

ONS KLIMAAT VERANDERT



FACTS & FIGURES
voor klimaatadaptatie
in het beheersgebied
van Waterschap
Amstel, Gooi en Vecht
en de Metropoolregio
Amsterdam

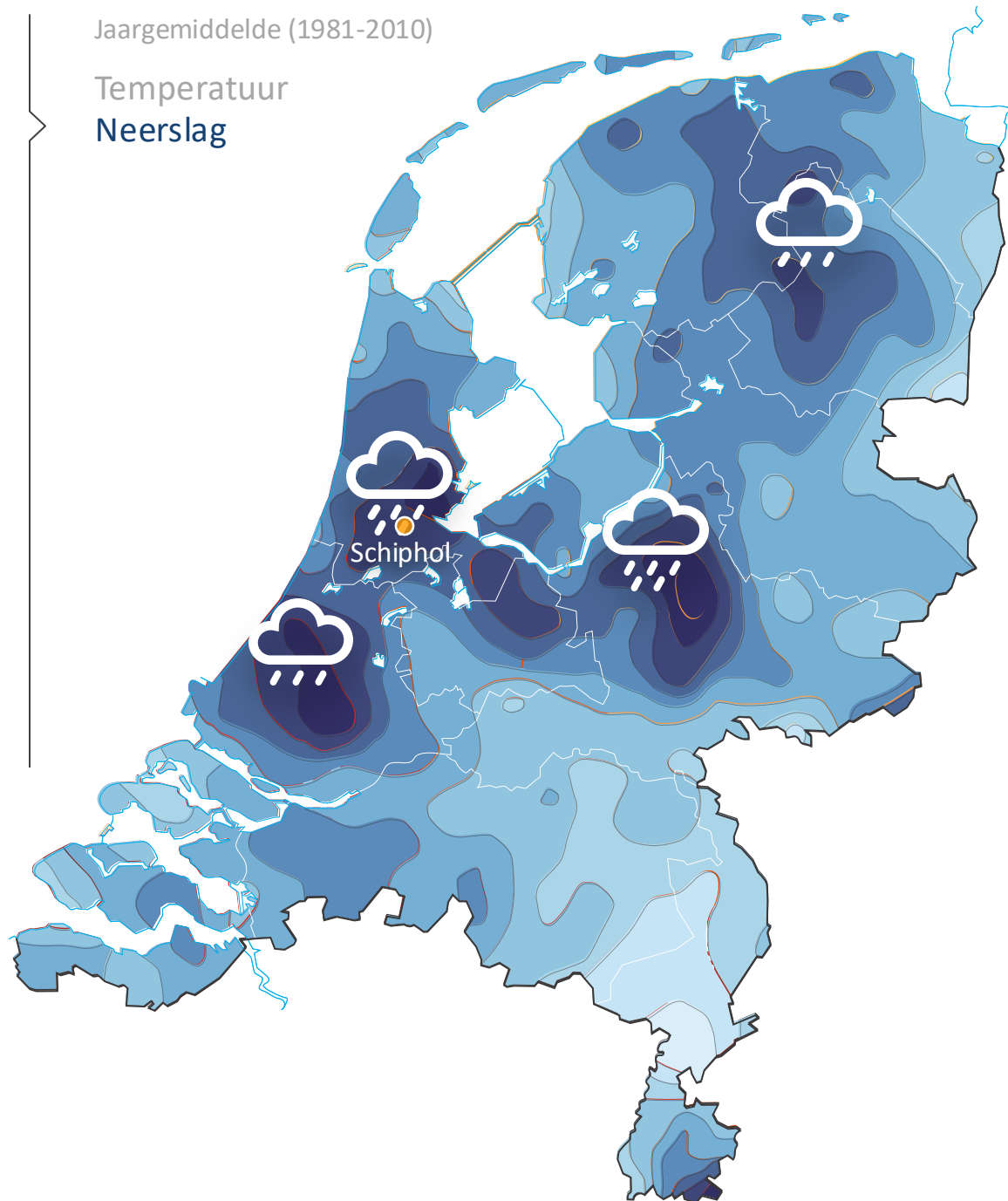


Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Jaargemiddelde (1981-2010)

Temperatuur
Neerslag



FACTS & FIGURES

voor klimaatadaptatie in de regio Amsterdam

De regio Amsterdam ziet de noodzaak voor een klimaatrobuuste inrichting. Daarvoor is inzicht nodig in de regionale klimaatverandering. Ook al is Nederland een klein land, het klimaat en de mogelijkheden voor aanpassing verschillen van West naar Oost en van Noord naar Zuid.

Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) heeft voor ons een aantal cijfers op een rijtje gezet en ons een inkijkje gegeven in de klimaatscenario's voor ons gebied. Het is een feit dat het klimaat in de laatste decennia al significant is veranderd en volgens de scenario's zet die verandering deze eeuw nog onverminderd door.

× Gemeente
× Amsterdam

metropool
regioamsterdam

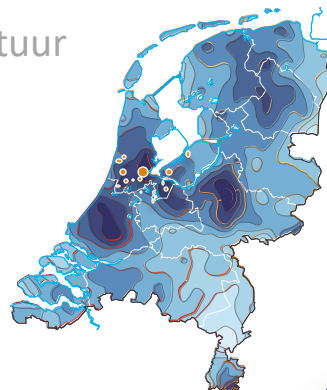
waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

waterschap
amstel gooi en vecht



Jaargemiddelde (1981-2010)

Temperatuur
Neerslag



KNMI neerslagstations:

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Metropoolregio Amsterdam

- | | | | |
|------------------|-------------------|--------------|-----------------------|
| 1 Amsterdam | 7 Wijk aan Zee | 13 Heemstede | 19 Loenen a/d Vecht |
| 2 Schellingwoude | 8 Zaandijk | 14 Hoofddorp | 20 Eemnes |
| 3 Marken | 9 Zaandam Hembrug | 15 Lijnden | 21 Laren |
| 4 Edam | 10 Assendelft | 16 Aalsmeer | 22 Oostvaardersdiep |
| 5 Westbeemster | 11 Overveen | 17 Weesp | 23 Lelystad |
| 6 Purmerend | 12 Zandvoort | 18 Abcoude | 24 Lelystad Eendenweg |

Dit is ons gebied

Deze presentatie betreft de regio Amsterdam. Binnen de regio werken verschillende samenwerkingsverbanden aan klimaatadaptatie. Onder de regio Amsterdam wordt het totale gebied bedoeld, dat wordt omsloten door de grenzen van de Metropoolregio Amsterdam en het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht.

Klimaatkaarten en -grafieken zijn gebaseerd op:
de representatieve KNMI neerslagstations binnen het gebied en
de temperatuurreeks van meteorologisch station Schiphol



De veranderingen in de toekomst zijn gebaseerd op:
De KNMI' 14-klimaatscenario's.





KNMI'14 KLIMAAT SCENARIO'S



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

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').

2050



2085



Na publicatie van deze scenario's in 2014, zijn de volgende ontwikkelingen gesignaleerd, die in nieuwe klimaatsscenario's (2021) worden meegenomen →

- Nieuw onderzoek met hogere schattingen voor zeespiegelstijging
- Buien lijken in intensiteit en omvang sterker toe te nemen

ONS KLIMAAT VERANDERT

EEN GEZAMENLIJKE UITGAVE VAN

Metropoolregio en Gemeente Amsterdam

Waternet en Waterschap Amstel Vecht en Gooi

FACTS & FIGURES

KNMI weer en klimaatdiensten

ONTWERP & REALISATIE

Erik Zeegers, Vormgeving.com

EINDREDACTIE

Bernadet Overbeek, KNMI

Rob Sluijter, KNMI

Janette Bessembinder, KNMI

MET BIJDRAGEN VAN

Rudmer Jilderda, Reinder Ronda, Jules Beersma, Ben Wichers Schreur,

Geert Lenderink, Bart van den Hurk, Sybren Drijfhout



KNMI, Weer- en klimaatdienstverlening



Temperatuur

Gemiddelde jaartemperatuur

Vorst dagen en zomerse dagen

Stedelijk warmte-eiland



Neerslag

Gemiddelde jaarneerslag

Aantal dagen met 10 mm of meer neerslag

Aantal wolkbreuken (> 25 mm in 1 uur)

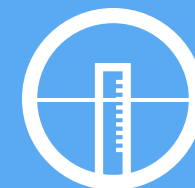
Neerslag in een half uur



Waterbalans

Uitleg waterbalans

Neerslagoverschot & neerslagtekort



Zeespiegel

Nieuwe inzichten

Case verleden



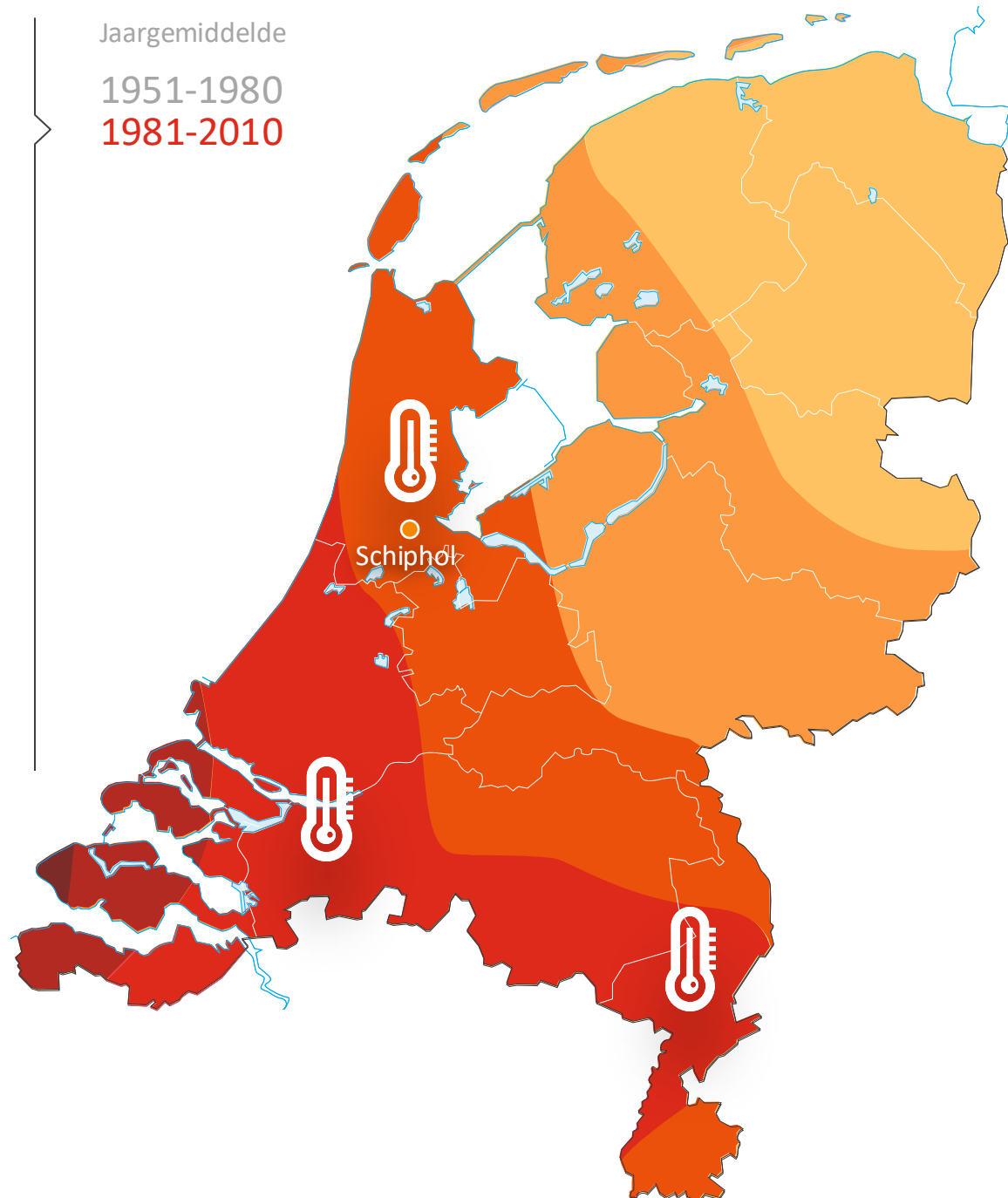
Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Jaargemiddelde

1951-1980

1981-2010



Temperatuur

Dat de temperatuur in Nederland is toegenomen, is goed te zien als de temperatuur in de periode 1981-2010 wordt vergeleken met die van 30 jaar eerder.

In de periode 1981-2010 was de jaargemiddelde temperatuur in Amsterdam 10,2° Celsius.
In de periode 1951-1980 was dat nog 9,4 Celsius.

Regionale verschillen

De gemiddelde jaartemperatuur vertoont landelijk gezien weinig variatie.
Gebieden waar de zon het langst schijnt en de invloed van de zee het grootst is, zijn gemiddeld iets warmer.

× Gemeente
× Amsterdam

metropool
regioamsterdam

waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

waterschap
amstel gooi en vecht

8,4

8,7

9,0

9,3

9,6

9,9

10,2

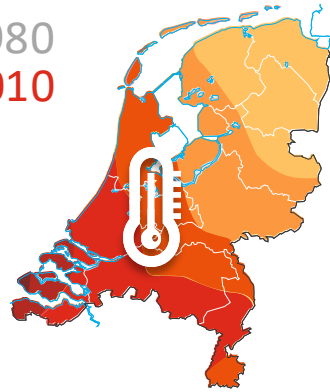
10,5

10,8

Jaargemiddelde

1951-1980

1981-2010

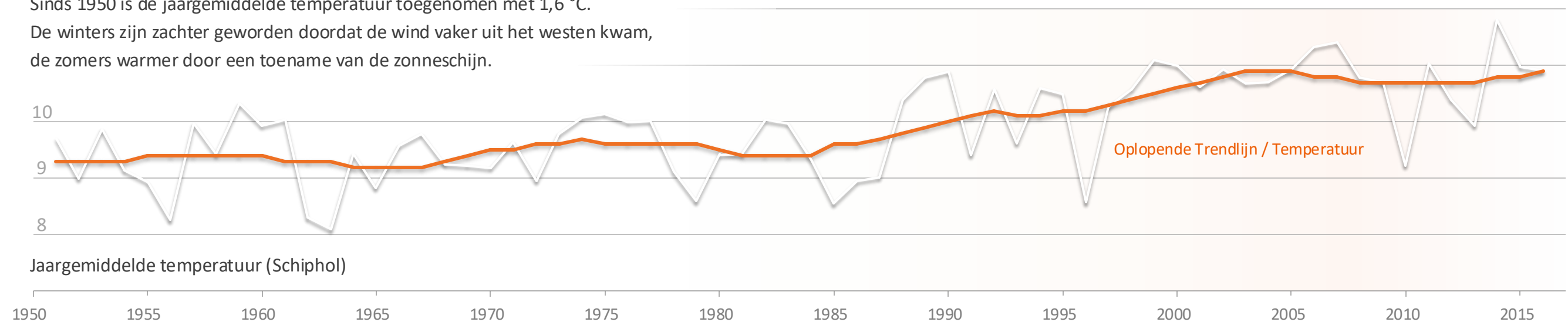


De regio Amsterdam is de afgelopen eeuw fors opgewarmd

Sinds 1950 is de jaargemiddelde temperatuur toegenomen met 1,6 °C.
De winters zijn zachter geworden doordat de wind vaker uit het westen kwam,
de zomers warmer door een toename van de zonneschijn.

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

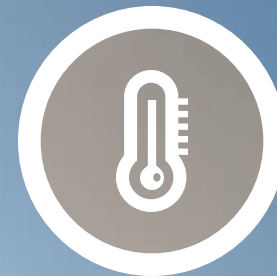
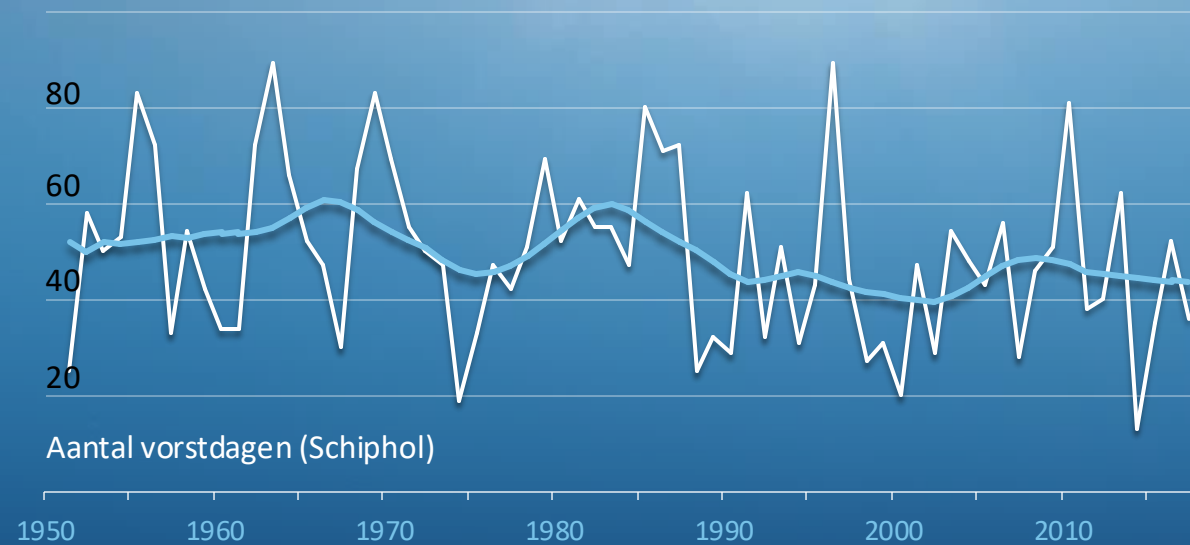
Zo vertoont de temperatuur een stijgende trend, met forse schommelingen van jaar tot jaar. Ook in andere klimaat-reeksen, zoals bijvoorbeeld die van neerslag is duidelijk een trend zichtbaar 'bovenop' de grote jaarlijkse variatie.





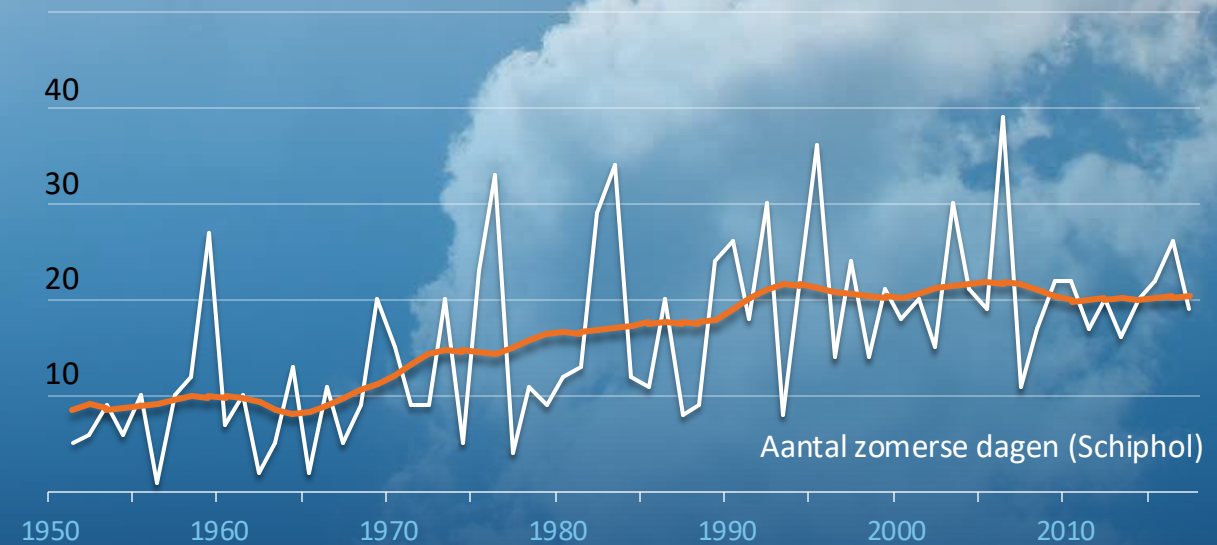
Minder vorstdagen

Door de opwarming van ons klimaat neemt het aantal vorstdagen gestaag af. Hiermee samenhangend wordt de kans op een Elfstedentocht steeds kleiner.



Meer zomerse dagen

Het jaarlijkse aantal zomerse dagen laat juist een stijgende trend zien. De kans op een hittegolf wordt steeds groter.



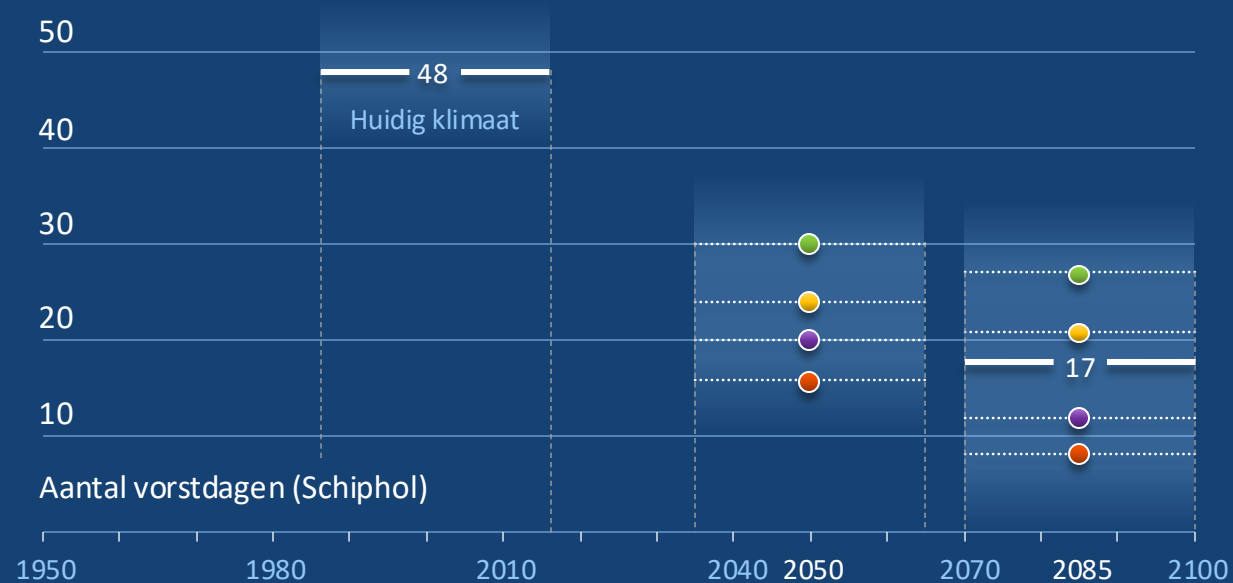


KNMI'14 KLIMAAT SCENARIO'S



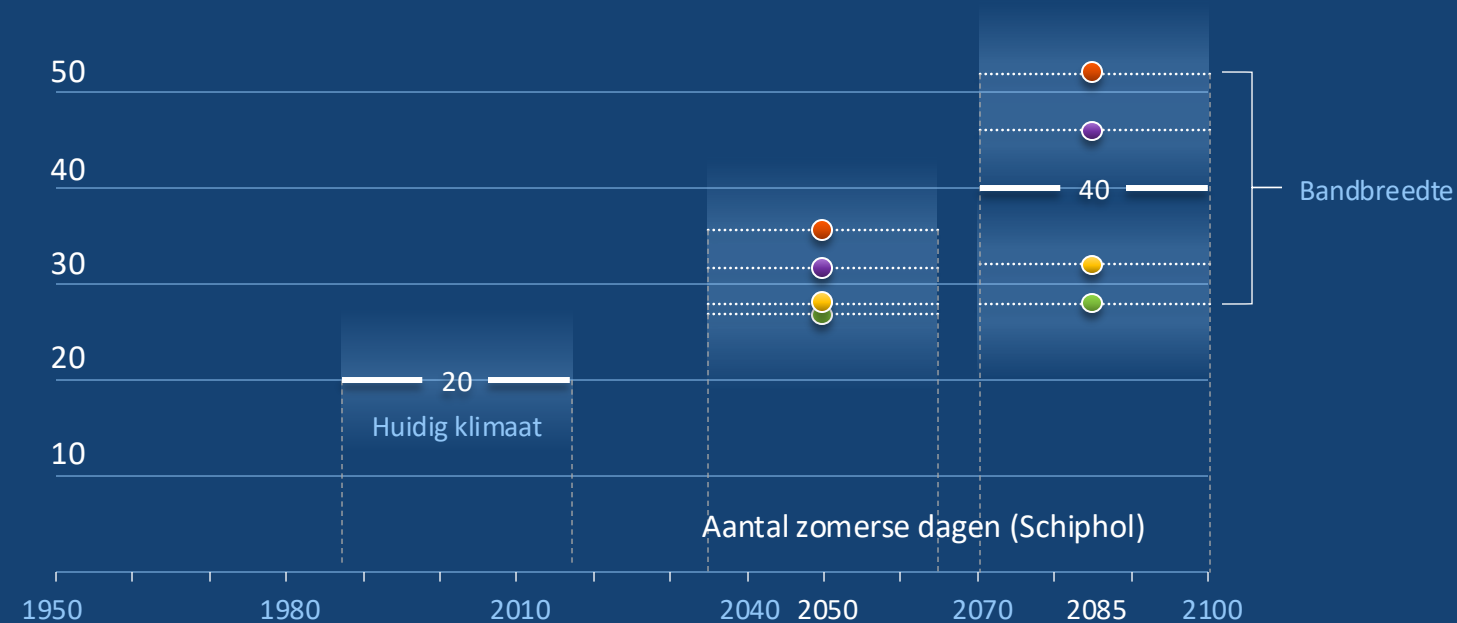
Nog minder vorstdagen

Het gemiddeld aantal vorstdagen halveert in de toekomst:
van 48 dagen nu naar zo'n 17 dagen rond 2085



Nog meer zomerse dagen

Het gemiddeld aantal zomerse dagen verdubbelt:
van 20 dagen nu naar zo'n 40 dagen rond 2085





+4.5°C

OOSTERDOKSKADE:
veel water, hoge gebouwen in
verhouding tot breedte van de straat

+5.5°C

OUDEZIJDSEVOORBURGVAL:
weinig groen, middelhoge gebouwen in
verhouding tot breedte van de straat

+6°C

RAPHAELSTRAAT:
weinig groen, zeer hoge gebouwen in
verhouding tot breedte van de straat

STEDELIJK WARMTE EILAND



In steden en dorpen is het gemiddeld warmer dan op het platteland. Dit wordt het stedelijk warmte-eiland genoemd. Het effect is 's nachts 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 warmte-eiland verschillen overdag en 's nachts.

Overdag wordt in steden weinig zonnewarmte gebruikt voor verdamping, doordat het oppervlak erg droog is. Daardoor blijft veel energie over voor het opwarmen van de lucht. Veel zonnewarmte wordt ook opgenomen door stenen en asfalt.

's Nachts is het stedelijk warmte-eiland meestal het sterkst en wordt het veroorzaakt door de langzame afgifte van de overdag opgeslagen warmte. Verder wordt in steden (vooral 's winters) veel energie gebruikt waardoor veel warmte uit

schoorstenen en gebouwen vrijkomt, die de stad extra opwarmt. Vooral ouderen en mensen met luchtwegaandoeningen of hart- en vaat-ziekten blijken gevoelig voor extreme warmte.

Ook binnen de stad bestaan verschillen in stedelijk warmte-eiland effect, afhankelijk van de lokale hoeveelheid groen en bebouwing. Binnen Amsterdam kan daardoor een verschil van 1,5 C ontstaan.

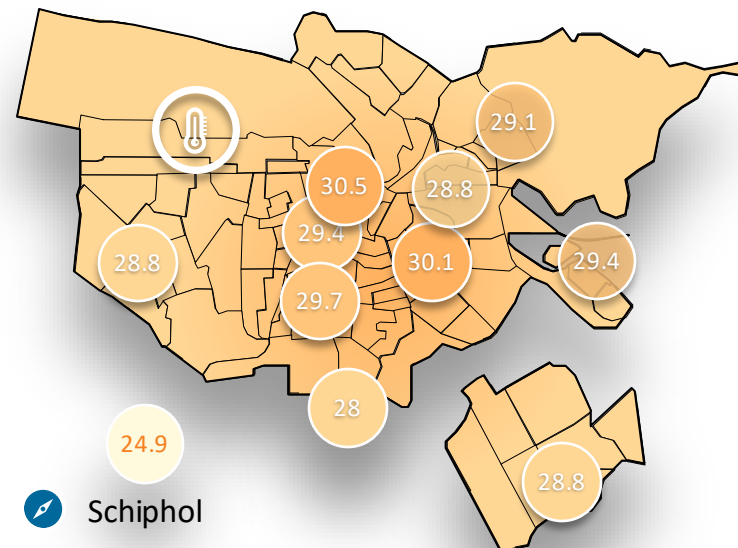
Bron: The urban heat island effect of Amsterdam
Observations and models in 2014 and projections of the future urban climate.
MSc thesis Wageningen University, W.W.J. (Willem) van der Pas, 2015.
Available online as <http://edepot.wur.nl/351070>

20.06.2006

Klimaatscenario

Nachtelijke hittestress Amsterdam

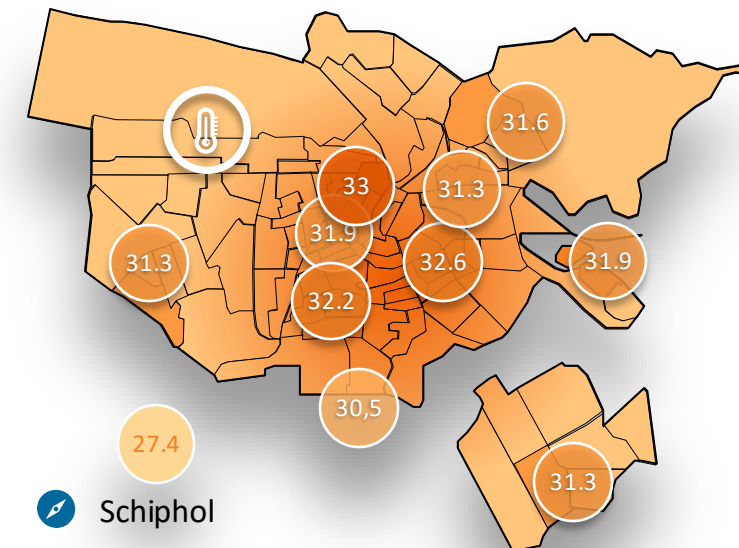
Stedelijk warmte-eiland in Amsterdam tijdens hittegolf 2006



2006 staat te boek als het recordjaar voor hitte, met alleen al in de maand juli 26 zomerse dagen. De kaart toont de temperatuur middernacht op 20 juli 2006. De temperatuur was in de stad zo'n 4-6 °C hoger dan in het buitengebied (Schiphol).

Bronnen: The urban heat island effect of Amsterdam
Observations and models in 2014 and projections of the future urban climate.
MSc thesis Wageningen University, W.W.J. (Willem) van der Pas, 2015.

2050 WH

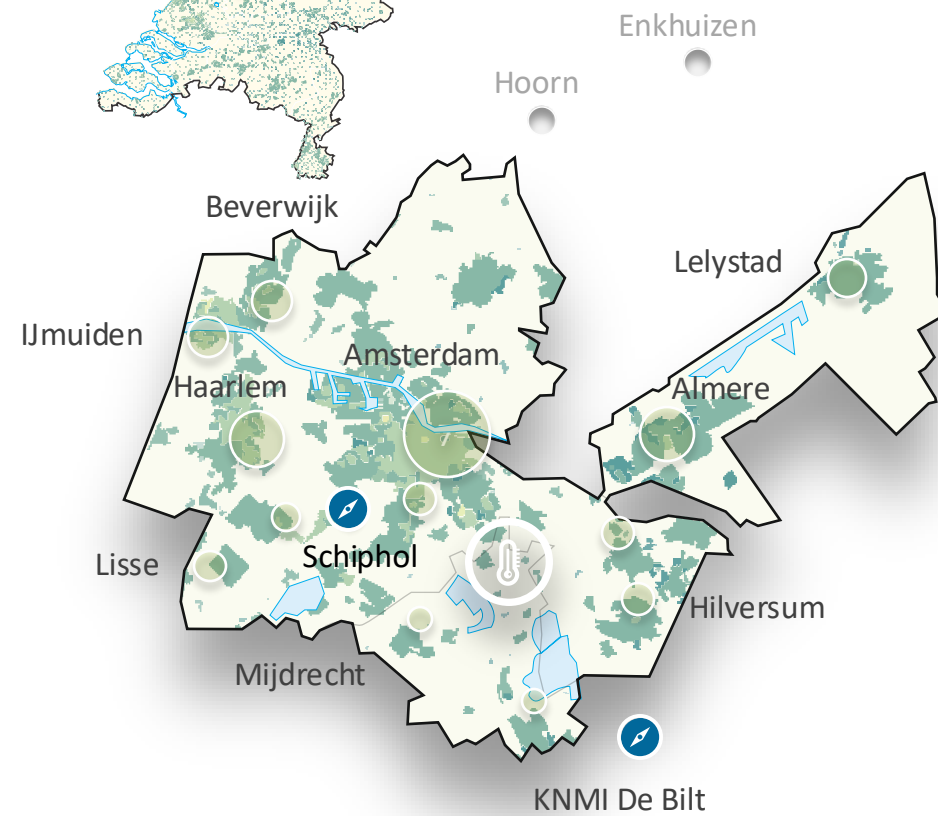


In de toekomst nemen de temperaturen tijdens een hittegolf door klimaatverandering toe. De hittegolf van 2006 vertaald naar 2050 met het warmste scenario, wordt nog eens zo'n 2,5 °C warmer, binnen en buiten de stad.

A diagnostic equation for the daily maximum urban
heat island effect for cities in northwestern Europe.
Theeuwes, N.E., et al., 2017. int. J. Climatol. 37

groenmonitor.nl

1981-2010

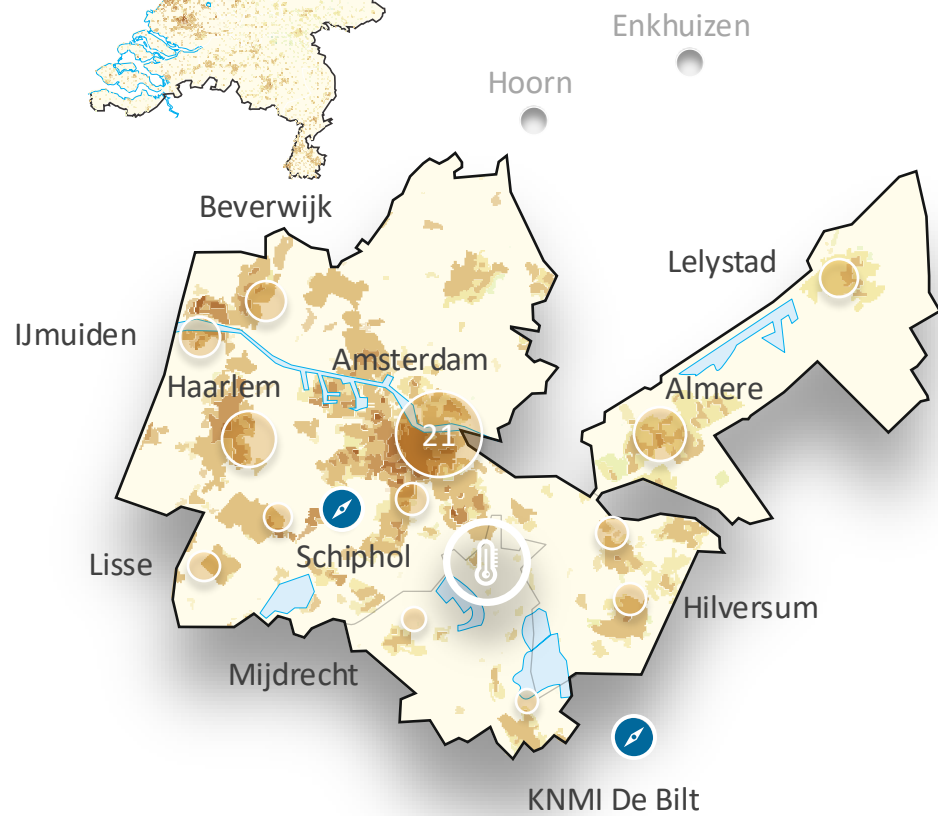


Jaarlijks aantal ‘tropisch’ warme nachten boven 20°C

Bron: Klimateffectatlas.nl en Wageningen University & Research

Klimaatscenario

2050 WH



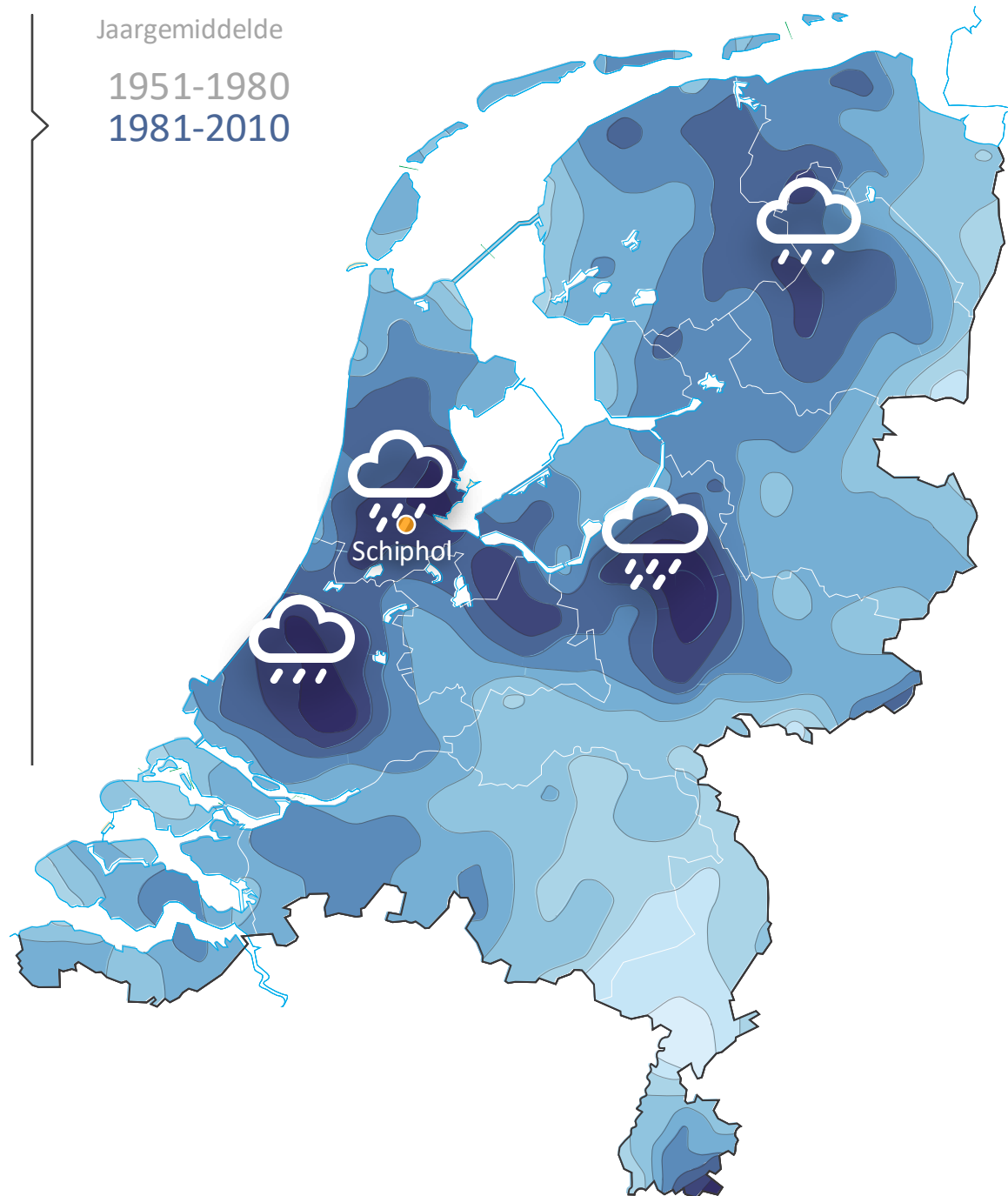
In het huidige klimaat komen er jaarlijks tot zo’n 7 tropische nachten voor in de bebouwde kom van de regio Amsterdam. Rond 2050 zal dat volgens het hoogste scenario oplopen tot zo’n 3 weken per jaar in de dichtst bebouwde gebieden.



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Jaargemiddelde
1951-1980
1981-2010



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 30 jaar geleden.

In de periode 1981-2010 viel er jaarlijks in Amsterdam gemiddeld 897 mm neerslag.
In de periode 1951-1980 was de gemiddelde neerslag nog 800 mm.

Regionale verschillen

In de buurt van grote steden in het westen van Nederland, zoals Amsterdam, valt de meeste neerslag. Mogelijke oorzaak is de warmere lucht in steden, die zorgt voor meer stijgbewegingen, in combinatie met meer fijne deeltjes in de lucht waar waterdruppels zich op af zetten. Later in het jaar draagt ook de invloed van het warme zeewater bij aan het ontstaan van meer neerslag in het westen van Nederland.

× Gemeente
× Amsterdam

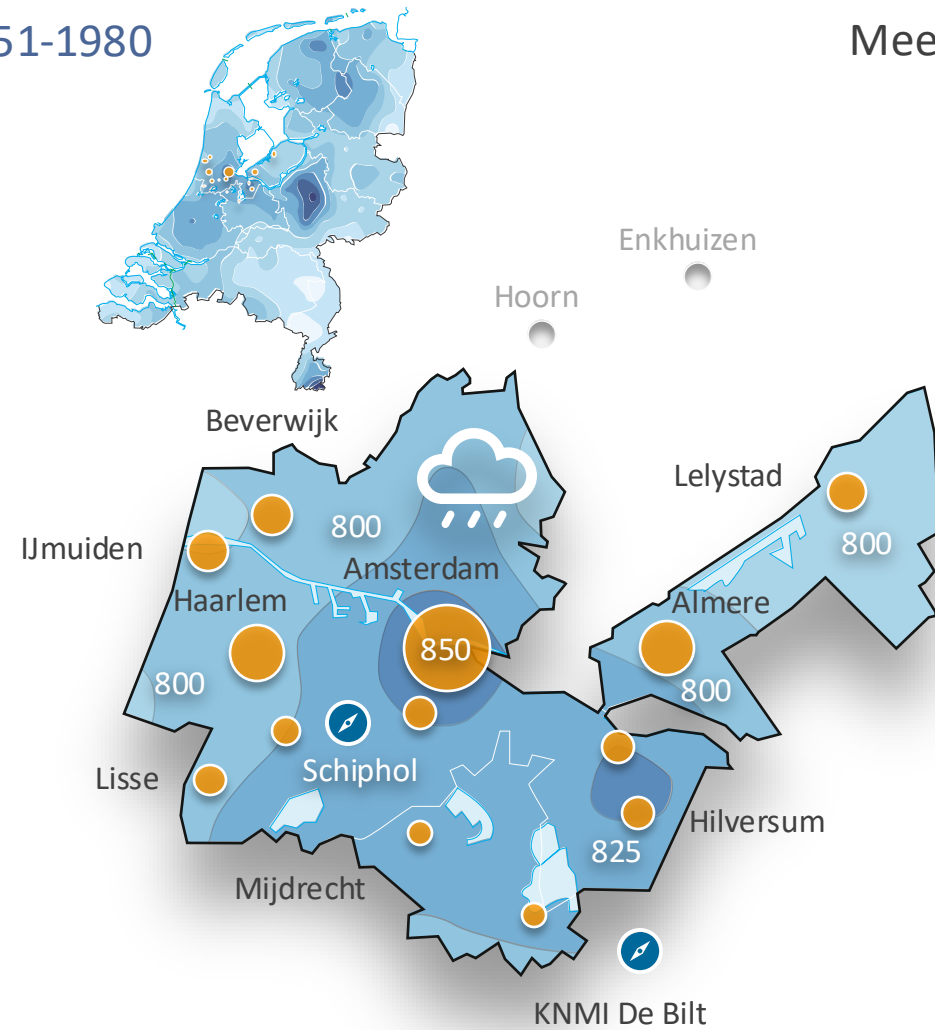
metropool
regioamsterdam

 waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

 waterschap
amstel gooi en vecht

1951-1980

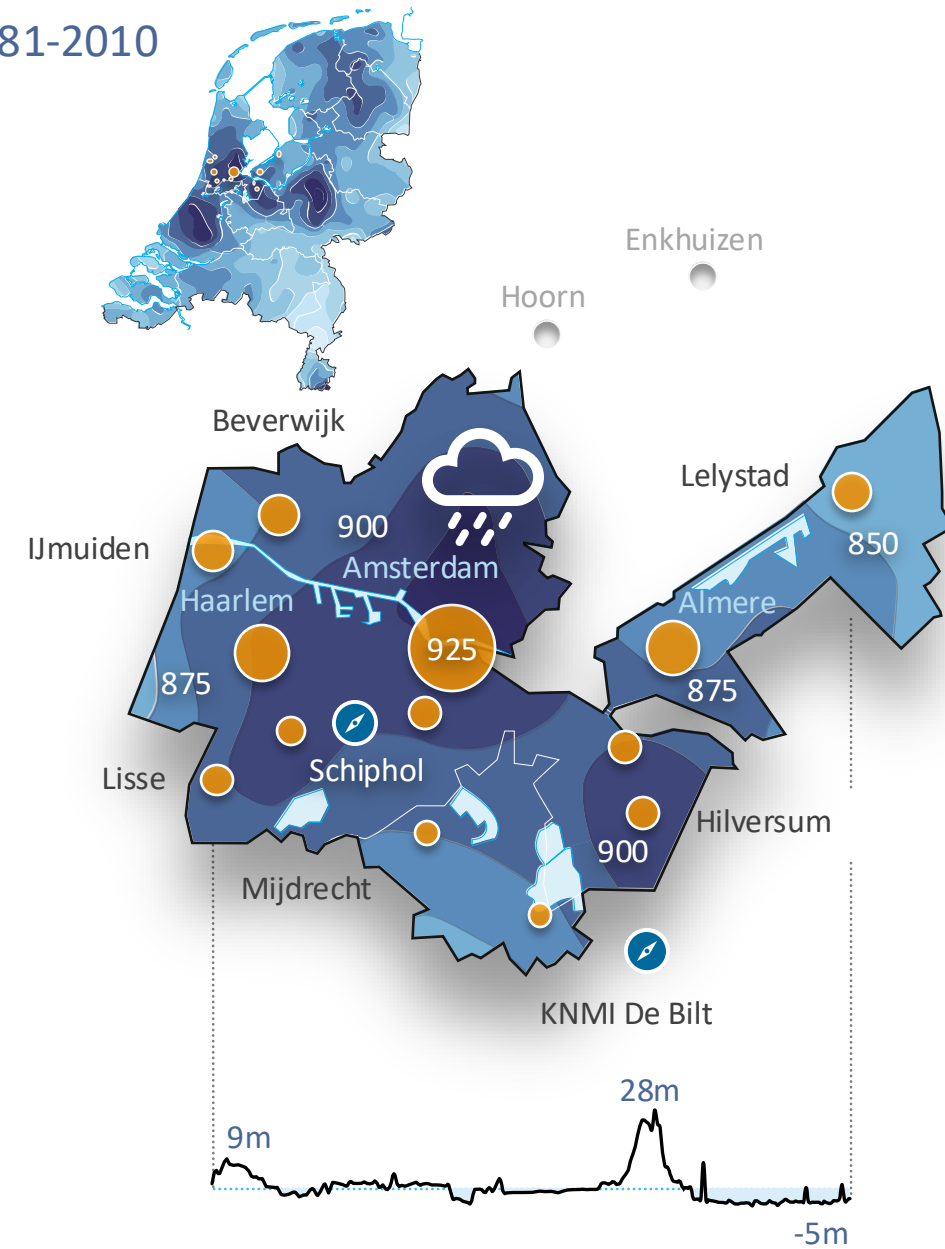
Meer neerslag



Gemiddelde hoeveelheid
neerslag per jaar in mm

Bron: KNMI / Noordhoff

1981-2010

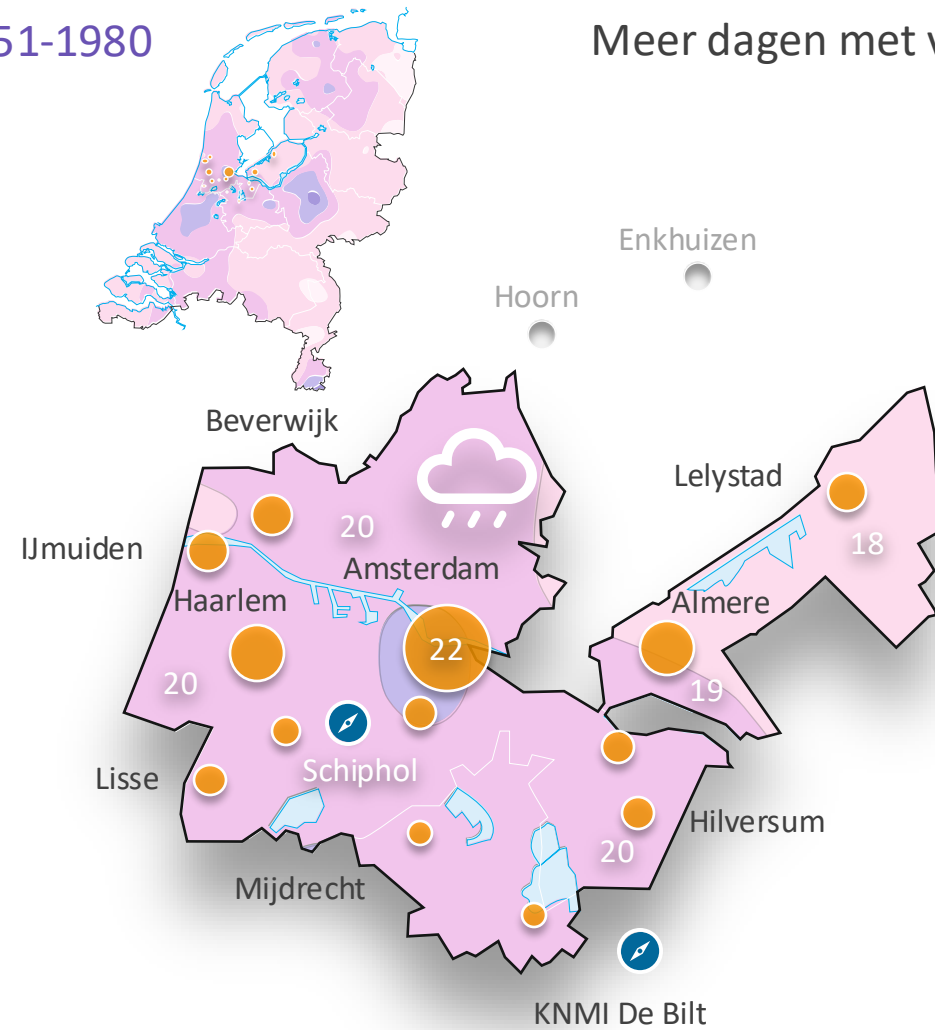


Hoogteprofiel: IJmuiden - Blaricum - Lelystad

West > Oost (80km)

1951-1980

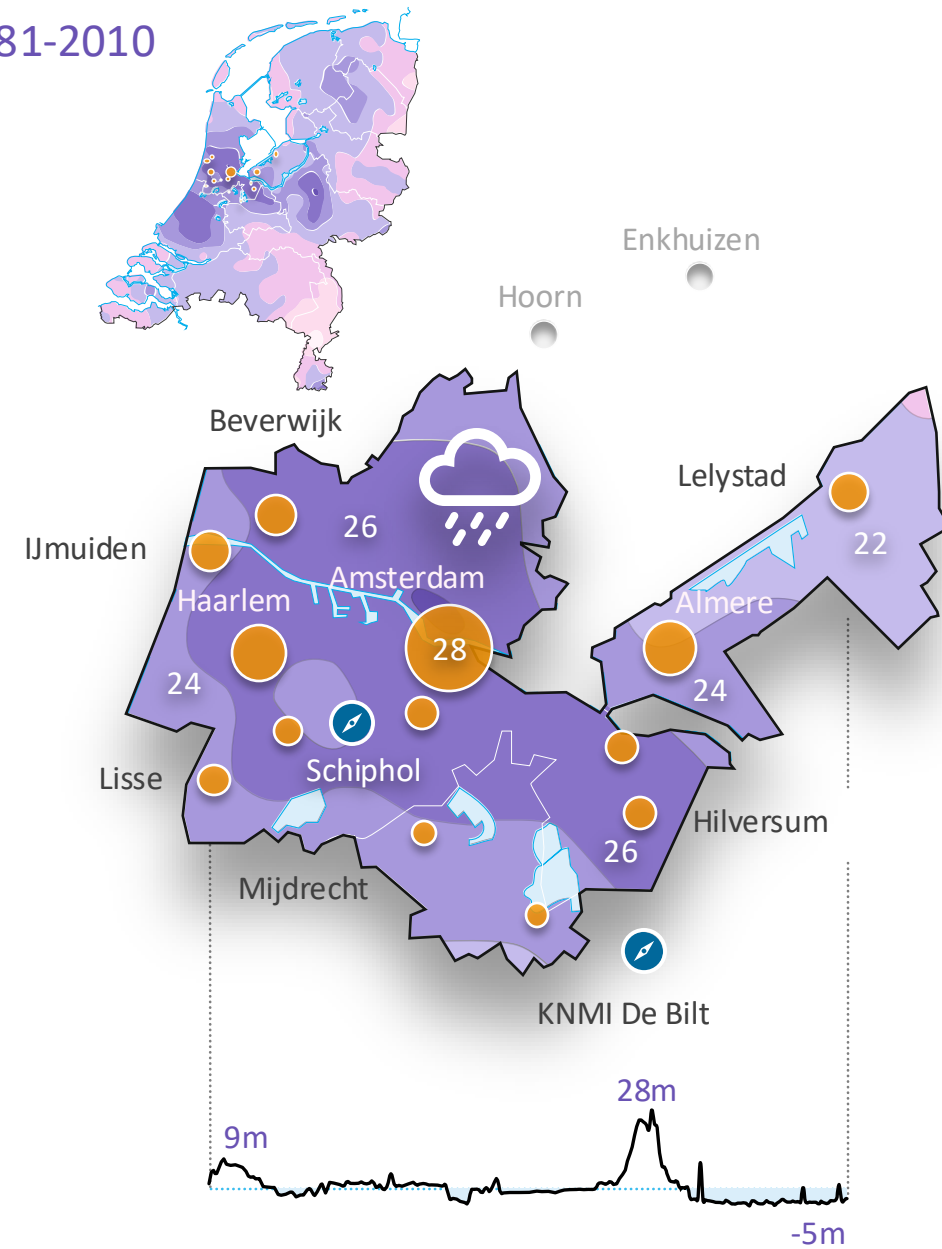
Meer dagen met veel regen



Aantal dagen met 10mm of meer neerslag per jaar

Bron: KNMI / Noordhoff

1981-2010



Hoogteprofiel: IJmuiden - Blaricum - Lelystad

West > Oost (80km)

Waar de bui precies valt, berust op toeval

De kaart laat een grillige verdeling van het aantal wolkbreuken in de periode 2008-2016 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.

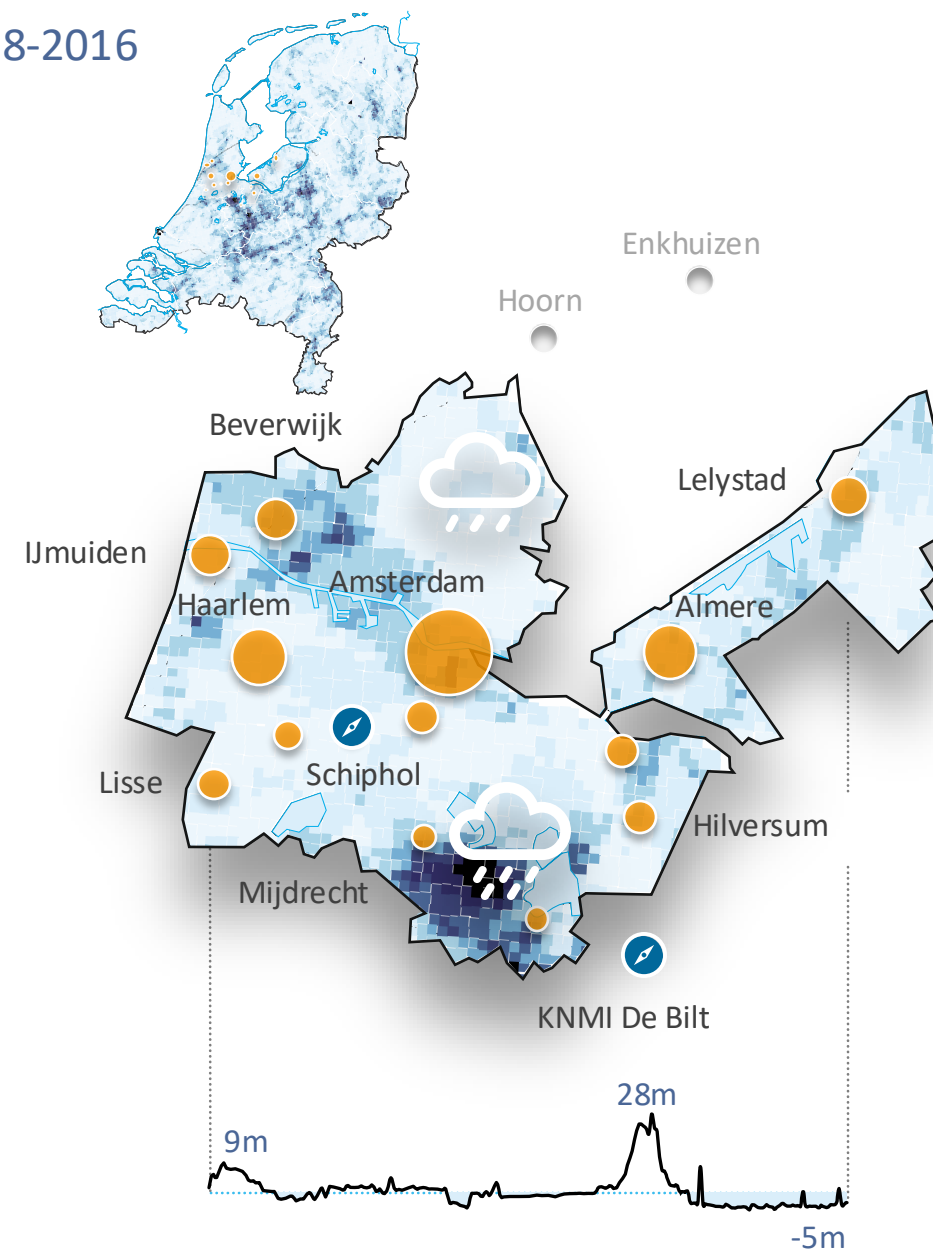
Voor de kans op optreden van kortdurende, hevige buien kunnen geen regionale verschillen worden aangetoond.

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

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

Wolkbreuken

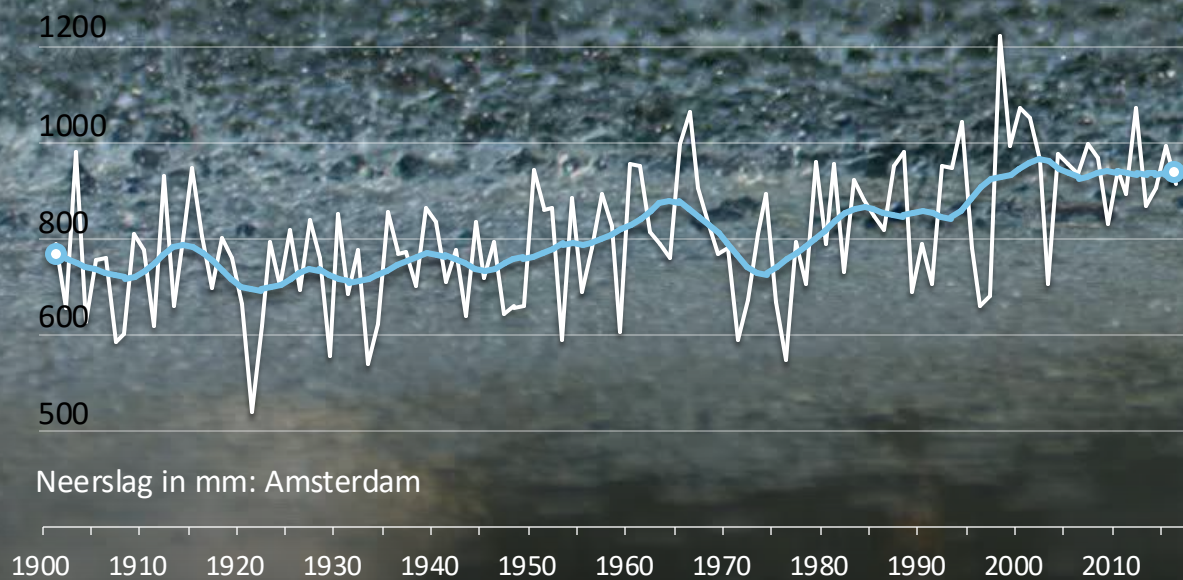
2008-2016



Hoogteprofiel: IJmuiden - Blaricum - Lelystad

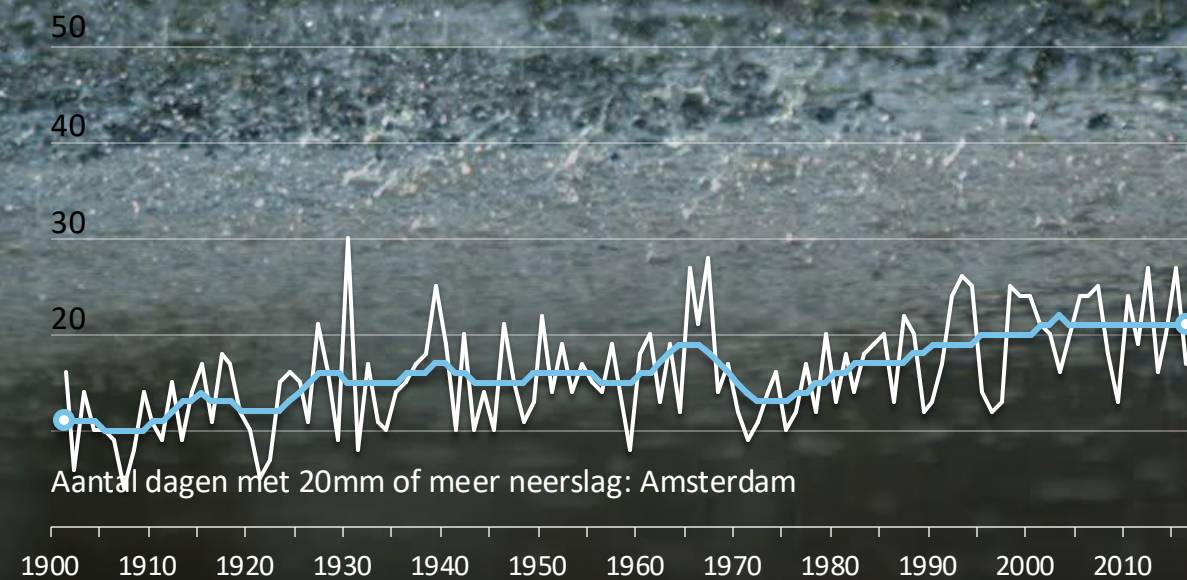
West > Oost (80km)

STEEDS MEER NEERSLAG



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

Sinds 1901 nam de jaarlijkse hoeveelheid neerslag in de regio Amsterdam daarbij toe met 25 procent, van gemiddeld 768 mm naar 933 mm.



STEEDS MEER NEERSLAG

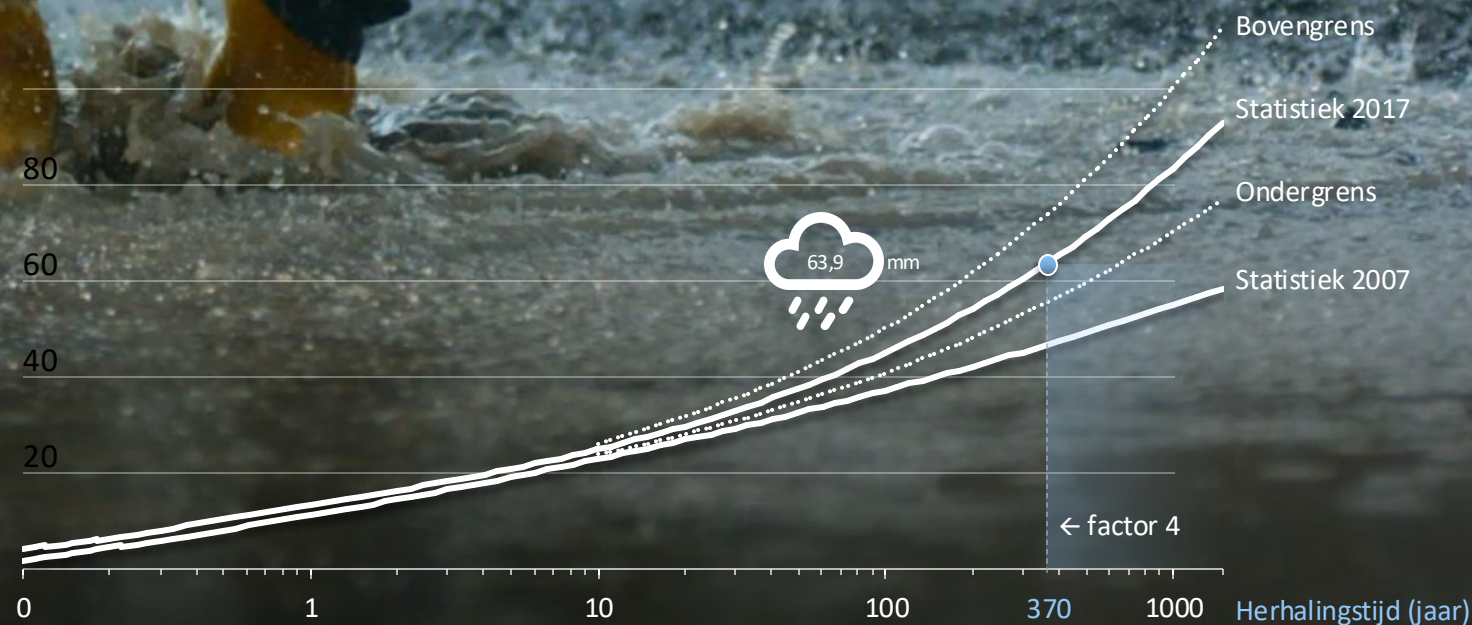


Zware buien komen
nu al vaker voor en zijn
heviger geworden

De grafiek laat de neerslag in 30 minuten zien, voor verschillende
herhalings tijden op basis van de metingen (statistiek uit 2007 en 2017) →

Bron: KNMI / HKV / STOWA 2018-12 Neerslagstatistiek korte duren en regionale spreiding

Als voorbeeld, is in de grafiek de hoogste waargenomen neerslag in Nederland in een half uur tijd ingetekend. Dat was 63,9 mm op 28 juli 2014. Volgens de oude statistiek kwam een dergelijke hoeveelheid minder dan eens in de 1500 jaar voor op een willekeurige plek in ons land. Volgens de nieuwe statistiek eens in de 370 jaar. Dat is ongeveer 4 keer zo vaak.

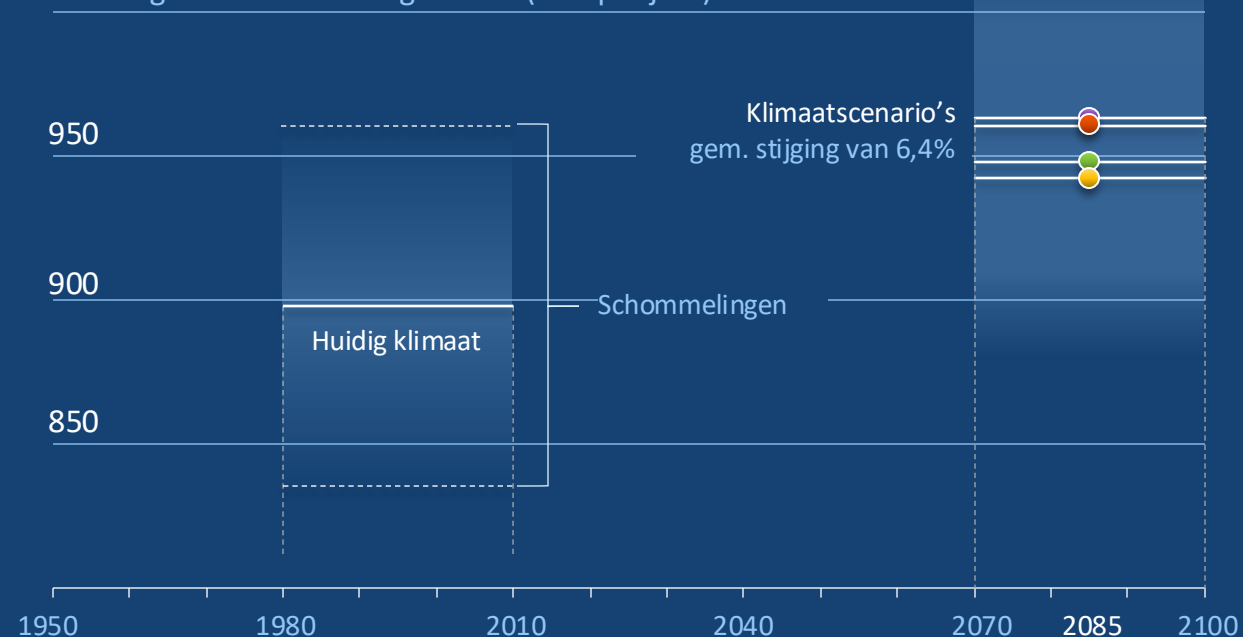




KNMI > 2085 NOG MEER EN VAKER HEVIGE REGEN

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.

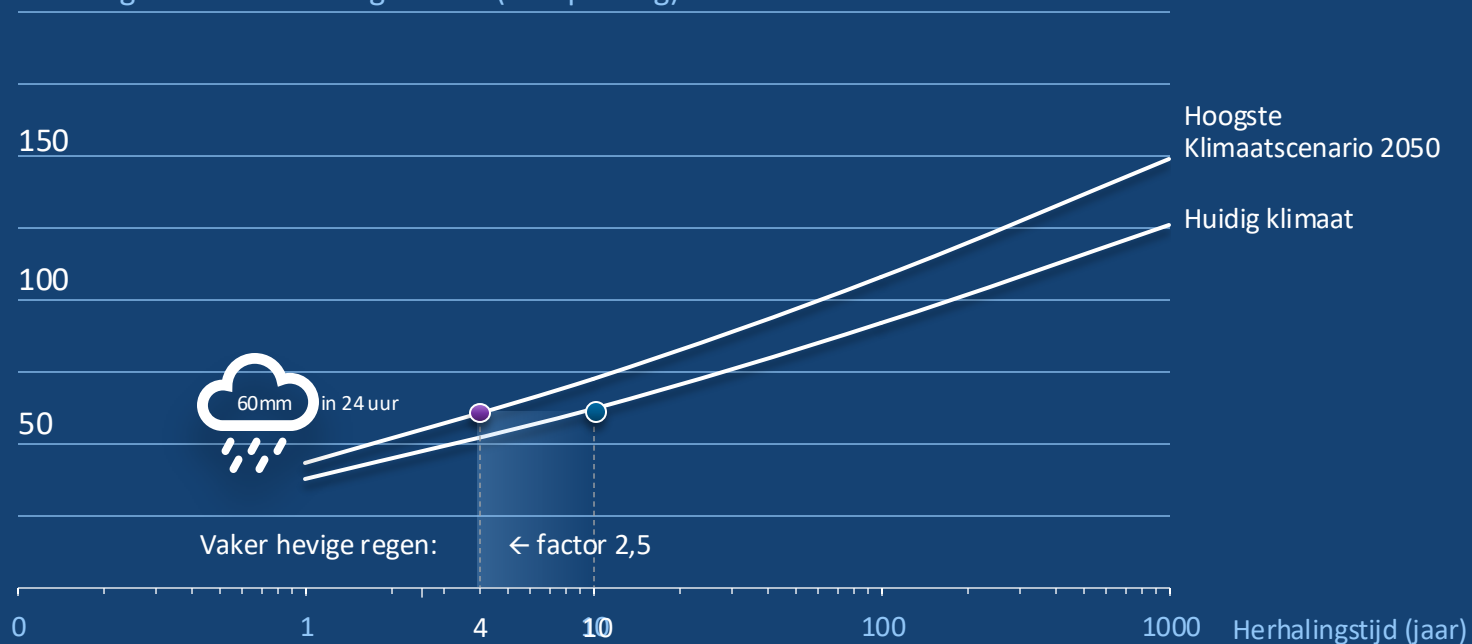
Neerslag in Amsterdam regio West (mm per jaar)



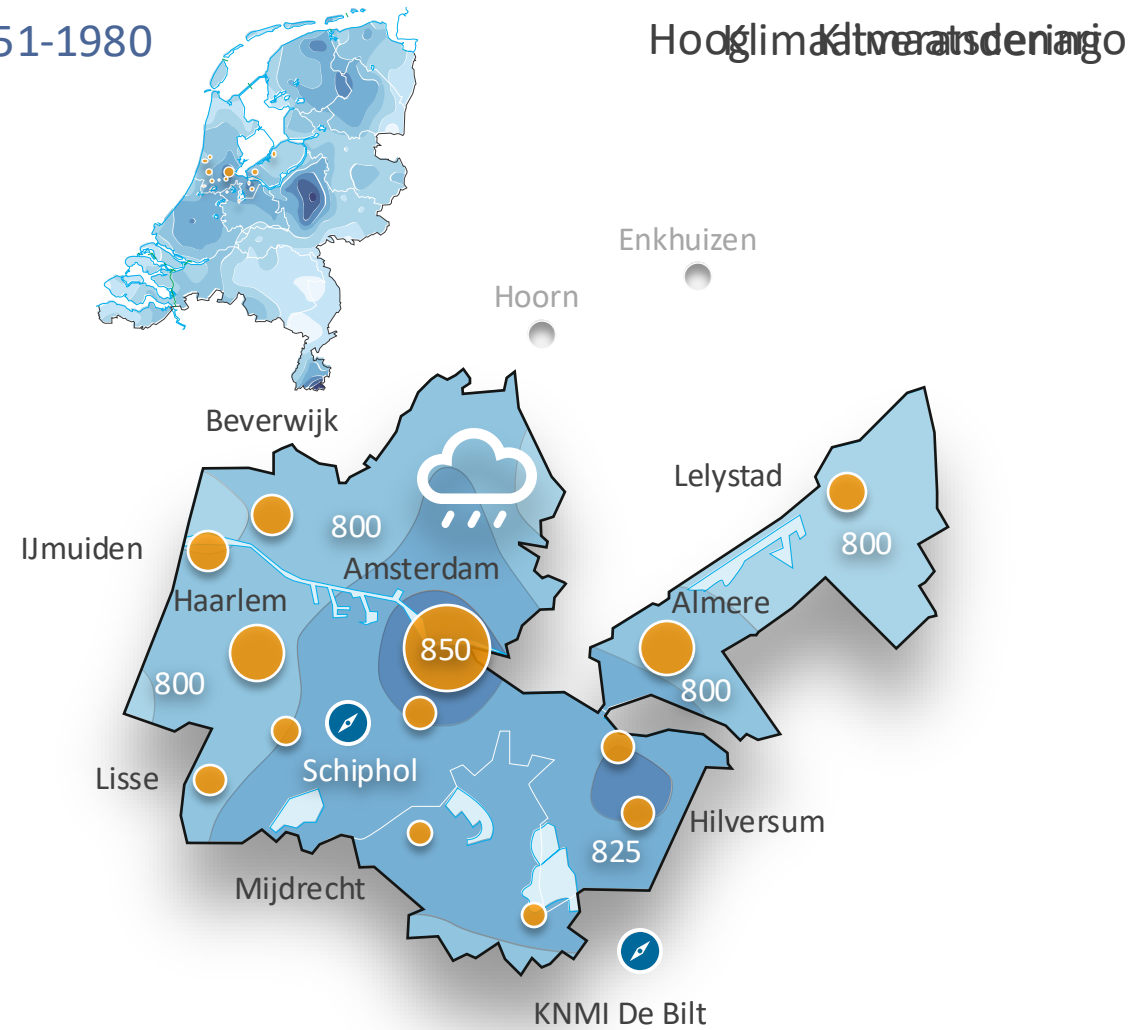
De toename van de neerslag komt vooral doordat bij een opwarmend klimaat de hoeveelheid waterdamp in de lucht toeneemt. De mogelijke afname in de zomer hangt samen met de aanvoer van drogere lucht uit het oosten en zuiden.

De kans dat het vaker en heviger gaat regenen (60mm in 24uur) neemt fors toe.

Neerslag in Amsterdam regio West (mm per dag)



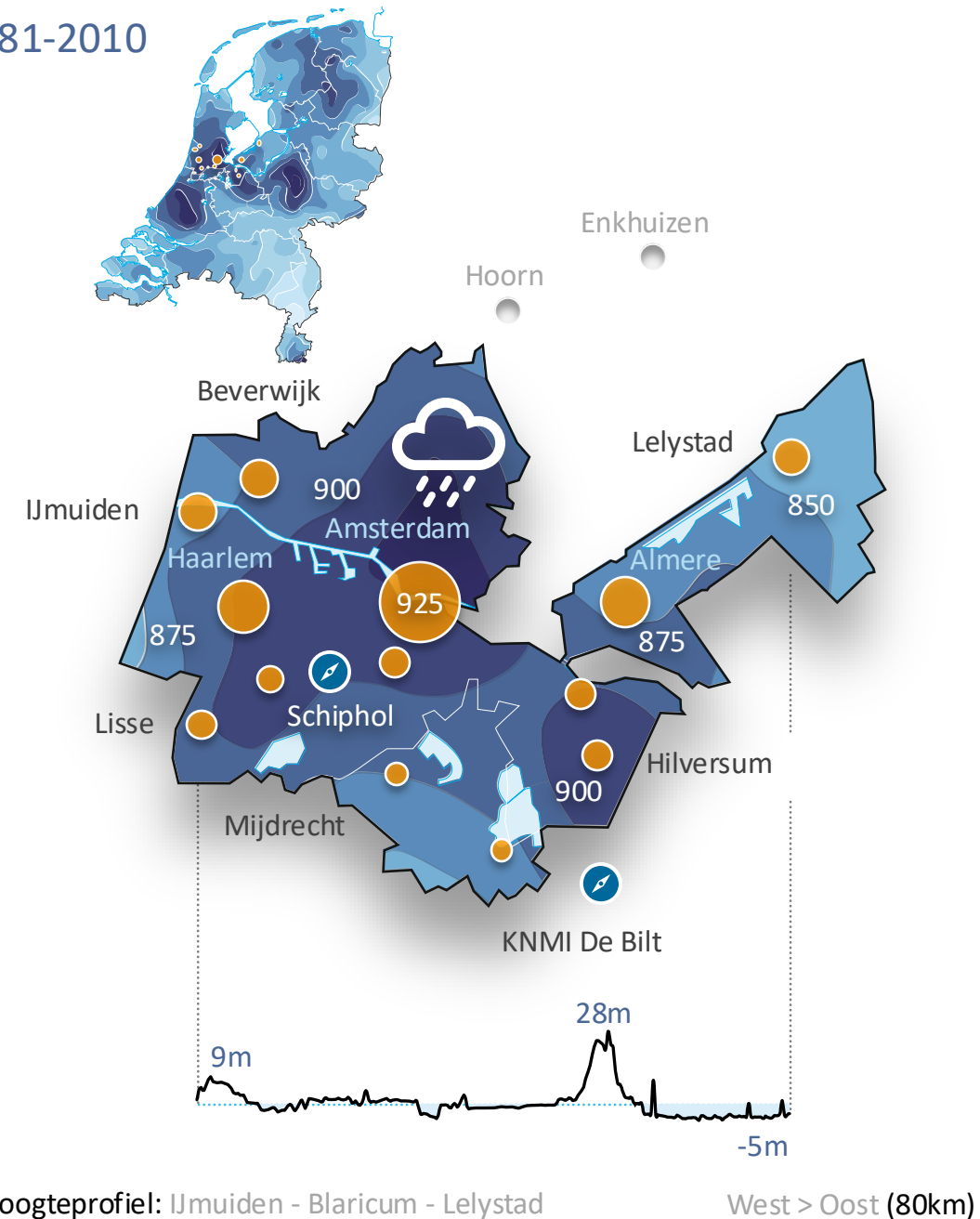
1951-1980



Gemiddelde hoeveelheid
neerslag per jaar in mm

Bron: KNMI / Noordhoff

1981-2010



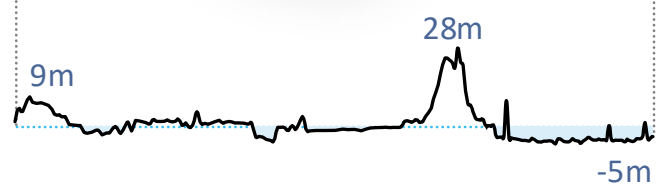
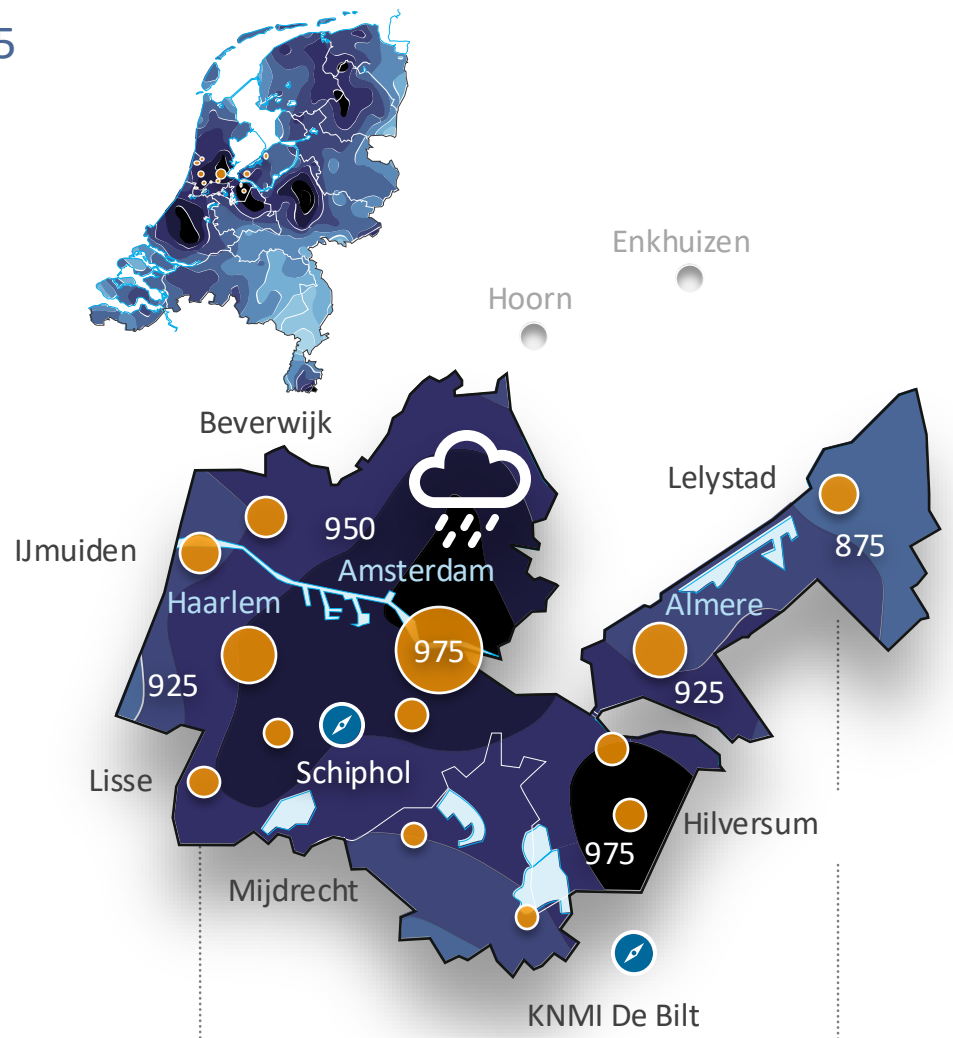
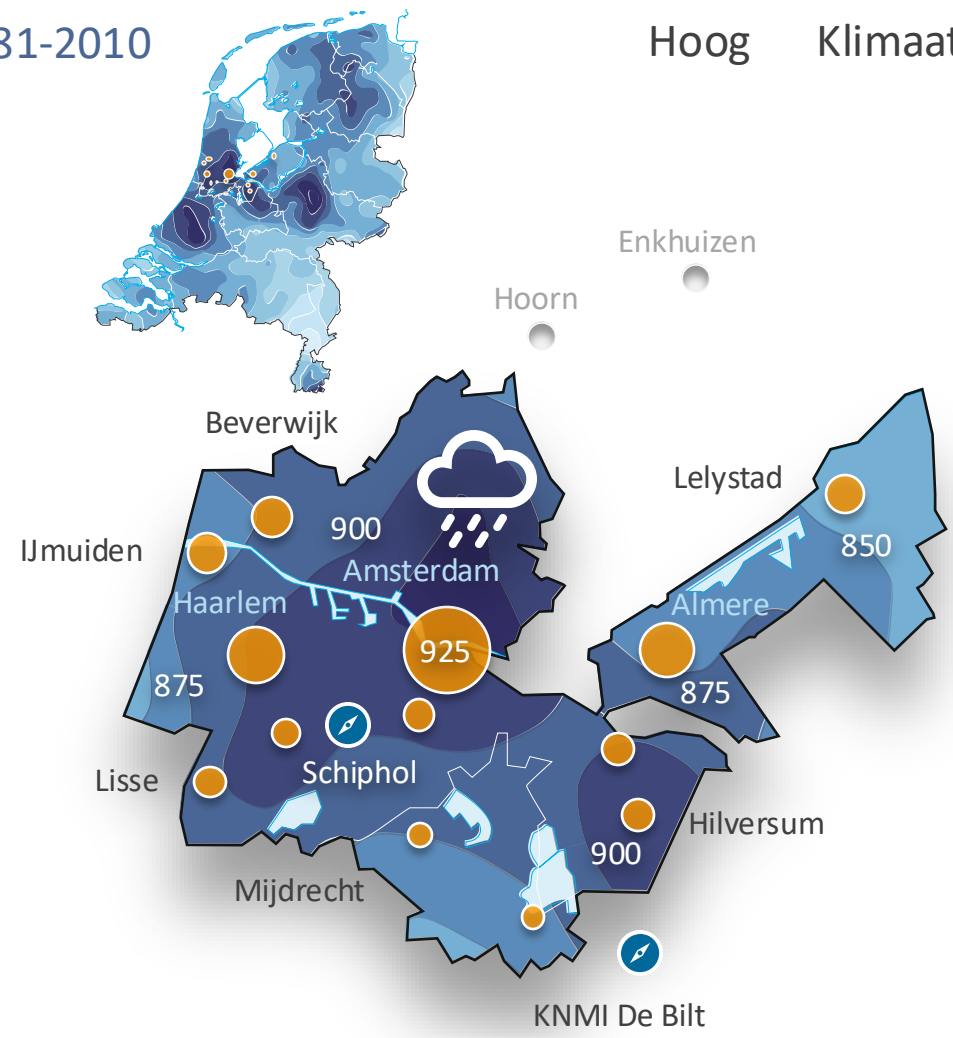
1981-2010

Hoog Klimaatscenario

2085

Gemiddelde hoeveelheid
neerslag per jaar in mm

Bron: KNMI / Noordhoff



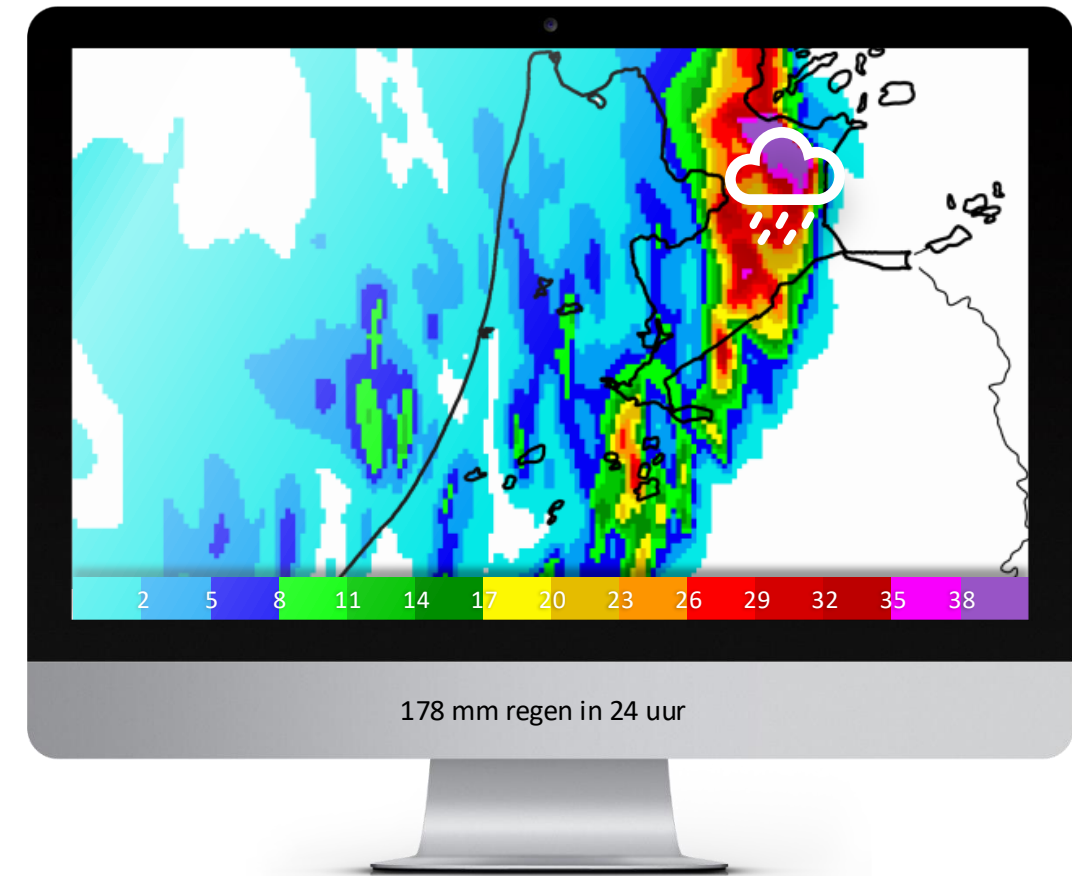
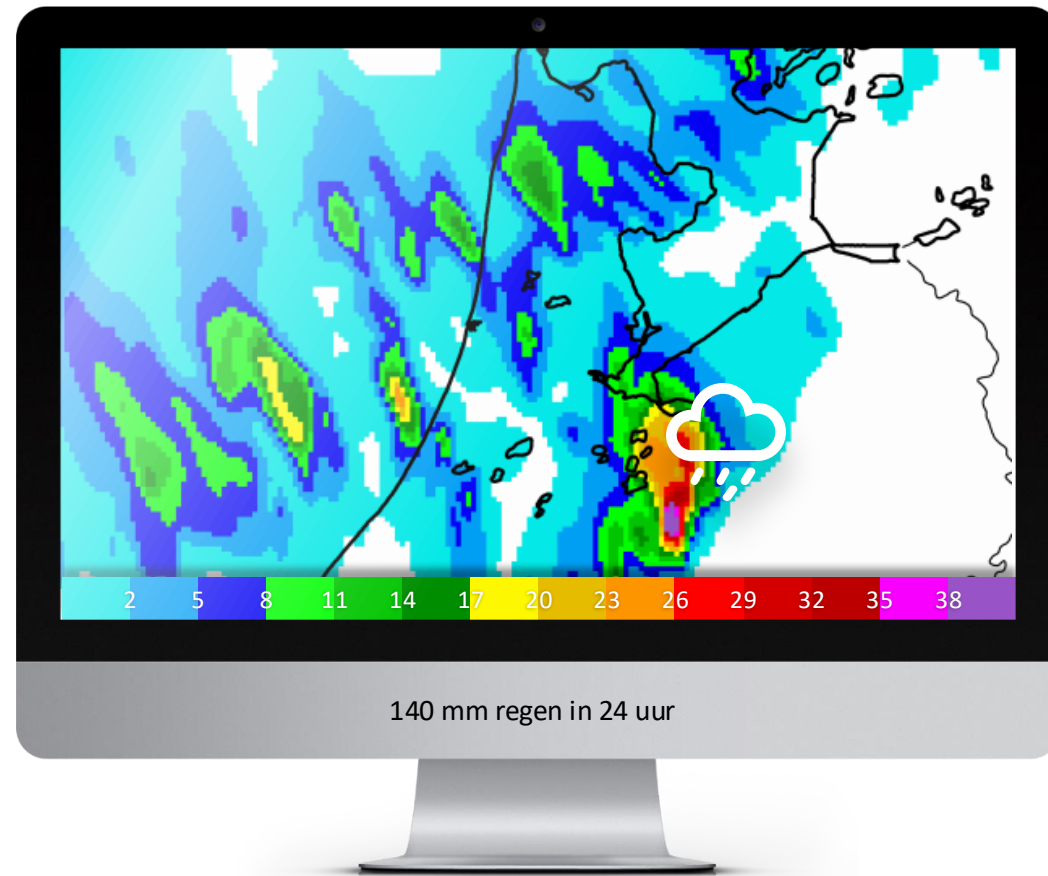
Hoogteprofiel: IJmuiden - Blaricum - Lelystad

West > Oost (80km)

28.07.2014

Klimaatscenario

2°C warmer



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. De extreme neerslag op 28 juli 2014 (links), en de vertaling van de situatie naar een 2°C warmer klimaat (rechts).

Toegepast op de situatie van 28 juli 2014, het moment waarop de bui in Amsterdam het heftigste was. De totale hoeveelheid neerslag neemt in dit voorbeeld in een 2 graden warmer klimaat met 27 % toe!
Het volledig beeld van het toekomstig weer dat zo is verkregen maakt gedetailleerd onderzoek naar de ontwrichtende gevolgen van extreem weer mogelijk.

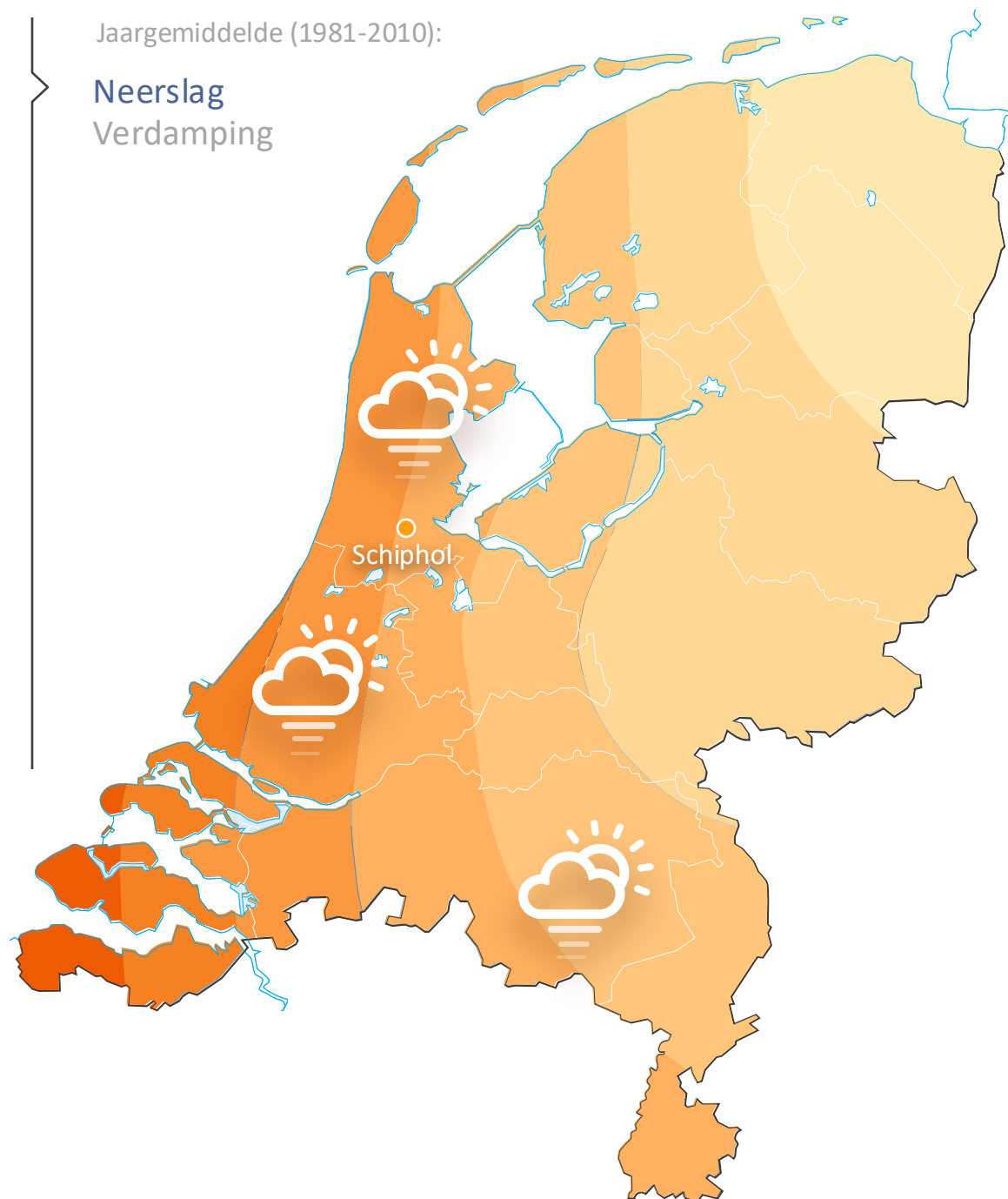


Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Jaargemiddelde (1981-2010):

Neerslag
Verdamping



Waterbalans

De waterbalans is het verschil tussen neerslag en verdamping.

Een positief verschil resulteert in een neerslagoverschot.
Een negatief verschil resulteert in een neerslagtekort.

Een neerslagoverschot/tekort heeft gevolgen voor grondwaterstanden, zoute kwel en bodemdaling.

× Gemeente
× Amsterdam

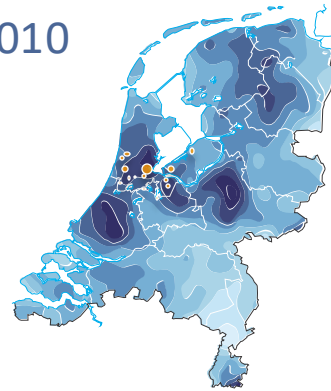
metropool
regioamsterdam

 waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

 waterschap
amstel gooi en vecht

Jaargemiddelde

1981-2010

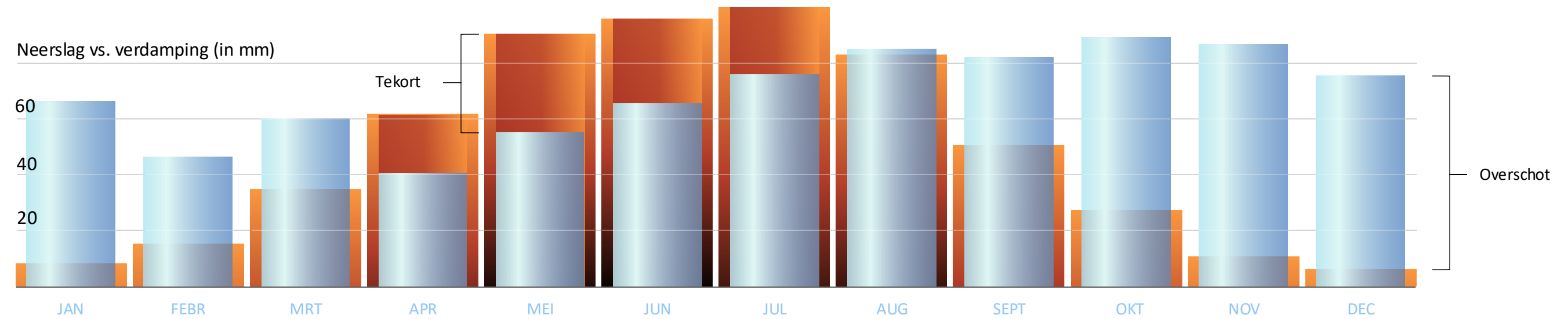


Neerslag

1981-2010



Verdamping



Neerslagoverschot

In Nederland valt er gemiddeld over het jaar meer neerslag dan er verdampt (het neerslagoverschot). In de regio Amsterdam is dit overschot relatief groot.

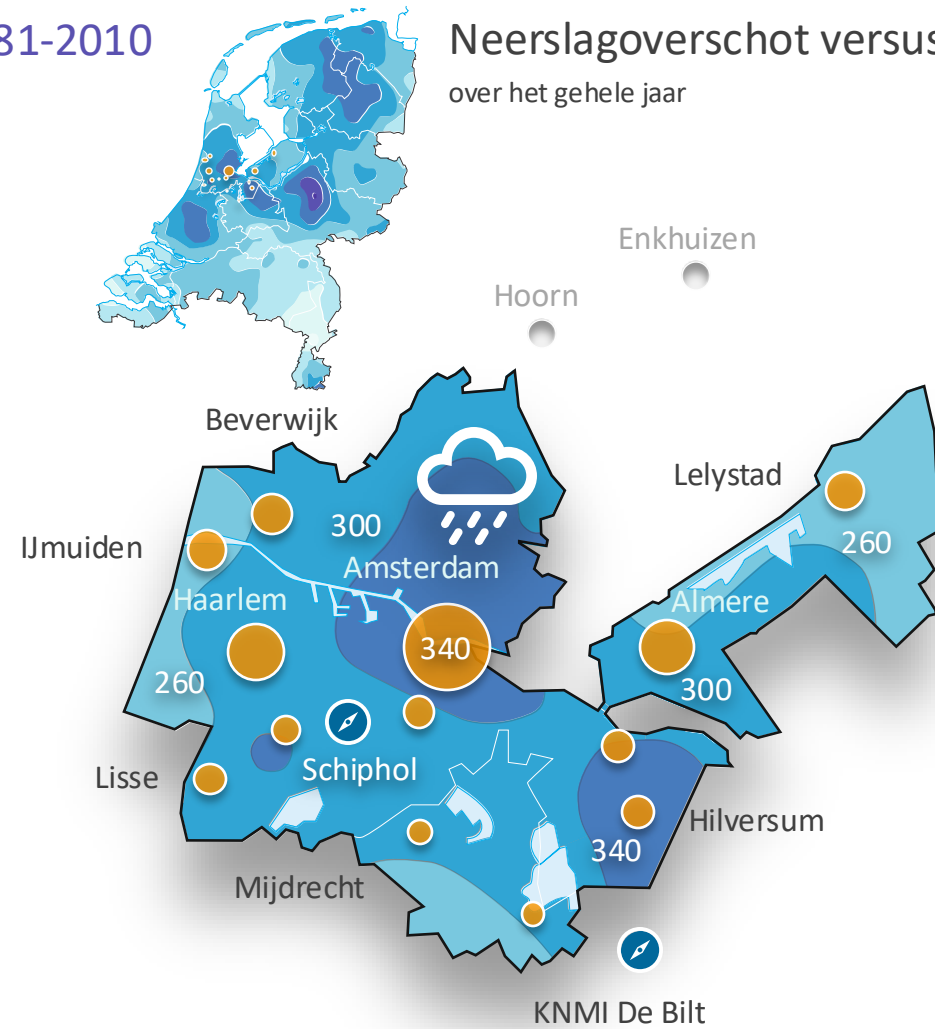
Neerslagtekort

In de zomer is de verdamping groter dan de neerslag, er is dan sprake van een neerslagtekort. In de winter is de verdamping slechts enkele millimeters per maand en is het neerslagoverschot het grootst.

Waterbalans (Schiphol)

1981-2010

Neerslagoverschot versus ... over het gehele jaar

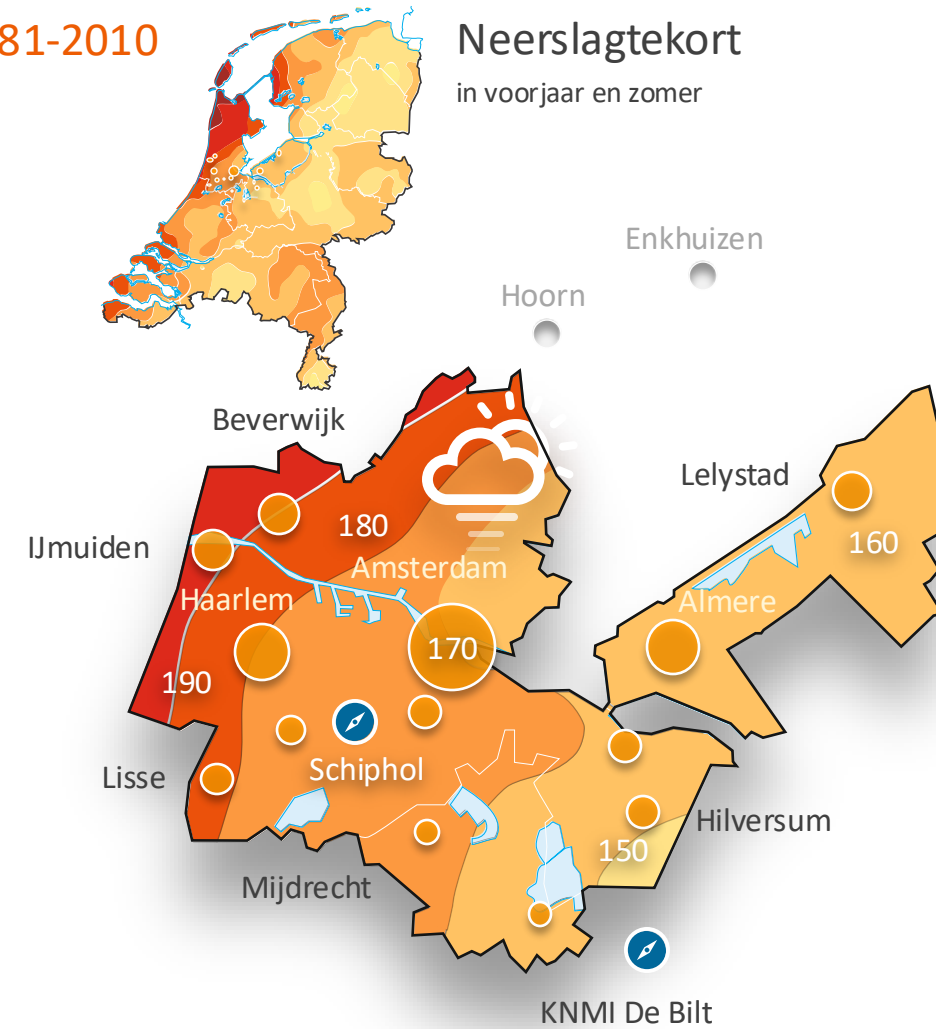


Neerslagoverschot (in mm)

NU → 2050: Zowel de gemiddelde jaarneerslag als de verdamping nemen volgens de vier klimaatscenario's toe. Het neerslagoverschot gemiddeld in een jaar blijft daarmee min of meer gelijk.

1981-2010

Neerslagtekort in voorjaar en zomer



Neerslagtekort (in mm)

NU → 2050: Het neerslagtekort verandert voor sommige scenario's nauwelijks, maar voor het hoogste scenario is er sterke toename van het gemiddelde neerslagtekort rond 2050 te zien van zo'n 30%!

NAP 2100

Aanwijzingen voor snellere zeespiegelstijging



In de KNMI'14-klimaatscenario's lag de bovengrens op 1 meter zeespiegelstijging rond 2100.

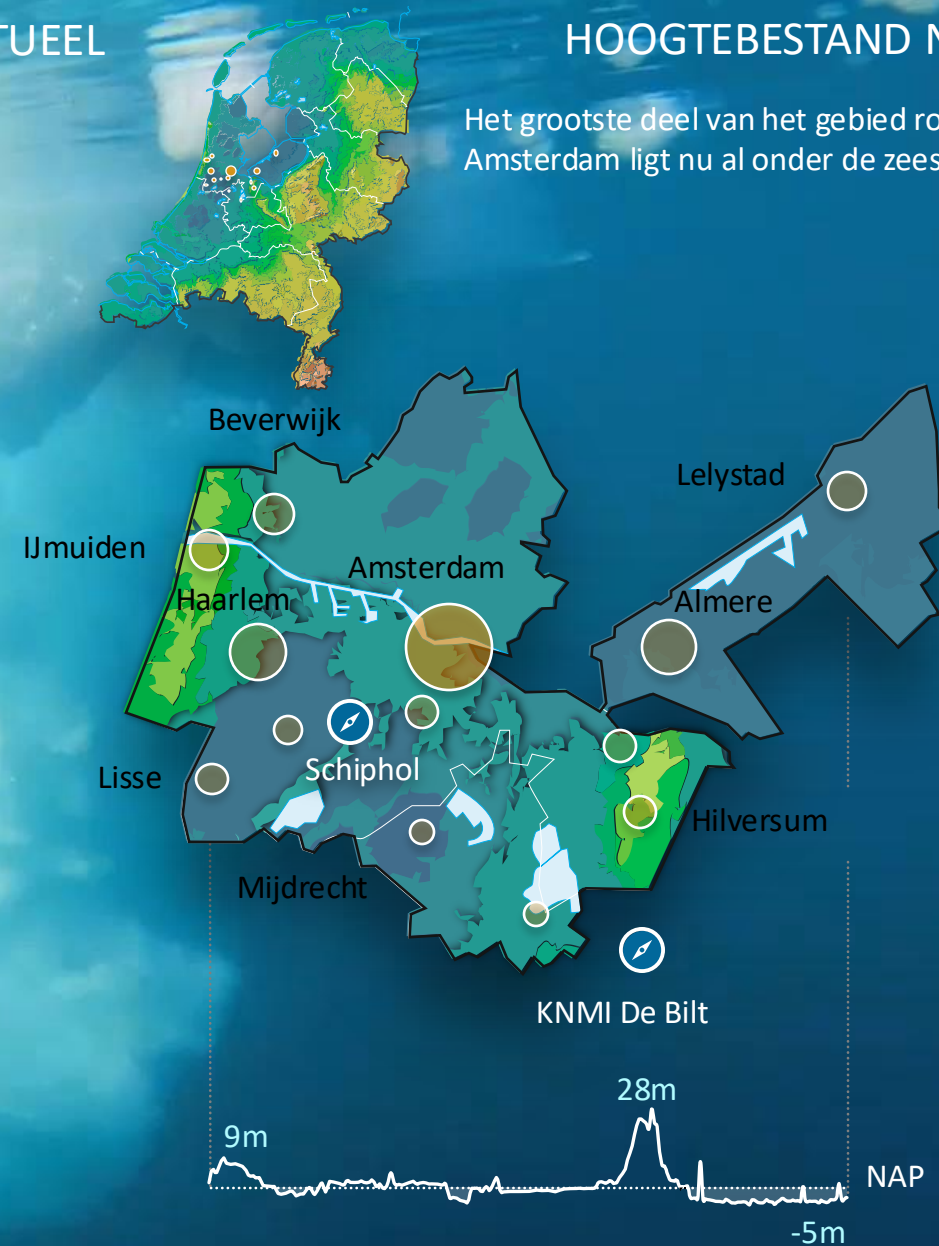
Er zijn echter aanwijzingen dat de zeespiegel sneller kan stijgen dan in deze scenario's was voorzien. De snellere stijging wordt vooral toegeschreven aan het sneller afsmelten van Antarctica.

Het IPCC, het klimaatpanel van de VN, brengt in 2019 een rapport uit over zeespiegelstijging wereldwijd. Het KNMI zal dat rapport vertalen naar zeespiegel scenario's voor Nederland.

ACTUEEL

HOOGTEBESTAND NEDERLAND

Het grootste deel van het gebied rond Amsterdam ligt nu al onder de zeespiegel.



Hoogteprofiel: IJmuiden - Blaricum - Lelystad

West > Oost (80km)



IJMUIDEN

Hoge wateropzet aan de kust door stormvloed

De storm van 3 januari 2018 was de tiende
zware storm sinds 2000.

Door de hoge wateropzetten langs de Nederlandse kust sloot Rijkswaterstaat voor het eerst in de geschiedenis alle vijf de stormvloedkeringen. Ook de sluisen bij IJmuiden, met uitzondering van de Noordersluis, werden gesloten. Het spuien van rivierwater werd daardoor belemmerd, terwijl de afvoer van de grote rivieren door het smelten van sneeuw in de Alpen en door uitgebreide neerslag in het stroomgebied juist hoog was.



én verhoogde rivierafvoeren door smeltwater

Met het stijgen van de
zeespiegel door klimaat-
verandering worden
vergelijkbare alarmpeilen al
bij minder zware stormen
overschreden.



ONS KLIMAAT VERANDERT

EEN GEZAMENLIJKE UITGAVE VAN

Metropoolregio en Gemeente Amsterdam

Waternet en Waterschap Amstel Vecht en Gooi

FACTS & FIGURES

KNMI weer en klimaatdiensten

ONTWERP & REALISATIE

Erik Zeegers, Vormgeving.com

EINDREDACTIE

Bernadet Overbeek, KNMI

Rob Sluijter, KNMI

Janette Bessembinder, KNMI

MET BIJDRAGEN VAN

Rudmer Jilderda, Reinder Ronda, Jules Beersma, Ben Wichers Schreur,

Geert Lenderink, Bart van den Hurk, Sybren Drijfhout



KNMI, Weer- en klimaatdienstverlening



Temperatuur

Gemiddelde jaartemperatuur

Vorst dagen en zomerse dagen

Stedelijk warmte-eiland



Neerslag

Gemiddelde jaarneerslag

Aantal dagen met 10 mm of meer neerslag

Aantal wolkbreuken (> 25 mm in 1 uur)

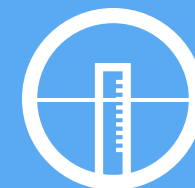
Neerslag in een half uur



Waterbalans

Uitleg waterbalans

Neerslagoverschot & neerslagtekort



Zeespiegel

Nieuwe inzichten

Case verleden