

Veðurfarsbreytileiki og Vatnarannsóknir

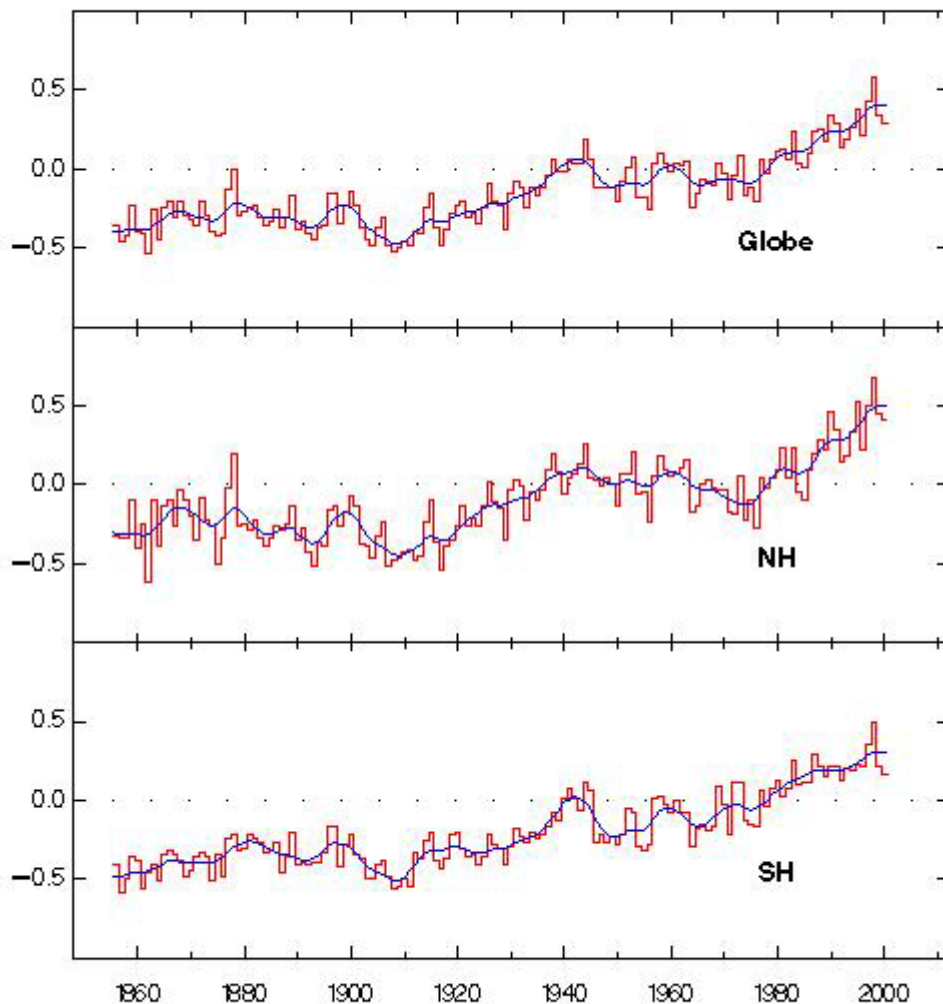
Óli G. B. Sveinsson

International Research Institute
for Climate Prediction of
Columbia University

Vatnarannsóknir á Íslandi
Reykjavík 13, Október, 2003

Hitastig fer hækkandi!

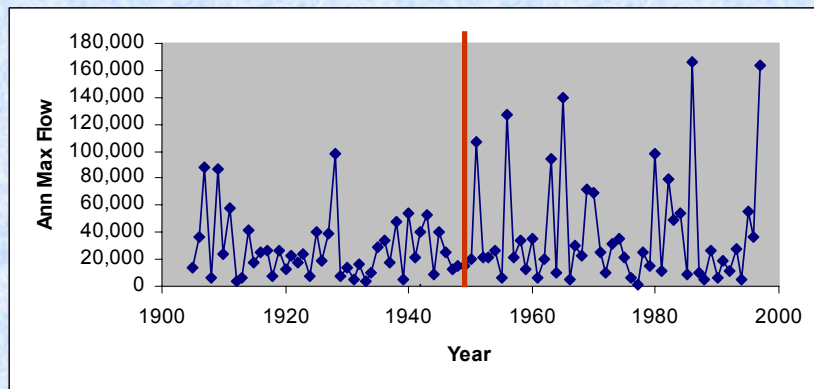
Global and Hemispheric Annual Temperature Anomalies
1856—2000



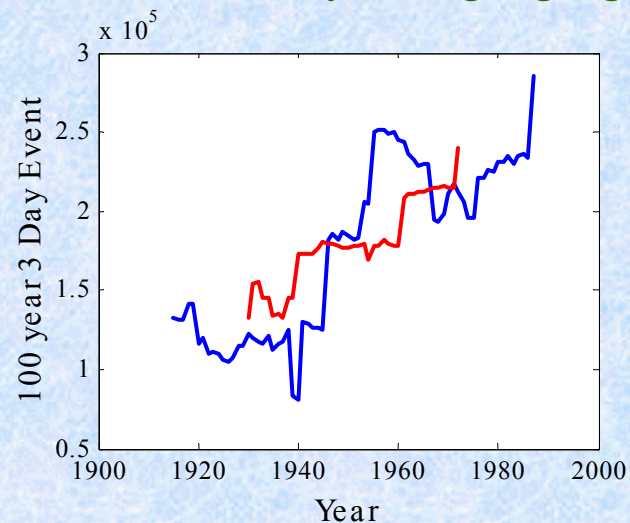
Source: P. D. Jones, T. J. Osborn, and K. R. Briffa
University of East Anglia, Norwich, UK
D. E. Parker, Met. Office, Bracknell, Berkshire, UK

Er Tíðni og Stærð Aftakaatburða að Aukast?

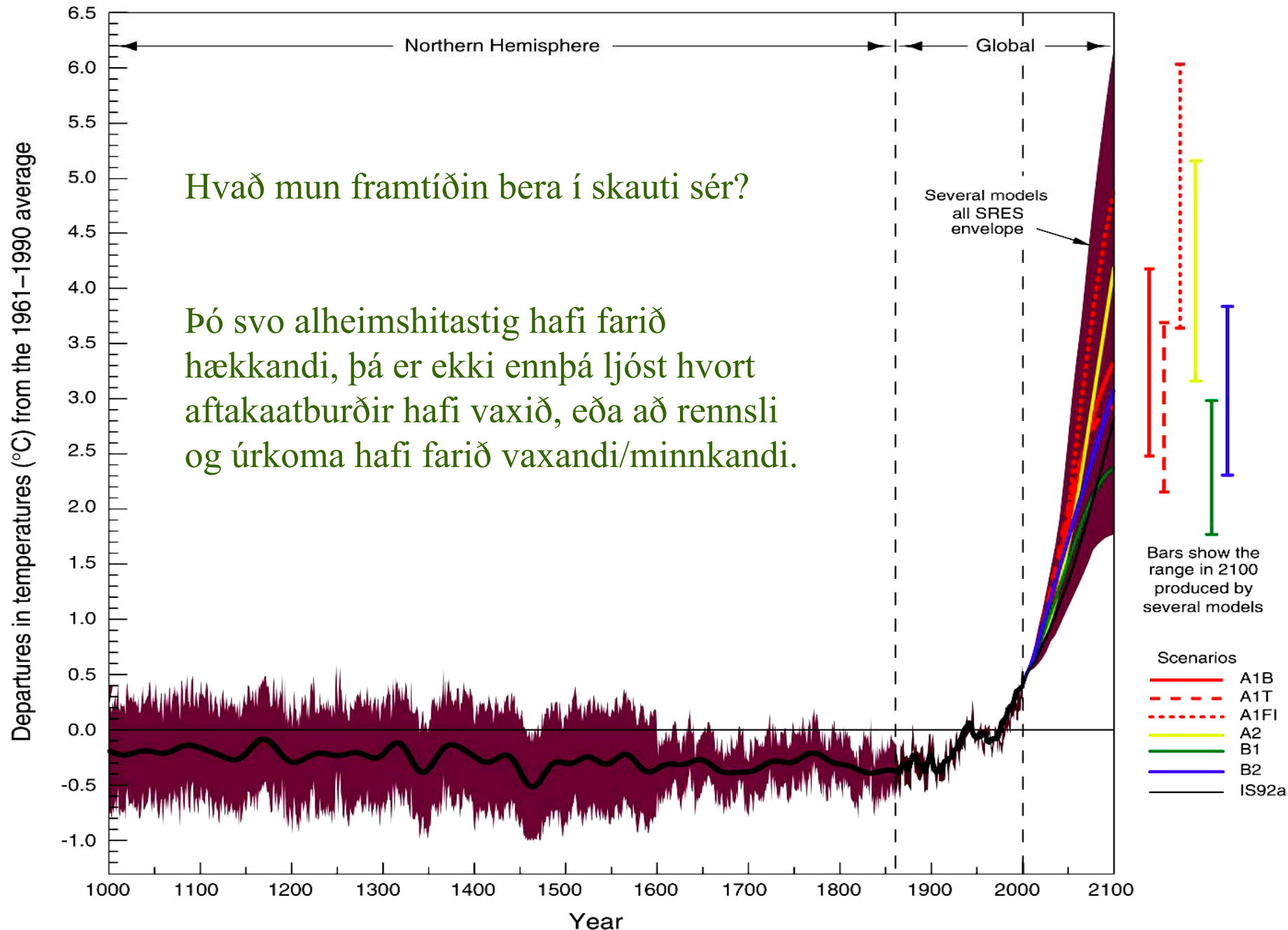
American River at Fair Oaks, CA, 1905-1997



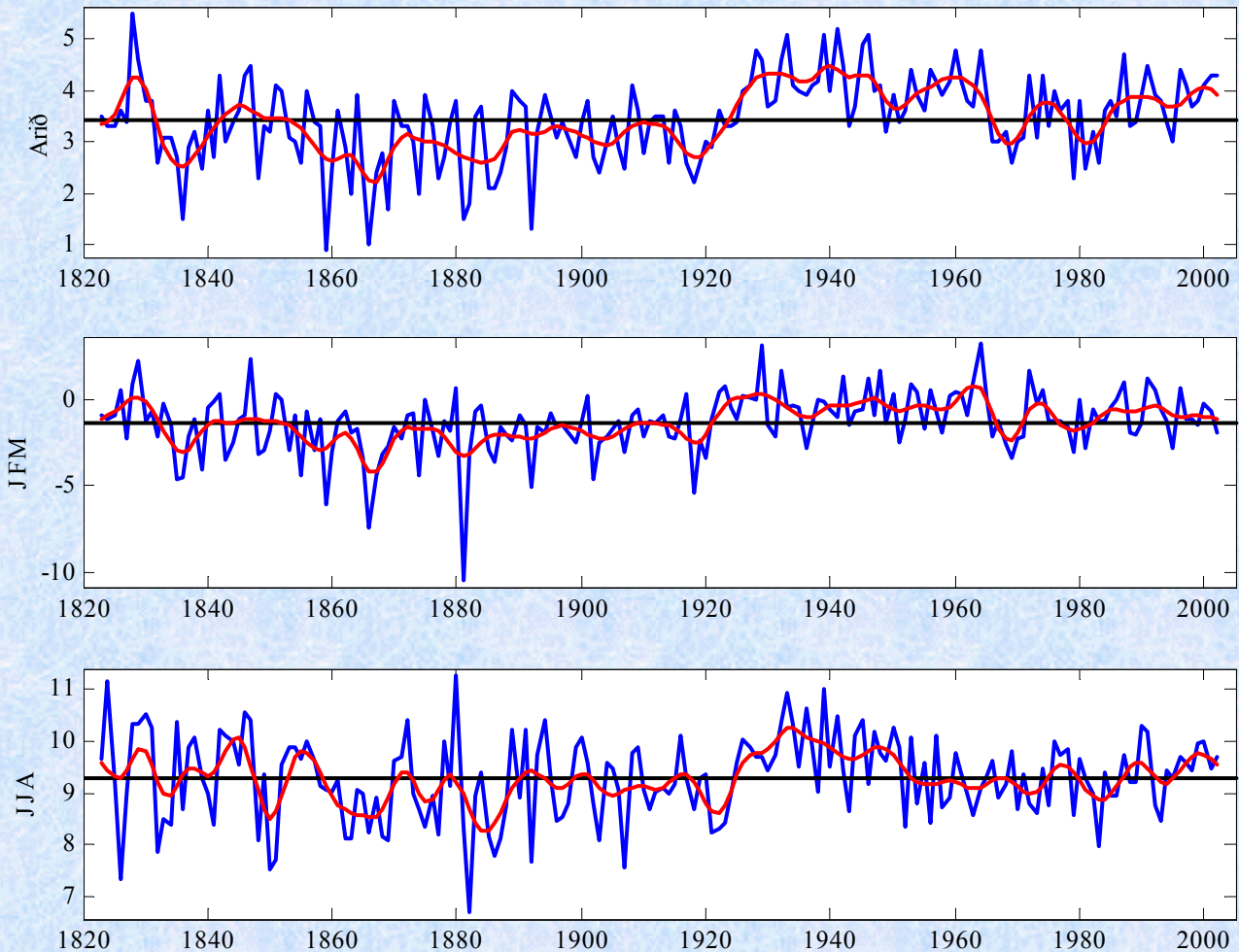
100 ára flóð metið af GEV dreifingu
21 & 51 ára hreyfanlegir gluggar



1000 to 1861, N.Hemisphere, proxy data; 1861 to 2000 Global, instrumental; 2000 to 2100, SRES projections

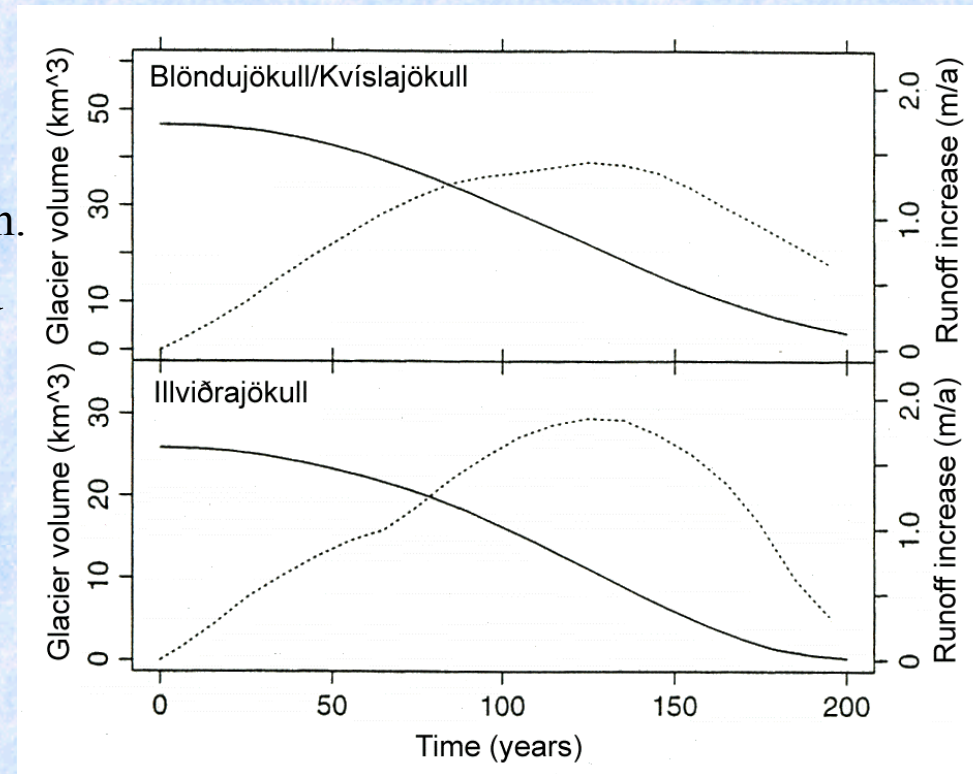


Stykkishólmur Langtímahitstigsbreytingar 1823-2002



Áhrif Hækkandi Hitastigs

- Rannsóknir benda til meiri hækkunar vetrarhita en sumarhita í framtíðinni.
- Bráðnun jökla.
 - Tímabundið vaxandi rennsli í jökulám.
- Breytingar í árstíðabundinni dreifingu rennslis.
 - Snjóbráðnun fyrr á vorin.
- Úrkoma - Aftakaatburðir
 - Mörk rakastigs fara vaxandi. Meiri líkur á aftakaatburðum!
- Hækkandi hitastig sjávar
 - Fellibyljir (hitabeltisstormar) sterkari (jafnvel tíðari) og veikjast minna á leið sinni norður Atlantshafið.



(Jóhannesson, Journal of Glaciology, 1997)

Hvað er Hægt að Gera?

- Framtíðin er óviss?
 - Endurhanna mannvirki með tilliti til framtíðarbreytinga?
 - Fara okkur hægt og sjá hvað framtíðin ber í skauti sínu?
- Veðurfarsbreyting og hermun veðurfarslíkana (GCM):
Veðurfarslíkön drifin af hitastigi sjávar eru notuð til að búa til mögulegar framtíðar veðurfars-atburðarásir háð mismunandi forsendum, eins og framtíðarmagni gróðurhúsalofttegunda o.s.frv.
 - Hversu góð eru veðurfarslíkönin (GCMs) í slíkum langtímahermun?

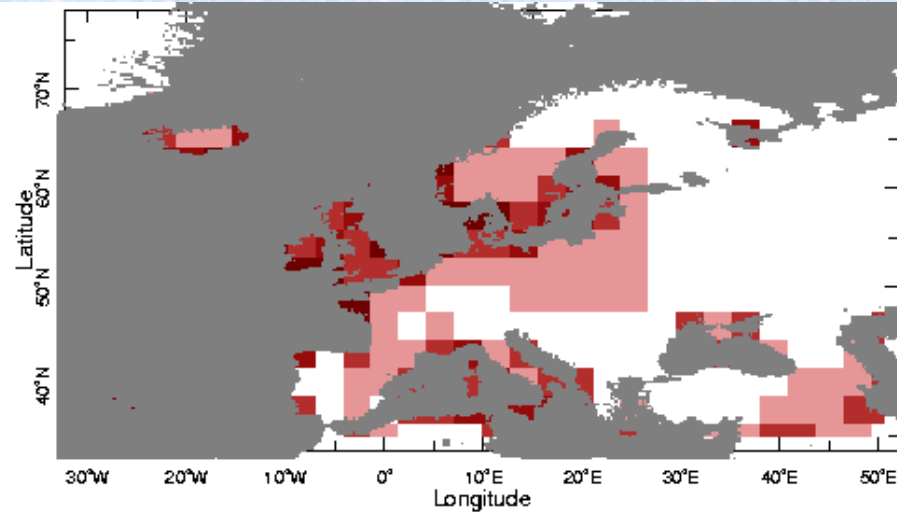
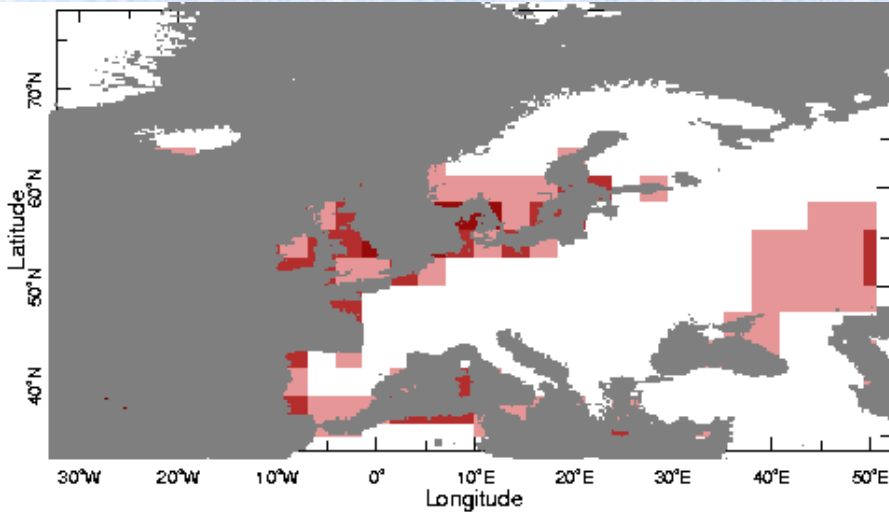
Dæmi: Í stað þess að spá fram í tímann getum við keyrt veðurfarslíkön m.v. aðstæður síðustu 50 ára og borið ýmsar líkana-breytur saman við athuganir.

24 safna- eininga ECHAM4.5 (Max Planck Stofnunin) drifið af SST athugunum-> fylgni meðal safnar-einingar við athuganir frá NCEP/NCAR.

Hitastig í 2 m Hæð

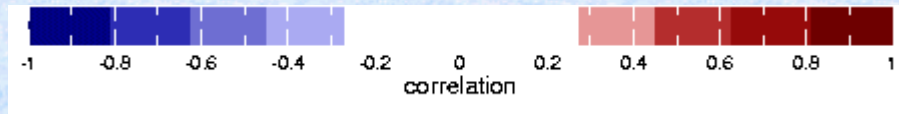
1950-2001
Janúar-Febrúar

1950-2001
Júlí-Ágúst



2 m_above_grnd

2 m_above_grnd

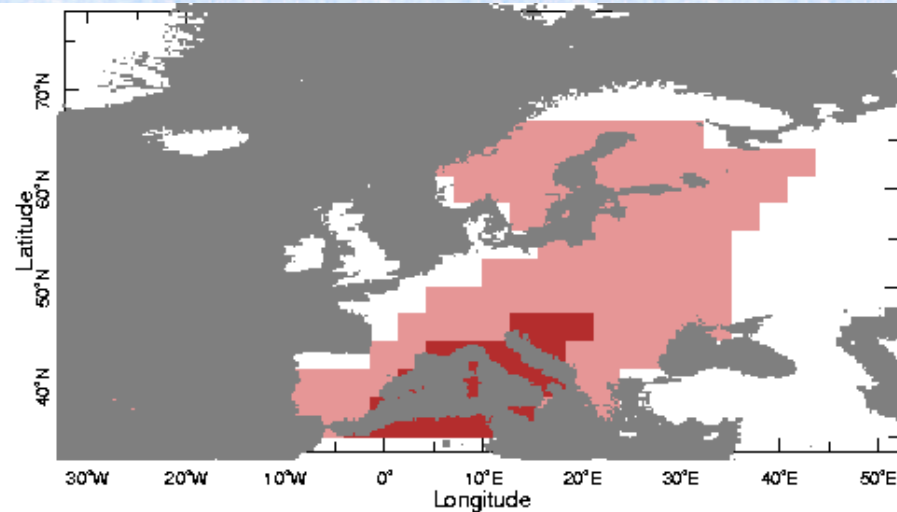
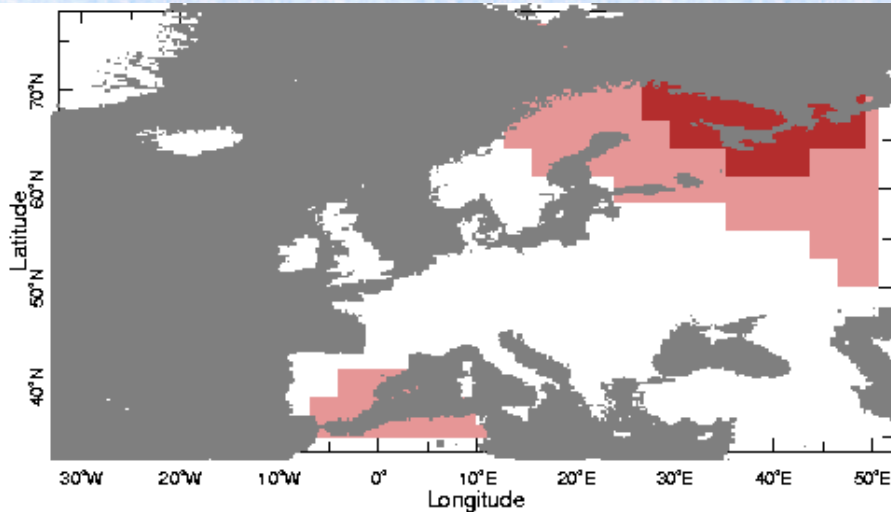


Tölfræðilega marktækur munur m.v.
5% marktæktarstig

Hæð 700 mb Þrýstiflatar

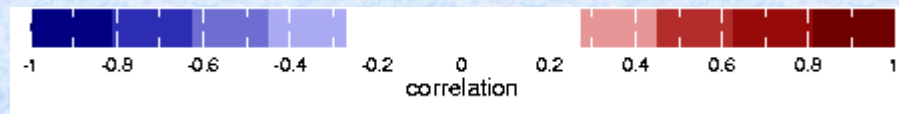
1950-2001
Janúar-Febrúar

1950-2001
Júlí-Ágúst



700 mb

700 mb



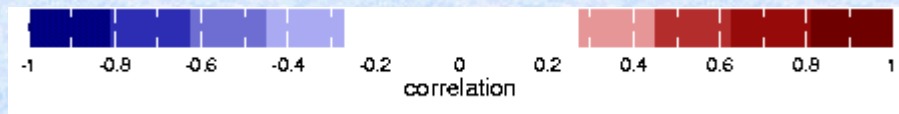
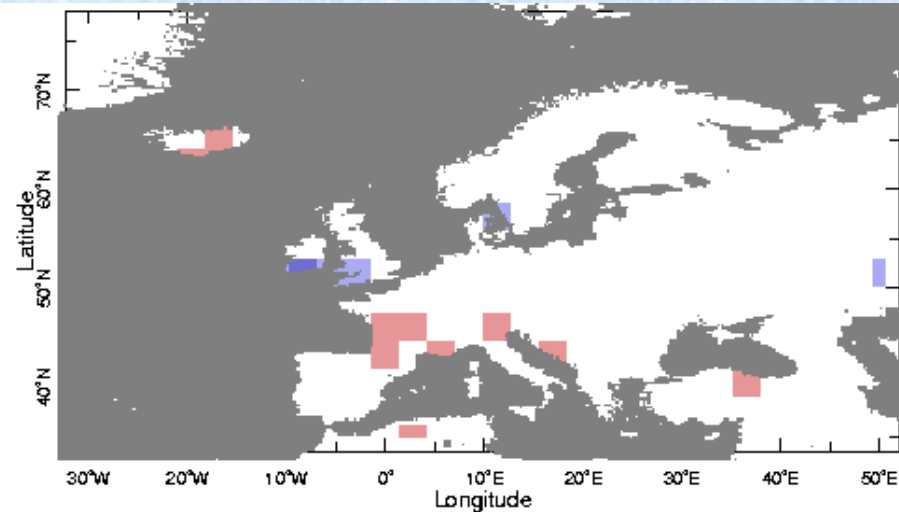
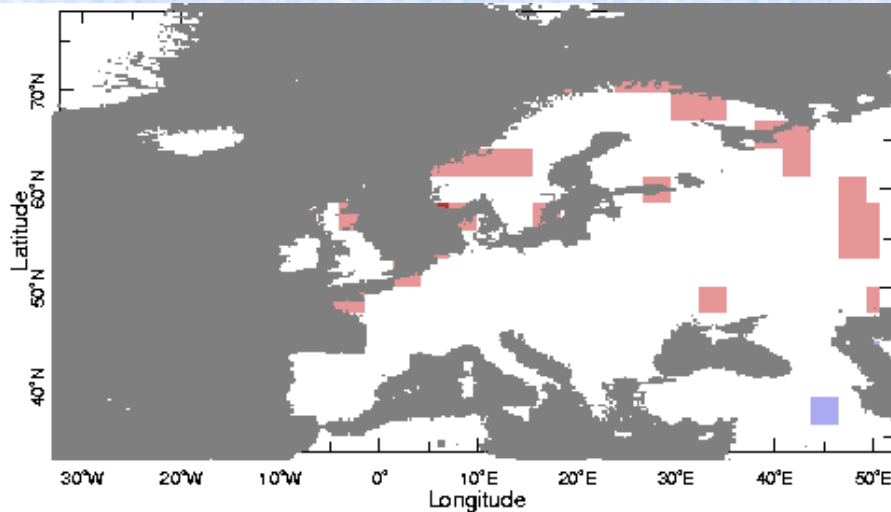
Tölfræðilega marktækur munur m.v.
5% marktektarstig

Úrkoma

(University of East Anglia, Climate Research Unit)

1950-2001
Janúar-Febrúar

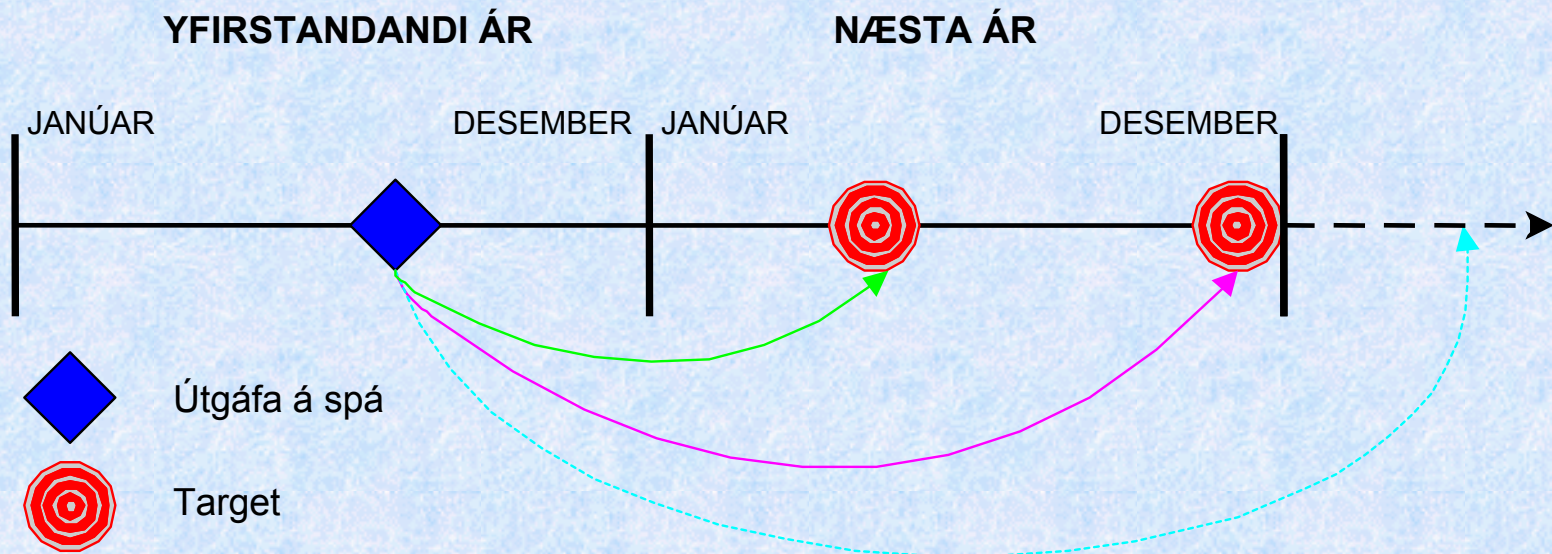
1950-2001
Júlí-Ágúst



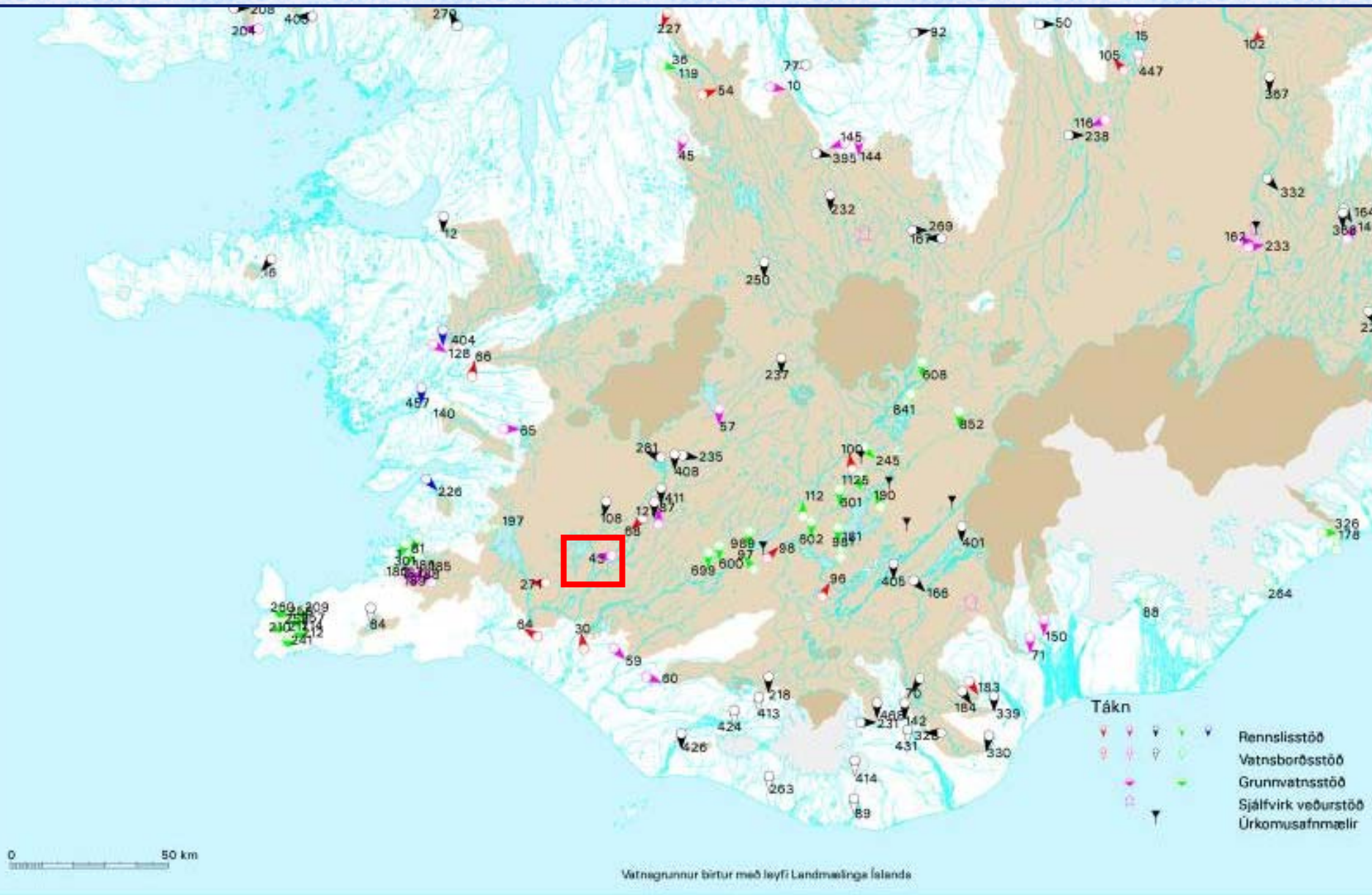
Varkárni er þörf við túlkun á GCM hermum á grundvelli mismunandi framtíðar veðurfars-skilyrða.

Skammtíma Rennslisspár Notkun á Veðurfars-Breytum

- Óvissa í rennsli í vatnsafls-orkugeiranum.
- Breytingar í veðurfari ættu að endurspeglast í breytingum á rennsli.
- Er Möguleiki á að nota breytur tengdar loftlags-hringrásinni til að spá um rennsli fram í tímann (flóð, þurrkar).



Brúará, Dynjandi, VHM043

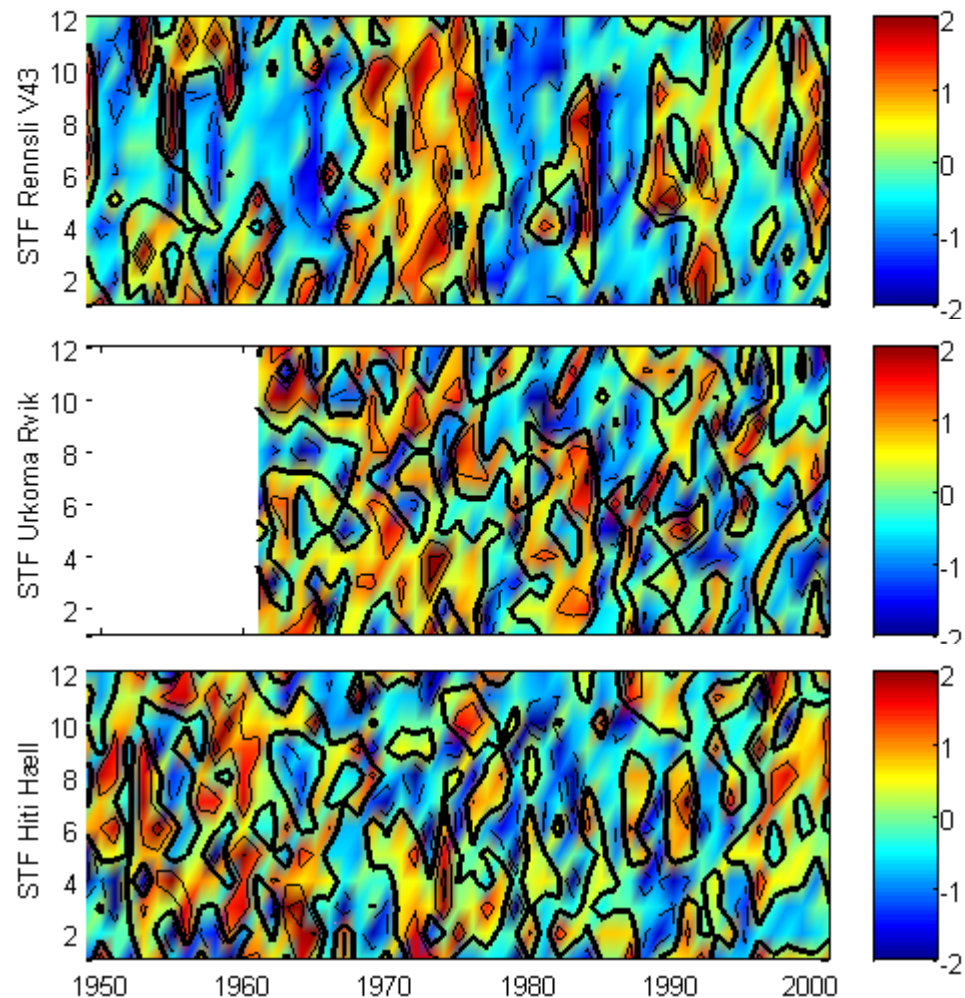


Yfirlit og Markmið

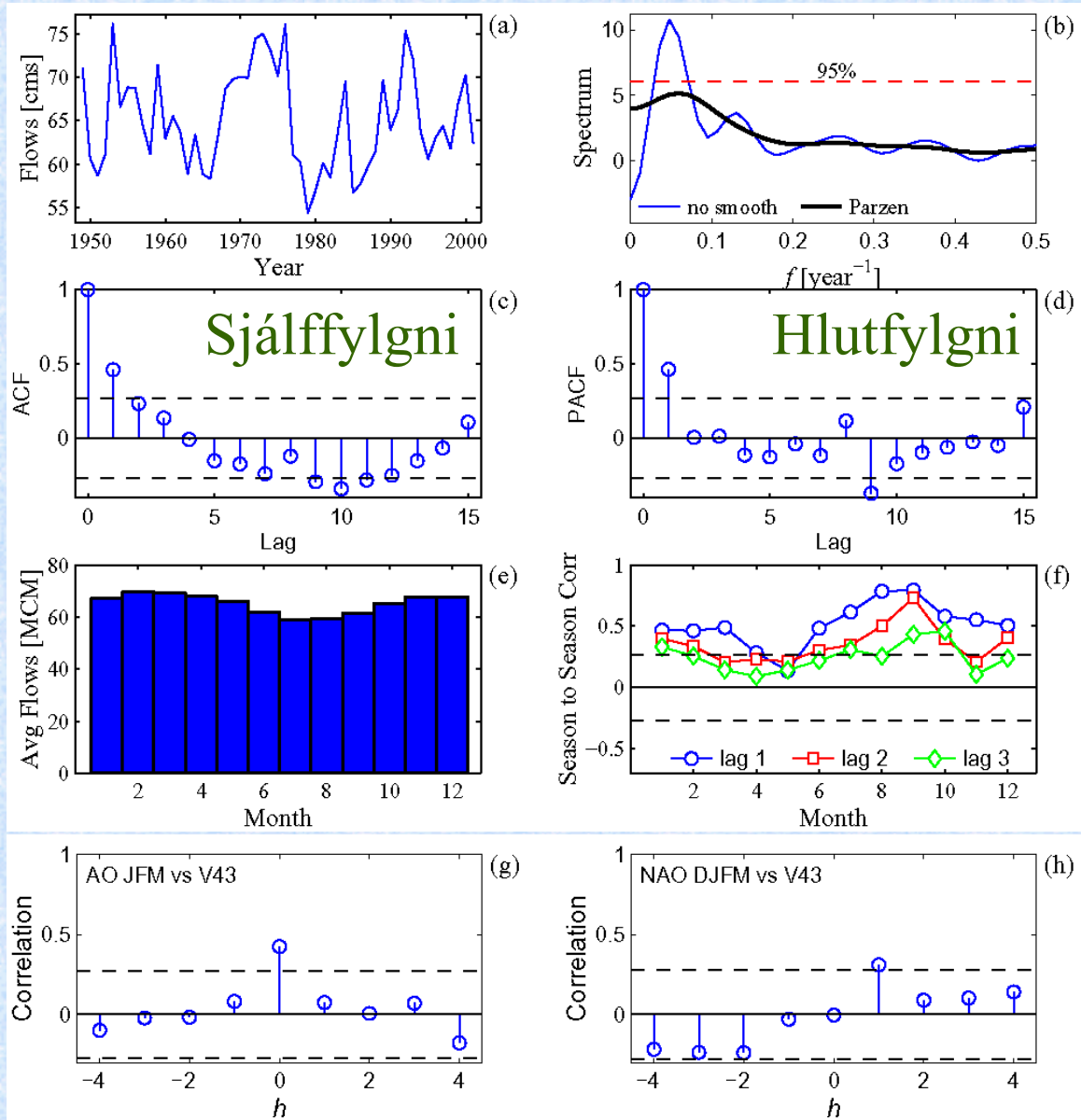
Bráðabirgðaniðurstöður á mögulegu rennslispár kerfi sem nota mætti til ákvarðana í rekstri uppistöðulóna og minnkunnar áhættu tengdri rekstri vatnsaflsvirkjana.

- Markmið: Í byrjun árs spá fyrir um heildarársrennsli.
- Rannsaka tengsl rennslis við rennsli fyrri ára, og athuganir á úrkomu og hitastigi.
- Bera kennsl á breytur tengdar loftlags-hringrásinni frá rúðunetsathugunum NCEP/NCAR, sem eru ábyrgar fyrir þróun rennslis út árið.

Rennsli, Úrkoma, Hitastig Árstíða- og Langtímabreytingar

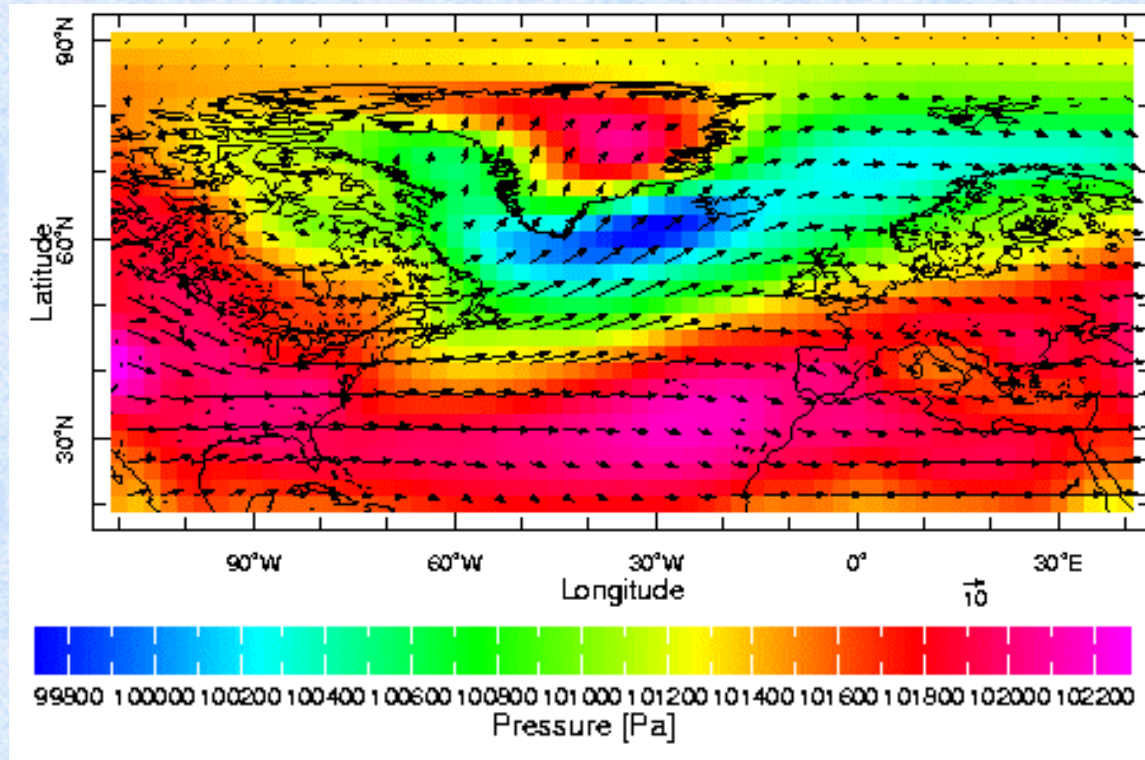


Brúará, Dynjandi, VHM043 1949-2001



Vetrarveðurfar í Byrjun Árs Fyrirboði um Hvað Koma Skal?

DJF sjávarþrýstingur og 500 mb vindar
Meðaltal 1950-2001.



Norður Atlantshafs Indexinn er talinn stjórna
að miklu leyti vetrarveðurfari á norðurhveli jarðar.

Late 1960s

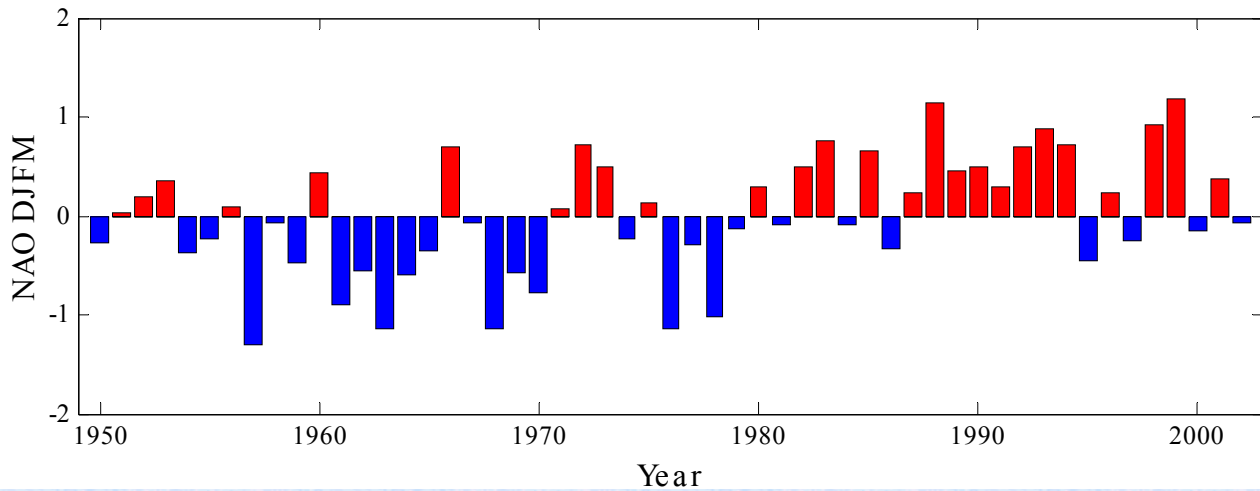
Early 1990s

- ▶ NAO index low
- ▶ Northerly winds
- ▶ Cold European winters

- ▶ NAO index high
- ▶ Westerly winds
- ▶ Warm stormy European winters

Fyrirstaða yfir Grænlandi

- Weak convection
- Strong convection

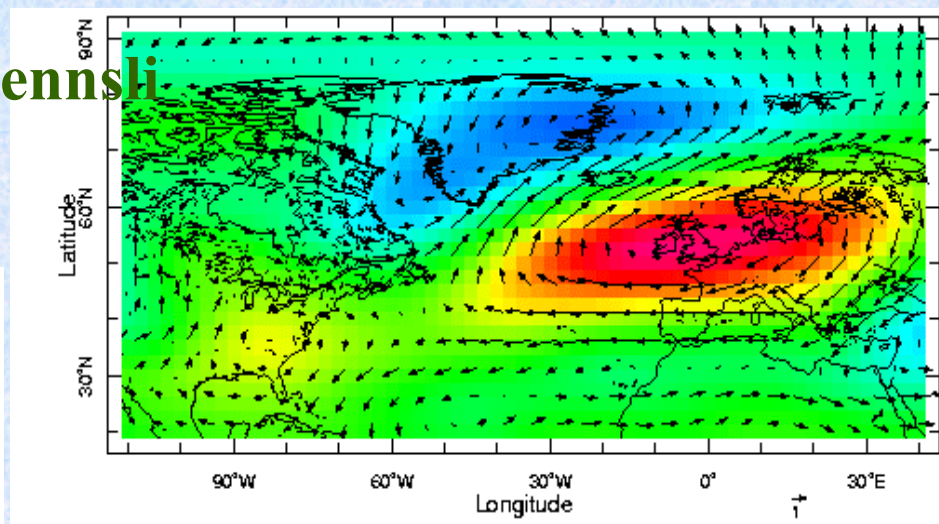
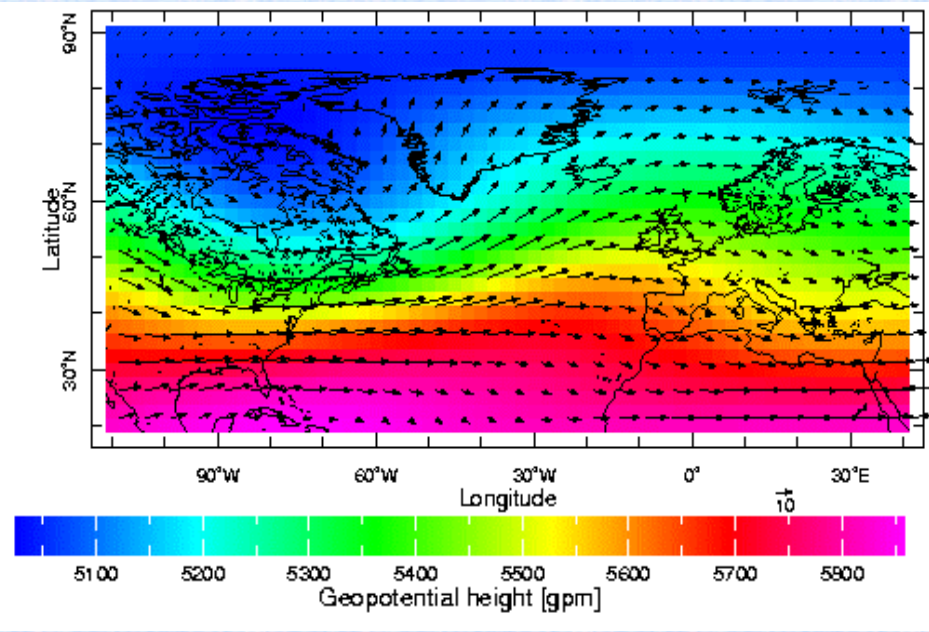


Norður Atlantshafs Index

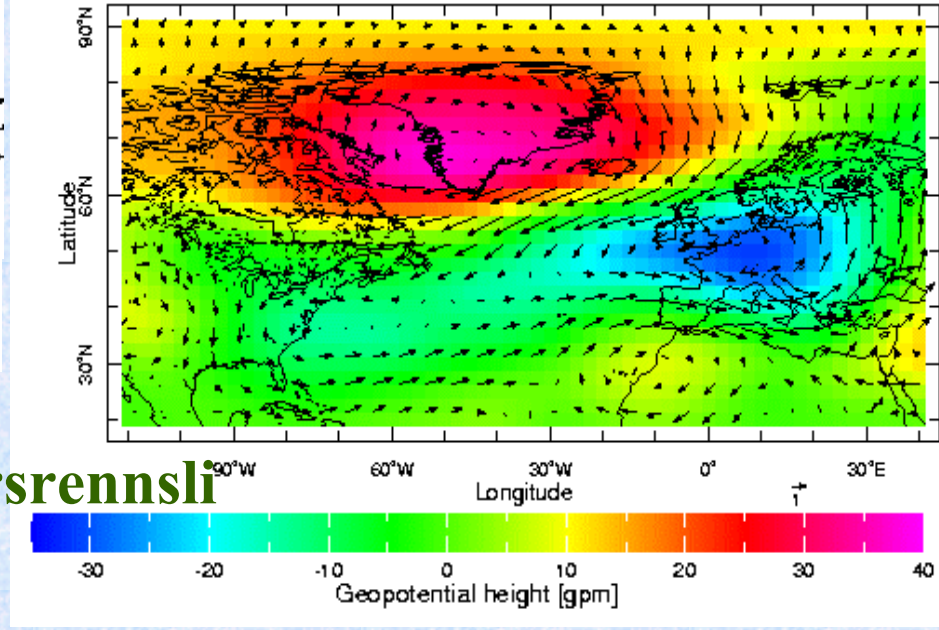
500 mb Þrýstiflötur DJF Samsetningar

13 Hæstu Ársrennsli

1950-2001 Meðal-Veðurfar



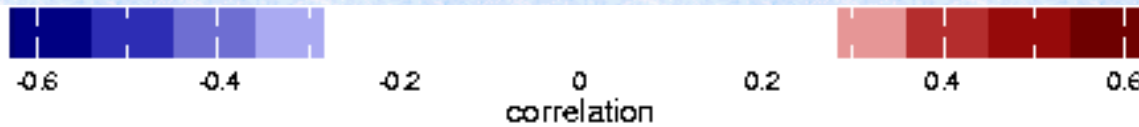
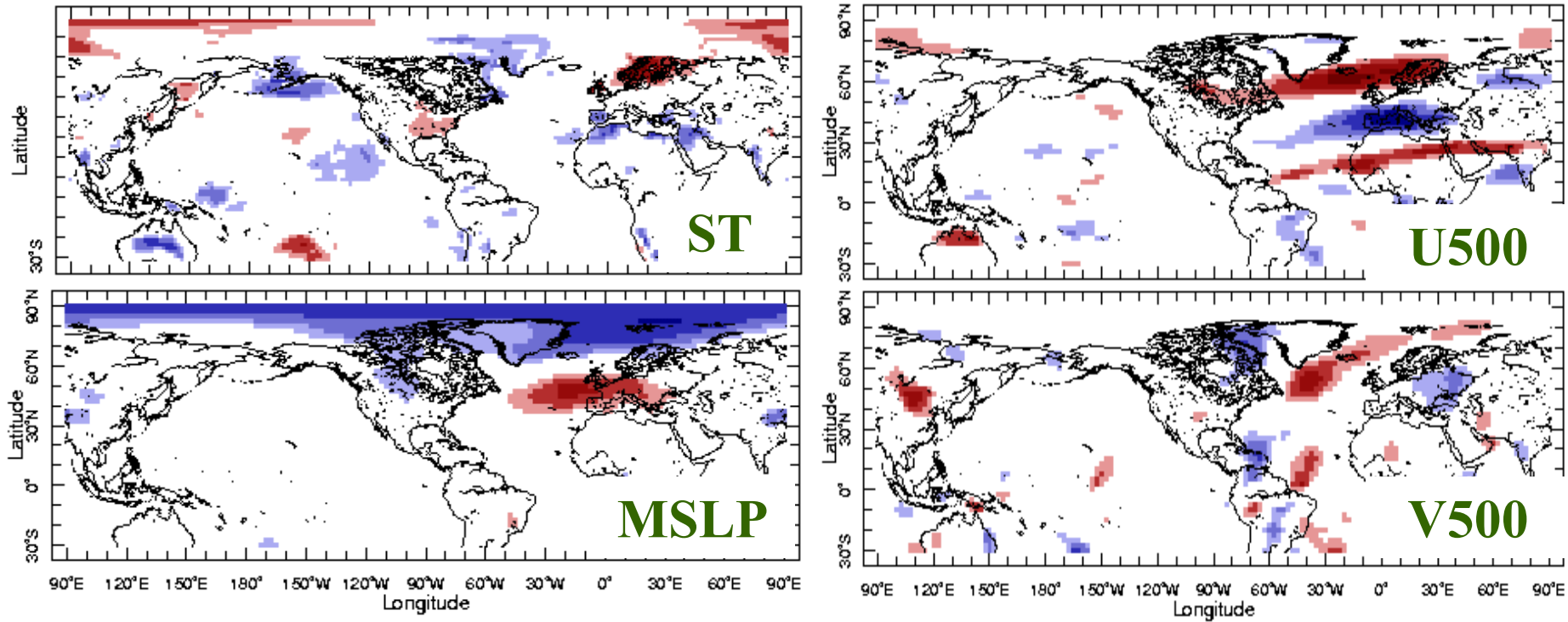
13 Lægstu Ársrennsli



Frávik frá meðaltali

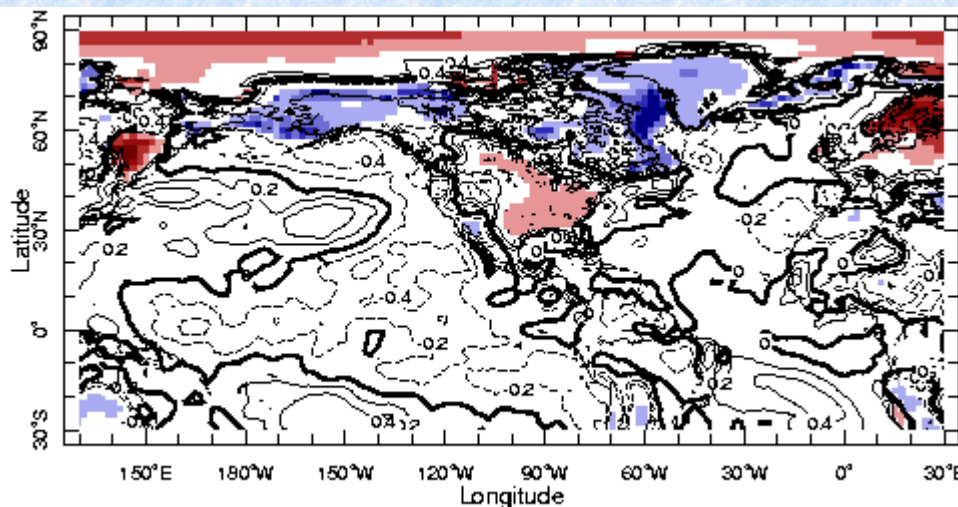
Fylgni Rennslis 1950-2001

Við DJF Veðurfarsbreytur

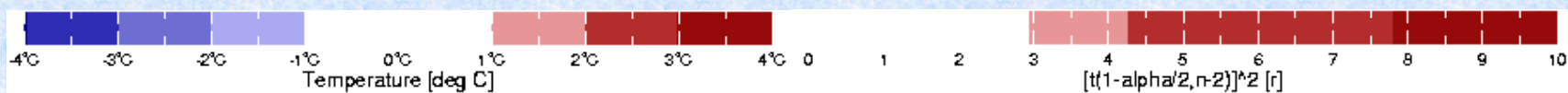
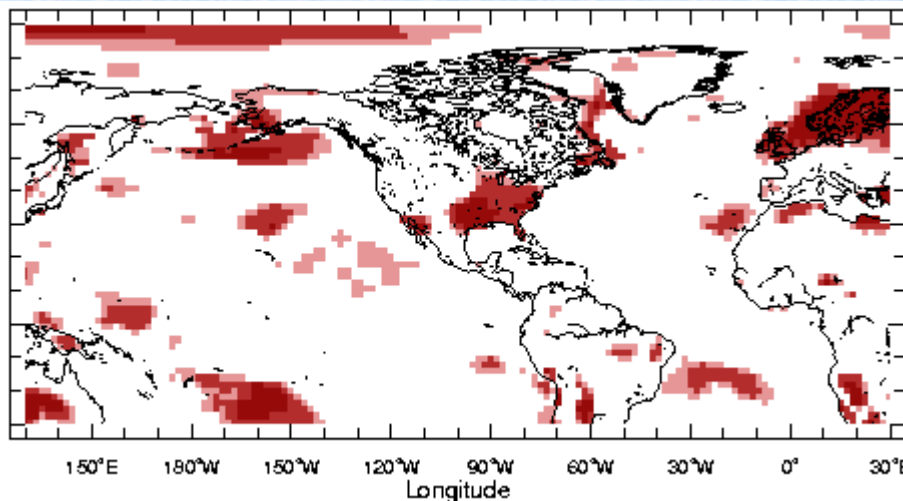


Bruará DJF Hitastig Há Rennsliár – Lág Rennsliár

Hitastigs Munur



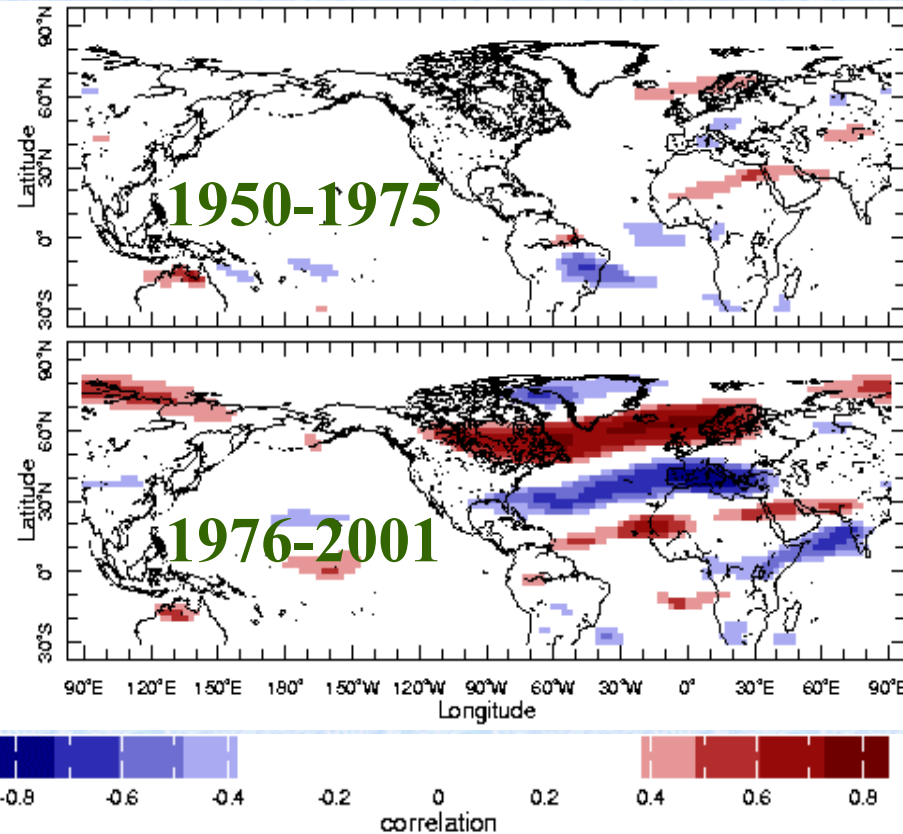
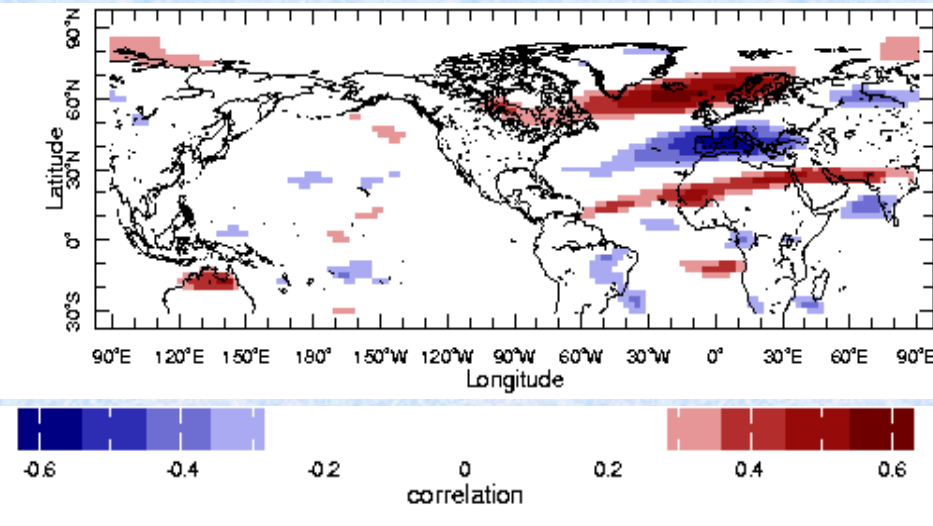
Marktækur Tölfræðilegur Munur



Breytileiki í Fylgni U 500 mb

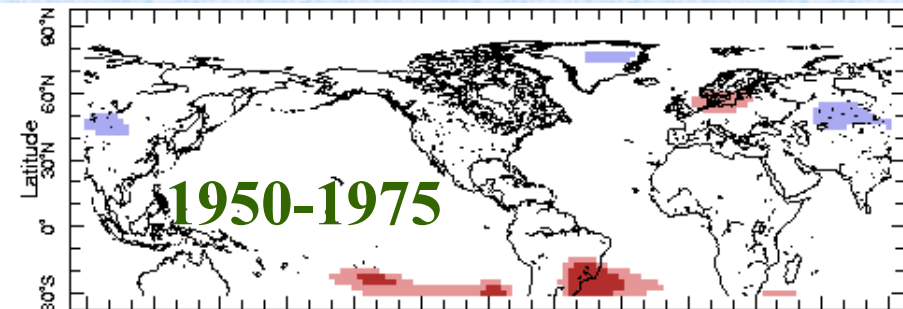
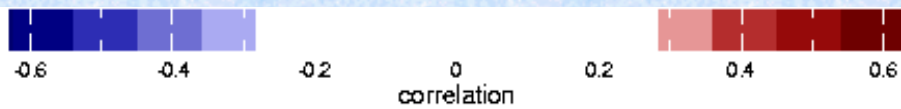
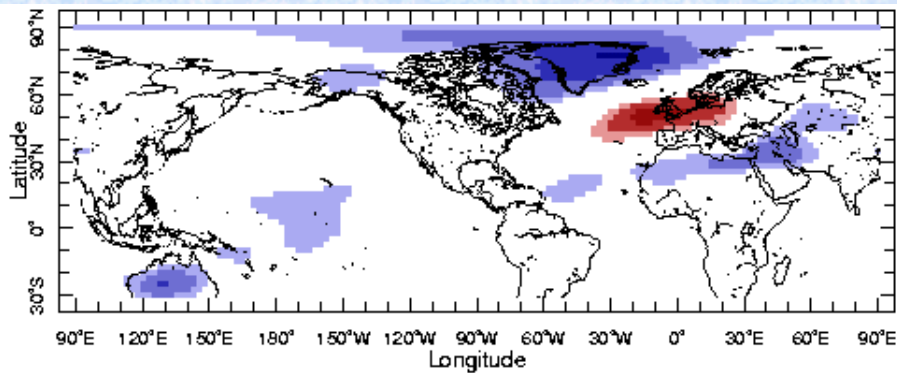
Er auðveldara að spá fyrir um rennsli nú en áður?

1950-2001

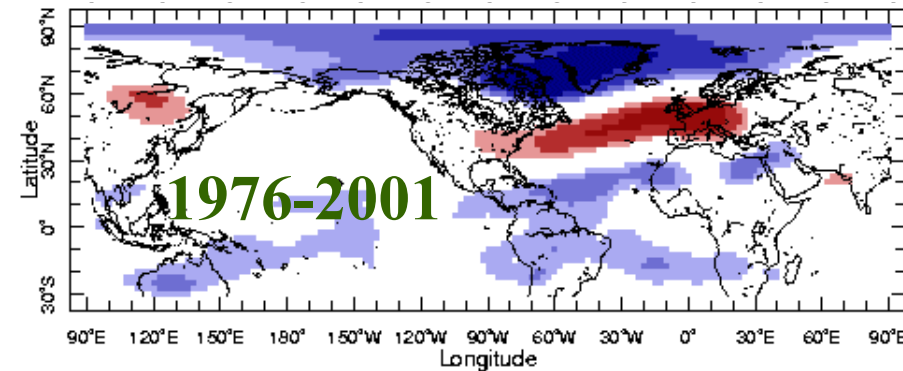


Breytileiki í Fylgni GP 500 mb

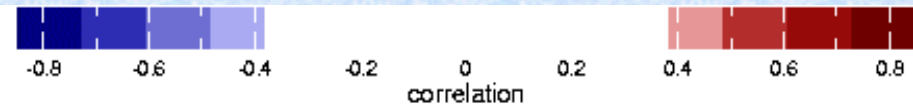
1950-2001



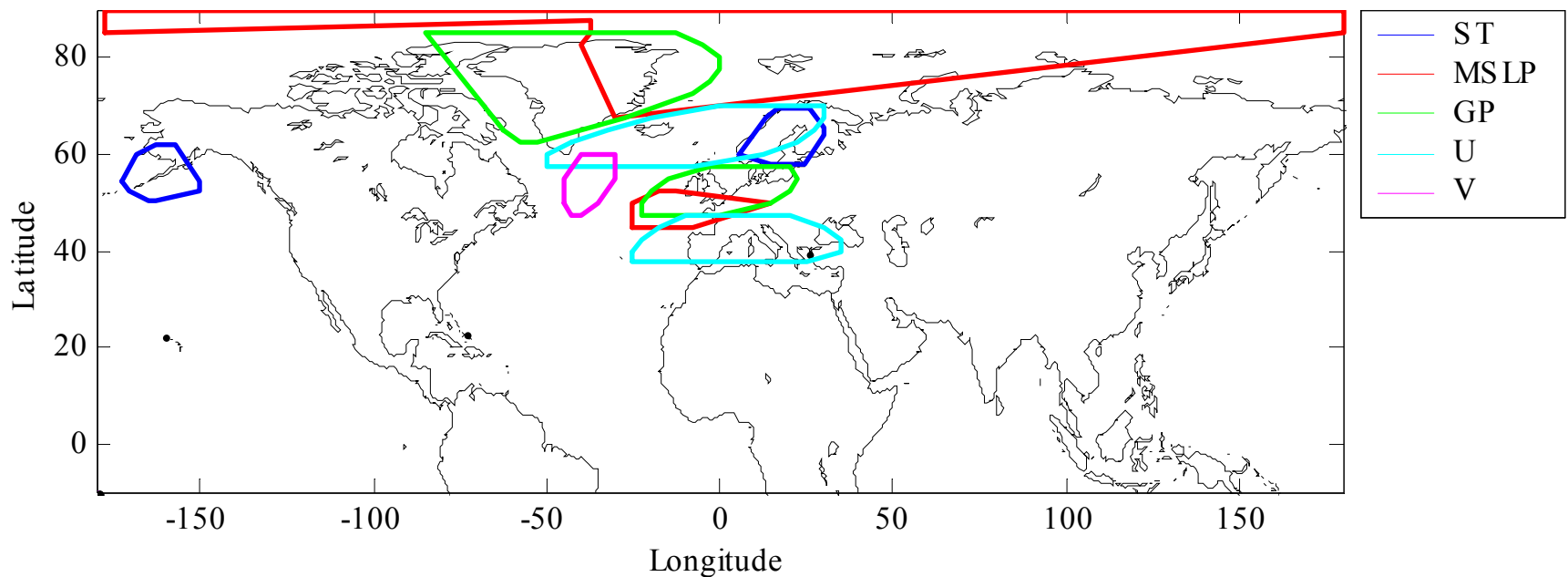
1950-1975



1976-2001



Staðsetning DJF Spábreytna



Gögn frá 1950-1996 voru notuð við staðsetningu og útdrátt spábreytna.

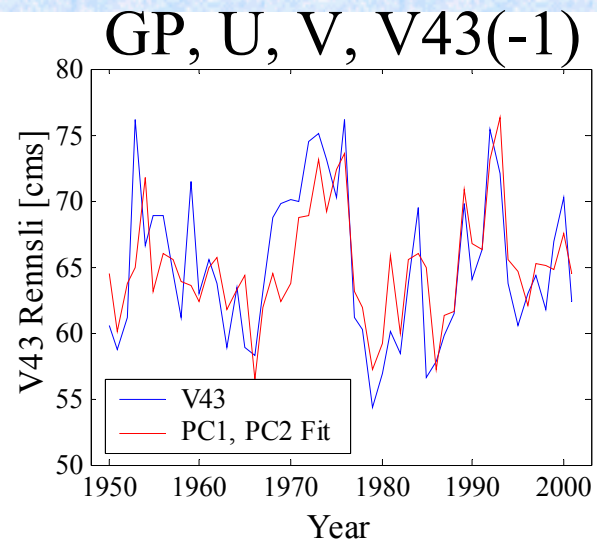
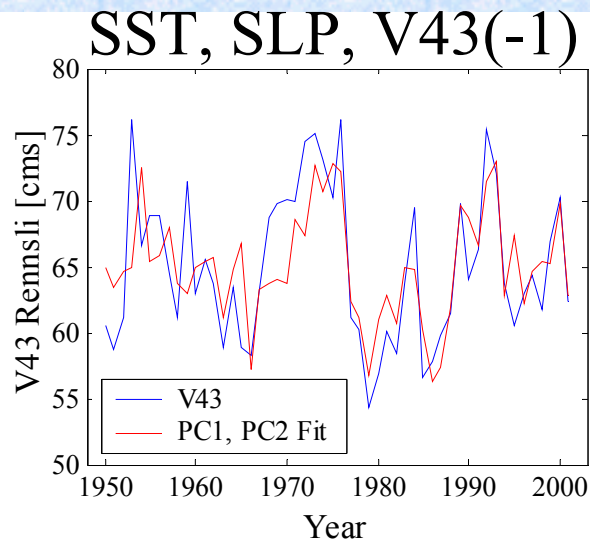
PCA Greining

Skipting í Óháða Meginþætti

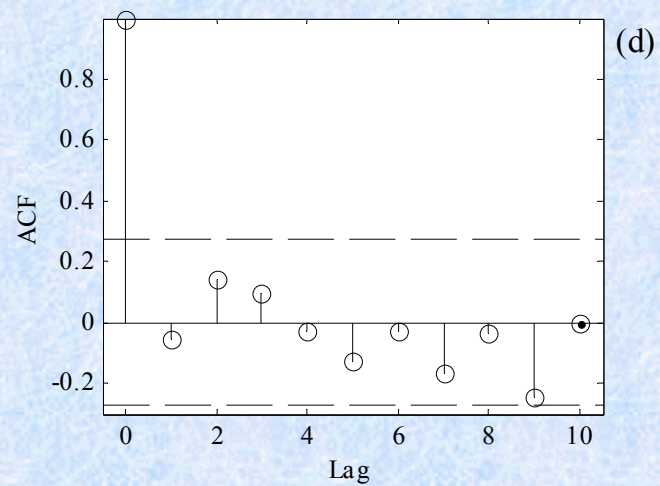
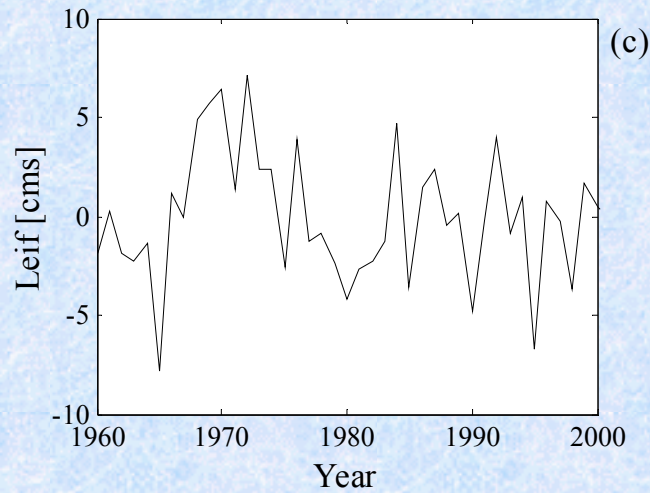
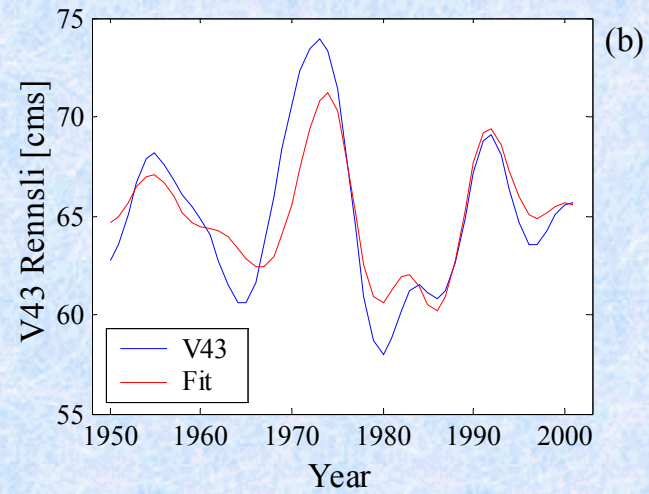
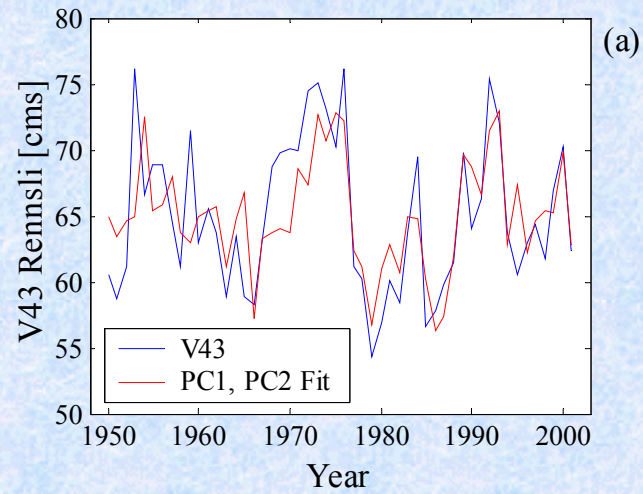
	V43	SST_At	SST_Pa	SLP_Ar	SLP_At	V43(-1)
V43	1					
SST_At	0.54	1				
SST_Pa	-0.54	-0.52	1			
SLP_Ar	-0.53	-0.71	0.49	1		
SLP_At	0.48	0.53	-0.45	-0.70	1	
V43(-1)	0.49	0.30	-0.26	-0.11	-0.02	1

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Var %	55	21	11	8	5
Corr	0.67	0.28	-0.01	0.16	-0.02

CCA Max fylgni : 0.74



Leifa Greining



Aðhæf Spá 1 Skref Fram í Tímann 1991-2003

Aðhæf spá: Einungis gögn sem eru fyrir hendi á þeim tíma sem spá er búin til eru notuð til þess að meta breytur í spálíkönunum (ítrekunar reiknispá).

Spá Geta/Hæfni (1991-2001):

$$\hat{e}_i = \hat{Y}_i - Y_i \quad \text{Leif/Afgangsskekkja}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Meðalspáskekkja bein} & \text{Meðalspáferskekkja} \\ \text{MAFE} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \text{abs}(\hat{e}_i) & \text{RMSFE} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \hat{e}_i^2} \end{array}$$

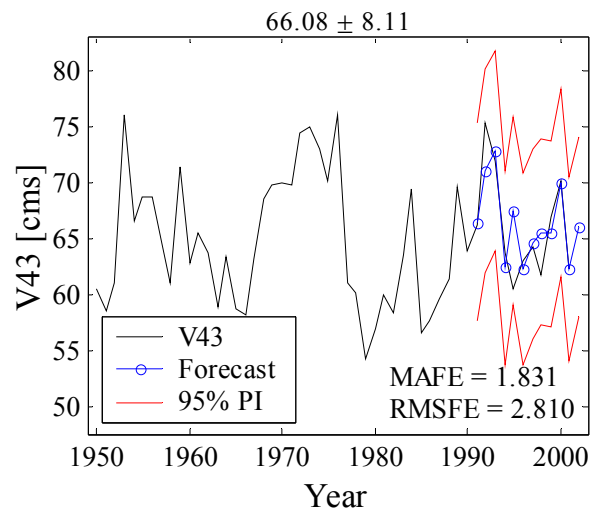
Mátgæði:

$$\text{AICc} = \ln \hat{\sigma}_Z^2 + \frac{n+k}{n-k-2} \quad \hat{\sigma}_Z^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i$$

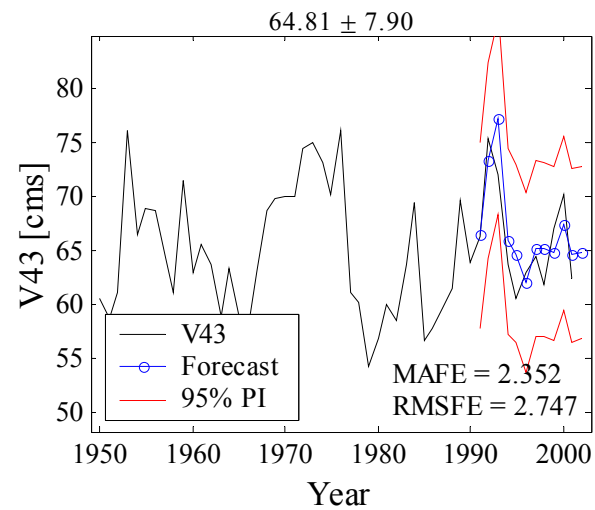
Aðhæf Spá 1 Skref Fram í Tímann

Prepunar aðhvarf (stepwise regression) á fyrstu k meginþætti sem skýra 85% af heildarbreytileika

SST, SLP, V43(-1)



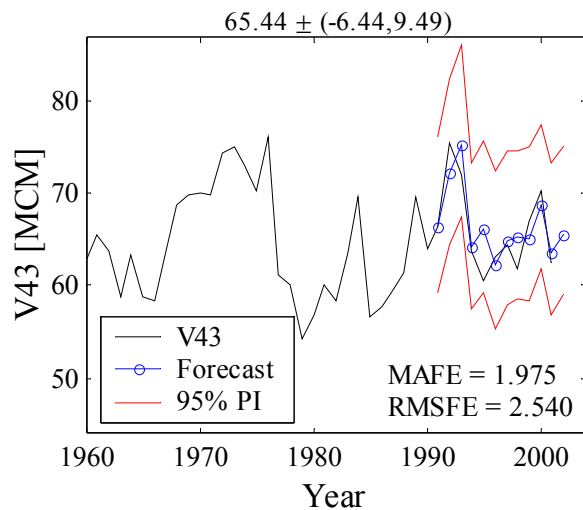
GP, U, V, V43(-1)



Vegið Meðaltal Spálíkana

$$\hat{y}_f = \frac{1}{\sum_{i=1}^k w_i} \sum_{i=1}^k w_i \hat{y}_i$$

$$w_i = \min_i(\hat{\sigma}_i^2) \hat{\sigma}_i^{-2}$$



Lokaorð

- Alheimshitastig hefur hækkað um tæpa gráðu á síðustu 150 árum og þar af um hálfa gráðu á síðustu 20 árum.
- Samsvarandi hækkingar hefur ekki orðið vart á Íslandi. Á 20 öldinni meðalhitastig hæst 1930-1945.
- Óvissa ríkir um framtíðar veðurfar.
- Breytileiki í rennslisröðum tengist breytileika í loftlagshringrásinni.
- Hægt er að nota loftlagsbreytur til að spá fyrir um rennsli fram í tímann, og þannig minnka áhættu tengdri rekstri vatnsafls virkjana.
- Með spám á rennsli og öðrum vatnafræðilegum breytum má minnka þá óvissu er tengist veðurfarsbreytingum.