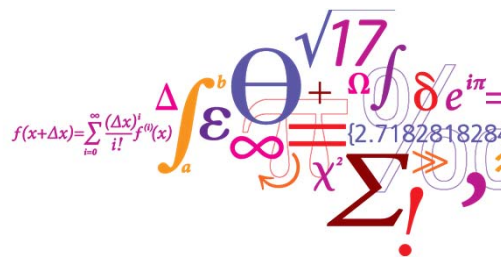


## Modificering af regnserier så de reflekterer et ændret klima

Hjalte Jomo Danielsen Sørup<sup>1</sup>, Ida Bülow Gregersen<sup>2</sup>, og Karsten Arnbjerg-Nielsen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> DTU Miljø og DTU GDSI

<sup>2</sup> Rambøll A/S



DTU Environment  
Department of Environmental Engineering

GDSI  
Global Decision Support Initiative

## Anvendelse af regnserier

- Skrift 18 og skrift 27:
  - *Beregningsniveau 3: Dynamisk model kombineret med historiske regn. Analyse af komplicerede afløbssystemer.*
- Bassindimensionering
- Beregning af aflastning
- **Hvordan håndterer vores system klimaforandringer i disse situationer?**



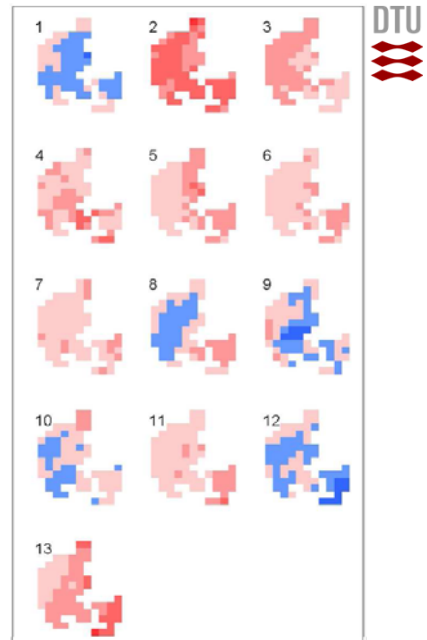
DTU Environment  
Department of Environmental Engineering

GDSI  
Global Decision Support Initiative

## Fremtidens regn – daglig skala

- Klimamodeller
  - "Regnserier" på daglig skala
  - Fladenedbør (25x25 km<sup>2</sup>)
  - ~ 80 danske gridceller
  - 13 ENSEMBLES + nyere simuleringer
  - 1950-2100

Meget data!  
Grov kvalitet



## Ændringer i regn baseret på klimamodeller



Ændringer i regnstatistik

(middel, varians, sandsynlighed for regn/tørvejr)

Regnstatistik for  
fremtiden

Vejrgenerator

Observationer

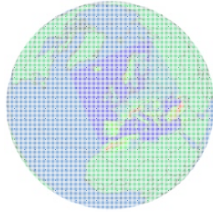
Regnserier  
for fremtiden

Eventuel yderligere  
nedskalering til ønsket  
tidsskala

Det her kan vi gøre  
tilfredsstillende ned til  
timeniveau; også for **spatial**  
fordelt regn

Det her har derimod vist sig  
at volde en del problemer

# Regnserier lige som vi kender dem - bare for fremtiden!



Ændringer i regnstatistik  
(middel, varians, sandsynlighed for regn/tørvejr)

Regnstatistik for fremtiden

Tabel 1 Anbefalede klimafaktorer baseret på tre nedskaleringsmetoder, 17 klimamodel kørsler og fem emissions scenarier

	100 års horisont	
	Standard	Høj
2-års hændelse	1,2	1,45
10-års hændelse	1,3	1,7
100-års hændelse	1,4	2

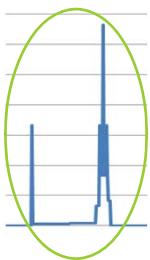
## IDA Spildevandskomiteen Skrift 30

Nedbør [%]	RCP2,6	RCP8,5
Årlig	1,6 (± 4,6)	6,9 (± 6,1)
Vinter	3,1 (± 7,9)	18,0 (± 12,0)
Forår	3,7 (± 11,1)	10,7 (± 12,6)
Sommer	-0,5 (± 9,6)	-16,6 (± 21,0)
Efterår	0,8 (± 7,2)	10,2 (± 10,9)

Tabel 5 Nedbørsændringer for Danmark. Nedbørsændringerne er angivet som procentvise ændringer i forhold til referenceperioden 1986-2005. Fremskrivningen 2100 dækker over gennemsnittet over perioden 2081-2100. Tallene er angivet for hvert af de to scenarier RCP2.6 og RCP8.5. Tallene i parentes angiver usikkerheden (+/- standardafvigelsen) på middelværdien for samtlige 23 modelkørsler. Kilde: CMIP5

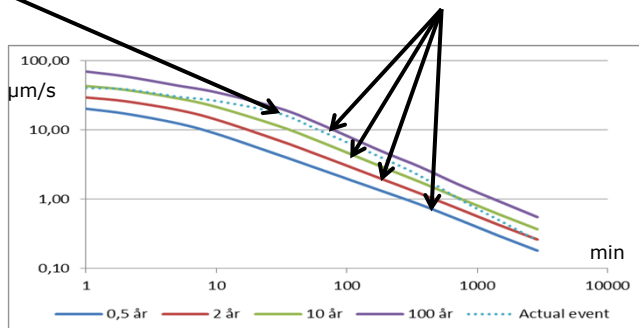
DMI, 2014

# Klimafaktor på hændelsesniveau



Der konstrueres en IDF-kurve på hændelsesniveau

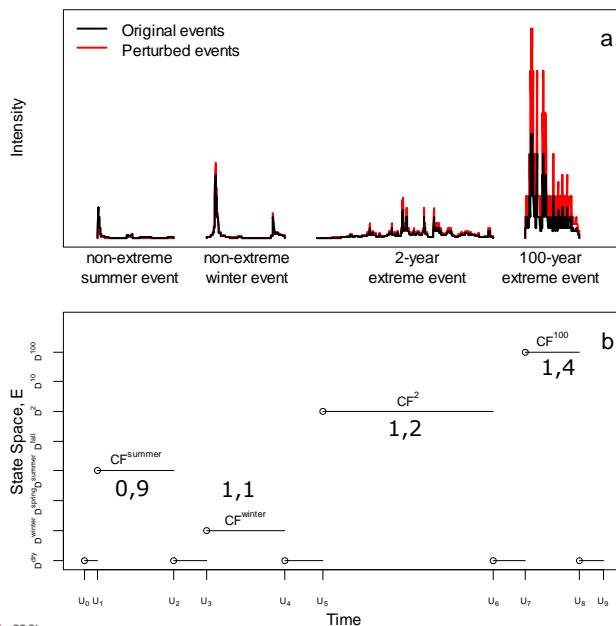
Den sammenlignes med værdier fra den regionale model (Skrift 30)



Hændelsen klassificeres efter grad af ekstremitet (eller klassificeres som ikke-ekstrem) og gives en klimafaktor på den baggrund

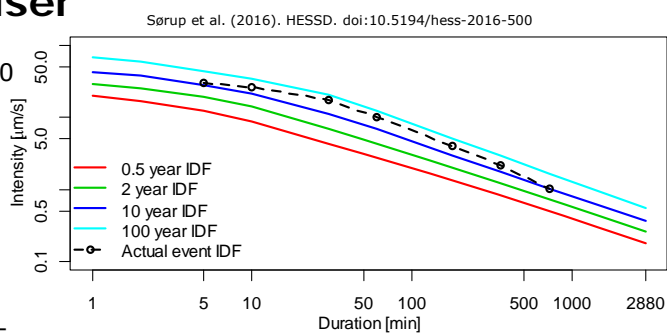
En klimafaktor vælges på den baggrund

- 1.2 (2 års hændelse)
- 1.3 (10 års hændelse)
- 1.4 (100 års hændelse)
- 0.9-1.1 (ellers, afhængig af sæson)



## Klassificering af hændelser

- Vi ser på 5, 10, 30, 60, 180, 360 and 720 min-punkterne
- Fire klassificeringsskemaer
  - A. Maksværdien
  - B. Middelværdien af de tre største værdier
  - C. Middelværdien
  - D. Antallet af værdier over en givet IDF-kurve fra den regionale model



Gentagelsesperiode	Hvis	Eller
2 års-hændelse	Mindst 4 punkter er over 0,5-års IDF-kurven	Mindst 2 punkter er over 2-års IDF-kurven
10 års-hændelse	Mindst 3 punkter er over 2-års IDF-kurven	Mindst 2 punkter er over 10-års IDF-kurven
100 års-hændelse	Mindst 3 punkter er over 10-års IDF-kurven	Mindst 2 punkter er over 100-års IDF-kurven
Ikke-ekstrem	Ingen af de andre kriterier er opfyldt	

## Resultater

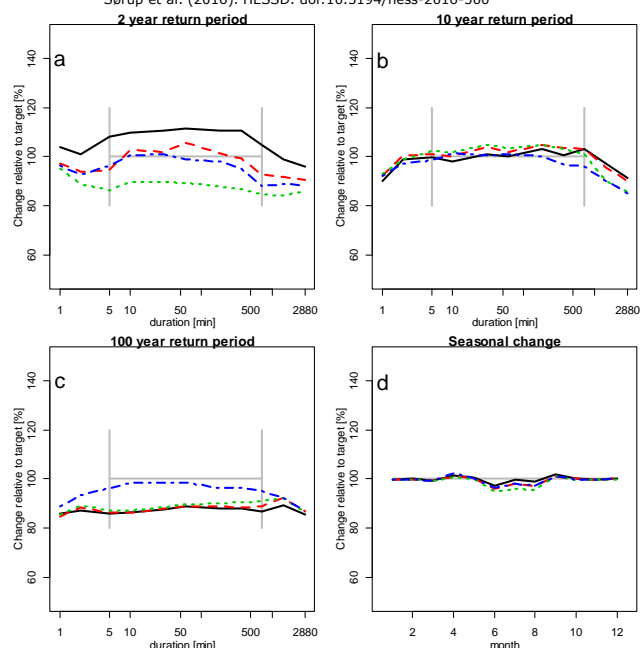
- Metodikken er testet på ti lange tidsserier fra IDA Spildevandskomiteens regnmålersystem
- Rimelig fordeling over landet
- Dataperiode: 1979 – 2011



## Resultater

- Alle skemaer kan identificere **10 års-hændelser** og fange de **ikke-ekstreme** hændelser
- Skema B og D er bedst til at fange **2 års-hændelserne**
- Skema D er bedst til at fange **100 års-hændelserne**
- Men alle fejl er små!

Sørup et al. (2016). HESSD. doi:10.5194/hess-2016-500



**A B C D**

# Robusthed

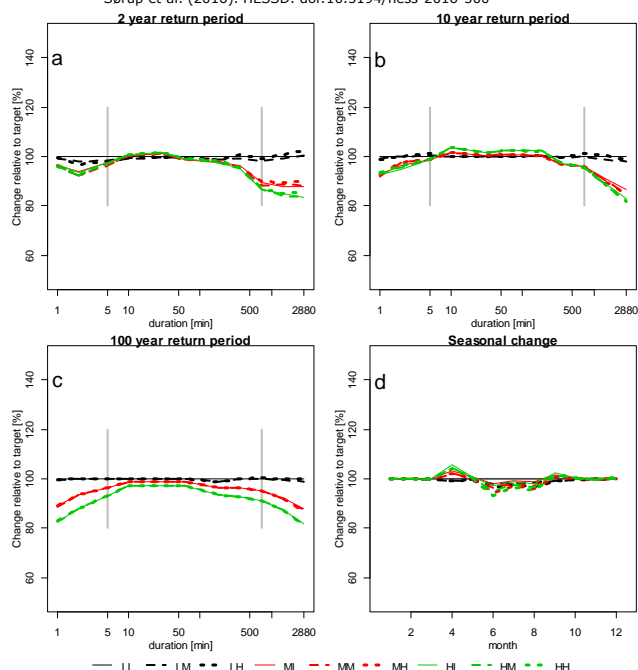
## Ekstremer

	2 år	10 år	100 år
lav	1,0	1,0	1,0
middel	1,2	1,3	1,4
høj	1,45	1,7	2,0

## Sæson

	vinter	forår	sommer	efterår
lav	1,0	1,0	1,0	1,0
middel	1,1	1,05	0,9	1,05
høj	1,2	1,1	0,8	1,1

Sørup et al. (2016). HESSD. doi:10.5194/hess-2016-500



DTU Environment  
Department of Environmental Engineering

GDSI  
Global Decision Support Initiative

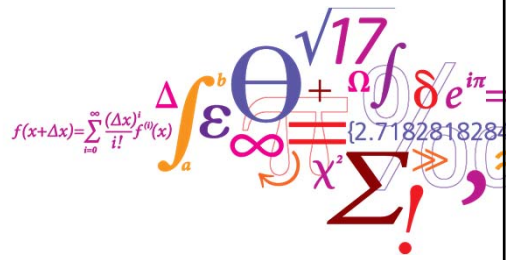
# Konklusion

- Det er muligt at modificere eksisterende regnserier så de reflekterer et ændret klima og dermed skabe tidsserier for et ændret klima i samme opløsning som det data vi har som input
- Metoden er relativt robust over for variationer i klimasignalet og kan derfor bruges for en bred vifte af klimascenarier; også de mere ekstreme og dem der har modsatrettede signaler
- Vi arbejder på at udvide metodikken til at være en stokastisk vejrgenerator
  - Stokastisk generering af tidsserier for nuværende klima (ved hjælp af en Markovprocess og de tilknyttede sandsynligheder for at skifte mellem tilstande)
  - Modificering af tidsserierne med den viste metodik; men med klimafaktorerne udskiftet med sandsynlighedsfordelinger der indkapsler usikkerheden i klimasignalet

DTU Environment  
Department of Environmental Engineering

GDSI  
Global Decision Support Initiative

# Modificering af regnserier så de reflekterer et ændret klima



DTU Environment  
Department of Environmental Engineering

GDSI  
Global Decision Support Initiative