

KLIMAATADAPTIEF DENKEN EN DOEN
IN DE REGIO VALLEI EN VELUWE

DEEL 1 > FACTS & FIGURES

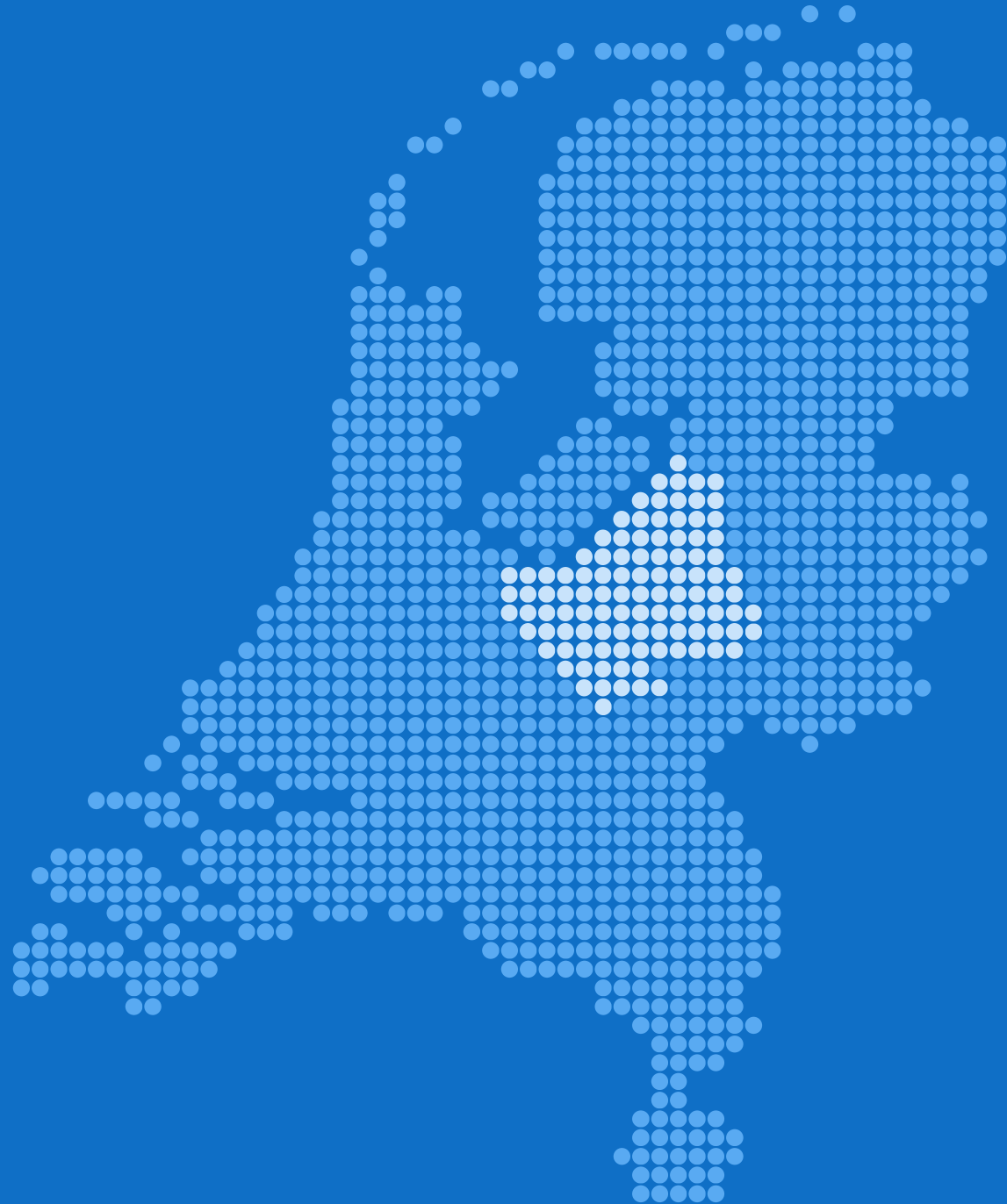
DEEL 2 > MEER WETEN, MEER DOEN

DE STAAT VAN ONS KLIMAAT

2022

Ontwerp: Erik Zeegers / klimaatverandering.vormgeving.com





VOORWOORD

KLIMAATADAPTIEF DENKEN & DOEN

Ons klimaat verandert. We krijgen steeds meer te maken met extremen.

De manifestregio klimaat Vallei en Veluwe wil niet achterover leunen, maar actief onderzoeken wat de gevolgen zijn van klimaatverandering en hoe we hiermee om kunnen gaan. De waterbom in Limburg in 2021 en de droge zomers van 2018, 2019 en 2020 leren ons dat de weersextremen sneller komen dan verwacht en dat het gevolgen heeft voor de hele samenleving.

Klimaatverandering is een serieuze bedreiging. Maar door samen te werken en kennis met elkaar te delen, maken we van deze bedreiging een kans! We moeten meebewegen met de natuur. Kortom: we moeten klimaatadaptief gaan denken én vooral doen!

DEEL 1 > **FACTS & FIGURES**

DEEL 2 > **MEER WETEN, MEER DOEN**

DEEL 1: FACTS & FIGURES

Inspelen op de veranderingen in ons klimaat, begint bij de bewustwording.

Wat zijn nu eigenlijk de feiten? Hoe zien de klimaatscenario's eruit voor onze regio? Het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KNMI) heeft voor ons een aantal cijfers op een rijtje gezet en ons een inkijkje gegeven in de toekomstige scenario's voor ons gebied. Het is een feit dat het klimaat al significant is veranderd in de laatste decennia. En dat die verandering ook nog serieus doorzet in deze eeuw.



KLIMAATVERANDERING: OPWARMING, NEERSLAGOVERSCHOT, VERDAMPING en SCENARIO'S



KNMI De Bilt

Ons klimaat verandert

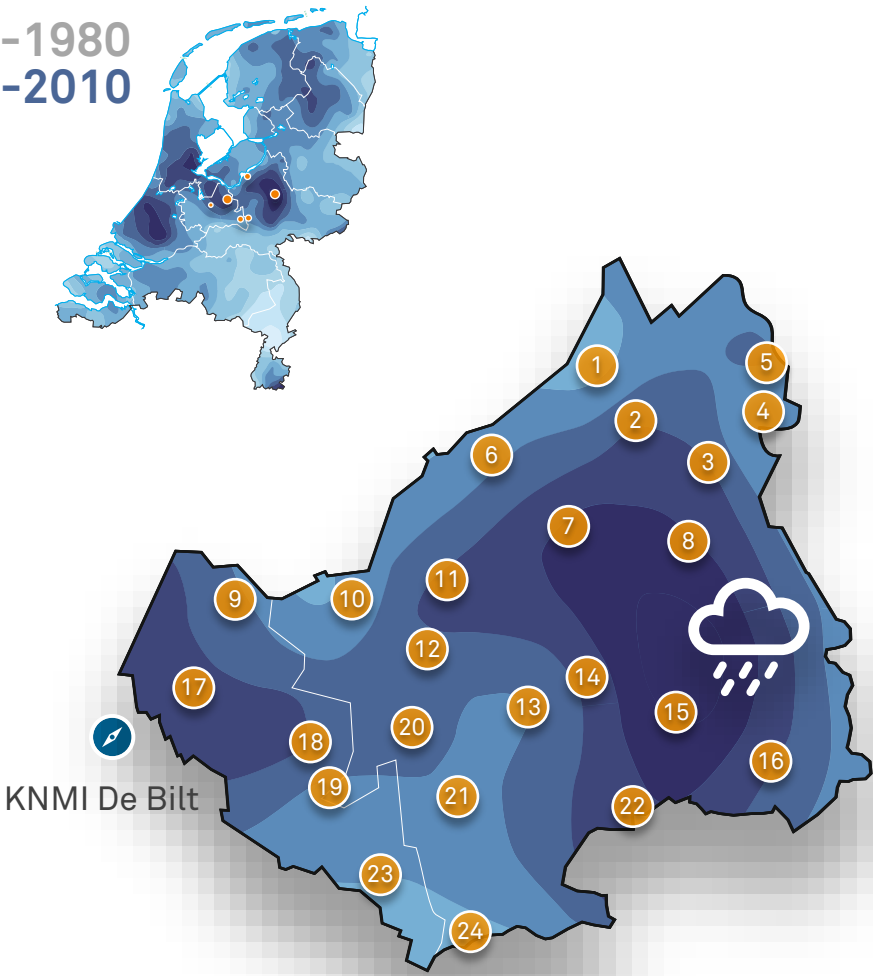
Het weer in ons land is grillig en verandert van dag tot dag. Het klimaat geeft de kenmerken van het weer gedurende een langere periode, meestal 30 jaar. Om ons klimaat te monitoren verricht het KNMI al ruim een eeuw metingen, ook in het beheersgebied Waterschap Vallei en Veluwe.

Uit de metingen vanaf het begin van de vorige eeuw blijkt dat het klimaat in het Waterschapsgebied steeds warmer en natter is geworden. Voor een bereikbare, leefbare en veilige leefomgeving is kennis over het huidige en toekomstige klimaat van groot belang. Dat vraagt om ons werk op een andere manier uit te voeren waarbij het essentieel is om ver vooruit te kijken.

De klimaatscenario's van het KNMI geven hierbij inzicht in het toekomstig klimaat van Nederland.

De scenario's laten zien dat de temperaturen verder stijgen, de zeespiegel sneller zal stijgen, de winters natter worden, de buien heviger en lentes en zomers mogelijk droger worden.

1951-1980
1981-2010

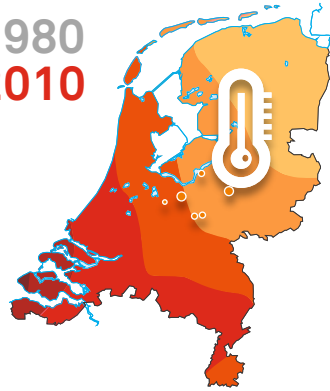


KNMI neerslagstations: Vallei & Veluwe

- | | | | |
|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 Elburg | 7 Elspeet | 13 Harskamp | 19 Woudenberg |
| 2 Oldebroek | 8 Vaassen | 14 Kootwijk | 20 Barneveld |
| 3 Epe | 9 Spakenburg | 15 Beekbergen | 21 Lunteren |
| 4 Heerde | 10 Nijkerk | 16 Eerbeek | 22 Deelen |
| 5 Wapenveld | 11 Putten | 17 Soest | 23 Veenendaal |
| 6 Hulshorst | 12 Voorthuizen | 18 Hamersveld | 24 Wageningen |

Jaargemiddelde temperatuur in °C

1951-1980
1981-2010



De regio Vallei en Veluwe is fors opgewarmd

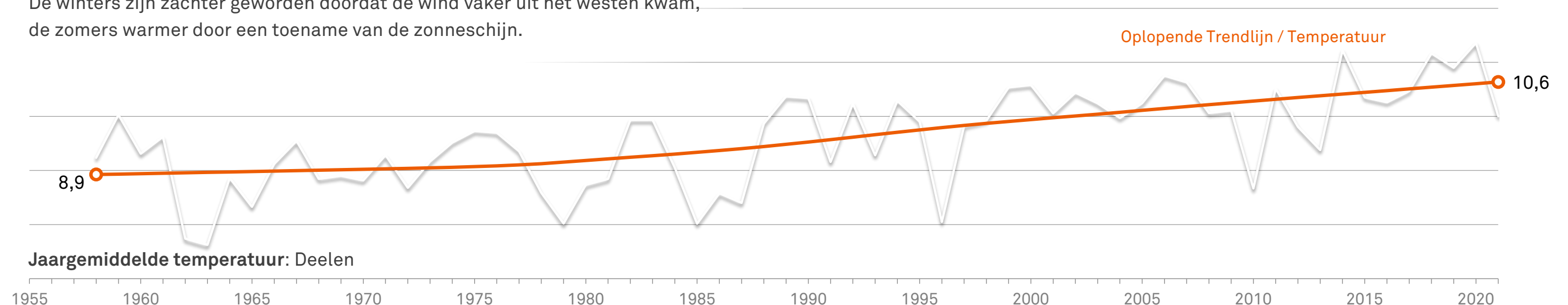
Meteorologen beschrijven klimaatreeksen in termen van 'trends' en 'schommelingen'. Trends zijn geleidelijke veranderingen in één bepaalde richting, schommelingen de variaties daaromheen.

Zo vertoont de temperatuur een stijgende trend, met forse schommelingen van jaar tot jaar. Ook in andere klimaatreeksen, zoals bijvoorbeeld die van neerslag is duidelijk een trend zichtbaar 'bovenop' de grote jaarlijkse variatie.

Sinds 1958 is de jaargemiddelde temperatuur toegenomen met 1,7 °C.

De winters zijn zachter geworden doordat de wind vaker uit het westen kwam, de zomers warmer door een toename van de zonneschijn.

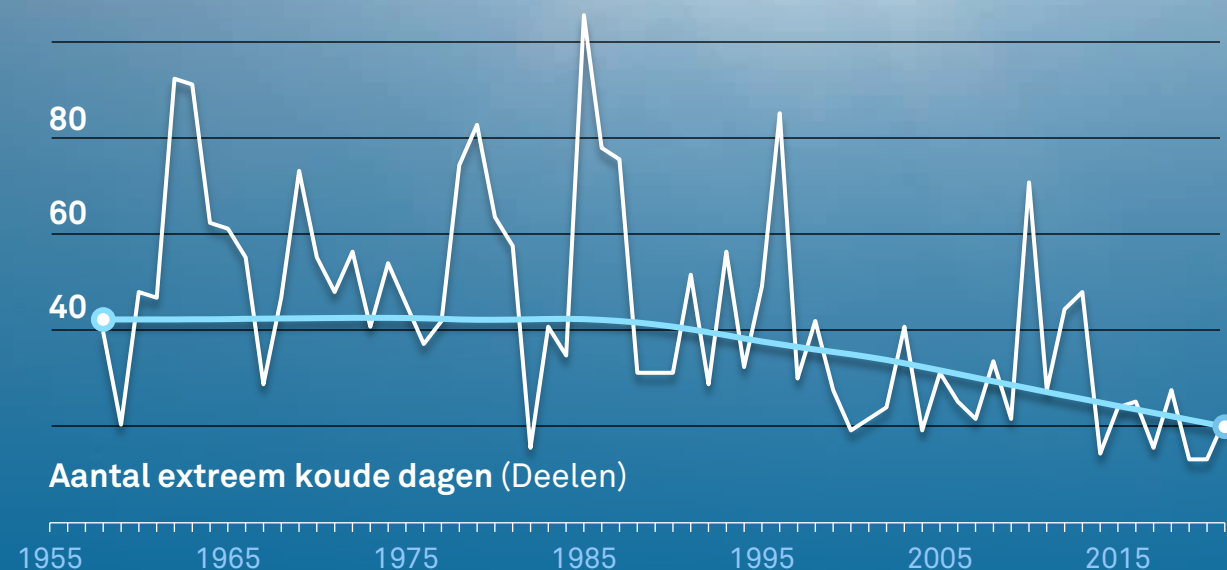
Oplopende Trendlijn / Temperatuur



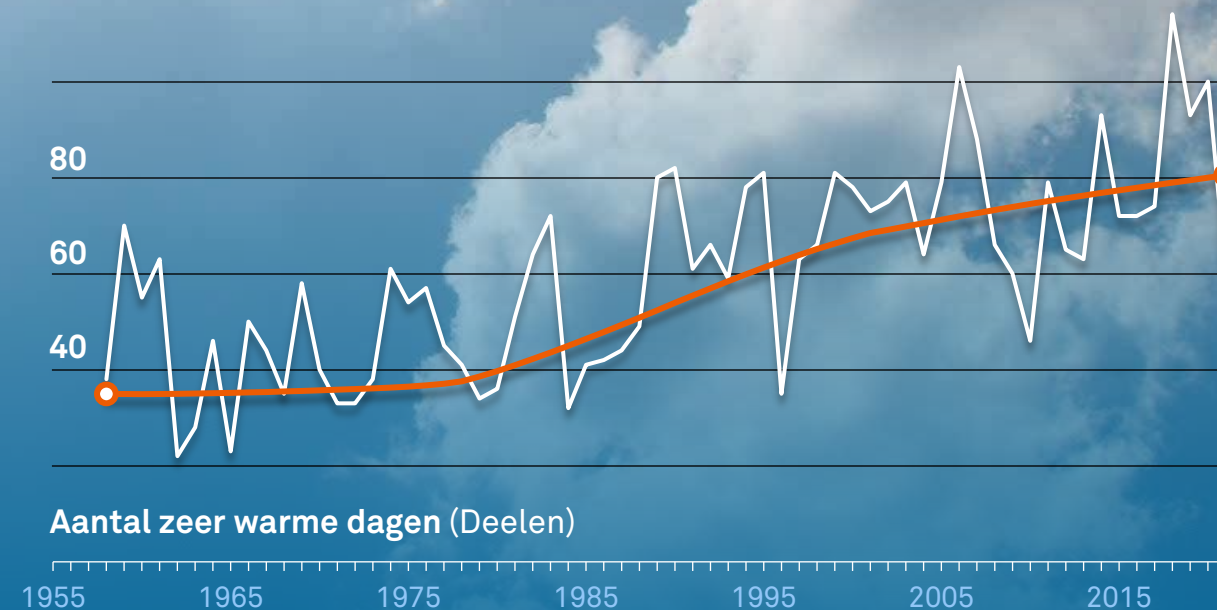
Jaargemiddelde temperatuur: Deelen

Aantal extreem koude vs. zeer warme dagen voor de tijd van het jaar

Door de opwarming laat ook het aantal jaarlijks zeer warme dagen een stijgende trend zien. Het aantal zeer koude dagen neemt juist af. Hiermee samenhangend wordt de kans op een hittegolf steeds groter en de kans op een Elfstedentocht kleiner.



Een dag is koud/warm wanneer de dag-gemiddelde temperatuur lager/hoger is dan de 10% laagste/hogste van de daggemiddelden temperaturen in het tijdvak 1961–1990 te Deelen. Met deze methode is het zichtbaar dat het aantal warme dagen in de winter ook toeneemt.

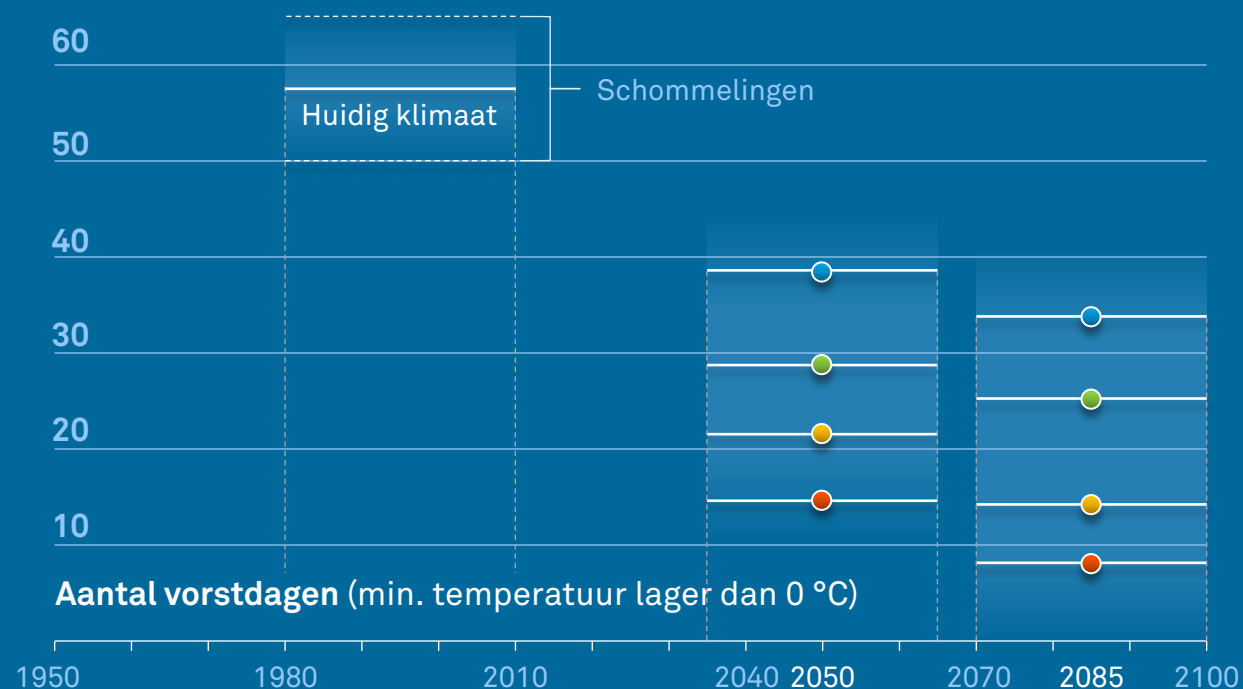




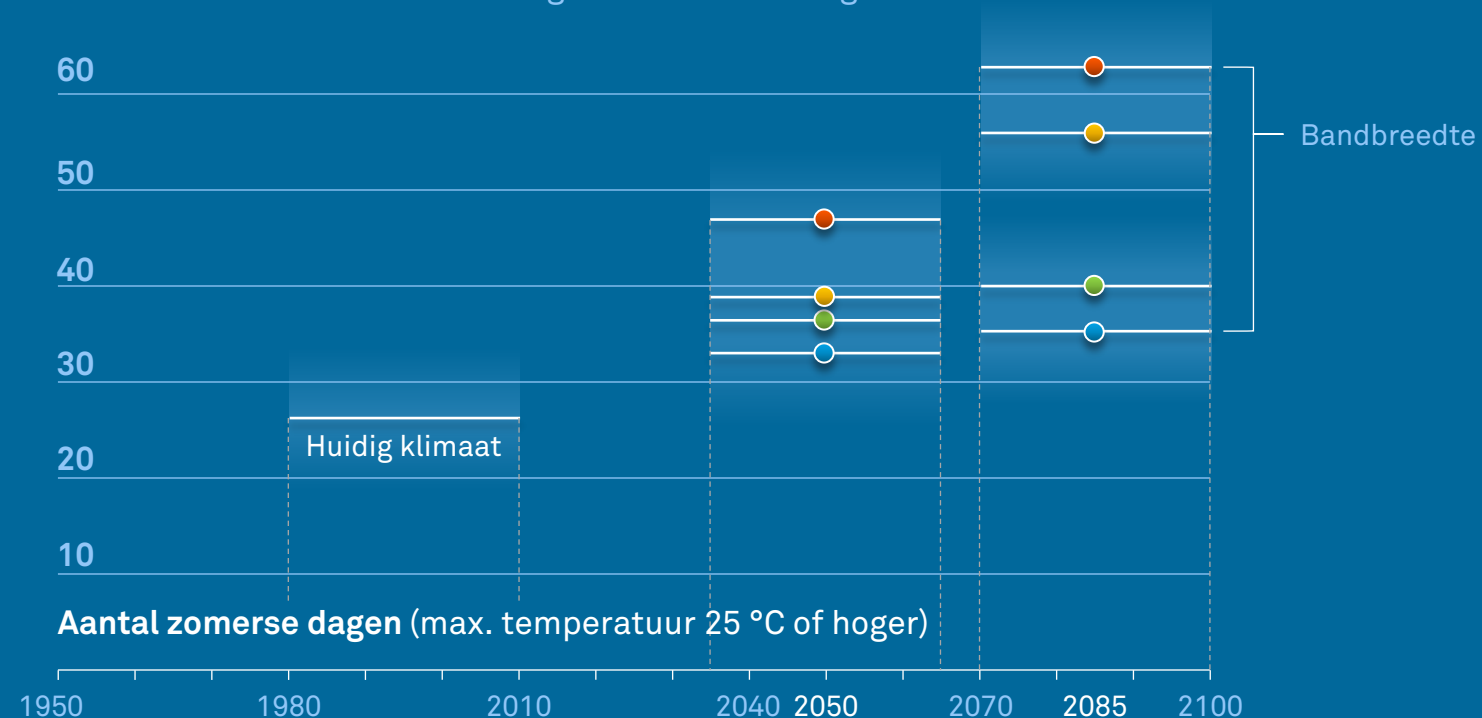
KNMI'14 KLIMAAT SCENARIO'S



De KNMI'14-klimaatscenario's zijn een vertaling van de wereldwijde klimaatscenario's naar wat er in Nederland kan veranderen. Ze beschrijven samen de bandbreedte van de meest waarschijnlijke klimaatverandering in Nederland, volgens de nieuwste inzichten.



De vier KNMI'14-scenario's verschillen in de mate waarin de wereldwijde temperatuur stijgt ('Gematigd' en 'Warm') en de mogelijke verandering van de aanvoerrichting van het weer ('Lage waarde' en 'Hoge waarde'). Onderstaand het aantal vorstdagen vs. zomerse dagen voor 2050 en 2085.



STEDELIJK HITTE EILAND



In steden en dorpen is het gemiddeld warmer dan op het platteland. Dit wordt het stedelijk hitte-eiland genoemd. Het effect is 's nachts en in de winter het sterkst tijdens rustig, helder weer en bedraagt dan soms meer dan vijf graden.

De grootte van dit effect hangt sterk af van de dichtheid en hoogte van de bebouwing en van de hoeveelheid groen. De oorzaken van het hitte-eiland verschillen overdag en 's nachts. Overdag wordt het extra warm in een versteende stad, doordat er weinig verdamping plaatsvindt.

Daardoor blijft veel energie over voor het opwarmen van de lucht. Veel zonnewarmte wordt opgenomen door stenen en asfalt. 's Nachts is het stedelijk hitte-eiland meestal het sterkst en wordt het veroorzaakt door de langzame afgifte van de overdag opgeslagen warmte. Verder wordt in steden veel energie gebruikt, waardoor veel warmte uit bijvoorbeeld airco's vrijkomt, die de stad extra opwarmt. Vooral ouderen en mensen met luchtweg-aandoeningen of hart- en vaatziekten blijken gevoelig voor extreme hitte.

De warmte geeft niet alleen aanleiding tot allerlei gezondheidsklachten maar kan zelfs leiden tot vroegtijdige sterfte. Hittestress gaat in steden bovendien vaak samen met een slechtere luchtkwaliteit. Uit onderzoek blijkt dat het temperatuurverschil door het warmte-eiland effect gemiddeld even groot kan zijn als de temperatuurverandering in de KNMI klimaat-scenario's voor 2050. Daardoor worden de drempelwaarden voor hittestress in stedelijk gebied eerder en vaker overschreden dan op het platteland.

22°C

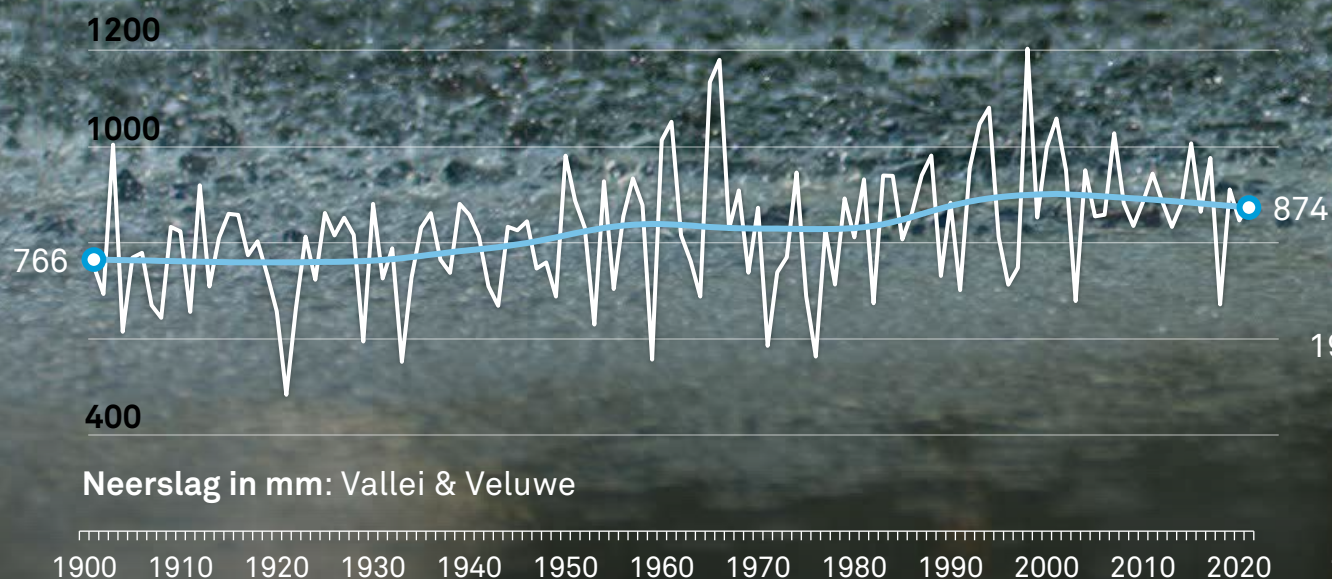
26°C

27°C

25°C

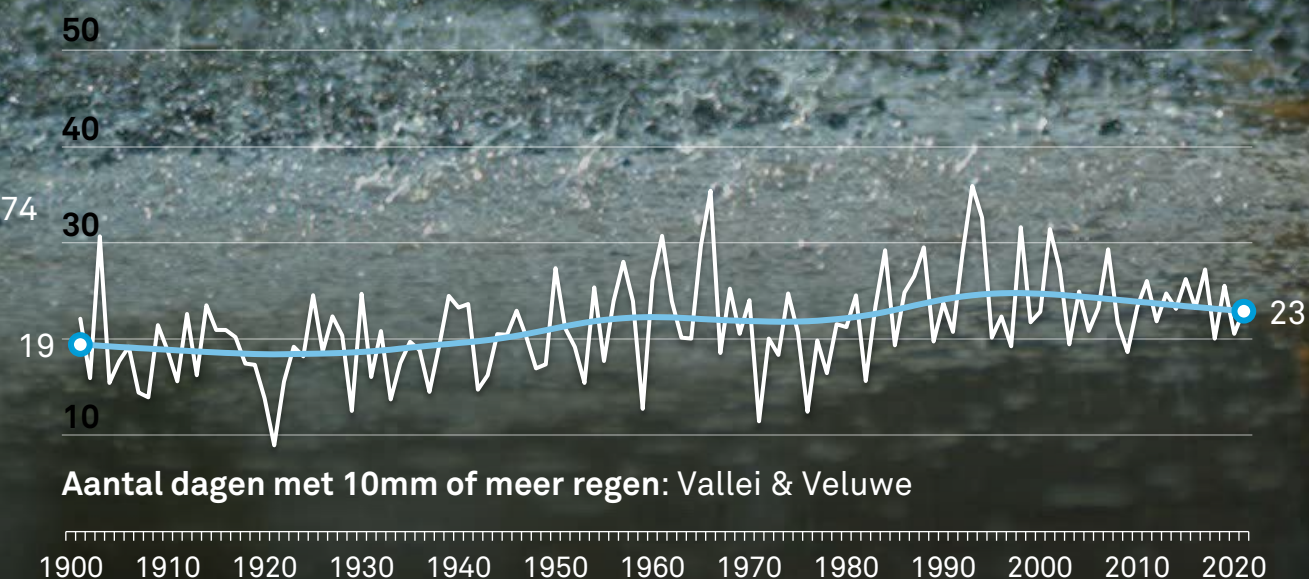
22°C

STEEDS MEER REGEN

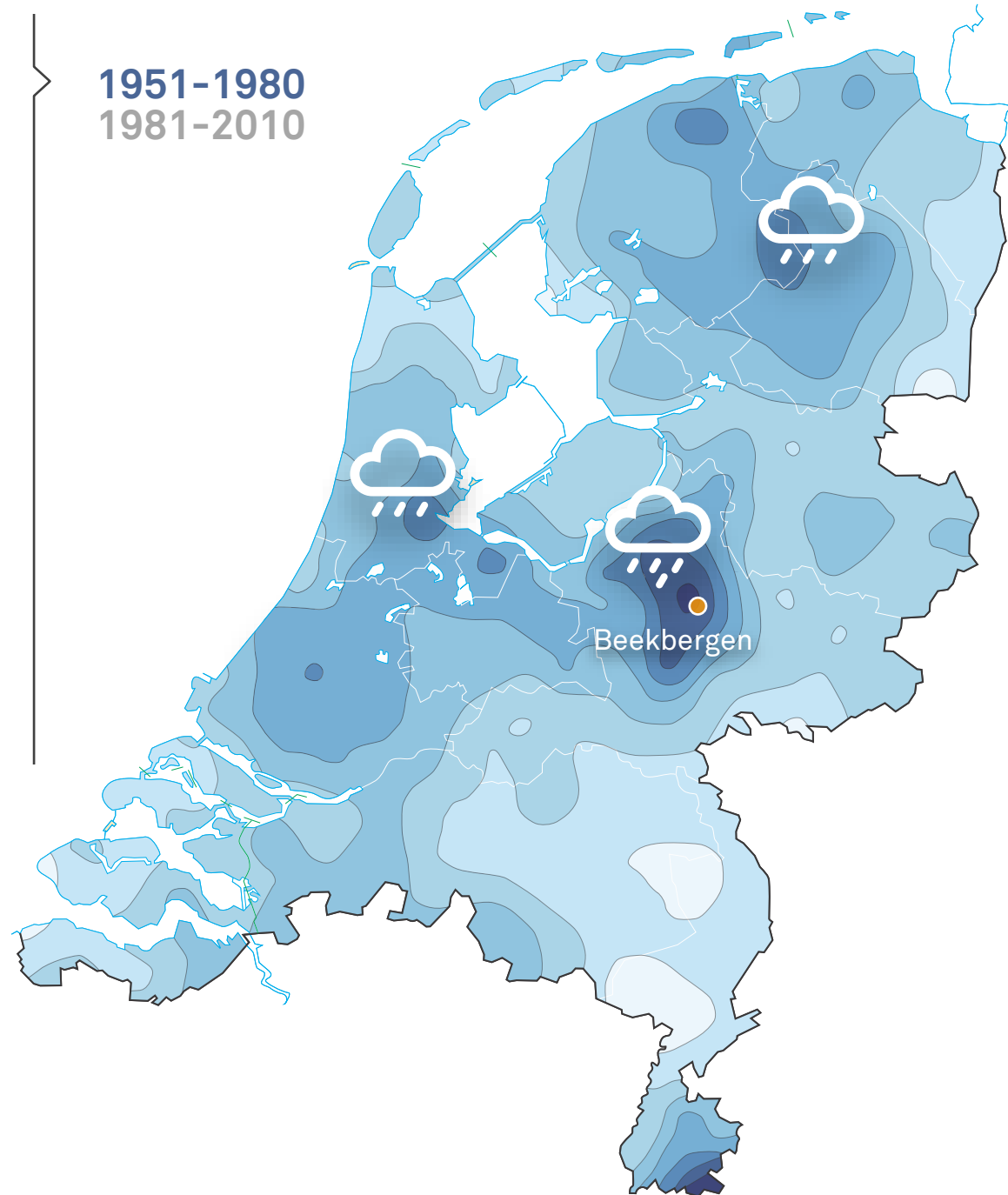


De afgelopen eeuw kende een grote variatie in droge en natte jaren.

Sinds 1901 nam de jaarlijkse hoeveelheid neerslag in de regio toe met 25 procent, van gemiddeld 766 mm naar 874 mm. Het aantal dagen per jaar met 10 mm of meer steeg van gemiddeld 19 naar 23. Deze toename is een gevolg van de opwarming van het klimaat. Warme lucht kan meer vocht bevatten waardoor de hoeveelheid en intensiteit van de regen toeneemt. Dit proces zal zich in de toekomst, bij verdere opwarming, voortzetten.



1951-1980
1981-2010



KNMI De Bilt

Meer neerslag

Dat ons klimaat steeds natter wordt is ook goed te zien als de neerslag in de periode 1981-2010 wordt vergeleken met die van 50 jaar geleden.

De meeste neerslag valt op de Veluwe, het KNMI-station Beekbergen is met 981mm zelfs het natste plekje in Nederland in het huidige klimaat. De regionale verschillen binnen het waterschap worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in hoogte waarbij de relatief hoge Veluwe het natst is. In de lagere delen zoals de Eemvallei, het zuidelijke Rivierengebied en de oostflank van de Veluwe valt minder neerslag.

In het Waterschapsgebied komen steeds vaker dagen met veel regen voor. Het aantal dagen per jaar met 10 mm of meer steeg van gemiddeld 20 naar 24.



KNMI De Bilt

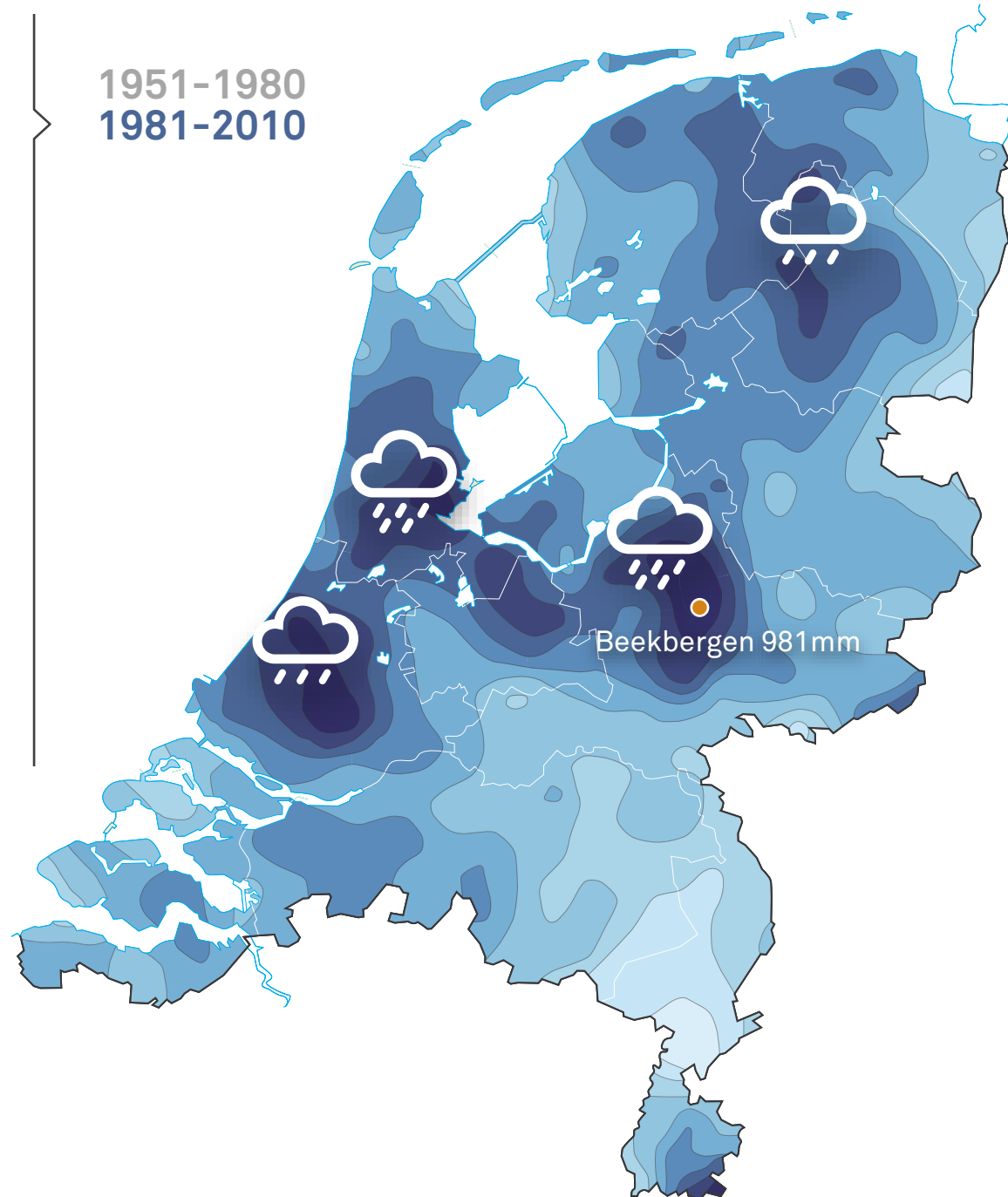
Meer neerslag

Dat ons klimaat steeds natter wordt is ook goed te zien als de neerslag in de periode 1981-2010 wordt vergeleken met die van 50 jaar geleden.

De meeste neerslag valt op de Veluwe, het KNMI-station Beekbergen is met 981mm zelfs het natste plekje in Nederland in het huidige klimaat. De regionale verschillen binnen het waterschap worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in hoogte waarbij de relatief hoge Veluwe het natst is. In de lagere delen zoals de Eemvallei, het zuidelijke Rivierengebied en de oostflank van de Veluwe valt minder neerslag.

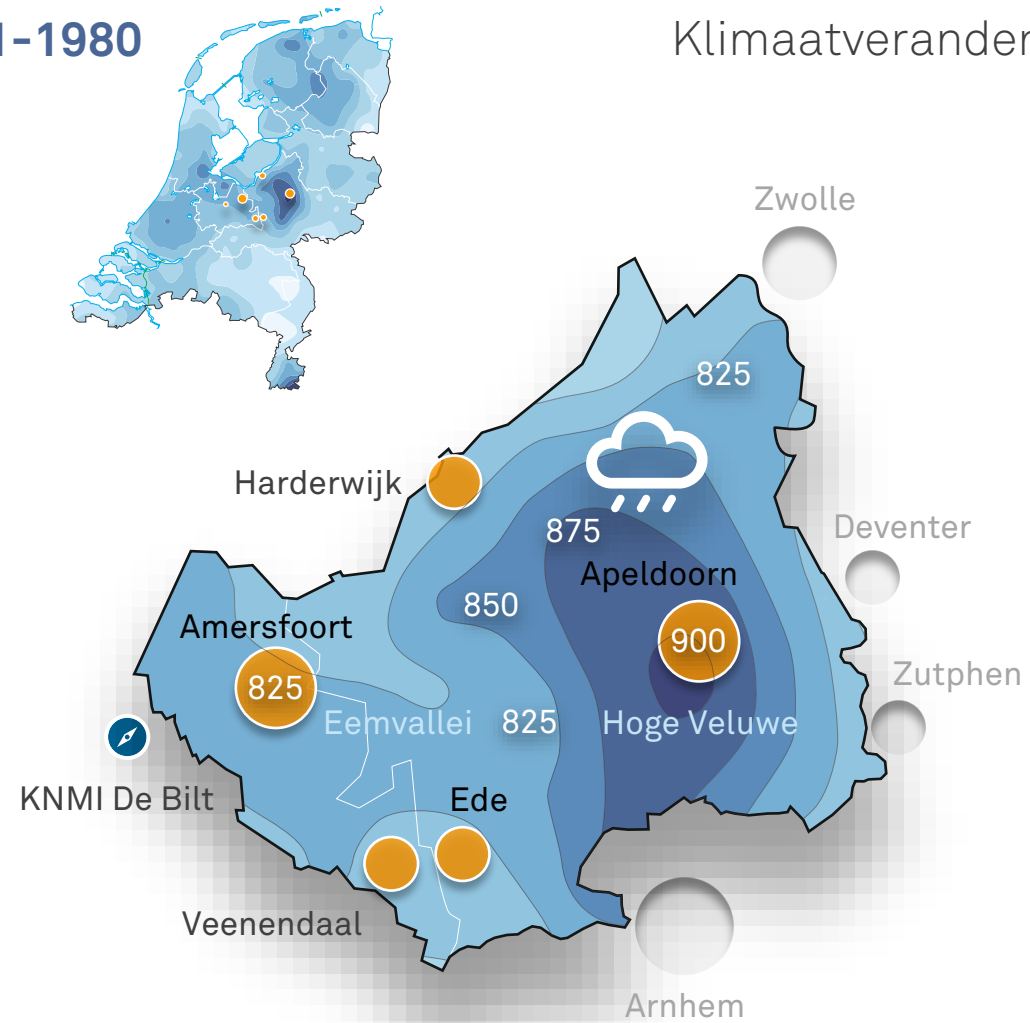
In onze regio komen steeds vaker dagen met veel regen voor. Het aantal dagen per jaar met 10 mm of meer steeg van gemiddeld 20 naar 24.

1951-1980
1981-2010



1951-1980

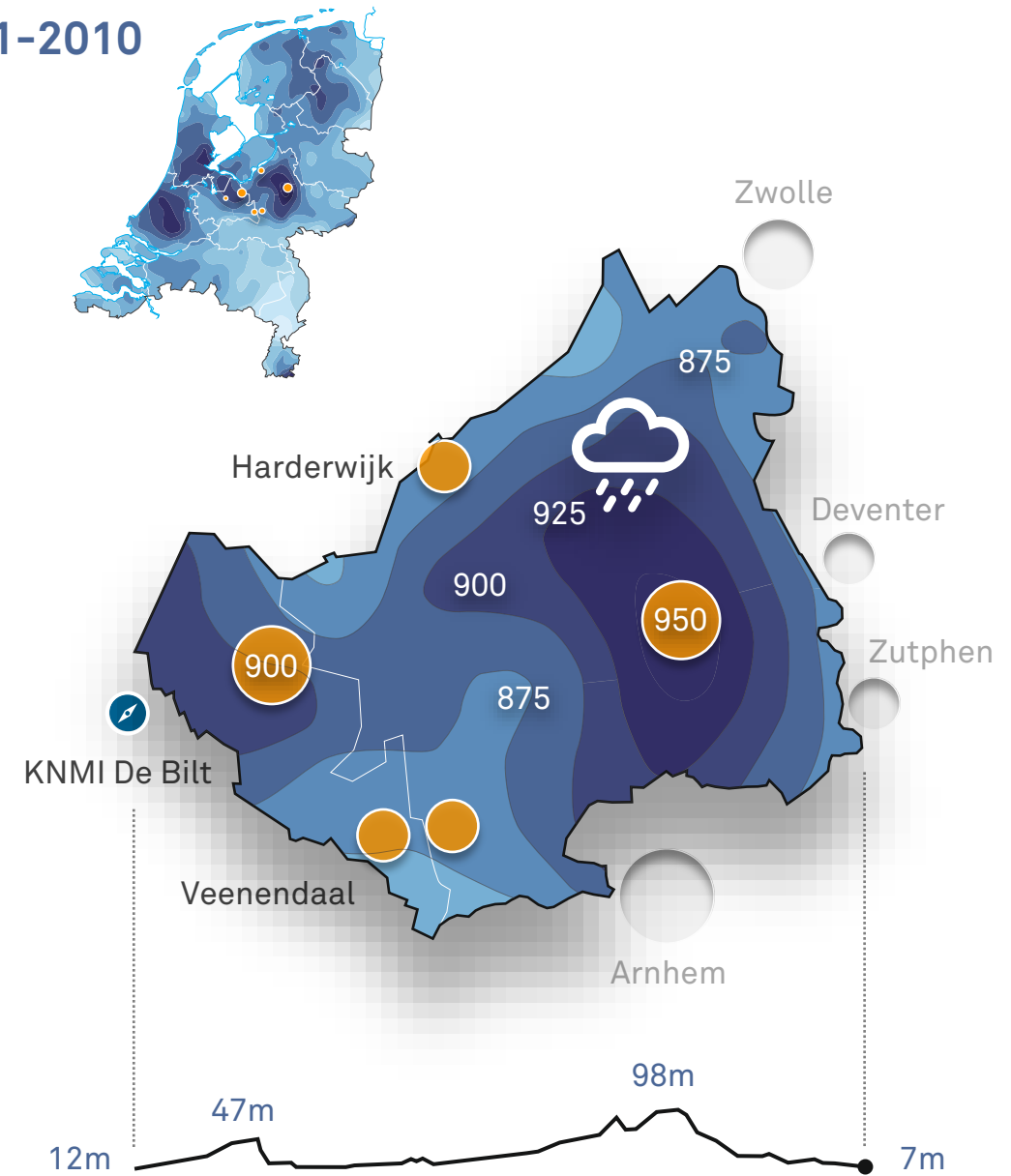
Klimaatverandering



Gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar in mm

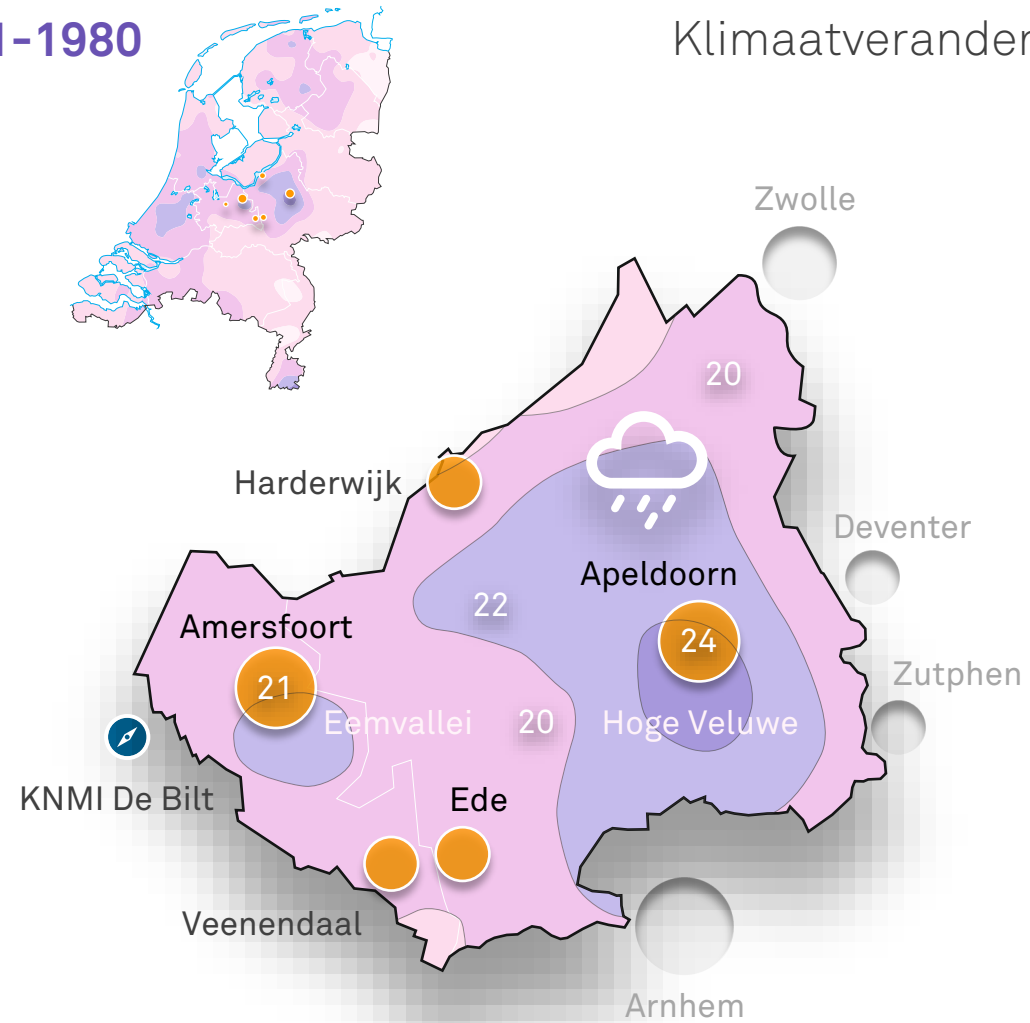
Bron: KNMI / Noordhoff

1981-2010



1951-1980

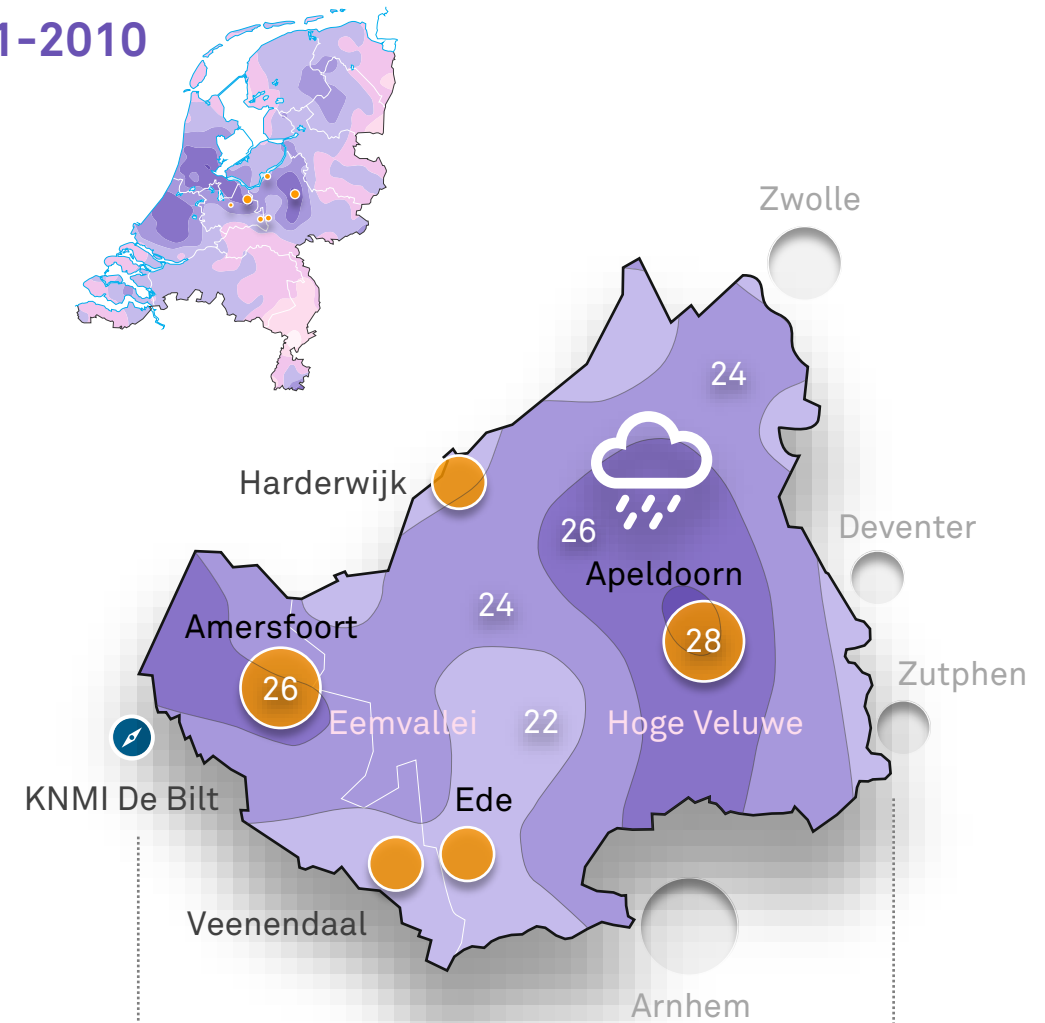
Klimaatverandering



Aantal dagen met 10mm
of meer neerslag

Bron: KNMI / Noordhoff

1981-2010



Hoogteprofiel (m) Vallei & Veluwe

West > Oost (80km)



Grillige verdeling wolkbreuken

De kaart laat een grillige verdeling zien. In delen van Nederland is geen enkele keer sprake geweest van een wolkbreuk; in andere delen zes, zeven keer. Deze verdeling berust op toeval.

Voor kortdurende, hevige buien kan geen regionalisering worden aangetoond. In het tijdvak 2008-2016 zijn een aantal plaatsen in de regio door toeval vaker getroffen door hevige buien dan andere. Mogelijk dat de komende jaren hoosbuien vallen in gebieden die de afgelopen tijd juist niet zijn getroffen!

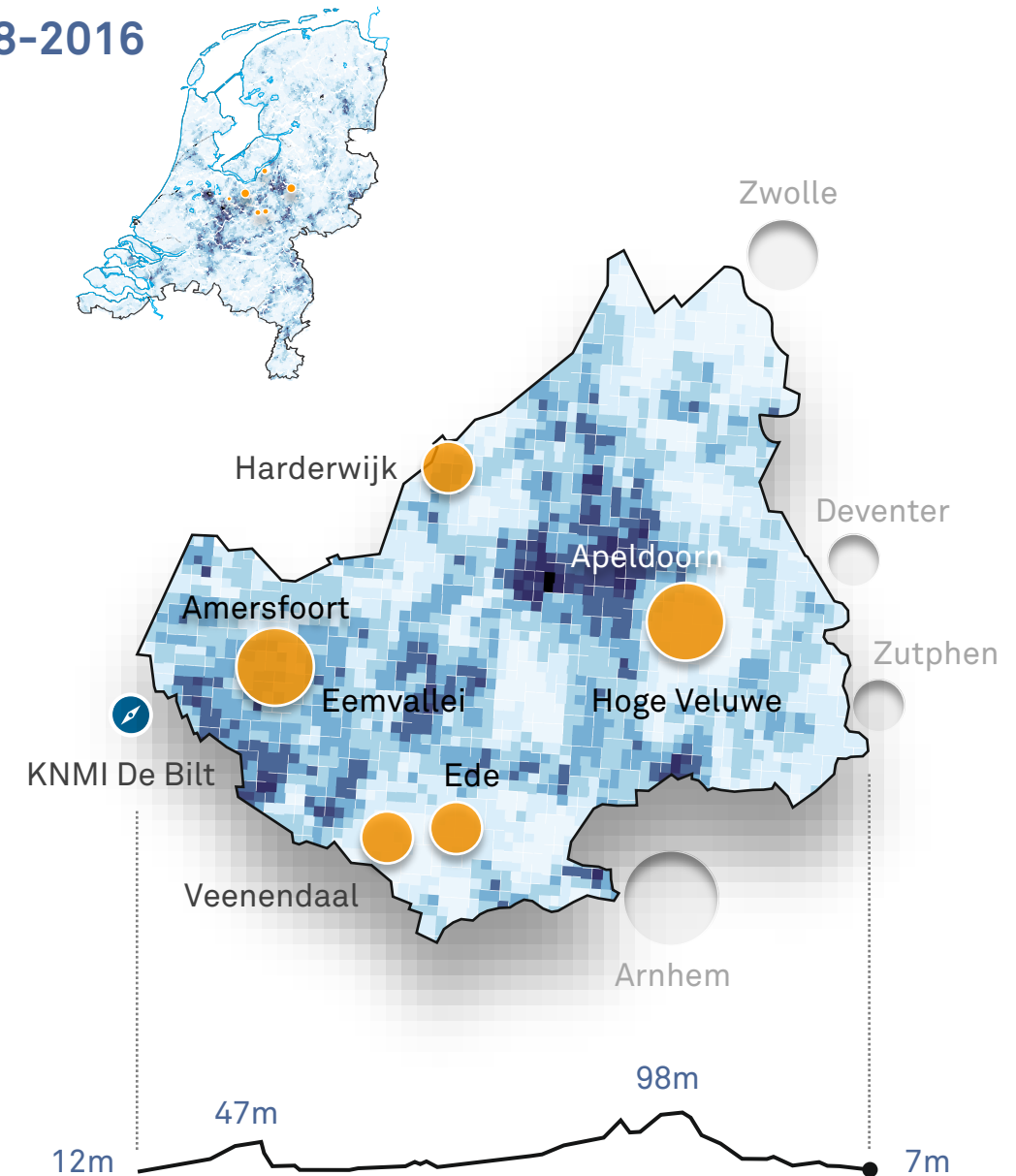
Uit statistische analyse van lange meetreeksen van de KNMI-neerslagstations blijkt dat het aantal dagen waarop zware buien valt, toeneemt. Deze toename is een gevolg van de opwarming van het klimaat. Warme lucht kan meer vocht bevatten waardoor de hoeveelheid en intensiteit van de regen toeneemt. Dit proces zal zich in de toekomst, bij verdere opwarming, voortzetten.

Aantal buien met meer dan 25mm regen in 1 uur tijd

Bron: KNMI / o.b.v. radar en regenmeters: 0,9km²

Wolkbreuken

2008-2016



Hoogteprofiel (m) Vallei & Veluwe

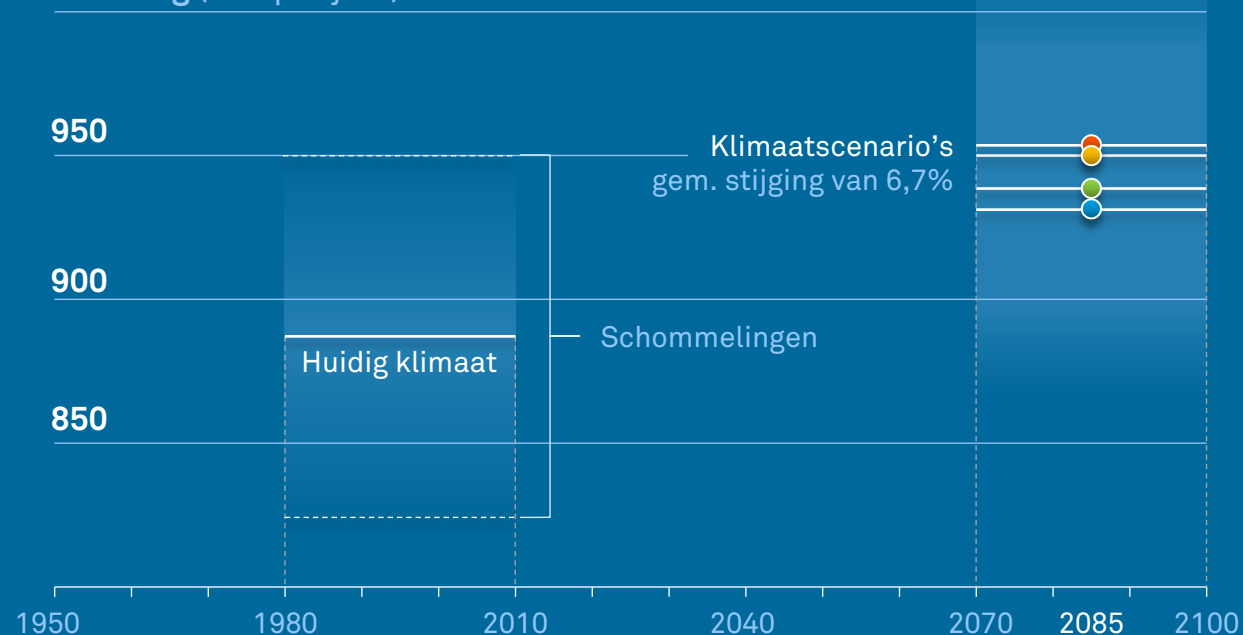
West > Oost (80km)



KNMI > 2085 MEER EN VAKER HEVIGE REGEN

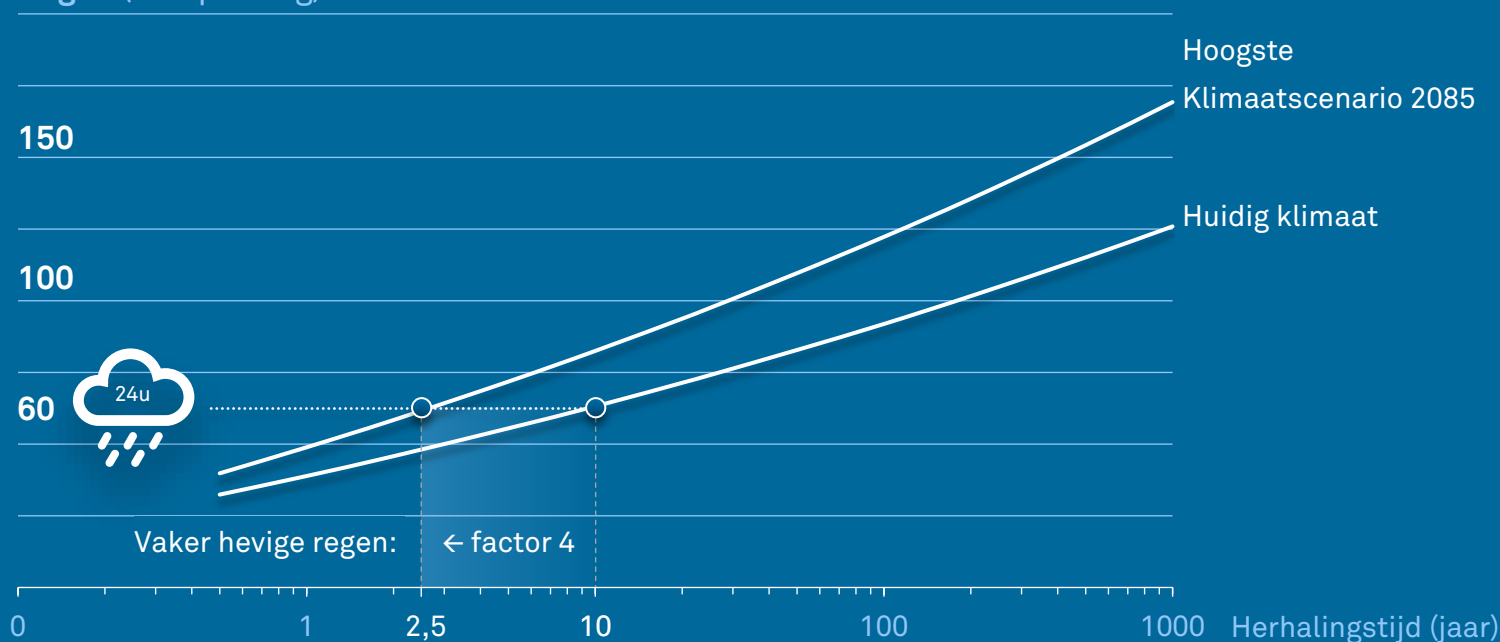
In alle KNMI klimaatscenario's neemt de jaarlijkse hoeveelheid neerslag toe. Dat geldt ook voor alle seizoenen, behalve voor de zomer. Voor dit seizoen geven sommige klimaatscenario's een kleine toename, andere een aanzienlijke afname van de neerslag.

Neerslag (mm per jaar)



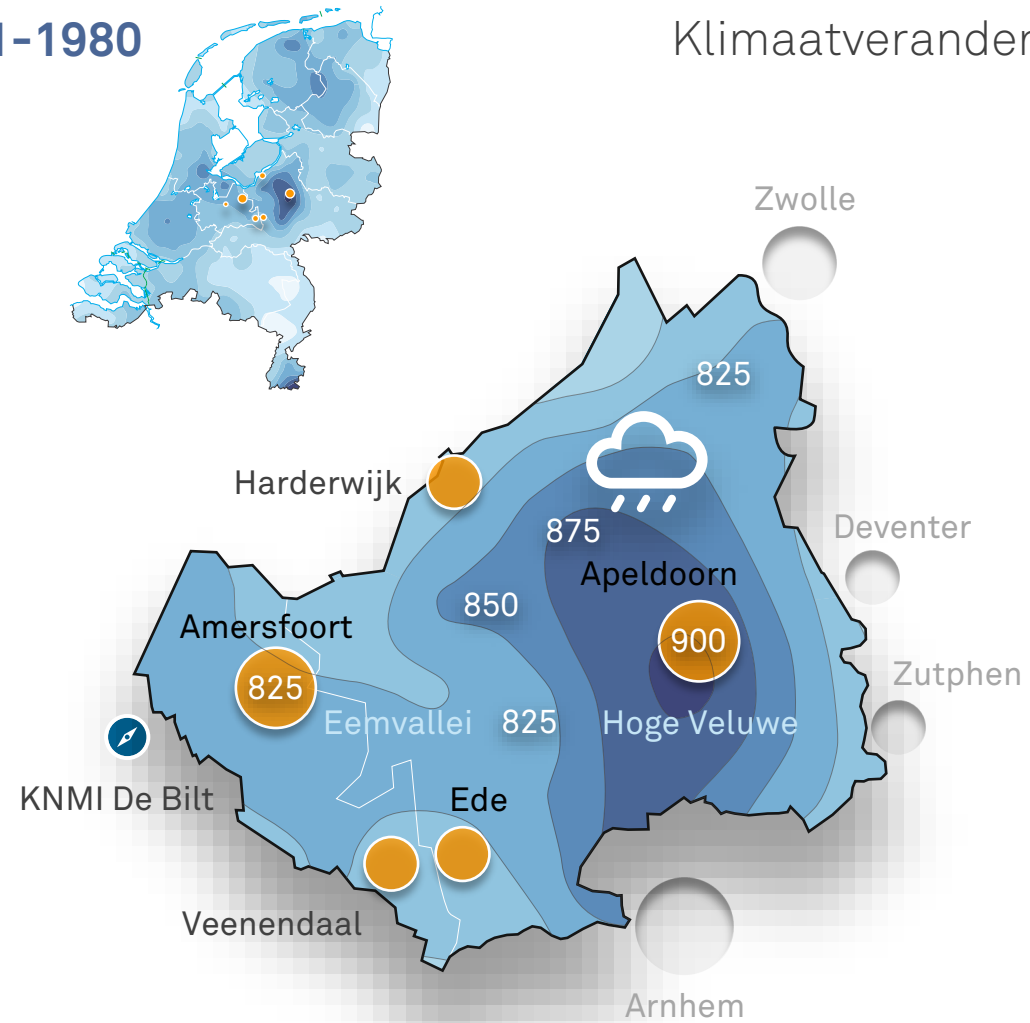
De toename van de neerslag komt vooral doordat bij een opwarmend klimaat de hoeveelheid waterdamp in de lucht toeneemt. De mogelijke afname in de zomer hangt samen met de aanvoer van drogere lucht uit het oosten en zuiden. De kans dat het vaker en heviger gaat regenen (60mm in 24uur) neemt fors toe.

Regen (mm per dag)



1951-1980

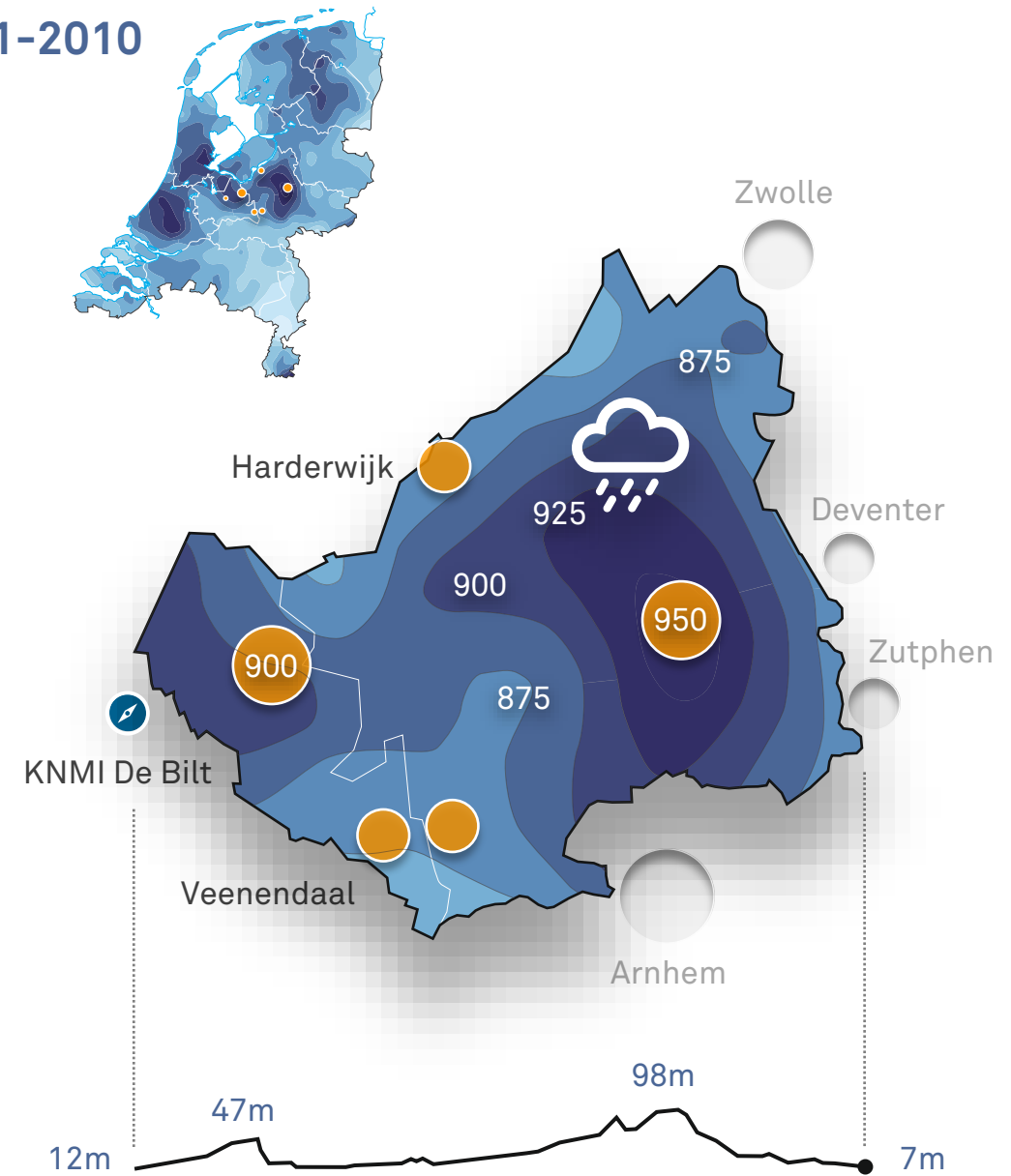
Klimaatverandering



Gemiddelde hoeveelheid
neerslag per jaar in mm

Bron: KNMI / Noordhoff

1981-2010



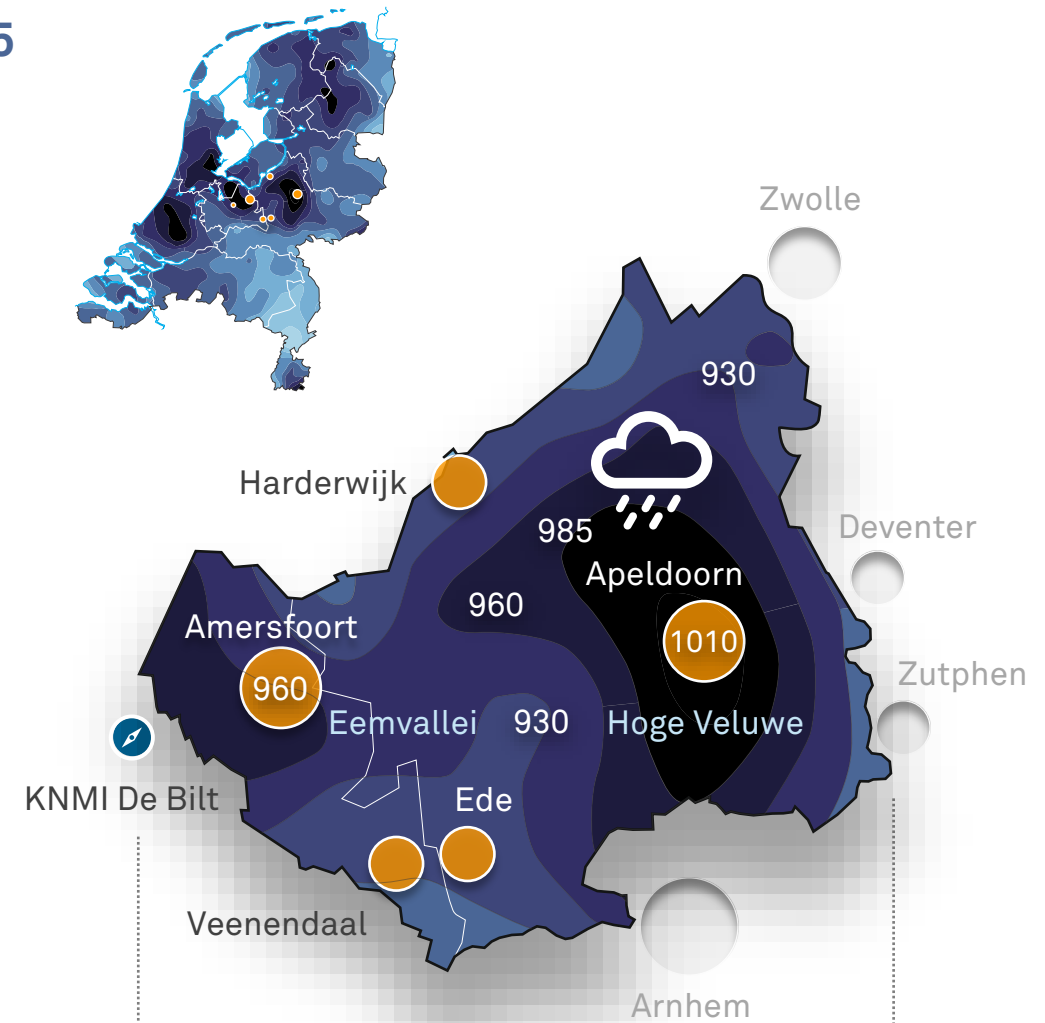
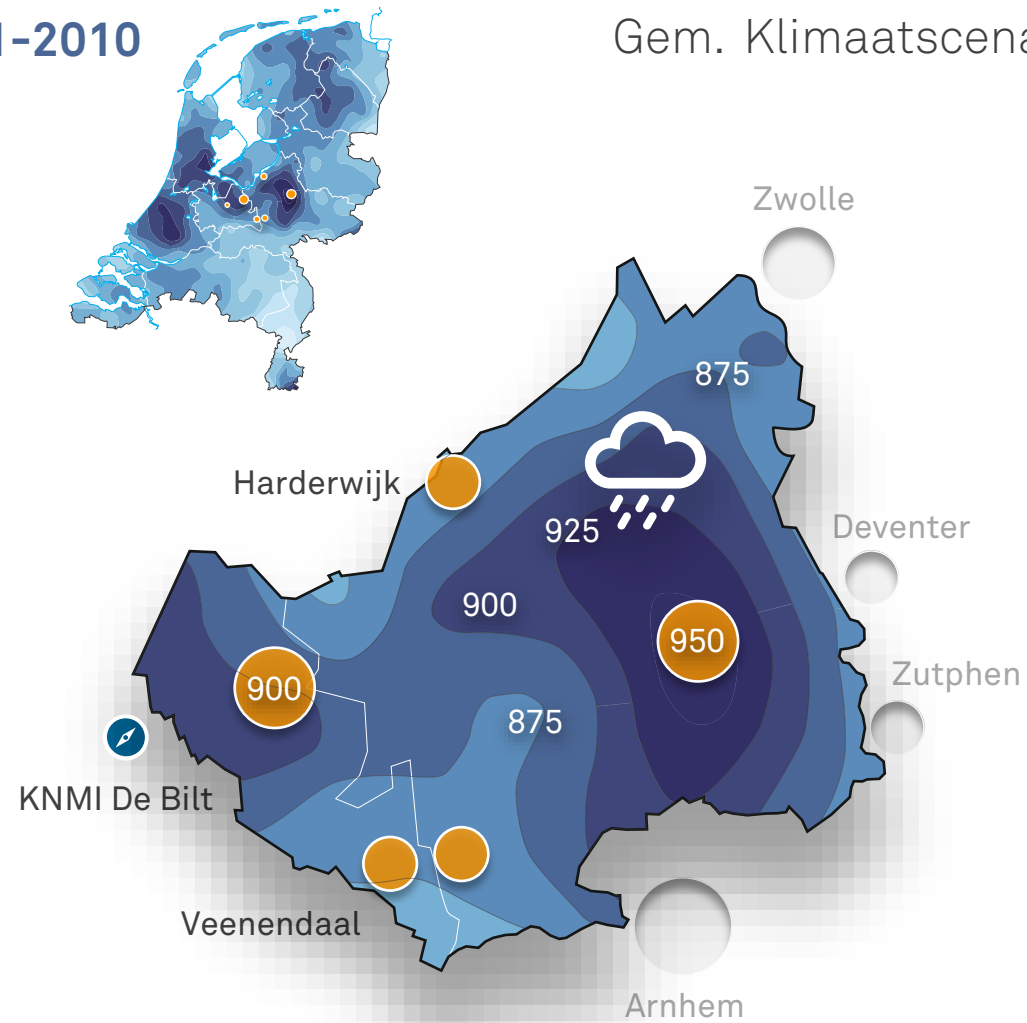
Hoogteprofiel (m) Vallei & Veluwe

West > Oost (80km)

1981-2010

Gem. Klimaatscenario

2085



Gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar in mm

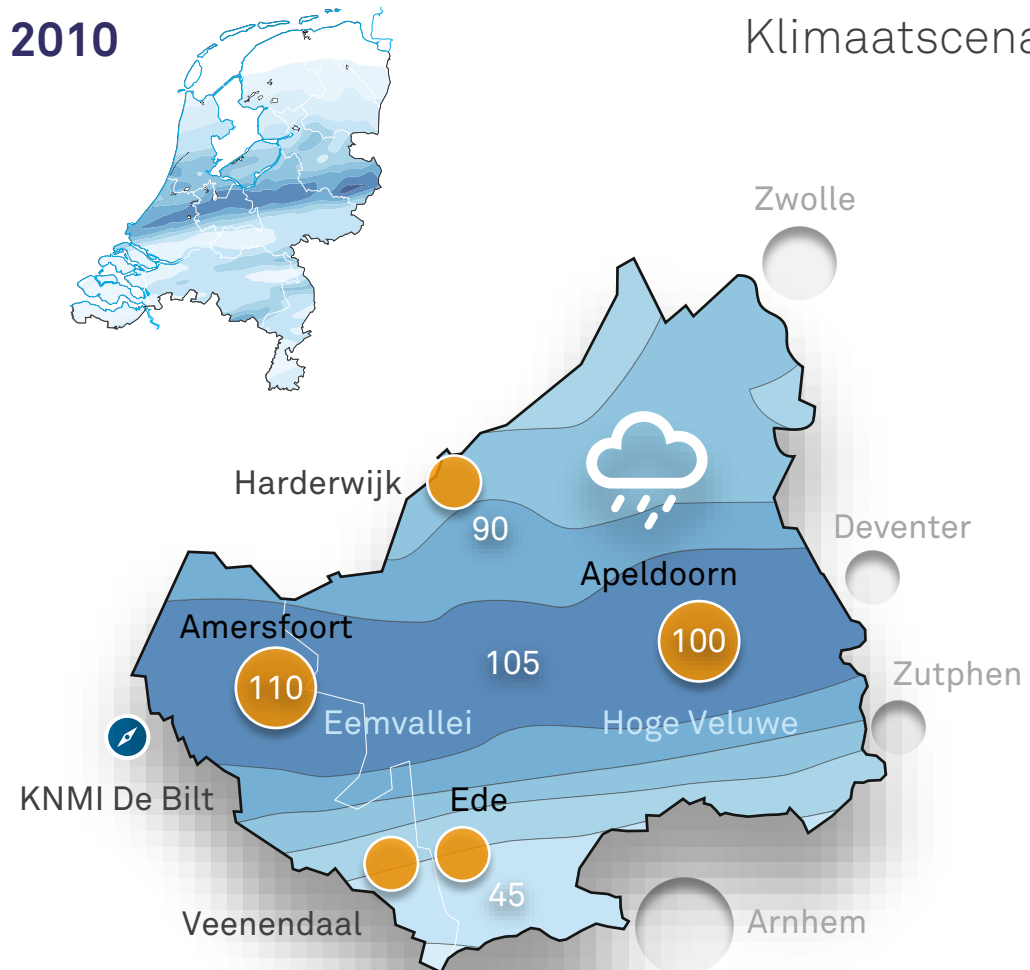
Bron: KNMI / Noordhoff

Hoogteprofiel (m) Vallei & Veluwe

West > Oost (80km)



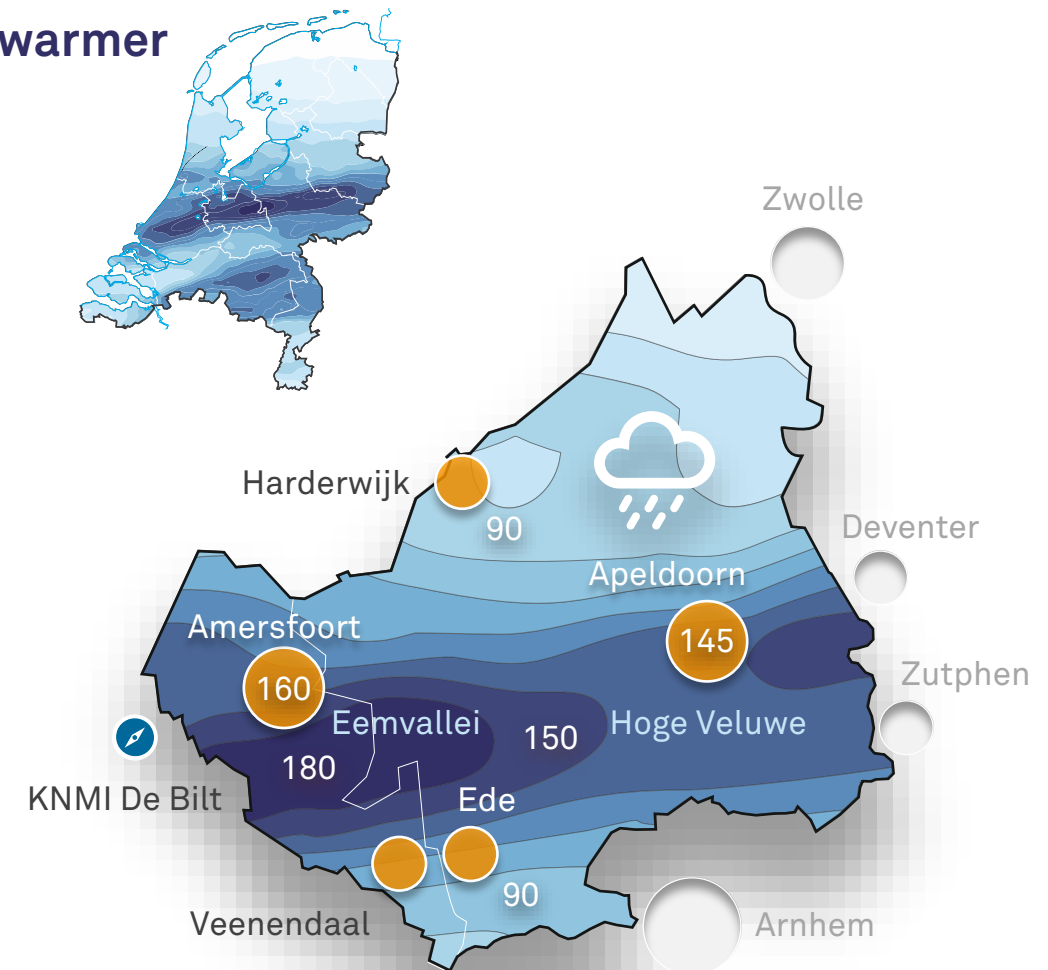
Aug. 2010



Computersmodellen met veel detail kunnen een natuurgetrouw beeld van toekomstige weersomstandigheden geven. Een opgetreden weerssituatie kan met een supercomputer vertaald worden naar een 2°C warmer klimaat.

Situatie met meer dan 100 mm regen in 2 dagen in augustus 2010 (links), en de vertaling van de situatie naar een 2°C warmer klimaat (rechts).

2°C warmer



Toegepast op een situatie in augustus 2010 met een extreme neerslaghoeveelheid laat zien dat de maximale hoeveelheid regen toeneemt, in dit voorbeeld van 110 mm naar 180 mm.



Verdamping

Meer droogte

Het KNMI houdt niet alleen bij hoeveel neerslag er valt, maar ook hoe droog het is. Hoe 'droog' het ergens is, wordt grotendeels bepaald door het verschil tussen de neerslag en de verdamping ⁽ⁱ⁾. De verwachting is dat de drogere periodes in voorjaar en zomer zullen toenemen. De hoeveelheid neerslag wordt bepaald met regenmeters. Maar de mate van verdamping is minder eenvoudig te meten, omdat ook de beplanting een belangrijke rol speelt in het verdampingsproces. De mate van verdamping wordt iedere dag door het KNMI bepaald aan de hand van de referentie-gewasverdamping.

De referentie-gewasverdamping komt overeen met de verdamping van kort gras, dat optimaal van water is voorzien. In onze regio komen veel (naald)bomen voor, die meer verdampen dan gras. Hierdoor is de referentie-gewasverdamping mogelijk een onderschatting.

1981-2010

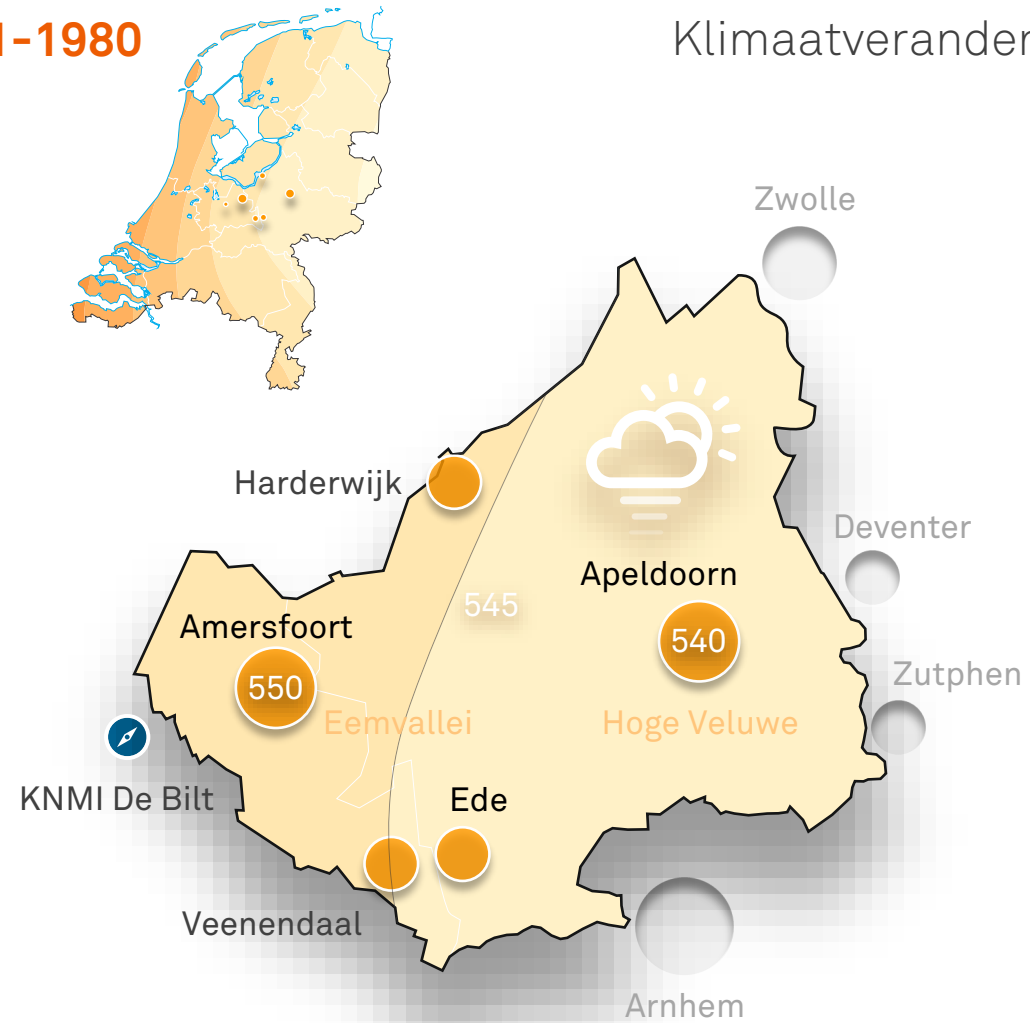


De referentie-gewasverdamping is gebaseerd op een rekenmethode en wordt in belangrijke mate bepaald door de hoeveelheid zonnestraling en de temperatuur. Op dagen met hoge temperaturen en veel zonlicht zijn planten in staat hard te groeien en is er veel water nodig. Vlak na regen kunnen planten die groei ook realiseren, maar zodra meer zuigkracht nodig is om water uit de grond op te nemen, wordt de aanvoer van vocht geremd en vermindert de groei. Met de afname van de groei neemt ook de snelheid van de verdamping af.

De referentie-gewasverdamping is sinds midden vorige eeuw met ca. 12% toegenomen, omdat de temperatuur is gestegen en de zonnestraling is toegenomen. De toename zal volgens de KNMI-klimaatscenario's doorzetten. Sinds 1951 komt droogte iets vaker voor, in de toekomst kan het duidelijk droger worden ⁽ⁱ⁾

1951-1980

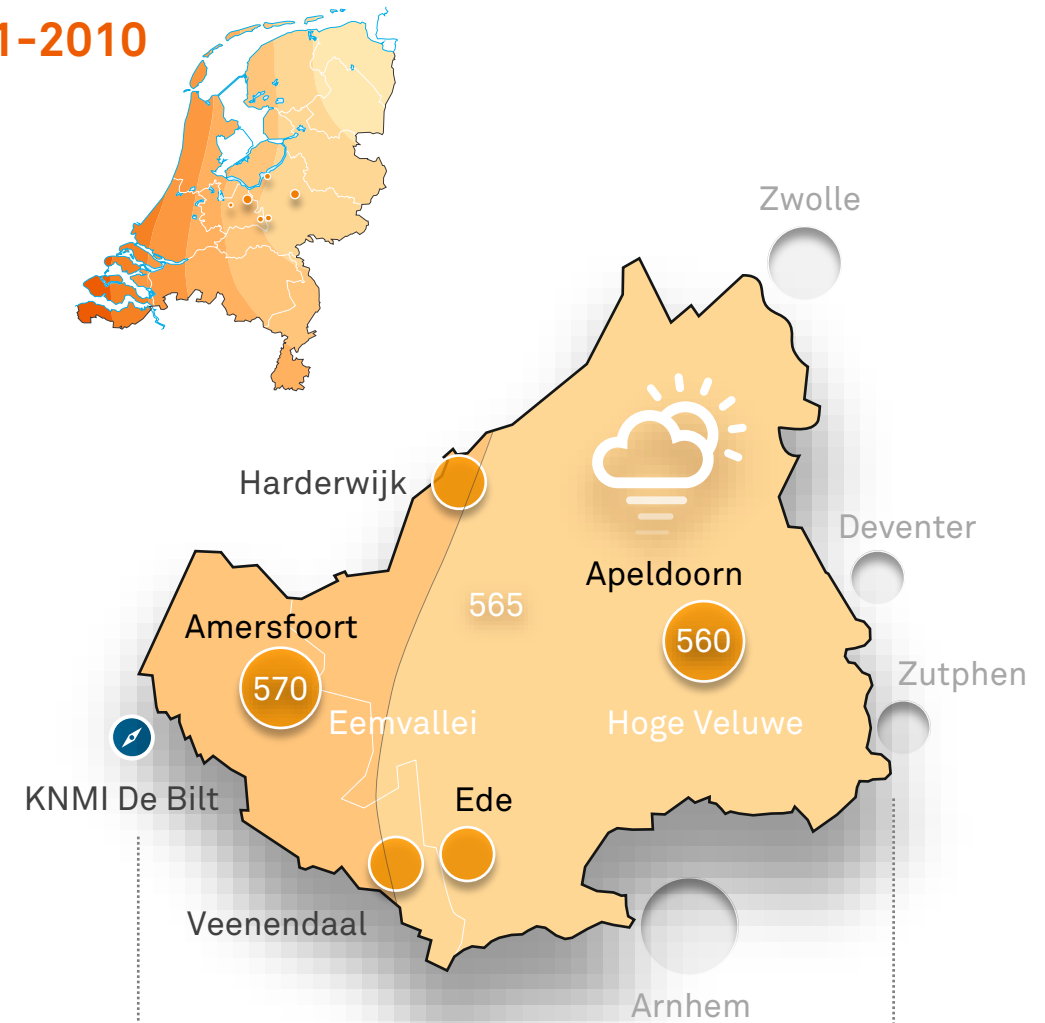
Klimaatverandering



Gemiddelde referentie gewas-verdamping per jaar in mm

Bron: KNMI / Noordhoff

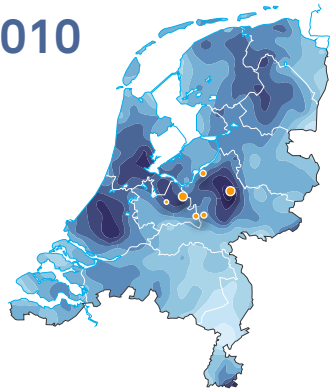
1981-2010



Hoogteprofiel (m) Vallei & Veluwe

West > Oost (80km)

1981-2010



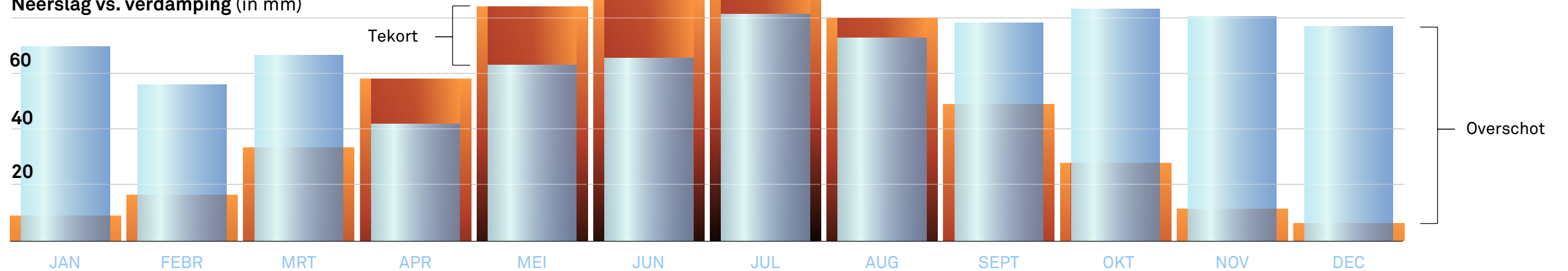
Neerslag

1981-2010



Verdamping

Neerslag vs. verdamping (in mm)



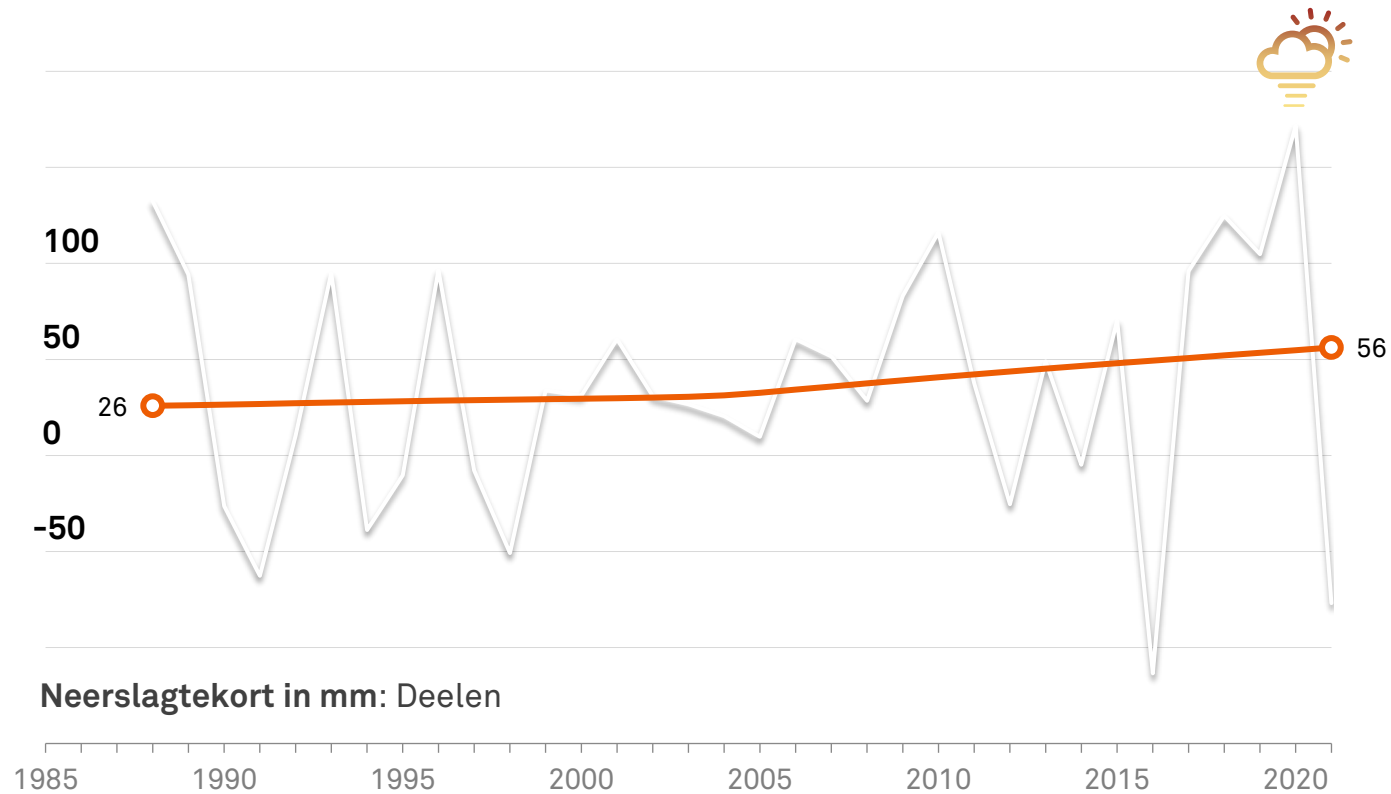
Neerslagoverschot

In Nederland valt er gemiddeld over het jaar meer neerslag dan er verdampt (het neerslagoverschot).

Neerslagtekort

In het voorjaar neemt de verdamping toe en 's zomers is de verdamping in de regel veel groter dan de neerslag, er is dan sprake van een neerslagtekort.

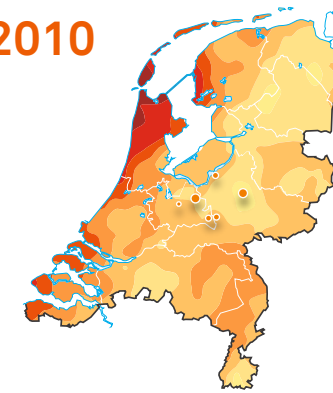
Waterbalans (De Bilt)



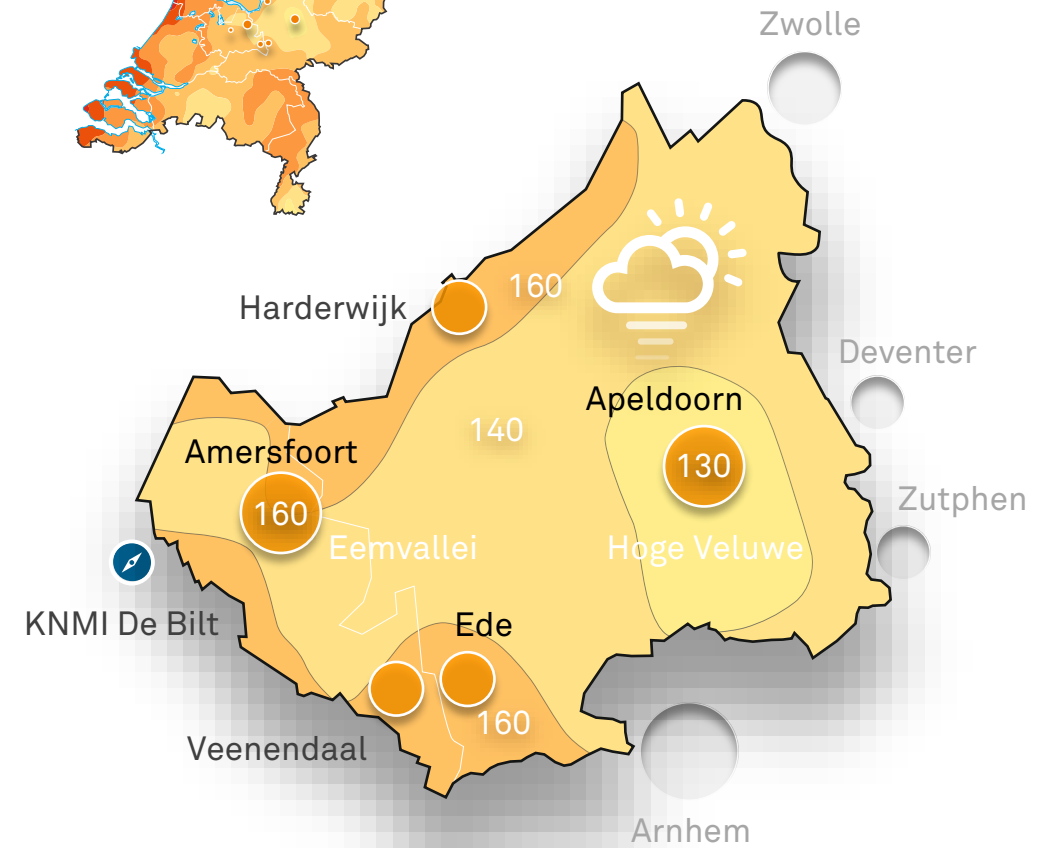
STEEDS GROTER NEERSLAGTEKORT IN HET VOORJAAR

Sinds 1988 is de het neerslagtekort in het voorjaar (april tot en met juni) toegenomen met 30 mm. Dit neerslagtekort neemt steeds meer toe, doordat de temperaturen in de lente steeds hoger zijn. Een groter neerslagtekort in het voorjaar heeft als gevolg dat grondwaterstanden vroeg in het jaar dalen. Hierdoor neemt de waterbeschikbaarheid af. Dit heeft grote gevolgen landbouw en natuur.

1981-2010



Neerslagtekort (in mm)
in voorjaar en zomer



In het voorjaar neemt de verdamping toe en 's zomers is de verdamping in de regel veel groter dan de neerslag, er is dan sprake van een neerslagtekort. Aan de kust is het tekort gemiddeld bijna twee keer zo groot als op de Veluwe. Dat verschil ontstaat doordat aan zee de zon meer schijnt en er daardoor meer verdampt en omdat er op de Veluwe meer regen valt.

COLOFON

EEN GEZAMENLIJKE UITGAVE VAN

Platform Water Vallei en Eem
Waterschap Vallei en Veluwe

FACTS & FIGURES

Rob Sluijter, KNMI

ONTWERP & REALISATIE (JUNI 2016)

Erik Zeegers, Vormgeving.com

EINDREDACTIE

Lianne Lettink, Platform Water Vallei en Eem
Marijke Jaarsma, Waterschap Vallei en Veluwe

IN OPDRACHT EN ONDER SUPERVISIE VAN

Charles Rijsbosch,
Platform Water Vallei en Eem

UPDATE JUNI 2022

Manifestregio Vallei en Veluwe

Sophie van der Horst, stichting CAS

Bernadet Overbeek, KNMI

Erik Zeegers, Vormgeving.com

Sandy Hofland, Waterschap
Vallei en Veluwe

Coördinatieteam
Manifestregio Vallei en Veluwe

EERDER VERSCHENEN IN DEZE REEKS:

NATUURLIJK ONTWIKKELEN

visie op het omgaan met
hemelwater en gebruikt water



START

VOORWOORD

COLOFON



Ons klimaat verandert



Vallei & Veluwe is de afgelopen eeuw fors opgewarmd



Aantal extreem koude vs. zeer warme dagen



KNMI'14 scenario's



Stedelijk warmte eiland



Steeds meer regen



Klimaatveranderingen 1951-2010



Gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar in mm



Aantal dagen met veel regen / Aantal wolkbreuken



KNMI > 2085 / Meer en vaker hevige regen



Computermodel: neerslag bij 2°C warmer klimaat



Meer droogte / Referentie-gewasverdamping



Waterbalans



Neerslagoverschot vs. neerslagtekort