

KLIMAFREMSKRIVNING AF HISTORISKE REGNSERIER

SØREN THORND AHL
INSTITUT FOR BYGGERI OG ANLÆG
AALBORG UNIVERSITET

Dansk Vand Konference 2016

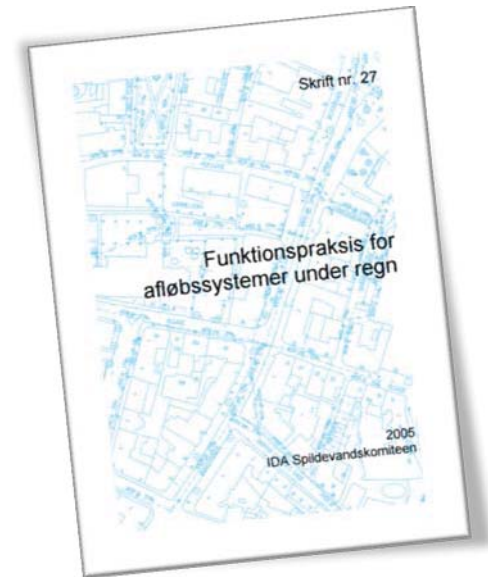


Århus
8-9 November 2016

Baggrund

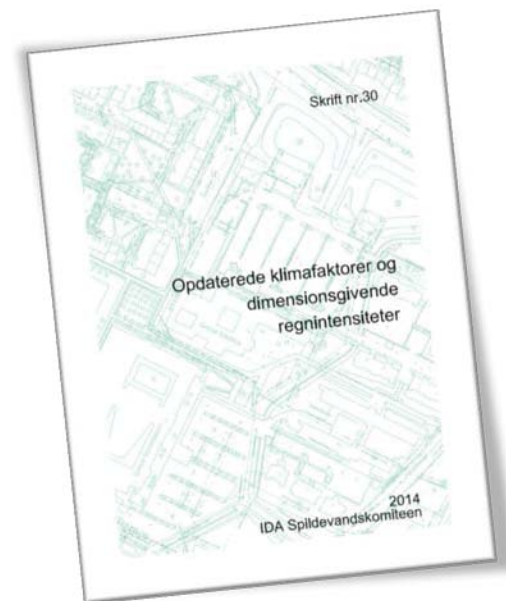
Spildevandskomiteens Skrift 27 (2005): Funktionspraksis for afløbssystemer under regn

- Beregningsniveau 1: Den rationelle metode.
Dimensioneringsmetode for mindre afløbssystemer.
- Beregningsniveau 2: Dynamisk model kombineret med CDS-regn. Analyse af forholdsvis ukomplicerede afløbssystemer.
- Beregningsniveau 3: Dynamisk model kombineret med historiske regn. Analyse af komplicerede afløbssystemer



Baggrund

Spildevandskomiteens Skrift 30 (2014): Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter



- Klimafaktorer kan ganges på den dimensionsgivende regnintensitet for at finde den dimensionsgivende regnintensitet i et givent klimascenarie fx i år 2100.
- Dette gælder kun for beregningsniveau 1 og 2, jf. Skrift 27
- Hvad skal vi så gøre med beregningsniveau 3?

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

Hvad er problemet så?

- I analyse og dimensionering af komplekse afløbssystemer fx med pumper, overløb, bassiner, spjæld, styring, tilbagestuvning, terrænoversvømmelse, er forudsætningerne for anvendelse af statistiske regn ikke opfyldt.
- Gentagelsesperioden for en given regnintensitet er ikke nødvendigvis den samme som for afløbssystemets respons.
- CDS-regn er derfor uanvendelig til analyse af komplekse systemer
- Man kan ikke bare gange en klimafaktor på en historisk regnserie.



Motivation

Der er et stort behov for at kunne anvende lange kontinuerte **klimafremskrevne** regnserier til:

- Dimensionering af ledningsanlæg
- Kapacitetsanalyse af regnvandssystemer (kontrol af serviceniveauer)
- Klimatilpasningsløsninger
- Oversvømmelsessimuleringer
- Afvandingsløsninger på terræn
- Dimensionering og funktionsanalyse af LAR-anlæg
- Bestemmelse af overløbsvolumener fra fælleskloakerede afløbssystemer
-

Idé

- Kan man generere kunstige regnserier med udgangspunkt i historiske målte serier som har samme statistiske karakteristika?



- Kan man klimafremskrive de kunstige regnserier så de statistisk kommer til at repræsentere et fremtidigt klimascenarie?



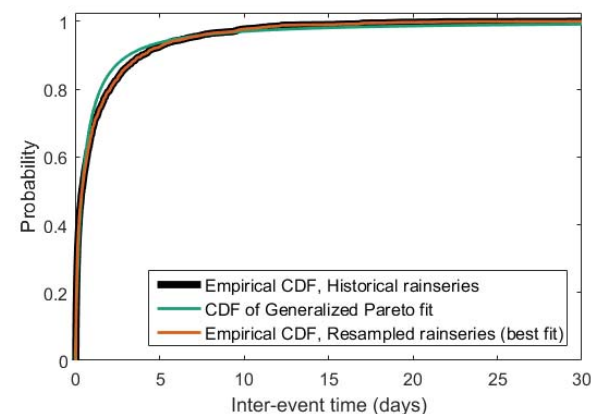
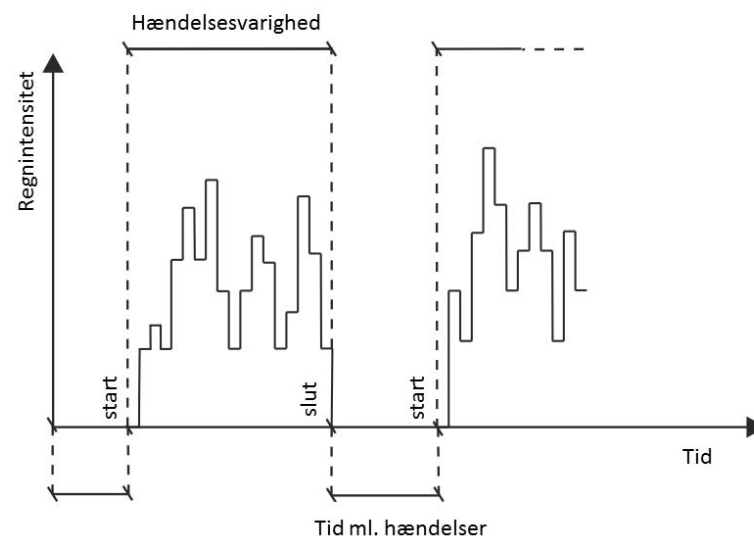
- Kan man bruge DMIs forudsigelser af forskellige klimavariabler som målparametre for herved at repræsentere både ekstremer og års- og årstidsnedbør?



Sammensætning af regnserier

Aske Korup Andersen og
Anders Badsberg Larsen:
Klimaændringernes betydning
for ekstremstatistikkerne
på afløbssystemer.
Civilingeniørspéciale, AAU,
2015

- Der trækkes en tilfældig tid mellem regnhændelser ud fra en Pareto-fordelingsfunktionen for hver årstid.
- En tilfældig regnhændelse trækkes ud fra en pulje af årstidsopdelte regnhændelser baseret på den historiske referenceregnsérie.
- Processen gentages for alle årstider og fortsættes indtil den ønskede længde på serien er opnået.



Klimafremskrivning af regenererede historiske regnserier

- Genererede kunstige regnserier opdeles i forskellige intensitetsintervaller der hver især multipliceres med en klimafaktor.
- Ideen er, stokastisk, at generere et stort antal tilfældige sammensatte serier med tilfældige parameterverdier og efterfølgende evaluere dem statistisk.
- Herefter udvælges de realiserede regnserier som passer bedst på statistik og målparametre.

Evaluerings- og optimeringsprocedure

- Der beregnes et samlet performancemål ud fra en vægtning af målparametre

Målparameter	Klimafaktor
Årsnedbør	1,14 (DMI 2014)
Årstidsnedbør, vinter	1,25 (DMI 2014)
Årstidsnedbør, forår	1,13 (DMI 2014)
Årstidsnedbør, sommer	1,05 (DMI 2014)
Årstidsnedbør, efterår	1,13 (DMI 2014)
Nedbørshændelser > 10 mm pr dag	1,37 (DMI 2014)
Nedbørshændelser > 20 mm pr dag	2,50 (DMI 2014)
Årets største døgnsum	1,16 (DMI 2014)
Regnintensitet for 60 min, T=2 år	1,20 (SVK 2014)
Regnintensitet for 60 min, T=10 år	1,30 (SVK 2014)

Baseret på
klimascenarie
A1B i år 2100

$$P_j = w_{spwi} \cdot P_{spwi,j} + w_{spsp} \cdot P_{spsp,j} + w_{spsu} \cdot P_{spsu,j} + w_{spau} \cdot P_{spau,j} + w_{n10mm} \cdot P_{n10mm,j} \\ + w_{n20mm} \cdot P_{n20mm,j} + w_{mdp} \cdot P_{mdp,j} + w_{d60T2} \cdot P_{d60T2,j} + w_{d60T10} \cdot P_{d60T10,j}$$

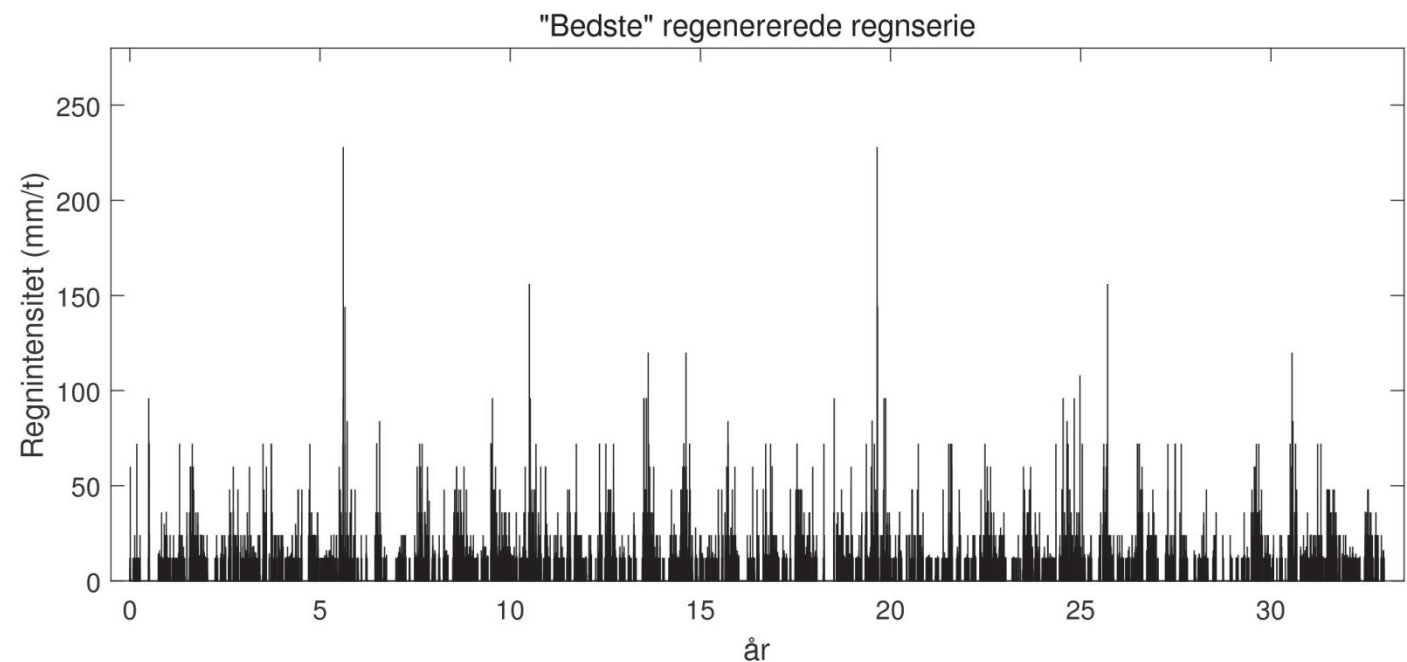
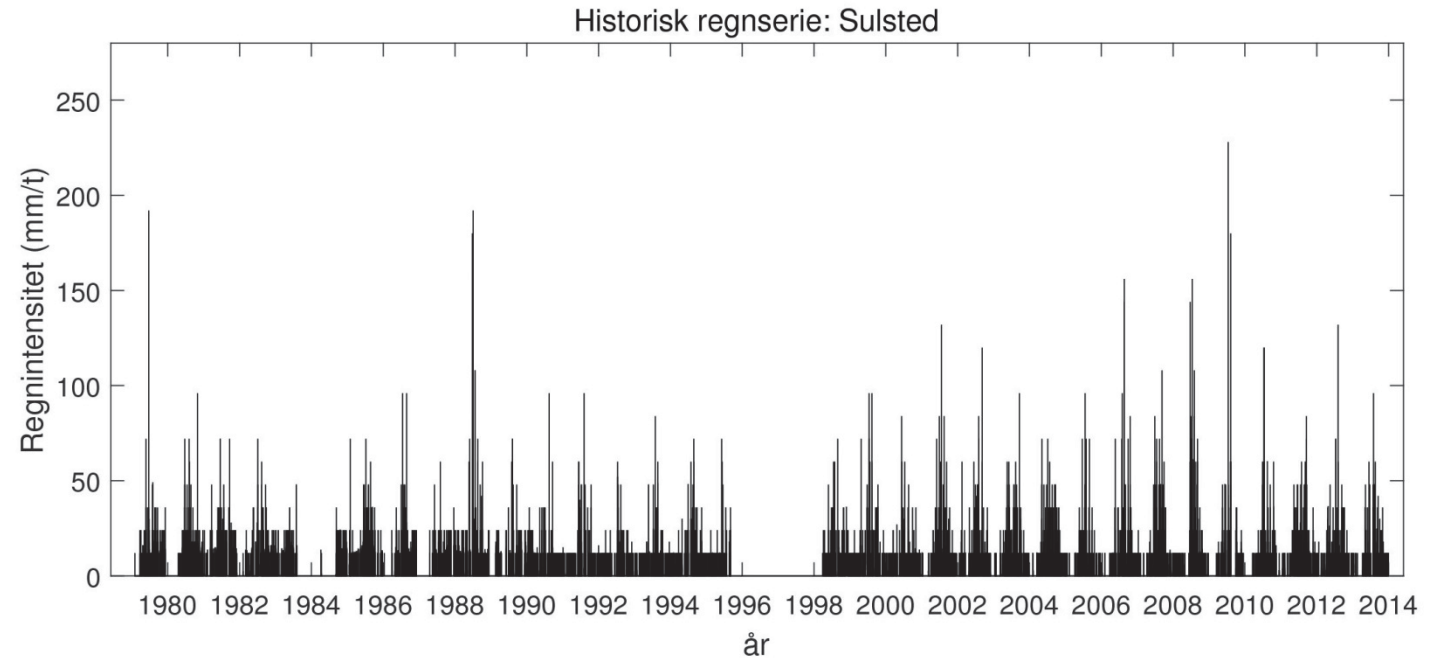


Eksempel på regenereret regnserie

Sulsted, SVK-
målnr.: 5047
(1979-2014)

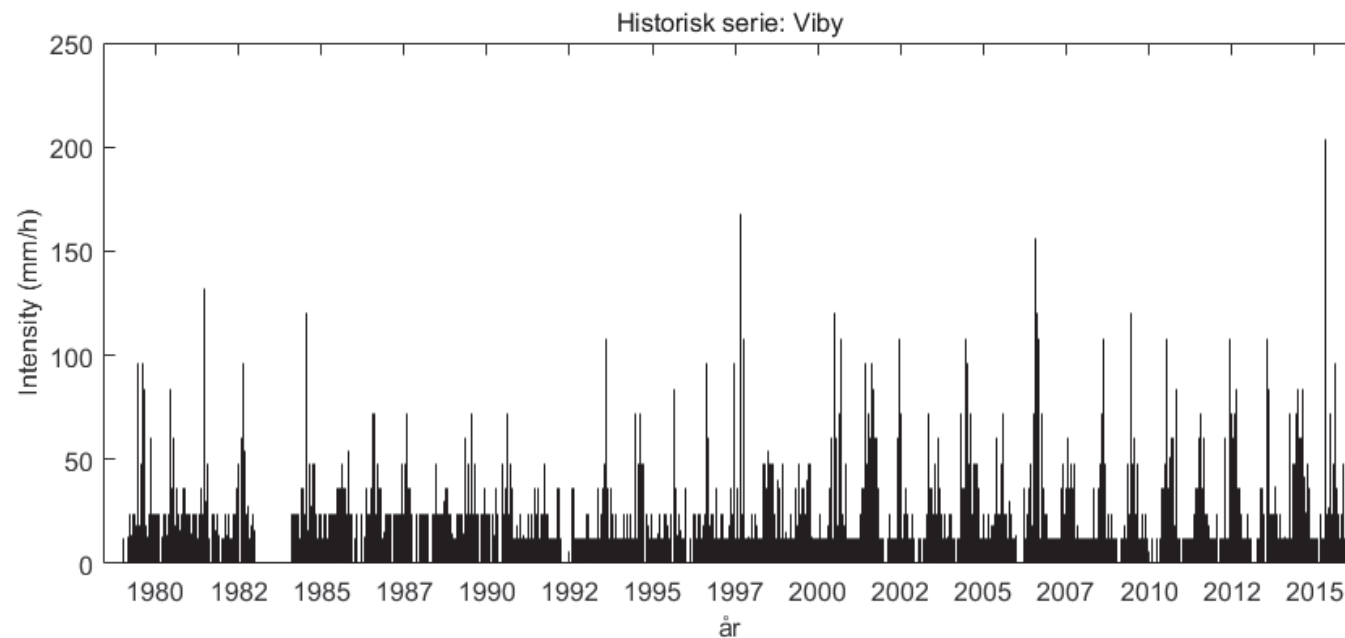
34 helår

**Søren Thorndahl, Aske
Korup Andersen og
Anders Badsberg Larsen:**
*An event-based stochastic
point rainfall series
resampler for statistical
replication and climate
projection of historical
rainfall series (submitted to
Journal of Hydrology)*

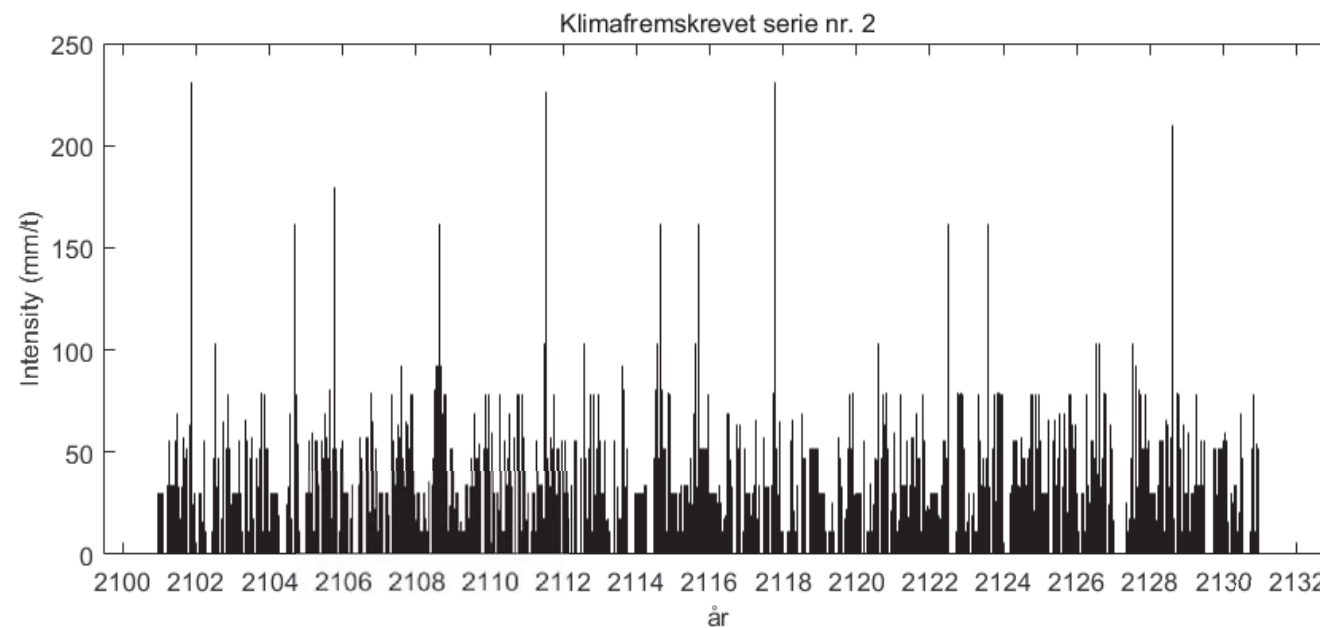


Eksempel på klimafrems- krevet regnserie

Viby J, SVK-
målernr.: 5177
(1979-2015)



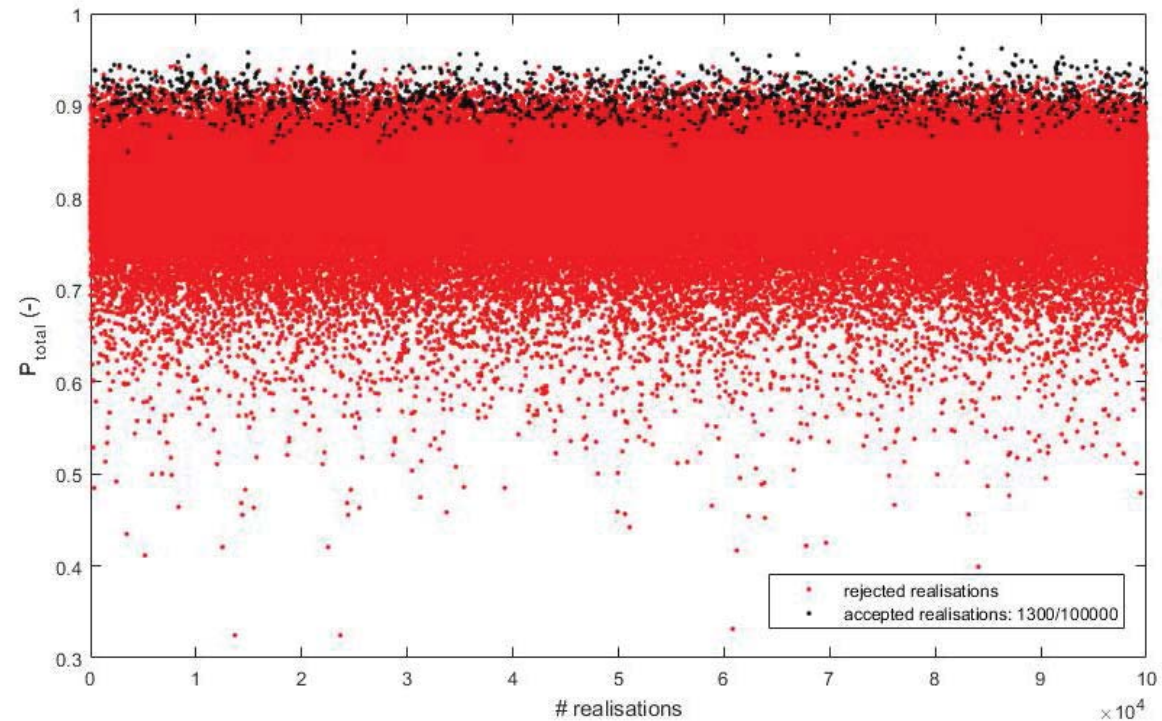
34 helår



Samlet performancemål

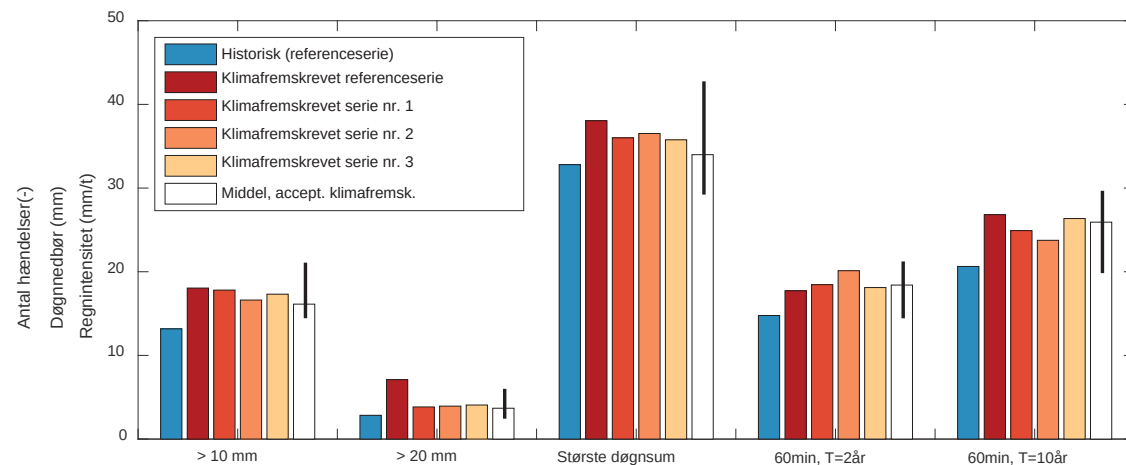
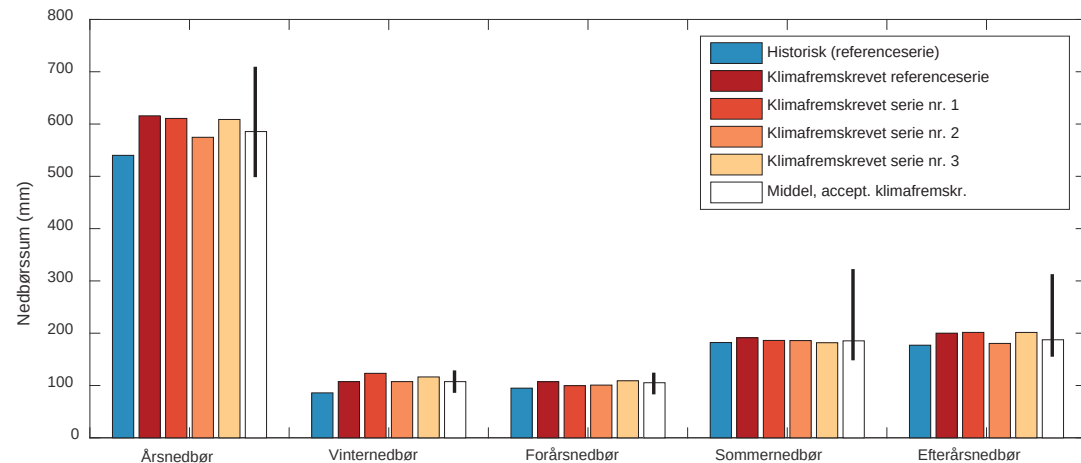
Eksempel:

- Evaluering af fremskrivning af Sulsted-regnserien
- Der genereres 100.000 tilfældige tidsserier
- Alle målparametre skal overholde en fastsat grænseværdi for at en realisation kan accepteres
- 1300 ud af 100.000 realisationer accepteres
- Bedste performance-mål: $P_{\text{total}}=0.96$



Evaluering af klimafremskrivning af Viby-regnserien

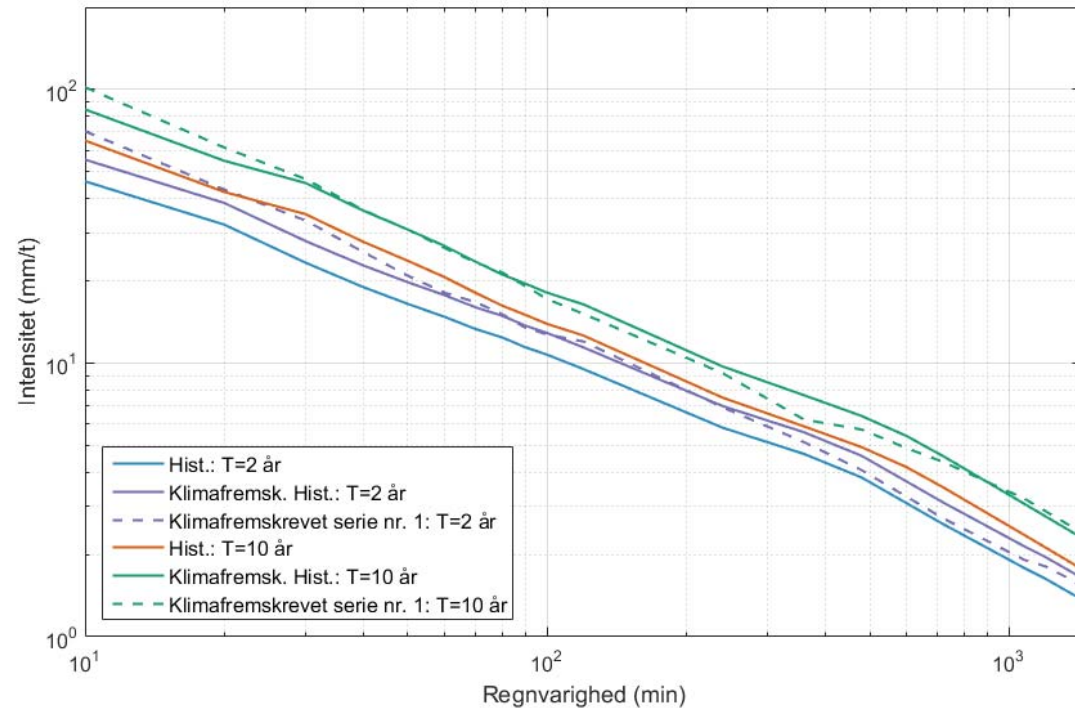
- God overensstemmelse for års og årstidsnedbør
- Tilfredsstillende repræsentation af ekstremer



Evaluering af klimafremskrivning af Vibby-regnserien

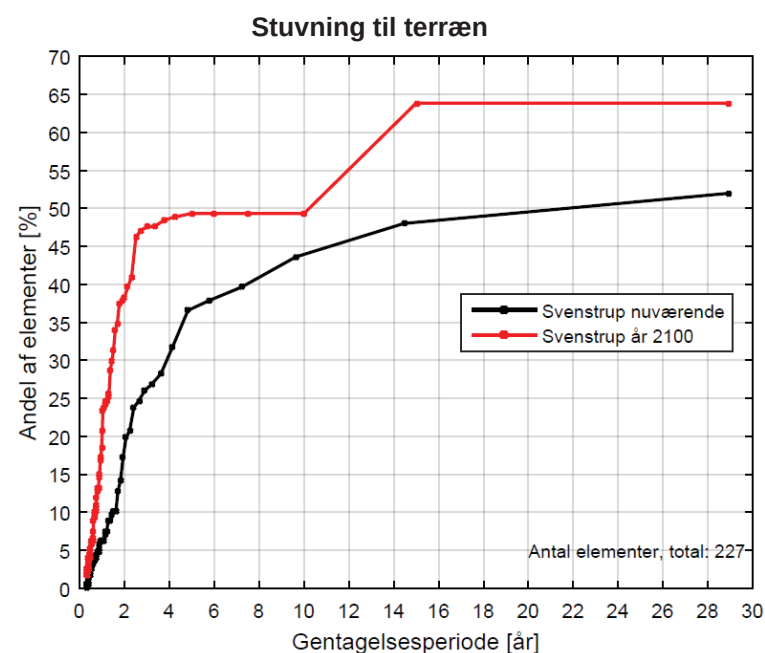
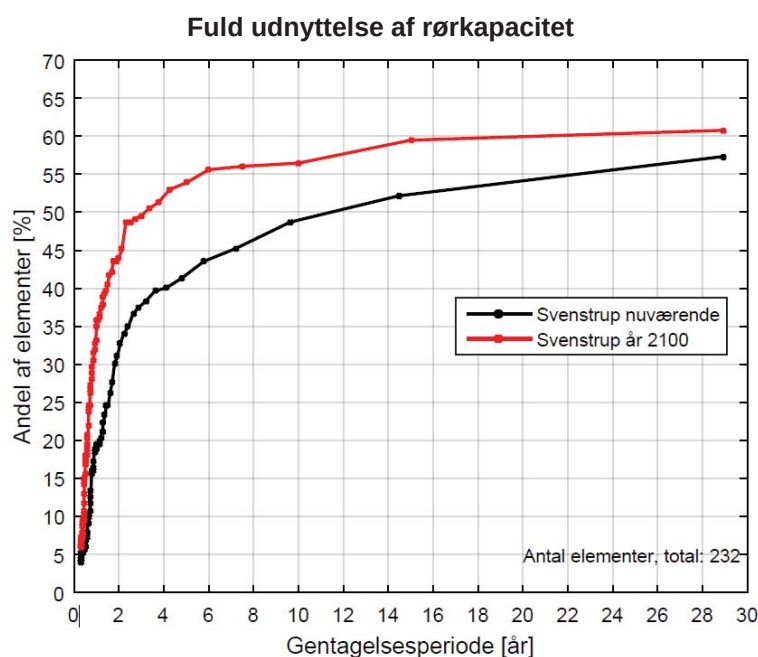
IDF-kurver

- God overensstemmelse på de fleste regnvarigheder



Anvendelse af klimafremskrevne regnserier

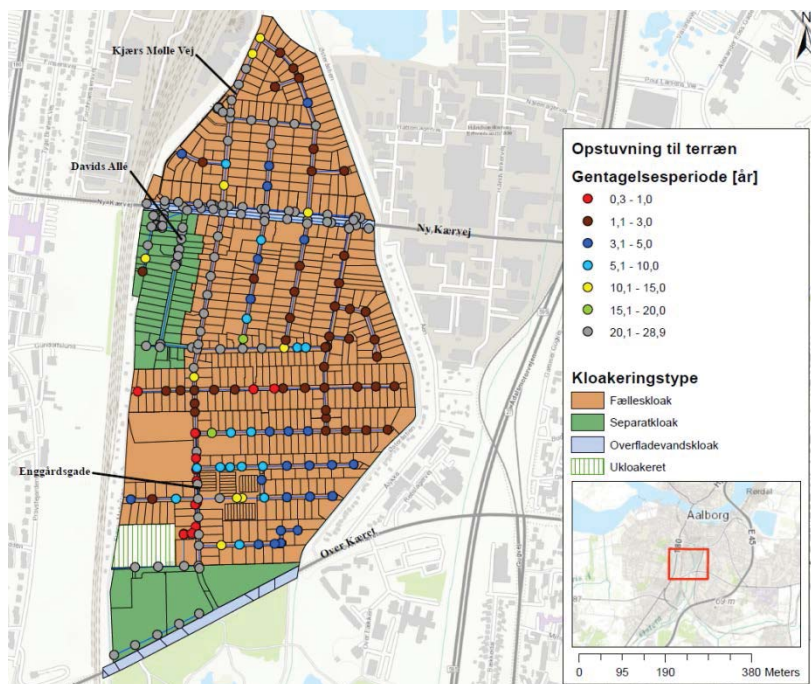
- Eksempel på simulering af belastning på Kærby-oplandet i Aalborg med historisk regnserie og klimafremskrevet regnserie (Svenstrup)



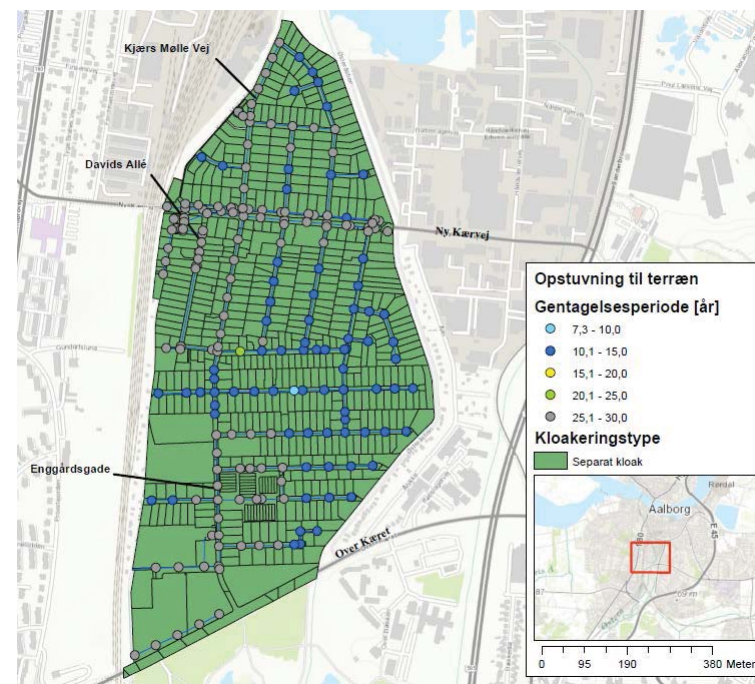
- Det der i det nuværende klima svarer til en 2-års gentagelsesperiode vil forekomme ca. hvert $\frac{1}{2}$. år i år 2100.

Anvendelse af klimafremskrevne regnserier

- Eksempel på løsning, Kærby Aalborg



Nuværende situation (1979-2015), fælleskloak

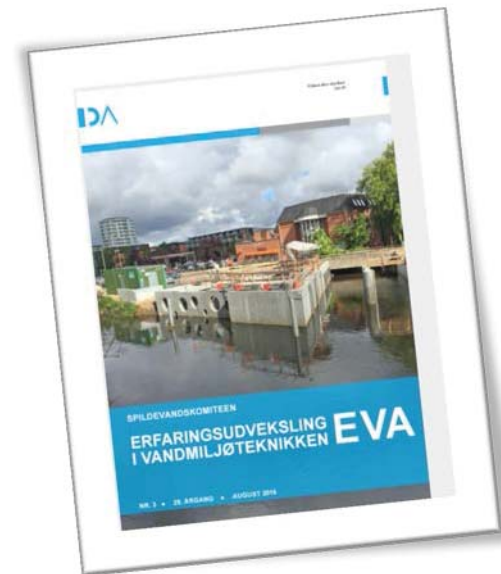


Fremtidig situation (2100-2130), separatkloak

- Serviceniveau overholdes for regn fremskrevet til 2100-2130

Konklusion

- Det er muligt at generere klimafremskrevne regntidsserier der statistisk stemmer overens med fremtidige nedbørsforudsigelser.
- Metoden er generisk og vil kunne tilpasses andre klimascenarier og potentielt andre og mere specifikke forudsigelser af fremtidens nedbør.
- Metoden er fleksibel og kan tilpasses forskellige afløbstekniske anvendelser.
- Metoden kræver generering af mange tidsserier og er derfor forholdsvis beregningstung

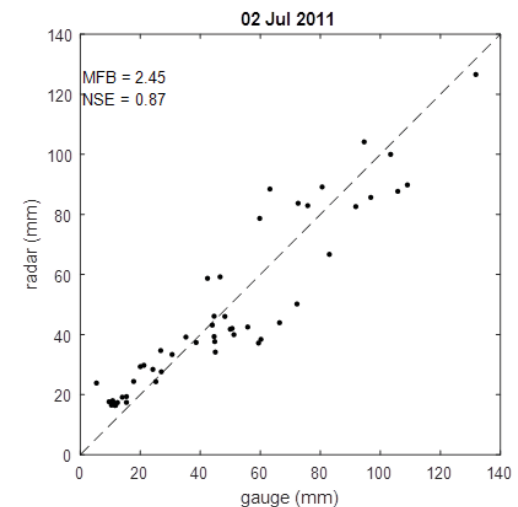
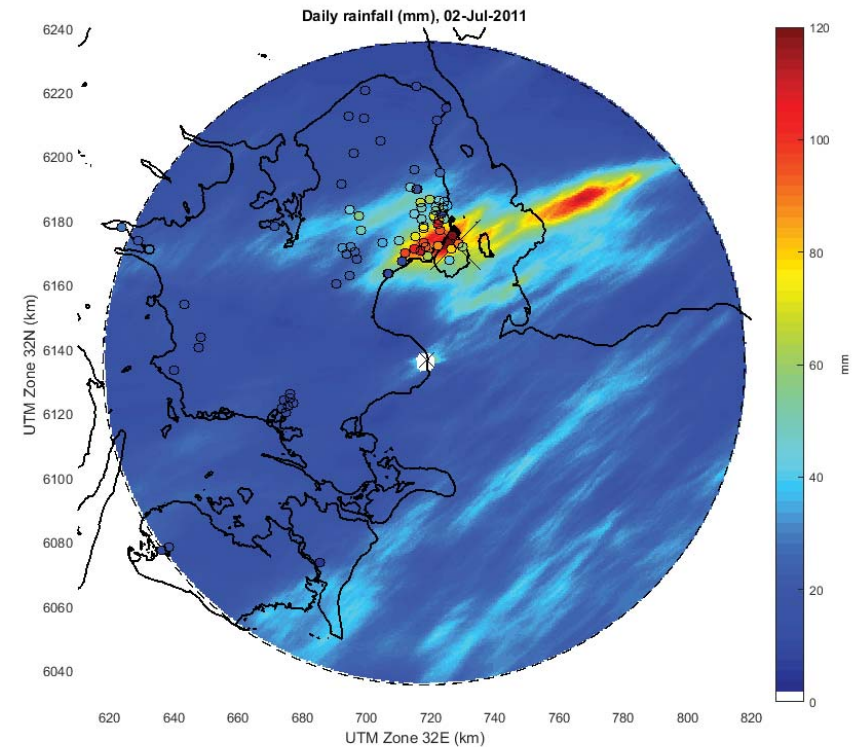
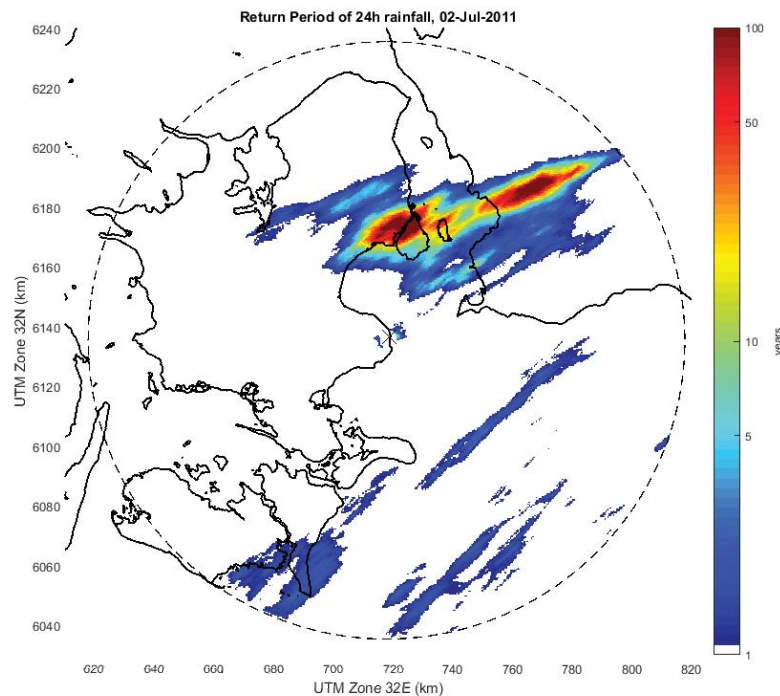


Videre arbejde

- Samarbejde mellem AAU, Aarhus Vand, NIRAS og DMI om videreudvikling test og demonstration af metoden.
- Test af flere og evt. mere detaljerede målparametre med usikkerhedsestimater for *RCP*-scenarier udvikles i samarbejde med DMI.
- Undersøgelse af regionale forskelle mellem regnserier.
- Udvikling af metode til ekstrapolation af serier (hændelser), så fx 100 eller 200 års hændelser kan estimeres.
- Generering af sted- og tidskorreleerede regntidsserier i fremtidigt klima.

Videre arbejde

- Regnstatsitik på radardata frem for punktmålinger
- Hvad betyder regnens stedslige variabilitet i forhold til dimensionering af afløbssystemer?



KLIMAFREMSKRIVNING AF HISTORISKE REGNSERIER

SØREN THORND AHL
INSTITUT FOR BYGGERI OG ANLÆG
AALBORG UNIVERSITET

Dansk Vand Konference 2016



Århus
8-9 November 2016