

# Veiligheidsaspecten van SMEOS: schone mobiele energieopweksystemen



Nederlandse Academie voor  
Crisisbeheersing en Brandweezorg  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
Kemperbergerweg 783, Arnhem  
[www.nipv.nl](http://www.nipv.nl)  
[info@nipv.nl](mailto:info@nipv.nl)  
026 355 24 00

## Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2025

|                     |                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------|
| Auteurs             | B. Riemersma, M. Spoelstra, H. Brans, T. van Harn |
| Met medewerking van | F. van de Ven                                     |
| Contactpersoon      | I. Janssen                                        |

|                |             |
|----------------|-------------|
| Opdrachtgever  | Wilgenhaege |
| Contactpersoon | S. Akerboom |

|       |             |
|-------|-------------|
| Datum | 8 juli 2025 |
|-------|-------------|

|            |          |
|------------|----------|
| Foto cover | Bryntell |
|------------|----------|

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

# Samenvatting

In dit rapport staan de veiligheidsaspecten van schone mobiele energieopweksystemen (SMEOS) centraal. Deze aspecten zijn in kaart gebracht door het analyseren van een energieopweksysteem op basis van methanol (MeOH) dat is ontworpen door Bryntell. SMEOS'en zijn alternatieven voor dieselaggregaten en dragen bij aan de doelstelling van een CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem in 2035. Het rapport richt zich op vier onderwerpen: definitie en voorbeelden van SMEOS'en, wet- en regelgeving, veiligheidsrisico's van MeOH en maatregelen om deze risico's te beperken.

Een SMEOS kan naast MeOH ook werken met waterstof, mierenzuur of ammoniak. Het kan worden gecombineerd met een batterijsysteem dat de efficiëntie verhoogt, omdat het de exploitant in staat stelt om een constante stroomproductie af te stemmen op een variabele stroomvraag. Het Bryntell MeOH-systeem bestaat uit een verbrandingsmotor, een externe opslagtank en een batterijsysteem. Het systeem is modulair en bedoeld voor langdurig gebruik op bouwplaatsen, bij infrastructuurprojecten en in de maritieme sector.

Een SMEOS moet voldoen aan verschillende wet- en regelgeving. In dit rapport wordt aan de hand van het Bryntell-systeem omschreven wat relevante wet- en regelgeving is voor het ontwerp, de arboveiligheid en het vervoer van MeOH. Een MeOH-systeem is niet altijd vergunningsplichtig, maar er gelden wel specifieke zorgplichten en algemene veiligheidsvoorschriften. De opslag van MeOH is vergunningsplichtig als de hoeveelheid boven de 300 liter uitkomt.

In dit rapport zijn zes incidentscenario's omschreven. Deze scenario's zijn onderverdeeld in twee scenario's in elk van de volgende drie categorieën: transport op terrein, opslag en verladen, en gebruik. De in kaart gebrachte effecten richten zich onder andere op lekkages, branden en milieuvervuiling. Bij lekkages kan MeOH verdampen, wat gezondheidsklachten zoals hoofdpijn en misselijkheid kan veroorzaken. Branden kunnen warmtestraling veroorzaken, wat brandwonden en zelfs dodelijke slachtoffers tot gevolg kan hebben. Milieuvervuiling kan optreden als MeOH in het grondwater of oppervlaktewater terechtkomt, hoewel MeOH niet giftig is voor het milieu. In deze gevallen is de grootte van het te verwachten effect gerelateerd aan de grootte van de plas. In het batterijsysteem kan een ongecontroleerde reactie ('thermal runaway') optreden, waarbij waterstoffluoride vrijkomt dat bij inademing schadelijk is voor de gezondheid.

Door het nemen van maatregelen, kunnen de risico's van incidenten beperkt worden. In dit rapport is onderscheid gemaakt tussen kansbeperkende en effectbeperkende maatregelen. Kansbeperkende maatregelen omvatten het gebruik van robuuste materialen, duidelijke protocollen, goede opleiding van personeel en periodiek onderhoud. Effectbeperkende maatregelen richten zich op het beperken van de gevolgen van incidenten, zoals het handhaven van 5 meter afstand tussen de MeOH opslagtank en de omgeving, het installeren van automatische blussystemen en het voorzien in duidelijke evacuatieplannen.

# Inhoud

|          |                                                              |           |
|----------|--------------------------------------------------------------|-----------|
|          | <b>Samenvatting</b>                                          | <b>3</b>  |
|          | <b>Inleiding</b>                                             | <b>5</b>  |
| <b>1</b> | <b>Schone mobiele energieopweksystemen</b>                   | <b>7</b>  |
| 1.1      | Energieopweksystemen op basis van MeOH                       | 7         |
| 1.2      | Energieopweksystemen op basis van andere schone brandstoffen | 9         |
| 1.3      | Samenvatting                                                 | 10        |
| <b>2</b> | <b>Wet- en regelgeving</b>                                   | <b>11</b> |
| 2.1      | Ontwerp                                                      | 11        |
| 2.2      | Gebruik                                                      | 11        |
| 2.3      | Transport van MeOH                                           | 16        |
| 2.4      | Arbowetgeving                                                | 17        |
| 2.5      | Samenvatting                                                 | 17        |
| <b>3</b> | <b>Mogelijke effecten van het Bryntell-systeem</b>           | <b>18</b> |
| 3.1      | Inleiding                                                    | 18        |
| 3.2      | Criteria voor effectberekeningen                             | 18        |
| 3.3      | Scenario's                                                   | 19        |
| 3.4      | Samenvatting                                                 | 22        |
| <b>4</b> | <b>Veiligheidsmaatregelen</b>                                | <b>23</b> |
| 4.1      | Kansbeperkende maatregelen                                   | 23        |
| 4.2      | Effectbeperkende maatregelen                                 | 25        |
| 4.3      | Samenvatting                                                 | 28        |
| <b>5</b> | <b>Beantwoording onderzoeksvragen</b>                        | <b>29</b> |
| <b>6</b> | <b>Bronnen</b>                                               | <b>30</b> |
|          | <b>Bijlage 1 Onderbouwing effectberekeningen scenario's</b>  | <b>33</b> |

# Inleiding

## Aanleiding

Mobiele energieopweksystemen worden ingezet op plaatsen waar niet voldoende stroom voorhanden is om werkzaamheden te verrichten. Zulke systemen worden in de volksmond aggregaten genoemd en staan bijvoorbeeld vaak bij bouwplaatsen of op festivals. Het dieselaggregaat is waarschijnlijk het meest bekende voorbeeld. Mobiele energieopweksystemen kunnen ook met behulp van elektriciteit of andere brandstoffen dan diesel werken. Er komen steeds meer systemen die werken met brandstoffen waarbij de uitstoot van schadelijke stoffen wordt beperkt. Zo zijn er al systemen met waterstof, mierenzuur en methanol (MeOH). Deze brandstoffen kunnen worden geproduceerd uit hernieuwbare energiebronnen en zijn dus schoon in vergelijking met dieselaggregaten. In dit rapport worden deze systemen op basis van hernieuwbare energie 'schone mobiele energieopweksystemen' (SMEOS) genoemd.

Een SMEOS kan worden gecombineerd met een batterijsysteem. Een batterijsysteem zorgt ervoor dat schommelingen in de stroomvraag worden opgevangen; dat verhoogt het rendement van een energieopweksysteem. Een SMEOS en een batterijsysteem kennen veiligheidsrisico's die anders zijn dan de risico's van dieselaggregaten. Dit kan zowel gaan om de kans op een incident als om de effecten van een incident. Het is daarom verstandig dat iedereen die te maken krijgt met een SMEOS – al dan niet in combinatie met een batterijsysteem – op de hoogte is van deze risico's en de te nemen maatregelen.

Een gebrek aan casuïstiek en ervaring zorgt ervoor dat er nog onzekerheid is over de wet- en regelgeving voor een SMEOS en over de veiligheidsaspecten ervan. Het Nederlands instituut Publieke Veiligheid (NIPV) is gevraagd door investeringsmaatschappij Wilgenhaege om duiding te geven aan de werking, het gebruik en de risico's van een door haar ontwikkelde SMEOS en om maatregelen te beschrijven die deze risico's voorkomen of verminderen. Wilgenhaege heeft geïnvesteerd in de ontwikkeling van een SMEOS met een verbrandingsmotor op basis van MeOH (merknaam 'Bryntell').

## Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in de wet- en regelgeving en in de veiligheidsaspecten van het schone mobiele energieopweksystemen dat Wilgenhaege ontwikkeld heeft op basis van MeOH. Met deze inzichten kan Wilgenhaege mogelijk de invoering en het gebruik van Bryntell verbeteren en versnellen.

## Onderzoeksvragen

De relevante veiligheidsaspecten van Bryntells SMEOS worden besproken aan de hand van de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is een SMEOS en wat zijn gangbare voorbeelden hiervan?
2. Aan welke wet- en regelgeving moet een SMEOS voldoen in Nederland?
3. Welke risico's zijn verbonden aan het transport, het gebruik en de opslag van MeOH?
4. Welke maatregelen zijn mogelijk om incidenten met Bryntells SMEOS te voorkomen en welke maatregelen om de gevolgen van die incidenten te beperken?

## Onderzoeksaanpak

De vier deelvragen worden beantwoord met behulp van de volgende onderzoeksmethodes.

- > Voor het beantwoorden van deelvraag 1 hebben wij via desktop research documenten gezocht met zoektermen als 'methanol combustion engines', 'methanol electricity generation' en 'methanol power supply'. De relevantie is bepaald aan de hand van de titels en/of abstracts van de documenten. Beschrijvingen van andere SMEOS'en dan Bryntell zijn gebaseerd op gegevens uit eerder uitgevoerd onderzoek en literatuurstudie.
- > Voor het beantwoorden van deelvraag 2 hebben we gebruik gemaakt van de expertise van milieuvadiseur Frances van de Ven.
- > Voor het beantwoorden van deelvraag 3 hebben we gebruikgemaakt van het softwarepakket EFFECTS waarmee de effecten van uitstromingen gemodelleerd kunnen worden. Voor deze studie zijn geen berekeningen van faalkansen gemaakt of aannames daarover gedaan.
- > Voor het beantwoorden van deelvraag 4 hebben we gebruikgemaakt van literatuur en van de expertise van de auteurs. Op basis van kennis uit eerdere studies en onderzoeken hebben we risicobeperkende maatregelen opgesteld.

De resultaten van dit onderzoek zijn besproken met vertegenwoordigers van Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland en van DCMR Milieudienst Rijnmond. Zij hebben op twee momenten commentaar en feedback gegeven. Deze gesprekken waren gericht op het verkrijgen van input voor de scenario's, alsook op het toetsen van de haalbaarheid en effectiviteit van de voorgestelde risicobeperkende maatregelen. De resultaten daarvan zijn verwerkt in dit rapport.

## Leeswijzer

De vier deelvragen van dit rapport worden behandeld in de eerste vier hoofdstukken. Hoofdstuk 1 beschrijft een SMEOS en geeft een uitgebreide beschrijving van voorbeelden met MeOH en illustreert een aantal andere types SMEOS. Hoofdstuk 2 beschrijft wanneer een SMEOS op basis van MeOH vergunningsplichtig is. Hoofdstuk 3 behandelt zes mogelijke scenario's voor ongevallen met een SMEOS op basis van MeOH. Hoofdstuk 4 bespreekt voor deze scenario's kansbeperkende en effectbeperkende maatregelen. Hoofdstuk 5 vat de resultaten samen en geeft de conclusie.



# 1 Schone mobiele energieopweksystemen

Een schoon mobiel energieopweksysteem wordt ook vaak een aggregaat genoemd. Een aggregaat is een “apparaat om elektriciteit op te wekken waar die niet voorhanden is” (van Dale, 2024). De staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) concludeerde in 2023 dat er naar schatting 11.000 dieselaggregaten zijn in Nederland (TNO, 2021). Ongeveer 75 % hiervan wordt ingezet op bouwplaatsen. Overige sectoren zijn bijvoorbeeld de industrie en de evenementensector (Tweede Kamer, 2023).

Aggregaten kunnen op lokaal niveau een significante impact hebben op hoeveelheden luchtverontreinigende stoffen (RIVM, n.d.). In Nederland is daarom het doel om in 2035 over een CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem te beschikken (NPE, 2023). In het kader hiervan wordt er gezocht naar schone mobiele energieopweksystemen die groene stroom leveren als alternatief voor dieselaggregaten (Topsector energie, 2024a, 2024b).

Bij diverse schone mobiele energiesystemen komt wel (beperkt) CO<sub>2</sub> vrij. Deze systemen zijn echter klimaatneutraal, als de uitstoot van CO<sub>2</sub> gelijk staat aan de CO<sub>2</sub> die tijdens de productie uit de atmosfeer wordt ontnomen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij biomassa of daarvan afgeleide brandstoffen zoals MeOH.

Een aggregaat bevat een verbrandingsmotor of een brandstofcel (Engels: Fuel Cell). Bij een verbrandingsmotor wordt met behulp van een dynamo of alternator mechanische energie omgezet in elektrische energie. In een brandstofcel wordt zonder directe verbranding elektriciteit geproduceerd.

Dit hoofdstuk behandelt diverse SMEOS'en die in Nederland worden toegepast. De systemen verschillen wat betreft de brandstof die wordt gebruikt.

## 1.1 Energieopweksystemen op basis van MeOH

### 1.1.1 MeOH-systemen met verbrandingsmotor

MeOH is een brandbare vloeistof en kan bij kamertemperatuur onder atmosferische druk worden opgeslagen. Er zijn twee manieren waarbij MeOH als primaire brandstof wordt gebruikt om elektrische energie op te wekken, namelijk met een brandstofcel of met een verbrandingsmotor. De verbrandingsmotor drijft een generator aan die de mechanische energie omzet in elektrische energie.

Het systeem van Bryntell gebruikt een zuigermotor als verbrandingsmotor. Voor gebruik van MeOH in een zuigermotor zijn twee ontstekingsmechanismes mogelijk (Verhelst et al., 2019):

- > Spark Ignition (SI): de brandstof wordt vermengd met lucht, waarna het mengsel wordt ontstoken door een vonk (gegenereerd door een bougie).
- > Compression Ignition (CI): de brandstof wordt ontstoken door de compressiewarmte van de motor. Bij een dieselmotor is hier sprake van.

MeOH wordt meer dan diesel geschikt geacht als een brandstof voor SI-motoren vanwege het hoge octaangetal. Een hoog octaangetal geeft een hoge mate van klopvastheid aan, wat wil zeggen dat een brandstof een lage neiging tot zelfontsteking heeft. Dit is een gunstige eigenschap voor een SI-motor, omdat daardoor het moment van ontsteking precies kan worden bepaald met behulp van de bougie. In een CI-motor is een hoog octaangetal niet gunstig, omdat zo'n motor van compressieontsteking gebruik maakt.

Het cetaangetal duidt de neiging tot zelfontsteking aan. Het cetaangetal van MeOH is heel laag (tussen 0 en 3), terwijl diesel op 55 zit. Door het lage cetaangetal van MeOH is het minder geschikt voor gebruik in CI-motoren; het cetaangetal kan echter worden verhoogd door het toevoegen van additieven zoals ontstekingsverbeteraar (Verhelst et al., 2019).

MeOH kan puur of als mengsel ingezet worden als brandstof in SI-motoren. Om een SI-motor met MeOH te laten functioneren, zijn de volgende aanpassingen nodig (Verhelst et al., 2019):

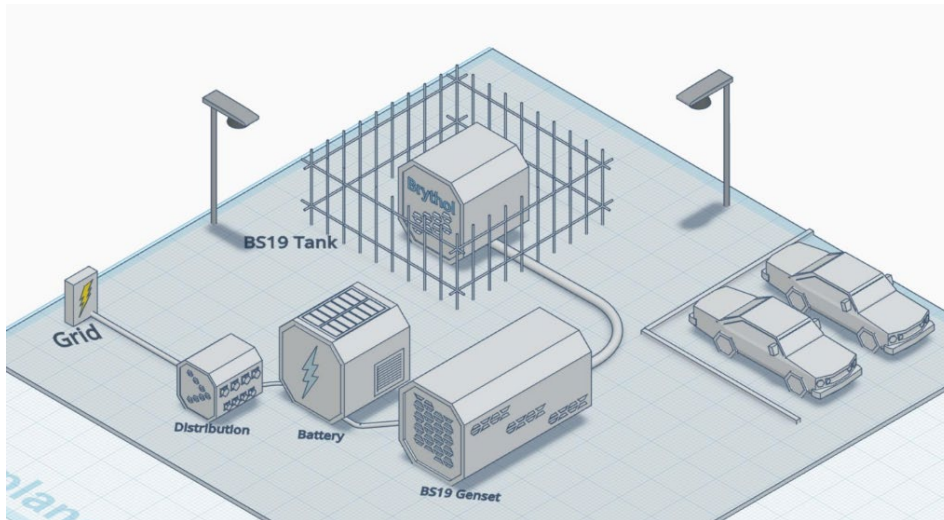
- > MeOH kan metalen en elastomeren aantasten. Daarom moeten materialen worden toegepast die bestand zijn tegen MeOH.
- > MeOH heeft een *hogere latente verdampingswarmte* dan benzine (ongeveer 1100 kJ/kg tegenover ongeveer 350 kJ/kg) en een *lagere verbrandingswarmte* (ongeveer 20 MJ/kg tegenover ongeveer 45 MJ/kg). Het eerste betekent dat het vergeleken met benzine meer energie kost om MeOH voor de verbranding te laten verdampen, en het tweede dat er bij de verbranding zelf ook minder energie vrijkomt. Hierdoor is het starten van een motor op MeOH lastiger dan het starten van een benzinemotor, vooral bij koude omstandigheden. Mogelijke oplossingen hiervoor zijn verwarmde brandstofinjectoren of een elektrische verwarming van het motorblok.
- > MeOH heeft een lagere energiedichtheid dan benzine (ongeveer 20 MJ/kg tegenover ongeveer 45 MJ/kg), waardoor grotere brandstofpompen en injectoren nodig zijn.

In een brandstofcel wordt MeOH via een elektrochemisch proces verbrand (Li et al., 2024; Spragg, 2024; TNO, 2023). Dit wordt ook wel 'koude verbranding' genoemd. Bredenoord heeft bij een bouwproject een brandstofcel gebruikt op basis van MeOH waardoor slagbomen, verkeerslichten en rijbaanverlichting van stroom werden voorzien (Bredenoord, 2021; GWWTotaal, 2025).

### 1.1.2 MeOH-systeem in de praktijk: het Bryntell-systeem

Het Bryntell-systeem is een modulair energieopweksysteem dat draait op BS19: een zelf-ontwikkelde brandstof op basis van MeOH. Het energieopweksysteem zelf bestaat uit drie componenten: de BS19 Genset, de BS19 Tank en het batterijsysteem (zie Figuur 1.2). Deze componenten zijn onderling verbonden via brandstofslangen, stroomkabels en datakabels.





**Figuur 1.1 Schematische weergave Bryntell-systeem**

## 1.2 Energieopweksystemen op basis van andere schone brandstoffen

### 1.2.1 Waterstofaggregaat

Bij een waterstofaggregaat wordt in een brandstofcel stroom opgewekt door een elektrochemische reactie van waterstof ( $H_2$ ) met zuurstof ( $O_2$ ). De elektronen die bij de anode gevormd worden, zijn nodig bij de kathode. De elektronenstroom die daardoor gaat lopen, wordt gebruikt om apparatuur op locatie van stroom te voorzien. Bij de elektrochemische reactie in de brandstofcel komen ook water en warmte vrij. Een waterstofaggregaat heeft daarom geen uitstoot van milieubelastende stoffen. In het aggregaat zelf is weinig waterstof aanwezig. De grootste hoeveelheid waterstof is de voorraad waterstof (Spoelstra en Van de Ven, 2025).

Waterstof wordt beschouwd als een schoner alternatief voor fossiele brandstoffen. De mate van duurzaamheid is sterk afhankelijk van de manier waarop de waterstof is geproduceerd, bijvoorbeeld met groene stroom afkomstig uit bijvoorbeeld wind- of zonne-energie (Singla et al., 2021).

### 1.2.2 Mierenzuuraggregaat

In mierenzuuraggregaten wordt mierenzuur omgezet naar waterstof en  $CO_2$ , waarna waterstof in brandstofcellen wordt omgezet in groene stroom (zie paragraaf 1.2.1). Mierenzuur is daarom te zien als een waterstofdrager. Mierenzuur biedt voordelen vergeleken met gasvormig waterstof dat gecomprimeerd moet worden en daardoor lastiger is te transporteren. Het mierenzuur kan worden opgeslagen in een roestvrijstalen container waardoor het minder veiligheidsrisico's kent dan waterstofaggregaten. De gevaren van mierenzuur zijn corrosiviteit en ontvlambaarheid. Momenteel wordt onderzocht of met verdund mierenzuur gewerkt kan worden, waardoor de ontvlambaarheidslimieten komen te vervallen (NIPV, 2024b). Het mierenzuuraggregaat staat ook wel bekend als hydrozineaggregaat.

### 1.2.3 Ammoniakaggregaat

Er zijn twee varianten voor het opwekken van energie met ammoniak (ISPT, 2016):

- > Verbranding in een verbrandingsmotor of gasturbine, waarbij ammoniak wordt omgezet in stikstof en water. De warmte die hierbij vrijkomt, wordt gebruikt voor het aandrijven van een turbine die elektriciteit opwekt.
- > Door een katalytisch proces kan ammoniak worden afgebroken in stikstof en waterstof. De waterstof wordt vervolgens in een brandstofcel geleid, waarna het reageert met zuurstof. Hierbij wordt elektriciteit opgewekt.

Bij het verbranden van ammoniak komt geen CO<sub>2</sub> vrij, maar wel stikstofverbindingen. Dit kan nog steeds in strijd zijn met milieudoelstellingen. Er wordt onderzoek gedaan naar het gebruik van katalysatoren die ingezet kunnen worden voor het beperken van deze uitstoot (ISPT, 2016).

#### 1.2.4 Biogas

Biogas bestaat vooral uit methaan en wordt gewonnen uit biomassa zoals landbouwafval en mest. Biogas kan worden verbrand in een verbrandingsmotor die mechanische energie opwekt en deze omzet in elektriciteit. Een andere methode voor het opwekken van elektriciteit met biogas is het gebruik van microgasturbines, die biogas verbranden en via een turbine-generatorcombinatie elektriciteit genereren. Veel biogasaggregaten worden toegepast in een warmtekrachtkoppelingconfiguratie, waarbij naast elektriciteit ook warmte wordt teruggewonnen. Deze warmte kan worden gebruikt voor de verwarming van gebouwen, voor industriële processen of voor het optimaliseren van de biogasproductie (Abanades et al., 2022). Voor een efficiëntere en schonere omzetting kunnen ook brandstofcellen worden gebruikt die het biogas direct omzetten in elektriciteit met minimale emissies (Abanades et.al, 2022).

### 1.3 Samenvatting

Het schoon mobiel energieopweksysteem (SMEOS) van Bryntell maakt gebruik van een verbrandingsmotor op basis van MeOH. Een SMEOS is een apparaat dat gedurende langere of kortere tijd geplaatst wordt op een locatie waar geen of onvoldoende stroom aanwezig is, om daar op een schone manier elektrische energie op te wekken. Een energieopweksysteem is schoon wanneer het gebruik maakt van hernieuwbare brandstoffen zoals biogas, mierenzuur, waterstof, ammoniak of MeOH.

Bij energieopweksystemen kan sprake zijn van (beperkte) uitstoot van schadelijke stoffen, maar als deze stoffen tijdens de productie van de hernieuwbare brandstoffen aan de atmosfeer worden onttrokken, worden de systemen als schoon en klimaatneutraal beschouwd.

## 2 Wet- en regelgeving

Voor een SMEOS op basis van MeOH gelden er regels voor ontwerp en gebruik. Daarnaast zijn er regels voor het transport van MeOH. Deze regels komen aan bod in respectievelijk paragrafen 2.1, 2.2 en 2.3. Ook zijn er regels die gericht zijn op bescherming van werknemers; deze worden beschreven in paragraaf 2.4.

### 2.1 Ontwerp

Voor het ontwerp van een aggregaat geldt Europese en nationale wet- en regelgeving zoals:

- > Europese richtlijn ATEX: geïmplementeerd in het Warenwetbesluit explosieveilig materieel 2016.
- > Europese machinerichtlijn: geïmplementeerd in het Warenwetbesluit machines. Vanaf 14 januari 2027 wordt dit vervangen door de Machineverordening 2023/1230/EG.

In en rondom de BS19 Genset zal sprake zijn van ATEX-zonering. ATEX-zones geven aan waar een explosieve atmosfeer kan ontstaan. De BS19 Genset staat mogelijk geheel of gedeeltelijk in zijn eigen gevarenzone. Apparaten die onderdeel zijn van de installatie, moeten door de leverancier van de installatie worden geselecteerd op geschiktheid voor toepassing in een gevarenzone. Op grond van de Europese productrichtlijn 2014/34/EU moet de fabrikant overeenstemming met deze richtlijn aantonen. De fabrikant moet instructies verstrekken voor onder andere installatie, gebruik en onderhoud.

Uitgangspunt is dat de BS19 Genset aan deze regels voldoet en geschikt is voor de specifieke eigenschappen van MeOH. Met het aanbrengen van CE-markering ('Conformité Européenne') verklaart de fabrikant dat het apparaat voldoet aan de daarvoor geldende Europese eisen.

### 2.2 Gebruik

#### 2.2.1 Omgevingswet

Op 1 januari 2024 is de Omgevingswet in werking getreden. De Omgevingswet bundelt wetgeving en regels voor ruimte, wonen, infrastructuur, milieu, natuur en water. De regels voor milieu en bouwen staan in respectievelijk het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl). Het bestemmingsplan is vervangen door het omgevingsplan waarin ook milieuregels zijn opgenomen.

In het [Omgevingsloket](#) kan een ondernemer nagaan welke vergunningen of meldingen nodig zijn of dat er een informatieplicht geldt. Een aanvraag omgevingsvergunning wordt ingediend in het Omgevingsloket.

In de Omgevingswet zijn voor een aantal activiteiten geen regels opgesteld. Dit betekent echter niet dat die activiteiten 'vrijgesteld' zijn en zullen blijven. Daar waar (nog) geen regels voor zijn, kan teruggevallen worden op de zorgplicht en op het algemeen verbod voor activiteiten van de Omgevingswet.

### **Algemene zorgplicht**

De Omgevingswet bevat een algemene zorgplicht (artikel 1.6 en 1.7). Dit houdt in dat overheden, bedrijven én burgers verantwoordelijk zijn voor een veilige en gezonde leefomgeving. Deze algemene zorgplicht is vooral een vangnet voor het geval er geen specifieke decentrale of rijksregels zijn. Als deze specifieke decentrale of rijksregels er wel zijn, geldt de algemene zorgplicht niet meer.

### **Specifieke zorgplicht**

In het Bal staat de specifieke zorgplicht. Deze zorgplicht is van toepassing op de milieu-belastende activiteiten waarvoor regels gelden op grond van het Bal. Deze specifieke zorgplicht geldt zowel voor activiteiten met specifieke regels in het Bal als voor activiteiten die onder een aangewezen milieubelastende activiteit (mba) vallen, maar waarvoor geen specifieke regels in het Bal staan. Meer informatie over de specifieke zorgplicht in het Bal staat op de website van het Informatiepunt leefomgeving (IPLO, z.d.- a). Ook de lokale overheid kan specifieke zorgplichten opnemen in haar verordeningen of omgevingsplannen. In het tijdelijk omgevingsplan staat een specifieke zorgplicht.

### **Algemeen verbod**

In de Omgevingswet staat een algemeen verbod (artikel 1.7a): het is verboden om een activiteit te verrichten of na te laten als daardoor aanzienlijke nadelige gevolgen voor de fysieke leefomgeving (dreigen te) ontstaan. Bijvoorbeeld een milieuverontreiniging die aanzienlijke schade aan de kwaliteit van lucht, bodem of water veroorzaakt. Dit verbod is ook een vangnet voor het geval er geen specifieke decentrale of rijksregels zijn. Als deze specifieke decentrale of rijksregels er wél zijn, geldt het algemeen verbod niet meer. Bijvoorbeeld als een specifieke zorgplicht of andere algemene regel geldt, of een vergunningvoorschrift.

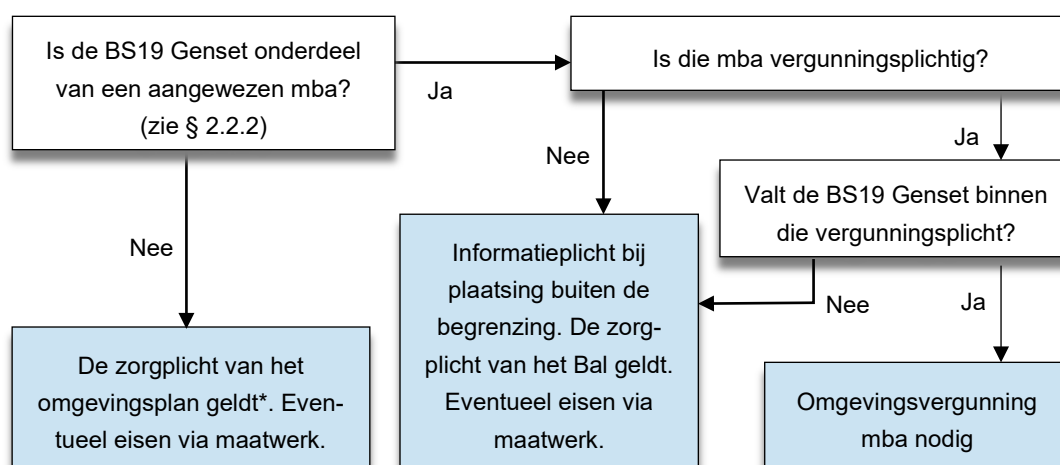
### **2.2.2 De BS19 Genset**

Een systeem als de BS19 Genset is in het Bal niet aangewezen als een mba. De BS19 Genset kan echter staan bij een andere activiteit die wel is aangewezen in het Bal en kan daar dan onderdeel van zijn. Als dit het geval is, zijn er geen specifieke regels voor de BS19 Genset, maar geldt wel de specifieke zorgplicht van het Bal. Als de BS19 Genset bij een activiteit hoort die niet is aangewezen in het Bal, dan geldt de specifieke zorgplicht van de het omgevingsplan of staan er regels in het omgevingsplan. Het bevoegd gezag kan op basis van de specifieke zorgplicht met maatwerkvoorschriften eisen stellen. De gemeente kan bij het wijzigen van het omgevingsplan hierin eisen opnemen voor systemen als de BS19 Genset.

### **Omgevingsvergunning mba BS19 Genset**

Een omgevingsvergunning mba is alleen nodig als de BS19 Genset functioneel ondersteunend is aan een aangewezen mba én als die activiteit als vergunningsplichtig is aangewezen én als de BS19 Genset onderdeel is van die vergunningsplicht. De aangesloten opslagtank

bij de generator is alleen vergunningsplichtig als de tank vanuit een tankwagen gevuld wordt (Bal. artikel 3.25, lid 2c.2). Daar is hier geen sprake van.



\*op basis regels tijdelijk omgevingsplan 1-1-2024

**Figuur 2.1 Stroomschema milieuregels, informatieplicht, vergunningsplicht**

### Stookinstallatie

De BS19 Genset is een stookinstallatie als deze gebruikmaakt van een verbrandingsmotor. Een stookinstallatie is gedefinieerd als een “technische eenheid waarin brandstoffen worden geoxideerd om de warmte die zo wordt opgewekt te gebruiken” (Bijlage I Bal).

#### Tijdelijk of mobiel

In het Bal maakt het feit dat een installatie mobiel is of tijdelijk aanwezig niet uit of de regels wel of niet van toepassing zijn. De regels gelden voor een activiteit, ongeacht hoelang deze activiteit duurt. De regels gelden ook voor een mobiele installatie.

### 2.2.3 BS19 Tank

De opslag van MeOH kan een milieubelastende activiteit zijn. De manier waarop MeOH wordt opgeslagen, is hierbij van belang. Het kan gaan om opslag in een verpakking of opslag in een opslagtank, tankcontainer of verpakking gebruikt als opslagtank. Vanaf een hoeveelheid van 500 ton MeOH is sprake van een Seveso-inrichting (IPLO, z.d. – b).

#### Opslag in een tank

De opslag van MeOH in een opslagtank, tankcontainer of een verpakking die gebruikt wordt als opslagtank (bijvoorbeeld een IBC<sup>1</sup>) is een milieubelastende activiteit als meer dan 250 liter wordt opgeslagen (§ 3.2.8 van het Bal) (IPLO, z.d. – c). Onder opslag vallen ook de bijbehorende handelingen zoals het vullen van de opslagtank met een tankwagen. Een opslagtank die wordt gebruikt voor voeding van een SMEOS maar niet is ingebouwd, wordt gezien als opslag. Een opslagtank die is aangesloten op een SMEOS en MeOH levert, wordt niet als opslag gezien.

<sup>1</sup> IBC staat voor intermediate bulk container.

### **Ingebouwde tank**

Een ingebouwde tank wordt niet gezien als opslag, maar als onderdeel van het aggregaat. Paragraaf 3.2.8 van het Bal geldt dan niet (IPLO, z.d. – d). Zie ook het stroomschema in § 2.2.2 van dit document.

Voor een opslagtank met MeOH is een omgevingsvergunning milieubelastende activiteit nodig als de opslagtank meer dan 300 liter MeOH bevat (zie artikel 3.25 Bal, lid 1a, alsook lid 2c.1). Op grond van artikel 8.12 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bkl) moet een opslag van meer dan 150 m<sup>3</sup> getoetst worden aan het plaatsgebonden risico van 10<sup>-6</sup> per jaar, omdat het gaat om een opslag van gevaarlijke stoffen in de gevarenklasse ADR-3 (zie bijlage VII onder E onder 4.3 onder a van het Bkl).

De indieningsvereisten voor de aanvraag staan in artikel 7.38 van de Omgevingsregeling. In het tweede lid wordt ook verwezen naar artikel 7.22a, op basis waarvan een berekening van de afstanden voor het plaatsgebonden risico en aandachtsgebieden onderdeel moet zijn van de aanvraag. De aanvraag wordt digitaal gedaan via het Omgevingsloket.

In § 4.93 van het Bal staan eisen voor een bovengrondse opslagtank voor brandbare vloeistoffen. Voor het waarborgen van de veiligheid van een opslagtank verwijst art. 4.916 lid 2 Bal naar PGS 31 (PGS, 2024). In PGS 31 staan eisen voor “de veilige opslag van overige gevaarlijke vloeistoffen in ondergrondse en bovengrondse tankinstallaties”. De richtlijn is van toepassing op een opslagtank met een inhoud van 250 liter tot 150 m<sup>3</sup>.

### **Opslag in verpakking**

De opslag in verpakking is aangewezen als milieubelastende activiteit in § 3.2.9 (IPLO, z.d. - e). Het gaat voor ADR-klasse 3 om een opslag vanaf 25 kg. Alleen als in een opslagvoorziening 10.000 kg of meer wordt opgeslagen, is een omgevingsvergunning milieubelastende activiteit nodig. Een aangesloten verpakking en een werkvoorraad worden niet gezien als opslag.

In § 4.98 staan eisen voor het opslaan van gevaarlijke stoffen in verpakking. Hierin wordt verwezen naar PGS 15 (PGS, 2025). Deze eisen gelden alleen als de opslag valt onder §3.2.9 (zie artikel 3.27).

### **Werkvoorraad**

Een werkvoorraad MeOH wordt niet als opslag gezien, en deze hoeveelheid telt niet mee bij het beoordelen of paragraaf 3.2.9 van het Bal van toepassing is. Wat onder werkvoorraad wordt verstaan, is niet vastgelegd. Dit is ter beoordeling van het bevoegd gezag.

PGS 15 geeft een begripsomschrijving voor werkvoorraden: “De voorraad verpakte gevaarlijke stoffen en/of CMR-stoffen die ten behoeve van de bedrijfsvoering/productie in een productieruimte, werkruimte of per procesinstallatie of afvulinstallatie is opgesteld”. Zo moet een werkvoorraad strikt noodzakelijk zijn en hoeft aan het einde van een werkdag niet terug naar een opslagruimte. De gedachte hierachter is dat werkzaamheden door de aanwezigheid van een werkvoorraad normaal uitgevoerd kunnen worden.



#### 2.2.4 Batterijsysteem

De BS19 Genset kan gekoppeld zijn aan een energieopslagsysteem (batterijsysteem). Een batterijsysteem is in het Bal niet aangewezen als mba. Dit betekent dat er geen rijksregels voor gelden, tenzij het batterijsysteem functioneel ondersteunend is aan een activiteit die wel is aangewezen in het Bal. Als dit het geval is, zijn er geen specifieke regels voor het batterijsysteem, maar geldt wel de specifieke zorgplicht van het Bal.

Het bevoegd gezag kan op basis van de specifieke zorgplicht met maatwerkvoorschriften de eisen in PGS 37-1 verplichten. In PGS 37-1 staan eisen voor veilige opslag van elektriciteit in energieopslagsystemen (PGS, 2023). Het gaat om lithiumhoudende oplaadbare energiedragers die (in groepen) elektrisch met elkaar zijn verbonden met een totaal opgestelde capaciteit van meer dan 20 kWh.

De planning van het ministerie van IenW is om het gebruik van energieopslagsystemen medio 2025 in het Bal op te nemen als milieubelastende activiteit. Dit staat in de kamerbrief over de voortgang van de strategische aanpak batterijen 2023 (IenW, 2023). Er zal dan ook een verwijzing komen naar PGS 37-1. Hierdoor wordt het verplicht om aan deze PGS-richtlijn te voldoen.

#### Omgevingsvergunning mba batterijsysteem

Een omgevingsvergunning mba is alleen nodig als het batterijsysteem functioneel ondersteunend is aan een aangewezen mba én als die activiteit als vergunningsplichtig is aangewezen én als het batterijsysteem onderdeel is van die vergunningsplicht.

#### 2.2.5 Bouwen

De Omgevingswet verstaat onder een bouwwerk een: “constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren, met inbegrip van de daarvan deel uitmakende bouwwerkgebonden installaties anders dan een schip dat wordt gebruikt voor verblijf van personen en dat is bestemd en wordt gebruikt voor de vaart.” Deze omschrijving komt overeen met de definitie die voor de inwerkingtreding van de Omgevingswet werd gebruikt.

De BS19 Genset is een apparaat. Apparaten zijn meestal geen bouwwerk, omdat ze niet plaatsgebonden zijn en vaak ergens voor korte tijd staan. De BS19 Genset kan echter wel een plaatsgebonden karakter hebben als hij gedurende een lange tijd op een locatie staat. In de praktijk wordt op basis van jurisprudentie een termijn van maximaal 31 dagen gebruikt. Staat de BS19 Genset langer dan 31 dagen op een locatie, dan wordt hij wel gezien als een bouwwerk. De BS19 Genset kan ook zijn geplaatst *in* een bouwwerk. Als dat bouwwerk plaatsgebonden is, kan voor dat bouwwerk een omgevingsvergunning bouwen nodig zijn.

Onder de Omgevingswet is bouwen gescheiden in een technisch deel en in een ruimtelijk deel. Dat levert twee activiteiten op: de technische bouwactiviteit en de omgevingsplanactiviteit:

- > De technische bouwactiviteit gaat over de toets van een aanvraag aan de regels voor de technische bouwkwaliteit uit het Bbl. Bijvoorbeeld de constructieve veiligheid van een bouwwerk.
- > De omgevingsplanactiviteit omvat de toets van het bouwen van een bouwwerk voor het ruimtelijk bouwen, in stand houden en gebruiken van een bouwwerk aan het omgevingsplan.

In het Omgevingsloket kan een initiatiefnemer via de vergunningcheck nagaan of een omgevingsvergunning bouwen nodig is. De aanvraag wordt digitaal gedaan via het Omgevingsloket.

### 2.2.6 Omgevingsplanactiviteit

Het omgevingsplan regelt onder andere welke activiteiten op een bepaalde plek zijn toegestaan en welke gebruiksregels hiervoor gelden. De BS19 Genset zal altijd ondersteunend zijn aan een 'andere' activiteit, zoals activiteiten op een bouwplaats. Die 'andere' activiteit kan ervoor bepalend zijn of het gebruik van een MeOH-aggregaat is toegestaan op grond van het omgevingsplan. Het omgevingsplan kan ook risicovolle activiteiten uitsluiten.

#### Specifieke zorgplicht

In het tijdelijk omgevingsplan staat de specifieke zorgplicht (artikel 22.44 bruidsschat). De specifieke zorgplicht zorgt ervoor dat degene die een activiteit verricht, alles moet doen en laten om negatieve gevolgen voor de veiligheid, het milieu en de gezondheid te voorkomen of zo veel mogelijk te beperken. Deze specifieke zorgplicht is een vangnet voor het geval er geen regels zijn voor een bepaalde activiteit. De specifieke zorgplicht in het omgevingsplan geldt niet voor milieubelastende activiteiten die zijn aangewezen in hoofdstuk 3 van het Bal. Als de BS19 Genset niet valt onder de regels in het Bal (zie § 2.2.2 van dit document), dan geldt de specifieke zorgplicht van het omgevingsplan. Daarnaast kan de gemeente regels voor de BS19 Genset opnemen in het omgevingsplan.

#### Omgevingsvergunning omgevingsplanactiviteit (IPLO, z.d. – f)

In het omgevingsplan kan een vergunningsplicht staan voor gebruik van een SMEOS. Dit is dan een vergunning voor een binnenplanse omgevingsplanactiviteit (OPA). Als een activiteit met de BS19 Genset op een bepaalde locatie niet zou mogen, kan deze met een omgevingsvergunning toch worden toegestaan. Dit is dan een omgevingsvergunning voor een buitenplanse omgevingsactiviteit (BOPA). Bij het beoordelen van een BOPA moet het bevoegd gezag ook kijken naar veiligheid voor de omgeving en afstanden. De beoordelingsregels voor een BOPA staan in het Bkl. Het gaat dan om de instructieregels die gelden bij het wijzigen van het omgevingsplan.

Bij het wijzigen van het omgevingsplan moet de gemeente de instructieregels in het Bkl in acht nemen. Deze instructieregels gelden ook voor een omgevingsvergunning BOPA. Er zijn instructieregels voor externe veiligheid (IPLO, z.d. – g). Voor activiteiten in bijlage VII van het Bkl moet de afstand worden berekend voor het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden. Dit zou het geval zijn als het gaat om een BOPA voor een niet ingebouwde opslagtank van MeOH van meer dan 150 m<sup>3</sup>.

## 2.3 Transport van MeOH

Voor transport van MeOH geldt het ADR. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ziet toe op de naleving van de voorschriften voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. De ILT is ook aangewezen om toezicht te houden op een juiste classificatie van verpakte gevaarlijke stoffen.

## 2.4 Arbowetgeving

De Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) bevat rechten en plichten voor werkgevers en werknemers op het gebied van arbeidsomstandigheden. De regels zijn uitgewerkt in het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Arbeidsomstandighedenregeling. Voor de Arbowet is het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) verantwoordelijk. De Arbeidsinspectie ziet toe op naleving van deze regelgeving.

Elk bedrijf met personeel moet (laten) onderzoeken of het werk gevaar kan opleveren of schade kan veroorzaken aan de gezondheid van de werknemers. Dit onderzoek heet een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E). De risico's van een BS19 Genset zijn hier dan onderdeel van. Zie voor meer informatie over de RI&E het Arboportaal (Arboportaal, z.d. – a).

Zoals vermeld in paragraaf 2.1, zal in en rondom een BS19 Genset sprake zijn van een ATEX-zone. Dat zijn zones waar een explosieve atmosfeer kan ontstaan. Binnen deze zones moet een werkgever maatregelen nemen om ontsteking van de explosieve atmosfeer te voorkomen. Zie voor meer informatie over explosieveiligheid het Arboportaal (Arboportaal, z.d. - b).

## 2.5 Samenvatting

Voor een SMEOS op basis van MeOH zijn er regels voor ontwerp en gebruik. Daarnaast zijn er regels voor het transport van MeOH.

- > Een belangrijk uitgangspunt bij het ontwerp is dat het SMEOS voldoet aan ATEX-regelgeving.
- > Het opweksysteem (BS19 Genset) en het batterijsysteem zijn geen milieubelastende activiteiten, waardoor een omgevingsvergunning mba niet nodig is. Wel geldt altijd de zorgplicht. Als deze systemen functioneel ondersteunend zijn aan een activiteit die vergunningsplichtig is, kan het SMEOS onderdeel uitmaken van die vergunningsplicht.
- > De BS19 Tank is vergunningsplichtig als er meer dan 300 liter MeOH wordt opgeslagen. De tank moet voldoen aan PGS 31. Het batterijsysteem moet voldoen aan PGS 37-1.
- > De BS19 Genset wordt als een bouwwerk gezien, als het ergens langer dan 31 dagen staat. Een initiatiefnemer kan via de vergunningcheck in het Omgevingsloket nagaan of een omgevingsvergunning bouwen nodig is.

# 3 Mogelijke effecten van het Bryntell-systeem

## 3.1 Inleiding

Aan het gebruik van de BS19 Genset zijn risico's verbonden vanwege de aanwezigheid van een MeOH-tank in de container. Ook de aanwezigheid van een Li-ion batterijsysteem en van MeOH in opslag brengt risico's met zich mee. Onder risico's wordt verstaan de mogelijkheid dat door een incident MeOH vrijkomt of het batterijsysteem faalt, waarbij effecten optreden die schadelijk kunnen zijn voor mens en milieu in de (directe) omgeving van het aggregaat.

Paragraaf 3.2 gaat in op de criteria die gebruikt worden voor het bepalen van de effecten, terwijl paragraaf 3.3 de volgende zes scenario's en hun effecten beschrijft:

- > **Transport op een terrein**
  1. Scheur in een tankwagen tijdens manoeuvreren op terrein
  2. Omvallen van een container met een MeOH-tank
- > **Opslag en verladen**
  3. Losschieten van een aansluiting tijdens verladen
  4. Falen van de MeOH-opslagtank door externe impact van een vorkheftruck
- > **Gebruik**
  5. Thermal runaway van het batterijsysteem
  6. Leksteken van een MeOH-tank, gevolgd door brandstichting.

De effecten die in dit hoofdstuk worden beschreven, kunnen worden beperkt door het nemen van maatregelen. Deze maatregelen worden niet behandeld in dit hoofdstuk, maar komen aan bod in hoofdstuk 4. Details over de invoerparameters voor de berekeningen en over de aannames die zijn gedaan, staan vermeld in Bijlage 1.

## 3.2 Criteria voor effectberekeningen

MeOH is bij kamertemperatuur een kleurloze vloeistof met een kenmerkende alcoholische geur. MeOH is een gevaarlijke stof, omdat het brandbaar en giftig is; MeOH is ook niet geschikt voor menselijke consumptie, in tegenstelling tot ethanol ('alcohol'). MeOH heeft een kookpunt van 65 °C en is goed oplosbaar in water.

Bij brand ontstaat warmtestraling die schadelijk kan zijn voor de mens; dit is afhankelijk van de sterkte van de straling en de blootstellingsduur. Warmtestraling wordt uitgedrukt in kW/m<sup>2</sup>. In Nederland worden de volgende criteria gehanteerd voor het bepalen van de effecten van warmtestraling bij een blootstellingsduur van 20 seconden (RIVM, 2025a):

- > 3 kW/m<sup>2</sup>: blootstelling leidt tot pijn als de huid niet beschermd wordt.
- > 10 kW/m<sup>2</sup>: blootstelling leidt tot sterfte van 1 % van de getroffen personen.
- > 35 kW/m<sup>2</sup>: blootstelling leidt tot sterfte van alle getroffen personen.

Zoals hierboven aangegeven, is MeOH giftig bij inname. Voor het bepalen van de toxische effecten is aangenomen dat MeOH niet wordt ingeslikt, maar wordt ingeademd. In Nederland worden de volgende criteria gehanteerd voor het bepalen van de effecten van blootstelling aan een toxische stof:

- > Een wiskundige relatie ('probitfunctie') die het sterftepercentage berekent op basis van de blootstellingsduur en de concentratie. Bij een probitwaarde van 2,67 sterft 1 % van de getroffen personen. Voor MeOH is deze relatie:  

$$\text{Probit} = -20.83 + 1 \times \ln(C^2 \times t)$$
met C in mg/m<sup>3</sup> en t in min (RIVM, 2022).
- > Interventiewaarden die het niveau van gevaar schatten (RIVM, 2025c, 2025b):
  - Voorlichtingswaarde (VRW): de concentratie waarboven mensen blootstelling als hinderlijk ervaren.
  - Alarmeringsgrenswaarde (AGW): de concentratie waarboven ernstige gezondheidseffecten kunnen optreden.
  - Levensbedreigende waarde (LBW): de concentratie waarboven sterfte of levensbedreigende aandoeningen kunnen ontstaan.
De interventiewaarden voor blootstelling gedurende 10 minuten en 30 minuten zijn gebruikt.

### 3.3 Scenario's

#### 3.3.1 Transport op een terrein

##### Scenario 1 - Scheur in tankwagen tijdens manoeuvreren op het terrein

*De chauffeur van de tankwagen hoort de aanwijzingen tijdens het manoeuvreren niet goed. Dit heeft tot gevolg dat de tankwagen aan de zijkant een grote scheur oploopt, waardoor MeOH uitstroomt en een grote plas geeft met een straal van 28 meter. **Gevolg: MeOH verdampt uit een grote plas.***

**Tabel 3.1 Effectafstanden verdamping MeOH uit grote plas**

| Parameter                                    | Afstand (m) vanaf midden van de plas |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1%-letaliteit                                | -                                    |
| LBW – 10 minuten (80.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| LBW – 30 minuten (28.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| AGW – 10 minuten (53.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| AGW – 30 minuten (18.000 mg/m <sup>3</sup> ) | 6                                    |
| VRW – 10 minuten (1.300 mg/m <sup>3</sup> )  | 200                                  |
| VRW – 30 minuten (890 mg/m <sup>3</sup> )    | > 250                                |

**Conclusie:** bij inhalatie van MeOH-dampen zijn geen doden of gewonden te verwachten. In een straal van 200 m rondom de tankwagen zijn wel klachten mogelijk zoals hoesten, hoofdpijn en misselijkheid.

### Scenario 2 - Omvallen container met MeOH-tank

Een lange vrachtwagen met zwaar materieel neemt de bocht op het bouwterrein te krap, waardoor de container met daarin het aggregaat geraakt en omver getrokken wordt. Hierdoor raakt de MeOH-tank in de container lek bij een aansluiting, waardoor MeOH uitstroomt en een kleine plas geeft met een straal van ruim 12 meter. **Gevolg: MeOH verdampt uit een kleine plas.**

**Tabel 3.2 Effectafstanden verdamping MeOH uit kleine plas**

| Parameter                                    | Afstand (m) vanaf midden van de plas |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1%-letaliteit                                | -                                    |
| LBW – 10 minuten (80.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| LBW – 30 minuten (28.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| AGW – 10 minuten (53.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| AGW – 30 minuten (18.000 mg/m <sup>3</sup> ) | -                                    |
| VRW – 10 minuten (1.300 mg/m <sup>3</sup> )  | 73                                   |
| VRW – 30 minuten (890 mg/m <sup>3</sup> )    | 111                                  |

**Conclusie:** bij inhalatie van MeOH-dampen zijn geen doden of gewonden te verwachten. In een straal van zo'n 110 m rondom de tankwagen zijn wel klachten mogelijk zoals hoesten, hoofdpijn en misselijkheid.

### 3.3.2 Opslag en verladen

#### Scenario 3 – Losschieten van een aansluiting tijdens verladen

De MeOH-opslagtank van 10 m<sup>3</sup> moet meerdere keren per maand gevuld worden. Verlading van MeOH vindt plaats door de opslagtank vanuit een tankwagen te vullen met behulp van een slang. Tijdens het verladen schiet de aansluiting van de MeOH-opslagtank los, waardoor MeOH gedurende 10 minuten uit de opslagtank op de bouwplaats stroomt en zich over de grond verspreidt. Er ontstaat een plas met een straal van ruim 8 m. De plas wordt ontstoken door vonken van slijpwerkzaamheden een eind verderop. **Gevolg: grote plasbrand van MeOH.**

**Tabel 3.3 Effectafstanden grote plasbrand MeOH**

| Parameter            | Afstand (m) vanaf midden van de plas |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1%-letaliteit        | 25                                   |
| 35 kW/m <sup>2</sup> | 18                                   |
| 10 kW/m <sup>2</sup> | 25                                   |
| 3 kW/m <sup>2</sup>  | 36                                   |

**Conclusie:** In een straal van ongeveer 35 m rondom de MeOH-opslagtank ervaren mensen pijn door de warmtestraling van de plasbrand. Dichterbij wordt de kans op brandwonden groter en op een afstand van 25 m zal 1 % van de blootgestelde mensen overlijden bij een blootstellingsduur van 20 s.

#### Scenario 4 - Falen MeOH-opslagtank door externe impact vorkheftruck

*Een vorkheftruckchauffeur raakt onwel en rijdt dwars door het hek dat om de MeOH-opslagtank staat. De lepels van de vorkheftruck doorboren de opslagtank en deze stroomt deels leeg, waardoor MeOH in de bodem, in de riolering en in een sloot terechtkomt.*

**Gevolg:** milieuvervuiling van grondwater en oppervlaktewater.

Gemorst MeOH verspreidt zich naar het grond- en oppervlaktewater. MeOH lost goed op in water, is niet giftig voor het aquatisch milieu en eenvoudig biologisch afbreekbaar. MeOH is bij orale inname echter wel giftig voor mensen en vormt een risico als in de directe omgeving sprake is van drinkwaterwinning.

**Conclusie:** MeOH is niet schadelijk voor het milieu, maar mogelijk wel voor de mens als de stof terechtkomt in gebieden waar sprake is van drinkwaterwinning.

### 3.3.3 Gebruik

#### Scenario 5 - Thermal runaway batterijsysteem

*Het Li-ion batterijsysteem (type LFP<sup>2</sup>) gaat in thermal runaway als gevolg van een productie-fout, waardoor bij een aantal cellen in de batterij kortsluiting optreedt. Door de thermal runaway komen giftige stoffen vrij. **Gevolg:** giftige wolk waterstoffluoride (HF).*

Bij een thermal runaway treedt in de cellen van een batterij een chemische reactie op waarbij warmte vrijkomt. De warmte zorgt ervoor dat deze chemische reactie zich ook in andere cellen voordoet, waardoor een kettingreactie ontstaat. Een thermal runaway kan zichzelf in stand houden, omdat voor de chemische reactie geen zuurstof nodig is. Bij een thermal runaway komen naast warmte ook brandbare en giftige gassen vrij (NIPV, 2024a).

**Tabel 3.4 Effectafstanden thermal runaway**

| Parameter                                  | Afstand (m) vanaf batterijsysteem |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1%-letaliteit                              | 30                                |
| LBW – 10 minuten (150 mg/m <sup>3</sup> )  | 25                                |
| LBW – 30 minuten (51 mg/m <sup>3</sup> )   | 69                                |
| AGW – 10 minuten (79 mg/m <sup>3</sup> )   | 48                                |
| AGW – 30 minuten (29 mg/m <sup>3</sup> )   | 108                               |
| VRW – 10 minuten (0,83 mg/m <sup>3</sup> ) | > 1 km                            |
| VRW – 30 minuten (0,83 mg/m <sup>3</sup> ) | > 1 km                            |

<sup>2</sup> LFP staat voor LiFePO<sub>4</sub>, oftewel lithiumijzerfosfaat.



**Conclusie:** Binnen een straal van zo'n 30 m rondom het batterijsysteem kunnen letale effecten optreden als mensen minstens 30 minuten worden blootgesteld aan HF. Tot zo'n 110 m zijn klachten mogelijk zoals irritatie van de bovenste luchtwegen en van de ogen.

#### Scenario 6 – Leksteken van de MeOH-tank gevolgd door brandstichting

*Een onverlaat opent 's nachts de deur van de container en slaat een gat in de MeOH-tank. Hierdoor stroomt MeOH uit de tank en vormt een plas met een straal van ruim 1,5 m. De plas wordt door de persoon in brand gestoken. **Gevolg: kleine plasbrand van MeOH.***

**Tabel 3.5 Effectafstanden kleine plasbrand MeOH**

| Parameter            | Afstand (m) vanaf midden van de plas |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1%-letaliteit        | 5                                    |
| 35 kW/m <sup>2</sup> | 4                                    |
| 10 kW/m <sup>2</sup> | 5                                    |
| 3 kW/m <sup>2</sup>  | 7                                    |

**Conclusie:** In een straal van bijna 7 m rondom de MeOH-tank ervaren mensen pijn door de warmtestraling van de plasbrand. Dichterbij wordt de kans op brandwonden groot en op 5 m afstand zal 1 % van de blootgestelde mensen overlijden bij een blootstellingsduur van 20 s.

### 3.4 Samenvatting

De risico's die verbonden zijn aan het transport, het gebruik en de opslag van MeOH zijn omschreven aan de hand van zes scenario's. Bij zowel transport, gebruik, als opslag van MeOH kan een plas MeOH ontstaan. Deze plas kan verdampen of bij ontsteking leiden tot een plasbrand. In beide gevallen zijn er effecten te verwachten die afhankelijk zijn van de grootte van de plas.

Verdamping van MeOH uit de plas veroorzaakt geen (dodelijke) slachtoffers, maar mogelijk wel klachten als hoofdpijn, hoesten en misselijkheid. Een plasbrand veroorzaakt hitte waaraan mensen kunnen overlijden. De afstand waarbij 1 % van blootgestelde mensen zal komen te overlijden, is ongeveer 3 maal de straal van de plas.

Een risico verbonden aan het gebruik van MeOH-energiesystemen is een thermal runaway van het batterijpakket waarbij HF vrijkomt. Blootstelling aan HF gedurende 30 minuten kan leiden tot (dodelijke) slachtoffers op een afstand tot 30 m. Op grotere afstand zijn klachten als irritatie van de ogen en van de bovenste luchtwegen mogelijk.

# 4 Veiligheidsmaatregelen

In het vorige hoofdstuk zijn zes incidentscenario's beschreven, waarbij mogelijke ongewenste gebeurtenissen en gevolgen uitgewerkt zijn voor een SMEOS op basis van MeOH zoals het Bryntell-systeem. In dit hoofdstuk worden veiligheidsmaatregelen uitgewerkt specifiek voor het Bryntell-systeem. Veiligheidsmaatregelen kunnen preventief of mitigerend zijn. Preventief wil zeggen dat ze *kansbeperkend* zijn en beogen de kans op een ongewenste gebeurtenis te verkleinen. Mitigerende maatregelen zijn *effectbeperkend* en beogen de impact of ernst van de gevolgen van een ongewenste gebeurtenis te beperken. Maatregelen kunnen onder meer bouwkundig, installatietechnisch en organisatorisch van aard zijn. Ze kunnen ook repressief zijn, wanneer ze zich richten op brand- of incidentbestrijding.

## 4.1 Kansbeperkende maatregelen

Op basis van onze eerdere ervaringen met modellering van afzonderlijke componenten, zoals opgedaan bij de ontwikkeling van het *Scenarioboek Energietransitie* en het *Scenarioboek Externe Veiligheid* (NIPV, 2023, 2024a), zijn in dit hoofdstuk kansbeperkende maatregelen beschreven. Daarbij is gekeken naar de drie afzonderlijke componenten van het Bryntell-systeem: de BS19 Genset, de BS19 Tank en het batterijsysteem. Deze maatregelen zijn bedoeld om de kans op het optreden van incidenten te verlagen, om daarmee de veiligheid te waarborgen tijdens het gebruik van het systeem in de praktijk. De maatregelen zijn niet alleen technisch van aard, maar beslaan ook organisatorische aspecten, zoals opleiding, inspectie en communicatie. De concrete invulling ervan is mede afhankelijk van de toepassing, locatie en inzetduur van het systeem.

### 4.1.1 BS19 Genset

De GS19 Genset wordt gezien als een stookinstallatie (zie paragraaf 2.2.2) en moet binnen zes weken na ingebruikname gekeurd worden door een bedrijf met een SCIOS-certificaat (RvO, z.d.).<sup>3</sup> Bij deze keuring wordt gecontroleerd of de installatie is opgesteld en afgesteld volgens de veiligheids- en milieueisen (IPLO, z.d. – h). Overige maatregelen die de kans op een incident met de Genset beperken, zijn:

- > Gebruik robuuste en gecertificeerde materialen voor alle brandstofgerelateerde aansluitingen.
- > Hanteer een duidelijk installatieprotocol, inclusief instructies voor het correct aansluiten van brandstofslangen.
- > Plaats waar mogelijk een hekwerk om de gehele installatie met waarschuwingsborden en pictogrammen die de aanwezigheid van brandbare vloeistof aanduiden.
- > Zorg voor goed opgeleid personeel dat werkt volgens een door de producent opgezet protocol voor het werken met mobiele aggregaten en brandstofsysteemen.
- > Voer periodiek onderhoud en inspectie uit volgens een door de producent vooraf vastgesteld protocol.

---

<sup>3</sup> SCIOS staat voor Stichting Certificering Onderhoud en Inspectie van Stookinstallaties.

- > Pas de werkomgeving aan door risicovolle handelingen, zoals het rijden met vorkheftrucks in de directe nabijheid van de BS19 Genset, zoveel mogelijk te beperken.
- > Zorg voor duidelijke communicatie, veiligheidsprocedures en het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's).
- > Geef voorlichting aan personeel over de risico's en het juiste handelen bij incidenten.
- > Houd er rekening mee dat voor een niet-stationaire opslagtank van 900 liter MeOH een gevarenzone geldt vanwege explosiegevaar (ATEX) volgens NPR 7910-1+C1:2021. Deze gevarenzone beslaat doorgaans een straal van 1 meter rondom afsluiters, vulopeningen en inspectieluiken. Stel binnen deze zone een strikt verbod in op roken, open vuur en het gebruik van hitteproducerende apparatuur.

#### 4.1.2 BS19 Tank

PGS-31 geeft maatregelen voor het opslaan van gevaarlijke stoffen in bovengrondse tankinstallaties. Een deel van de in deze paragraaf genoemde maatregelen worden ook in PGS 31 genoemd.

- > Beoordeel vooraf of de externe tank daadwerkelijk nodig is en plaats deze alleen indien noodzakelijk (wegnemen van de risicobron).
- > Gebruik dubbelwandige tanks en installeer lekdetectiesystemen.
- > Gebruik materiaal voor leidingen en toevoerslangen dat is voorgeschreven in bijbehorende documentatie
- > Neem maatregelen om de tank en brandstofslang te beschermen tegen aanrijdingen of andere mechanische invloeden van buitenaf. Denk aan het afzetten van het gebied rondom het hele systeem en aanrijdbeveiliging.
- > Zorg voor het gebruik van fysieke bescherming zoals een kabelgoot of een stevige bescherm slang voor de brandstofslang naar de BS19 Genset.
- > Zorg voor robuuste slangaansluitingen met terugslagkleppen.
- > Zorg voor regulier onderhoud en inspectie van onderdelen, leidingen en kabels volgens geldende normen.
- > Voorzie de tank van noodstopssystemen waarmee de brandstoftoevoer op afstand kan worden onderbroken.
- > Beveilig slangen en kabels zodanig dat de installatie stopt met leveren zodra een brandstofslang of kabel wordt losgetrokken of beschadigd raakt tijdens een ongeval.
- > Bij het vullen van de tank dienen morsen en overloop van MeOH te worden voorkomen. Een automatische overvulbeveiliging is daarom wenselijk.
- > Het aanbrengen van een brandvertragende coating op de buitenzijde van de tank kan de kans op tankfalen of explosie bij blootstelling aan externe hitte verminderen.
- > Houd er rekening mee dat voor een niet-stationaire opslagtank van meer dan 300 liter MeOH een gevarenzone geldt vanwege explosiegevaar (ATEX) volgens NPR 7910-1+C1:2021. Deze gevarenzone beslaat doorgaans een straal van 1 meter rondom afsluiters, vulopeningen en inspectieluiken. Stel binnen deze zone een strikt verbod in op roken, open vuur en het gebruik van hitteproducerende apparatuur.

#### 4.1.3 Batterijsysteem

- > Beoordeel of de batterijopstelling noodzakelijk is (wegnemen van de risicobron).
- > Voldoe aan de constructie- en installatie-eisen zoals geformuleerd in PGS 37-1 en raadpleeg PGS 37-1 voor een uitgebreid overzicht van mogelijke veiligheidsmaatregelen voor Li-ion batterijsystemen (PGS, 2023).

- > Zorg voor voldoende klimaatbeheersing en ventilatie om oververhitting en gasophoping in de container te voorkomen.
- > Pas eventueel brandwerende voorzieningen toe, zoals een brandwerende behuizing of compartimentering.
- > Implementeer systemen voor monitoring en alarmering op afstand.
- > Bescherm het batterijpakket tegen invloeden van buitenaf, zoals brandoverslag vanuit naburige installaties.
- > Laat de installatie uitsluitend uitvoeren en periodiek keuren door gecertificeerde installateurs.

## 4.2 Effectbeperkende maatregelen

In aanvulling op de kansbeperkende maatregelen zijn er ook maatregelen die erop gericht zijn om de impact van een ongewenste gebeurtenis te minimaliseren en escalatie naar andere componenten of de omgeving te voorkomen. Dit zijn effectbeperkende maatregelen.

Om de zelfredzaamheid van aanwezigen tijdens een incident op en rondom het terrein te bevorderen, kunnen aanvullende maatregelen worden genomen gericht op tijdige alarmering, heldere communicatie over vluchtroutes en handelingsperspectief, evenals maatregelen gericht op het beperken van blootstelling aan gevaarlijke stoffen of situaties (NIPV, n.d.). Deze maatregelen dienen praktisch uitvoerbaar te zijn en afgestemd op de specifieke risico's van het Bryntell-systeem.

### 4.2.1 BS19 Genset

- > Houd bij de plaatsing rekening met de dominante windrichting, zodat rook en hitte in geval van brand niet naar kwetsbare zones waaien.
- > Overweeg de inzet van automatische blusinstallaties binnen de containers om in een vroeg stadium in te grijpen bij brand.

### 4.2.2 BS19 Tank

- > Zorg voor voldoende afstand tot andere objecten en installaties. Hanteer een afstand van 5 meter<sup>4</sup> vanaf het midden van de tank. Zie onderstaand kader voor uitleg.

PGS 31 geeft bij maatregel 146 (M146) minimumafstanden voor het beschermen van installatiedelen en objecten tegen de warmtestraling van een plasbrand in de opvangvoorziening van een opslagtank met een brandbare vloeistof. De afstanden gelden vanaf de rand van de opvangvoorziening en daarmee vanaf de rand van de plasbrand.

De afstanden in PGS 31 zijn bepaald met de brandbare vloeistof hexaan. Deze stof geeft echter grotere afstanden dan MeOH. Hexaan heeft namelijk meer koolstofatomen dan MeOH waardoor bij verbranding van hexaan de vlammen meer roeten en meer warmte uitstralen naar de omgeving. Voor de BS 19 Tank met MeOH zijn de afstanden van M146 te conservatief. Zie Tabel 4.1 aan het eind van dit kader.

<sup>4</sup> De aanwezigheid van een functionerend lekdetectiesysteem kan reden zijn om kleinere veiligheidsafstanden aan te houden. Dit kan alleen als het detectiesysteem en de afsluitkleppen periodiek getest worden.

PGS 31 vermeldt dat de afstanden gelden voor een enkelvoudige tank. Er is echter helemaal geen relatie tussen het enkelwandig of dubbelwandig zijn van een tank en de berekende afstanden. Voor het bepalen van afstanden is het uitgangspunt dat de tank lek is en dan maakt het niet uit of een tank enkelwandig of dubbelwandig is. Het onderscheid tussen enkelwandige en dubbelwandige tanks komt ook terug in maatregelen die volgens PGS 31 genomen kunnen worden om de minimumafstanden te verkleinen. Zo mogen de afstanden bij enkelwandige opslagtanks volgens M147 berekend worden met een daartoe geschikt rekenmodel, terwijl M148 aangeeft dat bij enkelwandige tanks van de afstanden mag worden afgeweken door het treffen van bepaalde maatregelen. Voor dubbelwandige tanks geldt alleen dat bepaalde maatregelen getroffen mogen worden (M149). De opstellers van dit rapport zijn van mening dat voor het beschermen van de omgeving tegen de gevolgen van een plasbrand geen onderscheid gemaakt hoeft te worden tussen een enkelwandige en dubbelwandige tank.

De aan te houden minimum afstand tussen de BS19 Tank en installatiedelen en objecten in de omgeving is 5 m, gerekend vanaf het midden van de tank. Deze afstand is gebaseerd op de afstand die in Tabel 4.1 dikgedrukt in **rood** staat aangegeven. De argumentatie voor het aanhouden van deze afstand is als volgt:

- > De kans op een kleine plasbrand is groter dan de kans op een grote plasbrand.
- > Een plasoppervlak van 10 m<sup>2</sup> is realistisch.
- > PGS 31 geeft afstanden gemeten vanaf de rand van de opvangvoorziening. De BS19 Tank staat in een langwerpige container en dan is het eenvoudiger en minder conservatief om uit te gaan vanaf het midden van de plas en niet vanaf de rand van de container.

**Tabel 4.1 Minimumafstanden volgens PGS 31 (hexaan) en als berekend met EFFECTS (MeOH)**

| PGS 31 (hexaan)                 |                                      |                          | EFFECTS (MeOH)                  |                                      |                          |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Plasoppervlak (m <sup>2</sup> ) | Afstand tot 10 kW/m <sup>2</sup> (m) |                          | Plasoppervlak (m <sup>2</sup> ) | Afstand tot 10 kW/m <sup>2</sup> (m) |                          |
|                                 | Vanaf rand van de plas               | Vanaf midden van de plas |                                 | Vanaf rand van de plas               | Vanaf midden van de plas |
| 10                              | 7,2                                  | 9,0                      | 9,1                             | 3,2                                  | <b>4,9</b>               |
| 200                             | 22                                   | 30                       | 211                             | 17                                   | 25                       |

- > Beperk de hoeveelheid opgeslagen brandstof als de volledige tankcapaciteit niet noodzakelijk is voor de toepassing.
- > Voorzie de installatie van een goed bereikbare noodstop om bij een leidingbreuk of incident de brandstoftoevoer snel te kunnen afsluiten.
- > Ontwikkel en implementeer een duidelijke noodprocedure voor lekkages of leiding-defecten.
- > Positioneer de tank zodanig dat hulpdiensten in geval van een calamiteit voldoende toegang hebben.

#### 4.2.3 Batterijsysteem

- > Raadpleeg PGS 37-1 voor een uitgebreid overzicht van effectbeperkende veiligheidsmaatregelen voor Li-ion batterijsystemen (PGS, 2023).
- > Compartimenteer het batterijpakket in modules om propagatie van thermal runaway (thermische propagatie) te beperken.

- > Houd bij de opstelling rekening met de windrichting om blootstelling van personen en objecten aan toxische gassen te beperken.
- > Overweeg automatische blusvoorzieningen te laten installeren.

#### 4.2.4 Maatregelen ten aanzien van het gehele systeem

- > Hanteer voldoende onderlinge afstand tussen de drie componenten van het Bryntell-systeem: de BS19 Genset, de BS19 Tank en het batterijsysteem. Hanteer hiervoor een afstand van 5 meter, zoals omschreven in paragraaf 4.2.2. Indien mogelijk, kan een driehoeksofstelling worden gekozen. Houd hierbij ook rekening met de situatie op de locatie zelf en voorkom dat de BS19 Tank zich dicht bij verkeersroutes bevindt om de kans op een aanrijding te verkleinen.
- > Zorg dat geschikte absorptiematerialen beschikbaar zijn voor het opvangen van kleine hoeveelheden gemorste vloeistof.
- > Dek grotere hoeveelheden gemorste brandstof af met absorptiemateriaal. Het sproeien van water over de plas is af te raden, omdat de gebruikte brandstof in water oplosbaar is en zich daardoor kan verspreiden.
- > Risicocommunicatie: zorg voor duidelijke informatie over aanwezige risico's, bijvoorbeeld via waarschuwborden.
- > Plaats risicovolle componenten zoals het batterijpakket of de brandstoftank niet in of nabij vluchtwegen, zodat een veilige evacuatie gewaarborgd blijft.
- > Voorlichting voor aanwezigen: geef duidelijke instructies over hoe te handelen bij incidenten, inclusief informatie over de eigenschappen van de brandstof (brandbaar en toxisch) en het belang van vluchtroutes.
- > Zichtbare en logische vluchtroutes: zorg voor goed gemarkeerde en vrij toegankelijke vluchtroutes, afgestemd op de locatie en mogelijke scenario's.
- > Begeleiding van niet-zelfredzamen: als zich personen op het terrein bevinden die niet zelfstandig kunnen vluchten, is het wenselijk dat zij permanent begeleid worden door een daarvoor aangewezen persoon.

#### 4.2.5 Bevordering van de hulpverlening

Naast maatregelen aan de installatie zijn er ook maatregelen mogelijk die de bereikbaarheid, informatievoorziening en inzetbaarheid verbeteren voor hulpdiensten (Brandweer Nederland, 2019). Deze maatregelen zorgen ervoor dat de hulpdiensten sneller ter plaatse zijn en beter voorbereid aan hun inzet kunnen beginnen. Dit draagt bij aan de veiligheid van zowel de hulpverleners als de directe omgeving. Hierbij kan gedacht worden aan:

- > Mobiele toegang tot monitoringssystemen van het batterij- en energiesysteem, zodat actuele data (zoals temperatuur en laadstatus) beschikbaar zijn.
- > Optische signalen en externe markering die duidelijk maken waar zich kritieke onderdelen bevinden, zoals het batterijpakket of de veiligheidssystemen.
- > Een aansluiting voor bluswatertoevoer (zoals een storzkoppeling) bij het batterijgedeelte, zodat bij een thermal runaway van buitenaf gekoeld of geblust kan worden.
- > Middelen voor snelle alarmering van hulpdiensten, bijvoorbeeld via een gekoppeld alarmsysteem of automatische doormelding.
- > Twee onafhankelijke toegangswegen naar de installatie, zodat bij blokkade van één route altijd een alternatieve route beschikbaar is.
- > Rekening houden met voldoende bluswatercapaciteit in afstemming met de lokale brandweer.

## 4.3 Samenvatting

Om de kans op een incident met Bryntells SMEOS te voorkomen, worden kansbeperkende en effectbeperkende maatregelen voorgesteld voor de drie onderdelen van het SMEOS. PGS 31 geeft maatregelen voor de BS19 Tank en PGS 37-1 voor batterijsystemen. De BS19 Genset moet gekeurd worden door een bedrijf met een SCIOS-certificaat.

De maatregelen zijn divers van aard en onder te verdelen in bouwkundige maatregelen, (installatie)technische maatregelen, organisatorische maatregelen en repressieve maatregelen. Een belangrijke maatregel betreft afstand houden. De PGS-richtlijnen geven zowel afstanden tot aan gebouwen en installaties binnen de terreingrens, als afstanden tot aan de terreingrens.



# 5 Beantwoording onderzoeksvragen

In dit rapport zijn de relevante veiligheidsaspecten van Schone Mobiele Energieopwekssystemen (SMEOS) besproken aan de hand van vier deelvragen. De antwoorden op deze vragen geven een beeld van de veiligheidsaspecten van een SMEOS dat werkt met MeOH.

## **Wat is een schoon mobiel energieopweksysteem (SMEOS) en wat zijn gangbare voorbeelden hiervan?**

Een SMEOS is een apparaat dat voor een bepaalde periode geïnstalleerd kan worden om op een schone manier elektrische energie op te wekken waar die niet aanwezig is. Het is een alternatief voor (vervuilende) dieselaggregaten. Een SMEOS werkt met brandstoffen zoals methanol, waterstof, mierenzuur of ammoniak, en kan worden gecombineerd met batterijsystemen voor verhoogde efficiëntie. In dit rapport hebben we het Bryntell-systeem gebruikt dat is ontwikkeld door Wilgenhaege. Dit systeem werkt op basis van MeOH en omvat naast een verbrandingsmotor ook een opslagtank en soms een batterijsysteem.

## **Aan welke wet- en regelgeving moet een SMEOS voldoen in Nederland?**

Een SMEOS moet voldoen aan verschillende wet- en regelgeving die te maken heeft met het ontwerp, arboveiligheid en vervoer van MeOH. De Omgevingswet bevat veel relevante informatie over de ingebruikname van een MeOH-systeem. Een dergelijk systeem is niet altijd vergunningsplichtig, maar er gelden wel specifieke zorgplichten en algemene veiligheidsvoorschriften. De opslag van MeOH is een milieubelastende activiteit vanaf 250 liter en vergunningsplichtig vanaf 300 liter.

## **Welke risico's zijn verbonden aan het transport, het gebruik en de opslag van MeOH?**

In dit rapport zijn zes incidentscenario's omschreven die zijn onderverdeeld in drie categorieën: transport op een terrein, opslag en verladen, en gebruik. De in kaart gebrachte effecten richten zich onder andere op lekkages, branden en milieuvervuiling. Bij lekkages kan MeOH verdampen, wat gezondheidsklachten zoals hoofdpijn en misselijkheid kan veroorzaken. Branden kunnen warmtestraling veroorzaken, wat brandwonden en zelfs dodelijke slachtoffers tot gevolg kan hebben. Milieuvervuiling kan optreden als MeOH in het grondwater of oppervlaktewater terechtkomt, hoewel MeOH niet giftig is voor het milieu. In alle gevallen is de grootte van het te verwachten effect gerelateerd aan de grootte van de plas. De grootte van de plas kan worden beperkt door het nemen van maatregelen.

## **Welke maatregelen zijn mogelijk om risico's te voorkomen en om de gevolgen ervan te beperken?**

Kansbeperkende maatregelen omvatten het gebruik van robuuste materialen, duidelijke protocollen, een goede opleiding van personeel en periodiek onderhoud. Effectbeperkende maatregelen richten zich op het beperken van de gevolgen van incidenten, zoals het handhaven van voldoende afstanden, het installeren van automatische blussystemen en het voorzien in duidelijke evacuatieplannen.

## 6 Bronnen

- Abanades, S., Abbaspour, H., Ahmadi, A., Das, B., Ehyaei, M. A., Esmaeilion, F., El Haj Assad, M., Hajilounezhad, T., Hmida, A., Rosen, M. A., Safari, S., Shabi, M. A., & Silveira, J. L. (2022a). A conceptual review of sustainable electrical power generation from biogas. *Energy Science & Engineering*, 10(2), 630–655. <https://doi.org/10.1002/ese3.1030>
- Arboportaal. (z.d. - a). *Risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E)*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/risico-inventarisatie---evaluatie>.
- Arboportaal. (z.d. - b). *Explosieveiligheid/ATEX*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/explosieveiligheid-atex>.
- Brandweer Nederland. (2019). Handreiking Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid.
- Bredenoord. (2021, November). *Eerste pilot methanol brandstofcel aggregaat zeer succesvol*.
- GWWTotaal. (2025, January). *Methanol brandstofcel aggregaat: een stof voor de toekomst?*
- lenW (2023). Kamerbrief over voortgang strategische aanpak batterijen 2023. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2023/12/22/kamerbrief-voortgang-strategische-aanpak-batterijen-2023>.
- IPOLO. (z.d. - a). *Specifieke zorgplicht activiteiten Bal*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://iplo.nl/regelgeving/omgevingswet/zorgplicht/specifieke-zorgplicht-activiteiten-bal/>.
- IPOLO. (z.d. - b). *Milieubelastende activiteit Seveso-inrichting (paragraaf 3.3.1 Bal)*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/complex-bedrijven/seveso-inrichting/>.
- IPOLO. (z.d. - c). *Milieubelastende activiteit opslagtank voor vloeistoffen (paragraaf 3.2.8 Bal)*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/activiteiten/opslagtank/>.
- IPOLO. (z.d. - d). *Opslagtank*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://iplo.nl/woordenlijst/opslagtank/>.
- IPOLO. (z.d. - e). *Milieubelastende activiteit opslaan van gevaarlijke stoffen in verpakking (paragraaf 3.2.9 Bal)*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/activiteiten/opslaan-gevaarlijke/>.
- IPOLO. (z.d. - f). *Omgevingsplanactiviteit*. Geraadpleegd op 8 april van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/omgevingsplanactiviteit/vergunningsplicht-omgevingsplanactiviteit/>.
- IPOLO. (z.d. - g). *Externe veiligheid in het omgevingsplan*. Geraadpleegd op 8 april van <https://iplo.nl/thema/externe-veiligheid/externe-veiligheid-in-omgevingsplan/>.
- IPOLO. (z.d. - h). *Keuringsverplichtingen voor kleine en middelgrote stookinstallaties op standaard brandstoffen*. Geraadpleegd op 30 april 2025 van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/kleine-middelgrote-stookinstallaties-standaard/keuringsplicht-keuringsfrequentie-stookinstallatie/>.
- ISPT. (2016). *Power to Ammonia: Opslag van duurzame energie in vloeibare ammoniak*.
- Li, C., Wang, Z., Liu, H., Guo, F., Li, C., Xiu, X., Wang, C., Qin, J., & Wei, L. (2024). Energy and configuration management strategy for solid oxide fuel cell/engine/battery hybrid power

- system with methanol on marine: A case study. *Energy Conversion and Management*, 307, 118355. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118355>
- McMurry, J. E., Fay, R. C., & Robinson, J. K. (2016). *Chemistry*. Pearson.
- NIPV. (2018). Verminderd zelfredzamen ten tijde van rampen en crises: de overheid een zorg? <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/04/20181203-IFV-Verminderd-zelfredzamen-ten-tijde-van-rampen-en-cries.pdf>
- NIPV. (2023). *Scenarioboek Externe Veiligheid*. <https://scenarioboeken.nipv.nl/externe-veiligheid/>.
- NIPV. (2024a). *Scenarioboek Energietransitie*. <https://scenarioboeken.nipv.nl/energietransitie/>.
- NIPV. (2024b). *Verslag Community of Practice waterstof(dragers) 3 december 2024*.
- NPE. (2023). *Nationaal plan energiesysteem*. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/12/01/nationaal-plan-energiesysteem>
- NPR 7910-1+C1 (2021). Nederlandse Praktijkrichtlijn. *Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 1: Gasexplosiegevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10-1:2015*.
- PGS. (2023). *PGS 37-1: Lithiumhoudende energiedragers: energieopslagsystemen (EOS)*. <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/online/pgs-37-1/2023/1-0-december-2023#top>
- PGS. (2024). *PGS 31: Overige gevaarlijke vloeistoffen: Opslag in ondergrondse en bovengrondse tankinstallaties*. Geraadpleegd op 8 april 2024 van <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/pgs31/>.
- PGS. (2025). *PGS 15: Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen*. Geraadpleegd op 8 april 2025 van <https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/pgs15/>.
- RIVM. (2021). Risico's van rook door branden van Li-ion-batterijen. Briefrapport 2021-0019. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0019.pdf>.
- RIVM. (2022). Methanol-Probit function technical support document. [http://www.rivm.nl/en/Topics/P/Probit\\_functions](http://www.rivm.nl/en/Topics/P/Probit_functions).
- RIVM. (2025a). Gevaren. <https://www.rivm.nl/omgevingsveiligheid/handboek/toelichtingen-kernbegrippen/gevaren#brand>.
- RIVM. (2025b). Publicatie Interventiewaarden 2025. <https://rvs.rivm.nl/sites/default/files/2025-03/Interventiewaarden%20ed%202025-1%20alfabet.pdf>
- RIVM. (2025c). Interventiewaarden voor de incidentbestrijding. <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/rampen-en-incidenten/interventiewaarden>.
- RIVM. (z.d.). *Bedrijfsmatige bronnen van luchtverontreiniging*. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/andere-bronnen-van-luchtverontreiniging/bedrijfsmatige-bronnen-luchtverontreiniging>.
- RvO. (z.d.). Regels voor stookinstallaties. Geraadpleegd op 30 april 2025 van <https://ondernemersplein.overheid.nl/regels-voor-stookinstallaties/>.
- Singla, M. K., Nijhawan, P., & Oberoi, A. S. (2021). Hydrogen fuel and fuel cell technology for cleaner future: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(13), 15607–15626. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12231-8>
- Spoelstra, M.B. en Van de Ven, F. (2015). *Handreiking veilige leefomgeving: waterstofaggregaten*. <https://nlhydrogen.nl/wp-content/uploads/2023/12/WP2-Handreiking-veilige-leefomgeving-waterstofaggregaten.pdf>.
- Spragg, R. (2024). *Direct Methanol Fuel Cells Using Pure Methanol*. McKelvey School of Engineering, Theses & Dissertations. 1113.
- TNO. (2021). *Eindrapport data onderzoek mobiele machines in Nederland*. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/06/18/eindrapport-data-onderzoek-mobiele-machines-in-nederland>

- Topsector energie. (2024a). *Topklasse batterij voor evenementen en bouw*.  
<https://topsectorenergie.nl/nl/projecten/topklasse-batterij-voor-evenementen-en-bouw/>
- Topsector energie. (2024b). *Van dieselaggregaten naar groene stroom*.  
<https://topsectorenergie.nl/nl/projecten/van-dieselaggregaten-naar-groene-stroom/>
- Tweede Kamer. (2023). *Antwoord op vragen van het lid Bontenbal over de inzet van dieselaggregaten*.  
<https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/kamervragen/detail?id=2023Z01010&did=2023D06576>
- van Dale. (2024). *Betekenis “aggregaat”*
- Verhelst, S., Turner, J. W., Sileghem, L., & Vancoillie, J. (2019). Methanol as a fuel for internal combustion engines. *Progress in Energy and Combustion Science*, 70, 43–88.  
<https://doi.org/10.1016/j.pecs.2018.10.001>

# Bijlage 1 Onderbouwing effectberekeningen scenario's

Voor de effectberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- > De berekeningen zijn uitgevoerd in EFFECTS, versie 12.5.0.
- > Voor de berekeningen is zoveel mogelijk aangesloten bij het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid van het RIVM.
- > De interventiewaarden gelden voor 30 minuten blootstelling.
- > Maatregelen zijn niet meegenomen in de berekeningen.<sup>5</sup>
- > De inhoud van de BS19-tank in de container is 1000 liter, vulgraad 90% (900 liter  $\approx$  725 kg).
- > De inhoud van de tankwagen is 28 m<sup>3</sup>, vulgraad 90 % ( $\approx$  20.000 kg).
- > Ondergrond '*Average subsoil - Relatively flat sandy soil, gravel*'. Plasdikte is dan 1 cm.
- > Omgeving '*Regular large obstacles coverage (suburb, forest)*'. Ruwheid is dan 1,0 m.
- > Weertype D5 (warmtestraling) en F1.5 (toxische effecten).
- > Capaciteit Li-ion batterij is 150 kWh.
- > Effecten zijn berekend op een hoogte van 1,5 m.

---

<sup>5</sup> De aanwezigheid van een functionerend lekdetectiesysteem kan leiden tot kleinere afstanden, omdat de plas door deze maatregel kleiner wordt. Voorwaarde is wel dat het lekdetectiesysteem en de afsluitkleppen periodiek getest worden.

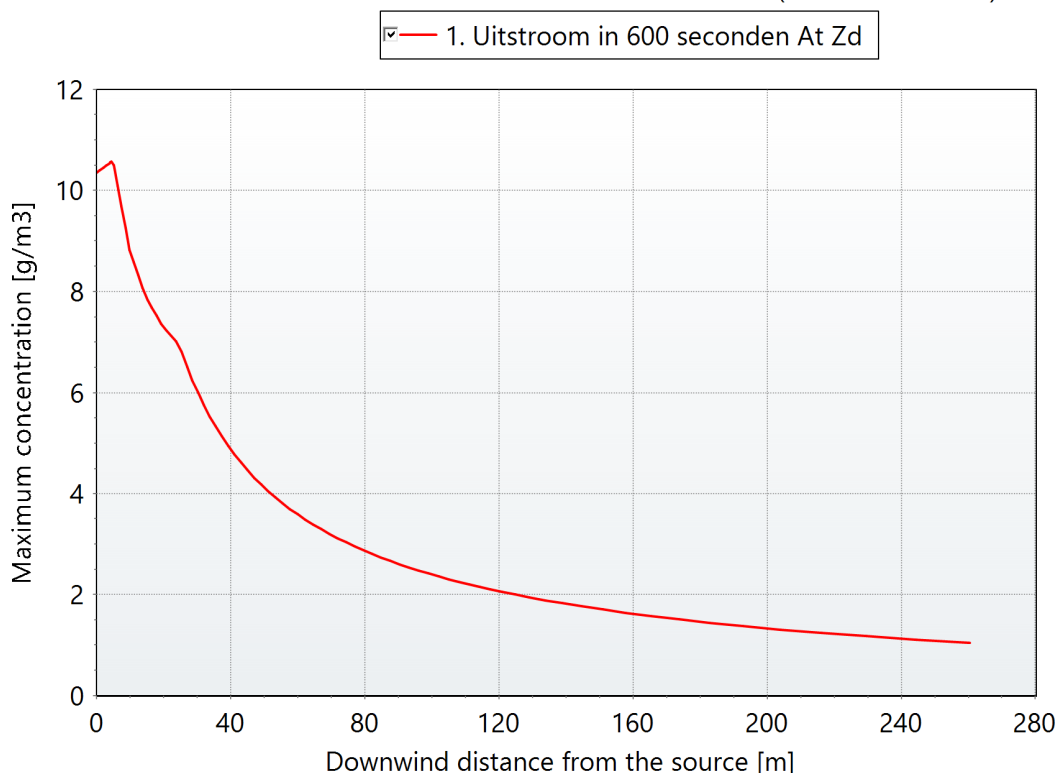
## Transport op een terrein scenario 1

### Scenario 1 - Scheur in tankwagen tijdens manoeuvreren op terrein – Plasverdamping grote plas

De uitstroom is gemodelleerd als het leegstromen van de inhoud van de gehele tankwagen in 10 minuten, waarbij sprake is van vrije plasverspreiding. De plasdikte is 1 cm en bepaalt de omvang van de MeOH-plas. De plas heeft een diameter van bijna 56 m en een oppervlak van ruim 2400 m<sup>2</sup>. Na 10 minuten neemt de grootte van de plas langzaam af, doordat de tank leeg is en MeOH uit de plas verdamppt.

De concentratie van de MeOH-wolk als functie van de afstand op 1,5 m hoogte (Zd) staat weergegeven in Figuur B1.1.

Maximum concentration vs Downwind distance from the source (Flammable Cloud)



**Figuur B1.1 Maximum concentratie MeOH als functie van de afstand voor verdamping uit een grote plas**

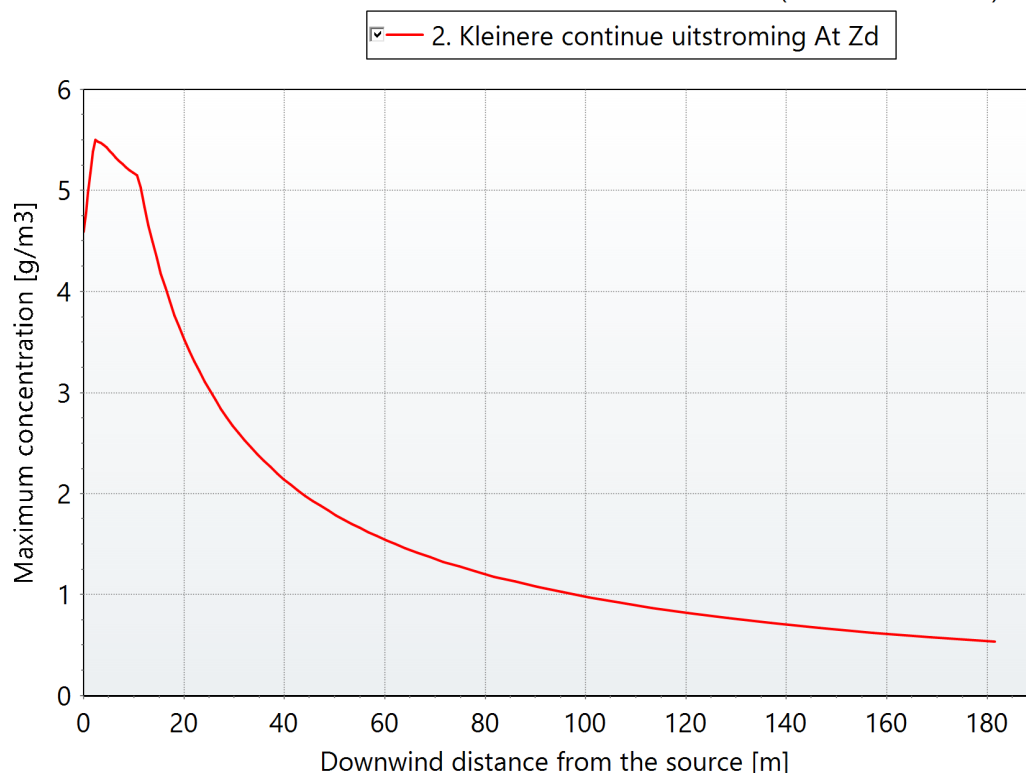
## Transport op terrein scenario 2

### Scenario 2 - Omvallen container met MeOH-tank – Plasverdamping kleine plas

De uitstroom is gemodelleerd als een uitstroom door een gat van 50 mm waardoor een plas wordt gevormd. De plasdikte is 1 cm en bepaalt de omvang van de MeOH-plas. De plas heeft een diameter van 25 m en een oppervlak van 476 m<sup>2</sup>. Na 9 minuten neemt de grootte van de plas langzaam af doordat de tank leeg is en MeOH uit de plas verdampt.

De concentratie van de MeOH-wolk op 1,5 m hoogte (Zd) als functie van de afstand staat weergegeven in Figuur B1.6.2.

Maximum concentration vs Downwind distance from the source (Flammable Cloud)



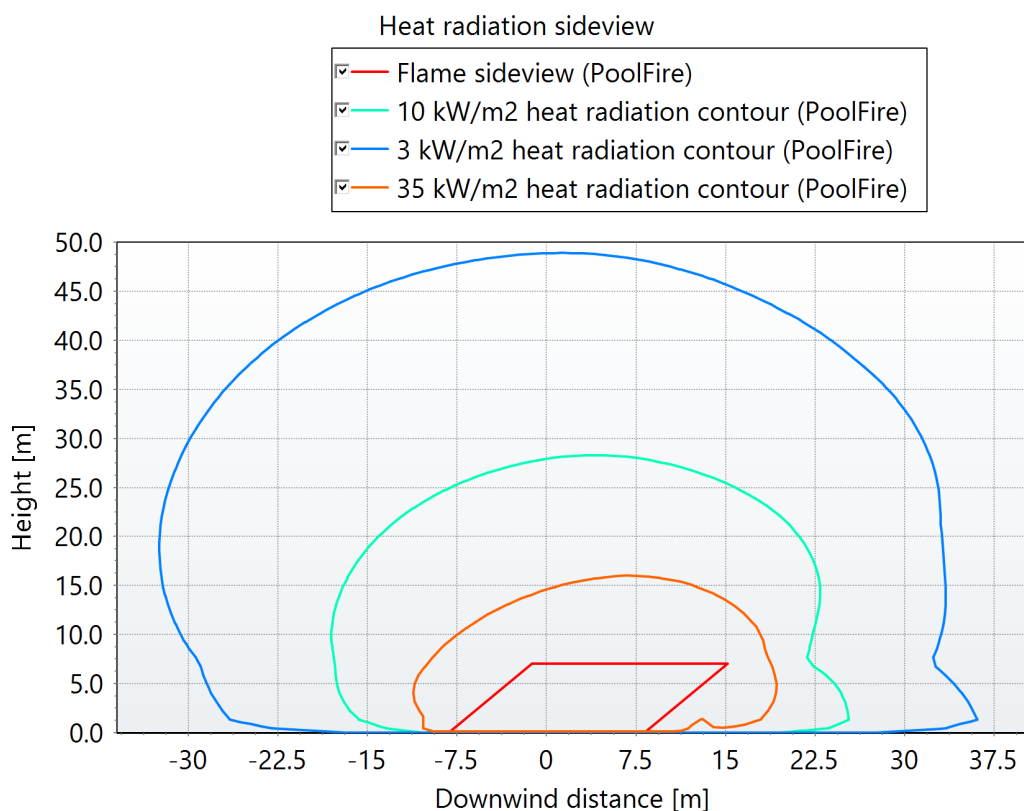
**Figuur B1.6.2 Maximum concentratie MeOH als functie van de afstand voor verdamping uit een kleine plas**



## Opslag en verladen scenario 3

### Scenario 3 – Losschieten aansluiting tijdens verladen – Grote plasbrand MeOH

De uitstroom is gemodelleerd als een uitstroom gedurende 10 minuten door een gat van 40 mm (aanname) uit een 10 m<sup>3</sup> opslagtank die voor 90 % gevuld is. Er is sprake van vrije plasverspreiding. De plasdikte is 1 cm en bepaalt de omvang van de MeOH-plas. De brandende plas bereikt een diameter van ruim 16 m en een oppervlak van 211 m<sup>2</sup>. De plasbrand duurt bijna 13 min.



**Figuur B1.3** Diverse stralingscontouren voor een grote plasbrand MeOH. Te zien zijn de contouren van de plasbrand (rood) en de hittecontouren 35 kW/m<sup>2</sup> (oranje), 10 kW/m<sup>2</sup> (groen) en 3 kW/m<sup>2</sup> (blauw).

## Opslag en verladen scenario 4

### **Scenario 4 – Falen MeOH-opslagtank door externe impact vorkheftruck – Milieuvervuiling van grond- en oppervlaktewater**

MeOH kan als pure vloeistof in de bodem of in wateren terechtkomen, maar ook in verdunde vorm, bijvoorbeeld door menging met bluswater. Hoewel schade aan het milieu beperkt zal zijn, moet zoveel mogelijk worden voorkomen dat MeOH in riolering, bodem of water terechtkomt.

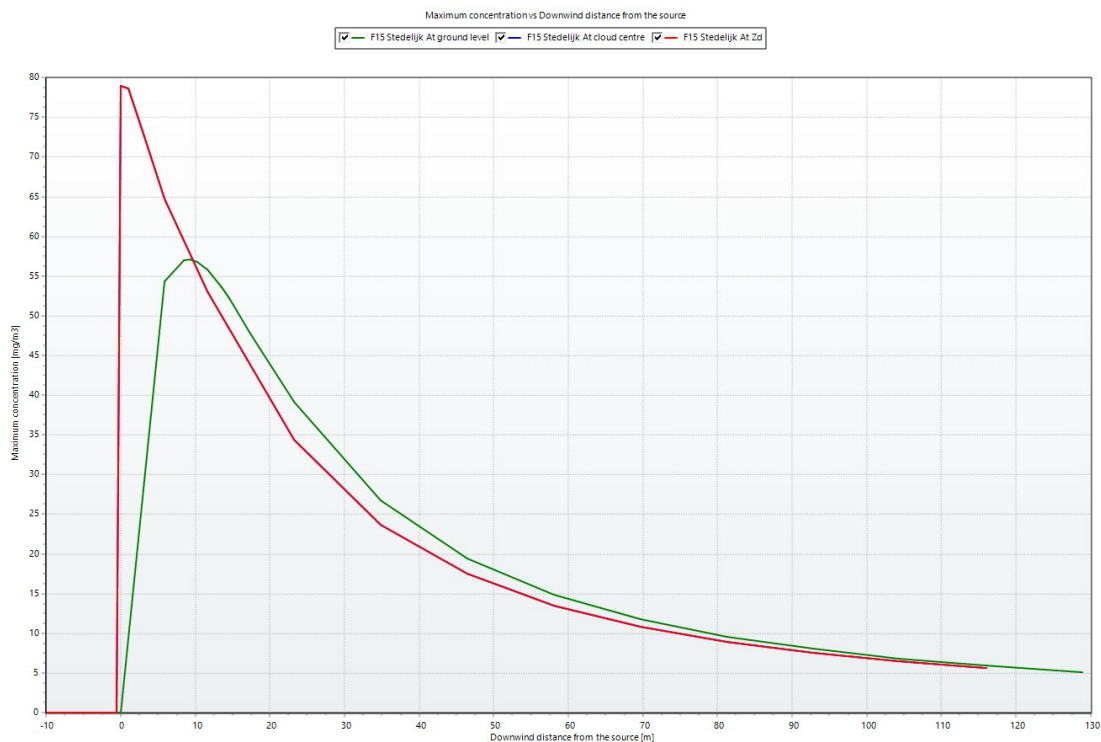
## Gebruik scenario 5

### Scenario 5 - Thermal runaway batterijsysteem – Giftige wolk HF

Het Li-ion batterijsysteem gaat in thermal runaway als gevolg van een productiefout waardoor bij een aantal cellen in de batterij kortsluiting optreedt. Door de thermal runaway komen giftige stoffen vrij. **Gevolg: een giftige wolk waterstoffluoride (HF).**

De thermal runaway is gemodelleerd als het vrijkomen van HF uit een LFP-type batterijsysteem. Aangenomen wordt dat de helft vrijkomt gedurende het eerste uur van de thermal runaway en de andere helft gedurende de rest van de tijd. In de berekening is alleen het HF meegenomen dat de eerste 60 minuten is vrijgekomen.

Uit onderzoek van het RIVM blijkt dat na 10 tot 20 minuten meer dan de helft van het HF uit de rook is verdwenen, doordat het zich bindt aan andere stoffen en aan rookdeeltjes (RIVM, 2021). Daarom is de helft van hetgeen is vrijgekomen (in het eerste uur) meegenomen in de berekeningen; dit is 11 kg HF bij een batterijsysteem van 150 kWh. De maximale HF-concentratie als functie van de afstand op 1,5 m hoogte (Zd) is weergegeven in Figuur B1.4.

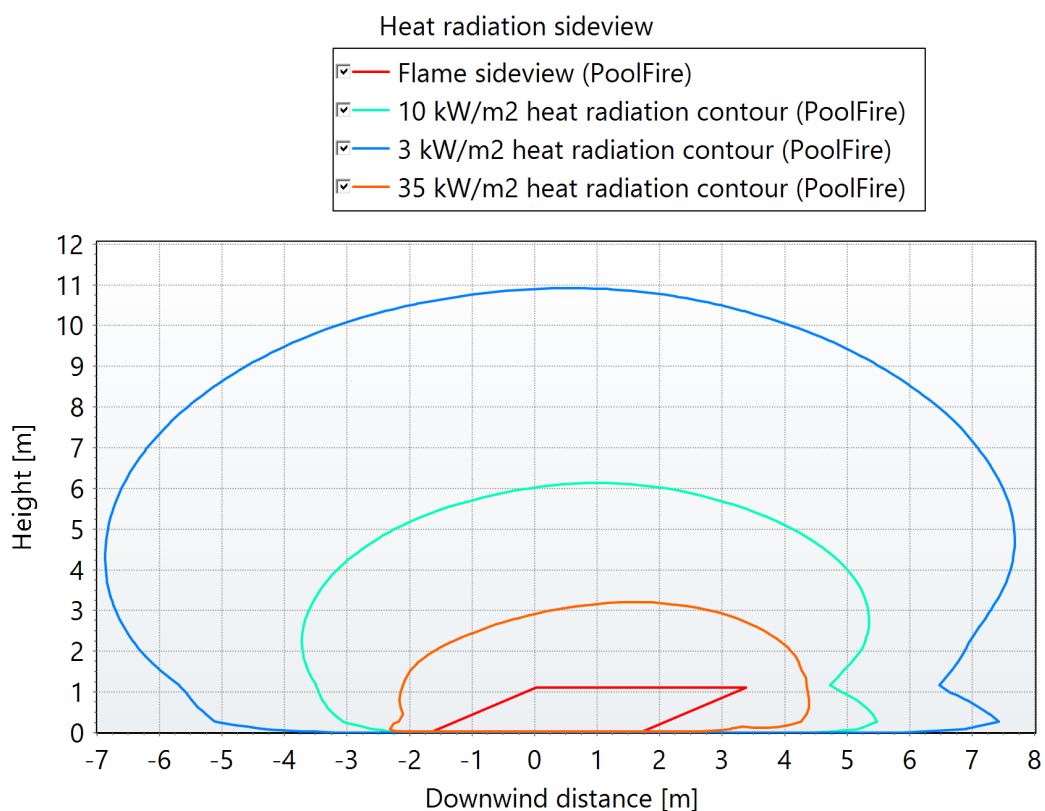


**Figuur B1.4 Maximale HF concentratie als functie van de afstand op 1,5 m hoogte (Zd)**

## Gebruik scenario 6

### Scenario 6 – Leksteken MeOH-tank gevolgd door brandstichting – Kleine plasbrand MeOH

De uitstroom is gemodelleerd als een uitstroom door een gat van 10 mm dat zich 1 m boven de bodem van de MeOH-tank bevindt. De tank loopt voor de helft leeg en de plas spreidt zich vrijelijk uit. De plasdikte is 1 cm en bepaalt de omvang van de plas, die een diameter bereikt van 3,4 m en een oppervlak heeft van ongeveer 9 m<sup>2</sup>.



**Figuur B1.5** Diverse stralingscontouren voor een kleine plasbrand MeOH. Te zien zijn de contouren van de plasbrand (rood) en de hittecontouren 35 kW/m<sup>2</sup> (oranje), 10 kW/m<sup>2</sup> (groen) en 3 kW/m<sup>2</sup> (blauw).