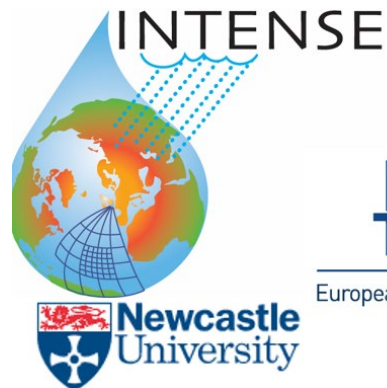




Scenario's voor extreme neerslag: hoosbuien en kleinschalige neerslag, en meer ...

Geert Lenderink,
KNMI

Hylke de Vries, Bert van Uift,
Erik van Meijgaard,





Wat weet U van de statistiek van extreme neerslag?

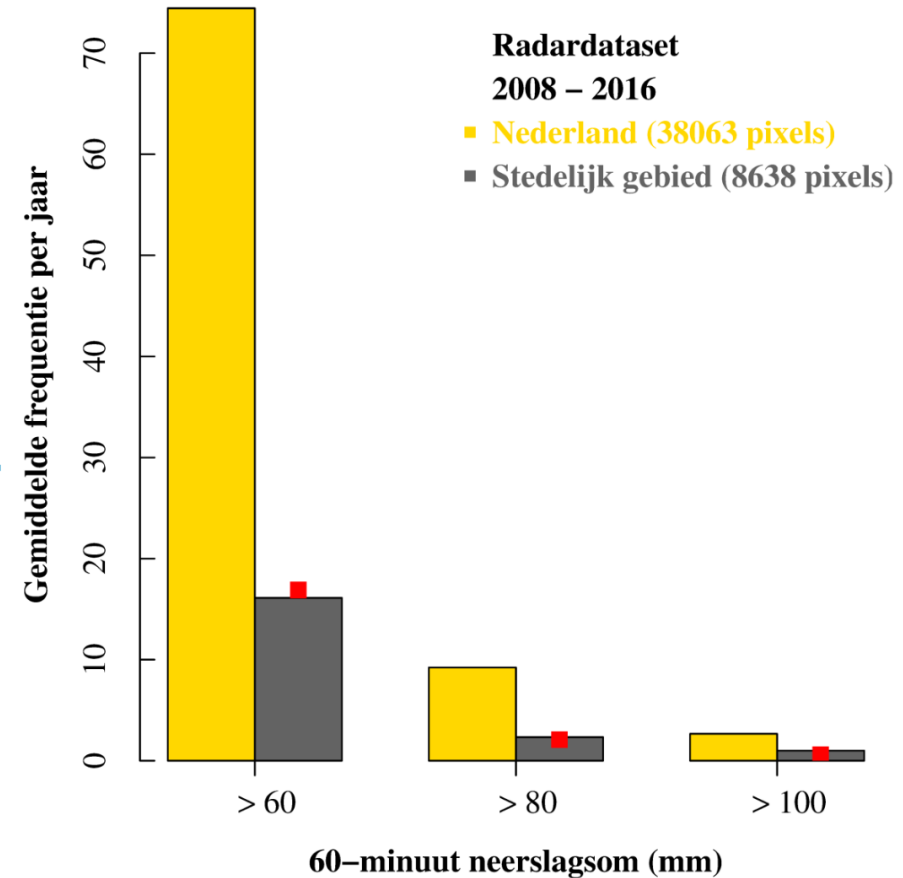
- › 60 mm neerslag in een uur heeft een herhalingskans van ~ 100 jaar.
- › Maar op hoeveel km^2 vakken in het stedelijk gebied treedt het jaarlijks op?
 - a: < 1
 - b: 2-3
 - c: 15-20
 - d: > 100



Hoe vaak valt extreme neerslag ergens in Nederland

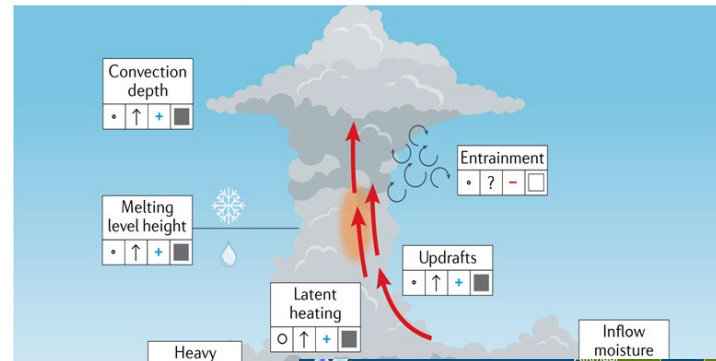
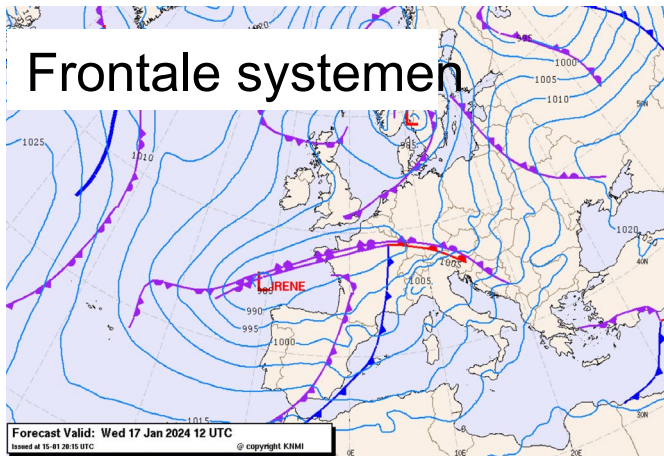
- 36 miljard metingen in radarvakken van 1 km²
- >70 keer per jaar valt > 60 mm in een uur ergens in NL
- Radar geeft eerder een onderschatting van extremen

Regen ergens in Nederland / stad



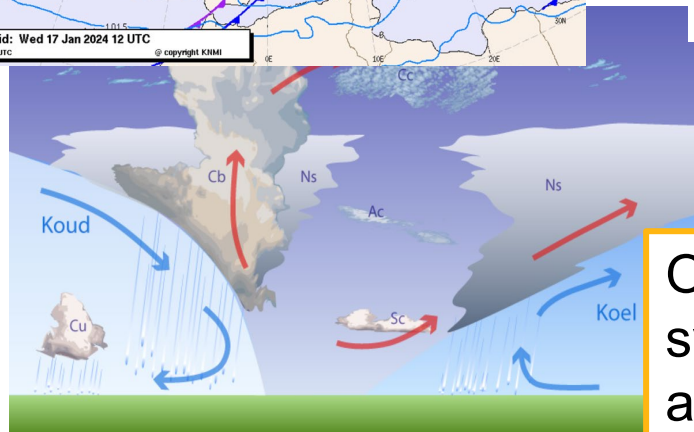


Neerslag kent veel schalen: <100 m – 1000 km en <1 min tot 10 dagen

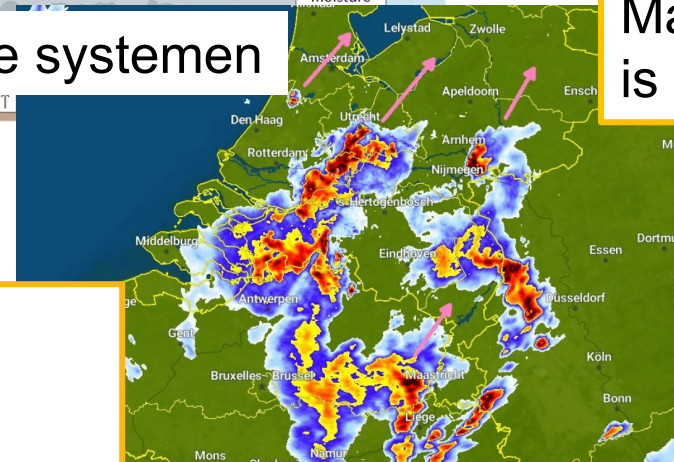


Meer vocht -> sterkere extremen

Maar mate waarin is schaalafhankelijk



Orografische systemen, en allerlei mengvormen tussen de drie





Kopenhagen 2 juli 2011: >150 mm in 2 uur



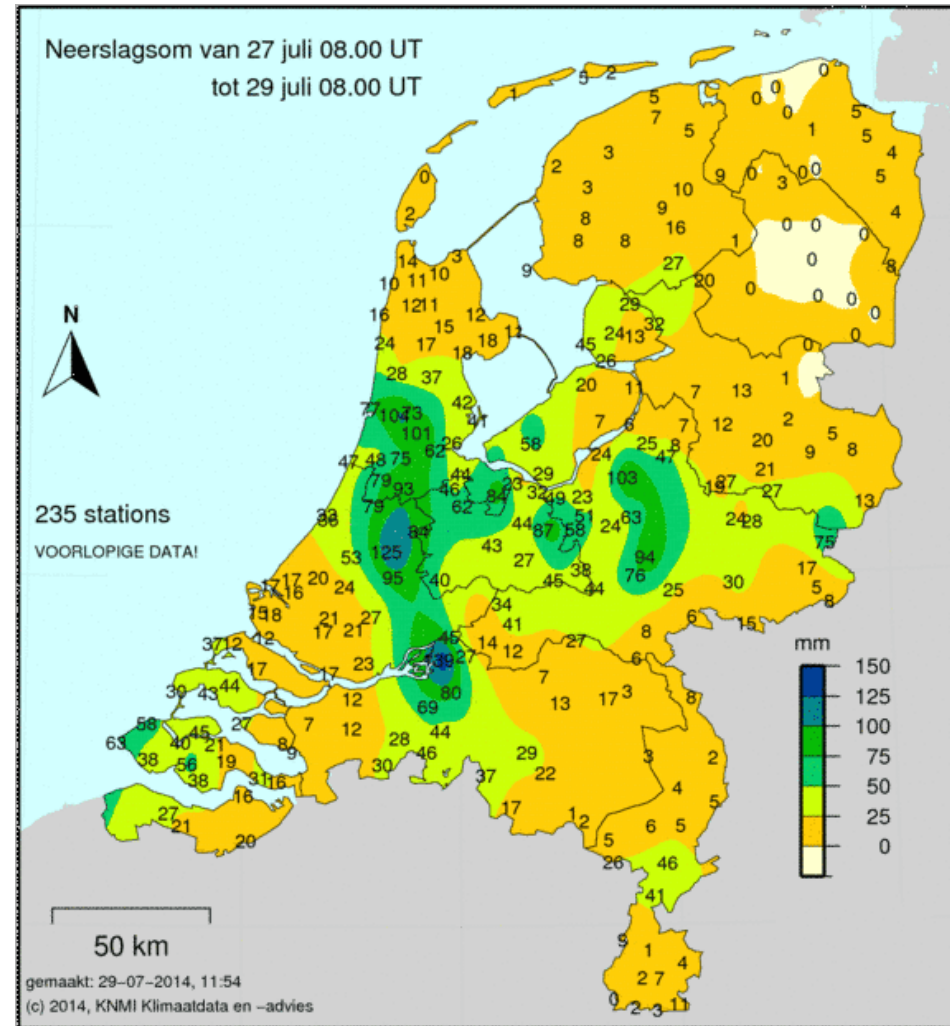
Een individuele bui



Nederland, ochtend van 28 juli 2014



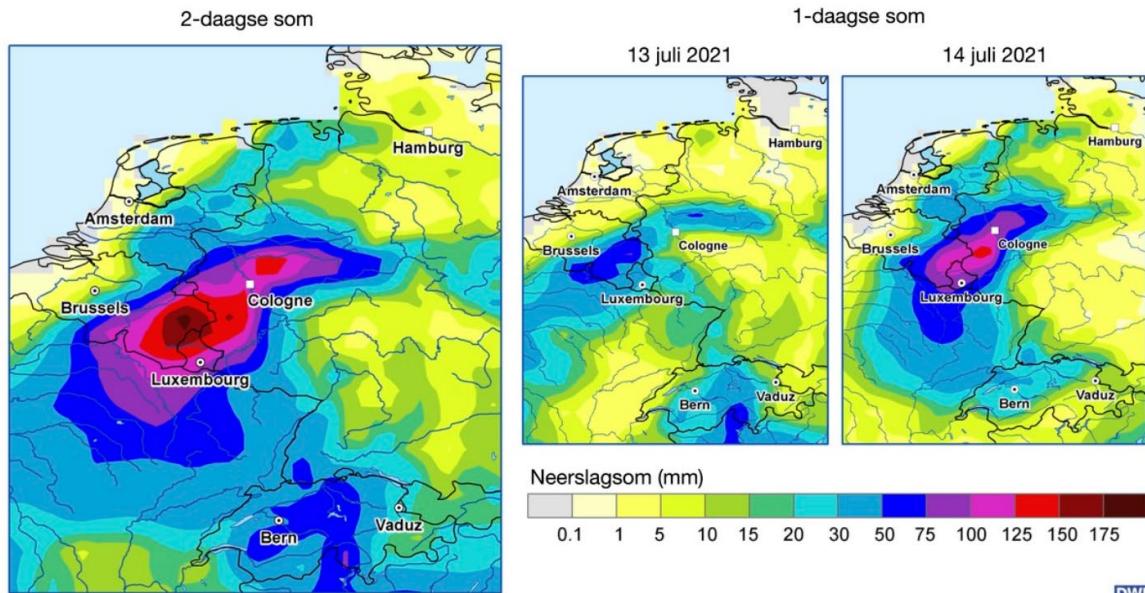
Een serie geclusterde buien





Nederland/Duitsland/Belgie, 13-14 Juli 2021

Extreme regenval in de Benelux en Duitsland op 13 en 14 juli 2021



Precipitation data: Extended version of E-OBS. Graphic credits: © Deutscher Wetterdienst 2021 (Last update: 19.08.2021).
Geodata: © GeoBasis-DE/BKG 2020 (Last update: 01.01.2020).

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

Buien ingebed in een persistent lage druk systeem



Kans op zware regenval zoals op 13 en 14 juli neemt verder toe door klimaatverandering

23 augustus 2021

Attributie: 3 tot 19% meer neerslag door opgetreden klimaatverandering tot nu toe

Richting verandering bekend, maar waarom zo grote marges?



Hoe vaak treden extreme buien in de toekomst op?

- › 60 mm neerslag in een uur heeft nu een herhalingskans van ~ 100 jaar
- › Wanneer de intensiteit van neerslag 20% toeneemt, hoeveel vaker komt 60 mm voor ?
 - a: 1.2x zo vaak (eens per 80 jaar)
 - b: 1.5x .. (eens per 65 jaar)
 - c: 2x ... (eens per 50 jaar)
 - d: 5x .. (eens per 20 jaar)



KNMI'23: neerslagextremen

winter	Temperatuur	gemiddelde	3,9°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,7°C	+3,9°C
		gemiddelde dagmaximum	6,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,1°C	+1,2°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,5°C	+3,6°C
		gemiddelde dagminimum	1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+4,0°C	+4,2°C
	Neerslag	hoeveelheid	218 mm	+4%	+5%	+4%	+7%	+4%	+5%	+14%	+24%
		aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	57 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+0,6 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+1,1 dagen
		aantal dagen ≥ 10 mm	5,4 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+0,5 dagen	+0,8 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+1,6 dagen	+2,5 dagen
		10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	109 mm ³	-2%	+2%	0%	+2%	-2%	+2%	+8%	+15%

zomer	<p>1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden 4</p>										
	10 jaar wordt overschreden ⁴		(2 tot 6)%	(2 tot 7)%	(2 tot 9)%	(5 tot 14)%	(1 tot 6)%	(2 tot 7)%	(5 tot 26)%	(1 tot 41)%	
	uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden ⁴	16 mm ³	+4	+6	+6	+11	+4	+6	+15	+31	
			(2 tot 6)%	(3 tot 8)%	(2 tot 9)%	(6 tot 16)%	(2 tot 6)%	(3 tot 8)%	(5 tot 26)%	(1 tot 46)%	

+26
(12 tot 41)%

andere methode

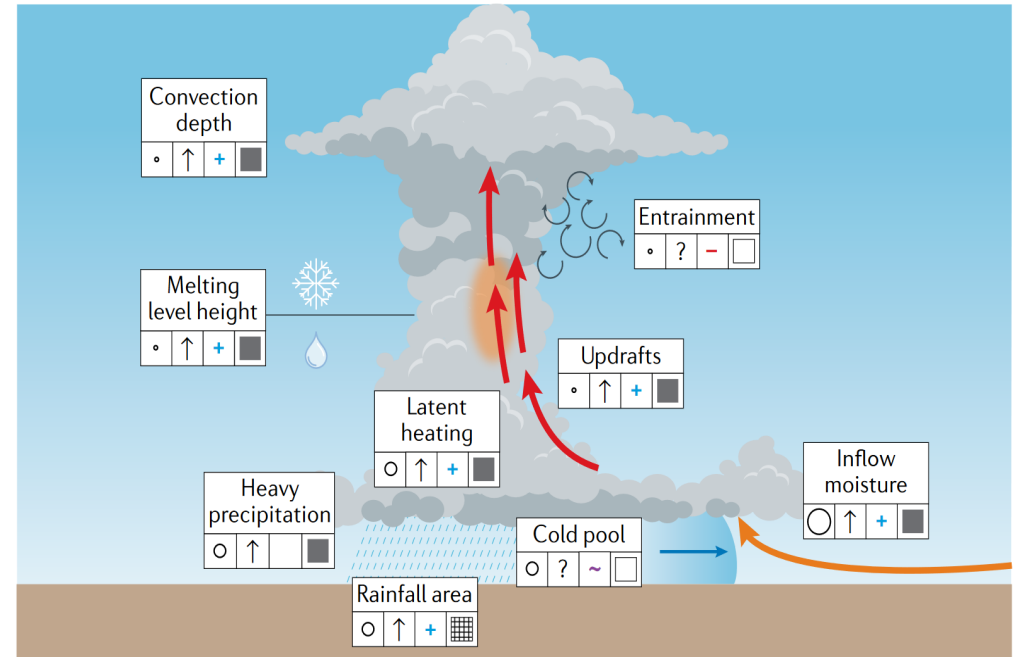
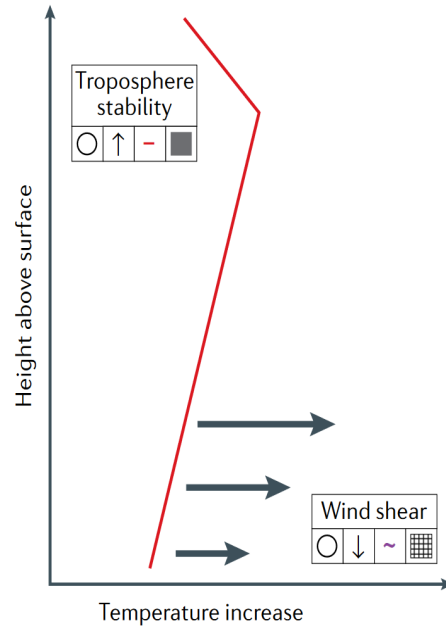
grote range



Buien zijn te kleinschalig voor reguliere klimaatmodellen

(regulier)
klimaatmodellen
rekengrid:

- mondiaal 100-200 km
- regionaal: 10-25 km



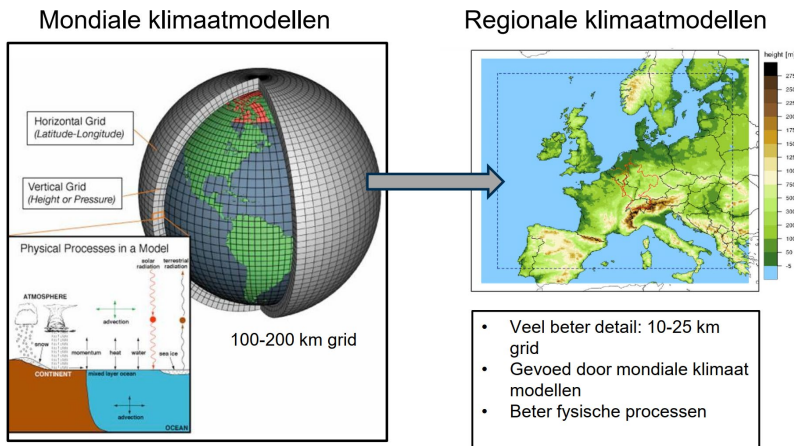
Scale	Direction	Feedback	Uncertainty
• 100 m	↓ Decrease	- Negative	■ Very likely
○ 1 km	↑ Increase	+ Positive	▒ Likely
○ 100+ km	? Unknown	~ Unknown	□ Uncertain



Een nieuwe generatie klimaatmodellen: CPMs

standaard

**basis KNMI'06/14/23
scenario's**



ECEARTH
~ 100 km

RACMO
12 km grid

nieuw: **CPMs***

klimaatmodellen met veel hoger detail (2-5 km)

- Extreem rekenintensief
- Regionaal 10-30 jaar mogelijk

Waarom:

- Hoge resolutie essentieel voor veel extremen
- Hardnekkige *problemen* met standaard klimaatmodellen

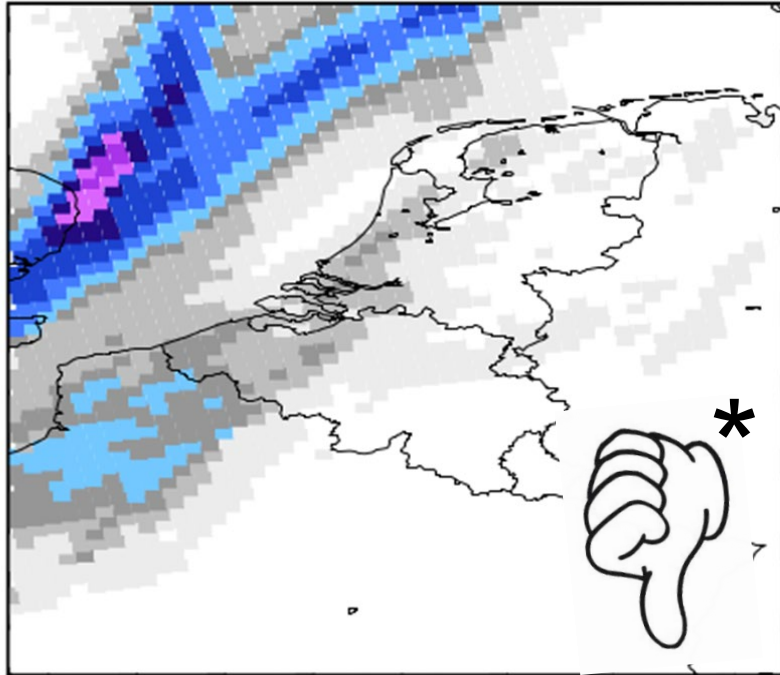
Resultaten verwerkt in scenario's zomerbuien, maar **nog niet** in meeste andere producten

*CPM: "Convection Permitting Model"

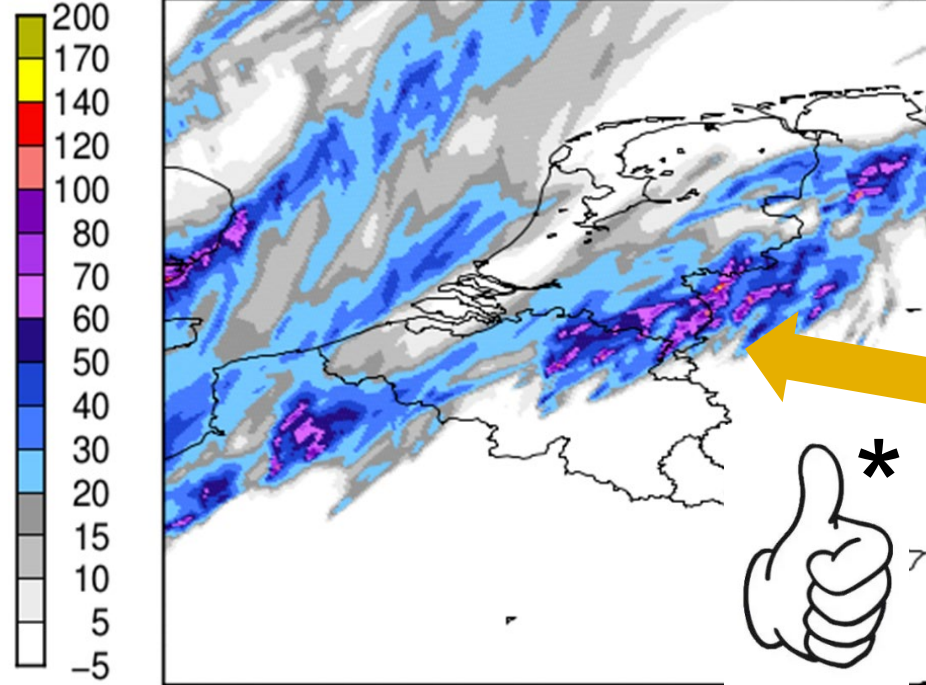


Betere frequentie van voorkomen extreme neerslag

Standaard: RACMO @ 12 km



Nieuw: CPM @ 2.5 km

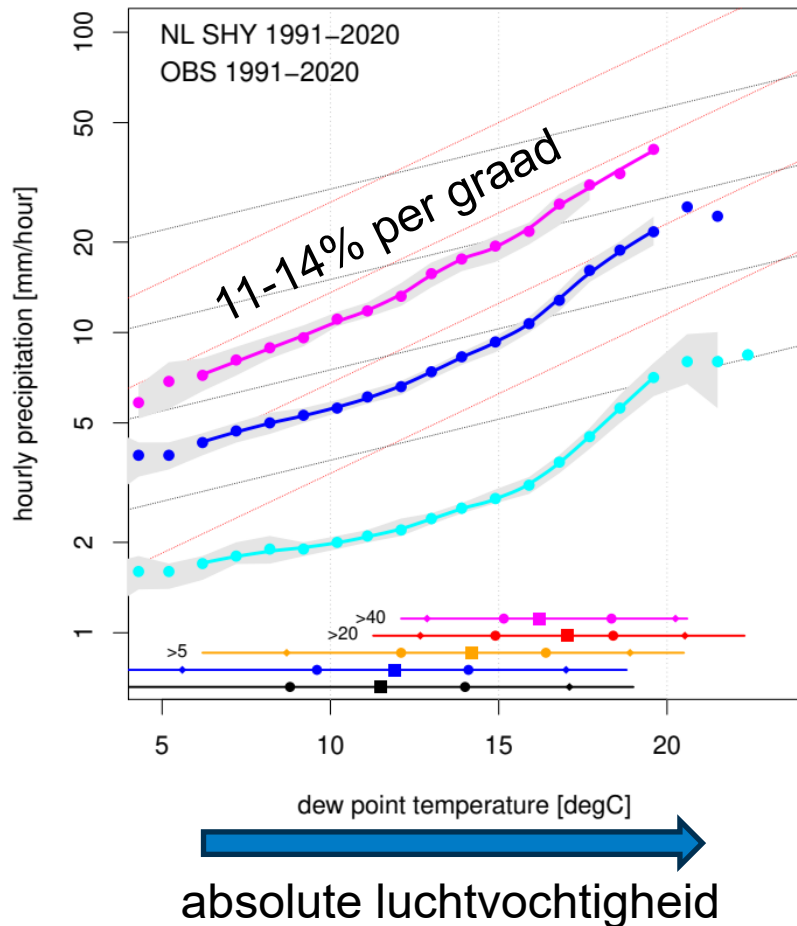


- * Regionale klimaatmodellen kun je als weermodel draaien en evalueren
RACMO is een goed model, maar heeft onvoldoende resolutie (12 km) voor dit soort gebeurtenissen



Veel betere verbanden tussen luchtvochtigheid en extreme neerslag

Observaties

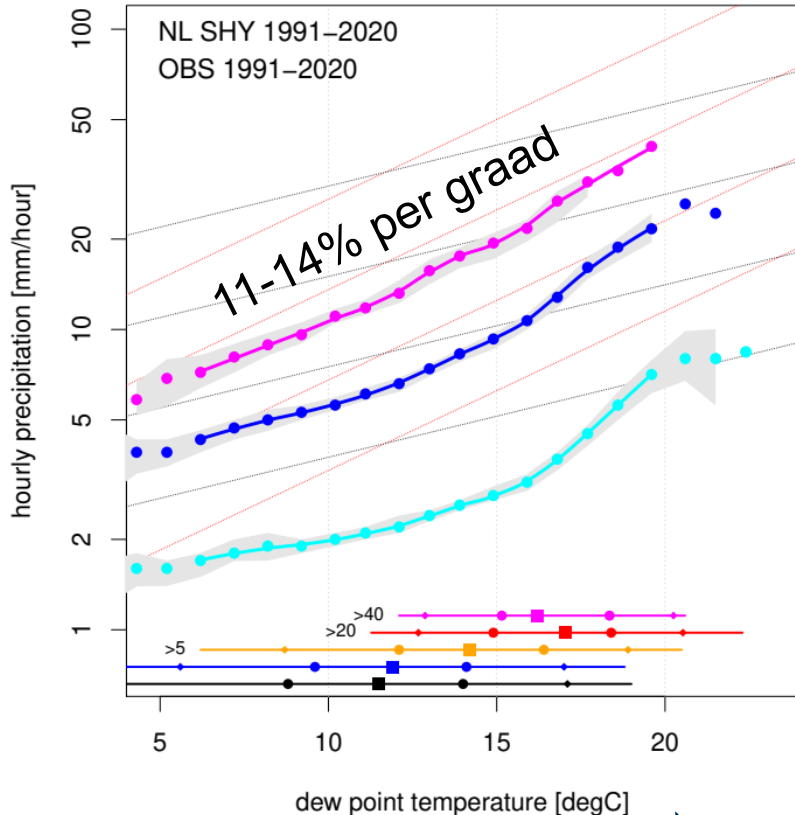


- Observaties: regelmatige verbanden tussen absolute luchtvochtigheid en (sub) uurlijkse neerslag extremen
- 1 graad dauwpunt = 6-7% meer vocht
- Neerslag extremen nemen toe met 11-14% per graad dauwpunt
- Terugkoppelingen buien belangrijk



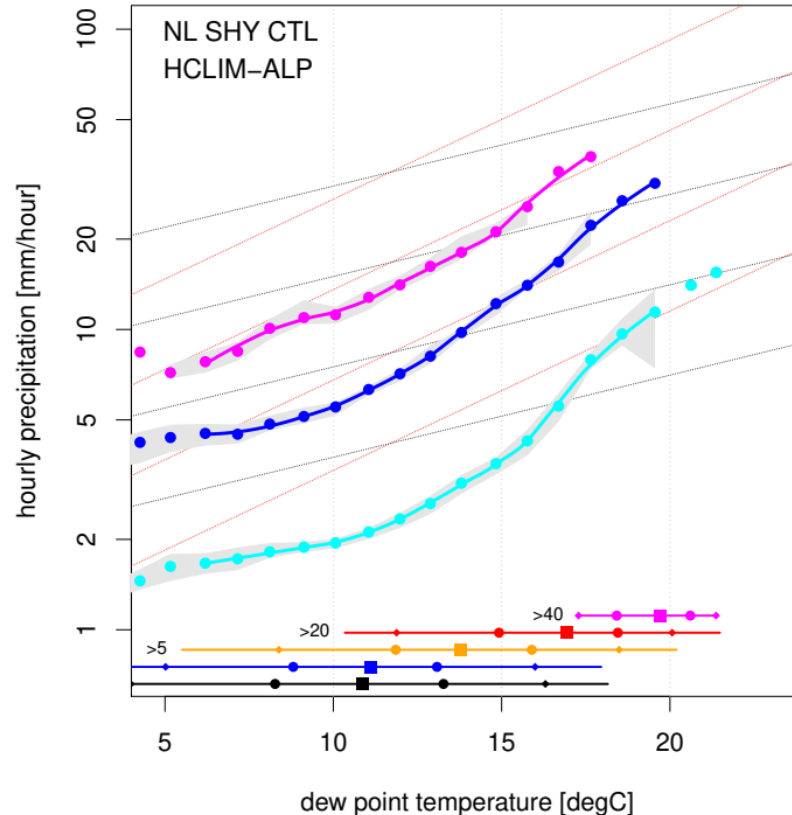
Veel betere verbanden tussen luchtvochtigheid en extreme neerslag

Observaties

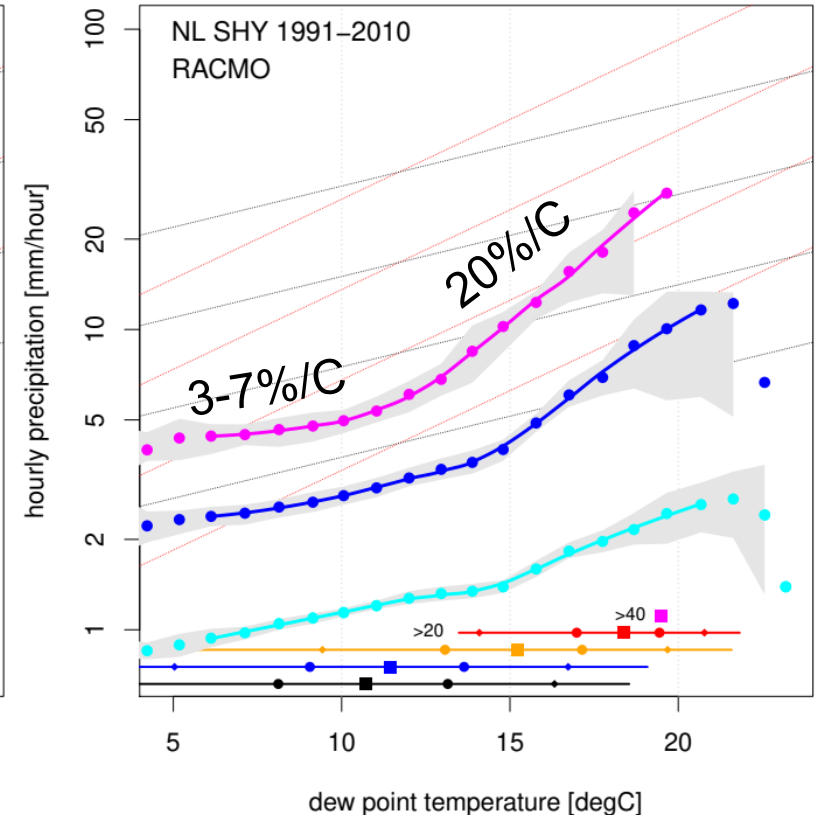


absolute luchtvochtigheid

CPM @2.5km

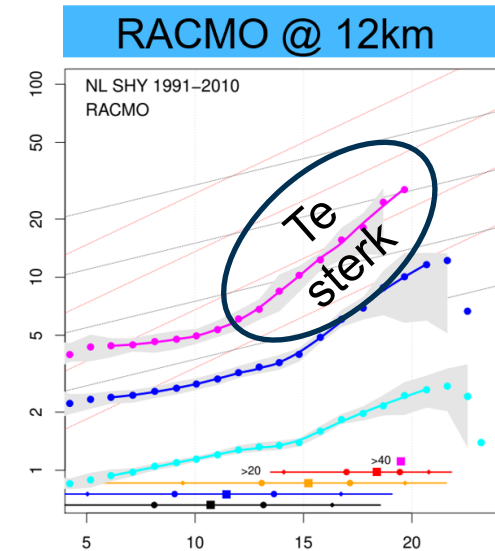
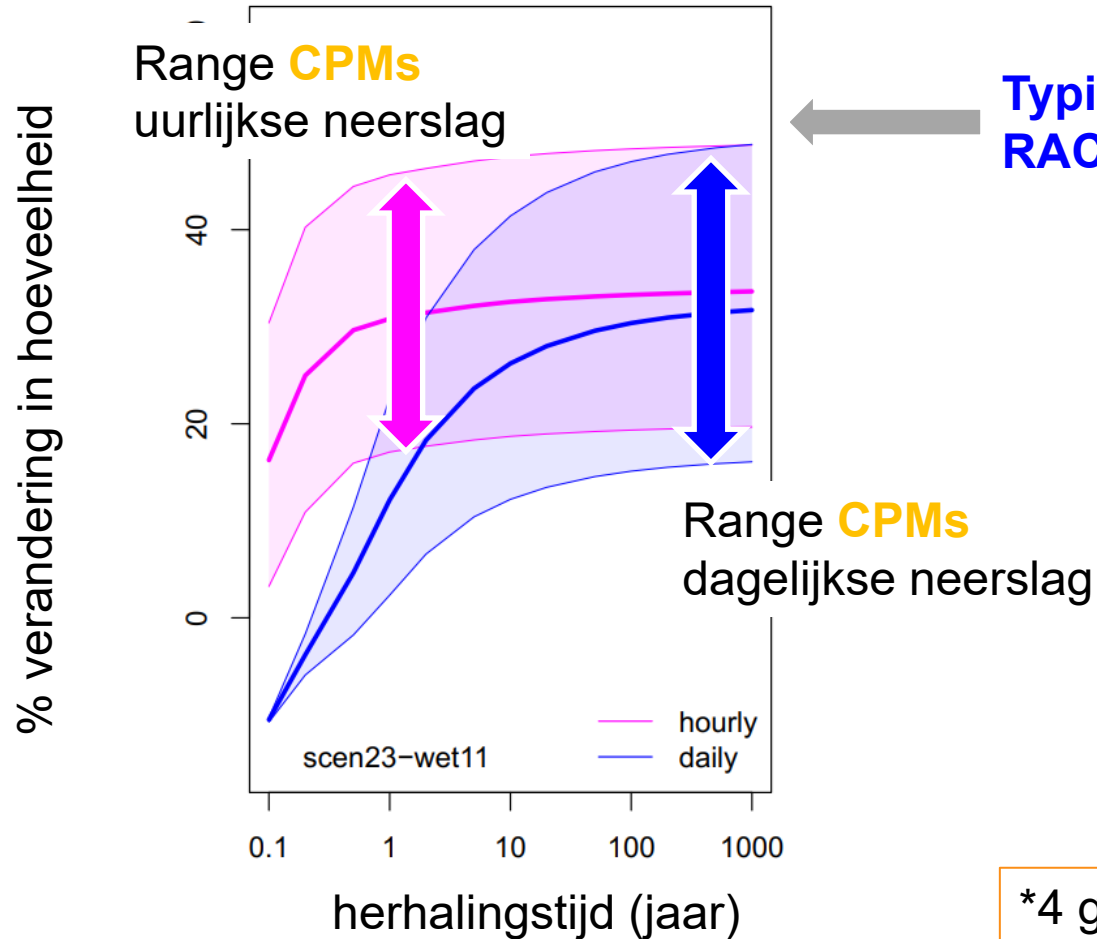


RACMO @ 12km





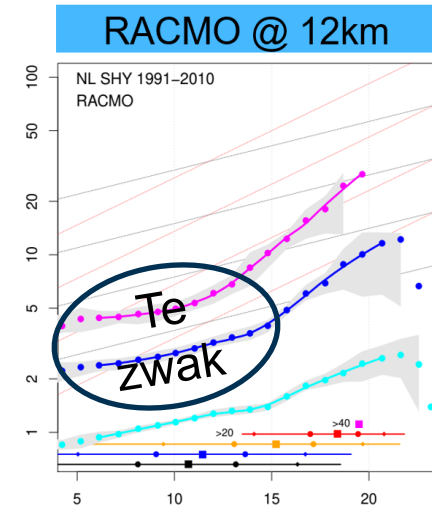
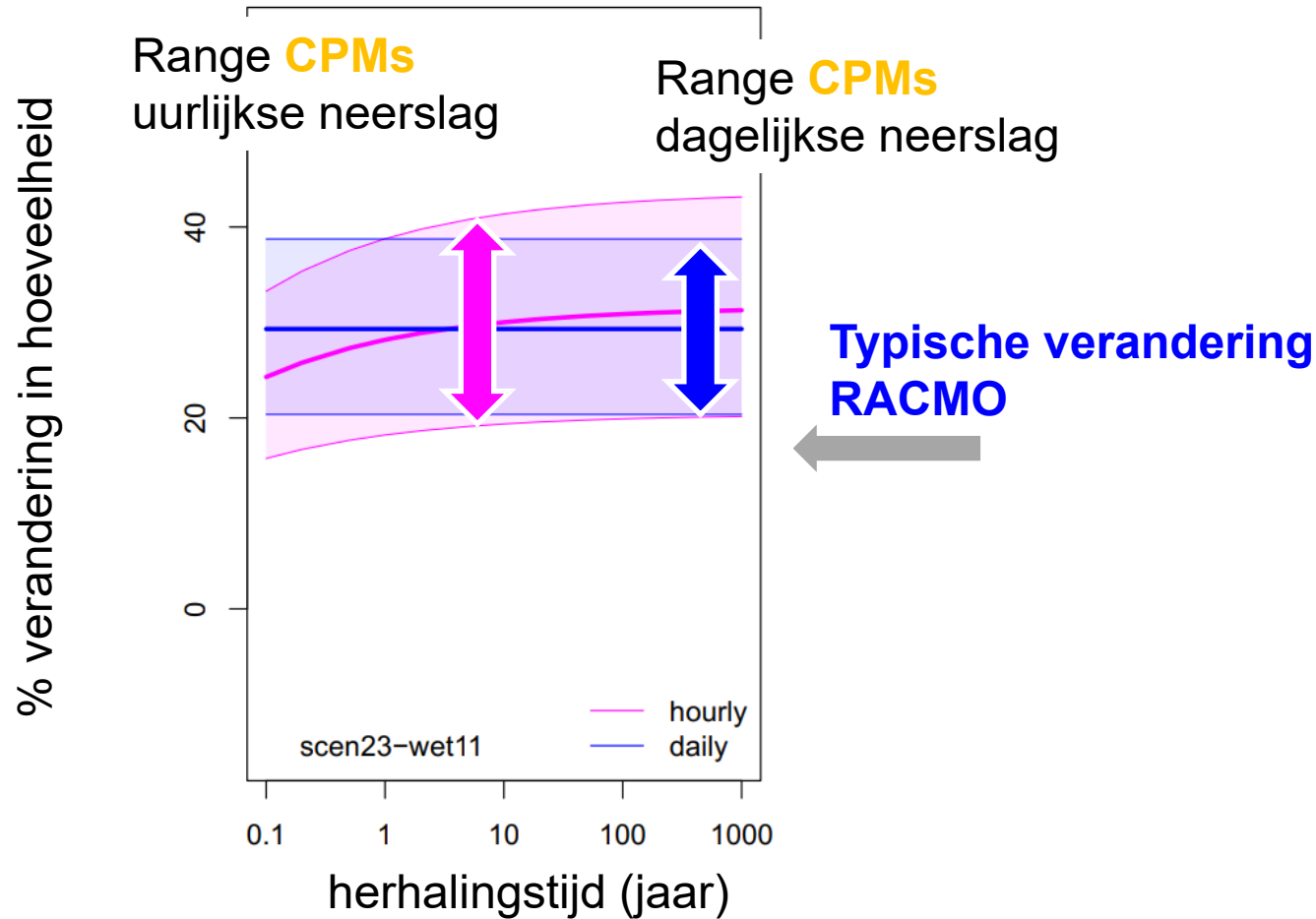
Zomer: Scenario's voor Hw in 2100*

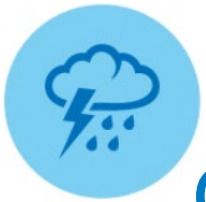


*4 graden mondiale opwarming, natte variant



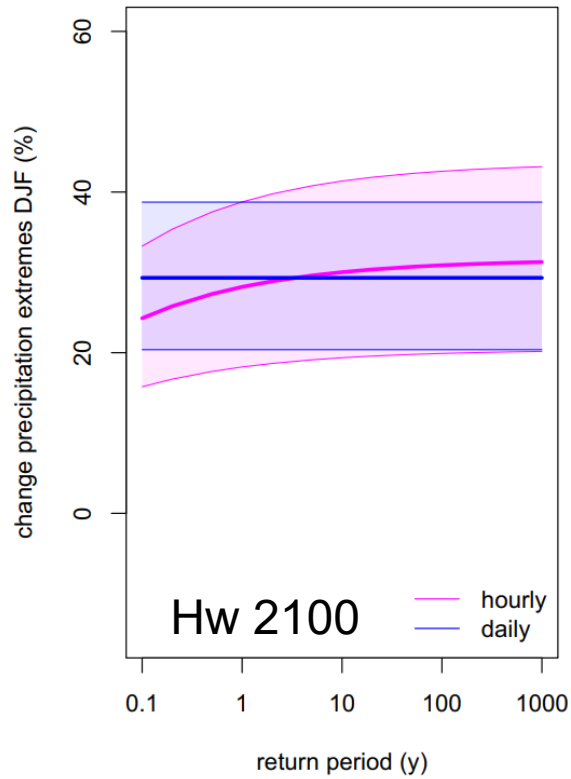
Ook verschillen voor de winter (Hw in 2100)



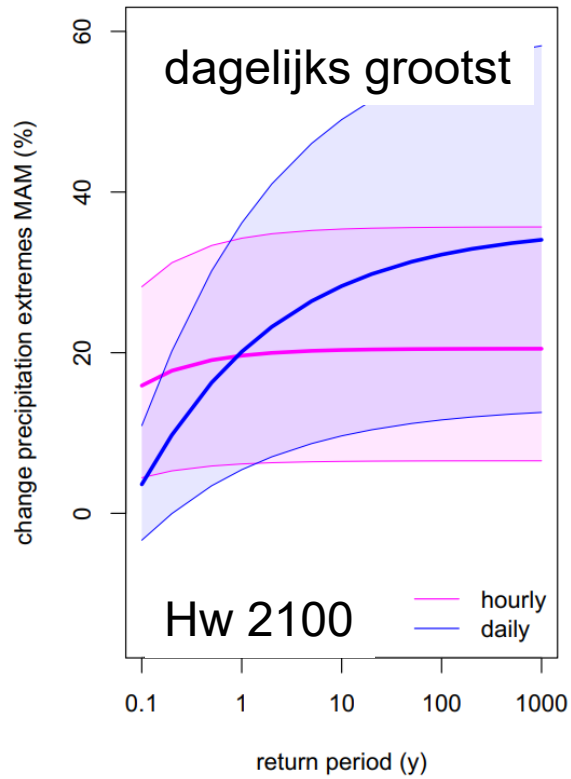


Grootste veranderingen mogelijk in lente en herfst ...

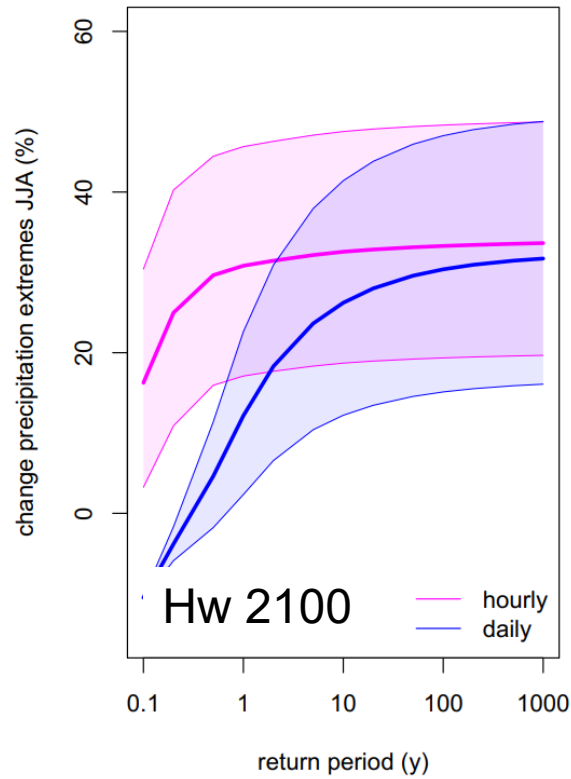
DJF



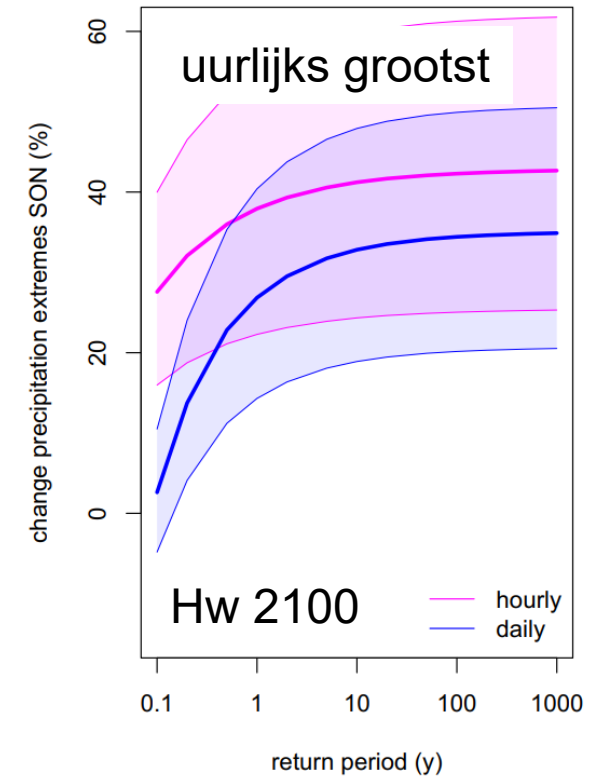
MAM



JJA



SON



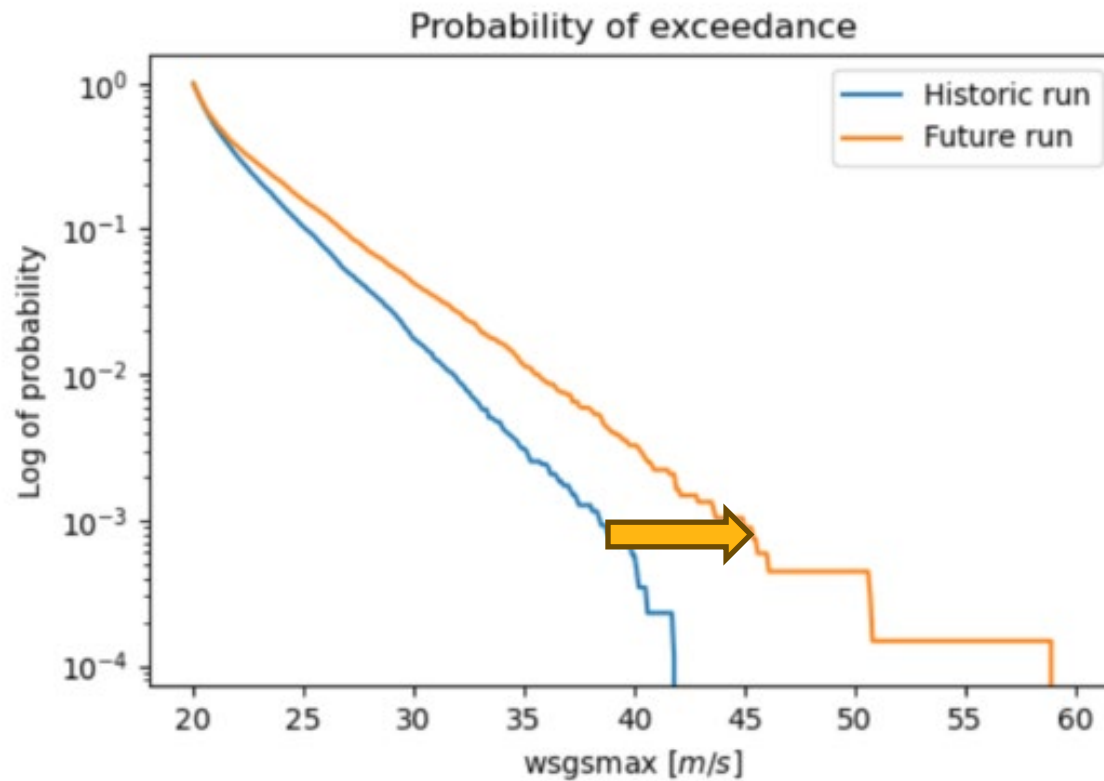


Samenvatting

- › Neerslag extremen nemen toe: ~5-10% per graad *mondiale* opwarming afhankelijk van neerslagtype ("schaal")
- › KNMI'23 bevat verschillende producten
 - RACMO gebaseerd volgens algemene scenario methodiek ("grootschalige neerslag")
 - Nieuwe generatie **CPM** gebaseerd ("kleinschalige neerslag")
- › Sub-dagelijkse neerslag in zomerse buien: CPMs (veel) beter
- › Andere seizoenen:
 - Verschillen tussen RACMO en CPMs, winter RACMO relatief lage veranderingen (*meer onderzoek nog nodig*)
 - Toekomstige buien in lente en herfst ook hevig



Toegift 1: Valwinden en windstoten een eerste analyse van 1 CPM run

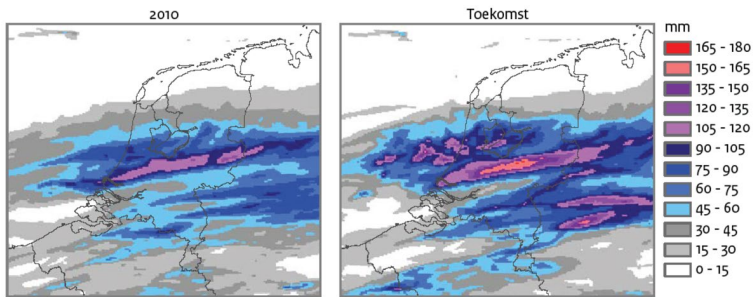


Toename van +20% van
sterkste windstoten bij 3
graden mondiale
opwarming



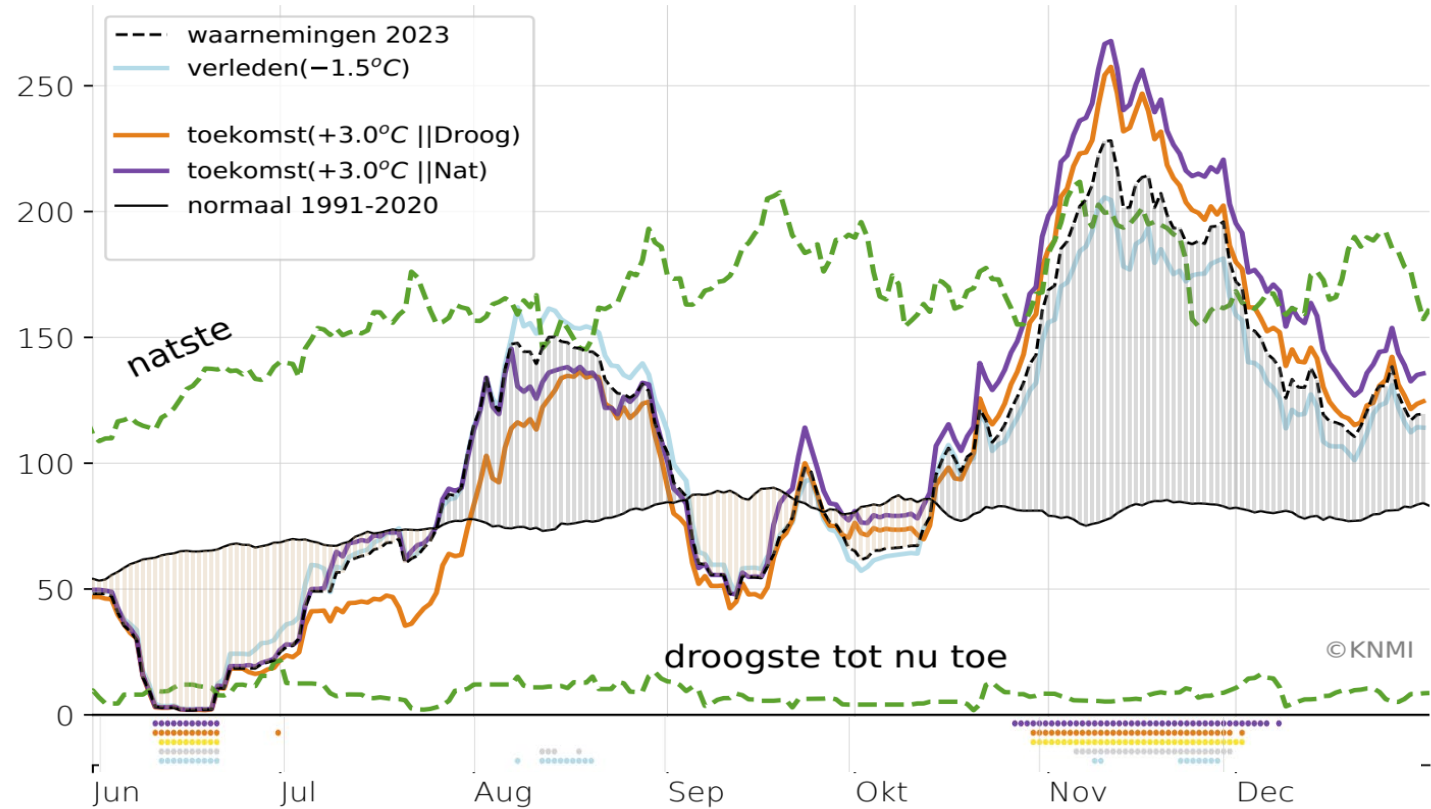
Toegift 2: "Future Weather"

Neerslag 2023 in de context van klimaatverandering



Uit 2014 scenario's

Aantal millimeter regen in 30 dagen tijd
in de periode juni-december 2023



<https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/woeste-wildebras-oktober-2023>

Interesse? martine.reiling@knmi.nl, [06-55201420](tel:06-55201420)