



Klimaatverandering en intergenerationele verdeling van financiële lasten

In deze verkennende studie brengen we de intergenerationele effecten van klimaatverandering en -beleid in kaart.

Op basis van eerste inschattingen zullen de extra kosten van klimaatverandering en -beleid voor het grootste deel bij toekomstige generaties terechtkomen.

Het financieren van deze kosten met schuld kan er bovendien toe leiden dat een nog groter deel bij hen terechtkomt.

Rondom de inschattingen van de kosten bestaat grote onzekerheid, zeker naarmate de tijdshorizon langer is.

Desondanks is het aannemelijk dat de kosten substantieel zullen zijn. In hoeverre de overheid de kosten op zich neemt is een beleidskeuze.

Samenvatting

De kosten van klimaatverandering en -beleid hebben in samenhang met het gevoerde begrotingsbeleid gevolgen voor de verdeling van financiële lasten tussen generaties. De overheid kan via de staatsschuld lasten verschuiven tussen het heden en de toekomst. In de CPB-vergrijzingsstudies zijn de gevolgen van demografische ontwikkelingen voor de overheidsfinanciën in beeld gebracht. Deze studie verkent hoe deze analyses aan te vullen zijn met de financiële lasten van klimaatverandering. Dit is een eerste stap om het mogelijk te maken deze gevolgen mee te nemen in afwegingen rondom begrotingsbeleid.

Het grootste deel van de kosten van klimaatverandering en klimaatbeleid komt waarschijnlijk terecht bij toekomstige generaties. De kosten van klimaatverandering zullen in Nederland in de toekomst waarschijnlijk verder toenemen, net als de financiële lasten van klimaatbeleid. Bovendien ondervinden de toekomstige generaties ook de negatieve gevolgen van klimaatverandering die niet of lastig zijn uit te drukken in monetaire eenheden. Door de kosten van klimaatverandering te financieren met schuld kunnen de financiële lasten voor toekomstige generaties verder toenemen. Dat impliceert overigens geenszins dat er geen klimaatbeleid gevoerd zou moeten worden, maar wel dat bij de financiering daarvan gekeken zal moeten worden naar een rechtvaardige verdeling van baten en lasten over verschillende generaties. In plaats van schuldfinanciering kunnen deze kosten ook worden opgevangen door huidige lasten te verzwaren of andere uitgaven te verminderen.

Om de intergenerationele verdeling in beeld te brengen maken we een inschatting van de kosten van klimaatverandering. We onderzoeken in deze studie drie kanalen. Ten eerste schade: door klimaatverandering zal Nederland geconfronteerd worden met veranderingen in de fysieke omgeving. Te denken valt aan droogte, hitte, wateroverlast, rivieroverstromingen en zeespiegelstijging. Ten tweede, om het hoofd te bieden aan deze fysieke gevolgen kan adaptatiebeleid gevoerd worden, zoals het verhogen van dijken. Ten derde is er mitigatiebeleid: het Nederlandse demissionaire kabinet wil dat Nederland in 2050 CO₂-neutraal is. Alle drie deze ontwikkelingen brengen kosten met zich mee die mogelijk deels via de overheid lopen. In hoeverre de overheid de kosten zal dragen, is een beleidskeuze. Zo zullen maatregelen die de uitstoot van CO₂ ontmoedigen of verbieden de overheid weinig kosten, terwijl subsidies wel een beslag leggen op de begroting. Tegelijkertijd zullen de kosten die niet door de overheid worden gedragen wel bij huishoudens en bedrijven terechtkomen.

De inschatting van de kosten is zeer onzeker. Slechts een deel van de gevolgen van opwarming van de aarde is voor Nederland voor een specifiek opwarmingsscenario in beeld gebracht. De kans en impact van de gevolgen is ook onzeker, en wordt onzekerder naarmate een langere termijn wordt beschouwd, ook omdat er mogelijk kantelpunten optreden waardoor de opwarming enorm versnelt. De kosten van adaptatiebeleid zijn mogelijk ook een onderschatting omdat onzeker is of de maatregelen beschouwd in onze analyse, zeker in de tweede helft van de 21ste eeuw, volstaan om volledig het hoofd te bieden aan de gevolgen van de opwarming. De kosten van mitigatiebeleid zijn minder onzeker. De omschakeling naar een CO₂-neutrale economie is complex, maar de kosteninschatting is minder onzeker dan die van de schade door klimaatverandering en adaptatiebeleid.

De gevolgen van klimaatverandering voor Nederland hangen sterk af van internationale inspanningen. Op mondiaal niveau zijn de inspanningen op het gebied van mitigatie, adaptatie en de fysieke gevolgen ten dele communicerende vaten: steviger mitigatiebeleid leidt tot minder noodzaak voor adaptatie, meer adaptatie beperkt tot op zekere hoogte de klimaatschade. Gegeven de beperkte bijdrage van Nederland aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen is de effectiviteit van mitigerend beleid om de opwarming te beperken nagenoeg volledig afhankelijk van internationale inspanningen.

1 Inleiding

In dit onderzoek wordt verkend hoe we de intergenerationele verdeling van kosten van klimaatverandering en -beleid inzichtelijk kunnen maken. De overheid heeft de mogelijkheid om naast de verdeling binnen generaties ook te sturen op de verdeling tussen generaties, bijvoorbeeld door nu al te sparen voor toekomstige generaties – minder staatsschuld – of juist toekomstige generaties mee te laten betalen door lasten door te schuiven en de staatsschuld te laten oplopen. Hoe deze verdeling tussen generaties wordt beïnvloed door demografische ontwikkelingen laat het CPB traditiegetrouw in vergrijzingsstudies¹ zien. Naast vergrijzing hebben ook andere ontwikkelingen invloed op de intergenerationele verdeling. In dit onderzoek verkennen we op basis van externe bronnen en eigen modelanalyses de effecten van klimaatverandering op de financiële lasten voor verschillende generaties.²

Deze studie beoogt intergenerationele effecten van klimaatkosten te schetsen, niet om een volledige en adequate kosteninschatting te maken. Een goede inschatting van de kosten is tot op heden niet mogelijk en is met grote onzekerheden omgeven. Op basis van externe bronnen maken we wel een inschatting van het beloop en de orde van grootte, waarbij we ons beperken tot kosten die mogelijk via de overheid lopen. Deze inschatting tot 2100 gebruiken we om de intergenerationele effecten in beeld te brengen. We maken hierbij een aantal technische aannames, zoals dat de helft van de kosten door de overheid wordt gedragen. Deze aanname is pragmatisch en geenszins bedoeld als een advies of voorspelling hoe de kosten zullen worden verdeeld tussen de overheid, en huishoudens en bedrijven. De daadwerkelijke verdeling is het gevolg van beleidskeuzes: meer subsidiëring leidt tot hogere overheidskosten, meer normering en beprijzing tot lagere overheidskosten.

Er zijn drie kostenposten van klimaatverandering en -beleid: schade door klimaatverandering (klimaat schade), beleid om zich te weren tegen deze schade (adaptatiekosten) en beleid om opwarming tegen te gaan (mitigatiekosten). Deze drie kostenposten zijn met elkaar verbonden. Wanneer het klimaat verregaand verandert en er weinig adaptatiemaatregelen worden getroffen, zoals dijkophoging, kan de schade groot zijn; mét zulke maatregelen zal de schade worden beperkt. Tegelijkertijd zullen zulke adaptatiemaatregelen wel bekostigd moeten worden. Het effectief tegengaan van klimaatverandering verlaagt de schadekosten en kosten voor adaptatie, maar is alleen mogelijk als mitigatiebeleid wereldwijd gevoerd wordt. In dit stuk zullen we de ambities van het demissionaire kabinet voor de Nederlandse doelstellingen volgen, ofwel 60% reductie ten opzichte van 1990 in 2030 en 100% reductie in 2050.³

De omvang van de drie kostenposten is zeer onzeker; voor de onzekerheid omtrent de inschatting van de klimaat schade noemen we drie redenen. Ten eerste is de mate, verdeling en snelheid van opwarming ongewis. Bij hogere en snellere opwarming zal de schade stukken hoger uitvallen dan bij lagere opwarming, zeker wanneer er kantelpunten optreden. Ten tweede zijn lang niet alle negatieve gevolgen van klimaatverandering volledig in beeld gebracht. Ten derde is voor de kanalen waarvoor wel een inschatting is gemaakt de onzekerheid rondom de te verwachten waarde groot, zowel de kans als impact als het moment van optreden is omgeven met onzekerheid.

Voor de onzekerheid over de kosten van mitigatiebeleid zijn meerdere redenen. Ten eerste is onduidelijk welk transitiepad, nationaal en internationaal, gevolgd zal worden. De verschillende paden hebben namelijk

¹ Adema en van Tilburg (2019)

² Ook de WRR (2023) benadrukt het belang van meer inzicht in de intergenerationele verdeling van klimaatkosten.

³ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/voortgang-klimaatdoelen>.

uiteenlopende kosteninschattingen. Ten tweede is het ongewis of de maatregelen toereikend zijn voor het behalen van de reductiedoelen; zo is het onzeker in hoeverre bedrijven en burgers hun gedrag aanpassen. Ten derde is het succes van de plannen afhankelijk van de uitvoering, zowel praktisch, 'het vinden van mensen', als maatschappelijk, 'draagvlak'. Tot slot is de verwachting dat technologische ontwikkelingen een drukkend effect zullen hebben op de kosten, maar in welke mate dat het geval is laat zich moeilijk voorspellen.

De kosten van adaptatiebeleid hangen vooral af van de mate van opwarming en de klimaatveranderingstolerantie. Naarmate het klimaat verder opwarmt, zijn er meer beschermingsmaatregelen nodig om de blootstelling aan klimaatschade te beperken. De oploep van deze kosten bij verdere klimaatverandering is ongewis: zo is het de vraag tot welke hoogte dijken verhoogd kunnen worden. Meer ingrijpende maatregelen zullen waarschijnlijk gepaard gaan met hogere kosten, maar of deze maatregelen getroffen worden, is afhankelijk van de bereidheid van mensen om de negatieve gevolgen van klimaatopwarming te verdragen.

Niet alle kosten van klimaatverandering en -beleid zitten in onze inschattingen. Zo zullen er ook effecten zijn op de structuur van de economie, leefbaarheid en biodiversiteit. Bij de opwarming van het klimaat en ook bij het streven om netto geen broeikasgassen uit te stoten, zijn bepaalde sectoren mogelijk niet langer levensvatbaar. Naast deze nationale effecten zijn ook de internationale effecten relevant, doordat de impact van klimaatverandering en -beleid via onderlinge internationale relaties doorwerken in de Nederlandse economie. Zie bijvoorbeeld IPCC (2022a, pagina 2495-99, 2022b, pagina 359-362) voor respectievelijk de gevolgen van klimaatverandering en mitigatiebeleid voor bbp(-groei). Naast economische effecten zijn er ook negatieve effecten op bredere welvaart. Zo kan klimaatverandering de leefbaarheid van bepaalde gebieden onder druk zetten en is het een van de oorzaken van het verlies aan biodiversiteit (IPBES, 2019).

In dit onderzoek richten we ons op de extra kosten ten opzichte van het huidige klimaat en huidige beleid. Dit is een onderschatting van de totale kosten van klimaatverandering omdat ook het huidige klimaat al is opgewarmd.⁴ Wanneer als alternatief ook kosten van rampen zoals overstromingen in het huidige klimaat zouden worden meegenomen, leidt dit weer tot een overschatting van de kosten. Dit komt doordat ook zonder klimaatverandering sprake is van bijvoorbeeld overstromingen die dan ten onrechte worden aangemerkt als een gevolg van klimaatverandering.⁵ Voor mitigatie- en adaptatiebeleid bepalen we bovendien de kosten van extra beleid ten opzichte van het huidige beleid. Vooral de kosten van extra beleid zetten druk op de overheidsbegroting; voor beleid dat al bestaat is reeds dekking gevonden. Net als voor de klimaatschade leidt dit tot een onderschatting van de totale kosten van klimaatbeleid.

Om een kwantitatieve illustratie te geven van de intergenerationele effecten doen we een aantal technische aannames. Ondanks de genoemde onzekerheden maken we per kostenpost per jaar tot en met 2100 een inschatting van de verwachte kosten. Klimaatrampen zijn onvoorspelbaar. Ter vereenvoudiging nemen we aan dat schade als gevolg van klimaatverandering optreedt in 2050 en 2100. Voor de kosten van mitigatiebeleid interpoleren we op basis van inschattingen in zichtjaren de kosten in tussenliggende jaren. Voor adaptatiebeleid trekken we inschattingen van kosten tot en met 2050 constant door tot 2100. Daarnaast nemen we aan dat de overheid de helft van de extra kosten voor de drie kostenkanalen op zich neemt en dat de rest bij huishoudens en bedrijven belandt. Deze aanname is pragmatisch en afhankelijk van welk beleid de overheid gaat voeren (e.g. subsidiëren versus beprijzen / normeren) en in welke mate de overheid zal overgaan tot compensatie in geval van schade. Tot slot gaan we ervan uit dat de kosten middels een bezuiniging gedekt worden, waardoor de staatsschuld niet oploopt. Deze aannames gebruiken we in ons langetermijnmodel GAMMA om intergenerationele effecten te kwantificeren.⁶

⁴ In Nederland is het klimaat de afgelopen dertig jaar gemiddeld al 1,6 graden warmer dan begin 20ste eeuw (KNMI, 2022).

⁵ Voor een overzicht van watersnoodrampen zie <https://watersnoodmuseum.nl/kennisbank/rampen/>.

⁶ Zie Van Tilburg, Kuijpers, Nibbelink & Zwaneveld (2019).

2 Klimaatschade

2.1 Schade van klimaatverandering

De fysieke gevolgen van klimaatverandering voor Nederland zijn onzeker. Het KNMI (2021) heeft voor Nederland in zijn Klimaatsignaal '21 ingezoomd op de belangrijkste fysieke gevolgen: droogte, hitte, wateroverlast, veranderingen in rivierstanden en zeespiegelstijging. Wij richten ons in ons onderzoek op de schade van deze gevolgen. Daarnaast zijn er ook andere negatieve gevolgen van klimaatverandering zoals een toename van dierziekten.⁷ Naast negatieve effecten zijn er ook positieve effecten zoals minder letsel en schade door winterweer.

Voor een inschatting van de schade als gevolg van droogte, hitte en wateroverlast maken we gebruik van de Klimaatschadeschatter (2020) en een rapport van Stratelligence (2021).⁸ We gebruiken daarbij de extra schade, ten opzichte van de schade bij het huidige niveau van opwarming, als gevolg van klimaatverandering die optreedt tot en met 2050. Hierbij wordt uitgegaan van gemiddelde wereldwijde opwarming van 2°C in 2050. In het geval van de Klimaatschadeschatter wordt naast de opwarming een grote verandering van het luchtstromingspatroon⁹ verondersteld. Voor het rapport van Stratelligence worden de Deltascenario's *Warm* en *Stoom* gebruikt waarin ook sprake is van 2°C-opwarming in 2050.¹⁰ Voor 2100 gaan we uit van een opwarming van 3°C.¹¹ Tabel 1 geeft een uitsplitsing van de schade per jaar naar droogte, hitte en wateroverlast. De Klimaatschadeschatter en het Stratelligence-onderzoek gelden specifiek voor Nederland. Niet alle schades als gevolg van droogte, hitte en wateroverlast zijn in deze onderzoeken in kaart gebracht.¹² De totale schade zal daarmee naar alle waarschijnlijkheid hoger zijn.

Voor rivier- en zee-overstromingen is in het PESETA IV-project op Europees niveau en per land een inschatting gemaakt van de verwachte schade. Er is daarbij in kaart gebracht wat de impact van klimaatverandering is op extreme gebeurtenissen zoals overstromingen (European Commission, Joint Research Centre, Feyen, Ciscar, Gosling, 2020). Vervolgens is voor deze extreme gebeurtenissen de verwachte schade bepaald. Kans maal verwachte impact leidt dan tot een inschatting van de jaarlijkse schades (zie tabel 1). De modellering van het project is op Europees niveau waardoor een minder gedetailleerd beeld ontstaat dan wanneer de focus specifiek op Nederland zou zijn. Bovendien wordt ervan uitgegaan dat het huidige niveau van bescherming blijft gelden, ofwel er worden geen extra adaptatiemaatregelen getroffen. Dat leidt tot een overschatting van de te verwachten kosten (zie volgende paragraaf voor wanneer wel rekening wordt gehouden met extra adaptatiemaatregelen).

⁷ Naast deze gevolgen zijn er ook andere gevolgen van klimaatverandering, zie bijvoorbeeld [Gevolgen van klimaatverandering \(europea.eu\)](https://europea.eu) voor een uitgebreider overzicht.

⁸ De Klimaatschadeschatter is ontwikkeld door Deltares, Wageningen Environmental research, HKV, TNO, Hogeschool van Amsterdam, Tauw, RIVM, Arcadis, Sweco, KCAF, Aveco de Bondt en stichting CAS. Stratelligence heeft het rapport in opdracht van het Deltaprogramma, Deelprogramma Zoetwater geschreven.

⁹ Zie [KNMI - KNMI's 14 Klimaatscenario's - Kerncijfers](#).

¹⁰ Zie https://media.deltares.nl/deltascenarios/deltascenarios_nieuwe_blik_op_de_toekomst.pdf. Voor de lage schade-inschatting maken we gebruik van *Warm* en voor de hoge inschatting van *Stoom*.

¹¹ Het huidige beleid wereldwijd leidt met een kans van 50% tot 2,8°C opwarming aan het einde van de eeuw. Wanneer alle gemaakte beloften ook worden ingelost daalt dit tot 2,4-2,6°C (UNEP, 2022).

¹² Zie [Klimaatschadeschatter](#).

Tabel 1: Schadeschattingen voor Nederland van droogte, hitte, wateroverlast en overstromingen zonder extra adaptatiemaatregelen

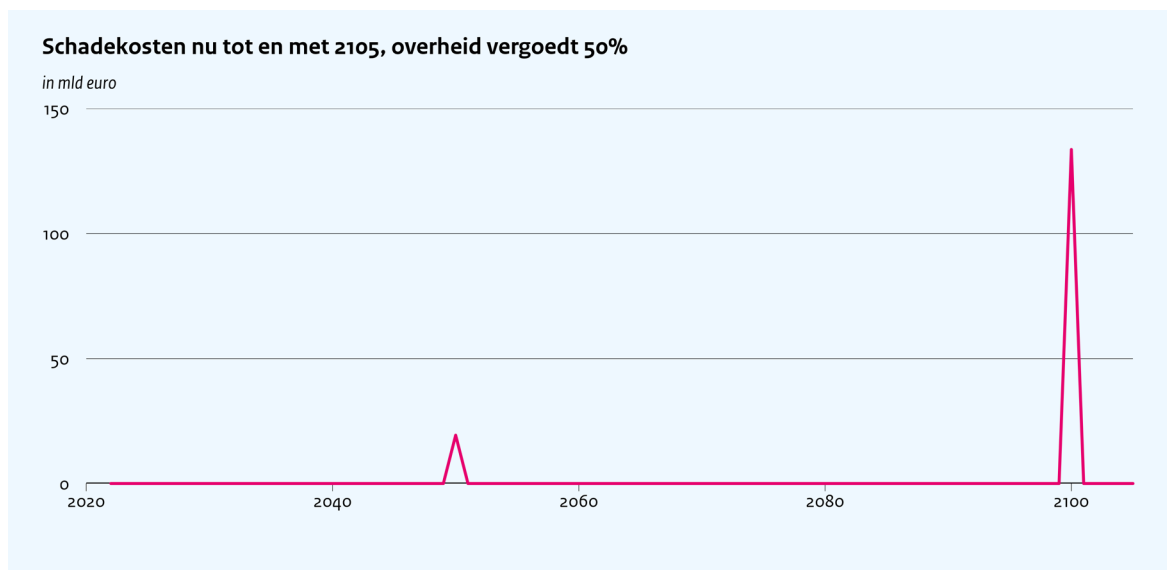
	Schade laag	Schade hoog	Kanalen	Schadejaar	Opwarmingspad
	in mld euro per jaar, prijs en volumepeil 2022				
Klimaatshadeschatter	0,3	1,5	droogte	2050	2°C in 2050
	0,5	0,5	hitte	2050	2°C in 2050
	0,8	1,0	wateroverlast	2050	2°C in 2050
PESETA IV - 2050	0,3	0,3	rivieroverstromingen	2050	2°C in 2050
	0,2	0,2	zeespiegelstijging	2050	3°C in 2100 – RCP4.5
PESETA IV - 2100	0,5	0,5	rivieroverstromingen	2100	3°C in 2100
	6,0	6,0	zeespiegelstijging	2100	3°C in 2100 – RCP4.5
Totaal in 2050	2,0	3,5		2050	
Totaal in 2100	8,1	9,6		2100	

Noot: Het betreft hier gemiddelde extra schade in 2050 en 2100 ten opzichte van schade bij het huidige klimaat en huidige beschermingsmaatregelen conditioneel op de veronderstelde temperatuurstijging.¹³

We doen een aantal technische aannames om een inschatting van de kosten voor de overheid voor de 21ste eeuw te maken. Ten eerste veronderstellen we een lineaire oploep van de schadekosten tussen de zichtjaren. Tabel 1 geeft de verwachte schade in de zichtjaren 2050 en 2100. Voor droogte, hitte en wateroverlast veronderstellen we een lineaire toename van 2023 tot en met 2050, waarna we de schade constant veronderstellen, voor rivieroverstromingen en zeespiegelstijging eerst een lineaire toename van 2023 tot en met zichtjaar 2050 en daarna van 2050 een lineaire toename tot en met zichtjaar 2100. Ten tweede veronderstellen we, ter vereenvoudiging, dat er tot 2050 geen schade optreedt en dat de ‘opgebouwde’ verwachte schade over de periode 2023 tot en met 2050 in een keer in 2050 plaatsvindt. We nemen hierbij het midden van de laag-hoog-bandbreedte uit tabel 1. Voor de periode 2051 tot en met 2100 veronderstellen we dat alle schade optreedt in 2100. Het resulterende schadepatroon is zichtbaar in figuur 1. Ten derde nemen we aan dat de overheid de helft van de financiële schade voor haar rekening neemt. De schade in 2100 die de overheid compenseert is met 134 mld euro zeven keer zo groot als in 2050. De mate waarin de overheid schade zal compenseren is een beleidskeuze; onze aanname dat de helft van de kosten door de overheid wordt gedragen moet niet gezien worden als onze verwachting.

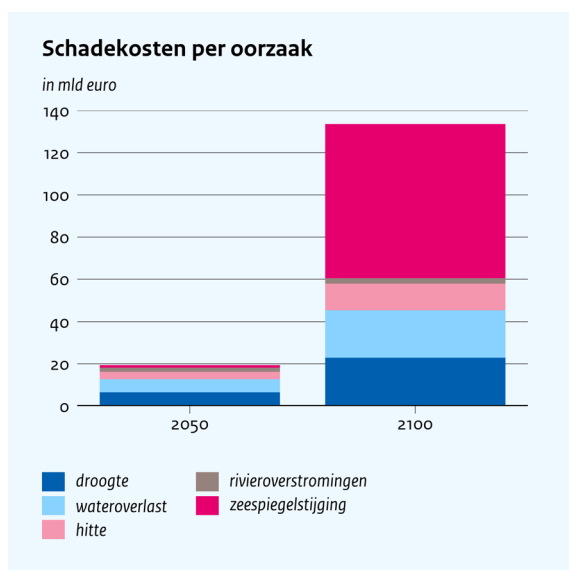
¹³ Zie voor de schadebedragen Klimaatshadeschatter (2020), Stratelligence (2021), Voudoukas et al. (2020) en Dottori, Mentaschi, Bianchi, Alfieri en Feyen, (2020).

Figuur 1: Schades zullen naar verwachting substantieel variëren over de tijd



Veruit het grootste deel van de schade in 2100 is het gevolg van zeespiegelstijging (zie figuur 2). Bij gelijkblijvende bescherming zullen de kosten van de stijgende zeespiegel ruim de helft van de verwachte schade in 2100 bedragen. In 2050 vormen wateroverlast en droogte beide ongeveer een derde van de schade.

Figuur 2: Zeespiegelstijging verantwoordelijk voor grootste schade in 2100



Klimaatschokken zorgen voor een grotere negatieve impact bij toekomstige geboortecohorten dan bij huidige cohorten. In figuur 3 geven we het effect van de klimaatschokken uit figuur 1 weer op het netto-profijt¹⁴ dat verschillende geboortecohorten van de overheid genieten ten opzichte van de situatie zonder klimaatschokken.¹⁵ Hierbij gaan we ervan uit dat er geen extra bescherming ten opzichte van de huidige

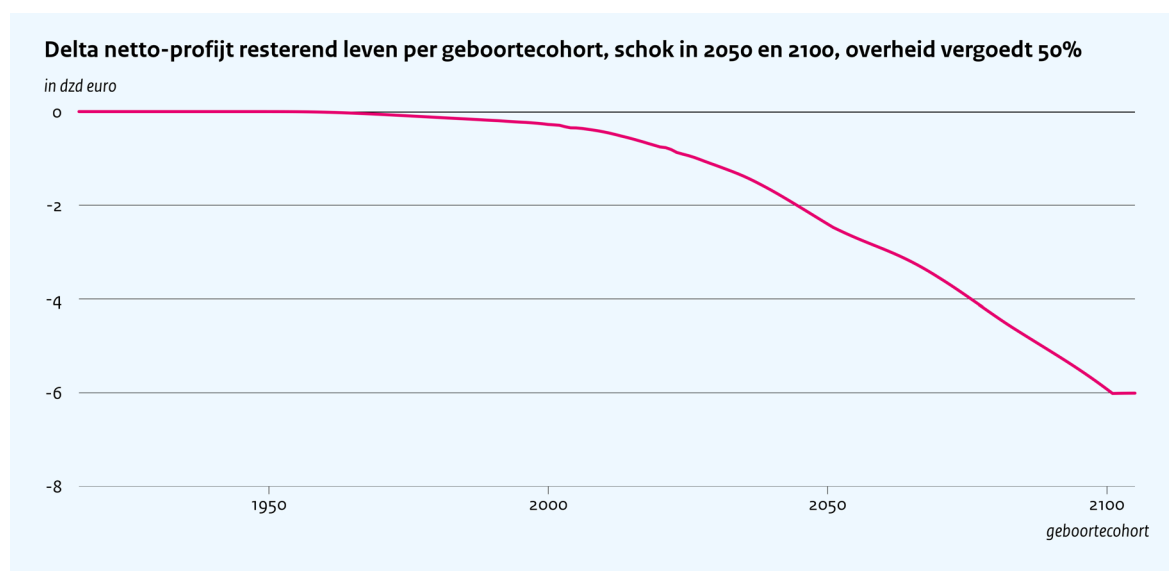
¹⁴ Het netto-profijt is gelijk aan het saldo van de baten die een geboortecohort van de overheid ontvangt en de lasten die dit cohort afdraagt aan de overheid.

¹⁵ In de berekening van het netto-profijt houden we wel rekening met de tijdsvoorkeuroet binnen een generatie maar niet tussen generaties. Als we dat laatste wel zouden doen dan zijn generaties die later geboren worden in termen van profijt per definitie slechter af dan generaties die eerder geboren worden.

situatie plaatsvindt. Zodra de schok optreedt in 2050 nemen we aan dat de schade voor de helft gecompenseerd wordt door de overheid. In 2051 wordt er een generieke bezuiniging doorgevoerd zodat de extra overheidsuitgaven niet leiden tot een almaar toenemende staatsschuld op de lange termijn. In dat geval zouden financiële lasten namelijk worden doorgeschoven naar de toekomst. In 2051 leven er nog mensen die geboren zijn in 1944, waardoor zij in hun laatste levensjaar (er wordt aangenomen dat mensen maximaal 107 worden) een klein deel van de bezuiniging moeten dragen. De daling van de roze lijn zet dan ook in bij het geboortecohort van 1944. Vervolgens daalt deze lijn doordat mensen een groter deel van hun leven last hebben van de bezuiniging in 2051. De daling van de lijn gaat vervolgens richting geboortecohorten uit 2101 versnellen. In 2101 wordt de klimaatschok van 2100 namelijk door een generieke bezuiniging opgevangen. De mensen die in of na 2101 geboren worden, maken hun hele leven een overheid mee die zowel in 2051 als in 2101 heeft bezuinigd. Over de levensloop betekent dat naar verwachting een daling van ongeveer 6000 euro per persoon, wat gelijk is aan 0,6% van het gemiddelde levenslooninkomen.

Er is een aantal kanttekeningen te plaatsen bij deze uitkomst. Ten eerste zitten in het basispad, ten opzichte waarvan de delta van het profijt wordt bepaald, wel extra adaptatiemaatregelen terwijl in de inschatting van de schadelast is aangenomen dat er geen extra adaptatiemaatregelen worden genomen. Een voorbeeld van beleid dat gevoerd wordt en in het basispad zit, zijn maatregelen om te voldoen aan de wettelijke verplichting dat de kans op overlijden als gevolg van een overstroming achter de dijken in 2050 niet groter mag zijn dan 1 op 100.000 (zie ook volgende paragraaf).¹⁶ In die zin is de impact een overschatting van de werkelijke situatie, omdat deze kosten van adaptatiebeleid zouden moeten worden afgehaald van de kosten van de klimaatschade. Tegelijkertijd is de verwachting dat niet alle schadekosten worden meegenomen in deze analyse en is daarnaast de onzekerheid rondom de inschatting van de meegenomen schadekosten enorm. Overigens is de onzekerheid rondom de inschatting niet symmetrisch (Roe en Baker, 2007) – zo is er een kleine kans op grote temperatuurstijgingen – zeker bij het optreden van kantelpunten (zie paragraaf 2.3) kan de negatieve impact veel groter uitvallen. Tot slot is het waarschijnlijk dat de klimaatschade na 2100 nog verder zal oplopen, waarbij het de vraag is in hoeverre beschermingsmaatregelen dan nog doeltreffend zijn.

Figuur 3: Toekomstige geboortecohorten betalen prijs voor klimaatschokken



¹⁶ Zie [Deltabeslissing Waterveiligheid | Drie thema's | Deltaprogramma](#).

2.2 Extra bescherming tegen klimaatverandering

De kosten als gevolg van klimaatverandering zullen door extra adaptatiemaatregelen lager zijn dan zonder die extra maatregelen. In de vorige paragraaf zijn schadekosten in beeld gebracht bij opwarming van 2°C in 2050 en 3°C in 2100 bij het huidige niveau van adaptatiemaatregelen. Er worden echter nu al maatregelen genomen voor de bescherming tegen de fysieke gevolgen van klimaatverandering. Voor overstromingen is zelfs wettelijk vastgelegd dat de kans op overlijden als gevolg van een overstroming achter de dijken in 2050 niet groter mag zijn dan 1 op 100.000.¹⁷ Binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma wordt de komende decennia gewerkt aan verdere bescherming om aan deze norm te voldoen.

Extra bescherming tegen overstromingen reduceert de in kaart gebrachte schadekosten met ruim tachtig procent in 2100 (zie tabel 2). De kosten van overstromingen als gevolg van zeespiegelstijging dalen van gemiddeld 6,0 miljard per jaar in 2100 zonder extra bescherming naar 0,2 miljard per jaar in 2100 mét extra bescherming (Vousdoukas et al., 2020). In deze schade-inschatting is aangenomen dat alleen de 31% van de dijken wordt versterkt waarvoor de baten van versterking groter zijn dan de kosten. Mogelijk impliceert de wettelijke verplichting van de maximale kans op overlijden van 1 op 100.000 een meer omvangrijke versterkingsoperatie en als gevolg daarvan lagere gemiddelde schadeniveaus. Voor rivieroverstromingen nemen we een reductie in schadelast in 2100 over van 69% uit de PESETA IV-studie (Dottori et al., 2020). Voor verschillende adaptatiemaatregelen is in Dottori et al. (2020) bepaald wat de schadereductie voor Nederland zal zijn. Versterking van dijken blijkt het meest effectief. Als daarnaast ook meer ruimte voor het opvangen overtollig water komt en maatregelen worden getroffen om schade te beperken in geval van overstroming, is de schadereductie mogelijk groter. Aangezien deze maatregelen niet alleen baat hebben in 2100 maar waarschijnlijk ook al eerder, passen we de reductie ook toe in de schade in 2050, zowel voor zeespiegelstijging als voor rivieroverstromingen.

We nemen aan dat er maatregelen tegen droogte, hitte en wateroverlast worden getroffen die de schadelast met vijftig procent zullen beperken (zie tabel 2). Wij hebben geen goede, generieke schattingen gevonden voor de vermindering van schadelast in Nederland als gevolg van droogte, hitte en wateroverlast. Er is wel een heel scala aan maatregelen dat getroffen kan worden.¹⁸ Er zijn echter weinig generieke inschattingen van de reductie in schadelast (Cammalleri et al., 2020). Ten eerste wordt het maken van dergelijke inschattingen bemoeilijkt omdat niet alle mogelijke maatregelen kosteneffectief zijn en de vraag is of deze dan wel getroffen zullen worden (zie figuur 1 in Leusink, 2018). Ten tweede zullen de verschillen in reductie in schadelast afhangen van de lokale situatie. Aangezien er verschillende maatregelen zijn om de schade te beperken, maar onduidelijk is hoeveel de reductie precies zal zijn, nemen we aan dat het mogelijk is om de schadelast met 50% te beperken.

¹⁷ Zie [Deltabeslissing Waterveiligheid | Drie thema's | Deltaprogramma](#).

¹⁸ Zie bijvoorbeeld

https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/160788/de_effectiviteit_van_klimaatadaptatiemaatregelen_2019_1_3.pdf

Tabel 2: Schadeschattingen voor Nederland van droogte, hitte, wateroverlast en overstromingen met extra adaptatiemaatregelen

	Schade laag	Schade hoog	Kanalen	Schadejaar	Opwarmingspad
	in mld euro per jaar, prijs en volumepeil 2022				
Klimaatshadeschatter	0,1	0,8	droogte	2050	2°C in 2050
	0,3	0,3	hitte	2050	2°C in 2050
	0,4	0,5	wateroverlast	2050	2°C in 2050
PESETA IV - 2050	0,1	0,1	rivieroverstromingen	2050	2°C in 2050
	0,0	0,0	zeespiegelstijging	2050	3°C in 2100 – RCP4.5
PESETA IV - 2100	0,2	0,2	rivieroverstromingen	2100	3°C in 2100
	0,2 ¹⁹	0,2	zeespiegelstijging	2100	3°C in 2100 – RCP4.5
Totaal in 2050	0,9	1,6		2050	
Totaal in 2100	1,1	1,9		2100	

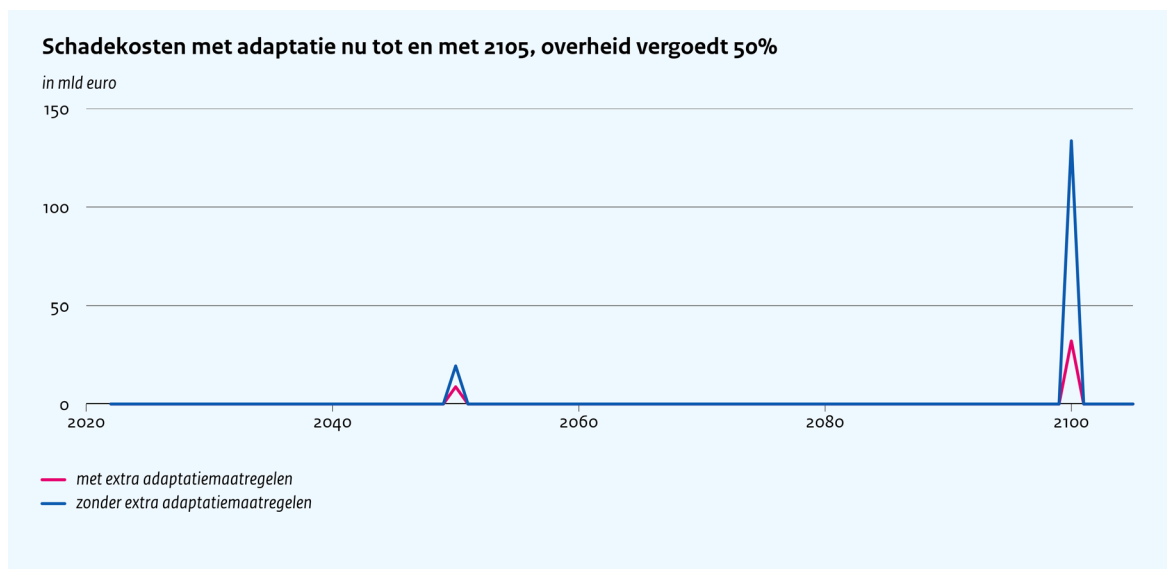
Noot: Het betreft hier jaarlijkse gemiddelde extra schade in 2050 en 2100 ten opzichte van schade bij het huidige klimaat en met extra beschermingsmaatregelen conditioneel op de veronderstelde temperatuurstijging.²⁰

De verwachte schadekosten nemen af door extra maatregelen waardoor de negatieve impact voor het profijt voor geboortecohorten vanaf 2100 met ruim driekwart afneemt; hier staan wel extra adaptatiekosten tegenover (zie paragraaf 4). De roze lijn in figuur 4 weerspiegelt de schadelasten wanneer we dezelfde aanpak kiezen als in paragraaf 2.1, maar waarbij de schadelasten door adaptatiemaatregelen afnemen. De blauwe lijn zijn de schadelasten uit de vorige paragraaf zonder extra adaptatiemaatregelen. De reductie in de schok in 2100 bedraagt ruim 75%, met een nieuw schadebedrag van 32 mld dat door de overheid gedragen wordt. Daardoor zijn de benodigde bezuinigingen in de jaren na de schokken ook kleiner en neemt het netto-profijt voor geboortecohorten vanaf 2101 af met ongeveer 1600 euro per persoon (zie figuur 5); bij de schokken in de vorige paragraaf was dit 6000 euro.

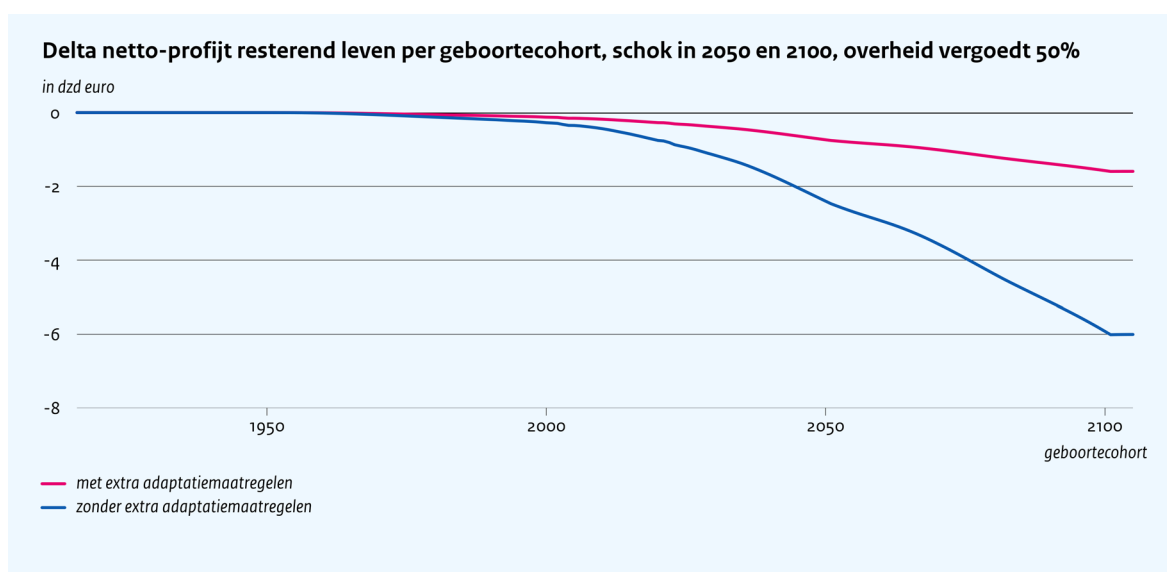
¹⁹ In tabel 1 en tabel 6 van Voudoukas et al. (2020) tellen de bedragen van schade zonder extra adaptatie, schade met adaptatie en vermeden schade niet bij elkaar op. Na correspondentie met de auteur hebben we ons ervan vergewist dat 0,4 miljard euro het juiste gemiddelde jaarlijkse schadebedrag is voor Nederland met extra adaptatie.

²⁰ Zie voor de schadebedragen Voudoukas et al. (2020) en Dottori, Mentaschi, Bianchi, Alfieri en Feyen, (2020).

Figuur 4: Verwachte schadekosten nemen substantieel af met adaptatie-maatregelen



Figuur 5: Negatieve gevolgen van fysieke klimaatverandering nemen af voor alle geboortecohorten



2.3 Onzekerheid en kantelpunten

De onzekerheid in de inschatting van schadekosten is groot en neemt nog verder toe wanneer ook rekening wordt gehouden met kantelpunten. Op verschillende plekken hebben we al benadrukt dat de inschattingen van schadekosten als gevolg van klimaatverandering zijn omgeven met onzekerheden. De studies waarop wij ons gericht hebben, sluiten bovendien het optreden van kantelpunten uit. Terwijl de onzekerheid al groot is bij de gebruikte modellen, neemt deze nog verder toe wanneer het mogelijk optreden van kantelpunten wordt betrokken in de analyse. Vanwege deze onzekerheden is het goed mogelijk dat er een veel extremer scenario, met extremere consequenties, zal plaatsvinden. Zo gaat herverzekeraar Swiss RE (2021) in een negatief scenario uit van een opwarming van 3,2°C in 2050, een scenario dat zich in de staart van de verdeling van opwarming in 2050 bevindt. Ter vergelijking in paragraaf 2.1 en 2.2 gaan we uit van een opwarming van 2°C in 2050.

Bij het optreden van kantelpunten ('tipping points') zal de klimaatschade factoren groter worden. Als gevolg van kantelpunten kunnen er abrupte, onomkeerbare en gevaarlijke veranderingen in het klimaat optreden (Armstrong McKay et al., 2022). Een voorbeeld is het smelten van ijskappen waardoor de reflectie van zonlicht vermindert, het klimaat verder opwarmt en ijskappen nog harder smelten. Armstrong McKay et al. (2022) laten zien dat zelfs wanneer de klimaatdoelen van Parijs worden gehaald, er toch verschillende kantelpunten kunnen optreden. In Swiss RE (2021) en in de analyse van de vorige paragrafen wordt het optreden van kantelpunten niet meegenomen. Wanneer kantelpunten optreden, zal de schade waarschijnlijk enorm veel groter zijn.

Het optreden van kantelpunten zal leiden tot hogere kosten. Als kantelpunten optreden, kan de opwarming van de aarde versnellen en / of de gevolgen van de opwarming worden versterkt. In IPCC (2022a) laten de figuren op pagina 2497 de spreiding in bbp-verlies bij verschillende niveaus van opwarming zien. Bij ruim 3°C opwarming zijn er schattingen dat het wereldwijde verlies in bbp kan oplopen tot 30%. In het geval van optreden van kantelpunten waardoor de schade-inschattingen uit de voorgaande paragrafen verveelvoudigen, zal de negatieve impact op de generaties met dezelfde factor verveelvoudigen.

3 Klimaatbeleid: Mitigatie

De inschattingen van de kosten van Nederlands mitigatiebeleid lopen sterk uiteen; in hoeverre de Nederlandse overheid de kosten zal dragen is afhankelijk van de invulling van het beleid. Met Nederlands mitigatiebeleid wordt de bijdrage van Nederland aan de opwarming van de aarde verkleind.²¹ In hoeverre de aarde opwarmt is echter afhankelijk van het wereldwijde mitigatiebeleid. We hanteren hier het begrip van nationale kosten, het saldo van de kosten en baten van klimaatbeleid voor Nederland als geheel. Dit is de som van de netto-kosten voor de overheid, particulieren en bedrijven.²²

Onzeker is hoeveel toekomstig mitigatiebeleid zal kosten om te voldoen aan de door het kabinet gestelde doelen. In het Interdepartementale beleidsonderzoek (IBO) 'Scherpe doelen, scherpe keuzes' is in kaart gebracht hoe, boven op het huidige beleid, met extra normerend en beprijzend beleid het reductiedoel in 2030 (60% reductie ten opzichte van 1990) gehaald kan worden (Rijksoverheid, 2023). De nationale kosten lopen richting 2030 op tot 7,2 miljard euro per jaar boven op het reeds gevoerde beleid (zie tabel 2 in CE Delft en Berenschot, 2023).

Onzekerheid over de omvang van de kosten neemt verder toe richting 2050, als Nederland zichzelf ten doel heeft gesteld netto geen CO₂ meer uit te stoten. Wanneer de doelstelling uit het IBO wordt overgenomen, resteert een reductieopgave van 90 Mton richting 2050. In de Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050 worden de nationale kosten ingeschat voor vier toekomstscenario's van het energiesysteem (Netbeheer Nederland, 2023). De extra nationale kosten in 2050 variëren van 18,5 miljard tot 31,1 miljard (zie ook het kader voor overzicht van overheidskosten van het huidige beleid). In deze raming zijn de kosten om de landbouw op netto nul uitstoot te brengen, te voldoen aan de vraag naar hernieuwbare koolstof en koolstof op te slaan niet meegenomen.

²¹ Naast de reductie in CO₂-uitstoot en daardoor een vermindering in bijdrage aan klimaatopwarming zijn er ook andere positieve externaliteiten, zoals reductie in fijnstofuitstoot.

²² Voor verdere duiding van verschillen tussen overheidskosten en nationale kosten zie Hof, Van der Wal en Mot (2020).

Overheidskosten van klimaatbeleid

Overheidskosten van klimaatbeleid verschillen van de nationale kosten.^(a) De nationale kosten zijn de kosten voor Nederland, zonder dat daarbij onderscheid gemaakt wordt wie deze kosten draagt: huishoudens, bedrijven of overheid. De overheidskosten zijn het saldo van de inkomsten (belastingen) en uitgaven (subsidies of investeringen) van de overheid. Het is dus mogelijk dat de nationale kosten van klimaatbeleid omvangrijk zijn, maar dat de overheidskosten beperkt zijn als het beleid uitsluitend gevoerd wordt met beprijzing en normering (geboden en verboden).

Volledig overzicht van de overheidskosten van klimaatbeleid (mitigatie- en adaptatiebeleid) ontbreekt. Het ontbreken van volledig overzicht op rijksniveau was de belangrijkste conclusie van een onderzoek van de Algemene Rekenkamer.^(b) Oorzaken zijn dat rijksbrede overzichten van elkaar en van departementale begrotingen afwijken omdat klimaatuitgaven niet eenduidig worden geregistreerd en gedefinieerd. Naast het ontbreken van volledig overzicht op rijksniveau, ontbreekt overzicht van het klimaatbeleid dat door lagere overheden wordt gevoerd. In onze inschattingen hieronder richten wij ons eveneens op rijksniveau, omdat wij geen inzage hebben in het klimaatbeleid van lagere overheden. De inschatting hieronder van wat wel en niet behoort tot klimaatuitgaven en -inkomsten hebben wij zelf gemaakt en biedt daardoor slechts een inschatting en geen volledig overzicht.

Voor de omvang van de overheidskosten van mitigatiebeleid is de invulling van klimaatbeleid, subsidie, beprijzing of normering, bepalend. Alle drie de invullingen hebben ten doel om broeikasgassen te reduceren. In het geval van subsidies vindt er een overdracht plaats van de overheid naar gezinnen en bedrijven. Dit zorgt dus voor extra overheidsuitgaven. In het geval van beprijzing, bijvoorbeeld energiebelasting op gasverbruik, krijgt de overheid juist inkomsten die betaald worden door burgers en bedrijven. Bij normering is sprake van een verbod of gebod, een voorbeeld is de verplichting om vanaf 2026 bij vervanging van de cv-installatie over te stappen op een duurzamer alternatief.^(c)

Tot op heden hebben subsidies de overhand in het klimaatbeleid (Rijksoverheid, 2023). In 2021 is er door het Rijk 4,1 mld euro uitgegeven aan beleid dat de emissie van broeikasgassen beoogt terug te dringen. Het grootste deel daarvan (70%) is aangewend voor subsidies in de energievoorziening. De gebouwde omgeving is met 9% daarna de grootste uitgavenpost. Naast klimaatmitigatiebeleid worden er op rijksniveau ook adaptatie-uitgaven gedaan; in 2021 bedroegen deze ruim 1,1 miljard, waarvan het overgrote deel bestemd is voor het Deltafonds.

In 2021 bedragen de overheidsinkomsten als gevolg van klimaatbeleid 2,7 mld euro. Dit bestaat voor 2,5 miljard euro uit beleid tot en met het afsluiten van het Klimaatakkoord (CPB, 2019) en 0,2 mld maatregelen sindsdien.

In het laatste klimaatpakket is opnieuw vooral gekozen voor het subsidie-instrument. Er is een pakket maatregelen gepresenteerd om het doel van 22 Mton reductie te halen.^(d) Dit doel stemt overeen met het doel zoals in Rijksoverheid (2023) is opgesteld. Er is vooral gekozen voor het subsidie-instrument terwijl in Rijksoverheid (2023) juist was ingezet op normering en beprijzing. Voor de bekostiging van de maatregelen is ongeveer 25 miljard euro uit het Klimaatfonds gehaald.

(a) Voor verdere duiding van verschillen tussen overheidskosten en nationale kosten zie Hof, Van der Wal en Mot (2020).

(b) Zie <https://www.rekenkamer.nl/binaries/rekenkamer/documenten/kamerstukken/2023/01/25/inzicht-in-uitgaven-klimaatbeleid/WR+Brief+Uitgaven+klimaatbeleid+DEF+met+logo.pdf>.

(c) Zie <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/05/17/hybride-warmtepomp-de-nieuwe-standaard-vanaf-2026>.

(d) Zie [Ontwerp Meerjarenprogramma Klimaatfonds 2024](#) | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl.

Nationale kosten voor het extra beleid ten opzichte van het huidige beleid lopen richting 2050 fors op: tussen de 21 en 36 miljard euro per jaar. Tabel 3 geeft de inschatting van de extra nationale kosten per jaar in 2030 en 2050 van respectievelijk 7,2 miljard euro en een bandbreedte van 18,4 en 32,7 miljard. Dit betreft het extra beleid ten opzichte van de Klimaat en Energieverkenning 2022 (Hammingh, Van Soest, Menkveld, Daniels en Koutstaal, 2022).

Tabel 3: Kosten mitigatiebeleid: nationale kosten (extra ten opzichte van huidige beleid) per jaar

	Laag	Hoog	Jaar	Reductiepad
	in mld euro per jaar, prijs en volumepeil 2022			
Rijkoverheid (2023)	7,2	7,2	2030	60% reductie in 2030 t.o.v. 1990
Netbeheer Nederland (2023) ²³	18,4	32,7	2050	100% reductie in 2050 t.o.v. 1990

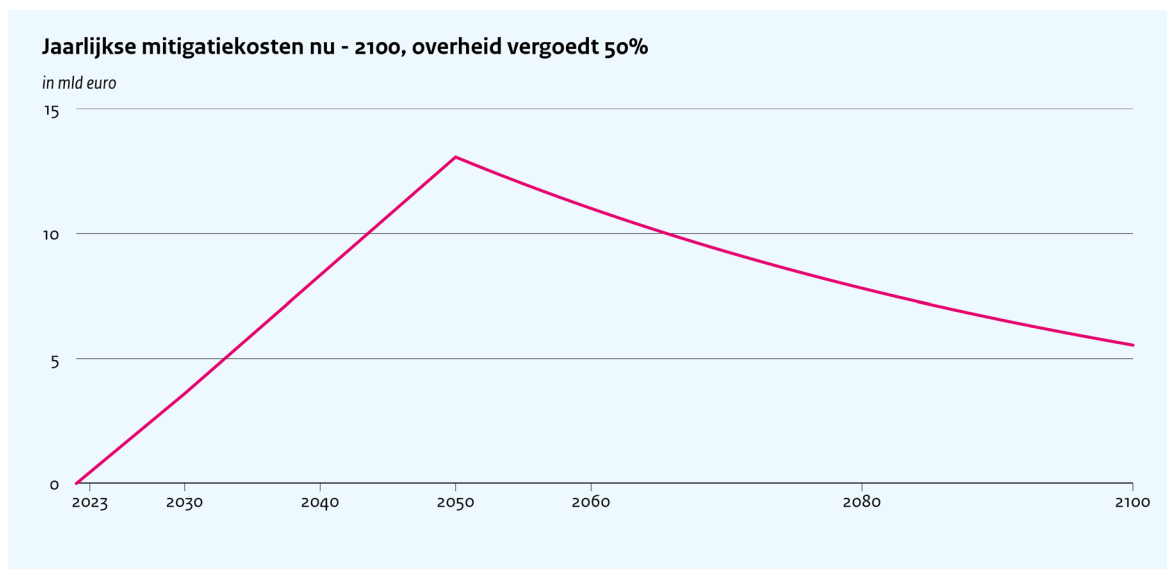
We doen een aantal technische aannames om de kosten voor de overheid van mitigatiebeleid te bepalen.

Ten eerste nemen we wederom aan dat de overheid de helft van de kosten zal dragen. Het is afhankelijk van beleidsinvulling hoe deze verdeling in de praktijk zal zijn. Wanneer het grootste gedeelte van de maatregelen met subsidies wordt bekostigd, kan de rekening verder oplopen. Als normering en beprijzing de overhand krijgen, zal een geringer deel voor rekening van de overheid komen. Ten tweede veronderstellen we voor de mitigatiekosten in 2050 de mediaan van de kosteninschattingen van de vier toekomstscenario's uit Netbeheer Nederland (2023). Ten derde nemen we aan dat het aanvullende beleid in 2023 gefaseerd wordt ingevoerd en dat daardoor de kosten richting 2030 lineair toenemen tot 3,6 miljard euro (de overheid draagt de helft van de kosten). Deze lineaire toename zet richting 2050 door tot ruim 13 miljard euro per jaar.²⁴ Na 2050 gaan we ervan uit dat Nederland netto geen CO₂ meer uitstoot en de kosten met 1,7% per jaar afnemen (Barrage en Nordhaus, 2023). Dit resulteert in een inschatting van de kosten in de 21ste eeuw zoals weergegeven in figuur 6.

²³ Dit betreft alleen de nationale kosten van het energiesysteem en is daarmee een onderschatting van de totale nationale kosten (Netbeheer Nederland, 2023). De kosten in het Energy Transition Model worden geüpdatet zodra nieuwe inzichten daartoe aanleiding geven. Onze getallen kunnen daarom wat afwijken van de meest recente getallen op de website [Energy Transition Model](#).

²⁴ De aanname van lineaire kostenstijging is het gevolg van twee tegenstrijdige krachten. In lijn met Barrage en Nordhaus (2023) gaan we ervan uit dat de kosten jaarlijks afnemen met 1,7% als gevolg van technologische ontwikkelingen. Zo is een warmtepomp momenteel nog duurder dan een cv-ketel, maar de extra kosten zullen dalen naarmate de warmtepomp wordt doorontwikkeld. Dit zorgt voor een afvallend patroon in de kosten. Tegelijkertijd wordt de kostenfunctie steiler over tijd, omdat de besparing van extra CO₂ steeds moeilijker wordt naarmate er al veel is bespaard. Een lineaire opbouw van de kosten resulteert.

Figuur 6: Jaarlijkse nationale kosten stijgen tot 2050 en dalen daarna geleidelijk²⁵

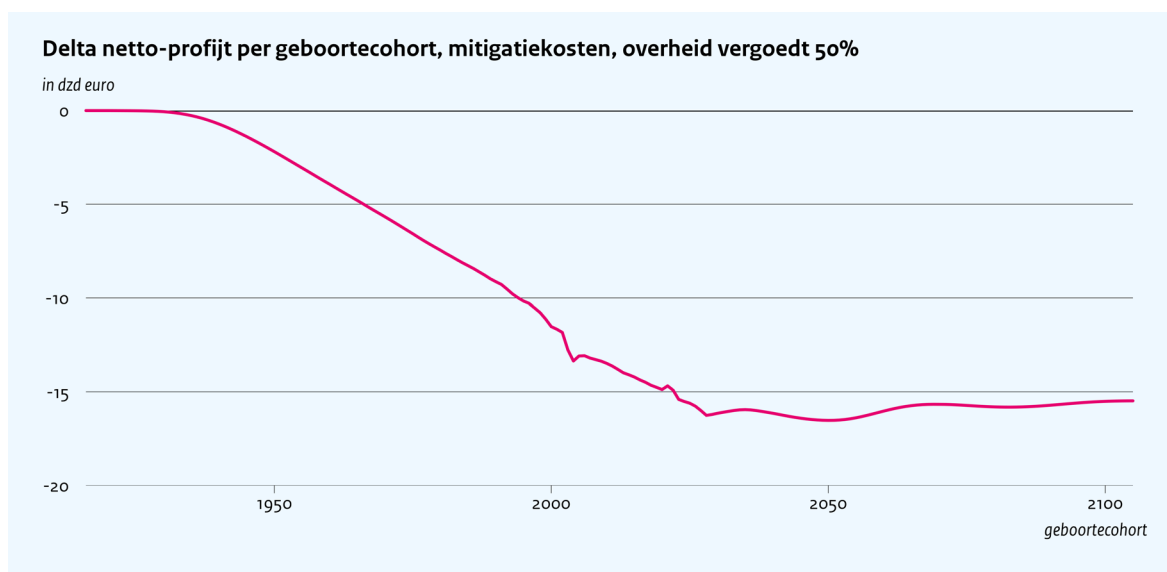


Toekomstige generaties ondervinden een groter negatief effect, in financiële termen, van het mitigatiebeleid dan huidige generaties. In de analyse nemen we aan dat de jaarlijkse extra nationale kosten voor de overheid voor het mitigatiebeleid vastliggen volgens de inschatting uit de vorige paragraaf. We veronderstellen daarmee dat we nu al weten wat de totale kosten voor de mitigatie zullen worden. We voeren dan in 2028 een generieke bezuiniging door, zodat de staatsschuld in de toekomst constant blijft. Daarbij wordt rekening gehouden met deze kosten van extra mitigatiebeleid.²⁶ Op deze manier worden er geen financiële lasten via de staatsschuld doorgeschoven. Deze bezuiniging betekent dat alle cohorten die geboren zijn vanaf 1921 een negatieve impact ondervinden op hun netto-profijs (zie figuur 7). Tot en met het geboortecohort 2028 neemt deze daling toe, omdat deze cohorten een steeds groter deel van hun leven de bezuiniging ondervinden. Door deze financieringskeuze wordt dus wel een groter deel van de financiële lasten afgewend op de toekomstige generaties. Na geboortecohort 2028 blijft de impact ongeveer gelijk en negatief op een niveau rond -15.000 euro per persoon. Ter referentie: dit is gelijk aan 1,5% van het levenslooninkomen.

²⁵ In onze aanpak willen we de kosten voor de overheid van extra mitigatiebeleid bepalen. In het Klimaatfonds zijn er echter al middelen voor extra mitigatiebeleid gereserveerd. In ons basispad trekken we deze uitgaven bovendien na 2030 door. Daardoor is voor een deel van de extra kosten voor de overheid, expliciet (fonds) en impliciet (doortrekken), reeds een reservering getroffen.

²⁶ In paragraaf 2.1 en 2.2 namen we aan dat we pas een bezuiniging doorvoeren in het jaar na het optreden van de schade, ofwel in 2051 of 2101. Nu treedt deze bezuiniging voor alle extra kosten in de toekomst in een keer op in 2028.

Figuur 7: Toekomstige geboortecohorten betalen groter deel van kosten van mitigatiebeleid dan huidige generaties



4 Klimaatbeleid: Adaptatie

Lokale en regionale adaptatiemaatregelen zijn nodig om met klimaatverandering om te gaan. De opwarming van de aarde leidt tot verschillende negatieve fysieke gevolgen (zie paragraaf 1.1). Met behulp van adaptatiemaatregelen, zoals versterken van waterkeringen, afvoeren van overtollig water, aanpassen aan droogte, hitte, verzilting en wateroverlast, kan de impact van klimaatverandering worden beperkt. Deze maatregelen hebben effecten op de leefomgeving: zo zullen mensen vaker in door airco's gekoelde ruimtes en minder vaak in verwarmde ruimtes verblijven.

Er zijn verschillende programma's om in Nederland aanpassingen te doen in het kader van klimaatverandering. Naar aanleiding van de Watersnoodramp in 1953 is een Deltacommissie in het leven geroepen die de opmaat vormde voor de Deltawerken. Waterveiligheid, beschikbaarheid van zoet water en ruimtelijke adaptatie vormen inmiddels de drie pijlers van het Deltaprogramma. Naast het Deltaprogramma is ook het Uitvoeringsprogramma van de Nationale klimaatadaptatiestrategie een belangrijke pijler in het klimaatadaptatiebeleid. Door de institutionele verankering van beschermingsmaatregelen en beschikbare financiële middelen is Nederland goed gepositioneerd om zich aan te passen aan beperkte klimaatverandering (Chen et al. 2023).

De extra kosten voor waterveiligheid en watervoorziening boven op reeds gebudgetteerde bedragen als gevolg van klimaatverandering zijn de komende decennia beperkt, maar daarna zijn ze onzeker en kunnen ze omvangrijk worden. Zo zijn er voor de eerste twee pijlers van het Deltaprogramma, voldoende zoetwater en bescherming tegen overstromingen, reguliere programma's op verschillende niveaus van de overheid. Op rijksniveau zijn er middelen beschikbaar in het Deltafonds om de maatregelen uit het Deltaprogramma²⁷ te bekostigen. Ook lagere overheden, waterschappen en drinkwaterbedrijven dragen bij

²⁷ Niet alle fondsen in Deltafonds zijn voor het Deltaprogramma en ook andere actoren dragen bij aan het programma zonder dat daarvoor geld uit het Deltafonds nodig is (Deltaprogramma, 2023).

aan de uitvoering van het Deltaprogramma.²⁸ De extra kosten van adaptatiemaatregelen, boven op de reeds gereserveerde budgetten voor waterbescherming en watervoorziening zijn de komende decennia vermoedelijk beperkt. Bij verdergaande klimaatverandering, en de daaruit volgende zeespiegelstijging, kunnen de adaptatiekosten enorm toenemen omdat onduidelijk is of bestaande adaptatietechnieken blijvend effectief zijn.

Leusink (2018) maakt voor wateroverlast als gevolg van hevige neerslag, hitte en droogte een inschatting van jaarlijkse extra adaptatiekosten voor het bebouwde gebied van 1,9 mld euro per jaar tot en met 2050.

Dit geeft een inschatting van de kosten van de derde pijler van het Deltaprogramma. Dit betreft extra kosten ten opzichte van het huidige klimaat. Er is hierbij rekening gehouden met de mogelijkheid om mee te liften met reguliere reconstructie- en onderhoudswerkzaamheden. In de inschatting is uitgegaan van een opwarming van 2°C in 2050 en een grote verandering van luchtstromingspatroon (scenario W_h).²⁹ In deze analyse zijn adaptatiekosten voor het landelijk gebied buiten beschouwing gelaten.

Om de adaptatiekosten voor de overheid in de 21ste eeuw in te schatten, doen we een aantal technische aannames. We schatten de totale jaarlijkse adaptatiekosten op 2,7 miljard euro (zie tabel 4). Voor een inschatting van de adaptatiekosten voor wateroverlast, hitte en droogte gebruiken we de inschatting van Leusink (2018). Voor bescherming tegen overstromingen en zoetwatervoorziening nemen we aan dat adaptatiekosten met 10% toenemen ten opzichte van de totale jaarlijkse kosten die in kaart zijn gebracht in Ministerie Infrastructuur en Waterstaat et al. (2023).^{30,31} Daarnaast veronderstellen we dat de overheid de helft van deze extra kosten draagt, ofwel 1,4 miljard euro per jaar. Tot slot gaan we ervan uit dat deze extra kosten vanaf 2023 gemaakt zullen worden.

Tabel 4: Inschatting adaptatiekosten per jaar

Bron	Kosten	Kanalen	Periode
	in mld euro per jaar, prijs en volumepeil 2022		
Leusink (2018)	1,8	wateroverlast	2018-2050
	0,1	hitte	2018-2050
	0,1	droogte	2018-2050
Ministerie I&W et al. (2022)	0,8	waterveiligheid, zoetwatervoorziening, droogte, wateroverlast	2022
Totaal	2,7		

Toekomstige generaties ondervinden een groter negatief effect, in financiële termen, van adaptatiebeleid dan huidige generaties (zie figuur 8). Ondanks dat het effect van adaptatiekosten op het netto-profijt kleiner is dan voor mitigatiekosten (zie paragraaf 3) is het patroon vergelijkbaar. We nemen opnieuw aan dat de werkelijke adaptatiekosten overeenstemmen met de ingeschatte kosten en nemen verder

²⁸ Zie bijvoorbeeld een overzicht van de jaarlijkse kosten voor het waterbeheer in De Staat van Ons Water, Rapportage over de uitvoering van het waterbeleid in 2022 (Ministerie Infrastructuur en Waterstaat, de Unie van Waterschappen, de Vereniging van Waterbedrijven in Nederland, het Interprovinciaal Overleg, en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 2023). Deze kosten worden gedragen door het Rijk, provincies, gemeenten, waterschappen en drinkwaterbedrijven. Tegenover deze kosten staan inkomsten door de inning van waterschapsbelasting, betaling aan drinkwaterbedrijven en generieke belastingen.

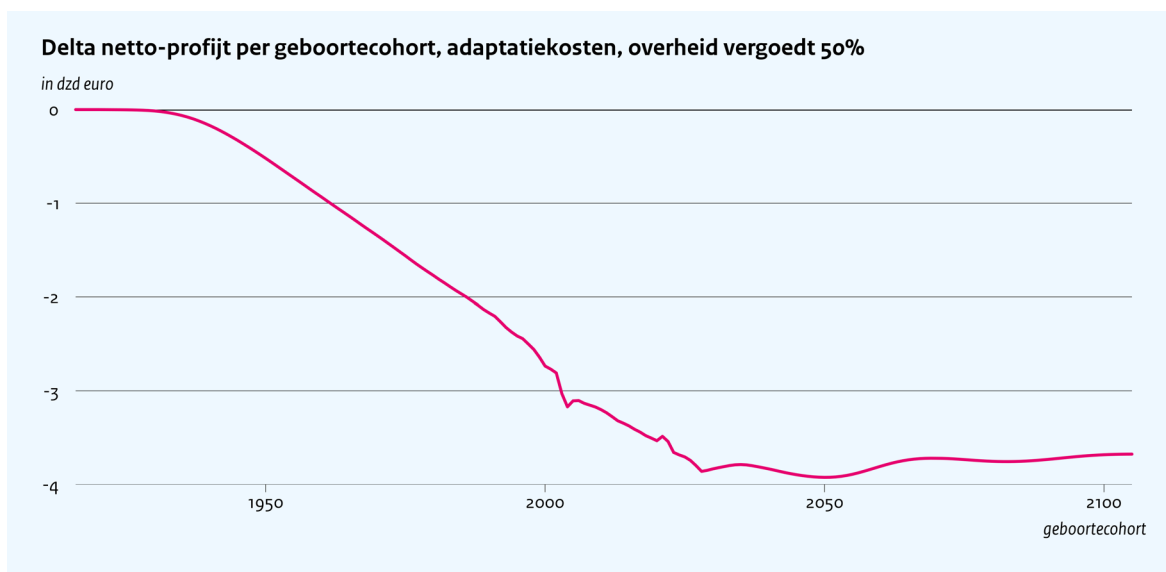
²⁹ Zie [KNMI - KNMI '14 Klimaatscenario's - Kerncijfers](#) voor nadere informatie over de KNMI '14 klimaatscenario's.

³⁰ We nemen niet los nog kosten uit het Deltaprogramma op, omdat dit vermoedelijk grotendeels overlapt met de rijkskosten opgevoerd in de 'Staat van ons water'.

³¹ Een deel van de kosten in 'De staat van ons water' (Ministerie Infrastructuur en Waterstaat et al. 2023) betreffen de omgang met wateroverlast en droogte waarvoor ook al kosten voor het bebouwd gebied in Leusink (2018) zijn opgenomen. Mogelijk is er dus sprake van enige overlap.

in de modelberekening aan dat in 2028 een bezuiniging wordt doorgevoerd, zodat de extra kosten niet leiden tot een oplopende staatsschuld. Het is belangrijk hierbij een voorbehoud te maken. Het is namelijk uiterst ongewis in hoeverre de in kaart gebrachte adaptatiekosten volledig zijn. Ook kunnen de adaptatiekosten flink oplopen in de volgende eeuw als de zeespiegel wel fors zou gaan stijgen. Uitgaande van onze kosteninschatting en uitgaande van een bezuiniging in 2028 om deze kosten te dragen, leidt dit tot een daling van het profijt vanaf geboortecohorten 1921 en verder. Deze daling neemt toe tot en met 2028 en leidt tot een afname in netto-profijt van ruim 3500 euro per persoon.

Figuur 8: Toekomstige geboortecohorten betalen groter deel van kosten van adaptatiebeleid dan huidige generaties



5 Conclusie en discussie

Waarschijnlijk zullen toekomstige generaties een groter deel van de extra rekening van klimaatverandering en -beleid betalen dan huidige generaties. Negatieve impact van klimaatverandering zal in Nederland in de toekomst verder toenemen en het grootste en moeilijkste deel van de transitie moet nog plaatsvinden. Bovendien zullen, bij verdere opwarming, extra adaptatiemaatregelen nodig zijn boven op de huidige maatregelen.

De onzekerheden rondom de financiële gevolgen van klimaatverandering en -beleid zijn voor de overheidsfinanciën en intergenerationele verdeling groot. Belangrijke oorzaken van deze onzekerheid zijn dat ongewis is in hoeverre het klimaat zal opwarmen, wat de gevolgen zijn bij verschillende niveaus van opwarming, op welke manier de transitie vorm zal krijgen en tot welk niveau adaptatiebeleid het hoofd kan bieden aan de gevolgen van klimaatverandering. Bovendien nemen we lang niet alle gevolgen van klimaatverandering en -beleid mee. Hierbij valt te denken aan de impact op de economische structuur, negatieve impact op biodiversiteit en leefbaarheid, en de omvang van migratiestromen.

Met name voor de fysieke gevolgen van klimaatverandering en adaptatiebeleid is de inschatting van de kosten weinig precies en onvolledig. Hitte, droogte, wateroverlast en overstromingen zijn de belangrijkste negatieve fysieke gevolgen voor Nederland van klimaatverandering. Voor met name de eerste drie thema's is tot op heden een onvolledige inventarisatie van de kosten beschikbaar. Ook een inschatting van adaptatiemaatregelen die getroffen moeten worden is, vooral in de tweede helft van de 21ste eeuw, partieel. Het is belangrijk om een meer volledig beeld van de kosten te krijgen om een adequate inschatting van de gevolgen voor de overheidsfinanciën en intergenerationele verdeling te kunnen maken.

Voor de komende eeuw zijn op basis van de huidige inzichten de extra kosten van mitigatiebeleid voor Nederland het meest omvangrijk; vanaf de volgende eeuw zullen waarschijnlijk de schade- en adaptatiekosten verder toenemen. Ondanks dat er ook voor de kosten van de energietransitie onzekerheid is over het transitiepad, is er voor verschillende paden voor Nederland een inschatting gemaakt van de kosten. De kosten van de transitie zullen de komende decennia stijgen waarna ze zullen gaan dalen. Naar verwachting zijn deze kosten in deze eeuw groter dan de kosten van de andere twee kanalen. Een vollediger inzicht in de fysieke gevolgen en het benodigde adaptatiebeleid kan de verhouding wijzigen. Desalniettemin is het verschil in kosten dermate groot, dat ook dan de fysieke gevolgen en adaptatiekosten in deze eeuw vermoedelijk relatief beperkt zullen blijven. Echter, wanneer het klimaat sneller opwarmt dan verwacht kunnen de kosten van fysieke gevolgen en de kosten van adaptatiebeleid enorm stijgen. Zo zullen de kosten van fysieke schade in een negatief scenario, bijvoorbeeld bij het optreden van kantelpunten, een veelvoud bedragen van de kosten van mitigatiebeleid. Daarnaast worden bestaande beschermingsmaatregelen wellicht ineffectief en ontkomen we er in de toekomst niet aan om kostbare maatregelen te treffen. Voor de 22ste eeuw is de verwachting dat de kosten van mitigatiebeleid verder afnemen, terwijl de schade- en adaptatiekosten juist zullen toenemen.

De kosten van de verschillende kanalen hangen met elkaar en met internationale inspanningen samen. Als Nederland wel de transitie maakt naar netto nul CO₂-uitstoot maar de inspanningen internationaal achterblijven, zal het klimaat harder opwarmen dan wanneer internationaal ook effectief transitiebeleid wordt gevoerd. Als gevolg daarvan zullen de schadekosten en / of de adaptatiekosten verder toenemen. Naarmate er sprake is van snellere opwarming, zal er sneller en meer adaptatiebeleid nodig zijn om schade te voorkomen. Als internationaal de inspanningen achterblijven, wordt mogelijk een zwaarder beroep gedaan op Nederland. Dan zou het doel kunnen worden aangescherpt van netto nul uitstoot naar negatieve uitstoot of kan er sprake zijn van hogere directe financiële overdrachten naar het buitenland. Dit kan leiden tot extra mitigatiekosten.

De technische aannames die we hebben gedaan over wanneer en hoe de kosten van klimaatverandering en -beleid worden gedragen hebben effect op de intergenerationele effecten. Wij zijn ervan uitgegaan dat er een bezuiniging zal plaatsvinden om de kosten te dragen, zodat de staatsschuld op de lange termijn niet oploopt. Ook hebben we aangenomen dat de overheid de helft van de kosten op zich neemt. Door deze aanname worden de kosten door middel van extra staatsschuld en als gevolg daarvan een extra bezuiniging verdeeld over huidige en toekomstige generaties. De andere helft zal echter ook bij huishoudens en bedrijven terechtkomen. Zo zal als er een ramp plaatsvindt de onverzekerde schade gedragen worden door huishoudens en bedrijven die de schade ondervinden. De werkelijke kosten voor de overheid hangen af van beleidskeuzes. Wanneer men kiest om beleid te voeren met subsidies, zullen de kosten die via de overheid lopen verdubbelen ten opzichte van de situatie die wij beschouwen. Kiezen voor beprijzing en normering daarentegen zal de kosten voor de overheid juist beperken.

Het financieren van de kosten van klimaatverandering en -beleid met overheidsschuld, kan de lasten voor toekomstige generaties verder vergroten. De kosten van alle drie de kanalen slaan vooral neer bij toekomstige generaties. Zij ondervinden ook de negatieve gevolgen van klimaatverandering die niet uitgedrukt (kunnen) worden in monetaire eenheden. Dit impliceert niet dat er geen klimaatbeleid gevoerd zou moeten worden, maar wel dat bij de financiering daarvan gekeken zal moeten worden naar een rechtvaardige verdeling van baten en lasten over de verschillende generaties.

6 Referenties

Adema, Y. en I. van Tilburg, 2019, Zorgen om morgen. CPB Vergrijzingsstudie, [CPB Vergrijzingsstudie 'Zorgen om morgen'](#).

Armstrong McKay, D.I., A. Staal, J.F. Abrams, R. Winkelmann, B. Sakschewski, S. Loriani ... en T.M. Lenton, 2022, Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points, *Science*, Vol 377, No. 6611 [Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points | Science](#).

Barrage, L., en W.D. Nordhaus, 2023, Policies, Projections, and the Social Cost of Carbon: Results from the DICE-2023 Model, *NBER Working Paper No. w31112*, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w31112/w31112.pdf?utm_campaign=PANTHEON_STRIPPE&utm_medium=PANTHEON_STRIPPE&utm_source=PANTHEON_STRIPPE.

Cammalleri, C., G. Naumann, L. Mentaschi, G. Formetta, G. Forzieri, S. Gosling, B. Bisselink, A. De Roo en L. Feyen, 2020, Global warming and drought impacts in the EU, EUR 29956 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-12947-9. doi:10.2760/597045, JRC118585.

CE Delft en Berenschot, 2023, Kostendoorrekening centraal pakket, [Microsoft Word - CE Delft 220390 kostendoorrekening Def\(overheid.nl\)](#).

Chen, C., K. Kirabaeva, E. Massetti, D. Minnett, I. Parry, T. Tim, ... en G. Dolphin, 2023, Assessing Recent Climate Policy Initiatives in the Netherlands, Selected Issues Paper, <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/Selected-Issues-Papers/2023/English/SIPEA2023022.ashx>.

CPB, 2019, Doorrekening Klimaatakkoord, CPB notitie, [Doorrekening Klimaatakkoord \(cpb.nl\)](#).

Deltaprogramma, 2022, Versnellen, Verbinden, Verbouwen Nationaal Deltaprogramma 2023, [Deltaprogramma 2023](#).

Dottori, F., L. Mentaschi, A. Bianchi, L. Alfieri, en L. Feyen, 2020, Adapting to rising river flood risk in the EU under climate change, EUR 29955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-12946-2, doi:10.2760/14505, JRC118425.

European Commission, Joint Research Centre, L. Feyen, J. Ciscar en S. Gosling, 2020, Climate change impacts and adaptation in Europe: JRC PESETA IV final report, (D. Ibarreta, editor, A. Soria, editor) Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/171121>.

Feyen, E.H., R.J. Utz, I.E. Zuccardi Huertas, O. Bogdan en J. Moon, 2020, Macro-financial aspects of climate change, *World Bank Policy Research working Paper*, 9109.

Hammingh, P., H. Van Soest, M. Menkveld, B. Daniels en P. Koutstaal, 2022, Klimaat- en Energieverkenning 2022, PBL-publicatienummer: 4838, PBL Planbureau voor de Leefomgeving Den Haag, [Klimaat- en Energieverkenning 2022 \(pbl.nl\)](#).

Hof, B., E. van der Wal en E. Mot, 2020, Kosten- en batenbegrippen in klimaatbeleid, Methodologisch achtergrondrapport, [Kosten- en batenbegrippen in klimaatbeleid \(cpb.nl\)](#).

IPBES, 2019, Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production, IPBES Secretariat, <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>.

IPCC, 2022a, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.

IPCC, 2022b, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.

Klimaatshadeschatter, 2020, Rapportage 2020, <https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/klimaatshadeschatter-rapportage-2020-versie-7-december.pdf>.

KNMI, 2021, KNMI Klimaatsignaal '21: hoe het klimaat in Nederland snel verandert, De Bilt, [KNMI Klimaatsignaal '21 - Hoe het klimaat in Nederland snel verandert](https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/154846/naar_een_kosteneffectieve_aanpak_van_klimaatadaptatie_in_nederland_1.pdf).

KNMI, 2022, Klimatologie maandgegevens, https://cdn.knmi.nl/knmi/map/page/klimatologie/gegevens/maandgegevens/mndgeg_260_tg.txt.

Leusink, E., 2018, Naar een kosteneffectieve aanpak van klimaatadaptatie in Nederland, https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/154846/naar_een_kosteneffectieve_aanpak_van_klimaatadaptatie_in_nederland_1.pdf.

Ministerie Infrastructuur en Waterstaat, de Unie van Waterschappen, de Vereniging van Waterbedrijven in Nederland, het Interprovinciaal Overleg en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 2023, De staat van ons water, <https://www.onswater.nl/binaries/onswater/documenten/rapporten/2023/05/17/staat-van-ons-water/Rapportage+Staat+van+Ons+Water+2022.PDF>.

Netbeheer Nederland, 2023, Het energiesysteem van de toekomst: de II3050-scenario's, [Microsoft Word - NBNL_cptRapport_Scenarios_II3050v2-geredigeerd_opmaak_2023.06.30.docx](https://netbeheernederland.nl/NBNL_cptRapport_Scenarios_II3050v2-geredigeerd_opmaak_2023.06.30.docx) (netbeheernederland.nl).

Rijksoverheid, 2023, Scherpe doelen, scherpe keuzes, IBO aanvullend normerend en beprijzend nationaal klimaatbeleid voor 2030 en 2050, [pdf\(overheid.nl\)](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaat-en-omgeving/publicaties/2023/06/30/scherpe-doelen-scherpe-keuzes).

Roe, G.H. en M.B. Baker Why Is Climate Sensitivity So Unpredictable? *Science* Vol. 318, No. 5850 [Why Is Climate Sensitivity So Unpredictable? | Science](https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.1255850).

Stratelligence, 2021, Economische analyse Zoetwater, Eindrapportage (definitief), <https://www.deltaprogramma.nl/binaries/deltacommissaris/documenten/publicaties/2021/02/17/economisch-e-analyse-zoetwater-definitief/Economische+analyse+zoetwater+definitief.pdf>.

SwissRE, 2021, The economics of climate change: no action not an option, [swiss-re-institute-expertise-publication-economics-of-climate-change.pdf](https://www.swissre.com/asset/economics-of-climate-change) ([swissre.com](https://www.swissre.com)).

Tilburg, I. van, S. Kuijpers, A. Nibbelink en P. Zwaneveld, 2019, Gamma: een langetermijnmodel voor de houdbaarheid van de overheidsfinanciën, CPB Achtergronddocument, <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Achtergronddocument-dec2019-Gamma.pdf>.

United Nations Environment Programme, 2022, Emissions Gap Report,
<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40874/EGR2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Vousdoukas, M., L. Mentaschi, I. Mongelli, J. Ciscar Martinez, J. Hinkel, P. Ward, S. Gosling en L. Feyen, 2020, Adapting to rising coastal flood risk in the EU under climate change, EUR 29969 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-12990-5. doi:10.2760/456870, JRC118512.

WRR, 2023, Rechtvaardigheid in klimaatbeleid, Over de verdeling van klimaatkosten,
https://www.wrr.nl/binaries/wrr/documenten/rapporten/2023/02/16/rechtvaardigheid-in-klimaatbeleid/Rechtvaardigheid+in+klimaatbeleid_DT.pdf.

Zhao, M., J.K.W. Lee, T. Kjellstrom en W. Cai, 2021, Assessment of the economic impact of heat-related labor productivity loss: a systematic review, *Climatic Change*, Vol. 167, No. 22. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03160-7>.