

Ekstremværdianalyser af vandføringsdata 1990 - 2019

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 9. februar 2021 | 13



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Ekstremværdianalyser af vandføringsdata 1990 - 2019

Forfattere: Søren Erik Larsen og Niels Bering Ovesen
Institution: Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

Faglig kommentering: Hans Thodsen
Kvalitetssikring, DCE: Lars M. Svendsen

Ekstern kommentering: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering. Kommentarerne findes her:
http://dce2.au.dk/pub/komm/N2021_13_komm.pdf

Rekvirent: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering

Bedes citeret: Larsen, S.E. & Ovesen, N.B. 2021. Ekstremværdianalyser af vandføringsdata 1990 - 2019. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 15 s. – Fagligt notat nr. 2021 | 13
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_13.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Colorbox

Sideantal: 15

Indhold

Baggrund	4
Formål	4
Datagrundlag	4
Metode	5
Resultater	5
Appendiks 1. Statistiske metoder	6
Appendiks 2. Beregnede estimater for overskridelser, 2, 5, 10, 20, 50 og 100 års begivenheder samt median- minimum og maksimum, m ³ sek ⁻¹	10
Appendiks 3. Specifikation af den opgave Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering har bestilt	14

Baggrund

Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (SDFE) har i oktober 2020 bestilt en beregning af ekstremhændelser, medianminimum og medianmaksimum for DCE, AU. Opgaven omhandler ifølge bestillingen "udarbejdelse af beregninger for ekstremhændelser for vandføring samt medianminimum- og medianmaksimumsværdier for vandføring. Beregningerne vil blive brugt af SDFE til udvikling af åbne tjenester i regi af FODS Initiativ 6.1 "Fælles data om terræn, klima og vand" således at beregningerne kan vises i HIP og tilgængeliggøres for alle."

SDFE har yderligere specificeret bestillingen som det fremgår af appendiks 3.

Dette notat beskriver kort datagrundlag, anvendte metoder og resultater.

SDFE har haft lejlighed til at kommentere på et udkast til dette notat.

Formål

Formålet med dette projekt er at tilvejebringe et datasæt, der indeholder ekstremværdier for vandføringen ved målestationer i vandløb. Resultaterne skal bl.a. kunne anvendes til præsentation og sammenligning med aktuelle data, der løbende indsamles og publiceres.

Datagrundlag

De anvendte vandføringsdata er indsamlet under det nationale overvågningsprogram for vandmiljø, NOVANA. Målinger, beregninger og kvalitetssikring er gennem årene blevet varetaget af Miljøstyrelsen, de tidligere amter, og DCE.

Der er blevet gennemført en ekstremværdianalyse på data fra 180 afstrømningsstationer i 30-års perioden 1990-2019. 30-års perioden er valgt af hensyn til sammenlignelighed med øvrige hydrologiske data, der anvender næsten samme referenceperiode (1991-2020). Kvalitetssikrede vandføringsdata for 2020 er endnu ikke tilgængelige.

Statistiske fordelingsfunktioner er blevet estimeret individuelt for hver station på døgnlig årsmaksimumvandføring bestemt på kalender år.

De 180 stationer er udvalgt efter en gennemgang af data fra hver enkelt station, og herunder er beregningsgrundlaget vurderet. Stationer med kontinuitetsbrud eller trend, der f.eks. skyldes reguleringer i oplandet samt data med delvis modelberegnet tidsserie og data fra pumpestationer er frasorteret. 161 af stationerne har komplet tidsserie for alle 30 år. De resterende 19 har mellem 28 og 30 års data, men de er inddraget af hensyn til at få det størst mulige antal stationer med i datasættet. De 180 stationer er således det maksimale antal under hensyntagen til kvalitet og længde af tidsserie.

De anvendte vandførings-tidsserier er fastlagt ved hjælp af enkeltmålinger, vandstandsregistrering og estimeret sammenhæng mellem vandføring (Q) og

vandstand (H) (QH-relation). Vandføringsdata har en vis usikkerhed, og normalt regner man med en usikkerhed på $\pm 5\%$. Usikkerheden er generelt større i små end i store vandløb.

Idet de maksimale vandføringsværdier ofte er baseret på en ekstrapolation af QH-relationen, og der således ikke er vandføringsmålinger af denne størrelse, vil usikkerheden på netop disse værdier være forhøjet, og kan i visse tilfælde være væsentlig mere end de 5% . Endvidere er der på en del af stationerne sket en justering af beregningsmetoderne i løbet af årene, og det kan have medført et vist homogenitetsbrud. Disse forhold kan medføre en betydelig usikkerhed på de beregnede ekstremværdier, især på de største og mest sjældne begivenheder. Denne usikkerhed kan dog ikke angives mere specifikt.

Metode

Der er udtrukket vandføringsdata fra den nationale overfladevandsdatabase, ODA for den samlede periode 1990-2019 for de 180 stationer. Statistiske ekstremværdi fordelingsfunktioner (den generaliserede ekstremværdi fordeling, jf. appendiks 1) estimeres for hver station ved brug af årlige maksimalværdier og fordelingerne anvendes til at beregne estimater for $T=2,5,10,20,50$ og 100 års begivenheder med tilhørende 95% konfidensintervaller. En T-års maksimum-begivenhed er den højeste vandføring, der forventes at optræde hvert T'ende år. Ud over analysen af maksimumsvandføringer beregnes ligeledes medianminimumsvandføringen, der er defineret som 50 % fraktilen af årlig minimumvandføring for perioden. Endvidere er beregnet en række andre statistiker for hver station. I Appendiks 1 er der givet en teoretisk gennemgang af de statistiske metoder der er anvendt til beregningerne.

Resultater

Resultater af samtlige beregninger er leveret i Excel- og CSV filer i henhold til specifikationerne i projekt-aftalen. Resultaterne er beregnet i $\text{m}^3\text{sek}^{-1}$ samt arealspecifikt i $\text{l sek}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Resultaterne i $\text{m}^3\text{sek}^{-1}$ findes endvidere i tabellen i Appendiks 2.

Appendiks 1. Statistiske metoder

Her beskrives de statistiske fordelinger, der er anvendt i forbindelse med karakterisering af årlig ekstremvandføringer. Men først beskrives kort teorien bag statistiske fordelinger, og hvordan man estimerer parametre i fordelinger. Til sidst gennemgås teorien for frekvensanalyse, det vil sige beregning af T -års overskridelser. Ekstremværdier er i denne analyse er årlige maksimums døgnmiddelvandføringer. Til de statistiske beregninger med hensyn til fordelinger og frekvensanalyse har vi anvendt SAS®, S-PLUS® og R-Studio. For yderligere og fuldstændig behandling af de emner der er omtalt i dette appendiks henvises til *Kite* (1977).

Statistiske fordelinger

En statistisk fordeling kan beskrive egenskaberne ved en population af værdier. Population af ekstremværdier beskrives i dette notat ved en række forskellige kontinuerte statistiske fordelinger. Kontinuerte fordelinger kan antage alle værdier i et interval, som muligvis kan være uendeligt.

En statistisk fordeling er typisk defineret ved enten tæthedsfunktionen f eller fordelingsfunktionen F . Fordelingsfunktionen angiver sandsynligheden for at den stokastiske variabel $P(X)$ (vandføringer eller ekstremværdi) er mindre end en given værdi og kan beregnes som et integral af tæthedsfunktionen

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(u) du.$$

Dermed er tæthedsfunktionen den afledte funktion af fordelingsfunktionen, det vil sige

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}.$$

Hvis det antages, at der er et sample af observationer fra den samme statistiske fordeling, så kan den teoretiske fordelingsfunktion F estimeres ved den kumulative frekvens funktion (empiriske fordelingsfunktion)

$$F_s(x_i) = \sum_{j=1}^i f_s(x_j),$$

hvor f_s er den relative frekvens-funktion defineret ved

$$f_s(x_i) = \frac{n_i}{n},$$

med n lig det totale antal observationer og n_i lig antallet af observationer i intervallet $[x_i - \Delta x, x_i]$. Udfaldsintervallet for X deles op i et antal passende intervaller, hver med en bredde på Δx . Den relative frekvens-funktion er et estimat for følgende sandsynlighed

$$P(x_i - \Delta x \leq X \leq x_i).$$

Hvis $n \rightarrow \infty$ og $\Delta x \rightarrow 0$ fås grænse-lighederne

$$f(x) = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \Delta x \rightarrow 0}} \frac{f_s(x)}{\Delta x},$$

og

$$F(x) = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \Delta x \rightarrow 0}} F_s(x).$$

Den teoretiske værdi for den relative frekvens-funktion kan beregnes som

$$p(x_i) = F(x_i) - F(x_{i-1}).$$

Estimering af parametre i fordelinger

En standard metode til estimering af parametre i statistiske fordelinger er maximum likelihood metoden. Metoden er defineret på følgende måde. Der antages et sample af størrelse n , dvs. x_1, x_2, \dots, x_n . For en fordeling med en tæthedsfunktion $f(x; \alpha, \beta, \dots)$, hvor α, β, \dots er fordelingsparametrene, som skal estimeres, er sandsynligheden for at få en given værdi af x , x_i , proportional med $f(x; \alpha, \beta, \dots)$ og sandsynligheden for at observere et sample af n værdier x_1, x_2, \dots, x_n er proportional med produktet

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i; \alpha, \beta, \dots).$$

Dette produkt kaldes for likelihood og maximum likelihood metoden består i at estimere α, β, \dots , sådan at L bliver maksimeret. Dette gøres ved partiel differentiation af L med hensyn til hver af fordelingsparametrene og de fremkomne udtryk sættes lig nul. For at simplificere beregningerne anvendes $\log(L)$ i stedet for L .

En anden metode til at estimere parametrene i en fordeling er L-moment metoden (Hosking & Wallis, 1997). L-momenter er mål for central, skal og form parametre for sandsynlighedsfordelinger eller for datasæt. L-momenter er baseret på lineære kombinationer af ordens statistikker. Hosking (1990) beskriver den formelle teori og Hosking & Wallis (1997) beskriver algoritmer til at bestemme estimater for parametrene for et stort antal forskellige statistiske fordelinger.

Den generaliserede ekstremværdifordeling

Den generaliserede ekstremværdifordeling (GEVD) er en 3-parameter fordeling og blev første gang beskrevet af Jenkinson (1955) og er siden blevet anvendt til beskrivelse af årsmaksimum og årsmimum i hydrologien og meteorologien. I denne undersøgelse anvendes GEVD til beskrivelse af årsmaksima. De 3 parametre er en central parameter (η), en skala parameter (θ) og en form parameter (κ) (Kite, 1977).

Fordelingsfunktionen for den generaliserede ekstremværdifordeling er

$$F(x; \eta, \theta, \kappa) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[1 - \kappa(x - \eta)/\theta\right]^{1/\kappa}\right\}, & \kappa \neq 0 \\ \exp\left\{-\exp\left[-(x - \eta)/\theta\right]\right\}, & \kappa = 0 \end{cases}$$

hvor $-\infty < \eta < \infty$, $\theta > 0$ og $-\infty < \kappa < \infty$. Observationerne angivet ved x kan antage værdierne

$$\left\{ \begin{array}{l} -\infty < x \leq \eta + \frac{\theta}{\kappa}, \quad \kappa > 0 \\ \eta + \frac{\theta}{\kappa} \leq x < \infty, \quad \kappa < 0 \\ -\infty < x < \infty, \quad \kappa = 0. \end{array} \right.$$

Når $\kappa = 0$ er GEVD identisk med Type I ekstremværdi (Gumbel) fordelingen. Når $\kappa > 0$ så er GEVD det samme som en Type II ekstremværdifordeling og når $\kappa < 0$ er GEVD identisk med Type III (Weibull) fordeling, Kite (1977).

Frekvensanalyse (T-års overskridelsesfunktioner)

De estimerede fordelingsfunktioner kan anvendes til fastlæggelse af overskridelsesfunktioner. Sammenhængen mellem sandsynlighedsfordelingen (F) og overskridelsesperioden (T) for en givet maksimal vandføringsshændelse q er bestemt ved

$$F(q) = 1 - \frac{1}{T}, \text{ for årsmaksima.}$$

De årlige ekstremværdier er tilpasset familien af generaliserede ekstremværdifordelinger (GEVD), med parameterestimation efter maximum likelihood metoden eller L-moment metoden. I det GEVD er en 3-parameter fordeling så er

$$\begin{aligned} q_T &= f(\eta, \theta, \kappa, T) \\ &= \eta + \theta \left(\frac{1 - (-\log(F))^{\kappa}}{\kappa} \right) \end{aligned}$$

hvor log står for den naturlige logaritmefunktion.

Ved anvendelse af maximum likelihood metoden kan variansen af q_T beregnes som

$$\begin{aligned} S_T^2 &= \left(\frac{\partial q_T}{\partial \eta} \right)^2 \text{Var}\eta + \left(\frac{\partial q_T}{\partial \theta} \right)^2 \text{Var}\theta + \left(\frac{\partial q_T}{\partial \kappa} \right)^2 \text{Var}\kappa \\ &+ 2 \frac{\partial q_T}{\partial \eta} \frac{\partial q_T}{\partial \theta} \text{Cov}(\eta, \theta) + 2 \frac{\partial q_T}{\partial \eta} \frac{\partial q_T}{\partial \kappa} \text{Cov}(\eta, \kappa) \\ &+ 2 \frac{\partial q_T}{\partial \theta} \frac{\partial q_T}{\partial \kappa} \text{Cov}(\theta, \kappa) \end{aligned}$$

De nødvendige varianser og covarianser bestemmes ved

$$\left\{ \begin{array}{ccc} \text{Var}\eta & \text{Cov}(\eta, \theta) & \text{Cov}(\eta, \kappa) \\ & \text{Var}\theta & \text{Cov}(\theta, \kappa) \\ & & \text{Var}\kappa \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{ccc} -\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} L & -\frac{\partial^2}{\partial \eta \partial \theta} L & -\frac{\partial^2}{\partial \eta \partial \kappa} L \\ & -\frac{\partial^2}{\partial \theta^2} L & -\frac{\partial^2}{\partial \theta \partial \kappa} L \\ & & -\frac{\partial^2}{\partial \kappa^2} L \end{array} \right\}^{-1}$$

Det betyder, at det er nødvendigt at beregne den inverse af Fishers informationsmatrice for en GEVD. I matematisk statistik er Fishers informationsmatrice en måde at måle mængden af information, som en observerbar tilfældig variabel X bærer på de ukendte parametre η, θ og κ af en fordeling, der modellerer X . I *Prescott & Walden (1980)* gives formler for de teoretiske middelværdier af elementerne af Fishers informationsmatrice. I formlerne indsættes parameterestimaterne. Formler for de observerede værdier af elementerne i Fishers informationsmatrice findes i *Prescott & Walden (1983)*. I denne rapport har vi anvendt de teoretiske middelværdier. Disse formler kan kun anvendes når $|\kappa| < 0,5$, som i praksis næsten altid er opfyldt. I denne undersøgelse er det opfyldt for 176 ud af de 180 stationer, og for de sidste 4 ligger værdien mellem 0,50 og 0,55. Vi har valgt at anvende formlerne for de 4 også, og vi anser resultaterne for at være valide, når de sammenlignes med de øvrige resultater.

Under antagelse af, at q_T er normalfordelt, så kan 95 %-konfidensintervallet for q_T beregnes som

$$q_T \pm t \cdot S_T,$$

hvor t er lig 1,96, som er 97,5 percentilen i en standard normalfordeling (dvs. en fordeling med middelværdi 0 og varians lig 1).

Referencer

Hosking, J. R. M. (1990): L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 52, 105-124.

Hosking, J. R. M. & Wallis, J. R (1997): Regional Frequency Analysis. An Approach Based on L-Moments. Cambridge University Press.

Jenkinson, A. F. (1955): The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 81, (348): 158-171.

Kite, G.W. (1977): Frequency and risk analysis in hydrology. Water Resources Publications.

Prescott, P. & Walden, A.T. (1980): Maximum likelihood estimation of the parameters of the generalized extreme-value distribution. *Biometrika* 67(3), 241-250.

Prescott, P. & Walden, A.T. (1983): Maximum likelihood estimation of the three-parameter generalized extreme-value distribution from censored samples. *Journal of Statistical Computing and Simulation* 16, 241-250.

Appendiks 2. Beregnede estimater for overskridelser, 2, 5, 10, 20, 50 og 100 års begivenheder samt median- minimum og maksimum, m³sek⁻¹

Observations- stednr	lokalitet, vandløb	2-års hændelse	5-års hændelse	10-års hændelse	20-års hændelse	50-års hændelse	100-års hændelse	Med-min	Med-max
2000005	ELLING KIRKE, ELLING Å	5,89	7,64	9,06	10,63	13,07	15,22	0,58	5,90
3000003	ASTEDBRO, UGGERBY Å	6,84	8,04	8,66	9,16	9,68	9,99	0,55	6,95
4000005	RØDE BRO, LIVER Å	12,78	15,49	16,97	18,19	19,52	20,37	0,70	13,26
5000003	FÆBROEN, VOER Å	14,15	17,94	20,42	22,77	25,79	28,02	1,03	13,66
6000001	MANNA, RY Å	11,63	13,82	15,08	16,16	17,41	18,24	1,39	11,61
7000003	ELKÆR BRO, LINDHOLM Å	4,70	5,35	5,65	5,86	6,06	6,16	0,16	4,74
8000001	MELHOLT KIRKE, GERÅ	7,35	8,72	9,49	10,14	10,87	11,35	0,43	7,26
9000015	KÅSTRUP, STORÅ	1,99	2,43	2,69	2,92	3,19	3,36	0,24	1,97
10000009	VEGGER BRO, HERREDS Å	4,66	5,70	6,26	6,71	7,19	7,49	0,59	4,87
10000010	OS INDKILDESTRØMMEN, KÆRS MØLLEÅ	2,40	2,82	3,00	3,12	3,23	3,28	0,41	2,41
11000011	HVIDBJERG MØLLEGÅRD, HVIDBJERG Å	8,15	9,62	10,30	10,80	11,27	11,53	0,89	7,92
11000016	ÅRUP, ÅRUP Å	5,13	5,91	6,34	6,69	7,08	7,32	0,49	5,32
13000011	FARSØ BROEN, ODDERBÆK	0,38	0,50	0,58	0,66	0,76	0,84	0,03	0,37
13000019	FREDBJERG BRO, TREND Å	5,15	6,35	7,01	7,56	8,16	8,54	0,54	4,98
14000016	VED MØLLEBRO, LINDENBORG Å	9,73	12,52	14,45	16,37	18,94	20,95	2,29	10,12
14000022	LINDENBORG BRO, LINDENBORG Å	5,77	7,13	8,09	9,08	10,43	11,51	1,68	5,91
15000032	TRÆPÆLEBRO, HASLEV GÅRDS Å	3,87	4,50	4,82	5,08	5,35	5,51	0,13	3,94
15000043	ÅDALSVej, KASTBJERG Å	2,42	3,16	3,62	4,05	4,57	4,94	0,48	2,35
15000073	v Ouegård Bro, VILLESTRUP Å	2,97	3,80	4,41	5,06	6,00	6,77	1,07	2,98
16000023	NS KÆRGÅRD MØLLE DAMBRUG, BREDKÅ	0,69	0,81	0,87	0,92	0,98	1,01	0,12	0,69
16000024	KOKHOLM, FALD Å	2,00	2,54	2,83	3,06	3,31	3,47	0,16	2,11
16000030	HULEBRO, LYBY-GRØNNING GRØFT	0,48	0,68	0,84	1,01	1,28	1,51	0,00	0,47
17000007	SKIVE-HOBRO LANDEVEJ, SIMESTED Å	5,73	7,11	8,06	8,98	10,21	11,16	1,61	5,60
18000077	LØVEL BRO, SKALS Å	9,03	10,23	10,91	11,48	12,13	12,55	2,48	9,04
19000012	JORDBRO MØLLE, JORDBRO Å	2,80	3,42	3,82	4,18	4,64	4,97	0,76	2,77
19000015	BÆKGÅRD, LÅNUM BÆK	0,34	0,49	0,60	0,72	0,90	1,06	0,04	0,32
20000024	NØRKÆR BRO, KARUP Å	14,88	17,01	18,08	18,91	19,76	20,26	4,33	15,15
20000026	HAGEBRO, KARUP Å	12,66	14,52	15,43	16,12	16,80	17,19	4,09	12,79
21000030	SOPHIENDAL, KNUD Å	1,21	1,50	1,70	1,88	2,12	2,30	0,04	1,20
21000062	SALTENBRO, SALTEN Å	3,08	3,63	3,99	4,34	4,80	5,14	1,39	3,06
21000084	TVILUMBRO, GUDENÅ	32,84	40,16	45,26	50,34	57,20	62,56	8,53	31,74
21000085	ÅSTEDBRO, GUDENÅ	11,99	15,09	16,81	18,25	19,85	20,88	0,82	11,87
21000089	500 m os Vorvadsbro, GUDENÅ	16,97	22,71	26,82	31,00	36,79	41,44	2,33	17,13
21000090	MØLLERUP, GUDENÅ	0,32	0,39	0,43	0,47	0,53	0,57	0,15	0,33
21000413	NY RÆVEBRO, FLØJSTRUP, ALLING Å	6,18	8,22	9,47	10,61	11,99	12,97	0,64	6,24
21000461	ULSTRUP BRO, GUDENÅ	48,70	57,02	62,23	67,01	72,90	77,10	9,90	48,49
21000487	VED ENGBRO, MAUSING MØLLEBÆK	1,65	2,06	2,31	2,53	2,79	2,97	0,27	1,66
21000528	FUNDER ST, FUNDER Å	1,20	1,39	1,53	1,67	1,86	2,02	0,75	1,21
21000548	Lige ns Løjstrup Dambrug, HADSTEN LILLE	11,43	13,83	15,15	16,24	17,45	18,22	1,18	11,69
21000665	BENS MØLLEVAD BRO, KNUD Å	1,51	1,93	2,15	2,34	2,55	2,69	0,08	1,47
21000712	HINGE SØ, AFLØB V HOLMGÅRD, HINGE Å	2,15	2,66	2,95	3,20	3,49	3,67	0,42	2,22
21000745	AFLØB BRYRUP LANGSØ, BRYRUP Å	0,69	0,89	1,01	1,13	1,28	1,39	0,11	0,70
21000752	SORTHOLMVEJ, HORNDRUP BÆK	0,37	0,57	0,71	0,87	1,10	1,30	0,01	0,36
21000759	OS RENSNINGSANLÆG, JAVNGYDE BÆK	0,54	0,83	1,10	1,43	2,01	2,60	0,01	0,56
21000786	250 M OS SØEN, HAURBÆK	0,35	0,45	0,51	0,57	0,64	0,69	0,05	0,35
21000794	VEJUMBRO, NØRRE Å	6,39	7,09	7,44	7,71	7,98	8,14	2,11	6,25
21000803	SKJELLERUPGRØFTEN, SKJELLEGRØFTEN	0,54	0,79	0,95	1,10	1,29	1,44	0,01	0,56
21000872	ØLHOLM, ØLHOLM BÆK	1,85	2,42	2,75	3,04	3,38	3,61	0,02	1,71
21001663	MØLBALLE BRO, LILLEÅ	0,64	0,85	0,98	1,09	1,23	1,32	0,03	0,65
22000043	ELLEBÆK BRO, ELLEBÆK	1,49	1,85	2,03	2,17	2,31	2,39	0,01	1,49
22000048	IDUM, IDOM Å	1,00	1,36	1,59	1,80	2,08	2,27	0,13	1,03
22000050	HVODAL, RÅSTED LILLE Å	4,26	5,28	5,97	6,63	7,50	8,16	1,22	4,13

Observations- stednr	lokalitet, vandløb	2-års hændelse	5-års hændelse	10-års hændelse	20-års hændelse	50-års hændelse	100-års hændelse	Med-min	Med-max
22000053	GAMMEL SUND, SUND MØLLEBÆK	1,41	1,88	2,14	2,34	2,57	2,71	0,02	1,39
22000062	SKÆRUM BRO, STORÅ	47,16	55,77	60,18	63,65	67,24	69,40	7,66	46,89
24000001	RYOMGÅRD BRO, RYOM Å	1,50	1,97	2,27	2,54	2,88	3,11	0,20	1,52
24000061	SØ FOR FELDBÆKGÅRD, FELDBÆK	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,00	0,04
25000020	HYGILD, HOLTUM Å	2,76	3,49	3,94	4,35	4,84	5,19	0,72	2,76
25000021	HESSELBJERGE, BRANDE Å	1,56	1,93	2,13	2,29	2,47	2,59	0,11	1,55
25000075	VEJBRO SYD FOR HEE, HOVER Å	6,47	8,33	9,35	10,20	11,13	11,72	0,69	6,57
25000078	SØNDERSKOV BRO, OMMER Å	22,88	29,27	33,79	38,36	44,64	49,61	3,11	21,95
25000082	ALERGÅRD, SKJERN Å	42,14	51,74	57,16	61,75	66,93	70,31	8,27	42,96
25000086	V SØNDERBY, TIM Å	5,41	6,53	7,23	7,87	8,66	9,23	0,85	5,33
25000097	GJALDBÆK BRO, SKJERN Å	61,15	75,68	84,47	92,32	101,72	108,24	13,02	61,07
26000082	VED SKIBBY, ÅRHUS Å	4,08	4,99	5,44	5,78	6,13	6,33	0,23	4,14
26000096	A 15, LYNGBYGÅRDS Å	6,37	8,56	9,85	10,98	12,31	13,21	0,21	6,49
27000002	SANDERENGGÅRD, ODDER Å	3,57	5,14	6,10	6,97	8,03	8,77	0,06	3,87
27000003	FILLERUP, ODDER Å	0,93	1,29	1,51	1,71	1,95	2,13	0,03	0,97
27000004	HANSTED, LILLE HANSTED BRO, LILLE-HANSTED Å	4,46	6,14	7,32	8,52	10,16	11,46	0,15	4,27
28000001	KØRUP BRO, BYGHOLM Å	9,34	11,70	12,91	13,86	14,86	15,45	0,27	9,47
29000009	300 m ns Årup Mølle Dambrug, ROHDEN	5,18	6,03	6,43	6,72	7,00	7,15	0,35	5,45
31000017	VED LAURBORG BRO, ANSAGER Å	5,84	7,06	7,71	8,23	8,78	9,13	1,11	5,97
31000027	V VAGTBORG, VARDE Å	32,49	37,46	39,93	41,81	43,71	44,82	5,62	32,83
31000032	NØ F ARMVADGÅRD, FRISVAD MØLLEBÆK	0,97	1,21	1,32	1,40	1,49	1,53	0,09	1,02
32000001	HARALDSKÆR, VEJLE Å	11,24	13,17	14,09	14,78	15,46	15,85	2,46	11,48
32000004	GREJSDALENS PLANTESKOLE, GREJS Å	5,63	7,06	7,85	8,50	9,23	9,69	0,56	5,96
32000013	AFLØB ENGELSHOLM SØ, VEJLE Å	0,39	0,46	0,50	0,52	0,54	0,56	0,08	0,41
32000022	NEDERBRO, HØJEN Å	2,38	3,02	3,39	3,72	4,11	4,38	0,14	2,43
33000004	BREDSTRUP, SPANG Å (BREDSTRUP Å)	3,61	4,33	4,77	5,17	5,66	6,00	0,14	3,57
34000002	ELKÆRHOLM, VESTER-NEBEL Å	7,81	10,12	11,40	12,46	13,62	14,36	0,19	7,42
34000003	EJSTRUP, KOLDING Å	8,97	10,47	11,04	11,40	11,68	11,81	0,76	9,14
34000023	MØGELMOSEHUS - OS KOLDING Å, SEEST	2,98	3,87	4,35	4,76	5,20	5,47	0,06	3,09
35000006	V SDR VONG, BRAMMING-HOLSTED Å	12,81	15,03	16,04	16,77	17,46	17,83	1,24	12,92
35000010	V NØRÅ BRO, SNEUM Å	13,06	15,09	15,98	16,59	17,14	17,43	1,32	13,18
35000011	V A11, SMØRPHØT BÆK	0,53	0,73	0,84	0,94	1,04	1,10	0,03	0,55
35000013	BRO STENDERUP-TOBØL LANDEVEJ, STEN	0,72	1,04	1,24	1,42	1,62	1,77	0,01	0,69
36000008	VED KONGE BRO, KONGE Å	18,51	21,16	22,77	24,22	25,96	27,17	2,49	18,91
36000012	VED STYRT, GAMST MØLLEBÆK	0,65	0,93	1,13	1,34	1,61	1,83	0,05	0,60
37000011	MØLLEBRO, SOLKÆR Å	3,26	4,37	4,91	5,32	5,73	5,96	0,02	3,32
37000036	TILL T HEJLS NOR, KÆR MØLLE Å	0,60	0,77	0,87	0,95	1,05	1,11	0,02	0,58
37000038	VED RENSNINGSANLÆG, TAPS Å	5,96	7,49	8,40	9,21	10,17	10,83	0,10	6,00
38000020	TT JELS OVERSØ, BLÅ Å (LILLEÅ)	0,82	0,92	0,97	1,00	1,04	1,06	0,01	0,84
38000023	V BREMKROG, HJORTVAD Å	9,22	12,52	14,58	16,47	18,79	20,45	0,62	9,72
38000024	V STAVNAGER BRO, RIBE Å	31,44	36,72	39,14	40,88	42,53	43,43	3,62	30,53
39000001	BRØNS VFORSØGSDAMBRUG, BRØNS Å	4,61	5,86	6,56	7,15	7,82	8,25	0,29	4,72
39000002	VADEHAVET, REJSBY Å	3,11	3,71	4,00	4,23	4,46	4,59	0,05	3,16
40000001	BREDEBRO, BREDE Å	16,68	20,28	21,87	22,99	24,03	24,57	1,13	16,74
41000012	TTGEMNER BUGT, ELSTED BÆK	0,63	0,78	0,85	0,91	0,96	0,99	0,03	0,62
41000014	TTFLENSBORG FJORD, FISKBÆK	2,21	2,58	2,74	2,84	2,93	2,97	0,01	2,20
41000016	TTMIJANG DAM, ALS, PULVERBÆK	0,80	1,02	1,12	1,19	1,25	1,28	0,00	0,84
41000020	BLANSSKOV, BLÅ Å - BOVRUP BÆK	1,86	2,47	2,82	3,12	3,46	3,68	0,01	1,92
42000012	BASSEKLINT, BOLBRO BÆK	0,39	0,50	0,57	0,63	0,71	0,77	0,02	0,39
42000014	TTLILLE SØGÅRD SØ, BJERNDRUP MØLLEÅ	1,56	1,97	2,19	2,37	2,57	2,70	0,00	1,57
42000016	RØRKÆR, GRØNÅ	23,14	28,65	31,38	33,47	35,58	36,80	1,89	23,92
42000021	EMMERSKE, VIDÅ	10,79	13,19	14,42	15,40	16,41	17,02	0,81	10,57
42000022	AFLØB C2, BJERNDRUP MØLLEÅ	1,57	2,01	2,25	2,44	2,66	2,80	0,00	1,57
42000074	ARNDRUP, ARNÅ	2,96	3,75	4,15	4,47	4,79	4,98	0,43	3,00
43000001	MØLLEBRO (46), STORÅ	3,86	4,93	5,69	6,46	7,51	8,35	0,13	3,92
44000021	NS ULLERSLEV RENS (990), VINDINGE Å	7,01	8,86	9,71	10,34	10,93	11,26	0,12	6,87

Observations- stednr	lokalitet, vandløb	2-års hændelse	5-års hændelse	10-års hændelse	20-års hændelse	50-års hændelse	100-års hændelse	Med-min	Med-max
45000001	EJBY MØLLE, NS RENS (ST 845), ODENSE Å	25,18	31,11	33,99	36,16	38,32	39,55	1,22	25,79
45000003	Kratholm (2235), ODENSE Å	21,70	25,53	27,21	28,39	29,45	30,02	0,94	22,10
45000004	NØRRE BROBY (ST 3580), ODENSE Å	14,49	18,46	20,83	22,92	25,40	27,10	0,51	13,94
45000005	STAVIS BRO (ST 825), STAVIS Å	3,11	3,94	4,36	4,69	5,03	5,23	0,07	2,92
45000043	120, LINDVED Å	2,51	3,74	4,58	5,41	6,51	7,36	0,08	2,46
45000045	AFLØB ARRESKOV SØ, ODENSE Å	0,76	1,00	1,16	1,32	1,53	1,69	0,00	0,77
45000058	345, GEELS Å	0,78	1,09	1,28	1,45	1,64	1,78	0,05	0,74
46000001	ST 53, BRENDE Å	3,83	4,78	5,31	5,76	6,26	6,58	0,13	3,83
46000017	310, HÅRBY Å	3,00	3,68	4,04	4,34	4,65	4,84	0,14	3,13
46000030	ÅRUP, BRENDE Å	2,66	3,21	3,48	3,70	3,92	4,04	0,04	2,71
47000001	ST 686, HUNDSTRUP Å	3,17	3,86	4,20	4,45	4,70	4,84	0,06	3,24
47000033	FREDSKOVVEJ, LILLEBÆK	0,30	0,46	0,57	0,68	0,83	0,94	0,00	0,30
47000036	180, VEJSTRUP Å	1,85	2,45	2,82	3,14	3,52	3,78	0,02	1,82
47000037	180, STOKKEBÆKKEN	4,45	5,21	5,51	5,70	5,86	5,93	0,08	4,38
48000004	ØRNEVEJ, ESRUM Å	2,06	2,64	3,00	3,34	3,77	4,07	0,29	2,01
48000007	V HANEBJERGÅRD, HØJBRO Å	1,57	1,95	2,12	2,25	2,37	2,44	0,02	1,63
49000054	ARRESØDAL SLUSE, ARRESØ KANAL	4,15	5,14	5,56	5,83	6,07	6,19	0,30	4,02
49000066	BENDSTRUP, PØLE Å	1,24	1,60	1,87	2,14	2,54	2,87	0,11	1,24
50000045	VASEVEJ, DUMPEDALSRENDEN	0,15	0,22	0,27	0,32	0,40	0,46	0,00	0,14
50000048	CAROLINE MATHILDEVEJ, KIGHANEREND	0,14	0,20	0,25	0,29	0,36	0,41	0,01	0,13
50000050	AFLØB FURESØ, MØLLEÅ	1,25	1,57	1,77	1,94	2,16	2,31	0,01	1,27
50000051	STAMPEN MØLLE, MØLLEÅ	1,99	2,61	3,03	3,45	4,02	4,46	0,08	1,92
50000056	V JELLEBRO, NIVE Å	1,91	2,33	2,54	2,71	2,89	3,00	0,04	1,93
50000057	NIVE MØLLE, USSERØD Å	2,45	3,13	3,53	3,88	4,28	4,55	0,19	2,52
50000058	KALKVÆRKS BRO, HESTETANGS Å	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,02	0,08
51000020	Audebo, LAMMEFIJORD SØKANAL	2,74	3,25	3,53	3,77	4,04	4,21	0,00	2,69
51000024	NYBRO, TUSE Å	3,21	4,04	4,51	4,91	5,36	5,66	0,07	3,24
51000026	V KRAGEBRO, ELVERDAMSÅEN	1,29	1,66	1,87	2,05	2,25	2,39	0,04	1,27
52000020	NYBØLLEVAD BRO, NYBØLLE Å	0,62	0,86	1,01	1,14	1,31	1,42	0,00	0,60
52000025	V HØRUP, LINDEBJERG, GRÆSE Å	0,46	0,61	0,70	0,79	0,90	0,98	0,04	0,46
52000029	STRØ BRO, HAVELSE Å	2,89	3,78	4,24	4,61	4,99	5,23	0,09	2,74
52000033	S FOR TØRSLEV, MADEMOSE Å	0,09	0,14	0,19	0,23	0,31	0,37	0,00	0,08
52000039	V VEKSØ BRO, VÆREBRO Å	1,76	2,28	2,63	2,96	3,39	3,71	0,14	1,78
52000063	S F GUNDSØGÅRD, HOVE Å	1,11	1,61	2,00	2,44	3,10	3,69	0,00	1,12
52000068	STOREMØLLEBRO, LANGVAD Å	5,14	7,20	8,51	9,73	11,26	12,37	0,04	4,92
52000198	UVELSE BRO, KOLLERØD Å	0,92	1,39	1,74	2,12	2,66	3,11	0,03	0,89
53000010	PILEMØLLEN, LL VEJLE Å	1,20	1,92	2,45	2,99	3,76	4,39	0,02	1,22
53000028	LANDLYSTVEJ, DAMHUSÅEN	2,89	4,32	5,48	6,78	8,79	10,59	0,02	3,01
54000002	DYSSEGÅRD, FLADMOSE Å	0,48	0,59	0,62	0,65	0,67	0,68	0,00	0,48
55000015	AFLØB TISSØ, NDR HALLEBY Å	6,47	8,64	10,03	11,33	12,97	14,17	0,14	6,26
55000017	UGERLØSE BRO, ÅMOSE Å	3,84	4,72	5,13	5,41	5,68	5,83	0,04	3,89
55000018	BROMØLLE, ÅMOSE Å	8,80	10,82	11,69	12,29	12,82	13,09	0,26	8,59
56000001	FÅRDRUP, BJERGE Å	2,61	3,63	4,22	4,71	5,28	5,65	0,01	2,67
56000002	JOHANNESDAL, SEERDRUP Å	2,69	3,40	3,72	3,96	4,18	4,30	0,02	2,74
56000003	SKRÆTHOLM, TUDEÅ	1,48	1,94	2,19	2,40	2,63	2,78	0,05	1,45
56000005	VALBYGÅRD, TUDEÅ	10,37	13,48	15,18	16,58	18,12	19,09	0,17	10,19
56000006	KRAMSVADGÅRD, HARRESTED Å	0,99	1,34	1,52	1,65	1,79	1,87	0,00	0,99
56000007	ØRSLEV, TUDEÅ	4,76	5,96	6,67	7,28	7,99	8,47	0,07	4,78
57000044	HULEBÆKSHUS, HULEBÆK	1,11	1,52	1,74	1,92	2,11	2,23	0,00	1,10
57000049	GRØNBRO, SALTØ Å	3,56	4,74	5,50	6,20	7,09	7,73	0,01	3,65
57000050	NÆSBY BRO, SUSÅ	17,56	22,75	25,58	27,91	30,46	32,08	0,49	17,28
57000052	JØRGENSEMINDE, FLADSÅ	1,29	1,71	1,93	2,11	2,31	2,43	0,00	1,31
57000055	NS HARRESTED Å, SALTØ Å	7,49	8,62	9,01	9,23	9,39	9,46	0,01	7,45
57000058	SFHOLLØSE BRO, SUSÅ	20,87	26,24	28,87	30,86	32,84	33,99	0,75	19,94
58000019	SØ F LAMMESTRUP, BORUP BÆK	0,27	0,42	0,53	0,67	0,88	1,06	0,00	0,28

Observations- stednr	lokalitet, vandløb	2-års hændelse	5-års hændelse	10-års hændelse	20-års hændelse	50-års hændelse	100-års hændelse	Med-min	Med-max
58000047	V LELLINGE DAMBRUG, KØGE Å	5,14	7,07	8,17	9,12	10,19	10,89	0,04	4,81
59000006	V LL LINDE, TRYGGEVÆLDE Å	7,02	8,97	10,07	11,00	12,06	12,74	0,03	7,14
60000027	NF BROSKOV, HULEBÆK	0,65	1,02	1,35	1,75	2,44	3,11	0,00	0,67
60000031	SAGEBY BRO, MERN Å	2,39	3,34	3,89	4,36	4,91	5,27	0,01	2,41
60000035	TRANEGÅRD, TRANEGÅRD LILLE Å	1,90	2,71	3,22	3,69	4,26	4,67	0,00	1,84
60000036	TUBÆK MØLLE, TUBÆK	3,07	4,09	4,62	5,04	5,47	5,74	0,02	3,20
61000012	TINGSTED, TINGSTED Å	1,97	2,56	2,85	3,07	3,29	3,43	0,00	1,90
61000013	RODEMARK, FRIBRØDRE Å	1,88	2,43	2,73	2,98	3,25	3,43	0,01	1,77
62000012	BORGE BRO, HALSTED Å	1,58	2,22	2,58	2,88	3,21	3,42	0,00	1,64
62000014	LILLE ROSNING, HØJVADS RENDE	0,38	0,51	0,58	0,63	0,67	0,70	0,00	0,39
62000015	LILLE KØBELEV, MARREBÆKSRENDE	1,65	2,24	2,54	2,77	3,00	3,14	0,00	1,62
62000017	PUMPESTATION INDV, RYDE Å	4,59	6,41	7,47	8,40	9,48	10,21	0,00	4,61
62000022	NF HULEBÆK HUSE, ÅMOSE RENDEN	0,97	1,32	1,51	1,67	1,83	1,94	0,00	0,97
64000025	STRÆDESKOV (32L), NÆLDEVADS Å	2,31	2,88	3,11	3,26	3,39	3,45	0,00	2,34
66000014	ved målestation 650 m OS havet, Bagge /	2,80	4,47	5,87	7,48	10,05	12,41	0,01	2,82
67000017	SØ for Boesgård, Øle Å	3,31	4,80	5,92	7,12	8,86	10,33	0,01	3,46
67000018	250 m opstrøms vej Gudhjem-Svaneke, k	3,12	4,68	5,82	6,99	8,64	9,99	0,00	3,10

Appendiks 3. Specifikation af den opgave Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering har bestilt

Opgaven indebærer, at DCE

1. anvender DCE's egne erfaringer og anbefalinger, jf. Faglig rapport fra DMU nr. 340 og notat fra DCE om Ekstremværdianalyse af vandføringsdata (2014), såvel som den nyeste viden, til beregning af ekstremhændelser og medianminimum- og medianmaksimumsværdier for hydrometriske data.
2. tager kontakt til GEUS for at undersøge, om der kan anvendes de samme metoder til beregning af ekstremhændelser for vandføringsobservationer, som der er anvendt for vandføringsmodelberegninger med DK-modellen i HIP-projektet.
3. hvis DCE vurderer, at a) den af GEUS's anvendte metode til beregning af ekstremhændelser i HIP kan give en god beskrivelse af afstrømningsfordelingerne på målestationerne, og b) GEUS's metode kan implementeres inden for projektets rammer, så vil DCE kunne udarbejde og levere to sæt beregninger for ekstremhændelser, der er baseret på hhv. GEUS's metode og DCE's anbefalede metode.
4. identificerer målestationer i ODA/Hymer med egnede data i perioden 1990-2019 (forventeligt ca. 200 målestationer), der muliggør beregning af ekstremhændelser for døgnvandføring samt medianminimum- og medianmaksimumsværdier for døgnvandføring.
5. gennemfører faglig kvalitetssikring af data fra de identificerede målestationer med henblik på anvendelse af data til beregning af ekstremhændelser og medianminimums- og medianmaksimums-værdier for vandføring.
6. anvender de kvalitetssikrede data til beregning af
 - a. 2-, 5-, 10-, 20-, 50- og 100-års max. hændelser for døgnvandføring i m^3/s og $\text{l}/\text{s}/\text{km}^2$
 - b. medianminimums- og medianmaksimumsværdier for døgnvandføring i m^3/s og $\text{l}/\text{s}/\text{km}^2$
7. leverer beregninger for de identificerede målestationer i et filformat efter nærmere aftale (fx Excel) med felter/søjler, der angiver Observationsstednr, Vandløbsnavn/lokalitet, Startdato, Slutdato, Antal observationer, 2-års hændelse, 5-års hændelse, 10-års hændelse, 20-års hændelse, 50-års hændelse, 100-års hændelse, medianminimum og medianmaksimum. Der afleveres to separate filer for beregninger, der leveres i hhv. m^3/s og $\text{l}/\text{s}/\text{km}^2$, med anvendelse af samme dataformat i begge filer.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Observationsstednr	Vandløbsnavn/lokalitet	Startdato	Slutdato	antal observationer	2-års hændelse	5-års hændelse	10-års hændelse	20-års hændelse	50-års hændelse	100-års hændelse	medianminimum	medianmaksimum
2													
3													
4													

Afvigelser fra dette dataformat skal aftales med SDFE's projektleder.

8. leverer et kort fagligt notat, der beskriver datagrundlag og de anvendte metoder til kvalitetssikring og beregning af ekstremhændelser samt medianminimums- og medianmaksimumsværdier for vandføring.