



Collapsologie en diepe adaptatie

Samenvatting

Er zijn wetenschappers die menen dat extreme klimaatverandering die ons mogelijk op korte termijn te wachten staat tot het ineensstorten van de maatschappij zal leiden. Een recentelijk opgekomen tak van wetenschap, *collapsologie*, wijdt zich aan dit onderwerp. Hoewel verre van zeker, verdient dit scenario vanuit een risico-perspectief wel degelijk aandacht. Het inbouwen van veerkracht en flexibiliteit vanuit het traditionele adaptatieperspectief lijken essentieel om mogelijk een basaal niveau van watervoorziening te kunnen handhaven. Daarbij is het beschikken over een laag-technologische terugvaloptie van belang. *Diepe adaptatie* vergt bovendien afstand doen van technieken of infrastructuur, eerherstel voor meer traditionele benaderingen en verzoening met wat komen gaat.

Consequenties voor u

	Laag	Middel	Hoog	Beknopte uitleg
Impact				Existentiële bedreiging
Zekerheid				Diepe onzekerheid



Afbeelding van Wojciech Linert via Pixabay

Trendbeschrijving en achtergrond

Collapsologie en diepe adaptatie

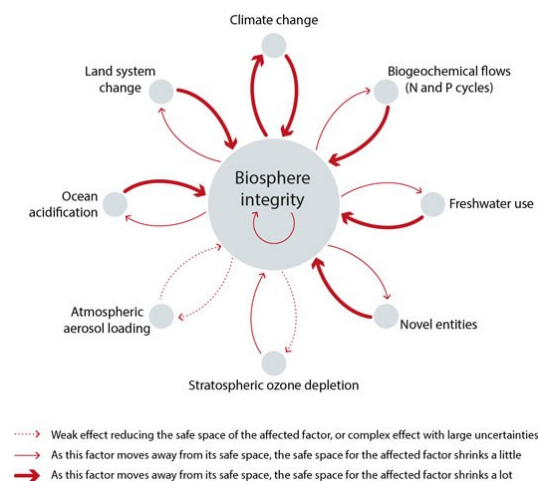
De recente publicatie van het eerste deel van het zesde Assessment Report van het IPCC (AR6, IPCC, 2021) heeft, geholpen door vele voorkomens van extreem weer wereldwijd, nieuwe ogen geopend voor de gevaren van door de mensheid veroorzaakte klimaatverandering. Dit past in een breder perspectief van planetaire grenzen, geschetst door Rockström et al. (2009): 9 parameters, die bepalend zijn voor de duurzame leefbaarheid van onze planeet (Figuur 1), waarvan klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en de verstoring van de stikstofcyclus inmiddels kritisch zijn.

De belangrijke boodschap is dat, alleen als we nu echt in actie komen, we onze kinderen en kleinkinderen nog kunnen behoeden voor de ergste consequenties. We moeten echter de mogelijkheid onder ogen durven te zien dat dit niet lukt. Er bestaat niet alleen grote onzekerheid m.b.t. het vermogen van de mensheid om adequaat op deze zich ontvouwende crises te reageren, maar het systeem aarde bevat ook verschillende zichzelf versterkende effecten waarvoor kantelpunten mogelijk weldra gepasseerd zullen worden of wellicht reeds gepasseerd zijn. Dit betekent dat door de mens ingezette veranderingen nog grotere natuurlijke veranderingen in gang zetten. Er zijn wetenschappers die menen dat enkele van deze kantelpunten reeds gepasseerd zijn en

dat de extreme klimaatverandering die ons dientengevolge op korte termijn te wachten staat tot het ineensstorten van de maatschappij zal leiden (Servigne & Stephens, 2017, Bendell, 2020). Er is recentelijk een tak van wetenschap opgekomen die zich aan dit onderwerp wijdt, *collapsologie* (Portail de Collapsologie), en een maatschappelijke stroming die nadenkt over voorbereiding op de ineensstorting, genaamd *diepe adaptatie* (*deep adaptation*, geïntroduceerd door Jem Bendell). In populaire media komt sinds het begin van de eeuw een generieke fascinatie voor de ineensstorting van de maatschappij naar voren (zie Segrave, 2014, voor een bespreking). In recente jaren uiten deze steeds specifiekere zorgen over ineensstorting ten gevolgen van extreme klimaatverandering (Wallace-Wells, 2019, Lynas, 2020). Ook de wetenschappelijke literatuur toont een groeiend aantal publicaties waarin deze zorg wordt benoemd en waarin stappen richting een beter begrip van de mechanismen en consequenties worden gepresenteerd (zie Richards et al., 2021 en daarin opgenomen literatuurverwijzingen). Het is deze groeiende aandacht, zorg en kennisbasis die in dit artikel als trend worden gesignaleerd.

Hoewel het ineensstortingscenario niet geheel zonder controversie is, moeten we het gezien het feit dat dit door gerespecteerde wetenschappers wordt uitgedragen wel serieus nemen. Maar er zijn aanvullende redenen om dit scenario in ogenschouw te

nemen. Vooropgesteld, de rapportages van het IPCC en de wetenschap en modellen waarop deze zijn gebaseerd zijn zeer waardevol en een ongekeerde prestatie. Er zijn echter tekenen dat de omvang en gevolgen van klimaatverandering systematisch onderschat worden in IPCC-rapportages vanwege politieke invloed en het vermijden van extreme voorspellingen in het toegepaste consensusmodel (Campbell et al., 2007, Spratt en Dunlop, 2018, Brown, 2020). Het AR6-rapport stelt desalniettemin expliciet dat scenario's met een lage waarschijnlijkheid maar grote impact, zoals plotselinge wijzigingen in de grootschalige oceanocirculatie en een veel grotere opwarming dan het door haar



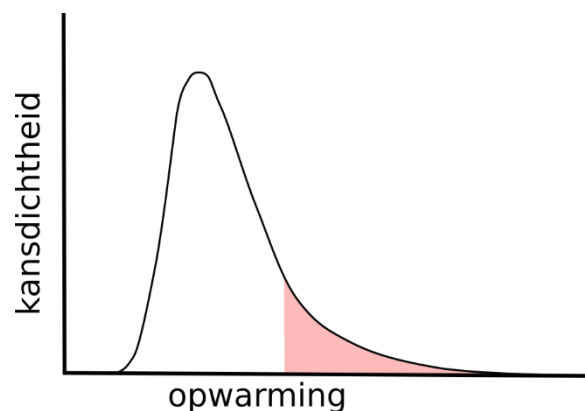
Figuur 1: Negen planetaire grenzen en hun onderlinge beïnvloeding, naar Mace et al. (2014).



gerapporteerde zeer waarschijnlijke bereik, niet kunnen worden uitgesloten. Daarbij komt dat beschouwingen van klimaatveranderingen in het verleden van onze planeet laten zien dat deze zich soms schoksgewijs en op zeer korte tijdschalen voltrekken. Voorbeelden hiervan zijn een opwarming van Groenland van 5-10 graden mogelijk in slechts enkele jaren (Alley, 2000) en een zeespiegelstijging tot 4 cm per jaar (Brendryen et al., 2020), beide aan het eind van de laatste ijstijd. Voor Nederland is de vraag niet óf aanzienlijke delen van het land door de zee teruggenomen gaan worden, maar wanneer (Kuipers-Munnike, 2021).

Ten tweede ligt de focus van de rapportage van klimaatvoorspellingen vaak op de gemiddelden en niet op de bandbreedte. Kansverdelingen m.b.t. opwarming blijken niet symmetrisch te zijn en een zogenaamde ‘dikke staart’ aan de warme kant van de verdeling te hebben. Dit betekent dat de kans op een opwarming die aanzienlijk boven de meest waarschijnlijke voorspelde gemiddelde opwarming niet verwaarloosbaar is (zie Figuur 2).

Hoewel minder ontwikkelde economieën en zwakkere staten waarschijnlijk de grootste klappen van klimaatverandering zullen krijgen, is het te verwachten dat ook ontwikkelde economieën en stabiele staten zwaar zoals Nederland getroffen kunnen worden (Campbell et al., 2007).



Figuur 2: Typische asymmetrische kansverdeling van klimaatopwarming (naar Xu en Ramathan, 2017). Er is een niet te verwaarlozen kans op een opwarming die veel hoger is dan het meest waarschijnlijk geachte scenario. De totale breedte van de verdeling is voor de in de geciteerde studie gepresenteerde modellen ca. 4-5 graden Celsius.

Het doel van deze trendalert is niet om uitspraken te doen over de waarschijnlijkheid van het ineenstortings-scenario, maar om het onder de aandacht te brengen als mogelijkheid waarvan de kans weliswaar als klein wordt beschouwd, maar die in praktische zin zeker niet verwaarloosbaar is en waarvan de impact enorm zou zijn (ook wel zwarte zwanen genoemd, zie Taleb, 2007). Daarom zou het beschouwen van dit scenario onderdeel van goed risicomanagement moeten zijn (Brown, 2020). Immers, in risicomatrices zoals deze ook door de drinkwaterbedrijven worden gebruikt, wordt de

combinatie lage kans – grote impact doorgaans als een risico van gemiddeld niveau beschouwd. Door te verkennen wat “het ineenstorten van de samenleving” betekent in algemene zin en specifiek voor de watervoorziening kan een aanzet worden gegeven voor het nadenken hoe het leed dat een dergelijk scenario met zich mee zal brengen geminimaliseerd kan worden voor zover het de watervoorziening betreft.

Klimaatverandering en maatschappelijke instabiliteit

De naoorlogse periode van de afgelopen 76 jaar wordt in de westerse wereld gekenmerkt door historisch gezien ongekende stabiliteit. Analyses van de opkomst en ondergang van grote agrarische staten en rijken suggereren echter dat oscillaties in economische, politieke en demografische zin de norm zijn en ineenstortingen van beschavingen van alle tijden en plaatsen (Motesharrei et al., 2014). Recente inzichten uit de archeologie suggereren dat natuurlijke klimaatvariaties een belangrijke rol hebben gespeeld bij het ineenstorten van historische beschavingen zoals die in de Indusvallei. In het nabije verleden wordt droogte mogelijk ten gevolge van klimaatverandering door sommige onderzoekers als een factor beschouwd in het oplaaien van de Syrische burgeroorlog. Macrohistorici beklemtonen echter de complexiteit en diversiteit van historische ineenstortingen van beschavingen (Butzer en Enfield, 2012).



Dus hoe moeilijk we het ons nu wellicht kunnen voorstellen, ook historisch gezien is het verre van vreemd te veronderstellen dat onze samenleving op een gegeven moment, onder invloed van voldoende grote druk, zou kunnen ineenstorten.

Wat betekent ineenstorting?

Hoewel er veel wetenschappelijke literatuur te vinden is over het ineenstorten van maatschappijen, is er geen sprake van een breed gehanteerde, eenduidige definitie. In historische zin wordt wel gesproken van een (snelle) economische, politieke en demografische terugval. Bendell (2020) geeft aan dat een ineenstorting van een sociaal of economisch systeem niet per se hoeft te leiden tot het ineenstorten van de wet, orde, identiteit en waarden. Van belang hierbij is ook de constatering dat de terugval langdurig van aard is; dit in tegenstelling tot rampen waarna wederopbouw naar het oorspronkelijke niveau plaatsvindt.

Bij een economische terugval kunnen we ons het een en ander voorstellen. Te denken valt aan een afname van economische activiteiten, waaronder productie en handel, verminderde vraag naar en beschikbaarheid van (consumptie)goederen, toenemende werkloosheid. Afhankelijk van de mate van terugval zou dit kunnen leiden tot en verminderde betaalbaarheid en/of schaarste van minder of meer essentiële producten.

Hiervan zijn legio voorbeelden in de recente geschiedenis te vinden.

Bij een politieke terugval kan worden gedacht aan een verminderde greep/grip op de samenleving van het openbaar bestuur. Verzwakking of het wegvallen van legitimiteit van een gecentraliseerd bestuur kan leiden tot het uiteenvallen van een natiestaat of supranationaal verbond in kleinere eenheden (bijv. voormalige Sovjetunie of voormalig Joegoslavië). Ook kan er op lokaal of regionaal niveau een situatie ontstaan dat niet-gouvernementele organisaties zoals bendes of milities de dienst uitmaken (Mexico, Somalië).

Ten slotte behelst een demografische terugval de migratie van een aanzienlijk deel van de bevolking naar andere gebieden, een terugval van het geboortecijfer, en/of een afname van de levensverwachting. Hierbij kan mogelijk ook een toename van het sterftecijfer door verslechterde omstandigheden een rol spelen.

Uiteraard zijn een (snelle) economische, politieke en demografische terugval in veel gevallen direct met elkaar verbonden. Een goed voorbeeld is de Arabische lente, waarin protesten over voedselprijzen leidden tot politieke omwentelingen (en in het geval van Libië een zekere mate van ineenstorting).

De mate van terugval, de tijdschaal waarop dit gebeurt en de geografische omvang van het betreffende gebied kunnen variëren; diverse voorbeelden uit de moderne geschiedenis zijn bekend (zie Tabel 1). In deze tabel is

ook de dramatische terugval van het voorzieningsniveau m.b.t. drinkwater in Syrië in het afgelopen decennium opgenomen. Deze terugval is het gevolg van beschadiging van infrastructuur, door de omstandigheden verhinderd onderhoud, gebrek aan reserveonderdelen en verlies van technisch personeel en daarmee samenhangend beperkte kennisoverdracht (ICRC, 2021). Bij deze voorbeelden spelen lokale of regionale factoren vaak een doorslaggevende rol. Het is van belang om in beeld te houden dat het in dit trendalert besproken scenario wordt aangedreven door een verlies van leefbaarheid (klimaat, biodiversiteit, ...) dat weliswaar regionaal sterk wisselende expressies kan hebben, maar globaal van aard is.

Tabel 1: Voorbeelden uit de recente geschiedenis van een sterke terugval in korte tijd van economie, demografie en de watervoorziening.

aspect	gebied en periode	terugval	bron
economisch	Irak, 1991	64%	[1]
	Rwanda, 1994	50%	
	Tadzjikistan, 1992-1996	66%	
demografisch	Kosovo, 1999	10%	[2]
	Syrië, 2011-2018	21%	
water-voorziening	Syrië, 2010-2021	40%	[3]

[1] <https://data.worldbank.org/> - BBP

[2] <https://data.worldbank.org/> - bevolkingsomvang

[3] <https://www.icrc.org/en/document/syria-water-crisis-after-10-years-war>



Relevantie

Betekenis voor de drinkwatersector

Een existentiële kwestie voor de maatschappij of zelfs de mensheid (Xu en Ramanathan, 2017) is per definitie ook een existentiële kwestie voor de drinkwaterbedrijven. Over de hier beschreven trend en het daaraan gekoppelde scenario kan daarom alleen zinvol worden nagedacht in termen van het minimaliseren van lijden door het zoveel mogelijk zeker stellen van de levering van water onder moeilijke en verder verslechterende omstandigheden.

Enig inzicht in wat de impact van een dergelijk scenario op de waterbedrijven en hun maatschappelijke rol zou kunnen zijn kan worden verkregen door bestudering van de watervoorziening en -infrastructuur in kwetsbare en conflictgebieden. Bolton (2020) benoemt een aantal kwetsbaarheden, waarvan de volgende met name ook voor de Nederlandse situatie denkbaar zijn – deze worden hier nader uitgewerkt :

- 1) toename van watervraag door ontheemden: grote aantallen klimaatvluchtelingen uit naburige regio's (bijvoorbeeld Noord-Afrika) op de vlucht voor extreem weer, zeespiegelstijging of maatschappelijk verval zoals hiervoor beschreven ten gevolge van het veranderende klimaat zouden zich in Nederland kunnen

- 2) fysieke schade aan infrastructuur: als nevenschade in conflictsituaties, door moedwillige sabotage of diefstal van materialen of componenten, ten gevolge van maatschappelijke onrust als resultaat van punt 1, of van economische terugval;
- 3) vertrek van gekwalificeerd (technisch) personeel: zelf op de vlucht voor verslechterende lokale omstandigheden;
- 4) verminderde beschikbaarheid van elektriciteit: ten gevolge van dezelfde processen die hier voor de watersector worden beschreven (2, 3, 5, 6, 7);
- 5) afbraak van de financiële houdbaarheid van waterbedrijven: grotere fractie wanbetaling en/of waterdiefstal door verslechterde economische omstandigheden, maar ook een verminderd functioneren of uitval van het financiële systeem zelf.

Hier kunnen, afhankelijke van de ruimtelijke en tijdsschaal van de ineenstorting nog enkele aan worden toegevoegd die niet door Bolton worden beschreven, naar men kan aannemen omdat zij zich baseert op gebieden met een waterinfrastructuur die technologische minder ontwikkeld is dan de onze:

- 6) verminderde beschikbaarheid van (hoogtechnologische) componenten en chemicaliën: terugval in productie van grondstoffen en componenten, deels door vergelijkbare mechanismen als hier voor de watervoorziening besproken (3, 4, 5), terugval in internationale handel door stagnatie van economie, inclusief transport en het financiële systeem;
- 7) (gedeeltelijke) uitval van data- en communicatie-infrastructuur : opnieuw deels door vergelijkbare mechanismen als hier voor de watervoorziening besproken (2, 3, 4, 5, 6);
- 8) vervuiling van bronnen door het wegvallen van beschermingsmaatregelen tegen chemische of nucleaire verontreiniging: ook hiervoor geldt dat de eerder genoemde mechanismen (2, 3, 4, 5, 6, 7) kunnen leiden tot verminderde beveiliging of insluiting van chemische of nucleaire producten of afvalstoffen die zich dientengevolge via water of wind kunnen verspreiden.

Diepe adaptatie: veerkracht, afstand doen, herstellen en verzoening

Wat kunnen waterbedrijven doen om voorbereid te zijn op een dergelijke scenario? De hoofdcomponent van "traditionele" adaptatie is *veerkracht*. Dit wordt in de



volgende paragraaf nader uitgewerkt. Daarnaast echter beschrijft Bendell (2020) drie aanvullende aspecten in de context van een deels ineengestorte samenleving, die samen hiermee het concept van *diepe adaptatie* omvatten. Het eerste van deze drie aspecten is *afstand doen*, hetgeen verwijst naar het loslaten van bezittingen, gedragingen en overtuigingen door mensen en/of gemeenschappen, daar waar het vasthouden tot verergering van de situatie zou leiden. Voor waterbedrijven zou hierbij gedacht kunnen worden aan zuiveringstechnieken die veel energie en/of hoogtechnologische componenten vergen. Het tweede aanvullende aspect is *herstel*. Hiermee wordt het herontdekken van benaderingen (m.b.t. leven en organisaties) die verdwenen zijn in onze moderne, op fossiele energie gestoelde samenleving. Een voor drinkwaterbedrijven relevant voorbeeld hiervan zou kunnen zijn het gebruik van hoogteverschil in plaats van pompen voor het op druk houden van leidingnetwerken. Ten slotte is er *verzoening* met het feit dat we niet weten of onze handelingen een positief verschil zullen maken en dat zwaardere tijden voor ons liggen.

Inbouwen van veerkracht en noodvoorzieningen

In de eerste plaats is het noodzakelijk dat de waterbedrijven voor wat betreft hun infrastructuur en hun organisatie beschikken over de nodige veerkracht om klappen op te vangen. Hiernaar is de laatste jaren,

ook in BTO-kader, uitgebreid onderzoek naar gedaan (bijv. Makropoulos et al., 2018). Diep et al. (2017) trekken lessen uit diverse crises in het Midden-Oosten en Noord-Afrika. Zij adviseren waterbedrijven om hun veerkracht op te bouwen. Deze wordt volgens de auteurs gekenmerkt door flexibiliteit, vindingrijkheid en reactievermogen, redundantie (ontwerp en beschikbaarheid van reserve-onderdelen) modulariteit (zelf-organiserend) en veilig falen (minimale schade).

Wat betekent dit concreet met betrekking tot de beschreven mogelijke impacts? Een aantal benaderingen ligt voor de hand (deels uit Diep et al., 2017):

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. watervraag | flexibiliteit m.b.t. bronnen en zuivering |
| 2. fysieke schade | beperken van bereikbaarheid van infrastructuur |
| 3. personeel | mogelijkheid voor terugval naar basale operatie, brede opleiding van personeel |
| 4. elektriciteit | zelfvoorzienendheid |
| 5. financiële houdbaarheid | minimaliseren van verliezen (o.a. lekverlies) |
| 6. technologische componenten | mogelijkheid voor terugval naar basale operatie, aanhouden van noodvoorraad |

7. data- mogelijkheid voor terugval naar
infrastructuur basale operatie

8. vervuiling van diversificatie van bronnen
bronnen

Deze maken al deel uit van bestaande of in ontwikkeling zijnde strategieën van waterbedrijven om met de onzekere aspecten van de komende decennia om te gaan. Een beschouwing door een collapsologische bril van deze aspecten leidt wellicht tot een uitbreiding van bestaande beheersmaatregelen.

De belangrijkste suggestie in dit kader heeft betrekking op schaalvergroting en verregaande digitalisering van de watervoorziening. Hoewel deze op zichzelf veel winst in efficiëntie, inzicht, en veerkracht van watervoorzieningssystemen kunnen opleveren, lijken zij ook een kwetsbaarheid van de watervoorziening te vormen in collapsologisch perspectief. Een recente illustratie van de kwetsbaarheid van systemen bij grote afhankelijkheid van een digitale ruggengraat is het geval waarin in juli 2021 de supermarktketen Coop bijna 800 Zweedse winkels moest sluiten omdat het kassasysteem onklaar was gemaakt door een cyberaanval (Nu.nl, 2021). Het voorgaande schetst diverse manieren waarop de levering van drinkwater door afhankelijkheden van andere infrastructuur, de beschikbaarheid van mensen en/of materiaal zou kunnen falen. Het lijkt vanuit deze gedachte wenselijk om deze (d.w.z. bronnen, zuiveringen



en distributieinfrastructuur) ook te kunnen opereren met een beperkt aantal mensen, zonder afhankelijkheid van de aanvoer van hoogtechnologische componenten en zonder afhankelijkheid van een datainfrastructuur. Met andere woorden, een flexibiliteit om terug te vallen naar een basale, laagtechnologische en wellicht kleinschalige bedrijfsvoering. Maar deze gedachten verdienen zeker nadere uitwerking. Aanbevolen wordt om het langdurige ineenstortingsscenario en de mogelijke beheersmaatregelen daarbij nader te onderzoeken.

Tot besluit

De recent afgesloten COP26 in Glasgow laat zien dat de internationale gemeenschap voorzichtige stappen zet om catastrofale gevolgen van extreme klimaatverandering te voorkomen. Het scenario van ineenstorting is geen gegeven, maar een mogelijkheid waar we zelf nog steeds invloed op kunnen en moeten uitoefenen. Het is echter ook geen verwaarloosbare onmogelijkheid. Vanuit het perspectief van goed risicomanagement zou de Nederlandse drinkwatersector er dus verstandig aan doen om het scenario van maatschappelijke ineenstorting, in termen van de risicomatrix met een (zeer) kleine kans en een zeer grote impact en daardoor minimaal een gemiddeld risico vormend, in haar strategieontwikkeling een plek te geven. Veel beschouwde maatregelen ter vergroting van

de veerkracht zijn hierbij bruikbaar, maar in aanvulling hierop lijkt het verstandig om bij de voorgaande schaalvergroting en digitalisering van de drinkwatervoorziening altijd een terugvaloptie in te bouwen, die het mogelijk maakt om op kleine schaal en met minimale (technologische) middelen water te blijven leveren als maatschappelijke omstandigheden langdurig verslechteren.

Meer informatie

- IPCC (2021) Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- Rockström, J. et al. (2009) Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- G.M. Mace et al. (2014) Approaches to defining a planetary boundary for biodiversity. *Global Environ. Change* 28, 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.009>
- Pablo Servigne, Raphaël Stevens (2017) *How Everything Can Collapse. A Manual for our Times.* Polity Press.
- Jem Bendell (2020) *Deep Adaptation: A Map for Navigating Climate Tragedy.* Revised 2nd edition. <https://www.lifeworth.com/deepadaptation.pdf>
- Portail de Collapsologie, <https://www.collapsology.info/en/>, bezocht op 8 september 2021
- Andrew Segrave (2014) *Time to change. The foreseeable future for water planning.* Proefschrift, TU Delft, <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:56dfd837-4121-411c-b36d-80baac2efc81?collection=research>
- David Wallace-Wells (2019) *De onbewoonbare aarde.*
- Mark Lynas (2020) *Zes graden.* <https://www.zesgraden.nu/>
- Richards, C. E., Lupton, R. C., & Allwood, J. M. (2021). Re-framing the threat of global warming: an empirical causal loop diagram of climate change, food insecurity and societal collapse. *Climatic Change*, 164 (3-4) <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02957-w>
- Kurt M. Campbell, Jay Gullledge, J.R. McNeill, John Podesta, Peter Ogden, Leon Fuerth, R. James Woolsey, Alexander T.J. Lennon, Julianne Smith, Richard Weitz, en Derek Mix (2007) *The Age of Consequences: The Foreign Policy and National Security Implications of Global Climate Change.* Center for Strategic & International Studies, http://www.climateneeds.umd.edu/reports/CSIS-CNAS_AgeofConsequences_November07.pdf



- Spratt en Dunlop (2018) What lies beneath. The understatement of existential climate risk. Breakthrough Institute. https://docs.wixstatic.com/ugd/148cb0_a0d7c18a1bf64e698a9c8c8f18a42889.pdf
- Taleb, Nassim Nicholas (2007). The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable. London: Penguin.
- Brown D.A. (2020) Lessons Learned from IPCC's Underestimation of Climate Change Impacts About the Need for a Precautionary Climate Change Science. In: Westra L., Bosselmann K., Fermeglia M. (eds) Ecological Integrity in Science and Law. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46259-8_1
- Richard B. Alley (2000) The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland, Quaternary Science Reviews, Volume 19, Issues 1–5, [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00062-1](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00062-1)
- Brendryen, J., Hafliðason, H., Yokoyama, Y. et al. Eurasian Ice Sheet collapse was a major source of Meltwater Pulse 1A 14,600 years ago. Nat. Geosci. 13, 363–368 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0567-4>
- Peter Kuipers Munnike (2021) Wanneer moeten we verhuizen voor de stijgende zee. NRC Handelsblad. <https://www.nrc.nl/nieuws/2021/11/26/wanneer-moeten-we-verhuizen-voor-de-stijgende-zee-a4066934>
- Yangyang Xu en Veerabhadran Ramanathan (2017) Well below 2 °C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes. PNAS 114 (39) 10315-10323; <https://doi.org/10.1073/pnas.1618481114>
- ICRC (2021) Syria water crisis: Up to 40% less drinking water after 10 years of war. <https://www.icrc.org/en/document/syria-water-crisis-after-10-years-war>, bezocht op 22 november 2021.
- Safa Motesharrei, Jorge Rivas, Eugenia Kalnay (2014) Human and nature dynamics (HANDY): Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies. Ecological Economics 101: 90-102.
- Karl W. Butzer, Georgina H. Endfield (2012) Critical perspectives on historical collapse. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109 (10) 3628-3631; <https://doi.org/10.1073/pnas.1114772109>
- Laura Bolton (2020) Water infrastructure in fragile and conflict-affected states. K4D Helpdesk Report, <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/15802>
- Loan Diep, Tim Hayward, Anna Walnycki, Marwan Husseini en Linus Karlsson (2017) Water, crises and conflict in MENA: how can water service providers improve their resilience? IEDD Working Paper. http://wrc.washcluster.net/sites/default/files/2020-04/Diep_Water%20Crisis%20and%20Conflict%20in%20MENA_2017.pdf
- C. Makropoulos, H. J. van Alphen, D. Vries, L. Palmen, S. Koop, P. van Thienen en G. Medema (2018) Developing water wise cities: A Resilience Assessment applied to Oasen's water system. BTO 2018.062. <http://api.kwrwater.nl/uploads/2019/08/BTO-2018.062-Developing-water-wise-cities.-A-Resilience-Assessment-method-applied-to-Oasen-s-water-system.pdf>
- Nu.nl (2021) Supermarktketen Coop moet bijna 800 Zweedse winkels sluiten na cyberaanval. <https://www.nu.nl/tech/6143345/supermarktketen-coop-moet-bijna-800-zweedse-winkels-sluiten-na-cyberaanval.html>, bezocht op 26 november 2021

Sleutelwoorden

ineenstorten, klimaatverandering