Tekst bij bollenschema bebouwde omgeving en ruimtelijke ordening



# Het wordt warmer

## Toename overlevingskansen insecten en exoten in winter

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De opwarming van de aarde zorgt voor gemiddeld zachtere winters. Door verandering in temperatuur is een mismatch mogelijk in de voedselketen. Daarbij zorgen hogere temperaturen voor een mogelijke verandering in ecosystemen en verschuiving in soorten, zoals een toename van warmte minnende aquatische soorten (waardoor zwemwater in recreatiegebieden niet meer aan de eisen voldoet) en een grotere overlevingskans van insecten en exoten in de winter. Bepaalde soorten insecten kunnen dan een plaag veroorzaken. De gevolgen voor de gebouwde omgeving zijn nog niet goed bekend. Ook de gevolgen voor het beheer van stedelijk groen zijn nog onvoldoende bekend.

**Relatie met andere sectoren**  *Waterhuishouding, Natuur, Landbouw, Gezondheid en Recreatie -* Door de verandering van de kwaliteit van het (zwem)water is er een relatie met de sectoren Waterhuishouding en Recreatie. Andere insecten en insectenplagen relateren aan de sectoren Natuur en Landbouw. De relatie met de sector Gezondheid geldt voor alle effecten.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Om insecten te weren kunnen maatregelen aan gebouwen nodig zijn. Zeker voor specifieke doelgroepen die kwetsbaar zijn voor vector overgedragen (overgedragen door insecten) ziekten. Gedacht kan worden aan extra insectenwering aan het huis en in de tuin. Bij plagen kan extra of specifieke inzet nodig zijn voor het groenbeheer om de openbare ruimte bruikbaar te houden, denk bijvoorbeeld aan het bestrijden van de eikenprocessierups.

*Bronnen
NAS, klimaatadaptatiedialoog Natuur 2019 (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/143053/nas\_natuurdialoog\_klimaatadaptatie\_2019.pdf*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/143053/nas_natuurdialoog_klimaatadaptatie_2019.pdf)*)*

*Kennisagenda Klimaat en Gezondheid, 2019 (*[*https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda\_Klimaat\_en\_Gezondheid\_digi\_versie.pdf*](https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda_Klimaat_en_Gezondheid_digi_versie.pdf)*)*

## Afname gebruik strooizout

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De opwarming van de aarde zorgt voor gemiddeld zachtere winters. Dit betekent dat er minder gestrooid hoeft te worden. Dit heeft een gunstig effect op de kwaliteit van wegen en aanpalend stedelijk groen. Strooizout veroorzaakt namelijk veel schade aan beplanting, het bodemleven en materialen zoals steen, hout en staal. Dit komt door het zout dat in de grond terecht komt, maar ook door zout spatwater. Zoutschade door strooizout komt plotseling, maar is vaak tijdelijk. Het zout spoelt weer uit de grond door de regen. Als dit gebeurd is voor het nieuwe groenseizoen begint, dan blijft de schade voor bladverliezende planten vaak beperkt. Maar omdat het zout ook in de takken wordt opgeslagen, kan het effect van één seizoen met een te hoog zoutgehalte wel meerdere jaren aanhouden. Zout kan door uitspoeling ook in goten en sloten terechtkomen. Daarnaast kan de overschrijding van de drempelwaarde voor chloride in het grondwater mogelijk het gevolg zijn van strooizout.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Natuur en Infrastructuur -* Strooizout heeft een effect op de vegetatie in de bermen en spoelt geleidelijk vanuit de bermen uit naar het (grond)water. Minder gebruik van minder strooizout heeft daarmee een positief effect op de sectoren Water, Natuur en Infrastructuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Geen extra maatregelen nodig.

*Bronnen
PBL, Nationale analyse waterkwaliteit, 2020 (*[*https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-nationale-analyse-waterkwaliteit-4002\_0.pdf*](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-nationale-analyse-waterkwaliteit-4002_0.pdf)*)*

*WUR, Zouttolerantie van planten (*[*https://edepot.wur.nl/249828*](https://edepot.wur.nl/249828)*)*

## Onkruid neemt toe (beheerkosten openbare ruimte, landbouw)

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Doordat de aarde opwarmt, begint het groeiseizoen eerder én duurt het langer. Deze hogere temperaturen zorgen niet alleen voor de groei van planten en gewassen, maar ook voor de groei van onkruid. Onkruid zijn ongewenste planten. Dat ze ongewenst zijn, kan verschillende redenen hebben: ze brengen de gewenste planten en materialen (zoals hout en steen) schade toe, zorgen voor extra gladheid wanneer het oppervlak nat wordt of zijn esthetisch niet gewenst. Doordat het groeiseizoen van onkruid langer wordt, brengt dit extra kosten met zich mee voor het beheer van de openbare ruimte.

**Relatie met andere sectoren***Landbouw -* De bestrijding van onkruid in de landbouw is een belangrijk onderdeel van de bedrijfsprocessen.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het bestrijden van deze ongewenste planten kan op verschillende manieren. Onkruidgroei kan worden voorkomen door het gebruik van onkruidwerende materialen, zoals voegvullingen en printbeton. Ook kan de openbare ruimte met extra aandacht worden ingericht, kies bijvoorbeeld voor vergroening in plaats van verharding, maak trottoirs niet te breed, maak kleinere voegen, plaats obstakels zoals verkeersborden in het groen, let op verzakkingen en houdt rekening met het onderhoud.

*Bronnen
Tuin en Landschap, 2014 (*[*https://www.nvrd.nl/stream/themanummer-onkruid-op-verhardingen-tuinlandschap-sept-2014.pdf*](https://www.nvrd.nl/stream/themanummer-onkruid-op-verhardingen-tuinlandschap-sept-2014.pdf) *(p. 38-43))*

*WUR, Inventarisatie onkruidbestrijding op verhardingen, 2013 (*[*https://www.wur.nl/upload\_mm/7/b/8/5e5c6f66-5c60-44d3-a4e8-1d5e14f46b20\_inventarisatie-onkruidbestrijding.pdf*](https://www.wur.nl/upload_mm/7/b/8/5e5c6f66-5c60-44d3-a4e8-1d5e14f46b20_inventarisatie-onkruidbestrijding.pdf)*)*

*CROW, 2020 (*[*https://www.crow.nl/thema-s/groen/onkruid-en-verhardingen/onkruidgroei-en-beheer*](https://www.crow.nl/thema-s/groen/onkruid-en-verhardingen/onkruidgroei-en-beheer)*)*

## Afname kwaliteit nachtrust



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Omdat het buiten warmer wordt, wordt het - zonder extra maatregelen - in woningen ook warmer. Warme nachten kunnen zorgen voor hoge temperaturen in slaapkamers. Dit kan leiden tot slaapproblemen. Dit heeft gevolgen voor de gezondheid, zoals concentratieproblemen overdag. Meer onderzoek naar toenemende warme nachten en de gezondheidsgevolgen daarvan, kan de aandacht voor dit probleem vergroten.

Of slaapkamers en andere binnenruimtes opwarmen – en in welke mate – hangt af van gebouweigenschappen (klimaatbeheersing, de oriëntatie van het raam, ventilatiemogelijkheden, de isolatiegraad en de verdieping in het huis). Ook de locatie in de stad is van invloed: bijvoorbeeld binnen een stedelijk hitte-eiland. Verder is het eigen gedrag van belang: is er zonwering en voldoende ventilatie op de goede momenten? Er is meer kennis nodig over de relatie tussen de binnen- en buitentemperatuur en gebouweigenschappen. Het gebruiken van airconditioners heeft als nadeel dat die de buitentemperatuur laten stijgen en extra elektriciteit en netwerkcapaciteit vragen - terwijl de energievraag omlaag moet. Ook kunnen ze geluidsoverlast opleveren. De precieze gevolgen van meer airconditioners kunnen nog beter in kaart worden gebracht.

**Relatie met andere sectoren***Gezondheid.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Meer groen in de stad beperkt de gemiddelde temperatuur en de duur dat het te heet wordt gevonden. Een richtlijn voor groen per wijktype draagt bij aan het beperken hiervan. Betere klimaatbeheersing van de slaapkamer, door ventilatie en zonwering, komt de kwaliteit van de nachtrust ten goede. Aandacht is nodig voor woningen die goed geïsoleerd en luchtdichter zijn omdat die, eenmaal opgewarmd, maar langzaam afkoelen. Daarnaast kan een aanpassing in het gedrag helpen: de slaapkamer op het juiste moment van de dag ventileren, overdag de zon weren en slapen op een koelere plek in huis. En er kunnen richtlijnen ontwikkeld worden in de bouwregelgeving voor nieuwe gebouwen en renovaties om ze meer hittebestendig te maken.

*Bronnen
Hogeschool van Amsterdam, De hittebestendige stad; een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte, 2020 (*[*https://www.hva.nl/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/publicaties-klimaatbestendige-stad/hva\_2020\_hittebestendige\_stad\_online.pdf*](https://www.hva.nl/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/publicaties-klimaatbestendige-stad/hva_2020_hittebestendige_stad_online.pdf)*)*

*OSKA-verkenning: Koeling van gebouwen, 2019 (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/169785/verkenning\_standaarden\_koeling\_van\_gebouwen.pdf*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/169785/verkenning_standaarden_koeling_van_gebouwen.pdf)*)*

*RIVM, Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019 (*[*https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf*](https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf)*)*

## Toename risico op schade wegdek en uitzetting rails en bruggen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door hitte zet staal uit. Beweegbare stalen bruggen kunnen, als ze te heet worden, niet meer openen of sluiten. Dit leidt dit tot problemen op de weg of op waterwegen. Ook rails kunnen uitzetten door de temperatuurtoename. Uitzetten of ombuigen van rails leidt tot ontsporingsgevaar en soms tot falen van het seinsysteem. Op wegen leidt hitte tot schade. Hitte maakt asfalt zacht en plakkerig, door smelten van bindmiddel (bitumen) in de toplaag. Op kruispunten, bij verkeerslichten en in bochten blijft asfalt aan autobanden plakken en ontstaan gaten in het wegdek. Ook stoeptegels en betonplaten hebben last van hitte: ze zetten uit, komen omhoog en kunnen breken.

**Relatie met andere sectoren***Infrastructuur, Recreatie en Veiligheid -* Door schade aan het wegdek, uitzetting van rails en bruggen hebben vooral vervoerders en beheerders een probleem. Maar ook de gebruikers van wegen, bruggen en sporen, omdat zij bij schade hier geen gebruik van kunnen maken.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Zorgen voor beschikbaarheid van alternatieve routes. Tijdens de hitteperiode kunnen meer inspecties van rails worden ingelast, bruggen kunnen natgehouden worden of aangepast (bijslijpen) zodat uitzetting geen problemen geeft. Nieuwe bruggen kunnen zo ontworpen worden dat ze minder gevoelig voor uitzetting zijn. De samenstelling van asfalt kan veranderd worden, bijvoorbeeld door hardere bitumen of polymeren erin te verwerken. Het toevoegen van witte steentjes, die meer straling terugkaatsen dan donkere, verlaagt de temperatuur van het oppervlak. Voor het verlagen van de temperatuur op het asfalt kunnen ook schaduwplekken worden gecreëerd. Als noodmaatregel kan zout worden gestrooid. Zout trekt vocht aan uit de buitenlucht, waardoor het asfalt koelt. Daarnaast onttrekt zout vocht aan het asfalt waardoor het minder vloeibaar wordt. Zout heeft als nadeel dat het schade aan omliggende beplanting, het bodemleven en materialen zoals steen, hout en staal kan veroorzaken.

*Bronnen*
*TNO, Klimaatverandering en transport en infrastructuur, 2014 (*[*https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d*](https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d)*)*

*Sectorpagina Infrastructuur, subpagina binnenvaart (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/infrastructuur/binnenvaart/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/infrastructuur/binnenvaart/)*)*

*Sectorpagina Infrastructuur, subpagina wegen (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/infrastructuur/wegen/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/infrastructuur/wegen/)*)*

*Sectorpagina Infrastructuur, subpagina spoorwegen (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/infrastructuur/spoorwegen/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/infrastructuur/spoorwegen/)*)*

*RIVM, Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019 (*[*https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf*](https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf)*)*

## Toename behoefte aan hittepreventie en koeling in woningen en gebouwen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
De temperatuur in gebouwen kan flink oplopen, met name als de periode van hitte langer duurt. Dit gebeurt vooral in gebouwen met slechte isolatie, gebouwen zonder airconditioning of ventilatie, op de bovenste etages van gebouwen en in gebouwen binnen stedelijke hitte-eilanden. Veel goed geïsoleerde gebouwen met veel glas raken de ingevangen warmte niet meer kwijt. De hoge temperatuur in gebouwen zorgt voor gezondheidsproblemen, slaapproblemen en verminderde arbeidsproductiviteit. Daarom is er behoefte aan hittepreventie en koeling in woningen en gebouwen. Kennis is nodig over renovatie- en koelingstechnieken en mogelijkheden in combinatie met (nieuwe) warmtetechnieken. Daarnaast is meer kennis gewenst over de gezondheidsgevolgen van afname van kwaliteit van nachtrust (door warmte). Dit helpt om integrale kennis te ontwikkelen over klimaatbestendige woningen en wat voor gevolgen die hebben op de gezondheid van de bewoners.

**Relatie met andere sectoren***Gezondheid en Energie -* De hoge temperatuur in gebouwen heeft een negatief effect op de gezondheid. De koelbehoefte van gebouwen heeft een relatie met de sector Energie.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Hittebestendig bouwen en renoveren: Door de aanleg van schaduw en groen, koelere buitenruimte bij het gebouw creëren en de bezonning van gevels en ramen beperken. Zonwering en overstekken kunnen aan gebouwen (geïntegreerd) worden aangebracht, om te voorkomen dat te veel warmte binnenkomt (vooral bij goed geïsoleerde gebouwen waar veel zon binnenkomt). Passieve ventilatie. Kiezen voor mindere isolatie. Airconditioners hebben als nadeel dat die de buitentemperatuur laten stijgen, extra elektriciteit en netwerkcapaciteit vragen en geluidsoverlast kunnen opleveren.

Mogelijke kans is om warmte en koelte aan elkaar te koppelen met bijvoorbeeld een warmte-koude opslag. In lokale hitteplannen kunnen gemeenten tijdelijke maatregelen opnemen om beschaduwing van gebouwen en ramen te bevorderen en bewoners beter voor te lichten over hoe hittepreventief te ventileren.

*Bronnen
RIVM, Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019 (*[*https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf*](https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf)*)*

*Klimaatverbond Nederland, 2020 (*[*https://www.klimaatverbond.nl/thema/koeltebehoefte*](https://www.klimaatverbond.nl/thema/koeltebehoefte)*)*

[*https://energieslag.rvo.nl/news/view/51191714/nieuwe-eis-ter-verkleining-risico-op-oververhitting-nieuwbouwwoningen*](https://energieslag.rvo.nl/news/view/51191714/nieuwe-eis-ter-verkleining-risico-op-oververhitting-nieuwbouwwoningen)

*RVO, Rapport Grenswaarden zomercomfort nieuwe woningen in Bouwbesluit, 2019 (*[*https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/08/Rapport%20Grenswaarden%20zomercomfort%20nieuw%20woningen%20in%20Bouwbesluit.pdf*](https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/08/Rapport%20Grenswaarden%20zomercomfort%20nieuw%20woningen%20in%20Bouwbesluit.pdf)*)*

*RVO, Advies eis vermindering risico oververhitting nieuwbouwwoningen in Omgevingsregeling (*[*https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/08/Advies%20eis%20vermindering%20risico%20overhitting%20nieuwbouwwoningen%20in%20Omgevingsregeling\_0.pdf*](https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/08/Advies%20eis%20vermindering%20risico%20overhitting%20nieuwbouwwoningen%20in%20Omgevingsregeling_0.pdf)*)*

## Toename behoefte aan koele plekken in de buitenruimte

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
Het wordt steeds vaker heet. Steden warmen flink op én kunnen deze warmte niet kwijt in tijden van extreme warmte. Dit hitte-eilandeffect ontstaat doordat de vele stenen van de stad, donkere daken, asfalt en beton relatief veel warmte opnemen. ’s Nachts komt die warmte langzaam weer vrij en blijft hangen tussen de gebouwen. Waar buiten de stad verdamping vanuit de vegetatie voor veel afkoeling zorgt, is groen in veel steden juist schaars. Industrie, verkeer en airconditioners leveren nog eens extra warmte op. Bewoners van woningen die erg opwarmen moeten bij extreme warmte overdag buiten een koele plek kunnen vinden. Er zijn richtlijnen ontwikkeld voor aangename koele verblijfsplekken binnen 300m van elke woning en voor voldoende schaduw op looproutes en in wijken. Hierover is aanvullende kennis nodig over wat wenselijk en haalbaar is. Evenals over het effect van wijkinrichting. Wat zijn ontwerpcriteria voor de ontwikkeling van een klimaatbestendige wijk? Hoe kunnen nieuwe stedelijke concepten (bijvoorbeeld water, vergroening en wind) effectief geëvalueerd worden op gezondheidseffecten? Een knelpunt is de verdichtingsopgave die tegelijkertijd plaatsvindt.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Gezondheid en Recreatie.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**In de directe omgeving van gebouwen zijn koele verblijfsplekken nodig. Daarnaast is voldoende schaduw op loopgebieden nodig. Meer groen helpt om het hitte-eiland effect te beperken en de algemene temperatuur te verlagen. Lokaal kan groen en materiaalgebruik helpen de warmtestraling en reflectie te verminderen, bv met groene gevels en op (zwarte) daken. Groen in straten, op pleinen en in parken, en water in combinatie met groen en gelegenheid om erin te spelen zijn goede koele plekken. Daarnaast kan rekening worden gehouden met de plaatsing van gebouwen ten opzichte van zon en wind, waardoor schaduwplekken en een natuurlijke ventilatie ontstaan, wel moet rekening worden gehouden met de wind in andere seizoenen.

*Bronnen
Hogeschool van Amsterdam, De hittebestendige stad; een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte, 2020 (*[*https://www.hva.nl/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/publicaties-klimaatbestendige-stad/hva\_2020\_hittebestendige\_stad\_online.pdf*](https://www.hva.nl/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/publicaties-klimaatbestendige-stad/hva_2020_hittebestendige_stad_online.pdf)*)*

*RIVM, Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019 (*[*https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf*](https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf)*)*

*Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat, HeetNieuws, nr. 3 juni 2018 (*[*https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2018/07/Heet-Nieuws-Kenniskrant-voor-een-Klimaatbestendige-Stad.pdf*](https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2018/07/Heet-Nieuws-Kenniskrant-voor-een-Klimaatbestendige-Stad.pdf)*)*

## Mogelijke toename corrosie

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
Corrosie is de overkoepelende benaming voor het aantasten van materiaal dat optreedt als gevolg van een reactie met de omgeving. Een verhoging van de temperatuur betekent een verhoging van chemische reactiesnelheden en daarmee ook de toename van de corrosiesnelheid. Bij onbehandelde of beschadigde staalconstructies ontstaat roest als gevolg van de aanraking met water en zuurstof (oxide, ook wel oxidatie). In de gebouwde omgeving wordt staal veel gebruikt, bijvoorbeeld in bruggen en rails maar ook in gewapend beton.

**Relatie met andere sectoren***Infrastructuur -* Door het gebruik van metaal in bruggen en rails, is dit gevolg ook van toepassing op de sector Infrastructuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Er zijn verschillende manieren om corrosie te voorkomen. De meest voorkomende manier is het beschermen van het materiaal voor invloeden van buitenaf (coaten, verzinken, roestvast staal). Daarnaast helpt goed onderhoud.

*Bronnen
ALURVS, Corrosie in waterige milieus deel 1, 2020 (*[*https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/artikellijst/7560/*](https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/artikellijst/7560/)*)*

[*https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html*](https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html)

*TNO, Klimaatverandering en transport en infrastructuur, 2014 (*[*https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d*](https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d)*)*

## Meer gebruik van natuur, openbaar groen en stedelijke recreatie ruimte

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
Warme zomers hebben gevolgen voor de buitenruimte, zowel in de stad als in de directe omgeving ervan. Doordat er in de toekomst meer dagen zijn met zomerse en tropische temperaturen, neemt de gebruiksdruk op buitenruimtes toe. Tijdens warme dagen en avonden zoeken bewoners van de stad verkoeling in de buitenruimte bij schaduw/groen/water. Ze trekken naar parkjes, groenstroken, stedelijk water (plassen, grachten, kanalen), stadsstranden, zwemwater, fonteinen en pierenbadjes. Het intensiever gebruik van buitenruimtes kan leiden tot sociale overlast, zoals stank, geluid en afval. Een ander gevolg van stijgende temperaturen is schade aan de natuur, zowel door het intensievere gebruik als door droogte die vaak met de warmere perioden gepaard gaat. Dit leidt tot meer beheer en onderhoud door de gemeente.

**Relatie met andere sectoren***Natuur, Landbouw, Gezondheid, Recreatie en Waterhuishouding -* De behoefte aan meer groene ruimte in en om de stad heeft een ruimtelijke impact. Mensen zullen meer op zoek gaan naar verkoeling waardoor de druk op groene buitenruimte en recreatiegebieden kan toenemen. Om buitenruimten koel in te richten is een bepaalde vegetatie en mate van schaduw nodig, meer oppervlaktewater draagt ook bij aan verkoeling. Langs de stadsrand kan door deze behoefte, de agrarische of natuurfunctie van een gebied onder druk komen te staan.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Aanleggen van (meer) schaduw, groen en specifieke watervormen, zodat de buitentemperatuur en de gevoelstemperatuur laag blijven en er voldoende plekken in de stad ontstaan waar verkoeling te vinden is. En deze verkoelende buitenruimtes vervolgens voorzien van een regelmatig beheer en onderhoud. Het is van belang om dit mee te wegen bij stedelijk ontwerp en ruimtelijke inrichting.

*Bronnen
RIVM, Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte, 2019 (*[*https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf*](https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0008.pdf)*)*

*Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat, HeetNieuws, nr. 3 juni 2018 (*[*https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2018/07/Heet-Nieuws-Kenniskrant-voor-een-Klimaatbestendige-Stad.pdf*](https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2018/07/Heet-Nieuws-Kenniskrant-voor-een-Klimaatbestendige-Stad.pdf)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, bijsluiter hitte (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/hitte/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/hitte/)*)*

# Het wordt natter

## Mogelijke toename corrosie

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Corrosie is de overkoepelende benaming voor het aantasten van materiaal dat optreedt als gevolg van een reactie met de omgeving. Bij onbehandelde of beschadigde staalconstructies ontstaat roest als gevolg van de aanraking met water en zuurstof (oxide, ook wel oxidatie). Wanneer het natter en vochtiger wordt, neemt de aanraking van de staalconstructies met water toe, waardoor corrosie mogelijk sneller en vaker zal voorkomen. In de gebouwde omgeving wordt staal veel gebruikt, bijvoorbeeld in bruggen en rails maar ook in gewapend beton.

**Relatie met andere sectoren***Infrastructuur -* Door het gebruik van metaal in bruggen en rails, is dit gevolg ook van toepassing op de sector Infrastructuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Er zijn verschillende manieren om corrosie te voorkomen. De meest voorkomende manier is het beschermen van het materiaal voor invloeden van buitenaf (coaten, verzinken, roestvast staal). Daarnaast helpt goed onderhoud.

*Bronnen*
*ALURVS, Corrosie in waterige milieus deel 1, 2020 (*[*https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/artikellijst/7560/*](https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/artikellijst/7560/)*)*

[*https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html*](https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html)

*TNO, Klimaatverandering en transport en infrastructuur, 2014 (*[*https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d*](https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d)*)*

## Toename kans op vochtige kelders en schimmel

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Meerdaagse natte periodes worden gekenmerkt door een relatief lage neerslagintensiteit. Langdurige natte periodes kunnen van invloed zijn op het grondwaterpeil. Stijgende grondwaterpeilen kunnen leiden tot vochtige kruipruimtes en kelders. Hierdoor kunnen in kelders en kruipruimtes vocht- en schimmelproblemen ontstaan. De mate waarin dit plaats zal vinden, is afhankelijk van de gebouwlocatie en gebouwtypologie. Vocht en schimmels in woningen verhogen het risico op gezondheidsproblemen zoals astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties. Daarnaast verslechtert de constructie van gebouwen.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding en Gezondheid.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Mogelijke maatregel in het waterbeheer is dat wordt voorkomen dat het grondwaterpeil stijgt. Dat kan door het aanleggen van drainage. Voor privéterrein geldt dat de aanleg van drainage alleen zinvol is indien ook de openbare ruimte gedraineerd wordt. Verder kunnen maatregelen worden getroffen aan gebouwen, zoals het installeren van een pomp in de kelder, het waterdicht afsluiten van kelders, het draineren van kruipruimtes of aanbrengen van schelpenisolatie in kruipruimtes.

*Bronnen*
*Binnenlands Bestuur, Gemeenten kiezen vaker voor waterberging op straat (*[*https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/gemeenten-kiezen-vaker-voor-waterberging-op.9083845.lynkx*](https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/gemeenten-kiezen-vaker-voor-waterberging-op.9083845.lynkx)*)*

*Stichting RioNED, Maatregelen (*[*https://www.riool.net/maatregelen*](https://www.riool.net/maatregelen)*)*

*RIVM, GGD-richtlijn medische milieukunde: Schimmel- en vochtproblemen in woningen, 2012 (*[*https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-schimmel-en-vochtproblemen-in-woningen*](https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-schimmel-en-vochtproblemen-in-woningen)*)*

*ZonMw, Kennisagenda klimaat en gezondheid, 2019 (*[*https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda\_Klimaat\_en\_Gezondheid\_digi\_versie.pdf*](https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda_Klimaat_en_Gezondheid_digi_versie.pdf)*)*

## Toename kans op onderlopende of vochtige kelders en op schimmel

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Extreme piekneerslag kan, als er onvoldoende capaciteit beschikbaar is om het regenwater te bergen, ertoe leiden dat kelders en kruipruimten onderlopen. Het regenwater stroomt dan vanaf de straat gebouwen in. Hierdoor kunnen in kelders en kruipruimtes vocht- en schimmelproblemen ontstaan. De mate waarin dit plaats zal vinden is afhankelijk van de gebouwlocatie en gebouwtypologie. Vocht en schimmels in woningen verhogen het risico op gezondheidsproblemen zoals astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties. Daarnaast verslechtert de constructie van gebouwen.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding en Gezondheid.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Mogelijke maatregel in het waterbeheer is meer bergingsruimte voor neerslag te creëren (meer oppervlaktewater aanleggen). De gemeente kan bergingsruimte creëren door het aanleggen van wadi’s of waterpleinen e.d. Verder kunnen maatregelen worden getroffen aan gebouwen, zoals het installeren van een pomp in de kelder, het waterdicht afsluiten van kelders, het draineren van kruipruimtes of aanbrengen van schelpenisolatie in kruipruimtes.

*Bronnen*
*Binnenlands Bestuur, Gemeenten kiezen vaker voor waterberging op straat (*[*https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/gemeenten-kiezen-vaker-voor-waterberging-op.9083845.lynkx*](https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/gemeenten-kiezen-vaker-voor-waterberging-op.9083845.lynkx)*)*

*Stichting RioNED, Maatregelen (*[*https://www.riool.net/maatregelen*](https://www.riool.net/maatregelen)*)*

*RIVM, GGD-richtlijn medische milieukunde: Schimmel- en vochtproblemen in woningen, 2012 (*[*https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-schimmel-en-vochtproblemen-in-woningen*](https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-schimmel-en-vochtproblemen-in-woningen)*)*

*ZonMw, Kennisagenda klimaat en gezondheid, 2019 (*[*https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda\_Klimaat\_en\_Gezondheid\_digi\_versie.pdf*](https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda_Klimaat_en_Gezondheid_digi_versie.pdf)*)*

## Toename wateroverlast

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Er komen vaker hevige buien voor. De duur en de intensiteit van piekneerslag neemt toe. De afvoer van deze groeiende hoeveelheid regenwater naar waterbergende voorzieningen wordt in stedelijk gebied een steeds groter probleem. Deze afvoer vindt op twee manieren plaats: (1) naar lokale meer stedelijke inrichtingen zoals waterpleinen. (2) als oppervlakkige afvoer vanaf verharde en onverharde oppervlakken naar het oppervlaktewater of via verbeterde gescheiden riolering naar het oppervlaktewater. Via het watersysteem moet het naar een waterbergende voorziening afgevoerd worden. Dat kan zorgen voor een toename aan wateroverlast (zoals: onderlopende wegen, tunnels, tuinen en kelders) en problemen met de waterkwaliteit (overstorten van verontreinigd water uit gemengde rioolsystemen op oppervlaktewater).

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Infrastructuur, Energie, Gezondheid en Veiligheid.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Anticiperend op klimaatveranderingen zijn mogelijke maatregelen om wateroverlast te beperken: Bescherming van gebouwen: verhogen van drempels, pompinstallaties in kelders, keldermuren waterdicht maken, terugslagklep in de riolering, ontlastput, tuin lager aanleggen dan de woning; Voorzieningen in de tuin: ontharden van de tuin, infiltratievoorzieningen, vijver, regenton, overloop naar lager gelegen openbaar gebied; In de openbare ruimte: vergroten van riolering, verhogen stoepranden en straatpeilverlaging, waterberging in de openbare ruimte, ondergrondse regenwaterberging, meer open water; Voorkomen van het onderlopen van tunnels: ingangen hoger aanleggen dan het omringend gebied en de aansluitende weg en gebruik van pompinstallaties met een hogere capaciteit. Monitoring en goed onderhoud van deze voorzieningen is nodig. Op regionale schaal kunnen maatregelen nodig zijn, zoals het aanleggen van waterretentiegebieden en wellicht andere maatregelen die relateren aan de algehele waterhuishouding in het gebied.

*Bronnen
KNMI, Extreme Neerslag (*[*https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/extreme-neerslag*](https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/extreme-neerslag)*)*

*KNMI, Waarnemingen klimaatveranderingen (*[*https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/waarnemingen-klimaatveranderingen*](https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/waarnemingen-klimaatveranderingen)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Achtergrondinformatie wateroverlast (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/informatie/wateroverlast/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/wateroverlast/)*)*

*Stichting RioNED, Maatregelen (*[*https://www.riool.net/maatregelen*](https://www.riool.net/maatregelen)*)*

*CE Delft, Relatie tussen mitigatie en adaptatie op gebouwniveau (*[*https://www.ce.nl/publicaties/download/667*](https://www.ce.nl/publicaties/download/667)*)*

*Compendium voor de Leefomgeving, Jaarlijkse hoeveelheid neerslag in Nederland (*[*https://www.clo.nl/indicatoren/nl0508-jaarlijkse-hoeveelheid-neerslag-in-nederland*](https://www.clo.nl/indicatoren/nl0508-jaarlijkse-hoeveelheid-neerslag-in-nederland)*)*

*Klimaateffecatlas, kaartverhaal wateroverlast (*[*https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartverhaal-wateroverlast*](https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartverhaal-wateroverlast)*)*

*Amsterdam Rainproof, maatregelen (*[*https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen*](https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen)*)*

*Utrecht Waterproof, maatregelen voor eigen huis en tuin (*[*https://www.utrecht.nl/wonen-en-leven/duurzame-stad/waterproof-wat-kunt-u-zelf-doen/*](https://www.utrecht.nl/wonen-en-leven/duurzame-stad/waterproof-wat-kunt-u-zelf-doen/)*)*

## Conditie infrastructuur en openbare ruimte versneld achteruit



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**De fysieke conditie van infrastructuur wordt bepaald door o.a. materiaalkundige, constructieve, ontwerptechnische en geotechnische aspecten. Deze zijn bepalend voor de veiligheid, betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de infrastructuur. Door een verandering in de hoeveelheid neerslag kan de fysieke conditie van infrastructuur tijdelijk of permanent verminderen. Zo verliest een weg die langere tijd onder water staat sterkte en het materiaal degradeert sneller. Dit kan leiden tot een beperking van vervoer en/of waterkerende functie van de infrastructuur. Bij grote hoeveelheden neerslag kunnen problemen met de afwatering van het water van bijvoorbeeld wegen en andere openbare ruimte ontstaan. Daardoor kunnen onderdoorgangen en tunnels onder water lopen en weggedeelten glad worden of zelfs gedeeltelijk onder water komen te staan.

**Relatie met andere sectoren***Infrastructuur en Waterhuishouding.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Voorkomen van wateroverlast en het verbeteren van de waterafvoer waardoor de infrastructuur minder lang onder water staat. Mogelijke maatregelen zijn onder andere: vergroten van riolering, water afvoeren naar waterbergingen: waterberging in de openbare ruimte, ondergrondse regenwaterberging en meer open water. Het voorkomen van het onderlopen van tunnels door de ingangen hoger aan te leggen dan het omringend gebied en de aansluitende weg en door pompinstallaties met een hogere capaciteit te gebruiken. Daarnaast het voorkomen van degraderen van materialen door het gebruik van robuuste materialen en aanpassingen in het ontwerp, en het inzetten van waarschuwingssignalering om weggebruikers op ondergelopen wegvakken en onderdoorgangen te attenderen.

*Bronnen*
*Kennis voor Klimaat, Verkenning Klimaatverandering en infrastructuur, 2009 (*[*https://edepot.wur.nl/6942*](https://edepot.wur.nl/6942)*)*

*PBL, Aanpassen aan klimaatverandering, 2015 (*[*https://www.pbl.nl/publicaties/aanpassen-aan-klimaatverandering-kwetsbaarheden-zien-kansen-grijpen*](https://www.pbl.nl/publicaties/aanpassen-aan-klimaatverandering-kwetsbaarheden-zien-kansen-grijpen)*)*

## Verdrinken groen en omvallen bomen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Wanneer het langdurig veel regent, kan verzadiging van de bodem optreden, waardoor groen kan verdrinken en bomen kunnen omvallen. De wortels krijgen door verdrinking geen zuurstof meer waardoor ze dood gaan. Omvallende bomen kunnen voor gevaarlijk situaties in de openbare ruimte zorgen waarbij mensen gewond kunnen raken of zelfs kunnen overlijden. Ook kunnen omvallende bomen op woningen of andere gebouwen vallen waardoor schade kan ontstaan. Wanneer bomen omvallen op wegen, straten of spoorlijnen zorgen ze voor verstoring van de doorstroming van het verkeer. Verdrinking van groen zorgt voor een afname van de kwaliteit van de openbare ruimte.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Natuur, Landbouw, Infrastructuur en Veiligheid***.**

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het verhogen van de aandacht voor dit probleem in het groenbeheer, waarbij de standplaats en gezondheid van bomen wordt bijgehouden en nieuwe bomen op een robuuste wijze worden aangeplant. Daarnaast kunnen risicogebieden bepaald, in kaart gebracht en gemonitord worden. Door het aanbrengen van geautomatiseerde vlotters in boorgaten kan de grondwaterstand gemonitord worden. Mocht het grondwater te hoog zijn, dan kan de aanleg van een drain uitkomst bieden. Een ander alternatief kan zijn om de bomen op verhogingen te planten, zodat de wortels niet in het water komen te staan. Daarnaast kan gekozen worden voor specifieke soorten beplanting en bomen die beter bestand zijn tegen dit soort situaties.

*Bronnen*
*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Achtergrondinformatie wateroverlast (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/informatie/wateroverlast/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/wateroverlast/)*)*

*POMOSpost, Grondwater, 2014 (*[*https://edepot.wur.nl/412426*](https://edepot.wur.nl/412426)*)*

*WUR, Effectief groen voor klimaatadaptatie in de stad (*[*https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/Effectief-groen-voor-klimaatadaptatie-in-de-stad-1.htm*](https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/Effectief-groen-voor-klimaatadaptatie-in-de-stad-1.htm)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, factsheets groen in de stad (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/hulpmiddelen/overzicht/factsheets-groen/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/hulpmiddelen/overzicht/factsheets-groen/)*)*

## Toenemende schade aan woningen en gebouwen



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Als de straat en omgeving onvoldoende waterbergende capaciteit hebben om de neerslag ter plekke te bergen, bestaat de kans dat water richting gevoelige objecten of locaties afstroomt. Wanneer water bijvoorbeeld gebouwen instroomt of belangrijke doorgangswegen onbegaanbaar maakt, is sprake van wateroverlast. Daarnaast kan door windstoten, bliksem en hagel extra schade aan woningen en gebouwen ontstaan.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Infrastructuur en Veiligheid -* De maatregelen om schade aan woningen en gebouwen tegen te gaan, hebben te maken met de waterhuishouding en de inrichting van de openbare ruimte. Daarom heeft dit een relatie met de sectoren waterhuishouding, infrastructuur en veiligheid.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Regenbestendig maken van gebouw, dak en tuin. Gebouwen kunnen beter beschermd worden tegen wind door het beter vastzetten van dakpannen op schuine daken en het aanbrengen van ballast op platte daken. Het steviger bevestigen van gevelbekleding kan afwaaien hiervan voorkomen. Om wateroverlast door instromend water te voorkomen, kunnen (tijdelijk) drempels worden verhoogd. Waterbergende maatregelen op daken, in tuinen en de openbare ruimte kunnen wateroverlast voorkomen. Voorbeelden van waterbergende maatregelen zijn: vergroening van de tuin, het maken van een groen dak, een groene gevel en het plaatsen van een regenton. Op straat en in de openbare ruimte kunnen ook maatregelen worden getroffen om het water te bergen en daarmee te voorkomen dat wateroverlast ontstaat. Voorbeelden hiervan zijn een hol straatprofiel, verhoogde stoepranden, goten, wadi’s en infiltratiekratten.

*Bronnen*
*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Achtergrondinformatie wateroverlast (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/informatie/wateroverlast/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/wateroverlast/)*)*

*KNMI, Onweer en bliksem (*[*https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/onweer*](https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/onweer)*)*

*Groenblauwe Netwerken (*[*https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/*](https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/)*)*

## Afname beschikbaarheid infrastructuur

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Uitval of verstoring van infrastructuur kan tot ernstige maatschappelijke ontwrichting leiden en een bedreiging vormen voor de nationale veiligheid, doordat wegen onbegaanbaar worden, ook voor calamiteitenverkeer. Dit kan gebeuren door wateroverlast, maar bijvoorbeeld ook door omgevallen bomen of blikseminslag. Delen van de vitale infrastructuur kunnen onder water komen te staan, zoals tunnels en weggedeelten. Door toename van extreme weersomstandigheden kan het Openbaar Vervoer uitvallen, ook kunnen verkeerslichten, spoorwegovergangen en beweegbare bruggen ophouden met functioneren door schade in het besturingssysteem. Hierdoor kunnen routes onbegaanbaar worden en op andere plekken ontstaan opstoppingen.

**Relatie met andere sectoren***ICT en telecom, Energie, Gezondheid, Veiligheid en Infrastructuur -* Extreem weer kan ook zorgen voor problemen bij de sectoren ICT en telecom, bij de Energievoorziening en daarmee leiden tot veiligheidsproblemen. Een verminderde beschikbaarheid van infrastructuur kan van invloed zijn op de inzetbaarheid en responstijd van hulpdiensten en daarmee op Gezondheid en Veiligheid.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Bepalen welke infrastructuur of objecten een risico vormen op uitval in de stedelijke omgeving. De vitale infrastructuren kunnen robuust gemaakt worden. Bij nieuwbouw kan locatiekeuze van belang zijn en in de bestaande gebouwde omgeving kunnen waterbergende en waterwerende maatregelen worden getroffen. Zo kunnen wegen, OV infrastructuur en besturingsinstallaties op een hoger niveau geplaatst worden en tunnelingangen hoger worden aangelegd waardoor hun vitale functie gewaarborgd blijft, preventieve evacuatie en hulpverlening kan dan plaatsvinden. Dit betreft een ontwerpopgave. Daarnaast kunnen voorzieningen en installaties worden aangelegd die beter bestand zijn tegen storm en bliksemschade. Gericht groenbeheer kan de kans op het afwaaien van takken en het omvallen beperken. Risicobeheersing is hier ook van belang: Waar maatregelen onmogelijk zijn is het nodig voorbereid te zijn en een plan te hebben (bijvoorbeeld wegomleidingsplan).

*Bronnen*
*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Vitaal en kwetsbaar in de stresstest (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/vitaal-kwetsbaar/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/vitaal-kwetsbaar/)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Vitale en Kwetsbare functies (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/vitale-kwetsbare/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/vitale-kwetsbare/)*)*

*TNO, Klimaatverandering en transport en infrastructuur, 2014 (*[*https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d*](https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d)*)*

*Sectorpagina infrastructuur, subpagina wegen (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/infrastructuur/wegen/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/nas/infrastructuur/wegen/)*)*

## Toename kans uitval elektriciteitsvoorzieningen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Gevolgen van extreem weer kunnen onder meer zijn: wateroverlast, blikseminslag, omgewaaide bomen en beschadigde elektriciteitskabels. Als gevolg van extreem weer kunnen elektriciteitsvoorzieningen uitvallen of verstoord raken. Uitval of verstoring van deze voorzieningen kan leiden tot ernstige maatschappelijke ontwrichting en kan een bedreiging vormen voor de nationale veiligheid. De verstoring kan inhouden dat bijvoorbeeld bruggen niet langer geopend kunnen worden, verkeerslichtinstallaties en spoorwegovergangen niet meer werken en verwarmings- en koelingsinstallaties in gebouwen kunnen uitvallen. Sommige verstoringen kunnen impact hebben tot op grote afstand van de plek waar zij optreden.

**Relatie met andere sectoren***Infrastructuur, Gezondheid, Energie, ICT en Telecom en Veiligheid -* Extreme (hagel)buien met zware windstoten en bliksem kunnen ook zorgen voor problemen bij de sectoren ICT en telecom en bij de Energievoorziening. De combinatie van effecten bij al deze sectoren kan zorgen voor problemen in de gebouwde omgeving en leiden tot veiligheidsproblemen. Uitval van elektriciteitsvoorzieningen kan in het kader van klimaatbeheersing in gebouwen ook van invloed zijn op de sector Gezondheid.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Gebouwen kunnen meer zelfvoorzienend worden gemaakt, waarbij de afhankelijkheid van netwerken kleiner is. Buiten de scope van de gebouwde omgeving vallen maatregelen en beleid om de elektriciteitsinfrastructuur zelf aan te passen. Daarnaast kunnen voorzieningen en installaties worden aangelegd die beter bestand zijn tegen storm en bliksemschade. Risicobeheersing is hier ook van belang. Waar maatregelen bijvoorbeeld onmogelijk zijn is het nodig voorbereid te zijn en een plan te hebben (bijvoorbeeld wegomleidingsplan).

*Bronnen*
*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Vitaal en kwetsbaar in de stresstest (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/vitaal-kwetsbaar/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/vitaal-kwetsbaar/)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Vitale en Kwetsbare functies (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/vitale-kwetsbare/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/vitale-kwetsbare/)*)*

## Toename schimmel en huisstofmijtallergie



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door een hogere luchtvochtigheid wordt de kans op vocht en schimmels in huis vergroot. Vocht en schimmels in woningen verhogen het risico op gezondheidsproblemen zoals astma, luchtwegklachten en luchtweginfecties.

**Relatie met andere sectoren***Gezondheid.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Zorgen voor goede ventilatie van woningen. Het toepassen van een balansventilatiesystemen die de ventilatiebehoefte afstemt op de luchtkwaliteit (waar luchtvochtigheid onderdeel van is). Daarnaast kunnen luchtontvochtigers helpen de luchtvochtigheid op peil te houden. Bouwregelgeving hierop evalueren en zo nodig aanpassen.

*Bronnen*
*RIVM, GGD-richtlijn medische milieukunde: Schimmel- en vochtproblemen in woningen, 2012 (*[*https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-schimmel-en-vochtproblemen-in-woningen*](https://www.rivm.nl/publicaties/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-schimmel-en-vochtproblemen-in-woningen)*)*

*ZonMw, Kennisagenda Klimaat en Gezondheid, 2019 (*[*https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda\_Klimaat\_en\_Gezondheid\_digi\_versie.pdf*](https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda_Klimaat_en_Gezondheid_digi_versie.pdf)*)*

## Toename houtrot in gebouwonderdelen



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door een hogere luchtvochtigheid kunnen bepaalde houten gebouwonderdelen zoals kozijnen en balkkoppen van vloeren minder goed het opgeslagen vocht afstaan aan de omgeving (lucht). Een gevolg kan zijn dat deze onderdelen daardoor langer of altijd vochtig blijven. Daardoor neemt de kans op houtrot in deze onderdelen toe.

**Relatie met andere sectoren***-*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Voldoende ventileren. Het toepassen van een balansventilatiesystemen die de ventilatiebehoefte afstemt op de luchtkwaliteit (waar luchtvochtigheid onderdeel van is). Daarnaast kunnen luchtontvochtigers helpen de luchtvochtigheid op peil te houden. Bouwregelgeving hierop evalueren en zo nodig aanpassen. En indien nodig overgaan op vervanging of renovatie van gebouwen of gebouwonderdelen.

*Bronnen*
*Vocht-Info, Luchtvochtigheid (*[*https://www.vocht-info.nl/luchtvochtigheid/*](https://www.vocht-info.nl/luchtvochtigheid/)*)*

## Verandering van de kwaliteit van oppervlaktewater door afspoeling en overstort van rioolwater

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Het effect van wateroverlast op de kwaliteit van het oppervlaktewater kan lokaal groot zijn. Wanneer riooloverstorten in werking treden, wordt water uit de riolering direct op het oppervlaktewater geloosd. Vooral bij gemende rioolsystemen is dit een probleem. Dit water kan verontreinigingen bevatten afkomstig van de straat (resten olie, feces, PAK’s en bestrijdingsmiddelen) en bezonken materiaal afkomstig uit het riool. Ook kan overtollig water als afspoeling van verontreinigde wegen en terreinen direct en ongefilterd in het oppervlaktewater terecht komen. De kwaliteit van het oppervlaktewater kan hierdoor verslechteren waardoor water niet meer geschikt is voor recreatief gebruik en kunnen flora en fauna en daarmee de biodiversiteit schade oplopen.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Landbouw, Gezondheid, Natuur en Recreatie.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Waar niet aanwezig, verbeterd gescheiden rioolstelsels aanleggen. Waar wel aanwezig de overstorten monitoren en zo nodig maatregelen nemen aan het rioolwaterstelsel.

*Bronnen
RIVM, Impact klimaat op oppervlaktewater als bron voor drinkwater, 2013 (*[*https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609716007.pdf*](https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609716007.pdf)*)*

*ZonMw, Kennisagenda Klimaat en Gezondheid, 2019 (*[*https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda\_Klimaat\_en\_Gezondheid\_digi\_versie.pdf*](https://www.zonmw.nl/fileadmin/zonmw/documenten/Gezondheidsbescherming/Kennisagenda_Klimaat_en_Gezondheid_digi_versie.pdf)*)*

# Het wordt droger

## Verlies soorten en habitats a.g.v. hogere concentraties contaminanten

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door droogte dreigt voor sommige gebieden een tekort aan oppervlaktewater. Of de kwaliteit van het oppervlaktewater komt onder druk te staan, doordat de invloed van lozingen op de waterkwaliteit veel groter is en omdat de concentraties van vervuilende stoffen uit de lozingen minder worden verdund. Dit heeft gevolgen voor de planten en dieren waarvoor dit de natuurlijke leefomgeving is. Daarnaast kunnen blauwalg, groene alg en botulisme ontstaan, dan is het oppervlaktewater niet meer geschikt als zwemwater, waardoor de bruikbaarheid van recreatiegebieden verslechterd. Het zuurstofgehalte van het water kan dalen waardoor vissterfte en stank kan ontstaan.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Natuur, Gezondheid en Recreatie.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Ruimtelijke maatregelen om meer gebiedseigen water vast te kunnen houden en de kwaliteit daarvan op peil te houden, zijn bijvoorbeeld het dieper maken van oppervlaktewater en het aanleggen van (natuurlijke) filters. Een oplossing om het probleem te voorkomen is om water in te laten vanuit andere grotere wateren in de omgeving. De kwaliteit van dit water is meestal anders dan het gebiedseigen water en heeft dus invloed op de habitatkwaliteit (zowel de natte als de droge), daarbij moet worden afgewogen: is het beter om zout water in te laten om waterkwantiteitsproblemen te voorkomen of kunnen we het nog wel even uitzingen en daarmee de ecologische waarden sparen? Om de kwaliteit van water dat ingelaten wordt beter aan te passen aan het gebiedseigen oppervlaktewater kunnen ook defosfaterende filters worden aangelegd.

*Bronnen*

*Waterschap Rivierenland, Droogte is dat erg? (*[*https://www.waterschaprivierenland.nl/droogte-dat-erg*](https://www.waterschaprivierenland.nl/droogte-dat-erg)*)*

*WUR, ‘Natuurlijk defosfateren’ van oppervlaktewater in Blaricum (*[*https://edepot.wur.nl/339084*](https://edepot.wur.nl/339084)*)*

## Toename kans betonrot fundering

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Gewapende betonconstructies kunnen worden aangetast door chloriden. Zeezout bestaat voornamelijk uit natriumchloride dat oplost in natrium- en chlorideatomen. De chloriden hebben schadelijke gevolgen voor het wapeningsstaal. Een toenemende zoutconcentratie in het grondwater kan dus meer of snellere corrosie van de wapening tot gevolg hebben. Naast deze kans op betonrot moet er ook rekening gehouden worden met corrosie op andere materialen. Chloride heeft een negatieve invloed op onder andere; koper (gevoelig voor erosiecorrosie), gietijzer en staal.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding*.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Meer controle op funderingsconstructies om het probleem tijdig te signaleren en indien nodig reparaties uitvoeren. In nieuwbouw kan op verschillende manieren aandacht worden besteed aan de resistentie van beton tegen zouten: toeslagmaterialen in het beton kunnen worden aangepast of het wapeningsstaal kan worden voorbehandeld.

*Bronnen*

*Geobest & Universiteit Twente, Zoutwaterproblematiek Nieuwe Zeesluis IJmuiden, 2015 (*[*https://essay.utwente.nl/68885/1/Rhijn-Thijs-van.pdf*](https://essay.utwente.nl/68885/1/Rhijn-Thijs-van.pdf)*)*

*Betonhuis, Toeslagmateriaal voor beton: (*[*https://betonhuis.nl/betonhuis/toeslagmateriaal-voor-beton*](https://betonhuis.nl/betonhuis/toeslagmateriaal-voor-beton)*)*

*Wetenschap.info, De corrosie van metalen (*[*https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html#corrosie-vormen*](https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html#corrosie-vormen)*)*

## Mogelijke toename corrosie

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Corrosie is de overkoepelende benaming voor het aantasten van materiaal dat optreedt als gevolg van een reactie met de omgeving. Bij onbehandelde of beschadigde staalconstructie ontstaat roest als gevolg van de aanraking met water en zuurstof (oxide, ook wel oxidatie). In de gebouwde omgeving wordt staal veel gebruikt, bijvoorbeeld in bruggen en rails maar ook in gewapend beton. Het risico op corrosie van constructies en kunstwerken neemt voornamelijk toe in droge perioden, wanneer zoetwater wordt verdrongen door (grond)water met een hoger chloridegehalte.

**Relatie met andere sectoren***Infrastructuur -* Door het gebruik van metaal in bruggen en rails, is dit gevolg ook van toepassing op de sector Infrastructuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Er zijn verschillende manieren om corrosie te voorkomen. De meest voorkomende manier is het beschermen van het materiaal voor invloeden van buitenaf (coaten, verzinken, roestvast staal). Daarnaast helpt goed onderhoud.

*Bronnen*

*ALURVS, Corrosie in waterige milieus deel 1, 2020 (*[*https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/artikellijst/7560/*](https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/artikellijst/7560/)*)*

[*https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html*](https://wetenschap.infonu.nl/techniek/126923-de-corrosie-van-metalen.html)

*TNO, Klimaatverandering en transport en infrastructuur, 2014 (*[*https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d*](https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3Aaf51bd06-2daf-4248-9604-f2703fad1f2d)*)*

## Toename schade en hogere kosten instandhouding infrastructuur en bebouwde omgeving



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Droogte kan verschillende gevolgen hebben voor het stedelijk gebied. Enerzijds kan het dalende grondwaterpeil ertoe leiden dat houten funderingspalen droog komen te staan, wat kan leiden tot paalrot (zie gevolg paalrot). Anderzijds kan het dalende grondwaterpeil ertoe leiden dat klei- en veenlagen ongelijkmatig inklinken. Door deze verschilzetting kan ondergrondse en bovengrondse infrastructuur en niet onderheide bebouwing (bebouwing op staal) grote schade oplopen. Hierbij gaat het om scheuren, scheefstand van gebouwen, loszittende trottoirtegels en gebroken leidingen. In dergelijke gebieden zijn de beheers- en onderhoudskosten van infrastructuur en de openbare ruimte vaak erg hoog. Ook particuliere en andere gebouweigenaren (bij woningen op staal) moeten rekening houden met hoge onderhouds- en herstelkosten. In het Kennisprogramma Bodemdaling worden de problemen nader onderzocht en wordt nagedacht over mogelijke maatregelen.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding en Infrastructuur -* Het grondwaterpeilbeheer en het oppervlaktewaterpeilbeheer zijn van bepalend voor de mate van bodemdaling in veengebied. Ondergrondse en bovengrondse infrastructuur, zoals het rioolstelsel, de drinkwaterleidingen, voet- en fietspaden en wegen, zijn kwetsbaar voor bodemdaling.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het afremmen van veenbodemdaling door middel van peilbeheer staat voorop. De belangrijkste maatregel in stedelijk gebied is actief grondwaterpeilbeheer. Andere mogelijke maatregelen zijn: Het onderheien van wegen of het ophogen van (ongefundeerde) wegen om zodoende het verschil met onderheide ondergrondse infrastructuur (duikers, brughoofden, riolering etc.) op te vangen. Voor huizen en andere gebouwen (op staal) kan overwogen worden fundering aan te brengen. Flexibele aansluitingen op riolering en andere infrastructuur kan de schade daaraan beperken.

*Bronnen*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Grootschalig actief grondwaterpeilbeheer in bebouwd gebied (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/@167167/grootschalig-actief/*](https://klimaatadaptatienederland.nl/%40167167/grootschalig-actief/)*)*

*Deltares, Grootschalig actief grondwaterpeilbeheer in bebouwd gebied fase 1, 2017 (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/122459/1230079-001-bgs-0006-r-grootschalig\_actief\_grondwaterpeilbeheer\_in\_bebouwd\_gebied\_def\_met\_kaft\_1.pdf*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/122459/1230079-001-bgs-0006-r-grootschalig_actief_grondwaterpeilbeheer_in_bebouwd_gebied_def_met_kaft_1.pdf)*)*

*Deltares, Grootschalig actief grondwaterpeilbeheer in bebouwd gebied fase 2, 2018 (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/122459/grootschalig\_actief\_grondwaterpeilbeheer\_in\_bebouwd\_gebied\_fase\_2\_consultatie\_1.pdf*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/122459/grootschalig_actief_grondwaterpeilbeheer_in_bebouwd_gebied_fase_2_consultatie_1.pdf)*)*

*PBL, Dalende bodems, stijgende kosten, 2016 (*[*https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-dalende-bodems-stijgende-kosten-1064.pdf*](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-dalende-bodems-stijgende-kosten-1064.pdf)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Uitzakken grondwaterstand (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/)*)*

*Ecorys, Economische schade door droogte, 2019 (*[*https://www.ecorys.com/nl/nederland/latest-news/eerste-economische-effecten-van-droogte-2018-beeld*](https://www.ecorys.com/nl/nederland/latest-news/eerste-economische-effecten-van-droogte-2018-beeld)*)*

*Bestuurlijk platform groene hart, bodemdaling (*[*https://www.bestuurlijkplatformgroenehart.nl/perspectief/bodemdaling*](https://www.bestuurlijkplatformgroenehart.nl/perspectief/bodemdaling)*)*

*Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (*[*http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/*](http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/)*)*

## Bedreiging cultureel erfgoed



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Droogte kan verschillende gevolgen hebben voor het stedelijk gebied. Enerzijds kan het dalende grondwaterpeil ertoe leiden dat houten funderingspalen droog komen te staan, wat kan leiden tot paalrot (zie gevolg paalrot). Anderzijds kan het dalende grondwaterpeil ertoe leiden dat klei- en veenlagen ongelijkmatig inklinken. Door deze verschilzetting kan ondergrondse en bovengrondse infrastructuur en niet onderheide bebouwing (bebouwing op staal) grote schade oplopen. Hierbij gaat het om scheuren, scheefstand van gebouwen, loszittende trottoirtegels en gebroken leidingen. In dergelijke gebieden zijn de beheers- en onderhoudskosten van het cultureel erfgoed vaak erg hoog. Particuliere en andere gebouweigenaren (bij gebouwen op staal) moeten rekening houden met hoge onderhouds- en herstelkosten. In het Kennisprogramma Bodemdaling worden de problemen nader onderzocht en wordt nagedacht over mogelijke maatregelen. Hierdoor zijn extra kosten nodig voor de zettingschade en het bestendig maken van cultureel erfgoed tegen bodemdaling. Er wordt gewerkt aan een Kennisprogramma Bodemdaling waarin de oorzaken en mogelijke maatregelen verder worden uitgedacht. Ook kan schade aan houten funderingspalen ontstaan (zie hiervoor het gevolg toename paalrot).

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding -* Het grondwaterstandenbeheer en de rioleringsvoorzieningen hebben een relatie met de sector waterhuishouding.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het afremmen van veenbodemdaling door middel van peilbeheer staat voorop. De belangrijkste maatregel in stedelijk gebied is actief grondwaterpeilbeheer. Goede controle en het (versneld) nemen van maatregelen blijft noodzakelijk. Voor cultureel erfgoed dat op verzakkende ondergrond is gefundeerd en schade ondervindt moet funderingsverbetering plaatsvinden. Dat kan door versterking van de bestaande fundering en/of het maken van een fundering op dieper gelegen zandlagen. Flexibele aansluitingen op riolering en andere infrastructuur kan de schade daaraan beperken.

*Bronnen en achtergrondinformatie:*

*PBL, Dalende bodems, stijgende kosten, 2016 (*[*https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-dalende-bodems-stijgende-kosten-1064.pdf*](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-dalende-bodems-stijgende-kosten-1064.pdf)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Uitzakken grondwaterstand (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/)*)*

*Ecorys, Economische schade door droogte, 2019 (*[*https://www.ecorys.com/nl/nederland/latest-news/eerste-economische-effecten-van-droogte-2018-beeld*](https://www.ecorys.com/nl/nederland/latest-news/eerste-economische-effecten-van-droogte-2018-beeld)*)*

*Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (*[*http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/*](http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/)*)*

*Inspectie Overheidsinformatie en Erfgoed, Aanhoudend Droog, Inventariserend onderzoek naar de gevolgen van droogte op*

*groene rijksmonumenten, 2020 (*[*https://www.inspectie-oe.nl/actueel/nieuws/2020/08/31/aanhoudend-droog*](https://www.inspectie-oe.nl/actueel/nieuws/2020/08/31/aanhoudend-droog)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Cultuurhistorische kennis kan helpen bij klimaatadaptatie (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/informatie/cultuurhistorische-kennis/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/cultuurhistorische-kennis/)*)*

## Toename paalrot

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Door toenemende bodemdaling daalt ook de grondwaterstand. Op gebouwniveau kan dit leiden tot funderingen die bloot komen te liggen, wat schadelijk is voor houten funderingen. Als de grondwaterstand daalt, kan het gebeuren dat de paalkoppen boven de waterspiegel uitsteken en er zuurstof bij het hout komt, waardoor het hout gaat rotten. De schimmels die dan gaan groeien breken het hout geleidelijk af en verminderen de stabiliteit van het gebouw. Dit kan zich uiten in scheuren, scheefstand en gebroken leidingen. Het gaat hierbij met name om bestaande bouw tot 1970, omdat tot dan veel houten funderingen werden toegepast.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding -* Het oppervlaktewaterbeheer en grondwaterbeheer (sector waterhuishouding) spelen een belangrijke rol bij dit probleem.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Lokale grondwateraanvulling kan als preventieve maatregel worden ingezet bij het tegengaan van paalrot. Het (deels) vervangen van houten funderingen is een mogelijkheid maar kostbaar en ingrijpend. Een groot deel van de gebouwen is in particulier bezit. Dit en de omvangrijke potentiële schade die ermee gemoeid is, is lastig voor het maken van beleid. Het subsidiëren van genoemde maatregelen kan particulieren helpen bij het nemen van maatregelen en daarmee verdere schade verkleinen en voorkomen.

*Bronnen*

*CE, Relatie tussen mitigatie en adaptatie op gebouwniveau, 2008 (*[*https://www.ce.nl/publicaties/download/667*](https://www.ce.nl/publicaties/download/667)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, uitzakken grondwaterstand (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/droogte/basisinformatie/uitzakken-grondwaterstand/)*)*

*KCAF, Grondwateraanvulling voor funderingsbehoud (*[*https://www.kcaf.nl/wp-content/uploads/2015/03/KCAF\_Grondwateraanvulling\_voor\_fund\_behoud.pdf*](https://www.kcaf.nl/wp-content/uploads/2015/03/KCAF_Grondwateraanvulling_voor_fund_behoud.pdf)*)*

## Watertekort groene daken

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Groene daken kunnen worden verdeeld in intensieve en een extensieve groene daken. Extensieve groen daken bestaan vaak uit sedum, mossen en kruiden op een relatief dunne laag substraat. Extensieve daken zijn maximaal 15 cm dik en hebben daarmee een beperkte wateropslagcapaciteit. Ze dragen wel bij aan de verkoeling van het gebouw waarop ze liggen en het tegengaan van het hittestress in steden. Extensieve daken kunnen goed tegen droogte en herstellen zich na een periode van droogte ook weer, alleen bij een kortgeleden aangelegd dak kan extra water geven nodig zijn wanneer het droog is.

Een intensief groen dak, ook wel daktuin genoemd, lijkt meer op een bodem en het groen dat erop staat is vergelijkbaar met een bodemgebonden groenvoorziening zoals een tuin of een park. Juist de intensieve daken hebben in droge periodes snel te kampen met uitdroging. Een daktuin heeft net zoals een tuin veel water en regelmatig onderhoud nodig. De begroeiing van een intensieve daktuin kan uit gras bestaan (zoals een gazon), maar ook uit heesters en bomen. Net als in een park kunnen er ook zand- en grindpaden of verharde wegen worden aangelegd.

Omdat een daktuin een beperkte opslagcapaciteit heeft, kan weinig water voor langere tijd worden vastgehouden. Dit geldt ook voor grotere constructies in de stedelijke omgeving, zoals daken van tunnels, garages of andere ondergrondse ruimtes waarop beplanting is aangebracht. Door warmte en droogte kunnen planten, bomen en struiken doodgaan. Duidelijke afspraken tussen waterbeheerders en gebouweigenaren over de beregening van groene daken moeten nog worden gemaakt.

**Relatie met andere sectoren***Natuur -* De specifieke vegetatiesoorten op een groen dak hebben een relatie met de sector natuur.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Beregenen/besproeien en bijvoeden. Zorgen voor meer wateropslagcapaciteit van groene daken, bijvoorbeeld door een dikker pakket toe te passen.

*Bronnen*

*Klimaatklaar, Sedumdak (*[*https://klimaatklaar.nl/jij/leg-groendak/*](https://klimaatklaar.nl/jij/leg-groendak/)*)*

*Multifunctionele daken (*[*https://www.multifunctioneledaken.nl/over-ons/kennisdocumenten*](https://www.multifunctioneledaken.nl/over-ons/kennisdocumenten)*)*

*Green Deal Groene Daken (*[*https://www.greendealgroenedaken.nl/facts-values/*](https://www.greendealgroenedaken.nl/facts-values/)*)*

*Stowa stichting RioNed, Groene daken nader beschouwd (*[*https://edepot.wur.nl/340824*](https://edepot.wur.nl/340824)*)*

## Watertekort stedelijk groen

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**Droogte kan verschillende gevolgen hebben voor het stedelijk gebied. Lange perioden zonder neerslag leiden tot verdroging van de bodem (structureel te lage grondwaterstanden) en ook kan in extremere droge perioden sterke grondwaterstandsdaling voorkomen. Vooral stedelijk gebied op de hogere (zand)gronden waar de grondwaterstand ver beneden maaiveld ligt, is hier gevoelig voor. Zowel op het openbare terrein als in particuliere tuinen kan dit leiden tot: (1) (Extra) gebruik van drinkwater voor beregening/besproeiing van de tuin; andere bronnen van water zoals lokaal grondwater, drainagewater of oppervlaktewater worden in Nederland (nog) nauwelijks gebruikt. (2) Afsterven van stedelijk groen (planten, struiken en bomen), als direct gevolg van vochttekort doordat er onvoldoende (grond)water beschikbaar is.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding en Natuur -* De specifieke vegetatiesoorten hebben een relatie met de sector natuur. Het waterpeilbeheer met de sector waterhuishouding.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Opslag van afstromend water van het dak voor gebruik in droge perioden in bijvoorbeeld een regenton, watertank of waterput. Buffering van water in natte tijden en verkoeling door verdamping in droge tijden.

*Bronnen*

*Ecorys, Economische schade door droogte, 2019 (*[*https://www.ecorys.com/nl/nederland/latest-news/eerste-economische-effecten-van-droogte-2018-beeld*](https://www.ecorys.com/nl/nederland/latest-news/eerste-economische-effecten-van-droogte-2018-beeld)*)*

*Deltares, Schade door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied, 2012 (*[*https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiA\_KSt8a\_lAhXJPFAKHY\_bBaAQFjAAegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fklimaatadaptatienederland.nl%2Fpublish%2Fpages%2F115023%2Fschades\_door\_watertekorten\_en\_-overschotten\_in\_stedelijk\_gebied\_2\_2.pdf&usg=AOvVaw2QYCEEYVLvcIlFYRACcfxM*](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiA_KSt8a_lAhXJPFAKHY_bBaAQFjAAegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fruimtelijkeadaptatie.nl%2Fpublish%2Fpages%2F115023%2Fschades_door_watertekorten_en_-overschotten_in_stedelijk_gebied_2_2.pdf&usg=AOvVaw2QYCEEYVLvcIlFYRACcfxM)*)*

*Rijksoverheid, watertekort (*[*https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/watertekort/*](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/watertekort/)*)*

# De zeespiegel stijgt

## Hogere overstromingskans (slachtoffers en schade)



**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**
De groei van het stedelijk gebied zal naar verwachting de komende decennia vooral terecht komen in het overstromingsgevoelige deel van Nederland, met name in het Randstedelijk gebied. Het kán een keer misgaan. In dat geval overstroomt er een gebied, ontstaat schade en vallen mogelijk slachtoffers.

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Gezondheid en Veiligheid.*

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Het is van groot belang dat de waterkeringen op orde gebracht worden en op orde blijven. De kosten die hiermee gemoeid zijn, zijn aanzienlijk lager dan het nemen van maatregelen op gebouwniveau. Op sommigen plaatsen, bijvoorbeeld waar de eventuele overstroming tot beperkte overstromingsdiepte leidt, kan het zinvol zijn om ruimtelijke maatregelen te nemen of maatregelen op gebouwniveau. Belangrijk is om hier goede kostenbatenafwegingen bij te maken en dat niet op het niveau van de individuele woning te doen, maar bijvoorbeeld op het niveau van de veiligheidsregio. De veiligheidsregio kan de burgers en/of de gemeente vervolgens over de voor- en nadelen ervan adviseren. Op plaatsen waar horizontale evacuatie (over de weg) bij dreigende overstroming moeilijk is, omdat te veel mensen langs te weinig wegen een veilig heenkomen willen zoeken, moet voldoende ruimte zijn voor verticale evacuatie (hoge gebouwen). Bij de bouw of herstructurering van locaties die gebruikt worden voor crisismanagement, wordt aanbevolen te overwegen essentiële onderdelen hiervan boven overstromingsniveau aanleggen. Hoewel op sommige plaatsen in de wereld versnelde zeespiegelstijging is waargenomen, is dat in Nederland (nog) niet het geval. Vanuit beleid wordt onderzoek uitgevoerd om hier de vinger aan de pols te houden.

Gemeenten zouden zich bij voorkeur moeten richten op het voorkomen van slachtoffers door te zorgen voor voldoende risicobewustzijn bij hun inwoners en te zorgen voor voldoende lokale schuilplaatsen die bekend zijn bij de bevolking.

*Bronnen*

*CE Delft, Relatie tussen mitigatie en adaptatie op gebouwniveau, 2008 (*[*https://www.ce.nl/publicaties/download/667*](https://www.ce.nl/publicaties/download/667)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Gevolgbeperking overstromingen (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/overstroming/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/overstroming/)*)*

*Als ons water stijgt, Overstroom ik? (*[*https://www.overstroomik.nl/*](https://www.overstroomik.nl/)*)*

*Houdbaarheid Nederlandse waterveiligheidsstrategieën bij versnelde zeespiegelstijging (*[*https://flowsplatform.nl/#/achtergrondrapport---houdbaarheid-nederlandse-waterveiligheidsstrategieen-bij-versnelde-zeespiegelstijging-1581363049418\_\_\_\_\_\_\_\_*](https://flowsplatform.nl/#/achtergrondrapport---houdbaarheid-nederlandse-waterveiligheidsstrategieen-bij-versnelde-zeespiegelstijging-1581363049418________)*)*

*Deltares, Zeespiegelmonitor 2018 (*[*https://www.deltares.nl/app/uploads/2019/03/Zeespiegelmonitor-2018-final.pdf*](https://www.deltares.nl/app/uploads/2019/03/Zeespiegelmonitor-2018-final.pdf)*)*

*Klimaateffectatlas (*[*https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/*](https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/)*)*

## Uitval vitale en kwetsbare infrastructuur bij overstroming

**Toelichting op gevolg (incl. kennisleemten)**In geval van overstroming kan de vitale infrastructuur in een gebied onder water komen te staan. Hierdoor wordt het gebied ontoegankelijk voor al het verkeer waaronder calamiteitenverkeer. Aan de randen van het overstroomde gebied kunnen opstoppingen ontstaan. Naast de weginfrastructuur zal de infrastructuur voor energie, ict, elektriciteit en drinkwater in het overstroomde gebied uitvallen.

Overstroming leidt kortom tot ernstige maatschappelijke ontwrichting, die zich tot ver buiten het overstroomde gebied kan uitstrekken. Overstroming vormt daarom een bedreiging voor de nationale veiligheid. Belangrijke kennisleemten zijn de keteneffecten van een overstroming: wat gaat er allemaal buiten het overstroomde gebied mis?

**Relatie met andere sectoren***Waterhuishouding, Landbouw, Gezondheid, Infrastructuur, Energie, ICT en Telecom en Veiligheid -* Bij (grootschalige) overstroming worden vrijwel alle sectoren ernstig verstoord.

**Mogelijke maatregelen (van uitvoering tot beleid)**Keten effecten van de uitval van infrastructuur voor energie, ict, elektriciteit en drinkwater moeten beter in kaart gebracht. Dit is nodig om er voor te zorgen dat gevolgen zoveel mogelijk beperkt blijven tot het overstroomde gebied. De vitale onderdelen van deze infrastructuur kunnen zodanig robuust gemaakt worden dat de gevolgen buiten het gebied geminimaliseerd worden en dat ze na onverhoopte uitval weer snel in gebruik genomen kunnen worden.

*Bronnen*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Vitaal en kwetsbaar in de stresstest (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/vitaal-kwetsbaar/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/vitaal-kwetsbaar/)*)*

*Kennisportaal Klimaatadaptatie, Vitale en Kwetsbare functies (*[*https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/vitale-kwetsbare/*](https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/vitale-kwetsbare/)*)*

*Stowa, Delftafact Borging vitale infrastructuur bij overstromingen, 2019 (*[*https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20NL%20PDF%20nieuw%20format/Borging%20vitale%20infrastructuur%20bij%20overstromingen%2C%20versie%20mei%202019.pdf*](https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20NL%20PDF%20nieuw%20format/Borging%20vitale%20infrastructuur%20bij%20overstromingen%2C%20versie%20mei%202019.pdf)*)*

*Water en evacuatie (*[*https://onswater.ifv.nl/*](https://onswater.ifv.nl/)*)*