

# Zakboek

## Energietransitie voor incidentbestrijders



## Colofon

Dit zakboek is gebaseerd op het Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders. Het infoblad is te downloaden op [www.nipv.nl](http://www.nipv.nl)

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2022

Auteur: T. Hessels  
Datum: 20 september 2022  
Status: openbaar  
Coverfoto: Bart Meesters

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

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

# Inhoudsopgave

Accu's.....	4
Biomassa.....	6
Elektriciteit.....	8
Geothermie.....	10
Koolstofdioxide .....	12
LNG: Liquified Natural Gas.....	14
Multifuel tankstations .....	16
Waterstof .....	18
Windturbines.....	20
Zonnepanelen .....	22

# Accu's

## Risico's

- > Toxische en bijtende rook.
- > Explosiegevaar, zowel van de rook als van wegschietende accucellen.
- > Elektrocutiegevaar.
- > Vervuild bluswater.
- > Vervuiling van binnenruimten door fluorhoudende stoffen.
- > Thermal runaway.

Dit is een belangrijk kenmerk van incidenten met lithium-ion accu's. Een thermal runaway is een onbeheersbare thermische ontledingsreactie. De reactie creëert meer warmte, waardoor het proces zichzelf in stand kan houden totdat alle energie uit de accu is verdwenen.



## Handelingsperspectief

### Accu omvang tussen de 0 en 3 kWh:

- > Behandel als een reguliere brand.
- > Verplaats de accu zo spoedig mogelijk naar buiten toe.
- > Koel de accu in bak / emmer water (tijdsindicatie: langer dan 24 uur).
- > Wees bedacht op wegschietende accucellen: deze kunnen secundaire brandhaarden veroorzaken.
- > Bij twijfel over acties: raadpleeg de Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS).

### Accu omvang groter dan 3 kWh:

- > Behandel het incident als een IBGS-incident.
- > Probeer de unit of het systeem af te schakelen.
- > Creëer ventilatie.
- > Koel middels lage druk en overweeg het afvullen of onderdompelen van het object / de installatie.
- > Deuren / luiken niet openen: risico op explosieve ontbranding van de rookgassen bij het openen van deuren.

# Biomassa

## Risico's

### Bioverbranding:

- › Brandgevaar door een ongecontroleerde uitstroom uit de installatie en door ontbranding van rookgassen door een interne of externe ontstekingsbron.
- › Explosiegevaar door overdruk op de warmwaterketel of stoomketel.
- › Vergiftigingsgevaar door ophoping waterdamp en CO<sub>2</sub>.
- › Lekkage van heet water uit het warmtenet.

### Biovergisting:

- › Brand-, explosie- en vergiftigingsgevaar door:
  - › ophoping van CO<sub>2</sub> in de installatie
  - › een ongecontroleerde uitstroom van biogas, schadelijke pathogenen zoals bacteriën, virussen en parasieten of componenten zoals waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S), CO<sub>2</sub> en ammoniak.  
Deze uitstroom kan ontstaan bij storingen, foutief bijvullen, falend (leiding)materiaal van de installatie of bij werkzaamheden aan de leidingen.
- › Lastig herkenbaar: de geur van biogas is anders dan die van aardgas. Er is bovendien (nog) geen geurcomponent aan toegevoegd.



## Handelingsperspectief

### Bioverbranding:

Behandel als een regulier incident in een verbrandingsinstallatie, zoals die ook bestaat voor afval of steenkool.

### Biovergistingsinstallatie:

- > Start de IBGS-procedure bij het vrijkomen van biogas.
- > Houd rekening met een mogelijke lekkage van  $H_2S$ . Dit gas is bij lage concentraties te herkennen aan de geur van rotte eieren.
- > Sluit indien mogelijk de toevoer van het biogas af.
- > Probeer een breuk of scheuren van het zeil (membraamdak) te voorkomen. Door breuken en scheuren kan het biogas ongecontroleerd vrijkomen.
- > Er kunnen meer slachtoffers zijn, omdat deze elkaar hebben proberen te redden en bij de reddingspoging bedwelmd zijn geraakt.

# Elektriciteit

## Risico's

### Elektrocutie:

- › Elektrocutie door *directe* aanraking
  - › Aanraken geleider: een persoon komt in direct contact met een geleider door vastpakken.
  - › Vonkdoorslag of vonkoverslag bij het benaderen van een geleider. Dit treedt alleen op in de domeinen transport en distributie.
- › Elektrocutie door *indirecte* aanraking
  - › Via een medium: de elektrische stroom loopt eerst via een medium, bijvoorbeeld een gebonden blusstraal, een bouwdeel, een boom, etc. naar het menselijk lichaam. Dit treedt met name op in de domeinen transport en distributie.
  - › Via de ondergrond / bodem: er is een stapspanning in de ondergrond. Als een defecte geleider de grond of het oppervlaktewater raakt, kan zich een gevaarlijk gebied vormen in de ondergrond / het oppervlaktewater.

### Druk golf, scherfwerking en hitte:

- › Bij elektrische installaties kan een explosie met een drukgolf ontstaan, die gepaard gaat met een sterke hitte-ontwikkeling en eventueel rondvliegende stukken / scherven. De kracht van de drukgolf hangt samen met het elektrisch vermogen en de aard van de installatie.





## Handelingsperspectief

### Transport (hoogspanningsnet en -kabel):

- > Installatie betrokken:  
opstellijs 25 meter vanaf buitenzijde hek, opstellijs niet voorbij, geen blusstof richting gebouw of terrein.
- > Installatie *niet* betrokken:  
gebouw / terrein niet betreden zonder direct toezicht beheerder.
- > Mast:  
opstellijs is valschaduw + 25 meter.
- > Lijn:  
opstellijs is 25 meter vanaf hart lijn.

### Distributie (regionaal distributienet):

- > Installatie betrokken:  
opstellijs 25 meter vanaf object, opstellijs niet voorbij, geen blusstof richting gebouw, bij redding tot 2,5 meter benaderen.
- > Installatie *niet* betrokken:  
gebouw / terrein *niet* betreden zonder direct toezicht beheerder.

### Gebruik (in woningen en gebouwen):

- > Geleiders niet aanraken.
- > Gebonden straal alleen bij droge PBM.
- > Gebonden straal is veilig vanaf 1/3 van de worplengte.
- > Grijpredding van onder stroom staande persoon mogelijk met droge en complete PBM.

# Geothermie

## Risico's

- > Mogelijke milieu- en letselschade tijdens boor- of putwerkzaamheden en productie bij een (ongecontroleerde) uitstroom van heet en zout water (op 4000 meter is het zoute water ongeveer 130 °C).
- > Mogelijke milieu- en letselschade tijdens boor- of putwerkzaamheden en productie bij een (ongecontroleerde) uitstroom van gas of olie. Mogelijke gevaren voor de arbeidsveiligheid van werknemers, passanten en hulpverleners door een blow-out, een ongecontroleerde spuiters, van heet water.
- > Mogelijke milieu- en letselschade door een ongecontroleerde uitstroom van afvalwater of onveilige lozing.
- > Mogelijke milieu- en letselschade door een ongecontroleerde uitstroom van gevaarlijke stoffen uit opslaglocaties (bassins, tanks) met stoffen bedoeld voor schoonmaak of het opvangen van afvalwater.

## Handelingsperspectief

- > Treed op als bij reguliere incidenten zoals gas-, chemicaliën-, heet water of oliekkages.

# Koolstofdioxide

## Risico's

- > **Verstikkingsgevaar door gasvorming CO<sub>2</sub>.**  
Als gasvormig CO<sub>2</sub> vrijkomt, verspreidt het zich als een onzichtbare deken over de grond en kan daarbij kleine huisdieren verstikken. Bij grotere hoeveelheden of wanneer CO<sub>2</sub> in kelders of kruipruimtes terecht komt, kan het ook dodelijk zijn voor de mens.
- > **Verstikkingsgevaar door droog ijs.**  
Voor transport door buisleidingen wordt CO<sub>2</sub> gecomprimeerd tot superkritisch CO<sub>2</sub>. Bij het vrijkomen van grote hoeveelheden superkritisch CO<sub>2</sub> bestaat de mogelijkheid dat het in vaste vorm (als droog ijs) vrijkomt. Droog ijs gaat bij atmosferische druk direct over in gasvormig CO<sub>2</sub> zonder eerst vloeibaar te worden. Bij grote hoeveelheden droog ijs bestaat er kans op verstikking.
- > **Druk golf en rondvliegende scherven.**  
Een hogedruk CO<sub>2</sub>-leiding die faalt, zal een druk golf geven, die tot op drie meter van de breuk dodelijk kan zijn. Rondvliegende scherven en puin kunnen verwondingen op 15-20 meter veroorzaken.
- > **Gezondheidsschade.**  
Bij concentraties CO<sub>2</sub> van meer dan 5 vol. % in de lucht ontstaat hypercapnie (een overmatig CO<sub>2</sub>-gehalte in het bloed) en verzuring van het bloed. Nog hogere concentraties CO<sub>2</sub> (>10 vol.%) kunnen leiden tot stuip trekkingen, coma en overlijden. Ook kan langdurige blootstelling aan lage concentraties gezondheidsproblemen veroorzaken.



## Handelingsperspectief

- > Bepaal het bron- en effectgebied.
- > Waarschuw en ontruim indien nodig de omgeving.

### Over gasuitstroom

- > Bij een *horizontale* gasuitstroom na een leidingbreuk: het CO<sub>2</sub> wordt over grote afstand weggeblazen (tot ongeveer 60 m). Daarna verspreidt het opgemengde gas zich verder onder invloed van de wind.
- > Bij een *verticale* gasuitstroom na een leidingbreuk: het CO<sub>2</sub> verspreidt zich tot grote hoogte. Tijdens de expansie verdunt het zich sterk waardoor het zich niet meer als een zwaar gas gedraagt. Daardoor is de concentratie van CO<sub>2</sub> op de grond zodanig laag dat de alarmeringsgrenswaarde (AGW) niet bereikt zal worden.
- > Bij een *drukloze* uitstroom:  
bij een vrije horizontale uitstroming van CO<sub>2</sub> ontstaat een smalle langgerekte wolk. Vocht in de lucht condenseert; daardoor is de wolk zichtbaar als mist. Omdat CO<sub>2</sub> zwaarder is dan lucht, kan bij een drukloze uitstroming puur CO<sub>2</sub> zich als een zwaar gas gedragen. Hierdoor kan ophoping van CO<sub>2</sub> in lager gelegen ruimtes ontstaan.

# LNG: Liquefied Natural Gas

## Risico's

- > Grote brandbaarheid:  
De Lower Explosive Limit van LNG is 5% en de Upper Explosive Limit 15%.
- > LNG-brand mogelijk onzichtbaar en met veel hittestraling.
- > Kans op explosiegevaar bij vrijkomen in een besloten ruimte (bijvoorbeeld in parkeergarages, werkplaatsen, tankstations, etc).
- > LNG-wolk verstikkend in hoge concentraties.
- > Bevriezingsletsel (LNG-temperatuur  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- > Koude-effecten op constructieonderdelen (broos worden, verbrossing).

## Over LNG

- > Indien opgewarmd ( $> -162^{\circ}\text{C}$ ) is het gas onzichtbaar (er is een witte wolk waterdamp zichtbaar. Deze is afhankelijk van de temperatuur van het LNG en omgevingsfactoren zoals temperatuur buitenlucht en luchtvochtigheid. De zichtbare wolk is niet indicatief voor mate van mogelijk explosieve atmosfeer van het gas).
- > Het gas is zwaarder dan lucht. Bij opwarming mengt het zich met lucht en stijgt het op totdat het dampvlucht-mengsel even zwaar is als lucht.



## **Handelingsperspectief**

- > Houd rekening bij bepalen effectgebied met kans op laag hangend gas op grote afstand. LNG warmt op en vermengt zich met lucht.
- > Houd bij bepalen effectgebied er rekening mee dat de (zichtbare) wolk afhankelijk is
  - > van de temperatuur van het LNG
  - > de temperatuur van de buitenlucht
  - > de luchtvochtigheid.

Een zichtbare wolk hoeft niet altijd LNG te zijn, maar kan ook condens zijn.

# Multifuel tankstations

## Risico's

- › Domino-effect:  
een ongeval bij een installatie-onderdeel kan leiden tot falen van een ander installatiedeel. Denk bijvoorbeeld aan een bovengrondse LNG-opslagtank in de buurt van een bovengrondse opslagtank voor waterstof. Afhankelijk van de afstand bestaat het risico dat een incident met de LNG-opslagtank door straling of druk effect heeft op de opslagtank voor waterstof.
- › Interactie tussen een laadpunt (bijvoorbeeld door vonken) en een brandbaar gas of brandbare damp (bijvoorbeeld van benzine) bij lekkage van dit gas of deze damp.
- › Meerdere eigenaren van de installaties op één tankstation:  
de eigenaar van een LNG-installatie heeft bijvoorbeeld geen kennis van de waterstofinstallatie.
- › De noodstopvoorziening werkt vaak maar voor één installatie-onderdeel:  
ga er dus niet automatisch vanuit dat bij het indrukken van de noodstop de gehele installatie veilig is gesteld.



## Handelingsperspectief

- > Op multifuel tankstations kunnen incidenten met verschillende brandstoffen voorkomen. Uitgangspunt daarbij is: handel op een manier die past bij de bij het incident betrokken brandstof of voorziening. Zie hiervoor de overige pagina's in het document.

# Waterstof

## Risico's

- > Een grote kans op ontbranding en explosie vanwege de lage ontstekingsenergie en het grote ontvlambaarheidsbereik.
- > Waterstof is geurloos en brandt met een onzichtbare vlam waardoor zich ongemerkt een gevaarlijke situatie kan voordoen. Daar komt bij dat een waterstofvlam dicht genaderd kan worden, omdat deze een lage stralingswarmte haaks op de vlam heeft.
- > Waterstof heeft een hogere energiewaarde per eenheid van gewicht dan aardgas, waardoor het bij ontsteking een krachtiger explosie kan geven.
- > Waterstof is lichter dan lucht waardoor het zich in gesloten ruimtes ophoopt tegen het plafond, hetgeen leidt tot een grotere kans op ontsteken.



## Handelingsperspectief

- > Start de IBGS-procedure, omdat niet bekend is hoe groot het effectgebied is (denk aan het bepalen van een opstellijn en blij bovenwinds).
- > Blus een waterstofbrand niet, maar koel waar nodig (aangestraalde) objecten.
- > Koel een aangestraalde waterstoftank altijd met voldoende water. Voorkom hierbij contact van water met het Thermal Pressure Relief Device (TPRD, smeltzekering op afblaasventiel). Hierdoor werkt het TPRD niet meer, met als mogelijk gevolg drukopbouw en een explosie.
- > Gebruik altijd een explosiegevaarmeter en een warmtebeeldcamera om de lekkage en/of brand zichtbaar te maken.
- > Houd voldoende afstand tot het object waar waterstof aanwezig is vanwege het risico op afblazen en/of escalatie.
  - > De te hanteren afstand verschilt per scenario / installatiegrootte; zie hiervoor de aandachtscarten.

# Windturbines

## Risico's

- > Elektriciteit: hoogspanning (HS) en middenspanning (MS). Dit valt onder het domein Transport in de aandachtscartaar Veilig optreden nabij elektriciteit.
- > De aanwezigheid van SF<sub>6</sub>-gas (zwavelhexafluoride). Dit gas is aanwezig in elektriciteitsschakelaars, zowel in de gondel als beneden.
- > Werken op hoogte / valgevaar.
- > Draaiende delen.
- > Hydrauliek in druksystemen.
- > Lekkages van olie of koelvloeistof.
- > Kans op vallende delen (bij het benaderen van de turbine).



## Handelingsperspectief

### Brand:

- > Bij brand *bovenin* de turbine:  
de brand gecontroleerd laten uitbranden.
- > Bij brand *onderin* de turbine:  
reguliere brandbestrijding, met aandacht voor  
hoogspanning.
- > Bij vallende delen: direct de omgeving afzetten in een  
straal van 500 meter.
- > Activeer, waar mogelijk en veilig, noodknoppen.

### Ongeval:

- > Hulpverlening *bovenin* de turbine:
  - > alarmeer hoogtereddingsteam (HRT) via de  
alarmcentrale
  - > optreden door een basisbrandweereenheid is niet  
mogelijk: de valbeveiligingssets van de brandweer  
zijn niet geschikt om op te treden in windturbines.
- > Hulpverlening *onderin* de turbine:
  - > behandel deze als reguliere hulpverlening
  - > laat waar nodig een HRT ondersteunen als het  
slachtoffer zich in de kelder bevindt of alleen via  
een mangat te bereiken is.
- > Activeer, waar mogelijk en veilig, noodknoppen.

# Zonnepanelen

## Risico's

- › Depositie van verbrandingsproducten van zonnepanelen in het benedenwinds gebied.
- › Elektrocutiegevaar en brandwonden.  
Bij brand kan de isolatie van de bekabeling van zonnepanelen smelten, waardoor brandweermensen kans lopen op een elektrische schok. Dit resulteert op zijn beurt in brandwonden, het niet kunnen loslaten van objecten die op dat moment worden vastgehouden (lock-on), en hartritmestoornissen. Daarnaast kan bij offensieve brandbestrijding, ook na het omzetten van de aardlekschakelaar, nog spanning op de panelen aanwezig zijn.
- › Instortingsgevaar tijdens brandbestrijding door verzwaring van het dak.
- › Het wegwaaien van zonnepanelen, bijvoorbeeld wegens slechte montage of extreem weer, of het afglijden van een dak ten gevolge van brand, kunnen gevaren opleveren voor personen.
- › Personen of brandweermensen kunnen (tijdens een inzet) van het dak vallen door gladde zonnepanelen of het verschuiven van panelen.



## Handelingsperspectief

- > Bij brand kan er altijd gestart worden met blussen, ook al is de installatie nog niet spanningsloos.  
De voorgeschreven afstanden:
  - > minimaal 0,5 meter bij een sproeistraal
  - > 1 meter bij een gebonden straal.Een onderbroken blusstraal geleidt geen elektriciteit: er is dan geen risico op elektrocutie.
- > Schakel de omvormer uit om de PV-installatie (deels) spanningsloos te maken.
  - > Dit kan door de betreffende groep of (groepen) af te schakelen en eventueel aanvullende schakelingen op de omvormer zelf.
  - > Indien aanwezig kunnen er ook schakelingen in de 'string' van zonnepanelen afgeschakeld worden.
  - > Raadpleeg bij grootschalige toepassing een installatieverantwoordelijke of andere deskundige om de installatie veilig te stellen.
- > Zorg voor een droog bluspak en droge PBM's bij werken rondom een PV-installatie. Daarmee ben je in basis goed beschermd tegen het per ongeluk aanraken van spanningsvoerende delen (tot 1500V DC), ook al ben je enigszins bezweet.

*vervolg op volgende pagina*

# Zonnepanelen (vervolg)

## Handelingsperspectief (vervolg)

- > Gebruik bij bewuste acties, zoals het demonteren van panelen of installatieonderdelen, geïsoleerde handschoenen klasse 0 (1000V AC / 1500V DC).
- > Gebruik daarnaast voor het loshalen van de kabels speciaal gereedschap of een geschikte kniptang. Dit kan in sommige situaties nodig zijn om een stoplijn te maken of een brand onder de panelen te bereiken.
- > Wees alert op vallende delen als gevolg van verzwakking van de installatie of het dak en op gesmolten metaal als gevolg van aangetaste montagemateriaal. Zet het gevarengedebied af.
- > Schakel voor opruimen depositie gemeente en/of Stichting Salvage in.





Nederlands Instituut Publieke Veiligheid

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