



omgevingsveiligheid
& risicoanalyse

Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Rapport / Natech Risicomethodiek *klimaatscenario's voor Seveso-inrichtingen in Nederland*

Project	256187
Datum	9 maart 2026

Rapport / Natech Risicomethodiek

klimaatscenario's voor Seveso-inrichtingen in Nederland

Project 256187

Datum 9 maart 2026

Auteur(s) ing. L.M.A. Mentink
drs. R.J.M. Scheres
ir. D.B. van de Heuvel

Versie nr. 1.1

Opdrachtgever Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Beschrijving van het klimaat en klimaatverandering	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Overstromingen	9
2.3 Wateroverlast	12
2.4 Hitte	13
2.5 Droogte	15
2.6 Overige klimaatdreigingen	16
3 Potentiële effecten op veiligheid van Seveso-inrichtingen	19
3.1 Overzicht van potentiële effecten op veiligheid door klimaatdreigingen	19
3.2 Kritieke combinaties van klimaatdreigingen	24
4 Stappenplan risicoanalyse klimaatscenario's	26
4.1 Scope	27
4.2 Stappenplan	27
5 Aanbevelingen	35
Referenties	36
Bijlage 1. Uitwerking stappenplan	37
Bijlage 2 Achtergrond documenten	47

1 Inleiding

Klimaatverandering leidt tot extremere en minder voorspelbare weersomstandigheden. Voor Nederland betekent dit onder andere hogere temperaturen, intensievere neerslag, langere droogteperiodes en een stijgende zeespiegel [1]. Deze ontwikkelingen hebben niet alleen gevolgen voor de leefomgeving en de waterhuishouding, maar ook voor de veiligheid van industriële installaties waar gevaarlijke stoffen worden opgeslagen of verwerkt. Zulke installaties vallen onder de Seveso III-richtlijn (Richtlijn 2012/18/EU van het Europees Parlement en de Raad van 4 juli 2012, hierna Seveso III) en bij de identificatie van de gevaren moet expliciet rekening gehouden worden met externe invloeden, waaronder natuurlijke oorzaken.

Seveso III schrijft dat een 'identificatie en analyse van de ongevallenrisico's en preventiemiddelen' uitgevoerd moet worden, inclusief de beschouwing van natuurlijke oorzaken. De Nederlandse uitwerking van Seveso III is opgenomen in de Omgevingswet. De verplichtingen voor Seveso-inrichtingen zijn uitgewerkt in paragraaf 4.2 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). Hierin staat (Bal art. 4.14 derde lid onder b) dat Seveso-inrichtingen in hun veiligheidsrapport niet alleen aandacht hebben voor risico's en scenario's die vanuit de inrichting zelf komen, maar ook voor invloeden van buitenaf, waaronder natuurlijke oorzaken. Dit geldt alleen voor de zogenaamde hogedrempelinrichtingen. De lagedrempelinrichtingen kennen deze verplichting niet en hoeven geen veiligheidsrapport op te stellen. Alle inrichtingen moeten wel op basis van vbs ii (het identificeren en beoordelen van de gevaren (risico's) op zware ongevallen) aandacht hebben voor mogelijke risico's en scenario's.

De aandacht voor de natuurlijke oorzaken is ter voorkoming van de zogenaamde Natech-incidenten. Natech-incidenten zijn calamiteiten in de industriële omgeving die worden veroorzaakt door natuurgeweld, zoals aardbevingen, overstromingen en extreem weer. Door de klimaatverandering wordt verwacht dat Natech-incidenten vaker voorkomen en heviger zullen zijn.

Op moment van schrijven bestaat er geen standaardmethode voor het beoordelen van Natech-risico's en de directe en indirecte effecten ervan. Daarom is in dit rapport een methodiek beschreven voor Seveso-inrichtingen waarmee klimaatfactoren actief te betrekken zijn bij de risicobeoordeling of bij het ontwerp van technische installaties. Op basis van de verzamelde kennis (uit literatuur, data-analyse en bestaande methodes) is een systematische en toepasbare methodiek ontwikkeld voor een risicoanalyse die specifiek is gericht op de effecten van klimaatverandering op industriële installaties.

De methodiek ondersteunt bij de beoordeling of door klimaatverandering additionele risico's veroorzaakt worden, zodat waar nodig passende maatregelen getroffen kunnen worden. Deze is zodanig uitgevoerd dat hij aansluit bij bestaande methodieken, bijvoorbeeld methodieken die gebruikt worden voor de invulling van VBS element ii: 'de identificatie en beoordeling van de gevaren van zware ongevallen'. De methodiek is uitgewerkt in een

'stappenplan' waarin alle veranderingen die op de bedrijven afkomen door klimaatsverandering eenduidig worden afgewogen en conform het eigen risicobeleid kunnen worden beoordeeld, ongeacht het type proces of installatie. Zo wordt bepaald of bestaande systemen en processen voldoende robuust zijn onder veranderende klimaatomstandigheden, en vanaf welk punt aanvullend handelen nodig is.

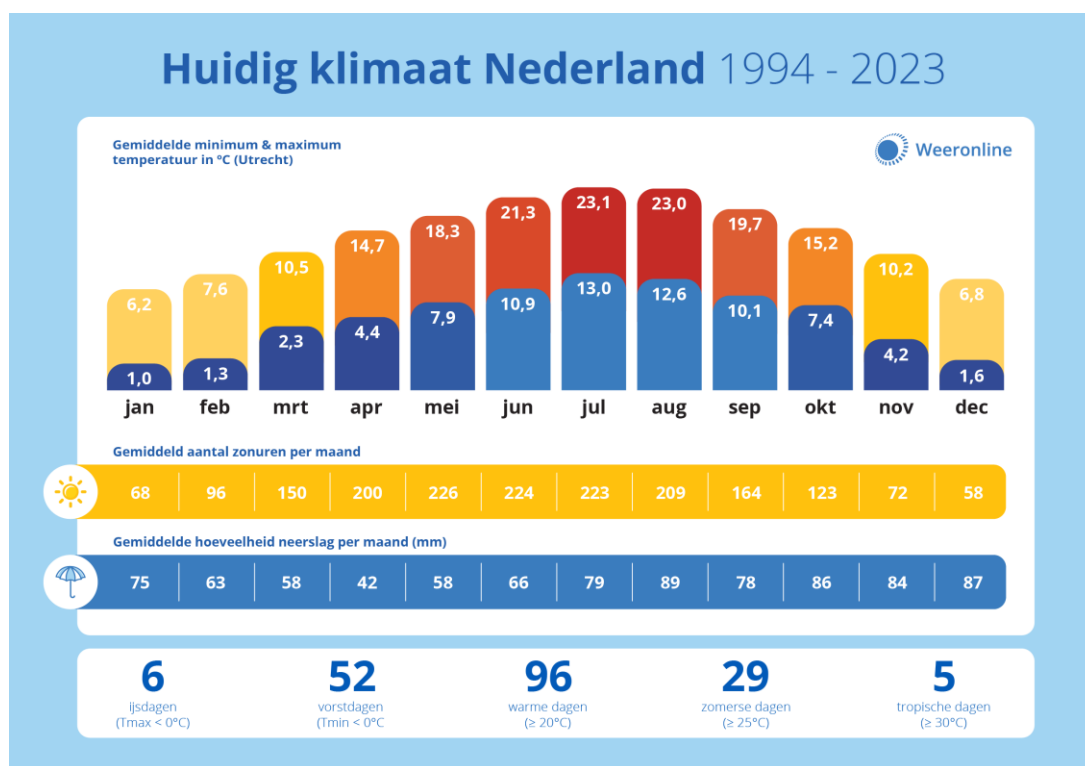
Hoofdstuk 2 beschrijft de belangrijkste klimaattrends en bijbehorende risico's die relevant zijn voor zogenaamde Natech-incidenten. In hoofdstuk 3 worden voorbeelden van gevolgen van klimaatverandering beschreven en in hoofdstuk 4 is de methodiek als stappenplan beschreven.

2 Beschrijving van het klimaat en klimaatverandering

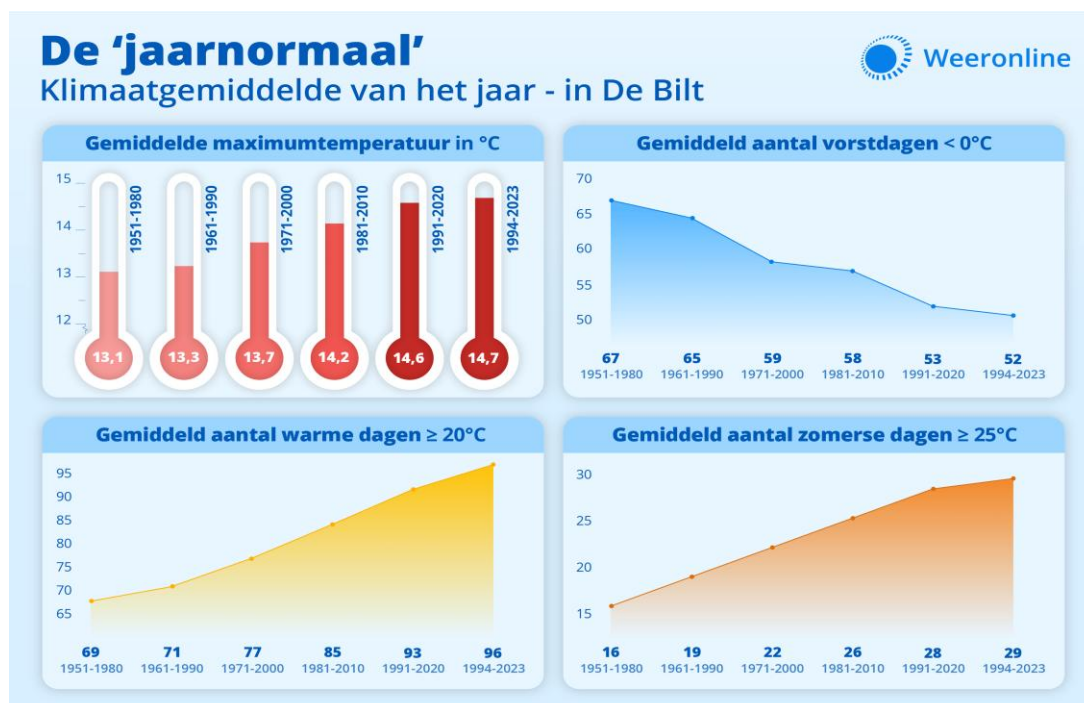
2.1 Algemeen

2.1.1 Huidig klimaat

Nederland kent volgens het Köppensysteem een gematigd zeeklimaat (type Cfb), met relatief milde winters, milde zomers en neerslag gedurende het hele jaar. Dit klimaat heeft Nederland te danken aan lage ligging en de invloed van de Noordzee [2]. Afbeeldingen 2.1 en 2.2 bevatten infographics met meer informatie over het huidige klimaat in Nederland.



Figuur 1. Klimaatgemiddelde 1994-2023, temperatuur in De Bilt en neerslag en zonuren gemiddeld over het land.



Figuur 2. Verandering in het 'jaarnormaal' (1951 - 2023) [2]

De volgende klimaatparameters in het huidige klimaat zijn van belang [2]:

- Het klimaat is gaandeweg zonniger geworden. In de periode 1981-2010 scheen de zon 1634 uur; in de periode 1994-2023 scheen de zon gemiddeld 1812 uur. Dit is een stijging van 11 %. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de afgenomen luchtvervuiling en een afname in de bewolking, die samenhangt met het vaker voorkomen van hogedrukgebieden in de lente. Daardoor bereikt meer zonnestraling het aardoppervlak, zonder dat het wordt teruggekaatst door vervuilde lucht;
- Gemiddeld over het land valt er jaarlijks 865 mm neerslag. Dit is ongeveer 12 mm meer dan in de vorige klimaatperiode;
- De gemiddelde maximumtemperatuur is gestegen naar 14,7 °C. Dat is een halve graad warmer dan in de periode 1991-2010. Het aantal vorstdagen is afgenomen van 58 (1991-2010) naar 52 (1994-2023). Het aantal zomerse dagen (warmer dan 25 °C) is toegenomen van 85 naar 96.

2.1.2 Klimaatverandering en KNMI-scenario's

Eind 2023 heeft het KNMI nieuwe klimaatscenario's gepresenteerd [1]. Het betreffen 4 scenario's die zijn gebaseerd op 2 belangrijke ontwikkelingen in het klimaat:

1. de hoeveelheid broeikasgassen die nog zal worden uitgestoten en de gevoeligheid van het klimaatstelsel voor broeikasgassen. Binnen deze ontwikkeling worden 2 varianten onderscheiden:
 - a. hoge uitstootscenario (H), waarin de uitstoot gelijk blijft toenemen tot 2080 en daarna afvlakt;
 - b. lage uitstootscenario (L), waarin de uitstoot snel wordt verminderd en er broeikasgassen worden verwijderd uit de atmosfeer. Dit scenario is in lijn met het Klimaatakkoord van Parijs;
2. de onzekerheid rondom verdroging dan wel vernatting van het Nederlandse klimaat. Deze onzekerheid wordt eveneens uitgedrukt in 2 varianten:
 - a. een nat scenario (n), waarin de winters sterk vernatten en de zomers licht verdrogen;
 - b. een droog scenario (d), waarin de winters licht vernatten en de zomers sterk verdrogen.

De combinatie van beide ontwikkelingen en scenario's leidt tot 4 nieuwe klimaatscenario's. Deze zijn weergegeven in figuur 3.



Figuur 3. Overzicht van de 4 nieuwe klimaatscenario's. Vanaf linksboven met de klok mee: Hd, Hn, Ln, Ld [1]

Figuur 4 toont de effecten van een lage CO₂-uitstoot tegenover een hoge uitstoot in het klimaat van 2100. Dit is achtereenvolgens weergegeven voor de thema's temperatuur, langdurige neerslag, kortdurende piekneerslag, droogte en zeespiegelstijging.



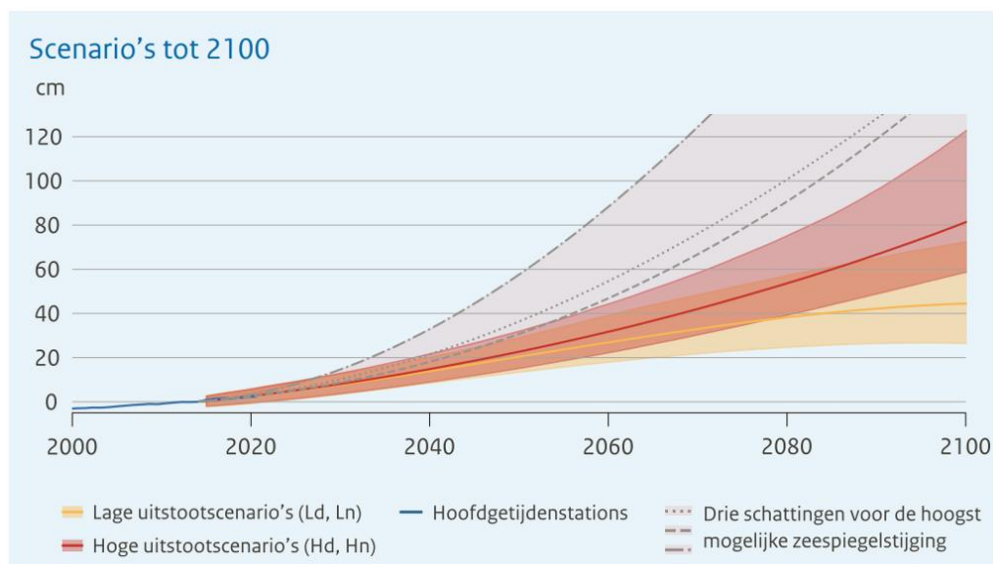
Figuur 4. Toename van extremen in het klimaat van Nederland rond 2100 ten opzichte van 1991-2020 [1]

Het KNMI heeft een toelichtend gebruikersrapport gepubliceerd bij de klimaatscenario's. Daarin worden de verwachte ontwikkelingen voor verschillende klimaatscenario's nader toegelicht. De volgende paragrafen bevatten een selectie van de relevante informatie uit het gebruikersrapport, gericht op specifieke thema's.

2.2 Overstromingen

2.2.1 Zeespiegelstijging

De zeespiegelstijging in Nederland is onderdeel van de KNMI'23-scenario's. Sinds 1890 steeg de zeespiegel met 25 cm ten opzichte van NAP. De huidige scenario's sluiten nauwkeuriger aan bij waarnemingen van de afgelopen 30 jaar dan eerdere onderzoeken. Figuur 5 toont verschillende scenario's tot 2100 voor de zeespiegelstijging langs de kust.



Figuur 5. Scenario's voor de zeespiegelstijging aan de Nederlandse kust, tot 2100 [1]

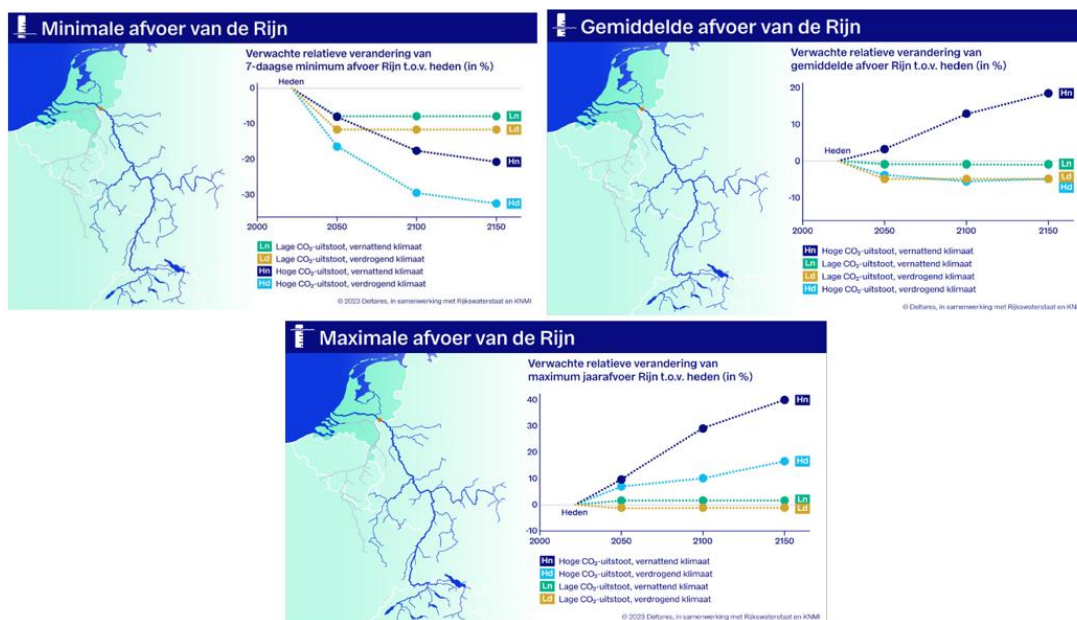
Afhankelijk van de uitstoot van broeikasgassen stijgt de zeespiegel bij de Nederlandse kust rond 2050 met 16-34 cm (lage uitstoot) of 19-38 cm (hoge uitstoot). Rond 2100 is dit 26-73 cm bij lage uitstoot en 59-124 cm bij hoge uitstoot. Deze prognoses hebben een onzekerheidsmarge, weergegeven als de 'very likely range' (5 %-95 %). Daarnaast is er een kleine kans op een extreme stijging, te zien in de gestippelde lijnen in figuur 5.

Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging onderzoekt de gevolgen van de stijging en mogelijke maatregelen. Daarbij wordt ook een zeer onwaarschijnlijke stijging meegenomen: 2,5 m in 2100, 5 m in 2150 en 17,5 m in 2300. Dit is vooral relevant voor langetermijnbeleid.

2.2.2 Rivierafvoeren

In de (KNMI'23) klimaatscenario's is ook de impact van klimaatverandering op de rivierafvoeren bepaald. In opdracht van het ministerie van IenW hebben Deltares, Rijkswaterstaat en het KNMI de inzichten uit de scenario's vertaald naar het afvoerregime van de Rijn en Maas [3]. De analyse laat zien dat voor beide rivieren de gemiddelde winter- en voorjaarsafvoeren omhooggaan.

Figuur 6 bevat een overzicht van de afvoervoorstellingen die zijn gemaakt voor de Rijn.



Figuur 6. Toekomstige minimale, gemiddelde en maximale afvoer van de Rijn volgens inzichten KNMI'23 scenario's [3]

Op hoofdlijnen geldt het volgende:

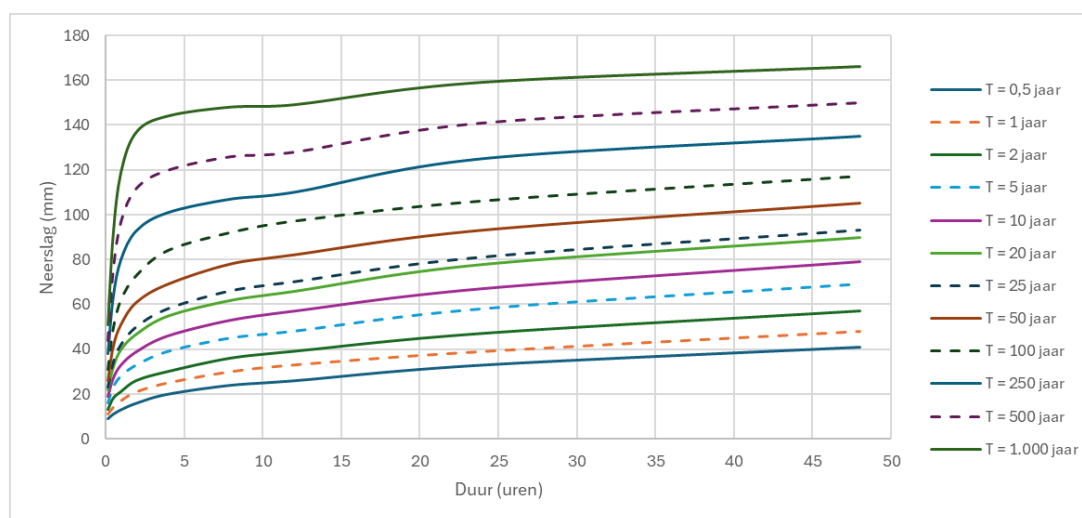
- alle nieuwe afvoerscenario's laten lagere rivierafvoeren zien voor de Rijn in het zomerhalfjaar. De afname varieert tussen de 10 % en 30 % voor 2100;
- voor de Rijn zullen de gemiddelde winter- en voorjaarsafvoeren omhooggaan (door stijgende temperaturen);
- de jaarlijks maximale afvoer zal toenemen, maar langzamer dan eerder voorspeld in de KNMI'14-scenario's;
- zowel de minimale als de maximale afvoeren zijn relevant. De minimale afvoeren zeggen iets over droogte en zijn bijvoorbeeld van belang voor de bevaarbaarheid van de rivieren en het leveren van voldoende water met goede kwaliteit. De maximale afvoeren zijn van belang voor het risico op overstroming vanuit de rivieren;
- naast de extremen is ook de verwachtingswaarde van de afvoeren relevant. Bijvoorbeeld voor de zoetwatervoorziening en het IJsselmeer.

2.3 Wateroverlast

Het KNMI en HKV lijn in water hebben in opdracht van STOWA een set neerslagproducten opgeleverd [4,5]. De basis daarvoor ligt in de KNMI'23-scenario's. De volgende statistieken zijn beschikbaar:

- jaarstatistiek voor extreme neerslag;
- regionale statistiek voor extreme neerslag;
- statistiek van extreme gebiedsneerslag;
- statistiek voor extreme neerslag voor klimaatscenario's.

De KNMI'23 scenario's gaven aanleiding om de basisstatistiek van extreme neerslag die STOWA in 2019 heeft opgeleverd, tegen het licht te houden. Daaruit bleek dat de basisstatistiek geen update nodig was. Vervolgens is – op basis van de basisstatistiek en de nieuwe klimaatscenario's – nieuwe klimaatstatistiek afgeleid. De klimaatstatistiek geeft de karakteristieken weer van extreme neerslaggebeurtenissen in de toekomst, bij veranderende klimatologische omstandigheden. De neerslaggebeurtenissen zijn gebaseerd op puntstatistiek en de neerslaghoeveelheden worden gedefinieerd door (1) de herhalingstijd en (2) neerslagduur in een zogenaamde regenduurlijn voor korte (10 minuten-24 uur) en lange (24 uur-9 dagen) tijdsduren. De meest recente statistieken zijn te vinden op meteobase. Figuur 7 bevat de regenduurlijnen voor een scenario met grote klimaatverandering (scenario H, KNMI'23).

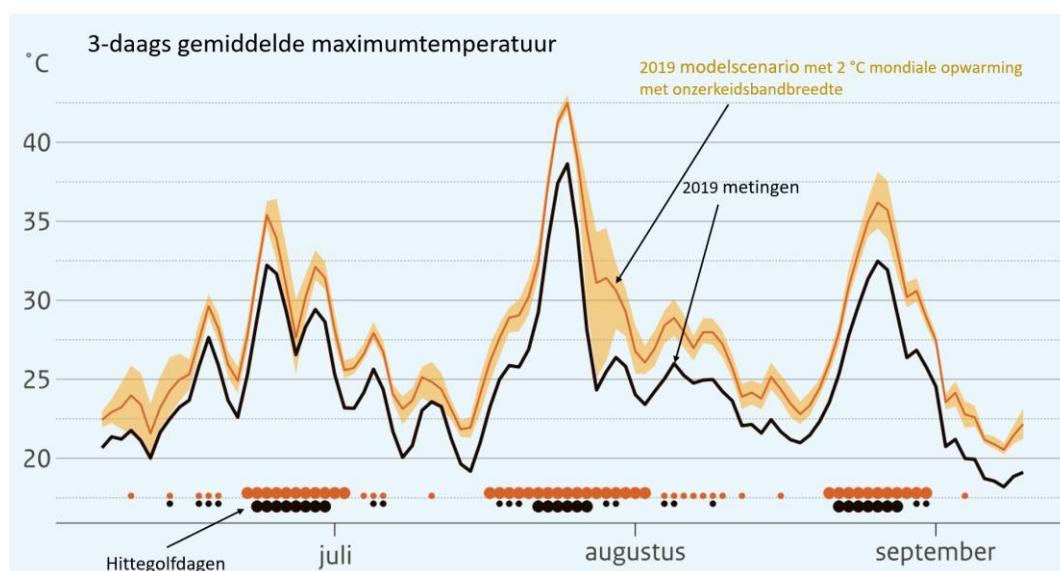


Figuur 7. Regenduurlijnen voor scenario van grote klimaatverandering (H, KNMI'23) (Meteobase, 2024).

2.4 Hitte

Stijgende temperaturen

Het KNMI heeft in het gebruikersrapport een verdiepende paragraaf gewijd aan hitte. Daarin wordt de warme zomer van 2019 als basis gebruikt om de consequenties met klimaatverandering te illustreren. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 8.



Figuur 8. Driedaags-gemiddelde maximumtemperatuur in de zomer van 2019 boven Zuidoost Nederland in het huidige klimaat (zwart) en in een 2°C warmer klimaat (oranje). De grote stippen markeren hittegolfdagen [1]

Er wordt benadrukt dat de oranje lijn in de afbeelding modelresultaten toont voor een fictieve zomer in Zuidoost Nederland bij 2 °C mondiale opwarming en gebaseerd op 2019.

Het gebruikersrapport KNMI'23 en figuur 8 laten het volgende zien:

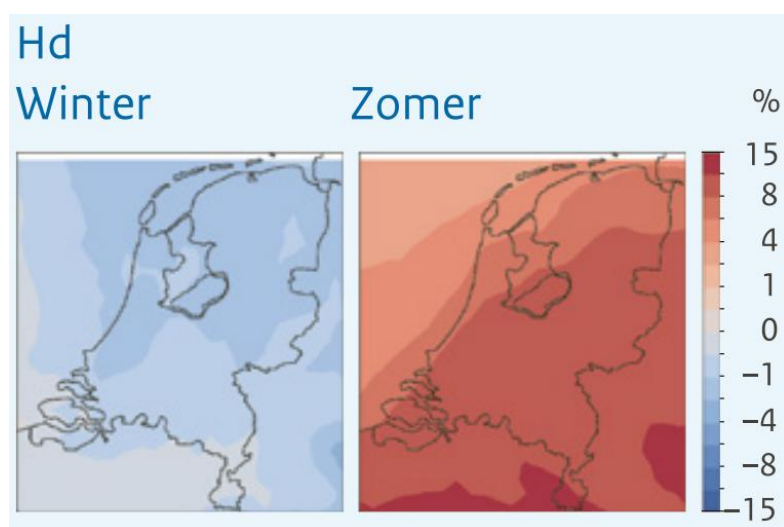
- er wordt een maximale temperatuur van circa 42,5 °C voorspeld. Dit is bijna 5 °C meer dan de piektemperatuur van 2019;
- het hittegolfgetal (som van temperaturen boven 30 °C) verdubbelt;
- het geografische gebied met temperaturen boven 40 °C wordt veel groter en beperkt zich niet alleen meer tot het zuidoosten van Nederland;
- de totale duur van hittegolfdagen verdubbelt ongeveer.

Zonnestraling

Ook de gemiddelde zonnestraling in de zomer neemt toe. De mate van toename verschilt per scenario en ligt in de orde grootte 4 % (Ln) tot 11 % (Hd). De inkomende zonnestraling neemt

toe in alle scenario's en is deels toe te schrijven aan het schoner worden van de lucht. Daardoor bevinden zich minder aerosolen in de lucht die zonnestraling terugkaatsen en bereikt meer zonnestraling het aardoppervlak.

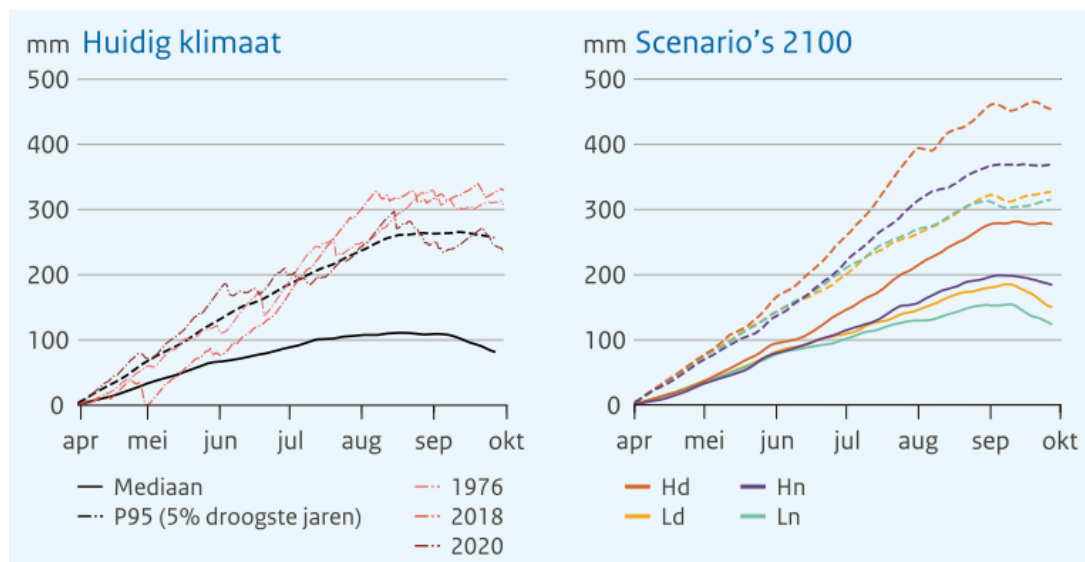
Inkomende zonnestraling (figuur 9) draagt bij aan het toenemen van de luchttemperaturen in Nederland, maar heeft ook een direct effect op hitteproblematiek bij bijvoorbeeld installaties en infrastructuur. Met name materialen die goed geleiden (bijvoorbeeld metalen) kunnen sterk opwarmen door de zon, ook als de luchttemperatuur niet extreem hoog is.



Figuur 9. Verwachte ontwikkeling van inkomende zonnestraling in het scenario Hd [1]

2.5 Droogte

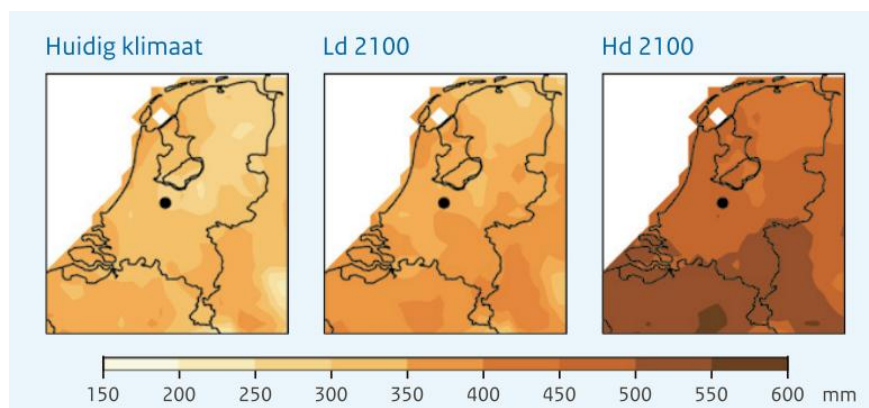
Een belangrijke maat voor droogte is het neerslagtekort. Een neerslagtekort ontstaat als er minder hemelwater valt dan gebruikelijk en/of er meer verdamping plaatsvindt. Het KNMI verwacht dat de kans op (extreme) droogte in Nederland toeneemt. Figuur 10 toont het doorlopend cumulatief neerslagtekort in De Bilt voor zowel het huidige klimaat als de 4 klimaatscenario's.



Figuur 10. Doorlopend cumulatief neerslagtekort in De Bilt. Huidig klimaat (links) en de 4 klimaatscenario's (rechts). Stippellijnen vormen de 5 % droogste jaren [1]

De afbeelding laat zien dat met name in de H-scenario's het neerslagtekort flink stijgt. Zo ligt de voorspelde mediaan voor het Hd-scenario op maximaal circa 280 mm, terwijl de huidige mediaan maximaal 105 mm bedraagt. Het KNMI schrijft verder dat in het Hd-scenario een gemiddelde zomer rond 2100 ongeveer gelijkstaat aan een extreem droge zomer in het huidige klimaat.

Figuur 11 laat een ruimtelijk beeld zien van het maximale neerslagtekort in de 5 % droogste jaren.



Figuur 11. Het maximale neerslagtekort in de 5 % droogste jaren in (1) huidig klimaat, (2) Ld 2100 en (3) Hd 2100

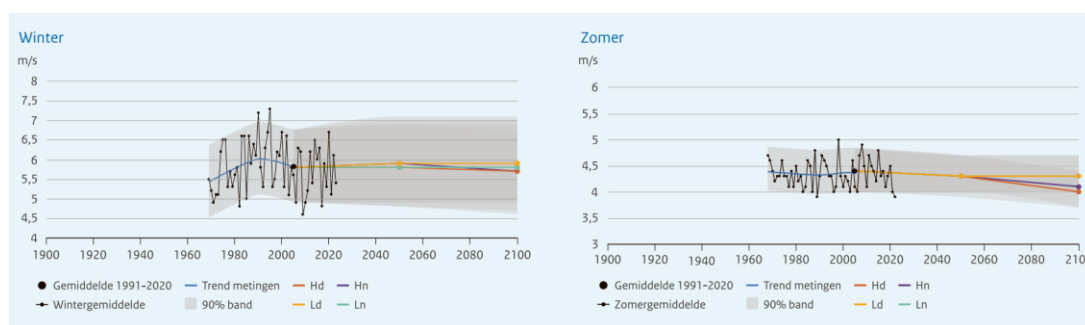
De afbeelding laat zien dat ook in een Ld-scenario het maximale neerslagtekort vrijwel overal toeneemt. In het Hd-scenario is de toename veel groter, met name in Zuid-Nederland.

Naast neerslag en verdamping kent droogte en watervoorziening ook een relatie met de rivierafvoeren. Deze worden beschreven in het volgende hoofdstuk.

2.6 Overige klimaatdreigingen

Extreme wind

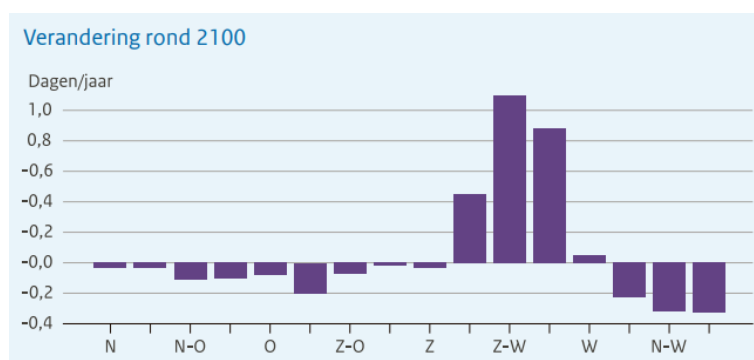
Sinds ongeveer 1990 dalen de gemiddelde windsnelheden binnen Nederland boven land licht. Deze trend wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verstedelijking (ruwer aardoppervlak). Dit geldt niet voor de Noordzee. Het KNMI verwacht dat deze trend zich doorzet, met een kleine afname van de gemiddelde windsnelheid. Dit geldt voor zowel de winter als de zomer en is weergegeven in figuur 12.



Figuur 12. Gemiddelde windsnelheid in de winter (links) en zomer (rechts) op station Schiphol. Waarnemingen tot en met 2022 en voorspellingen voor de 4 klimaatscenario's [1]

Het KNMI verwacht geen toename van de (extreme) windsnelheden tijdens stormen. Het KNMI kijkt naar aantal dagen met minimaal windkracht 7. Hierbij is de verwachting dat het aantal dagen met wind uit dezelfde richting met een gemiddelde snelheid van minstens 14 m/s (windkracht 7 of meer) licht afneemt.

Doordat de windsnelheden niet toenemen, zal de extra wateropzet tijdens stormen niet hoger zijn dan in het huidige klimaat. Maar doordat de zeespiegel stijgt, neemt het risico voor waterveiligheid per saldo wel toe. Een stormachtige noordwestenwind is daarbij het gevaarlijkst. Figuur 13 laat de verwachtingen zien voor het maatgevende scenario Hn.



Figuur 13. Verandering in windrichting rond 2100. Scenario Hn

De afbeelding laat zien dat het aantal dagen met noordwestelijke wind licht afneemt. Het aantal dagen met zuidwestelijke wind neemt juist toe. Er wordt in de KNMI'23 scenario's niet specifiek ingegaan op stabiele weersituaties waarbij de wind voor langere tijd uit een bepaalde richting komt. Mogelijk gaat de duur van deze stabiele windrichtingen veranderen als gevolg van klimaatverandering.

Hagel en ijzel

Volgens het KNMI'23 gebruikersrapport neemt de kans op zware convectieve buien in Nederland toe door hogere temperaturen en een grotere hoeveelheid vocht in de atmosfeer (KNMI, 2023). Dit vergroot de kans op hagelbuien met grotere hagelstenen (> 2 cm), vooral in de zomer.

Voor ijzel geldt dat het aantal dagen met winterse neerslag door de opwarming afneemt. Het KNMI verwacht echter dat situaties waarin intensieve regen valt op een bevroren ondergrond – en zo gladheid of ijsafzetting veroorzaakt – ook in de toekomst mogelijk blijven (KNMI, 2023).

Onweer en bliksem

Uit het KNMI'23 gebruikersrapport blijkt dat de totale hoeveelheid onweersdagen in Nederland de komende decennia waarschijnlijk niet sterk toeneemt, maar dat individuele onweersbuien wel heviger worden (KNMI, 2023). Door de hogere temperatuur en

luchtvochtigheid neemt de energie in de atmosfeer toe, wat kan leiden tot zwaardere buien met meer bliksemontladingen.

Unseen weather

Het KNMI'23 gebruikersrapport benadrukt dat klimaatverandering ook kan leiden tot extreme weersituaties die in de historische meetreeksen nog niet of nauwelijks zijn voorgekomen, maar die in de toekomst waarschijnlijker worden (KNMI, 2023). Dit fenomeen wordt aangeduid als unseen weather. Voorbeelden hiervan zijn:

- uitzonderlijk lange en intense hittegolven;
- meerdaagse neerslaggebeurtenissen met extreem hoge totalen (zowel regen als sneeuw);
- periodes met uitzonderlijk lage luchtvochtigheid (< 25 %);
- Langdurige koude periode.

3 Potentiële effecten op veiligheid van Seveso-inrichtingen

Natuurlijke gevaren, zoals aardbevingen, overstromingen, stormen, koude en hitte en natuurbranden kunnen bij industriële installaties waar gevaarlijke stoffen worden verwerkt en opgeslagen, leiden tot het vrijkomen van gevaarlijke stoffen met brand, explosie of een toxisch wolk tot gevolg. Deze natuurrampen die technologische ongevallen veroorzaken (*Natural Hazard Triggering Technological Accidents*) worden "Natech"-ongevallen genoemd of eenvoudigweg "Natechs".

Natech-ongevallen kunnen directe en indirecte gevolgen hebben. Directe gevolgen zijn bijvoorbeeld schade aan installatie en loss of containment (LOC) door storm of aardbeving. Bij indirecte gevolgen kan gedacht worden aan uitval van stroomvoorziening waardoor chemische processen kunnen uitvallen of ontsporen. Daardoor kan vervolgens ook een LOC-scenario ontstaan. Daarbij moet bij de klimaatscenario's wateroverlast, hitte, kou en droogte, ook rekening gehouden worden met de directe en indirecte gevolgen als deze scenario's voor een langere periode (meerdere weken) aanhouden (unseen weather).

3.1 Overzicht van potentiële effecten op veiligheid door klimaatdreigingen

De informatie over de klimaatscenario's is te vinden op de verschillende kaarten die zijn opgenomen in de landelijke Klimateffectatlas (KEA) [6]. De KEA helpt om op lokaal niveau inzicht te krijgen in klimaatdreigingen die relevant zijn. In bijlage 1 is een tabel opgenomen waarin per klimaatdreiging die in hoofdstuk 2 is behandeld, de potentiële effecten zijn opgenomen.

Hieronder worden de potentiële effecten van klimaatdreigingen op Seveso-inrichtingen nader toegelicht. Bij onderstaande scenario's zijn, zover beschikbaar, voorbeelden gegeven van Europese Natech-incidenten. Deze zijn afkomstig uit de [eNATECH-database](#).

3.1.1 Overstromingen

Zeespiegelstijging

Voor Seveso-inrichtingen langs de kust en in laaggelegen gebieden betekent zeespiegelstijging een structureel hoger basisrisico op overstroming. Overstroming kan leiden tot loss of containment door drijfvermogen van opslagtanks, corrosie of kortsluiting van elektrische systemen. Ook vitale veiligheidsvoorzieningen, zoals pompen of noodstroominstallaties, kunnen onbereikbaar of onbruikbaar raken. Het zout uit het zeewater kan voor corrosie zorgen en door het aantasten van de kwaliteit van het blusschuim, ook negatieve invloed hebben op sprinkler-, koel- en schuimblussystemen. Daarnaast kan de bereikbaarheid van de locatie door hulpdiensten worden beperkt. Bij cumulatie met stormvloedene neemt de kans toe op grootschalige faalmechanismen en langdurige uitval van installaties.

Naast kans op overstromingen neemt ook de kans op schade door verzilting toe. De zeespiegelstijging leidt er ook toe dat er meer zoutindringing plaatsvindt en dat oppervlaktewater zouter wordt. Dat leidt tot meerdere effecten:

- Als bedrijven oppervlaktewater gebruiken als proceswater, dan zijn mogelijk extra zuiveringsstappen nodig om het water bruikbaar te maken;
- Als bedrijven oppervlaktewater gebruiken als koelwater, kan het koelwater te zout worden, wat corrosie en afzettingen in leidingen, warmtewisselaars en pompen versnelt.

Rivierafvoeren

Hogere winter- en voorjaarsafvoeren vergroten het risico op overstroming vanuit rivieren. Installaties langs de grote rivieren kunnen hierdoor worden blootgesteld aan overstromingen of erosie van kades en funderingen. Dit laatste kan leiden tot ondermijning van constructies, instabiliteit van opslagtanks en het bezwijken van leidingen die in of nabij kade- en oeverzones liggen. Daarnaast neemt de kans toe dat dijken of kades rond bedrijfsterreinen vaker of zwaarder belast worden. Dit kan leiden tot meer onderhoud en een grotere kans op falen bij extreme omstandigheden.

Ook het interne watermanagement van bedrijfsterreinen kan problemen ervaren. Bij hoge rivierafvoeren stijgt het peil van grond- en oppervlaktewater, waardoor afvoer van hemelwater of koelwater vertraagd raakt en systemen overlopen of terugslag ondervinden. Hierdoor kunnen gevaarlijke stoffen in contact komen met rivierwater of overstorten richting het oppervlaktewater. Bovendien bemoeilijken hoge rivierafvoeren vaak de logistiek: aan- en afvoer via scheepvaart kan worden beperkt of tijdelijk onmogelijk gemaakt door hoogwaterstanden en stremmingen van vaarwegen.

Tegelijkertijd leiden lagere afvoeren in de zomer tot knelpunten in de koelwatervoorziening en tot verziltingsproblemen. Dit kan productieprocessen beperken of noodstoppen veroorzaken. Wanneer de watertemperatuur stijgt en het debiet afneemt, neemt de koelcapaciteit van oppervlaktewater sterk af. Daardoor raken installaties sneller oververhit en verliezen ze rendement. In extreme gevallen kan de inname van koelwater geheel worden gestaakt vanwege overschrijding van lozings- of inname-eisen. Dit kan leiden tot tijdelijke productiestops en verhoogde veiligheidsrisico's bij chemische processen die afhankelijk zijn van continue koeling.

Daarnaast vergroot een lage rivierafvoer de zoutindringing vanuit de zee (zie ook zeespiegelstijging). Voor de logistieke keten heeft laagwater ook gevolgen: verminderde vaardieptes beperken de beladingscapaciteit van schepen of maken bepaalde vaarwegen tijdelijk ontoegankelijk. Dit belemmert de aan- en afvoer van gevaarlijke stoffen en kan tot knelpunten in de toeleveringsketen leiden.

Voorbeeld:

1. Overstroming Elbe ([Tsjechië, 2002](#)) – Chloor

Door de overstroming raakten tank los en begonnen te drijven. De veiligheidsafsluiters van de volle tank raakten vast in de loopbrug en werden volledig afgerukt toen de loopbrug omhoog bewoog. Doordat de afsluiters van de volle tank werden afgerukt, ontstond er een enorme chloorlekage.

3.1.2 Wateroverlast

Wateroverlast vormt een direct risico voor de bedrijfsvoering van Seveso-inrichtingen. Kortdurende maar extreme buien komen door klimaatverandering vaker voor. De hemelwaterafvoer is daar vaak niet op berekend. Hierdoor verzamelt overtollig hemelwater zich op het terrein en kan het elektrische installaties doen uitvallen en kortsluiting veroorzaken. Bij calamiteiten kan regenwater zich bovendien mengen met gevaarlijke stoffen, waardoor de omvang en verspreiding van emissies naar oppervlaktewater en bodem aanzienlijk groter wordt. Bij extreme buien maar ook bij langdurige regenval zijn andere nadelige effecten bijvoorbeeld het vollopen van kelders, kabelkelders, leidingschachten of tunnels.

Daarnaast kan zware regenval de interne en externe logistiek verstoren. Toegangswegen en bedrijfsterreinen kunnen tijdelijk onbegaanbaar worden, waardoor transport van grondstoffen en producten stilligt en hulpdiensten moeilijk inzetbaar zijn. Ook kan in dat geval het personeel de inrichting niet bereiken voor een shiftwissel.

Voorbeelden:

1. Zware regenval ([Frankrijk, 2008](#))

Door hevige regenval gedurende meerdere dagen en onvoldoende afwatering van het stroomgebied waarin het industrieterrein zich bevindt, is het terrein overstroomd met waterstanden van 20 cm tot 1 m. Het industrieterrein St Germain Laprade ligt niet in een gebied dat bijzonder gevoelig is voor overstromingen, maar omdat het terrein zich in een natuurlijke laagte bevindt, is het toch overstroomd, ondanks dat het platform tijdens de bouw van het terrein met 0,8 m tot 1,5 m was verhoogd.

2. Combinatie zware regenval en snel smeltende sneeuw ([Roemenië, 2000](#)) - Cyanide

Het werd waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van inherente ontwerpfouten in de installaties, structurele verzwakking als gevolg van het grondig doorweken van damonderdelen, onverwachte bedrijfsomstandigheden, zwakke regelgeving en slechte weersomstandigheden (hevige regen en snel smeltende sneeuw) die een snelle stijging van het waterpeil in het bassin veroorzaakten, wat leidde tot het bezwijken van de dam.

3.1.3 Hitte

Hitte kan de betrouwbaarheid en veiligheid van installaties en processen op meerdere manieren aantasten. Bij hoge temperaturen stijgt de druk in leidingen, tanks en vaten, waardoor de kans op lekkages of loss of containment toeneemt. Ook neemt de efficiëntie van koelinstallaties af: bij langdurige hittegolven kan de capaciteit onvoldoende zijn om warmte uit processen effectief af te voeren. Dit kan noodstoppen veroorzaken of leiden tot instabiele procescondities met verhoogd risico op brand of explosie. Materialen zoals kunststoffen, rubbers en metalen verouderen sneller, vervormen of verliezen hun sterkte onder langdurige hittebelasting.

Daarnaast verergert hitte indirecte risico's. Het water dat als koel- of proceswater wordt gebruikt, stijgt in temperatuur. Daardoor worden lozingsnormen sneller overschreden en moet inname soms worden stopgezet. Daarnaast wordt personeel blootgesteld aan oncomfortabele en ongezonde werkomstandigheden. Zeker in afgesloten ruimtes kan dit ertoe leiden dat werknemers hun werk tijdelijk moeten staken, maar ook het werken met pbm's (bijvoorbeeld adembescherming of een volgelaatmasker) wordt bemoeilijkt door de hitte.

Voorbeeld:

1. Hoge temperatuur ([Duitsland, 2024](#))

Door de zomerse hitte op dinsdag 13 augustus 2024 zwollen twee containers met chemicaliën op, waardoor het risico bestond dat ze zouden barsten. Volgens de plaatsvervangend commandant van de lokale brandweer (het hoofd van de operationele dienst) werd vermoed dat er resten van een tweede chemische stof waren achtergebleven in een goot die wasmiddel naar de containers leidde (om te voorkomen dat het wasmiddel opraakte). Dit was het gevolg van een chemisch ongeval in dezelfde wasserette de dag ervoor (namelijk een explosie in de tank van een machine als gevolg van een technisch defect, waardoor ongeveer 300 liter vloeibaar wasmiddel uit de container van 1000 liter lekte en reageerde met een andere stof, waardoor schadelijke dampen ontstonden).

3.1.4 Droogte

Droogte kan op verschillende manieren risico's veroorzaken voor Seveso-inrichtingen. Langdurige droogteperiodes leiden tot lagere grondwaterstanden en bodemdaling. Hierdoor kunnen funderingen, leidingen en ondergrondse constructies onder spanning komen te staan. Dit leidt tot een grotere kans op scheuren, verzakkingen of breuken. Ook neemt de beschikbaarheid van oppervlaktewater voor bijvoorbeeld koelprocessen en blusvoorzieningen af.

Daarnaast vergroten droge, stoffige omstandigheden de kans op stofexplosies, bijvoorbeeld in silo's of opslagplaatsen met poedervormige stoffen. Ook transportketens kunnen hinder

ondervinden van lage rivierstanden: binnenvaartschepen kunnen minder of niet varen, waardoor de aanvoer van grondstoffen en afvoer van gevaarlijke stoffen in de knel komt.

Voorbeeld:

1. Bosbrand ([Griekenland, 2024](#)).

Een bosbrand bereikte een opslag met brandbaar bouw materiaal, wat leidde tot krachtige explosies en een grote brand.

3.1.5 Extreme wind / storm

Stormen kunnen fysieke schade veroorzaken aan bovengrondse constructies zoals daken, gevels, pijpleidingen en schoorstenen. Losgeraakte objecten kunnen installaties beschadigen en lekkages veroorzaken. Ook opslagtanks en verticale constructies lopen risico door windbelasting en omwaaien. In combinatie met verhoogde waterstanden kan storm zorgen voor instabiliteit van kades of haventerreinen. Verder kan wind leiden tot langdurige stroomuitval in de omgeving, waardoor bedrijfsprocessen en veiligheidsvoorzieningen indirect worden geraakt.

3.1.6 Hagel en ijzel

Hagelbuien kunnen directe schade veroorzaken aan installaties, met name aan daken, leidingen en opslagtanks. Scheuren of deuken kunnen leiden tot lekkages of verlies van containment. Ijsafzetting door ijzel kan leidingen en constructies extra belasten, waardoor breuken of instortingen mogelijk zijn. Daarnaast kan gladheid de bereikbaarheid en veiligheid van logistieke processen op het terrein ernstig beïnvloeden, met risico's voor zowel personeel als voertuigen.

3.1.7 Onweer en bliksem

Blikseminslag vormt een direct gevaar voor opslagtanks, leidingen en elektrische installaties. Ontladingen kunnen brand of explosie veroorzaken, of veiligheids- en controlesystemen verstoren. Onweer gaat vaak gepaard met zware regenval en hagel, waardoor de kans op meervoudige schade toeneemt en de druk op de robuustheid van veiligheidsvoorzieningen vergroot. Bij onvoldoende bliksembeveiliging kan een enkele inslag leiden tot grootschalige uitval van kritische systemen en verhoogd risico op loss of containment.

3.1.8 Unseen weather

Toekomstige extremen kunnen nieuwe risico's introduceren die buiten de huidige ontwerpuitsgangspunten vallen. Voorbeelden zijn uitzonderlijk lange hittegolven of koudeperiodes, meerdaagse neerslaggebeurtenissen (regen of sneeuw) of periodes met zeer lage luchtvochtigheid. Zulke omstandigheden kunnen leiden tot onverwachte faalmechanismen, zoals opbouw van statische elektriciteit bij droge lucht of falen van koelsystemen bij aanhoudende hitte. Voor Seveso-inrichtingen betekent dit dat

veiligheidsanalyses breder moeten kijken dan historische gegevens, en ook rekening moeten houden met scenario's die nu nog zelden zijn waargenomen. Omdat bestaande veiligheidsstudies vaak uitgaan van bekende extremen, adviseert het KNMI om ook rekening te houden met unseen weather bij risicoanalyses.

Voorbeeld:

1. Lage temperatuur ([Frankrijk, 2002](#)) – Cyclohexaan

De lage buitentemperaturen begin december zorgden ervoor dat cyclohexaan in het verdeelstuk stelde. Door temperatuurschommelingen in het weekend van 15 en 16 december, die leidden tot uitzetting en krimp van het cyclohexaan, brak het verdeelstuk nabij de expansielus. Het ontstane gat was langwerpig en had de grootte van een handpalm.

3.2 Kritieke combinaties van klimaatdreigingen

Klimaatdreigingen treden in de praktijk vaak niet geïsoleerd op, maar in combinatie. Zulke kritieke combinaties zijn voor Seveso-inrichtingen bijzonder gevaarlijk, omdat de gelijktijdige belasting van installaties en voorzieningen kan leiden tot faalmechanismen die individueel niet zouden optreden. Ook de beheersbaarheid door personeel en hulpdiensten wordt hierdoor complexer. Dit geldt met name als de klimaatdreiging zich niet alleen lokaal afspeelt, maar ook regionaal of landelijk. Hulpdiensten kunnen dan overbelast raken.

Het analyseren van kritieke combinaties en klimaatdreigingen op grote schaal moet daarom onderdeel zijn van een robuuste Natech-risicobenadering.

Hitte en droogte

Tijdens langdurige hittegolven neemt niet alleen de buitentemperatuur toe, maar neemt ook de beschikbaarheid van koel- en bluswater af. Installaties kunnen hierdoor oververhit raken terwijl tegelijkertijd minder water beschikbaar is voor proceskoeling of brandbestrijding. Dit verhoogt de kans op loss of containment, brand of explosie. Voorbeelden zijn opslagtanks die door thermische uitzetting onder druk komen te staan, terwijl sprinklerinstallaties onvoldoende capaciteit hebben om bijvoorbeeld langdurig te kunnen koelen.

Storm, hoge rivierafvoeren en extreme neerslag

Bij stormachtige condities kan de wateropzet in rivieren sterk toenemen. In combinatie met hoge afvoeren leidt dit tot verhoogd overstromingsgevaar en zware belasting van kades en dijken. Bedrijfsterreinen langs rivieren kunnen daardoor gelijktijdig te maken krijgen met windschade aan installaties én instroom van rivierwater. Daarbij is het denkbaar dat ook nog veel neerslag valt. Deze neerslag kan mogelijk niet goed worden afgevoerd onder vrij verval, doordat de buitenwaterstanden al hoog zijn.

De combinatie van deze effecten maakt de inzet van hulpdiensten moeilijker en vergroot bijvoorbeeld de kans dat gevaarlijke stoffen met het buitenwater in contact komen.

Extreme neerslag en bliksem

Zware onweersbuien combineren vaak intense regenval met bliksemontladingen. Bij Seveso-inrichtingen kan dit leiden tot een dubbele impact: instroom van hemelwater dat elektrische installaties uitvalt, én directe schade aan tanks of leidingen door inslag. Wanneer een inslag plaatsvindt terwijl wateroverlast al delen van het terrein onbruikbaar maakt, kunnen noodvoorzieningen en noodstroom niet tijdig worden ingezet. Dit kan een relatief lokaal incident snel escaleren tot een grootschalige calamiteit.

4 Stappenplan risicoanalyse klimaatscenario's

Dit hoofdstuk beschrijft een methode die gebruikt kan worden voor een systematische gevarenidentificatie en risicoanalyse met betrekking tot de klimaatscenario's bij Seveso-inrichtingen. Op basis van een stappenplan kan de analyse uitgevoerd worden en kunnen passende maatregelen getroffen worden die de kans op Natech-incidenten voorkomen of verlagen en die de effecten kunnen beperken.

Het stappenplan:

- Ondersteunt bij het systematisch meenemen van de klimaatdreigingen in de gevarenidentificatie en risicobeoordeling;
- Geeft ruimte om de risico's met een eigen beleidskader te beoordelen;
- Biedt handvaten voor de klimaatdreigingen die beschouwd moeten worden;
- Is niet limitatief. Scenario's zijn, net als bij elke andere veiligheidsstudie, afhankelijk van de plaatselijke situatie.

Het inzichtelijk maken van deze scenario's geeft bewustwording en aandacht aan de veranderingen die voorspeld zijn. Op basis van kans op voorkomen (verwachtingstermijn 2030 of 2050 of nog later) kan ook een prioritering aan scenario's worden gegeven. Na signalering van een dreiging is het niet altijd noodzakelijk of mogelijk direct maatregelen te implementeren. Het kan ook zijn dat het inzichtelijk maken van de dreigingen er voor zorgt dat hier op de langere termijn rekening mee gehouden kan worden bij bijvoorbeeld nieuwbouw.

Bronnen

Bij de opzet van de methode is aansluiting gezocht bij:

- CEN-CENELEC Guide 32; “*Guide for addressing climate change adaptation in standards, Edition 1, 2016-04*” [8]
- De “*Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-ISO Guide 84 (nl) Richtlijnen om in normen in te gaan op klimaatverandering (ISO Guide 84:2020)*” [7]
- Natech risicobeheer. Leidraad voor exploitanten van gevaarlijke industriële inrichtingen en nationale autoriteiten 2023 [9]

In bijlage 2 is een korte beschrijving van deze documenten opgenomen. Naast deze documenten zijn er nog andere documenten die informatie geven over manieren om de klimaatveranderingen en de dreigingen die daarbij horen, te inventariseren en te borgen in managementsystemen (zie ook bijlage 2). In de hierna volgende paragrafen is een stappenplan beschreven dat beschrijft hoe het omgaan met deze klimaatdreigingen *systematisch* aangepakt kan worden. Dit stappenplan kan binnen het eigen veiligheidsbeleid van de Seveso-inrichting geïmplementeerd worden.

4.1 Scope

De analysemethode die in dit hoofdstuk wordt beschreven beperkt zich tot de klimaatscenario's die door klimaatverandering in Nederland kunnen optreden¹. Voor de uitvoering van de analyse is de methode beschreven als een stappenplan dat kan helpen bij een systematische beschouwing van de gevolgen van de klimaatscenario's. Tabellen die bij het toepassen van het stappenplan gebruikt kunnen worden zijn opgenomen in bijlage1.

4.2 Stappenplan

4.2.1 Stap 1: Analyseren welke klimaatscenario's van toepassing zijn op de locatie

Beschrijving

Als eerste zullen de klimaatscenario's geselecteerd moeten worden die ook daadwerkelijk plaats kunnen vinden op de locatie van de Seveso-inrichting. De basis hiervoor zijn de klimateffect-atlas (KEA) en de landelijke stresstesten kaart. Hierop zijn de meest actuele en accurate gegevens beschikbaar en worden de KNMI-klimaatscenario's in kaart gebracht. Dit zijn de klimaatscenario's die bij de analyse beschouwd moeten worden. Andere bronnen kunnen ook gebruikt worden, mits deze geverifieerd zijn.

Uitvoering

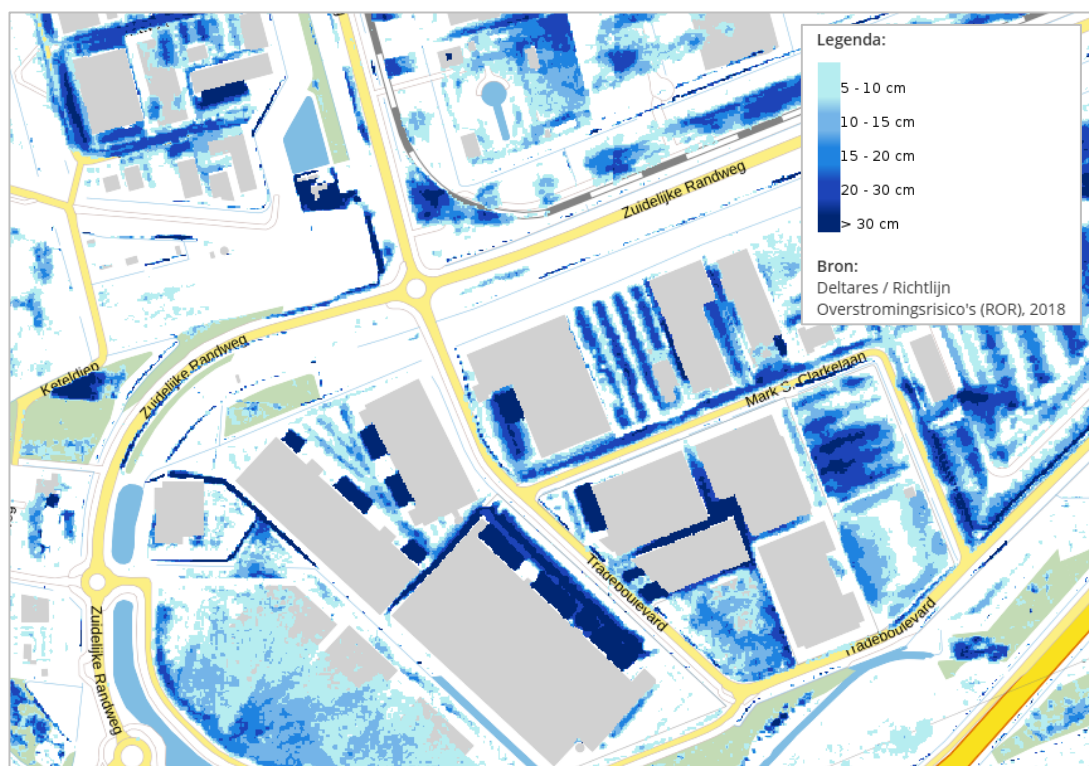
Van de klimaatdreigingen moet systematisch beoordeeld worden of deze voor kunnen komen op de locatie van de inrichting. Op de [klimateffect-atlas](#) kan op de locatie van de Seveso-inrichting worden ingezoomd zodat te zien is welke klimaatscenario's van toepassing zijn en in welke mate. In aanvulling hierop is op de kaart met de resultaten van de [landelijke stresstesten](#) te zien of aanvullend nog locatie specifieke dreigingen een rol spelen. Deze twee kaarten zijn de basis voor de informatie over de klimaatscenario's.

Voorbeeld

Algemeen kan aangenomen worden dat de klimaatdreiging "Zeespiegelstijging" voor locaties in bijvoorbeeld Twente niet relevant zijn. Dat kan grofmazig worden beoordeeld. Maar voor andere scenario's zal in meer detail gekeken moeten worden wat voor de specifieke locatie geldt. Bijvoorbeeld de waterdiepte bij een extreme bui. Figuur 14 toont dat dit locatie specifiek bekeken kan worden.

Net als bij ander veiligheidsstudies is het van belang de overwegingen te documenteren. Ook als een klimaatdreiging niet van toepassing is, wordt aanbevolen dit te documenteren met daarbij een bronvermelding inclusief datum van raadplegen van de bron.

¹ De risico's van aardbevingen zijn weliswaar Natech-scenario's, maar worden niet door klimaat(verandering) veroorzaakt en vallen daarom buiten de scope van dit project. De Seveso-inrichtingen zullen deze scenario's blijvend periodiek actualiseren.



Figuur 14. Voorbeeld extreme buien klimaatatlas "Waterdiepte bij hevige bui | 140 mm / 2 uur"

4.2.2 Stap 2: Analyseren effecten van elk scenario's

Beschrijving

Als is vastgesteld welke scenario's van toepassing zijn op de locatie, wordt aanvullend onderzocht welke gevaren, effecten en gevolgen de scenario's hebben op de locatie, zodat per dreiging een overzicht gemaakt kan worden. In deze stap worden de effecten geanalyseerd.

Uitvoering

Voor de systematische analyse wordt een overzicht gemaakt van de klimaatdreigingen, de gevaren die dit met zich meebrengt en de effecten die dit kan hebben. Een voorbeeld van een uitwerking hiervan is gegeven in tabel 1. In bijlage 1 is een meer uitgebreide tabel toegevoegd. Zoals eerder vermeld is dit geen limitatieve lijst en kan een lokale analyse ook leiden tot andere effecten. De combinaties van klimaatdreigingen zijn niet in deze tabel opgenomen. De eerste analyse is die van de afzonderlijke dreigingen. De analyse van de combinaties volgt daarna. Voorbeelden van combinaties zijn:

- Hitte en droogte
- Storm, hoge rivierafvoeren en extreme neerslag
- Extreme neerslag en bliksem

Klimaatdreiging	Gevaar	Effect	Gevolg
Zeespiegelstijging	Hoger basisrisico op overstroming	Overstroming	
		Corrosie	
		Bereikbaarheid hulpdiensten	
		Langdurig uitval installaties	
	Verziltting oppervlaktewater	Verziltting proceswater	
		Zouter koelwater	
Rivierafvoeren	Hogere afvoer met hoger basisrisico op overstroming	Overstroming	
		Erosie van kade	
		Erosie funderingen	
		Zwaardere belasting dijken	
		Stijging grondwater	
		Stijging oppervlaktewater	
	Lagere afvoer	Lage waterstand	
		Opwarming van water	
		Lage stroomsnelheid water	
		Verziltting van water	Zie scenario zeespiegelstijging
		Verminderde vaardiepte	

Tabel 1. Voorbeeld van een deel van het overzicht klimaatdreigingen met de gevaren, effecten en gevolgen (zie voor uitgebreide tabel Bijlage 1)

Voorbeeld

Een van de klimaatscenario's betreft grote fluctuaties in de rivierafvoer. Door een teveel aan water bestaat de kans dat rivierafvoeren een hogere waterstand krijgen met daardoor een hoger basisrisico op overstromingen. Maar doordat het hoge water vaker voor kan komen kan hierdoor ook het grondwater stijgen, of kan erosie van de kade op gaan treden. Deze

effecten moeten in de analyse opgenomen worden en hiervan zullen de gevolgen voor de inrichting (in de volgende stap) beschouwd moeten worden.

4.2.3 Stap 3: Beoordeling gevolgen.

Beschrijving

Als de effecten op de locatie bekend zijn, kan aanvullend gekeken worden naar de gevolgen die deze hebben voor de installaties en de bedrijfsvoering (veiligheidsbeheerssysteem) en welke maatregelen getroffen kunnen worden.

Uitvoering

De gevolgen van de klimaatscenario's zullen op verschillende manieren beschouwd moeten worden. Namelijk de gevolgen per insluitsysteem, de gevolgen voor het terrein van de inrichting en de gevolgen voor de reeds aanwezige maatregelen. Bij de klimaatscenario's wateroverlast, hitte, kou en droogte moeten ook de gevolgen beschouwd worden als dit voor langere periode (meerdere weken) aanhoudt.

In het kader van vbs element ii zijn insluitsystemen gedefinieerd. In lijn met deze bestaande uitvoering kan de beoordeling van de gevolgen per insluitsystemen worden uitgevoerd. Aanvullend moet beoordeeld worden of de effecten gevolgen hebben voor het terrein (zoals bereikbaarheid of hoog water). En tot slot wordt nog gekeken worden naar de directe impact op de aanwezige (repressieve) kritische maatregelen. Bij deze laatste analyse moet de vraag gesteld worden wat gevolgen van het klimaatscenario zijn voor de werking van deze aanwezige maatregelen.

Voorbeeld

Voorbeelden van deze stap worden tezamen met stap 4 na de beschrijving van stap 4 gegeven. Hier nog wel een voorbeeld van de uitvoering van stap 3.

Gevolg (Schadebeeld)	Overstroming	Stormvloed	Zware regenval	Bliksem	Wind	Aardverschuiving	Lage temperatuur		
Knikken	X	X	X		X	X			
Breuk in leiding/flens	X	X			X	X	X		
Perforatieschade	X	X			X	X			
Ontsteken vonken	X	X							
.....									

Tabel 2. Gevolgen in relatie tot natuurramptriggers [9] (uitgebreide tabel zie Bijlage 1)

Gevolg (Schadebeeld)	Atmosferische opslagtank	Hogedrukvat (bullet)	Hogedrukvat (sphere)	Warmtewisselaar	Phase separator	Kolom	Stack	Dijk/plas	Afvoeren	
Knikken	X					X	X			
Breuk in leiding/flens	X	X	X	X		X				
Perforatieschade	X									
Ontsteken vonken	X								X	
.....										

Tabel 3. Veel voorkomende gevolgen in relatie tot installaties [9] (uitgebreide tabel zie Bijlage 1)

4.2.4 Stap 4: Bepalen maatregelen.

Beschrijving

Als de gevolgen voor de installaties en de bedrijfsvoering (veiligheidsbeheerssysteem) geanalyseerd zijn moet bepaald worden of aanvullende maatregelen getroffen moeten worden en welke dat dan zijn om tot een aanvaardbaar risico te komen. De beoordeling van aanvaardbaarheid moet gedaan worden op basis van het PBZO-beleid dat is vastgesteld binnen de Seveso-inrichting. Voor de aanvullende maatregelen gelden dezelfde voorwaarden als voor alle andere getroffen maatregelen bij Seveso-inrichtingen (effectief, betrouwbaar, bereikbaar enz.).

Uitvoering

Bij de beoordeling van de insluitsystemen moet gekeken worden of de aanwezige maatregelen voldoende ingrijpen bij de gevolgen van de klimaatscenario's of dat aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Aanvullend zal beoordeeld worden of met betrekking tot de gevolgen voor het terrein en de aanwezige (repressieve) kritische maatregelen nog aanvullende maatregelen getroffen moeten worden. Dit kunnen technische, maar ook organisatorische maatregelen zijn.

Het type aanvullende maatregel en de noodzaak voor het treffen van aanvullende maatregelen moet beoordeeld worden met behulp van het eigen beoordelingssysteem (bijvoorbeeld de risicomatrix). Dit bepaalt of de aanvullende maatregelen zorgen voor een aanvaardbaar risico.

Naast het bepalen van de maatregelen moet ook gekeken worden naar de manier waarop bepaald wordt wanneer de maatregel in werking treedt:

- Bij een technisch alarm
- Door geconstateerde afwijkingen op de plant of in de omgeving (ijsvorming, laag water,...)
- Door aankondiging van een landelijk weeralarm (code oranje hevige sneeuw, hitteplan,...)
- ...

Voorbeeld

Voorbeeld insluitsysteem: Door langdurige hitte kan het koelwater opwarmen waardoor deze een proces in de reactor onvoldoende koelt. De reeds aanwezige maatregelen zullen ervoor zorgen dat het proces bij een te hoge temperatuur stopt. Bij langdurig aanhouden van de hitte kan dit voor herhaalde verstoringen van het proces zorgen. Om dit te voorkomen kan een aanvullende maatregel getroffen worden. Bijvoorbeeld een procedure die, als het landelijke hitteplan in werking treedt, zorgt voor een tijdelijke aanpassing van het koelwatersysteem zodat deze wel voldoende koelt.

Voorbeeld terrein: Door langdurige regenval kunnen de sloten rondom het terrein volstromen met water waardoor het regenwater niet meer van het terrein afstroomt. Gevolg is dat bepaalde delen van het terrein onder water komen te staan. Het deel van het terrein dat onderloopt betreft de leidingstraat. Door verzadiging van de grond kan de ondersteuning van de leidingen verzakken. Een aanvullende maatregel kan een procedure zijn, die aangeeft dat bij dergelijke langdurige regenval de leidingstraat en de grond extra geïnspecteerd moeten worden.

Voorbeeld kritische maatregel: Door extreme regenval is de afvoer van hemelwater uit de tankput onvoldoende. Het water blijft hierdoor lang in de tankput staan waardoor de benodigde opvangcapaciteit van de tankput niet meer voldoende is. Dit heeft geen directe loss of containment tot gevolg. Echter in geval van brand kan het verontreinigde bluswater niet allemaal opgevangen worden. Of bij leidingbreuk kan de inhoud van de tank niet volledig worden opgevangen. De tankput als maatregel is dan niet meer effectief. Aanvullende maatregelen kunnen, afhankelijk van de hoogte van het risico, getroffen worden. Dit kan bijvoorbeeld een aanpassing van de afvoer zijn, maar kan ook het leegpompen van de tankput zijn als na controle blijkt dat het water onvoldoende wegloopt na extreme regenval.

4.2.5 Stap 5: Prioritering en borging maatregelen (en maatregelen voor op de lange termijn in proces).

Beschrijving

Afhankelijk van de kans (op korte termijn of op lange termijn verwacht) en het gevaar (direct of indirect gevaar) kan beoordeeld worden welke maatregelen passend zijn (technisch en/of organisatorisch) en kan prioriteit gegeven worden aan het treffen van maatregelen.

Net als bij de beoordeling van de reguliere scenario's zal ook bij de beoordeling van de klimaatscenario's de hoogte van de kans op optreden (zie klimaatatlas) en de omvang van het effect een rol spelen. Hierbij kunnen de volgende vragen een rol spelen:

- Wat is de kans op een dergelijk klimaatscenario? Bijvoorbeeld het scenario zeespiegelstijging is een lange termijn scenario en extreme buien is een korte termijn scenario (komt nu al voor).
- Is het noodzakelijk dat een maatregel direct geïmplementeerd wordt? Voor lange termijn scenario's is een maatregel niet direct noodzakelijk, hier kan bewustwording en monitoring in de toekomst voldoende zijn.
- Zijn aanvullende maatregelen technisch en economisch mogelijk? Als dit niet mogelijk is kan bij bepaalde klimaatscenario's ervoor gekozen worden organisatorische maatregelen te treffen. Bijvoorbeeld het tijdelijk stopzetten van een risicovol proces.
- Kan de maatregel bij nieuwbouw of verbouw in de toekomst meegenomen worden?

Uitvoering

Door middel van een matrix kunnen op basis van bovengenoemde vragen prioriteiten worden gesteld. Daarnaast moet worden aangegeven of en op welke wijze de maatregelen geborgd zijn in het systeem of het proces. Als een maatregel nog niet genomen wordt, omdat het een lage prioriteit heeft, moet dit ook expliciet worden aangegeven.

Voorbeeld

Scenario	Gevaar (direct/indirect)	Kans (korte /lange termijn)	Maatregel (technisch/organisatorisch)	Borging (ja/nee)
1. Langdurige regenval	Sloten stromen vol, delen van terrein onder water, verzakking leidingen, breuk leiding: LOC, Indirect gevaar	Korte termijn	Procedure: extra inspectie bodem (organisatorisch)	Ja: zie procedure XX
2. Langdurige hitte	Koelwater warmt op, proces in reactor onvoldoende koeling, opwarming in reactor, breuk reactor, LOC, indirect gevaar	Korte termijn	Maatregel: aanpassing koelwatersysteem (technisch)	Ja: zie procedure XXX
3. Zeespiegel stijging	Zoutindringing vindt plaats, oppervlaktewater wordt zouter, proceswater te zout, verstoring proces, indirect gevaar	Lange termijn	Maatregel: Monitoring kwaliteit proceswater (organisatorisch) Bij afwijking in de toekomst mogelijk extra zuivering proceswater (technisch)	Ja: zie procedure XXX
...	...	...	...	...

Tabel 4. Voorbeeld van een prioriteitenmatrix

4.2.6 Stap 6: Actualiseren conform pdca-cyclus

Seveso-inrichtingen werken conform de plan-do-check-act cyclus. Wellicht ten overvloede wordt toch tot slot stap 6 benoemd. Dit om te borgen dat de Natech-scenario's ook conform de pdca-cyclus periodiek herzien worden. Niet alleen omdat de inrichting aan verandering onderhevig is, dit geldt ook voor de klimaatscenario's en de technieken hieromtrent. Door meer nauwkeurige metingen en data kunnen klimaatscenario's in de toekomst worden bijgesteld. Kansen op of de omvang van bepaalde scenario's kunnen aangepast worden. Door het treffen van bijvoorbeeld landelijke maatregelen voor dijken, rivierafvoeren of berging van overtollig water kunnen scenario's veranderen. En ook de techniek ten aanzien van de maatregelen die mogelijk zijn zullen veranderen. Dit alles betekent dat ook de Natech-scenario's continu gemonitord moeten worden en onderdeel moeten zijn van het vbs van de Seveso-inrichting.

5 Aanbevelingen

Het laat zich lastig voorspellen hoe en hoe snel de klimaatveranderingen zullen optreden en tot effecten kunnen leiden. Daarnaast blijft het zoeken naar de grens tussen de maatregelen die op een inrichting getroffen moeten worden en de maatregelen die breder opgepakt moeten worden. Het verhogen van de dijken of het herinrichten van de natuur zodat de kans op een grote natuurbrand wordt verkleind, zijn geen maatregelen die bij een individuele inrichting ligt. Ditzelfde geldt voor de borging van overtollig water, voor een buffer ten tijde van droogte en het voorkomen van te hoog of te laag grondwater. Hier zal door de Seveso-inrichtingen samenwerking gezocht moeten worden met de overheid.

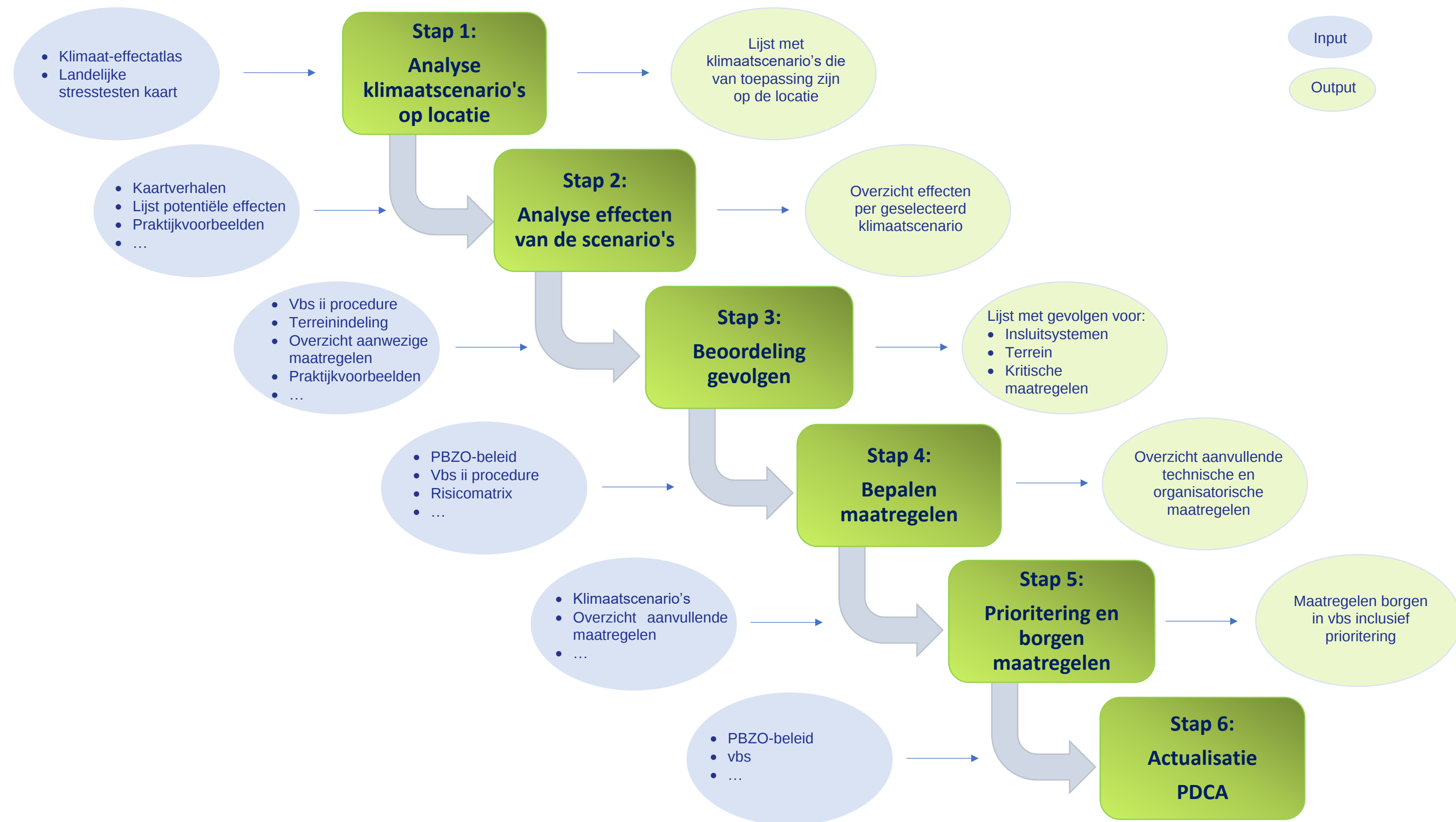
Bewustwording en signalering van de effecten en de bijhorende gevolgen door klimaatdreiging is in eerste instantie de belangrijkste stap voor de Seveso-inrichtingen. Hierdoor wordt zichtbaar welke mate van zelfredzaamheid binnen een inrichting aanwezig is. De Seveso-inrichtingen wordt aanbevolen de Natech incidenten gefaseerd te beoordelen. Kijk eerst naar de *directe* gevolgen voor de inrichting (bijvoorbeeld clusterbuizen die anno 2026 al plaatsvinden) en maak aanvullend een overzicht van de scenario's die op de *langere termijn* verwacht worden (bijvoorbeeld zeespiegelstijging). Deze lange termijn scenario's vragen niet direct om het toepassen van een maatregel, maar moeten wel gemonitord worden. Het bevoegd gezag wordt aanbevolen bij de uitvoering van de VTH-taken ook met deze fasering van de uitvoering door de Seveso-inrichtingen, rekening te houden.

Referenties

1. KNMI 2023 KNMI'23-klimaatscenario's voor gebruikers.
2. Weeronline 2026 <https://www.weeronline.nl/nieuws/dit-is-het-nederlandse-jaarklimaat> (januari 2026).
3. Deltares 2023 Implications of the KNMI'23 climate scenarios for the discharge of the Rhine and Meuse. RWS.
4. HKV, KNMI 2019 Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019. STOWA.
5. STOWA 2024 Nieuwe basisstatistiek en toekomststatistiek beschikbaar voor waterbeheerders. STOWA. Geraadpleegd op 15-03-2025, van <https://www.stowa.nl/nieuws/nieuwe-basisstatistiek-en-toekomststatistiek-beschikbaar-voor-waterbeheerders>.
6. KEA 2026 <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartviewer>
7. NEN 2024 Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-ISO Guide 84 (nl) Richtlijnen om in normen in te gaan op klimaatverandering (ISO Guide 84:2020)
8. CEN 2016 CEN-CENELEC GUIDE 32 Guide for addressing climate change adaptation in standards Edition 1, 2016-04
9. Joint Research Centre (JRC) Necci A., Krausmann E. 2023 JRC Technical Report. Natech risicobeheer. Leidraad voor exploitanten van gevaarlijke industriële inrichtingen en nationale autoriteiten. Nederlandse vertaling door het LEC industriële veiligheid.

Bijlage 1. Uitwerking stappenplan

In deze bijlage wordt een visueel overzicht gegeven van het stappenplan. Per stap wordt een input (blauw) en een output (groen) gegeven. Onder het stappenplan worden per stap voorbeelden gegeven. Dit kunnen links naar websites zijn, maar ook tabellen met informatie of voorbeelden van uitwerkingen. Het is niet de intentie hierbij volledig te zijn, maar om richting te geven.



Stap 1 Analyse klimaatscenario's op locatie

Klimaatscenario's	Kaarten Klimateffect-atlas [6]
Zeespiegelstijging	Zeespiegel en waterstanden Verzilting door zeespiegelstijging
Rivierafvoeren	Kans op overstroming door toenemende rivierafvoeren KNMI'23 afvoerscenario's Rijn en Maas
Wateroverlast	Waterdiepte bij korte hevige neerslag Grondwateroverlast
Hitte	Hittegolf Opwarming oppervlaktewater
Droogte	Tekort oppervlaktewater Laagste grondwaterstanden
Extreme wind / storm	Storm
Hagel en ijzel	KNMI'23 klimaatscenario's

Tabel 5. Overzicht klimaatdreiging

Stap 2 Analyse effecten van de scenario's

De kaarten en de kaartverhalen in de landelijke Klimateffectatlas (<https://www.klimateffectatlas.nl>) [6] geven naast de informatie over de locatie en impact van het hoge en lage scenario per thema's ook informatie over de effecten op de omgeving. Tabel 6 geeft een overzicht van potentiële effecten van klimaatdreigingen. Voorbeelden van Natech-incidenten in Europa zijn beschikbaar in de [eNATECH-database](#).

Klimaatdreiging	Parameter / trend KNMI'23	Potentiële effecten Seveso-inrichtingen
Zeespiegelstijging	+26 - 73 cm (Ld) tot +59 - 124 cm (Hd) in 2100; kans op extreme stijging > 2 m na 2100	Verhoogd risico op overstroming van installaties en opslaglocaties; falen van dijken of keringen → loss of containment; verstoring bereikbaarheid door hulpdiensten; verzilting van koel- en proceswater → nadelig effect op installaties
Rivierafvoeren	Hogere winter- en voorjaarsafvoeren; lagere zomerafvoeren (-10 tot -30%)	Hoogwater: risico op overstroming en externe waterdruk op installaties. Laagwater: beperkingen in koelwateraanvoer, verzilting, verminderde transportmogelijkheden

Klimaatdreiging	Parameter / trend KNMI'23	Potentiële effecten Seveso-inrichtingen
Wateroverlast	Toename intensiteit korte en langdurige buien; hogere maxima in H-scenario's (KNMI, 2023)	Wateroverlast op bedrijfsterrein → uitval elektrische installaties, schade leidingen, verontreiniging door contact met oppervlaktewater; logistieke hinder. Grondwateroverlast. Lokaal meer kans op uitspoeling van grondlichamen → schade leidingen/funderingen
Hitte	Max. temperatuur tot 42,5 °C; verdubbeling duur hittegolven; toename inkomende zonnestraling (+4–11%) (KNMI, 2023)	Verhoogde koelvraag voor langere periode, verhoogde druk/temperatuur in leidingen en tanks, vervorming materialen, falen airconditioning, verhoogde brand- en explosierisico's, oververhitting personeel,
Droogte	Neerslagtekort stijgt van 105 mm naar max. 280 mm (Hd, 2100); structureel hogere tekorten (KNMI, 2023)	Bodemdaling/zettingen → schade leidingen/funderingen; verminderde beschikbaarheid koelwater; risico op stofexplosies; verminderde bluswatervoorziening
Extreme wind / storm	Geen toename in piekwindsnelheden; lichte afname gemiddelde windsnelheid; veranderende windrichtingen (KNMI, 2023)	Schade aan daken, gevels, schoorstenen; omvallen van opslagtanks of pijpleidingen; verhoogde golfopzet in combinatie met zeespiegelstijging
Hagel en ijzel	Toename kans zware hagelbuien in zomer; afname aantal ijzeldagen, maar kans op regen-op-bevroren ondergrond blijft (KNMI, 2023)	Hagelschade aan tanks, leidingen en daken (scheuren, lekkages); ijsafzetting kan leidingen en constructies overbelasten; verstoring logistiek; afkoeling appendages, verstopping regenpijpen
Onweer en bliksem	Niet meer onweersdagen, wel intensere buien met meer ontladingen (KNMI, 2023)	Directe blikseminslag op tanks/leidingen/elektrische systemen; storingen in besturing en beveiliging; combinaties met hagel en regen vergroten risico's
Unseen weather	rekening houden met extremen buiten historische bandbreedte (lange periode met hittegolf of kou, meerdaagse regen (of sneeuw), zeer lage luchtvochtigheid)	Onverwachte faalmechanismen, zoals statische elektriciteit (<25% RV), falen koelsystemen, langdurige uitval logistiek en ketenprocessen

Tabel 6. Overzicht van klimaatdreigingen, verwachte trends volgens KNMI'23, potentiële effecten op Seveso-inrichtingen

Stap 3 Beoordeling gevolgen

Voorbeelden van gevolgen door bepaalde klimaatscenario's en voorbeelden van de gevolgen voor insluitsystemen zijn in tabel 7 en tabel 8 gegeven.

Gevolg (Schadebeeld)	Overstroming	Stormvloed	Zware regenval	Bliksem	Wind	Aardverschuiving	Lage temperatuur		
Knikken	X	X	X		X	X			
Breuk in leiding/flens	X	X			X	X	X		
Scheuring constructie	X	X			X				
Loskomen van fundering		X							
Steunpoot falen		X				X			
Vast dakschade			X		X		X		
Drijvend dakschade			X		X				
Verschuiving	X	X			X	X			
Kantelen	X	X			X	X			
Perforatieschade	X	X			X	X			
Ontsteken vonken	X	X							
Overvullen	X	X	X						
.....									
.....									

Tabel 7. Gevolgen in relatie tot natuurramptriggers [9]

Gevolg (Schadebeeld)	Atmosferische opslagtank	Hogedrukvalen (bullet)	Hogedrukvalen (sphere)	Warmtewisselaar	Phase separator	Kolom	Stack	Dijk/plas	Afvoeren	
Knikken	X					X	X			
Breuk in leiding/flens	X	X	X	X		X				

Gevolg (Schadebeeld)	Atmosferische opslagtank	Hogedrukvent (bullet)	Hogedrukvent (sphere)	Warmtewisselaar	Phase separator	Kolom	Stack	Dijk/plas	Afvoeren	
Scheuring constructie	X									
Loskomen van fundering	X									
Steunpoot falen	X	X	X	X		X				
Vast dakschade	X									
Drijvend dakschade	X									
Verschuiving	X	X	X							
Kantelen	X	X	X			X				
Perforatieschade	X									
Ontsteken vonken	X								X	
Overvullen	X							X	X	
.....										
.....										

Tabel 8. Veel voorkomende gevolgen in relatie tot installaties [9]

Stap 2 en 3 kunnen in tabelvorm worden uitgewerkt. Tabel 9 geeft hiervan een voorbeeld.

Klimaatdreiging	Gevaar	Effect	Gevolg
Zeespiegelstijging	Hoger basisrisico op overstroming	Overstroming	
		Corrosie	
		Bereikbaarheid hulpdiensten	
		Langdurig uitval installaties	
		Opdrijven opslagtanks	
		Kortsluiting in systemen	
		Installaties onbruikbaar	
		Installaties onbereikbaar	
		Inrichting onbereikbaar voor aflossing personeel en contractors	

Klimaatdreiging	Gevaar	Effect	Gevolg
	Verziltting oppervlaktewater	Verziltting proceswater	
		Zouter koelwater	Corrosie installatie
Rivieraafvoeren	Hogere afvoer met hoger basisrisico op overstroming	OverstromingErosie van kade	
		Erosie van kadeErosie funderingen	Instabiliteit constructies of opslagtanks
		Erosie funderingen	Instabiliteit constructies of opslagtanksBezwijken leidingen
			Bezwijken leidingen
		Zwaardere belasting dijken	Grotere kans op falen
		Zwaardere belasting dijkenStijging grondwater	Grotere kans op falen
		Stijging grondwater Stijging oppervlaktewater Stijging oppervlaktewater	Overstroming door vertraagde afvoer hemelwater of koelwater
		Stijging grondwater Stijging oppervlaktewater	Overstroming door vertraagde afvoer hemelwater of koelwater Problemen logistieke aan- en afvoer
			Problemen logistieke aan- en afvoer
	Lagere afvoer	Lage waterstand	Afname koelcapaciteit koelwater
			Geen aanvoer/aanzuiging van bluswater mogelijk
		Opwarming van water	Afname koelcapaciteit koelwater
		Lage stroomsnelheid water	Zie scenario zeespiegelstijging
		Verziltting van water	Zie scenario zeespiegelstijgingProblemen logistieke aan- en afvoer
		Verminderde vaardiepte	Problemen logistieke aan- en afvoer

Klimaatdreiging	Gevaar	Effect	Gevolg
Wateroverlast*	Extreme buien	Overstroming terrein door overvragen hemelwaterafvoer	Kortsluiting of storing in elektrische systemen
		Vollopen van lagergelegen gebouwonderdelen	
		Vollopen van lagergelegen terreindelen	Problemen logistieke aan- en afvoer
		Onbegaanbare wegen en terreinen	Problemen logistieke aan- en afvoer
Hitte*	Extreem hoge temperaturen (hittegolf)	Opwarming van de installaties	Verhoogde kans op LOC
		Opwarming materialen	
		Opwarming koelwater	Noodstops of instabiele procescondities
		Afname efficiëntie van koelinstallaties	Noodstops of instabiele procescondities
		Werkplekken personeel te warm	
Droogte*	Extreem weinig neerslag	Lage grondwaterstanden	Druk op funderingen
		Lagere oppervlaktewaterstanden	Minder water beschikbaar
		Verzakking van de bodem	Scheuren leidingen
		Natuurbrand	
		Droge, stoffige omgeving	Verhoogde kans stofexplosie
		Hele lage luchtvochtigheid	Verhoogde kans statische oplading
Extreem weer	Harde wind / storm	Fysieke schade installaties	
		Fysieke schade gebouwen	

Klimaatdreiging	Gevaar	Effect	Gevolg
		Fysieke schade natuur in de omgeving	
	Grote hagelstenen	Fysieke schade installaties	
		Fysieke schade gebouwen	
	IJzel	Belasting installaties	
		Gladheid op het terrein	
		Beperkte bereikbaarheid hulpdiensten/personeel	Niet halen opkomsttijden consignatie
	Sneeuw	Belasting installaties	
		Beperkte bereikbaarheid hulpdiensten/personeel	Niet halen opkomsttijden consignatie
	Vaker onweer (bliksem)	Verhoogde kans op blikseminslag	

Tabel 9. Voorbeeld voorkomende gevaren en effecten per klimaatdreiging.

*) Voor deze klimaatdreigingen moet in relatie tot unseen weather ook rekening gehouden worden met langere periodes van wateroverlast, hitte en droogte.

Stap 4 en 5 Bepalen, prioriteren en borgen maatregelen

Tabel 10 laat zien hoe de maatregelen beschreven kunnen worden, welke prioritering gegeven is en hoe de maatregel geborgd is. Als een maatregel nog niet genomen wordt, omdat het een lage prioriteit heeft, moet dit ook expliciet worden aangegeven.

Scenario	Gevaar (direct/indirect)	Kans (korte /lange termijn)	Maatregel (technisch/organisatorisch)	Borging (ja/nee)
4. Langdurige regenval	Sloten stromen vol, delen van terrein onder water, verzakking leidingen, breuk leiding: LOC, Indirect gevaar	Korte termijn	Procedure: extra inspectie bodem (organisatorisch)	Ja: zie procedure XXX
5. Langdurige hitte	Koelwater warmt op, proces in reactor onvoldoende koeling, opwarming in reactor, breuk reactor, LOC, indirect gevaar	Korte termijn	Maatregel: aanpassing koelwatersysteem (technisch)	Ja: zie procedure XXX
6. Zeespiegelstijging	Zoutindringing vindt plaats, oppervlaktewater wordt zouter, proceswater te zout, verstoring proces, indirect gevaar	Lange termijn	Maatregel: Monitoring kwaliteit proceswater (organisatorisch) Bij afwijking in de toekomst mogelijk extra zuivering proceswater (technisch)	Ja: zie procedure XXX
...	...	...	...	...

Tabel 10. Voorbeeld borging maatregelen incl. prioriteit

Bijlage 2 Achtergrond documenten

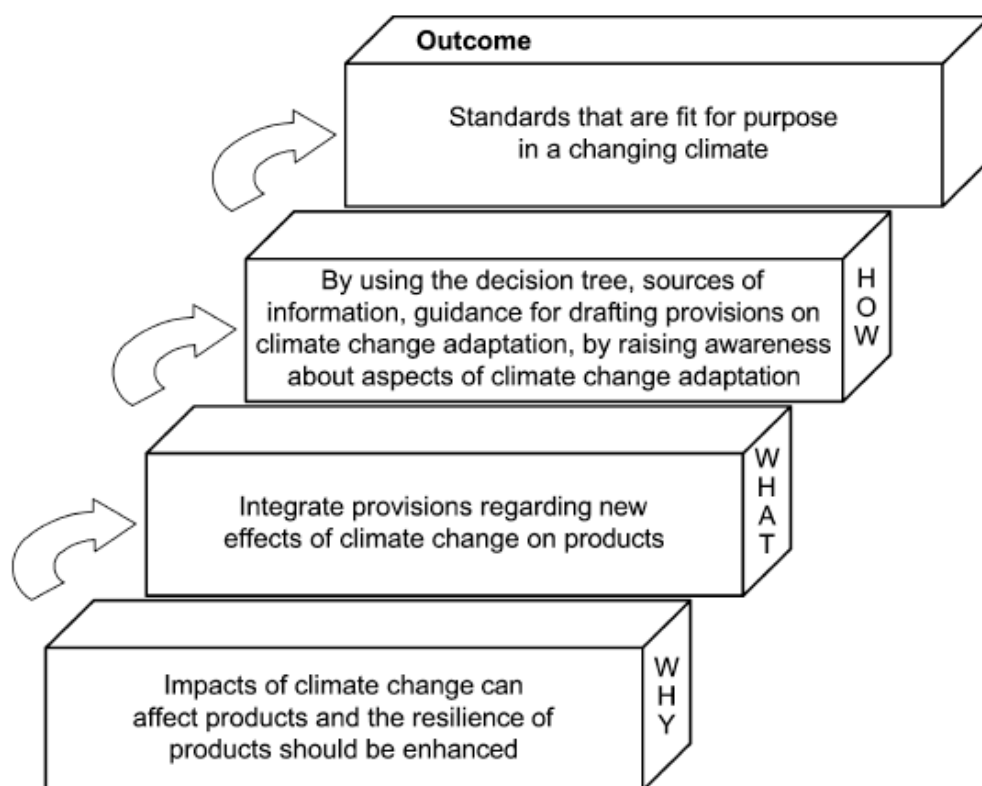
Wereldwijd is klimaatverandering een thema dat al jaren op de agenda staat. De klimaatdreigingen die in onderhavig rapport beschreven zijn zullen in meer of mindere mate de bedrijfsvoering bij Seveso-inrichtingen beïnvloeden. Daarom zullen ook deze bedrijven hier rekening mee moeten houden en klimaatadaptatie als thema moeten borgen in hun bedrijfsvoering. Seveso-inrichtingen kunnen de klimaatfactoren actief betrekken in de risicobeoordeling of bij het huidige ontwerp van technische installaties. Op basis van de verzamelde kennis (uit literatuur, data-analyse en bestaande methodes) is in hoofdstuk 4 een systematische en toepasbare methodiek beschreven voor een risicoanalyse die specifiek is gericht op de effecten van klimaatverandering op industriële installaties. In deze bijlage de achterliggende documentatie die hieraan ten grondslag ligt.

CEN-CENELEC Guide 32 [8]

CEN-CENELEC Guide 32 is een “*Guide for addressing climate change adaptation in standards, Edition 1, 2016-04*” Deze richtlijn is bedoeld voor iedereen die betrokken is bij het opstellen van normen. Er wordt niet van normschrijvers verwacht dat zij deskundigen worden op het gebied van aanpassing aan klimaatverandering, maar door deze richtlijn te gebruiken worden zij aangemoedigd om:

- te benadrukken dat het rekening houden met aspecten van klimaatverandering een complex proces is dat vereist dat men verder kijkt dan de gebruikelijke grenzen van een specifiek normalisatieonderwerp;
- basisprincipes te identificeren en te begrijpen die in overweging moeten worden genomen bij het nadenken over aanpassing aan klimaatverandering;
- en bepalingen voor aanpassing aan klimaatverandering in normen te integreren.

Deze richtlijn stelt een stapsgewijze aanpak voor, gebaseerd op het principe van levenscyclusbenadering, zoals geïllustreerd in figuur 15. Bij het opstellen van het stappenplan is de “Why-what-how” systematiek vertaald naar een aantal te onderscheiden stappen in het proces.



Figuur 15. Stapsgewijze benadering voor implementeren van klimaatveranderingsaspecten

NPR-ISO Guide 84

In 2024 is de “Nederlandse praktijkrichtlijn NPR-ISO Guide 84 (nl) Richtlijnen om in normen in te gaan op klimaatverandering (ISO Guide 84:2020)” [7] gepubliceerd. Het doel van dit document is te stimuleren dat personen die ISO-normen en andere deliverables ontwikkelen daarin bepalingen opnemen die ingaan op de impacts, risico's en kansen van klimaatverandering. De schematische opbouw van dit NEN-document schetst het proces hoe op klimaatverandering in kan worden gegaan.

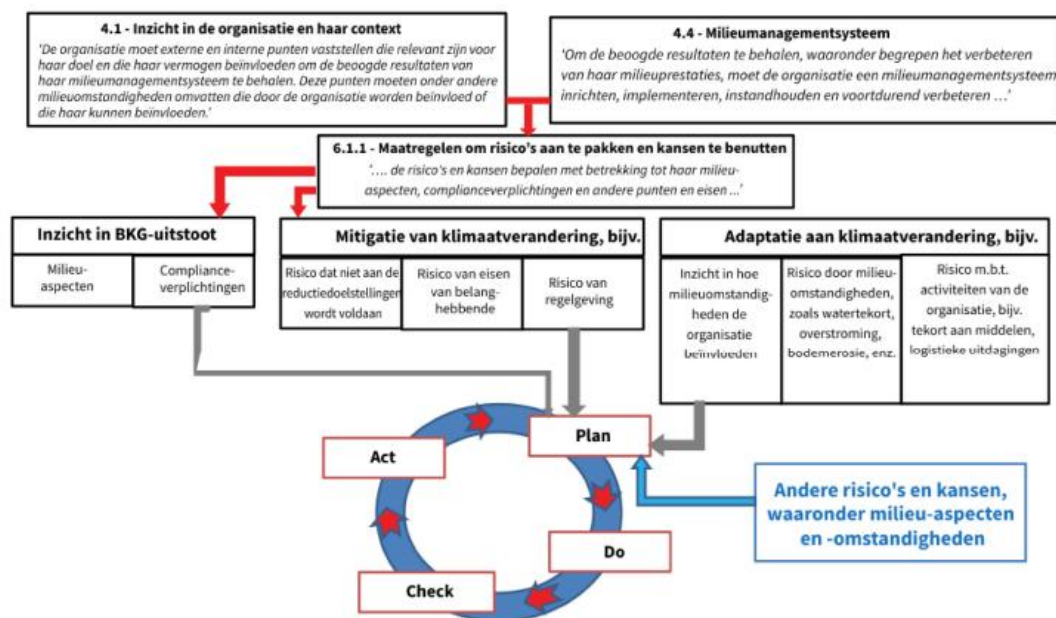
De risicobehoedingsmethodiek die in het stappenplan in hoofdstuk 4 van onderhavig rapport wordt beschreven is gebaseerd op deze norm. Onder andere de in de NEN norm genoemde drijvende factoren voor klimaatverandering, de impacts van klimaatverandering en de gevolgen voor levenscyclusstadia met betrekking tot het specifieke object waaraan aandacht wordt besteed, zijn gebruikt bij de uitwerking van het stappenplan. Zie figuur 16.

Climate drivers	Secondary effects/ climate related drivers	Impacts	Consequences	Life cycle stages			
Annual / seasonal / monthly average (air) temperature Extreme (air) temperature (frequency and magnitude) Annual / seasonal / monthly average precipitation Extreme precipitation (frequency and magnitude) Average wind speed Maximum wind speed Humidity Solar radiation	Sea level rise (SLR) (plus local land movements) Sea/ water temperatures Water availability Storm (tracks and intensity) including storm surge Flood Ocean pH Dust storms Coastal erosion Soil erosion Soil salinity Wild fire Air quality Ground instability/ landslides/ avalanche Urban heat island effect Growing season length Icy conditions/ ground frost Thawing of permafrost	Physical damage Loss of access Behaviour change Health effects Social change		1	2	3	4
			Changes to prices and availability of inputs	X	X		
			Disruption to supply of raw materials	X	X		
			Changes in demand		X		
			Changes in user requirements			X	
			Effects on quality/ performance			X	
			Effects on chemical or mechanical processes			X	X
			Transport disruption	X	X	X	X

Figuur 16. Schematisch overzicht drijvende factoren genoemd in NPR-ISO Guide 84 (nl)

In de NPR-ISO Guide wordt ook verwezen naar klimaatverandering en de ISO 14001 – milieumanagementsystemen. Figuur 17 geeft schematisch het verband weer tussen de belangrijkste hoofdstukken in ISO 14001:2015 en CCM en CCA. Het doel ervan is gebruikers van ISO 14001 helpen laten zien hoe zij de uitdagingen op het gebied van klimaatverandering via hun managementsysteem kunnen oppakken.

ISO 14001 heeft betrekking op de noodzaak tot aanpassing aan elke verandering in de milieumstandigheden en omvat zaken zoals de noodzaak tot aanpassing aan andere milieugevolgen die niet het gevolg zijn van klimaatverandering, bijvoorbeeld verlies van ecosysteemdiensten en biodiversiteit.



Figuur 17. ISO 14001:2015 en klimaatverandering

Natech risicobeheer. Leidraad voor exploitanten van gevaarlijke industriële inrichtingen en nationale autoriteiten 2023 [9]

Het document Natech risicobeheer geeft inzicht in Natech incidenten met betrekking tot industriële incidenten. Ook laat het zien dat met betrekking tot voorkomen en beperken van de effecten van een Natech scenario, terdege rekening moet worden gehouden met de kans dat het natuurgeweld preparatieve en/of repressieve voorzieningen heeft beschadigd. In het document worden ook voorbeelden gegeven van incidenten en schadebeelden die kunnen ontstaan. Zowel schadebeelden in relatie tot verschillende natuurrampen zie figuur 18, als schadebeelden in relatie tot installaties zie figuur 14.

Schade (beeld)	Aardbeving	Overstroming (1)	Stormvloed (2)	Zware regenval	Bliksem	Wind	Aarde- verschuiving	Lage temperatuur
Knikken	X	X	X	X		X	X	
Breuk in leidingen/flezen	X	X	X			X	X	X
Scheuring constructie	X	X	X			X		
Loskomen van fundering	X		X					
Steunpoot falen	X		X				X	
Vast dakschade	X			X	X	X		X
Drijvend dakschade	X			X	X	X		
Verschuiving	X	X	X			X	X	
Kantelen	X	X	X			X	X	
Perforatieschade		X	X		X	X	X	
Ontsteking en vonken	X	X	X		X			
Overvullen		X	X	X				

(1) Langzaam-optredende vloed zoals zeespiegelstijging en rivieren.

(2) Snel-optredende vloed zoals bij dambreuk en tsunami's.

Figuur 18. Schadebeeld in relatie tot natuurramp triggers

	Atmosferische opslagtank	Hogedrukvaten (bullet)	Hogedrukvaten (sphere)	Warmtewisselaar	Phase separator	Kolom	Stack	Dijk/Plas	Afvoeren
Knikken	X					X	X		
Breuk in leidingen/flezen	X	X	X	X	X	X			
Scheuring	X								
Schaal-tot-bodem detachement	X								
Steunpoot falen	X	X	X	X	X	X			
Vast dakschade	X								
Drijvend dakschade	X								
Verschuiving	X	X	X		X				
Kantelen	X	X	X		X	X			
Perforatie schade	X								
Ontsteking en vonken	X								X
Overvullen	X							X	X

Figuur 19. Veel voorkomende schadebeelden in relatie tot installaties

De informatie uit het Natech risicobeheer document is niet overgenomen, maar gebruikt bij het opstellen van het stappenplan. Natech risicobeheer is een document dat naast het stappenplan gebruikt kan worden bij de beschouwing van klimaatveranderingen.

Samengevat

Naast de in deze bijlage beschreven documenten zijn er veel meer documenten die informatie geven over manieren om de klimaatveranderingen en de dreigingen die daarbij horen, te inventariseren en te borgen in managementsystemen. Bijvoorbeeld:

- NEN-EN-ISO 14091 (en) Klimaatadaptatie – Richtlijnen voor beoordeling van kwetsbaarheid, effecten en risico's (ISO 14091:2021, IDT)
- Lessen uit crisis en mini-crisis, klimaatverandering en extreem weer. NIPV 2023
- Klimaatadaptatie bij Seveso-inrichtingen, een praktische handleiding DCMR 2025
- Managing Risks from Natural Hazards to Hazardous installations (Natech), A guide for senior leaders in industry and public authorities. Series on chemical incidents (OECD, EC, UN 2024)
- Klimaatverandering en Seveso-bedrijven Kennisdocument Natech-incidenten Versie 1.0 – januari 2025. Landelijk Expertisecentrum Industriële Veiligheid (LEC IV)
- ...

Al deze documenten geven informatie over Natech incidenten en hoe hier mee om te gaan.