij het RIVM. Dit betekent dat het criterium hierdoor mogelijk nog wijzigt, waardoor dit bijkomende voordeel verdwijnt.

#### *2.4 Gevoeligheidsanalyse*

In de gevoeligheidsanalyse wordt aangetoond dat een grotere doorzet geen effect heeft op het eindresultaat. Verhoging van het gebruik van de dispensers met een factor 3 (doorzet 3000 kg/dag) levert een zelfde risico-contour op. Vergroting van de opslag van waterstof door het aantal flessen te vermenigvuldigen met een factor 3 a 4 levert een iets (< 5m) grotere contour, maar deze blijft nog steeds binnen de effectafstand. Tenslotte is ook gekeken naar de invloed van een grotere inhoud van de flessen op het eindresultaat. Voor de 950 bar buffer zijn circa 5 keer grotere flessen berekend en voor de 520 bar buffer en de 300 bar buffer circa 2 keer grotere volumes. Met name bij de lagedruk bufferopslag leidde dit tot een grotere risico-contour dan de bepaalde effectafstand. Hier is echter in de afbakening rekening mee gehouden.

In de oorspronkelijke risico-analyse wordt gerekend met een kans op directe ontsteking van 1. Hierdoor ontstaat alleen een fakkel en wordt de gaswolkexplosie uitgesloten. Uit de meest recente inzichten is gebleken dat dit mogelijk niet een juiste keuze is. Vandaar dat in de gevoeligheidsanalyse ook is gekeken naar de invloed van deze parameter. Er zijn berekeningen uitgevoerd met een kans op directe ontsteking gelijk aan 0,9 en 0,7. De kans op vertraagde ontsteking is daarbij gelijk aan  $(1 - P_{\text{direct}})$  zodat de totale kans op ontsteking gelijk blijft aan 1. Uit de resultaten blijkt dat dit nauwelijks invloed heeft op de ligging van de  $10^{-6}$ -contour. Op twee locaties heeft de contour met een kans op directe ontsteking kleiner dan 1 een grotere afstand dan de oorspronkelijke contour. Dit heeft te maken met de rekenwijze van SAFETI-NL bij vertraagde ontsteking. Bij vertraagde ontsteking rekent SAFETI-NL met ontsteking van de gaswolk op het moment dat de gaswolk buiten de inrichtingsgrens komt. De ligging van de inrichtingsgrens zou daar door van invloed kunnen zijn op deze conclusie. Door RIVM is daarom een controle uitgevoerd of de ligging van de inrichtingsgrens hierop van invloed is. Dit bleek niet het geval te zijn en RIVM onderschrijft de conclusie dat de kans op directe ontsteking nauwelijks van invloed is op de ligging van de  $10^{-6}$ -contour.

#### *2.5 Finetuning dispensers en afbakening*

Bij de berekeningen van het plaatsgebonden risico wordt voor de dispensers gerekend met het line rupture model van SAFETI-NL met een leidinglengte van 5 m. Dit betekent dat de uitstroming extra weerstand ondervindt van een leiding met een lengte van 5 m. Deze extra weerstand ontbreekt bij de berekening van de effectafstand als gevolg van een uitstroming uit de grootste aansluiting. De weerstand van deze leiding resulteert in een kleinere effectafstand en afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour. Dit rechtvaardigt het toepassen van een correctiefactor voor de dispensers. Aangezien de dispensers een druk hebben van 350 bar of 700 bar en een grootste leidingdiameter van 15 mm heeft AVIV de

correctiefactor bepaald in dat toepassingsgebied. Hieruit volgt een correctiefactor variërend van 0,51 tot 0,72. Conservatief wordt gekozen voor een correctiefactor voor de veiligheidsafstand van de dispenser van 0,75. Later in het proces is besloten om de tabelwaarde van 15 mm te vervangen door een diameter van 16 mm. In bijlage 4 van het AVIV rapport is aangetoond dat de correctiefactor voor een leidingdiameter van 16 mm gelijk is aan 0,74. De waarde van 0,75 kan dus ook voor deze leidingdiameter worden gekozen. Het RIVM stemt in met het gebruik van deze correctiefactor voor dispensers met een druk tussen 300 en 950 bar en een leidingdiameter van 5 tot 16 mm.

Zoals al in paragraaf 2.3 genoemd is de aanname dat de effectafstand van de fakkel ongeveer gelijk is aan de afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour slechts geldig onder bepaalde voorwaarden. Bij een lage druk en groot volume wordt het effect van het instantaan falen van de drukhouder groter dan het effect van de fakkel. Hierdoor wordt de afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour groter dan de effectafstand van de fakkel. Om dit nader te onderzoeken zijn de 1% letaliteitsafstanden voor het scenario instantaan falen bij verschillende drukken en volumes vergeleken met de 1% letaliteitsafstand voor een 10 mm lek bij dezelfde druk. Hieruit volgt dat de aanname dat effectafstand en afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour nagenoeg gelijk zijn alleen geldig is voor cilinders/vaten met een druk hoger dan 30 bar en een inhoud van maximaal 3 m<sup>3</sup>.

Dit betekent dat de matrixtabel niet toepasbaar is wanneer een druk lager dan 30 bar wordt toegepast of wanneer een opslag met een volume groter dan 3 m<sup>3</sup> wordt gebruikt. In deze situaties zullen de risico-contouren berekend moeten worden met een QRA. Bevoorrading van de tankstations vindt echter plaats met tube-trailers of flessenwagens. Vanwege de opslag van waterstof onder zeer hoge druk wordt de tussenopslag bij tankstations ook uitgevoerd als een batterij met tubes/flessen. Daarbij is de aanname dat bij bezwijken van een reservoir er slechts 1 reservoir tegelijk bezwijkt. Hierdoor is de verwachting dat een reservoir groter dan 3 m<sup>3</sup> nauwelijks zal voorkomen gerechtvaardigd.

## *2.6 Consequentieonderzoek*

Met een consequentie-onderzoek zijn de resultaten van de QRA's van 10 waterstoftankstations vergeleken met de afstanden uit de matrixtabel. In vijf van deze gevallen is de PR  $10^{-6}$ -contour kleiner dan de afstanden in de matrixtabel. Dit blijkt te worden veroorzaakt doordat de daar aanwezige slangen een diameter hebben van 11 of 16 mm. Deze worden in de matrixtabel afgerond naar boven naar 15 en 20 mm. Aangezien 11 en 16 mm blijkbaar gangbare maten zijn voor slangen en deze daardoor vaker voorkomen dan 10 en 15 mm zijn de resultaten van 11 en 16 mm in de matrixtabel opgenomen.

Daarnaast blijkt uit het consequentieonderzoek dat berekeningen die in het verleden zijn uitgevoerd met SAFETI-NL v.6.54 resulteren in grotere PR  $10^{-6}$  contouren dan berekeningen met versie 8.5 van SAFETI-NL. Voor deze inrichtingen leidt het gebruik van de matrixtabel tot kleinere afstanden dan berekend.

Het consequentieonderzoek leidt niet tot onoverkomelijke bezwaren tegen het gebruik van de matrixtabel.

### **3. Bezwaren vanuit WVIP/industrie op matrixtabel veiligheidsafstanden waterstoftankstations**

Vanuit de industrie en ondersteund door het Waterstof Veiligheid en Innovatie Platform WG3 zijn verschillende bezwaren genoemd tegen het gebruik van vaste veiligheidsafstanden en de wijze waarop deze zijn berekend. In overleggen met verschillende afgevaardigden zijn de volgende belangrijkste bezwaren naar voren gekomen:

1. Waterstoftankstations zullen in de toekomst steeds groter worden. In de Europese regelgeving is zelfs opgenomen dat alle toekomstige waterstoftankstations die gebouwd gaan worden een minimale doorzet moeten halen van 2000 kg waterstof per dag. De berekeningen zijn echter uitgevoerd voor een doorzet van 1000 kg/dag.
2. In de berekeningen die ten grondslag liggen aan de vaste afstanden in de matrixtabel wordt het scenario gaswolkexplosie niet meegenomen.
3. De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL. In SAFETI-NL wordt de opsluiting van een wolk niet meegenomen maar wordt uitgegaan van een explosie in de open lucht.
4. Zoals in het eindrapport over de matrixtabel is opgenomen is de matrixtabel niet geschikt voor vloeibaar waterstof.

Deze bezwaren worden hieronder ieder apart besproken.

#### *3.1 Doorzet is beperkt tot 1000 kg/dag*

Het uitgangspunt bij de berekeningen voor de matrixtabel is een doorzet van 1000 kg waterstof per dag. Op dit moment is dat voor de meeste waterstoftankstations nog voldoende maar het is ondertussen duidelijk dat toekomstige waterstoftankstations worden ontworpen voor een grotere doorzet. Een grotere doorzet zou kunnen leiden tot een grotere afstand voor de risico-contour waardoor deze risico-afstand groter zou kunnen worden dan de effectafstand volgens de matrixtabel.

Bij het opstellen van de matrixtabel voor veiligheidsafstanden van waterstoftankstations heeft AVIV daarom een gevoeligheidsanalyse gedaan op de doorzet. Hieruit blijkt dat een verhoging van het gebruik van de dispensers met een factor 3 geen effect heeft op de risico-contour. Daarnaast is gekeken naar het vergroten van opslagcapaciteit met een factor 3 a 4 door meer flessen op te slaan. Dit leverde iets grotere risico-contouren op maar deze vielen nog steeds binnen de afstanden van de matrixtabel. Tenslotte is gekeken naar het vergroten van de opslag door grotere flessen te gebruiken. Dit leverde met name voor lage druk opslag bij grotere volumina een risico-contour op grotere afstand dan de afstanden uit de matrixtabel. Dit heeft te maken met het feit dat de afstanden voor het scenario instantaan falen dan groter worden dan de effectafstand van de fakkel, zoals reeds beschreven in paragraaf 2.5. In de afbakening is daarom gesteld dat de matrixtabel slechts geldig is voor vaten met een druk hoger dan 30 bar een inhoud van maximaal 3 m<sup>3</sup>.

Daarnaast is van belang dat de matrixtabel gebaseerd is op effectafstanden. Een hogere frequentie van verlading door een hogere doorzet leidt daarom niet tot grotere afstanden in de matrixtabel.

Het bezwaar dat de doorzet is beperkt tot 1000 kg/dag is daarom voor het waterstoftankstation en de toepassing van de matrixtabel niet gegrond. Uiteraard leidt een grotere doorzet in bepaalde situaties ook tot een grotere aanvoer naar het tankstation. Het transport van waterstof naar het tankstation valt echter buiten het kader van dit onderzoek.

### *3.2 Gaswolkexplosie wordt niet meegenomen*

Bij de berekeningen van de risico-afstanden in deze studie wordt een kans op directe ontsteking van 1 gehanteerd. Dit is eerder ook door het RIVM gehanteerd in een studie m.b.t. waterstoftankstations. Dit betekent dat bij uitstroming van waterstof het vrijkomende waterstof direct ontsteekt en er een fakkel ontstaat. Het scenario dat waterstof vrij komt zonder te ontsteken en dat ontsteking op een later moment plaatsvindt, ofwel een gaswolkexplosie, wordt daarbij niet meegenomen.

Ondertussen is duidelijk geworden dat een kans van 1 op directe ontsteking niet realistisch is. In een eerdere studie [4] is door RIVM aangetoond dat het hanteren van een kans op directe ontsteking lager dan 1 in sommige gevallen leidt tot een grotere risico-contour. Ook is aangetoond dat welke waarde dan wel wordt gekozen voor deze kans niet erg veel verschil maakt.

AVIV heeft daarom een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd door te rekenen met een kans op directe ontsteking van 0,9 en van 0,7. Hierbij wordt de gaswolkexplosie wel beschouwd. Uit de resultaten volgt dat deze wijziging nauwelijks invloed heeft op de ligging van de PR  $10^{-6}$ -contour waardoor dit bezwaar ongegrond is.

### *3.3 SAFETI-NL neemt opsluiting van de gaswolk niet mee maar gaat uit van een explosie in de open lucht*

In tegenstelling tot paragraaf 3.2 gaat het hier niet om het wel of niet meenemen van de gaswolkexplosie maar om de wijze waarop SAFETI-NL rekent voor de gaswolkexplosie. SAFETI-NL neemt bij vertraagde ontsteking van ontvlambare stoffen standaard een gaswolkexplosie mee. De ontsteking vindt plaats op het moment dat de gaswolk buiten de terreingrens komt. Hierbij wordt aangenomen dat een gedeelte van de vrijgekomen gaswolk opgesloten is en bijdraagt aan de explosie. Voor de massa van het deel dat is opgesloten en dat bijdraagt aan de explosie wordt aangenomen dat deze gelijk is aan 12,5%. Opsluiting van de gaswolk wordt dus wel meegenomen in SAFETI-NL.

### *3.4 De matrixtabel is niet geschikt voor vloeibaar waterstof*

In de betreffende studie van AVIV is ook een berekening opgenomen voor een waterstoftankstation met vloeibaar waterstof. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen een tankauto met vloeibaar waterstof die continu aanwezig is en een tankauto die alleen aanwezig is om een buffer te vullen. Uit de berekeningen blijkt dat de risico-afstanden voor beide

situaties veel groter zijn dan voor gasvormig waterstof en dus ook veel groter dan de afstanden uit de matrixtabel. De afstand tot de PR  $10^{-6}$ -contour ligt tussen 80 en 100 m. Dit maakt dat de matrixtabel niet kan worden toegepast voor het bepalen van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden voor vloeibaar waterstof.

De opslag van vloeibaar waterstof is echter momenteel nog niet aan de orde. Tijdens de overleggen met de begeleidingscommissie is ook aangegeven dat dat in de nabije toekomst nog niet op grote schaal wordt verwacht. Op termijn kan opslag van vloeibaar waterstof echter wel in beeld komen. Voorlopig kan voor de opslag en/of levering van vloeibaar waterstof in de regelgeving worden volstaan met de verwijzing naar een QRA voor deze systemen.

#### 4. Invloed overstap op Miller-model in SAFETI-NL v8.8

In SAFETI-NL versie 8.8 is een nieuw fakkelman model voor waterstof opgenomen, het Miller model overeenkomstig met de laatste wetenschappelijke inzichten omtrent het gedrag van waterstof fakkels. Een vergelijking van de effectafstand ( $10 \text{ kW/m}^2$ ) tussen SAFETI-NL versie 8.5 en SAFETI-NL versie 8.8 is voor enkele combinaties van druk en leidingdiameter gegeven in Tabel-1. Hieruit blijkt dat de effectafstanden berekend met versie 8.8 groter zijn. Het wordt daarom aanbevolen om de afstanden berekend met SAFETI-NL versie 8.8 als basis te nemen voor opname in de regelgeving. Tevens betekent dit dat de resultaten van het consequentie onderzoek, zoals door AVIV is uitgevoerd (paragraaf 2.6 van het AVIV rapport), mogelijk niet meer valide zijn.

Tabel-1: Vergelijking van de effectafstand ( $10 \text{ kW/m}^2$ ) van een waterstof fakkelman voor SAFETI-NL versie 8.5 en SAFETI-NL versie 8.8

Diameter[mm] Druk[bar]	6		11		20		50	
	8.5	8.8	8.5	8.8	8.5	8.8	8.5	8.8
0-30	4 m	6 m	7 m	10 m	13 m	18 m	31 m	43 m
300-520	14 m	19 m	26 m	34 m	46 m	59 m	109 m	135 m
950-1250	20 m	26 m	36 m	46 m	63 m	80 m	151 m	184 m

#### 5. Conclusies

Op verzoek van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM de methode van het gebruik van een matrixtabel voor de veiligheidsafstand voor waterstoftankstations beoordeeld. Uit onze beoordeling kan het volgende geconcludeerd worden:

- De matrixtabel is gebaseerd op de juiste, ten tijde van de uitvoering geldende, uitgangspunten en kan gebruikt worden voor de regelgeving;
- De matrixtabel kan opgenomen worden in het Bkl voor het bepalen van afstanden binnen de grenzen van de geldigheid van de tabel;



- Buiten de grenzen van de geldigheid, zoals vloeibaar waterstof, is maatwerk nodig en dienen de risico- en effectafstanden berekend te worden;
- In SAFETI-NL v.8.8 wordt gebruik gemaakt van het Miller model voor waterstoffakkels. Dit heeft tot gevolg dat de effectafstanden in versie 8.8 van SAFETI-NL wat zullen toenemen. Geadviseerd wordt om in de regelgeving uit te gaan van de laatste wetenschappelijke inzichten en de matrixtabel zoals deze in Tabel 2 is weergegeven te gebruiken als basis voor de regelgeving.

Tabel-2: Matrixtabel waterstoftankstations (afstanden berekend met SAFETI-NL versie 8.8 (RC3 build 8.8.70.0)) [m]

Diameter [mm] \ Druk[bar]	5	6	8	11	16	20	35	50
0-30	5	6	7	10	15	18	31	43
30-300	13	16	20	27	39	48	79	110
300-520	16	19	25	34	48	59	98	135
520-950	20	24	31	42	60	73	121	168
950-1250	22	26	35	46	65	80	133	184

## 6. Referenties

- [1] Stam G., RIVM memo: "Risico- en effectafstanden waterstoftankstations", kenmerk 20160149 VLH HAS/Sta/sij, 3 oktober 2016.
- [2] Op den Dries A.m., Mentink L.M.A., "Vaste afstanden plaatsgebonden risico PR 10-6 waterstoftankstations", AVIV rapport project nr 224941, november 2022.
- [3] "Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid", RIVM-website: [Rekenvoorschrift omgevingsveiligheid | RIVM](#)
- [4] Timmers P.G.J., Uijt de Haag P.A.M., Verkleij S.P., "Rekenmethode om de risico's te berekenen van het vervoer van samengeperste gassen en tot vloeistof gekoelde gassen", RIVM briefrapport 2022-0116.