

Vattenkraftens nya förutsättningar

Richard Scharff, Chalmers & Vattenfall

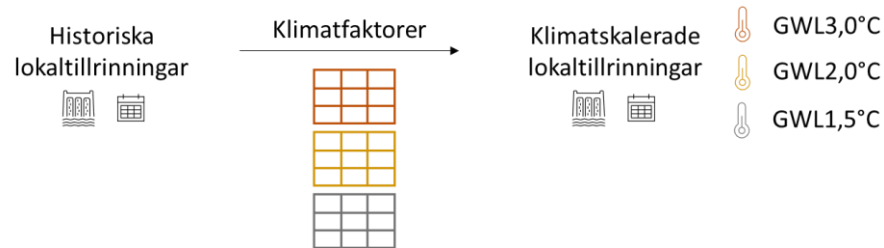
KLIVA – Klimatförändringarnas inverkan på vattenkraften



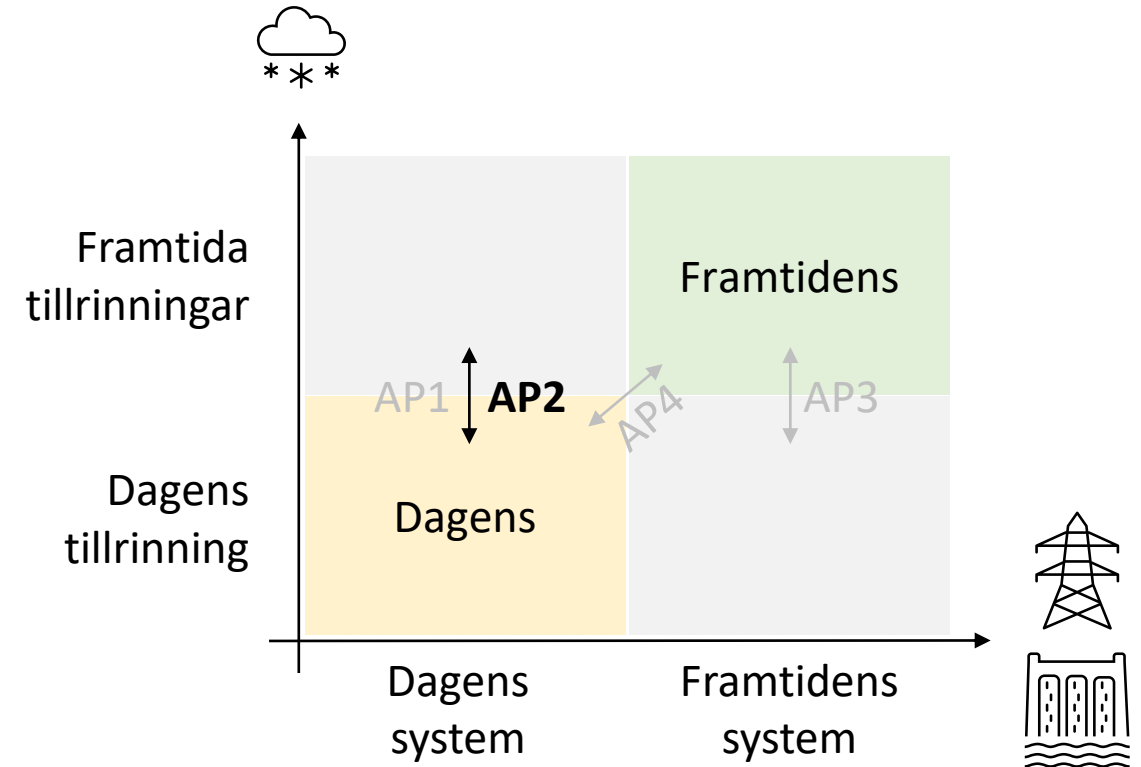
CHALMERS

Ansats

- Simulering dagens tillrinningar kontra framtida tillrinningar
- Klimatfaktorer från AP1



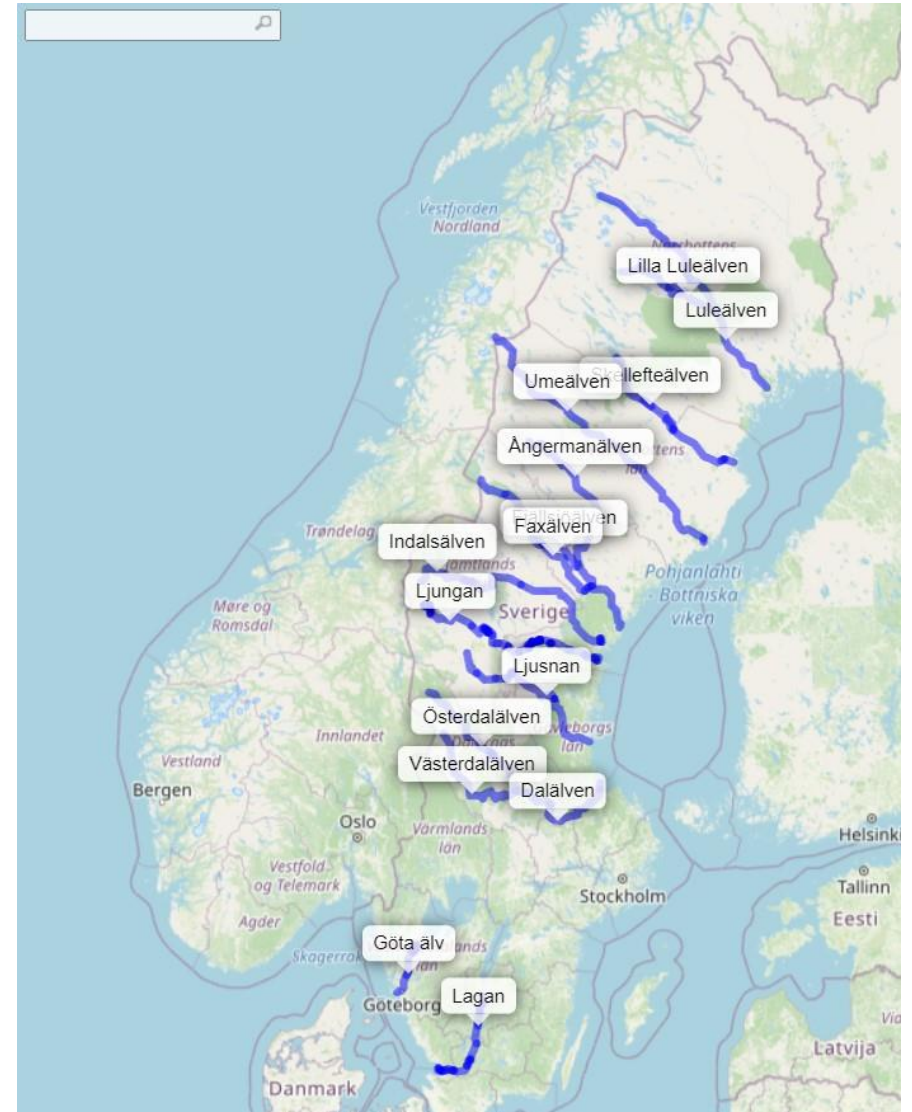
- Mål 1: Hur förändras produktionsförmågan? } \approx TWh/år
- Mål 2: Hur förändras balanseringsförmågan? } \approx Flexibilitet



Undersökta älvssystem

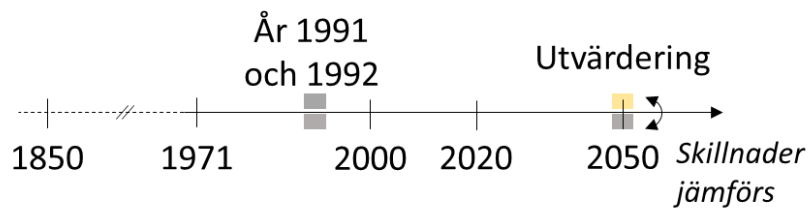
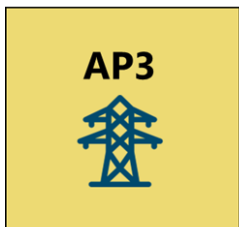
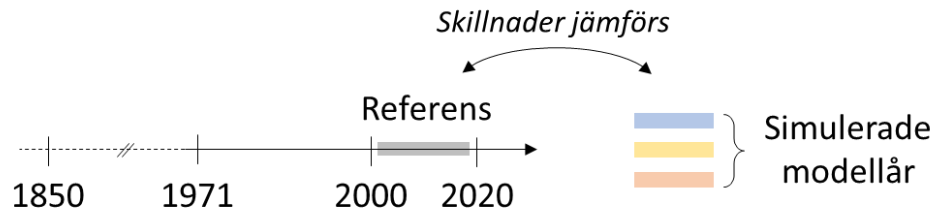
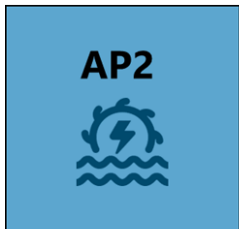
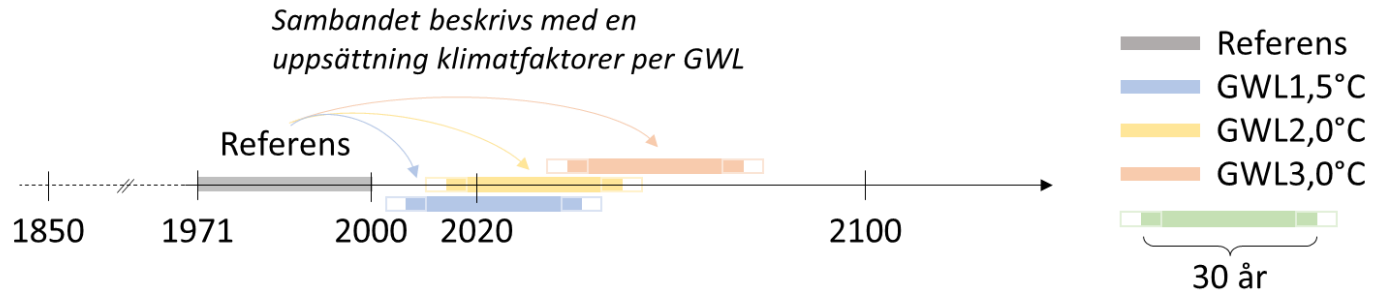
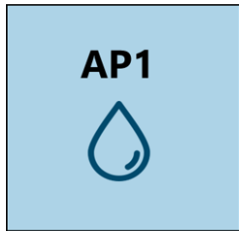
- 10 älvar i Sverige
- 90 % av den installerade vattenkrafteffekten
- 90 % av den producerade vattenkraftelen

Vattenkraftverk	KLIVA	Sverige
Antal	≈ 200	≈ 2000
Installerad effekt (slutet av 2020)	14 805 MW	16 335 MW
Elproduktion (2020)	65 TWh	71 TWh

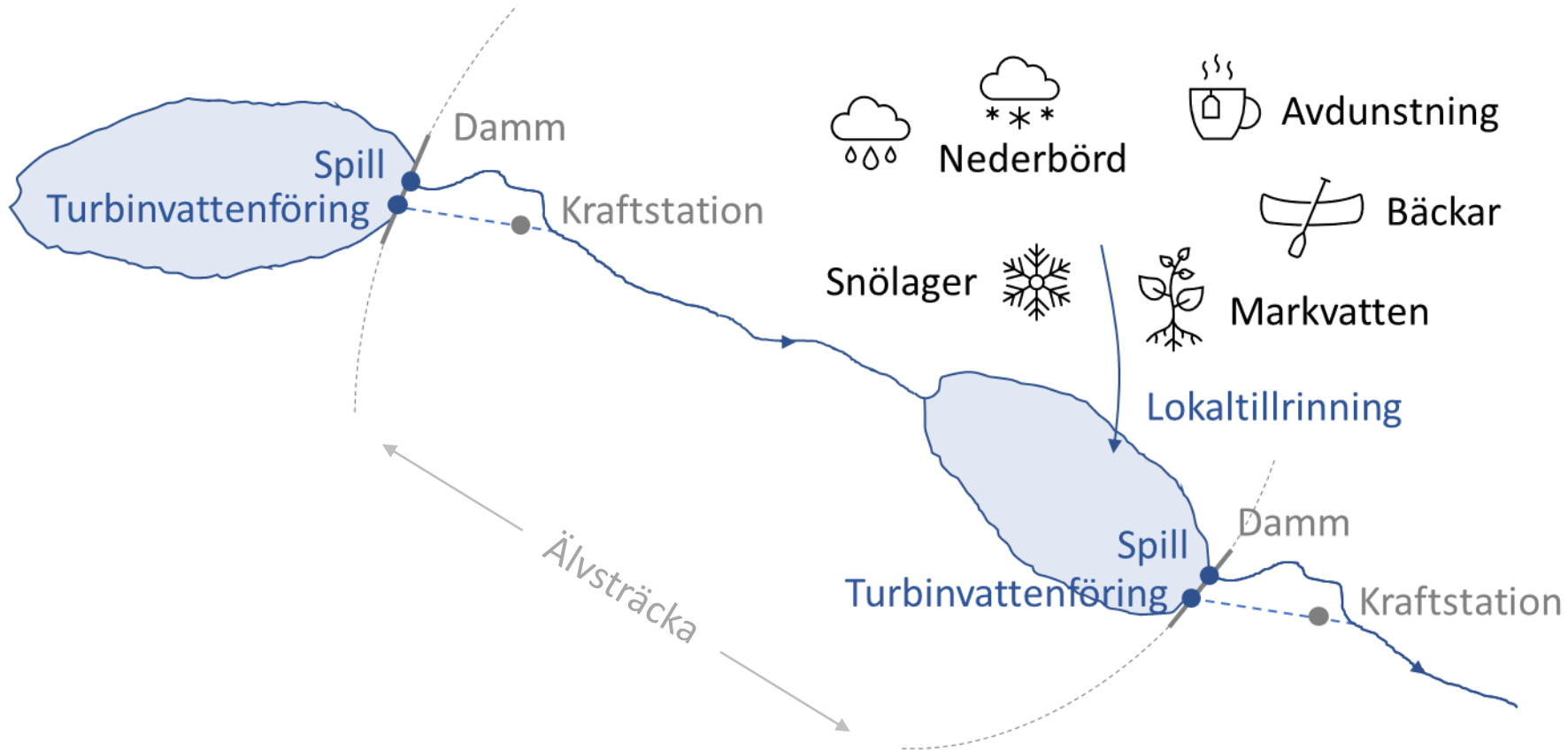


Karta: OpenStreetMap.
Statistik: Energiföretagen
(https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/statistik/energiaret/2020/energiaret-2020_tabeller.pdf).

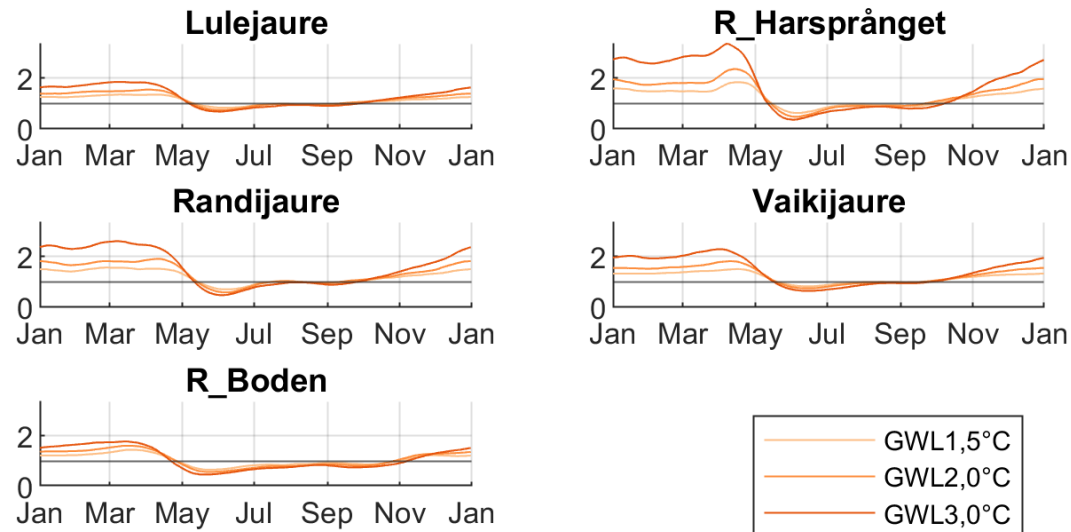
Kopplingar till andra arbetspaket



Lokaltillrinning



Klimatfaktorer → Förändrade lokaltillrinningar



- **Tidserie** med 365 värden per magasin
- Beskriver statistiska skillnader mellan referensperioden och ett varmare klimat
- Skiljer sig mellan magasin
- **> 1** dygnstillrinning **ökar**
= **1** dygnstillrinning **konstant**
< **1** dygnstillrinning **minskar**

HydroProdPlan

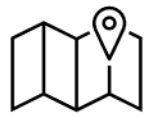
VATTENFALL 



- Optimeringsverktyg för produktionsplanering
- Modell för forskningsarbeten
- Här: Timmupplösning



VATTENKRAFT-
MODELL

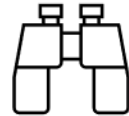


Geografisk
täckning

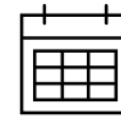
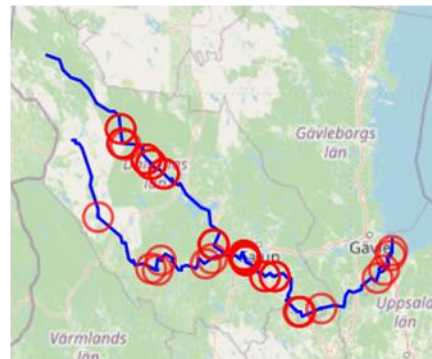
10 älvar i Sverige
En älv i taget



Tillrinning
HBV



Upplösning



Tidsperiod

Modellår 2001–2019

Simuleringar:

- Historiska tillrinningar
- Tillrinningar GWL1,5°C
- Tillrinningar GWL2,0°C
- Tillrinningar GWL3,0°C

Produktionsförmåga

Tabell 6. Förändring i total tillrinning summerat per älv för de olika uppvärmningsnivåerna. Uttryckt i % för $(Q_{\text{GW}} - Q_{\text{ref}})/Q_{\text{ref}} * 100$ och beräknat på ensemblemedianen.

Vattendrag	GWL1,0°C	GWL2,0°C	GWL3,0°C
Luleälven	+6,7	+8,9	+13,9
Skellefteälven	+2,8	+6,8	+9,4
Umeälven	+5,6	+7,8	+11,2
Ångermanälven	+4,7	+6,8	+9,4
Indalsälven	+4,5	+6,5	+8,1
Ljungan	+5,3	+7,3	+7,2
Ljusnan	+6,2	+8,5	+7,8
Dalälven	+4,7	+6,9	+5,1
Lagan	+0,5	+0,8	-1,9

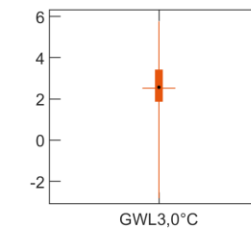
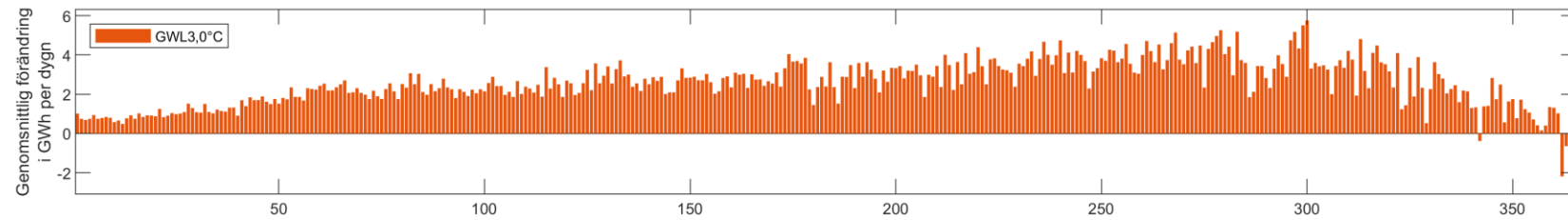
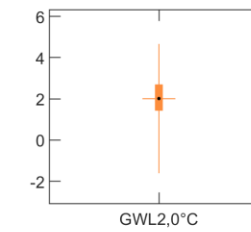
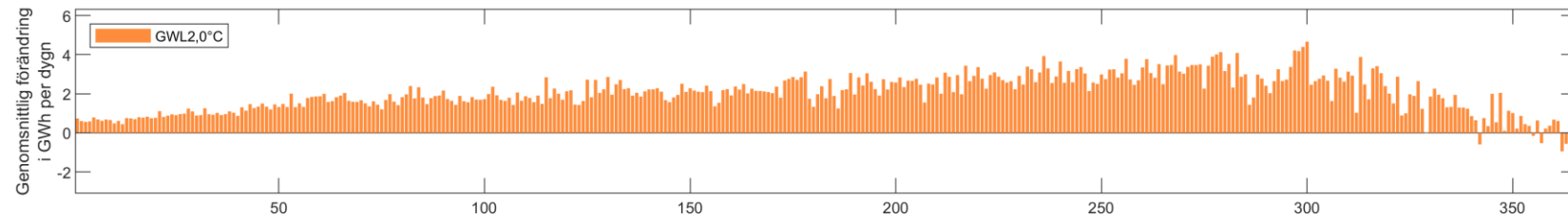
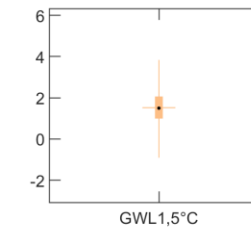
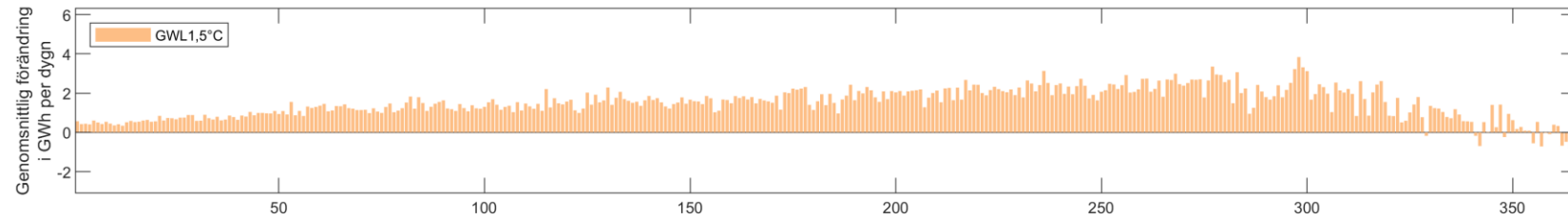
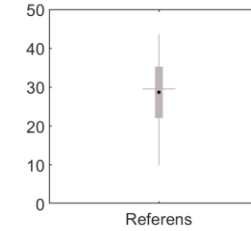
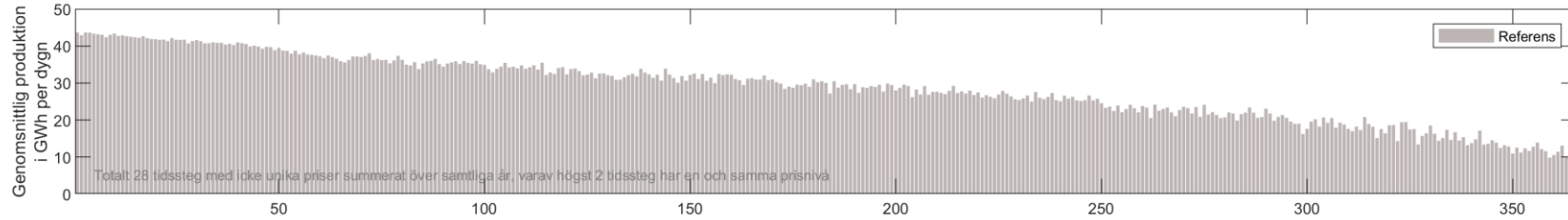
Älvsystem	Referens	GWL1,5°C	GWL2,0°C	GWL3,0°C
Luleälven	16 123 GWh/år	+6 %	+7 %	+11 %
Skellefteälven	5 100 GWh/år	+7 %	+9 %	+12 %
Umeälven	8 740 GWh/år	+3 %	+3 %	+5 %
Ångermanälven	12 492 GWh/år	±0 %	±0 %	-1 %
Indalsälven	10 480 GWh/år	+5 %	+7 %	+9 %
Ljungan	2 495 GWh/år	+5 %	+7 %	+6 %
Ljusnan	4 794 GWh/år	+6 %	+8 %	+7 %
Dalälven	5 402 GWh/år	+5 %	+7 %	+5 %
Lagan	688 GWh/år	±0 %	±0 %	-4 %
Totalt	100 % 66 314 GWh/år	+4 % (+2 773 GWh/år)	+6 % (+3 666 GWh/år)	+7 % (+4 456 GWh/år)

Spill

Älvsystem	Referens	GWL1,5°C	GWL2,0°C	GWL3,0°C
Luleälven	35 GWh/år	+14 %	+20 %	+34 %
Skellefteälven	64 GWh/år	±0 %	+3 %	+9 %
Umeälven	177 GWh/år	-18 %	-21 %	-24 %
Ångermanälven	165 GWh/år	-10 %	-12 %	-13 %
Indalsälven	72 GWh/år	-21 %	-25 %	-26 %
Ljungan	109 GWh/år	-2 %	-3 %	-5 %
Ljusnan	370 GWh/år	-9 %	-12 %	-23 %
Dalälven	215 GWh/år	+2 %	+8 %	+10 %
Lagan	40 GWh/år	+3 %	+10 %	+8 %

Balanseringsförmåga

Flerårs prissorterad produktion Indalsälven (24 h)



Dygn

Slutsatser

- Produktionsförmågan ↗ ökar totalt med 2,8-4,4 TWh/år
- Balanseringsförmågan → påverkas *inte* negativt
- Värdefaktorer ↘ minskar lite

Vattenkraften
kan tillvarata
den förändrade
tillrinningen

Avvikande trender:

- Ångermanälven (konstant produktion)
- Lagan (minskad produktion)



Tack!

richard.scharff@vattenfall.com