

A photograph of a woman sitting on a sofa in a room that appears to be in a state of disrepair or aftermath of a disaster. The walls are peeling and stained. Two framed pictures hang on the wall behind her. The room is cluttered with debris, including a broken chair and various items on the sofa. A large, ornate chandelier is visible in the upper right corner. The overall atmosphere is one of desolation and hardship.

Steeds vaker extr

Natuurbranden, overstromingen, hittegolven, stormen; het afgelopen jaar kregen we wereldwijd een voorproefje van wat ons volgens het klimaatrapport van het IPCC staat te wachten. Extreem weer wordt steeds normaler, maar blijft lastig te voorspellen. Vanuit verschillend perspectief proberen onderzoekers een deel van die puzzel te leggen.

TEKST MARIANNE WILSCHUT FOTO THOMAS LOHNES/GETTY IMAGES

eem weer



Het leek wel een sciencefictionfilm. Met vliegtuigen, drones, meetmasten, scintillometers, bodemsensors, weerballonnen met radiosondes en tal van andere meetapparatuur werd het Ebro-bekken in het Spaanse Catalonië afgelopen zomer tweeënhalve week lang in bezit genomen door ruim zestig wetenschappers van gerenommeerde Europese en Amerikaanse instituten als NASA, ESA, Met Office, Meteo France en WUR. Zij verzamelden in het kader van het LIASE-project gegevens die kunnen bijdragen aan het verbeteren van weermodellen. Daarmee kan de invloed van de mens op extreem weer beter worden voorspeld, legt Oscar Hartogensis uit, projectleider namens de Wageningse leerstoelgroep Meteorologie en Luchtkwaliteit. ‘De huidige weermodellen hebben moeite om vat te krijgen op droge gebieden die grootschalig worden geïrrigeerd, zoals dit deel van Catalonië, maar ook in Californië, Noord-Mexico en delen van Iran.’ In het Ebro-bekken is in de vorige eeuw voor de teelt van appels, peren en gewassen als mais en alfalfa een grootschalig irrigatiesysteem aangelegd. ‘In de zomer zijn daardoor de contrasten groot met het gebied eromheen dat niet wordt bevoeid. Het temperatuurverschil kan wel vijf graden zijn. Dat zorgt voor windcirculaties tussen het droge en natte gebied, die de verdamping aanjagen. Ook voorzien deze circulaties natuurbranden van extra zuurstof. De sterke verdamping kan lokaal tot extreme neerslag leiden.’ Dat heeft Hartogensis in het Ebro-bekken zelf kunnen ervaren. ‘Tegen het einde van het LIASE-veldonderzoek maakten we een fikse hagelstorm mee. Hagelstenen zo groot als golfballen maakten korte metten met een wijngaard aan de rand van het gebied.’

TRILLENDE LUCHT

Om de impact van verdamping op het lokale weer te bestuderen, keken de onderzoekers naar alle aspecten die het verdampingsproces aansturen, zoals de transpiratie van

vocht uit de huidmondjes van de gewassen, de invloed van wolken en zonlicht op de verdamping en de invloed daarvan op circulatiepatronen. ‘Zo hopen we beter zicht te krijgen op de interactie tussen de atmosfeer en het oppervlak.’ Onderzoeken zoals die in Catalonië, zijn een deel van de puzzel die wetenschappers leggen om extreem weer beter te voorspellen. In augustus waarschuwde het IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties, er in een nieuw rapport voor dat zonder drastische maatregelen om de opwarming van de aarde tot 1,5 graad te beperken, de wereld te maken krijgt met grotere weerextremen zoals hevige regenval, zware cyclonen, intensere en frequentere hittegolven en extreme

‘Het klimaat op aarde verandert niet overal op dezelfde manier’

droogte. Uit een inventarisatie van Munich Re, een van ’s werelds grootste herverzekeraars, blijkt dat het aantal weegerelateerde catastrofes sinds 1980 fors is toegenomen. Vooral het aantal overstromingen, hittegolven en periodes van extreme droogte nam toe. Met name Noord-Amerika, Azië en Australië/Oceanië worden hierdoor getroffen. Dat die extremen normaler zullen worden is zeer waarschijnlijk, toch blijft het lastig om deze weersfenomenen te voorspellen. ‘Weersystemen zijn nou eenmaal complex en het klimaat op aarde verandert niet overal op dezelfde manier’, zegt Hartogensis. ‘In

landen die met regenseizoenen te maken hebben, zoals Bangladesh, zie je bijvoorbeeld dat de moesson zich anders is gaan gedragen, de regenseizoenen zijn natter of juist minder nat. Welke variant het wordt, is moeilijk te voorspellen. In Noordwest-Europa worden de seizoenen vooral bepaald door grootschalige weercomplexen. Die circulatiepatronen worden tegenwoordig vaker verstoord. Blokkades hinderen de straalstroom – de krachtige wind die hoog in de atmosfeer stroomt – waardoor we meer te maken krijgen met langere periodes met meer neerslag of juist langere periodes van warmte en droogte. Dat hebben we de afgelopen zomers kunnen zien.’

LEVEN MET VUUR

Door langere periodes van droogte en hogere temperaturen zullen landen in Noordwest-Europa en zelfs de noordelijke delen van Scandinavië, Rusland, Canada en Alaska vaker te maken krijgen met natuurbranden. ‘Nederland moet door klimaatverandering niet alleen leren leven met water, maar ook met vuur’, zegt de Wageningse natuurbrandexpert Cathelijne Stoof. Alleen al in 2020 kwamen 724 natuurbranden voor in Nederland, 177 meer dan het jaar daarvoor. In tegenstelling tot de strijd met het water, staat het bewustzijn van natuurbranden en de voorbereiding daarop in Nederland nog in de kinderschoenen. ‘De Nederlandse brandweer is meer gespecialiseerd in branden in gebouwen, terwijl natuurbranden een heel andere dynamiek hebben. Ook zie je dat natuurbranden door het veranderende klimaat zo intens worden dat ze het weer kunnen beïnvloeden. Door de enorme hitte kunnen bijvoorbeeld onweerswolken ontstaan. Door de bliksemontladingen en de wind van die onweerscomplexen kunnen branden zich dan sneller verspreiden, in verschillende richtingen. Het wordt daardoor minder veilig om ze te bestrijden. In Portugal vielen hierdoor in 2017



FOTO SHUTTERSTOCK



FOTO WJUR



FOTO IRITA

In het Ebro-bekken in het Spaanse Catalonië verzamelen wetenschappers van Europese en Amerikaanse instituten gegevens die kunnen bijdragen aan het verbeteren van weersmodellen van droge gebieden die grootschalig worden geïrrigeerd.

64 doden, onder meer doordat mensen met hun auto door het vuur ingesloten raakten toen ze probeerden te vluchten.'

Stoof, die onder andere in Portugal en Spanje onderzoek doet naar natuurbranden en oprichter is van PyroLife, een programma waarin vijftien Europese promovendi worden opgeleid tot interdisciplinaire experts in onderzoek naar natuurbranden, pleit er dan ook voor dat er bij branden een meteoroloog op afstand alle weersgegevens analyseert, zodat de brandweer tijdig gewaarschuwd kan worden voor veranderingen in bijvoorbeeld de windrichting en luchtvochtigheid. Ook moet er volgens haar wereldwijd meer geld worden gestoken in de preventie van branden. 'Er is een meer inclusieve benadering nodig van brand. De brandweerwereld is ontzettend masculien met grote brandweerauto's en helikopters die met veel spektakel uitrukken, maar met bestrijden alleen kom je er niet. Je bereikt meer met een integrale preventieaanpak waarbij je natuurbeheerders, bestuurders, de recreatiesector,

het onderwijs en de buurt betreft. Branden ontstaan namelijk niet alleen door extreem weer, maar ook door verkeerd onderhoud van het landschap. Door op strategische plekken de ondergroei in het bos te verwijderen en door open stroken te creëren, kun je branden beheersbaar houden. Ook zijn zogeheten mozaïeklandschappen met een gevarieerde begroeiing minder vatbaar voor natuurbranden. Als er in Californië meer aandacht was geweest voor vuurbestendig landschapsonderhoud dan waren de branden daar minder uit de hand gelopen.'

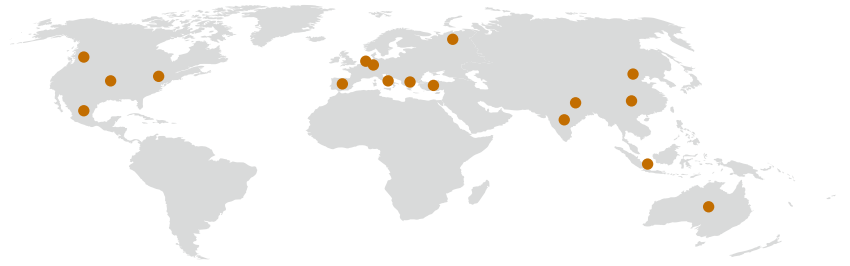
ECONOMISCHE IMPACT

Behalve met natuurbranden krijgt Nederland ook meer te maken met wateroverlast, droogte en stormen. De potentiële effecten daarvan zijn in kaart gebracht in de Klimaat-effectatlas.nl. Op deze site is per regio en zelfs op straatniveau te zien hoe groot de kans is op ondergelopen straten, natuurbranden, tropische nachten en langdurige droogte in 2050. Dergelijke extreme

weergebeurtenissen kunnen een grote maatschappelijke en economische impact hebben. Alleen al de fysieke schade door de overstromingen van afgelopen juli in Zuid-Limburg wordt bijvoorbeeld geschat op een bedrag tussen de 350 en 600 miljoen euro. En de windhoos die een maand daarvoor een verwoestend spoor trok door Leersum leverde 37 miljoen euro schade op. Die economische, maar ook de maatschappelijke schade veroorzaakt door extreem weer, wordt momenteel in kaart gebracht via een ander platform, dat eind 2023 live gaat: de Klimaat Impact Monitor. 'Extreem weer brengt niet alleen schade toe aan gebouwen, wegen en voertuigen', legt initiatiefnemer Rutger Dankers van Wageningen Environmental Research uit. 'Het heeft ook gevolgen voor de gezondheid, de landbouw en de natuur. Denk aan meer ziekmeldingen of oversterfte bij een hittegolf. Maar hitte, in combinatie met langdurige droogte beïnvloedt ook de waterkwaliteit of kan tot hogere energiekosten leiden omdat airco's ➤

EXTREEM WEER IN 2021

Door klimaatverandering nemen weersextremen toe. We krijgen vaker te maken met hitterecords, neerslagextremen en stormen, die leiden tot droogte, natuurbranden en overstromingen. 2021 gaf een voorproefje van wat de wereld de komende decennia te wachten staat. Een greep uit enkele extreemweersituaties wereldwijd.



Januari Het oosten, midden en noorden van **Spanje** worden getroffen door uitzonderlijk zware sneeuwval en kou. De Spaanse hoofdstad Madrid is volledig ontregeld.



FOTO LERMA / SHUTTERSTOCK.COM

Februari Bijna 10 miljoen inwoners van **Texas** en het noorden van **Mexico** zitten zonder stroom als gevolg van ijsstorm Uri, die vergezeld gaat van temperaturen van $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$.



FOTO MAROUANESITTI / SHUTTERSTOCK.COM

Maart De Chinese hoofdstad **Peking** kleurt oranje door een zware zandstorm. Het zand komt uit de Gobiwoestijn, die door klimaatverandering steeds groter wordt.



FOTO VINCENT369 / SHUTTERSTOCK.COM

April Tropische cycloon Seroja laat met aardverschuivingen en overstromingen een verwoestend spoor met vele doden achter in **Indonesië** en het westen van **Australië**.

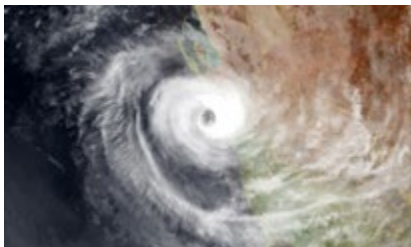


FOTO NASA

Mei Noord-west **Rusland** krijgt te maken met tropische temperaturen; zo'n twintig graden boven normaal. In Narjan-Mar, een plaats boven de Poolcirkel, wordt het zelfs $31,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

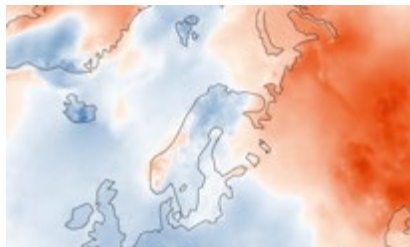


FOTO C3S/ECMWF

Juni Het noordwesten van de **VS** en de Canadese provincie **Brits-Columbia** kampen met een historische hittegolf. Het Canadese stadje Lytton bereikt $49,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en wordt verwoest door een bosbrand.



FOTO ANP

Juli Hevige regenval veroorzaakt overstromingen in **Duitsland**, **België** en **Zuid-Limburg**. In Duitsland komen 184 mensen om, in België is het dodental 41.



FOTO ANP/AP

Augustus Historische hitte in **Griekenland**, **Turkije** en **Italië** met lokaal temperaturen tot 50 graden Celsius, leidt tot enorme bosbranden.



FOTO ANP

Oktober Hevige moessonregens veroorzaken overstromingen en aardverschuivingen in **India** en **Nepal**, meer dan honderd mensen komen om door het noodweer.



FOTO ANP/AFP

‘Het aantal dodelijke slachtoffers neemt af, maar de schade neemt toe’

worden aangezet en koelinstallaties harder moeten werken.’

In tegenstelling tot meteorologische data als de neerslag en temperatuur, worden gegevens over de gevolgen van extreem weer nog niet centraal geregistreerd. Om deze data te verzamelen werkt Dankers samen met partijen als het Verbond van Verzekeraars, RIONED, STOWA, Climate Adaptation Services, enkele provincies en het KNMI. Dankers: ‘In andere landen, zoals Rusland, wordt de impact van extreem weer in het kader van de preventie al langer bijgehouden. Als we beter zicht hebben op de impact van extreem weer en de gebieden waar dit vaker voorkomt, kunnen we ons meer voorbereiden. Steden kunnen hun inrichting bijvoorbeeld beter afstemmen op het afvoeren van meer neerslag of juist meer groen planten voor wat verkoeling tijdens hittegolven. En het KNMI kan zijn waarschuwingen beter afstemmen op de impact die het weer kan hebben door die per regio nader te specificeren.’ In vergelijking met 1953 toen de Watersnoodramp in Nederland een enorme catastrofe veroorzaakte met 1836 dodelijke slachtoffers, zijn we volgens Dankers nu veel beter voorbereid op natuurrampen. ‘Dat zie je ook wereldwijd. Het aantal dodelijke slachtoffers neemt af, maar de schade neemt wel toe. We zijn met meer mensen, er zijn meer huizen, meer wegen, dus de kans op schade neemt toe.’ Vorig jaar beliep de totale schade veroorzaakt door natuurrampen, waaronder ook vulkaanuitbarstingen en aardbevingen, volgens Munich Re wereldwijd 210 miljard dollar.

KANTELPUNTEN

In het jongste klimaatrapport waarschuwt het IPCC behalve voor extreem weer ook voor kantelpunten, gebeurtenissen waardoor het klimaat dusdanig verandert dat er geen weg terug is. De ijskappen, de warme golfstroom, de permafrost in toendra-gebieden, het methaanijs op de bodem

van de oceanen en het Amazonewoud zijn volgens transitie-expert Marten Scheffer, hoogleraar Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer, voorbeelden van elementen uit het klimaatsysteem die mogelijk kunnen kantelen en dan een domino-effect in gang zetten. Scheffer: ‘Zo speelt het Amazonewoud een belangrijke rol in het ontstaan van wolken en neerslag. Als het Amazonegebied door boskap, toenemende branden en boomsterfte verandert in een savanne, dan kan dat grote effecten hebben op het regionale klimaat. Wereldwijd zal de hoeveelheid CO₂ stijgen door het wegvallen van zo’n groot reservoir.’

STILVALLEN GOLFSTROOM

Een andere gebeurtenis die als een zwaard van Damocles boven ons hoofd hangt, is het mogelijk stilvallen van de warme golfstroom, die vanuit de Golf van Mexico warm water naar het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan brengt en ook wel de transportband van het klimaat wordt genoemd. ‘Bij het smelten van het Noordpoolijs mengt een grote hoeveelheid zoet smeltwater zich met het zoute zeewater. Daardoor zakt dat minder makkelijk naar de bodem, waar de stroming terug naar de tropen begint, en kan de golfstroom zijn kracht verliezen. Dat zou in het noorden tot meer koelte kunnen leiden en in het zuiden juist tot meer warmte. Of dat gaat gebeuren is onzeker, maar er zijn tekenen dat de warme golfstroom aan het verzwakken is.’

In het door Scheffer opgezette Wageningse SparcS Center worden de mechanismes geanalyseerd die achter belangrijke systeemveranderingen schuilgaan. ‘Want ook al zijn kantelpunten, zoals de klimaat-tipping-points, moeilijk te voorspellen, er zijn wel overeenkomsten tussen deze en andere kantelpunten in de samenleving te vinden. Net als bij mensen die een depressie krijgen, zijn er voortekenen. Sommige van die voor-

tekenen hebben een universeel karakter. Dat komt omdat in de buurt van een kantelpunt de veerkracht afneemt.’ Zo’n afname is terug te zien in subtiele veranderingen in het patroon van fluctuaties. ‘Die ups en downs verraden iets over het vermogen om van kleine, natuurlijke verstoringen te herstellen. Verrassend genoeg vinden we datzelfde signaal in heel verschillende complexe systemen als ze een kantelpunt naderen. Op een diep niveau zijn er dus belangrijke overeenkomsten tussen bijvoorbeeld herse- nen, ecosystemen en het klimaatsysteem.’

SOCIALE UITDAGING

Wat extreem weer betreft, gaat het steeds vaker voorkomen van hittegolven en langdurige droogteperiodes volgens Scheffer de komende decennia waarschijnlijk de grootste impact hebben. ‘Een recente studie van SparcS toont aan dat wij mensen al duizenden jaren het beste gedijen in een klimaat met een gemiddelde jaartemperatuur van zo’n 13 graden Celsius. Dat noemen we de Human Niche. Door de opwarming van de aarde zal die niche gaan verschuiven. In de komende vijftig jaar zullen 1 tot 3 miljard mensen in gebieden leven die te warm zijn en dat zal onvermijdelijk tot migratie leiden. Dat kan een potentiële bron van conflicten zijn. Migratie als een vorm van adaptatie, het aanpassen aan de klimaatverandering, zal dus vooral een sociale uitdaging worden.’

Er is ook goed nieuws, zegt Scheffer. ‘Iedere graad minder opwarming van de aarde, scheelt pakweg een miljard mensen die op drift raken. Dat is te bereiken door radicaal te stoppen met het uit de grond halen van fossiele brandstoffen en door ons dieet aan te passen. Dat kun je niet aan consumenten alleen overlaten. Net als bij het bestrijden van een pandemie lukt het alleen als overheden hun verantwoordelijkheid nemen.’ ■

www.wur.nl/liaise