



# Ruimtelijke klimaatscenario's voor Vlaanderen

## & Impact op overstromingen en droogte

Prof. dr. ir. Patrick WILLEMS

KU Leuven - Afdeling Hydraulica

## KLIMAATTOESTAND



# Klimaat effecten & -impacten

## HITTESTRESS



## OVERSTROMINGEN



## ZEESPIEGELSTIJGING



## DROOGTE



KLIMAATTOESTAND



## Klimaat effecten & -impacten

HITTESTRESS



OVERSTROMINGEN



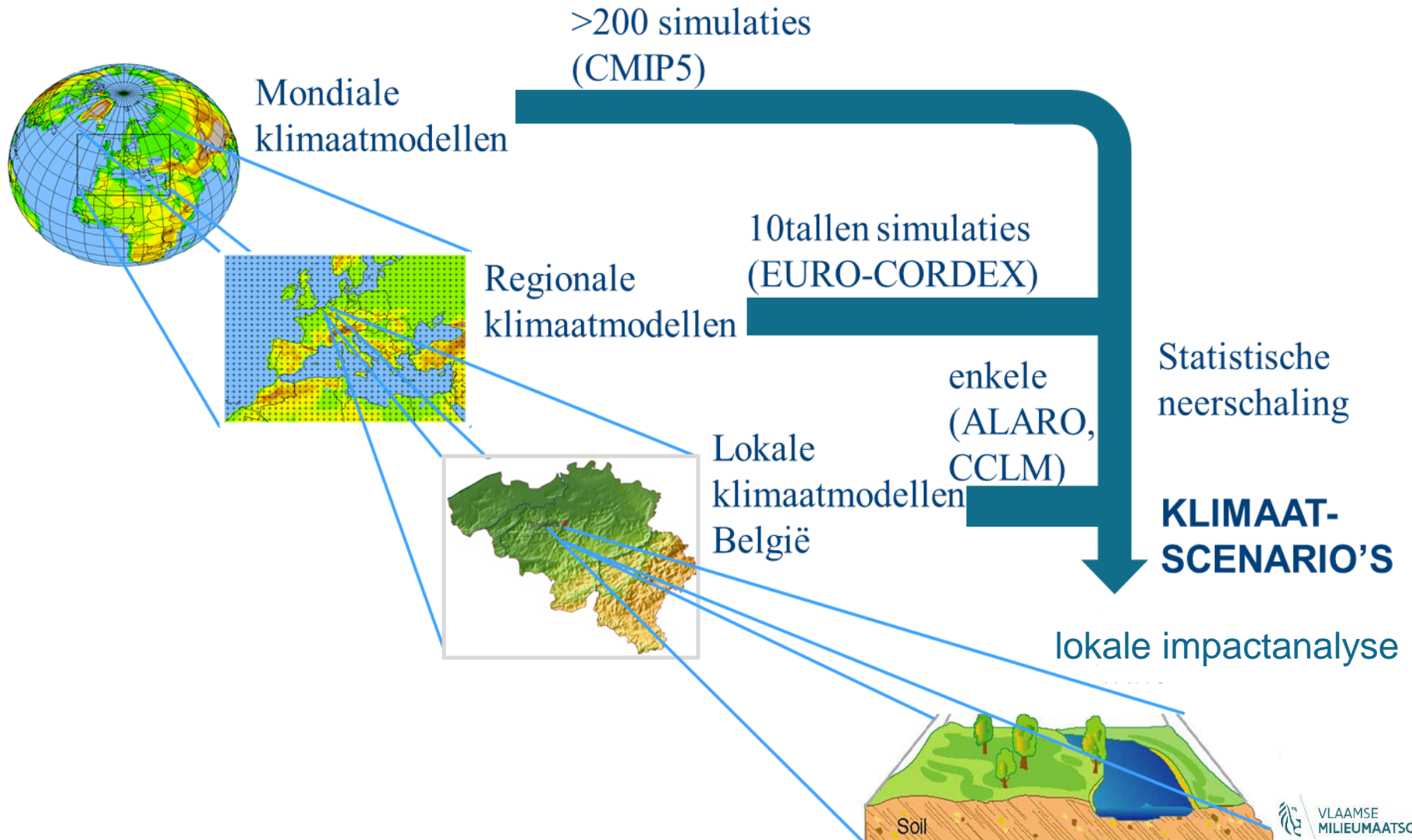
ZEESPIEGELSTIJGING



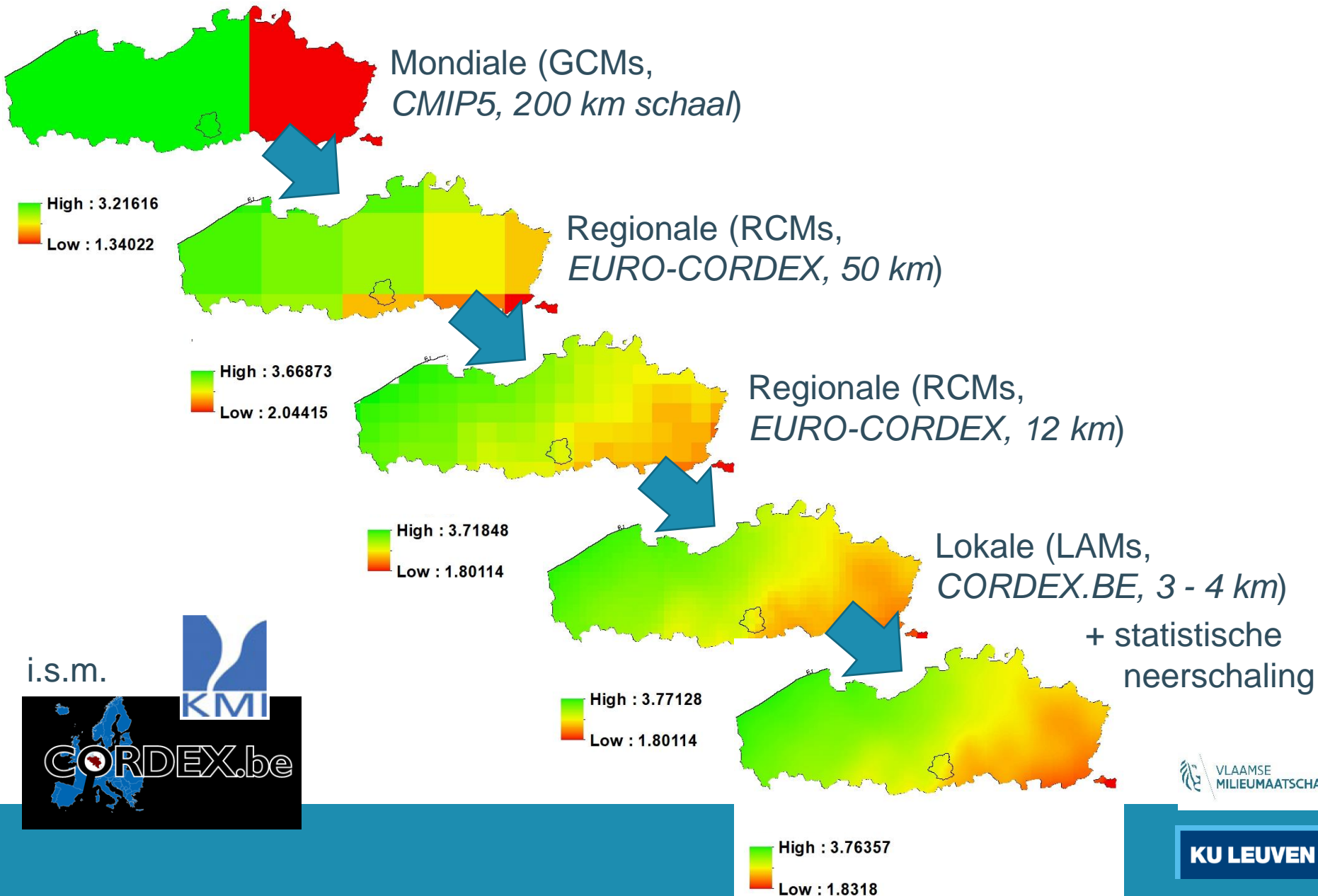
DROOGTE



# Klimaatscenario's Vlaanderen



# Neerschaling klimaatmodellen



i.s.m.

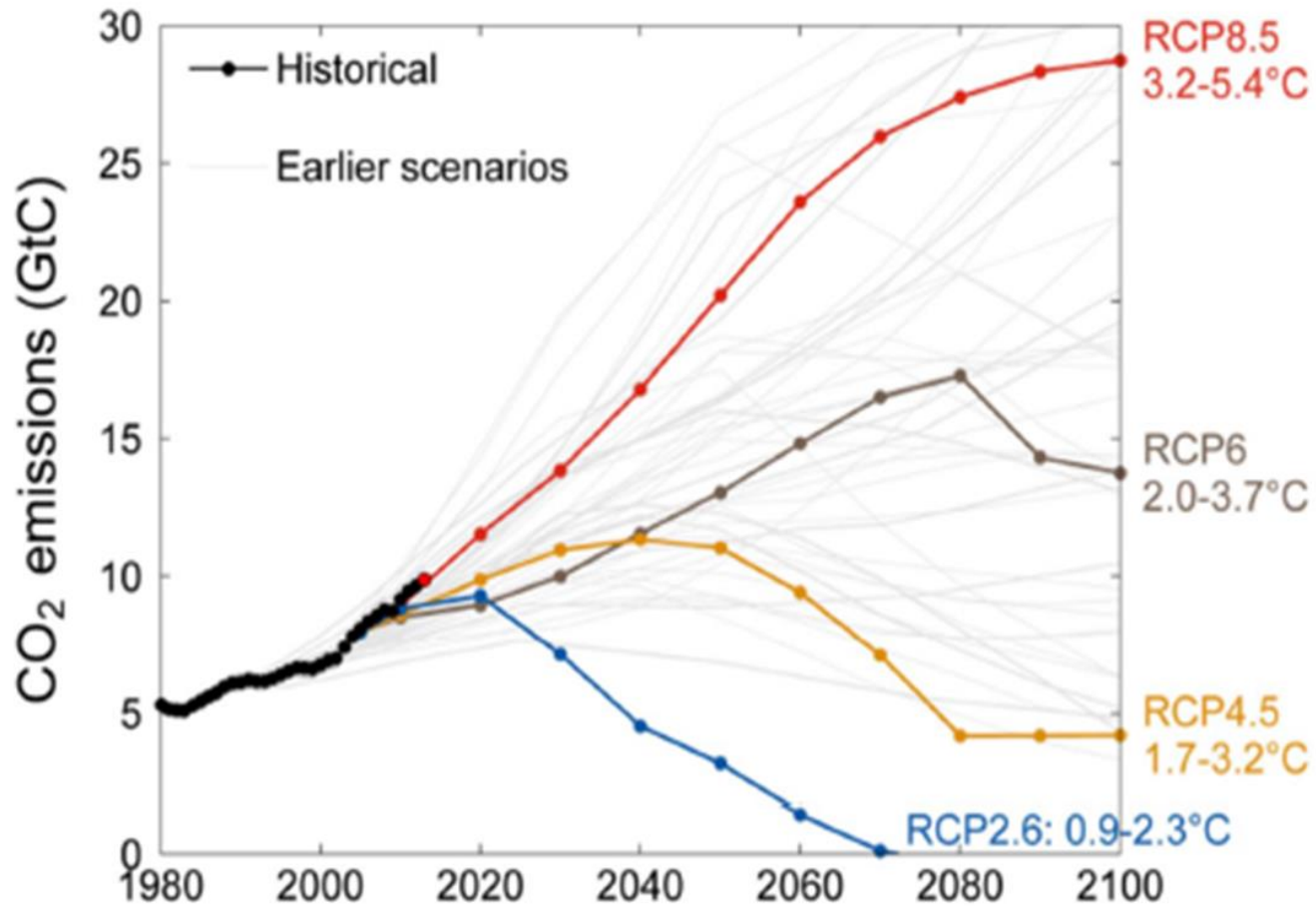


CORDEX.be

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

KU LEUVEN

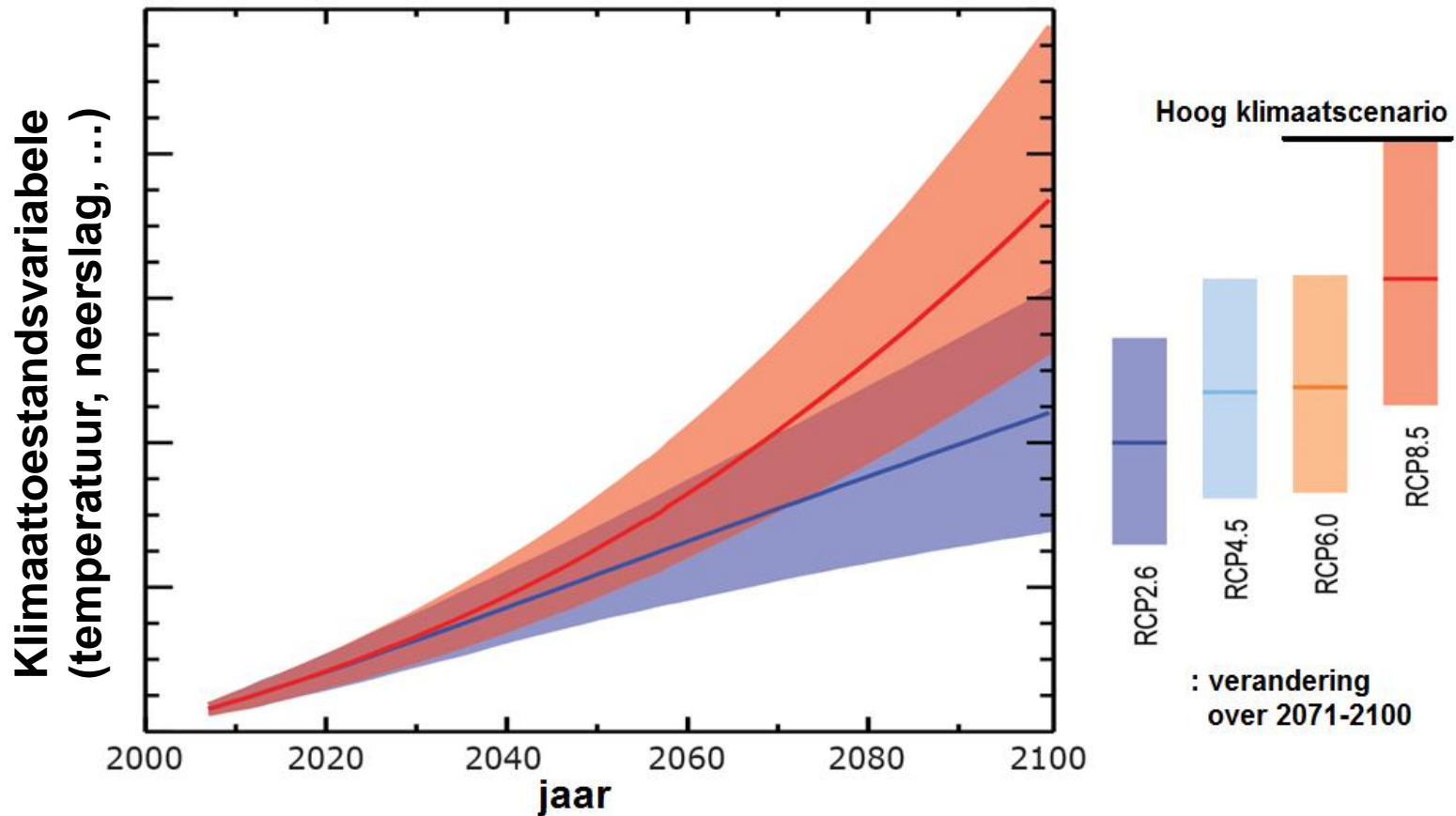
# Broeikasscenario's IPCC



Peters et al.

# Klimaatscenario's

Onzekerheidsband -> Hoge impactscenario

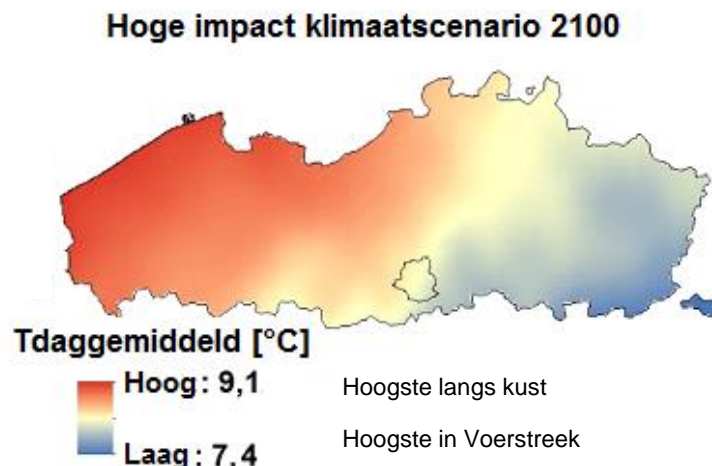
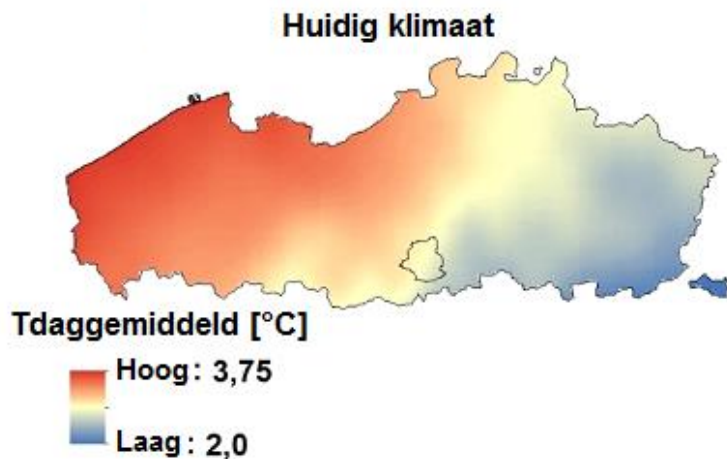


Resultaten verder in deze presentatie: enkel voor hoog impactscenario 2100

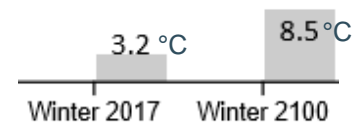
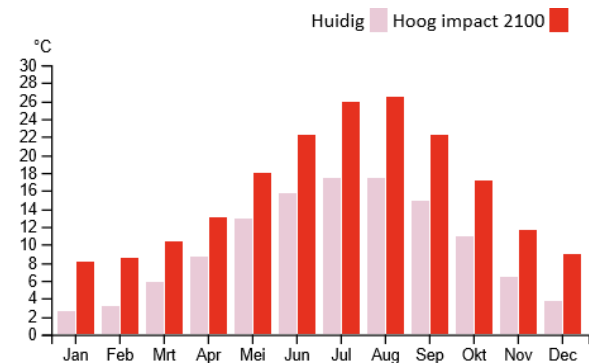
# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen



Gemiddelde dagtemperatuur winter



Gemiddeld voor Vlaanderen:



+ 5,3 °C

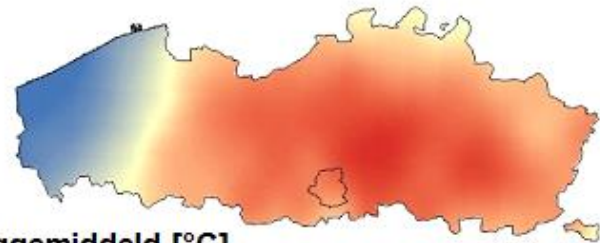


# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen



Gemiddelde dagtemperatuur zomer

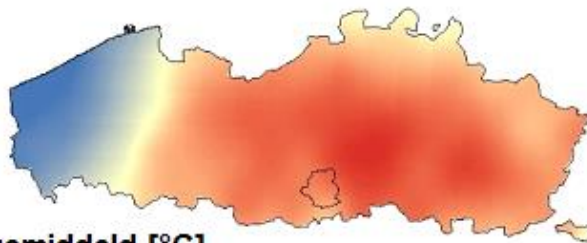
Huidig klimaat



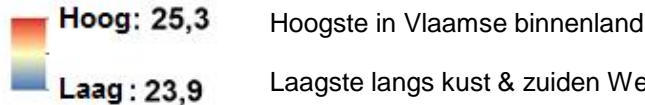
Tdaggemiddeld [°C]



Hoge impact klimaatscenario 2100



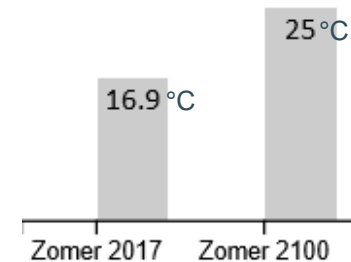
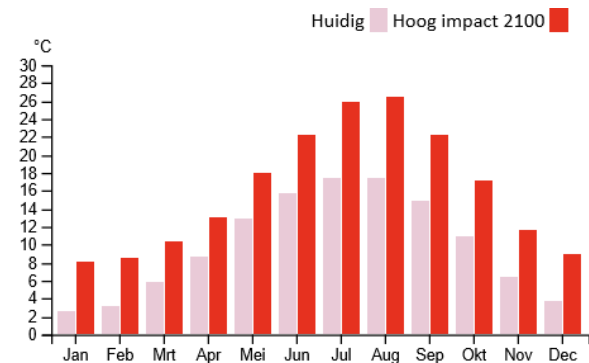
Tdaggemiddeld [°C]



Hoogste in Vlaamse binnenland

Laagste langs kust & zuiden West-Vlaanderen

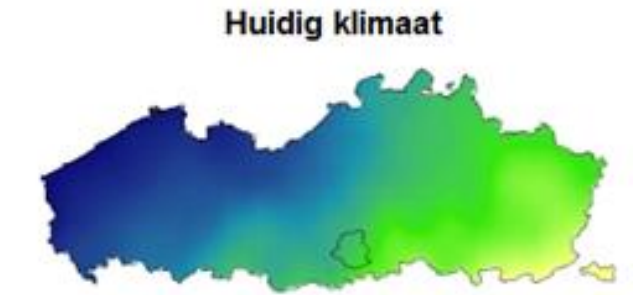
Gemiddeld voor Vlaanderen:



+ 8 °C

# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen

Verdamping (potentiële evapotranspiratie) winter



**ETP [mm/seizoen]**  
Hoog 33,9  
Laag 29,9

**Hoge impact klimaatscenario 2100**

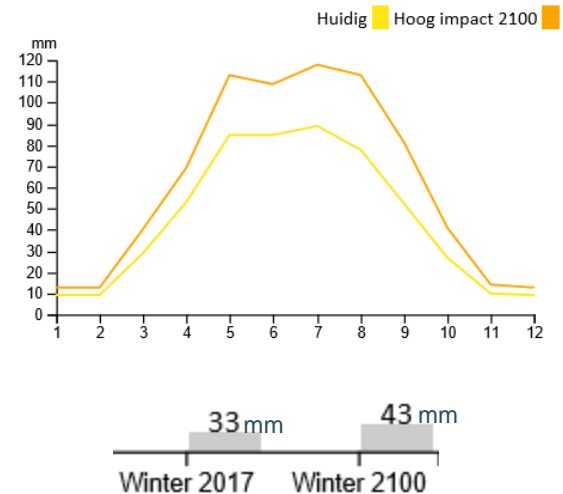


**ETP [mm/seizoen]**  
Hoog 45,0  
Laag 39,7

Hoogste in kuststreek

Laagste in Vlaamse binnenland en in zuidelijke richting

Gemiddeld voor Vlaanderen:



+ 30 %

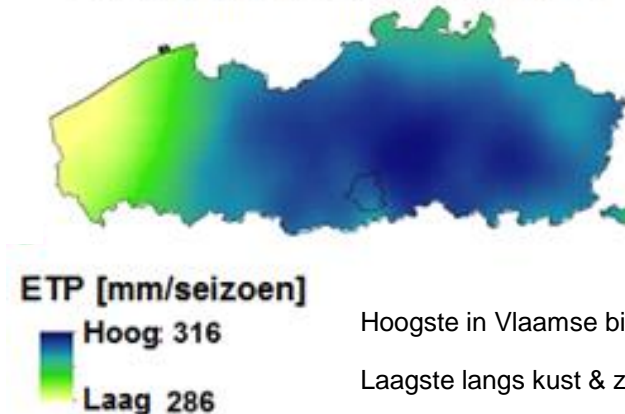
# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen

Verdamping (potentiële evapotranspiratie) zomer

Huidig klimaat



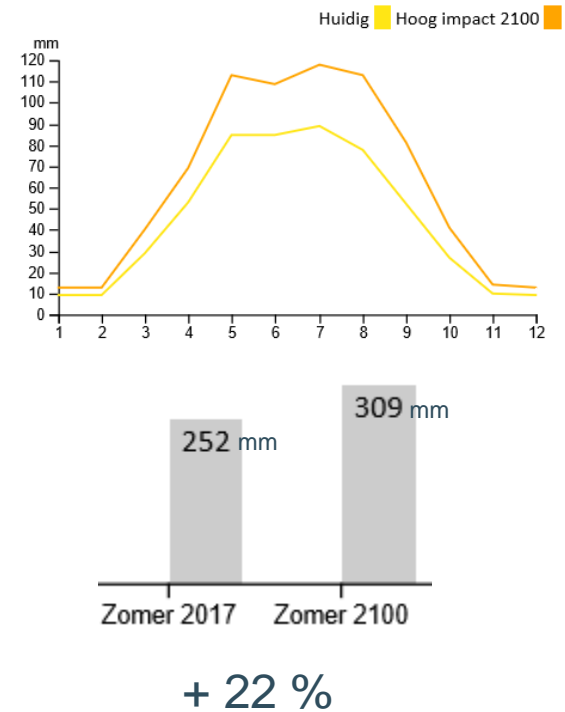
Hoge impact klimaatscenario 2100



Hoogste in Vlaamse binnenland en in zuidelijke richting

Laagste langs kust & zuiden West-Vlaanderen

Gemiddeld voor Vlaanderen:



# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen



Neerslagintensiteit T = 5 jaar

Huidig klimaat



Hoge impact klimaatscenario 2100



Hoog : 36      Laag : 15

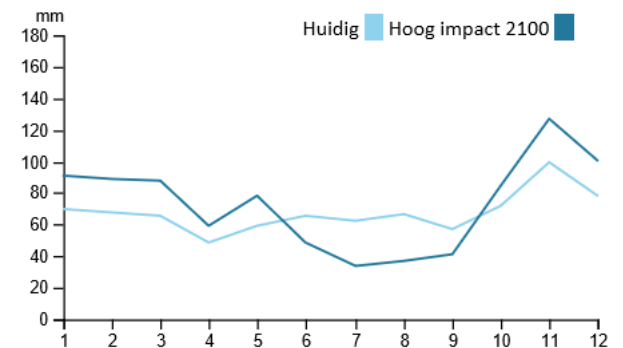
Stijging sterker in oosten van Vlaanderen

Hoogste stijging in en rond de stedelijke agglomeraties van Antwerpen en Brussel

Gemiddeld voor Vlaanderen:

Winter: natter, 38% meer regen

Zomer: droger, helft minder regen, minder zomerse regendagen,



wel intensere zomeronweders

Extreme neerslagintensiteit:

+24% (T1), +45% (T20)

Aantal dagen met zware regenval ( $\geq 20$  mm): +76%

# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen



Neerslagintensiteit T = 5 jaar

**Huidig klimaat**



**Hoge impact klimaatscenario 2100**



**Hoog : 36**      **Laag : 15**

Stijging sterker in oosten van Vlaanderen

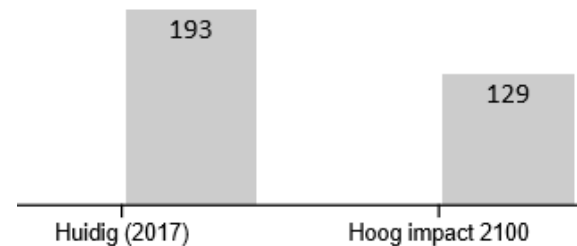
Hoogste stijging in en rond de stedelijke agglomeraties van Antwerpen en Brussel

Gemiddeld voor Vlaanderen:

Winter: natter, 38% meer regen

Zomer: droger, helft minder regen, minder zomerse regendagen,

Aantal neerslagdagen per jaar:



wel intensere zomeronweders

Extreme neerslagintensiteit:

+24% (T1), +45% (T20)

Aantal dagen met zware regenval ( $\geq 20$  mm): +76%

# Ruimtelijke klimaatscenario's Vlaanderen



## Windsnelheid

### Huidig klimaat



Windsnelheid [m/s]



### Hoge impact klimaatscenario 2100

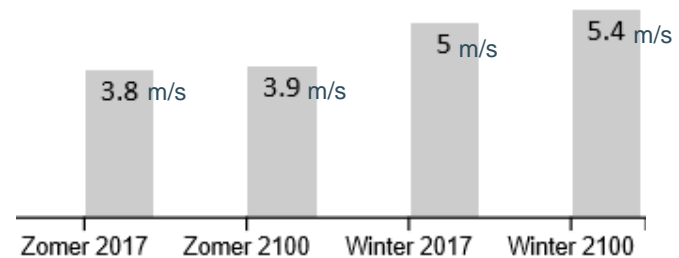


Windsnelheid [m/s]



Regio's waar de gemiddelde windsnelheid in de winter boven de 5 m/s is, strekken zich met enkele tientallen kilometers meer landinwaarts uit dan alleen de kuststreek

Gemiddeld voor Vlaanderen:



Kleine toename windsnelheid:

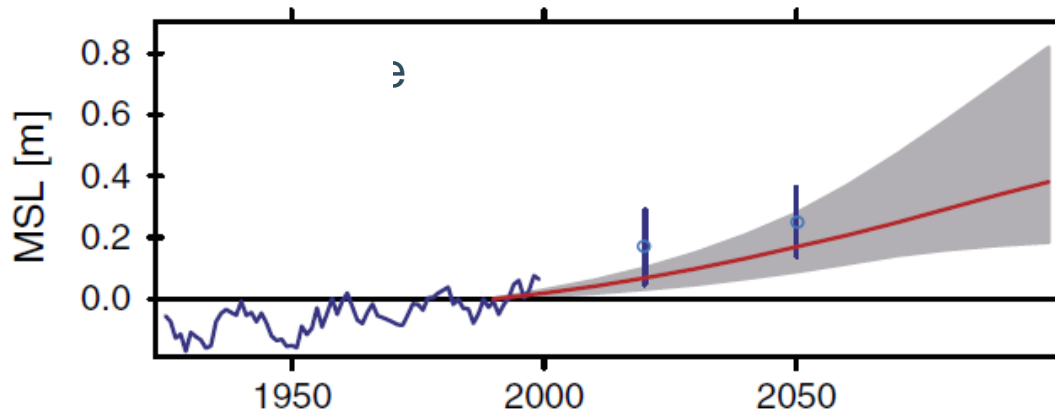
+9% in winter

nagenoeg geen verandering in zomer

# Zeespiegelstijging



Waterhoogte Belgische kust sinds 1925 + toekomstprojectie:



De zeespiegel stijgt en het zeewater wordt warmer

1.7 tot 4 mm/jaar sinds 1927 =  $\pm 20$ cm in 100 jaar  
toekomstprojectie tot 2100: +20cm tot +80cm  
temperatuur zeewater: +3,4 °C

De zeespiegel kan de komende decennia sneller  
beginnen te stijgen; tot gemiddeld 8 mm per jaar

Kustmaregraaf Oostende:





**Nieuwe ruimtelijk  
gedetailleerde  
klimaatscenario's**



## Klimaat effecten & -impacten



**o.b.v. vorige studies  
(nog klimaatscenario's Ukkel)**



## KLIMAATTOESTAND



## Klimaat effecten & -impacten

### HITTESTRESS



### OVERSTROMINGEN



### ZEESPIEGELSTIJGING



### DROOGTE



# Overstromingen & wateroverlast

## Klimaat-effecten

- ✓ Aangroei overstroombaar gebied
- ✓ Stijging van maximale overstromingsdiepte  
(gemiddeld per gemeente)

## Klimaat-impacten

- ✓ Aantal (gevaarlijk) overstroombare gebouwen (waterdiepte >70cm, hoge economische en gezondheidseffecten, bv. gevaar op verdrinking)
- ✓ Kwetsbare instellingen met kans op (gevaarlijke) overstroming (kinderopvang, onderwijs, ziekenhuizen en verzorgingstehuizen)

# 3 typen overstromingen

## Pluviale overstromingen



## Fluviale overstromingen

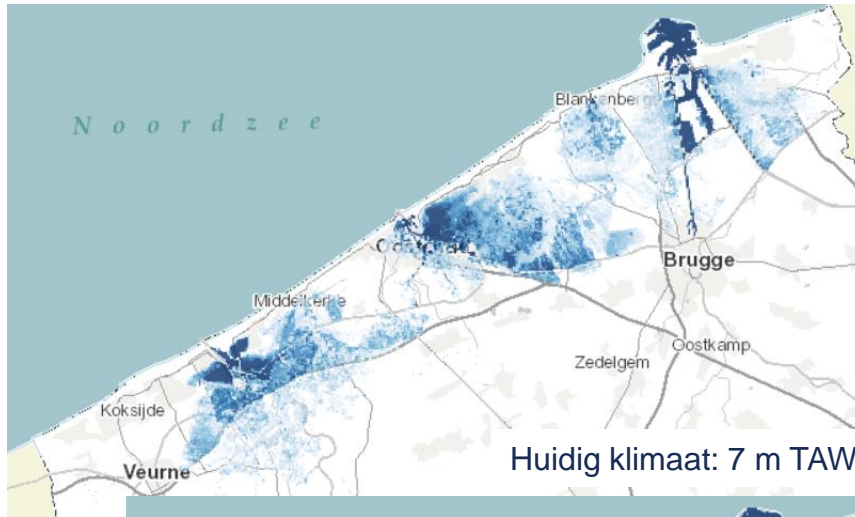


## Kustoverstromingen

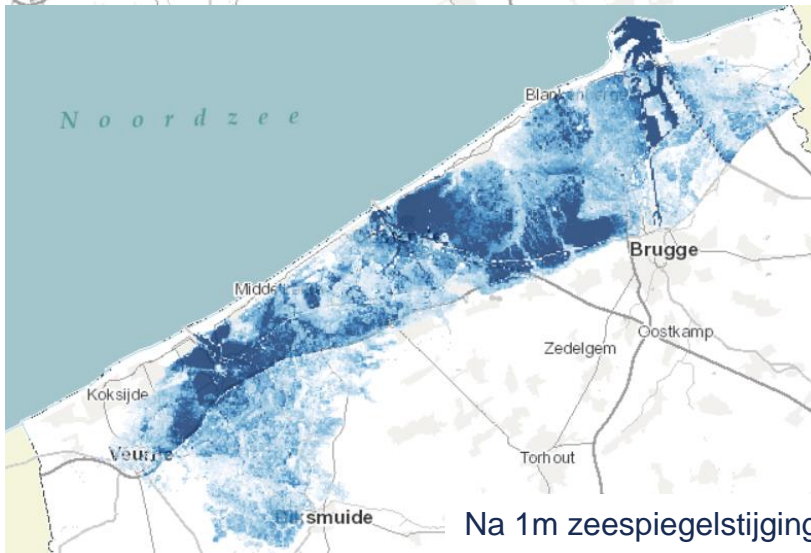




# Kustoverstromingen



Huidig klimaat: 7 m TAW



Na 1m zeespiegelstijging

AFDELING KUST



Vlaanderen  
is maritiem

## Masterplan kustveiligheid

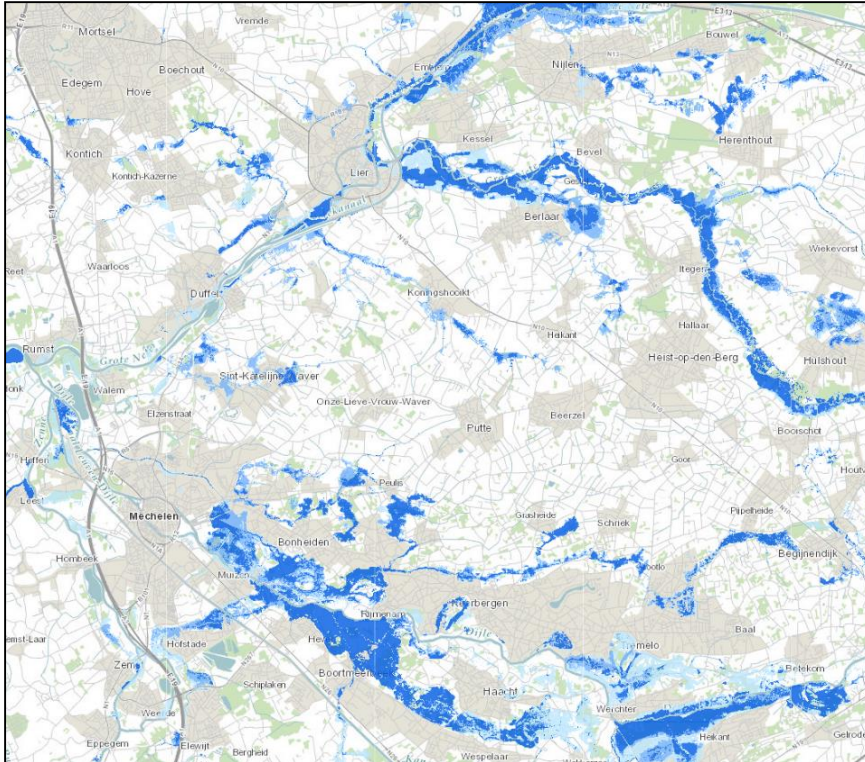
*Overstromingskaarten voor  
1000-jarige storm (T1000)*

*Zeespiegelstijging +0.5 m & +1 m*

*Ook: zoutintrusie grondwater en  
oppervlaktewater kustzone*



# Fluviale overstromingen



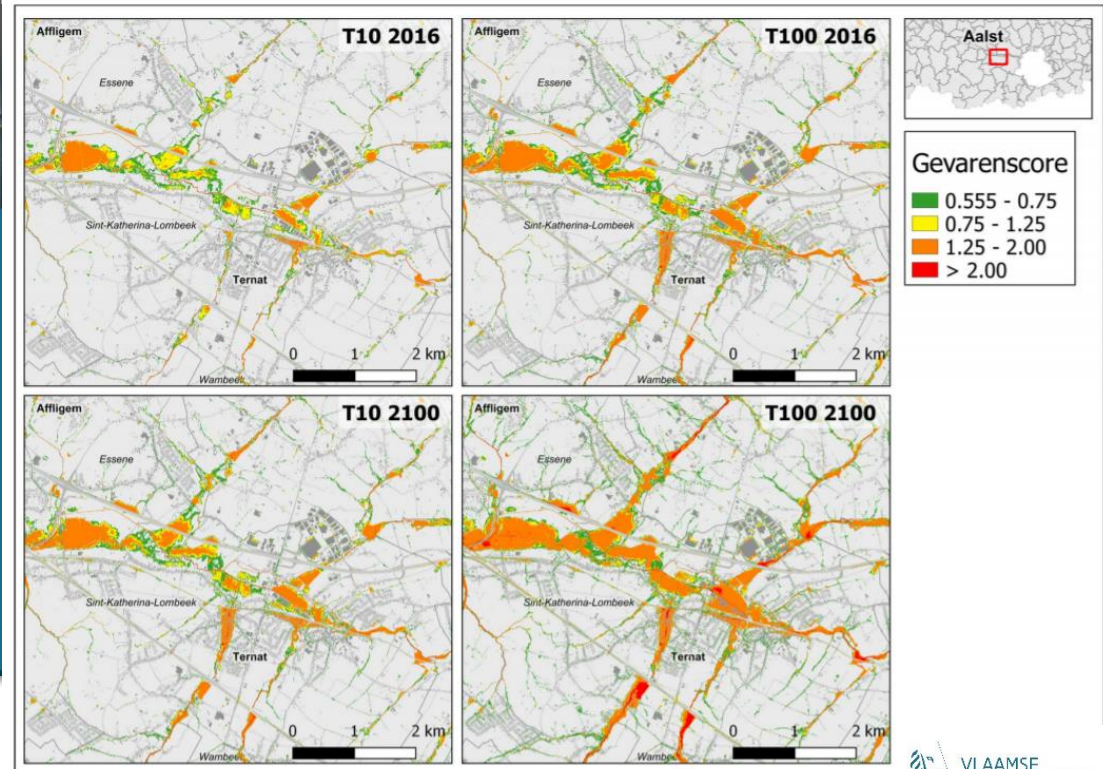
*Overstromingskaarten beschikbaar voor gemodelleerde waterlopen i.k.v. ORBP's, voor T1000*





# Pluviale overstromingen

Gebaseerd op VLAGG-kaarten  
voor T1000



# Overstromingen & wateroverlast

## Enkele conclusies: m.b.t. effecten

- ✓ **overstroombare gebieden** stijgen met 130.000 ha (77%)
- ✓ vooral toenames van ondiepe oppervlakkige afstroming in landelijke gebieden en extra overstroombare wegen
- ✓ toename in rivier valleien is in omvang meestal beperkt, behoudens locaties waar bv. waterlopen onder (spoor)wegen gaan
- ✓ **voorkomingsfrequentie** van fluviale overstromingen: stijging met factor 5 tot 15 met sterkste toenames in hellende gebieden West- en Oost-Vlaanderen
- ✓ **maximale overstromingsdieptes** [langsheen waterlopen]: stijging met 30-tal cm in Zand- en Leemstreek & 50-tal cm in hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen; soms tot 100 - 120 cm

# Overstromingen & wateroverlast

## Enkele conclusies m.b.t. impact op gebouwen

- ✓ aandeel **overstroombare gebouwen** stijgt:
  - ✓ van 25% tot 41% van totaal aantal gebouwen
  - ✓ is ongeveer 1 miljoen Vlaamse hoofdgebouwen
  - ✓ stijging 70%, 90% & 130% bij T1000, T100 en T10
  - ✓ toename is sterker in stedelijke gebieden
- ✓ % gevaarlijke overstroombare gebouwen (diepte > 70 cm, hoge economische en gezondheidseffecten): stijging van 2.6% tot 7% (van 31 000 tot 92 000 gebouwen)
- ✓ steden als Antwerpen, Leuven, Dendermonde, Diest en Tienen: hoogste impacts op bouwpatrimonium (15 - 20% met impact)



# Overstromingen & wateroverlast

Enkele conclusies m.b.t. impact op kwetsbare instellingen

- ✓ aantal **kwetsbare instellingen** neemt toe van 6000 tot 8000 (voor instellingen nu op 20m van overstroombaar gebied gelegen)
- ✓ gevaarlijk overstroombare kwetsbare instellingen (diepte > 70 cm, economische en gezondheidseffecten): stijging van 7% tot 16%
- ✓ steden Antwerpen, Leuven en Aalst: rond 40% van alle kwetsbare instellingen worden gevaarlijk overstroombaar

## KLIMAATTOESTAND



## Klimaat effecten & -impacten

### HITTESTRESS



### OVERSTROMINGEN



### ZEESPIEGELSTIJGING



### DROOGTE



# Droogte

## Klimaat-effecten

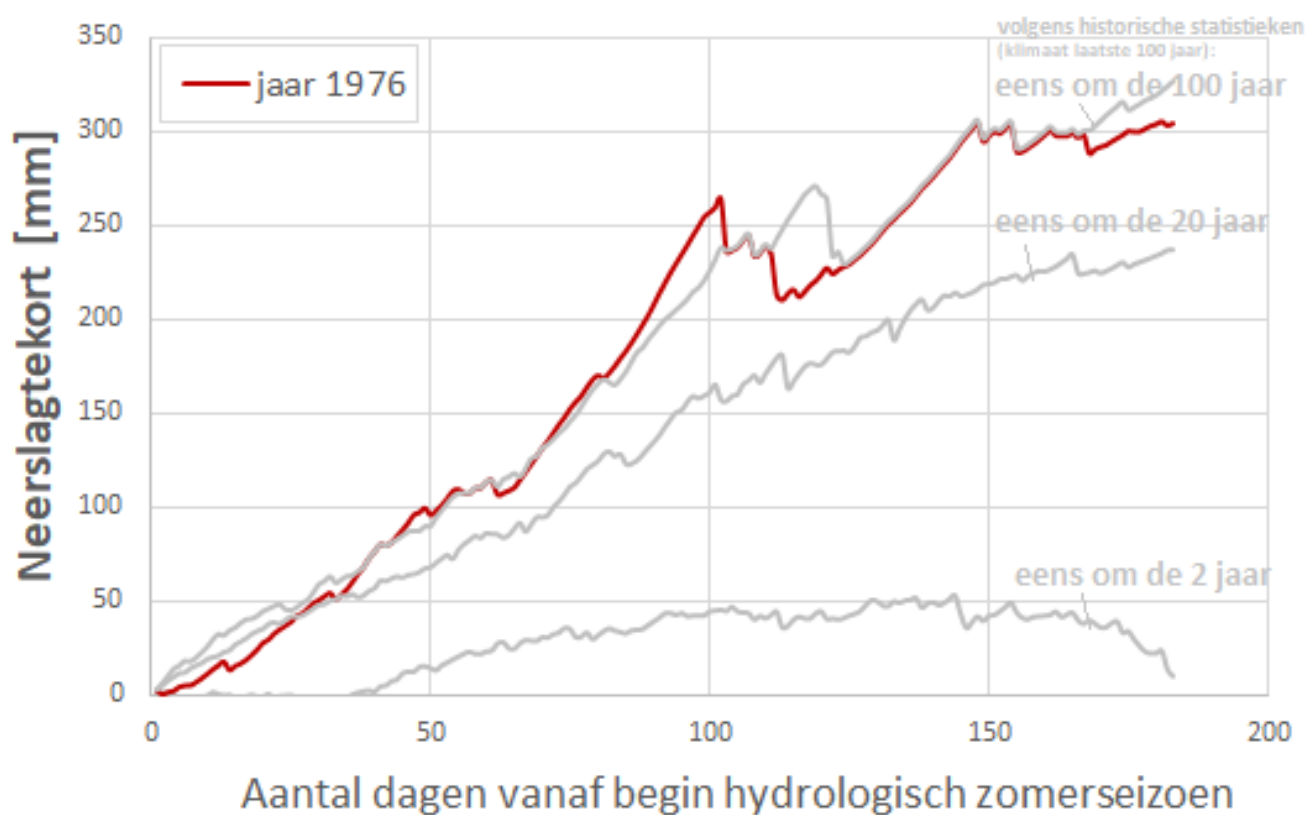
- ✓ Meteorologische droogte: Doorlopend neerslagtekort
- ✓ Landbouwkundige droogte: Droogtegevoeligheid bodem  
(gevoeligheid voor landbouw en gewasgroei)



# Meteorologische droogte

Droogte-proxyindicator: doorlopend potentieel neerslagtekort  
(cumulatieve som neerslag min referentiegewasverdamping)

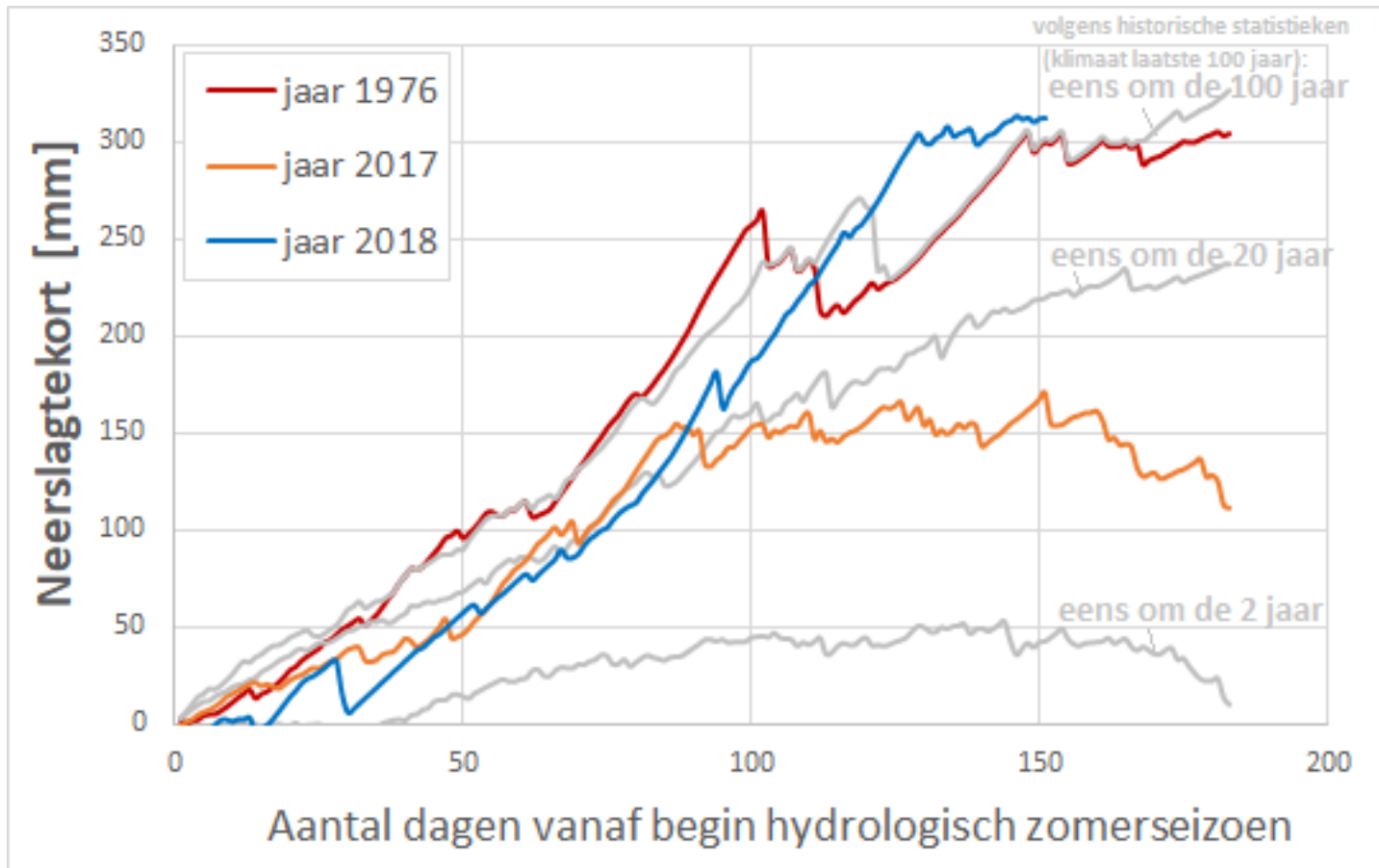
Laatste 100 jaar Ukkel (zonder meest recente jaren):





# Meteorologische droogte

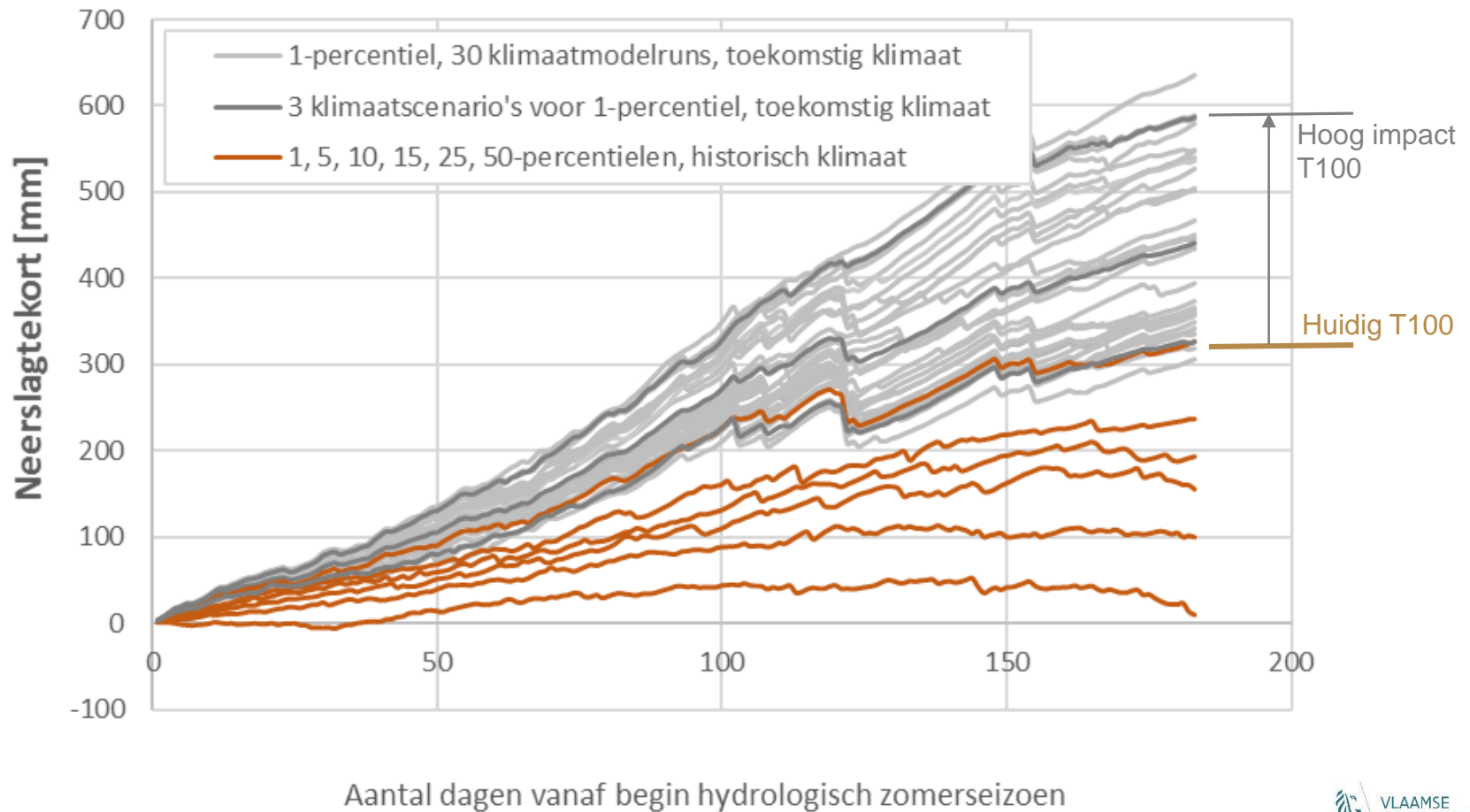
Droogte-proxyindicator: doorlopend potentieel neerslagtekort voor zomers 2017 & 2018:





# Meteorologische droogte

Toename T100 neerslagtekort v 300 tot iets minder dan 600 mm





# Meteorologische droogte

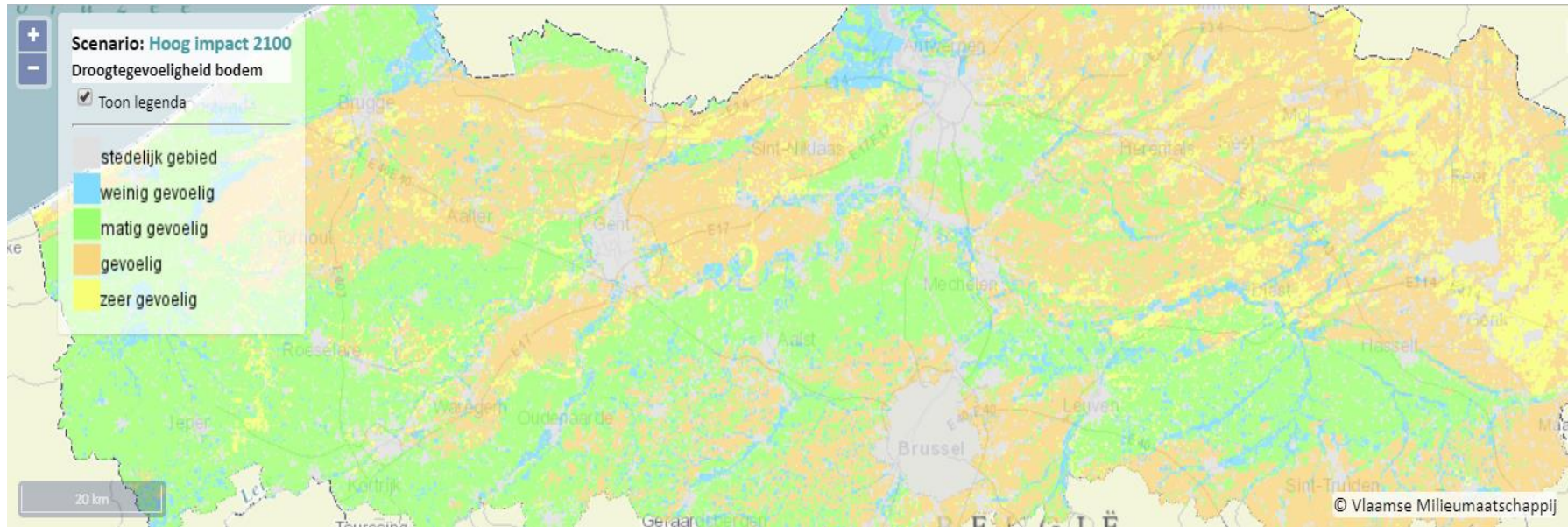
## Enkele conclusies

- ✓ totaal neerslagtekort hydrologisch zomerseizoen: stijging van 237 mm tot 485 mm voor T20
- ✓ neerslag die verdampt gedurende hydrologisch zomerseizoen: stijging van 67% tot 77%
- ✓ voorkomingsfrequentie neerslagtekort: stijging met factor 10 voor T20
- ✓ duur neerslagtekort: stijging met een factor 4 voor T20 (voor aaneensluitend aantal dagen met een extreem neerslagtekort = dagen waarbij de T20 voor huidig klimaat wordt overschreden)
- ✓ extreem droge zomers van 1976 & 2018 (= meest droge zomers van laatste 50 jaar) -> frequenter, eens om de 4 à 5 jaar



# Landbouwkundige droogte

## Droogtegevoeligheid bodem







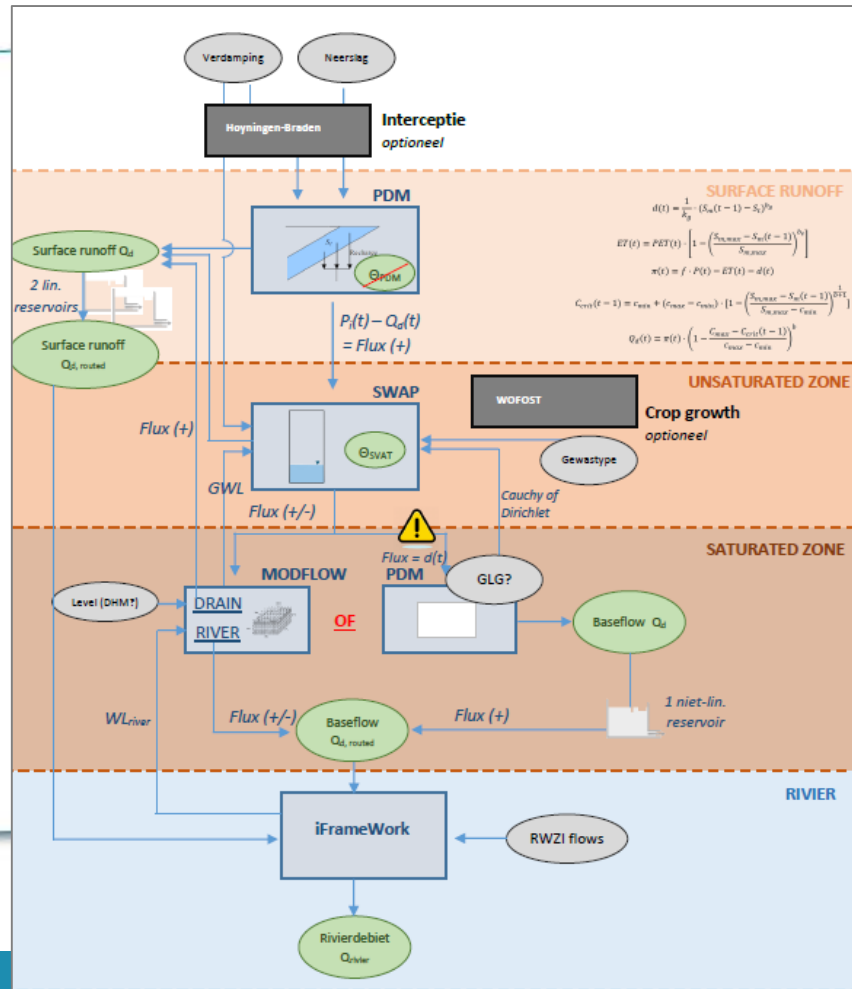
# Hydrologische droogte

Vlaamse gebiedsdekkende hydrologische modelleringstudie lopend

**IMDC** **KU LEUVEN**  
**Sumaqua** **WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH**

**KWANTIFICERING EN KARTERING VAN DROOGTE IN VLAANDEREN MET HYDROLOGISCHE MODELTOEPASSINGEN**

Uitgevoerd in opdracht van  
**Vmm**  
 Vlaamse Milieumaatschappij  
 Afdeling Operationeel Waterbeheer



# Landbouwkundige en hydrologische droogte

## Enkele conclusies

- ✓ Grootste bodemgevoeligheid in zandige bodems v Kempen & Noord-Vlaamse zandstreek (bodemvocht minst vastgehouden)
- ✓ Kleinere riviervalleien:
  - ✓ gevoeliger aan hydrologische droogte dan de grotere
  - ✓ effect versterkt in hellend gebied van W- en O-Vlaanderen (minder waterberging in ondergrond)
  - ✓ droogvallende waterlopen en waterbuffers zullen er vaker optreden
- ✓ Impact op recreatie (bv. wandelen, fietsen): aantal dagen van het jaar geschikt voor buitenrecreatie stijgt van 47% tot 60%



## Klimaat effecten & -impacten

HITTESTRESS



OVERSTROMINGEN



ZEEPIEGELSTIJGING



DROOGTE



# Klimaatportaal levert data aan voor (boven)gemeentelijke klimaatadaptatieplanning ...

**KU LEUVEN** AFDELING HYDRAULICA

Kaatselaarstraat 40  
3000 Leuven (Leuven)  
tel. 016 32 16 50  
fax 016 32 16 50  
marco.willems@kuleuven.be  
b.w.kuleuven@hydra

Modellering en beleidsaanbevelingen ten aanzien van neerslag in Antwerpen

samenvatting en beleidsaanbeveling  
Studie voor Stad Antwerpen



Provinciaal Klimaatadaptatieplan



december 2016

Provincie Antwerpen

MEETJESLAND  
KLIAMAATGEZOND



Regionaal klimaatadaptatieplan voor Meetjesland

provincie Oost-Vlaanderen

KLIAMAATGEZOND

VENECO



WERKEN NAAR EEN KLIMAATROBUUSTE STAD

GENTS KLIMAATADAPTATIEPLAN 2016-2019



Opmaak klimaatadaptatieplan historische binnenstad Brugge met focus op water

BRUGGE

met de steun van west-vlaanderen de gedreven provincie

vives

Sumaqua

Interreg 2 Seas Mers Zeeën Water Resilient Cities