



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Voorbereiding van Brzo bedrijven op klimaatverandering

RIVM-briefrapport 2021-0050
C.E. Pompe | H. Pijnenburg | P.A.M. Uijt de Haag



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Vorbereiding van Brzo bedrijven op klimaatverandering

RIVM-briefrapport 2021-0050
C.E. Pompe | H. Pijnenburg | P.A.M. Uijt de Haag

BR ZO+

Colofon

© RIVM 2021

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2021-0050

C.E. Pompe (auteur), RIVM
H. Pijnenburg (auteur), Econos
P.A.M. Uijt de Haag (auteur), RIVM

Contact:

Paul Uijt de Haag
Centrum Veiligheid\OmgevingsVeiligheid
omgevingsveiligheid@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van het project 'Veiligheid bedrijven' en in opdracht van Brzo+ in het kader van 'klimaatverandering en Brzo-bedrijven'.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Vorbereitung van Brzo-bedrijven op klimaatverandering

Door klimaatverandering is de kans groter dat in Nederland overstromingen, piekbuien, droogte en hittegolven komen. De chemische industrie is wettelijk verplicht om zich hierop voor te bereiden. Zo blijft de kans op ongevallen, en daarmee het risico voor de omgeving, klein. Uit een eerdere analyse van het RIVM blijkt dat bedrijven in hun veiligheidsrapporten niet duidelijk aangeven hoe zij zich hierop voorbereiden.

Het RIVM, adviesbureau Econos en Rijkswaterstaat hebben daarom met bedrijven een overzicht gemaakt van de gevaren en mogelijke maatregelen. Door er samen over te brainstormen konden ze kennis delen en van elkaar leren. Bedrijven kunnen het overzicht gebruiken om gevaren voor hun eigen situatie te analyseren en gericht maatregelen te nemen. Ook kan het bevoegd gezag het overzicht gebruiken bij hun beoordeling of bedrijven zich genoeg voorbereiden.

De bedrijven bleken nog niet planmatig te analyseren welke problemen bij een dreigende overstroming, hittegolf en dergelijke kunnen ontstaan. Het is belangrijk dat zij zich bewust worden van de gevaren en er van tevoren oplossingen voor bedenken. Zo is het belangrijk dat bedrijven weten hoeveel tijd ze bij een dreiging hebben om maatregelen te nemen. Ook moeten ze regelen dat dan genoeg mensen beschikbaar zijn om de maatregelen uit te voeren. Het blijkt dat maatwerk nodig is omdat dreigingen per bedrijf kunnen verschillen.

Kernwoorden: klimaatverandering, gevaarlijke stoffen, overstromingen, hitte, BRZO, ongevallen

Synopsis

Preparing Seveso companies for climate change

Floods, heavy downpours, drought and heat waves will become more frequent in the Netherlands due to climate change. The chemical industry is legally obliged to prepare for such catastrophes so that the likelihood of accidents and, consequently, risks for the environment are minimised. An earlier analysis by RIVM shows that companies do not indicate clearly how they prepare for such incidents in their safety reports.

RIVM, consultancy firm Econos, the Directorate-General for Public Works and Water Management (RWS) and various companies have therefore collaborated to summarise the hazards concerned and the potential measures. By brainstorming, they were able to share knowledge and learn from each other. Companies will be able to use the summary to analyse hazards and take targeted measures that are appropriate to their own situations. The competent authority will also be able to use it to assess whether companies are well enough prepared.

It appears that the companies in question did not yet systematically analyse the problems that can arise as a result of an imminent flood, heat wave or suchlike, whereas it is crucial that they are alert to these hazards and that they devise solutions for them in advance. It is, for example, important that companies know how much time is available for them to take measures in the event of threat. They must, furthermore, arrange for sufficient people to be able to implement these measures – measures which, have to be customised because threats vary from company to company.

Keywords: climate change, hazardous substances, floods, heat, Seveso, accidents

Inhoudsopgave

Samenvatting – 9

- 1 Inleiding – 11**
- 2 Doel van het onderzoek – 13**
- 3 Opzet van het onderzoek – 15**
- 4 Resultaten van de werksessies – 17**
 - 4.1 Algemene opmerkingen – 17
 - 4.2 Overstromingen – 18
 - 4.3 Piekbuien – 21
 - 4.4 Droogte – 23
 - 4.5 Hittestress – 26
 - 4.6 Overige weerextremen – 28
 - 4.7 Informatiebronnen – 29
- 5 Conclusies – 31**
- 6 Aanbevelingen – 33**
- 7 Referenties – 35**

Samenvatting

Met de klimaatverandering moeten bedrijven steeds beter voorbereid zijn op bedreigingen door overstromingen, piekbuien, droogte en hittestress. Voor Brzo-bedrijven is er al een verplichting om, met het oog op veiligheid en milieurisico's, te analyseren wat de bedreigingen zijn van overstromingen en welke maatregelen genomen moeten worden. Voor de andere drie klimaatbedreigingen is er nog geen verplichting.

Uit eerdere analyses is gebleken dat een goed overzicht ontbreekt van de bedreigingen, de mogelijke maatregelen en ook een beoordeling van wat de beste maatregelen zijn. RIVM en Econos is daarom gevraagd om te komen tot een inventarisatie van de bedreigingen, de mogelijke maatregelen en een rangschikking van de maatregelen voor de vier klimaatthema's overstromingen, piekbuien, droogte en hittestress.

RIVM, Econos en Rijkswaterstaat hebben in twee werksessies met chemische bedrijven geïnventariseerd welke bedreigingen er zijn van overstromingen, piekbuien, droogte en hittestress en welke maatregelen (redelijkerwijs) genomen kunnen worden.

Uit de werksessies kwam naar voren dat hittestress voor de meeste bedrijven de minste prioriteit heeft. De andere drie thema's hebben een vergelijkbare prioriteit. Ook blijkt dat bedrijven nog geen systematische inventarisatie hebben uitgevoerd.

De werksessies hebben meer inzichten gegeven in mogelijke gevolgen en maatregelen en hebben geleid tot een overzicht van bedreigingen, gevolgen en maatregelen. De locatie, het ontwerp en de lay-out bij bedrijven is van invloed op de gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen. Het is dus maatwerk om te bepalen of bepaalde gevolgen wel of niet kunnen optreden en of bepaalde maatregelen wel of niet zinvol zijn.

1 Inleiding

In 2015 is het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo) gewijzigd (Brzo, 2015). Daarbij is vastgelegd dat de Brzo-bedrijven die onder de hoge drempelinrichtingen vallen, een analyse moeten uitvoeren over de gevolgen van overstromingen en de mogelijk te treffen maatregelen. In de Publicatiereeks gevaarlijke stoffen deel 6 - Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015 (PGS 6) is in bijlage L hieraan nadere invulling gegeven (PGS 6, 2016). Deze bijlage is ontwikkeld in samenwerking tussen de Brzo- overheidspartners en het bedrijfsleven. De analyse bestaat uit een deel dat gericht is op kansen, waterhoogtes en dreiging en een deel dat gericht is op de gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen. Inmiddels hebben de Brzo-bedrijven veiligheidsrapporten ingediend conform de PGS 6.

De zes Brzo-omgevingsdiensten hebben de informatie in de veiligheidsrapporten over overstromingsrisico's beoordeeld. De omgevingsdiensten signaleerden hierbij dat de beoordeling van de overstromingsanalyses, die de bedrijven op hadden genomen in hun veiligheidsrapport, verbeterd kon worden. Het managementoverleg Brzo+ heeft in januari 2019 daarom een checklist overstromingsrisico's vastgesteld, die gebruikt moet worden bij de beoordeling van de veiligheidsrapporten (Brzo+, 2019). Ook is met de Waterschappen afgesproken dat zij de beoordeling uitvoeren van het technische gedeelte van de analyse, bestaande uit de kansen van overstromingen, de te verwachte waterhoogtes en de dreigingsbeelden. In de tussentijd (2015-2019) zijn al veel veiligheidsrapporten door de overheden beoordeeld en de conclusies over het veiligheidsrapport vastgesteld.

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM in 2018 een steekproef uitgevoerd op de inhoud van een aantal veiligheidsrapporten op de onderwerpen aardbevingen en overstromingsrisico's (RIVM, 2018). Uit de analyse van het RIVM blijkt dat voor overstromingsrisico's in de meeste gevallen bijlage L gedeeltelijk is opgevolgd in de veiligheidsrapporten van de bedrijven. Een beperkt aantal bedrijven beschrijft mogelijke maatregelen tegen de gevolgen van overstromingen. De informatie in de veiligheidsrapporten is echter beperkt, waardoor het niet goed mogelijk is om een uitspraak te doen over de mogelijke maatregelen en te beoordelen wat de beste maatregelen zijn.

De zes Brzo-omgevingsdiensten hebben Econos de opdracht gegeven een inventarisatie te maken van de gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen tegen de overstromingsrisico's. Omdat droogte en piekbuien de afgelopen jaren ook hebben geleid tot problemen bij enkele bedrijven, is de opdracht uitgebreid met de drie andere klimaatthema's, te weten piekbuien, droogte en hittestress.

Het RIVM en Econos hebben de krachten gebundeld om te komen tot een inventarisatie van de gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen bij de vier genoemde klimaatthema's. Hierbij is ook samenwerking

gezocht met Rijkswaterstaat voor kennis op het gebied van
overstromingsrisico's en piekbuien.

2 Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen van klimaatverandering bij Brzo-bedrijven, de mogelijke maatregelen die genomen kunnen worden en het toekennen van een rangschikking aan de maatregelen. De focus ligt primair bij veiligheid voor werknemers en omwonenden en secundair bij de negatieve gevolgen voor het milieu.

Het verkregen inzicht in de mogelijke gevolgen, de maatregelen en de rangschikking kan door Brzo-bedrijven en omgevingsdiensten gebruikt worden om te bepalen welke maatregelen genomen en verwacht kunnen worden. Hiervoor zijn de maatregelen ingedeeld in drie categorieën op basis van uitvoerbaarheid, namelijk

- (i) de maatregel is goed uitvoerbaar en er mag verwacht worden dat het bedrijf deze heeft geïmplementeerd of op korte termijn gaat implementeren;
- (ii) de maatregel is uitvoerbaar en er mag verwacht worden dat het bedrijf deze op middellange termijn gaat implementeren; en
- (iii) de maatregel is uitvoerbaar, maar het is aan het bedrijf of en wanneer deze geïmplementeerd wordt.

Met deze classificatie is er duidelijkheid in de verwachtingen van te treffen maatregelen ten gevolgen van klimaatverandering.

3 Opzet van het onderzoek

Om inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen van klimaatverandering bij Brzo-bedrijven en de mogelijke maatregelen die genomen kunnen worden zijn werksessies georganiseerd met een aantal bedrijven. Voor een werksessie zijn bedrijven met vergelijkbare activiteiten benaderd. Hiertoe zijn de chemische bedrijven in drie categorieën verdeeld, namelijk bulkopslag-bedrijven, emballage-bedrijven en procesindustrie.

Er zijn bijna 40 Brzo-bedrijven benaderd. Deze zijn geselecteerd op hun ligging in potentieel overstromingsgebied. Daarnaast zijn bedrijven benaderd die eerder actief hebben meegedaan aan discussies over de gevaren van klimaatverandering. Drie bedrijven hebben aangegeven niet deel te willen/kunnen nemen aan de werksessies. De overige bedrijven hebben aangegeven hieraan mee te willen werken en de behoefte te hebben meer inzicht te krijgen over de gevolgen van klimaatverandering en de mogelijke gevolgen voor het bedrijf.

Uiteindelijk zijn in twee werksessies de gevolgen geïdentificeerd en de mogelijke maatregelen geïnventariseerd. Op 23 september 2020 is de eerste werksessie fysiek gehouden voor bulkopslag-bedrijven. De werksessies voor emballage-bedrijven en procesindustrie zijn door de opgelegde aanvullende coronamaatregelen niet meer fysiek uitgevoerd. In plaats daarvan is besloten om deze werksessies samen te voegen en digitaal te houden. Deze digitale werksessie vond plaats op 2 oktober 2020.

Tijdens de werksessies is de bedrijven gevraagd naar de gevolgen en de mogelijke maatregelen voor de vier klimaatthema's overstromingsrisico's, piekbuien, droogte en hittestress. Ook is gevraagd naar mogelijke aandachtspunten en informatiebehoeften. De inzichten uit de werksessies zijn uitgewerkt in dit briefrapport in hoofdstuk 4 en bijlage 1.

De conceptrapportage is voorgelegd aan zowel de deelnemende bedrijven als de bedrijven die hebben aangegeven te willen deelnemen, maar niet aanwezig konden zijn op de data waarop de werksessies zijn gehouden.

Tijdens de werksessies werden vooral de gevolgen en maatregelen besproken en was er weinig tijd voor het rangschikken van de maatregelen. De rangschikking op basis van uitvoerbaarheid is in de conceptrapportage daarom ingevuld door Econos en voorgelegd aan de bedrijven. De reactie van de bedrijven is verwerkt in dit rapport.

Het eindconcept van het rapport is aangeboden aan het Brzo+, het samenwerkingsverband van de zes Brzo-omgevingsdiensten met de Brzo partners.

In overeenstemming met de afspraken zijn de bijdragen van de bedrijven anoniem en niet herleidbaar tot de deelnemende bedrijven.

Leeswijzer

De inzichten zijn in hoofdstuk 4 gerangschikt per klimaatthema. Onder de klimaatthema's zijn meerdere bedreigingen (gevolgen) opgenomen; deze zijn ***vetcursief*** weergegeven. Vervolgens zijn de mogelijke maatregelen geïdentificeerd. De maatregelen zijn ook verzameld in bijlage 1. Deze bijlage geeft eenvoudig inzicht in de mogelijke maatregelen en de daaraan gekoppelde rangschikking. Ten slotte is in bijlage 2 nog een aantal informatiebronnen verzameld met informatie over de klimaatthema's en de dreigingen.

4 Resultaten van de werksessies

In twee werksessies zijn de bedreigingen, gevolgen en maatregelen van de vier klimaatthema's overstromingsrisico's, piekbuien, droogte en hittestress geïnterpreteerd. Bij het begin van de werksessies is elke deelnemer gevraagd naar zijn of haar prioriteiten ten aanzien van de klimaatthema's. Hieruit komt geen eenduidig beeld naar voren. Hittestress heeft voor de meeste bedrijven de minste prioriteit. De andere drie thema's hebben een vergelijkbare prioriteit. Tijdens de tweede sessie is ook gevraagd of bedrijven een systematische inventarisatie hebben uitgevoerd naar de klimaatthema's piekbuien, droogte en hittestress. Over het algemeen kan gesteld worden dat dit (nog) niet heeft plaatsgevonden.

De resultaten van de werksessies zijn gegroepeerd per klimaatthema en daarbinnen per bedreiging (gevolg). Er is geen onderscheid gemaakt tussen de drie categorieën van bedrijven. Uit de beschrijving is traceerbaar voor welke categorie de beschrijving van toepassing is.

4.1 Algemene opmerkingen

Eén landelijke coördinatiecentrum

Tijdens de werksessies is aangegeven dat er behoefte is om tijdig geïnformeerd te worden door de overheid bij een dreiging, het liefst vanuit één centraal punt omdat de gevolgen regio-overstijgend kunnen zijn. Wanneer in veiligheidsregio A een dijk doorbreekt en de gevolgen ook merkbaar zijn in veiligheidsregio B, is het niet ondenkbaar dat de bedrijven in regio B niet of te laat worden geïnformeerd of gealarmeerd. Bij het hebben van één landelijk coördinatiecentrum is het overzicht van de ernst van de calamiteit in één hand.

Buiten-regionale doorwerking van het incident

Aanhakend op bovenstaande opmerking, is het voorbeeld gebracht van stroomuitval in veiligheidsregio A, dat kan leiden tot gevolgen voor veiligheidsregio B, die niet direct aangehaakt is. Bedrijven geven aan behoefte te hebben aan betere communicatie.

Afbakening verantwoordelijkheden en taken

Voor de bedrijven is niet helder waar de afbakening ligt ten aanzien van verantwoordelijkheden en taken ten aanzien van alarmeren, informeren en evacueren. Wat is bij welke instantie belegd?

Regionale inventarisatie door bedrijven

Bedrijven moeten eigenlijk vooraf hun gebied goed kennen en mogelijke zwakke plekken inventariseren. Dit gebeurt nog maar beperkt. De checklist overstromingsrisico's is hiervoor een hulpmiddel (zie bijlage 2).

Uitgangspunten klimaatthema's

Bedrijven moeten dreigingen analyseren en maatregelen inventariseren. Bedrijven hebben daarom behoefte aan duidelijke uitgangspunten voor het analyseren van de dreigingen, zoals de hoeveelheid neerslag (in mm/tijdseenheid) waarvan moet worden uitgegaan bij piekbuien. Ook is

er behoefte aan informatiebronnen hierover. In bijlage 2 hebben we daarom informatie en referenties naar deze informatie opgenomen.

4.2 Overstromingen

Overstromingen kent drie dreigingsbeelden, te weten:

- a. Dreiging van hoog water vanuit zee (kust)
- b. Dreiging door hoogwaterafvoer via de rivieren (rivierengebied)
- c. Een combinatie van hoogwater van zee en hoogwater via de rivieren (overgangsgebied)

Het verloop van een overstroming en de gevolgen van bovenstaande dreigingsbeelden zijn verschillend van elkaar. Ook de directe effecten en secundaire effecten zullen per dreigingsbeeld anders zijn. Het bedrijf moet daarom goed bepalen hoe het dreigingsbeeld is om duidelijkheid te krijgen in de gevolgen en de vooraf te kunnen treffen maatregelen.

De bedrijven hebben acht potentiële gevolgen van de dreigingen geïdentificeerd met diverse mogelijke maatregelen.

1. Opstuwing/opdrijven van tanks

Een overstroming kan leiden tot opstuwing of opdrijven van tanks. Bij een variërende grondwaterstand kunnen ondergrondse tanks bij een hoge grondwaterstand ook opdrijven, waarbij aansluitend leidingwerk beschadigd kan raken.

- a. Het opdrijven kan worden voorkomen door de tanks bij een overstroming te vullen met water. Een andere mogelijkheid is een deel van de tanks met product te vullen (overhevelen vanuit andere tanks) en een deel van de tanks met water te vullen. Voorwaarde is dat de voorzieningen aanwezig zijn en de tijd beschikbaar (o.a. afhankelijk van de pompcapaciteit). Ook de pompen kunnen onder water komen te staan, waardoor deze uitvallen. Producten kunnen dan niet meer verpompt worden. Bij de inventarisatie van deze maatregel dient hiermee rekening te worden gehouden.
- b. Tanks kunnen op een terp staan, waardoor ze iets hoger staan. Afhankelijk van de hoogte van de overstroming, kan deze maatregel al voldoende zijn tegen opdrijven van de tank.
- c. Daarnaast wordt genoemd dat tanks verankerd kunnen worden, om te voorkomen dat deze opdrijven. Het verankeren van installaties zal schade beperken bij overstromingen.
- d. In het geval van de aanwezigheid van containers kunnen de deuren worden geopend, waardoor de container niet zal gaan drijven.

2. Schade door drijvende objecten

De stroomsnelheid is bij de meeste overstromingen beperkt (uitzonderingen zijn: dichtbij breslocaties (locatie van een dijkdoorbraak) en bij lokale hoogteverschillen). Wind/ storm kan er voor zorgen dat drijvende objecten schade veroorzaken aan installatieonderdelen, zoals leidingen, leidingbruggen, etc. Dit gevolg is niet te voorkomen.

- a. Het terrein opruimen. Voor het opruimen van het terrein dient een locatie geregeld te worden in het veilige gebied voor de

stalling van bijvoorbeeld de tankwagens. Er dient soms speciaal vervoer te worden georganiseerd, bijvoorbeeld om pakketten met vloeibare stikstof van het terrein te verwijderen. Dit kan ook van toepassing zijn bij het verwijderen van kleine LPG opslagtankjes die aanwezig zijn voor eigen gebruik (bijvoorbeeld voor verwarming of als brandstof voor heftrucks).

- b. Ook het inblokken en leeg maken van installaties of leidingen is een maatregel om de schade te beperken.

3. Wegdrijven van verpakte stoffen

Bij een overstroming kunnen verpakte gevaarlijke stoffen die onderin stellages staan wegdrijven.

- a. De producten kunnen worden omgewisseld wanneer een overstroming dreigt, zodat minder gevaarlijke stoffen onder staan. Een dergelijke wijziging van opslag vergt veel tijd en inspanning. Vooraf kan geïnventariseerd worden voor welke situaties deze actie realistisch is en voor welke situaties niet.

4. Lokale stroomuitval

Bij een overstroming is de kans groot dat de stroom uitvalt. Daarbij moet ook rekening worden gehouden dat de noodvoorzieningen na een bepaalde tijd zullen uitvallen. De stroomuitval heeft gevolgen voor de normale procesvoering, maar kan ook gevolgen hebben voor veiligheidskritische installaties en apparatuur, zoals instrumentele beveiligingen, inertiseringssystemen, koelers en installaties die voor repressie zijn geïnstalleerd, zoals koel- en blussystemen.

- a. Een maatregel is om veiligheidskritische installaties fail-safe uit te voeren, zodat bij stroomuitval de installatie automatisch in de veilige modus terechtkomt. Er worden dan geen veiligheidsrisico's verwacht door de stroomuitval.

5. Grootschalige stroom uitval

Bij stroomuitval zijn situaties denkbaar dat er gefakkeld moet worden. Hiervoor is aardgas nodig (waakvlam). Wanneer er grootschalige stroomuitval plaatsvindt, zal vermoedelijk de druk in het aardgasnet langzaam afnemen. Het aardgasnet kan waarschijnlijk niet op druk worden gehouden. Deze afname kan gevolgen hebben voor de waakvlam.

- a. Het is zinvol te inventariseren of een maatregel bedacht moet worden ter vervanging van aardgas voor de waakvlam.
- b. Een ander aandachtspunt bij noodvoorzieningen, zoals noodaggregaten, is de dieselveorraad. De voorraad is in veel gevallen voldoende voor 1 of 2 dagen. Tijdens een overstroming en het niet bereikbaar zijn van de inrichting, kan de diesel niet worden aangevuld. De meeste overstromingen duren (veel) langer dan 2 dagen.

Belangrijk is om de bedrijven tijdig te informeren, zodat de fabriek(en) tijdig kunnen worden afgeschaald naar de veilige modus.

6. Vrijkomen van product

Tijdens overstromingen kan product vrijkomen. Ook kan het proceswaterriool overlopen. Het vervuilde water kan vervolgens in de omgeving of in het oppervlaktewater terechtkomen. Ook water dat in aanraking komt met het terrein kan vervuild raken.

- a. Inblokken van proceswatersysteem zal voorkomen dat proceswater in contact komt met oppervlaktewater (zie ook piekbuien).

7. Beschikbaarheid van personeel

Bij een overstroming zal er personeel beschikbaar moeten zijn om de noodprocedures uit te voeren. Wanneer een gebied geëvacueerd wordt zullen mensen samen met hun families weg willen uit het gebied. Het bedrijf kan hierdoor een tekort aan personeel hebben om de noodprocedures uit te voeren. Uit de werksessies blijkt een bedrijf dit al te hebben ervaren. Personeel liep weg om voor het eigen gezin te zorgen.

- a. Vooraf kan geïnventariseerd worden welke personeelsleden op de locatie willen/kunnen blijven. Hiermee kan dan rekening worden gehouden op het moment dat de dreiging zich voordoet. Ook kan vroegtijdig de noodprocedure worden uitgevoerd voorafgaand aan de evacuatie of kan tijdig(!) personeel uit niet-bedreigd gebied worden ingeschakeld. De vraag is of laatstgenoemde het bedreigde gebied nog in komen tijdens een evacuatie (in principe mogen alleen hulpverleners dat). Een ander aandachtspunt is of de site bemenst moet blijven tijdens een overstroming. Zo ja: dan volstaat vermoedelijk niet één ploeg (er komt geen nieuwe ploeg en je kunt niet naar huis). Ook moet rekening worden gehouden met voldoende eten/drinken en een mogelijkheid tot communicatie.

8. Falen van tankdijken als barrière

Het idee is dat tankdijken (aarden wal) of tankputwanden (damwand) de overstroming buiten de tankput houden, waardoor de veronderstelling aanwezig is dat de opslagtanks binnen de tankput veilig staan. De vraag is of deze constatering voor alle situaties terecht is. Dit is o.a. afhankelijk van het ontwerp en de status of conditie van de tankdijk of tankputwand. Het hoeft niet zo te zijn dat het ontwerp zodanig is, dat deze het water afkomstig van buiten de tankdijk tegenhoudt. In de meeste gevallen zal een tankputwand lager zijn dan een tankdijk.

- a. Geïnventariseerd kan worden of de tankdijken en tankputwanden geschikt zijn om het water buiten de tankput te houden tijdens een overstroming. Wanneer dit niet het geval is kan overwogen worden welke maatregelen getroffen kunnen worden, zodat dit wel het geval is (zie ook droogte).

Nuttige tips uit ervaringen ten aanzien van overstromingsrisico's

- Een aantal bedrijven geeft aan dat zij een crisisteam instellen bij een dreiging van een overstroming. Dit crisisteam bepaalt welke maatregelen getroffen moeten worden en in welke volgorde. Hierbij werd ook aangegeven dat de communicatie met de hulpdiensten uit kan vallen en het bedrijf op zichzelf is aangewezen. De resterende tijd tot het komende water, is mede bepalend voor de prioritering.
- Niet opstarten van batchprocessen.
- Afschakelen van processen met brandbare producten, omdat er dan niet geblust kan worden.
- De controlekamer kan bij een hele hoge waterstand overstromen.

4.3 Piekbuien

Er is geen wetenschappelijke definitie van een 'piekbui', maar deze kenmerkt zich door het relatief kleine oppervlak dat hij beslaat en dat in korte tijd extreem veel regenwater valt. Piekbuien zijn moeilijk voorspelbaar, in het bijzonder de locatie. Bij piekbuien kan de ene locatie extreem veel overlast hebben, terwijl een ernaast gelegen locatie geen neerslag heeft.

1. Onderlopen van laag liggende delen van het terrein

Tijdens een piekbui kan het water naar lager liggende delen van het terrein stromen. Hierdoor ontstaat lokaal op het terrein wateroverlast.

- a. De lager gelegen locaties kunnen worden geïnventariseerd en er kan worden onderzocht of een tijdelijke waterpiek op die locatie gevolgen heeft voor de veiligheid en/of het milieu. Indien dit het geval is, kan gezocht worden naar maatregelen om het nadelig gevolg te voorkomen of te beperken. Een maatregel zou kunnen zijn om bewegingen rondom die locatie tijdelijk stop te zetten als plasdiepte te groot/gevaarlijk wordt.

2. Water op externe drijvende daken van opslagtanks

Op externe drijvende daken van opslagtanks, is in het midden van het dak een afvoer aangebracht, waardoor via een leiding in de tank het hemelwater op het drijvend dak wordt afgevoerd. Deze afvoer, afvoerleidingen en pompjes zijn gedimensioneerd op basis van onder andere de te verwachten regenval en dakoppervlak. Overigens kan het ook zijn dat er geen gebruik gemaakt wordt van pompjes, maar afvoer plaatsvindt door middel van vrij verval. Voor oudere opslagtanks kan de dimensionering verouderd zijn en niet meer voldoen aan de huidige omstandigheden van piekbuien. De dakbelasting kan dan te hoog worden bij piekbuien, met scheefstand of gedeeltelijk zinken van het drijvend dak als mogelijk gevolg.

- a. Een van de bedrijven gebruikt als proef een alarmsysteem met trilvorken op de daken die een signaal geven, wanneer er te veel water op het dak staat.
- b. Ook zou met drones gecontroleerd kunnen worden of er (teveel) water op staat. Of dit praktische haalbaar is tijdens zwaar weer (piekbuien) valt te betwijfelen.
- c. De afvoeren kunnen open worden gezet om het water af te voeren. Het kan zijn dat de afvoeren niet automatische openen. Het automatiseren van de kleppen in de afvoer is een maatregel om het water tijdig af te voeren. Om de capaciteit te vergroten kan onderzocht worden of extra of een grotere dimensionering van de afvoerleidingen kan worden toegepast.

3. Water op daken

Op daken van loodsen/ gebouwen kan, door bijvoorbeeld ontwerpfouten, teveel water blijven staan. Dit kan leiden tot lekkages, waardoor kortsluiting kan ontstaan. Veel daken zijn ontworpen voor een bepaalde afwateringscapaciteit. Ook hier is de vraag of de afwateringscapaciteit bestand is tegen toekomstige piekbuien.

- a. Het inventariseren van de afwateringscapaciteit van gebouwen en andere systemen geeft inzicht in de dimensionering en of deze gebaseerd is op toekomstige piekbuien.

4. Nat worden van elektronische onderdelen

In de praktijk heeft een piekbui ervoor gezorgd dat handbrandmelders van binnen nat werden en door het regenwater in de brandmelder geactiveerd werden. De handbrandmelders zijn spatdicht, maar niet bestand tegen een piekbui.

- a. Brandmelders overkappen, ter bescherming tegen inregenen.

5. Overstroming proceswaterriool

Vaak is er maar beperkte opslag voor het water van piekbuien en zijn deze gedimensioneerd op verouderde historische waarden. Het proceswaterriool kan dan overlopen, waardoor er overgestort wordt naar het gemeenteriool. Dit kan betekenen dat er vervuild proceswater in het gemeenteriool terecht komt.

- a. Om het overtollige water af te voeren kan het met behulp van een pomp afgevoerd worden naar het oppervlaktewater (dit is meldingsplichtig).
- b. Een alternatief is om het water in bassins op het terrein tijdelijk op te slaan. Het water kan dan later worden weggepompt of vervuild water kan per tankauto worden afgevoerd.
- c. Een andere optie is om het overtollige water tijdelijk in chemische baden op te slaan.
- d. Tijdens een piekbui kan het proceswaterriool worden ingeblokt, het vervuilde water komt dan niet in het gemeenteriool terecht.

6. Te weinig afvoercapaciteit gemeenteriool

Bij piekbuien is de capaciteit van het gemeenteriool vaak te laag om het overtollige water af te voeren. Dit kan bij de bedrijven tot problemen leiden, wanneer het water niet weggepompt kan worden naar het gemeenteriool.

- a. Onderzoeken naar mogelijkheden om het water (tijdelijk) op het terrein op te slaan.

7. Vollopen opvangcapaciteit

Tijdens een piekbui kunnen opvangsystemen bij bijvoorbeeld verladingsplaatsen vollopen. Wanneer deze bassins vol zijn kan de gevaarlijke stof niet meer worden opgevangen, wanneer deze onbedoeld vrijkomt.

- a. Zorg ervoor dat verlading alleen plaatsvinden, wanneer het opvangsysteem leeg is.
- b. Niet verladen bij heftige regenval.

8. Afkoelen van installatie

Door een kortdurende hevige piekbui kan de temperatuur van installatie en inhoud dalen. Dit kan een grote drukval veroorzaken. Onderzocht kan worden of bij geïnertiseerde installaties de toevoer van stikstof voldoende berekend is op een dergelijke drukval. Dit kan met name het geval zijn voor installaties waar veel installaties zijn aangesloten op het inertiseringsysteem en de installaties in de buitenlucht staan. Onderdrukcompensatie gebeurt door breather valves. Deze zijn volgens de API 2000 ontworpen. Deze richtlijn

voorziet niet in extreme afkoeling in korte tijd als gevolg van piekbuien.

- a. Bij het ontwerp van de breather valves kan rekening gehouden worden met snelle drukafname door piekbuien.

9. Verladingen van schepen

Bij een piekbui is het zicht van de operator verminderd (camera toezicht). De dekwacht zal waarschijnlijk ook beschutting hebben gezocht in de kajuit. Door de piekbui is het operationele toezicht niet (of onvoldoende) geborgd.

- a. Bij piekbuien scheepsverlading tijdelijk afbreken.

Nuttige tips uit ervaringen ten aanzien van piekbuien

- Ondergrondse berging: op de markt zijn verschillende systemen aanwezig die ondergronds kunnen worden aangelegd en die grote hoeveelheden water kunnen bergen.
- Het verhard oppervlak is vaak niet 100% schoon. (Regen)water dat in aanraking is gekomen met het verhard oppervlak dient waarschijnlijk eerst gezuiverd te worden voordat het geloosd mag worden.
- Bekijken of de tankputten en bassins groot genoeg zijn voor wateropvang bij piekbuien, in het bijzonder voor piekbuien binnen een bepaalde herhalingstijd.

4.4 Droogte

Droogte is een langere periode waarin geen neerslag valt. Bij zonnig weer met wind en hoge temperaturen kan er veel vocht verdampen, waardoor het watertekort snel toeneemt.

1. Uitdrogen van tankdijk

Door droogte kunnen tankdijken uitdrogen. Dit kan leiden tot scheuren, verzakking en inklinken. Wanneer er een overstroming zou komen na lange periode van droogte zou het kunnen dat de tankdijken hier niet tegen bestand zijn (voorbeeld is de dijkdoorbraak bij Wilnis in 2003).

- a. Bij beperkte omvang is het mogelijk om de dijken nat te houden om inklinken en verzakkingen te voorkomen. In veel gevallen zal bij droogte het preventief sproeien van de tankdijken niet zijn toegestaan door het Waterschap.
- b. Bij schade moeten de dijken worden gerepareerd. Er wordt aangegeven dat reparatie vaak snel kan gebeuren. Dit vraagt wel om een verscherpt inspectieregime van de aarde tankdijken.

2. Niet gefundeerde opslagtank

Niet gefundeerde opslagtanks kunnen door aanhoudende droogte en verzakking van de ondergrond, scheef gaan staan. Scheefstand van een tank is niet voorspelbaar en moet gemonitord worden.

- a. Monitoringssysteem opzetten van niet gefundeerde opslagtanks op scheefstand, waarbij traceerbaar is of de scheefstand erger wordt.

3. Lage waterstand in rivieren en kanalen

Door de lage rivierwaterstand kunnen schepen niet worden aangemeerd zoals gebruikelijk. De vluchtweg van het schip is hierdoor niet overbrugbaar (2 meter springen), omdat schepen door de lage waterstand niet kunnen aanmeren aan de steiger. Operators weten dat in situaties, waarbij de beveiligingen niet op orde zijn (in dit geval de vluchtweg), de werkzaamheden niet uitgevoerd mogen worden. Toch gebeurt dit in de praktijk wel.

- a. Operators aanspreken op gedrag. Vooraf bespreken of verladingsen nog verantwoord zijn. Vastleggen van verantwoordelijkheden en bevoegdheden om verladingsen tijdelijk te stoppen. Bepaal vooraf wanneer verladingsen van schepen wel en niet plaats kunnen vinden.

Sommige bedrijven lozen op oppervlaktewater. Bij een lage rivierwaterstand kan daardoor de concentratie van stoffen in het oppervlaktewater hoog oplopen. Dit kan ook problemen voor drinkwater geven. In dit soort omstandigheden, zou het lozen op het oppervlaktewater gestopt kunnen worden door het Waterschap.

- b. Voor dit soort situaties kan vooraf onderzocht worden welke maatregelen het bedrijf kan treffen om toch te mogen lozen (bepaalde componenten uit het te lozen water halen).

4. Degradatie van materialen

Door warmte en/of UV-straling degraderen flexibele laad-/loslangen sneller.

- a. Er kunnen maatregelen worden getroffen om veroudering van slangen te voorkomen, bijvoorbeeld door slangen na gebruik in de schaduw te leggen. Indien dit niet mogelijk is, kan door aanscherping van het inspectie- en onderhoudsregime bewaakt worden of de slangen nog betrouwbaar zijn.

Ook kunststof tags (aanduidingen bij afsluiters en pompen) kunnen onder invloed van de zon verkleuren en degraderen.

- b. De tags kunnen vervangen worden door roestvrijstaal, of ander materiaal dat bestand is tegen UV-straling.

5. Overbruggen overvulbeveiliging tankwagens

Een van de bedrijven meldt het volgende scenario, dat mogelijk bij meer bedrijven speelt. Door de droogte is er minder scheepstoevoer van koolwaterstofproducten. Er dreigt "schaarste". Gebleken is dat er tankwagens aan het laden waren die de overvulbeveiliging van de tankwagens hebben overbrugd, zodat zij meer koolwaterstofproducten kunnen vervoeren. Dit bleken voornamelijk tankwagens te zijn uit het buitenland. In sommige landen worden tankwagens bereiden door zelfstandigen. Bij Nederlandse tankwagens speelt dit in mindere mate, waar transporten doorgaans door grotere ondernemingen worden uitgevoerd. De tankwagens waarvan de overvulbeveiliging is overbrugd, rijden op de weg met een "te volle" tankwagen. De operator heeft geen zicht op het wel of niet overbruggen van tankwagens beveiligingen. Hij wordt wel geïnformeerd, wanneer een overvulbeveiliging van de tankwagen geactiveerd wordt of in storing is. Bij een overbrugging heeft hij deze informatie niet.

Op het moment van droogte en weinig aanvoer van product via de rivier, merkt het bedrijf dat er ook veel niet-vaste klanten product

komen halen. Het waren voornamelijk de niet-vaste klanten die hun overvulbeveiliging hadden overbrugd.

- a. Procedureel vastleggen voor het uitvoeren van de verlading naar tankwagens, controleren of de overvulbeveiliging overbrugd is. Tankwagens waarbij dit het geval is, opnemen op een "zwarte" lijst.

6. Gebrek koelwater

Bij een lage waterstand kan er een gebrek zijn aan koelwater. Bedrijven moeten soms hun productie afschalen of zelfs stoppen door een tekort aan koelwatercapaciteit. De afhankelijkheid van oppervlaktewater en grondwater kan worden verkleind door de inzet van alternatieve bronnen.

- a. Voor het gebruik van koelwater kunnen alternatieve waterbronnen of waterbassins gebruikt worden of in sommige gevallen wellicht door gebruik van effluent van de waterzuivering.
- b. Er zou ook kunnen worden gezocht naar een andere manier van koelen. Bijvoorbeeld via een ander medium.
- c. Een ander alternatief is het onderzoeken of het proces (ander ontwerp) zodanig kan worden aangepast waardoor koeling wellicht overbodig is of in mindere mate nodig is.

7. Verandering samenstelling koelwater in relatie tot koelsystemen

Bij droogte kan het in te nemen water van samenstelling veranderen. Het ingedikte water bevat meer zouten. Dit kan leiden tot scaling van de koelpijpen van condensators. Door de verhoogde watertemperatuur zullen meer micro-organismen in het onttrokken water aanwezig zijn. Naast scaling zullen er ook meer micro-organismen (bio-film en slijm) in de koelpijpen terecht komen. Dit kan leiden tot verlaging van de koelcapaciteit en degradatie (corrosie) van koelpijpen. Een te lage koelwatercapaciteit kan problemen geven bij bijvoorbeeld het koelen van bepaalde reacties, zoals runaway-reacties.

- a. Door het gebruik van hogere concentraties van chemicaliën (aanzuren) kunnen de gevolgen van scaling en aangroei van micro-organismen in de koelpijpen worden beperkt.
- b. Door het debiet in de koelpijpen te verhogen, kan de scaling en aangroei van micro-organismen eveneens worden beperkt. Vooraf moet wel worden onderzocht of het systeem voldoende bestand is en het proces geschikt is voor een hoger debiet.

8. Te warm koelwater

Om de kwaliteit te bewaren van bepaalde stoffen of om deze veilig op te slaan worden deze gekoeld. Als voorbeeld werd door een bedrijf gegeven dat er oppervlaktewater wordt ingenomen als koelwater. Het water wordt echter steeds warmer. Op den duur kan het voorkomen dat dit water te warm is om het product genoeg te koelen.

- a. Wanneer het ingenomen koelwater te warm is geworden, moet eerst het koelwater worden gekoeld door een ander medium. Dit vraagt om een procesaanvulling.
- b. In sommige gevallen kan de oplossing gezocht worden in het isoleren van een installatie of door het te plaatsen onder een afdak om opwarming door de buitenlucht te beperken.

9. Tekort/geen bluswater

Door een lagere druk in de drinkwaterleidingen als gevolg van droogte, kan een tekort aan bluswater ontstaan.

- a. Bluswater uit oppervlaktewater kan in sommige situaties een oplossing bieden. Een aantal bedrijven geven aan dergelijke systemen aanwezig te hebben.

10. Lage grondwaterstand

Een lage grondwaterstand kan optreden door zakkend grondwater en een tekort aan regenwater. Dit kan leiden tot oplopende temperatuur in een ondergrondse tank.

- a. De tanks kunnen worden gekoeld door de (bedrijfs)brandweer.
- b. Aanbrengen temperatuurdetectie.

Bij een dalende grondwaterstand kunnen tanks ook scheef komen te staan of vervormen.

- c. Bij dalende grondwaterstand het monitoringsprogramma voor ondergrondse tanks verhogen.

4.5 Hittestress

Hittestress is de stress die ervaren wordt door extreme hitte. Dit kan ontstaan bij personen, maar ook bij installaties.

1. Opwarmen leidingen

Door het opwarmen van leidingen tijdens hitte kan drukopbouw plaatsvinden. De expansie van het product dat opwarmt, kan hieraan bijdragen. Leidingen kunnen door de hitte uitzetten, waardoor er extra spanning op de leidingen komt te staan. Hierdoor kunnen lekkages of vervormingen ontstaan. Deze lekkages vinden vaak bij flenzen plaats.

- a. Leidingen kunnen extra beveiligd worden door het inbouwen van relief valves.
- b. Leidingen kunnen extra beveiligd worden door het inbouwen van expansie bochten (U-bochten).

2. Kwaliteit producten

Voor sommige producten (denk bijvoorbeeld aan bepaalde peroxides) is temperatuurbewaking van belang. Soms is dit alleen al van belang voor de kwaliteitsborging van het product. Zelfs bij opslag in opslagloodsen kan de temperatuur van producten te hoog worden door de hitte. De capaciteit van het koelsysteem wordt steeds vaker overschreden.

- a. Extra koelsysteem met airco's zijn nodig om de ruimte voldoende te kunnen koelen. De koeling zou ook tijdelijk aangelegd kunnen worden voor de zomerperiode.
- b. Gevel- en dakkoeling op warme dagen is wellicht ook mogelijk (zolang watergebruik door het Waterschap niet beperkt is).
- c. De opslagbunker isoleren is een optie.

3. Opwarmen technische ruimtes

Ruimtes met besturingssystemen en technische ruimtes, kunnen te warm worden bij hitte. Dit kan ertoe leiden dat installaties uitvallen en dat producten bijvoorbeeld moeten worden afgefakkeld.

- a. De technische ruimtes en besturingsruimtes kunnen worden gekoeld. Dit kan door ventilatie en/of een aircosysteem. De koelcapaciteit moet dusdanig zijn dat de systemen voldoende gekoeld worden.

4. Oververhitting personeel

Personeel kan veel last ondervinden van de hitte, zeker in gevallen waar beschermende kleding verplicht is. Door de overlast van de hitte is de kans groter op het maken van operationele fouten, wat de kans op incidenten vergroot. Ook het vastpakken van materialen die zijn opgewarmd door de zon kan een gevaar zijn.

- a. Naast het zorgen voor gekoelde ruimtes en mogelijk aanpassen van dienstroosters om hitte stress bij werknemers te voorkomen kun je ook denken aan het aanschaffen van koelvesten voor het personeel en het personeel extra te laten drinken als een te nemen maatregel. Het gebruik van handschoenen (indien mogelijk) kan beschermen tegen het vastpakken van heet geworden materialen.

5. Stoffen met laag kookpunt

Sommige stoffen hebben een laag kookpunt. Bij hitte treedt dampvorming op en kan de druk oplopen in installaties.

- a. Indien mogelijk kunnen de installaties waarin dergelijke stoffen zijn opgeslagen, beschermd worden tegen directe zonneinstraling. Voor grotere opslagtanks is dit geen optie.

Een van de bedrijven noemt het voorbeeld van het lossen van pentaan. Pentaan heeft een kookpunt van 26-30 °C.

- b. Op een warme dag kan pentaan alleen in de ochtend worden gelost, omdat de temperatuur anders te dicht bij het kookpunt ligt. Het koelen van de losslangen kan worden overwogen.
- c. Het gekoeld aan laten leveren van de grondstof is ook een optie. Hiermee wordt mogelijk het probleem verschoven naar de leverancier.
- d. Tanks kunnen extern gekoeld worden met water (indien er geen verbod is uitgevaardigd vanuit het Waterschap).
- e. Door de tanks wit te schilderen wordt zonlicht weerkaatst en zal de inhoud van de opslagtank minder opwarmen.
- f. In sommige gevallen kunnen producten gemengd worden met een product met een lagere dampspanning.

6. Absorptiemateriaal

Bij hitte kan ook het absorbers voor het absorberen van vloeistoffen minder effectief zijn. De vloeistof dampt uit het absorptiemateriaal. Hierdoor kan (gevaarlijke) damp vrijkomen.

- a. Bewustwording van een minder effectieve werking van het absorptiemateriaal is dan van belang; mogelijk zijn aanvullende maatregelen nodig om het vrijkomen van damp te verminderen.

7. Vrijkomen giftige componenten vanuit mengsels

Onbekend is of bijvoorbeeld het uitdampen van ammoniak uit een ammoniak-wateroplossing bij warmte een probleem kan zijn. Zo kunnen meer mengsels aanwezig zijn, waar bepaalde bestanddelen gemakkelijker uitdampen door hitte. Hierop moet men bedacht zijn.

- a. Inventariseren of dergelijke situaties aanwezig zijn binnen het bedrijf en waar nodig het treffen van maatregelen (maatwerk).

8. Vrijgave metingen voor inspectie en onderhoud

Voor onderhoud wordt een opslagtank leeg gehaald en gereinigd. Voordat er werkzaamheden worden uitgevoerd wordt de opslagtank vrijgegeven aan de hand van metingen (vrijgave metingen). Bij opslag van brandbare stoffen is de vrijgave meting er op gericht om een explosieve atmosfeer te voorkomen en de blootstelling aan de dampen van de gevaarlijke stof te voorkomen. Wanneer de vrijgave meting in de vroege ochtend is uitgevoerd en de werkzaamheden in de opslagtank enkele uren later worden gestart, kan er bij opwarming "verstopte" vloeistof/damp de ruimte vullen, waarna er alsnog een explosieve atmosfeer kan ontstaan.

- a. De meting die is gedaan voor vrijgave van de tank is beperkt houdbaar. Voordat gestart wordt met de werkzaamheden, dient de vrijgave-meting te worden herhaald en tijdens de werkzaamheden kunnen ook metingen worden uitgevoerd. Dit vraagt aanpassing van de meetstrategie. Zo kan "beter" gemeten worden op verdachte plekken waar product achter kan blijven tijdens het reinigen van de opslagtanks (platen bij lasnaden in plaats van alleen in de ruimte te meten).

9. Stoffen met een kritisch vlampunt

Door de hitte is het mogelijk dat een ontvlambare vloeistof ineens boven zijn vlampunt wordt opgeslagen. Dit heeft gevolgen voor de gevaaraspecten van de stof. Onduidelijk is of bedrijven bij de normale bedrijfsvoering hiervan voldoende doordrongen zijn en of dit erkend is door de operator.

- a. Door dergelijke risico's te identificeren en te onderkennen, kan hiermee rekening worden gehouden.

4.6 Overige weerextremen

Naast de vier beschreven klimaatthema's zijn, tijdens de werksessies nog andere klimaataspecten besproken. Voor de volledigheid zijn deze hieronder beschreven

1. Sneeuw op daken

Op daken waar zonnepanelen zijn geplaatst, zijn de daken al extra belast door het gewicht van de collectoren. Sneeuwval kan mogelijk leiden tot een te hoge dakbelasting. Sneeuw kan ook ophopen door toedoen van de wind. Dit kan plaatselijk een hele hoge dakbelasting opleveren.

- a. Bij het installeren van zonnepanelen dient rekening gehouden te worden met de mogelijke extra dakbelasting door sneeuw.

2. Gladheid

Bij gladheid zal minder of geen transport kunnen plaatsvinden. Een van de voorbeelden die wordt gegeven is dat er geen transport van stikstof mogelijk was. In dat geval is er geen stikstof beschikbaar voor het inertiseren van installaties en geen koeling voor exotherme reacties.

- a. Zorg voor voldoende voorraad in het geval voorspellingen extreme gladheid aangeven.

Het strooien van zout tegen de gladheid, heeft geleid tot een te hoog chloridegehalte in het afvalwater.

- b. Strooien van droogzand als alternatief op plaatsen die het afvalwater kan beïnvloeden.

3. Wind

Bij hoge windsnelheden kan verlading van schepen niet plaatsvinden. Bij het verladen van tankwagens heeft de wind minder invloed.

- a. Procedureel vastleggen bij welke windkracht verladingen niet meer zijn toegestaan.

4. Blikseminslag

Bij blikseminslag en een overvloed aan regenwater heeft de bliksem zich binnen de hele inrichting verspreid. Op aardlekpunten zijn elektrische bedrading, printplaten ed. doorgebrand. Dit heeft geleid tot grote schade en uitval van blussystemen en beveiligingssystemen. Doordat de installaties fail-safe zijn uitgevoerd, zijn er geen gevaarlijke stoffen vrijkomen.

- a. Door installaties fail-safe uit te voeren, kan het vrijkomen van gevaarlijke stoffen bij blikseminslag worden voorkomen.

4.7 Informatiebronnen

Tijdens de werksessies is naar voren gekomen dat bedrijven behoefte hebben aan inzicht in de te hanteren uitgangspunten, bijvoorbeeld de hoeveel mm/tijdseenheid waarvan moet worden uitgegaan bij piekbuien. Om aan deze behoefte te voldoen zijn in bijlage 2 verwijzingen naar informatiebronnen opgenomen, waar informatie gevonden kan worden voor de vier klimaatthema's.

5 Conclusies

Uit de werksessies blijkt dat bedrijven geen systematische inventarisatie hebben uitgevoerd voor de vier klimaatthema's. Bedrijven achten dit wel zinvol en nuttig. Voor overstromingsrisico's is wel een analyse uitgevoerd die opgenomen is in het veiligheidsrapport. De meeste bedrijven achten een nadere inventarisatie op overstromingsrisico's ten aanzien van het inventariseren van maatregelen zinvol.

Er is geen eenduidig beeld ten aanzien van de prioritering van de klimaatthema's. Duidelijk is dat hittestress de laagste prioriteit krijgt, maar wel kan leiden tot operationele problemen. Overstromingen en piekbuien lijken de grootste prioriteit te hebben. Niet alle bedrijven ondervinden hinder van droogte, maar voor bepaalde bedrijven was droogte prioriteit nummer 1.

De werksessies hebben meer inzichten gegeven in mogelijke gevolgen en maatregelen. Een aantal bedrijven die praktijkervaring hebben opgedaan, lijken meer bewust te zijn van de gevolgen en mogelijke maatregelen. Van hen komen de meeste ideeën. Maar ook die bedrijven hebben nog geen systematische analyse uitgevoerd. Door het ontbreken van de systematische analyse, kan het zijn dat andere gevolgen en maatregelen niet beschouwd zijn.

Duidelijk is geworden dat de locatie, het ontwerp en de lay-out bij bedrijven invloed hebben op de gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen. Het blijkt dus maatwerk te zijn om te bepalen of bepaalde gevolgen wel of niet kunnen optreden en of bepaalde maatregelen wel of niet zinvol zijn. De indeling in de drie categorieën (implementeren/op termijn implementeren/aan het bedrijf overlaten of implementatie wordt uitgevoerd), dient daarom niet zwart-wit te worden geïnterpreteerd. Het is meer richtinggevend, dan bepalend.

Ook blijkt dat bedrijven behoefte hebben aan duidelijkheid ten aanzien van uitgangspunten en kaders die gebruikt kunnen worden bij de inventarisatie van de gevolgen op de vier klimaatthema's.

Er is behoefte aan een checklist of tool die gebruikt kan worden bij de inventarisaties van de vier klimaatthema's.

6 Aanbevelingen

Vanuit de werksessies zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

1. *Bedrijven*: het uitvoeren van inventarisaties op de vier klimaatthema's. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van een aantal kader stellende documenten ten behoeve van de klimaatthema's. Een aantal informatiebronnen is opgenomen in bijlage 2.
2. *Overheid*: het vastleggen van uitgangspunten en kaders voor de vier klimaatthema's, waar deze op dit moment ontbreken of onvoldoende bekend zijn bij de bedrijven.
3. *Bedrijven en overheid*: het delen van inzichten van de gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen met Brzo bedrijven en Brzo toezichthouders. Bijvoorbeeld door op de website van Brzo+ de informatie uit deze werksessies op te nemen, samen met andere informatie die ontwikkeld is en informatie die in de toekomst nog ontwikkeld wordt.
4. *Overheid*: het nader uitzoeken van mogelijke maatregelen. Dit kan bijvoorbeeld opgepikt worden door branche-organisaties. Gedacht kan worden aan mogelijkheden om regenwater lokaal te bergen tijdens overvloed en het gebruik van dit water tijdens een tekort.
5. *Bedrijven en overheid*: het ontwikkelen van een methode of tool waarmee op systematische wijze inventarisaties gemaakt kunnen worden op de vier klimaatthema's. De overheid zou een tool in concept kunnen ontwikkelen en deze bij een aantal bedrijven kunnen toetsen.
6. *Overheid*: het stimuleren van de bewustwording voor het inventariseren van de gevolgen van klimaatverandering bij bedrijven door aandacht te besteden aan de klimaatthema's tijdens een Brzo inspectie.

7 Referenties

- Brzo. Besluit risico's zware ongevallen, 2015. Zie <https://wetten.overheid.nl/BWBR0036791/2015-07-08>, geraadpleegd op 19 februari 2021.
- Brzo+. Controlelijst Volledigheid veiligheidsrapport (VR) Checklist overstromingsrisico's [betreft nadere invulling van PGS 6 bijlage L] Versie 2, januari 2019. Zie https://brzoplus.nl/publish/pages/163956/mo_brzo19-02-07_bijlage_checklist_vr_overstromingsrisicos_v2_2019_definitief.pdf, geraadpleegd op 19 februari 2021.
- PGS6. Publikatiereeks Gevaarlijke Stoffen deel 6 - Aanwijzingen voor de implementatie van het Brzo 2015, 2016. Zie https://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS6/PGS_6_2016_versie_1.0_november%202016.pdf, geraadpleegd op 19 februari 2021.
- RIVM. Memo Analyse aardbevingen en overstromingen in veiligheidsrapporten, kenmerk 20180022/VLH/AHS/gst, 2018.

Bijlage 1 Maatregelen

In de onderstaande tabel zijn mogelijk te treffen maatregelen opgenomen en is daaraan een rangschikking toegevoegd. De context van de maatregelen is te herleiden uit de beschrijvingen die in het rapport zijn opgenomen. De maatregelnummering komt overeen met de nummering in het rapport.

De volgende rangschikking is aangehouden:

1. De maatregel is goed uitvoerbaar en er mag verwacht worden dat het bedrijf deze heeft geïmplementeerd of op korte termijn gaat implementeren;
2. De maatregel is uitvoerbaar en er mag verwacht worden dat het bedrijf deze op middellange termijn gaat implementeren en
3. De maatregel is uitvoerbaar, maar het is aan het bedrijf of en wanneer deze geïmplementeerd wordt

De rangschikking is gebaseerd op redelijkheid en wat verwacht mag worden van Brzo-bedrijven als zijnde stand der techniek. Zoals beschreven in het rapport, moet de rangschikking niet zwart-wit worden geïnterpreteerd. Of maatregelen wel of niet efficiënt zijn, is afhankelijk van de omstandigheden bij het bedrijf. Het blijft maatwerk.

Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
1. overstromingen			
1-a	Het opdrijven kan worden voorkomen door de tanks bij een overstroming te vullen met water. Een andere mogelijkheid is een deel van de tanks met product te vullen (overhevelen vanuit andere tanks) en een deel van de tanks met water te vullen	1	
1-b	Tanks kunnen op een terp staan, waardoor ze iets hoger staan. Afhankelijk van de hoogte van de overstroming, kan deze maatregel al voldoende zijn tegen opdrijven van de tank.	3	Voor bestaande situaties
1-c	Tanks kunnen worden verankerd, om te voorkomen dat deze opdrijven. Het verankeren van installaties zal schade beperken bij overstromingen.	2	Verankering indien mogelijk
1-d	In het geval van de aanwezigheid van containers kunnen de deuren worden geopend, waardoor de container niet zal gaan drijven	1	
2-a	Voor het opruimen van het terrein dient een alternatieve locatie geregeld te worden in het veilige gebied voor het stalling van bijvoorbeeld de tankwagens. Er dient soms speciaal vervoer te worden georganiseerd, bijvoorbeeld om pakketten met vloeibare stikstof van het terrein te verwijderen. Dit kan ook van toepassing zijn bij de verwijdering van kleine LPG opslagtankjes die aanwezig zijn voor eigen gebruik (bv verwarming of als brandstof voor heftrucks)	2	Preventief organiseren van mogelijkheden
2-b	Het inblokken en leeg maken van installaties of leidingen is een maatregel om de schade te beperken.	1	Vastleggen in procedures
3-a	De producten kunnen worden omgewisseld wanneer een overstroming dreigt, zodat minder gevaarlijke stoffen onder staan. Een dergelijke wijziging van opslag vergt veel tijd en inspanning. Vooraf kan geïnventariseerd worden voor welke situaties deze actie realistisch is en voor welke situaties niet	1	Inventarisatie van realistische mogelijkheden
4-a	Het uitvoeren van fail safe ingrijpen op veiligheids-kritische installaties, zodat bij stroomuitval de installatie automatisch in de veilige modus terecht komt. Er worden dan geen veiligheidsrisico's verwacht door de stroomuitval	1	Inventarisatie waar dit speelt en wat mogelijk is. Implementatie op korte termijn bij ontbreken maatregel
5-a	Het is zinvol te inventariseren of een maatregel bedacht moet worden ter vervanging van aardgas voor de waakvlam (fakkelinstallatie)	2	

Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
5-b	Van belang is bij noodvoorzieningen, zoals noodaggregaten, de dieselvoorraad. De voorraad is in veel gevallen voldoende voor 1 of 2 dagen. Tijdens een overstroming en het niet bereikbaar zijn van de inrichting, kan de diesel niet worden aangevuld. De meeste overstromingen duren (veel) langer dan 2 dagen.	1	Regeling of procedure dat tijdig volgende diesel aanwezig is of meer diesel niet nodig is.
6-a	Inblokken van proceswatersysteem zal voorkomen dat proceswater in contact komt met oppervlaktewater	1	
7-a	Vooraf kan geïnventariseerd worden welke personeelsleden op de locatie willen/ kunnen blijven. Hiermee kan dan rekening worden gehouden op het moment dat de dreiging voordoet. Ook kan vroegtijdig de noodprocedure worden uitgevoerd voorafgaand aan de evacuatie, of kan tijdig(!) personeel uit niet-bedreigd gebied worden ingeschakeld. De vraag is of laatstgenoemde het bedreigde gebied nog in komen tijdens een evacuatie (in principe mogen alleen hulpverleners dat). Een ander aandachtspunt is of de site bemenst moet blijven tijdens een overstroming. Zo ja: dan volstaat vermoedelijk niet één ploeg (er komt geen nieuwe ploeg en je kunt niet naar huis). Ook moet rekening worden gehouden met voldoende eten/drinken en een mogelijkheid tot communicatie	1	Planmatig uitdenken ten aanzien inzet en bezetting van personeel
8-a	Geïnventariseerd kan worden of de tankdijken en tankputwanden geschikt zijn om het water buiten de tankput te houden tijdens een overstroming. Wanneer dit niet het geval is kan overwogen worden welke maatregelen getroffen kunnen worden, zodat dit wel het geval is	1	inventarisatie
		2-3	Maatregelen afhankelijk van de kosten
2. piekbuien			
1-a	De lager gelegen locaties kunnen worden geïnventariseerd en er kan worden onderzocht of een tijdelijke waterpiek op die locatie gevolgen heeft voor de veiligheid en/of het milieu. Indien dit het geval is, kan gezocht worden naar maatregelen om het nadelig gevolg te voorkomen of te beperken. Een maatregel zou kunnen zijn om bewegingen rondom die locatie tijdelijk stop te zetten als plasdiepte te groot/gevaarlijk wordt	1	Inventarisatie lage gebieden en mogelijke veiligheidsrisico's bij overvloed aan water

Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
2-a	Voor drijvend dak tanks wordt als proef gebruikt gemaakt van een alarmsysteem met trilvorken op de daken. Deze geven een signaal, wanneer er te veel water op het dak staat	2	
2-b	Met drones kan gecontroleerd worden of er (teveel) water op een drijvend dak tank staat. Of dit praktische haalbaar is tijdens zwaar weer (piekbuien) valt te betwijfelen	-	
2-c	De afvoerleidingen kunnen open worden gezet om het water af te voeren. Het kan zijn dat deze niet automatische openen. Het automatiseren van de kleppen in de afvoerleidingen is een maatregel om het water tijdig af te voeren. Om de capaciteit te vergroten kan onderzocht worden of extra of een grotere dimensionering van de afvoerleidingen kan worden toegepast.	2	Automatisch openen drains, indien dit passend is voor de situatie
		2-3	Draincapaciteit vergroten
3-a	Het inventariseren van de afwateringscapaciteit van gebouwen en andere systemen geeft inzicht in de dimensionering en of de dimensionering gebaseerd is op toekomstige piekbuien	1	
4-a	Brandmelders overkappen, ter bescherming tegen inregenen	1	
5-a	Om het overtallige water binnen de inrichting af te voeren, kan het met behulp van een pomp het water afgevoerd worden naar het oppervlaktewater (dit is meldingsplichtig).	1	
5-b	Een alternatief is om het water in bassins op het terrein tijdelijk op te slaan. Het water kan dan later worden weggepompt of vervuild water kan per tankauto worden afgevoerd.	2	
5-c	Een andere optie is om het overtollige water tijdelijk in chemische baden op te slaan.	2	Inventariseren of dit mogelijk is en niet tot ongewenste neven verschijnselen zal leiden
5-d	Tijdens een piekbui kan het proceswaterriool worden ingeblokt, het vervuilde water komt dan niet in het gemeenteriool terecht	1	
6-a	Onderzoeken naar mogelijkheden om het water (tijdelijk) op het terrein op te slaan	1	
7-a	Zorg ervoor dat verlading alleen plaatsvindt wanneer het opvangsysteem van de verlaadplaats leeg is	1	
7-b	Niet verladen bij heftige regenval	1	
8-a	Bij het ontwerp van de breather valves kan rekening gehouden worden met snelle drukafname door piekbuien	1	Bezien of dimensionering voldoet voor huidige piekbuien

Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
9-a	Bij heftige piekbuien scheepsverlading tijdelijk afbreken	1	
3. droogte			
1-a	Bij beperkte omvang van het aantal tankdijken is het mogelijk om de dijken nat te houden, om inklinken en verzakkingen te voorkomen. In veel gevallen zal bij droogte het preventief sproeien van de tankdijken niet zijn toegestaan door het Waterschap	1	Inventariseren of preventief nathouden van tankdijken een optie is. Indien dit zo is, maatregelen treffen zodat dit uitvoerbaar is indien dit nodig is
1-b	Bij schade van de tankdijken door droogte, moeten de dijken worden gerepareerd. Er wordt aangegeven dat reparatie vaak snel kan plaatsvinden. Dit vraagt wel om een verscherpt inspectieregime van de aarde tankdijken en interventie om dijken te repareren.	1	Verscherpt inspectieregime vastleggen, indien dit nodig is.
2-a	Monitoringssysteem opzetten van niet gefundeerde opslagtanks op scheefstand, waarbij traceerbaar is of de scheefstand erger wordt	1	Aanpassen van het inspectie & onderhoudsregime scheefstand tanken
3-a	Operators aanspreken op gedrag, wanneer zij veiligheidsregels oprekken om operationele handelingen door te laten gaan. Vooraf bespreken of verladingen nog verantwoord zijn. Vastleggen van verantwoordelijkheden en bevoegdheden om verladingen tijdelijk te stoppen. Bepaal vooraf wanneer verladingen van schepen wel en niet plaats kunnen vinden	1	
3-b	Voordat lozen op oppervlakte verboden wordt door Waterschap i.v.m. lage waterstand, kan vooraf onderzocht worden welke maatregelen het bedrijf kan treffen om toch te mogen lozen (bepaalde componenten uit het te lozen water halen)	1	
4-a	Het treffen van maatregelen om veroudering van slangen te voorkomen, bijvoorbeeld door slangen na gebruik in de schaduw te leggen. Indien dit niet mogelijk is, kan door aanscherping van het inspectie- en onderhoudsregime bewaakt worden of de slangen nog betrouwbaar zijn	1	
4-b	De tags kunnen vervangen worden door roestvrijstaal, of ander materiaal dat bestand is tegen UV-straling	1	

Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
5-a	Bij lage waterstand van het rivierwater, procedureel vastleggen voor het uitvoeren van de verlading naar tankwagens, dat deze gecontroleerd worden op het overbruggen van tankwagen overvulbeveiliging. Tankwagens waarbij dit het geval is, opnemen op een "zwarte" lijst	1	
6-a	Voor het gebruik van koelwater kunnen alternatieve waterbronnen of waterbassins gebruikt worden of in sommige gevallen wellicht door gebruik van effluent van de waterzuivering.	1	Onderzoeken of gebruik van effluent als koelwater mogelijk is
6-b	Er zou ook kunnen worden gezocht naar een andere manier van koelen. Bijvoorbeeld via een ander medium	1	
6-c	Een ander alternatief is het onderzoeken of het proces (ander ontwerp) zodanig kan worden aangepast, waardoor koeling wellicht overbodig is of in mindere mate nodig is	1	
7-a	Door het gebruik van hogere concentraties van chemicaliën (aanzuren) kunnen de gevolgen van scaling en aangroei van micro-organismen in de koelpijpen worden beperkt.	1	
7-b	Door het debiet in de koelpijpen te verhogen, kan de scaling en aangroei van micro-organismen eveneens worden beperkt. Vooraf moet wel worden onderzocht of het systeem voldoende bestand is en het proces geschikt is voor een hoger debiet	1	
8-a	Wanneer het ingenomen koelwater te warm is geworden, moet eerst het koelwater worden gekoeld door een ander medium. Dit vraagt om een procesaanvulling	2	
8-b	In sommige gevallen kan de oplossing gezocht worden in het isoleren van een installatie of door het te plaatsen onder een afdak om opwarming door de buitenlucht te beperken	2	
9-a	Bij lage druk in het drinkwaterleidingnet, kan bluswater worden onttrokken aan oppervlaktewater. Een aantal bedrijven geven aan dergelijke systemen aanwezig te hebben	1	
10-a	De tanks zijn gekoeld door de (bedrijfs)brandweer	1	
10-b	Aanbrengen temperatuurdetectie	1	
10-c	Bij dalende grondwaterstand het monitoringsprogramma voor ondergrondse tanks verhogen	1	In procedures vastleggen en borgen in checklisten

Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
4. hittestress			
1-a	Leidingen kunnen (extra) beveiligd worden tegen drukopbouw door hitte door het inbouwen van relief valves.	1	
1-b	Leidingen kunnen (extra) beveiligd worden tegen drukopbouw door hitte door het inbouwen van (extra) expansie bochten (U-bochten).	1	
2-a	Voor opslagloodsen met temperatuur gevoelige stoffen, extra koelen door plaatsen van airco's. De koeling zou ook tijdelijk aangelegd kunnen worden voor de zomerperiode	1	
2-b	Gevel- en dakkoeling op warme dagen is wellicht ook mogelijk (zolang watergebruik door het Waterschap niet beperkt is)	1	
2-c	De opslagbunker/ loods isoleren is een optie	3	
3-a	De technische ruimtes en besturingsruimtes kunnen worden gekoeld. Dit kan door ventilatie en/of een aircosysteem. De koelcapaciteit moet dusdanig zijn, dat de systemen voldoende gekoeld worden	1	In de risicobeoordeling dient aandacht te zijn voor het falen van het aircosysteem
4-a	Het aanschaffen van koelvesten voor het personeel en het personeel extra te laten drinken is een te nemen maatregel. Het gebruik van handschoenen (indien mogelijk) kan beschermen tegen het vastpakken van heet geworden materialen	1	
5-a	Indien mogelijk kunnen tankinstallaties waarin stoffen met een laag kookpunt zijn opgeslagen, beschermd worden tegen directe zonne-instraling. Voor grotere opslagtanks is dit geen optie	2	
5-b	Op een warme dag kan pentaan alleen in de ochtend worden gelost, omdat de temperatuur anders te dicht bij het kookpunt ligt. Het koelen van de losslangen kan worden overwogen	1	
5-c	Het gekoeld aan laten leveren van de grondstof met een laag kookpunt is ook een optie. Hiermee wordt mogelijk het probleem verschoven naar de leverancier	1	
5-d	Tanks met een laag kookpunt kunnen extern gekoeld worden met water (indien er geen verbod is uitgevaardigd vanuit het Waterschap)	1	
5-e	Door de tanks wit te schilderen wordt zonlicht weerkaatst en zal de inhoud van de opslagtank minder opwarmen	1	
5-f	In sommige gevallen kunnen producten met een laag kookpunt gemengd worden met een product met een lagere dampspanning	1	Alleen waar dit mogelijk is

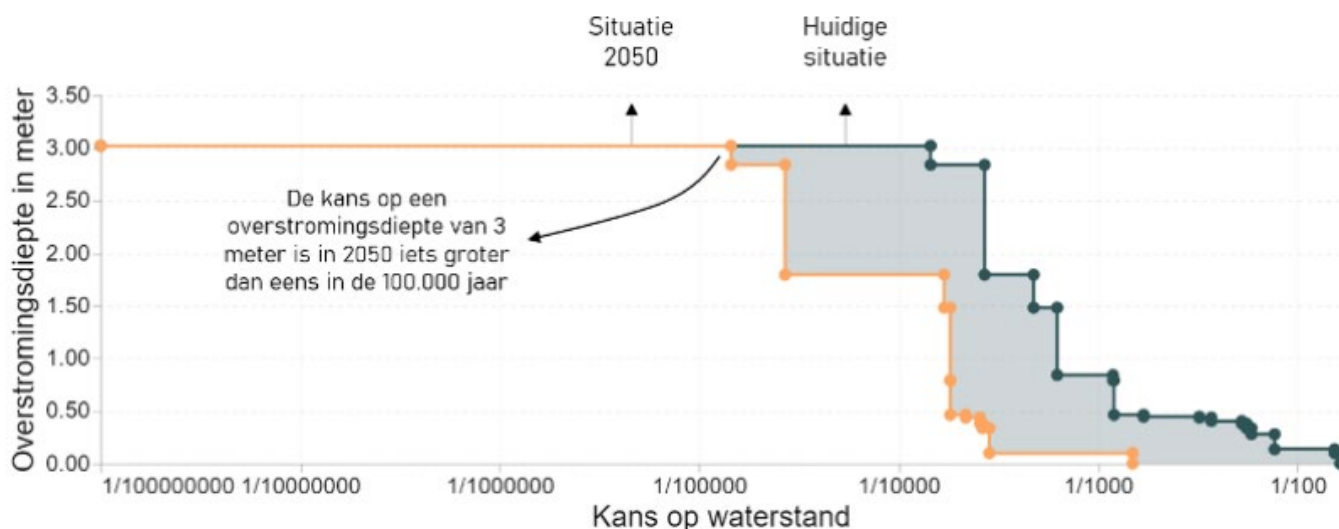
Nr	Maatregel	Rangschikking	Opmerkingen
6-a	Bewustwording van een minder effectieve werking van het absorptiemateriaal bij hoge temperatuur; mogelijk zijn aanvullende maatregelen nodig om het vrijkomen van damp te verminderen.	1	Onderdeel van de risicoanalyse
7-a	Inventariseren of het uitdampen van toxische producten uit mengsels, aanwezig zijn binnen het bedrijf en waar nodig het treffen van maatregelen (maatwerk)	1	Onderdeel van de risicoanalyse
8-a	De meting die is gedaan voor vrijgave van de tank is bij warme dagen beperkt houdbaar. Voordat gestart wordt met de reparatie werkzaamheden (heetwerk), dient de vrijgave meting te worden herhaald en tijdens de werkzaamheden kunnen ook metingen worden uitgevoerd. Dit vraagt aanpassing van de meetstrategie. Zo kan "beter" gemeten worden op verdachte plekken waar product achter kan blijven tijdens het reinigen van de opslagtanks (bij platen bij lasnaden in plaats van alleen in de ruimte te meten)	1	
9-a	Door risico's te identificeren van licht ontvlambare stoffen bij hoge temperaturen te onderkennen, kan hiermee rekening worden gehouden	1	Onderdeel van de risicoanalyse
5. overige weersextremen			
1-a	Bij het installeren van zonnepanelen dient rekening gehouden te worden met de mogelijke extra dakbelasting door sneeuw	1	
2-a	Zorg voor voldoende voorraad strooimiddel, stikstof voorraad (inertiseringsysteem), diesel (noodgenerator), wellicht eten en drinken in het geval voorspellingen extreme gladheid aangeven.	1	Vastleggen in procedures
2-b	Strooien van droogzand als alternatief op plaatsen die het afvalwater kan beïnvloeden	1	
3-a	Procedureel vastleggen bij welke windkracht verladings niet meer zijn toegestaan	1	
4-a	Door installaties fail-safe uit te voeren, kan het vrijkomen van gevaarlijke stoffen bij blikseminslag worden voorkomen.	2-3	

Bijlage 2 Informatiebronnen

Achtergrond documentatie die relevant kan zijn bij de voorbereiding van Brzo-bedrijven op klimaatverandering:

Overstromingen en piekbuien

Via Mijn WaterRisicoProfiel¹ kan binnen Nederland voor elke willekeurige locatie de kans en de hoogte van een overstroming of van piekbui worden opgezocht. De kansen worden gepresenteerd voor de huidige situatie en die van 2050. Voor 2050 wordt er van uitgegaan dat alle primaire waterkeringen aan de overstromingskans eis in de Waterwet voldoen. In de grafiek hieronder zie je dat de kans op overstromingen in 2050 kleiner is dan nu: dat komt doordat de waterkeringen dan versterkt zullen zijn. In het profiel zijn alle – voor de betreffende locatie van toepassing zijnde – overstromingsscenario's uit het Landelijke Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO) verwerkt.



Voorbeeld van een WaterRisikoProfiel

Ieder hoekpunt in de grafiek correspondeert (vergelijkbaar met een groepsrisico curve zoals opgenomen in het Bevi), met een bepaald scenario. De piekbui scenario's zijn over het algemeen de hoekpunten bij de laagste overstromingsdiepte (rechts onderin). Overstromingen leiden tot (veel) grotere waterdiepten. Door inzicht te krijgen in de kans op verschillende waterhoogtes (scenario's), is het mogelijk een afweging te maken in de kosten en baten bij het treffen van bepaalde maatregelen.

Mijn WaterRisikoProfiel is een applicatie die ook voor Brzo bedrijven wordt aanbevolen om te gebruiken en is beschikbaar op <https://www.klimaatadaptatienederland.nl/nl/kaartverhaal-overstroming>

¹ <https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/nieuws/2021/mijn-waterrisicoprofiel/>

Aanvullende informatie ten opzichte van Mijn WaterRisicoProfiel vormen de onderstaande kaarten (deze kaarten zijn ook te vinden op de BRZO+ website):

Waarschuwingstijd voor dreigend hoogwater

<https://professional.basisinformatie-overstromingen.nl/liwo/#/viewer/23>

Aankomsttijd van water na een doorbraak van een primaire waterkering

<https://professional.basisinformatie-overstromingen.nl/liwo/#/viewer/24>

Overstromingsduur

<https://professional.basisinformatie-overstromingen.nl/liwo/#/viewer/25>

Informatie over overstromingsrisico's is ook te vinden in de Checklist overstromingsrisico's voor Brzo bedrijven van Brzo+. Deze checklist wordt gebruikt voor de beoordeling van veiligheidsrapporten (VR deel 3.5). Daar waar naar waterdieptekaarten wordt verwezen, wordt aanbevolen de informatie uit Mijn WaterRisicoProfiel te gebruiken.

Aanvullende informatie over Piekbuien

In de onderstaande tabel zijn de nieuwste inzichten voor neerslaghoeveelheden bij verschillende herhalingstijden en voor verschillende neerslagduren weergegeven. De tabel komt uit de brochure *Overal in Nederland nu én in de toekomst: Een actueel beeld van de kans op extreme neerslag*, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) oktober 2019. In bovenstaande verwijzing is basisstatistiek opgenomen over neerslaghoeveelheden.

Basisstatistiek. Neerslaghoeveelheid (mm) bij verschillende herhalingstijden (T) en voor neerslagduren van 10 minuten tot en met 8 dagen. Vanaf T = 10 jaar is de 95% betrouwbaarheidsrange gegeven. Bron: STOWA rapport 2019-19.

T	10	30	60	4	12	24	4	8
Jaar	Min	Min	Min	Uur	Uur	Uur	Dagen	Dagen
0,5	8	10	13	19	25	30	50	68
2	12	17	20	28	37	44	69	91
10	17-18	24-27	30-33	41-45	51-56	60-66	88-96	111-122
25	20-23	30-35	37-43	51-59	61-71	71-83	99-115	123-142
50	23-27	36-42	44-52	60-71	71-83	81-95	108-127	132-154
100	26-32	42-51	53-64	71-87	82-100	90-110	117-142	139-169
250	31-40	51-66	66-84	83-106	91-116	103-132	127-163	147-188
500	35-48	61-82	78-106	96-131	103-140	113-154	135-183	153-208
1000	40-57	71-102	93-133	113-161	117-167	124-178	142-203	157-226

NB: T = 10 (jaar) betekent 1x per 10 jaar

<https://www.stowa.nl/nieuws/compleet-en-actueel-beeld-van-kans-op-extreme-neerslag>

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202019/STOWA%202019-19A%20brochure%20neerslagstatistieken.pdf>

Ter illustratie: Rijkswaterstaat hanteert voor het hoofdwegennet de volgende terugkeertijden:

- Voor standaard situaties T = 10 jaar
- Voor bruggen en goten T = 50 jaar
- Voor tunnels en verdiepte liggingen T = 250 jaar

Mijn WaterRisicoProfiel:

In deze applicatie is naast overstromingen ook wateroverlast als gevolg van kortdurende hevige regenval (piekbuien) meegenomen. Het gaat daarbij om de waterdiepte bij piekbuien met een duur van 2 uur en een kans van optreden van 1x per 100 jaar en 1x per 1000 jaar.

Droogte

Rijkswaterstaat. Onder tab "water" is informatie te vinden over waterstanden, water kwaliteit, stroomsnelheden, stroomrichting, zoutgehalte, etc.

<https://www.rijkswaterstaat.nl/>

Hittestress

Klimaateffectatlas. Informatie over hittekaart gevoelstemperatuur, opwarming oppervlaktewater, warme nachten

<https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartverhaal-hitte>

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag