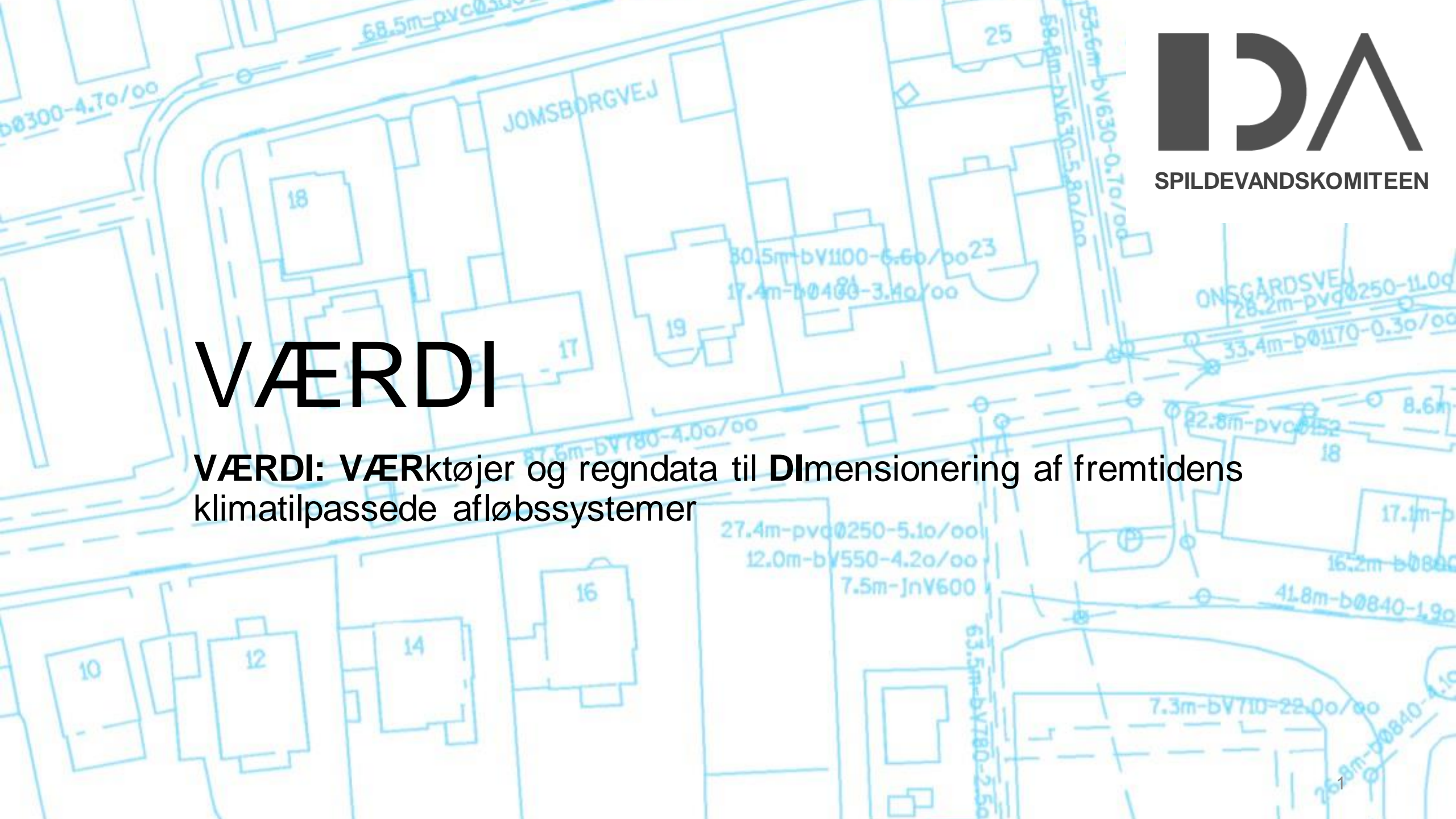




SPILDEVANDSKOMITEEN

VÆRDI

VÆRDI: VÆRktøjer og regndata til Dimensionering af fremtidens klimatilpassede afløbssystemer



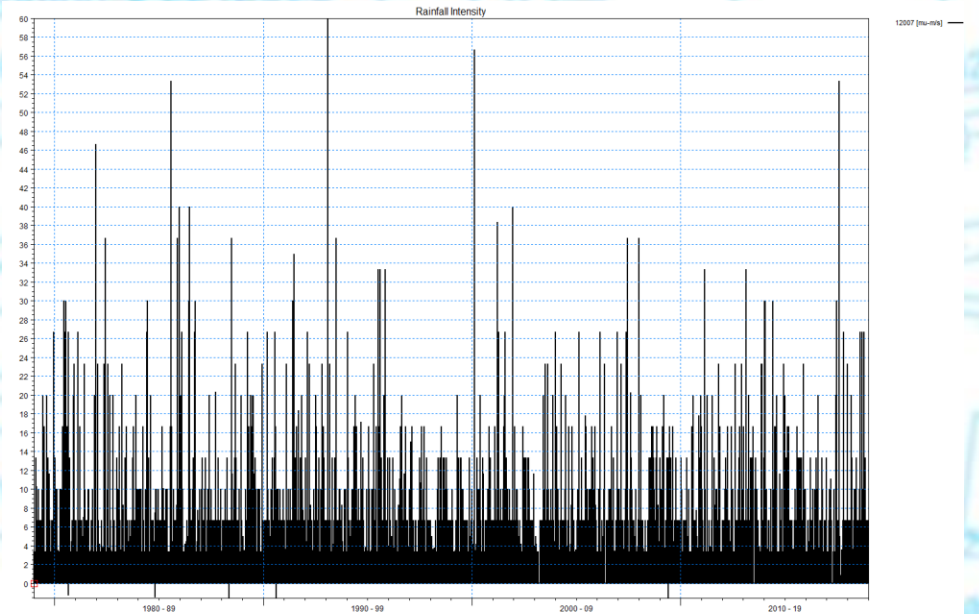
I hørte det her først!

- VUDP-projekt
 - Projektperiode: 01.11.2019 – 01.05.2023
 - Samlet projektsum: 3,2 mio. kr.
 - VUDP støtte: 1,5 mio. kr.
-
- Skrift 32 skal godkendes på SVKs Plenarforsamling d. 17. maj
 - De opdaterede værktøjer bliver tilgængelige efter sommerferien



Hvad med de klimafremskrevne regnserier?

- I VÆRDI er der lavet en række syntetiske, klimafremskrevne regnserier
- Vi er dog ikke kommet så langt, at vi tør lave en anbefaling vedr. brugen af serierne
- Vi vil gøre dem tilgængelige, men det bliver på eget ansvar og for de nysgerrige



Dagsorden

- Baggrund - kort om Skrift 30
- Nyt i Skrift 32
- Nyt i SVKs Regionale Regnrækkeværktøj
- Opmærksomhedspunkter
- Andre nye notater og værktøjer

Den regionale model i Skrift 30

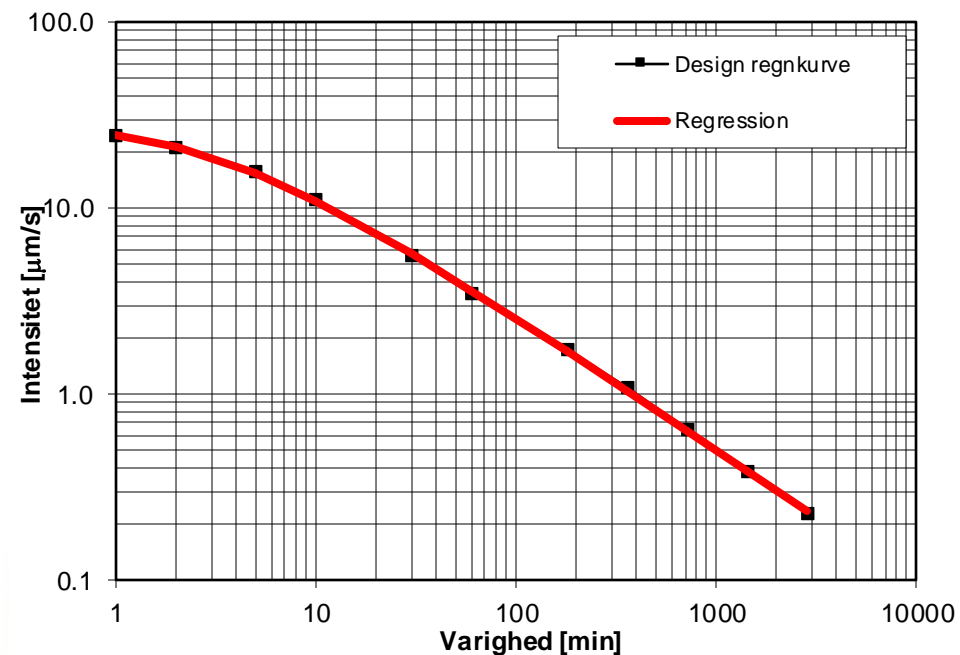
Formål:

- Regnkurve for et vilkårligt sted i Danmark
- Reduktion af usikkerheden på T-års hændelserne

Anvendelse:

- CDS-regn
- Bassindimensionering

Varighed (min)	z_T ($\mu\text{m/s}$)	$S\{z_T\}$ ($\mu\text{m/s}$)	f^*z_T ($\mu\text{m/s}$)	Regression ($\mu\text{m/s}$)
1	24.13	1.28	24.13	24.34
2	21.00	1.19	21.00	21.02
5	15.64	0.94	15.64	15.32
10	11.11	0.74	11.11	10.96
30	5.53	0.40	5.53	5.70
60	3.47	0.26	3.47	3.60
180	1.71	0.11	1.71	1.68
360	1.07	0.07	1.07	1.03
720	0.64	0.04	0.64	0.63
1440	0.38	0.03	0.38	0.38
2880	0.23	0.01	0.23	0.23



Modellens opbygning i Skrift 30

Data:

- SVK data fra 1979-2012

Parametre i modellen:

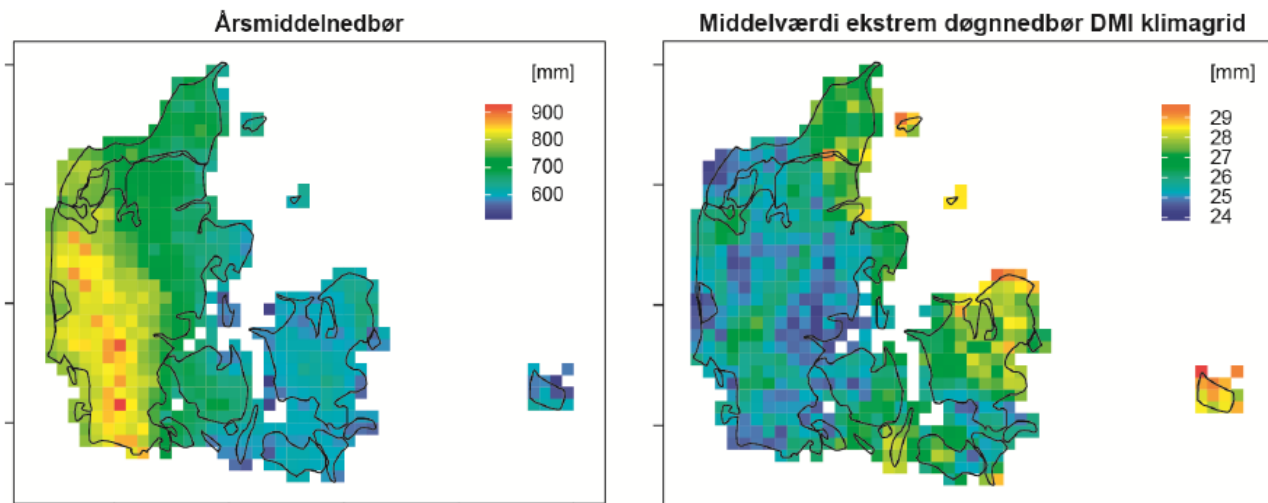
- Antallet af ekstreme hændelser
- Middelværdien af hændelsernes intensitet
- Formparameter for fordelings "hale"

Forklarende variable:

- Årsmiddelnedbøren
- Middelværdi af den ekstreme døgnedbør

Resultat:

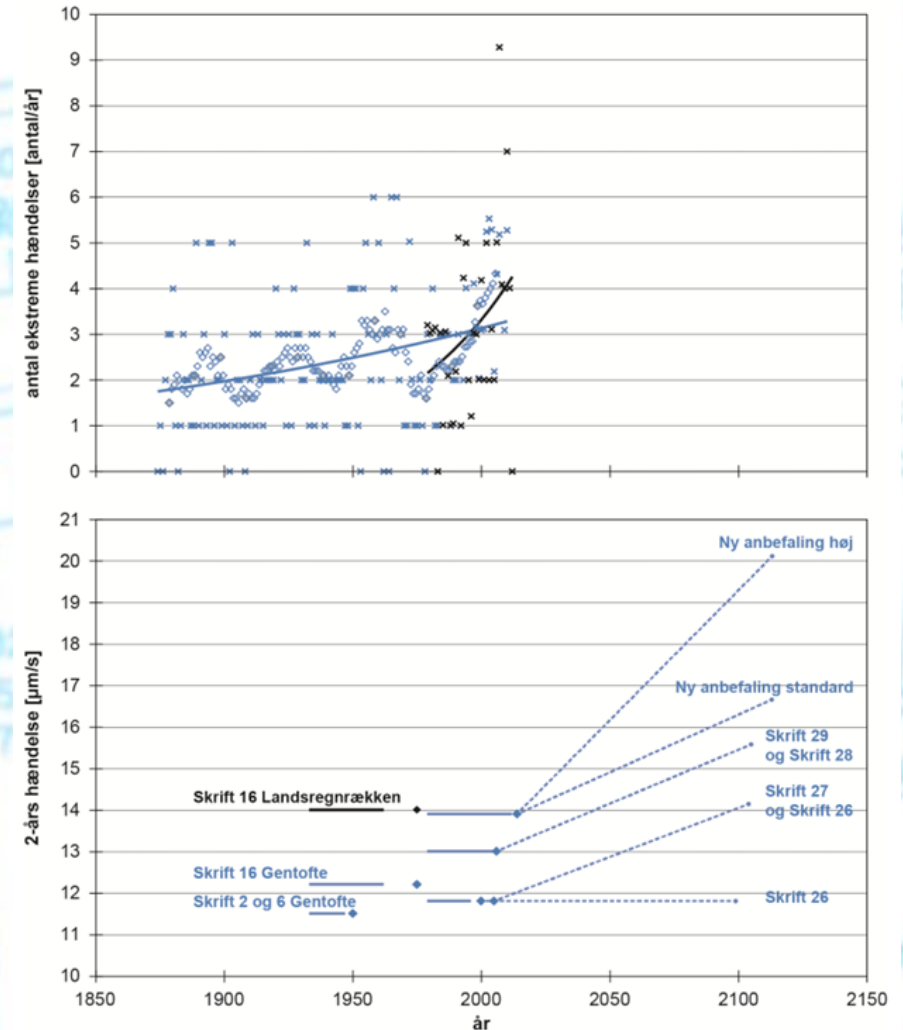
- "Middelintensiteter" for perioden 1979-2012



Varighed	Antal af ekstreme hændelser	Hændelsernes intensitet
10 min	Årsmiddelnedbøren	Konstant værdi over DK
30 min	Årsmiddelnedbøren	Konstant værdi over DK
60 min	Årsmiddelnedbøren	Konstant værdi over DK
3 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnedbør
6 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnedbør
12 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnedbør
24 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnedbør
48 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnedbør

Viden om den tidslige variation af regn i 2012

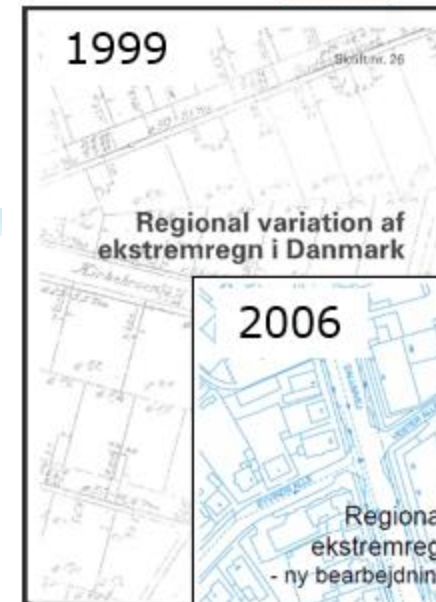
- Man anså det for overvejende sandsynligt, at der er et cyklisk element i regnens udvikling
- Nye data fra de mange regnmålere, man havde fået op igennem 00'erne.
- Krav om minimum 10 års data for en regnmålerstation.
- "Middelintensiteten" er påvirket af de mange ekstremer i perioden 2000-2012



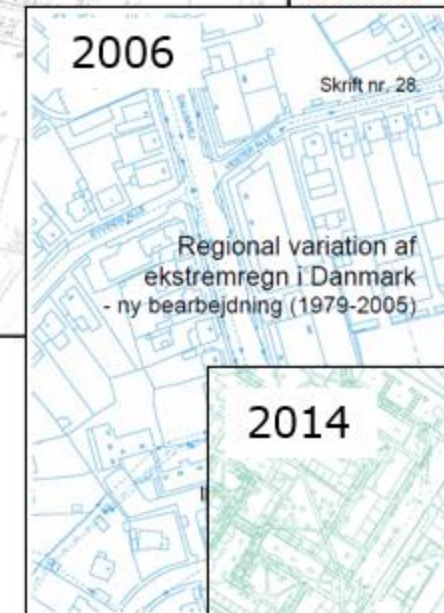
Nyt i Skrift 32

- Grundlæggende den samme model
- Bedre datagrundlag fra DMI
- Øget viden om klimaændringer og variabilitet
- Flere SVK målere med længere måleserier => ændret krav til måleseriernes længde
- Ændringer i de forklarende variable
- Ændring i interpolation til bestemmelse af de forklarende variable

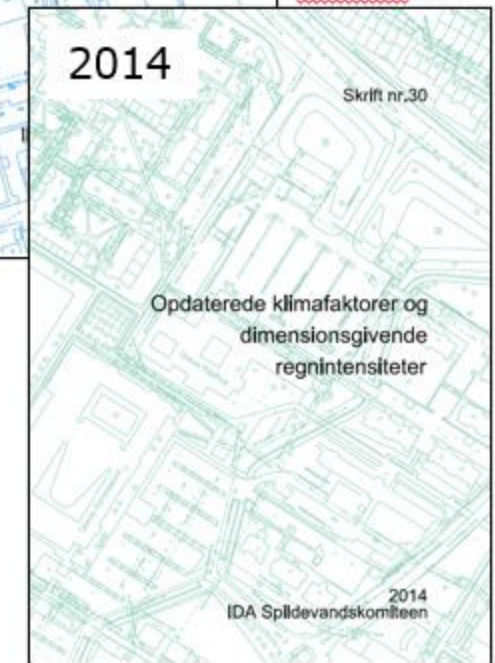
Skrift 26



Skrift 28



Skrift 30



Bedre datagrundlag fra DMI

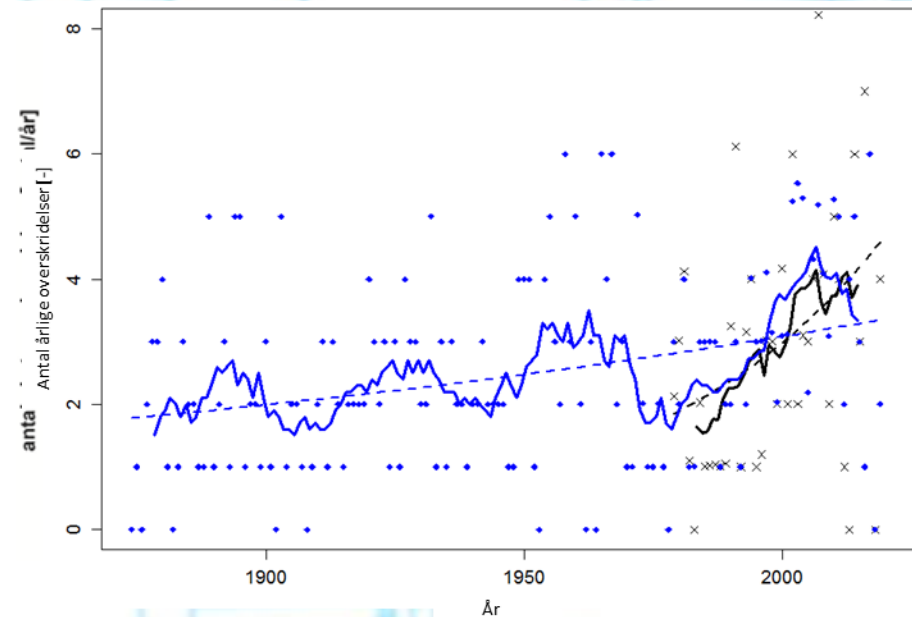
- KlimaAtlas v. DMI er kommet med deres bud på klimafaktorer ved forskellige udledningsscenerier
- Emma har i sin PhD beskæftiget sig med højopløste klimamodeller, men det har ikke givet anledning til nye anbefalinger
- VÆRDI har samarbejdet med DMI og det anbefales fortsat, at det er de til enhver tid gældende anbefalinger fra Spildevandskomiteens skrifter, der er bør anvendes, når klimaforandringer skal tages i betragtning ved analyse og dimensionering af afløbssystemer.
- **Anbefalingerne til klimafaktorerne er uændret fra Skrift 30**

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

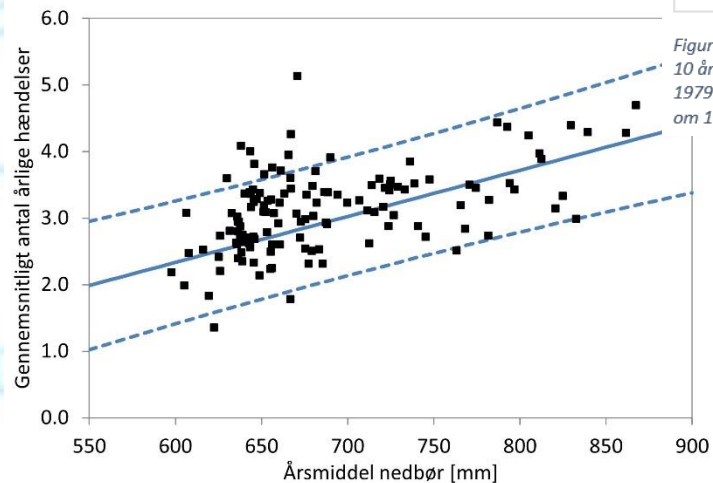
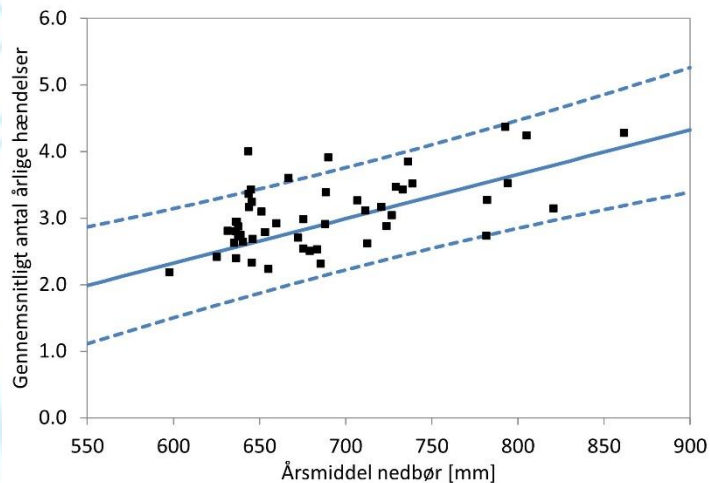
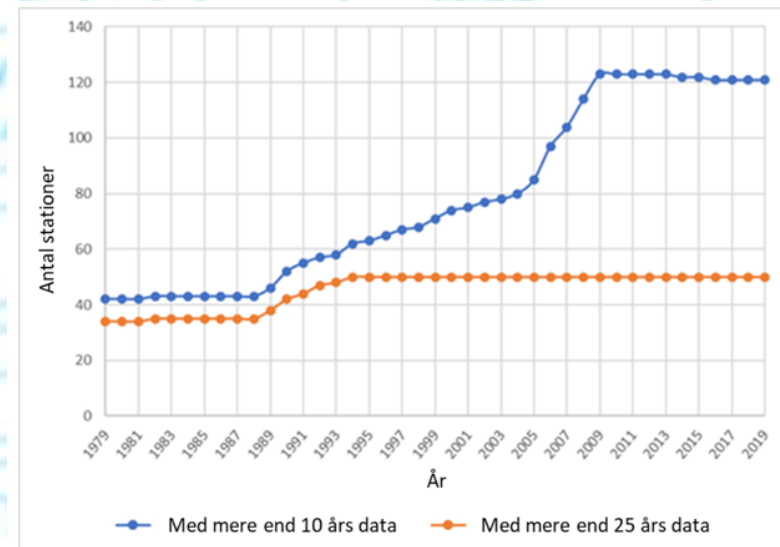
Øget viden om klimaændringer og variabilitet

- Den nyeste bearbejdning bekræfter den cykliske opførsel på 35-40 år, med et toppunkt omkring 2000-2010
- Vi er også trygge ved klimafaktorerne, som er trenden i data



Ændring i kravet til seriernes længde

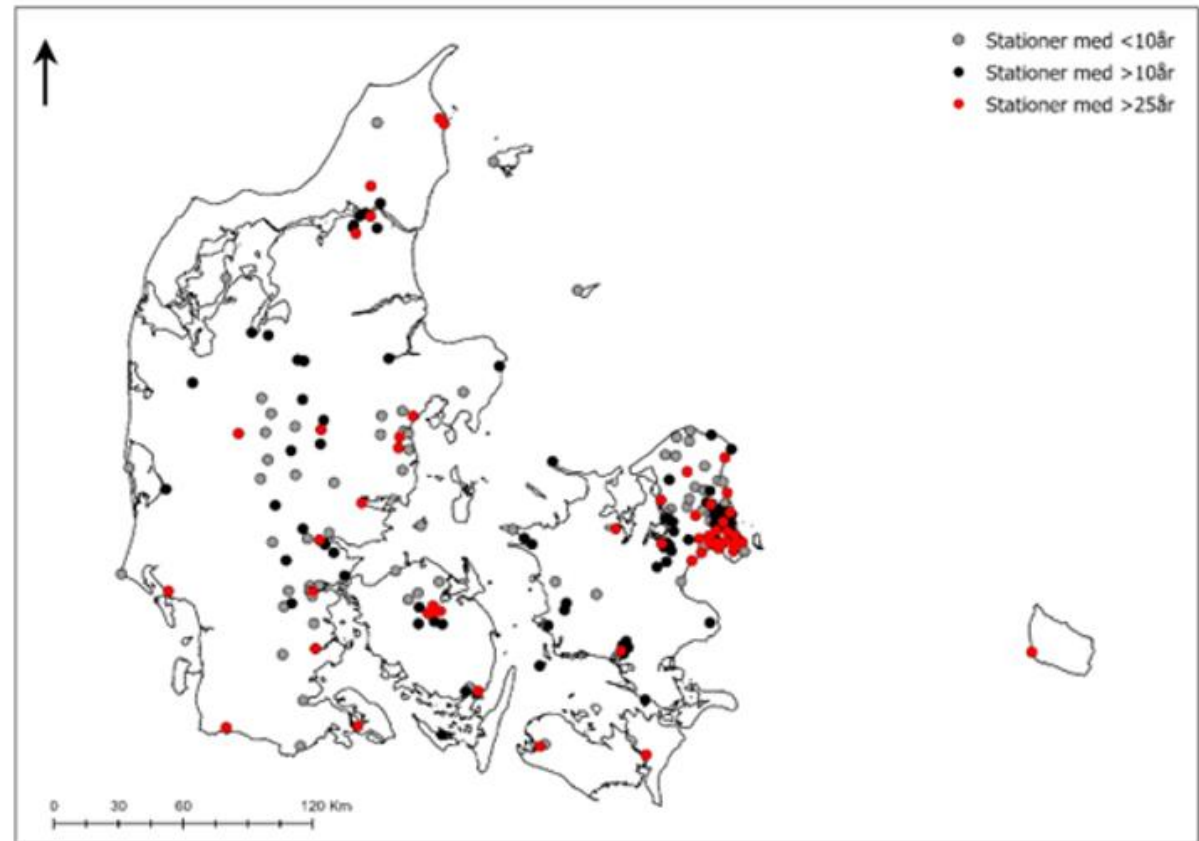
- Kun serier med mere end 25 års data medtages i bearbejdningen



Figur 3 Antallet af stationsår per år ved et krav om minimums observationsperiode på hhv. 10 og 25 år. Ved valg af et krav om 10 års måleperiode vil der dermed f.eks. indgå 120 stationer fra år 2019 i den regionale model, men kun 41 stationer fra år 1979. Kravet om minimum 25 års måleperiode giver dermed et mere ensartet datamateriale for hele måleperioden end et krav om 10 års måleperiode, hvor en meget stor del af datamaterialet vil være fra de seneste ca. 15 år.

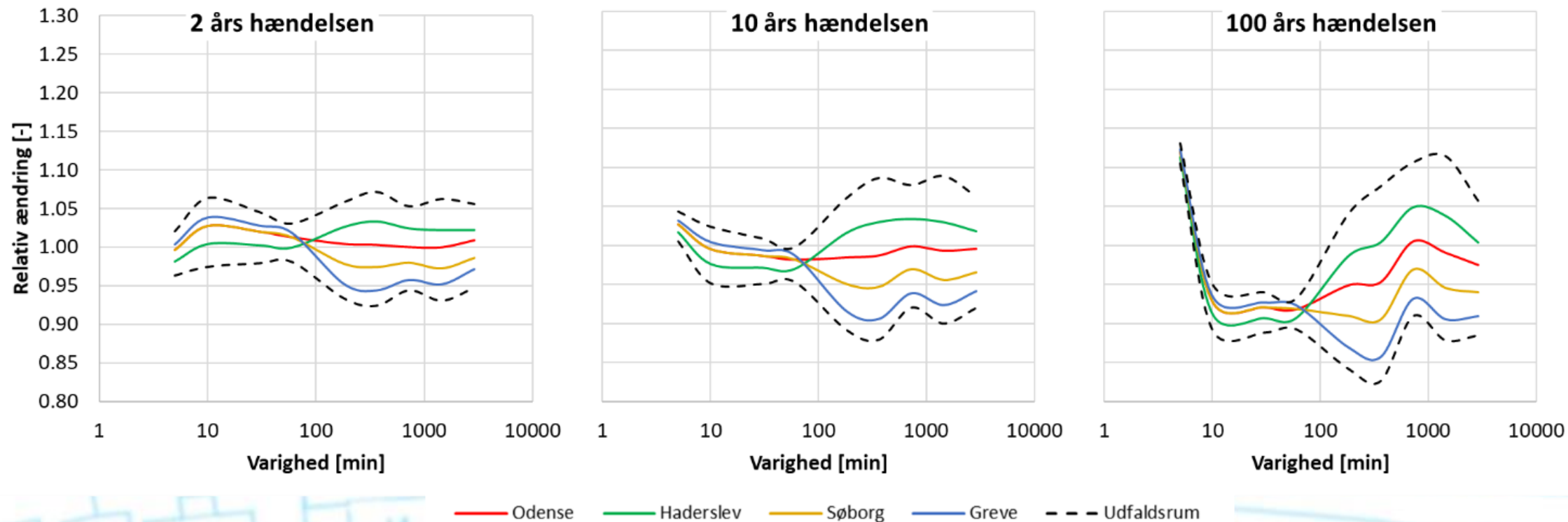
Den geografiske placering af regnmålerne

- Et skift fra 10 til 25 års længde på regnserierne udelukker en del stationer
- Nogle regioner har langt mellem de målere, der indgår i analysen.
- Det ændrer dog ikke væsentligt på, hvor godt den regionale model repræsenterer Danmark
- De tilbageværende regnserier dækker samme spænd hen over de to forklarende variable, der benyttes til at beskrive den regionale variation
- Af hensyn til fremtidige bearbejdnings er det fortsat vigtigt, at såvel de lange som de korte regnserier fortsættes
- Det vil forbedre datagrundlaget både i forhold til bestemmelse af såvel den tidsmæssige som den geografiske variation.



Figur 2 Oversigtskort over placeringen af SVK-stationer opdelt efter observationslængde. Kun stationer med mere end 25 års observationslængde indgår i analyserne i denne bearbejdning.

Designintensiteterne i Skrift 32

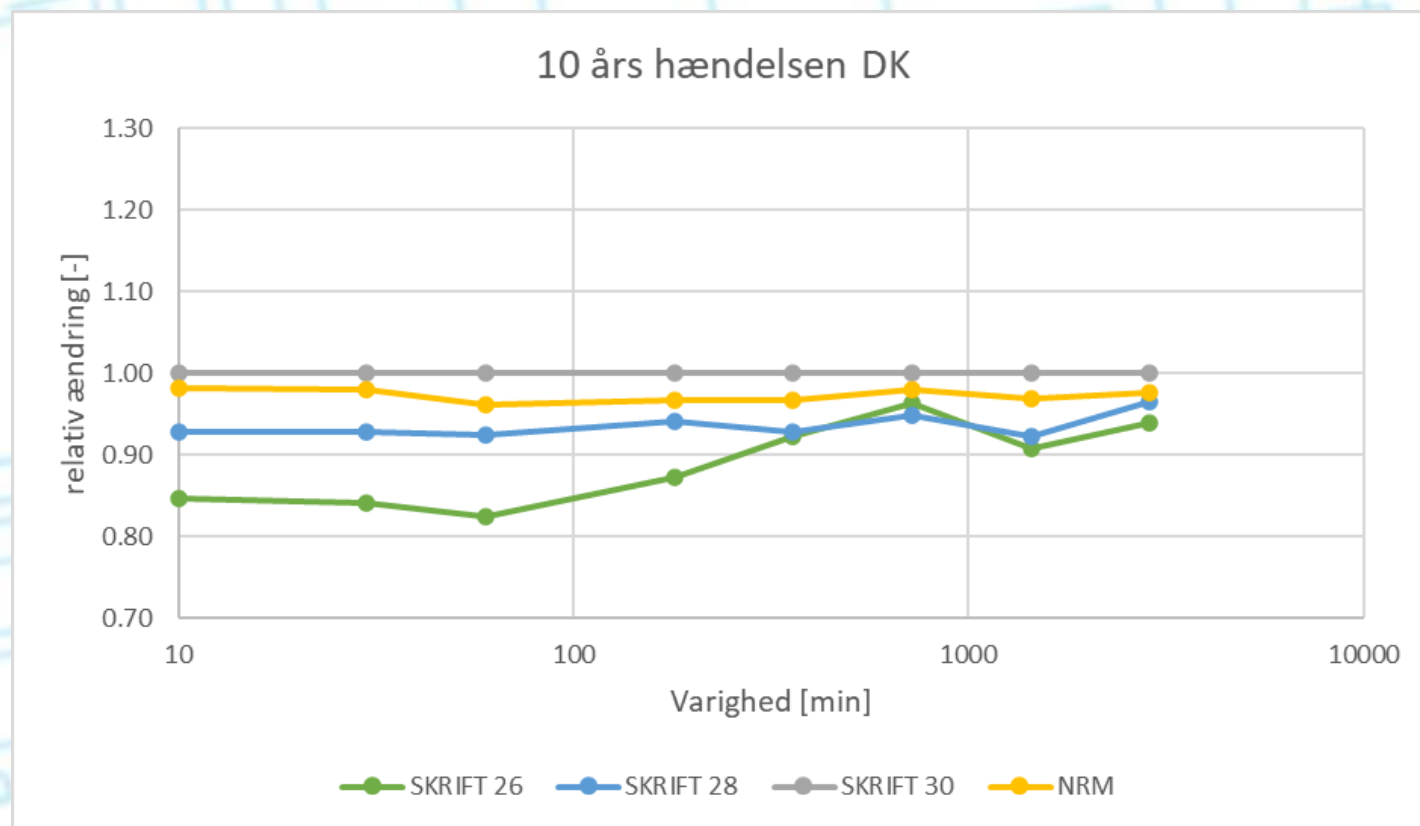


Figur 7: Den relative ændring i middelværdien af 2-, 10- og 100-års hændelserne mellem Skrift nr. 30 og den nye regionale model. En værdi over 1 betyder en stigning i intensiteten i den nye regionale model set i forhold til Skift nr. 30. For hver varighed repræsenterer de stiplede linjer den lokalitet i Danmark, hvor ændringen er hhv. mindst (grå) og størst (sort). De stiplede linjer repræsenterer dermed ikke den samme lokalitet for alle varigheder.

Designintensiteterne i Skrift 32

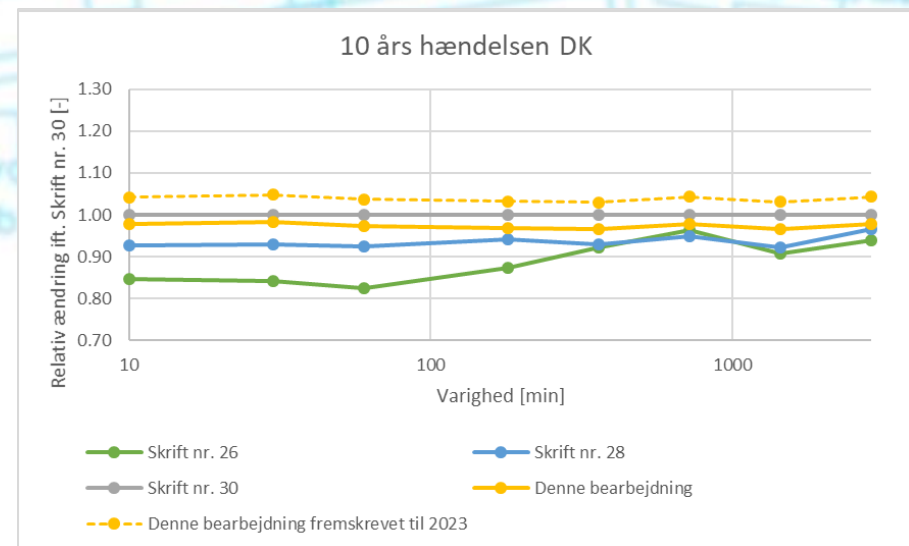
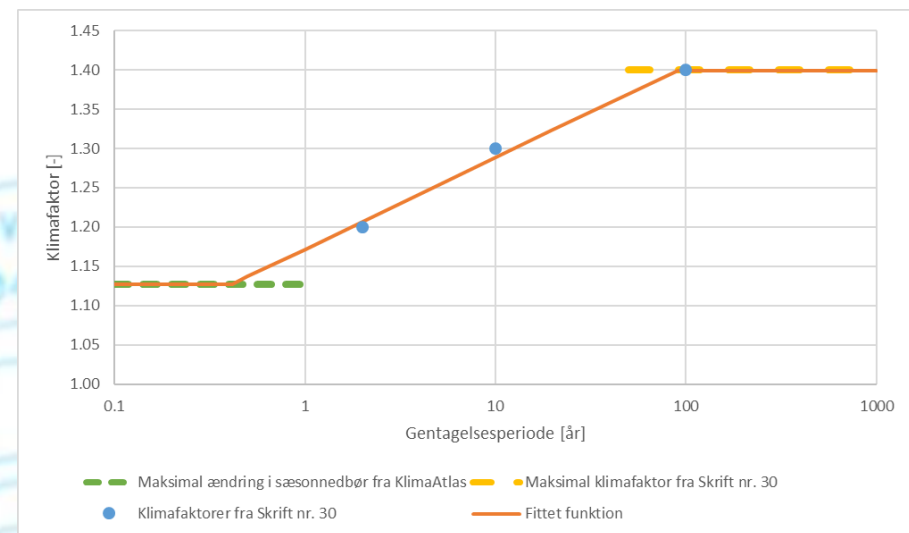
Skrift 30

Regnkurve karakteristika				
Northing (WGS84 ZONE 32)	6139609			
Easting (WGS84 ZONE 32)	586962			
Årsmiddelnedbør [mm]	683 <small>Beregnes ud fra N og E koordinater</small>			
Middelværdi ekstrem døgnnedbør DMI Klimagrid [mm/dag]	25.6 <small>Beregnes ud fra N og E koordinater</small>			
Gentagelsesperiode (år)	10			
Sikkerhedsfaktor (Fra Skrift 27)	1 <small>Defineret i Skrift 27, Faktor til beskrivelse af</small>			
Varighed (min)	Intensitet givet ovenstående input (µm/s)			
	60 6.82			
Design regnkurve				
Varighed (min)	z_T (µm/s)	$S(z_T)$ (µm/s)	f^*z_T (µm/s)	Regression (µm/s)
1	42.37	4.88	42.37	42.05
2	37.36	3.89	37.36	37.50
5	28.28	2.13	28.28	28.69
10	21.15	1.82	21.15	21.09
30	11.22	1.22	11.22	11.01
60	6.87	0.93	6.87	6.82
180	2.99	0.35	2.99	3.03
360	1.78	0.13	1.78	1.79
720	1.04	0.09	1.04	1.05
1440	0.61	0.05	0.61	0.61
2880	0.36	0.03	0.36	0.36



Nutidens klima

- Resultat
 - "Middelintensiteter" for perioden 1979-2020
 - Svarer ca. til år 2000
- Det anbefales at fremskrive "middelintensiteten" (år 2000) til nutidens klima
- Fremskrivningen baseres på en tidshorisont og en gentagelsesperiode
- Opadtil begrænses klimafaktoren svarende til 100 års hændelsen
- Nedadtil begrænses klimafaktoren svarende til KlimaAtlas' maksimale ændring i sæsonnedbøren



Nyt i SVKs Regionale Regnrækkeværktøj

- CDS regn og Bassindimensionering er på to separate faner
- Kurverne er "flyttet ind" på arkene med beregningerne
- Varigheden på 1 minut er slettet
- Varigheden går til 7 dage
- Gentagelsesperioden går ned til $T=0.1$
- Regnrække inkl. operationel faktor (SVKs usikkerhedsprojekt som også skal på Plenarforsamlingen)
- Fane til beregning af klimafaktor
- Listen med SVK nedbørsstationer er opdateret
- Flere advarsler og forbedrede hjælpetekster

Design regnkurve

Skrift 30

Varighed (min)	z_T ($\mu\text{m/s}$)	$S\{z_T\}$ ($\mu\text{m/s}$)	f^*z_T ($\mu\text{m/s}$)	Regression ($\mu\text{m/s}$)
1	24.13	1.28	24.13	24.34
2	21.00	1.19	21.00	21.02
5	15.64	0.94	15.64	15.32
10	11.11	0.74	11.11	10.96
30	5.53	0.40	5.53	5.70
60	3.47	0.26	3.47	3.60
180	1.71	0.11	1.71	1.68
360	1.07	0.07	1.07	1.03
720	0.64	0.04	0.64	0.63
1440	0.38	0.03	0.38	0.38
2880	0.23	0.01	0.23	0.23

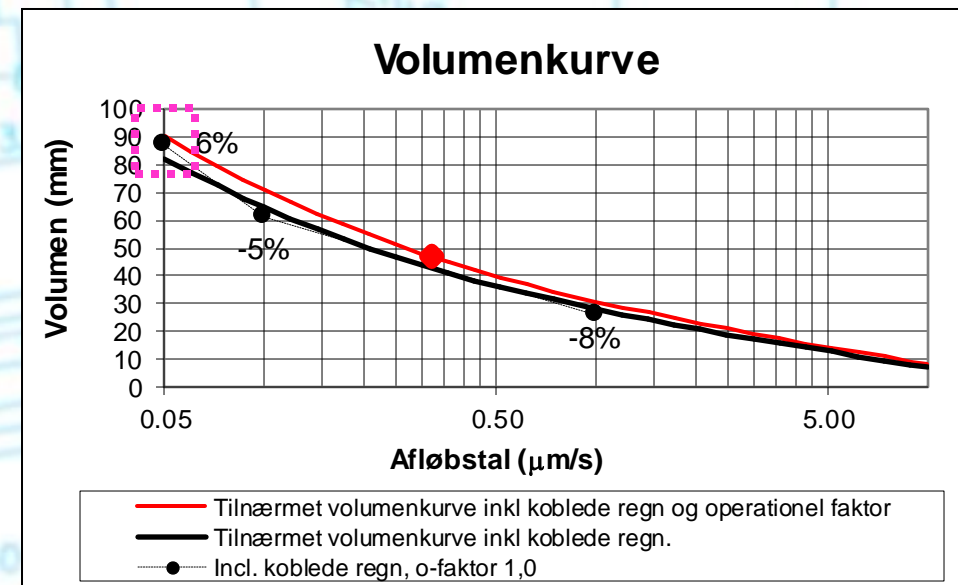
Design regnkurve

Skrift 32

Varighed (min)	Intensiteter z_T ($\mu\text{m/s}$)	Spredning $S\{z_T\}$ ($\mu\text{m/s}$)	Operational faktor * Intensiteter f^*z_T ($\mu\text{m/s}$)	Udglattet tilpasning som grundlag for CDS regn Regression ($\mu\text{m/s}$)
2	32.34	1.58	34.60	34.98
5	24.58	1.06	26.30	26.11
10	18.05	0.63	19.32	18.94
30	9.27	0.68	9.92	9.90
60	5.67	0.44	6.07	6.23
180	2.64	0.21	2.83	2.87
360	1.63	0.08	1.75	1.73
720	1.00	0.05	1.07	1.05
1440	0.60	0.03	0.64	0.63
2880	0.35	0.02	0.37	0.38
10080	0.14	0.01	0.15	

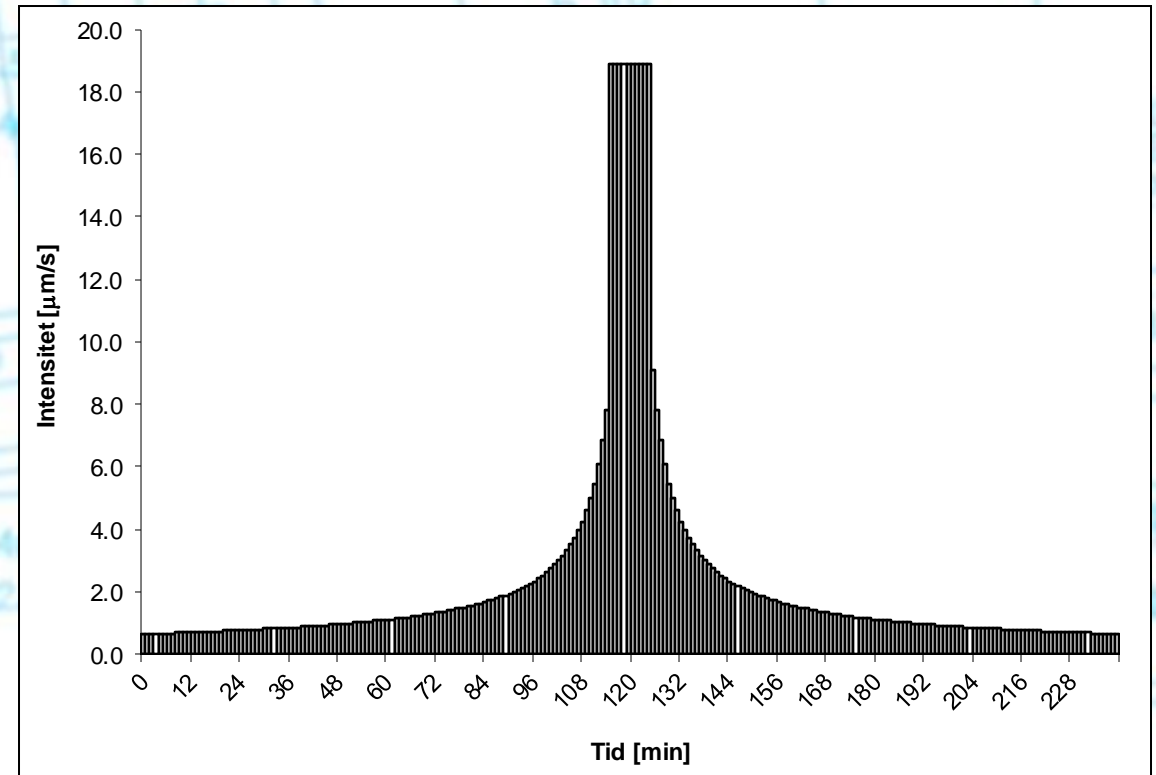
Specielt for bassindimensionering

- Et ekstra afløbstal på 0.05 $\mu\text{m/s}$ til volumen kurven
- Beregnet minimums tømmetid (uden koblede regn)
- Nye advarsler ved lave afløbstal og lange tømmetider
- Man kan se volumenkurven med og uden den operationelle faktor, man har valgt
- Man kan se, hvor på kurven ens bassin ligger

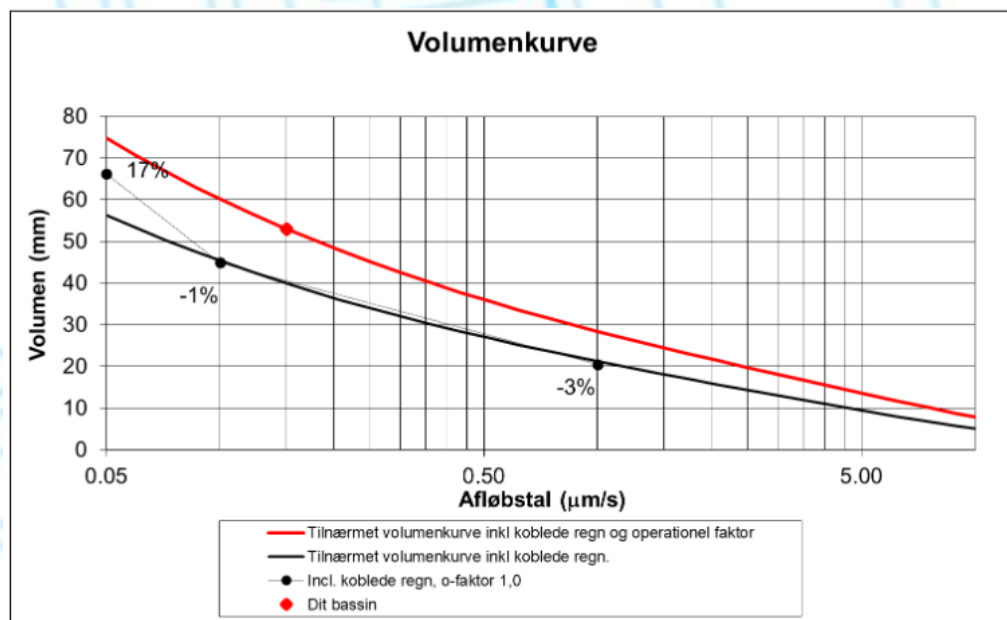


Specielt for CDS regn

- Værdier for tidskridt på 1 minut er fjernet =>
Mulighed for at midle peak'en over et antal tidskridt



Opmærksomhedspunkter



Tømmetiden/afløbstallet:

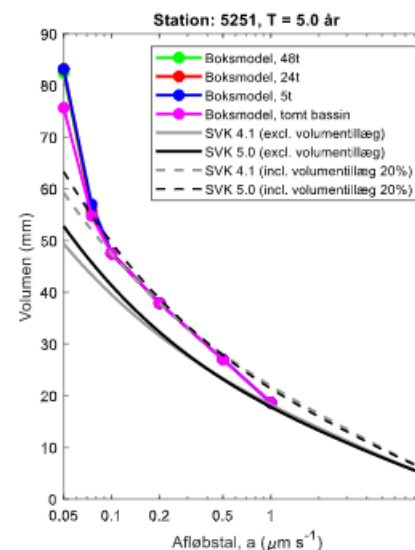
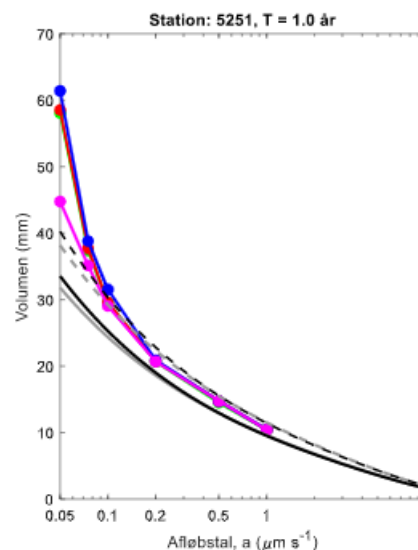
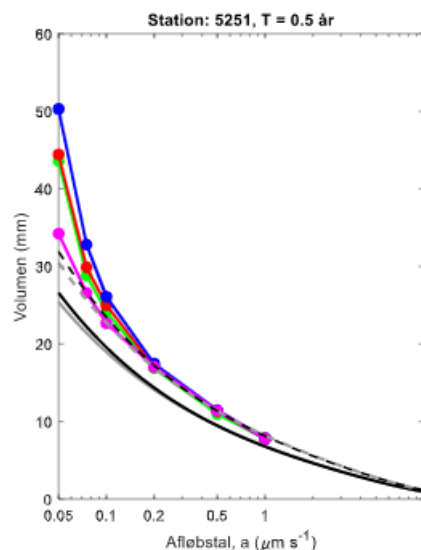
- Metoden til bassindimensionering i værktøjet er baseret på antagelsen om uafhængige regn => Bassinet er altid tomt, når det begynder at regne
- Jo længere tømmetid, jo mere udfordres denne antagelse, derfor de 20 % tillæg for koblede regn
- Undersøgelser har vist, at for afløbstal større end 1 l/s/ha er et tillæg på 20 % ofte af rette størrelsesorden
- Volumenkurven kan bruges til at vurdere om tillægget er retvisende – dog kun etableret for 3 punkter

Opmærksomhedspunkter



Hændelsesdefinitionen for overløb:

- Hændelsesdefinitionen for overløb er i værktøjet, at et nyt overløb kun kan forekomme, hvis bassinet har været helt tømt
- Jo kortere tid i hændelsesdefinitionen for to separate overløb, jo større tillæg vil der ofte være behov for



Opmærksomhedspunkter



Bassiner med kort tømmetid

- Det er fortsat sådan, at bassiner med meget kort dimensionsgivende regnvarighed ikke fungerer i solveren
- Hvis man får denne advarsel, kan man ikke bruge resultatet

Volumen af bassin

38 m³

ADVARSEL: Programmet har muligvis ikke optimeret korrekt

Effekten af koblede regn ER inkluderet (20 % ekstra volumen)

Tjek volumenkurven for at validere om de 20 % er fornuftigt

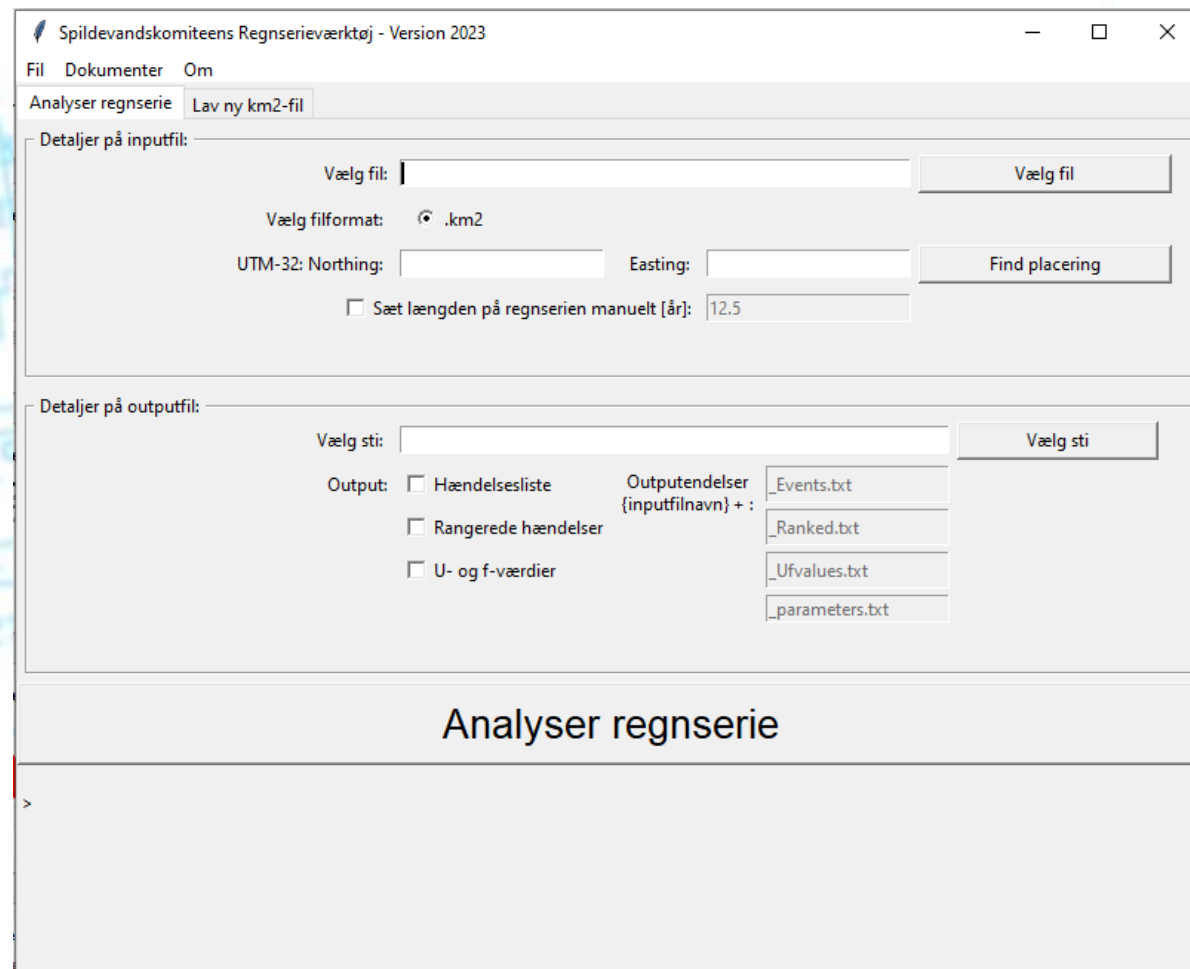
Minimum tømmetid 0.1
[timer]

Andre nye notater og værktøjer

- Notat: "Bassindimensionering med SVKs Regionale Regnrækkeværktøj". Gennemgår de foregående opmærksomhedspunkter mere i detaljer
- LAR-regnearket. Ny bagvedliggende model. Fremskrivning til nutidigt klima skal gøres ved brug af den operationelle faktor/sikkerhedsfaktoren.

Andre nye notater og værktøjer

- SVKs Regnserieværktøj (tidligere Rain Analyst)
- Opdateret regional regnmodel bagved
- Nu med mulighed for at ændre hændelsesdefinitionen (ligesom man kunne i Winregn)



Tak for jeres opmærksomhed

Projektpartnere:



aarhusvand



Birgit Paludan



Hydroconsult

Just Business

KLAR
FORSYNING

KRÜGER  VEOLIA

Novafos

RAMBOLL


VandCenterSyd

VÆRDI har modtaget finansiel støtte fra VUDP, HOFOR, VCS og Aarhus Vand

Min e-mail er alm@novafos.dk


SPILDEVANDSKOMITEEN

Yderligere litteratur

- Ændringer i de forklarende variable: *EVA-blad nr. 2, Maj 2022*
- Validering af korrelationslængderne brugt i den regionale model:
 - *Thomassen ED, Thorndahl SL, Andersen CB, Gregersen IB, Arnbjerg-Nielsen K, Sørup HJD (2022) Comparing spatial metrics of extreme precipitation between data from rain gauges, weather radar and high-resolution climate model re-analyses. J Hydrol 610: 127915. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2022.127915>*
 - *Temartiklen i Årsnotatet om driften af SVKs regnmålersystem (https://www.dmi.dk/fileadmin/Rapporter/2023/DMI_Report_23_03_.pdf)*