

Inventarisatie van kennisvragen

WP4 Veiligheidsaspecten en risico's

Auteur: TNO

Dit project is medegefinancierd door TKI Nieuw Gas | Topsector Energie uit de PPS-toeslag onder referentienummer TKI2019 WVIP



Introductie

Een gestructureerde inventarisatie van veiligheidsaspecten en -risico's is noodzakelijk om kennis en vaardigheden te verwerven op het gebied van productie, opslag, transport en gebruik van waterstof. Deze inventarisatie wordt uitgevoerd binnen werkpakket 4 van het programma WVIP (Waterstof Veiligheid Innovatie Programma). Deze inventarisatie zal bijdragen aan het bepalen welke maatregelen nodig zijn om waterstof als veilige en betrouwbare energiedrager op grote schaal te kunnen introduceren en daarmee door het grote publiek geaccepteerd te krijgen.

Werkpakket 4 bestaat uit drie fasen:

1. Identificatie van de kennisvragen per geïdentificeerde toepassing en bepaling van de generieke kennisvragen (die in meerdere toepassingen terugkomen).
2. Beantwoorden van de kennisvragen waar mogelijk met informatie uit de openbare literatuur en andere publiek beschikbare bronnen. Het doel is om een beknopt antwoord te geven op de relevante kennisvraag, met verwijzing naar bronnen voor meer achtergrondinformatie.
3. Opstellen van een roadmap voor het vinden van de antwoorden op de nog niet beantwoorde kennisvragen

Dit document vormt de eerste fase van dit werkpakket. Onderstaande kennisvragen zijn begin 2020 door het team gesignaleerd (zie volgende paragraaf). Bij het vragen van input aan de teamleden werd benadrukt dat deze partners zichzelf niet als referentiepunt mogen beschouwen bij het opstellen van de kennisvragen. Wat het ene teamlid weet en dus niet als een kennisvraag beschouwt, wordt door andere entiteiten misschien niet als zodanig beschouwd en ervaren. Het is de expliciete doelstelling om ervoor te zorgen dat alle partijen die binnen afzienbare tijd betrokken zullen zijn bij de ontwikkeling van de waterstofinfrastructuur, toegang hebben tot een document waarin alle kennisvragen – of veelgestelde vragen – beknopt zijn samengevat. Dit betekent ook dat een gesignaleerde kennisvraag nooit uit deze lijst zal worden verwijderd.

Verder moet worden benadrukt dat dit niet de definitieve lijst van kennisvragen is. Dit is een levend document dat zich aan het uitbreiden is. Om over te gaan naar de tweede en derde fase van het werkpakket moest op een gegeven moment een streep worden getrokken om met deze fasen te beginnen. De hieronder genoemde kennisvragen zijn dan ook een eerste inventarisatie, opgesteld door de teamleden in 2020, en dat concept werd 'bevoren' om de deliverable van de eerste fase van het project weer te geven. Er zullen regelmatig updates van dit kennisvragendocument worden gepubliceerd.

Afbakening en teamleden

De WVIP richt zich op de productie van waterstof, zowel op grote als op kleine schaal, tot aan de toepassing ervan in het mobiliteitsdomein.

Deze is onderverdeeld in 5 zogenaamde toepassingsgebieden:

- I. Electrolyzers en andere productiemethoden.
- II. Opslag/transport over weg/water/spoor.
- III. Transport- en distributiepijpleidingen.
- IV. Bunkeren.
- V. Parkeergarages, carports, busremises, tunnels, enzovoort (allemaal mobiliteits-gerelateerd).

Het team dat heeft bijgedragen aan deze eerste versie van het kennisvragendocument, bestond uit:

1. NEN
2. TNO
3. Nouryon
4. Shell
5. DNV GL
6. EBN
7. HyGro
8. Vopak
9. Arcadis
10. Batenburg (Van Dalen Installatie)
11. Bilfinger
12. ISPT
13. Royal HaskoningDHV
14. Waterstofnet
15. Witteveen+Bos
16. IFV
17. RWS
18. Brandweer (Amsterdam-Amstelland)

Kennisvragen per toepassingsgebied

In onderstaande lijst zijn de kennisvragen per toepassingsgebied samengevat. Om door te gaan met de tweede en derde fase van het project (zie hoofdstuk 1), werden de vastgestelde vragen geprioriteerd. De vetgedrukte hiaten werden als eerste beknopt beantwoord. Dit proces van het beantwoorden van de geprioriteerde kennisvragen is eind 2020/begin 2021 begonnen. De eerste documenten zullen begin 2022 openbaar beschikbaar zijn.

Productiemethoden

1. Hoe kan een inherent veilig ontwerp voor grootschalige waterelektrolyse worden gerealiseerd en onderhouden?
 - Welke randvoorwaarden gelden voor het ontwerp, de exploitatie en het onderhoud van grootschalige installaties met elektrolyserinstallaties?
 - Hoe kan de inschatting van scenario's worden onderbouwd en zo objectief mogelijk worden gemaakt?
 - Hoe kunnen domino-effecten op een eenduidige manier in het ontwerp worden opgenomen?

2. Wat beïnvloedt een mogelijke explosie van waterstof:
 - Kunnen bepaalde onzuiverheden een versterkend effect hebben op (1) ontvlambaarheid, (2) kans op deflagratie naar detonatie-overgang of (3) explosiekracht?
3. Wat zijn de normen en richtlijnen en worden deze goed toegepast?

Opslag, overslag en transport

1. Is er een overzicht van verschillende manieren van opslag en transport, hun voor- en nadelen, mogelijk toepassingsgebied en veiligheidsrisico's? Een beschrijving van de methoden (werkprincipes, kenmerken) is hierbij van belang.
2. Wat zijn de veiligheidscritische faalscenario's (methode van vrijgave) typisch voor waterstof, specifiek voor op-, overslag, tankwagens en cilinder(pakketten)? Wat zijn de verschillen in faalscenario's ten opzichte van conventionele brandstoffen?
3. Welke eisen volgen uit ADR¹ en wat zegt deze regelgeving over waterstof (met betrekking tot reeds bestaande voorzieningen/systemen)?

Transportleidingen

1. Is waterstofbrosheid een probleem in hogedruk aardgasleidingen?
 - Wat is waterstofbrosheid?
 - Onder welke omstandigheden vindt waterstofbrosheid plaats?
 - Waar komt waterstof vrij?
 - Hoeveel waterstof komt er vrij?
2. In hoeverre beïnvloedt het proces van de hogedrukleidingen het faalgedrag van de leiding?
 - Wat is het (faal)gedrag van de staalsoorten die gebruikt worden voor hogedrukleidingen als de druk niet fluctueert?
 - Wat is het (faal)gedrag van de staalsoorten die gebruikt worden voor hogedrukleidingen als de druk fluctueert?
 - Heeft het vervangen van aardgas door waterstof hier invloed op?
 - Zijn er andere procesparameters die het faalgedrag van hogedrukleidingen beïnvloeden?
3. Zijn de voorgeschreven softwarepakketten voor het berekenen van het externe veiligheidsrisico geldig voor waterstof?
 - Er is onzekerheid over de geschiktheid van de softwarepakketten.
 - De softwarepakketten zijn niet geschikt voor berekeningen in gebouwen. Is dat correct?

Bunkeren

1. Bunkerprocedures en normen voor waterstof zijn niet beschikbaar. Aangezien de procedure per schip verschillend kan zijn, welke standaardisatie is dan mogelijk? Inzicht geven in de verschillen in de procedures tussen het bunkeren van GH2 en LH2.
2. Wat zijn de risico's bij het optillen van waterstofcontainers? Indien het verwisselbare opslag/tanks betreft, dient het herhaald aan- en afkoppelen ook mee te worden genomen.
3. Welke procedures/instructiematerialen zijn er voor de mensen die het onderhoud moeten uitvoeren?
4. Welk cursusmateriaal is beschikbaar voor het opleiden van de mensen die het bunkeren moeten uitvoeren?

¹ Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (Carriage of Dangerous Goods by Road)

5. Containerterminals worden bunkerterminals - wat is de impact hiervan op de Vergunningen?
6. Wat zijn de regels voor het vervoer van waterstofcontainers over het water?
7. Is een voor wegtransport gecertificeerd tubetrailer geschikt voor de scheepvaart?
8. Wat zijn de risico's van NH₃, methanol, LOHC en andere waterstofdragers?

(Deels) afgesloten ruimten in het mobiliteitsdomein

1. Een auto met een waterstoftank onder hoge druk is betrokken bij een ongeval. Een breuk in een van de leidingen doet de tank leeglopen. Tijdens het leeglopen wordt het waterstof/luchtmengsel pas na een bepaalde tijd ontstoken door een externe bron. Wat is het effect op de constructie en het milieu?
2. Een auto met een waterstoftank onder hoge druk staat in de directe nabijheid van een brand. Wat gebeurt er met de auto (= waterstoftank)?
3. Een auto met een waterstoftank onder hoge druk staat in de directe omgeving van een elektrisch laadstation, terwijl er waterstof uit de auto lekt. Kan dit leiden tot een incident en zo ja, wat is dat incident?
4. Wat is het gecombineerde effect van mechanische, thermische en fysieke (permeatie waterstof) belasting op de composiettank, inclusief de fittingen (leidingen, O-ringen, kleppen, etc.) op de faalkans van de tank?
5. Een auto met een waterstoftank onder hoge druk is betrokken bij een ongeval. Een breuk in een van de leidingen doet de tank leeglopen. Tijdens het leeglopen ontsteekt het waterstof-luchtmengsel ogenblikkelijk. Wat is het effect op de constructie en het milieu?
6. Een auto met een waterstoftank onder hoge druk staat naast een opladende elektrische auto geparkeerd. In de directe omgeving van (één van) deze auto's woedt een brand of één of beide auto's staat in brand. Welke blusstrategie moet hier worden toegepast?
7. Welke verbrandingsgassen komen vrij als de composiettank meedoet aan de verbranding en wat is de toxiciteit van die stoffen?
8. Wat is het domino-effect als een auto (al dan niet op waterstof) in brand staat en er meerdere auto's in de buurt zijn die op benzine/diesel/elektrisch/waterstof rijden?
9. Vraagt de aanwezigheid van waterstofvoertuigen in (deels) afgesloten ruimten om detectietechnieken die nog niet zijn ontwikkeld en/of gebruikt?

Algemeen

1. Wat zijn de veiligheidsafstanden qua overdruk bij een waterstofexplosie?
 - Wat is acceptabel qua uitstroom?
 - Wat zijn de marges?
 - Hoe kunnen lekken worden gevisualiseerd?
 - Welke invloed heeft de omgeving?
 - Open veld versus (deels) gesloten ruimte.
2. Inzicht in de invloed van de volgende factoren op het niveau van beveiligingsrisico's:
 - Schaal van toepassing (grote industriële sites vs woonwijk)
 - Type insluitsysteem
 - Toepassingsvorm (gas, vloeistof)
3. Wat zijn de dispersiekenmerken van waterstof in een open veld en in een (deels) gesloten ruimte als functie van tijd en plaats en onder invloed van de grootte van het lek en de aanwezigheid van (actieve/passieve) ventilatie?

4. Wat zijn de veiligheidsafstanden als gevolg van straling van een brand met een fakkel tot gevolg?
5. Wat zijn geschikte materialen die minimaal doorlaatbaar zijn voor waterstof? Dit geldt naast waterstofhoudende systemen ook voor lassen, connectoren en kleppen.
6. Wat zijn de ontstekingskansen?
 - Waarschijnlijkheid van directe ontsteking?
 - Waarschijnlijkheid van vertraagde ontsteking?
 - Onder welke voorwaarden gelden de ontstekingskansen?
 - Kan wrijving langs de wanden van de leidingen leiden tot ontsteking?
 - In hoeverre is de fysieke toestand van het product (gas of vloeistof) van invloed op de ontstekingskans of vertraagde ontsteking?
 - In hoeverre beïnvloeden de procescondities (temperatuur, druk) de ontstekingskans of vertraagde ontsteking?
 - In hoeverre beïnvloeden operationele aspecten (stroomsnelheid, concentratie, wandruwheid) de ontstekingskans of vertraagde ontsteking?
 - Kan elektromagnetische straling leiden tot ontsteking?
7. Wat kan er gezegd worden over de deflagratie naar detonatie overgang (DDT) als functie van buislengte, stoichiometrie, obstakels, geometrie, temperatuur, begindruk?
8. Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen LNG en LH2?