

Regneark til regional estimation af T-års hændelser af nedbørsvariable

Teknisk dokumentation og brugervejledning
Version 1.1

Henrik Madsen

Juni 2000

Institut for Strømningsmekanik og Vandressourcer
Institut for Miljøteknologi
Danmarks Tekniske Universitet

Dette er en netpublikation, der kan downloades fra
<http://www.imt.dtu.dk/publications/fulltext/2000/imt2000-057.pdf>

Udgivet af:

Institut for Miljøteknologi
Danmarks Tekniske Universitet
Bygning 115
2800 Kongens Lyngby
Tlf.: 4525 1610
Fax.: 4593 2850
E-mail: biblioteket@imt.dtu.dk

i samarbejde med:

Institut for Strømningsmekanik og Vandressourcer
Danmarks Tekniske Universitet
Bygning 115
2800 Kongens Lyngby
Tlf.: 4525 1400
Fax.: 4593 2860

1. Indledning

I forbindelse med udgivelse af Spildevandskomiteens skrift nr. 26 om regional variation af ekstremregn i Danmark (Ref. /2/) er der udarbejdet et regneark til beregning af regionale estimer af T -års hændelser af de i skriftet analyserede nedbørsvariable. Regnearket **Regional estimation Ver_1.1.xls** samt nærværende tekniske dokumentation og brugervejledning gøres offentlig tilgængelig via Internettet, se www.imt.dtu.dk/projects/svk26.

Programmet kan benyttes til estimation af regionale T -års hændelser og tilhørende prediktionsusikkerheder på en vilkårlig lokalitet i Danmark som funktion af årsmiddelnedbøren og den subregionale placering (*Danmark udenfor København, København Øst eller København Vest*). I alt betragtes 14 forskellige nedbørsvariable, se Tabel 1. For en nærmere beskrivelse og definition af de analyserede nedbørsvariable henvises til /2/.

Tabel 1 Oversigt over analyserede nedbørsvariable.

Nedbørsvariabel	Symbol
Maksimal middelintensitet, varighed 10 min.	i10m
Maksimal middelintensitet, varighed 30 min.	i30m
Maksimal middelintensitet, varighed 60 min.	i60m
Maksimal middelintensitet, varighed 3 timer	i3h
Maksimal middelintensitet, varighed 6 timer	i6h
Maksimal middelintensitet, varighed 12 timer	i12h
Maksimal middelintensitet, varighed 24 timer	i24h
Maksimal middelintensitet, varighed 48 timer	i48h
Regndybde (dybde per hændelse)	dph
Døgnnedbør (dybde per døgn)	dpd
Bassinvolumen, afløbstal $a = 0.1 \mu\text{m/s}$	bv1
Bassinvolumen, afløbstal $a = 1.0 \mu\text{m/s}$	bv2
Overløbsvolumen, afløbstal $a = 0.1 \mu\text{m/s}$	ov1
Overløbsvolumen, afløbstal $a = 1.0 \mu\text{m/s}$	ov2

I det følgende gives en kort beskrivelse af beregningsproceduren, der ligger til grund for regnearket. Dernæst gives en vejledning til brug af regnearket, der beskriver det nødvendige input samt det beregnede output fra programmet.

2. Beregningsprocedure

I dette afsnit gives en oversigt over de benyttede formeludtryk og den anvendte beregningsgang til regional estimation af T -års hændelser. For en mere detaljeret beskrivelse af beregningsproceduren og den grundlæggende statistiske analyse, der ligger til grund for den regionale estimationsmodel henvises til den tekniske baggrundsrapport, der er udgivet i forbindelse med skriftet (Ref. /1/).

Et regionalt estimat af T -års hændelsen beregnes af følgende formel

$$\hat{z}_T = z_0 + \hat{\mu} \frac{1 + \hat{\kappa}}{\hat{\kappa}} \left[1 - \left(\frac{1}{\hat{\lambda}T} \right)^{\hat{\kappa}} \right] \quad (1)$$

hvor z_0 er det benyttede afskæringsniveau til definition af ekstremværdiserien, λ er det gennemsnitlige antal årlige overskridelser over niveauet z_0 , μ er middelværdien af overskridelserne (middelloverskridelsen), og κ er en formparameter, der angiver formen af den regionale ekstremværdifordeling. En "hat" angiver et regionalt estimat af den pågældende parameter.

Den regionale model af T -års hændelsen er baseret på regionale modeller af de indgående modelparametre λ , μ og κ . Det regionale estimat af det gennemsnitlige antal årlige overskridelser $\hat{\lambda}$ bestemmes af årsmiddelnedbøren (ÅMN)

$$\hat{\lambda} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \text{ÅMN} \quad (2)$$

hvor $\hat{\beta}_0$ og $\hat{\beta}_1$ er de fra regressionsanalysen estimerede regressionsparametre. Den regionale model for middelloverskridelsen $\hat{\mu}$ baseres på følgende subregionale opdeling

$$\hat{\mu} = \begin{cases} \hat{\mu}_0 & , \text{Danmark udenfor København} \\ \hat{\mu}_1 & , \text{København Øst} \\ \hat{\mu}_2 & , \text{København Vest} \end{cases} \quad (3)$$

Det regionale estimat af formparameteren κ regnes konstant i hele landet. De i (1) - (3) indgående parametre for de 14 analyserede nedbørsvariable er angivet i Tabel 2-4.

Usikkerheden på det regionale T -års estimat, prediktionsvariansen, beregnes af følgende formel

$$\text{Var}\{\hat{z}_T\} = \left(\frac{\partial \hat{z}_T}{\partial \lambda} \right)^2 \text{Var}\{\hat{\lambda}\} + \left(\frac{\partial \hat{z}_T}{\partial \mu} \right)^2 \text{Var}\{\hat{\mu}\} + \left(\frac{\partial \hat{z}_T}{\partial \kappa} \right)^2 \text{Var}\{\hat{\kappa}\} \quad (4)$$

hvor de partielt afledede af \hat{z}_T , bestemt af (1), er givet ved

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{z}_T}{\partial \lambda} &= \mu(1 + \kappa)T(\lambda T)^{-\kappa-1} \\ \frac{\partial \hat{z}_T}{\partial \mu} &= \frac{1 + \kappa}{\kappa} [1 - (\lambda T)^{-\kappa}] \\ \frac{\partial \hat{z}_T}{\partial \kappa} &= \mu(1 + \kappa) \left[\frac{1}{\kappa} (\lambda T)^{-\kappa} \ln(\lambda T) - \frac{1}{\kappa^2} [1 - (\lambda T)^{-\kappa}] \right] \end{aligned} \quad (5)$$

Ved beregning af prediktionsvariansen indsættes de regionalt estimerede parametre i (5).

Prediktionsvariansen af det gennemsnitlige antal årlige overskridelser, $Var\{\hat{\lambda}\}$, afhænger af årsmiddelnedbøren

$$Var\{\hat{\lambda}\} = Var\{\hat{\beta}_0\} + 2\hat{A}MN Cov\{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1\} + \hat{A}MN^2 Var\{\hat{\beta}_1\} + \hat{\sigma}_\delta^2 \quad (6)$$

hvor $Var\{\hat{\beta}_0\}$, $Var\{\hat{\beta}_1\}$ og $Cov\{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1\}$ er varians-kovariansen af de estimerede regressionsparametre og $\hat{\sigma}_\delta^2$ er residualvariansen. Prediktionsvariansen af middelloverskridelsen $Var\{\hat{\mu}\}$ afhænger af den subregionale opdeling

$$Var\{\hat{\mu}\} = \begin{cases} Var\{\hat{\mu}_0\} & , \text{Danmark udenfor København} \\ Var\{\hat{\mu}_1\} & , \text{København Øst} \\ Var\{\hat{\mu}_2\} & , \text{København Vest} \end{cases} \quad (7)$$

Prediktionsvariansen af formparameteren, $Var\{\hat{\kappa}\}$, regnes konstant i hele landet. De i (4) - (7) indgående størrelser for de 14 analyserede nedbørsvariable er angivet i Tabel 2-4.

Ved brug af (1)-(7) kan T -års hændelser og tilhørende prediktionsusikkerheder for hver af de 14 betragtede nedbørsvariable estimeres på en arbitrær lokalitet i Danmark, hvor årsmiddelnedbøren og det subregionale tilhørsforhold er kendt. Årsmiddelnedbøren og den subregionale placering af de 41 stationer, der er benyttet til opbygning af den regionale model, er vist i Tabel 5.

Tabel 2 Afskæringsniveau samt regressionsparametre, varians-kovarians af regressionsparametrene og residualvariansen fra regression af det gennemsnitlige antal årlige overskridelser med årsmiddelnedbøren.

Variabel	z_0 [µm/s] [mm]	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$ [x 10 ⁻³]	$Var\{\hat{\beta}_0\}$	$Cov\{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1\}$ [x 10 ⁻⁴]	$Var\{\hat{\beta}_1\}$ [x 10 ⁻⁶]	$\hat{\sigma}_\delta^2$
i10m	6.00	0.531	4.19	0.677	-9.95	1.55	0.120
i30m	3.20	0.0807	4.69	0.794	-11.7	1.83	0.181
i60m	2.10	0.428	4.15	0.799	-11.8	1.83	0.184
i3h	1.10	0.973	3.17	0.759	-11.2	1.74	0.172
i6h	0.730	-0.142	4.60	0.491	-6.88	1.08	0.0708
i12h	0.450	-1.40	6.11	0.404	-5.72	0.894	0.0428
i24h	0.260	-3.31	9.25	0.439	-6.16	0.964	0.0559
i48h	0.150	-4.19	11.2	0.533	-7.54	1.18	0.0753
dph	17.2	-0.594	5.80	0.483	-6.71	1.05	0.0537
dpd	19.4	-2.43	8.30	0.522	-7.50	1.17	0.0704
bv1	17.0	-2.63	8.46	0.480	-6.85	1.07	0.0595
bv2	5.40	0.899	3.01	0.686	-10.2	1.59	0.142
ov1	15.0	-0.479	5.35	0.521	-7.33	1.15	0.0781
ov2	6.80	0.133	4.24	0.750	-11.2	1.74	0.169

Tabel 2 Regionalt estimat af middelloverskridelsen og tilhørende prediktionsvarians i de 3 subregioner.

Variabel	<i>Danmark udenfor Kbh.</i>		<i>København Øst</i>		<i>København Vest</i>	
	$\hat{\mu}_0$	$Var\{\hat{\mu}_0\}$	$\hat{\mu}_1$	$Var\{\hat{\mu}_1\}$	$\hat{\mu}_2$	$Var\{\hat{\mu}_2\}$
i10m	3.33	1.20×10^{-2}	3.33	1.20×10^{-2}	3.33	1.20×10^{-2}
i30m	1.61	3.04×10^{-3}	1.61	3.04×10^{-3}	1.61	3.04×10^{-3}
i60m	0.948	1.25×10^{-3}	0.948	1.25×10^{-3}	0.948	1.25×10^{-3}
i3h	0.432	6.04×10^{-4}	0.432	6.04×10^{-4}	0.517	5.74×10^{-3}
i6h	0.257	3.26×10^{-4}	0.257	3.26×10^{-4}	0.340	2.30×10^{-3}
i12h	0.162	1.70×10^{-4}	0.162	1.70×10^{-4}	0.234	8.05×10^{-4}
i24h	0.0940	7.60×10^{-5}	0.131	4.73×10^{-4}	0.131	4.73×10^{-4}
i48h	0.0581	2.49×10^{-5}	0.0756	1.61×10^{-4}	0.0756	1.61×10^{-4}
dph	7.14	0.420	9.33	2.83	9.33	2.83
dpd	7.03	0.249	9.95	2.35	9.95	2.35
bv1	8.99	0.882	13.7	5.73	13.7	5.73
bv2	4.46	6.60×10^{-2}	4.46	6.60×10^{-2}	4.46	6.60×10^{-2}
ov1	6.53	0.328	8.94	2.34	8.94	2.34
ov2	4.91	7.50×10^{-2}	4.91	7.50×10^{-2}	4.91	7.50×10^{-2}

Tabel 4 Regionalt estimat af formparameteren med tilhørende prediktionsvarians.

Variabel	$\hat{\kappa}$	$Var\{\hat{\kappa}\}$
i10m	-0.0620	8.20×10^{-4}
i30m	-0.165	7.50×10^{-4}
i60m	-0.134	9.55×10^{-4}
i3h	-0.0806	1.56×10^{-3}
i6h	-0.155	1.82×10^{-3}
i12h	-0.134	2.45×10^{-3}
i24h	-0.169	2.30×10^{-3}
i48h	-0.106	1.20×10^{-2}
dph	-0.162	2.32×10^{-3}
dpd	-0.0769	7.75×10^{-3}
bv1	-0.127	3.11×10^{-3}
bv2	-0.192	1.40×10^{-2}
ov1	-0.208	1.94×10^{-3}
ov2	-0.138	1.85×10^{-2}

Tabel 5 Årsmiddelnedbør (ÅMN) og subregional placering (0: *Danmark udenfor København*, 1: *København Øst*, 2: *København Vest*) af de 41 analyserede stationer, der er grundlaget for opbygning af den regionale estimationsmodel

Station	ÅMN [mm]	Region	Station	ÅMN [mm]	Region	Station	ÅMN [mm]	Region
20211	655	0	29041	550	0	30318	620	2
20461	710	0	30031	620	0	30319	635	2
22361	660	0	30191	665	2	30321	645	2
22421	720	0	30201	675	0	30351	575	1
23127	695	0	30211	605	1	30352	575	1
23261	790	0	30221	640	2	30353	555	1
23321	765	0	30222	640	2	30411	580	0
24292	825	0	30311	610	1	30451	585	0
25171	775	0	30312	610	1	31031	545	0
26091	790	0	30313	595	1	31151	580	0
26481	670	0	30314	615	2	31231	595	0
28181	670	0	30315	655	2	31401	565	0
28184	650	0	30316	610	2	31511	600	0
28186	655	0	30317	640	2			

3. Input

The screenshot shows the 'Regional estimation.xls' spreadsheet. The 'Input' section (rows 1-9) contains the following data:

Input	Value
Årsmiddelnedbør (mm)	600
Region	1
Øvrige DK = 0	
København Øst = 1	
København Vest = 2	

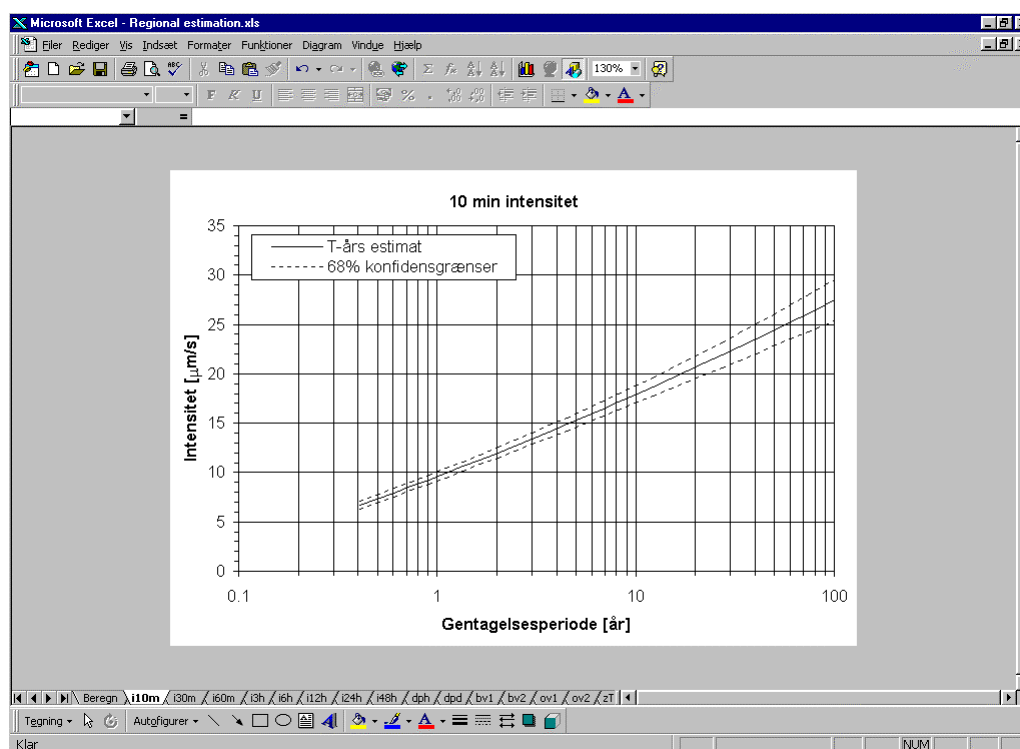
The 'T-års estimat' section (rows 10-31) displays calculated regional T-year estimates (z_T) and standard deviations ($S\{z_T\}$) for various return periods (T) and time intervals. The data is organized into columns for different time intervals (10 min, 30 min, 60 min, 3 timer, 6 timer, 12 timer, 24 timer, 48 timer) and different regions (0, 1, 2). The return periods (T) are listed in the first column of the section, ranging from 1 to 100 years.

Figur 1 Input til regnearket i form af årsmiddelnedbør og subregional placering. I arket angives de beregnede regionale T -års estimater z_T og tilhørende standard afvigelse $S\{z_T\}$ for udvalgte gentagelsesperioder.

Input i form af årsmiddelnedbør og subregional placering for den pågældende lokalitet indtastes i arket **Beregn**, se Figur 1. For de 41 analyserede stationer er årsmiddelnedbør og subregional placering jvf. Tabel 5 indtastet som scenarier, og de regionale estimater for disse stationer kan vises ved brug af scenarie funktionen under menuen **Funktioner (Tools)**.

4. Output

I arket **Beregn** vises for de 14 analyserede nedbørsvariable de beregnede regionale estimater af T -års hændelsen og tilhørende standard afvigelse for udvalgte gentagelsesperioder, se Figur 1. Desuden vises for hver af de 14 variable et plot af T -års estimatet og tilhørende 68% konfidensinterval (svarende til \pm en standard afvigelse), se Figur 2.



Figur 2 Regionalt T -års estimat for en af de analyserede nedbørsvariable med tilhørende approksimativt 68% konfidensinterval.

5. Referencer

- /1/Madsen, H. (1998) Ekstremregn i Danmark, Statistisk bearbejdning af nedbørsdata fra Spildevandskomiteens Regnmålersystem 1979-96, Institut for Strømningsmekanik og Vandressourcer og Institut for Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet. <http://www.imt.dtu.dk/publications/fulltext/1998/imt1998-173.pdf>.
- /2/SVK (1999) Regional variation af ekstremregn, Dansk Ingeniørforening, Spildevandskomiteen, Skrift nr. 26.