

## **PM. Prognosticerade klimataffekter i Sverige för perioden 2071-2100 på dagvattenflöden**

- för dimensionering av transportsystem (kortare regnvaraktighet) och fördröjningsvolymen i utjämningsanläggningar (längre regnvaraktighet). StormTac, v. 2012-09

Detta PM, liksom använda klimatfaktorer i StormTac-modellen, kommer att uppdateras kontinuerligt efter synpunkter och för att vara i linje med de senaste rönen avseende klimatprognoser från SMHI.

### **Bakgrund – historiska data**

Årlig medelnederbörd har ökat med ca 20-25% de senaste 100 åren och med ca 7% de senaste 15 åren enligt data från Dahlström (2006). Dygnsnederbörden har dock inte uppvisat någon ökad trend under perioden 1919-2007 (Bengtsson, 2008). Hernebring (2006) såg inte heller någon ökad trend i regnintensiteter den senaste 25-30-årsperioden. Enligt Dahlström (2010) finns ingen signifikant regional skillnad i regnintensiteter över landet, om man ser på den senaste tidens data.

### **Inledning – senaste rönen om prognosticerade klimataffekter**

Här sammanställs prognosticerade klimataffekter för perioden 2071-2100, vilket i storleksordning är så länge som transport-, utjämnings- och reningsanläggningar förväntas hålla till. Först jämförs med prognoser för Danmark, som förutom att vara vårt grannland även bedöms ligga långt framme i detta avseende.

IDA (2008) i Danmark fann att klimatfaktorn (den faktor som regnintensiteten bedöms ökas med) i Danmark ökar med ökande återkomsttid (N) på regnen, enligt 1,2 (2-årsregn), 1,3 (10-årsregn) och 1,4 (100-årsregn). Bakgrunden var Miljöstyrelsen (2008) som rekommenderade att multiplicera intensiteterna vid 5-10-årsregn med en faktor på 1,2-1,5 enligt klimatscenario A2.

Enligt rekommendationer av Svenskt vatten (2011) bedöms korttidsnederbörden öka med faktorn 1,05-1,3 i Sverige och årsnederbördsvolymen öka med faktorn 1,1-1,2. Detta också enligt klimatscenario A2 samt SMHIs rekommendationer. Svenskt Vattens bedömning (P104) ger olika faktorer för olika regioner, vilket motstrider den senaste tidens data då ingen regional skillnad påvisats. Rekommendationen innehåller ingen skillnad för olika återkomsttider eller varaktigheter ( $t_r$ ) på regnen, men detta beror mer på att dessa ansetts vara svårare att teoretiskt kvantifiera. Det nämns samtidigt att dessa faktorer påverkar, i likhet med vad som påvisats i Danmark och av SMHI i Sverige.

Enligt Jonas Olsson på SMHI (2009) förväntas intensiteten vid korta varaktigheter (upp till ca 30 minuter) öka med 10-20% för 10-årsregnet. Dessa varaktigheter är särskilt relevanta för dimensionering av dagvattenledning, betongkanaler och diken m.m. Regn med längre varaktighet bedöms öka i mindre grad, alltså normalt relevanta vid dimensionering av utjämningsvolym. Klimatfaktorn bedöms alltså stiga med fallande varaktighet. Enligt Jonas ökar också klimatfaktorn med ökad återkomsttid. Bägge dessa prognosticerade klimatförändringar för Sverige överensstämmer alltså med de danska förhållandena.

Det finns alltså samband mellan klimatfaktorn och regnets återkomsttid (N) och varaktighet ( $t_r$ ). I dagsläget har svenskt Vatten i P104 rekommenderat en tabell med regional skillnad för klimatfaktorer men anger att det är viktigt att följa de senaste rönen och uppdatera faktorerna och de samband de beror på vid behov.

## Bedömning och hypoteser

Bedömningen är att det redan nu finns ett behov av att se över Svenskt Vattens rekommendationer i P104. Den regionala skillnaden har ju nyligen tagits bort för det samband som nu enligt samma publikation används för uppskattade regnintensiteter. Detta då uppdaterad data visar att det inte längre finns signifikans bakom några regionala skillnader. Detta bedöms behöva utredas vidare. Tills vidare bedöms dock regional påverkan vara mer osäker än övriga två parametrar som påverkar klimatfaktorn. Bedömningen är vidare att det i Sverige finns ett behov av att ta fram klimatfaktorer som beaktar dimensionerande återkomsttid och varaktighet.

Hypotes 1 är att vi för att prognosticera klimateffekternas påverkan på dimensionerande flöden och utjämningsvolymen behöver beräkna klimatfaktorer utifrån de återkomsttider och varaktigheter som blir dimensionerande från fall till fall.

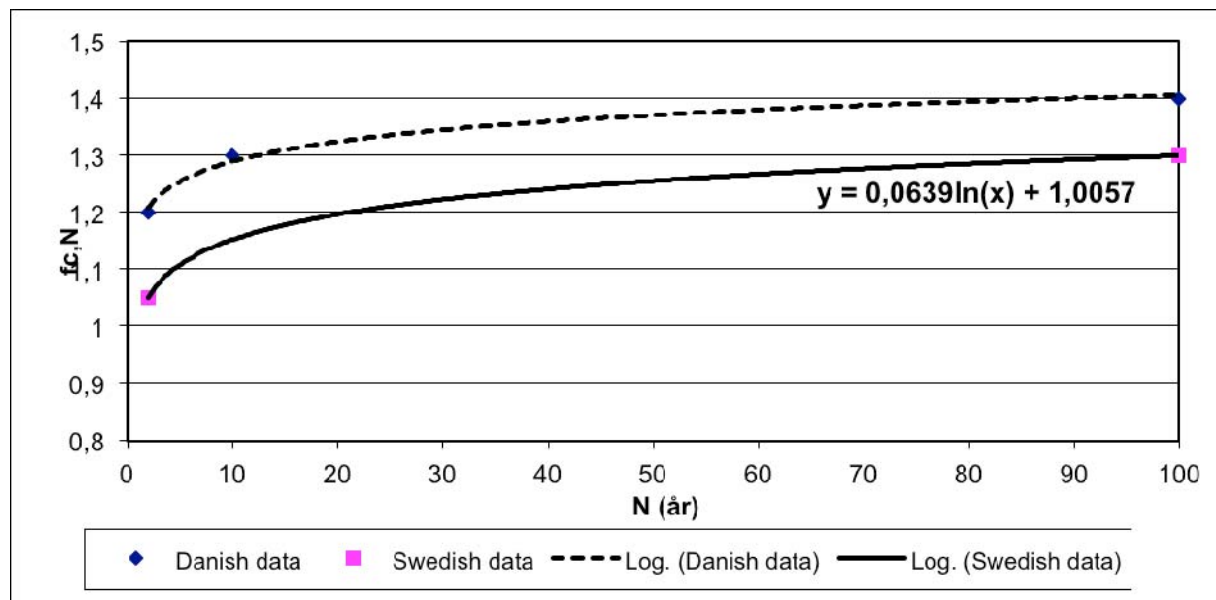
Hypotes 2 är att klimatfaktorn ökar med ökad återkomsttid och att konsekvenserna och kostnaderna för översvämning styr vald återkomsttid.

Hypotes 3 är att klimatfaktorn minskar med ökad varaktighet.

## Resultat – prognosticerade klimatfaktorer beroende på återkomsttider och varaktigheter

### Återkomsttid

Utifrån tidigare angivna danska samband mellan klimatfaktor ( $f_c$ ) och återkomsttid (N), nämligen  $f_c=1,2$  för N=2 år,  $f_c=1,3$  för N=10 år och  $f_c=1,4$  för N=100 år samt utifrån de allmänna svenska rekommendationerna där  $f_c=1,05-1,3$  (P104) har följande samband tagits fram, se Figur 1. Den svenska kurvan är en parallellförskjutning nedåt av den danska kurvan så att minvärdet vid N=1 är 1,05 (antagande) och maxvärdet vid N=100 är 1,3.



Figur 1. Sambandet mellan danska och svenska data mellan klimatfaktor ( $f_{c,N}$ ) och återkomsttid (N), där trendlinjens ekvation redovisas för svenska data.

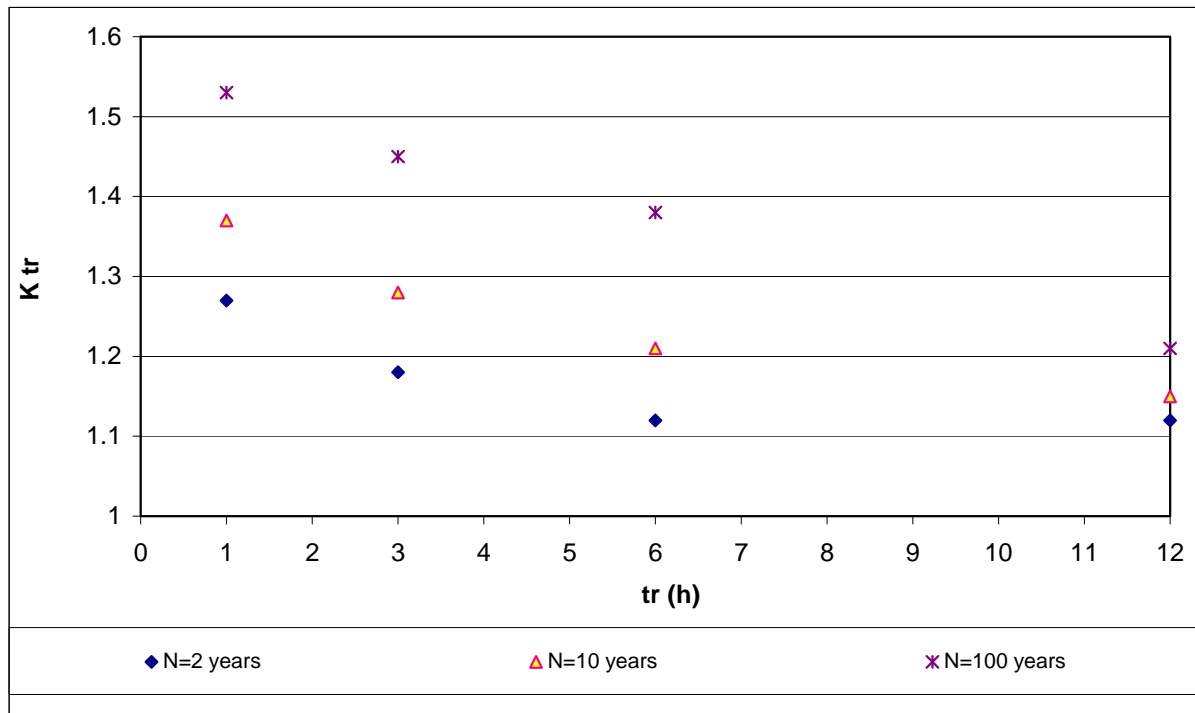
Vi får följande ekvation (1) för klimatfaktorns beroende av återkomsttid, gällande för svenska förhållanden (utan regionala skillnader) och för  $t_r < 1$  h:

$$f_{c,N} = 0,0639 * \ln(N) + 1,0057 \quad (1)$$

N Återkomsttid (år)  
 $f_{c,N}$  Klimatfaktor som beror av N

### Varaktighet

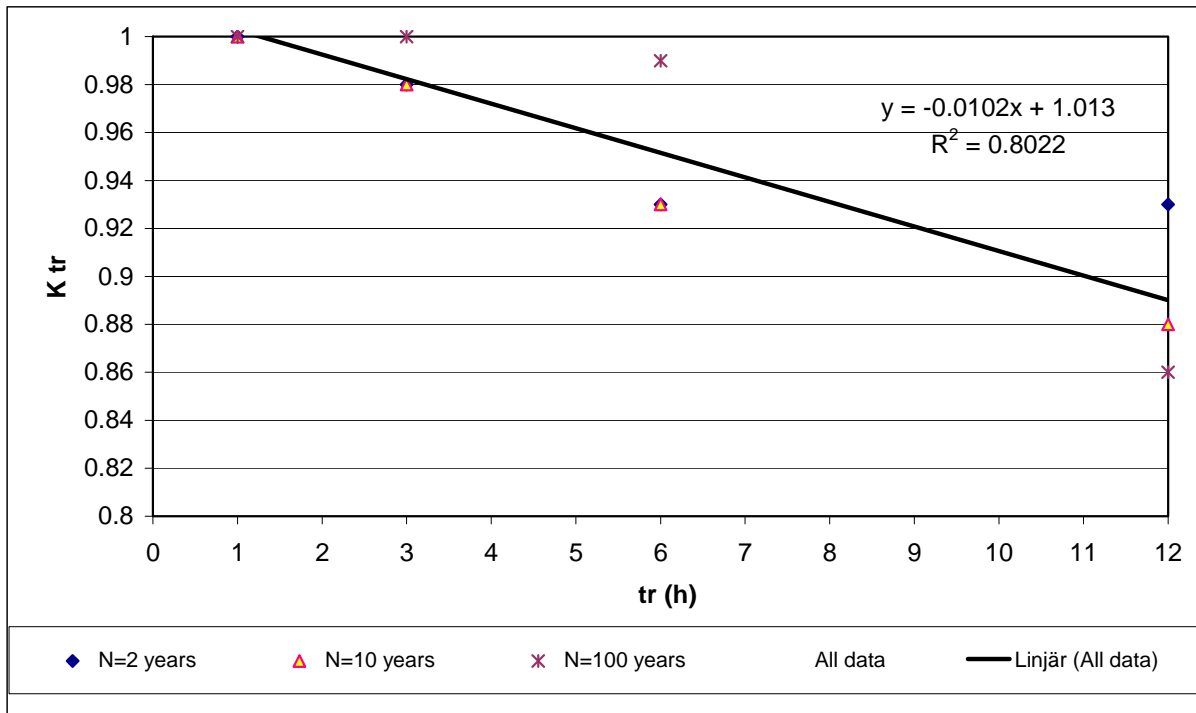
I en dansk undersökning (Arnbjerg-Nielsen) har klimatfaktorn som en funktion av varaktigheten undersökts för olika klimatscenarier och återkomsttider, se Figur 2.



Figur 2. Sambandet för danska data mellan klimatfaktor ( $f_{c,tr}$ ) och varaktighet ( $t_r$ )

Utifrån dessa danska data har andelar ( $K_{tr}$ ) av klimatfaktorn ( $f_{c,tr}$ ) vid olika varaktigheter (1-12 h) beräknats, där antagits att andelen 1,0 använts för kortare varaktigheter än 1 timme, i enlighet med vad dessa data visar. Det senare innebär att ingen reduktion av faktorn görs för varaktigheter upp till 1 timme. Över varaktigheten 1 timme reduceras alltså klimatfaktorn, se Figur 3. En trendlinje skapades för data i scenario A (Arnbjerg-Nielsen) och det antas att dennas funktion ger varaktighetens påverkan på klimatfaktorn. Diagrammet visar hur ökad varaktighet reducerar klimatfaktorn.

Att andelen av klimatfaktorn använts avseende varaktighet, istället för att direkt använda klimatfaktorn, är för att förenkla beräkningen av den sammanvägda totala klimatfaktorn som beror både av återkomsttid och varaktighet samt som antas gälla för svenska data, se Ekv. (4).



Figur 3. Sambandet för danska data mellan andel av klimatfaktor ( $K_{tr}$ ) och varaktighet ( $t_r$ ), där trendlinjens ekvation redovisas.

Vi erhåller följande ekvation (2):

$$K_{tr} = -0,0102 \cdot t_r + 1,013 \quad (2)$$

- $t_r$  Regnets varaktighet (h)
- $K_{tr}$  Andel av klimatfaktorn ( $f_{c,tr}$ )
- $f_{c,tr}$  Klimatfaktor som beror av  $t_r$

## Återkomsttid och varaktighet

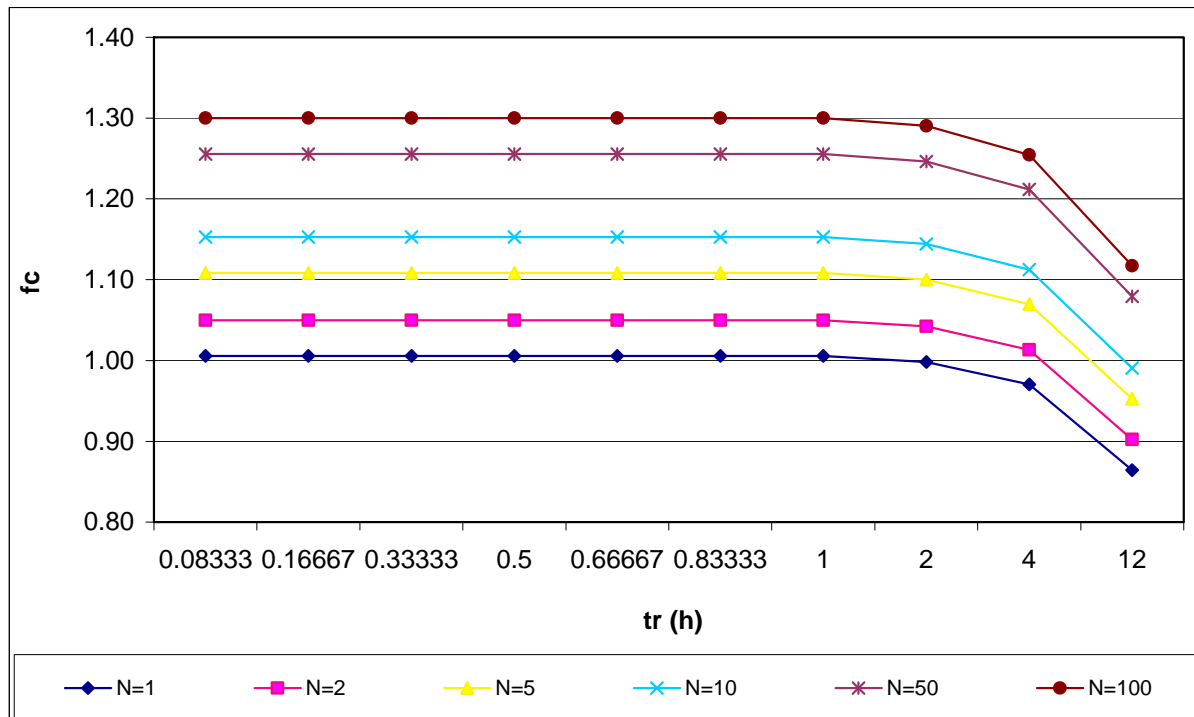
Vi erhåller följande samband mellan klimatfaktorn, återkomsttid och varaktighet:

$$f_c = f_{c_N} = 0,0639 * \ln(N) + 1,0057 \text{ för } t_r \leq 1 \text{ h} \quad (3)$$

$$f_c = K_{tr} * f_{c_N} = (-0,0102 * t_r + 1,013) * (0,0639 * \ln(N) + 1,0057) \text{ för } t_r > 1 \text{ h} \quad (4)$$

$$f_c \geq 1,0 \quad (5)$$

Detta kan även presenteras grafiskt, se Figur 4.



Figur 4. Den sammanvägda klimatfaktorn ( $f_c$ ) och dess beroende av både återkomsttid  $N$  (år) och varaktighet  $t_r$  (h)

För 10-årsregnet (som är vanligt dimensionerande) och från en liten yta med en rinnvidd på 10 minuter blir t.ex. klimatfaktorn 1,15 för dimensionerande flöden vid dimensionering av ledningar och diken. För ett utjämningsmagasin med dimensionerande varaktighet på 5 h (exempel, den varaktighet som ger max volym vid relativt kraftigt strykt utlopp) blir klimatfaktorn för 10-årsregnet istället ca 1,10. I normalfallen vid ledningsdimensionering och vid dimensionerande varaktigheter på mindre än ett par timmar så blir påverkan av återkomsttiden mer betydande än påverkan av varaktigheten. Det är viktigt att bedöma vilken återkomsttid man skall dimensionera efter.

## Implementering i StormTac

Sambanden (Ekvation 3 och 4) har inarbetats i StormTac från och med version 2012-09. I modellen kan även valfria klimatfaktorer användas, t.ex. de som rekommenderas av svenskt vatten (P104). Modellen använder de nederbördsdata som rekommenderas i denna publikation, nämligen från Dahlström (2010), Sambanden behöver granskas och ses över löpande i enlighet med aktuella rön från SMHI och Svenskt Vattens kommande rekommendationer.