



Naturfareprosjektet: Delprosjekt 3.1
**Hvordan beregne ekstremverdier
for gitte gjentaksintervaller?**

Manual for å beregne returverdier av nedbør
for ulike gjentaksintervaller (for ikke-statistikker)

22
2014

R
A
P
P
O
R
T

Naturfareprosjektet: Delprosjekt 3.1

Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller?

Manual for å beregne returverdier av nedbør for
ulike gjentaksintervaller (for ikke-statistikker)

Rapport nr 22/2014

Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller?

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket

Redaktør: Galina Ragulina

Forfatter: Galina Ragulina, Andrea Taurisano

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 20

Forsidefoto: "Rain", www.bing.com

ISBN: 978-82-410-0970-9

ISSN: 1501-2832

Sammendrag: Rapporten presenterer elementer av ekstremverditeorien, vurderer ulike modeller (distribusjoner) for beregning av ekstremverdier, og foreslår "best praksis" for beregning av nedbørsverdier for store gjentaksintervaller som har betydning for skredfarekartlegging under norske forhold.

Emneord: Ekstremverdi, returverdi, nedbør, ekstremnedbør, gjentaksintervall, GEV, shape-parameter, ekstremverdianalyse, plotteposisjon, DAGUT, R

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Mars 2014

Innhold

Forord	5
Innledning (av Andrea Taurisano)	6
1 Hvordan beregne returverdier for gitte gjentakintervaller? (teori)	7
1.1 Beskrivelse av modellene (distribusjonene)	8
1.1.1 GEV	8
1.1.2 GPD	8
1.1.3 Returverdier.....	9
1.2 Hvilken av disse er best for ekstrem nedbør?	9
2 Hvordan beregne i praksis?	13
2.1 Frekventist- eller Bayesiansk-teknikken med fler.....	13
2.2 Plotte posisjoner	15
2.3 Applikasjoner.....	17
DAGUT og FINUT i Hydra II.....	17
R-pakeker «ismev», «extRemes»	17
Trond Reitan's R-script	18
Kommentar.....	19
Referanser	20
Referanser benyttet ved sitat fra Dyrrdal (2012):	21
Referanser benyttet ved sitat fra Coles (2001):	22
Referanser benyttet ved sitat fra Wikipedia.....	22
Appendiks 1 – Hvordan hente ut klimadata fra eKlima og gi dem riktig format for videre beregninger	23
Appendiks 2 – Beregning av returverdier av nedbør ved hjelp av "R"-script	28
Appendiks 3 – Beregning av 100 års- og 1000 års ekstrem døggnedbør ved hjelp av applikasjoner til Hydra-II (krever Hydra-II lisens)	30

Forord

NIFS-prosjektet er et felles satsningsområde mellom Jernbanelivet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Statens vegvesen for å håndtere naturfare og tilhørende konsekvenser for infrastruktur og bebyggelse på optimalt vis.

Prosjektperioden er definert som 2012 – 2015. Planlagt budsjett på 42 millioner i perioden.

Stort fokus på intern kompetanse og faglig utvikling bidrar i tillegg med anslagsvis 30 årsverk fra etatene i samme periode. Prosjektet leverer resultater inn mot linjeorganisasjonene og ut mot samfunnet for øvrig. Arbeidet skjer i 7 delprosjekter, og opp i mot 100 medarbeidere i de tre etatene er involvert i større eller mindre grad. Prosjektet har mange oppdrag med bruk av eksterne ressurser, og det har stor kontaktflate og god dialog mot eksterne fag- og forskningsmiljøer.

Oslo, mars 2014



Anne Britt Leifseth
avdelingsdirektør



Eli Katrina Øyduin
seksjonssjef

Innledning (av Andrea Taurisano)

Hovedformålet ved skredfareutredning og skredfarekartlegging er å vurdere faremomenter og scenarioer som kan resultere i skader på bebyggelse eller infrastruktur.

Det er vel kjent at akseptkriteriene for skredfaren i bebygde områder er forskjellige fra de som gjelder for infrastrukturer som veg og jernbane. Kravene som stilles til ny bebyggelse og nye infrastrukturer er dessuten ofte høyere enn de som stilles til eldre bebyggelse og infrastruktur.

Selv om formålet for skredfareutredninger og -kartlegging er avgjørende for akseptkriteriene som studien skal forholde seg til, krever arbeidet alltid at man fokuserer på større og sjeldnere hendelser enn de man har hyppige observasjoner av.

En av de største utfordringene ligger ofte i definisjonen av de forholdene som fører til slike ”dimensjonerende” skred, og der værforholdene er oftest utløsende.

I Norge har de fleste stasjonene bare vært i drift i noen få tiår, med relativt få stasjoner som har fungert i over 100 år.

Dette, samt en til dels begrenset statistikkerfaring hos mange geofageksperter, resulterer ofte i at man ikke engang forsøker å definere de ekstreme og skredutløsende værforholdene som inntreffer med gjentaksintervallene av betydning for studien.

Denne rapporten presenterer resultater av et NIFS-finansiert prosjekt som har vurdert metoder for beregning av ekstreme nedbørsverdier for gitte gjentaksintervaller ut fra tilgjengelige meteorologiske dataserier. Rapporten omfatter:

- Teorielementer ved beregning av returverdier for gitte gjentaksintervaller (kap. 1.1)
- Vurdering av ulike metoder og parametervalg for beregningen (kap. 1.2, 2.1, 2.2)
- Veiledning til gjennomføring av beregningen etter anbefalt metode (kap. 2.3, Appendiks 1, Appendiks 2)

1 Hvordan beregne returverdier for gitte gjentaksintervaller? (teori)

Ekstremverditheori handler om å modellere den øvre eller nedre halen til en distribusjon. I henhold til definisjonen av ekstrem, eksisterer det få eller ingen observasjoner av halen, noe som forutsetter ekstrapolering av observerte verdier. Ekstrapolering er en utfordrende oppgave som behøver omhyggelig håndtering, siden distribusjonen av de særlig ekstreme hendelsene kan avvike fra de mindre ekstreme hendelsene (Dyrddal, 2012).

Proseduren for ekstrapolering er å tilpasse halen i den empiriske distribusjonen til en teoretisk modell, og utvide denne til lengre returperioder. De mest etablerte metodene er Generalised extreme value (GEV) distribusjon og Generalised Pareto distribusjon (GPD) (Coles, 2001).

Grunnen til to ulike metoder er at man har (minst) to ulike måter å se på ekstremhendelser. Den ene dreier seg om maksimalverdier per tidsperiode og håndteres av GEV-fordelingen (eksempel: årlige maksimum av døgnnedbør. 40 års-serier = 40 verdier i det korresponderende datasettet for ekstremverdier). Med andre ord, data blokkeres inn i observasjonssekvenser, og genererer en serie av blokkerte maksimaler som GEV-distribusjonen tilpasses til. Blokkeringer velges ofte for å korrespondere med en tidsperiode på et år, og blokkeringsmaksimalen representerer da den årlige maksimalen.

Den andre måten å se på ekstremhendelser på dreier seg om alle hendelser der en viss terskelverdi overstiges (peak-over-threshold eller simpelthen POT) og håndteres av GPD. Verdiene over denne terskelverdien anses som ekstremer, og disse utgjør ekstremverdidatasettet som må gjøres gjenstand for videre distribusjonstilpassning. For eksempel: Uavhengige døgnverdier over 100 mm.

World Meteorological Organization (WMO) ved Karolin Eichler^{**} sier at “det er flere metoder å analysere ekstremme verdier på avhengig av datasetet en har. Eichler anbefaler å titte inn i WCDMP No. 72 publikasjon ”Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation” (2009) og i ”Extreme Precipitation Analysis at Hinkley Point – Final Report” fra UK Met Office (2010).

**

Karolin Eichler, WMO

Data Management Applications Division, WMO Information System (WIS) Branch

Observing and Information Systems Department, World Meteorological Organization (WMO)

Tel.: +41 (0)22 730 8527

1.1 Beskrivelse av modellene (distribusjonene)

1.1.1 GEV

Kumulativ fordelingsfunksjon (sannsynligheten for at en trekning skal være under en gitt verdi) for GEV-fordelingen er

$$G(z) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{z-\mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\xi} \right\},$$

definert på $\{z: 1 + \frac{\xi(z-\mu)}{\sigma} > 0\}$, hvor $-\infty < \mu < \infty$, $\sigma > 0$ og $-\infty < \xi < \infty$; z representerer vår blokkeringsmaksimal.

GEV-fordelingen beskrives ved tre parametre: *location* μ (et slags gjennomsnitt), *scale* σ (et slags standardavvik) and *shape* ξ (som beskriver bredden på halen).

GEV består av tre distribusjoner som differensieres ved halens bredde:

- Gumbel (EV1), hvor $\xi = 0$, $-\infty < \mu < \infty$, $\sigma > 0$ ($-\infty < z < \infty$)
- Fréchet (EV2), hvor $\xi \geq 0$, $-\infty < \mu < \infty$, $\sigma > 0$ ($z > \mu$)
- Reversert Weibull (EV3), hvor $\xi < 0$, $\sigma > 0$ ($z < \mu$)

1.1.2 GPD

Ifølge Coles (2001), brukes dataene bedre ved å unngå blokkeringsprosedyren fullstendig dersom en fullstendig tidsserie av eksempelvis timesvise eller døgnobservasjoner er tilgjengelig. Peak-over-threshold (POT)-analyse er det alternativet til blokkeringsprosedyren.

Ved POT-analyse, bruker man GPD. Kumulativ fordelingsfunksjon for verdier over en gitt terskel (altså originalverdi x minus terskelverdi u), er da:

$$H(y) = 1 - \left(1 + \frac{\xi y}{\tilde{\sigma}} \right)^{-1/\xi}$$

definert på $\{y: y > 0 \text{ og } (1 + \xi y/\tilde{\sigma}) > 0\}$, der $\tilde{\sigma}$ er *scale*-parameteren i GPD, u , som sagt, representerer en valgt høy terskel og $y = x - u$.

Dualismen mellom GEV- og GP-familiene betyr at shape-parametrene dominerer ved bestemmelse av den kvalitative adferden til GPD, akkurat slik det er for GEV-distribusjonen (Coles, 2001).

1.1.3 Returverdier

Estimater av ekstreme fraktiler (eng. quantiles) i den årlige maksimumsdistribusjonen beregnes ved å invertere GEV-ligningen. La p være overstigningssannsynligheten, slik at $G(z_p) = 1 - p$. Da blir

$$z_p = \begin{cases} \mu - \frac{\sigma}{\xi} [1 - \{-\log(1 - p)\}^{-\xi}], & \text{for } \xi \neq 0, \\ \mu - \sigma \log\{-\log(1 - p)\}, & \text{for } \xi = 0, \end{cases}$$

Innenfor fellesterminologien er z_p returverdien som assosieres med returperioden $1/p$, siden verdien z_p , med relativt høy presisjon, forventes å bli overskredet hvert $1/p$ år. Sagt på en mer nøyaktig måte: Det er p sannsynlighet for at z_p blir overskredet av det årlige maksimum i gitt år.

For GPD:

Hvis man inverterer kumulativ fordelingsfunksjon for GPD ($H(y_m) = 1 - p$) og transformerer til originalskala (hellers enn å se på forskjell mellom måling og terskelverdi) ($H(x_m) = 1 - p + u$), fås følgende uttrykk for fraktilene:

$$x_m = \begin{cases} u + \frac{\tilde{\sigma}}{\xi} [p^{-\xi} - 1], & \text{for } \xi \neq 0, x_m > u, \\ u - \tilde{\sigma} \log(p), & \text{for } \xi = 0, x_m > u, \end{cases} \text{ hvor } m \text{ er et observasjonsnummer.}$$

Denne konstruksjonen gir at x_m er returverdien for m -observasjonen.

1.2 Hvilken av disse er best for ekstrem nedbør?

Karolin Eichler på vegne av WMO sier: "The GEV distribution depends on your precipitation data. The 3 parameters (location, scale and shape) needed, must be estimated and there is no recommendation that can be made on which one to take" (E-post samtale, 2013).

I henhold til Koutsoyiannis (2004 (II)), er ikke EV3-distribusjon av maksimaler relevant for hydrologi siden den refererer til tilfeldige variabler avgrenset ovenfra.

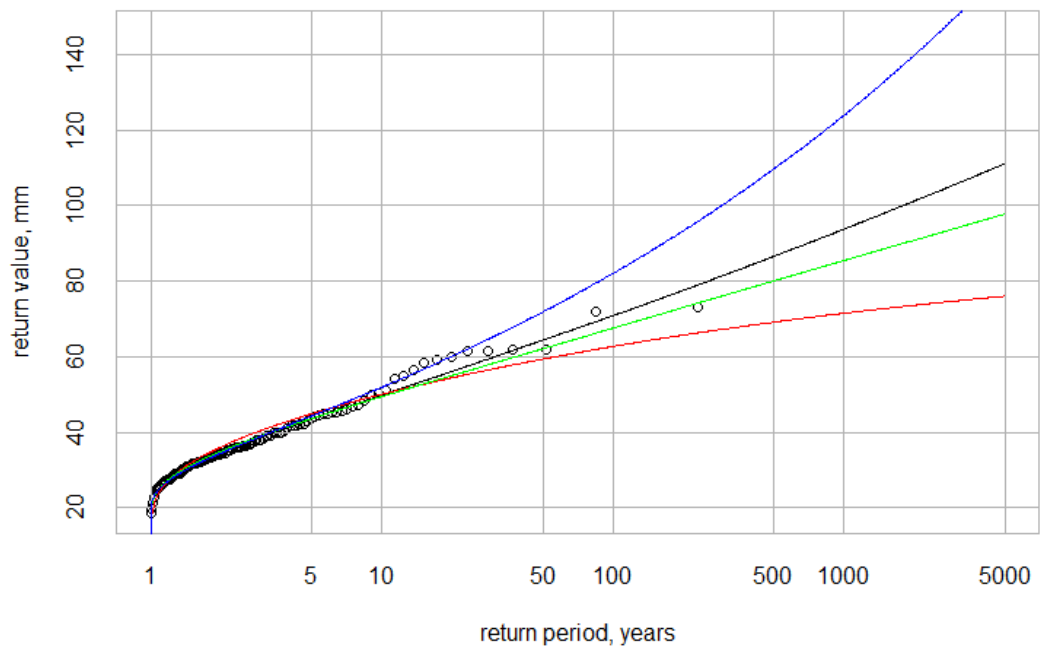
Teoretiske analyser viser at Gumbel-distribusjonen (hvor shape-parameteren er lik 0) ikke bør anvendes på hydrologiske ekstremaler, og at den ekstreme verdidistribusjonen av type II (EV2) er et mer konsistent valg. En omfattende empirisk undersøkelse av de 169 lengste tilgjengelige nedbørsregistreringene på verdensbasis (hver av disse har data fra en periode på 100-154 år) verifiserte de teoretiske resultatene og viste at shape-parameteren til EV2-distribusjonen er konstant for alle undersøkte geografiske soner (Europa og Nord-Amerika), med verdien $\xi = 0.15$ (Koutsoyiannis, 2004 (II)).

Etter Dyrddal (2012) har flere studier vist at nedbør ser ut til å ha en tyngre høyre hale enn Gumbel-distribusjonen, noe som bidrar til å undervurdere de største ekstremalene [Wilks, 1993; Koutsoyiannis & Baloutsos, 2000; Coles et al., 2003; Coles & Pericchi, 2003]. Hun har laget en tabell med informasjon om metode for å estimere ekstrem nedbør som benyttes av en rekke land, der disse er valgt på grunn av solid erfaring med temaet og/eller likhet med Norge i forbindelse med nedbørsregimet, lokasjon og terreng (Den Skandinaviske delen av tabellen er gjengitt under i Tabell 1).

Tabell 1 – Metoder for å estimere ekstrem nedbør (fra Dyrddal (2012); den Skandinaviske delen)

Land	Beskrivelse av metodene
Sverige	Ved det Svenske Meteorologiske og Hydrologiske Institutt (SMHI) utføres punktestimering av ekstrem nedbør ved å tilpasse observasjoner av årlige maksimale til en av tre distribusjoner: Gumbel, GEV eller GEV med konstant theta [Wern & German, 2009].
Danmark	Lundholm & Cappelen (2010) og Lundholm (2011) utførte en analyse av ekstrem nedbør i Danmark for periodene 1961-2000 og 1874-2010 henholdsvis. De benytter en peak-over-threshold (POT) metode for å estimere returperioder på forskjellige lokasjoner. Terskelverdier er valgt ifølge anbefalingene i Coles (2001) med det formål å finne de lavest mulig verdiene som sikrer en Generalisert Pareto Distribution (GPD). Derfor skal alle parametrene i den ekstreme verdidistribusjonen være nær konstant.
Finland	Ved det Finske Meteorologiske Institutt (FMI) ble en analyse av 1, 5 og 14-dagers punkt- og arealnedbør utført for områder med forskjellig størrelse. Her ble observasjoner av årlige maksimale fra 1959-1998 brukt, i tillegg til Gumbel-distribusjonen [Solantie & Uusitalo, 2000; personlige kommunikasjoner med N. Veijalainen og P. Rissanen i 2011].

Effekten av forskjellige verdier av shape-parameteren på returverdiestimer er demonstrert på figur 1. Dataene på figuren er fra Halden nedbørstasjon (1230; 131 år (1883-2013); Eklima.no).



Figur 1 - Effekt av forskjellige verdier av shape-parameteren, ζ , på returverdiestimer. **Blå linje:** $\zeta = 0.15$ (EV2); **svart linje:** ζ hører til intervall (0.028 – 0.062); **grønn linje:** $\zeta = 0$ (Gumbel-distribusjon); **rød linje:** $\zeta = -0.15$ (EV3).

Analysen i Coles et al. (2003) demonstrerer risikoene knyttet til adaptasjon av Gumbel-metoden uten å kontinuerlig ta i betraktning de usikkerheter et slikt valg representerer. Deres beste råd, basert på dette og andre analyser, ville være å alltid arbeide med GEV-modellen i stedet for Gumbel. Unntaket er om tilleggsm informasjon eksisterer som understøtter Gumbel-metoden.

Analysen som ble foretatt av NVE i 2013-2014 (Reitan & Ragulina, 2014 (under forberedelse)), av verdensomspennende 240 stasjoner (141 i USA, 28 i Sør- og Midt-Europa og 71 i Norge) med dataseriene av 99-154 år hver, viste at shape-parameteren, ζ , ligger i intervallet mellom 0.028 og 0.156 (Tabell 2).

Årsaken til at shape-parameteren er ulik på ulike steder, ligger, sannsynligvis, i terrengtype som det stedet hører til. Hypotesene om at breddegrad, kontinent og/eller nedbørstype (snø/regn) har noe stor betydning for ζ , ble sjekket og forkastet.

Analysen viste også at shape-parameteren (95% troverdighet) er konstant for alle stasjonene innen et området.

Tabell 2 – Estimer av shape-parameteren, ξ

Datasekk	Median	Posterior troverdighetsintervall
"Internasjonalt" (169 stasjoner)	0.117	0.106 – 0.127
Norge (71 stasjon)	0.044	0.028 – 0.062
USA (141 stasjon)	0.115	0.103 – 0.128
Europa (28 stasjon)	0.124	0.101 – 0.151
UK (24 stasjoner)	0.124	0.097 – 0.156
Vest USA (17 stasjoner)	0.069	0.038 – 0.100
Øst USA (124 stasjoner)	0.120	0.106 – 0.135

2 Hvordan beregne i praksis?

Det er flere valg å ta, også etter man har valg modell.

2.1 Frekventist- eller Bayesiansk-teknikken med fler

Frekventist-metoden impliserer at data alene gis en distribusjon. Modellvalget og usikkerheten kommer fra sannsynligheten som forefinnes om at nye data produseres som *ligner på* dataene. Estimering gjøres ved hjelp av en *estimator*, en metode for å produsere en verdi fra et datasett generert av en modell. Det betyr at før data er innhentet, gir en estimator en sannsynlighetsdistribusjon. Det er noen forutsetninger knyttet til slike estimatorene:

- En estimator må være konsistent. Sannsynligheten for at differansen mellom estimatoren og den faktiske parameteren er større enn en gitt verdi skal gå mot null etter hvert som datamengden øker.
- Man ønsker også at estimatorene skal være upartiske (eng. unbiased), hvilket betyr at de representerer en forventning lik parameterverdien.

Ofte brukte metoder for å utvikle estimatorene:

- Moment-metoden: Estimerer parametre slik at forventningen matcher middelerdi, den distribusjonsmessige variansen matcher den empiriske variansen etc.

Fordel: Enkel å lage.

Ulempe: Det eksisterer lite teori om estimator distribusjon, hvilket ikke er en fordel i forbindelse med vurdering av usikkerhet. Den kan være patologisk, og ha begrensede bruksområder.

- L-moment-metoden: En variant av moment-metoden som benytter såkalte L-moment.

Fordel: Mye erfaring fra flom-frekvens-analyser.

Ulempe: Alle ulempene til moment-metoden, samt at den er ikke fullt så enkel å lage.

- Maksimum Likelihood (ML) metoden: Estimerer parametrene for å maksimere sannsynligheten for dataene.

Fordel: Har bortimot ubegrensede bruksområder. Asymptotisk teori for usikkerhet eksisterer, patologiske estimater er umulig.

Ulempe: Kan forutsette tyngre numeriske metoder, kan bli skjev.

(Kurs i Statistikk av T. Reitan for Seksjon for Sediment og Erosjon ved NVE, 2012)

Coles (2001) nevner to alternativer til:

- Grafiske teknikker basert på forskjellige versjoner av sannsynlighetsplott.
- Prosedyrer der parametrene estimeres som spesifiserte funksjoner av ordnet statistikk

Hver teknikk har sine fordeler og ulemper, men Coles (2001) gir råd om å benytte såkalte likelihood-baserte teknikker på grunn av at de kan tilpasses kompleks modellbygging og fordi de har en rekke bruksområder.

Bruk av likelihood-modeller har en potensiell utfordring i forbindelse med GEV. Dette ble analysert av Smith (1985). I henhold til Coles (2001), oppnådde Smith følgende resultater:

- når $\xi > -0.5$, ML-estimatorer er regulære på den måten at de har de vanlige asymptotiske egenskapene;
- når $-1 < \xi < -0.5$, ML-estimatorer er generelt anvendelige, men har ikke de vanlige asymptotiske egenskapene;
- når $\xi < -1$, ML-estimatorer er sannsynligvis ikke anvendelige.

Tilfellet $\xi \leq -0.5$ korresponderer med distribusjoner som har en meget kort og avgrenset øvre hale. Denne situasjonen møter vi sjelden i anvendelser med ekstrem verdimodellering, så de teoretiske begrensningene til ML-teknikken er i praksis normalt ikke en utfordring.

Frekventist-estimering har ikke noen måte å beregne det som utgjør rimelige og urimelige parameterverdier (Reitan, 2012).

Bayes' Theorem uttrykker:
$$f(\theta|D) = \frac{f(D|\theta)}{f(D)} f(\theta),$$

der $\theta = (\mu, \sigma, \xi)$, $f(\theta)$ representerer prior distribusjon, $f(\theta|D)$ er en posterior distribusjon og $f(D|\theta)$ er datasannsynlighet.

Når man benytter den til parametrisk slutninginferens, tillater Bayes' ligning at man veksler mellom distribusjon av data gitt av parametrene (datasannsynligheten) og distribusjon av parametre gitt av data (a'posteriori-distribusjonen).

Ifølge Coles (2001), er det flere grunner til at en Bayesianisk analyse av ekstremverdi data er attraktiv. Først og fremst, på grunn av knapphet på data, har muligheten til å inkludere andre informasjonskilder gjennom en prior distribusjon en åpenlys appell. Derneft, resultatet av en Bayesianisk analyse – posterior-distribusjonen – gir en mer komplett inferens enn den korresponderende ML-analysen. Spesielt fordi hensikten med ekstremverdianalyser normalt er å estimere sannsynligheten av at fremtidige hendelser når ekstreme nivåer, er uttrykk gjennom prediktive distribusjoner naturlig. Dette fordi Bayesianiske prediktive distribusjoner faktorerer inn parameterusikkerheten. En tredje årsak til å favorisere en Bayesianisk analyse er at den ikke er avhengig av de vanlige antagelsene som asymptotisk teori av maximum likelihood (ML) forutsetter. Spesielt i den vanlige situasjonen der $\xi < -0.5$ og den klassiske teorien om maximum likelihood brytes ned, tilbyr Bayesian-inferens et troverdig alternativ.

Coles & Tawn (1996a) argumenterer med at spesifisering av prior i en ekstremverdianalyse oppnås best når det gjelder ekstreme fraktiler av en prosess, ikke gjennom ekstremverdien til modellparametrene. Underlagt sin egen konsistens kan en prior distribusjon med et sett med tre fraktiler alltid bli transformert til en prior distribusjon på (μ, σ, ξ) . Standard MCMC-algoritmer (Markov chain Monte Carlo) kan da bli anvendt for å innhente erkjennelser fra den korresponderende posterior distribusjonen som, på sin side, kan bli brukt til å estimere den prediktive distribusjonen av, eksempelvis, den årlige maksimum distribusjonen.

Coles et al. (2003) slår fast at den Bayesianiske teknikken er den mest naturlige vinklingen for å sikre at det tas høyde for alle potensielle usikkerhetsmomenter.

2.2 Plotte posisjoner

”Plotting order-ranked data” er en standard teknikk som benyttes ved estimering av sannsynlighet for ekstreme værhendelser. Normalt er det slik at observasjoner, eksempelvis årlige ekstremaler i en periode på N år, rangeres i rekkefølge basert på omfang og plottes på papir som synliggjør sannsynlighet. Noen statistiske modeller tilpasses deretter til disse ”order-ranked data”, og ut fra disse estimeres returperiodene av spesifikke ekstreme hendelser. Et nøkkelspørsmål vedrørende denne metoden er som følger: Hva er den kumulative sannsynligheten P som skal assosieres med eksempelet med rangering m ? Dette temaet med de såkalte

plotteposisjonene har blitt debattert i nesten et århundre, og et antall plotteregler og beregningsorienterte metoder har blitt foreslått (Makkonen, 2006).

Ifølge Wikipedia vil det naturlige valget av fraktiler fra en teoretisk distribusjon, gitt en prøve av størrelse N , ville være m / N der $m=1, \dots, N$, siden disse er fraktilene som prøvedistribusjonen realiserer. Dessverre korresponderer den siste av disse, N / N , med den 100. persentilen – maksimumsverdien av den teoretiske distribusjonen, som ofte er uendelig. For å løse problemet kan man skifte fraktiler ved å bruke $P = (m-0.5) / N$, eller i stedet spre punktene jevnt utover i den uniforme distribusjonen ved å benytte $P = m / (N+1)$. Weibull (1939) kom med dette siste forslaget, og Makkonen (2006, 2008) og Makkonen et al. (2013) har fremholdt at dette er den definitive posisjonen.

Denne ligningen forutsetter ifølge Makkonen (2006) langt kortere returperioder for ekstreme hendelser enn andre ofte brukte metoder. Derfor bør mange estimater av værrelaterte farer gjøres gjenstand for re-evaluering, og de relaterte byggekodene og andre relaterte reguleringer bør oppdateres.

Den påstått unike status til denne estimatoren har blitt motsagt av N.J. Cook (2011, 2012). Et iboende problem med teoretiske vurderinger av posisjonsplotting, og den antatte optimalitet ved disse, er at de ikke tar høyde for sammenhengen de benyttes i. Å behandle posisjonsplotting som om de kun er estimater av overskridelsessannsynlighet fører bare til dårlig funderte påstander om at Weibull posisjonsplotting er den eneste korrekte prosedyren. En rekke andre metoder har blitt foreslått, både formelle og heuristiske: disse er basert enten på teori som er relevant til sammenhengen som posisjonsplottingen er brukt i, eller til stokastiske simuleringer som også har en relevant sammenheng.

Formelen $P = m / (N + 1)$ blir normalt brukt for fraktilene til distribusjonen man sammenligner med. Flere forskjellige formler har blitt brukt eller foreslått som symmetriske plotteposisjoner. Slike formler ser slik ut $P = (m - a) / (N + 1 - 2a)$ for noen verdier av a i intervallet fra 0 til $1/2$, som gir et intervall mellom $P = m / (N + 1)$ og $P = (m - 1/2) / N$. For eksempel er $P = (m - 0,44) / (N + 0,12)$ (Gringorten, 1963 implementert i DAGUT og FINUT (Ekstremverdi-analysedelen). Dette er applikasjoner til Hydra-II (NVE's database).

Det er verd å merke seg at for en stor prøvestørrelse, N , er det liten forskjell mellom disse uttrykkene.

2.3 Applikasjoner

DAGUT og FINUT i Hydra II

NVE har utviklet applikasjoner til den interne databasen Hydra II. Disse kalles «DAGUT» og «FINUT». Disse applikasjonene tillater ekstremverdianalyse ved bruk av data fra både interne og eksterne målestasjoner (Eklima inkludert). Det er mulig å velge hvilke år med data som skal inkluderes i analysen, og definere sesongen om det er ønsket.

Når det gjelder ekstremnedbør, tilbyr applikasjonene å tilpasse GEV-, Gumbel- og GP-distribusjoner ved å benytte momentmetoden, ML eller den Bayesianske teknikken.

Applikasjonene har et norsk brukergrensesnitt.

R-pakeker «ismev», «extRemes»

I Coles (2001) er det underliggende teoretiske rammeverket for ekstremverdimodellering gitt sammen med en beskrivelse av tradisjonelle og moderne statistiske teknikker for bruk av slike modeller. Arbeidet Coles har utført er anerkjent og mye brukt. Et eksempel er extRemes, en programvarebasert verktøykasse utviklet i R (<http://www.r-project.org>). Verktøyet er utviklet av National Center of Atmospheric Research (NCAR) [Katz et al., 2005; Gilleland & Katz, n.d.]. Programvaren er enkelt og pedagogisk lagt opp, i tillegg til verktøy for eksempelvis å definere de beste terskelverdiene i POT-analysen, samt gi konfidensintervall for returverdier, noe som har vært en åpenbar svakhet i ekstremverdimodeller (Dyrrdal, 2012).

Trond Reitan's R-script

Benytter den Bayesianske teknikken for GEV og funnene fra shape-parameteren undersøkelsen.

R-pakke må være installert på forhånd (<http://www.r-project.org>). Vi anbefaler også å laste ned RStudio i tillegg (<http://www.rstudio.com/ide/download/desktop>) siden den har bedre brukergrensesnitt.

"#" betyr at alt som følger etter i den linjen, er en kommentar, ikke kommando. Programmet kommer ikke til å lese/prosessere det som står i linjen.

```
# Fetch code:
```

```
source("http://folk.uio.no/trondr/R/gev_colestawn_prior_with_sep_gev_dist.R")
```

```
# Make an extreme plot, using estimated parameters
```

```
y=scan("http://folk.uio.no/trondr/1650.txt")
```

Her skrives adressen til den datafilen som skal brukes i analysen. Dataene må være representert som en kolonne med en verdi i hver linje. TXT-format. NB! Alle "\" må byttes til "/" i adressen.

```
r=gev.ksidist.result(y,ksi.lower=0.028,ksi.upper=0.062)
```

```
# gev.ksi.result takes an array of yearly maximums and  
# returns a list of properties found, that can be used in the  
# methods gev.returnvalue.meanpar,  
# gev.returnvalue.medianpar, gev.returnvalue.quantile  
# and gev.returnvalue.mean.
```

```
# It has the following options:
```

```
# T10.95.lower: Lower limit in the prior of the 95% credibility band for the 10  
# year return value (T10). Default:3
```

```
# T10.95.upper: Upper limit in the prior of the 95% credibility band for the 10  
# year return value (T10). Default:600
```

```
# T100_T10.95.lower: Lower limit in the prior for the 95% credibility band of  
# T100-T10. Default:3
```

```
# T100_T10.95.upper: Upper limit in the prior for the 95% credibility band of  
# T100-T10. Default:600
```

```
# mcmc.numsamples: Number of MCMC samples. Default:1000
```

```
# mcmc.burnin: Number of burn-in samples. Default:10000
```

```
# mcmc.spacing: Number of MCMC iterations between each sample. Default:10
```

```
# mcmc.numtemp: Number of tempering chains used in the MCMC algorithm.
```

*Det anbefalte
intervallet for
shape-parameter
i Norge*

```

# Default:1
# (no extra tempering chains)

# Get T100 median estimate
gev.returnvalue.quantile(r,100,0.5)

# Get T1000 median estimate
gev.returnvalue.quantile(r,1000,0.5)

# Get median and mean parameter estimates:
r$par.median
r$par.mean

# 95% credibility band:
r$par.95cred

# Plot median return values
# First, plot data:
n=length(y)
plot((n+0.12)/(1:n-
0.44),sort(y,decreasing=T),log="x",xlim=c(1,1000),ylim=c(min(y),max(y)*1.5),
xlab="return period, years", ylab="return value, mm",tck=1,fg=grey(0.7))

# Median return values for return period going from 1 to 1000 years:

returntimes=exp(seq(0,log(1000),0.01))
lines(returntimes,gev.returnvalue.quantile(r,returntimes,
0.5),col="red")

# 95% credibility interval:
lines(returntimes,gev.returnvalue.quantile(r,returntimes,0.025),col="blue")
lines(returntimes,gev.returnvalue.quantile(r,returntimes,0.975),col="blue")

# Ferdig!

```

Om det er ønskelig å få et plot til og med 5000 år, da må det byttes "1000" med "5000". Teksten etter "xlab" og "ylab" definerer aksetitler.

"col" bestemmer farge på linje.

Kommentar

Ifølge Dyrddal (2012) har flere rapporter blitt skrevet som omhandler metoden som benyttes ved Norsk Meteorologisk Institutt (met.no) for å estimere ekstremnedbør (Førland, 1984; Førland & Kristoffersen, 1988, 1989; Førland, 1990, 1992). Det er en god stund siden disse rapportene ble oppdaterte, og noen av dem fokuserer på andre aspekter av metode og prosedyre.

Referanser

- Coles, S.G., 2001. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme values. *Springer Series in Statistics*. 208 p.
- Coles, S. & Pericchi, L., 2003. Anticipating catastrophes through extreme value modelling. *Applied Statistics*, 52, pp. 405–416.
- Coles, S.G., Pericchi, L.R. & Sisson, S., 2003. A fully probabilistic approach to extreme rainfall modelling. *Journal of Hydrology*, 273(1-4), pp. 35–50.
- Dyrddal, A.V., 2012. Estimation of extreme precipitation in Norway and a summary of the state-of-the-art. *Norwegian Meteorological Institute met.no*. Report no. 08/2012, 19 p.
- Francis, T., Sanderson, M., Dent, J. & Perry, M., 2010. Extreme Precipitation Analysis at Hinkley Point – Final Report. *UK Met Office*, 2010, 76 p.
- Klein Tank, A.M.G., Zwiers, F.W. & Zhang, X., 2009. Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. *Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72, WMO*.
- Koutsoyiannis, D., 2004. Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall: I. Theoretical investigation. *Hydrological Sciences*, 49(4), pp. 575–590.
- Koutsoyiannis, D., 2004. Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall: II. Empirical investigation of long rainfall records. *Hydrological Sciences*, 49(4), pp. 591–610.
- Makkonen, L., 2006. Plotting Positions in Extreme Value Analysis. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 45, 334–340.
- Reitan, T., 2012. Kurs i Statistikk, forberedt for og holdt for Seksjon for Sediment og Erosjon ved Hydrologisk avdeling ved NVE, 2012.
- Reitan, T. & Ragulina, G., 2014. General Extreme Value's shape parameter and its nature for extreme precipitation using long time series and Bayesian approach (under forberedelse).
- Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/Q%E2%80%93plot>)

Referanser benyttet ved sitat fra Dyrrdal (2012):

- Førland, E J., 1984. Påregnelige ekstreme nedbørverdier (in Norwegian). *KLIMA*, DNMI Report 3/84.
- Førland, E J, & Kristoffersen, D., 1988. Påregnelig maksimal nedbør beregnet med ulike metoder (in Norwegian). *KLIMA*, DNMI Report 9/88.
- Førland, E J, & Kristoffersen, D., 1989. Estimation of Extreme Precipitation in Norway. *Nordic Hydrology*, 20, pp. 257–276.
- Førland, E J., 1990. Ulike metoder for beregning av påregnelig arealnedbør (in Norwegian). DNMI Report 22/90.
- Førland, E J., 1992. Manual for beregning av påregnelige ekstreme nedbørverdier (in Norwegian). *KLIMA*, *met.no*. Report 21/92.
- Gilleland, E, & Katz, R W. Analyzing seasonal to interannual extreme weather and climate variability with the extremes toolkit. *18th Conference on Climate Variability and Change, 86th American Meteorological Society (AMS) Annual Meeting*, 29 January-2 February, 2006, Atlanta, Georgia.
- Katz, R W, Brush, G S, & Parlange, M B., 2005. Statistics of Extremes: Modeling ecological disturbances. *Ecology*, 86, 1124–1134.
- Koutsoyiannis, D. & Baloutsos, G., 2000. Analysis of a long record of annual maximum rainfall in Athens, Greece, and design rainfall inferences. *Natural Hazards*, 22(1), pp. 31–51.
- Lundholm, S C., 2011. Ekstremværdianalyse af nedbør i Danmark 1874-2010 (in Danish). *DMI Report* 11-11.
- Lundholm, S C, & Cappelen, J., 2010. Ekstremnedbør i Danmark 1961-2010 (in Danish). *DMI Report* 10-17.
- Solantie, R, & Uusitalo, K., 2000. Design precipitation for dam safety in Finland: An analysis of the largest 1, 5 and 14 day point and areal precipitation totals during 1959-1998 (in Finnish with English summary). *Finnish Meteorological institute*, Report No.2003:3, Helsinki.
- Wern, L, & German, J., 2009. Korttidsnederbörd i Sverige 1995-2008 (in Swedish). *SMHI Report METEOROLOGI* Nr 139/2009.
- Wilks, D S., 1993. Comparison of three-parameter probability distributions for representing annual extreme and partial duration precipitation series. *Water Resour. Res.*, 29(10), pp. 3543–3549.

Referanser benyttet ved sitat fra Coles (2001):

- Coles, S.G. & Tawn, J.A., 1996a. A Bayesian analysis of extreme rainfall data. *Applied Statistics* 45, pp. 463–478.
- Smith, R.L., 1985. Maximum likelihood estimation in a class of non-regular cases. *Biometrika* 72, pp. 67–90.

Referanser benyttet ved sitat fra Wikipedia

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Q%E2%80%93plot>):

- Cook, N.J., 2011. Comments on "Plotting Positions in Extreme Value Analysis". *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 50 (1), pp. 255–266.
- Cook, N.J., 2012. Rebuttal of "Problems in the extreme value analysis". *Structural Safety* 34 (1), pp. 418–423.
- Makkonen, L., 2008. Bringing Closure to the Plotting Position Controversy. *Communications in Statistics. Theory and Methods* 37 (3), pp. 460–467.
- Makkonen, L., Pajari, M. and Tikanmäki, M., 2013. Closure to "Problems in the Extreme Value Analysis". *Structural Safety* 40 (1), pp. 65–67.
- Weibull, W., 1939. The Statistical Theory of the Strength of Materials. *IVA Handlingar, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences* No. 151.

Appendiks 1 – Hvordan hente ut klimadata fra eKlima og gi dem riktig format for videre beregninger

1. Gå på www.eklima.no og logg deg inn.
2. Velg ”Statistikk”, og så ”Ekstremstatistikk – døgnverdier – år for år” under ”1. Velg rapport:” (trykk ”ok”) og ”Hele stasjonens driftsperiode”, ”Maks (synkende) og ”Nedbør” under ”2. Tilpass rapporten:”. Trykk på ”Neste”.

The screenshot shows the eKlima web interface. At the top, there is a header with the Meteorologisk institutt logo and the text "eKlima Gratis tilgang til Meteorologisk institutts vær- og klimadata fra historiske data til sanntidsobservasjoner". Below the header, there is a navigation bar with tabs for "Hjem", "Døgn", "Måned", "Normaler", "Observasjoner", "e-data", "Statistikk", and "Stasjoner". The "Statistikk" tab is selected. Below the navigation bar, there are sub-tabs for "Ekstremer", "Klimautvikling", "Frekvensfordelinger", and "Hyppighet for nedbør". The "Ekstremer" sub-tab is selected. The main content area is divided into two sections: "1. Velg rapport:" and "2. Tilpass rapporten:". In the "1. Velg rapport:" section, there is a dropdown menu set to "Ekstremstatistikk - døgnverdier - år for år" and an "OK" button. Below this, there is a link "Se eksempler.". In the "2. Tilpass rapporten:" section, there is a "Velg tid" section with two radio buttons: "Fast periode" (selected) and "Valgfri periode". Below this, there is a dropdown menu set to "Hele stasjonens driftsperiode". To the right, there are fields for "Fra år:" (2008), "Til år:" (2013), and "Måneder:" (January, February, March). Below this, there is a "Sortering av værrekorder" section with two radio buttons: "Maks (synkende)" (selected) and "Min (stigende)". Below this, there is a "Velg værelementer" section with three checkboxes: "Middeltemperatur" (unchecked), "Nedbør" (checked), and "Midlere trykk" (unchecked). At the bottom of this section, there is a checkbox "Velg flere fra alle elementer på neste side:" (unchecked) and a "Neste ->" button.

3. Velg først fylke og deretter stasjon(er) du er interessert i. Trykk på ”Neste”.
4. Velg ”Excel”, ”Punktum”, ”Forhåndsdefinert”. Alt annet velger du etter preferansene dine. Trykk på ”Neste”.

4. Velg egenskaper for rapport

Her kan du endre innstillinger for rapporten. Standardvalgene er bra nok for innsyn i dataene.

Neste ->

Velg format

HTML (WEB) (Eksempel)

Tekst (Eksempel)

Koloneskiller
for tekst:

Mellomrom ▾

Excel (Eksempel)

XML (Eksempel)

Velg desimalskilletegn

Komma

Punktum

Velg tegn for manglende data

Forhåndsdefinert: ▾

Egendefinert: (Eksempel -9999)

Vis stasjonsinformasjon med

Fylke

Koordinater

Velg språk for rapporten

Bokmål

Nynorsk

Engelsk

Velg visning av kvalitetsinformasjon

Velg tillatt kvalitetsnivå for data i rapporten:

Litt usikker ▾

Ikke vis

Vis med fargekoder

Vis kvalitetsinformasjon i:

Egen kolonne

Samme kolonne

Egen tabell

Vis kvalitetsinformasjon som:

Kode ▾

Neste ->

5. Skriv inn en tittel på rapporten din og trykk på "Send rapporten i tillegg på epost", deretter på "Fullfør -> Kjør rapport".

Velg bestillings alternativer

Rapport navn Ekstremstatistikk - døgnverdier - år for år (Rapportbeskrivelse)

Stasjoner 60400

Elementer RR

Tidsperiode Hele stasjonens driftsperiode

Format xls

ID for bestillingen 595207

Egen tittel på rapporten
(valgfri) 60400Norddal_maks

Kjør rapporten repeterende? Bare en gang (Eksempel: "Kjør rapporten repeterende?" = Uke og

Repetisjonsintervall 1 "Repetisjonsintervall" = 2 gjør at rapporten blir levert annenhver uke.)

Første kjøretidspunkt 25.02.2014 11:03 (Format: DD.MM.YYYY HH24:MI - UTC*)

Siste kjøretidspunkt (Format: DD.MM.YYYY HH24:MI - UTC*)

Den ferdige rapporten hentes fra din 'Rapportliste', fra venstremenyen i eKlima. Send rapporten i tillegg på epost

* Merk at klokkeslett er gitt i UTC (Universell Tidssone), 1 time mindre enn NMT (Norsk normalt tid, dvs vintertid). For sommertid må 2 timer legges til for å få lokaltid.

Fullfør -> Kjør rapport

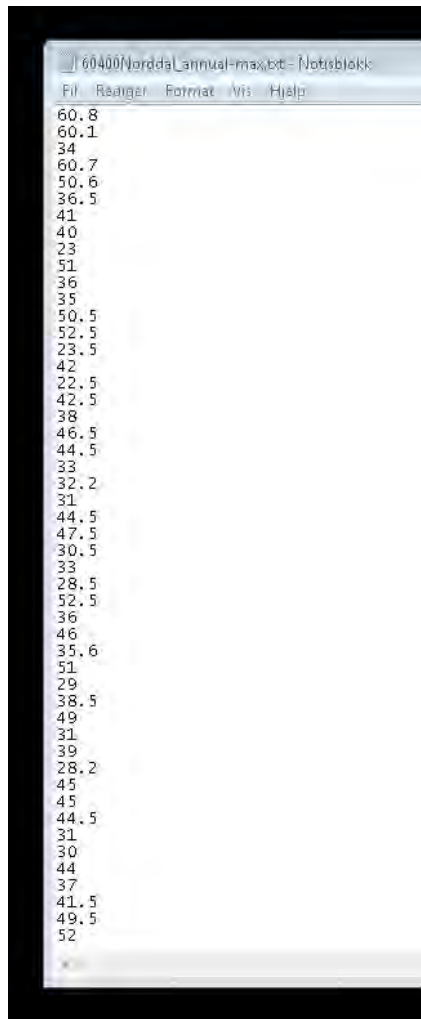
6. Når du har fått rapporten på e-post, lagre den et langt sted og åpen den.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	EKSTREMSTATISTIKK - DØGNVERDIER - ÅR FOR ÅR														
2															
3	Stasjoner														
4	Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Kommune	Fylke	Region							
5	60400	NORDDAL	jul 1895			28 Norddal	Møre Og Ror	VESTLANDET							
6															
7	Elementer														
8	Kode	Navn	Enhet												
9	RR	Nedbør	mm												
10															
11	***** MELDING *****														
12	Dataverdi merket x betyr manglende tilgang eller at kvaliteten er 'svært usikker' (Nivå 5 eller mer).														
13	*****														
14	60400 NORDDAL														
15	Maksimale RR verdier														
16	År	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des		
17	1895								22.9	28.3	22.2	29.9	18.5	32.1	
18	1896	39.6	60.8	9.1	11.5	14	11.2	9.3	15	19.9	20.5	25.6	11.2		
19	1897	7.5	21.5	9	4.5	6.1	24.1	14.4	11	60.1	29.2	33.5	8.5		
20	1898	25.3	34	16.5	4.5	8.1	9.9	25.3	16	23.4	24.4	14	28.2		
21	1899	9.1	13.7	15.8	19.3	9.1	13.5	35.3	14.6	17.9	60.7	20.3	14.1		
22	1900	11	5.4	11.9	20.4	14.9	12	19.2	10.6	50.6	17.4	7.2	24.8		
23	1901	10	15.5	12.0	9	9.5	10	6	17.2	36.5	14.5	25.2	30		
24	1902	41	17.3	5.8	5.4	8	0.1	12.5	12	18.1	35	21.5	10.9		
25	1903	21.5	27.4	15.3	16.8	11.5	12	17.6	34	10	10.5	40	0.6		
26	1904	9.4	7	1.5	8	4.3	10.5	11.5	6.5	12.1	18	19.5	23		
27	1905	51	32	7.8	15.3	6	5.6	16.5	5	15.5	34.5	6.7	45		
28	1906	26	12	26.5	15	12.9	20.5	15.5	36	24.8	35.5	33.8	16		
29	1907	35	23	14.2	6.2	18.5	13.5	8.1	12.5	20	12	10.5	9.1		
30	1908	24	21	1.0	4	3	3.5	15	25.5	3.2	50.5	23.4	9.3		
31	1909	23	18	1.5	17	24.5	13	19	52.5	29	41.5	29	15.2		
32	1910	23.5	11	13.5	17.5	20.5	10.5	3.8	4	19.2	10	4.5	22.2		
33	1911	37	19	17.2	15	1	11.5	5	8.5	42	14.5	17.8	5		
34	1912	16.2	18	17.5	11	11	5	4.4	22.5	22.5	15.3	18.5	12.2		
35	1913	23.8	32	20	15	14.5	6	10	11.5	16.5	42.5	16	36.5		
36	1914	38	28.2	10	17	11	16.5	18.5	18	24.5	19.3	13.5	22.5		
37	1915	15	7.2	20.5	12.5	46.5	5.2	22	15.5	30	2.3	25.4	17		
38	1916	20.3	24.3	8.5	20	7.5	3	16	44.5	33	21	20.5	6		
39	1917	8	14.5	22.5	23	16.5	25	13.5	27.5	33	11.5	25.2	31.5		
40	1918	22	22	32	2.8	17	31.5	10	32.2	17.5	28	12.2	14		
41	1919	11	12.5	17.5	22.5	4	10	8	29	28	31	5.5	11		

7. Lag en kolonne hvor du skal beregne års maksima. Sett inn "=maks(B18:M18)" i kolonnens celler sånn at du får den største verdien av månedens maksima per år. La de siste to cellene i kolonnen stå tomme. NB! Beregn års maksima bare for de årene hvor data er tilgjengelig for alle månedene.

N18		=MAKSA(B18:M18)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
14	60400 NORDDAL													
15	Maksimalt RR verdier													
16	År	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	Årlig maks
17	1895							22.9	28.3	22.2	29.9	18.5	32.1	-
18	1896	39.6	60.8	9.1	11.5	14	11.2	9.3	15	19.9	20.5	25.6	11.2	60.8
19	1897	7.5	21.5	9	4.5	6.1	24.1	14.4	11	60.1	29.2	33.5	8.5	60.1
20	1898	25.3	34	16.5	4.5	8.1	9.9	25.3	16	23.4	24.4	14	28.2	34
21	1899	9.1	13.7	15.8	19.3	9.1	13.5	35.3	14.6	17.9	60.7	20.3	14.1	60.7
22	1900	11	5.4	11.9	20.4	14.9	12	19.2	10.6	50.6	17.4	7.2	24.8	50.6
23	1901	10	15.5	12.8	9	9.5	10	6	17.2	36.5	14.5	25.2	30	36.5
24	1902	41	17.3	5.8	5.4	8	0.1	12.5	12	18.1	35	21.5	10.9	41
25	1903	21.5	27.4	15.3	16.8	11.5	12	17.6	34	10	10.5	40	0.6	40
26	1904	9.4	7	1.5	8	4.3	10.5	11.5	6.5	12.1	18	19.5	23	23
27	1905	51	32	7.8	15.3	6	5.6	16.5	5	15.5	34.5	6.7	45	51
28	1906	26	12	26.5	15	12.9	20.5	15.5	36	24.8	35.5	33.8	16	36
29	1907	35	23	14.2	6.2	18.5	13.5	8.1	12.5	20	12	10.5	9.1	35
30	1908	24	21	1.8	4	3	3.5	15	25.5	3.2	50.5	23.4	9.3	50.5
31	1909	23	18	1.5	17	24.5	13	19	52.5	29	41.5	29	15.2	52.5
32	1910	23.5	11	13.5	17.5	20.5	10.5	3.8	4	19.2	10	4.5	22.2	23.5
33	1911	37	19	17.2	15	1	11.5	5	8.5	42	14.5	17.8	5	42
34	1912	16.2	18	17.5	11	11	5	4.4	22.5	22.5	15.3	18.5	12.2	22.5
35	1913	23.8	32	20	15	14.5	6	10	11.5	16.5	42.5	16	36.5	42.5
36	1914	38	28.2	10	17	11	16.5	18.5	18	24.5	19.3	13.5	22.5	38
37	1915	15	7.2	20.5	12.5	46.5	5.2	22	15.5	30	2.3	25.4	17	46.5
38	1916	20.3	24.3	8.5	20	7.5	3	16	44.5	33	21	20.5	6	44.5
39	1917	8	14.5	22.5	23	16.5	25	13.5	27.5	33	11.5	25.2	31.5	33
40	1918	22	22	32	2.8	17	31.5	10	32.2	17.5	28	12.2	14	32.2
41	1919	11	12.5	17.5	22.5	4	10	8	29	28	31	5.5	11	31
42	1920	21	23.5	22	3.5	5	11	24.5	44.5	9	4.5	25.5	18.6	44.5
43	1921	24	21.7	18	47.5	17.5	26	16	11.2	25	33.1	34.5	42.5	47.5
44	1922	26.2	14	10	12.8	30.2	15.5	16.5	21.2	30.5	22.6	25.5	13	30.5
45	1923	27.4	4	1	4	10.9	15.1	7.5	15.5	33	15.5	13.5	31.5	33
46	1924	17.5	15	14.5	14.5	7.2	14	7	28.5	10	14	11	21.5	28.5
47	1925	36.5	19.2	38.5	10.3	5	17.5	14.6	24	47.2	31	52.5	17.5	52.5
48	1926	4	4.5	18.6	96	16.5	19.5	26.5	29.5	21.5	18.6	21.8	32.5	36
49	1927	15.8	13.2	6.6	17.4	27	20.5	19.4	15.2	14	46	14.5	20.5	46
50	1928	21	31.5	5	4	7.5	35.5	13.4	15.8	19	35.6	10	14	35.6
51	1929	18	10	51	15.5	9.9	7.4	8.5	24.5	12.5	32.5	16	13	51
52	1930	27	18.5	16	11	6	15	9.8	20.5	15	13	29	18	29
53	1931	10.2	10	25	12	37	21	13.5	5	17.2	38.5	2.3	24	38.5
54	1932	49	32.2	11	3.8	22	10.1	19.5	19	25	18.5	27.5	22.1	49
55	1933	14	19.2	15	15	3	9.8	25	31	14	23.8	15.5	14	31
56	1934	17.5	30.5	28	8.5	17	21.5	19	12	15	39	27	15.8	39
57	1935	23	28.2	23	11	13.2	21	19.5	14.5	14	27	9	21	28.2
58	1936	23	8	3	19.5	6	9	22.4	14.5	36.5	36	39	45	45
59	1937	18	6	6	11	23.5	13	18	7	45	22.8	37.5	12	45
N135		=MAKSA(B135:M135)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
11	1989	35.4	22.9	27	3.6	15	22	11.4	11.7	16.1	27.7	17.7	35.2	35.4
12	1990	23.6	20.7	39.6	32	21.8	3.6	21.6	14.7	16	26	11.7	26.6	39.6
13	1991	6.8	6.9	10	36.8	20.1	22.7	8.2	13.8	31.8	35	37.8	45.9	45.9
14	1992	35	23.6	17.5	8.2	15	21.4	11.9	18.4	7.2	65.9	46.6	32.2	65.9
15	1993	30.4	39.1	22.4	9.5	21.2	7.6	13.5	15.9	16	17.7	0.7	20.2	39.1
16	1994	18.8	4.5	15	15.3	5.1	15.5	6.9	23.6	43.8	33.4	54.3	22.1	54.3
17	1995	28.1	26.1	22.3	27.1	8	14.1	12	22.7	26.6	35.7	18.5	22.7	35.7
18	1996	0	14.5	15.4	7.3	8.3	19.5	16	18.4	11.9	14.5	32.1	14.1	32.1
19	1997	15.4	23.1	50.2	35.1	12.3	13.1	27.7	11	51	24.8	7.5	14.7	51
20	1998	12.4	24.5	29	5	11.5	14.4	7.5	13.4	9.3	27.2	17.9	24.4	29
21	1999	10.7	50.7	8.2	17	16	13.5	15.3	2.3	14.7	25.3	28.4	40.3	50.7
22	2000	34.2	18	30.1	10.3	12	39	10.5	28	23.6	4.5	6.3	10.1	39
23	2001	52.5	20.6	4.5	11	9.5	14.1	8.1	15.5	8.7	13.7	49.8	17.7	52.5
24	2002	62.2	17.5	20.9	2.2	6.3	17.9	29.2	24.5	30.4	16.1	29.3	14.5	62.2
25	2003	22.2	0.6	7.3	9.8	20.6	10.8	15	38.3	41.5	17.1	4.9	28.1	41.5
26	2004	7.6	38.3	9.6	30.7	31.9	38.5	10.1	8.4	35.4	3.5	49.4	21.8	49.4
27	2005	33.5	14.5	14.3	17.5	13.2	12.5	2.9	28.2	28	11.6	69.7	31.4	69.7
28	2006	16.8	27.6	14.5	5.4	20.2	8.5	15	10.3	49.5	23.5	33.1	28.8	49.5
29	2007	33.5	26.5	20.5	24.1	11.6	17.9	26.9	36.3	39.7	32.7	41.7	30.1	41.7
30	2008	33.3	34	50.1	11.5	12.2	33.5	6.2	17.7	41.1	32.6	45.2	29.6	50.1
31	2009	23	13	21.5	3.3	24.9	11	23.9	21.2	35.6	22.5	9.6	12.2	35.6
32	2010	21.4	14.6	19.4	21.8	13.6	14.3	44.8	7.7	17.7	8.2	20.6	17.7	44.8
33	2011	27.2	13.6	69.5	18.3	12.1	15.9	39.3	24.5	14.5	41.3	21.7	28.7	69.5
34	2012	23.3	17.7	23.8	26.4	7.5	9.6	11.7	15.9	13.5	46	17.2	15.8	46
35	2013	14.6	23.7	14.7	16.1	26.7	18.6	28.3	27.3	16.9	28	47.1	23.6	47.1
36	Maks	62.2	67.1	69.5	47.5	46.5	40.5	44.8	67.8	70.8	71.1	69.7	65.5	
37	År	2002	1952	2011	1921	1915	1976	2010	1964	1978	1974	2005	1975	
38														
39														
40														
41	Data er gyldig per 25.02.2014 (CC BY 3.0), Meteorologisk institutt (MET)													

8. Kopier verdiene i kolonnen og lim dem inn i en TXT-fil. Lagre. Ferdig.



Appendiks 2 – Beregning av returverdier av nedbør ved hjelp av "R"-script

1. Last ned og installer programvaren "R" (<http://www.r-project.org>). Eventuelt kan man laste ned RStudio i tillegg (<http://www.rstudio.com/ide/download/desktop>) da dette har bedre grensesnitt. I så fall skal RStudio lastes ned etter at "R" er installert.
2. Når du da kjører "R" (eller RStudio), vil du få et "R Console" vindu, som i figuren nedenfor

The image shows a screenshot of the RGui (64-bit) application window. The main window has a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Misc', 'Packages', 'Windows', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and a 'STOP' button. The R Console window is open, displaying the following text:

```
R version 3.0.2 (2013-09-25) -- "Frisbee Sailing"
Copyright (C) 2013 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

Natural language support but running in an English locale

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

[Previously saved workspace restored]

> |
```

3. Kopier hele skripten fra kapittel 2.3 i denne rapporten og lim det inn i "R Console" vinduet (figur nedenfor). Alle linjene som starter med "#", vil ikke ha noe effekt på beregningen, men bare forteller deg hva programmet gjør. Det er viktig at skripten redigeres FØR innlimningen i R (riktig datakilde, ønskelig maksimal returperiode, tekst på aksene osv.). Ved bruk av RStudio kan redigeringen tas direkte i programmet før "Enter" til slutt.

```

RGui (64-bit)
File History Resize Windows
R Console
> # Fetch code:
> source("http://folk.uio.no/trondr/R/gev_olestavn_prior_with_sep_gev_dist.R")
>
> # Make an extreme plot, using estimated parameters
> y=scan("http://folk.uio.no/trondr/1650.txt")
Read 130 items
> r=gev.ksidist.result(y,ksi.lower=0.028,ksi.upper=0.062)
>
> # gev.ksidist.result takes a an array of yearly maximums and returns a list of properties found, that can be
> # used in the methods gev.returnvalue.meanpar, gev.returnvalue.medianpar, gev.returnvalue.quantile
> # and gev.returnvalue.mean.
>
> # It has the following options:
> # T10.95.lower: Lower limit in the prior of the 95% credibility band for the 10 year return value (T10)$
> # T10.95.upper: Upper limit in the prior of the 95% credibility band for the 10 year return value (T10)$
> # T100.T10.95.lower: Lower limit in the prior for the 95% credibility band of T100-T10. Default:3
> # T100.T10.95.upper: Upper limit in the prior for the 95% credibility band of T100-T10. Default:600
> # ksi.lower: Lower limit in the prior for the 95% credibility band for ksi: Default:0.106 (international$
> # ksi.upper: Upper limit in the prior for the 95% credibility band for ksi: Default:0.127 (international$
> # mcmc.numsamples: Number of MCMC samples. Default:1000
> # mcmc.burnin: Number of burn-in samples. Default:10000
> # mcmc.spacing: Number of MCMC iterations between each sample. Default:10
> # mcmc.numtemp: Number of tempering chains used in the MCMC algorithm. Default:1 (no extra tempering$
>
> # Get T100 median estimate
> gev.returnvalue.quantile(r,100,0.5)
[1] 67.62105
> # 67.78353
>
> # Get T1000 median estimate
> gev.returnvalue.quantile(r,1000,0.5)
[1] 89.03906
> # 89.12734
>
>
> # Get median and mean parameter estimates:
> r$par.median
$mu
[1] 31.13165

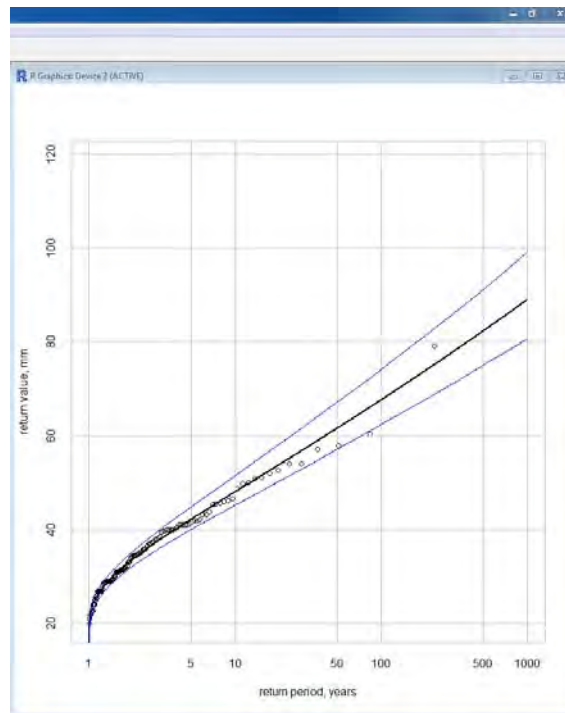
$sigma
[1] 7.169371

$ksi
[1] 0.04433823

> # $mu 31.17106
> # $sigma 7.176505
> # $ksi 0.04387318
>

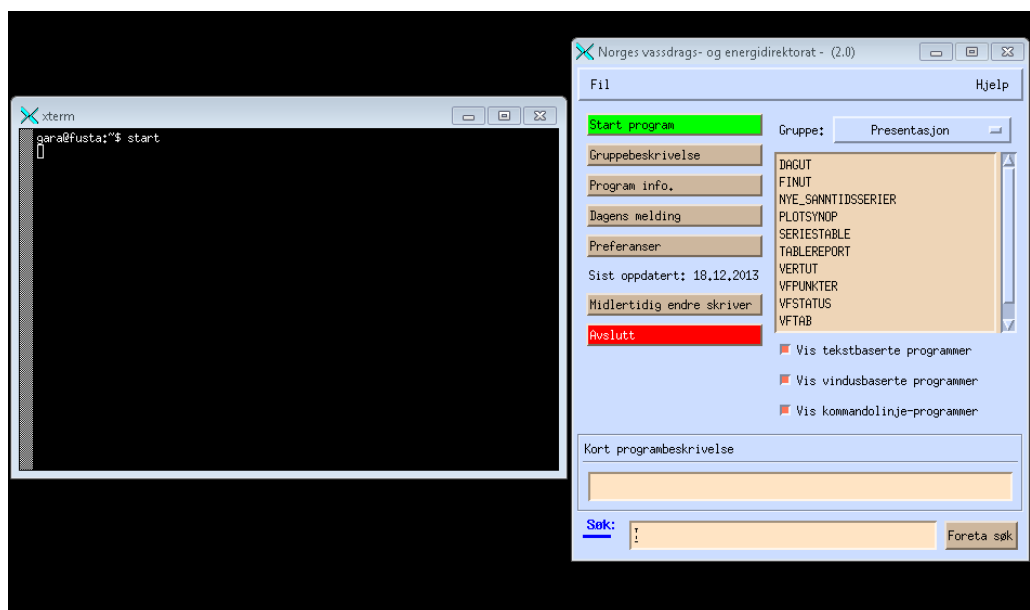
```

4. Deretter trykk Enter og vent noen sekunder for diagrammet du trenger. Ferdig!

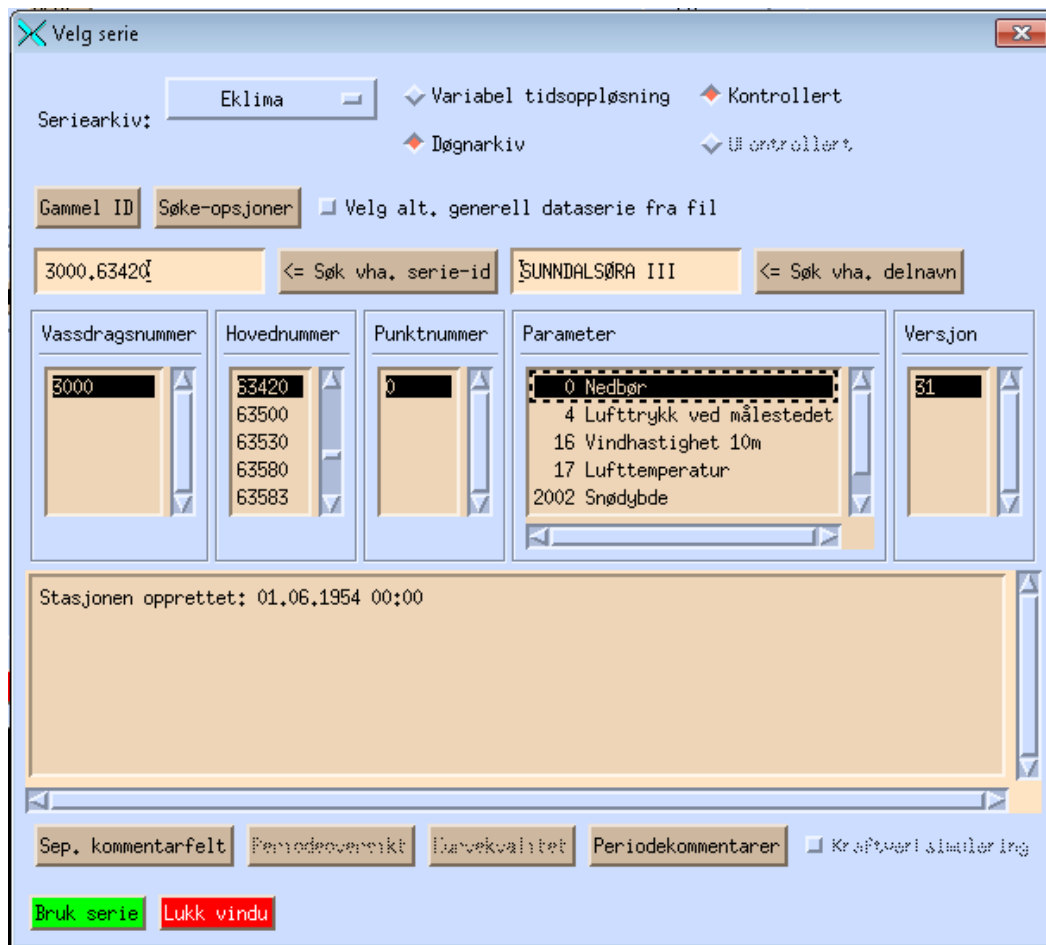


Appendiks 3 – Beregning av 100 års- og 1000 års ekstrem døgnedbør ved hjelp av applikasjoner til Hydra-II (krever Hydra-II lisens)

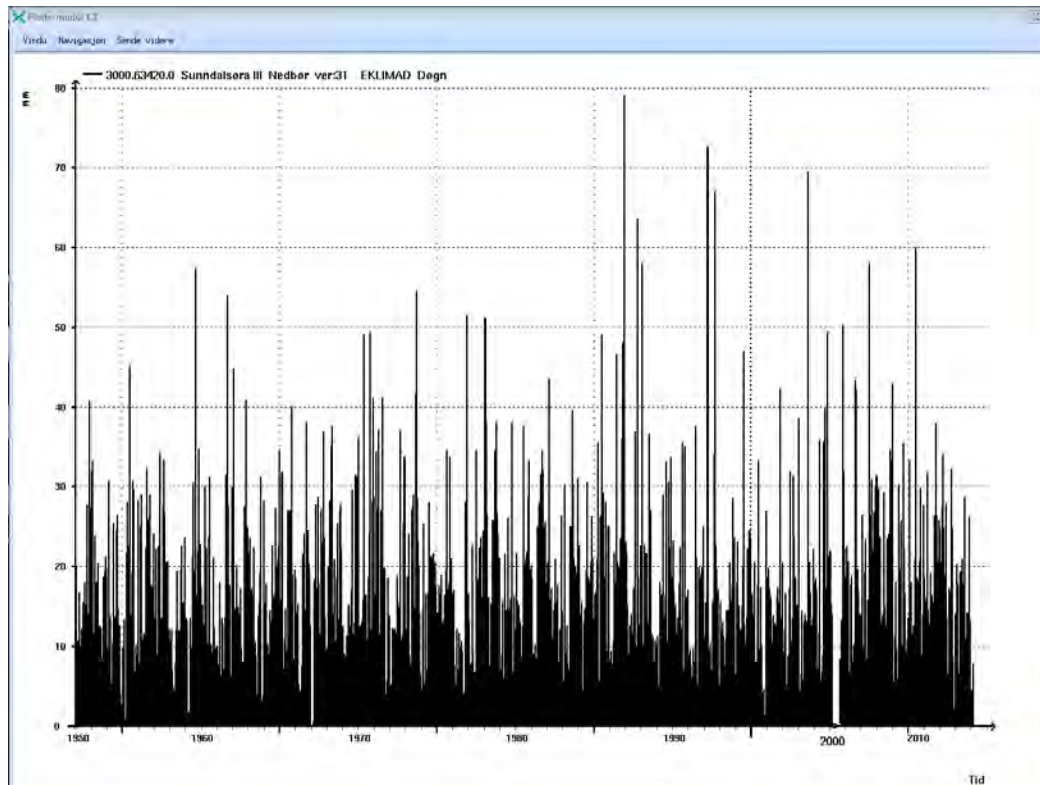
1. Fra Windows startmeny --> Alle programmer --> mappa "Hydrology", velg Fusta og logg inn normalt (brukernavn og passord som ved pålogging til TS10).
2. I det sorte vinduet som vises nå, tast inn "start" og trykk Enter



3. Velg Dagut + Start Program
4. Deretter "Hent" --> Seriearkiv --> velg eKlima (pass på at det er Døgnavkvik og Kontrollert)

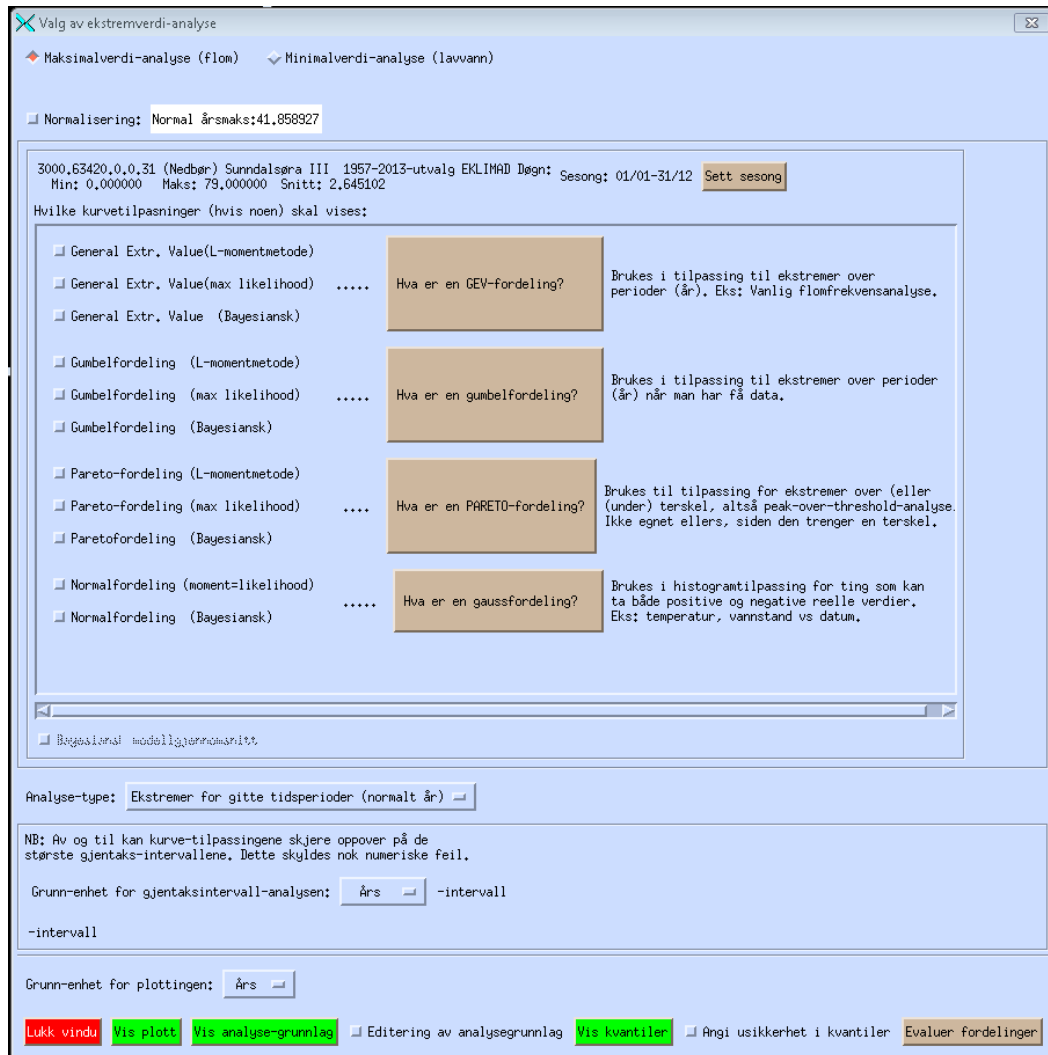


5. Tast inn stasjonsnummeret og velg deretter parameteren du ønsker (nedbør). Trykk på "Bruk serie" og vent til "klokken" forsvinner. Lukk vindu. **NB!** Aldri lukk vinduer i applikasjoner til Hydra-II ved klikking på det røde krysset ved øverste hjørnet; bruk "Avslutt/Lukk vindu"-knapper i stedet!
6. På forrige vindu (DAGUT versjon 4.1) så får du år med data.
7. Slå på alle årene som er tilgjengelig nederst på skjermen og trykk "Plott"
8. På figuren du får, sjekker du først om det er lange perioder uten data og evt. merker deg disse. Det er mulig å zoome inn og ut ved bruk av muse og/eller piler på tastaturet. Knappen "Home" på tastaturet tar deg tilbake til den opprinnelige utvidelsen. Lukk vindu med "Avslutt" under "Vindu".

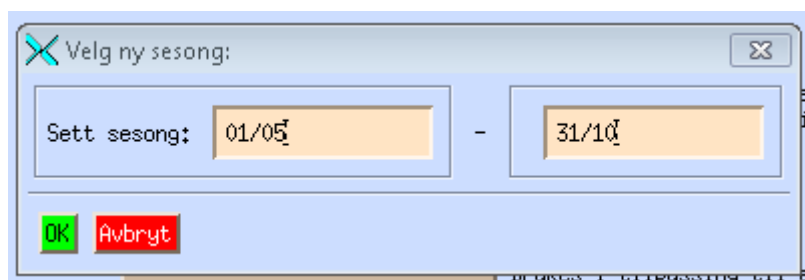


9. Tilbake til skjermen før, velger du bort det året / de årene som måtte ha store datahull og lar alle andre årene stå på.

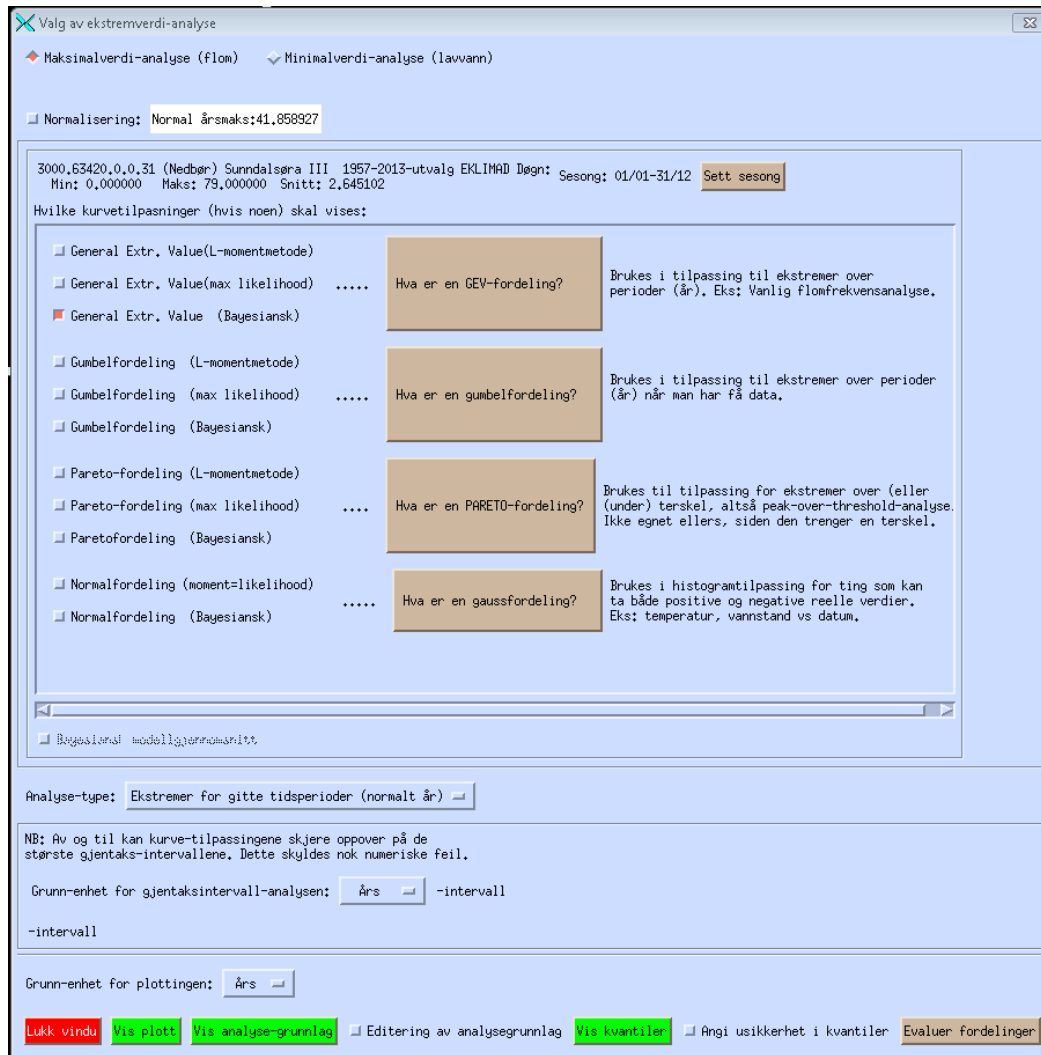
10. Deretter, fra fanen "Analyse", velger du "Ekstremverdi-analyse"



11. Så setter du sesongen (eks. 01/05 – 31/10 for nedbør antatt som regn, eller 01/11 - 30/04 for nedbør antatt som snø)



12. Så velger du General Extr. Value (Bayesiansk)



13. I vinduet som åpner seg ("Utfylling av førkunnskap (prior) for GEV-fordelingen"), nederst under "troverdighetsintervall 95% for ksi..", tast inn 0.028 og 0.062, så OK.

Valg av ekstremverdi-analyse

Maksimalverdi-analyse (flom)
 Minimalverdi-analyse (lavvann)

Normalisering: Normal årsmaks:41,858927

3000,63420,0,0,31 (Nedbør) Sumdalsøra III 1957-2013-utvalg EKLIMAD Døgn: Sesong: 01/01-31/12

Min: 0,000000 Maks: 79,000000 Snitt: 2,645102

Hvilke kurvetilpassninger (hvis noen) skal vises:

General Extr. Value(L-momentmetode)

General Extr. Value(max likelihood) Hva er en GEV-fordeling? Brukes i tilpassing til ekstremverdi over perioder (år). Eks: Vanlig flowfrekvensanalyse.

General Extr. Value (Bagesiansk)

Utfylling av førkunnskap (prior) for GEV-fordelingen

Antall MCMC-trekninger:
Burn-in:
Spacing:

Antall temperingskjeder:
 Vis MCMC-kjeder som plott
 Vis debug-info i bakgrunnsterminal

95% troverdighetsintervall for μ for reelle parametre
Start:
Slutt:

95% troverdighetsintervall for μ for positive parametre
Start:
Slutt:

95% troverdighetsintervall for sigma for positive parametre
Start:
Slutt:

95% troverdighetsintervall for ksi for reelle parametre
Start:
Slutt:

An:

NB: Av og til kan kurvetilpassningene skjere oppover på de største gjentaktsintervallene. Dette skyldes nok numeriske feil.

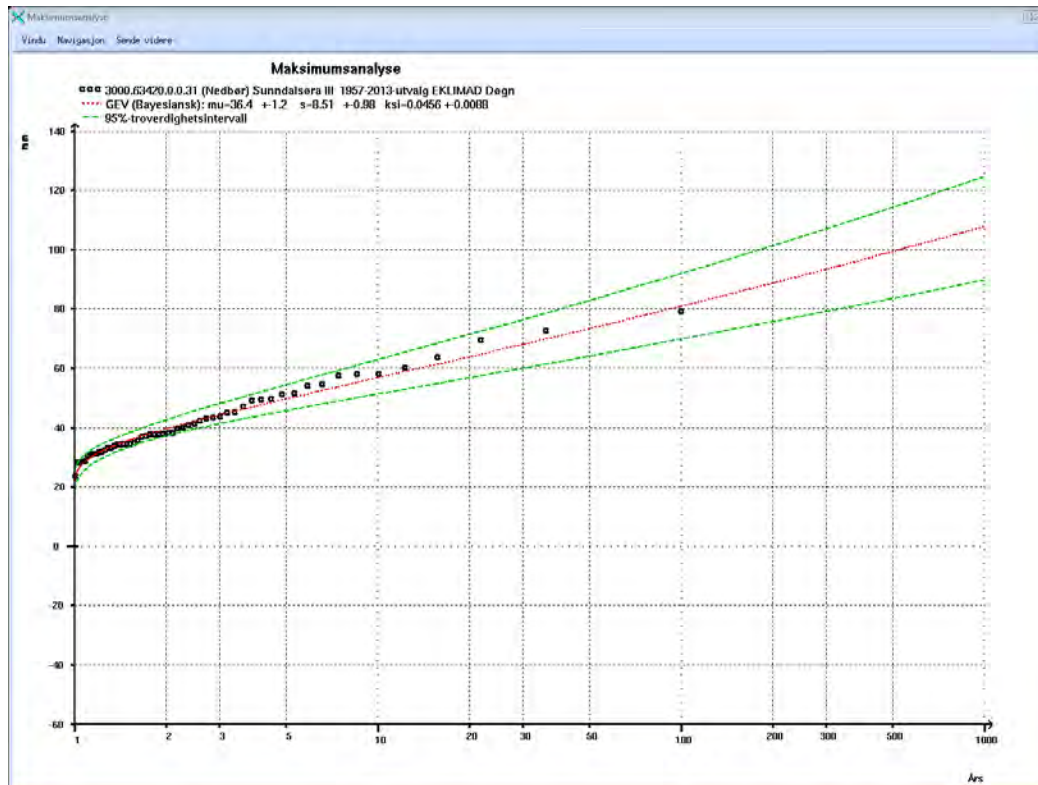
Grunn-enhet for gjentaktsintervall-analysen: -intervall

-intervall

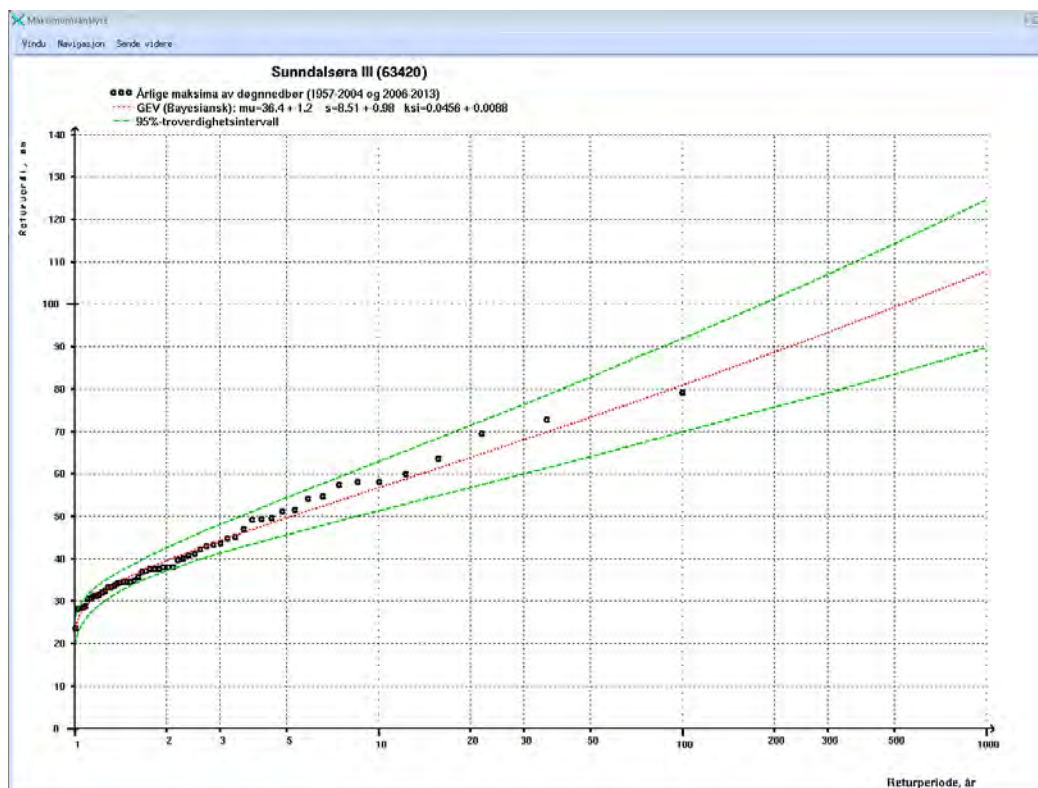
Grunn-enhet for plottingen:

Editering av analysegrunnlag Angi usikkerhet i kvantiler

14. Trykk på "Vis plott" nederst på vinduet og vent.



15. Voilà. Der har du figuren du trenger! Det er mulig å zoome inn på figuren og redigere teksten rundt (opsjoner under "Vindu").



Utgitt i Rapportserien i 2014

- Nr. 1 Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere
- Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnett. Innsamling av geografiske og tekniske komponentdata
- Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark, Hanne Heiberg, Steinar Myrabø
- Nr. 4 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7. Skred og flomsikring. Sikringstiltak mot skred og flom Befaring i Troms og Finnmark høst 2013
- Nr. 5 Kontrollstasjon: NVEs gjennomgang av elsertifikatorordningen
- Nr. 6 New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. Tuomo Saloranta
- Nr. 7 EBO Evaluering av modeller for klimajustering av energibruk
- Nr. 8 Erfaringer fra ekstremværet Hilde, november 2013
- Nr. 9 Erfaringer fra ekstremværet Ivar, desember 2013
- Nr. 10 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2013. Ellen Skaansar (red.)
- Nr. 11 Energibruksrapporten 2013
- Nr. 12 Fjernvarmens rolle i energisystemet
- Nr. 13 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer. Delprosjekt. 5.1.5
- Nr. 14 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer
- Nr. 15 Tilleggsrapport: Oppsummering av Energimyndighetens og NVEs gjennomgang av elsertifikatorordningen
- Nr. 16 Flomberegning for Nesttunvassdraget (056.3Z). Thomas Væringstad
- Nr. 17 Årsrapport for tilsyn
- Nr. 18 Verktøyprosjektet - hydrologi 2010-2013. En oppsummering av aktiviteter og resultater. Erik Holmqvist (red.)
- Nr. 19 Flom og jordskred i Nordland og Trøndelag desember 2013. Elin Langsholt, Erik Holmqvist, Delia Welle Kejo
- Nr. 20 Vindkraft i produksjon i 2013
- Nr. 21 FoU-prosjekt 81072 Pilotstudie: Snøskredfarekartlegging med ATES (Avalanche Terrain Exposure Scale) Klassifisering av snøskredterreng for trygg ferdsel
- Nr. 22 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 3.1. Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller? Manual for å beregne returverdier av nedbør for ulike gjentaksintervaller (for ikke-statistikker)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

