

# Klimat- och Sårbarhetsutredningen

(M2005:03)

**Utredare:** Bengt Holgersson

***Sekretariat:***

**Huvudsekreterare:** Tom Hedlund

**Sekreterare:** Christina Frost

Per Rosenqvist

Sofia Ahlroth

Slutbetänkande 1 oktober 2007

Delbetänkande 1 november 2006

<http://www.sou.gov.se/klimatsarbarhet/>

# Direktiv - översikt

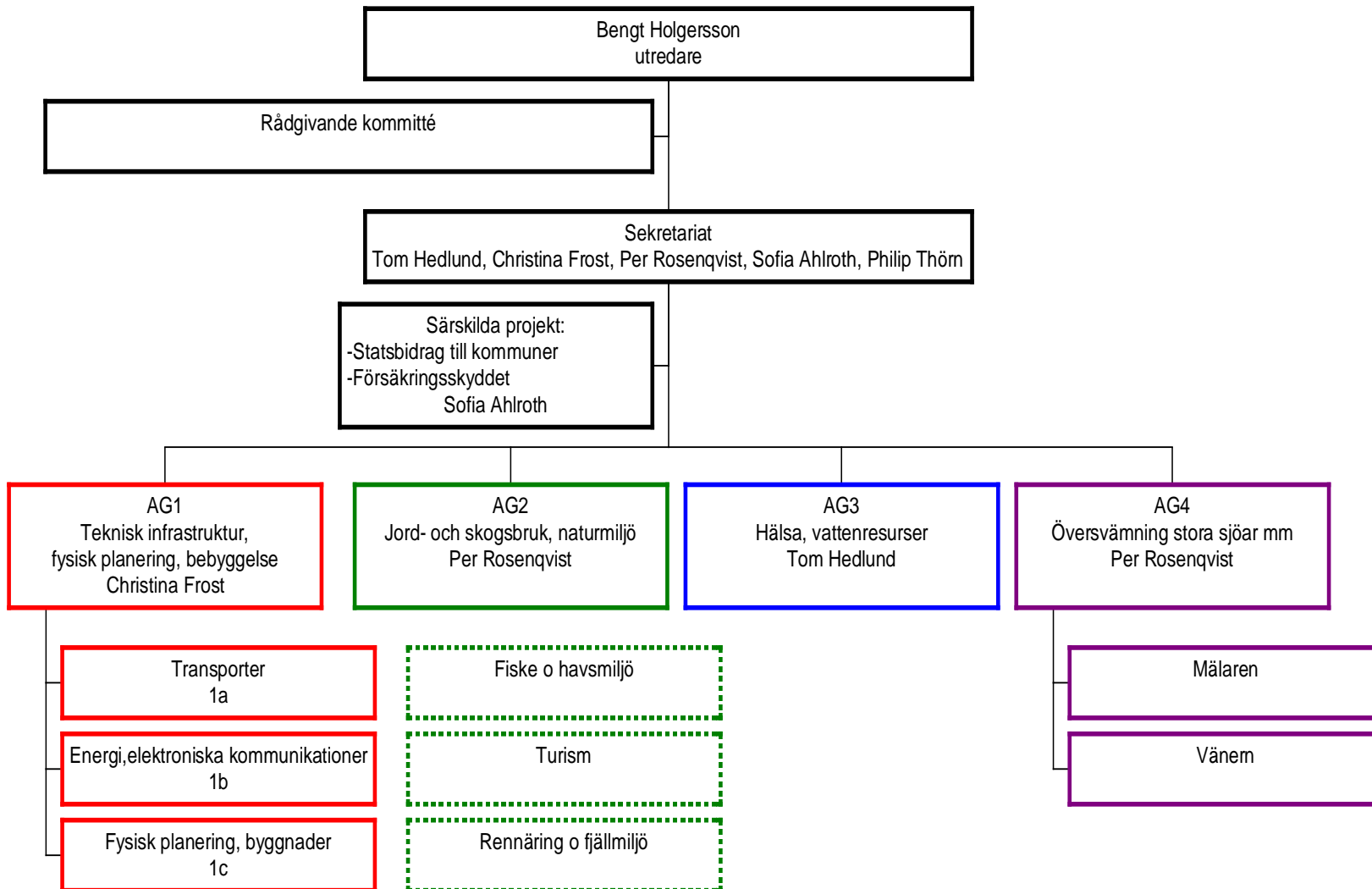
Kartlägga samhällets sårbarhet för extrema väderhändelser och successiva klimat-förändringar – kort, medellång, lång sikt

- uppskatta kostnader för skador
  - föreslå åtgärder som minskar sårbarheten
  - redovisa behov av ändrade uppgifter och myndigheter
- samt kostnader för dessa förbättrad beredskap vid

# Uppdraget – särskilda uppgifter

- nyckelaktörer, ansvarsfördelning
- försäkringsskyddet
- bidrag till förebyggande åtgärder
- kunskaps- och forskningsbehov
- översvämnings-, ras- och skredkarteringar

# Klimat- och sårbarhetsutredningen



**Succesiv klimatförändring  
extrema väderhändelser**

Regionala  
klimatscenarier



**Ändrad nederbörd, temperatur  
vindförhållanden**



Sårbarheter



<b>elnät</b>	<b>naturmiljön</b>	<b>hälsa</b>
<b>vägar</b>	<b>jordbruk</b>	<b>vattenförsörjning</b>
<b>järnvägar</b>	<b>skogsbruk</b>	<b>avloppshantering</b>
<b>telekom.</b>	<b>turism</b>	
<b>dammar</b>	<b>rennäring</b>	
<b>hamnar</b>	<b>fiske</b>	
<b>bebyggelse</b>		

# Metodik

- systembeskrivning med dagens sårbarheter
- konsekvenser av klimatförändringen inkl kostnader
- åtgärder för att minska sårbarheten och kostnader för dessa

# Livslängd/omställningstid

	idag	2020-talet	2050-talet	2080-talet
transporter	vägar järnvägar	vägar järnvägar	vägar järnvägar	? järnvägar?
energi, tele	tele elsystem vattenkraftv	tele? elsystem vattenkraftv	elsystem? vattenkraftv	vattenkraftv
bebyggelse	byggnader VA-nät	byggnader VA-nät	byggnader VA-nät	byggnader
industri	processind	processind	processind	?
jord- och skogsbruk	jordbruk skogsbruk	jordbruk skogsbruk	skogsbruk	skogsbruk
socio-ekonomi	ekon utv demografi	ekon utv demografi	? demografi	? demografi?

# Klimatfaktorer

*framtagna i dialog mellan  
sekretariatet, SMHI, sektorsansvariga*

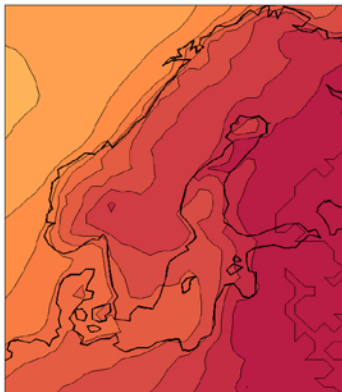
medeltemp	extremtempera-turer	blötsnö	tjäldjup
tropiska nätter	torrdagar	snötäcke	isutbredning
frostdagar	medelnederbörd	Östersjöns temperatur	byvind
graddagar värme/kylbehov	extremnederbörd	havsnivåer	avrinning
nollgenomgångar	veckonederbörd	salthalt	förändrade 100-års flöden
tempsumma vegetationsperiod	längsta våta/torra period	grundvatten- temperatur	luftfuktighet



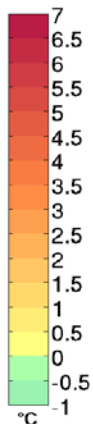
# Medeltemperatur 2071-2100 jämfört med 1961-1990, ECHAM4 A2

vinter

DIFF\_T2m\_mean\_A2\_ECHAM4\_RCAO\_2071\_2100\_DJF

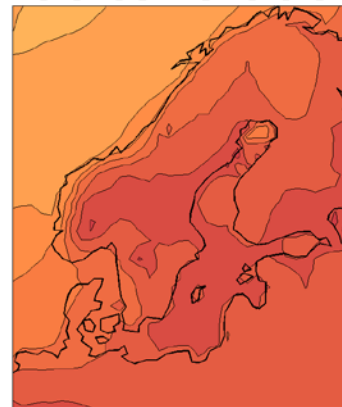


20061029

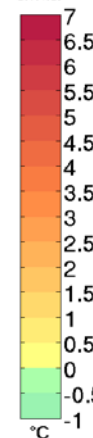


vår

DIFF\_T2m\_mean\_A2\_ECHAM4\_RCAO\_2071\_2100\_MAM

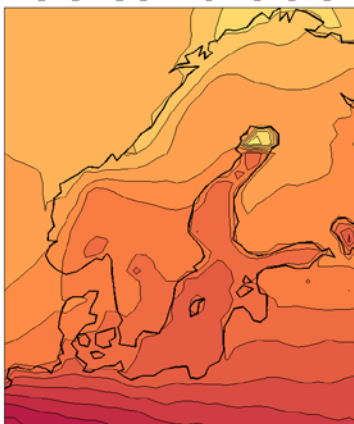


20061029

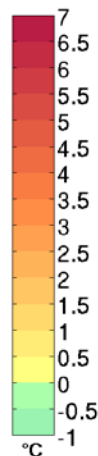


sommar

DIFF\_T2m\_mean\_A2\_ECHAM4\_RCAO\_2071\_2100\_JJA

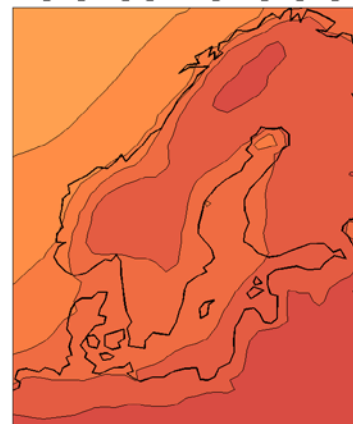


20061029

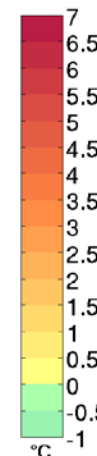


höst

DIFF\_T2m\_mean\_A2\_ECHAM4\_RCAO\_2071\_2100\_SON



20061029

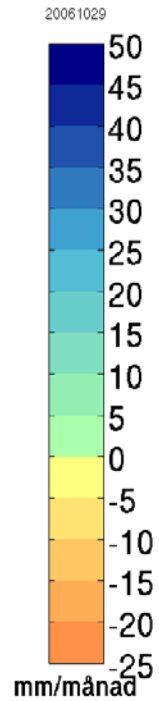
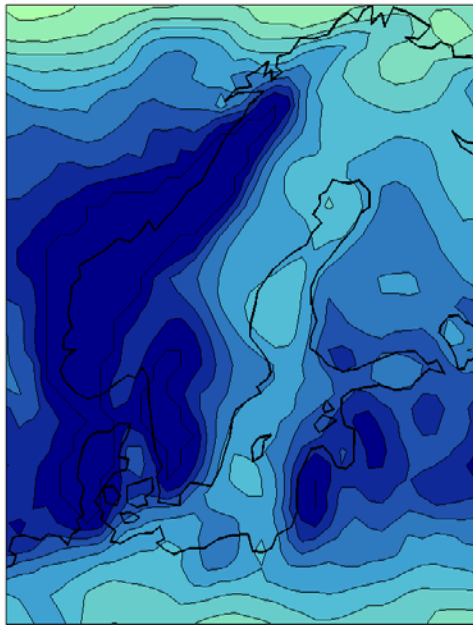


# Månadsnederbörd 2071-2100 jämfört med 1961-1990

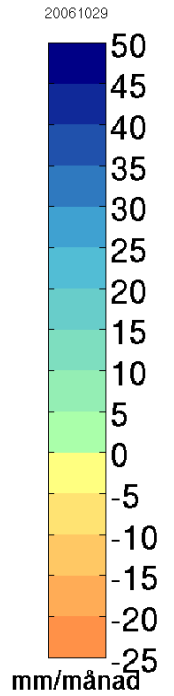
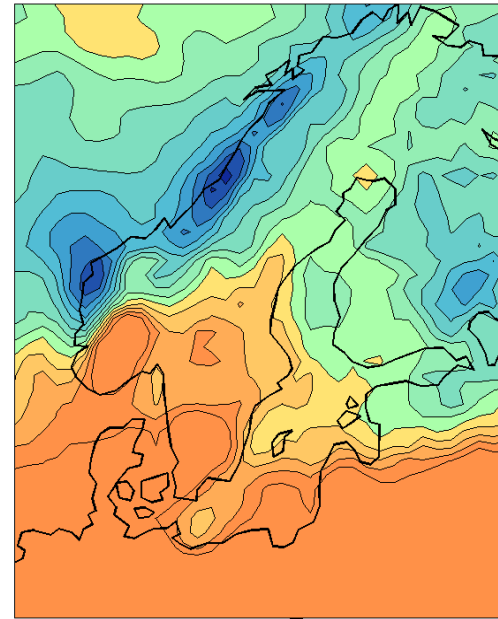
januari

juli

DIFF\_Precip\_sum\_A2\_ECHAM4\_RCAO\_2071\_2100\_jan

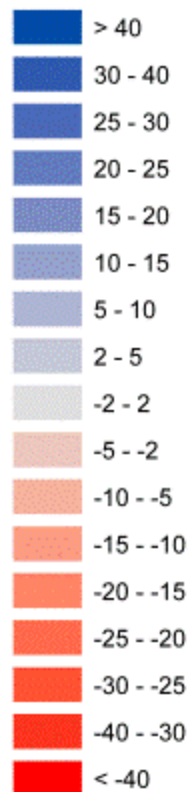


DIFF\_Precip\_sum\_A2\_ECHAM4\_RCAO\_2071\_2100\_jul

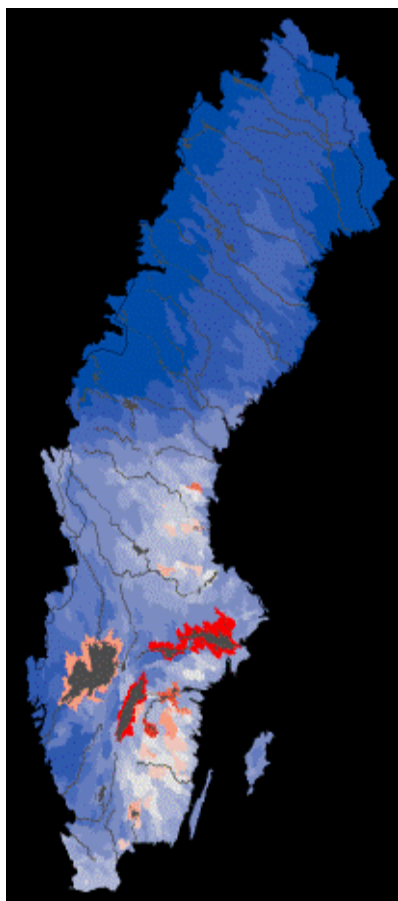


# Flödesförändringar 2071-2100 jämfört med 1961-1990 (HBV-modellen)

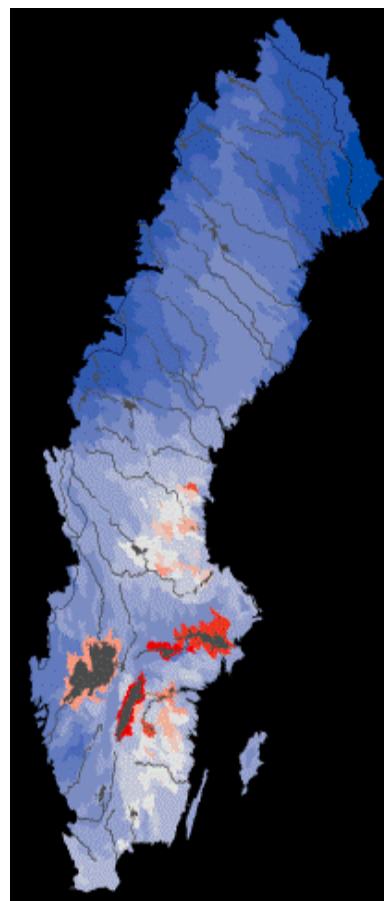
Runoff  
change (%)



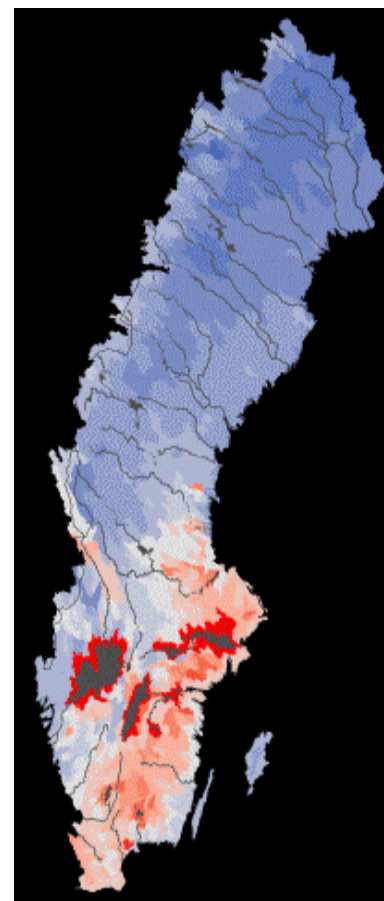
E A2



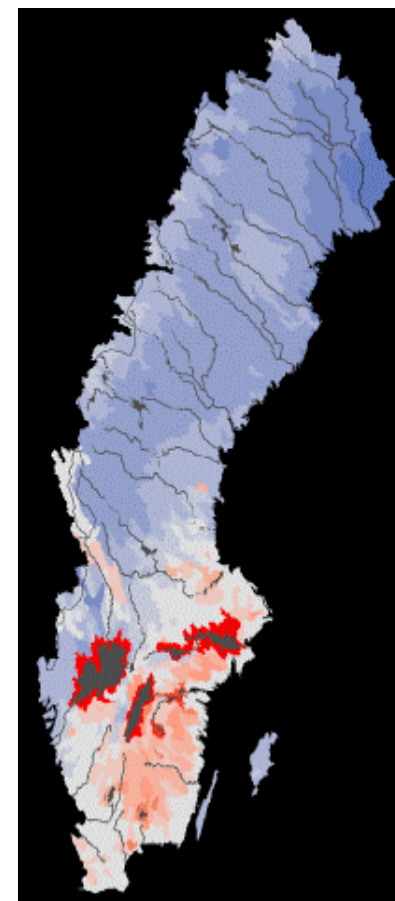
E B2



H A2



H B2



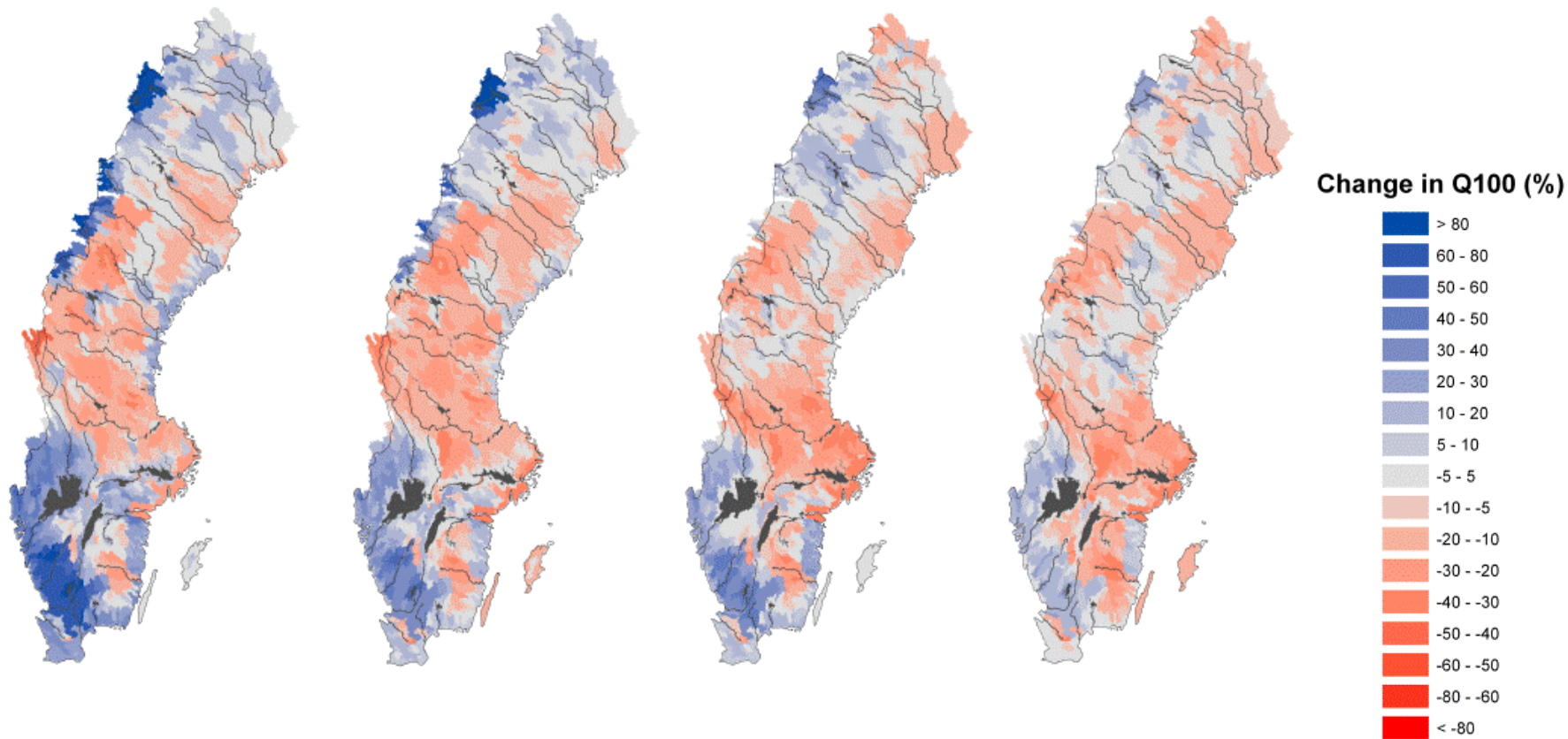
# Förändring i 100-årsflöde 2071-2100 jämfört med 1961-1990

EA2

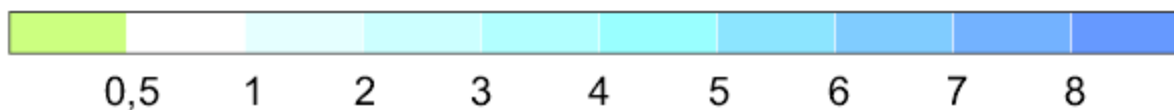
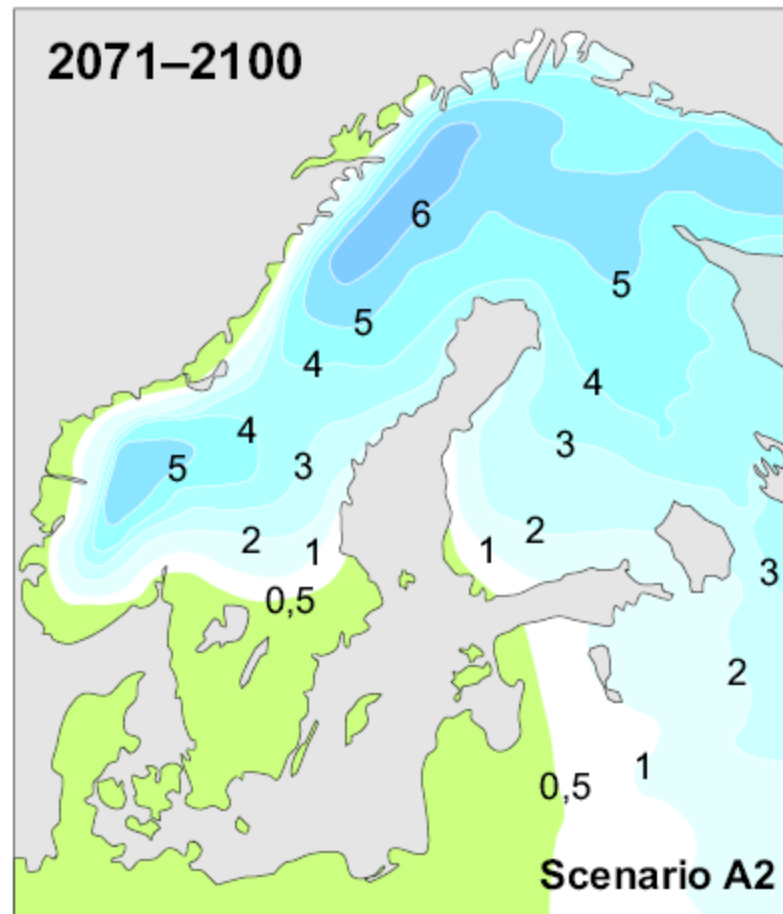
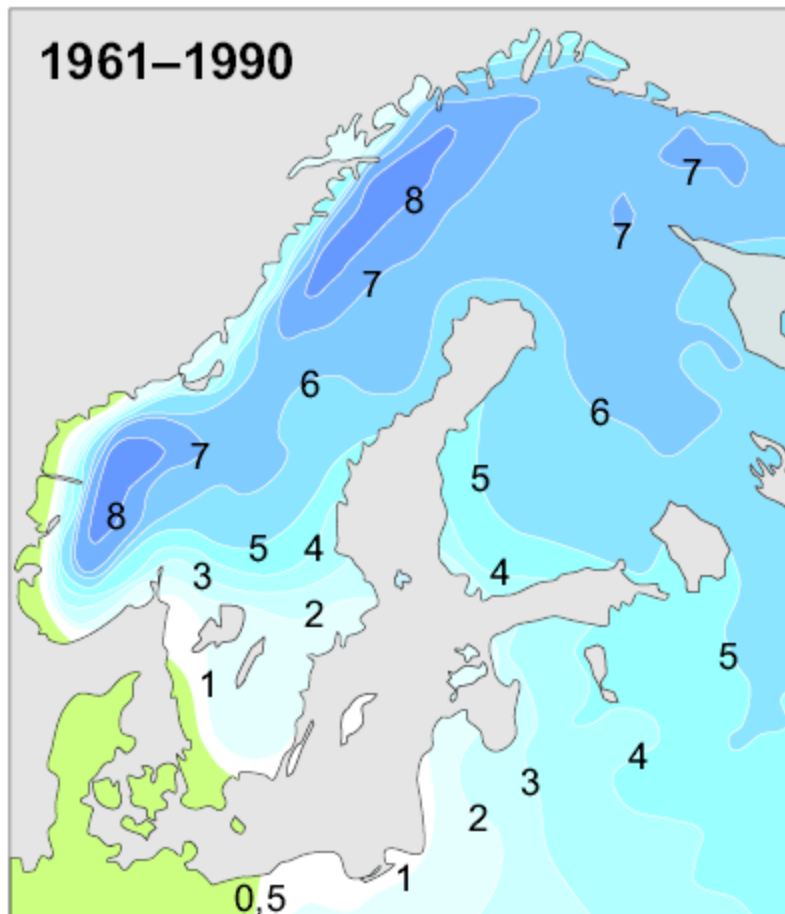
EB2

HA2

HB2



# Snöperiodens längd i Norden



Antal månader  
med snötäcke > 5 cm

Från SWECLIM och *En varmare värld* (Monitor 18).

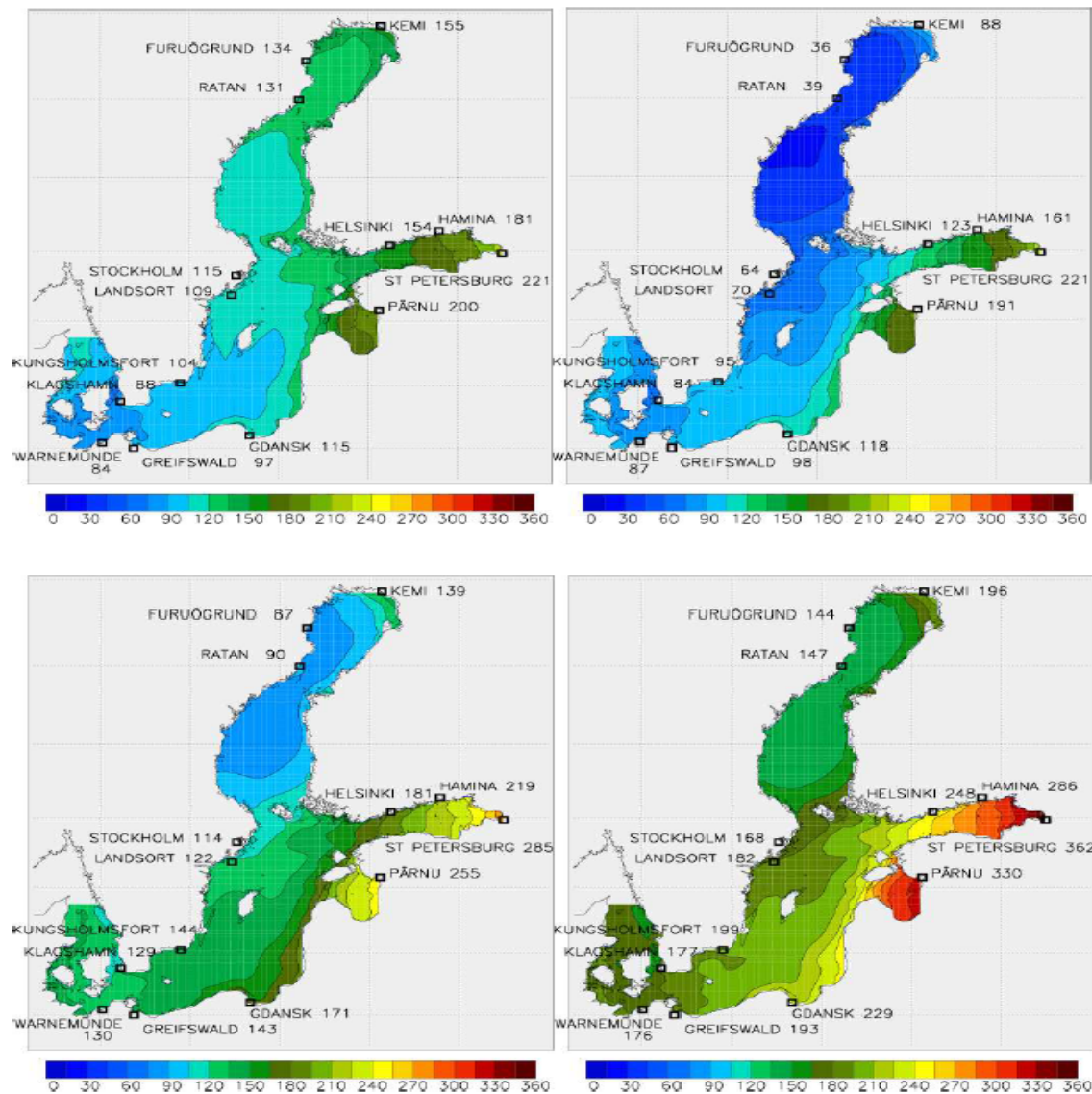
# Svenska kalfjäll i dag ...



... och efter  
3-4 graders  
uppvärmning

Från *En varmare värld* (Monitor 18).





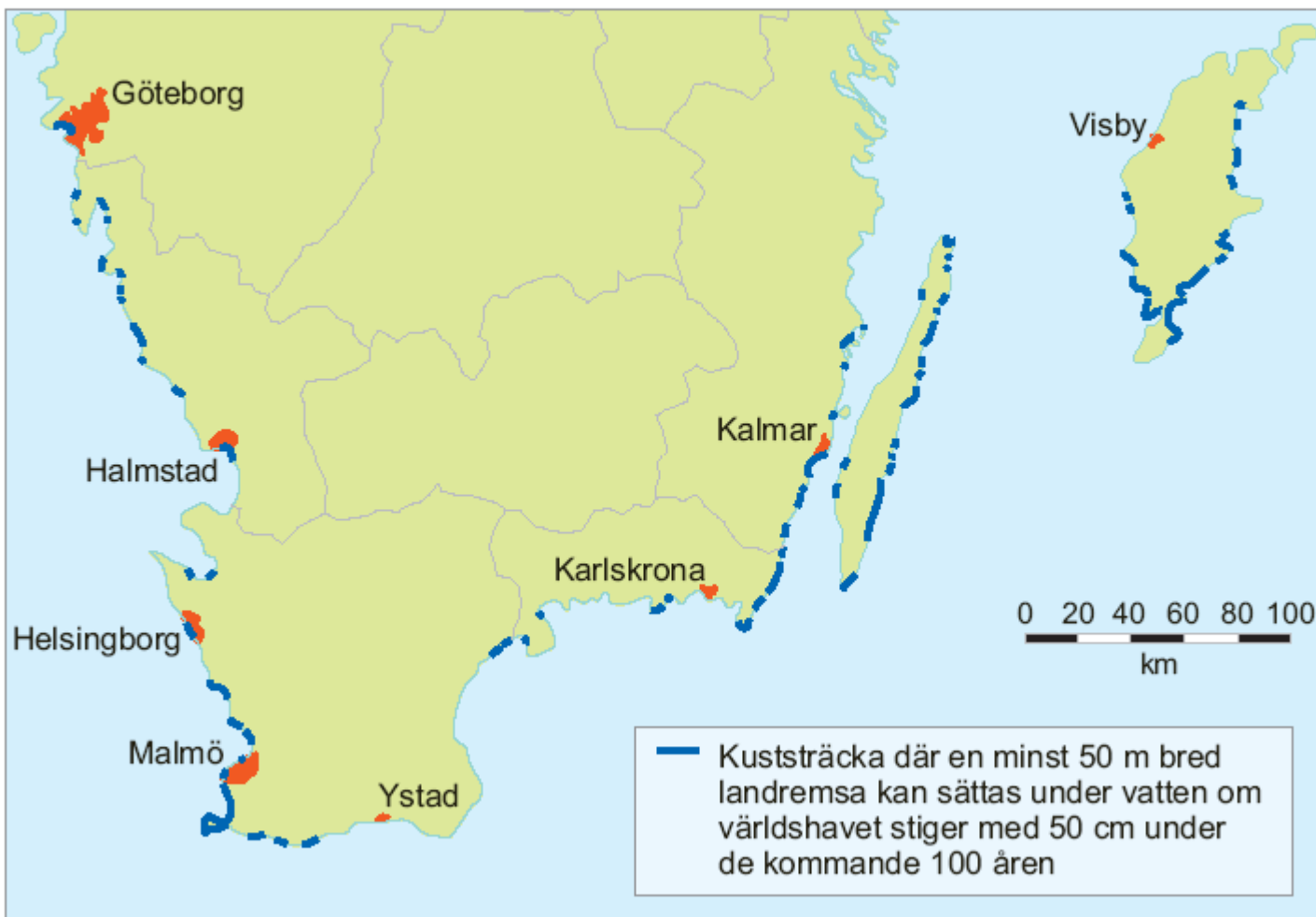
**Figure 3.** Simulated 100-year surges (in cm) in present climate (upper left panel) and in three selected regional scenarios relative to the mean sea level 1903-1998: 'low case' scenario assuming a global average sea level rise of 9 cm (upper right panel), 'ensemble average' scenario assuming a global average sea level rise of 48 cm (lower left panel), and 'high case' scenario assuming a global average sea level rise of 88 cm (lower right panel). Land uplift is considered. The figure is taken from Meier (2006, Fig.23) with kind permission of Springer Science and Business Media.

## 100-årsnivå, cm över medelnivå

	idag	2070-2100 lågscenario	2070-2100 högscenario
Furuögrund (Bottenviken)	134	36	144
Stockholm	115	64	168
Klagshamn (Malmö)	88	84	177



# Översvämningshotade kuststräckor i Sydsverige



Från *En varmare värld* (Monitor 18).

# Händelser sedan 2000 – över-svämningar, ras/skred, storm

- Värmland och V. Götaland                      höst 2000/01
- Sundsvall och Timrå                                      höst 2001
- Orust                                                                                      sommar 2002
- Småland och Värmland                                      sommar 2004
- Stormen Gudrun                                                                                      vinter 2005
- Stormen Per                                                                                      vinter 2007

## Riskområde för översvämningar i Kristianstad

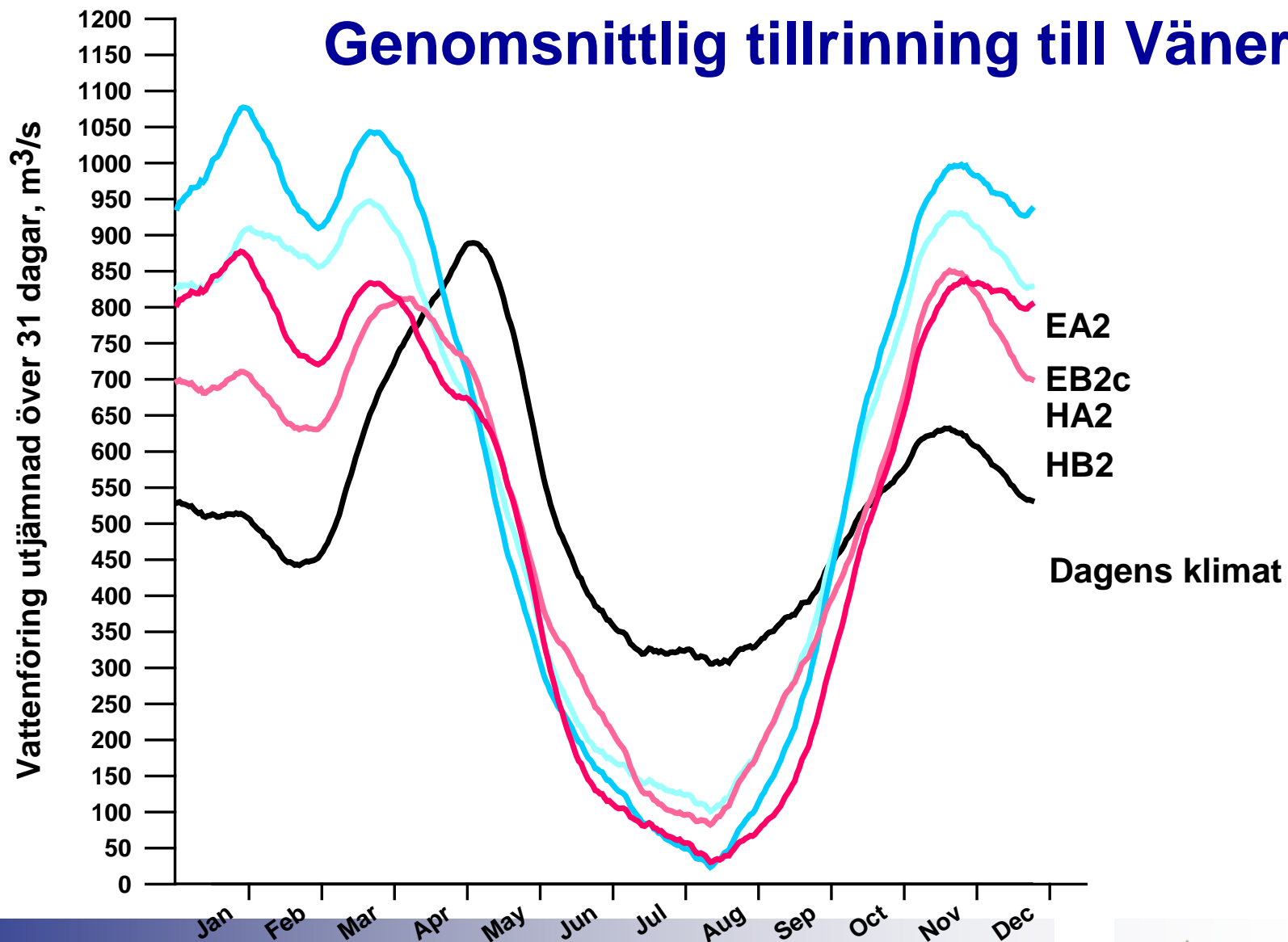


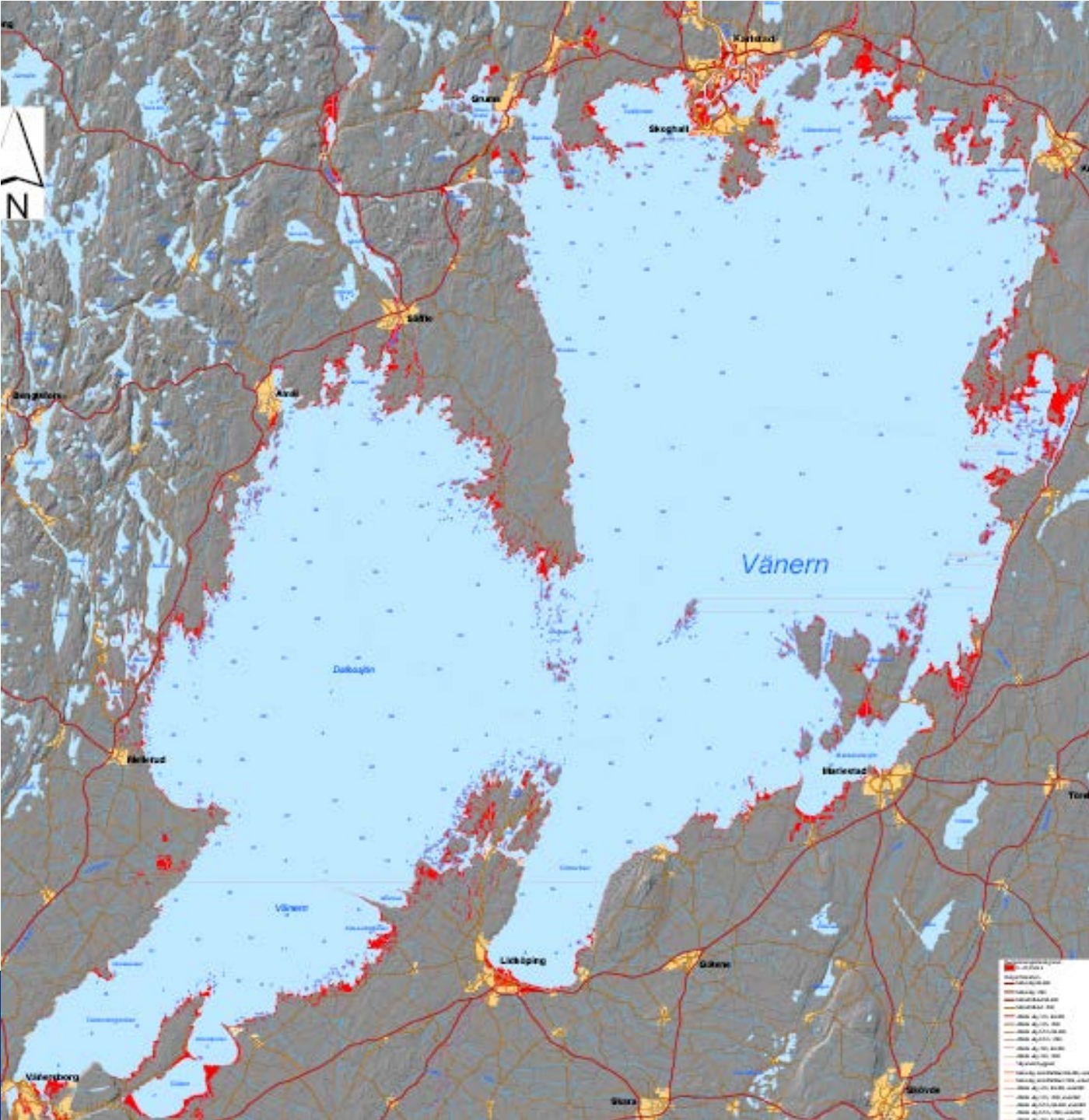
Från Kristianstads kommun och *En varmare värld* (Monitor 18).

## Delbetänkandet - uppdraget

- redovisa översvämningsriskerna och avtappnings-möjligheterna för Mälaren, Hjälmaren, Vänern m fl
  - föreslå åtgärder för att komma till rätta med eventuella problem samt finansiering
- **ÖVERSVÄMNINGSHOT** – risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern (SOU 2006:94)

# Genomsnittlig tillrinning till Vänern





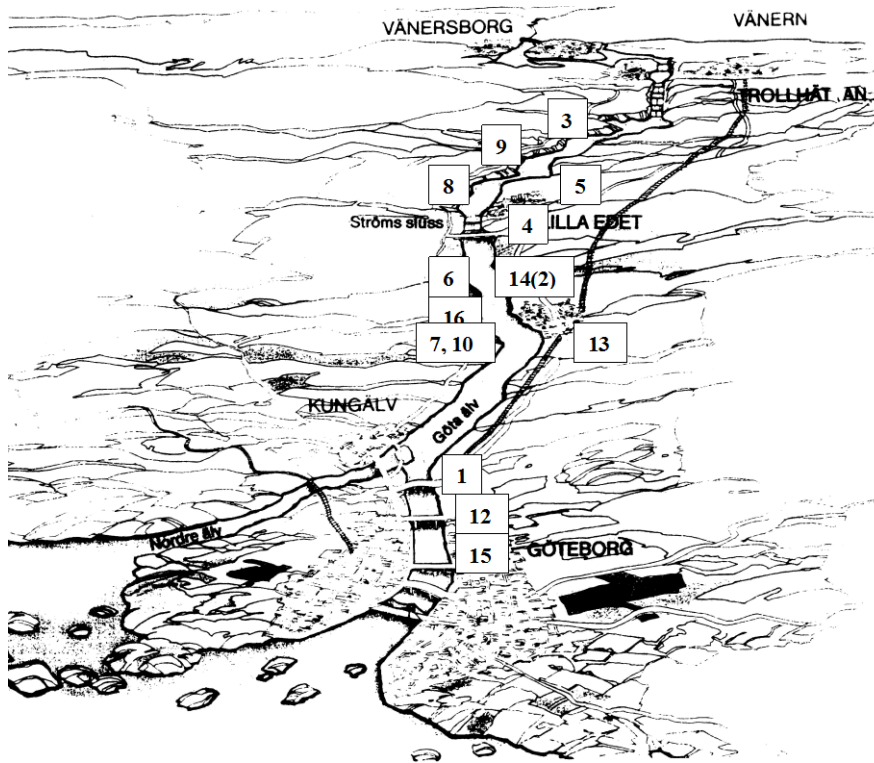
Över-svämmade  
ytor vid dimen-  
sionerande nivå  
**+47,4m**



# Konsekvenser av hundraårsnivå i Vänern

- **Vid hundraårsnivån**
  - 2,6 miljoner m<sup>2</sup> byggnadsyta under vatten (Karlstad och Lidköping värst drabbade)
  - Många järnvägar och vägar får stängas av
  - Sjöfarten till Vänern, liksom fisket, måste inställas
  - Flera stora basindustrier (och många små) drabbas - direkt, pga. översvämningar eller pga. av avbrott i transporterna.
  - Läckage från förorenade områden och avlopp samt industrier och jordbruksmark, påverkan på vattenförsörjningen
  - lokala elavbrott.
  - Stora arealer jordbruksmark och skogsmark sätts under vatten

# Större skred Göta älvdalen



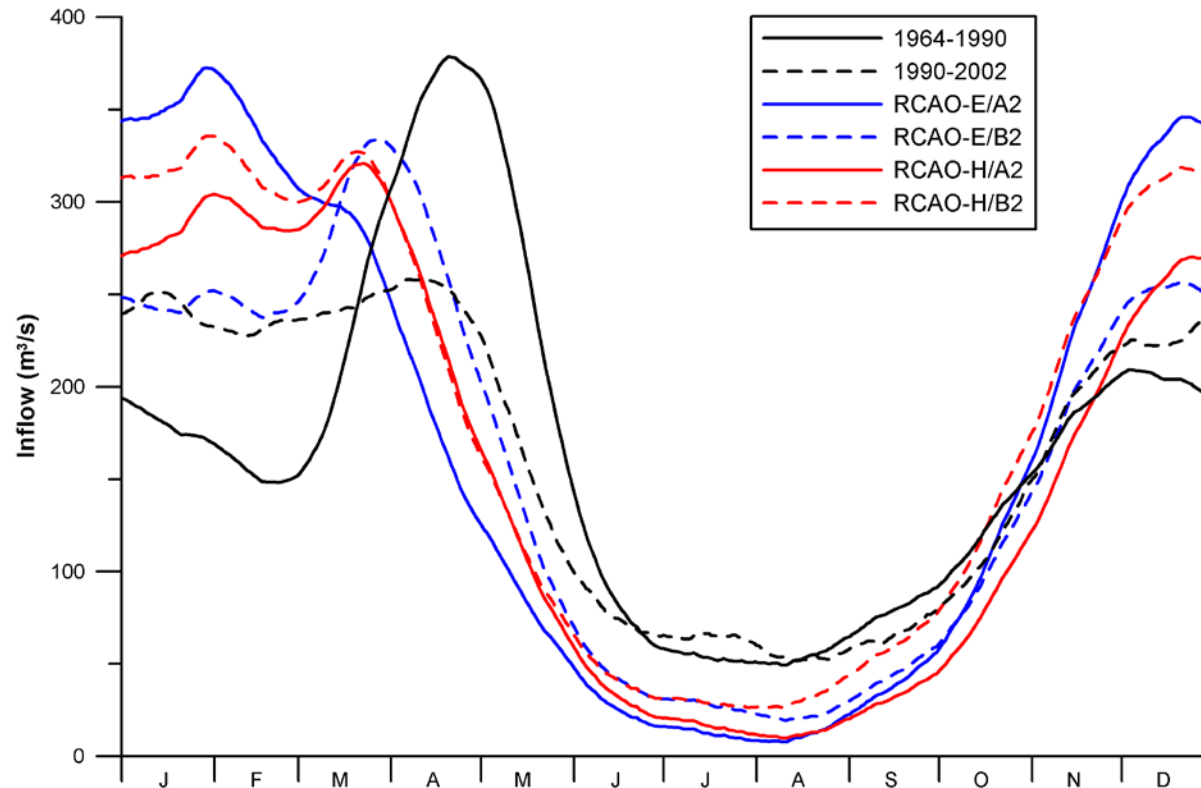
- 1: Jordfallsskredet 1150, 65 ha
- 3: Intagan 1648-07-10, 27ha
- 6: Ballabo mars 1733, 3 ha
- 9: Utby 1806-12-21, 4,5 ha
- 10: Västerlanda ca 1830, >5 ha
- 12: Surte 1950-09-29, 24 ha
- 14: Göta 1957-06-07, 32 ha
- 15: Agnesberg 1993-04-14, 0,25ha
- 16: Ballabo 1996-04-16, 0,7 ha



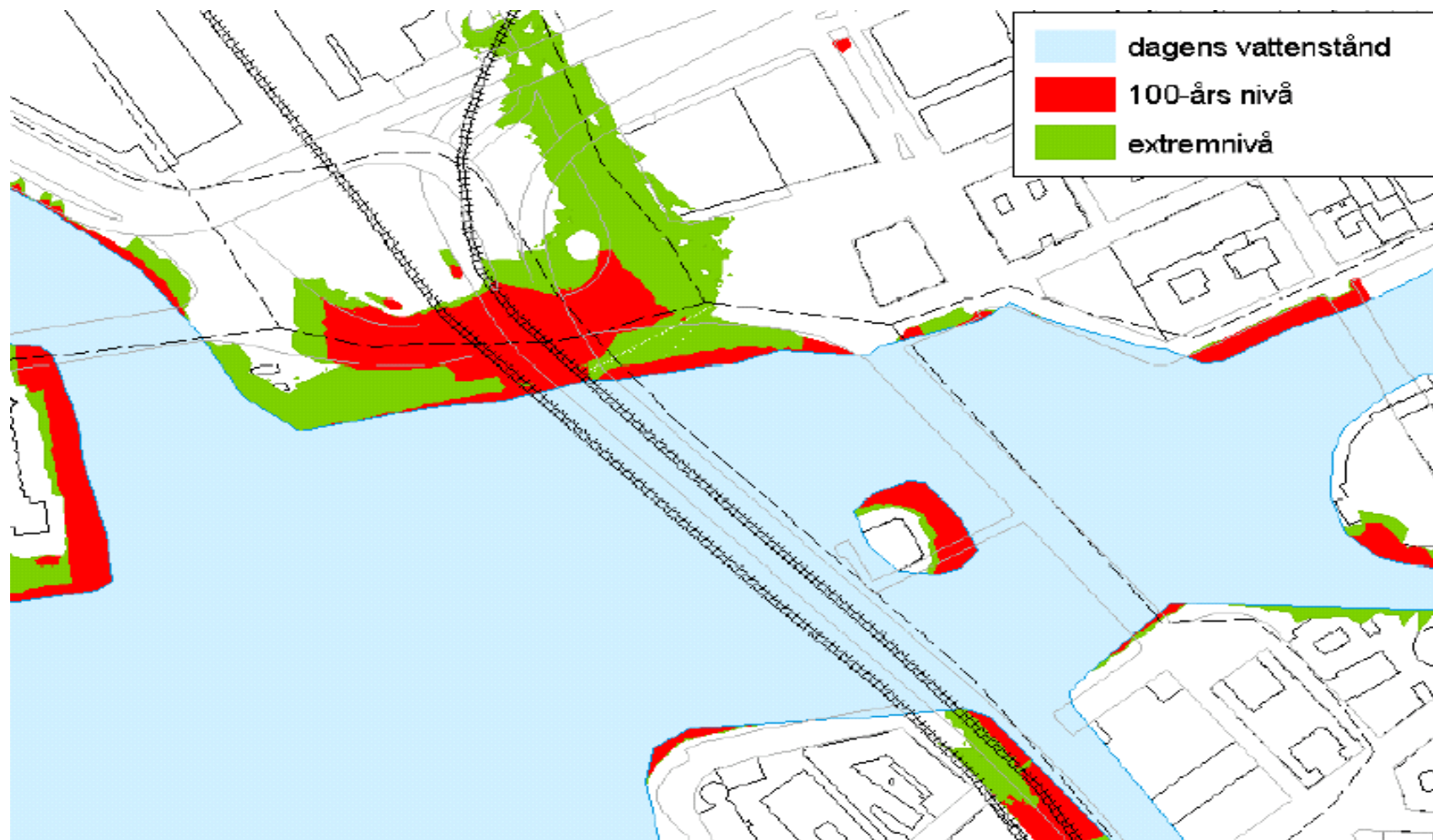
## Möjliga åtgärder i Vänern, nytta och kostnader

	kostnad (mdr)	Effekt (cm) på högsta vattenstånd	kommentar
Invallning och höjning av vägar mm	minst 5,1	skydd mot hundraårsnivå	skydd mot hundraårsnivå
Ökat flöde Göta älv (400 m <sup>3</sup> /s)	1-6	50	skredrisker betydande
Tunnel (400 m <sup>3</sup> /s)	3,5-4,6	50	Oklara miljöeffekter
Dammkrön uppströms höjs 1 m	minst 1,0	<20	Samhällen uppströms drabbas, ändra många vattendomar
Ändrad regleringsstrategi	0,003/år	30-40	neg påverkan biologisk mångfald, ev sjöfart
Inga åtgärder - skadekostnader nuvärde	4,4-7,4	-	Inga åtgärder - nuvärde av skadekostnader

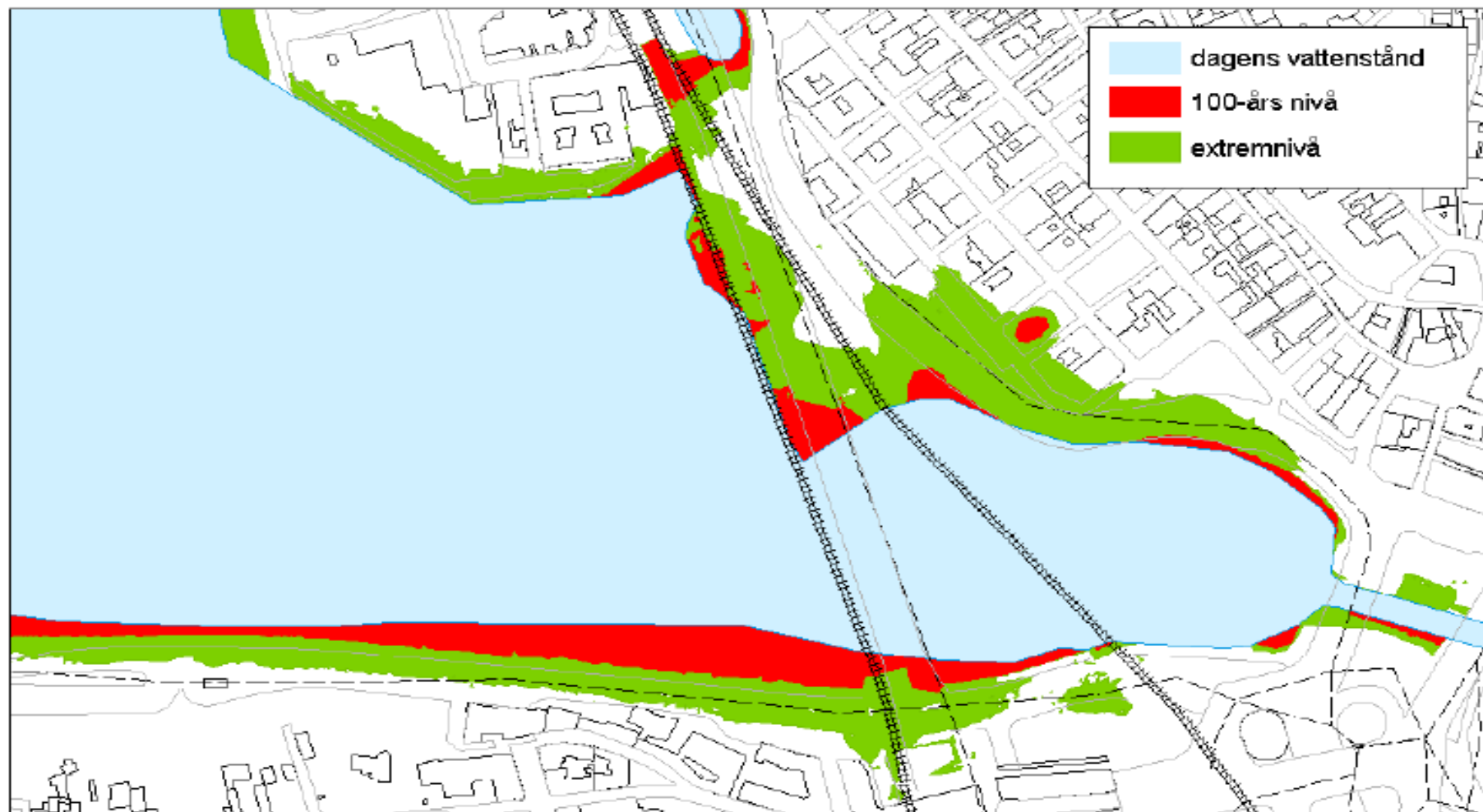
# Beräknade förändringar av flöden till Mälaren i ett förändrat klimat



# Översvämmade ytor i centrala Stockholm



# Översvämningsrisk runt Gamla stan



## Konsekvenser vid Mälaren av hundraårsnivå

- **Byggnadsyta om totalt 840 000 m<sup>2</sup> översvämmas**
- **Avloppsneten bräddar orenat vatten**
- **Riddarholmstunneln ("getingmidjan") översvämmas**
- **Tunnlar för el, tele och fjärrvärme under centrala Stockholm drabbas**
- **Industrier, förorenad mark, jordbruksmark sätts under vatten med risk för föroreningsspridning och påverkan på vattenförsörjningen**
- **Flera vägavsnitt runt Mälaren sätts under vatten**

## Möjliga åtgärder i Mälaren, nytta och kostnader

Åtgärd	Kostnad (mdr)	Effekt (cm) på högsta vattenstånd	kommentar
Invallning av bebyggelse mm, höjning av vägar mm	minst 2,1-2,3	skydd mot hundraårsnivå	estetiska aspekter talar mot
Ökat flöde Slussen (700 m <sup>3</sup> /s)	0,5	75	löser ej ensamt hela problemet, tar lång tid
Ökat flöde Södertälje (300 m <sup>3</sup> /s)	0,15	40-50	löser ej ensamt problemet
Dammkrön uppströms höjs/magasin och sjöar avsänks	ej kostnadsberäknat	total magasinsvolym motsvarar 49 cm	orealistiskt och otillräckligt
Sänkning av vattennivån	upp till 1,5 mdr (enbart muddring)	10 (utan stora neg konsekvenser)	risk för mer frekventa låga vattenstånd med problem för sjöfart och vattenförsörjning
Inga åtgärder – nuvärde av skadekostnader	minst 1,8 mdr	-	många konsekvenser ingår ej i kostnaden