

ECONOMISCHE IMPACT VAN TOEKOMSTIGE OVERSTROMINGEN IN NEDERLAND



ABN·AMRO

7 december 2020

Auteurs:

Marieke Abcouwer
Sustainability Risk Specialist
marieke.abcouwer@nl.abnamro.com

Loudina Erasmus
Klimaat Econoom
loudina.erasmus@nl.abnamro.com

Sandra Phlippen
Hoofdeconoom
sandra.phlippen@nl.abnamro.com

Voor vragen over deze publicatie,
neem aub contact op met Sandra Phlippen,
tel 06 129 742 21

- Deze studie is een eerste kans- en impactbeoordeling van overstromingen in Nederland in 2050 als de opwarming van de aarde het huidige traject blijft volgen (WH-scenario).
- Middelmatige overstromingen (50 cm) en diepe overstromingen (>200 cm) zouden het bbp in dat jaar met 1,5% tot 3% drukken.
- De impact van middelmatige overstromingen wordt hoofdzakelijk bepaald door een gewijzigde risicoperceptie onder huizenkopers.
- Bepalende factoren voor de impact van diepe overstromingen zijn vooral de economische bedrijvigheid, die één maand tot stilstand komt (-2% bbp), en een huizenprijsschok (-30%), die doorwerkt in de economie.
- De kans dat overstromingen zich voordoen, is heel tot uiterst gering maar neemt wel toe.
- Deze bevindingen vormen onderdeel van onze eerste klimaatstresstest waarin we de impact van de fysieke risico's van klimaatverandering op de hypotheekportefeuille van de bank inschatten.



Introductie

Tijdens een hittegolf brak in de vroege ochtend van 26 augustus 2003 in Wilnis bij Utrecht een veendijk door. De overstroming werd binnen vier uur gestopt, maar de directe fysieke schade bedroeg EUR 16 miljard^a. Dit betrof hoofdzakelijke schade aan de infrastructuur. In dit cijfer is niet begrepen de economische schade die ondernemingen en huishoudens tijdens en na de overstroming leden. Deze schade is mogelijk aanzienlijk hoger geweest.

Het voorbeeld van Wilnis laat zien dat combinaties van weersomstandigheden op verrassende wijze overstromingen kunnen veroorzaken. In dit geval was het de combinatie van hitte en droogte, waardoor het veen was gekrompen en gebarsten en de dijk uiteindelijk doorbrak. Dijken zoals in Wilnis bieden bescherming tegen rivieren die buiten hun oevers treden. De primaire waterkeringen moeten het land tegen het zeewater beschermen.

Het Nederlandse waterbeheersysteem staat wereldwijd bekend om de hoge veiligheidsnormen en enorme omvang. Onder extreme omstandigheden kunnen waterkeringen echter bezwijken. De kans op diepe overstromingen is op dit moment uiterst gering maar neemt als gevolg van klimaatverandering wel toe. Klimaatscenario's – zoals opgesteld door de Intergouvernementele Werkgroep inzake Klimaatverandering (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) – zijn met een aanzienlijke dosis onzekerheid omgeven. Het lijkt er evenwel op dat de daadwerkelijke kans op overstromingen waarschijnlijk meer aan de bovenkant van bestaande schattingen ligt. Beoordeling van de kans op toekomstige overstromingen is op zich al een complexe exercitie en dit geldt nog meer voor de kansbeoordeling per locatie. Daarbij kan de impact van een overstroming sterk veranderen terwijl de kans stabiel blijft. De kans blijft stabiel als gevolg van dijkversterking die grotendeels meebeweegt met de risico's van zeespiegelstijging. De gevolgen daarentegen neemt toe naarmate de bevolking achter de dijken groeit, de bebouwing in waarde stijgt, en ook door het klimaateffect dat een doorbraak bij een hogere zeespiegel tot een grotere overstromingsdiepte leidt.

Voor ons was dit reden om de kans op overstromingen en de macro-economische impact van overstromingen los van elkaar te onderzoeken.

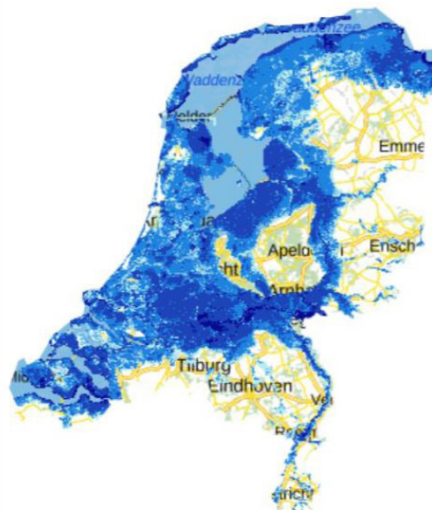
Dit onderzoek is deel van een bredere analyse waarin wij de gevolgen van klimaatverandering voor onze kredietportefeuille in kaart brengen en daarover rapporteren. Dit doen wij binnen een internationale werkgroep van banken genaamd de Taskforce on Climate related Financial Disclosures onder begeleiding van de VN. Deze studie toont daarbij het belang dat wij hechten aan het uitdragen van de waarden waar wij als bank voor willen staan: het inzetten van onze kennis en expertise om de klant en de maatschappij in brede zin zo goed mogelijk te dienen.

ONZE FOCUS

In onze analyse richten we ons op de Randstad, en wel om twee redenen. Ten eerste is dit het economisch hart van Nederland. Als de primaire waterkeringen het begeven, komt de hele Randstad minstens 200 cm onder water te staan. Bij een diepe overstroming van deze omvang is een economische schok onvermijdelijk. Ten tweede zou zelfs een middelmatige overstroming van circa 50 cm in de Randstad een significante impact hebben, doordat uitval van bijvoorbeeld stroom, transport en communicatie tot maatschappelijke verstoringen kan leiden en doordat de onzekerheid over toekomstige overstromingen tot plotselinge toename van de risicoperceptie zal leiden.

Met onze analyse zetten we de eerste stappen om de economische impact van overstromingen in Nederland in kaart te brengen. We hebben hierbij diverse vereenvoudigende aannames gemaakt, maar denken dat deze waarschijnlijk

de impact veeleer onderschatten dan overschatten, omdat de meeste van onze bevindingen uitsluitend op een schok in de huizenprijzen zijn gebaseerd. In werkelijkheid stijgen de risicopremies voor alle activa, met als gevolg dat er direct minder wordt geïnvesteerd en de financiële condities sterk verkrappen. Verder kan er ook stroomuitval optreden, wat aanzienlijke schade aan de economie zou toebrengen. Al deze effecten zijn niet in aanmerking genomen. Dit rapport is dan ook hoofdzakelijk bedoeld als startdocument voor een discussie over de gevolgen van klimaatverandering. We vinden het belangrijk om deze eerste, zij het voorlopige, stappen te zetten. Zo willen we beleidsmakers en private organisaties bewustmaken van de kosten die ontstaan als ze het in de strijd tegen klimaatverandering laten afweten.



Overstromingskenmerken
Overstromingsdiepte / bijzonder kleine kans

0 - 0.2
0.2 - 0.5
0.5 - 2.0 meter
2.0 - 5.0
> 5.0

Figuur 1: Bijzonder kleine kans (1/3.000 - 1/30.000) overstromingsdiepte
Bron: www.klimaat-effectatlas.nl

Primaire waterkeringen voorkomen tegenwoordig in bijna de hele Randstad diepe overstromingen. De figuur hierboven toont de overstromingsdiepte in een extreem scenario met een kleine kans dat een primaire waterkering doorbreekt.

HAAT-LIEFDEVERHOUDING MET WATER

Nederland heeft al eeuwen een haat-liefdeverhouding met water. De Randstad – ons economisch hart met Amsterdam, Den Haag en Rotterdam – is een deltagebied en ligt dicht bij de zee en de internationale scheepvaartroutes. Hierdoor kon onze economie tot bloei komen. De keerzijde van de medaille is echter het overstromingsgevaar: rivieren kunnen na overvloedige neerslag buiten hun oevers treden en een stormvloed kan het zeewater opstuwen tot over de zeekering. Dankzij het eeuwenlange gevecht tegen water heeft Nederland een verdedigingssysteem tegen hoogwater dat wereldwijd vermaard is en geprezen wordt. Klik [hier](#) voor de beroemde dertien Deltawerken.

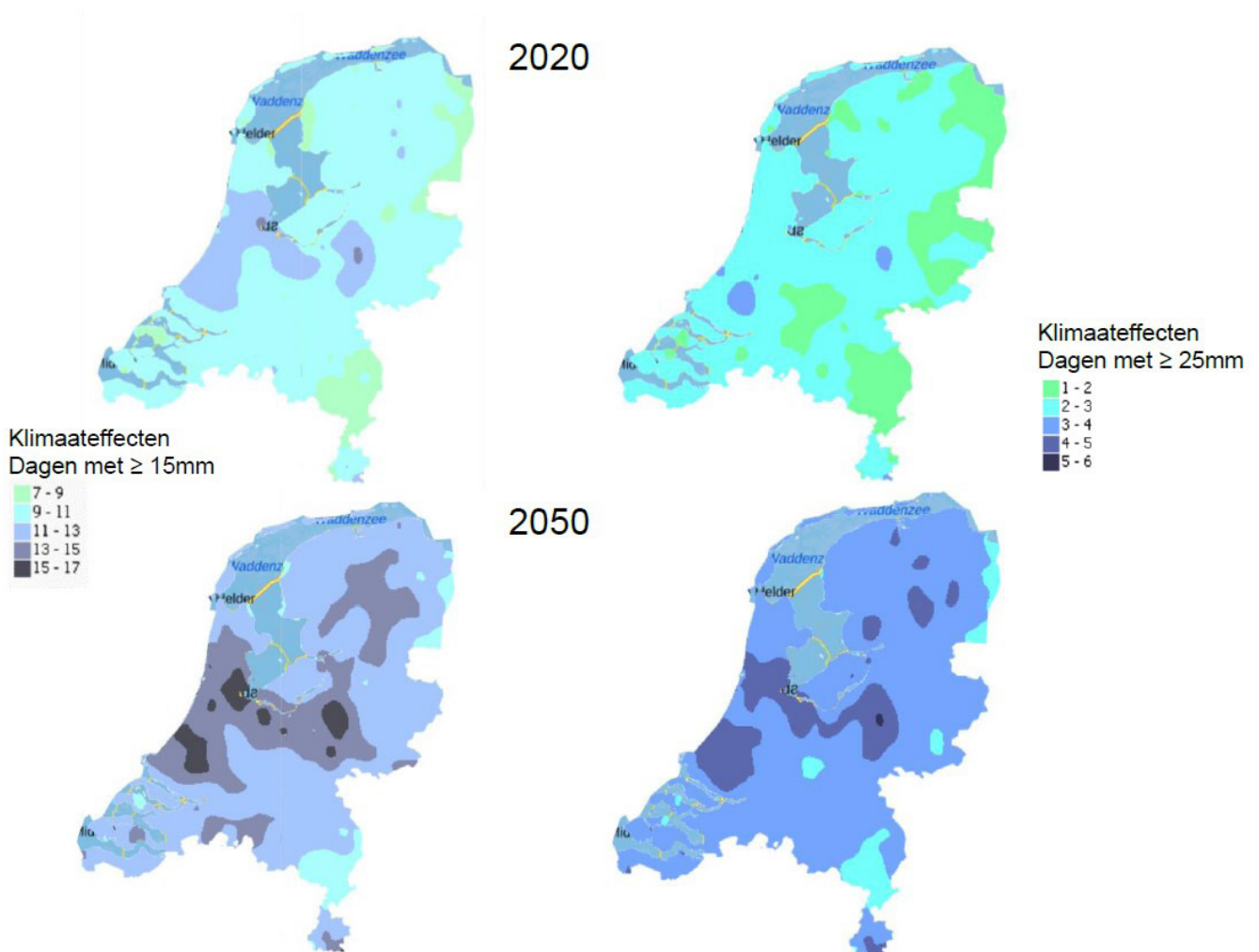
Als veiligheidsnorm voor de Deltawerken geldt dat de kans op een doorbraak in deze verdedigingslinie uitzonderlijk klein is. De Deltawerken zijn na de Watersnoodramp van 1953, de enige hoge stormvloed in de afgelopen 100 jaar, uitgevoerd. Overstromingen met aanzienlijke schade kwamen eerder niet vaak voor. In 1717 eiste de Kerstvloed 14.000 levens, in 1570 kwamen in de Allerheiligenvloed 20.000 mensen om en in 1421 verwoestte de Sint-Elisabethsvloed 30 steden. Een hoge stormvloed komt zelden voor maar is wel een natuurverschijnsel met een enorme impact. Dankzij de economische vooruitgang in de twintigste eeuw heeft Nederland een waardevolle economie om te beschermen en beschikt het ook over de middelen om zich die [bescherming](#) te veroorloven.

WEERSVERANDERINGEN TOT 2050

Ondanks inspanningen om de klimaatverandering te verminderen blijft de wereldwijde CO₂-uitstoot stijgen. Dit stelt Nederland bloot aan effecten van klimaatverandering zoals een toenemende regenval, sterkere schommelingen in weerspatronen, een stijgende zeespiegel en drogere, hetere zomers. Dat deze effecten ook een onderlinge wisselwerking hebben, blijkt uit het voorbeeld van Wilnis: deze overstroming werd, ironisch genoeg, veroorzaakt door een gebrek aan neerslag tijdens een hete, droge zomer waardoor de sterkte van de veendijk werd aangetast. Naar verwachting zullen dergelijke omstandigheden tijdens droge zomers vaker voorkomen, in combinatie met plotselinge zware regenval die de droge grond niet snel genoeg kan absorberen.

Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) verwacht dat het aantal neerslagdagen per jaar en ook de hoeveelheid neerslag (mm per uur) toenemen (zie bijlage 1^b). Dit wordt bevestigd door het Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie^c, dat voorspelt dat de kans op zware regenval in 2050 is verdubbeld. In de dertigjarige klimaatcyclus 1980-2010 werd al uitgegaan van een toename van de jaarlijkse regenval met 12% ten opzichte van de vorige dertigjarige cyclus. De onderstaande kaarten laten het aantal opeenvolgende dagen zien met zware regen (>15 mm) en zeer zware regen (>25 mm) in 2020 en 2050.

In de klimaatmodellen van het KNMI voor 2050, die



Figuur 2: Aantal dagen met zware (≥ 15 mm) en zeer zware (≥ 25 mm) regenval in 2020 en 2050
Bron: www.klimaat-effectatlas.nl

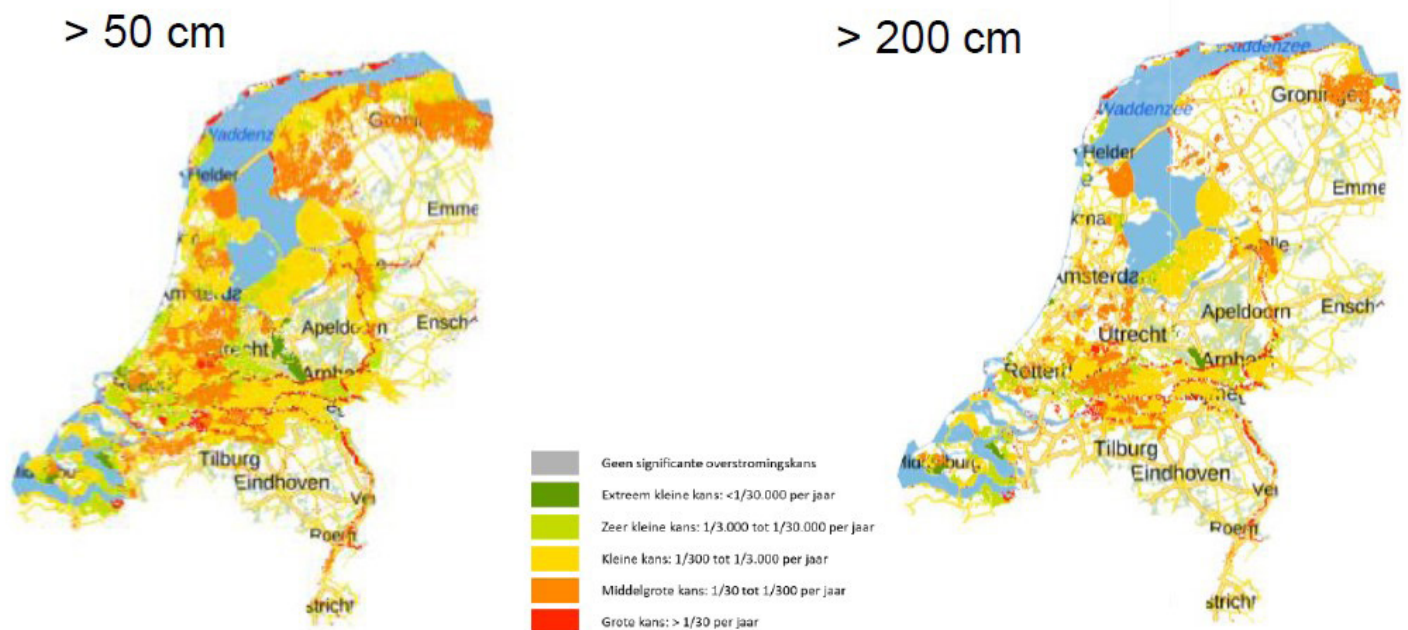
op de scenario's van de IPCC zijn gebaseerd, zijn de meest recente scenario's voor de wereldwijde temperatuurstijging toegepast op Nederland. Het KNMI heeft vastgesteld dat het luchtstromingspatroon (hoog of laag) een belangrijke rol speelt, naast de IPCC-scenario's voor klimaatverandering in Nederland. Dit creëert een extra dimensie van toekomstige onzekerheid¹. In bijvoorbeeld het scenario waarin de temperatuur wereldwijd stijgt met 4°C en de gemiddelde luchtstroming hoog (WH) dan wel laag (WL) is, zal in Nederland in 2050 de jaarlijkse hoeveelheid neerslag respectievelijk 2,5% of 5% hoger zijn. De temperatuur in Nederland stijgt met respectievelijk 1,4°C (WH) of 1°C (WL). De volledige parameters voor de vier scenario's zijn vermeld in bijlage 1.

In onze impactbeoordeling hebben we het WH-scenario gebruikt – een wereldwijde temperatuurstijging van 4°C in combinatie met een hoge luchtstroming. In alle scenario's van het KNMI nemen in Nederland zowel droogteperioden als overstromingen waarschijnlijk toe in frequentie en intensiteit.

¹ Het KNMI schetst vier scenario's waarin temperatuur (wereldwijde stijging met 2°C (G) of 4°C (W)) en luchtstromingspatroon (hoog (H) of laag (L)) zijn gecombineerd: GL, GH, WL en WH.

KANS OP LOKALE OVERSTROMINGEN IN 2020-2050: FOCUS OP DE RANDSTAD

Veranderende weerspatronen en stijgende zeespiegels vormen één kant van de discussie, namelijk de kans dat zich extreme klimaatomstandigheden voordoen. Een ander aspect is of overstromingen op specifieke locaties optreden. Dit laatste hangt af van meerdere factoren zoals de lokale weersveranderingen, de bodemstructuur en uiteraard het niveau van infrastructurele bescherming. Zo is het overstromingsrisico niet alleen in gebieden dicht bij rivieren of de zee hoger, maar ook in gebieden waar de oppervlakte een bekkenstructuur heeft en de bodem niet absorberend is. Het risico van overstromingen is daarentegen lager in gebieden waar adequate beschermingsmaatregelen (dijken) zijn genomen. Door al deze factoren zijn er in Nederland regionale verschillen in diepte en omvang van en kans op overstroming. De Nederlandse regering investeert elk jaar miljoenen euro's om de bescherming op het vereiste niveau te houden.



Figuur 2: Plaatsgebonden overstromingskans met diepte van meer dan 50 cm en 200 cm

Bron: www.klimaat-effectatlas.nl

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft Climate Adaptation Services (CAS) opdracht gegeven om de kans op overstromingen in Nederland in 2050 in kaart te brengen, op basis van het WH-scenario van het KNMI en de geplande overheidsinvesteringen in beschermingsmaatregelen. Interactieve kaarten van plaatsgebonden overstromingskansen zijn op de website van CAS beschikbaar (www.klimaat-effectatlas.nl). De onderstaande schermafbeeldingen tonen de plaatsgebonden kans op middelmatige (> 50 cm) en diepe (> 200 cm) overstroming.

MIDDELMATIGE OVERSTROMING IN DE RANDSTAD

Als we inzoomen op de Randstad en de kans op middelmatige overstroming (>50 cm), dan blijkt dat langs rivieren en in Gouda de kans op overstroming groot (1/30 per jaar) is. Of deze overstroming zich pas over 30 jaar of morgen al voordoet, is een speling van de natuur. Voor de Randstad als geheel hebben we gekozen voor een kans van 1/300 tot 1/3.000 per jaar. De gebieden met een hoge overstromingskans zijn onderhevig aan overstroming door regionale dijkdoorbraak. De gevolgschade is dan gematigd, vergelijkbaar met de Wilnis casus.

DIEPE OVERSTROMING IN DE RANDSTAD

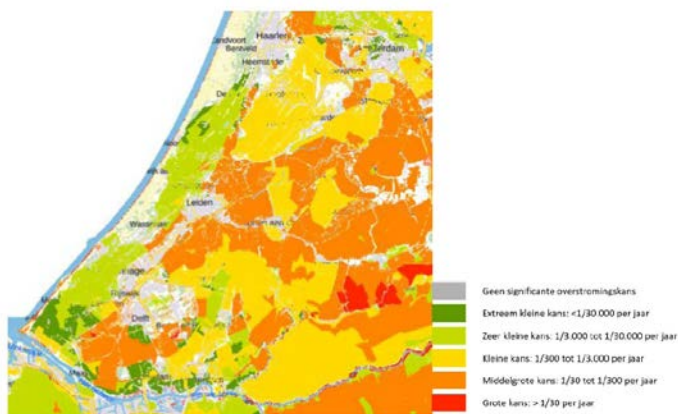
In de Randstad is op bepaalde plaatsen de overstromingskans klein (geel, 1/300 tot 1/3.000 per jaar) tot middelgroot (oranje, 1/30 tot 1/300 per jaar). In gebieden direct achter de kust is er geen significante overstromingskans; deze gebieden worden beschermd door de primaire waterkeringen, waarvoor aanzienlijk

hogere veiligheidsnormen gelden². Sinds 2017 schrijft een nieuwe regeling (Schade en Slachtoffer Module, 2017³) voor dat ten aanzien van overstromingen van meer dan 200 cm risico's een kosten-baten afweging plaatsvindt. Dit betekent dat extra investeringen in infrastructuur niet hoger mogen zijn dan de schade die daarmee wordt voorkomen. De restructies die dit met zich meebrengt, zijn niet in deze kaart meegenomen. CAS heeft plaatsgebonden schattingen van deze restructies gemaakt. Om een impactbeoordeling te kunnen maken, schatten we de gemiddelde kans op een overstroming met een diepte van meer dan 200 cm tussen eens per 3.000 jaar en eens per 30.000 jaar.

² De theorie van extreme waarden (Extreme Value Theory – EVT) wordt in de statistiek toegepast wanneer er een gebrek aan gegevens is en voor systemen waarin een fout heel schadelijke gevolgen zou hebben. EVT modelleert gebeurtenissen in de extreme staart (0,05 percentiel) van statistische verdelingen. Voor regionale verdedigingssystemen wordt naar de maximale waarden boven een bepaalde drempelwaarde (Peaks Over Threshold – POT) gekeken, omdat het een gereguleerde, constante en gecontroleerde omgeving betreft. De schade bij falende systemen is ook geringer. De kans dat primaire verdedigingssystemen niet afdoende zijn, wordt berekend aan de hand van een Type 1 EVT Gumbel-verdeling, omdat waterstanden door ongecontroleerde natuurverschijnselen worden bepaald. a. Falende primaire verdedigingssystemen veroorzaken aanzienlijk grotere economische schade, terwijl in dat geval ook veel meer mensen omkomen; hiervoor gelden dan ook hogere veiligheidsnormen en lagere risicomarges dan voor regionale verdedigingssystemen. Dit is ook zichtbaar in de overstromingskaart in figuur 5: in het kustgebied is er bijna nergens een significante overstromingskans.

³ <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-modellen/applicaties-per/aanleg-onderhoud/aanleg-onderhoud/schade-slachtoffer/>

IMPACT VAN OVERSTROMING: EEN KETEN VAN GEBEURTENISSEN



Figuur 4: Plaatsgebonden overstromingskans met diepte van meer dan 50 cm in de Randstad
 Bron: www.klimaat-effectatlas.nl

BESCHERMING TEGEN EN KANS OP OVERSTROMINGEN IN NEDERLAND

- Het overstromingsgevaar behoort in Nederlandse verzekeringspolissen niet tot de standaarddekking, terwijl elders in de wereld een serieuze discussie wordt gevoerd of het risico van overstroming nog wel verzekeraar is. In Nederland heeft een overstroming (vanuit buitenwater) een dermate grote omvang en impact, dat de overheid dit wil voorkomen. Met belastinggeld worden de waterkeringen daarom op peil gehouden (in plaats van burgers en bedrijven verzekeringspremies te laten betalen om de eventuele schade te vergoeden). Daarnaast zijn er nog publieke middelen om eventuele overstromingsschade deels te vergoeden (Wet Tegemoetkoming Schade, WTS). Omdat algemeen wordt aangenomen dat deze niet toereikend zijn in het geval van een diepe overstroming, zal de staatsschuld worden verhoogd. Hieraan wordt de voorkeur gegeven boven een dure verzekering die onder meer de consumptie gedurende een veel langere periode zou belemmeren.
- Internationaal komt er steeds meer bewijs dat de risicoperceptie van overstromingen kan leiden tot een afkeer tegen wonen en werken in gebieden die als risicovol worden beschouwd. Dit kan resulteren in economisch schadelijke fluctuaties in vastgoedprijzen, transactiekosten en onzekerheid. De risicoperceptie kan niet alleen na een daadwerkelijke overstroming toenemen, maar ook onder invloed van het groeiende wereldwijde bewustzijn van klimaatverandering en steeds extremere weersomstandigheden.
- Uit een analyse van de OESO uit 2014⁴ blijkt dat Nederlandse huishoudens en bedrijven zich door de hoge mate van bescherming tegen overstromingen veilig wanen en overstromingen niet meer als een reëel risico zien. Als gevolg hiervan zijn zij nauwelijks bereid hier rekening mee te houden in beslissingen over locatie en bouwwijze van woningen en bedrijven. Daardoor neemt de potentiële schade van een overstroming steeds verder toe.
- De afzonderlijke klimaatmodellen en de manier waarop ze voor de IPCC-scenario's zijn geaggregeerd, kennen tekortkomingen. Zo is in de IPCC-scenario's geen feedback vanuit de biosfeer verwerkt.
- Naast de onzekerheid omtrent technische kansen bestaat er ook onzekerheid over klimaatprojecties en de precieze gevoeligheid van het aardse systeem voor klimaatverandering. Het is vervolgens ook onduidelijk hoeveel extra druk dit op het Nederlandse verdedigingssysteem tegen hoogwater zou leggen. In 2015 is in het Klimaatakkoord van Parijs de doelstelling vastgelegd om de opwarming van de aarde onder 1,5°C te houden. Dit is de ondergrens van de berekeningen door Jules Charney in 1979 dat bij een verdubbeling van de CO₂-concentratie in de atmosfeer ten opzichte van het pre-industriële niveau de aarde opwarmt met tussen 1,5°C en 4,5°C. Berekeningen door de IPCC in 2013 leverden dezelfde uitkomst op. Klimaatsceptici hanteren in het algemeen de ondergrens van deze bandbreedte. Recent onderzoek dat in Review of Geophysics^d is gepubliceerd, laat een veel smallere bandbreedte van 2,6°C tot 4,1°C zien, met een verwachte mediaan van net boven 3°C.

4 OECD, 2014, <https://www.oecd.org/governance/water-governance-in-the-netherlands-9789264102637-en.htm>

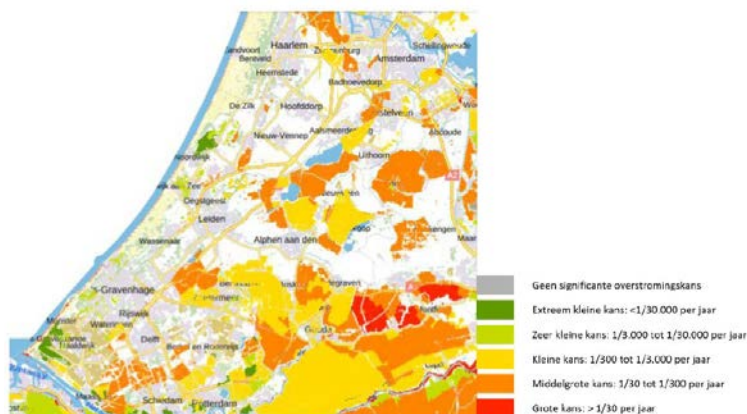
1 TIJDENS OVERSTROMING

Bij een overstroming in een gebied met economische activiteit is de eerste reactie om mensen in veiligheid te brengen en de fysieke schade te beperken. Essentiële nutsvoorzieningen – water, riolering en elektriciteit – vallen uit, wat zowel de directe als de latere herstelwerkzaamheden belemmert. Indien er mensen omkomen of nog in gevaar verkeren, heeft hun redding op dat moment prioriteit. Niet-essentiële activiteiten komen tot stilstand. Het effect op de productiviteit van ondernemingen verschilt. Dit hangt ervan af in hoeverre de bedrijfsmiddelen van materiële aard zijn: meer materiële activa betekent grotere verliezen^e.

In het geval van een middelmatige tot diepe overstroming blijven scholen gesloten, zijn wegen geblokkeerd en functioneert het openbaar vervoer niet. Mensen kunnen niet gaan winkelen of werken. De productie en de niet-essentiële consumptie in het overstroomde gebied komen tot stilstand⁵, niet in de laatste plaats omdat mogelijk mensenlevens verloren zijn gegaan. De eerste fase van overstroming kan enkele uren tot een week (bij een diepte van 50 cm) en tot 35 dagen (bij een diepte van meer dan 200 cm) duren^f. Indien polders onder water lopen, kan het nog veel langer duren voordat deze weer droogvallen.

Op het gebied van volksgezondheid kunnen overstromingen tot de uitbraak van door water overgebrachte ziekten leiden^g. In dit verband is het

5 Het is verleidelijk om een parallel met de covid-19-lockdown te trekken. Een belangrijk verschil is echter dat na een overstroming, in tegenstelling tot de lockdown in het tweede kwartaal van 2020, webwinkels niet de weggevallen consumptie van fysieke winkels kunnen overnemen.



Figuur 5: Plaatsgebonden overstromingskans met diepte van meer dan 200 cm in de Randstad
 Bron: www.klimaat-effectatlas.nl

meest bekend over hevige regenval als ziekteverwekker: in dat geval komen water en andere milieusystemen met elkaar in contact en raken rivieren, meren, bronnen en waterreservoirs besmet. In Nederland is met de Klimaatschadeschatter⁶ (een tool die gemeenten voorziet van informatie over klimaatrisico's) de schade van overstromingen door regenbuien onderzocht. De gezondheidsschade wordt gering geacht in vergelijking met de fysieke schade.

2 WANNEER HET WATER WEG IS: DIRECTE SCHADE EN RISICOPERCEPTIE

Nadat het water zich heeft teruggetrokken, wordt de schade aan vastgoed en infrastructuur zichtbaar en ook de economische impact van het verlies aan mensenlevens. Woningen, bedrijfsgebouwen en publieke infrastructuur zijn in waarde gedaald. Dit verlies van fysiek kapitaal tast op zich het bbp (de totale waarde van alle geproduceerde goederen en diensten) niet aan, maar vermindert wel aanzienlijk de productiecapaciteit. Zowel productiefaciliteiten als arbeidskrachten zijn verloren gegaan. Zeker in het geval van een diepe overstroming zal het verlies van mensenlevens ook tot tekorten leiden in producten en op de arbeidsmarkt. Ervaringen na de overstroming van 1953 laten zien dat de enorme herbouwoperaties leiden tot schaarse in mankracht, materieel en materialen, hetgeen marktprijzen omhoog drijft.

Naast de directe fysieke schade neemt na een overstroming mogelijk de risicoperceptie sterk toe, zeker als mensen zich zorgen maken over nieuwe overstromingen in de toekomst. Onderzoek waarin de fysieke schade en de beleefde schade (in termen van verlies van welzijn) in geld zijn uitgedrukt toont aan dat juist de risicoperceptie tweemaal zoveel schade berokkent aan de beleefde welzijn dan aan de fysieke schade^h. Het effect daarvan op aankoopgedrag van woningen kan dus niet onderschat worden.

Deze verandering in risicoperceptie brengt een verschuiving in de woningvraag teweeg naar niet-overstromingsgevoelige gebieden. Na een overstroming kan de risicoperceptie dus omhoogschieten en dalen de huizenprijzen mogelijk snelⁱ. Zonder overstroming zou dit proces naar verwachting geleidelijk verlopen (zie kader hieronder).

RISICOPERCEPTIE VAN OVERSTROMING

De waarde van een huis wordt mede bepaald door de risicoperceptie van woningzoekenden. De risico's die mensen waarnemen, kunnen de vraag naar huizen en dus de prijzen drukken, ook zonder dat er zich daadwerkelijk overstromingen hebben voorgedaan. In de VS heeft de San Francisco Federal Reserve onderzoek verricht naar het prijseffect van de risicoperceptie ten aanzien van toekomstige overstromingenⁱ.

Op locaties die onder water staan wanneer in 2100 de zeespiegel met 1,80 m is gestegen, zijn de huizenprijzen 5,2% lager dan op locaties waar dit gevaar niet bestaat. Het risico voor eigenwoningbezitters is gedefinieerd als volledig waardeverlies door overstroming over

100 jaar. In de studie is het prijseffect berekend op basis van de verwachte potentiële schade.

In Nederland is een vergelijkbare studie uitgevoerd naar het effect op huizenprijzen in overstromingsgevoelige gebiedenⁱ. Het prijseffect van het overstromingsrisico wordt geraamd op slechts 1% in vergelijking met huizen die niet aan dit risico blootstaan. Dit prijseffect betreft voor een groot deel risicoperceptie. Hoewel het overstromingsrisico bij een dijkdoorbraak ook al in 2012, het jaar van deze studie, groot was, denken we dat het prijseffect sindsdien is toegenomen. Hiervoor zien we twee redenen. Ten eerste krijgt klimaatverandering veel meer aandacht, en in het verlengde daarvan ook de kans op overstromingen. Ten tweede is in de regeling uit 2017 vastgelegd dat bescherming tegen overstroming niet door de overheid wordt gegarandeerd als de verhouding tussen kosten en baten een bepaalde drempelwaarde overschrijdt ('restrisico').

Op grond van de aanname dat het bewustzijn van het overstromingsrisico sinds 2012 is toegenomen stellen we in onze analyse het prijseffect van de risicoperceptie op 5,2%.

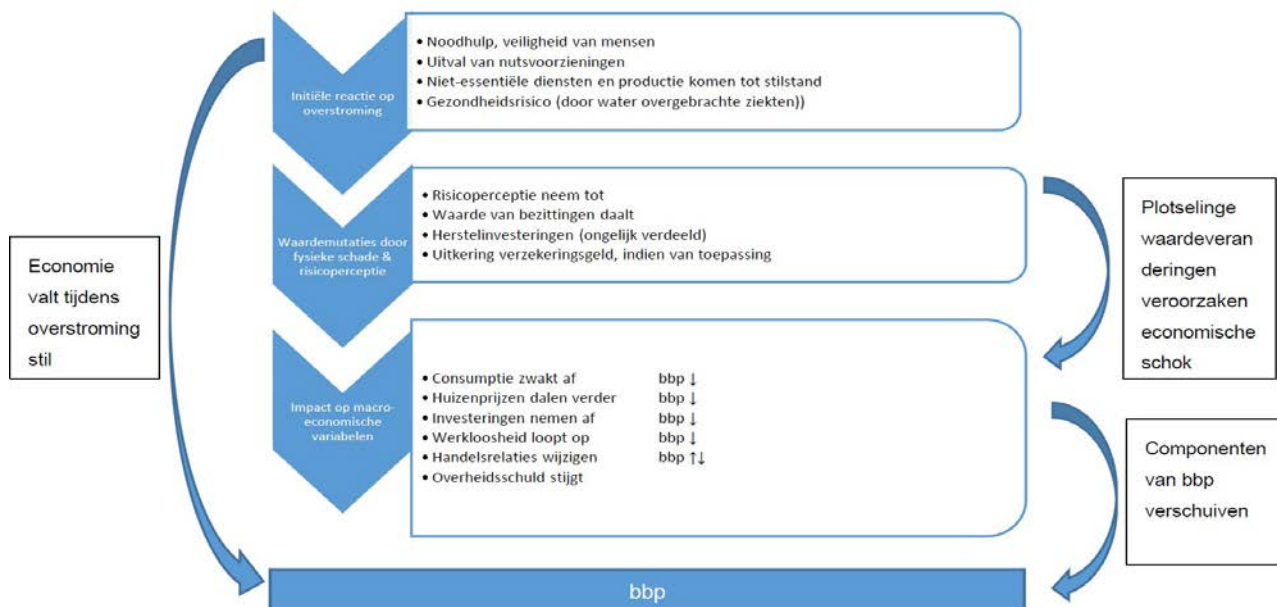
3 ECONOMISCHE WISSELWERKING

Herstelinvesteringen, werkloosheid en verdringingseffect. Beschadigde objecten moeten worden hersteld. De investeringen in herstelwerkzaamheden kunnen de economie zowel baten als schaden^k. Op de korte termijn vertraagt de stijging van de werkloosheid, omdat voor de herstelwerkzaamheden extra mankracht nodig is. Op de middellange tot lange termijn gaan deze herstelinvesteringen echter ten koste van productievere investeringen (o.a. innovatie) en remmen ze de toekomstige economische groei.

Sociale ongelijkheid. Hoe en in welke mate getroffen huishoudens na een overstroming actie kunnen ondernemen, kan sterk afhangen van hun inkomen en vermogen (vooral indien ze niet tegen het overstromingsrisico zijn verzekerd). Huishoudens met een hoog inkomen trekken overwegend weg uit overstromingsgevoelige gebieden, terwijl huishoudens met een laag inkomen veeleer afkomen op de dalende huizenprijzen. In verschillende studies zijn reacties geconstateerd die de ongelijkheid vergroten. In Arnhem bijvoorbeeld werden na overstromingen als gevolg van hevige regenval huishoudens met een laag inkomen niet alleen harder getroffen, maar was hun financiële ruimte voor herstel ook geringer. De gevolgen van overstromingen verhogen dus de ongelijkheid, in het bijzonder omdat gemeenten de verantwoordelijkheid om 'met overstromingen te leren leven' steeds meer bij de burger leggen^l.

Consumptie. De manier waarop huishoudens een

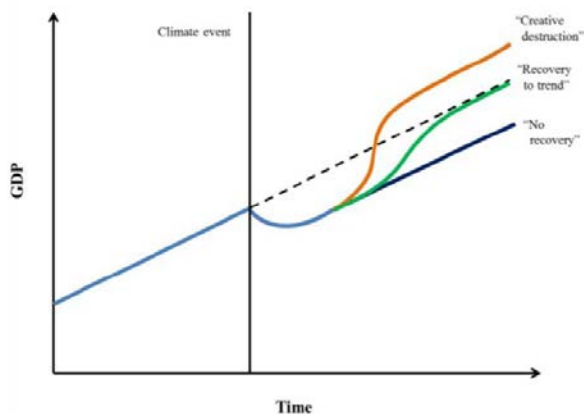
6 www.klimaatschadeschatter.nl



Figuur 6: Schematische weergave van macro-economische variabelen

waardevermindering van hun woning opvangen, is eveneens schadelijk voor de economie. Indien hun woning financieel onder water komt te staan (uitstaande hypotheeklening is hoger dan de marktwaarde), gaan mensen doorgaans minder besteden en meer aflossen om de hypotheekschuld en vastgoedwaarde weer in balans te brengen. In de nasleep van de financiële crisis kelderden de vastgoedprijzen en namen de consumptieve bestedingen af met 3%

te waarborgen. In het overstroomde gebied komt de productie tot stilstand, maar andere regio's nemen dit over. Dankzij deze verschuiving kan in grote landen de schade aanzienlijk worden beperkt. In Nederland is een diepe overstroming van de Randstad echter meteen een nationale ramp die de hele economie raakt. De uitvoer uit het overstroomde gebied wordt gehinderd, terwijl de invoer moet worden opgeschroefd¹⁰.



Figuur 7: Hersteltraject van bbb na klimaatgebeurtenis
Bron: Batten, 2018¹

omdat huishoudens hun te hoge hypotheekschuld wilden verminderen. Volgens deze studie van het CPB resulteerde dit in een dubbele dip van het Nederlandse bbb terwijl deze uitbleef in andere Europese landen zonder negatief woningvermogen.

Investerings. Omdat een ramp onzekerheid met zich meebrengt, wordt er minder geïnvesteerd. Vooral investeringen in woningbouw en commercieel vastgoed zullen tijdelijk als te riskant worden beschouwd¹¹.

Handelsrelaties veranderen en productie wordt tijdelijk anders ingericht om de levering van essentiële goederen

Overheidsschuld en rente. De regering moet humanitaire en economische hulpprogramma's optuigen. Hierdoor neemt de overheidsschuld toe en loopt de rente op. In landen waar verzekering tegen het overstromingsrisico de norm is, zullen verzekeraars het merendeel van de fysieke schade vergoeden. In Nederland komen de kosten echter voor rekening van particulieren en de overheid. Zoals hierboven beschreven, heeft men in Nederland ervoor gekozen om in reactie op een overstroming de overheidsschuld tijdelijk sterk te laten stijgen. In andere landen waar verzekering niet de norm is, biedt het overheidsbudget hiervoor echter minder ruimte. Daar draaien particulieren op voor de kosten en is verzekering heel duur. In sommige gevallen biedt herverzekering uitkomst (in het Verenigd Koninkrijk bijvoorbeeld steunt de regering dit). In Europa in het bijzonder zal de Europese Unie te hulp schieten na natuurrampen; dit beperkt het rente-effect.

De verstoring van de economische bedrijvigheid kan tot twee jaar na een diepe overstroming de productie drukken, al neemt het effect wel geleidelijk af. In het geval van een minder diepe overstroming (20-50 cm) kan de productie, volgens een studie van Rotterdam-Rijnmond, al binnen 18 dagen weer op peil liggen¹.

4 HERSTEL

De omvang en de snelheid van het herstel hangen hoofdzakelijk af van de diepte en de duur van de



Figuur 8: Vier-stappen-methode om totale macro-economische schok te bepalen, met huizenprijzen als inputschok

overstroming. In een meta-analyse van een groot aantal empirische studies^p onderschrijft de Bank of England de hypothese dat op zowel de korte als de lange termijn het bbp negatief wordt beïnvloed door extreme weersomstandigheden^k. Het permanente verlies van bbp loopt uiteen van -0,6% tot -3,6%. Na verloop van tijd keert de bbp-groei terug op het trendmatige niveau.

SCHATTING VAN ECONOMISCHE IMPACT

Een overstroming met een diepte van 200 cm doet zich voor wanneer de primaire en secundaire waterkeringen bezwijken; we nemen aan dat de Randstad in 2020 plotsklaps twee meter of meer is overstroomd⁷. Deze focus op de Randstad maakt onze impactbeoordeling veel eenvoudiger. We kunnen namelijk werken vanuit de aanname dat bij een overstromingsdiepte van 200 cm het hele gebied in essentie even ver onder water

⁷ Gebaseerd op onze projecties in K4 2019 voor 2020 en volgende jaren. Covid-19 is hierin dus niet meegenomen.

staat en dat de huizenprijzen dalen zonder migratie-effecten naar niet-overstroomde gebieden (zie figuur 1). Voor de Nederlandse economie als geheel zou deze aanname niet realistisch zijn, omdat de woningvraag en de bedrijfsactiviteiten zich verplaatsen naar niet-overstroomde gebieden.

Door impactbeoordelingen van overstromingen in de literatuur te combineren met een tool van De Nederlandsche Bank (DNB) voor economische modellering (Delfi – zie pagina 12) passen we bij onze impactbeoordeling een vier-stappen-methode toe⁸. Deze vier stappen hebben we uitgewerkt voor overstromingsdieptes van 200 cm en 50 cm. Hierbij bepalen we hoe de meest relevante macro-economische variabelen in de 40 jaar na de overstroming veranderen ten opzichte van ons basisscenario. In ons pessimistisch scenario gaan we uit van een overstroming van 2 meter of meer in 2020. Ons negatief scenario gaat uit van een overstroming van 50 cm in 2020.

⁸ De impactbeoordeling kan worden verbeterd door ook de financiële slagkracht van huishoudens (inkomen, vermogen en overwaarde van woning) in aanmerking te nemen.

Tabel 1: Ramingen overstromingskans en -schade voor Rotterdam-Rijnmond (2012)

Overstromingsdiepte	Range van kaart (figuur 3)	Kans per jaar 1/herhalingsinterval	Kapitaalverlies (EUR mld)	Productieverlies (EUR mld p.j.) Referentiewaarden	% van bbp van EUR 57,2 mln in 2012	97,5 percentiel modeloutput	Duur van herstel tot 99% van oude productieniveau
> 50 cm	1/300-1/3000	1/1000	0,76	0,61	1,1%	0,77	173 dagen
>200 cm	< 1/3000	1/4000	1,10	1,14	2,0%	1,52	351 dagen
Niet gebruikt		1/10000	1,78	2,51	4,4%	7,28	647 dagen

STAP 1: INITIËLE EFFECTEN OP BBP-GROEI

Een van de best gedocumenteerde analyses van economische schade die overstromingen in de Randstad kunnen veroorzaken, is gemaakt voor Rotterdam⁹.

Koks heeft overstromingen met verschillende dieptes gesimuleerd en de economische schade aan kapitaalgoederen in Rotterdam (gebouwen en infrastructuur) en productiecapaciteit berekend. Op basis van overstromingskaarten is de directe schade bepaald, waarbij sectorspecifieke effecten in aanmerking zijn genomen. Vervolgens is het verlies van kapitaal en arbeid vertaald in verlies van productie per sector gedurende de periode dat het gebied onder water staat. Hiervoor is de Cobb-Douglas-productiefunctie gebruikt. Tot slot is met een input-output-model een schatting van de economische effecten van de herstelperiode gemaakt. Deze benadering is in bijlage II gevisualiseerd.

Uit de studie over Rotterdam hebben we twee kansscenario's geselecteerd binnen de interval van overstroming met een diepte van meer dan 50 cm en overstroming met een diepte van meer dan 2 m (zie kaarten van plaatsgebonden overstromingskans, figuur 3 t/m 5).

OVERSTROMINGSDIEPTE VAN 200 CM

Voor een overstroming met een diepte van meer dan twee meter hebben we het scenario gekozen waarin deze natuurramp zich eens per 4.000 jaar voltrekt. Het productieverlies is voor Rotterdam-Rijnmond berekend op EUR 1,14 miljard. In het jaar van deze simulatie (2012) bedroeg het bbp van de regio EUR 57,2 miljard. Dit impliceert een initieel negatief bbp-effect van 2%. In het scenario waarin een overstroming van deze omvang eens per 10.000 jaar voorkomt, is het productieverlies (4,4%) ruim twee keer zo hoog en duurt de herstelperiode bijna twee keer zo lang, met een gemiddeld 97,5 percentiel verlies van maximaal 12,7%. De keuze voor het 1/4000 scenario is aan de behoudende kant, maar vinden we wel passender omdat slechts kleine delen van Rotterdam-Rijnmond kwetsbaar zijn voor een overstroming dieper dan twee meter.

OVERSTROMINGSDIEPTE VAN 50 CM

We hebben de herhalingsintervallen in de Klimaatschadeschatter voor overstromingen met een diepte van 50 cm en de impactbeoordeling uit de studie van Koks naar de situatie in Rotterdam gecombineerd. Op grond hiervan gaan we ervan uit dat een overstroming van 50 cm diep zich eens per 1.000 jaar in de Randstad voordoet. Tabel 1 toont een productieverlies van EUR 0,61 miljard in Rotterdam-

⁹ We nemen aan dat het verlies van productiecapaciteit (bbp-groei) in de economie van de Randstad vergelijkbaar is met het groeiverlies in Rotterdam. In de praktijk zal dit hiervan afwijken, afhankelijk van de onderliggende verschillen op sectorniveau.

Rijnmond bij een regionaal bbp van EUR 57,2 miljard. Dit houdt een initieel negatief bbp-effect van 1% in. Koks heeft binnen de spreidingsbreedte 1/300-1/3000 ook de impact voor een herhalingsinterval 1/2000 berekend; we hebben gekozen voor het scenario met een geringere impact.

STAP 2: HUIZENPRIJSSCHOK OVERSTROMINGSDIEPTE VAN 200 CM

Uit een goed onderbouwde studie van verkoopprijzen van eengezinswoningen na een overstroming in de Amerikaanse staat Georgia⁹ komt naar voren dat bij (diepe) overstromingen, waarop de kans gering is, de huizenprijzen direct met gemiddeld 32% dalen. Dit effect is echter van korte duur en ebt snel weer weg (5% per jaar).

Op basis hiervan nemen we aan dat in ons scenario met een overstromingsdiepte van meer dan twee meter het effect op de huizenprijzen vergelijkbaar is. In dit scenario dalen de huizenprijzen in 2020 met 32%, waarna de daling in 2021 terugloopt naar 27% en de prijzen vervolgens in jaarlijkse stappen van 5% opveren tot het oorspronkelijke groeitraject.

OVERSTROMINGSDIEPTE VAN 50 CM: SCHADE EN RISICOPERCEPTIE

Deze benadering hebben we ook toegepast voor een overstromingsdiepte van 50 cm. Omdat de beschikbare literatuur geen informatie bevat over een daadwerkelijke overstroming met een diepte van 50 cm, hebben we de methode van Deltares¹⁰ gehanteerd om de verandering in huizenprijzen als gevolg van 50 cm waterdiepte te schatten. De schadefactor voor de waardedaling van een woning wordt niet alleen door de omvang van de overstroming bepaald. Andere schadefuncties zijn het niveau van de woning (begane grond of hogere verdieping), de oppervlakte van de woning en het bouwtype. Voor een overstromingsdiepte van 50 cm hebben we een schadefactor van 0,3 aangenomen; dit is het gemiddelde voor een eigen eengezinswoning. Deze schadefactor geeft uitsluitend de fysieke schade en de herstelkosten weer. Omdat naar onze mening kleinere overstromingen in het bijzonder tot een plotselinge verandering in de risicoperceptie kunnen leiden, gaan we uit van een prijsdaling van 5% direct na de overstroming. Dit percentage is gebaseerd op de literatuur over de prijseffecten van risicoperceptie (zie kader op pagina 8) die op termijn alleen maar zullen toenemen. Om aan de veilige kant te blijven, nemen we aan dat de risicoperceptie 5% blijft, ook na het herstel van de feitelijke overstromingsschade. De verandering in huizenprijzen is als volgt berekend:

¹⁰ www.helpdeskwater.nl, 11200580-004-hye-0002-r-standaardmethode_2017_schade_en_slachtoffers_als_gevolg_van_overstroming.pdf

Figuur 9: Ontwikkeling van macro-economische variabelen

GDP

Index, december 2019=100

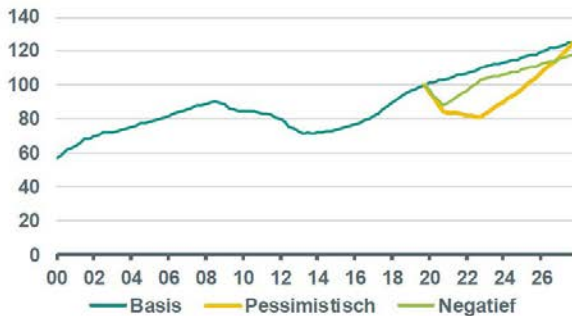


Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

Figuur 10: Macro-economische variabelen bij overstroming in 2020 met diepte van 50 cm (negatief scenario) en 200 cm (pessimistisch scenario) in vergelijking met basisscenario (projecties in K4 20190)

Huizenprijsindex

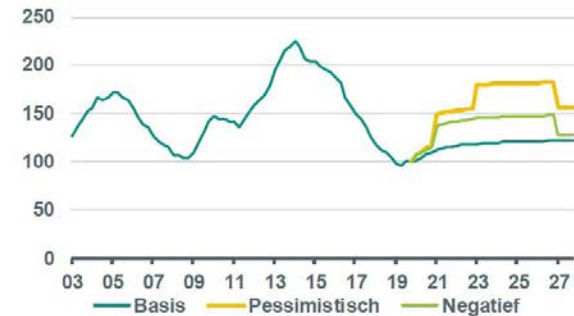
Index, december 2019=100



Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

Werkloosheid

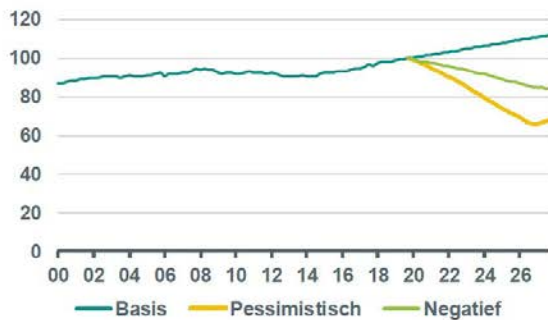
Index, december 2019=100



Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

Consumptie

Index, december 2019=100



Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

Besteedbaar inkomen

Index, december 2019=100



Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

Bedrijfsinvesteringen

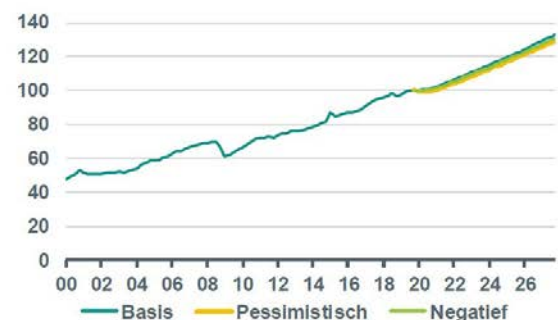
Index, december 2019=100



Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

Export

Index, december 2019=100



Bron: Refinitiv, ABN AMRO Economisch Bureau, DNB Delfi

*Schadefactor bij 50 cm overstromingsdiepte * maximale schade per m² / gemiddelde prijs per m² in de Randstad in 2018 – 0,05 (risicoperceptie). Dit resulteert in een prijsverandering van: (-0,3*EUR 1000)/EUR 2806 – 0,05 = -0,1569.*

STAP 3: SECUNDAIRE EFFECTEN¹¹

Een economische schok als gevolg van een overstroming zal, zoals iedere economische schok, van invloed zijn op een groot aantal economische variabelen (zie figuur 6: Schematische weergave van macro-economische variabelen). De veranderende variabelen kunnen ook feedbackloops hebben; om deze te bepalen is een macromodel nodig. We hebben aangenomen dat de verandering in huizenprijzen de belangrijkste bepalende factor is voor veranderingen in de andere variabelen, inclusief tweede-ronde-bbp-effecten. Wanneer de huizenprijzen dalen, neemt de particuliere consumptie af. Dit vertaalt zich in een geringere vraag, een hogere werkloosheid en minder investeringen. Dit drukt de bbp-groei verder.

Om macro-economische wisselwerkingen te modelleren gebruiken we de Delfi-tool van DNB. Delfi is een onlinetool waarmee we het onderliggende dynamische model van de Nederlandse economie een impuls (shok) kunnen geven voor huizenprijzen en bbp-groei. De tool geeft ons inzicht in de ontwikkeling van andere macro-economische variabelen over een periode van acht jaar. Voor de daaropvolgende periode wordt in het model aangenomen dat de economie naar het oorspronkelijke groeitraject terugkeert (zie Delfi-output onder Bevindingen).

STAP 4: OPTELSOM VAN INITIËLE EN SECUNDAIRE EFFECTEN

Tot slot hebben we de initiële bbp-impact (stap 1) en de tweede-ronde-bbp-effecten (stap 3) bij elkaar opgeteld. De cijfers hieronder tonen de ontwikkeling van de belangrijkste bbp-componenten van 2020 tot 2023.

BEVINDINGEN

Mocht de Randstad (het hart van de Nederlandse economie) na een doorbraak van primaire waterkeringen overstromen, dan komen de meeste stedelijke gebieden 200 cm of meer (maximaal 500 cm) onder water te staan. De snelheid waarmee het water het gebied instroomt, is cruciaal voor de veiligheid van

¹¹ We nemen aan dat de nadelige bbp-effecten vrijwel volledig afkomstig zijn van een huizenprijsschok. In werkelijkheid is het waarschijnlijker dat daarnaast de schade aan infrastructuur en bedrijfsgebouwen niet alleen in het jaar van overstroming een negatief bbp-effect van 2% heeft. Voor dit schade-effect hebben we in bbp-componenten, afgezien van woningen, geen geloofwaardige veranderingen gevonden. Dit euvel zou kunnen worden ondervangen door de simulatie van een investeringsschok, maar de Delfi-tool biedt deze mogelijkheid niet.

mensen en de evacuatiemogelijkheden. We hebben ons echter gericht op de macro-economische effecten. Een direct gevolg is dat het bbp omslaat van een groei van 1,4% (we hanteren het langetermijngemiddelde omdat de impact van de pandemie niet was voorzien) in een krimp van meer dan 2%. Dit komt door een vraag- en aanbodschok waardoor veel bbp-componenten veranderen, zoals invoer en uitvoer, werkloosheid, investeringen en alle overige variabelen in onderstaande grafieken. De ontwikkeling van de huizenprijzen is met name interessant. De huizenprijzen hebben niet alleen te lijden van de initiële fysieke schade. Omdat particulieren en bedrijven door de onzekerheid investeringsbeslissingen uitstellen, zullen de geringere woningvraag en de gedaalde woningbouw de huizenprijzen in de getroffen gebieden nog lang na de overstroming drukken. Daarbij komt dat de particuliere consumptie afneemt omdat de verkoopwaarde van de woning enige tijd lager is dan de hypotheekschuld. Vanuit het perspectief van de individuele consument is het logisch dat deze minder consumeert om voor herstelwerkzaamheden te sparen en op de hypotheeklening af te lossen, maar in zijn totaliteit leidt dit tot omzetverlies voor bedrijven en in het verlengde daarvan tot een hogere werkloosheid. Hierdoor worden woningen minder betaalbaar en neemt dus de vraag af. Bij een overstromingsdiepte van 50 cm zijn de gevolgen vergelijkbaar, maar minder ernstig. Risicoperceptie is in dit geval de belangrijkste schadefactor. Om onze aannames enigszins te onderbouwen, hebben we gekeken naar de overstroming in Wilnis in 2003 met circa 20-50 cm. We hadden verwacht dat de huizenprijzen na de overstroming aanzienlijk zouden dalen, ten opzichte van zowel het prijsniveau voor de ramp als andere niet-overstroomde gebieden (op basis van een verschil-in-verschillen-methode). Gedurende een vrij lange periode na de overstroming werden er in Wilnis geen huizen verkocht. Dit maakte het lastig om de verandering in risicoperceptie te beoordelen. De constatering dat de huizenmarkt tot stilstand kwam, was op zichzelf een sterke indicatie van een toegenomen risicoperceptie. In de huidige tijd van klimaatbewustzijn kan het nuttig zijn om de studie van Bosker (2012) naar de perceptie van het overstromingsrisico en veranderingen in huizenprijzen te herhalen.

SLOTOPMERKINGEN EN BELANGRIJKSTE LEERPUNTEN

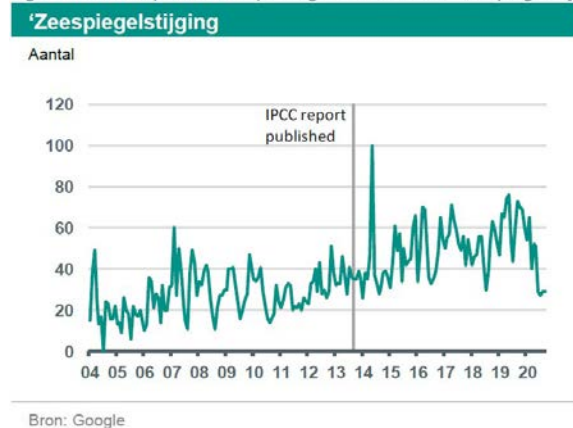
Bij deze eerste voorzichtige stappen om de macro-economische impact van overstromingen in Nederland te analyseren hebben we soms vereenvoudigende aannames moeten maken. Toch denken we, ondanks deze vereenvoudigingen en talloze onzekerheden,

dat onze aannames de kans op en de impact van overstromingen veeleer onderschatten dan overschatten. Een van de redenen hiervoor is dat wij de initiële bbp-schok hebben afgeleid van een simulatiestudie over Rotterdam in 2012. Sindsdien is de productiviteit van onze economie sterk toegenomen en is het belang van Rotterdam als het kloppend centrum van de nationale economie gegroeid. Met andere woorden, een overstroming kan in vergelijking met 2012 waarschijnlijk veel meer schade aanrichten. Een andere reden is dat een verandering in huizenprijzen de enige schok is waarvoor we de economie hebben geanalyseerd. Infrastructurele voorzieningen en commercieel vastgoed worden evenzeer beschadigd, met alle specifieke gevolgen die daaruit voortkomen. De derde reden is uiteraard de grote onzekerheid hoe risicoperceptie in de praktijk uitwerkt. Hier moet nog verder onderzoek naar worden verricht.

RISICOPERCEPTIE

Een overstroming heeft nadelige gevolgen voor de huizenprijzen en de economie in het getroffen gebied. Na een overstroming kan de risicoperceptie ook een direct negatief effect op de marktwaarde van vastgoed en een hele economische zone hebben. Door de toenemende kennis en het groeiende bewustzijn van klimaatverandering en de daarmee samenhangende risico's gaat de risicoperceptie mogelijk een grotere rol spelen. Een teken hiervan is de sterke toename van zoekopdrachten op Google naar 'zeespiegelstijging' direct nadat de IPCC in een nieuw rapport voor de gevolgen van klimaatverandering waarschuwde.

Figuur 11: Zoekopdrachten op Google in de VS naar 'zeespiegelstijging'



IMPACT OP SOCIALE ONGELIJKHEID

Op basis van gegevens over de hypotheekportefeuille van onze bank hebben we meer specifieke berekeningen uitgevoerd voor de directe economische overstromingsschade in verschillende regio's. Dit verschaft belangrijk inzicht in de mogelijk groter wordende sociale ongelijkheid na een overstroming. Dit effect hebben we nog niet meegenomen in onze macro-economische analyses. Ook al is de waardedaling van huizen in absolute bedragen gelijk (wat in de praktijk niet het geval is), huishoudens met een lager inkomen

worden met een hogere relatieve waardevermindering geconfronteerd. Zij wonen immers in goedkopere huizen, waardoor de verhouding tussen hypotheekschuld en marktwaarde van de woning sterker verslechtert. Voorts hebben ze minder ruimte om de eventuele overwaarde van hun woning te benutten voor de financiering van herstelwerkzaamheden. Daarnaast lezen we steeds vaker in de Amerikaanse literatuur dat huishoudens met een hoger inkomen sneller wegtrekken naar veiligere gebieden, terwijl huishoudens met een lager inkomen juist eerder naar de risicovollere gebieden verhuizen omdat door het effect van risicoperceptie de huizenprijzen daar lager zijn.

IMPACT OP BANEN

Wat de impact van overstromingen op bedrijfsmiddelen betreft, zullen op de korte termijn de totale activa van ondernemingen en de werkgelegenheid in overstromde regio's gemiddeld sterker toenemen dan in niet-getroffen regio's. Het positieve effect is echter ongelijk verdeeld: het is vooral merkbaar bij ondernemingen met verhoudingsgewijs minder immateriële activa, terwijl bij ondernemingen met een hoger percentage immateriële activa een negatieve impact op de productiviteit zichtbaar is⁹. Deze conclusie van Leiter sluit aan bij onze constatering met betrekking tot de covid-19-crisis: voor arbeiders is het veel moeilijker om hun werk te blijven doen dan voor kantoorpersoneel, dat makkelijk vanuit huis kan werken en inloggen. Dit versterkt de bestaande ongelijkheid verder, omdat arbeiders in de productiesector vaak wonen in risicovollere gebieden. Dit zet hen als het ware op een dubbele achterstand.

NIETS DOEN KOST GELD

We hebben ons vooral gericht op de economische schade van overstromingen, maar er kunnen op verschillende niveaus maatregelen worden genomen om de potentiële macro-economische impact van overstromingen in Nederland te verminderen. Naast aanpassingen in het kader van hoogwaterbeschermingsprogramma's is klimaatmitigatie ook een optie. Hoewel vermindering van de CO₂-uitstoot uiteindelijk een mondiale uitdaging is, illustreert onze studie welke kosten door de transitie naar een CO₂-arme economie kunnen worden vermeden.

De economische impact kan echter niet volledig worden uitgesloten, want de opwarming van de aarde is al een feit (de wereldwijde temperatuur ligt al 1°C boven het pre-industriële niveau) en het is lastig, zo niet onmogelijk, om dit proces terug te draaien¹².

¹² Dit is het gevolg van processen die in gang zijn gezet. Door de huidige opwarming van de aarde ontdooien bijvoorbeeld bepaalde gebieden. Het vervolgens sterkere effect van zonneshijns op ontdooid gebieden leidt tot verdere opwarming.

Het is nog niet te laat om de opwarming van de aarde te beperken en zo de stijgende frequentie en intensiteit van extreme weersomstandigheden om te buigen. Op deze manier kunnen we voorkomen dat de risico's nog groter worden. Klimaatadaptatie is nu nog mogelijk in Nederland en het is zaak ervoor te zorgen dat dit zo blijft.

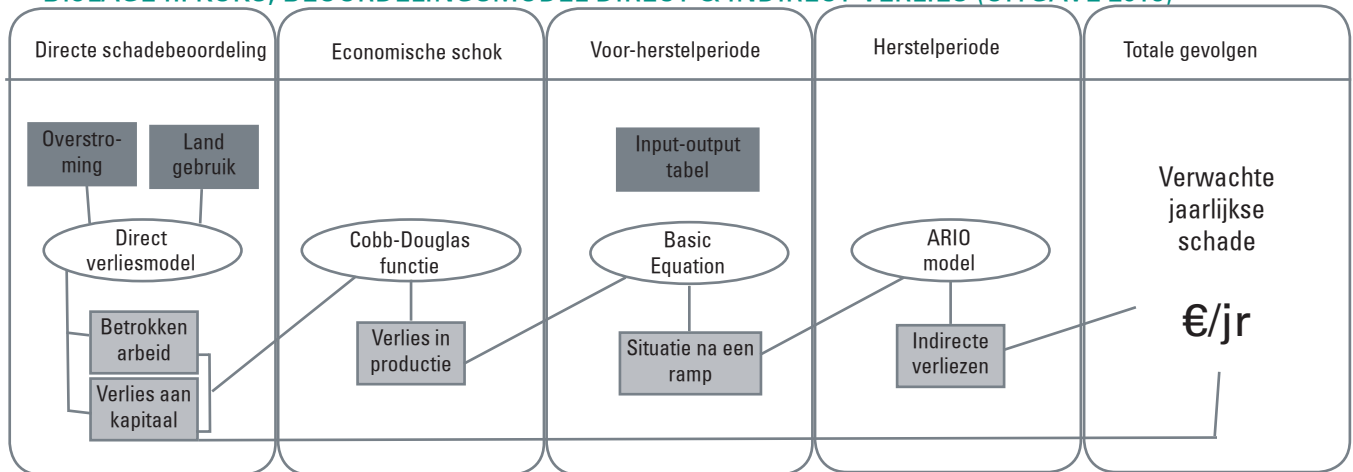
- ^a Stowa. (2015). Flood risk of regional defences. <https://edepot.wur.nl/358352>.
- ^b KNMI, http://www.klimaatsscenarios.nl/images/Brochure_KNMI14_NL.pdf
- ^c Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie, <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/deltaplan-ra/>
- ^d Sherwood, S., Webb, M., & Annan, J. (2020). An Assessment of Earth's Climate Sensitivity Using Multiple Lines of Evidence. *Review of Geophysics* 58 (4).
- ^e Leiter, A., Oberhofer, H., & P.A., R. (2009). Creative Disasters? Flooding Effects on Capital, Labour and Productivity Within European Firms. *Environmental and Resource Economics* 43(3), 333–350.
- ^f Koks, E., Bockarjova, M., de Moel, H., & Aerts, J. (2015). Integrated Direct and Indirect Flood Risk Modeling: Development and Sensitivity Analysis. *Risk Analysis* 35 (5), 882-900.
- ^g Suk, J., Vaughen, E., Cook, R., & Semenza, J. (2020). Natural disasters and infectious disease in Europe: a literature review to identify cascading risk pathways. *European journal of public health* 30(5), 928-935.
- ^h Hudson, P, Botzen, W.J., Poussin, J. & Aerts, J.C.H. (2019). Impacts of flooding and flood preparedness on subjective well-being: A monetisation of the tangible and intangible impacts. *Environmental Economics, Water and Climate Risks*, 20(2)
- ⁱ Bernstein, A., Gustavson, M., & Lewis, R. (2019). Disaster on the horizon: the price effect of sea level rise. *Journal of Financial Economics* 134 (2), 253-272.
- ^j Bosker, M., Garretsen, H., Marlet, G., & Woerkens, C. v. (2018). Nether Lands: Evidence on the Price and Perception of Rare Natural Disasters. *Journal of the European Economic Association*, 413–453.
- ^k Batten, S. (2018). Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review. *Bank of England Working Paper no. 706*.
- ^l Forrest, S. A., Trell, E.-m., & Woltjer, J. (2020). Socio-spatial inequalities in flood resilience: Rainfall flooding in the city of Arnhem. *Cities*, 102843.
- ^m Frankhauser, S., Smith, J., & Tol, S. (1999). Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decisions. *Ecological Economics* 30 (1), 67-78.
- ⁿ Puzzello, L., & Raschky, P. (2014). Global supply chains and natural disasters: Implications for international trade. *Asia and Global Production Networks*, 112-147.
- ^o PWC. (2013). International threats and opportunities of climate change for the UK.
- ^p Raddatz, C. (2009). The Wrath of God: Macroeconomic Costs of Natural Disasters. *World Bank Policy Research Working Paper 5039*.
- ^q Artreya, A., Ferreira, S., & Kriesel, W. (2013). Forgetting the flood? An Analysis of the Flood Risk Discount over Time. *Land Economics* 89(4), 577-596.
- IPCC. (2018). *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change.*
- IPCC. (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.*

BIJLAGE I

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1951-1980	Klimaat 1981-2010	Scenario-veranderingen voor het klimaat rond 2050 (2036-2065)			
				=ref.periode	G _L	G _H	W _L	W _H
Wereldwijde temperatuurstijging:					+1 °C	+1 °C	+2 °C	+2 °C
Verandering van luchtstromingspatroon:					Lage waarde	Hoge waarde	Lage waarde	Hoge waarde
Jaar	Zeespiegel bij Noordzeekust	Absolute niveau	4 cm beneden NAP	3 cm boven NAP	+15 tot +30 cm	+15 tot +30 cm	+20 tot +40 cm	+20 tot +40 cm
		Tempo van verandering	1,2 mm/jaar	2,0 mm/jaar	+1 tot +5,5 mm/jaar	+1 tot +5,5 mm/jaar	+3,5 tot +7,5 mm/jr	+3,5 tot +7,5 mm/jr
	Temperatuur	Gemiddelde	9,2 °C	10,1 °C	+1,0 °C	+1,4 °C	+2,0 °C	+2,3 °C
	Neerslag	Gemiddelde hoeveelheid	774 mm	851 mm	4%	+2,5%	+5,5%	5%
	Verdamping	Potentiële verdamping (Makkink)	534 mm	559 mm	3%	5%	4%	7%
Winter	Temperatuur	Gemiddelde	2,4 °C	3,4 °C	+1,1 °C	+1,6 °C	+2,1 °C	+2,7 °C
		Dagmaximum	5,1 °C	6,1 °C	+1,0 °C	+1,6 °C	+2,0 °C	+2,5 °C
		Dagminimum	-0,3 °C	0,5 °C	+1,1 °C	+1,7 °C	+2,2 °C	+2,8 °C
		Koudste winterdag per jaar	-7,5 °C	-5,9 °C	+2,0 °C	+3,6 °C	+3,9 °C	+5,1 °C
		Zachtste winterdag per jaar	10,3 °C	11,1 °C	+0,6 °C	+0,9 °C	+1,7 °C	+1,7 °C
		Aantal vorstdagen (min temp < 0°C)	42 dagen	38 dagen	-30%	-45%	-50%	-60%
		Aantal ijsdagen (max temp < 0°C)	11 dagen	7,2 dagen	-50%	-70%	-70%	-90%
	Neerslag	Gemiddelde hoeveelheid	188 mm	211 mm	3%	8%	8%	17%
		Aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	56 dagen	55 dagen	-0,3%	1,4%	-0,4%	2,4%
		Aantal dagen ≥ 10 mm	4,1 dagen	5,3 dagen	9,5%	19,0%	20,0%	35,0%
Lente	Temperatuur	Gemiddelde	8,3 °C	9,5 °C	+0,9 °C	+1,1 °C	+1,8 °C	+2,1 °C
	Neerslag	Gemiddelde hoeveelheid	148 mm	173 mm	4,5%	2,3%	11,0%	9,0%
Zomer	Temperatuur	Gemiddelde	16,1 °C	17,0 °C	+1,0 °C	+1,4 °C	+1,7 °C	+2,3 °C
		Dagmaximum	20,7 °C	21,9 °C	+0,9 °C	+1,4 °C	+1,5 °C	+2,3 °C
		Dagminimum	11,2 °C	11,9 °C	+1,1 °C	+1,3 °C	+1,9 °C	+2,2 °C
		Koelste zomerdag per jaar	10,3 °C	11,1 °C	+0,9 °C	+1,1 °C	+1,6 °C	+2,0 °C
		Warmste zomerdag per jaar	23,2 °C	24,7 °C	+1,4 °C	+1,9 °C	+2,3 °C	+3,3 °C
		Aantal zomerse dagen (max temp ≥ 25 °C)	13 dagen	21 dagen	22%	35%	40%	70%
		Aantal tropische nachten (min temp ≥ 20 °C)	< 0,1 dagen	0,1 dagen	0,5%	0,6%	1,4%	2,2%
	Neerslag	Gemiddelde hoeveelheid	224 mm	224 mm	1,2%	-8%	1,4%	-13%
		Maximum uurneerslag per jaar	14,9 mm/uur	15,1 mm/uur	+5,5 tot +11%	+7 tot +14%	+12 tot +23%	+13 tot +25%
		Aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	45 dagen	43 dagen	0,5%	-5,5%	0,7%	-10%
		Aantal dagen ≥ 20 mm	1,6 dagen	1,7 dagen	+4,5 tot +18%	-4,5 tot +10%	+6 tot +30%	-8,5 tot +14%
	Zonnestraling	Zonnestraling	149 kJ/cm ²	153 kJ/cm ²	2,1%	5%	1%	6,5%
	Vochtigheid	Relatieve vochtigheid	78%	77%	-0,6%	-2,0%	0,1%	-2,5%
	Verdamping	Potentiële verdamping (Makkink)	253 mm	266 mm	4%	7%	4%	11%
	Droogte	Gemiddeld hoogste neerslagtekort gedurende groeiseizoen	140 mm	144 mm	4,5%	20%	0,7%	30%
Herfst	Temperatuur	Gemiddelde	10,0 °C	10,6 °C	+1,1 °C	+1,3 °C	+2,2 °C	+2,3 °C
	Neerslag	Gemiddelde hoeveelheid	214 mm	245 mm	7%	8%	3%	7,5%

Bron: KNMI – 2014 – http://www.climatescenarios.nl/images/Brochure_KNMI14_EN_2015.pdf. Voor meer informatie over de verschillende scenario's wordt verwezen naar de brochure.

BIJLAGE II: KOKS, BEOORDELINGSMODEL DIRECT & INDIRECT VERLIES (UITGAVE 2015)



Overzicht van de verschillende componenten van het framework. De donkergrijze boxen zijn input in de modellen, de ovalen de verschillende modellen, en de lichtgrijze de output van de modellen.

DISCLAIMER

Dit document is samengesteld door ABN AMRO. Het heeft uitsluitend als doel om financiële en algemene informatie te verstrekken over de economie. ABN AMRO behoudt zich alle rechten voor met betrekking tot de informatie in het documenten het document wordt uitsluitend aan u verstrekt voor uw informatie. Het is niet toegestaan dit document (geheel of deels) te kopiëren, distribueren, door te geven aan een derde of om het voor enig ander doel te gebruiken dan hier boven bedoeld. Dit document is informatief bedoeld en vormt geen aanbieding van effecten aan het publiek, of een uitnodiging om een aanbod te doen.

U mag niet om welke reden dan ook vertrouwen op de informatie, meningen, beramingen en aannames in dit document noch dat het compleet, accuraat of juist is. Er wordt geen garantie gegeven, uitdrukkelijk of stilzwijgend, door of uit naam van ABN AMRO, haar directeuren, functionarissen, vertegenwoordigers, gelieerde partijen, groepsmaatschappijen of werknemers met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de informatie in dit document, en geen enkele aansprakelijkheid wordt geaccepteerd voor enig verlies als direct of indirect gevolg van het gebruik van deze informatie. De opvattingen en meningen opgenomen hierin kunnen op enig moment aan verandering onderhevig zijn en ABN AMRO heeft geen enkele verplichting om de informatie in dit document na de datum hiervan te herzien.

Voordat u in enig product van ABN AMRO investeert, dient u zich te informeren over de verschillende financiële en andere risico's, alsmede mogelijke beperkingen voor u en uw investeringen als gevolg van toepasselijke wetgeving en regels. Indien u, na lezing van dit document, overweegt een investering te doen in een product, raadt ABN AMRO aan om een dergelijke investering met uw relatiemanager of persoonlijke adviseur te bespreken om nader te bezien of het relevante product – met inachtneming van alle mogelijke risico's – past bij uw investeringen. De waarde van beleggingen kan fluctueren. In het verleden behaalde resultaten bieden geen garanties voor de toekomst. ABN AMRO behoudt zich het recht voor wijzigingen in dit materiaal aan te brengen.