

*Hoe ziet het klimaat van Aruba
er in 2050 en 2100 uit?*



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Klimaatscenario's voor Aruba



FOTO: NOEL WERLEMAN



Het **Departamento Meteorologico Aruba (DMA)** is de officiële bron van informatie over het weer, het klimaat en aardbevingen op Aruba. Het DMA stuurt officiële voorspellingen en waarschuwingen om mensen te beschermen en schade aan eigendommen en het milieu te voorkomen. Deze klimaatscenario's vormen een belangrijk onderdeel van deze taak. De dienst werd opgericht in oktober 2010, nadat de meteorologische dienst van de Nederlandse Antillen was opgeheven. Het departement is gevestigd nabij de internationale luchthaven Queen Beatrix.



Het **International Panel on Deltas and Coastal Areas (IPDC)** helpt delta's, kusten en eilanden zich aan te passen aan klimaatverandering. Het ondersteunt hen bij het beschermen van ecosystemen, bestaansmiddelen en economieën. Het IPDC is opgericht door de Nederlandse overheid en wordt ondersteund door Deltares en de Stichting Climate Adaptation Services. Het panel levert technische expertise voor klimaatscenario's, risicobeoordelingen en adaptatieplanning. Op Aruba werkt het IPDC aan het versterken van de veerkracht van het eiland tegen de gevolgen van klimaatverandering en ondersteunt het nationale adaptatiestrategieën. Deze klimaatscenario's vormen een belangrijk onderdeel van dat werk.



Het **Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)** is het nationale instituut voor weer en klimaat in Nederland. Het voert wetenschappelijk onderzoek uit naar klimaatverandering, vertegenwoordigt Nederland in het IPCC en adviseert de overheid over klimaat- en weerrisico's. Het KNMI ontwikkelt hoogwaardige klimaatscenario's die wereldwijd klimaatonderzoek vertalen naar regionale inzichten. De klimaatscenario's voor Aruba zijn gebaseerd op de KNMI-scenario's van 2023 voor Nederland, die zijn verbeterd en aangepast aan de Arubaanse context.

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Het klimaat verandert, wat betekent dit voor Aruba? ..	5
Inleiding	6
Huidig klimaat.	7
Wat zijn anomalieën?	8
Zes klimaatscenario's voor Aruba.	9
Natuurlijke variatie en trends.	10
Het wordt warmer.	12
Temperatuur	
Opwarming door de tijd.	13
Meer hete dagen	14
Het wordt droger.	15
Regen	
Verdroging door de tijd.	16

Regen en temperatuur	
Maandelijks verandering	17
Wind	
Windsnelheid neemt licht toe	18
Zeespiegel	
De zeespiegel stijgt	19
Zeespiegelstijging door de tijd.	20
Klimaatscenario's	
2050	21
2100	22
Achtergrondinformatie	23
Begrippenlijst	27
Referenties	28

Ons Klimaat, Onze Toekomst: Een Oproep tot Veerkracht

Het is voor ons een grote eer om dit belangrijke rapport over de toekomstige klimaatscenario's voor Aruba te presenteren. Al generaties lang wordt ons eiland gekenmerkt door de zon, de zee en de wind. Deze elementen hebben onze cultuur gevormd, onze economie aangedreven en de veerkrachtige geest van de Arubaanse bevolking gesmeed. Echter, zoals de wetenschappelijke bevindingen in dit rapport duidelijk maken, verandert de omgeving die ons in leven houdt in een tempo dat onze onmiddellijke en volledige aandacht vraagt.

Het rapport 'Klimaatscenario's voor Aruba' dient niet alleen een projectie, maar ook als oproep. De cijfers zijn duidelijk: onze toekomst wordt heter, droger en bepaald door een stijgende zeespiegel. We kijken naar een werkelijkheid waarin de 'extreme' hitte van vandaag het nieuwe normaal van morgen kan worden, en waarin onze kostbare watervoorraden onder ongekende druk komen te staan. De vooruitzichten voor 2050 en 2100 schetsen een beeld van een eiland dat zich moet aanpassen om te overleven en te bloeien.

Toch is dit rapport geen reden tot wanhoop; het inspireert juist tot verkracht". Het begrijpen van de omvang van de uitdaging is de eerste stap om deze te overwinnen. De scenario's die hier worden geschetst, bieden de basis die we nodig hebben om moeilijke, maar noodzakelijke beslissingen te nemen.

We moeten voorbijgaan aan 'hypothetische discussies' en beginnen met nationale klimaatactie. Dit betekent het herstellen van onze kwetsbare ecosystemen, onze kritieke infrastructuur toekomstbestendig maken, ons waterbeheer opnieuw inrichten, onze kwetsbare kustgebieden bescher-

men en onze gezondheidszorg voorbereiden op een warmere wereld. We hebben geen controle over de wereldwijde uitstoot die deze veranderingen veroorzaakt, maar we hebben wel volledige zeggenschap over hoe we ons erop voorbereiden. Het bouwen aan klimaatbestendigheid is niet alleen noodzakelijk voor het milieu, maar ook voor onze economie en samenleving. Het gaat om het beschermen van onze levens en ons bestaan, en om ervoor te zorgen dat het Aruba dat we doorgeven aan onze kinderen veilig en leefbaar is.

De totstandkoming van deze cruciale kennis was niet mogelijk geweest zonder de toewijding van onze partners. Ik wil mijn diepste dank betuigen aan de Departamento Meteorologico Aruba (DMA) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Jullie wetenschappelijke nauwkeurigheid heeft ons de duidelijkheid gegeven die we nodig hebben om te handelen. Ook bedank ik het International Panel on Deltas, Coastal Areas, and Islands (IPDC) voor hun onschatbare wereldwijde perspectief op onze lokale uitdagingen. Een speciaal woord van waardering gaat uit naar de heer Robert-Jan Moons, wiens bijdrage en voortdurende inzet voor dit project essentieel zijn geweest om dit werk te realiseren. Laat dit rapport de aanzet zijn tot een gezamenlijke nationale inspanning. De tijd van afwachten is voorbij. Laten we deze kennis gebruiken om een sterker, veiliger en duurzamer Aruba voor iedereen te bouwen.

Ryan R. Peterson, PhD

Voorzitter

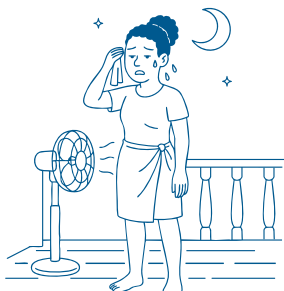
National Climate Resilience Council of Aruba

Het klimaat verandert, wat betekent dit voor Aruba?

Het wordt warmer



Tegen 2050 stijgt de gemiddelde temperatuur op Aruba naar verwachting met ongeveer 0,8 tot 1,3 °C, en tegen 2100 kan dit oplopen tot wel 3,3 °C warmer. Omdat de temperaturen het hele jaar door stijgen, krijgt Aruba met hogere temperaturen dan ooit tevoren te maken, en duurt het hittesteizoen langer. De hitte kan gezondheidsproblemen veroorzaken, vooral bij kwetsbare groepen.



Het wordt droger



In de toekomst krijgt Aruba waarschijnlijk minder regen. In het beste geval is de verandering klein, maar in het slechtste geval kan de regen tegen 2100 tot de helft afnemen. Net als nu zal de hoeveelheid regen sterk van jaar tot jaar verschillen, waarbij sommige jaren veel droger zullen zijn dan andere. Ook kan het droge seizoen langer duren. Dit legt extra druk op de natuur, de landbouw en de watervoorraden.



De zeespiegel stijgt



Als gevolg daarvan kan de zee rond Aruba tegen 2050 ongeveer 24 cm hoger staan dan nu, en tegen 2100 tot wel 48 tot 82 cm. In de komende honderden jaren blijft de zeespiegel stijgen, en een stijging van meer dan 1 meter is slechts een kwestie van tijd. Dit betekent kleinere stranden en een groter risico op overstromingen en stormschade langs de kust.



En nu?



Klimaatverandering heeft directe gevolgen voor Aruba. De effecten zijn nu al merkbaar door hogere temperaturen, langere droge periodes en een stijgende zeespiegel - signalen dat aanpassing nu nodig is. Aruba kan zijn veerkracht vergroten door watervoorraden te beschermen, infrastructuur te verbeteren en gemeenschappen te ondersteunen bij het omgaan met hitte.



Veranderingen zijn ten opzichte van de referentieperiode 1991 - 2020.

Inleiding

De klimaatscenario's schetsen hoe het klimaat op Aruba er in 2050 en 2100 uit kan zien.

Deze scenario's zijn gebaseerd op gedegen wetenschappelijke kennis. Ze geven inzicht in veiligheidsrisico's en helpen beleidsmakers en andere professionals het eiland voor te

bereiden op de toekomst. De scenario's zijn gebaseerd op die voor Nederland, die zijn ontwikkeld door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) en gepubliceerd in 2023 ^[1]. Achterin dit rapport vind je verdiepende informatie. Voor de wetenschappelijke methoden, resultaten en achtergrond is er een technisch rapport beschikbaar.



Het klimaat verandert

Het staat vast dat menselijke activiteiten de planeet opwarmen door de uitstoot van broeikasgassen. Het IPCC concludeerde in zijn zesde evaluatierapport van 2021 ^[2] dat de temperatuur op aarde in ten minste de afgelopen 2000 jaar niet eerder zo snel steeg als nu. In 2024 lag de gemiddelde temperatuur wereldwijd 1,5 °C hoger dan in de pre-industriële periode (1850–1900).

Door de opwarming neemt de frequentie en intensiteit van hittegolven, extreme regen en droogte wereldwijd toe. Sommige veranderingen, zoals de opwarming van de oceanen, het smelten van ijskappen en de stijging van de zeespiegel, houden nog honderden jaren aan. Bovendien worden orkanen sterker en kunnen zij sneller uitgroeien tot zware orkanen. Het IPCC concludeert dat kleine eilanden zoals Aruba al met toenemende risico's worden geconfronteerd ^[3].

Geobserveerde klimaatverandering op Aruba

Het klimaat van Aruba is al aan het veranderen. Sinds 1985, het begin van onze metingen, stijgt de temperatuur met ongeveer 0,2 °C per decennium. De hoeveelheid regen varieert

sterk van jaar tot jaar, waarbij sommige jaren veel natter of droger zijn dan andere. Tropische stormen en orkanen kunnen veel regen met zich meebrengen. In de jaren met de orkanen Ivan (2004) en Omar (2008) viel bijvoorbeeld ongeveer drie keer zoveel regen als normaal. Een sterke El Niño kan juist voor een droger jaar zorgen. In 2015, een sterk El Niño-jaar, viel er op Aruba minder dan 140 millimeter regen, ongeveer een derde van de normale hoeveelheid.

Gevolgen van klimaatverandering

De stijgende temperaturen en zeespiegel hebben nu al gevolgen voor Aruba. Het groeiende aantal extreem warme dagen heeft invloed op het leven op het eiland en zorgen voor een hoger elektriciteitsverbruik voor airconditioning. Door de warmere oceaantemperaturen verbleken koralen. Dit schaadt de koraalriffen, die de kust beschermen. Door de hogere zeespiegel verdwijnen stranden en neemt de kans op overstromingen door golven en stormvloeden toe, vooral wanneer er tegelijkertijd hevige regenval is. Deze risico's zijn groter omdat veel woningen en hotels aan de kust liggen. De economie van Aruba leunt voor een groot deel op toerisme, dat zeer gevoelig is voor klimaatverandering.

Natte jaren



Natte jaren kunnen vaak worden gekoppeld aan jaren waarin orkanen door het Caribisch gebied trokken. Deze zorgden voor regenval en golven op Aruba, wat soms leidde tot overstromingen.

Droge jaren



Droge jaren kunnen vaak worden gekoppeld aan El Niño-jaren. Tijdens deze jaren zijn de passaatwinden sterker, wat zorgt voor hogere gemiddelde windsnelheden met als gevolg meer droogte.

Huidig klimaat

Aruba heeft een semi-aride tot aride klimaat, dat wordt gekenmerkt door over het algemeen warme en droge omstandigheden gedurende het hele jaar.

Temperatuur

Normaal gesproken is de temperatuur op Aruba 28,5 °C. De warmste maanden zijn juli en augustus, maar het eiland kent het hele jaar door zeer weinig seizoensgebonden temperatuurschommelingen. De afgelopen decennia is er een duidelijke stijging van de temperatuur, waardoor er steeds meer jaren zijn die warmer zijn dan gemiddeld. Omdat Aruba in de tropen ligt, waar zowel de seizoensgebonden als de jaar-op-jaar temperatuurschommelingen klein zijn, is deze opwarming snel merkbaar en heeft deze al zichtbare gevolgen voor de leefomgeving en samenleving op het eiland.

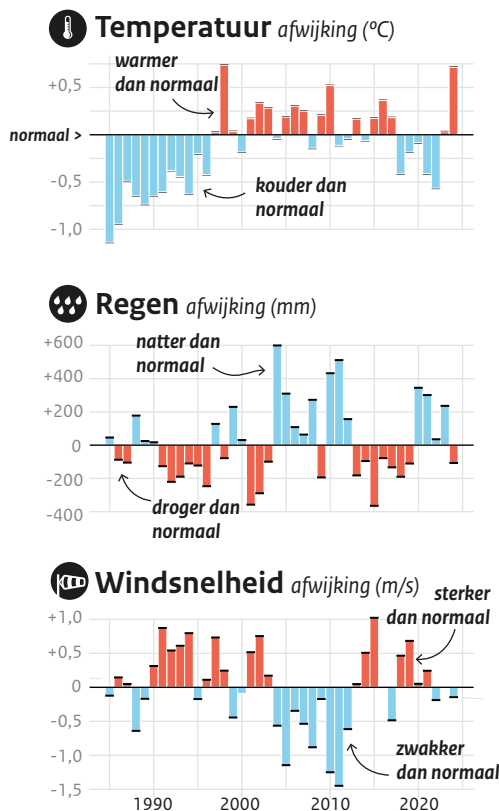
Regen

De jaarlijkse regen bedraagt gemiddeld ongeveer 498 mm, met een duidelijk nat seizoen van september tot januari, een droog seizoen van februari tot mei

en het transitie seizoen van juni tot augustus. De regen vertoont een grote variabiliteit van jaar tot jaar, variërend van ongeveer 150 mm in zeer droge jaren tot meer dan 1000 mm in bijzonder natte jaren. Deze sterke variabiliteit kan de droogtetrend maskeren.

Wind

De normale windsnelheid is 7,6 m/s en waait voornamelijk uit het oosten. Ook de windsnelheden fluctueren van jaar tot jaar, en er is een verband tussen windsnelheid en regen: jaren met sterkere wind gaan vaak samen met drogere omstandigheden dan normaal, terwijl jaren met lagere windsnelheden doorgaans natter zijn.



Deze grafieken laten het geobserveerde klimaat op Aruba zien voor elk jaar van 1985 tot 2024, vergeleken met het gemiddelde van 1991–2020, dat als normaal wordt beschouwd.

Wat zijn anomalieën?

Anomalieën laten zien hoe een jaar afwijkt van wat normaal is. In dit geval wordt “normaal” gedefinieerd als het gemiddelde van de jaren 1991–2020.

Stel je voor dat je weet hoeveel regen Aruba gemiddeld per jaar krijgt.

- Als het in een bepaald jaar minder regent dan normaal, gaat de balk omlaag — dat betekent dat het een droog jaar was.
- Als het in een bepaald jaar meer regent dan normaal, gaat de balk omhoog — dat betekent dat het een nat jaar was.

Hoe groter de balk, hoe groter het verschil met normaal!

Anomalieën laten zien welke jaren afwijken van het gemiddelde. Op deze manier kunnen we zien of het klimaat van Aruba verandert. Voor temperatuur blijkt dat de temperatuur in recente jaren vaak hoger is dan normaal, wat betekent dat het klimaat opwarmt.

Zes klimaatscenario's voor Aruba

We gebruiken de nieuwste klimaatmodellen om te onderzoeken hoe het toekomstige klimaat van Aruba eruit zou kunnen zien.

Om alle mogelijke toekomstscenario's te dekken, hebben we vier verschillende scenario's ontwikkeld die laten zien hoe het klimaat in 2050 en 2100 zou kunnen veranderen. De verschillen tussen de scenario's zijn het gevolg van onzekerheden over de toekomst, voornamelijk omdat we niet precies weten hoeveel broeikasgassen de wereld zal uitstoten en hoe het klimaat op die uitstoot zal reageren. We verdelen de mogelijke toekomst eerst op basis van uitstootniveaus (laag en hoog), en vervolgens op basis van hoe droog Aruba kan worden (matige of sterke verdroging). Samen geven deze vier scenario's een realistisch beeld van de reeks toekomstige klimaten waarmee Aruba te maken kan krijgen. We hebben ook een scenario met gematigde emissies opgenomen om tegemoet te komen aan de behoeften van de beleidsvorming.

Scenario's met hoge, gematigde en lage uitstoot

Het eerste verschil tussen de scenario's komt voort uit de hoeveelheid vervuiling die in de

	sterke verdroging	matige verdroging
hoge CO ₂ -uitstoot	①	②
gematigde CO ₂ -uitstoot	③	④
lage CO ₂ -uitstoot	⑤	⑥

lucht wordt uitgestoten. Broeikasgassen, zoals koolstofdioxide (CO₂), houden warmte vast als of de aarde bedekt is met een deken, waardoor de planeet opwarmt. Hoeveel van deze gassen wordt uitgestoten, hangt af van wereldwijde maatregelen en klimaatbeleid.



In het lage-uitstootscenario nemen landen krachtige maatregelen om de doelen van het Akkoord van Parijs te halen, waardoor de mondiale opwarming tegen 2100 beperkt blijft tot ongeveer 0,8 °C (0,4 °C–1,5 °C).

In het hoge-uitstootscenario blijven de emis-



sies stijgen en warmt de aarde tegen 2100 op met ongeveer 4 °C (2,8 °C–5,6 °C). Het gematigde scenario laat zien wat er gebeurt als er slechts beperkte klimaatmaatregelen worden genomen, wat resulteert in ongeveer 1,9 °C (1,3 °C–2,9 °C) opwarming tegen 2100. Elk scenario helpt om te laten zien wat verschillende wereldwijde keuzes vandaag de dag kunnen betekenen voor het klimaat van Aruba in de toekomst. We weten niet welk van de scenario's het meest waarschijnlijk is.

Scenario's met sterke en matige verdroging



Elk uitstootscenario omvat twee versies: één met sterke verdroging en één met matige verdroging. Dit onderscheid weerspiegelt de onzekerheid over hoe de regenval op Aruba kan veranderen in een opwarmende wereld. Uit sommige scenario's blijkt dat Aruba veel droger kan worden, terwijl andere slechts een bescheiden afname van de regenval suggereren. Door beide versies op te nemen, vangen we dit bereik aan mogelijke toekomstige omstandigheden. Door de scenario's met sterke en matige verdroging te combineren met de drie uitstootniveaus, komen we uit op een totaal van zes scenario's.

Natuurlijke variatie en trends

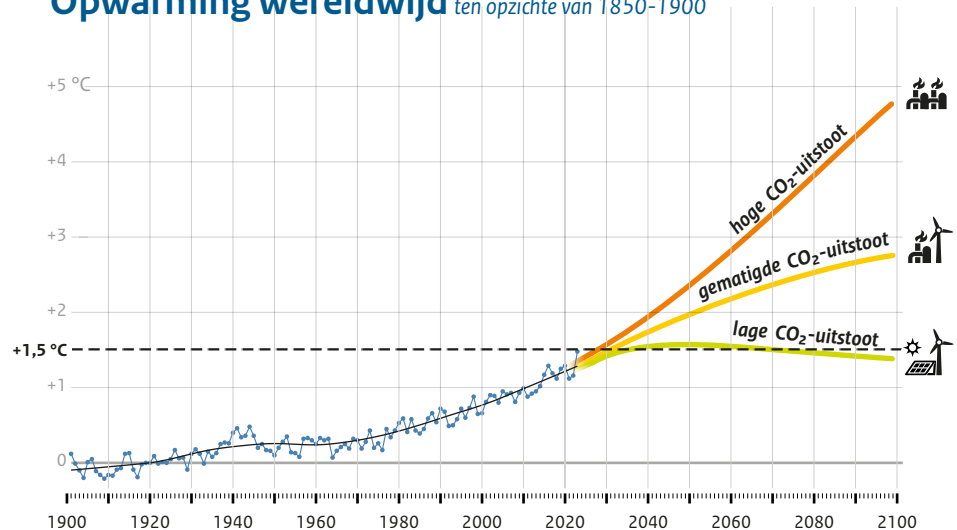
Regionale klimaatscenario's

Klimaatmodellen werken over het algemeen op grote schaal en geven een beeld van mondiale circulaties en hoe deze veranderen. Om deze grootschalige modellen te vertalen naar kleinschalige regio's, zoals Aruba, gebruiken we historische observaties. Deze gegevens uit het verleden 'corrigeren' het model zodat het weergeeft hoe het lokale klimaat reageert op bredere klimaatpatronen. Hierdoor kunnen we de toekomstige omstandigheden nauwkeuriger inschatten. De resulterende klimaatscenario's zijn daarom geoptimaliseerd voor de locatie van het meetstation op het eiland, dat zich bij de luchthaven bevindt. Aangezien de weersomstandigheden kunnen variëren over het eiland, kan het lokale klimaat afwijken van de gemodelleerde scenario's.

Natuurlijke variatie en trends

Het klimaat varieert van nature door interacties tussen de atmosfeer, oceanen, land en ijskappen. Gebeurtenissen zoals El Niño en La Niña zijn goede voorbeelden van deze natuurlijke variabiliteit. Ze beïnvloeden de temperatuur, wind en regen op regionale schaal. We kunnen dit soort variabiliteit niet van jaar tot jaar voorspellen. Daarom kunnen we bij-

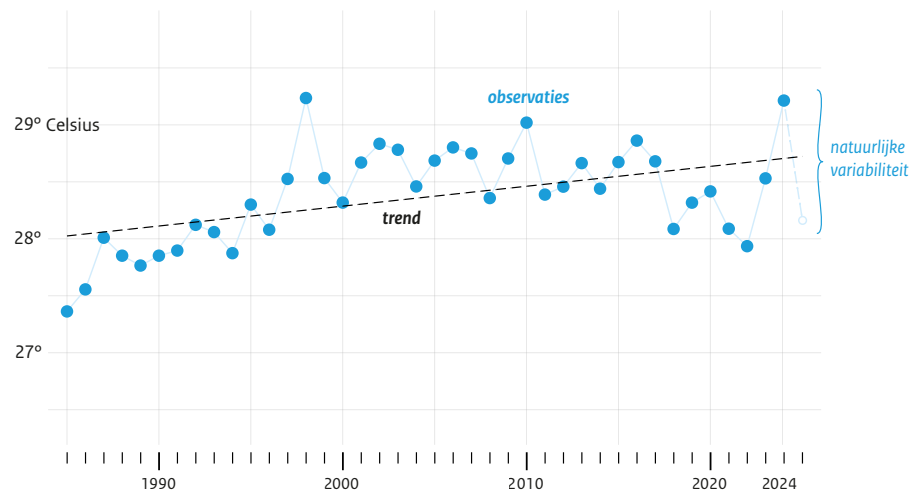
Opwarming wereldwijd *ten opzichte van 1850-1900*



voorbeeld niet zeggen of 2046 warm of koud, nat of droog zal zijn. Wat we wel kunnen doen, is kijken naar de lange termijn trend. Als uit de scenario's blijkt dat het klimaat opwarmt, dan neemt de kans toe dat 2046 ook warm is.

Belangrijk is dat zelfs in het hoge uitstoitscenario niet elk afzonderlijk jaar warmer zal zijn dan in nu. De belangrijkste verandering zit in het gemiddelde over meerdere decennia, dat warmer wordt. Bijvoorbeeld, als de projecties laten zien dat de gemiddelde temperatuur

Gemiddelde temperatuur Aruba



zal stijgen tegen het einde van de eeuw, dan kunnen sommige jaren in die periode warmer zijn, terwijl andere nog steeds koeler kunnen

uitvallen. Deze schommelingen maken deel uit van de natuurlijke variabiliteit van het klimaat.

Temperatuur

Het wordt warmer

HEDEN

In het huidige klimaat op Aruba is de jaarlijkse gemiddelde temperatuur 28,5 °C. Aruba heeft een tropisch klimaat met geringe temperatuurverschillen. De warmste maanden zijn augustus tot en met oktober, met een gemiddelde temperatuur van 29,5 °C, en de koelste maanden zijn december tot en met februari, met een gemiddelde temperatuur van 27,3 °C. Deze seizoenvariatie is kleiner dan het typische temperatuurverschil tussen dag en nacht.



Wist je dat...

... de temperatuur alleen niet het hele verhaal vertelt over hoe warm de lucht aanvoelt? De gevoelstemperatuur hangt af van een combinatie van factoren zoals temperatuur, wind, luchtvochtigheid en zonlicht. Minder wind, een hoge luchtvochtigheid en veel zonlicht kunnen de gevoelstemperatuur enorm verhogen.

1991-2020
28,5
°Celsius

sterke
verdroging



matige
verdroging



hoge
CO₂-uitstoot

31,5
°C

31,8
°C



gematigde
CO₂-uitstoot

30,1
°C

30,1
°C



lage
CO₂-uitstoot

29,2
°C

29,2
°C

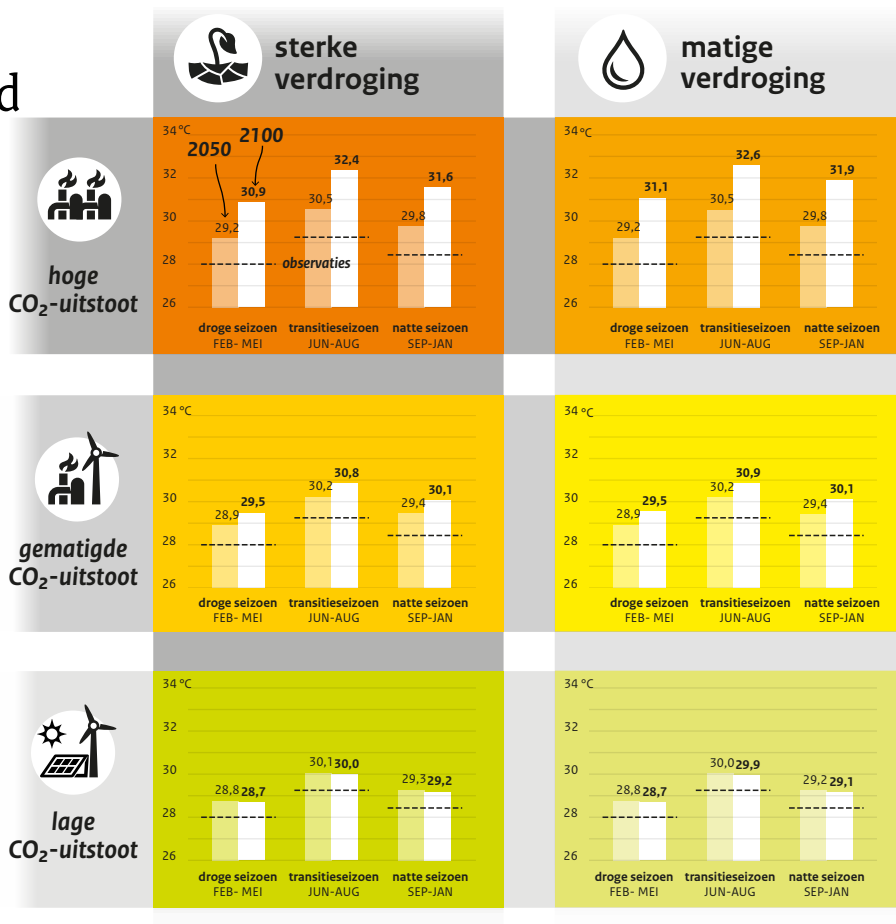
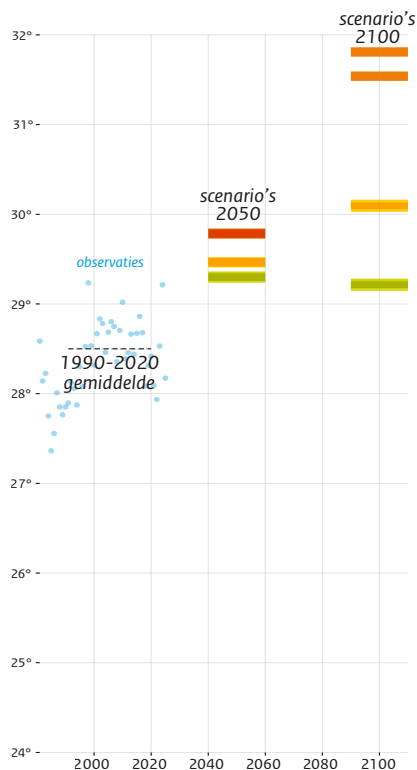
TOEKOMST

De temperatuur op Aruba blijft in de toekomst stijgen. Hoe sterk de temperatuur stijgt, hangt af van het scenario. In het lage-uitstootscenario stijgt de temperatuur tot ongeveer 2050 en stabiliseert daarna. In het hoge-uitstootscenario blijven de temperaturen stijgen en zijn ze tegen 2100 enkele graden hoger. De sterkste opwarming wordt verwacht tijdens het natte seizoen en het transitie seizoen, die nu al de warmste perioden van het jaar zijn. Tegen het einde van de eeuw kan de gemiddelde jaartemperatuur hoger uitvallen dan de warmste maand van nu, dat is september met een gemiddelde temperatuur rond de 30 °C. De verschillen zijn het grootst tussen de uitstootscenario's, maar ook, in kleinere mate, tussen de scenario's met sterke en matige verdroging. Natuurlijke variaties zoals El Niño en La Niña blijven van jaar tot jaar invloed uitoefenen op de temperatuur.

Hitte in de zee

De zee rond Aruba is ook aan het opwarmen. Sinds de metingen van 1970 is de zeewatertemperatuur met ongeveer 0,14 °C per decennium gestegen. We spreken van mariene hittegolven als de zee veel warmer is dan normaal voor meerdere dagen achter elkaar. Deze hitte-events komen steeds vaker voor en bereiken hogere temperaturen. Naarmate de oceanen blijven opwarmen, worden mariene hittegolven steeds gebruikelijker. Net als bij hete dagen op land kan wat nu als heet wordt beschouwd in de toekomst normaal worden. Hoe warm de zee wordt, hangt af van de hoeveelheid broeikasgassen die de wereld blijft uitstoten.

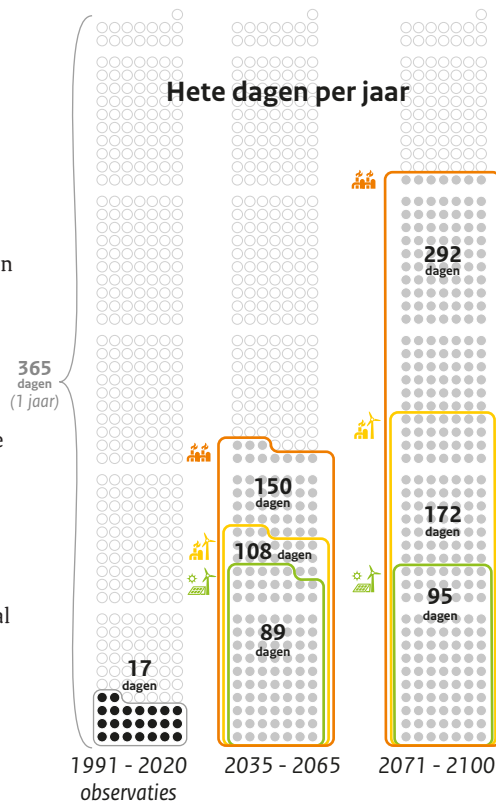
Opwarming door de tijd



Meer hete dagen

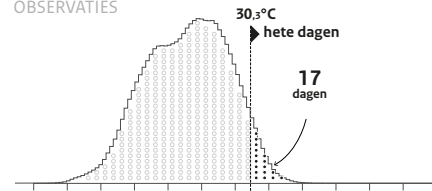
De gemiddelde temperatuur op Aruba blijft stijgen. Daardoor zal het aantal hete dagen toenemen en zullen de warmste dagen nog warmer worden. Dit betekent dat Aruba vaker temperaturen zal ervaren die eerder niet voorkwamen.

Hete dagen worden hier gedefinieerd als dagen waarop de gemiddelde temperatuur boven de 30,3 °C komt. In het huidige klimaat telt een gemiddeld jaar 17 hete dagen. Rond 2050 telt een gemiddeld jaar in het lage-uitstootscenario 89 hete dagen, en in het hoge-uitstootscenario 150 hete dagen. Tegen het einde van de eeuw telt een gemiddeld jaar in het lage-uitstootscenario 95 hete dagen. In het hoge-uitstootscenario zijn er 292 hete dagen. Dit betekent dat 9,5 maanden van het jaar hitte gaan ervaren, waardoor wat nu als heet wordt beschouwd feitelijk het nieuwe normaal wordt.



1991 - 2020

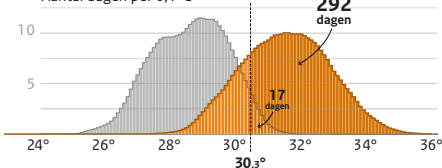
OBSERVATIES



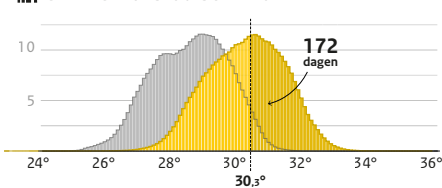
2071 - 2100

 **HOGE UITSTOOTSCENARIO**

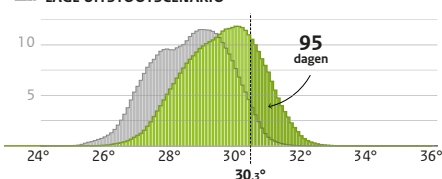
Aantal dagen per 0,1°C



 **GEMATIGDE UITSTOOTSCENARIO**



 **LAGE UITSTOOTSCENARIO**



Het wordt droger

HEDEN

Regen is erg belangrijk voor Aruba, wat duidelijk blijkt uit het feit dat de seizoenen het droge en het natte seizoen worden genoemd. In het huidige klimaat bedraagt de jaarlijkse gemiddelde regen 498 mm per jaar. De hoeveelheid regen varieert echter sterk van jaar tot jaar en is nauw verbonden met El Niño en La Niña. Er zijn droge jaren met minder dan 200 mm regen per jaar, zoals 2001 en 2015. Ook zijn er natte jaren met meer dan 1000 mm regen, zoals 2004 en 2011. Door de grote variatie van jaar tot jaar is in de waarnemingen geen duidelijke trend zichtbaar.

Wist je dat...



... de regen op Aruba sterk varieert van jaar tot jaar? Tijdens El Niño-jaren krijgt het eiland vaak veel minder regen, terwijl La Niña-jaren juist natter zijn.

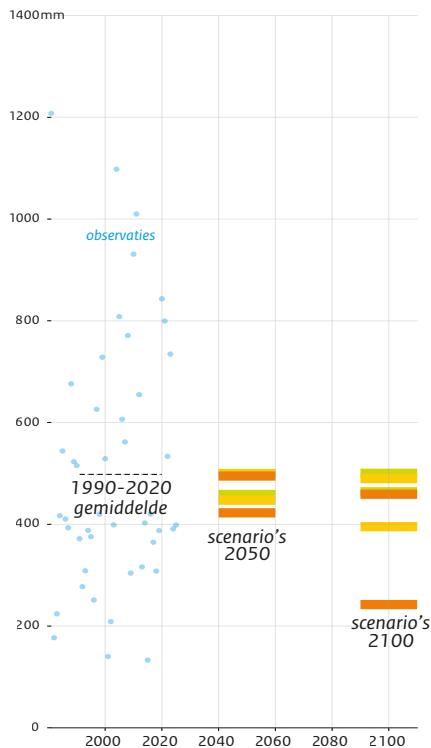
Voor de scenario's met matige verdroging en lage uitstoot blijven deze jaar-tot-jaarvariaties een belangrijke rol spelen bij het inschatten van risico's en het ondersteunen van besluitvorming.

1991-2020	sterke verdroging	matige verdroging
498 mm  hoge CO ₂ -uitstoot	242 mm 	459 mm 
 gematigde CO ₂ -uitstoot	395 mm	490 mm
 lage CO ₂ -uitstoot	464 mm	500 mm

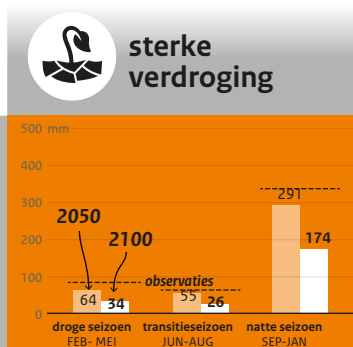
TOEKOMST

De meeste regenscenario's op Aruba wijzen op een droger klimaat in de komende decennia. Het verdrogingssignaal is het sterkst in het hoge-uitstootscenario en de scenario's met sterke verdroging, waarbij de jaarlijkse regen tot de helft kan afnemen vergeleken met nu. In de lage- en midden-uitstootscenario's of de scenario's met matige verdroging zijn de veranderingen kleiner. Boven op deze trend blijft de jaar-tot-jaarvariatie bestaan. Alle seizoenen worden naar verwachting droger, waarbij het droge seizoen langer duurt en minder herstelt. In een droger toekomstig klimaat kunnen extreem droge jaren nog ernstiger worden, mede beïnvloed door natuurlijke klimaatpatronen zoals El Niño en La Niña.

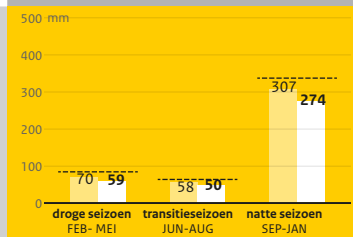
Verdroging door de tijd



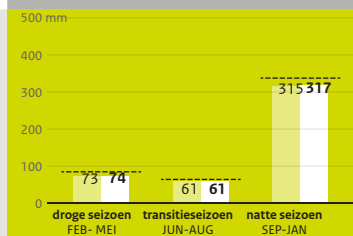

**hoge
CO₂-uitstoot**



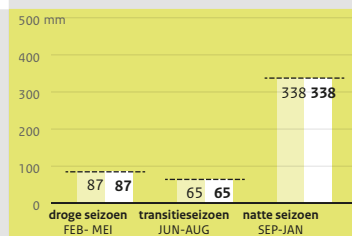
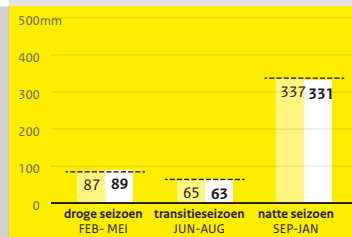
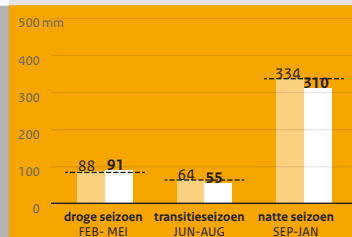

**gematigde
CO₂-uitstoot**




**lage
CO₂-uitstoot**



 **matige
verdroging**



Maandelijks verandering

De relatieve verandering in regen is het hoogste in het droge seizoen (hoge percentages), maar de absolute verandering is het hoogste in het natte seizoen (er valt minder regen).



hoge CO₂-uitstoot

In het hoge-uitstootscenario wordt het droge seizoen verlengd, en de normaal natte maanden januari en september zijn dan net zo droog als de maanden van het droge seizoen in het huidige klimaat.



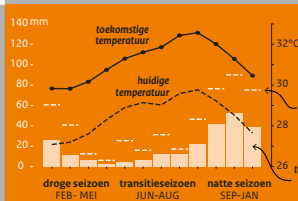
gematigde CO₂-uitstoot



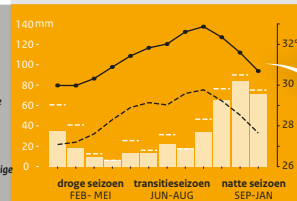
lage CO₂-uitstoot



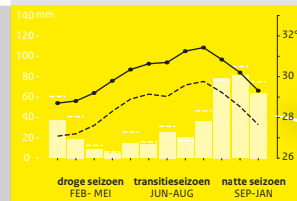
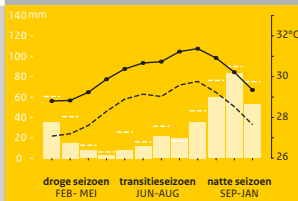
sterke verdroging



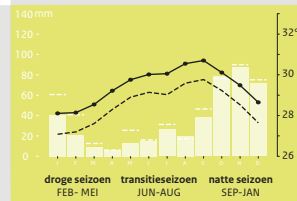
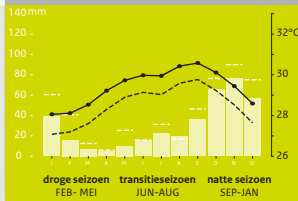
matige verdroging



De warmste maanden (augustus-oktober) warmen het meeste op.



In de gematigde en hoge scenario's stijgt de gemiddelde temperatuur in elke maand met +1,5 °C of meer, waardoor het klimaat een 'nieuw normaal' bereikt.





Wind

Windsnelheid neemt licht toe

HEDEN

Gemiddeld heeft Aruba windsnelheden van ongeveer 7,6 meter per seconde gedurende het hele jaar. De wind op het eiland wordt voornamelijk aangedreven door de passaatwinden, die bijna het hele jaar door gestaag uit het oosten waaien. De windsnelheden zijn over het algemeen hoger tijdens het droge en het transitie seizoen en zwakker tijdens het natte seizoen.

Wist je dat...



... het soms kan gebeuren dat wanneer orkanen of regensystemen in de buurt langskomen en de passaatwinden afsnijden, de wind tijdelijk kan verzwakken of zelfs van richting kan veranderen? Dit verschijnsel staat bekend als een windreversal (in het Nederlands: windomkering). Tijdens zo'n windreversal verdwijnt het verkoelende effect van de wind tijdelijk. Met de stijgende temperaturen door klimaatverandering heeft dit een grotere impact.

1991-2020	sterke verdroging	matige verdroging
7,6 m/s	 8,2 m/s	 7,9 m/s
 hoge CO ₂ -uitstoot		
 gematigde CO ₂ -uitstoot	7,9 m/s	7,8 m/s
 lage CO ₂ -uitstoot	7,7 m/s	7,7 m/s

TOEKOMST

De klimaatscenario's geven aan dat de windsnelheid op Aruba in de toekomst relatief stabiel blijft, met slechts een lichte toename in alle uitstootscenario's. De toename is iets sterker in het hoge-uitstootscenario.

Het grootste deel van deze toename wordt verwacht tijdens het natte seizoen. In het scenario dat ook sterke verdrogingstrends laat zien, lijkt de toename in windsnelheid duidelijker naar voren te komen.

Wist je dat...



... wanneer er sterke winden over de oceaan waaien, ze het warme oppervlaktewater opzij kunnen duwen, waardoor koeler water uit grotere diepte kan opstijgen en het warme water vervangt? Dit proces staat bekend als opwelling. Hierdoor kan meer wind een matigend effect hebben op de opwarming van het zeewater aan het oppervlak, wat vervolgens invloed heeft op droogte en hitte op de eilanden.

De zeespiegel stijgt

HEDEN

De zeespiegel stijgt. In de periode 1993–2023 is de zeespiegel bij Aruba met ongeveer 3,9 centimeter per decennium gestegen.

De stijgende zeespiegel vormt een bedreiging voor de laaggelegen gebieden van Aruba, zoals de geliefde stranden. De zeespiegel stijgt sneller langs de kust van Zuid-Amerika dan elders in het Caribisch gebied. De snelheid van de zeespiegelstijging in het Caribisch gebied is vergelijkbaar met het wereldwijde gemiddelde.

Wist je dat...

... smeltend ijs niet de belangrijkste oorzaak is van



zeespiegelstijging?

Hoewel het smelten van ijskappen en

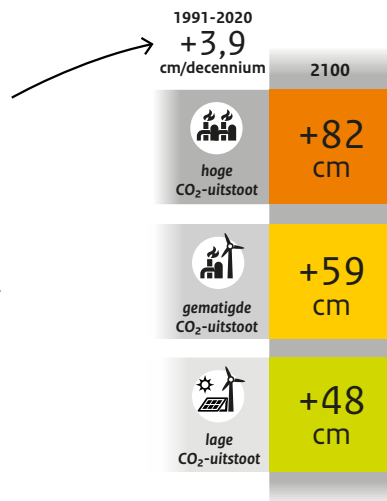
gletsjers wel bijdraagt, is de grootste factor

de opwarming van de oceaan zelf. Wanneer zeewater

opwarmt, zet het uit en neemt het meer ruimte in,

waardoor de zeespiegel stijgt. Dit proces staat bekend

als **thermische uitzetting**.



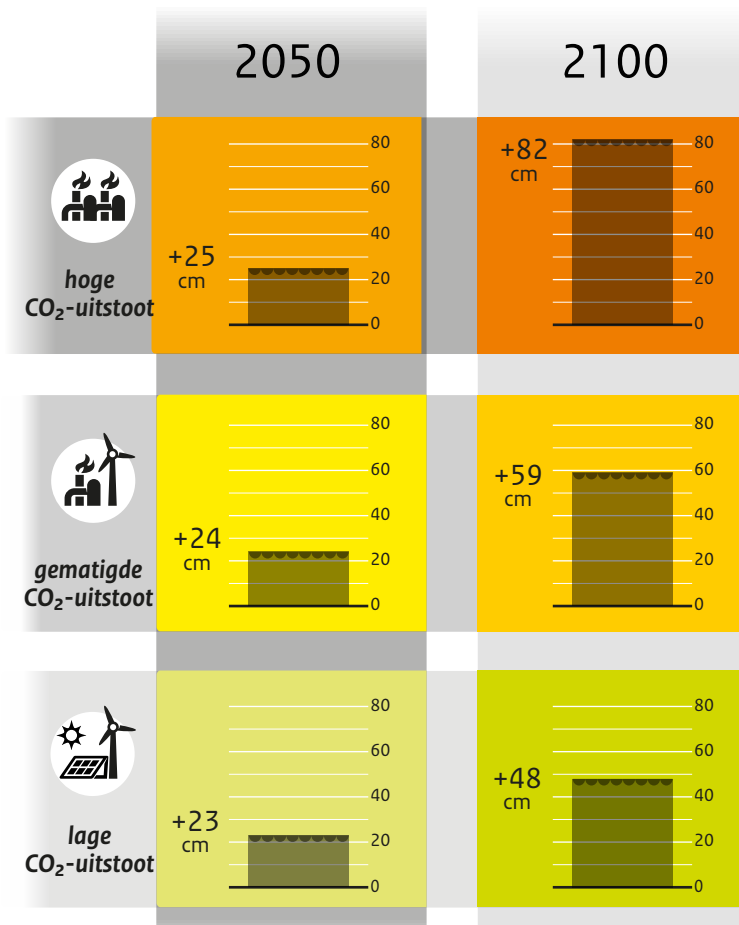
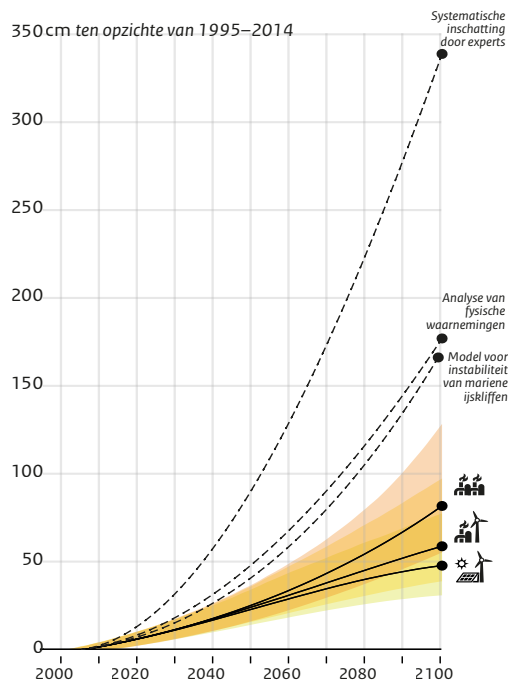
TOEKOMST

De zeespiegel rond Aruba blijft in de toekomst stijgen. Hoeveel precies, hangt af van het uitstootscenario. Hoe hoger de uitstoot, hoe meer opwarming plaatsvindt en hoe sterker de zeespiegel stijgt. Tot 2050 is de zeespiegelstijging in alle scenario's vergelijkbaar. Later in de eeuw krijgt het uitstootscenario een grotere invloed op de omvang van de zeespiegelstijging. Rond 2100 kan de zeespiegel met ongeveer 3,4 meter stijgen als processen die nog niet goed worden begrepen — vooral de mogelijke instabiliteit van de Antarctische ijskap — een grote bijdrage leveren. Dit zijn de zogenoemde 'low likelihood–high impact scenario's', weergegeven met de gestippelde lijnen in de figuur op de volgende pagina.

Tijdens stormen komen hoge golven en stormvloed en op Aruba. De gestegen zeespiegel verhoogt de impact van deze hoge golven.

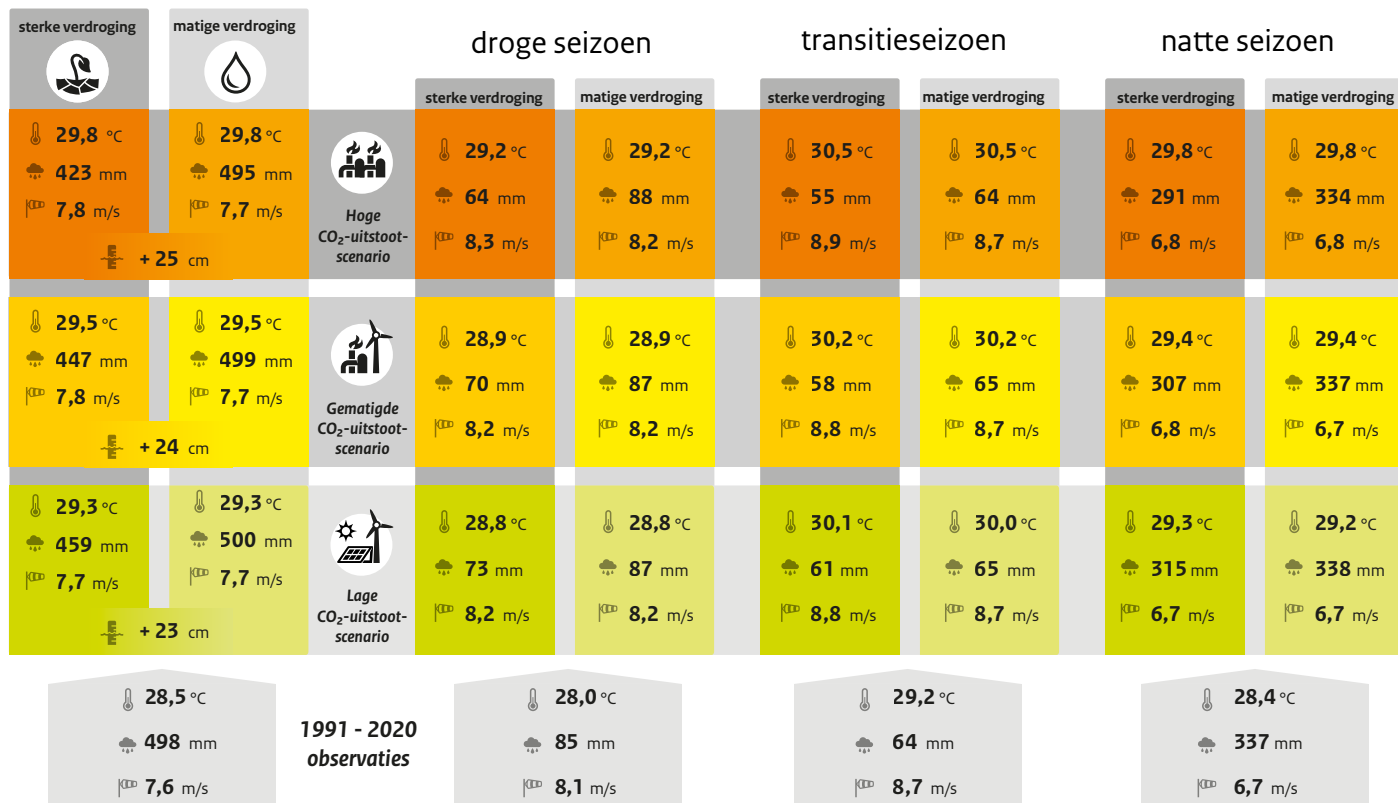
Zelfs in het lage uitstootscenario blijft de zeespiegel niet alleen deze eeuw maar nog jaren daarna stijgen. Dit komt doordat de ijskappen blijven smelten, zelfs wanneer de opwarming stopt. De vraag is dan ook niet of de zeespiegel meer dan een meter stijgt, maar wanneer dat zal gebeuren.

Zeespiegelstijging door de tijd



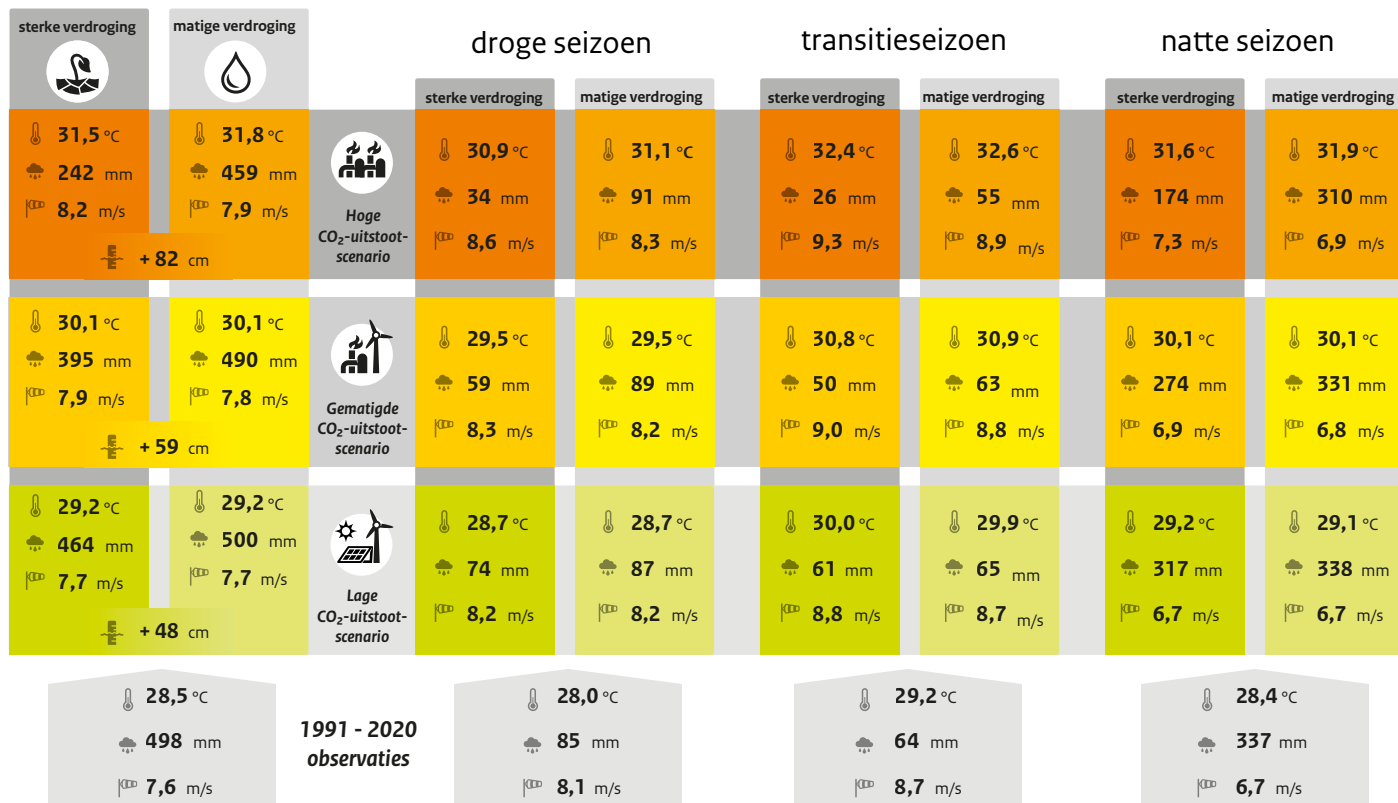
Klimaatscenario's voor 2050

jaargemiddelde



Klimaatscenario's voor 2100

jaargemiddelde



Achtergrondinformatie

Wat is een klimaatscenario?

Een klimaatscenario is een realistisch en samenhangend beeld van hoe het toekomstige klimaat eruit kan zien. Het wordt gebruikt om de mogelijke gevolgen van klimaatverandering te bestuderen^[2]. De huidige snelle klimaatverandering is veroorzaakt door menselijke activiteiten, met name door het uitstoten van broeikasgassen die de planeet verwarmen. Het is niet mogelijk om toekomstige menselijke activiteiten te voorspellen. Daarom zijn de scenario's geen voorspelling en is het onmogelijk om te zeggen welk scenario het meest waarschijnlijk is.

Shared Socioeconomic Pathways (SSP's)

Om de resultaten van verschillende klimaatmodellen te kunnen vergelijken, maken onderzoekers gebruik van sociaaleconomische scenario's, de zogenaamde Shared Socioeconomic Pathways (SSP's). Deze SSP's beschrijven mogelijke toekomstige ontwikkelingen van demografie, samenleving, economie en technologie. Ze verschillen onder andere in de hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen en aerosolen en in landgebruik.

In het eerste deel van het zesde klimaatrapport

van het IPCC^[2], dat de natuurwetenschappelijke basis van klimaatverandering behandelt, worden resultaten gepresenteerd op basis van vijf SSP's. Deze scenario's bestrijken een breed spectrum — van een scenario met ambitieus klimaatbeleid in lijn met het Akkoord van Parijs (beperking van de opwarming tot ongeveer 1,5 °C, SSP1-1.9) tot een scenario waarin de uitstoot sterk blijft toenemen (SSP5-8.5). In dit rapport nemen wij drie scenario's mee: een lage-emissiescenario (SSP1-2.6) en een hoge-emissiescenario (SSP5-8.5), om de bandbreedte van mogelijke klimaatverandering te laten zien. Daarnaast is een gematigd scenario opgenomen (SSP2-4.5). Dit scenario is belangrijk omdat beleidsmakers in het Caribisch gebied het gebruiken voor hun kortetermijn-adaptatieplannen. Omdat de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer grotendeels bepaalt hoeveel de aarde opwarmt, leidt een lage-emissiescenario tot minder opwarming dan een hoge-emissiescenario. Welk pad de wereld uiteindelijk volgt — en hoeveel de planeet opwarmt — hangt af van het mondiale klimaatbeleid. De verschillen tussen deze sociaaleconomische scenario's worden vooral op de langere termijn, na 2050, duidelijk.

Wetenschappelijke onzekerheid

Naast onzekerheid over het mondiale klimaatbeleid is er ook wetenschappelijke onzekerheid over de mate waarin het klimaatstelsel reageert op veranderingen in de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer. Dit uit zich op wereldschaal als onzekerheid over de gemiddelde mondiale opwarming. De klimaatgevoeligheid — de toename van de mondiale gemiddelde temperatuur die samenhangt met een verdubbeling van de hoeveelheid CO₂ in de lucht — wordt momenteel geschat op +2,5 tot +4,0 °C en is tegenwoordig nauwkeuriger bekend dan in het vorige IPCC-rapport uit 2013. Op een meer regionale schaal spelen onze onzekerheden in klimaatprocessen een grote rol. Klimaatprocessen die samenhangen met temperatuur, regen, wind en zeewatertemperatuur zijn complex en beïnvloeden elkaar sterk. De sterkte van de passaatwinden kan bijvoorbeeld de temperatuur van het zeewater beïnvloeden, wat vervolgens weer invloed heeft op temperatuur en regen op de eilanden. Bekende klimaatprocessen die het Caribisch klimaat beïnvloeden zijn El Niño en zijn tegenhanger La Niña. Onzekerheden over hoe dergelijke regionale processen reageren op klimaatverandering zijn belangrijk om mee te nemen. In principe kan onzekerheid over het toekomstige klimaat worden verkleind door meer onderzoek te doen naar het functioneren van

het klimaatsysteem en door betere klimaatmodellen te ontwikkelen. Het klimaat vertoont echter ook onvoorspelbaar gedrag. Deze natuurlijke variaties — die voortkomen uit interacties tussen de atmosfeer, oceanen, land en ijskappen — treden op op alle tijdschalen en zorgen ervoor dat zelfs over een periode van 30 jaar aanzienlijke verschillen kunnen voorkomen. El Niño is een voorbeeld van zo'n proces.

Veranderingen in temperatuur als gevolg van klimaatverandering (de trend) worden op een gegeven moment groter dan de natuurlijke temperatuurschommelingen (de ruis). Dit geldt echter niet in dezelfde mate voor veranderingen in regen en wind. Zo kan de natuurlijke variatie in gemiddelde windsnelheid over een periode van 30 jaar wel 10% bedragen. Dit betekent dat de ene 30-jarige periode 10% hogere of lagere windsnelheden kan hebben dan een andere.

Statistische downscaling

Voor de klimaatscenario's voor Aruba zijn dezelfde mondiale klimaatmodellen en methoden gebruikt als voor de KNMI'23-scenario's voor Nederland. Er is echter één belangrijk verschil: voor Nederland wordt een regionaal klimaatmodel gebruikt om de informatie uit de mondiale modellen te vertalen, terwijl voor Aruba deze vertaling statistisch wordt

uitgevoerd.

Van de 29 beschikbare klimaatmodellen voor het Caribisch gebied zijn de 10 natste en de 10 droogste modellen geselecteerd — respectievelijk de modellen die de grootste toename of afname in regen tot 2100 laten zien. De groep met de 10 natste modellen vormt het matig-droogscenario, omdat zelfs in deze natste groep tekenen van toekomstige verdroging zichtbaar zijn. De 10 droogste modellen vormen het sterk-droogscenario. De relatief grove tijdreeksen van temperatuur, regen en wind uit deze modellen zijn vervolgens gecorrigeerd met behulp van waarnemingsgegevens om voor elk emissiescenario én voor beide droogtegroepen toekomstprojecties op regionaal schaal te maken. Dit proces heet statistische downscaling.

Voor de waarnemingsgegevens is de NOAA Global Surface Summary of the Day-dataset gebruikt. Omdat deze slechts één meetstation omvat, is de dataset vergeleken met (incomplete) gegevens van het Beatrix Airport-station en met ERA5-data. Daardoor zijn de modellen feitelijk gedownscaled voor één station, wat betekent dat de scenario's voor temperatuur, regen en wind geoptimaliseerd zijn voor Aruba Beatrix Airport.

Hoewel klimaat normalen voor temperatuur, regen en wind lokaal kunnen verschillen over het eiland, verwachten we dat de waarde uit de

klimaatscenario's representatief is voor heel Aruba. Dit betekent dat wanneer een locatie momenteel een gemiddelde temperatuur heeft van 28,7 °C (terwijl het luchthavenstation 28,5 °C meet) en het scenario een verandering van +1,6 °C tegen 2100 aangeeft, de toekomstige temperatuur op die locatie uitkomt op 30,3 °C.

Drie schattingen van de maximale zeespiegelstijging

Er bestaat nog geen wetenschappelijke consensus over de snelheid waarmee de zeespiegel in de toekomst maximaal zou kunnen stijgen bij een scenario met een hoge uitstoot. Drie methodes zijn gebruikt om die snelheid te schatten:

- 1) *Physical evidence discussion*. Deze methode bestaat uit het organiseren van een open discussie tussen klimaatwetenschappers en zeespiegeldeskundigen over de grootste zeespiegelstijging die fysisch nog plausibel is ^[4].
- 2) *Marine Ice Cliff Instability model*. In deze methode gebruiken we het resultaat van een numeriek model dat de fysische mechanismen modelleert van Marine Ice Cliff Instability in Antarctica ^[5].
- 3) *Structured Expert Judgement*. Deze methode maakt gebruik van een enquête onder de meest vooraanstaande glaciologen van

de wereld. Bij het invullen hoefden zij hun standpunten niet te bespreken en hun schattingen van de Antarctische en Groenlandse bijdragen aan de zeespiegels-tijging niet te motiveren met behulp van fysieke mechanismen^[6], wat deze methode minder conservatief maakt dan de ‘Physical evidence discussion’).

Elke methode resulteerde in een schatting van de hoogst mogelijk zeespiegelstijging. De kans dat zo’n schatting wordt overschreden kunnen we niet berekenen, maar uitgaande van de eigenschappen van deze methodes en een vergelijking met de basisscenario’s, vermoeden we dat deze kans, onder het hoge uitstoots-cenario, 0 tot 5% bedraagt. Bij een lagere uitstoot is de kans kleiner.

Seizoensdefinities

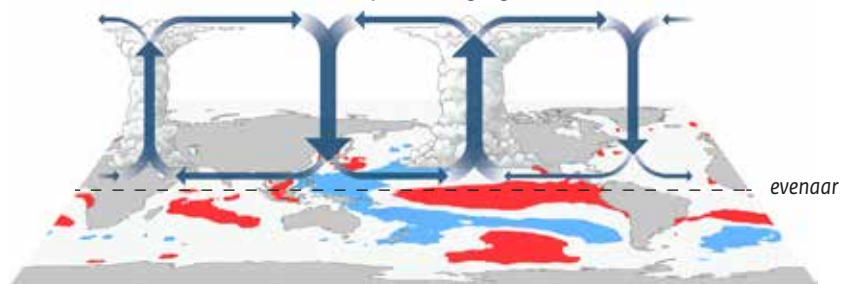
De seizoenen voor Aruba worden bepaald op basis van het gemiddelde jaarlijkse regenpatroon. De seizoenen zijn gedefinieerd in samenwerking met Curaçao om uniformiteit tussen de eilanden te waarborgen, gezien hun nabijheid. Het droge seizoen start in februari en loopt tot mei, het transitie seizoen bestaat uit de maanden juni tot en met augustus en het natte seizoen start in september en eindigt in januari.

Walker-circulatie en de El Niño-bias

El Niño en La Niña zijn klimaatpatronen die plaatsvinden rond de evenaar in de Stille Oceaan. Ze beïnvloeden de wereldwijde luchtcirculatie, die wordt aangedreven door schommelingen in de zeewatertemperaturen in de tropische Stille Oceaan. Tijdens La Niña zijn de zeewatertemperaturen in het oostelijke deel van de Stille Oceaan lager

dan normaal. Lucht stijgt op boven de westelijke Stille Oceaan en het Caribisch gebied, terwijl zij daalt boven het centrale deel van de oceaan. Tussen deze gebieden waaien oostelijke en westelijke winden in de lagere en hogere luchtlagen. Deze zogeheten Walker-circulatie verschuift westwaarts tijdens La Niña. Waar lucht opstijgt — zoals boven het Caribisch gebied — valt veel regen; waar lucht daalt, valt juist weinig regen.

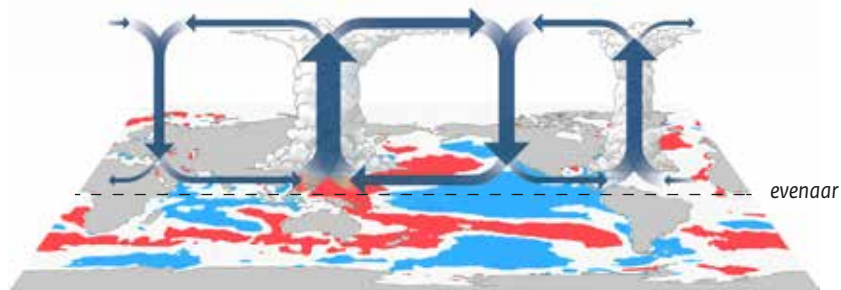
El Niño



La Niña

Warmer dan normaal zeewater

Kouder dan normaal zeewater



Tijdens El Niño warmt de oostelijke Stille Oceaan op, waardoor de Walker-circulatie oostwaarts verschuift. Lucht stijgt dan op boven de centrale Stille Oceaan en daalt boven het Caribisch gebied. Hierdoor ontvangt het Caribisch gebied tijdens El Niño minder regen dan tijdens La Niña.

Er bestaat momenteel wetenschappelijke onzekerheid over hoe de cyclus van El Niño en La Niña zich in de toekomst ontwikkelt. De CMIP6-modellen wijzen in de richting van een toekomst die wordt gedomineerd door El Niño, terwijl observaties juist een trend naar meer La Niña laten zien. Als de modellen El Niño overschatten, zijn de extreem droge modellen minder waarschijnlijk. We weten echter nog niet hoe de El Niño–La Niña-cyclus zich in de toekomst daadwerkelijk gedraagt.

Impact van klimaatverandering op extreem weer en orkanen

De huidige klimaatscenario's laten niet alle mogelijke effecten van klimaatverandering op Aruba zien. Sommige belangrijke thema's, zoals extreme regen en orkanen, worden niet behandeld omdat hiervoor andere wetenschappelijke methoden en klimaatmodellen nodig zijn die niet binnen deze studie vielen. Toch kunnen we beschrijven wat de wetenschap op dit moment in algemene zin zegt

over deze risico's, ook al ontbreken specifieke studies voor Aruba.

Hoewel de totale jaarlijkse regen mogelijk afneemt, kunnen extreme regenbuien zwaarder worden. Dit komt doordat een warmere atmosfeer meer vocht kan vasthouden en dit kan loslaten in korte, intense stortbuien^[7]. Orkanen worden naar verwachting sterker naarmate het klimaat opwarmt. Ze halen hun energie uit warm oceaanwater, en naarmate de zeewatertemperaturen stijgen, kunnen stormen sneller intensiveren en hogere piek-windsnelheden bereiken. Het Caribisch gebied heeft dit in de afgelopen decennia al ervaren met meerdere verwoestende orkanen. Sterkere orkanen veroorzaken ook hogere golven en gevaarlijkere stormvloed. Bovendien worden orkanen waarschijnlijk natter, met zwaardere regenval doordat een warmere atmosfeer meer vocht bevat. Hoewel het aantal zeer zware orkanen naar verwachting toeneemt, is het nog onzeker of het totale aantal tropische stormen in de regio zal veranderen^[1, 7].

In KNMI'23 werd onderzocht wat er zou gebeuren als orkaan Irma (2017) zich zou voordoen in een warmer klimaat. De studie concludeerde dat de zwaarste orkanen naar verwachting nog krachtigere windstoten en aanzienlijk meer regen brengen. Dit betekent dat de sterkste orkanen van de toekomst nog

grotere gevolgen zouden kunnen hebben dan de zwaarste orkanen die we tot nu toe hebben gezien^[8, p. 40].

Begrippenlijst

Anomalieën zijn waarden die afwijken van wat standaard, normaal of verwacht is.

Het **droge seizoen** is de periode van het jaar met gemiddeld de minste regen. Het seizoen loopt van februari tot mei.

El Niño is een natuurlijk klimaatpatroon waarbij het oppervlak van de Stille Oceaan warmer wordt dan normaal, waardoor de temperatuur, wind en regenpatronen veranderen wereldwijd. In de Cariben zorgt El Niño voor drogere omstandigheden en wordt orkaanactiviteit onderdrukt. El Niño is het tegenovergestelde van La Niña.

Emissies zijn gassen of deeltjes die in de lucht komen, meestal bij de verbranding van brandstoffen zoals kool, olie of gas. Sommige emissies, zoals koolstofdioxide (CO₂), houden warmte vast en verwarmen op die manier de aarde, wat zorgt voor klimaatverandering.

IPCC staat voor Intergovernmental Panel on Climate Change. Het is een wereldwijde wetenschappelijke samenwerking die klimaatverandering bestudeert en rapporten levert om overheden te helpen begrijpen wat de oorzaken, gevolgen en mogelijke oplossingen zijn.

IPDC staat voor het International Panel on Deltas and Coastal Areas en helpt delta's, kusten en eilanden zich aan te passen aan klimaatverandering. Het ondersteunt hen bij het beschermen van hun ecosystemen, gemeenschappen en economieën, terwijl zij omgaan met andere maatschappelijke uitdagingen.

Het **klimaat** is het gemiddelde weer gedurende dertig jaar.

Klimaatverandering is de lange termijn verandering in regionale of globale klimaatpatronen.

Een **klimaatscenario** is een realistische weergave van het toekomstige klimaat dat gebaseerd is op wetenschap. Ze zijn gemaakt met behulp van historische data en aannames

over hoeveel broeikasgassen de wereld uitstoot en hoe het klimaat op deze emissies reageert. Klimaatscenario's zijn belangrijk voor planning en adaptatie.

La Niña is een natuurlijk klimaatpatroon waarbij het oppervlak van de Stille Oceaan kouder wordt dan normaal, waardoor de temperatuur, wind en regen patronen veranderen wereldwijd. In de Cariben, zorgt La Niña voor nattere omstandigheden en wordt orkaanactiviteit versterkt. La Niña is het tegenovergestelde van El Niño.

Mariene hittegolven worden door het IPCC gedefinieerd als een periode van 5 dagen of langer waarin de oceantemperatuur de 90e percentielwaarde van de zeewatertemperatuur (SST) uit de periode 1982–2016 overschrijdt.

Het **natte seizoen** is de periode van het jaar met gemiddeld de meeste regen. Het seizoen loopt van september tot januari.

Observaties zijn metingen van een weer variabele, zoals temperatuur, hoeveelheid regen en windsnelheid.

SSP staat voor Shared Socioeconomic Pathways (SSP's). Ze hebben een nummer gevolgd door een waarde die (ongeveer) de stralingsforcering in W/m² in het jaar 2100 weergeeft. De nummering loopt van 1, het duurzame pad, tot 5, het pad met hoge uitstoot van broeikasgassen. In dit rapport wordt SSP1-2.6 het lage scenario genoemd, SSP2-4.5 het matige scenario en SSP5-8.5 het hoge scenario.

Het **transitieseizoen** is de periode van het jaar tussen het droge en natte seizoen. Het seizoen loopt van juni tot augustus.

Een **windreversal** is een fenomeen waarbij de normaal gesproken oostelijke passaatwinden tijdelijk wegvallen of van richting veranderen. Dit wordt vaak veroorzaakt door passerende stormsystemen.

Referenties

- [1] van Dorland, R., Beersma, J., Bessembinder, J., et al. (2024). KNMI National Climate Scenarios 2023 for the Netherlands. Scientific report WR-23-02, De Bilt.
- [2] IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [3] Oppenheimer, M., Glavovic, B., Hinkel, J., van der Wal, R., Magnan, A. K., Abd-Elgawad, A., Cai, R., Cifuentes-Jara, M., Deconto, M., Ghosh, T., Hay, J., Isla, F., Marzeion, B., Meyssignac, B., & Sebesvari, Z. (2019). Sea level rise and implications for low lying islands, coasts and communities. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- [4] Wal, R.S.W., Nicholls, R., Behar, D., McInnes, K., Stammer, D., Lowe, J., Church, J., DeConto, R., Fettweis, X., Goelzer, H., Haasnoot, M., Haigh, I., Hinkel, J., Horton, B., James, T., Jenkins, A., LeCozannet, G., Levermann, A., Lipscomb, W., White, K., 2022: A High-End Estimate of Sea Level Rise for Practitioners. Earth's Future 10.
- [5] DeConto, R.M., Pollard, D., Alley, R.B. et al., 2021: The Paris Climate Agreement and future sealevel rise from Antarctica. Nature 593, 83–89.
- [6] Bamber, J. L., et al., 2019: Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment, Proceedings of the National Academy of Sciences 116(23), pp. 11195-11200.
- [7] Seneviratne, S.I., X. Zhang, M. Adnan, W. Badi, C. Dereczynski, A. Di Luca, S. Ghosh, I. Iskandar, J. Kossin, S. Lewis, F. Otto, I. Pinto, M. Satoh, S.M. Vicente-Serrano, M. Wehner, and B. Zhou, 2021: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1513–1766, doi: 10.1017/9781009157896.013.
- [8] KNMI, 2023: KNMI'23-klimaatscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.



Publicatiedatum: 23 juli 2026

Auteurs: Lothar Irausquin, Anneloes Teunisse, Iris Keizer, Frédéric Ruys, Peter Siegmund, Rein Haarsma, Hylke de Vries

Dit rapport is gebaseerd op het 'Technical report: Climate Scenarios for Aruba, Curaçao and Sint Maarten', auteurs: Anneloes Teunisse, Iris Keizer, Rein Haarsma, Hylke de Vries, Pédzi Flores-Girigori, Lothar Irausquin, Sheryl Etienne-Leblanc, Joffrey Boekhoudt, Jonathan Zoetrum and Robert-Jan Moons

Dit rapport is gemaakt in nauwe samenwerking met:

- Meteorological Department Curaçao (MDC)
- Departamento Meteorológico Aruba (DMA)
- Meteorological Department Sint Maarten (MDS)
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

en in coördinatie met:

- National Climate Resilience Council Aruba (NCRC)

Dit rapport is ook vertaald in het Nederlands en Papiaments. De vertaling naar het Papiaments is gedaan door ELAN Languages, Nederland.

Dit rapport is gepubliceerd als onderdeel van de IPDC Dutch Caribbean overkoepelende activiteit #2: 'Climate scenarios and digitization for Aruba, Curaçao and Sint Maarten.' Onder leiding van R.J. Moons.

Dit rapport moet geciteerd worden als:

International Panel on Deltas and Coastal Zones (IPDC) (2026). Klimaatscenario's voor Aruba voor 2050 en 2100. IPDC, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), Meteorologische Dienst Aruba (DMA), 23 juli 2026 | KNMI-publicatie 26-03.

Dankwoord

De klimaatscenario's voor Aruba zijn ontwikkeld binnen het kader van het International Panel on Deltas and Coastal Areas (IPDC). Het IPDC is een initiatief dat wordt gefinancierd door de Nederlandse overheid en biedt technische ondersteuning aan kleine eilanden en ontwikkelingslanden wereldwijd. Het IPDC richt zich op de volledige cyclus van het versterken van klimaatbestendigheid: klimaatscenario's, klimaatrisicoanalyses, het definiëren van adaptatiemaatregelen, het zoeken naar financiering voor adaptatie en begeleiding bij de implementatie. Het IPDC-programma wordt gefaciliteerd door Deltares en de Stichting Climate Adaptation Services.

Het huidige werk is uitgevoerd door het Departamento Meteorológico Aruba (DMA) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) en is samengesteld via een gezamenlijke samenwerking tussen IPDC, DMA, NCRC en KNMI. De gepresenteerde klimaatscenario's dienen uiteindelijk om het publieke bewustzijn te vergroten en nationale klimaatrisicobeoordelingen, evenals nationale adaptatiestrategieën en -plannen, te informeren of te versterken. De gezamenlijke projectpartners spreken hun dank uit aan de Nederlandse overheid voor het mogelijk maken van dit werk via het IPDC-programma.



Royal Netherlands
Meteorological Institute
Ministry of Infrastructure and
Water Management

