

# Regnintensitet i ett förändrat klimat i Sverige

med data tillgängliga för användare

*Claes Hernebring  
Bengt Dahlström  
Erik Kjellström*



Svenskt Vatten Utveckling

SVU-projekt 04-14

Slutrapport

Januari 2019

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningsystem  
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

ISO 9001  
Management System Certification

BUREAU VERITAS  
Certification Denmark A/S



# Regnintensitet i ett förändrat klimat i Sverige

med data tillgängliga för användare

Framtagen för            Svenskt Vatten Utveckling  
Kontaktperson        Daniel Hellström



*Behövs paraply också i framtiden?  
Akvarell av Margareta Hernebring*

Projektledare	Claes Hernebring
Kvalitetsansvarig	Lars-Göran Gustafsson
Uppdragsnummer	12802508
Godkänd datum	2018-04-08
Version	Slutrapport, reviderad jan 2019
Klassificering	Öppen



SVU-projekt 14–105  
 Regnintensitet i ett förändrat klimat i Sverige med data tillgängliga för användare  
 SLUTRAPPORT

## INNEHÅLL

<b>Förord</b>	.....	<b>1</b>
<b>Sammanfattning</b>	.....	<b>2</b>
<b>Summary</b>	.....	<b>3</b>
<b>1 Inledning och bakgrund</b>	.....	<b>5</b>
<b>2 Klimatprediktorer</b>	.....	<b>7</b>
2.1	Temperatur och nederbörd .....	7
2.2	Normalvärden.....	7
2.3	Scenariodata .....	7
2.4	Bias-korrigerig .....	8
2.5	Databas för klimatprediktorer.....	9
<b>3 Mot regnintensiteter - kortfattad IDF-matematik-historik</b>	.....	<b>11</b>
3.1	Nationellt samband – “Dahlström 2010” .....	11
3.2	Hänsyn till klimatprediktorer –” Dahlström 2012” .....	11
3.3	Stresstest av matematiken –” Dahlström 2016” .....	12
3.4	Ytterligare insatser, internationell harmonisering –” Dahlström 2017” .....	12
3.5	Slutlig finslipning: “Dahlström 2018” .....	13
<b>4 Hemsida -kortfattad handledning</b>	.....	<b>15</b>
4.1	Allmänt .....	15
4.2	Gridnät över Sverige .....	15
4.3	Inloggning.....	16
4.4	Klimatprediktorer .....	16
4.5	Klimatfaktorer .....	18
4.6	Beräkningsregn .....	18
4.7	Utvärdering av egna regndata .....	20
4.8	Förbehåll .....	21
<b>5 Fortsatt drift av hemsidan</b>	.....	<b>23</b>
<b>6 Referenser</b>	.....	<b>25</b>



## Förord

Projektet bygger på kombinationen av insamlad statistik för korttidsnederbörd i Europa och framskrivningar enligt klimatscenariodata och baseras på rutiner och erfarenheter från SVU-projekt 10–103 (Regnintensitet i Europa med fokus på Sverige), ref /4/. Till skillnad från detta föregående projekt, med en "statisk" rapport som slutprodukt, är "produkten" i detta fall en dynamisk hemsida där, där som utlovats i projektrubriken, användaren kan söka förhoppningsvis relevant information i ämnet, för den plats han eller hon befinner sig på i Sverige.

Projektorganisation och arbetsfördelning har varit:

- Claes Hernebring, DHI – projektledning, datarutiner
- Bengt Dahlström, Ombros – IDF-matematik, prediktorer
- Erik Kjellström, SMHI – scenariodata/bakgrund
- Paul Widenberg, DHI – webbhantering/gränssnitt etc.

Deltagande kommuner/VA-organisationer:

- Karlstads kommun
- MittSverige Vatten AB
- Laholmsbuktens VA
- Kalmar Vatten AB
- Växjö kommun
- Stockholm Vatten VA AB
- Göteborgs stad, Kretslopp och vatten
- Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB

Inom projektet har fyra allmänna projektmöten hållits, samt ett antal möten inom projektarbetsgruppen. Till projektets genomförande har bidrag erhållits från Svenskt Vatten Utveckling och från deltagande kommuner/organisationer.

Göteborg och Norrköping i mars 2018

*Tillägg januari 2019: ekvation 3-5 har korrigerats.*

Claes Hernebring, DHI Sverige AB

Bengt Dahlström, Ombros, f.d. SMHI

Erik Kjellström, SMHI

## Sammanfattning

Rapporten beskriver bakgrund och uppbyggnad av en hemsida, där användaren kan botanisera i möjlig framtida utveckling av förekomsten av häftiga regn i Sverige. Innehållet bygger på scenario-resultat från SMHI:s regionala klimatmodell RCA4 och matematiska samband mellan klimatprediktorer från modellen och extremregnsstatistik baserad på observationer från orter spridda över Europa.

Via hemsidan kan man undersöka framskrivningar av s.k. klimatprediktorer, dvs. utvecklingen fram till år 2100 av temperatur- och nederbördsförhållanden i Sverige enligt 8 olika globala klimatscenario-modeller – för två olika utvecklingsvägar för framtida koncentrationer av långlivade växthusgaser (rcp), samtliga beräknade med SMHI:s regionala modell RCA4. Redovisade värden är bias-justerade mot 30 års normalvärden 1961–1990.

Några av klimatprediktorerna enligt ovan används för att förutsäga hur statistiken för häftiga regn kommer att förändras i framtiden för enstaka eller för en ensemble av klimatscenarioer.

Förändringarna kan dels uttryckas relativt som: Klimatfaktorer (Climate Factors), som anger den faktor nuvarande statistik ska multipliceras med för att man ska komma till den framtida statistiken, och dels i absoluta tal i form av beräkningsregn. Beräkningsregnen (framtid) kan laddas ner i textformat.

Från en undersida kan du kan bedöma återkomsttid för dina regndata (med nuvarande regnstatistik för din ort).

Varje flik är kopplad till en geografisk plats inom Sverige. Man ska därför börja med att välja den ort man önskar data för.

Osäkerheter gör att klimatscenarioer måste tolkas med försiktighet, och därför redovisas på hemsidan spridningen i förutsägelseerna från olika scenarier.

Inom projektledningsgruppen har Claes Hernebring, DHI ; Bengt Dahlström, Ombros (f.d. SMHI) och Erik Kjellström, SMHI deltagit.

Hemsidan kan användas för att ta fram underlag till klimatanpassningsarbete, avseende effekter av häftiga regn med varaktighet från några minuter upp till ett dygn, inom t.ex. kommuner, konsulter, länsstyrelser och vattenmyndigheter.



## Summary

The report describes the background and construction of a website, where the user can browse through possible future developments of the occurrence of extreme rain in Sweden. The content is based on scenario results from SMHI's regional climate model RCA4 and mathematical correlation between climate predictors from the model and extreme rainfall statistics (IDF) based on observations from locations spread across Europe.

Via the website you can examine projections of so-called climate predictors, ie the development until 2100 of temperature and precipitation in Sweden according to 8 different global climate scenario models - for two different pathways for future concentrations of long-term greenhouse gases (rcp), all calculated with SMHI's regional model RCA4. Reported values are bias-adjusted against 30-year normal values 1961-1990.

Some of the climate predictors mentioned above are used to predict how the statistics for heavy rain (IDF-data) will change in the future for single or for an ensemble of climate scenarios.

The changes can be expressed in relative terms as: Climate Factors, which indicates the factor current statistics are to be multiplied with in order to get to the future statistics, and partly in absolute numbers in the form of simulation rain. The simulation rain (future) can be downloaded in text format.

From a subpage you can judge the return period for your own rain data (with current rain statistics for your city).

Each subpage is linked to a geographic location within Sweden. You should therefore start by choosing the place you want data for.

Uncertainties mean that climate scenarios need to be interpreted with caution, and therefore, on the website, the variability is reflected in the predictions from different scenarios.

Within the project management team Claes Hernebring, DHI; Bengt Dahlström, Ombros (formerly SMHI) and Erik Kjellström, SMHI participated.

The website can be used to provide support for climate adaptation work, regarding effects of heavy rainfall with the duration from a few minutes up to a day, within, for example, municipalities, consultants, county administrative boards and water authorities.



## 1 Inledning och bakgrund

Vid projektets start, år 2014, fanns tillgång till nya scenarieberäkningar från SMHI, beräknade med den regionala klimatmodellen RCA4.

FN:s klimatpanel, IPCC, presenterade 2013 sin femte utvärderingsrapport. En stor del av innehållet i rapporten byggde på senaste generationens klimatmodellberäkningar för utvecklingen av klimatet i framtiden. Beräkningarna grundade sig på en uppsättning scenarier för klimatpåverkan, som beskriver fyra olika utvecklingsvägar för framtida koncentrationer av långlivade växthusgaser, aerosoler samt andra klimatpåverkande faktorer. Dessa utvecklingsvägar går under benämningen RCP:er, som kommer från engelskans "representative concentration pathways" se ref. /10/.

Representative Concentration Pathways (RCP) är scenarier över hur växthuseffekten kommer att förstärkas i framtiden. De scenarier som kommer att beröras i denna rapport är:

- RCP8,5 – fortsatt höga utsläpp av koldioxid. "business as usual"
- RCP4,5 - koldioxidutsläppen ökar fram till 2040. Sedan börjar globala åtgärder mot utsläppsnivåer få effekt.

Projektets huvudprodukt är "hemsidan". Därför läggs i denna rapport huvudvikten där, att beskriva hur den är tänkt att användas. Bakgrunden till innehållet beskrivs här enbart översiktligt. Empiriskt framtagna samband mellan å ena sidan säsongsmedeltemperatur och nederbörd och å andra sidan observerad extremnederbörd används tillsammans data från den regionala klimatmodellen (RCA4) för att ta fram information om hur extremnederbörd kan komma att ändras i ett framtida varmare klimat. För detaljer beträffande viss metodik hänvisas till den tidigare rapporten i SVU-projektet 10-103, ref. /4/.



## 2 Klimatprediktorer

### 2.1 Temperatur och nederbörd

Förutsättningar för förekomsten av häftiga regn och därmed utfallet i form av regnstatistik styrs av det vi här kallar "klimatprediktorer", varav de viktigaste visat sig vara temperaturförhållanden och regnvolymer i olika tidsskala. Temperaturen avgör hur mycket fuktighet en luftmassa potentiellt kan innehålla, och nederbördsvolymen är ett uttryck för tillgången på fuktighet.

I avsnitt 3 redovisas några ansatser för hur man från dessa klimatprediktorer kan härleda påverkan på förekommande regnstatistik, och som sedan använts på hemsidan.

### 2.2 Normalvärden

Ett normalvärde är ett jämförelsevärde eller referensvärde som dels används för att karakterisera en Orts klimat, dels för att jämföra ett aktuellt värde med ett genomsnittsvärde beräknat från en lång följd av år, som innehåller minst tre tioårsperioder. Vid SMHI används för närvarande perioden 1961–1990 som standardnormalperiod, se ref. /1/ och /2/.

Som referensperioder här i projektet har vi också utnyttjat 30-års dataserier, hämtade från E-OBS<sup>1</sup>. I det data-set för nederbörd och temperatur, som vi utnyttjat i projektet, finns dygnsdata för hela Europa med en upplösning av 25x25 km (0.22 breddgrader) från år 1950. Data uppdateras regelbundet ca. 2 gånger per år. Vi har här också primärt använt data från standardnormalperioden 1961–90.

### 2.3 Scenariodata

Projektet fick tillgång till beräkningsresultat från SMHI, där den regionala klimatmodellen RCA4 använts för nedskalning av resultat från ett antal globala klimatmodellberäkningar. Dynamisk nedskalning innebär att man använder en liknande klimatmodell som den globala fast den är då begränsad till ett visst område. Indata till den regionala modellen är data från den globala modellen som utnyttjas i områdets ytterkanter samt för att ge den regionala modellen information om havsytans temperatur och isförhållanden.

Osäkerheter gör att klimatscenarier måste tolkas med försiktighet. Ett sätt att närma sig scenarierna är att använda sig av många olika scenarier på en gång. En sådan, s.k. ensemble av flera scenarier kan då sättas samman så att den speglar de olika källorna till osäkerhet. Bl. a. kan man använda flera olika utsläppsscenarier eller flera olika klimatmodeller. Det här leder till att man får ett antal olika resultat med en viss spridning där då en större spridning visar på en stor osäkerhet och en mindre spridning visar på en något mindre osäkerhet.

De scenariodata som använts här kommer från körningar där den regionala modellens gridnät haft en upplösning av 50x50 km (0.44 breddgrader). Data (dygnsnederbörd och dygnsmedeltemperatur) omfattade perioden 1951 – 2100 där perioden 1951-2005 beskrivs med historiska

---

<sup>1</sup> We acknowledge the E-OBS dataset from the EU-FP6 project ENSEMBLES (<http://ensembles-eu.metoffice.com>) and the data providers in the ECA&D project (<http://www.ecad.eu>)

"Haylock, M.R., N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E.J. Klok, P.D. Jones and M. New. 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J. Geophys. Res (Atmospheres)*, 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201"

utsläppsdata och perioden 2006-2100 med 2 st. emissionsscenarier (rcp 4.5, rcp 8.5). Sammantaget har RCA4 använts för att skala ner nio olika globalmodeller. Mer information om RCA4 och de regionala klimatscenerierna från SMHI samt hur det används i klimatrelaterat arbete i Sverige finns att läsa i ref. /5/.

I listan nedan anges globalmodellens namn, samt den kalender som respektive modell använt. "366d" innebär den gregorianska kalendern, som vi använder idag, alltså inklusive skottdagar. I en del andra globala modeller har förenklade kalendrar använts där "365d" innebär en kalender utan skottdagar, och "360d" en kalender där alla månader har 30 dagar. Tillämpad kalender har betydelse när scenario-data sedan skulle justeras/matchas mot dataobservationer i E-OBS data-set, som naturligtvis anges i den tideräkning vi tillämpar idag (gregoriansk kalender). 360 dagars-kalendern upplevdes metodmässigt så besvärlig, att på ett korrekt sätt anpassa till nutida kalender, att dessa scenariodata hoppades över vid den bias-justering som beskrivs i följande avsnitt, och alltså inte återfinns i den databas för klimatprediktorer som beskrivs i avsnitt 2.5.

- CCCma-CanESM2 (kalender: 365d)- *Kanada*
- CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 (kalender: 366d) - *Frankrike*
- ICHEC-EC-EARTH (kalender: 366d) – *konsortium av institut i Europa*
- IPSL-IPSL-CM5A-MR (kalender: 365d) - *Frankrike*
- MIROC-MIROC5 (kalender: 365d) - *Japan*
- MPI-M-MPI-ESM-LR (kalender: 366d) - *Tyskland*
- NCC-NorESM1-M (kalender: 365d) - *Norge*
- NOAA-GFDL-GFDL-ESM2M (kalender: 365d) - *USA*
- MOHC-HadGEM2-ES (kalender: 360d) - *Storbritannien*

## 2.4 Bias-korrigerig

För att skapa "klimatprediktorer" för projektet har scenariodata varit utsatta för s.k. bias-korrigerig. Metoden beskrivs kortfattat nedan, mer i detalj i ref. /4/ vilken bygger på fördelningsbaserade korrigerig enligt ref. /9/.

RCA-data omfattar egentligen hela Europa, men eftersom detta projekt handlar om Sverige, utfördes av beräkningsekonomiska skäl bias-korrigerigen endast för de pixlar som hamnade inom Sveriges gränser och som hade en land-andel större än 50%. Det innebär att operationen utfördes för 186 "Sverigepixlar" för 8 olika globala scenarier och två CO<sub>2</sub>-emissionsscenarier (rcp 4.5, rcp 8.5).

Korrigerigen av nederbördsdata utfördes säsongvis i två steg. Dagar med mycket små nederbördsmängder, här kallat falskt duggregn avlägsnades från RCM-data, så att samma antal nederbördsdagar erhöles som i observerade data under kontrollperioden. Återstående nederbörd justerades därefter så att scenariodata för kontrollperioden matchar den observerade frekvensfördelningen. Den erhållna korrektionen tillämpades sedan på scenariodata framåt i tiden.

Vid korrektion av temperaturdata tillämpades samma princip som vid korrektion av nederbördsdata, dvs. korrektionsfaktorer togs fram genom att jämföra RCM-data med observerade värden för en kontrollperiod. För temperaturdata, däremot, användes en linjär regressionsmetod. Korrektionen utförs för varje kalendermånad, till skillnad från korrektionen av nederbörd som gjordes säsongvis.

Korrigerigen av nederbörds- och temperaturdata har skett mot E-OBS-data, version 6 och 7. Kontrollperioden valdes till 1961–1990.

Bias-korrigerigen skedde i 30-års sjok (chunks), men "nyckeltalen" har beräknats och sparats som 10-årsdata (dekadmedelvärden). Syftet med detta vara att visa variabiliteten i data på 10-

årsbasis, om användaren önskade veta, medan till grund för IDF-matematiken enligt avsnitt 3 alltid 30-årsmedelvärden används.

Det är alltså E-OBS-data som ligger till grund för vad vi inom projektet kallar "normalvärden". Eftersom E-OBS-data är "griddade" (i och för sig grundade på punktmätningar från SMHI) behöver inte detta värde helt stämma överens med värden i SMHI-publikationerna om referensnormaler, /1/ och /2/. Exempelvis anges för Karlskrona årsmedelnederbörden 499 mm enl. /2/ (462 mm enl. /1/) medan databasen i projektet anger 636 mm. Lyckeby, 4 km inåt landet från Karlskrona, har referensnormalen 610 mm/år. Detta beror på att upplösningen på de griddade Eobs-data som använts här är 25 km (0.22 breddgrader) och de båda lokaliseringarna hamnat inom samma grid-ruta. Av samma anledning återfinns t.ex. Malmö och Lund inom samma scenario-pixelruta, och kommer på grund av detta inte att kunna åtskiljas.

Ytterligare en osäkerhetsfaktor i areell ledd är att vid utdrag av E-OBS-data för bias-korrigerig har positionen för centrum i aktuell 50-km pixel i scenariodata angetts. Eftersom här använd E-OBS-data har den dubbla längdupplösningen (varje 50-km "Scenario-ruta" består av 4 st. "E-OBS-rutor") är det osäkert vilken E-OBS-pixel (av fyra) data hämtats ifrån, eftersom sökvillkoret var "den närmaste".

## 2.5 Databas för klimatprediktorer

Resultaten av bias-korrigerig för de 186 "Sverige-pixlarna" lades in i en databas, inte bara begränsat till de klimatprediktorer som ingår i IDF-matematiken i nästa avsnitt, dvs. 30-årsmedelvärden för sommarnederbörd och somarmedeltemperatur.

Åtkomligt för användaren, om hen så önskar, är temperatur och nederbörd (8 scenarier, 2 olika rcp) dekadvis - uppdelat på 10-årsperioder: årsmedelvärden, månadsvärden och säsongsvärden (inte bara sommar).

Utdragen av övrig typ av data, som vi inte direkt använder för estimerig av regnstatistik, skulle kunna vara användbara vid sådana hydrologiska tillämpningar, där det vore ogörligt att göra en ensemble av beräkningar, utan kanske en eller ett fåtal. Datautdragen skulle kunna skapa underlag för att välja lämpligt scenario, som inte är extremt i något avseende, om så önskas.





### 3 Mot regnintensiteter - kortfattad IDF-matematik-historik

VA-Sveriges uppfattning om nuvarande (från mitten av 1980-talet och 25–30 år framåt) regnstatistik formulerades (år 2011) i ref. /7/. Där anges att ”om inte annat är känt, dvs. den aktuella orten har egen etablerad regnstatistik”, så gäller blockregnstatistik enligt Dahlström (2010) för svenska förhållanden. I ref. /8/ (år 2016) upprepades slutsatsen.

Nyligen publicerade SMHI (ref. /6/) analyser inom ämnesområdet baserade på ca 20 års registreringar i ett hundratal automatstationer. Grunddata består av nederbörd registrerad i fasta 15-minutersintervall. Man presenterar där skyfallsstatistik för Sverige uppdelat på 4 regioner. Publiceringen kom så sent att vi inte hade möjlighet att förhålla oss till denna i detta projekt.

Det finns homogenitets-problem i de IDF-data som använts i detta projekt: Främst gäller det att olika instrument har använts för insamling av data, olika metoder för att beräkna IDF-värden och olika strategier för att placera regninstrument. Därför innehåller den senast utvecklade formeln (se nedan, avsnitt 3.3 till 3.5) en nationell faktor. För Sverige har kommuners högupplösta regndata använts för att beräkna den nationella faktorn. Dessa data är händelsestyrda, d.v.s. mätarna registrerar när regnet faller och inte vid fasta klockslag. Därtill medger de en tidsupplösning om 5 minuter eller kortare.

Nedan beskrivs, mycket kortfattat, hur IDF-matematen (Intensity-Duration-Frequency, på svenska: Intensitets-varaktighets-samband) har utvecklats i detta projekt med utgångspunkt från ”Dahlström 2010”.

#### 3.1 Nationellt samband – “Dahlström 2010”

Dahlströms ekvation från 2010 lyder, ref. /3/:

$$i(\dot{A}, T_R) = 190 * \dot{A}^{\frac{1}{3}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0.98}} + 2 \quad \text{ekv. ( 3-1)}$$

$i$  = regnintensitet (liter per sekund och hektar)

$\dot{A}$  = återkomsttid (månader)

$T_R$  = regnvaraktighet, minuter

#### 3.2 Hänsyn till klimatprediktorer – ”Dahlström 2012”

I ref. /4/ (2012) har Dahlström inkluderat några klimatprediktorer och anger för Sverige:

$$i(\dot{A}, T_R) = 2.8 * (JJA_{temp}^{(1.762-0.002*\dot{A})} + 0.272 * JJA_{rain}) * \dot{A}^{\frac{1}{3}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0.98}} + 2 \quad \text{ekv. ( 3-2)}$$

Observera nu,  $\dot{A}$  = återkomsttid (år)

$JJA_{temp}$  = normal medeltemperatur (30 år) för sommarmånaderna juni, juli och augusti

$JJA_{rain}$  = normal summanederbörd (30 år) för sommarmånaderna juni, juli och augusti

### 3.3 Stresstest av matematiken – ”Dahlström 2016”

Under detta projekts gång har matematiken enl. ekvationen ovan utvecklats i flera steg. Metoden hade problem att beskriva långa varaktigheter och sällsynta regnhändelser. Även om detta projekt handlar om Sverige, har konceptet testats på andra lokaliseringar inom Europa. Prediktorerna enligt ovan behövs.

Vad gäller Europa, bör det tilläggas, att beskrivningen ovan inte gäller Medelhavsländerna, där det högtrycksdominerande vädret under sommaren gör att regnen i området därför i regel är begränsade. En stor del av nederbörden i denna region faller under höst och vinter i samband med att ett relativt varmt Medelhav medför instabilitet och ökar förekomsten av lågtryck.

$$i(\text{Å}, T_R) = A * \left( JJA_{temp}^{(1.9-0.1*\ln(JJA_{rain}))} + 7.8 * \sqrt{JJA_{rain}} \right) * \text{Å}^{\frac{1}{3}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0.95}} \quad \text{ekv. ( 3-3)}$$

där

$i$  = regnintensitet (liter per sekund och hektar)

$\text{Å}$  = återkomsttid (månader)

$JJA_{temp}$  = normal medeltemperatur (30 år) för sommarmånaderna juni, juli och augusti

$JJA_{rain}$  = normal summanederbörd (30 år) för sommarmånaderna juni, juli och augusti

$T_R$  = regnvaraktighet, minuter

$A$  = en nationell faktor, för Sverige =1.2

### 3.4 Ytterligare insatser, internationell harmonisering – ”Dahlström 2017”

Ytterligare insatser har gjorts för att förbättra den tidigare utvecklade formeln. Formeln har omformulerats, vilket innebär att resultat för Europa kunde harmoniseras med resultat för Asien. Återigen: detta projekt handlar om svenska förhållanden, så de delresultaten redovisas inte här.

Normalvärden av nederbörd och av temperatur ingår i den framtagna intensitets-formeln. En studie har gjorts av hur dessa månadsvärden bäst kan väljas.

För Europa med undantag av Medelhavsländerna visade det sig att det fortsatt är generellt tillräckligt att utnyttja sommarmånaderna juni-augusti, där den konvektiva nederbörden i regel är störst.

$$i(\text{Å}, T_R) = A * \left( JJA_{temp}^{(1.9-0.1*\ln(JJA_{rain}))} + 0.54 * JJA_{temp} * \sqrt{JJA_{rain}} \right) * \text{Å}^{\frac{1}{3}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0.9}} \quad \text{ekv. ( 3-4)}$$

Beteckningar som ovan, här är:

$A$  = en nationell faktor, för Sverige, =1.06

### 3.5 Slutlig finslipning – “Dahlström 2018”

En optimering av anpassningen till europeiska data gav slutligen nedanstående samband:

$$i(\text{Å}, T_R) = A * \left( JJA_{temp}^{(1.9-0.1*\ln(JJA_{rain}))} + 0.54 * JJA_{temp} * \sqrt{JJA_{rain}} \right) * \text{Å}^{0.3} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0.9}} \quad \text{ekv. ( 3-5)}$$

Beteckningar som ovan, här är:

$A$  = en nationell faktor, för Sverige, =1.19



## 4 Hemsida -kortfattad handledning

CLIMATE PREDICTORS

RAINFALL INTENSITY

CLIMATE FACTORS

MY RAIN

### 4.1 Allmänt

Med "Klimatprediktorer" (Climate Predictors) menar vi: Sammandrag av utvecklingen fram till år 2100 av temperatur- och nederbördsförhållanden i Sverige enligt 8 olika globala klimatscenario-modeller, samtliga beräknade med SMHI:s regionala modell RCA4. Redovisade värden är biasjusterade mot 30 års normalvärden 1961–1990.

Regnintensiteter (Rainfall Intensity): Några av klimatprediktorerna enligt ovan används för att förutsäga hur statistiken för häftiga regn kommer att förändras i framtiden för enstaka eller för en ensemble av klimatscenarier.

Förändringarna kan dels uttryckas relativt som: Klimatfaktorer (Climate Factors), som anger den faktor nuvarande statistik ska multipliceras med för att man ska komma till den framtida statistiken, och dels i absoluta tal i form av beräkningsregn. Beräkningsregnen (framtid) kan laddas ner i textformat.

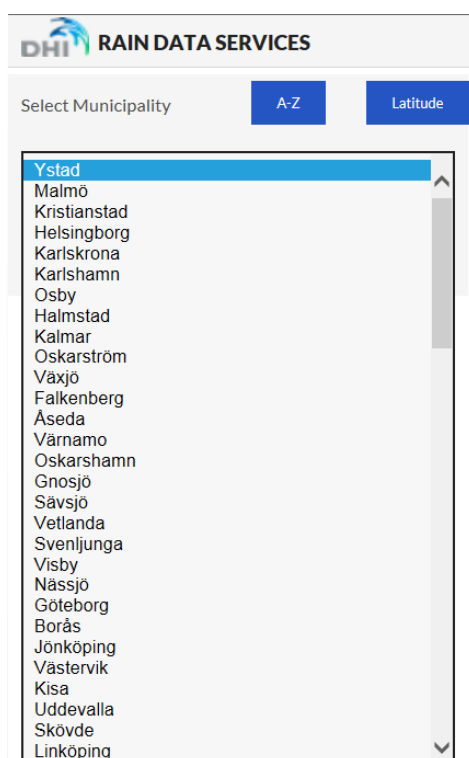
Mitt regn (My Rain): Du kan bedöma återkomsttid för dina regndata (med nuvarande regnstatistik för din ort).

### 4.2 Gridnät över Sverige

Varje flik är kopplad till en geografisk plats inom Sverige. Man ska därför börja med att välja den ort man önskar data för.

För att betona att den geografiska upplösningen är relativt grov (50x50 km) valdes att selektionen av aktuell geografisk placering ska ske från en lista, där den största orten inom 50km-pixeln finns representerad.

I listan finns mer än 100 orter spridda över Sverige. Listan är ursprungligen sorterad från söder till norr, men det går att ändra till alfabetisk sortering. Hittar du inte den ort du söker, leta efter en större ort i närheten.



**Figur 1** Exempel från lista på orter man kan välja (här sorterade från söder till norr).

### 4.3 Inloggning

Följ länken: <http://www.infoatsea.com/SERainData>

AnvändarID är: SWWA

och lösenordet: SEwat3r

### 4.4 Klimatprediktorer

- Välj "prediktor": temperatur eller nederbörd

Select Precipitation(mm)/Temperature(°C)

Precipitation
Temperature

- Välj globalmodell

Select Global Model

CCCma-CanESM2
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5
ICHEC-EC-EARTH
IPSL-IPSL-CM5A-MR
MIROC-MIROC5
MPI-M-MPI-ESM-LR
NCC-NorESM1-M
NOAA-GFDL-GFDL-ESM2M

Här kan man bara välja en globalmodell i taget. Man får flera alternativ i plottad figur genom att på figursidan välja "Add Plot" och göra nya val (hur många som helst). Data kan sedan laddas ner.

- Välj ett av tillgängliga CO<sub>2</sub>-emissionsalternativ (rcp 4.5 resp. rcp 8.5)

Select RCP

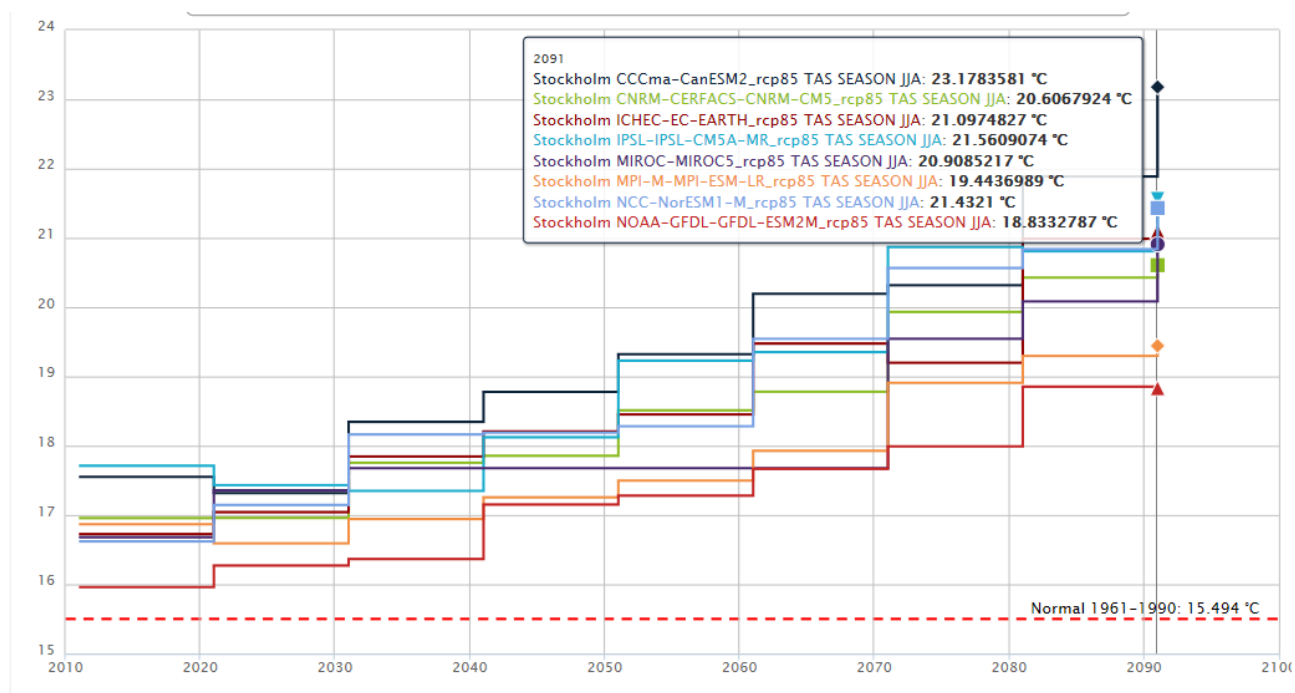
rcp45
rcp85

- Välj tidshorisont

Select Time Horizon

Yearly Mean
Month
Season

- Man kan välja "årsmedelvärde" – då avses årsmedelvärden i 10-årsperioder.
- "Månad" (man får ange vilken månad som avses) – utdata ges som medelvärde för aktuell månad i 10-årsperioder.
- "Säsong" är motsvarande värden för vinter - DJF (december, januari och februari), vår - MAM (mars, april och maj), sommar – JJA (juni, juli och augusti) eller höst – SON (september, oktober och november).



Figur 2 Exempel på sommartemperaturens utveckling i Stockholm enligt 8 scenarier (rcp 8.5). I figurförklaringen visas respektive temperaturvärde den sista dekad (2091 – 2100)

## 4.5 Klimatfaktorer

Klimatfaktorer (Climate Factors) anger som nämnts den faktor som nuvarande statistik ska multipliceras med för att man ska komma till den framtida statistiken.

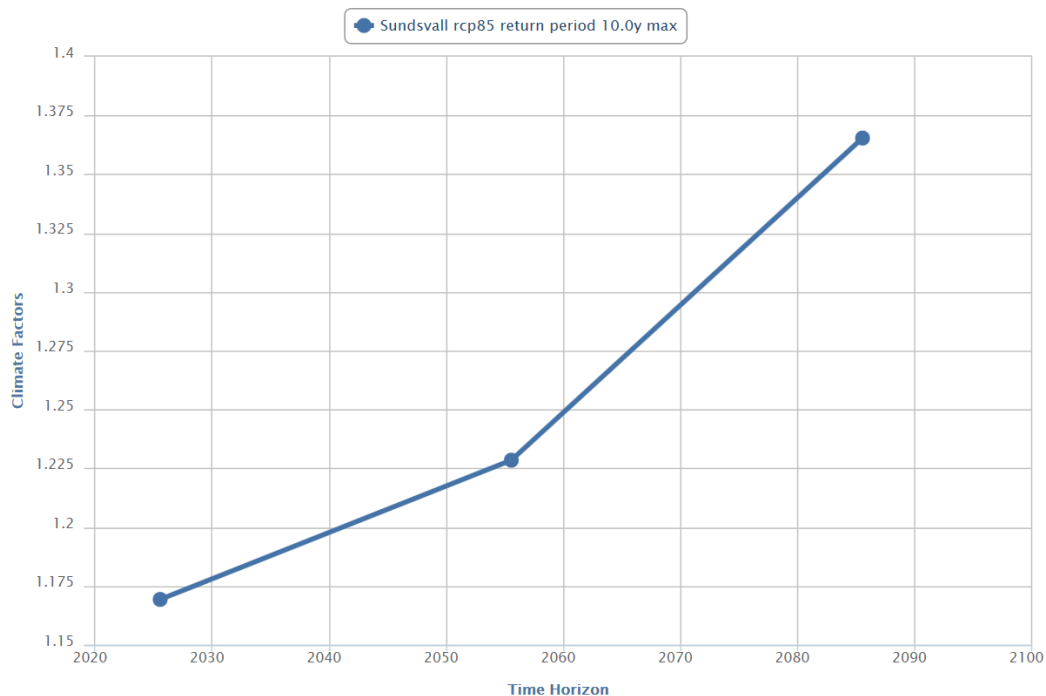
- Välj globalmodell

Samtliga globalmodeller är utvalda som standard-alternativ. Det är inte förbjudet att bara välja en, men då får begreppen i fortsättningen (median, max och min) ingen mening.

Flera val:

- Välj ett av tillgängliga CO<sub>2</sub>-emissionsalternativ (rcp 4.5 resp. rcp 8.5)
- Välj statistik i utfallet bland globalmodellerna (median, max eller min) för tidshorisonterna 2011–2040, 2041–2070 och 2071–2100.

Skattningen av klimatfaktorer påverkas här inte av vald återkomsttid.



Figur 3 Klimatfaktorer för Sundsvall som maximalt utfall bland utvalda scenarier (rcp 8.5). Resultatet redovisas som punkter mitt i respektive 30-årsintervall

## 4.6 Beräkningsregn

- Välj globalmodell

Samtliga globalmodeller är utvalda som default-alternativ. Det är inte förbjudet att bara välja en, men då får begreppen i fortsättningen (median, max och min) ingen mening.

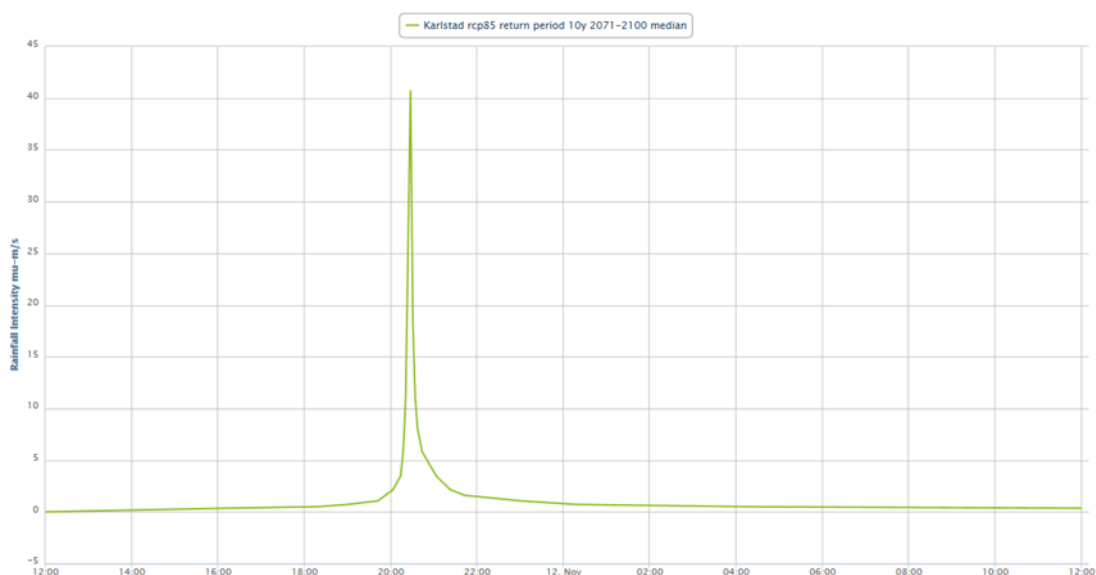
Flera val



- Välj ett av tillgängliga CO<sub>2</sub>-emissionsalternativ (rcp 4.5 resp. rcp 8.5)
- Välj den återkomsttid (år) som önskas. Här finns ingen begränsning. Det är upp till användarens omdöme att kritiskt granska data.
- Välj tidshorisont/30-årsperiod (2011–2040, 2041–2070 eller 2071–2100)
- Välj statistik i utfallet bland globalmodellerna (median, max eller min).

CDS-regnets<sup>2</sup> "skevhet" r kan varieras. Parametern r har ett värde mellan 0 och 1, och anger när, som andel av den totala varaktigheten, den maximala regnintensiteten inträffar. Den totala varaktigheten hos CDS-regn som skapas på hemsidan är alltid 1 dygn. Standardvärde på r är 0.35, om man inte anger annat.

- Tryck på New Plot.  
och CDS-regnet redovisas grafiskt. I förklaringen är dokumenterat vilken ort som avses, aktuellt emissionsscenario (rcp), återkomsttid, 30-årsperiod och "statistik".



Figur 4 Grafisk representation av ett beräkningsregn av CDS-typ

- Tryck på Download Time Series.  
så finns möjlighet att ladda ner en kommaseparerad csv-fil. som kan läsas in till kolumner i Excel via Data/Text till kolumner och komma som separator i avgränsade fält. För att data ska komma på plats måste den som har komma som decimalseparator i sin dator först ersätta alla punkter i datakolumnen med ett komma. Enheten är mikrometer per sekund (alltså regnintensitet) sedan föregående tidsstämpel. Data är inte ekvidistanta. Varaktigheten är 1 dygn med start kl 12 "idag". I rubrikraden är aktuella val dokumenterade (dock inte den ort som avses).

<sup>2</sup> Ett s.k. CDS-regn är konstruerat så, att det är statistiskt korrekt från korta varaktigheter (ex. 5 min) upp till regnets totala varaktighet, ex. 1 dygn. Beräkningsregnets konstruktion finns beskriven i ref. /7/.

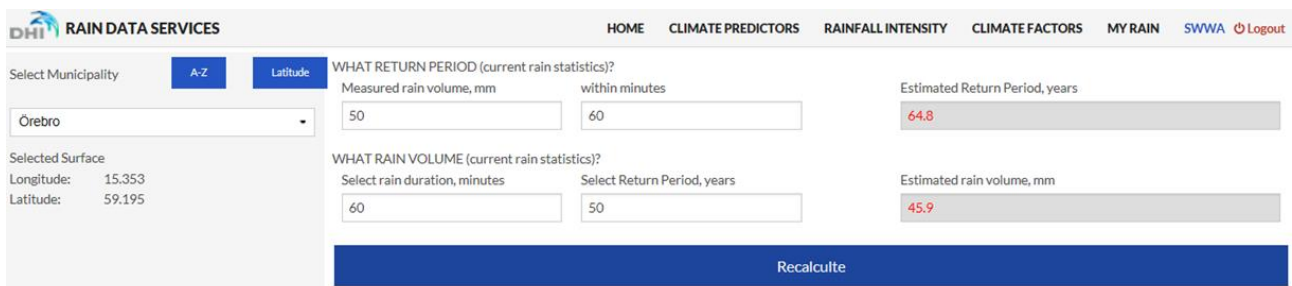
	A	B
		CCma-CanESM2 CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 ICHEC-EC-EARTH IPSL-IPSL-CM5A-MR MIROC-MIROC5 MPI-M-MPI-ESM-LR NCC-NorESM1-M NOAA-GFDL-GFDL-ESM2M _rcp85_10.0_2071-2100_max
1	DateTime	
2	2017-12-13 12:00:00	0.0000
3	2017-12-13 16:12:00	0.1965
4	2017-12-13 18:18:00	0.3699
5	2017-12-13 19:00:00	0.6182
6	2017-12-13 19:42:00	1.0063
7	2017-12-13 19:52:30	1.5982
8	2017-12-13 20:03:00	2.1828
9	2017-12-13 20:13:30	3.5487
10	2017-12-13 20:17:00	5.9181
11	2017-12-13 20:18:45	8.1302
12	2017-12-13 20:20:30	11.0915
13	2017-12-13 20:22:15	17.9988
14	2017-12-13 20:27:15	37.4094
15	2017-12-13 20:30:30	17.9988
16	2017-12-13 20:33:45	11.0915
17	2017-12-13 20:37:00	8.1302
18	2017-12-13 20:43:30	5.9181
19	2017-12-13 21:03:00	3.5487
20	2017-12-13 21:22:30	2.1828

Figur 5 Del av nedladdad tidsserie för att skapa ett beräkningsregn av CDS-typ.

Från kolumnerna i Excel-arket kan sedan ett beräkningsregn skapas (i Mike Urban, en s.k. dfs0-fil) antingen från Excel-filen, eller från en tab-separerad textfil som skapats från den. Kom i det senare fallet ihåg att formateringen av tidsstämpeln måste innehålla sekunder (ÅÅÅÅ-MM-DD tt:mm:ss).

## 4.7 Utvärdering av egna regndata

Under fliken "My Rain" finns möjlighet att utvärdera enstaka regnhändelser. Man måste ange vilken ort som utvärderingen avser. Utvärderingen sker med "klimatprediktorer", som motsvarar normalvärden för orten 1961–1990 och skattad statistik är alltså tänkt att representera "nuvarande" regnstatistik. Man kan antingen mata in en uppmätt volym under en viss tid och få bedömd återkomsttid, eller fråga sig vilken regnvolyms som är förväntad under en viss tid med en bestämd återkomsttid (eller både/och). Beräkningen exekveras när man trycker på "Recalculate" (felstavningen på hemsidan enligt exempelbilden nedan ska rättas).



Figur 6 Formulär för utvärdering av egna, enstaka regndata.

## 4.8 Förbehåll

Resultaten som kan hämtas från hemsidan är en följd av de ansatser och metodik som beskrivits tidigare i rapporten. Regnvolym och återkomsttider representerar en skattning av dessa storheter enligt beskriven metodik, och är inte giltiga/bindande i någon "juridisk" mening. Det är upp till användaren att bedöma trovärdigheten och hur användbara dessa är.

Jämförelser med andra källor för regnstatistik, framtagna med annan metodik, kan visa på avvikelser. Speciellt brukar detta gälla för extremt sällsynta händelser, med återkomsttider avsevärt större än 10 år, ex. 50–100 år.



## 5 Fortsatt drift av hemsidan

DHI har förbundit sig att ta ansvar för förvaltningen och driftskedet under "lång tid". Åtagandet gäller i ett första skede 3 år från SVU-projektets avslut med möjlig förlängning 1+1 år, varefter en fortsättning utvärderas beroende på upplevd relevans och intresse från användare.

Den inloggning som getts i avsnitt 4.3 kommer att gälla en tid framåt och medför alltså att alla som läser detta kan logga in och fritt botanisera på hemsidan.

Inom ett år efter projektavslut kommer vi att förändra inloggningen. Tillgången till hemsidan kommer fortfarande att vara fri, men vi vill då knyta den till en anmälan av vilka användare som nyttjar den. Förhoppningsvis kan detta vara början på uppstart av en användar-/intressegrupp som kan stötta den fortsatta utvecklingen.

Denna förändring innebär också att hemsidan kommer att lyftas över till en ny web-miljö under DHI Sveriges kontroll (prototypen som hänvisas till i texten har utvecklats av DHI Singapore), och vissa mindre kosmetiska justeringar kommer att göras, uppenbara fel korrigeras och den för vissa användare kanske störande blandningen på hemsidan mellan svenska och engelska korrigeras till enbart svenska. Till övriga justeringar hör också att den sista finslipningen av matematiken enligt avsnitt 3 kommer att införas. Detta har inte hunnits med i prototypsidan när detta skrivs.



## 6 Referenser

- /1/ Alexandersson H., Karlström C., Larsson-McCann S. (1991): Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961–90. Referensnormaler. SMHI Meteorologi, Nr 81.
- /2/ Alexandersson H., Eggertsson Karlström C. (2001): Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961–90. Referensnormaler – utgåva 2. SMHI Meteorologi, Nr 99.
- /3/ Dahlström B. (2010): Regnintensitet – en molnfysiologisk betraktelse. Svenskt Vatten Utveckling, rapport 2010–05.
- /4/ Hernebring C., Dahlström B., Kjellström E. (2012): Regnintensitet i Europa med fokus på Sverige – ett klimatförändringsperspektiv. Svenskt Vatten Utveckling, rapport 2012–16.
- /5/ Kjellström, E., Barring, L., Nikulin, G., Nilsson, C., Persson, G., Strandberg, G. (2016): Production and use of regional climate model projections – a Swedish perspective on building climate services. Climate Services, 2-3, 15-29.
- /6/ Olsson J., Berg P., Eronn A., Simonsson L., Södling J., Wern L., Yang W. (2017): Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarioer. SMHI Klimatologi nr 47.
- /7/ Svenskt Vatten (2011): Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem. Publikation P 104.
- /8/ Svenskt Vatten (2016): Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P 110.
- /9/ Yang, W., Andreásson, J., Graham, LP., Olsson, J., Rosberg, J., Wetterhall, F. (2010). Distribution-based scaling to improve usability of regional climate model projections for hydrological climate change impacts studies. Hydrology Research, 41.3–4, 211-228.
- /10/ SMHIs hemsida: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/vagledning-klimatscenarier/vad-ar-rcp-1.80271>