SPILDEVANDSKOMITEEN

Skrift 32

Præsentation for plenarforsamlingen d.17/5-2023

Materiale

- Skrift 32
  - Baggrund for arbejder bag skrift
  - Rekommandationen **Godkendelse af Spildvandskomiteen**
- SVKs Regionale Regnrækkeværktøj
- Bassindimensionerings notat
- SVKs Regnserieværktøj
- LAR Regneark

Baggrund for arbejdet

- Nye data - længere måleserier
- Naturlig variation vs. klimaændringer
- Hvad er nutidens klima?
- Ønske om at kunne estimere regnrækker for lavere gentagelsesperioder
- Genbesøge antagelser bag modellen
  - Korrelationsstruktur
  - Definitionen af data som indgår i modellen
  - Interpolation for forklarende variable
- Større brugervenlighed i excelarket samt bedre dokumentation
- Regnvandsbassiner med meget lave afløbstal
- Diskussion af hændelsesdefinition for overløb

Den regionale model i Skrift 30

Formål:

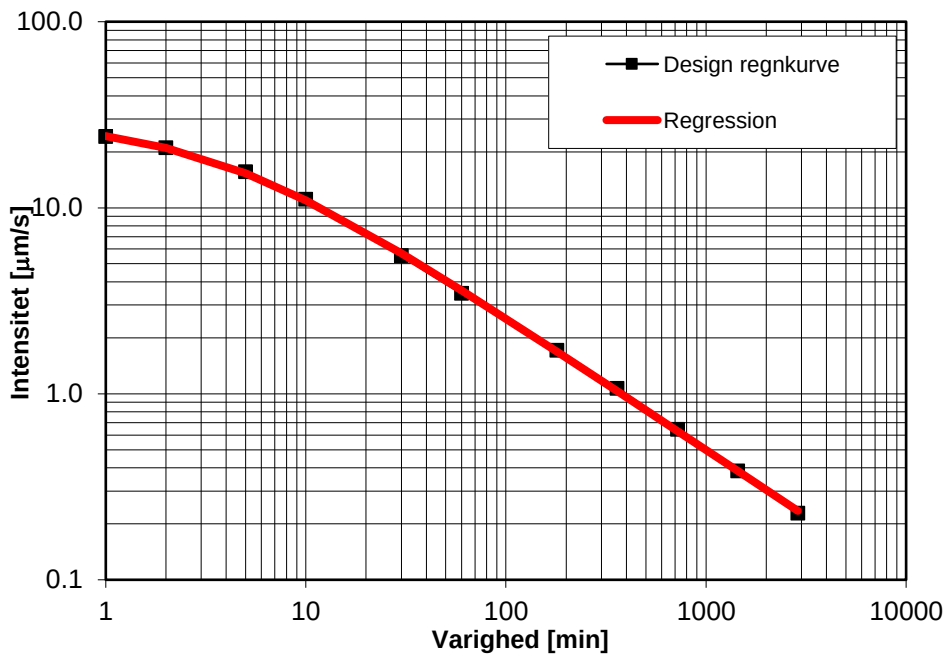
- Regnkurve for et vilkårligt sted i Danmark
- Reduktion af usikkerheden på T-års hændelserne

Anvendelse:

- CDS-regn
- Bassindimensionering

Design regnkurve

Varighed (min)	z_T (µm/s)	$S\{z_T\}$ (µm/s)	f^*z_T (µm/s)	Regression (µm/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



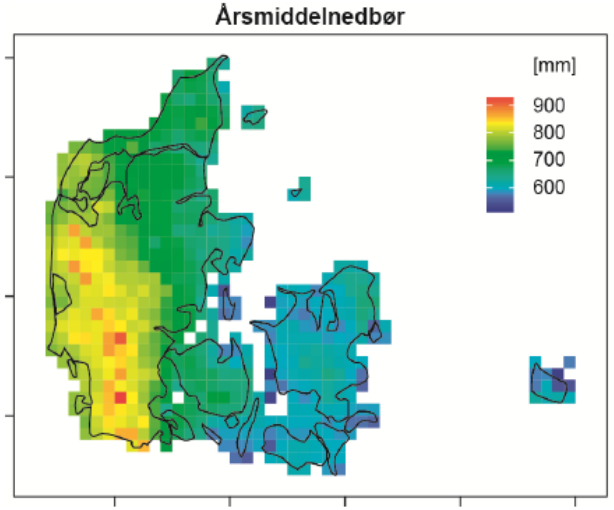
Modellens opbygning i Skrift 30

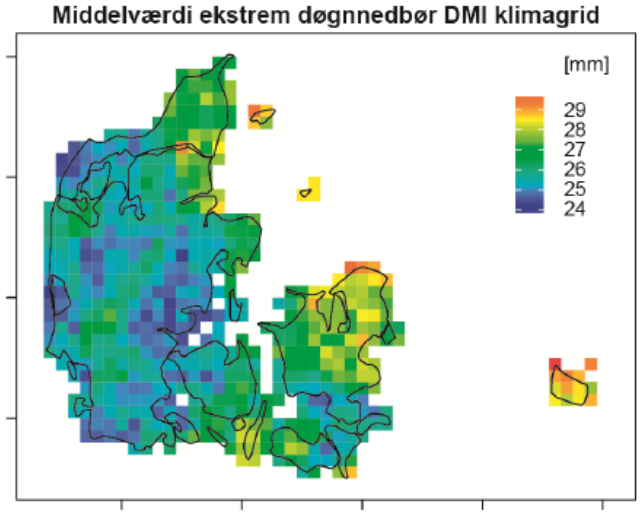
Parametre i modellen:

- Antallet af ekstreme hændelser
- Middelværdien af hændelsernes intensitet
- Formparameter for fordelingens ”hale”

Forklarende variable:

- Årsmiddelnedbøren
- Middelværdi af den ekstreme døgnnedbør





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 døgnnedbør
6 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnnedbør
12 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnnedbør
24 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnnedbør
48 timer	Årsmiddelnedbøren	Den ekstreme døgnnedbør

Nyt i skrift 32 i forhold til modellens opbygning

- Grundlæggende den samme model som i Skrift 26
- Nyt:

  - For hændelser med en hyppighed under n = 3 pr. år fungerer modellen som beskrevet i Skrift nr. 28, men med de opdateringer, som er beskrevet i de følgende afsnit.
  - For hændelser n = 10 pr. år er der udarbejdet en ny selvstændig regional model. Modellen for disse værdier er estimeret på samme måde som parametrene i den regionale model for de ekstreme regnintensiteter.
  - I intervallet mellem n = 3 pr. år og n = 10 pr. år interpoleres der mellem de to regionale modeller således, at der opnås en glidende overgang fra den ene til den anden når der arbejdes med hyppigheder i det pågældende spænd.

Nyt i skrift 32 i forhold til modellerede variable

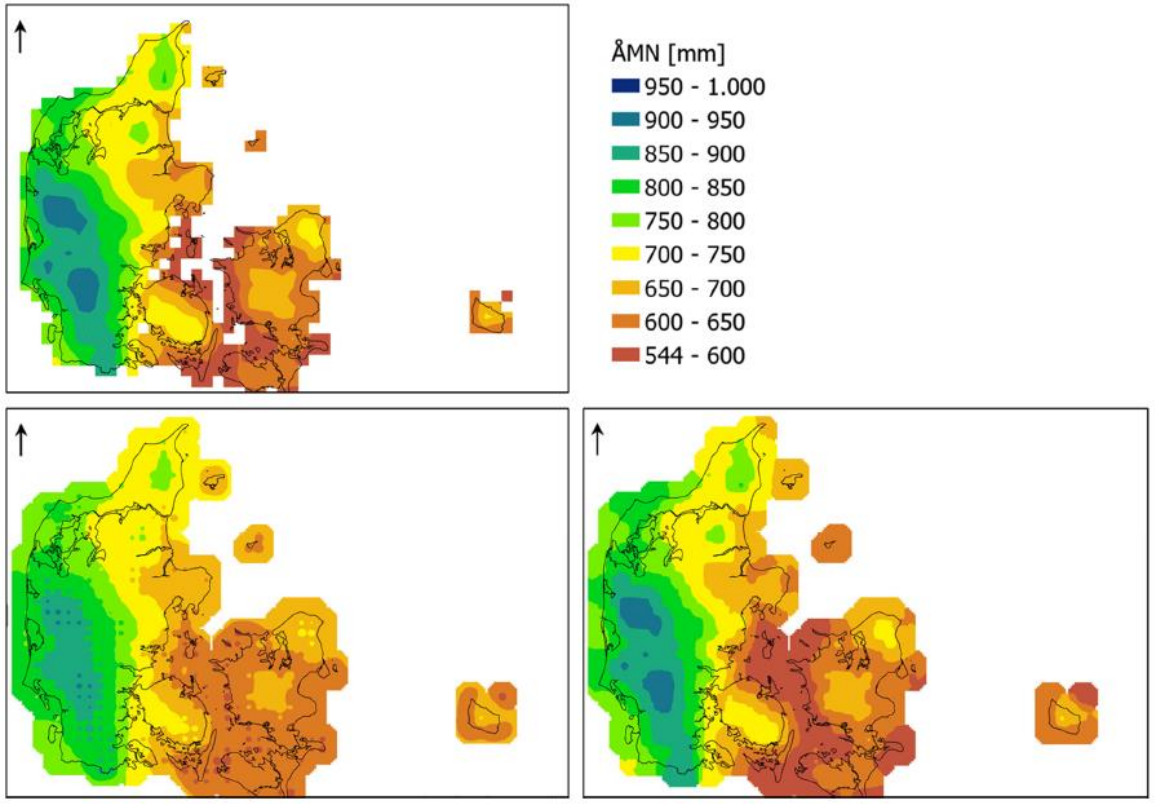
Tabel 1 Oversigt over analyserede variable samt variable analyseret i tidligere rapporter (Spildevandskomiteen, 1999; 2006; 2014) som er udeladt i denne bearbejdning.

Variabel	Enhed	Note
1 min varighed	µm/s	*Udgår i denne bearbejdning*
2 min varighed	µm/s	
5 min varighed	µm/s	
10 min varighed	µm/s	
30 min varighed	µm/s	
60 min varighed	µm/s	
3 timers varighed	µm/s	
6 timers varighed	µm/s	
12 timers varighed	µm/s	
24 timers varighed	µm/s	
2 døgns varighed	µm/s	
7 døgns varighed	µm/s	Ny i denne bearbejdning*
Regndybde (dybde per hændelse)	mm	*Udgår i denne bearbejdning*
Døgnnedbør (dybde per døgn)	mm	*Udgår i denne bearbejdning*
Bassinvolumen, a = 0,05 µm/s	mm	Ny i denne bearbejdning
Bassinvolumen, a = 0,1 µm/s	mm	
Bassinvolumen, a = 1,0 µm/s	mm	
Overløbsvolumen, a = 0,1 µm/s	mm	*Udgår i denne bearbejdning*
Overløbsvolumen, a = 1,0 µm/s	mm	*Udgår i denne bearbejdning*

**indgår ikke i udregningen af regnrækken*

Bassiner med små afløbstal og lange tømmetider

Nyt i skrift 32 i forhold til forklarende variable

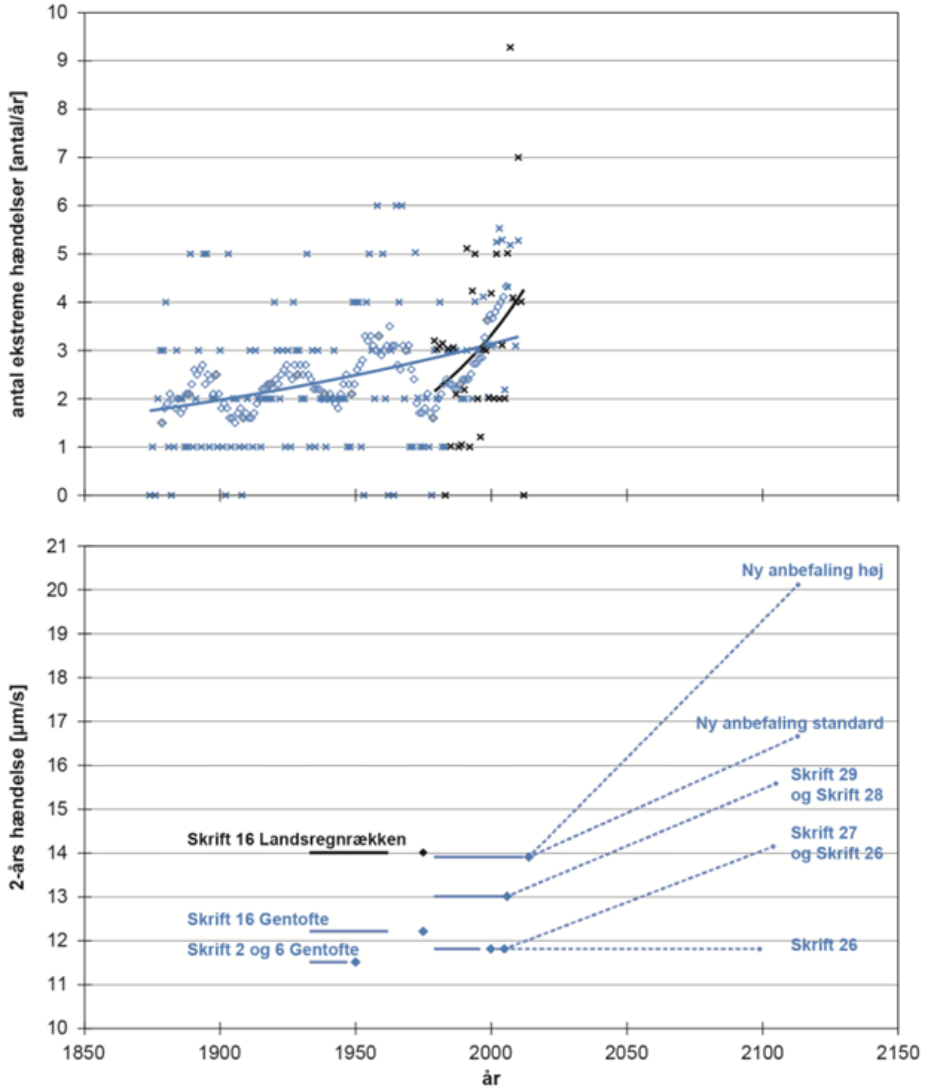


Figur 4 Årsmiddelnedbøren estimeret på baggrund af Klimagrid Danmarks 10x10 km² grid (øverst), estimeret baseret på interpolationen i Skrift nr. 30 (nederst til venstre), og estimeret ved hjælp af den nye reducerede søgeradius (nederst til højre). På de to nederste delfigurer er der anvendt et grid på 2x2 km.

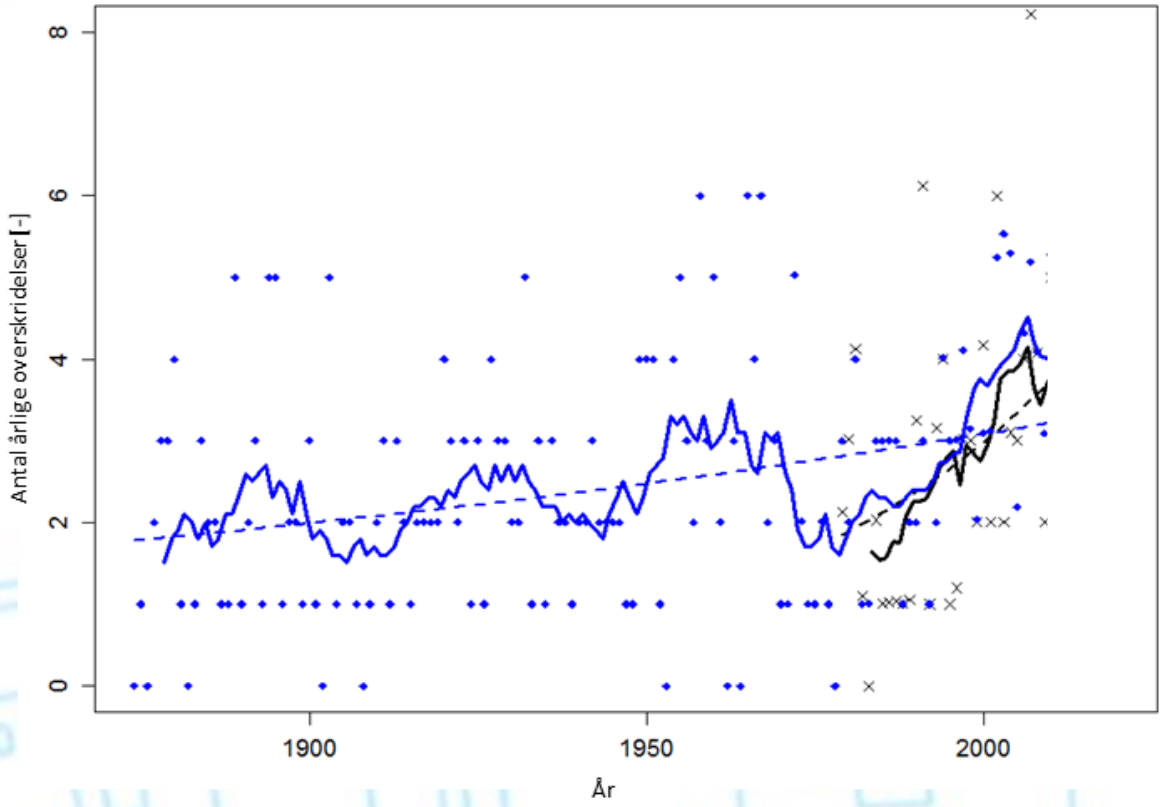
- Årsnedbøren
- Middelværdi af den ekstreme døgnnedbør
- Fra grid-produkt 10x10 km
- Interpolations algoritme ændret

Skrift 30: Viden om den tidslige variation af regn

- Man anså det for overvejende sandsynligt, at der er et cyklist 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



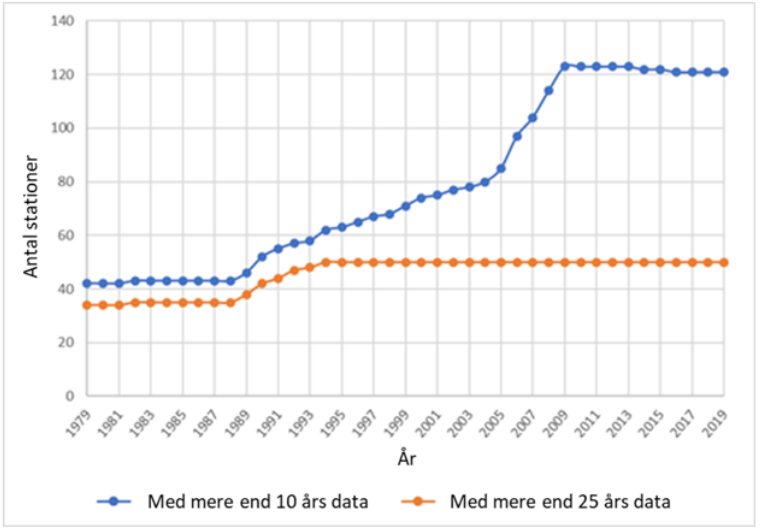
Skrift 32: Viden om den tidslige variation af regn



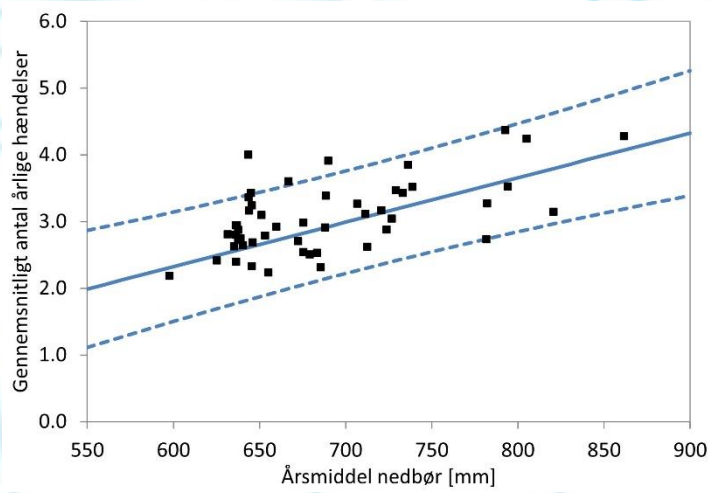
- Den nyeste bearbejdning bekræfter den cykliske opførsel på 35-40 år, med et toppunkt omkring 2000-2010

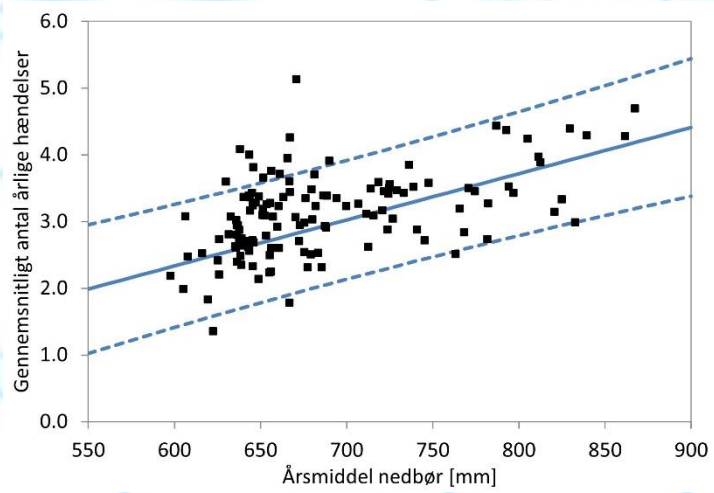
Skrift 32: Ændring i kravet til seriernes længde

- 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.





Skrift 32: Ændring i kravet til seriernes længde

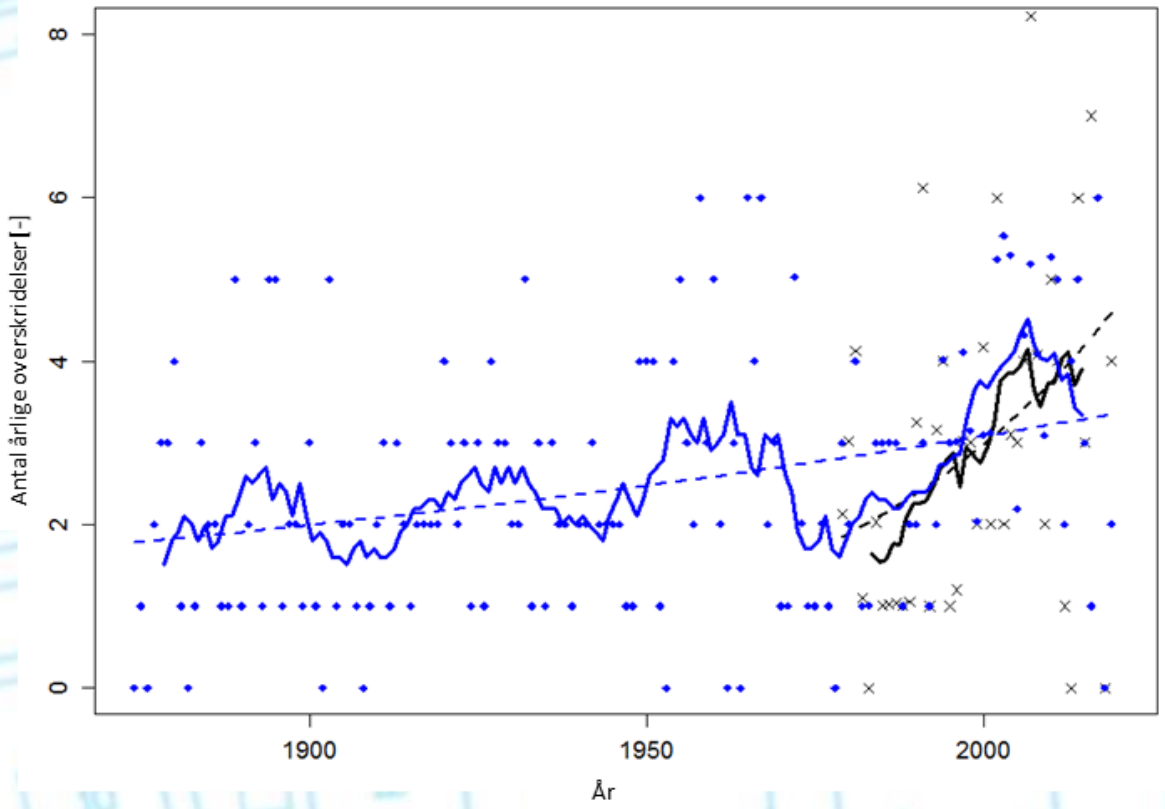
en lang række andre områder. Særligt er kravet til observationsperioden for regnserier, der indgår i modellen, blevet hævet fra 10 til 25 år for dels at mindske stikprøveusikkerheden på de anvendte data, dels at mindske bias fra en overrepræsentation af data fra bestemte dele af den ovenfor nævnte cyklus; det gennemsnitlige antal hændelser per år er mindsket, så modellen fokuserer mere på de ekstreme hændelser; og endelig er regionaliseringen ændret, så den i højere grad fokuserer på forhold inden for de nærmeste 15 km fra den angivne lokalitet.

Konsekvens:

- Den nye regionale model angiver det gennemsnitlige klima for perioden 1979 – 2019. Der er i denne periode dels en cyklisk variation og dels en generel stigning i forekomsten af ekstremregn.

  Disse to tidsmæssige variationer er ikke eksplicit modelleret. Ved anvendelse af modellen anbefales det ved dimensionering at indarbejde forventede klimaændringer fra periodens tidsmæssige midtpunkt, dvs. år 2000.

Skrift 32: Viden om den tidslige variation af regn

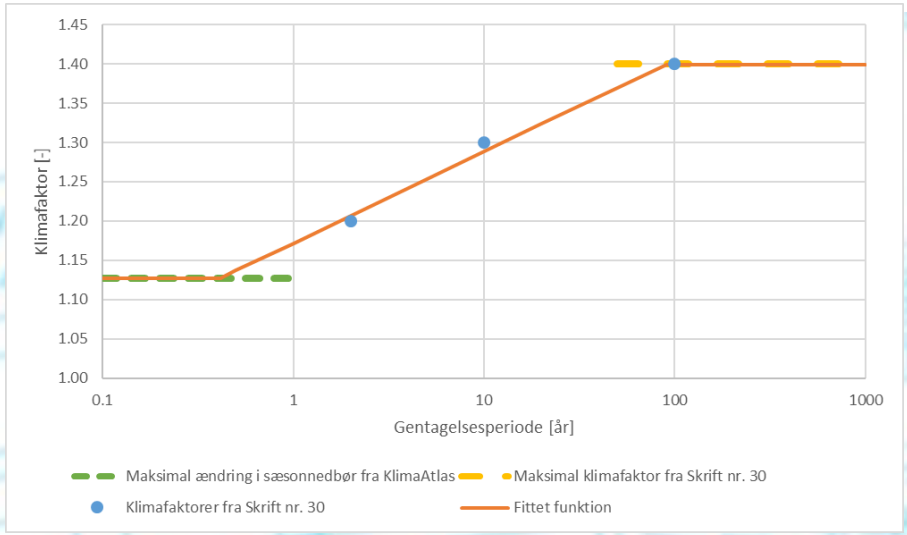


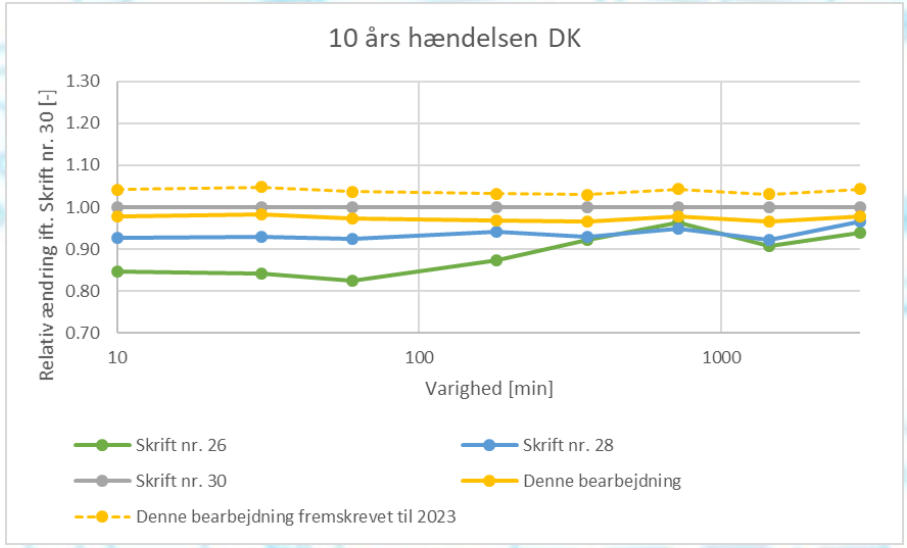
- Cyklussen er adresseret
- Ny regional model med serier længere end 25 år
  - ”Middelintensiteter” for perioden 1979-2020
  - Svarer ca. til år 2000
- Generel stigning er ikke adresseret
- Derfor anbefales at fremskrive ”middelintensiteten” (år 2000) til nutidens klima

- Der er i skriftet angivet et forslag til, hvordan man kan udregne klimafaktorer for forskellige fremskrivningshorisonter og gentagelsesperioder. Det gøres derved mere tydeligt, at klimafaktoren afhænger af fremskrivningshorisonten, og at udgangspunktet ikke er udgivelsesåret for skriftet, men midtpunktet af den historiske måleperiode, år 2000. Ved anvendelse af dette forslag vil en regnrække for gentagelsesperioden 10 år for året 2023 beregningsmæssigt have en intensitet, der er 7% højere end det, som den regionale model angiver. Ved fremskrivning til år 2100 anvendes de klimafaktorer, der er anbefalet i tidligere skrifter.

Korrektion for klimaændringer

- Det anbefales at fremskrive ”middelintensiteten” (år 2000) til nutidens klima
- Bedste viden om klimaændringer: Reflekteret i klimafaktorene
- 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
- Fremskrivnings til år 2100 giver de kendte klimafaktorer
- Fremskrivning maksimalt til 2123





Klimafaktorer

- KlimaAtlas v. DMI er kommet med deres bud på klimafaktorer ved forskellige udledningsscenarier
- 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.
- Viden fra PhD projekt af Emma Thomassen omkring den seneste generation klimamodeller er inkluderet i skriftet
- Vi har ikke de resultater fra DMI endnu som klarlægger effekten af nyeste IPCC rapport

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

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
- Fane til beregning af klimafaktor
- Regnrække inkl. operationel faktor (SVKs usikkerhedsprojekt som også skal på Plenarforsamlingen)
- Listen med SVK nedbørsstationer er opdateret
- Flere advarsler og forbedrede hjælpetekster

Skrift 30

Design regnkurve

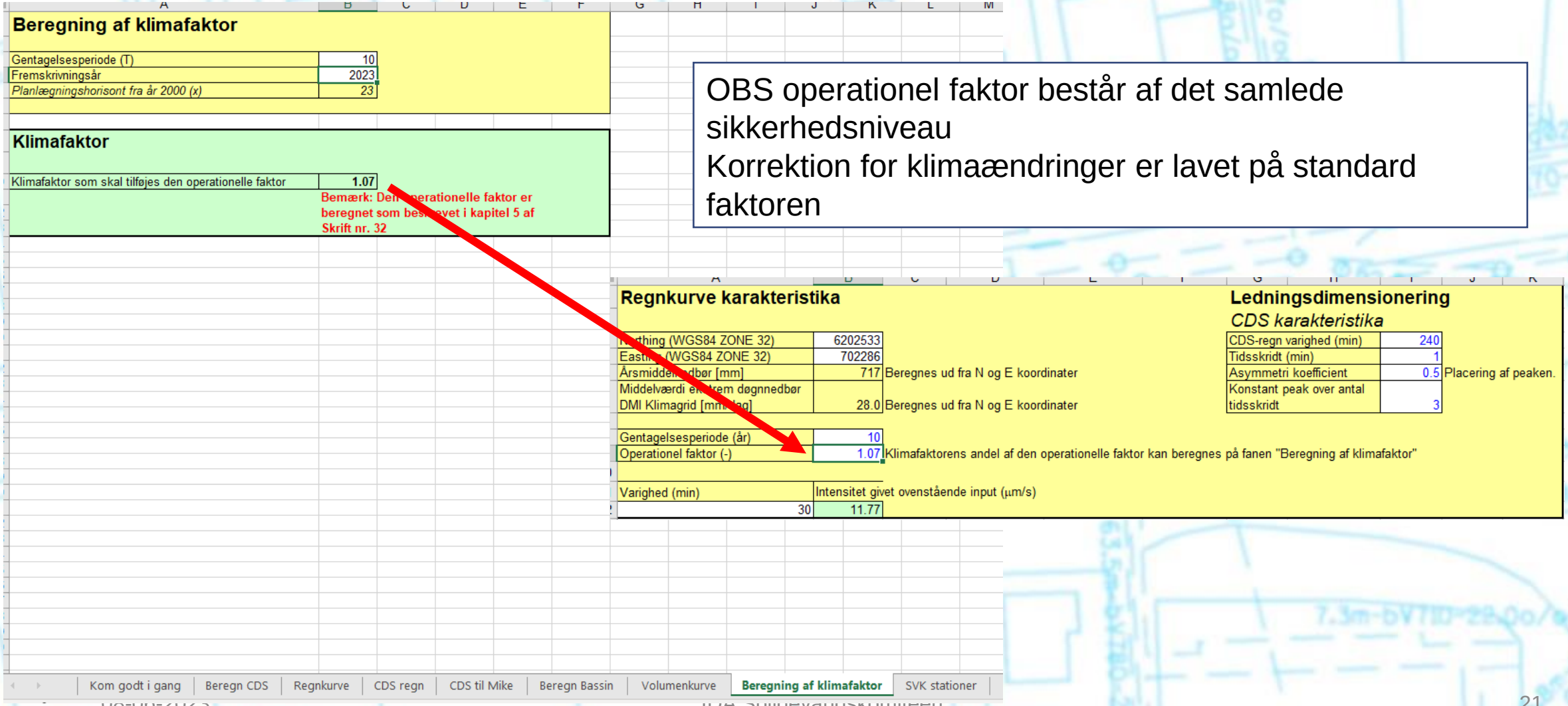
Varighed (min)	z_T (µm/s)	$S\{z_T\}$ (µm/s)	f^*z_T (µm/s)	Regression (µm/s)
1	24.13	1.28	24.13	24.34
2	21.00	1.19	21.00	21.02
5	15.64	0.94	15.64	15.32
10	11.11	0.74	11.11	10.96
30	5.53	0.40	5.53	5.70
60	3.47	0.26	3.47	3.60
180	1.71	0.11	1.71	1.68
360	1.07	0.07	1.07	1.03
720	0.64	0.04	0.64	0.63
1440	0.38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

Skrift 32

Design regnkurve

Varighed (min)	Intensiteter z_T (µm/s)	Spredning $S\{z_T\}$ (µm/s)	Operationel faktor * Intensiteter f^*z_T (µm/s)	Udglattet tilpasning som grundlag for CDS regn Regression (µm/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	

Korrektion for klimaændringer



Beregning af klimafaktor

Gentagelsesperiode (T)	10
Fremskrivningsår	2023
Planlægningshorisont fra år 2000 (x)	*23*

Klimafaktor

Klimafaktor som skal tilføjes den operationelle faktor	1.07

Bemærk: Den operationelle faktor er beregnet som beskrevet i kapitel 5 af Skrift nr. 32

Regnkurve karakteristika

Northing (WGS84 ZONE 32)	6202533	
Easting (WGS84 ZONE 32)	702286	
Årsmiddelnedbør [mm]	717	Beregnes ud fra N og E koordinater
Middelværdi enkelt døgnnedbør DMI Klimagrid [mm/dag]	28.0	Beregnes ud fra N og E koordinater

Gentagelsesperiode (år)	10
Operationel faktor (-)	1.07

Klimafaktorens andel af den operationelle faktor kan beregnes på fanen "Beregning af klimafaktor"

Varighed (min)	Intensitet givet ovenstående input (µm/s)
30	11.77

Ledningsdimensionering

CDS karakteristika

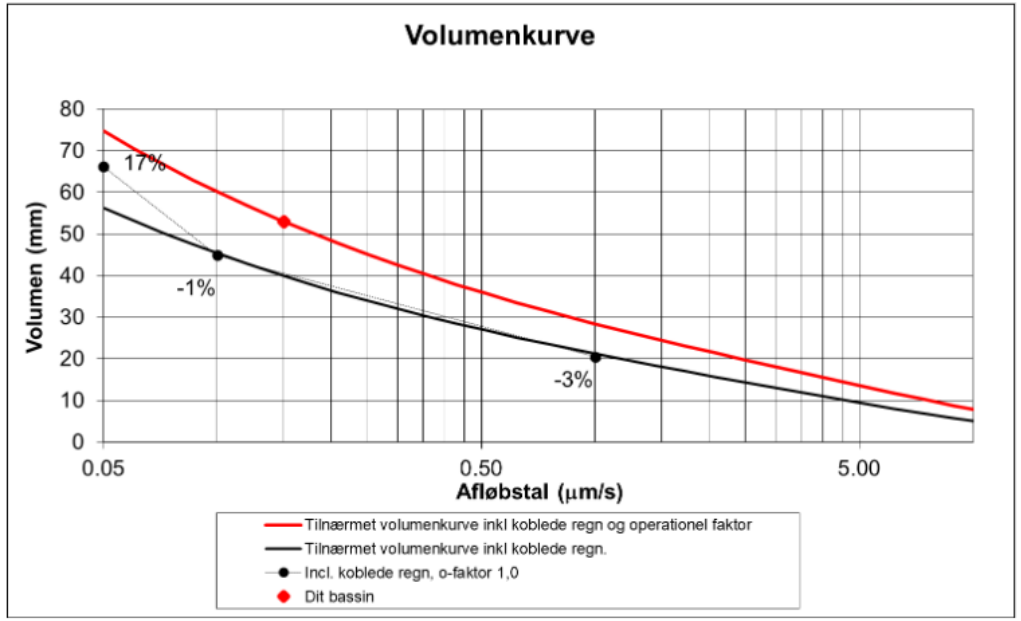
CDS-regn varighed (min)	240	
Tidsskridt (min)	1	
Asymmetri koefficient	0.5	Placering af peaken.
Konstant peak over antal tidsskridt	3	

Kom godt i gang | Beregn CDS | Regnkurve | CDS regn | CDS til Mike | Beregn Bassin | Volumenkurve | **Beregning af klimafaktor** | SVK stationer

OBS operationel faktor består af det samlede sikkerhedsniveau
Korrektion for klimaændringer er lavet på standard faktoren

Specielt for bassindimensionering

- Et ekstra afløbstal på 0.05 µm/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



Volumen af bassin

6133 m3

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

Tjek volumenkurven for at validere om de 20 % er fornuftigt

Minimum tømmetid [timer] **>72**

BEMÆRK: tømmetiden er meget lang så bassinvolumenet er måske underestimeret, da bassinet kun meget sjældent vil tømmes helt.

Bassindimensionering med SVKs
Regionale Regnrækkeværktøj

OBS fejl i krydsreference

Forfattere:

Ida Bülow Gregersen, Karsten Arnbjerg-Nielsen, Aljaz Jomo Danielsen Sørup, Birgit Paludan, Søren Thorndahl, Ane Loft Mollerup, Tobia Sloth Illeris og Dan Rosbjerg

April 2023

Det faglige udvalg under IDA Spildvandskomiteen, undergruppen vedr. regn og dimensionering

Arbejdet er udført under det VUPD støttede projekt forsknings- og innovationsprojekt VÆRDI

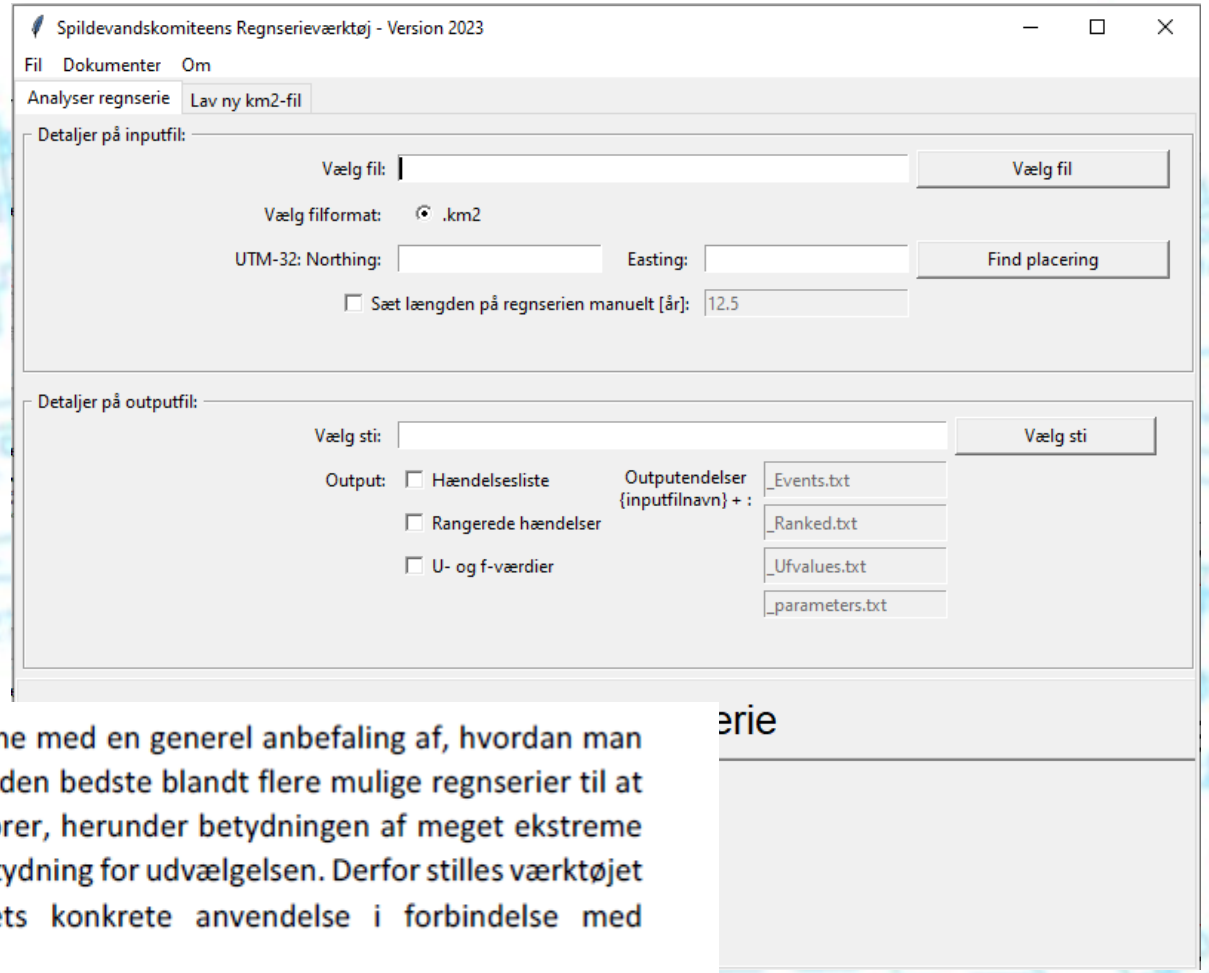
- Bassindimensionering baseret på regnrækker
  - Volumenkorrektion
  - Hændelsesdefinition
  - Gyldighedsområde
  - Opmærksomhedspunkter
  - Forskelle ift. bassindimensionering med regnserie

LAR regnearket

- 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)snip



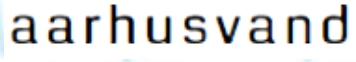
Det har ikke i nærværende projekt været muligt at komme med en generel anbefaling af, hvordan man på den baggrund kan udvælge en konkret regnserie som den bedste blandt flere mulige regnserier til at repræsentere et givent klima. Endvidere kan andre faktorer, herunder betydningen af meget ekstreme hændelser samt sæsonvariationer i nogle tilfælde have betydning for udvælgelsen. Derfor stilles værktøjet til rådighed, men uden en rekommandation for dets konkrete anvendelse i forbindelse med dimensionering.

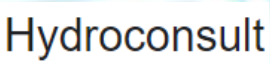
Plan for udgivelse?

- Kommentarer fra plenarforsamlingen?
- Sidste interne KS (Skrift, notat og værktøjer)
- Valg af forside til skriftet
- Udgivelse slut Juni?

Tak for jeres opmærksomhed

Projektpartnere:





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

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)*