

Explosieveiligheidsdocument

Watermeln Waterstofgenerator

Utrecht

15 maart 2024

Hystream BV

Explosieveiligheid Watermeln Waterstofgenerator

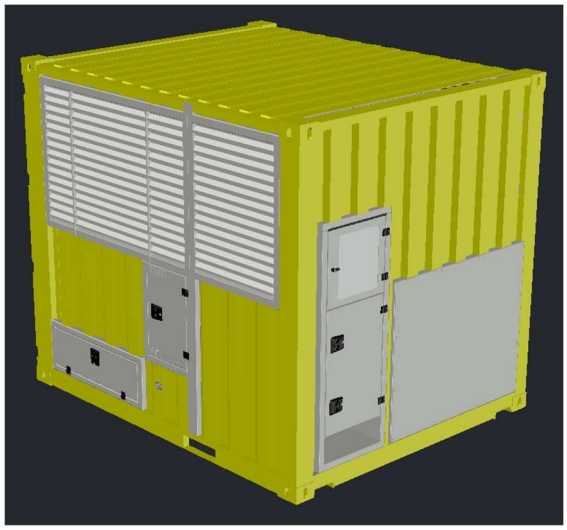
V E R S I E 4

Inhoud

1. Inleiding 5
2. Wettelijk kader 6
EU-richtlijn 1999/92/EG en Arbobesluit 6
Uitvoeringsrichtlijnen 6
3. Algemene basiselementen van de ATEX zonering 7
Stofexplosiegevaar 7
Gas / dampontploffingsgevaar 7
Gevarenklassen en zone-indeling algemeen 9
Randvoorwaarden per geclassificeerde zone 9
Ontstekingsbronnen 10
Gebruikte zone-aanduidingen 11
4. Opbouw explosieveiligheidsonderzoek 12
5. Procesbeschrijving en risicoanalyse 13
Eigenschappen van waterstof 14
6. Aanvoer waterstof 15
Uitgangspunten: 15
Lekdebiet & Zonering 16
7. Waterstof generator 17
Uitgangspunten: 18
Waterstof Toevoer 18
Lekdebiet & Zonering 19
Brandstofcel 20
Watermeln Container 21
Potentiële ontstekingsbronnen 22
Detectie 24
8. Bliksembeveiliging 25
9. Afblaaspijpen 26
10. Aandachtspunten 27
11. Bijlage 1 Zone-overzicht 28

1. Inleiding

Watermeln ontwikkelt een waterstofgenerator welke waterstof kan omzetten naar stroom voor lokaal gebruik. Hystream is gevraagd om een explosieveiligheidsdocument op te stellen voor dit product.





De waterstofgenerator bestaat uit een 10ft container met daarin geplaatst:

- Inlaat voor gasvormig waterstof
- Brandstofcel voor omzetting van waterstof en lucht naar water en elektriciteit en warmte
- Batterij voor opslag surplus elektriciteit en levering van piekvermogen
- Vermogens elektronica
- Ventilatie
- Uitlaat voor water gevormd in de brandstofcel

2. Wettelijk kader

Dit explosieveiligheidsdocument (hierna: ”EVD”) past binnen verplichtingen, vastgelegd in de Europese Richtlijn 1999/92/EG [1] (ook wel de ATEX 153 richtlijn genoemd) en de daaruit voortvloeiende wettelijke verplichtingen. In Nederland is de ATEX 153 richtlijn verankerd in het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit), § 2a Explosieve atmosferen, Artikelen 3.5 a-f.

EU-richtlijn 1999/92/EG en Arbobesluit

Op grond van de Europese richtlijn 1999/92/EG zijn bedrijven met een risico ten aanzien van een gas- of stofexplosie onder atmosferische omstandigheden verplicht tot het opstellen en bijhouden van een EVD.

De werkgever stelt een explosieveiligheidsdocument op m.b.t. de risicobeheersing van mogelijke explosies ten gevolge van brandbare gas- of dampwolken. Het EVD moet minimaal de volgende informatie bevatten:

- beschrijving hoe de explosierisico’s geïdentificeerd en beoordeeld zijn;
- beschrijving welke afdoende maatregelen genomen zullen worden om het doel van de richtlijn te bereiken;
- welke plaatsen in zones zijn ingedeeld;
- op welke plaatsen de minimumvoorschriften van bijlage II van de richtlijn van toepassing zijn;
- beschrijving hoe de arbeidsplaats en de arbeidsmiddelen, met inbegrip van de alarminrichtingen, met de vereiste aandacht voor de veiligheid worden ontworpen, bediend en onderhouden;
- voorzorgsmaatregelen voor het veilig gebruik van de arbeidsmiddelen in overeenstemming met Richtlijn 89/655/EEG van de Raad die zijn getroffen.

Het EVD moet vóór de aanvang van de werkzaamheden worden opgesteld. Het wordt herzien wanneer belangrijke wijzigingen plaatsvinden met betrekking tot uitbreidingen of verbouwingen van de arbeidsplaatsen, arbeidsmiddelen of het arbeidsproces. De werkgever kan bestaande beoordelingen van de risico's, documenten of andere gelijkwaardige rapporten met elkaar combineren en in het EVD integreren. Het EVD moet een overzicht geven van de resultaten van de risicobeoordeling en de daaruit voortvloeiende technische- en organisatorische voorzorgsmaatregelen voor een installatie en de werkomgeving.

Uitvoeringsrichtlijnen

Binnen de EU zijn voor het omgaan met explosieveiligheid een aantal zg. geharmoniseerde normen opgesteld. De belangrijkste daarvan is de reeks binnen de EN 60079. De norm voor het opstellen van een EVD is de NEN-EN-IEC 60079-10.

In Nederland is dit vervolgens vertaald naar de zg. Nederlandse Praktijk Richtlijnen (NPR)

- NPR 7910-1:2020 Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar
  Deel 1: Gasexplosiegevaar.
- NPR 7910-2:2020 Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar
  Deel 2: Stofexplosiegevaar.

De rapportage is gebaseerd op bovengenoemde richtlijnen.

[1] Richtlijn 1999/92/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 1999 over minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen (vijftiende bijzondere richtlijn in de zin van artikel 6, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) (PB L 23 van 28.01.2000, blz. 57), laatstelijk gewijzigd op 7 juni 2000 (PB L 134 van 07.06.2000, blz. 36).

3. Algemene basiselementen van de ATEX zonering

Stofexplosiegevaar

Vaste stoffen kunnen, afhankelijk van hun specifieke chemische eigenschappen, gemengd met lucht tot stofexplosies leiden, afhankelijk van

- de hoeveelheden van de stof
- de deeltjesgrootte
- de aanwezigheid van zuurstof
- de aanwezigheid van een ontstekingsbron

In het inwendige van apparaten (stofomhullingen) behoeft op basis van de NPR 7910-2 geen gevaren-zone-indeling te worden gemaakt voor kleinere hoeveelheden dan:

- 0,1 kg brandbaar stof met een deeltjesgrootte kleiner dan 0,1 mm;
- 1 kg brandbaar stof met een deeltjesgrootte tussen 0,1 mm en 0,5 mm.

Binnen de waterstofgenerator worden geen vaste brandbare producten verwerkt die stofexplosies kunnen veroorzaken.

Gas / dampontploffingsgevaar

Gassen en dampen kunnen onder atmosferische omstandigheden leiden tot een ontploffing als de omstandigheden voldoen aan de zg. branddriehoek of de brandvijfhoek. De waterstofgenerator heeft als brandstof waterstof welk in aanwezigheid van zuurstof (lucht) in de juiste mengverhouding en met een ontstekingsbron kan leiden tot een gasexplosie.



Indeling is verplicht volgens NPR 7910-1:2020, paragraaf 6.2, tabel 2.

Omdat wettelijk (zie Arbobesluit) impliciet wordt verlangd dat in verband met explosiegevaar elke hoeveelheid van een brandbare stof moet worden beoordeeld kunnen de in dit hoofdstuk vermelde minimale hoeveelheden slechts als richtinggevend worden gezien. Zij berusten niet op wetenschappelijke of theoretische criteria, maar op algemene praktijkervaring. Wettelijk is en blijft de werkgever verantwoordelijk voor de explosieveiligheid ten aanzien van de brandbare stof ongeacht de hoeveelheid daarvan.

Een ernstig risico op dampexplosie is niet of nauwelijks te verwachten bij de hoeveelheden in onderstaande tabel.

Eigenschappen van de brandbare stof	Minimale hoeveelheden in kg		GHS-klasse
	Buitenlucht of 'open gebouw' volgens 8.2	Gesloten gebouw	
Brandbare gassen	50	5	Klasse 2, categorieën 1 en 2
Tot vloeistof verdichte brandbare gassen (aerosolen)	50	5	Klasse 3, categorieën 1 en 2
Brandbare vloeistoffen met een vlampunt lager dan 23 °C en een beginkookpunt lager dan of gelijk aan 35 °C	50	5	Klasse 6, categorie 1
Brandbare vloeistoffen met een vlampunt lager dan 23 °C en een beginkookpunt hoger dan 35 °C	500	50	Klasse 6, categorie 2
Brandbare vloeistoffen met een vlampunt ≥ 23 °C en ≤ 60 °C indien zij kunnen vrijkomen met een temperatuur hoger dan die van het vlampunt verminderd met 3 °C veiligheidsmarge. Deze categorie omvat ook gasolie, diesel en lichte stookolie met een vlampuntbereik tussen 55 °C en 75 °C.	5 000	500	Klasse 6 categorie 3
Overige brandbare vloeistoffen indien zij kunnen vrijkomen met een temperatuur hoger dan of gelijk aan die van het vlampunt verminderd met 3 °C veiligheidsmarge.	5 000	500	N.v.t.

Tabel 1 NPR 7910-1:2020, Tabel 2

De NPR 7910-1 hanteert minimale hoeveelheden gevaarlijke stof waarbij gevarenzonering noodzakelijk is (zie tabel 1). De ATEX regelgeving noemt geen ondergrenzen wat betekend dat voor alle hoeveelheden brandbare stoffen de risico's beoordeeld moeten worden en op grond van die beoordeling maatregelen genomen worden. Uit de beoordeling van kleine hoeveelheden moet blijken (onderbouwd) of gevarenzonering achterwege gelaten kan worden. Hierbij moet worden opgemerkt dat een betrekkelijk kleine hoeveelheid brandbare stof al tot een in omvang betekenisvolle explosieve atmosfeer kan leiden.

Gevarenklassen en zone-indeling algemeen

De zone-indeling luidt als volgt:

gas / damp	stofwolken / stoflagen	definitie in bedrijfsuur
• zone 0	zone 20	> 10% aanwezig
• zone 1	zone 21	< 10%, > 0,1%
• zone 2	zone 22	< 0,1% van de tijd
• NGG, niet gevaarlijk gebied		

Afhankelijk van de plaats (in de buitenlucht of in een gesloten gebouw) en de ventilatieomstandigheden, worden de gevarenbronnen uiteindelijk ingedeeld in zoneklasse en de daarbij behorende zone afmetingen. De omvang van ATEX zones t.g.v. gas/damplekkage is als volgt ingedeeld:

- < 1g/s 1 m rondom
- 1 g/s < 10 g/s 7 m rondom
- 10 g/s Via berekening vaststellen

Randvoorwaarden per geclassificeerde zone

Aanduiding	**Omschrijving**
NGG	**N**iet **G**ezoneerd (of gevaarlijk) **G**ebied. Een gebied waarbinnen explosieve atmosferen niet worden verwacht op basis van bepaalde voorwaarden.
Zone 0	Een plaats waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk aanwezig is
Zone 1	Een plaats waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf waarschijnlijk af en toe aanwezig kan zijn.
Zone 2	Een plaats waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en waar, wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is.

Op basis van de Europese richtlijn (wettelijke verplichting) 2014/34/EU dient apparatuur in ATEX zones te voldoen aan specifieke eisen en certificaten. In de verschillende gas/damp zone klasses mag worden ingezet apparatuur volgens onderstaand overzicht:

ATEX zone	**Apparatuur 2**	**EPL 3**
• zone 0	cat 1,	Ga / Da
• zone 1	cat 1 en 2,	Ga of Gb / Da of Db
• zone 2	cat 1, 2 en 3,	Ga, Gb of Gc / Da, Db, of Dc

Parallel dient gelet te worden op de

- T-klasse van de apparatuur, in relatie tot de zelfontstekingstemperatuur van de mogelijke gassen en dampen.
- IP-klasse van het apparaat, een waarde voor de indringing van gas, damp of stof in het apparaat.

[2] Volgens de richtlijn ATEX 114, 2014/34/EU

[3] EPL = Equipment Protection Level

Ontstekingsbronnen

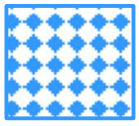
In de norm NEN-EN 1127-1 worden ontstekingsbronnen onderverdeeld in 13 categorieën, waarin alle ontstekingsbronnen kunnen worden ondergebracht:

1. Hete oppervlakken
   De zelfontbrandingstemperatuur van waterstof is 585°C. De kans dat er voorwerpen in/nabij de waterstofgenerator komen die een hogere temperatuur hebben is klein, echter kan niet worden uitgesloten
2. Open vuur Het gebruik van aanstekers, branders e.d. kunnen leiden tot een ontsteking van waterstof.
3. Sigaretten
   De temperatuur van een sigaret zelf is maximaal 400°C, dit is dus in principe onvoldoende om waterstof te kunnen ontsteken. Echter om een sigaret aan te steken met bijvoorbeeld een aansteker is wel voldoende energie aanwezig om waterstof te ontsteken. Of de vonkvorming die optreedt bij het weggooien van een sigaret, waterstof kan laten ontsteken is niet bekend.
4. Statische elektriciteit (kleding, kunststof buismaterialen)
   De hoeveelheid energie die nodig is om waterstof aan te steken is klein (veel kleiner dan bij aardgas), zeker rondom het stoichiometrisch mengsel (bij een stoichiometrisch mengel is dat ±0,02 mJ versus ±0,3 mJ). Hierdoor is statische elektriciteit die wordt opgewekt door normale (vooral kunststof) kleding, al voldoende om waterstof te kunnen ontsteken. Ook statische elektriciteit vanwege kunststof buismaterialen kunnen zorgen voor een vonk met voldoende energie. Zonder mitigerende maatregelen is de kans op ontsteking van waterstof door statische elektriciteit zeker aanwezig.
5. Mechanisch opgewekte vonken (graafwerkzaamheden, metaalbewerking/lassen)
   Mechanische vonken hebben meer energie dan statische elektriciteit en kunnen waterstof daarom makkelijker, en binnen een groter concentratiebereik ontsteken. Met name het bewerken van metalen leidingen levert vaak veel vonken op, maar ook door graafwerkzaamheden, zowel mechanisch als handmatig, is de kans dat er een vonk optreedt groot.
6. elektrische installaties en -materieel;
   Vonkvorming in elektrische apparaten en/of gereedschappen hebben ook voldoende energie om waterstof en aardgas makkelijk te kunnen ontsteken. Elektrische apparatuur vormt daarmee een reële ontstekingsbron.
7. Blikseminslag
   Blikseminslag gaat gepaard met hoge spanningen en temperaturen, die ervoor kunnen zorgen dat waterstof makkelijk kan ontsteken.
8. Zwerfstromen en beschermstromen kathodische bescherming
   De elektriciteitsstromen door zwerfstromen van bijvoorbeeld hoogspanningsleidingen of de beschermstromen van leidingen die actief kathodisch beschermd zijn, kunnen onder bepaalde omstandigheden zorgen voor vonkvorming met voldoende energie om waterstof te kunnen ontsteken.
9. Mobiele telefoons
   Mobiele telefoons worden veelal beschouwd als potentiële ontstekingsbronnen. In het rapport “Gedrag van waterstof bij lekkages in het distributienet” [4] wordt echter gesteld dat de kans op ontsteking door een mobiele telefoon hoogst onwaarschijnlijk is.
10. Overige ontstekingsbronnen
    Er zijn nog een aantal andere mogelijk ontstekingsbronnen, die echter in de praktijk bij het werken met waterstof niet tot een gevaarlijke situaties zullen leiden. Hierbij gaat het om de volgende ontstekingsbronnen:
    - Hoogfrequente elektromagnetische golven
    - Elektromagnetische golven
    - Ioniseren straling (röntgenstraling)
    - Ultrasone golven
    - Adiabatische compressie en schokgolven
    - Exotherme reactie, inclusief zelfontsteking

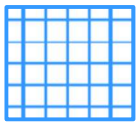
[4] DNV-GL, "Gedrag van waterstof bij lekkages in het gasdistributienet," 2020.

In de praktijk komen we vaak de volgende vormen tegen: elektrische apparatuur, statische elektriciteit, mechanische vonken, (werkzaamheden met) open vuur of hete gassen, hete oppervlakken. Bij veel organische stoffen kan broei (een chemische of bacteriële reactie waardoor de temperatuur sterk kan stijgen) bovendien een risico vormen.

Gebruikte zone-aanduidingen



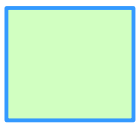
ATEX zone 20 of 0



ATEX zone 21 of 1



ATEX zone 22 of 2



Niet Gevaarlijk Gebied (NGG)

4. Opbouw explosieveiligheidsonderzoek

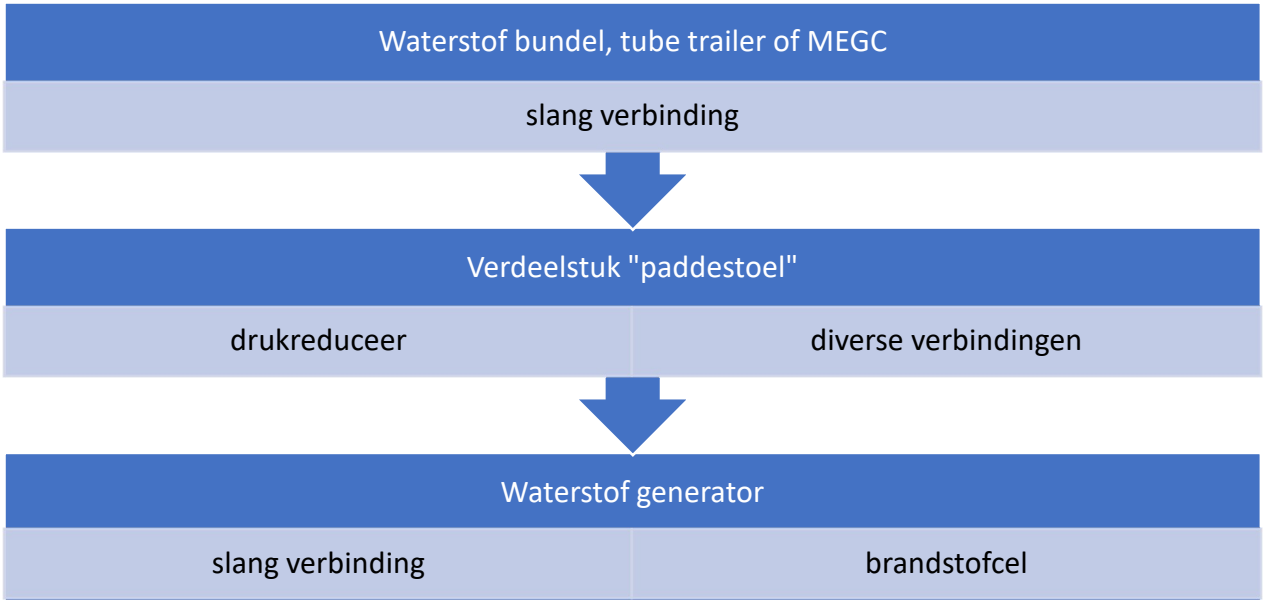
Voor het explosieveiligheidsonderzoek welke resulteert in een zone-indeling en een ontstekingsbronnenanalyse wordt een chronologische opbouw gehanteerd. De structuur is als volgt:

1. Omschrijving: een omschrijving of typering van de ruimte, gevarenbron, atmosferische condities, installatie(s), activiteiten die er plaatsvinden en relevante veiligheidsvoorzieningen.
2. Brandbare stoffen: omschrijving van de brandbare vloeistoffen, dampen, gassen, en/of poedervormige stoffen welke aanwezig zijn of zich kunnen voordoen.
3. Waarneming gevarenbronnen: een overzicht van de aangetroffen gevarenbronnen (secundair, primair of continu) en in het geval van gassen een indicatie van het lekdebiet.
4. Ventilatiecondities: omschrijving van de (natuurlijke, mechanische, ruimtelijke en/of plaatselijke) ventilatie in relatie tot de gevarenbron, rekening houdend met de effectiviteit, de capaciteit (m3/h), het ventilatievoud en eventuele flow- en uitvaldetectie.
5. Zone-indeling: aanduiding van de (resulterende) zoneklasse en bijbehorende afmetingen met inachtneming van al voorziene beheersmaatregelen en/of reductievoorstellen.
6. Ontstekingsbronnenanalyse: een omschrijving van de aanwezige en/of potentiële ontstekingsbronnen met een toelichting hoe de kans op ontsteking wordt weggenomen of beheersbaar wordt gemaakt.

5. Procesbeschrijving en risicoanalyse

De waterstof generator werkt als volgt:

1. Waterstof wordt in bundels, MEGC's of tube trailers aangevoerd en op locatie neergezet.
2. De waterstof wordt met een slangverbinding gekoppeld aan een "paddenstoel". Dit is een verdeelstuk om evt. meerdere bundels te kunnen aansluiten als invoer met maar 1 uitvoer naar de Watermeln waterstof generator. De "paddenstoel" is ook het punt waar de waterstof druk wordt gereduceerd naar ca. 10 bar.
3. Vanuit de "paddenstoel" loopt er 1 slang naar de Watermeln waterstof generator, een 10ft container.
4. Waterstof via vaste verbindingen in de waterstof generator geleid naar de brandstofcel in de container.
5. Waterstof wordt samen met lucht in de brandstofcel omgezet naar water, elektriciteit en warmte.
6. Water verlaat de container via een uitlaat leiding.
7. De container omvat verder nog batterijen voor opslaan van surplus genereerde stroom en levering van elektrisch piekvermogen.
8. De container bevat ventilatie voor koeling en vermogensregelelektronica.



Afbeelding 1 Basisproces

Eigenschappen van waterstof

Om een risicoanalyse te kunnen uitvoeren is het noodzakelijk om eerst inzicht te hebben in de brandbare en gevaarlijke eigenschappen van waterstof. Deze zijn betrokken uit Chemiekaarten online 34e editie 2019 (SDU uitgevers).

Eigenschappen waterstof (H2)		**Toelichting**
Waterstof Classificatie	CAS-nr 1333-74-0, EG nr 215-605-7	
Vlampunt (˚C)	Brandbaar gas	Onder atmosferische condities is waterstof ontvlambaar.
Molaire massa	2,016 (g/mol)	Waterstof is het lichtste gas op aarde.
Soortelijke massa of dichtheid	0,09 kg/m^3	Waterstof heeft een uiterst lage dichtheid, waardoor het gas betrekkelijk eenvoudig door veel materiaalsoorten heen kan gaan.
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)	0,07	Waterstof is aanmerkelijk lichter dan lucht en stijgt daardoor snel op.
Onderste explosiegrens (LEL)	4%	De minimale hoeveelheid waterstof om een explosieve gasatmosfeer te vormen is relatief snel bereikt.
Bovenste explosiegrens (UEL)	77%	De maximale hoeveelheid waterstof waarmee nog altijd een explosieve gasatmosfeer gevormd wordt ligt relatief hoog.
Zelfontbrandingstemperatuur	560 ˚C	De ontstekingstemperatuur voor waterstof ligt aanmerkelijk hoog.
Temperatuurklasse	T1	Explosieveilige apparatuur dient te voldoen aan T1, T2, T3, T4, T5 of T6.
ATEX Gasgroep	IIC	Explosieveilige apparatuur dient te voldoen aan gasgroep IIC (IIB en IIA zijn niet toelaatbaar).
Minimale ontstekingsenergie	0,019 mJ	Er is zeer weinig energie nodig om waterstof te ontsteken.
Waarneembaarheid	Kleurloos en geurloos	Waterstof is niet waarneembaar op basis van kleur of geur.

6. Aanvoer waterstof

Waterstof wordt in bundels, MEGC's of tube trailers aangevoerd en op locatie altijd in de open (buiten)lucht neergezet en aangesloten op de verdeel "paddenstoel".



Afbeelding 2

Uitgangspunten:

- Appendages zoals kleppen en sensoren etc. bevinden zich met name op de paddenstoel en trailer.
- Op de bundel bevinden zich kleppen.
- Vanaf de waterstof opslag naar de paddenstoel – en verder naar de generator is sprake van slangverbindingen met koppelingen aan de uiteinde van de slangen.
- Waterstof opslag vind altijd plaats in de open buitenlucht en niet binnen gebouwen of besloten ruimten.
- Rondom de opslag en paddenstoel geldt een zone-indeling.

Lekdebiet & Zonering

Ervaringsgetallen voor het lekdebiet van vergelijkbare waterstofinstallaties met soortgelijke koppelingen laten een lekdebiet zien variërend tussen 1,958E-08 g H2/s [5] tot < 1 g H2/s [6].

Leidingkoppelingen, afsluiters etc. zijn volgens NPR 7910-1 secundaire bronnen. Bij < 1 g/s leidt dat tot een ATEX-zone 2 rondom leidingkoppelingen in de buitenlucht van 1 m rondom de bron. Dat geeft een zone-indeling volgens bijlage 3.

Instantane breuken en dergelijke hoeven in een ATEX analyse niet te worden meegewogen.

#	Gevarenbron	Klasse	Lekdebiet (g/s)	Opmerking
1	Geschroefde koppelingen	Secundair	< 1	Uitgangspunt : Goed ontwerp Goede montage Tijdig en juist onderhoud
2	Afsluiters/ Kleppen	Secundair	< 1	
3	Manometers	Secundair	< 1	
4	Overdrukventielen (PRV's)	Secundair	> 10	
5	Thermische veiligheidsventielen (TPRT)	Secundair	> 10	

[5] Rapportage "Waterstof trailer unloading", Projectnr. 202100567, Tekening : T01251, "Lekdebiet bepaling regel en bedieningspaneel H2 componenten" d.d. 28-07-2022, Combigas

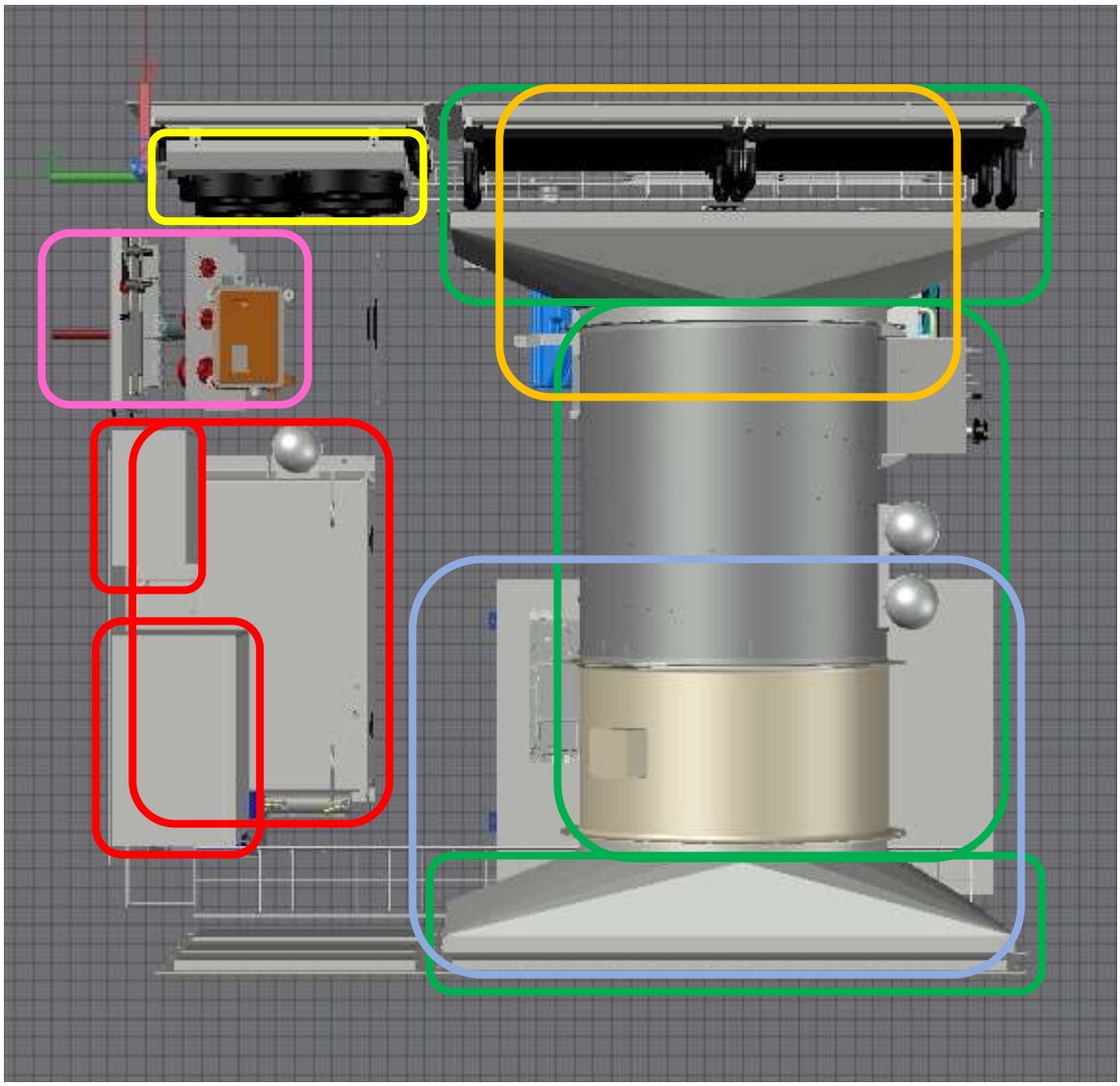
[6] D&F Rapport 13230-1, december 2020

7. Waterstof generator

De waterstofgeneratorcontainer is opgebouwd uit de volgende delen:

GEEL :	Ventilatoren.
ROOD :	Batterij en verdeelkast waarin de opgewekte stroom wordt gemodereerd en verdeeld.
GROEN :	Koeling van de brandstofcel.
ROZE :	AC stekkers en 12 volt batterijtje voor elektronica
BLAUW :	Omvormer DC-AC, transformator, elektrische synchronisatie, externe AC voeding (laden) en hoofdzekering
ORANJE :	Brandstofcel en input/output aansluitingen waterstof

Accenda heeft aangegeven dat de groen, rood, roze en lichtblauwe gedeelte gasdicht zijn gescheiden van de gele, oranje en overige gedeelten. Het geel omrande gedeelte betreft een 4-tal brushless axial fans ventilatoren die de koeling en ventilatie verzorgen van de container door middel van het aanzuigen van buitenlucht van een tegenover liggende roosters.



Afbeelding 5 Bovenaanzicht waterstof generator container

Uitgangspunten:

- Appendages zoals kleppen en sensoren etc. bevinden zich met name op de paddenstoel en trailer.
- Op de bundel bevinden zich kleppen.
- De waterstof heeft een ingaande druk van max. 30 bar (deze is in de “paddenstoel” gereduceerd van 500/300 naar 30 bar).
- De brandstofcel heeft een druk van minder dan 1 bar.

Waterstof Toevoer







Lekdebiet & Zonering

De lekbronnen bevinden zich in een koof / omkasting welke gasdicht is gescheiden van alle andere apparatuur in de container. Zie het rood omkaderde gedeelte in bovenstaande foto. Deze omkasting wordt op natuurlijke wijze geventileerd door de gaatjes die zijn aangebracht in de onder- en bovenzijde van de deur. Het “plafond” aan de binnenzijde loopt schuin omhoog om waterstof dat gelekt zou zijn niet te laten ophopen in deze ruimte, maar te ventileren naar buiten.

Het lage druk waterstof wordt via een gasdichte afsluiting doorgevoerd naar de brandstofcel. Zie het blauw omkaderde gedeelte in bovenstaande foto.

In het plafond van de omkasting is een waterstofdetector aangebracht. Zie het geel omkaderde gedeelte in bovenstaande foto. Bij eventuele lekkage zal de detector automatisch de volgende acties nemen:

1. Stoppen brandstofcel
2. Stoppen toevoer waterstof – er gaan dan 2 kleppen dicht die de toevoer afsluiten
3. Alarmering

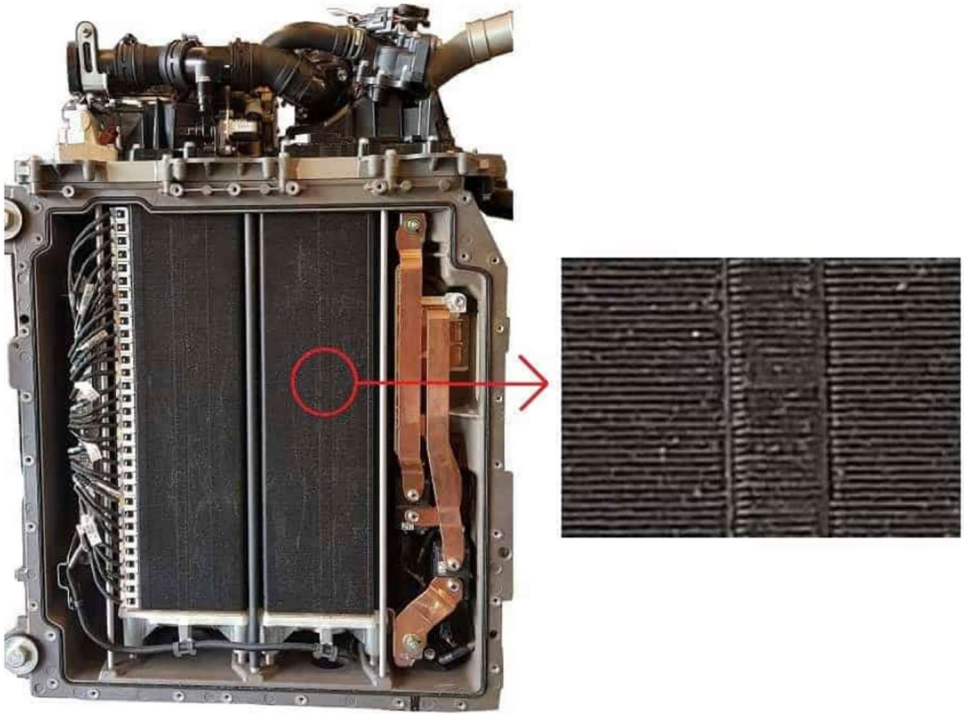
De ruimte in de koof en het gebied daarbuiten is op deze basis geclassificeerd als ATEX zone-2 met radius van 1 meter. Alle (elektronische) apparatuur (b.v. druktransmitter) binnen deze zone zal met een ATEX zone-2 worden uitgevoerd.

Brandstofcel

De Toyota brandstofcel – zie foto hieronder - heeft een waterstofdruk van minder dan 0,5 bar en bevat minder dan 100 gram waterstof. Volgens paragraaf 7.5.1. van de NPR 7910-1 geeft aan dat in een dergelijke situatie de brandstofcel niet als een mogelijke gevarenbron gezien behoeft te worden. Uiteraard geldt wel daarbij dat er sprake is van o.a.:

- Goede constructie, goed onderhoud en goede bedrijfsvoering waardoor de kans op vrijkomen van waterstof ook onder abnormale bedrijfsomstandigheden en bij storingen verwaarloosbaar klein is.
- De installatieonderdelen technisch dicht zijn.
- Periodieke controles op lekdichtheid zijn uitgevoerd.
- Er geen opeenhoping van vrijkomend waterstof kan plaatsvinden. De container is voorzien van mechanische ventilatie waardoor de lunch in de container meermaals per uur wordt ververst (minimaal 1x per uur).

Daarmee wordt de brandstofcel beschouwt als niet gevaarlijk gebied (NGG).



Watermeln Container

De Watermeln container bevat geen waterstof lekbronnen met een druk > 0,5 bar waarmee de gehele inhoud van de container als niet gevaarlijk gebied (NGG) wordt beoordeeld. Instantane breuken en dergelijke hoeven in een ATEX analyse niet te worden meegewogen.

#	Gevarenbron	Klasse	Lekdebiet (g/s)	Opmerking
1	Geschroefde koppelingen	Secundair	< 1	Uitgangspunt : Goed ontwerp Goede montage Tijdig en juist onderhoud
2	Afsluiters/ Kleppen	Secundair	< 1	

Potentiële ontstekingsbronnen

Onderstaand een overzicht van de waargenomen (potentiële) ontstekingsbronnen in de voorgaand vastgestelde zone(s) welke Watermeln B.V. dient te hanteren om ontstekingsbronnen te voorkomen dan wel te beheersen.

	Aard van de ontstekingsbron	**Waarneming potentiële Ontstekingsbronnen**	**Te nemen acties of beheersmaatregelen**
01	Heet oppervlak	Warmte-ontwikkeling waterstofinstallatie	-De maximale procestemperatuur is aanmerkelijk lager dan de ontstekingstemperatuur van 560 ˚C.
02	Vlammen, hete gassen, gloeiende deeltjes	Handelingen/werkzaamheden	- Algemeen rookverbod van kracht. - Werkvergunningsysteem is van toepassing bij werkzaamheden in de ATEX zones.
03	Vonken van mechanische oorsprong en lasvonken	-Werkzaamheden.	-Voor werkzaamheden geldt een werkvergunningsprocedure.
04	Elektrische uitrusting	Installatie- en gebouwgebonden elektrisch materieel: meetunit, sensoren, verlichting, werk- en lichtschakelaar, etc.	-Elektrisch materieel binnen de ATEX zone is explosieveilig uitgevoerd en is geschikt voor in de zone (minimaal Ex II 3G IIC T1). -Als elektrisch materieel wordt vervangen of bijgeplaatst: volgens zoneklasse, T-klasse en stofgroep. Aanleg volgens EN-IEC-60079-14 en Pi/Po volgens EN-IEC-60079-17. -Verbod op niet-explosieveilige, draagbare elektronische apparaten. Dit wordt aangeduid met instructies en veiligheidspictogrammen.
05	Lek (zwerf)stromen, kathodische bescherming	- Niet waarschijnlijk bij het aanleggen van een vakkundige, elektrische installatie. -Kathodische bescherming wordt niet toegepast op installatiedelen.	-Vóór oplevering en bij wijzigingen: elektrische installatie inspecteren.
06	Statische ontlading	-Voor potentiaalvereffening bij metallische materialen -Aanwezigheid van personen. -Gebruik van arbeidsmiddelen.	-Potentiaalvereffening is aanwezig.
07	Bliksem	Zie advies bliksembeveiligingsexpert	
	Aard van de ontstekingsbron	**Waarneming potentiële Ontstekingsbronnen**	**Te nemen acties of beheersmaatregelen**

08	Radiofrequente, elektromagnetische golven 10^4 tot $3 \cdot 10^{12}$ Hz	Niet waargenomen.	N.v.t.
09	Elektromagnetische golven $3 \cdot 10^{11}$ tot $3 \cdot 10^{15}$ Hz	Niet waargenomen.	N.v.t.
10	Ioniserende straling	Niet waargenomen.	N.v.t.
11	Ultrasoon geluid	Niet waargenomen.	N.v.t.
12	Adiabatische compressie en schokgolven	Niet waargenomen.	N.v.t.
13	Exotherme chemische reacties incl. zelfontsteking van poeders en brandbare vloeistoffen.	Niet waargenomen.	N.v.t.
08	Radiofrequente, elektromagnetische golven 10^4 tot $3 \cdot 10^{12}$ Hz	Niet waargenomen.	N.v.t.
09	Elektromagnetische golven $3 \cdot 10^{11}$ tot $3 \cdot 10^{15}$ Hz	Niet waargenomen.	N.v.t.
10	Ioniserende straling	Niet waargenomen.	N.v.t.

Detectie

De waterstof generator is uitgerust met een 4-tal waterstof detectoren. Deze zijn o.a. aan de bovenzijde in de container gemonteerd, alsook in de uitsparing waar de waterstoftoevoerleidingen zijn geplaatst. Bij detectie van waterstof zal de volgende acties automatisch worden genomen:

- Stoppen brandstofcel
- Stoppen toevoer waterstof – er gaan dan 2 kleppen dicht die de toevoer afsluiten
- Alarmering

Detectoren dienen regelmatig te worden gekalibreerd volgens schema van de leverancier met waterstof als kalibratie gas. Het gebruik van siliconenspray in de buurt van de gasdetectoren dient te worden vermeden, omdat dit de werking van de sensoren aantast.

8. Bliksembeveiliging

Advies is om een bliksembeveiligingsexpert te laten aantonen of welke bliksembeveiliging benodigd is voor de Watermeln waterstofgenerator set rekening houdend met de geldende ATEX zones.

9. Afblaaspijpen

De waterstofgenerator kent één (1) afblaaspijp (vent) welke wordt gebruikt om waterstof af te laten die gebruikt is om de brandstofcel te spoelen. Volgens Accenda is het uitgaande mengsel waterstof / lucht altijd onder de LEL waarde (minder dan 4%). Daarom is er geen zone rondom deze afblaas.

Op de “paddenstoel” is een afblaaspijp voorzien om slangen te kunnen spoelen en/of om in geval van calamiteit of ongewenste overdruk in de H_2-buffers en/of tube trailer te voorkomen i.c. gericht af te voeren. Afhankelijk van de afleverfrequentie ontstaat hier een zone 1 of 2.

Afblaasveiligheden waarvan de kans op aanspreken verwaarloosbaar klein is en waarvan niet te verwachten is dat ze gaan lekken, **vormen geen gevarenbronnen**. Hiermee worden **uitsluitend** bedoeld **afblaasveiligheden** die zijn bestemd om te voorkomen dat de installatie bezwijkt **bij catastrofaal falen** van andere delen van de installatie of andere calamiteiten, of afblaasveiligheden waarvan de kans op aanspreken verwaarloosbaar klein mag worden geacht als gevolg van onafhankelijke instrumentele procesbeveiligingen.

10. Aandachtspunten

- Alle (elektrische) apparatuur binnen de H2-zones dient te voldoen aan
  - In zone 2: Ex II / IIC T2 – T6 Ga, Gb of Gc
  - In zone 1: Ex II / IIC T2 – T6 Ga of Gb

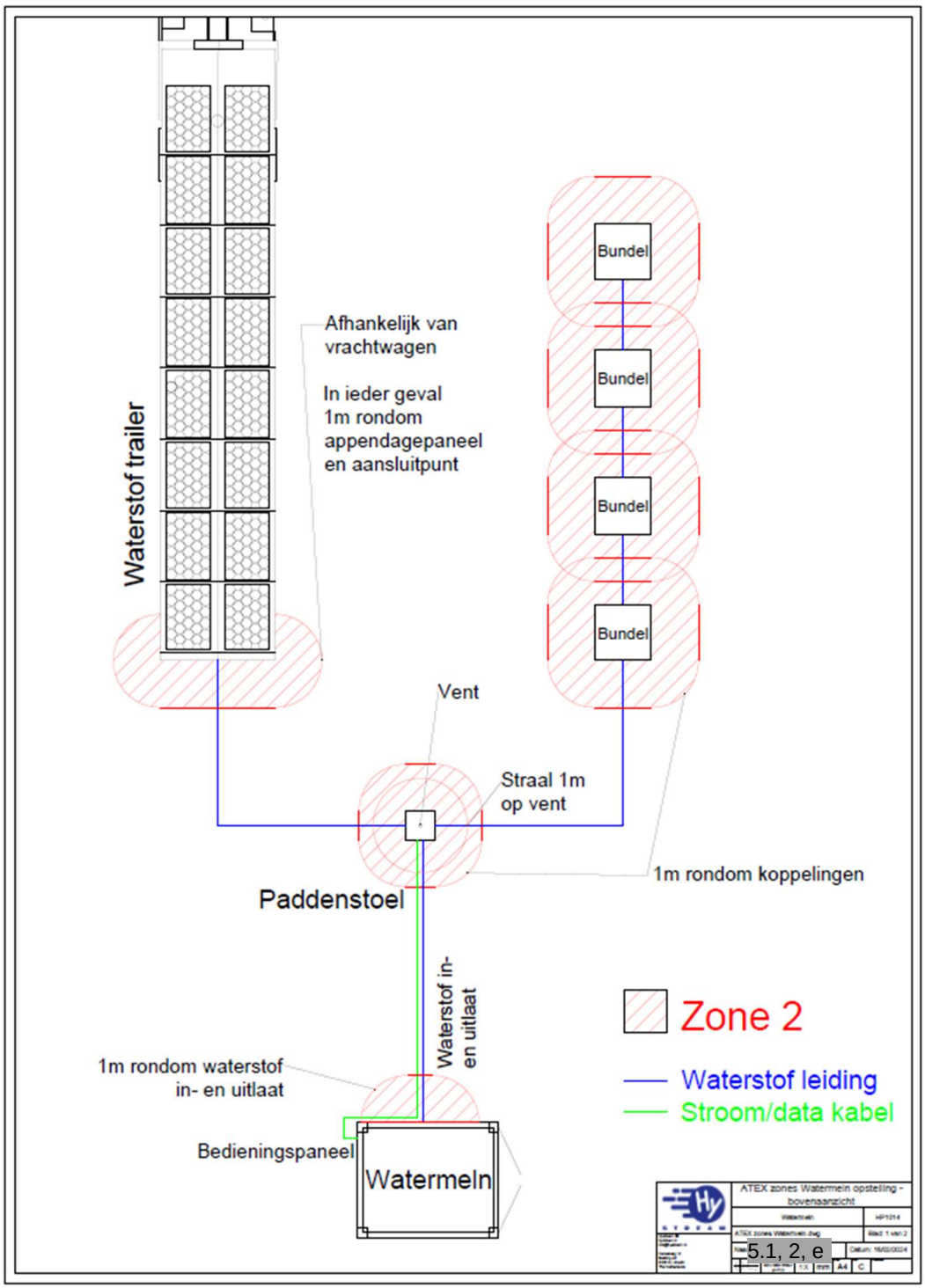
- Maak via bijgaand pictogram zichtbaar, waar ATEX zones aanwezig (kunnen) zijn.

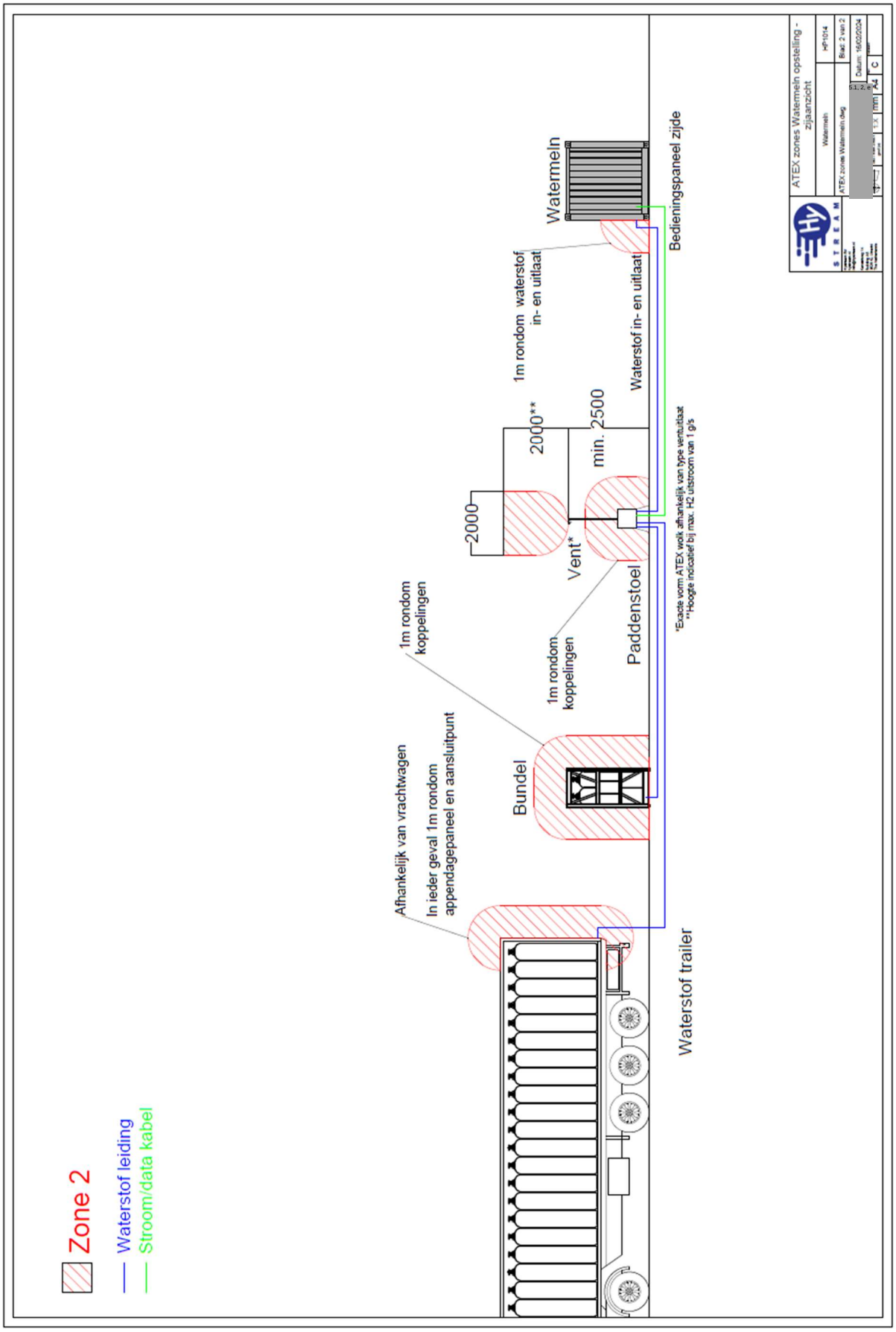


  - Op of nabij de waterstof opslagbuffers
  - Op de waterstof verdeel “paddenstoel”
  - Op de inlaat / toevoer van de waterstof naar de waterstofgenerator
  - Op de toegangsdeur van de waterstofgenerator

- Elektrische componenten in of vlak tegen een ATEX zone moeten Ex-veilig worden uitgevoerd.

11. Bijlage 1 Zone-overzicht




Zone 2
Waterstof leiding
Stroom/data kabel
Afhankelijk van vrachtwagen
In ieder geval 1m rondom appendagepaneel en aansluitpunt
1m rondom koppelingen
1m rondom koppelingen
Bundel
Paddenstoel
Vent*
2000
2000**
min. 2500
1m rondom waterstof in- en uitlaat
Waterstof in- en uitlaat
Watermeln
Bedieningspaneel zijde
Waterstof trailer
*Exacte vorm ATEX wolk afhankelijk van type ventuitlaat
**Hoogte indicatief bij max. H2 uitstroom van 1 g/s
ATEX zones Watermeln opstelling - zijaanzicht
Watermeln
HP1014
ATEX zones Watermeln.dwg
Blad: 2 van 2
Datum: 16/02/2024
S1, 2, e
1:X
mm
A4
C