

# **Hnattrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi - Vetrarmyndin**

---

**Halldór Björnsson  
og samstarfsfólk  
Veðurstofu Íslands**



***Hlýnun jarðar er óumdeilanleg og benda margar athuganir til breytinga frá því um miðbik síðustu aldar sem eru fordæmalausar þegar litið er til síðustu áratuga eða árpúsunda.***

---



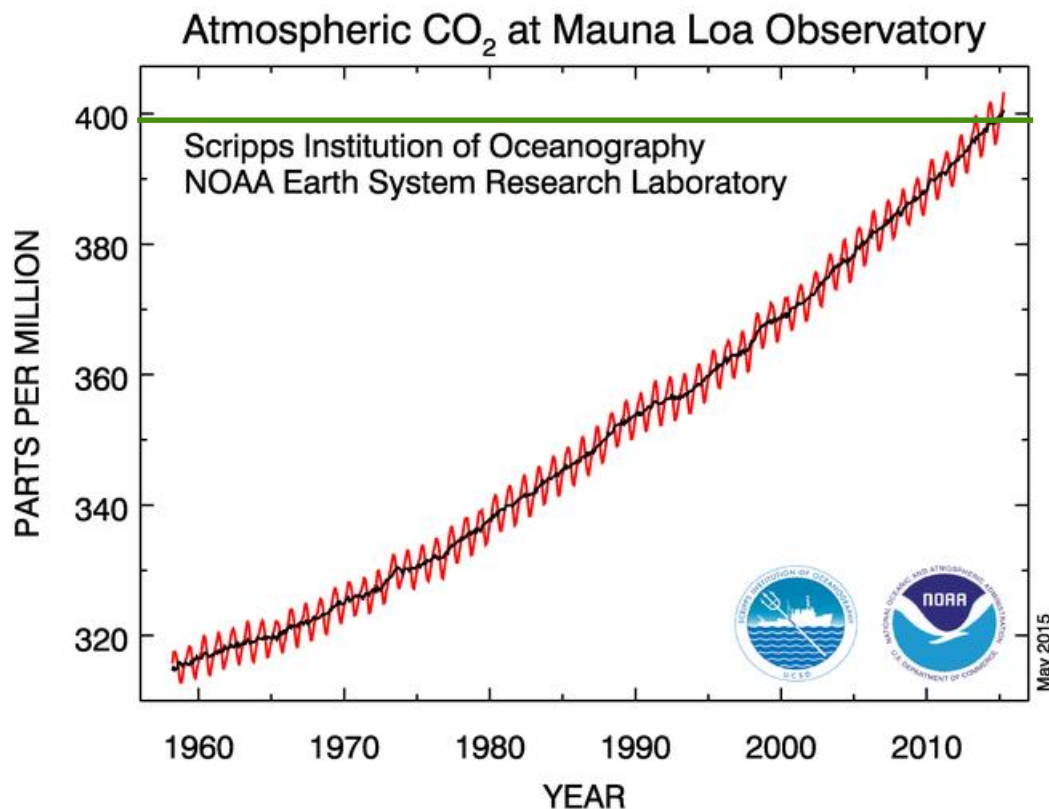
**Jöklar hopa nú og hverfa að mestu á næstu 100 – 200 árum**  
**Afrennsli breytist**

**Landið grænkar í kjölfar hlýnunar, birkimörk færast ofar osfrv**

**Breytingar á samsetningu flökkustofna í lofti og legi**  
**Nýir farfuglar, breytingar á göngum síldar, loðnu og makrís.**

**Huga þarf að innviðum og aðlögun þeirra að áhrifum loftslagsbreytinga**

- ▶ Gróðurhúsaáhrif uppgötvaðust snemma á 19. öld
- ▶ Kom á óvart þegar það uppgötvaðist að áhrifin má rekja til örfárra lofttegunda í lofthjúpnunum
  - ▲ Flestar eru í mjög litlu magni í lofthjúpnunum

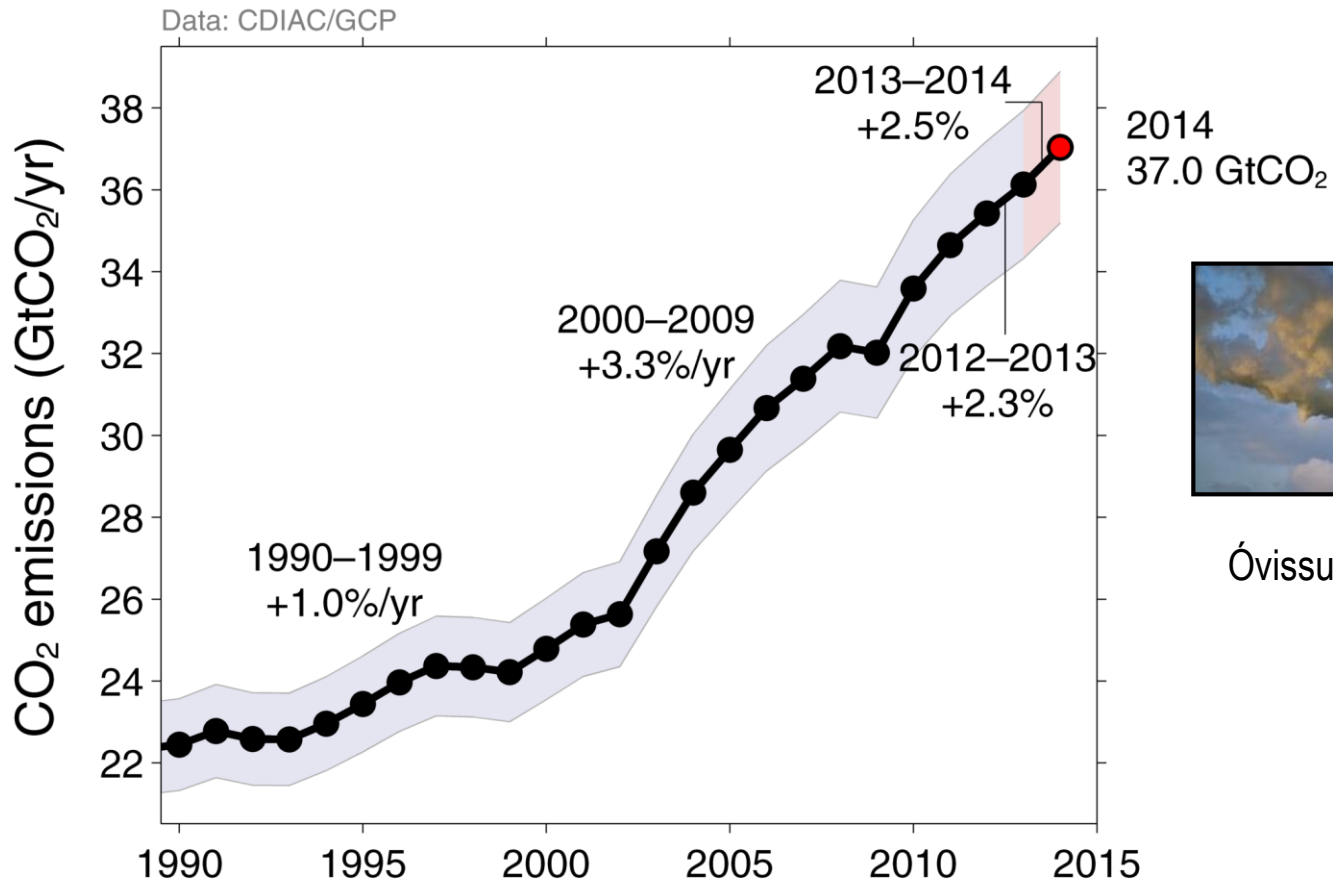


Styrkur gróðurhúsalofttegunda í lofthjúpnunum er að aukast

# Losun gróðurhúsalofttegunda

Hnattræn losun:  $36.1 \pm 1.8$  GtCO<sub>2</sub> árið 2013, 61% yfir1990

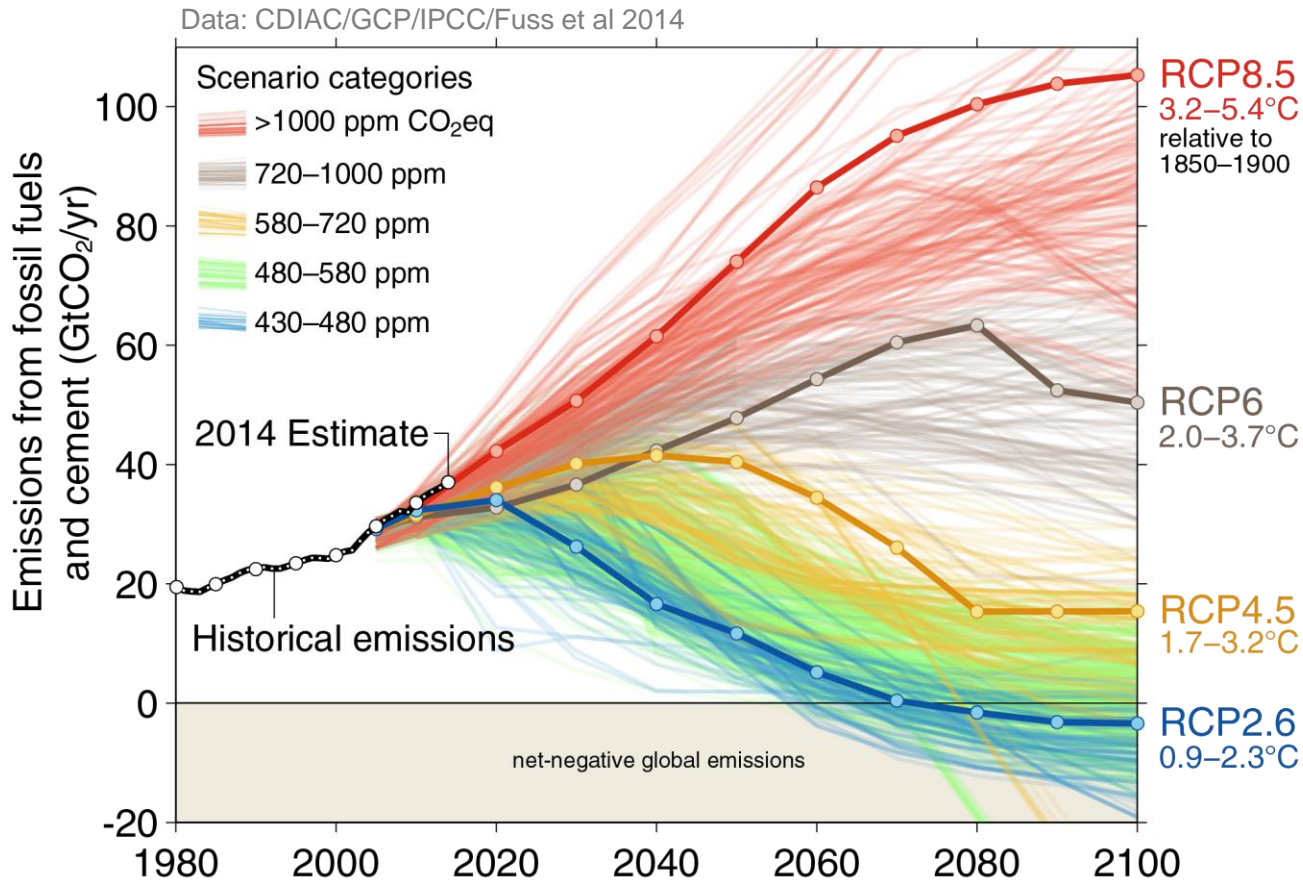
● Spá fyrir 2014:  $37.0 \pm 1.9$  GtCO<sub>2</sub>, 65% yfir 1990



Óvissumörk  $\pm 5\%$ )

# Losun: Síðustu áratugir og sviðsmyndir

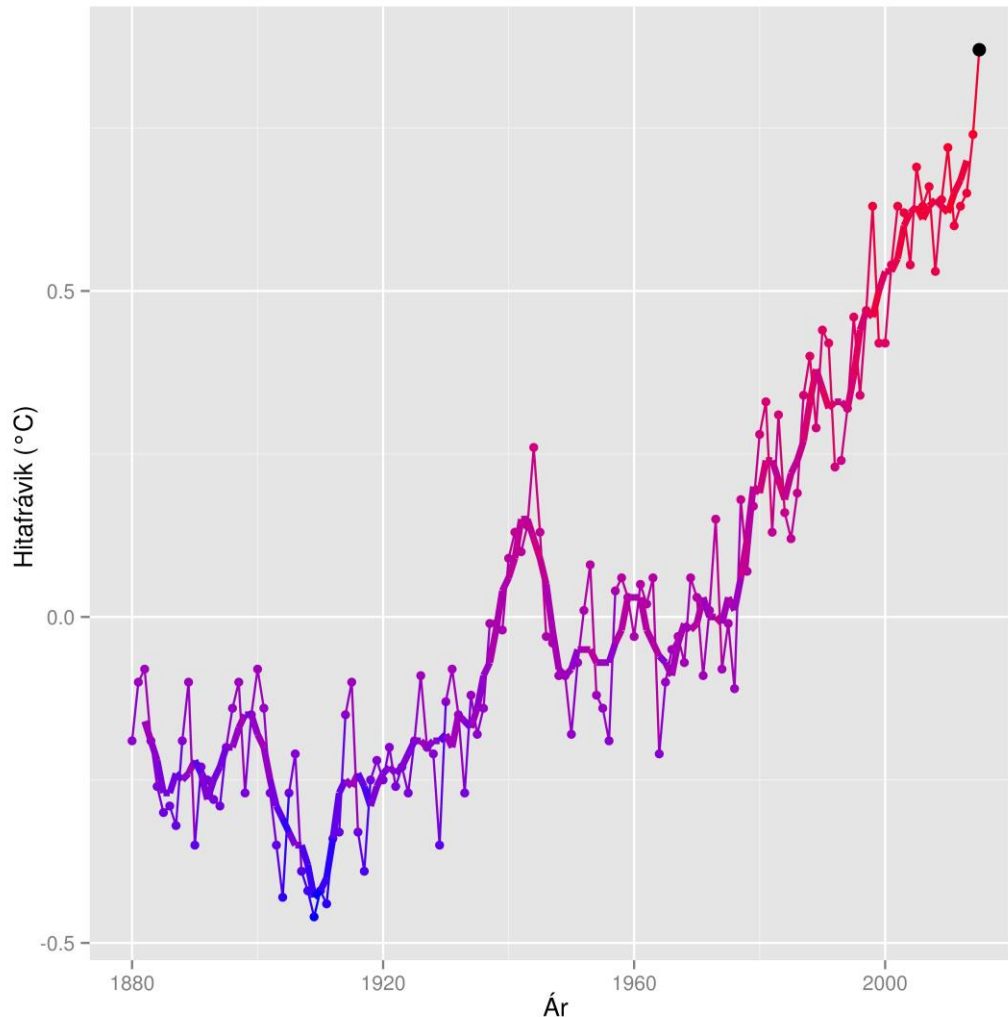
Losun fylgir sviðsmynd fyrir 3.2–5.4°C “líklegri” hlýnun (síðan við iðnbyltingu)  
 Það þarf stöðugar og hnitmiðaðar aðgerðir til að halda hlýnun undir 2°C



Meira en 1000 losunarsviðsmyndir frá fimmtu skýrslu IPCC eru sýndar

Heimild: [Fuss et al 2014](#); [CDIAC](#); [Global Carbon Budget 2014](#)

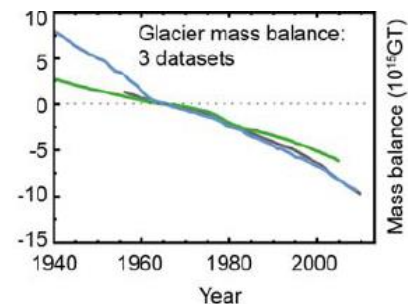
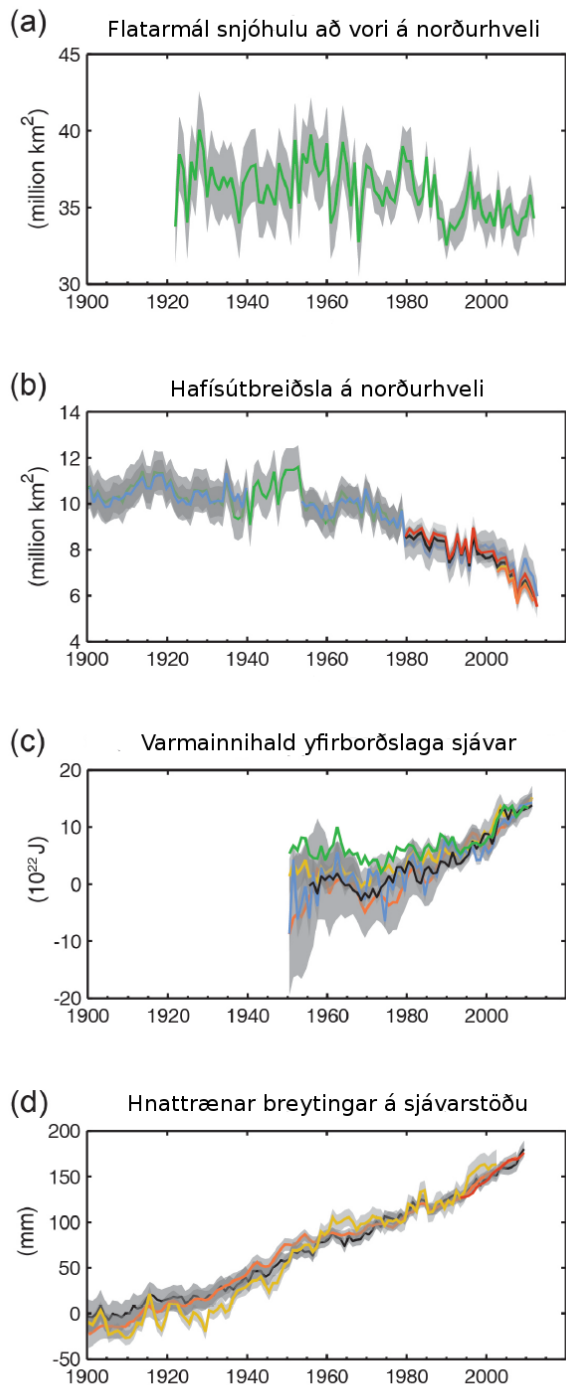
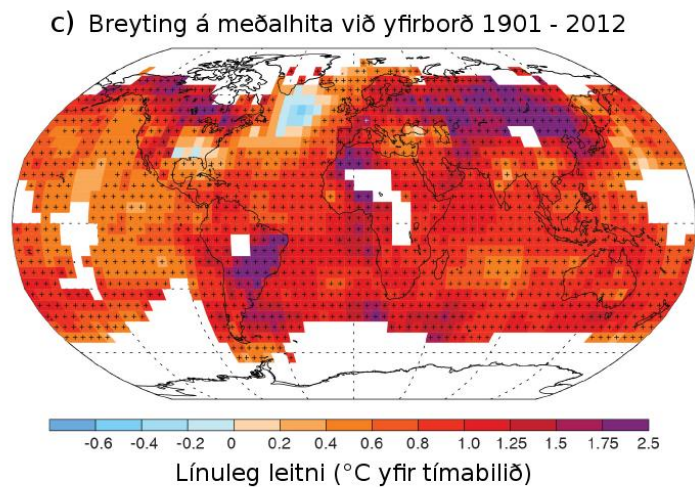
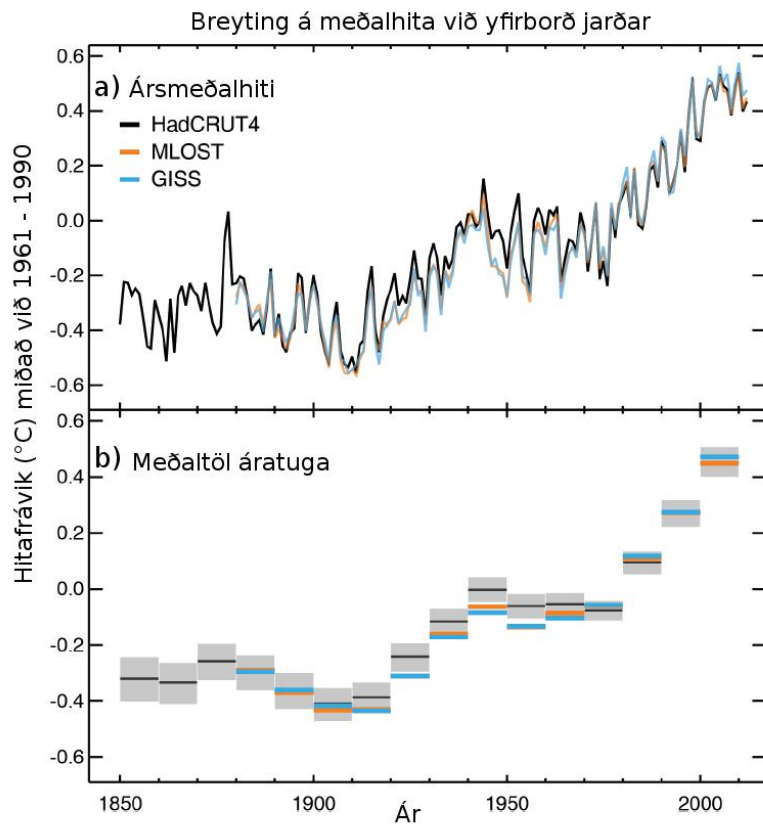
# Aukin gróðurhásaáhrif = Hnattræn hlýnun



**Árið 2015 metár  
hvað hnattrænan  
hita varðar**

**Árið 2014 líka og þá  
án hjálpar frá El  
Nino**

**Áhrif hlýnunar eru  
víðtæk og auðsæ**





# Önnur áhrif losunar á CO<sub>2</sub>: Súrnun sjávar

Þegar styrkur CO<sub>2</sub> eykst í lofthjúpunum er eykst upptaka CO<sub>2</sub> í hafi

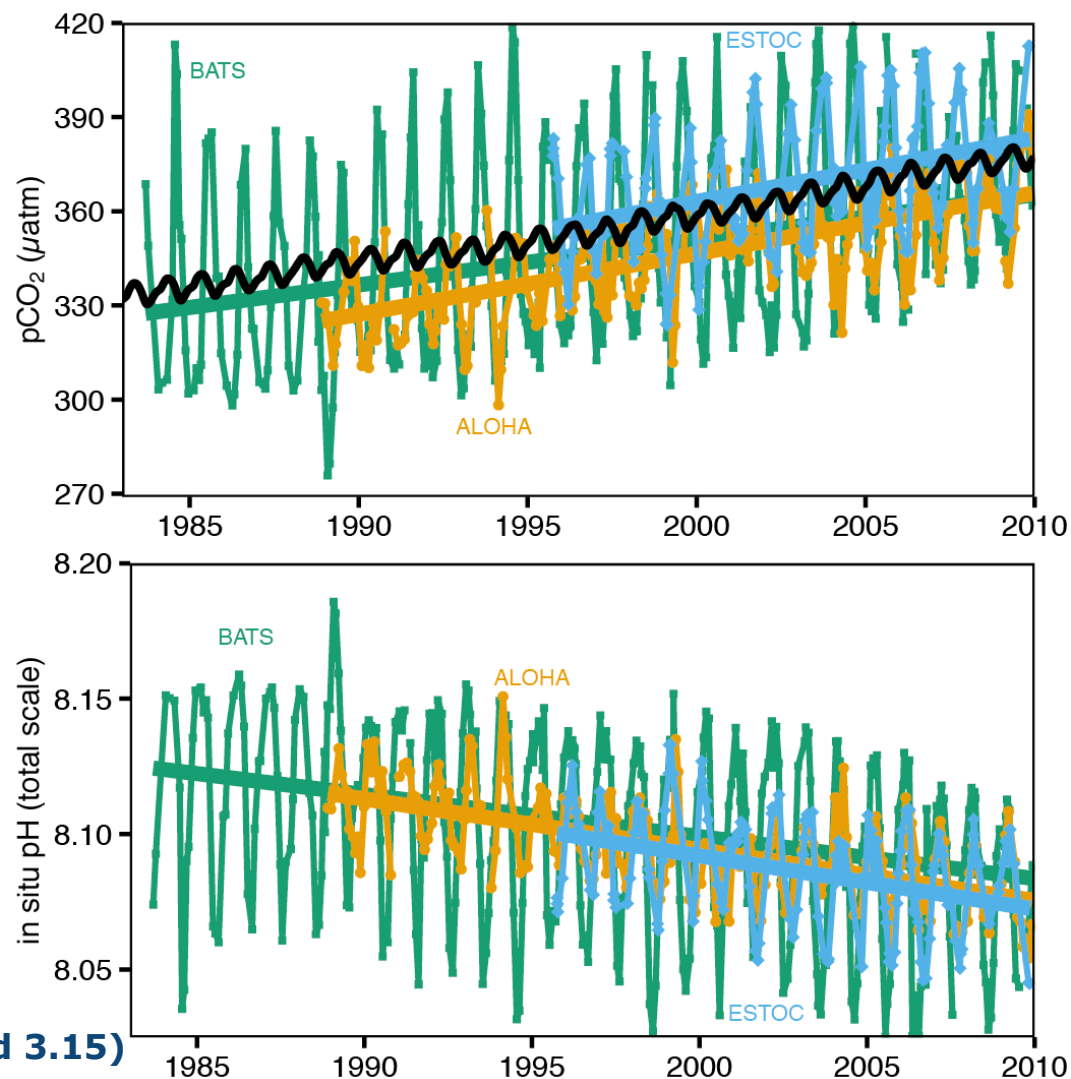
Uppleyst CO<sub>2</sub> myndar kolsýru í hafinu sem lækkar sýrustig hafsins

Þetta lækkar kalkmettun sjávar ( $\Omega\text{CaCO}_3$ )

Fjöldi tegunda í hafinu myndar kalk og koma kalkframleiðandi lífverur við sögu í flestum fæðukeðjum

Lægri kalkmettun hefur neikvæð áhrif á lífsskilyrði þessara lífvera

(IPCC, 2013, Mynd 3.15)



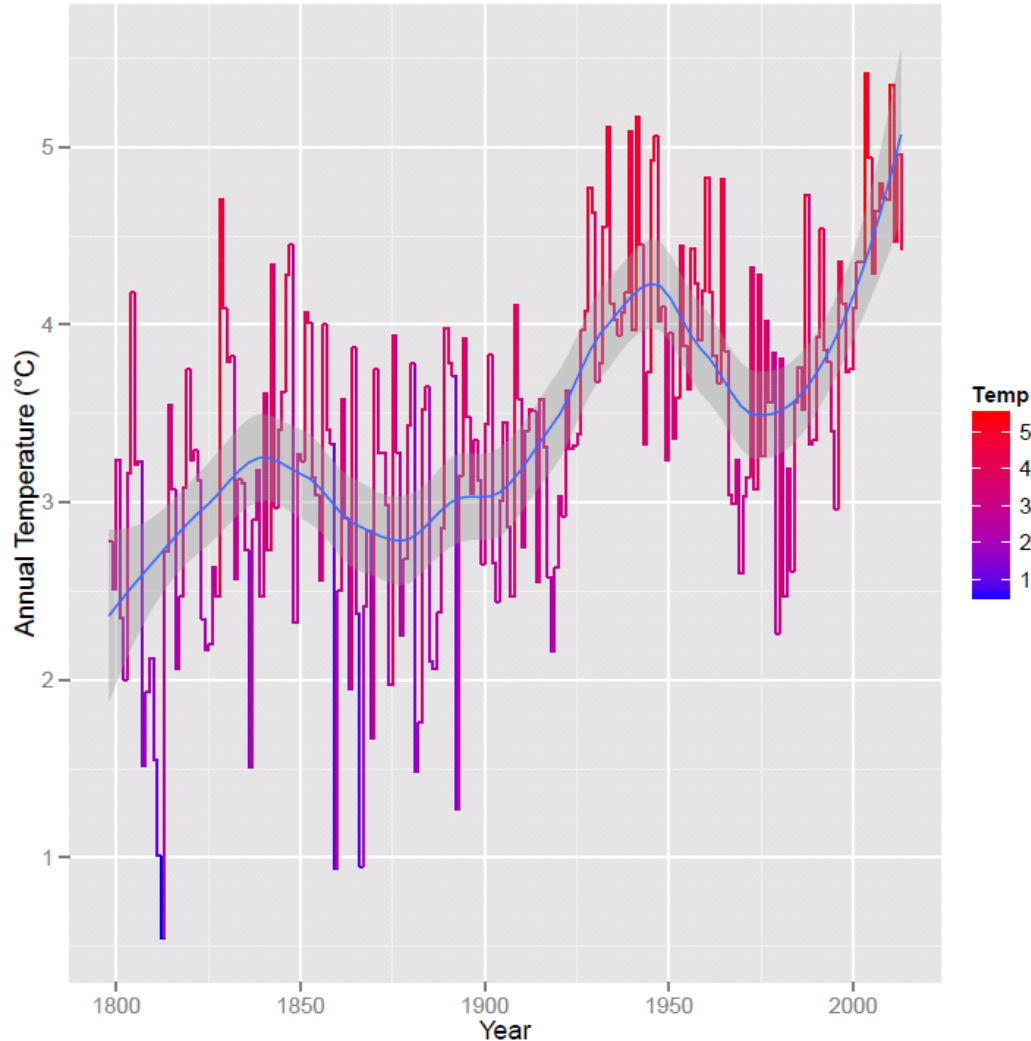
---

# Áhrif loftslagsbreytinga á Íslandi



# Þróun meðalhita á Íslandi frá 1800

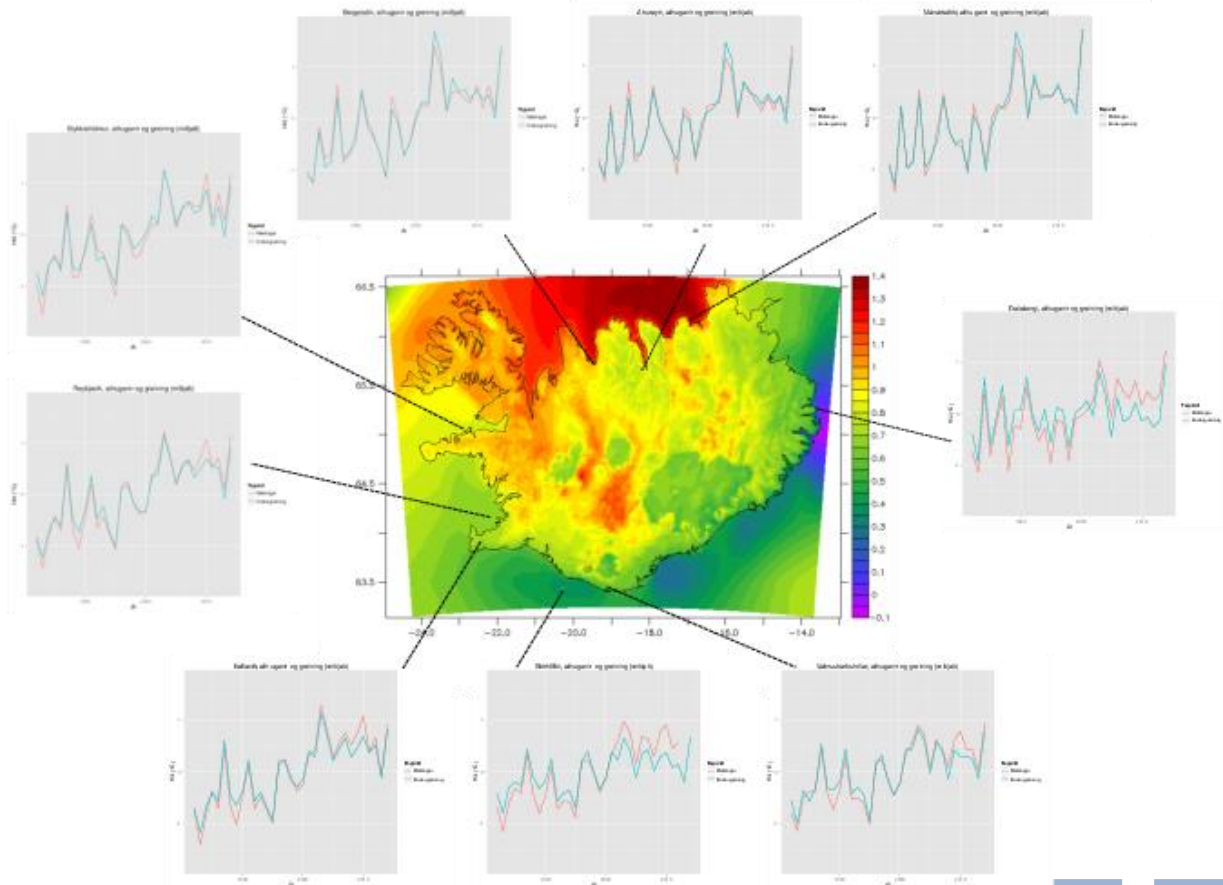
## Gögn frá Stykkishólmi



(Vísindanefnd um  
loftslagsbreytingar, 2008)

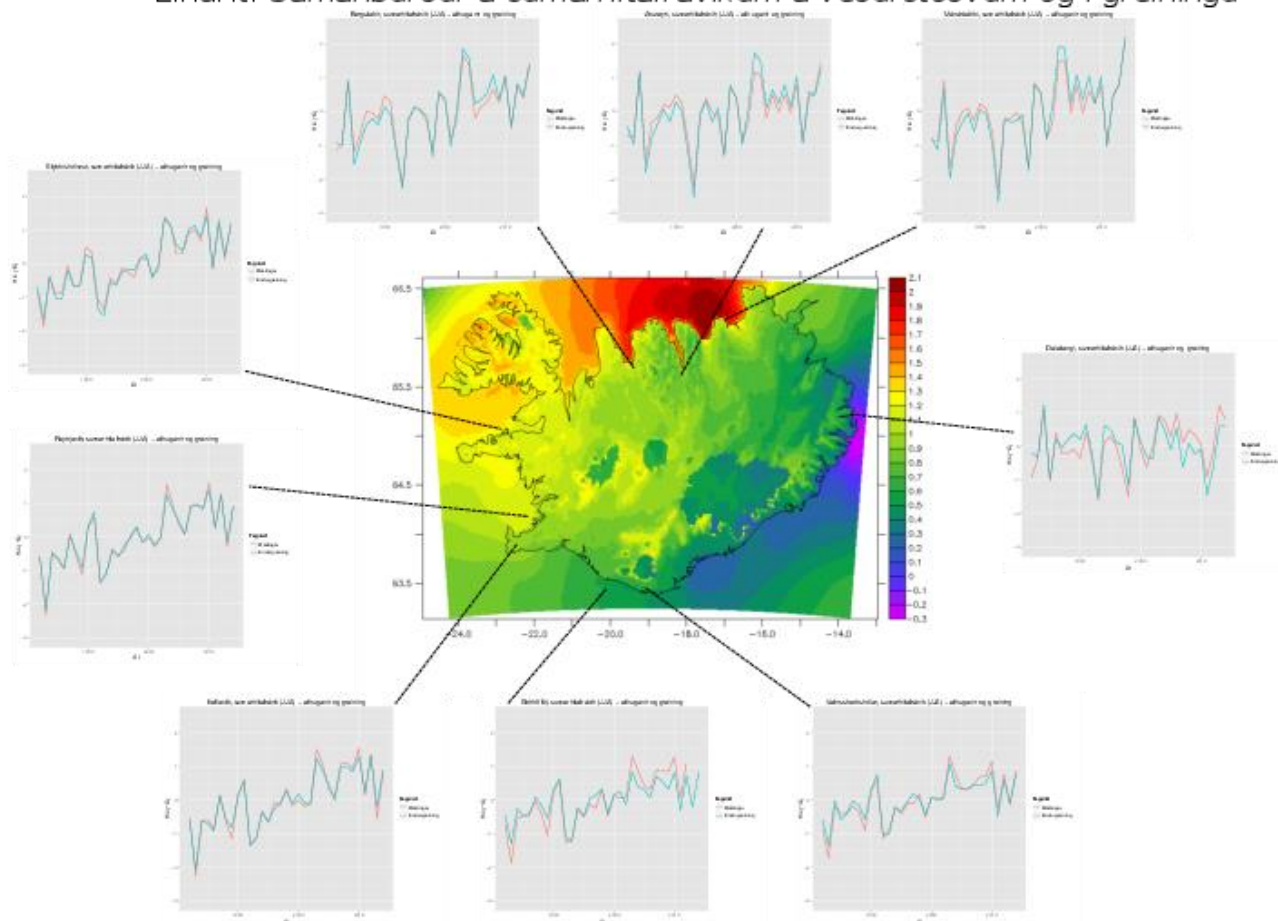
# Þróun ársmeðalhita á Íslandi 1982 - 2014 (endurgreining VÍ)

Kort: Endurgreining á lofthita við yfirborð.  
Hlýnun frá meðtali árána 1985 - 1999 til 2000 - 2014  
Línurit: Samanburður á árshitafrávikum á veðurstöðvum og í greiningu

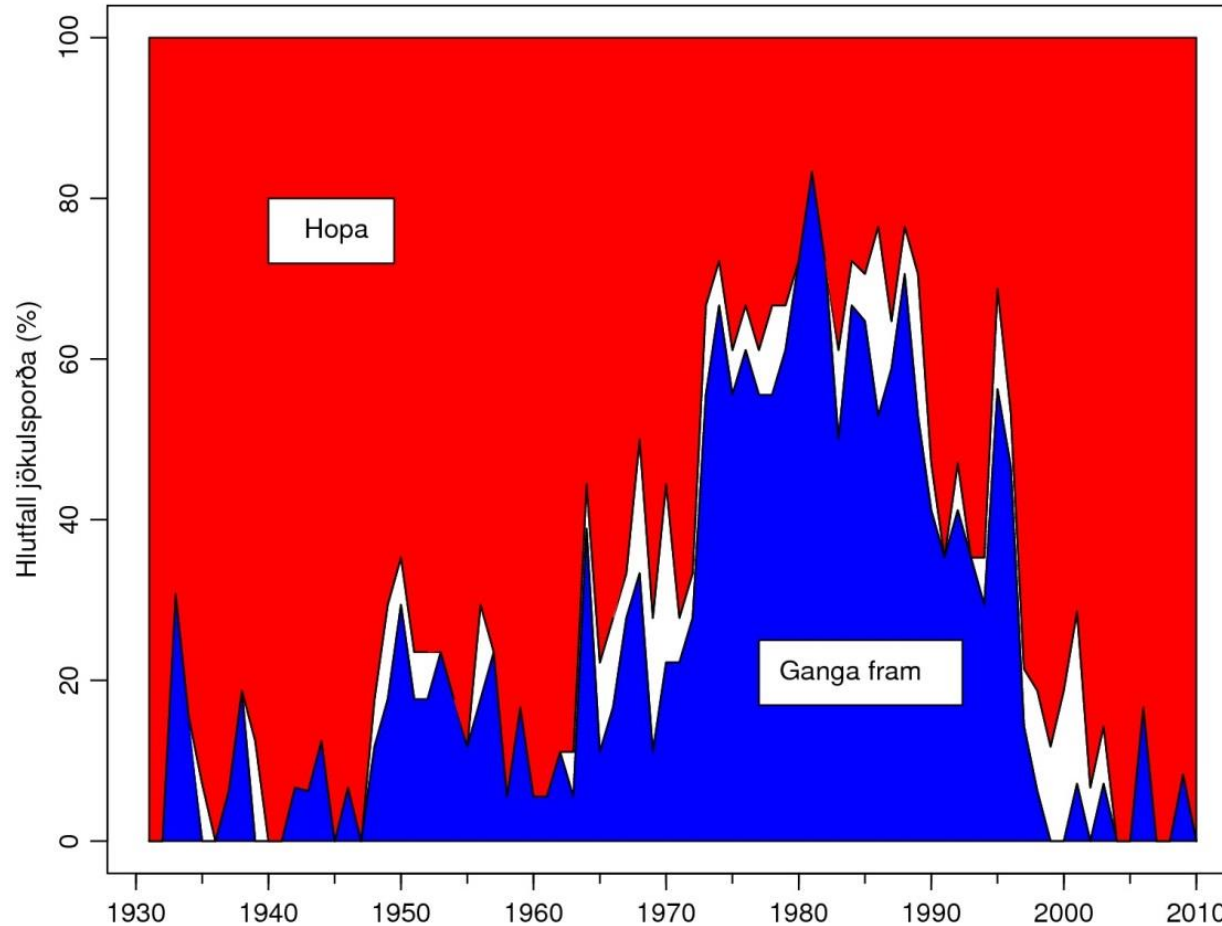


# Þróun sumarhita á Íslandi 1982 - 2014 (endurgreining VÍ)

Kort: Endurgreining á lofthita við yfirborð.  
Hlýnun að sumri frá meðaltali árána 1985 - 1999 til 2000 - 2014  
Línurit: Samanburður á sumarhitafrávikum á veðurstöðvum og í greiningu



# Hop jökla og þróun meðalhita á Íslandi



---

# Sólheimajökull 1997 og 2010

---

Veðurstofa  
Íslands



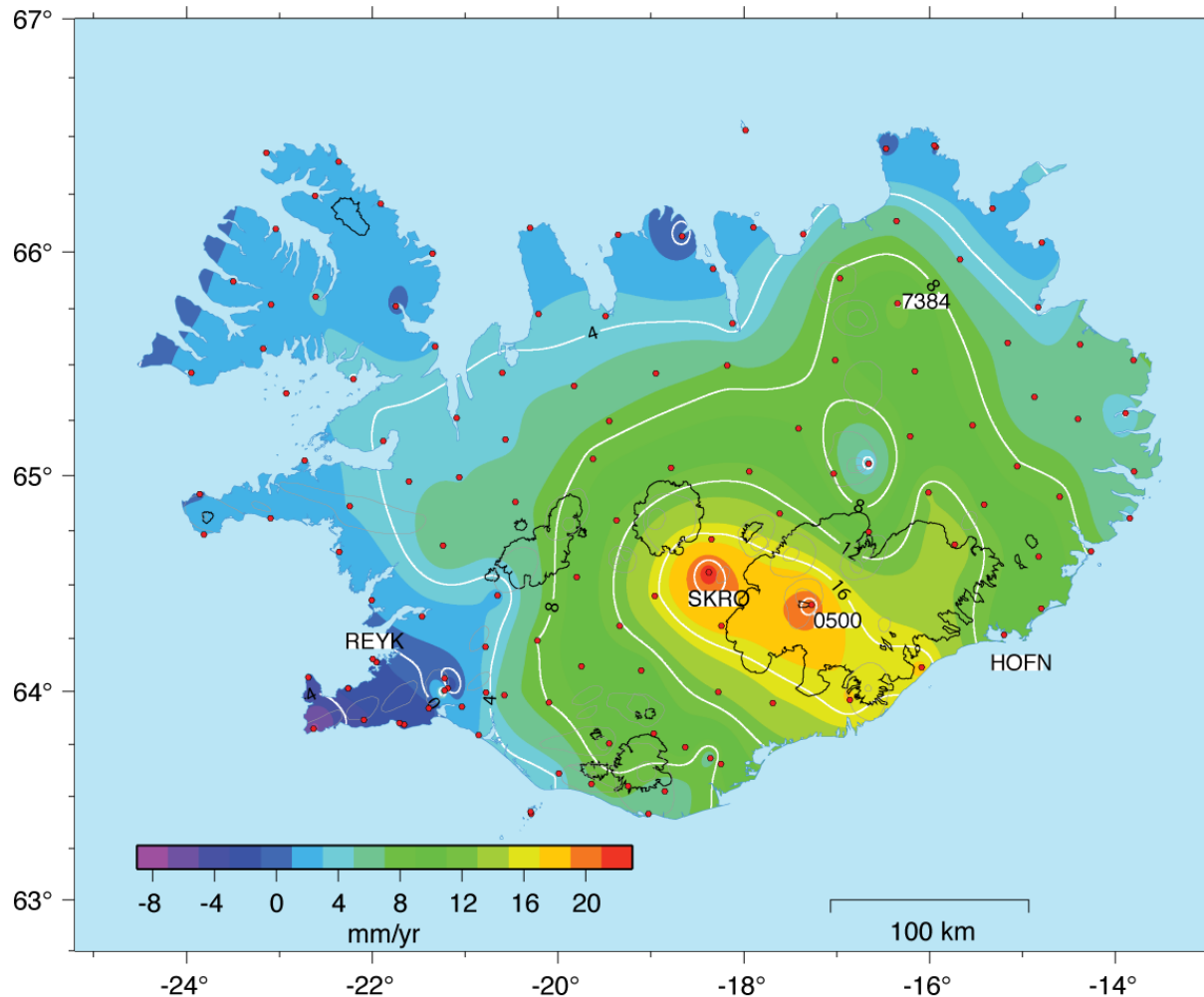
(Ljós. Oddur Sigurðsson)

---

# Bráðnun jökla og landris

## GPS mælingar sýna að landið bregst hratt við bráðnun jökla

- ▶ Ákaft landris við suður- og austurströndina.
- ▶ Landsig á SV horninu og á stöku strandsvæðum norðan lands og vestan

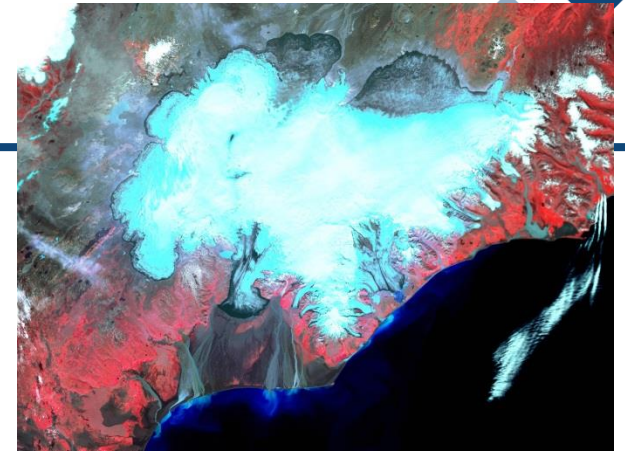




Mynd: Oddur  
Sigurðsson



Veðurstofa  
Íslands



► Óbein áhrif  
loftslagsbreytinga  
á samgöngur



Mynd:  
HB

June 5<sup>th</sup> 2010



- ▶ Framleiðini gróðurs eykst með hlýnun
- ▶ Skógarmörk færast ofar í landið



(Ólafur Eggertsson)



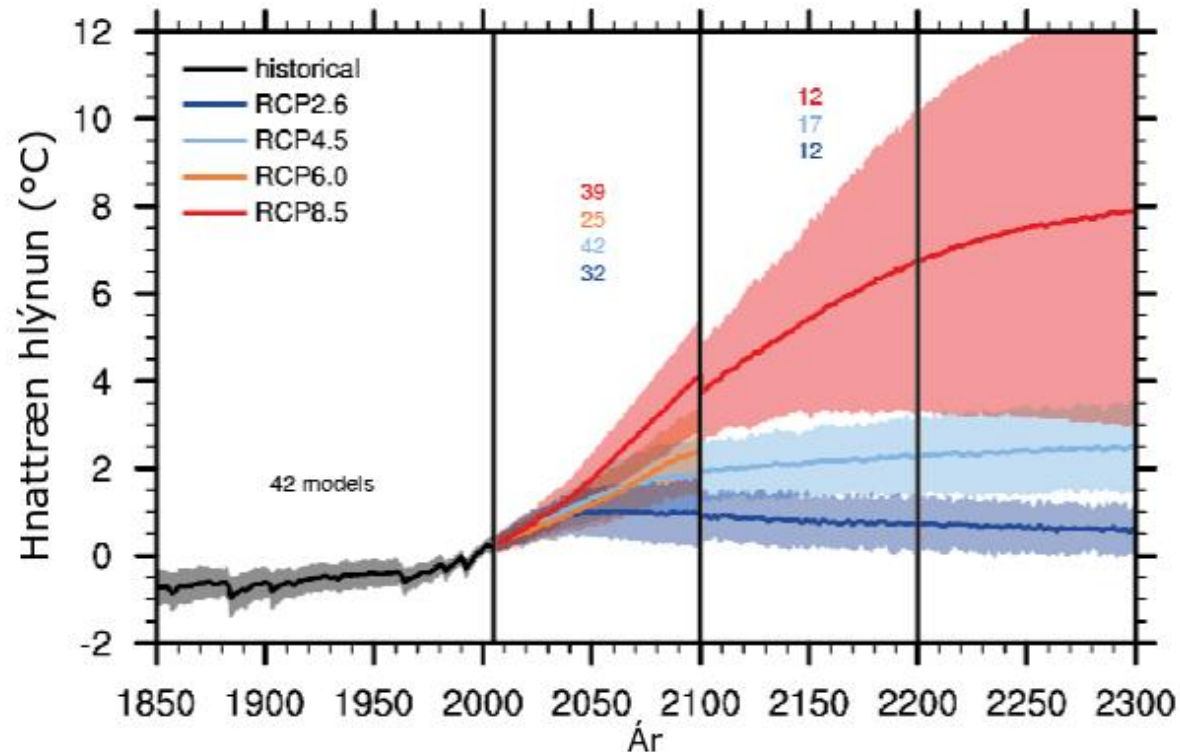
(Bjarni Diðrik Sigurðsson)

- ▶ Ræktunarmöguleikar breytast

# Hvað gerist næst? Hversu mikið hlýnar fer eftir losun

## Fjórar sviðsmyndir um losun Niðurstöður fyrir mörg ólík líkön í hverri sviðsmynd

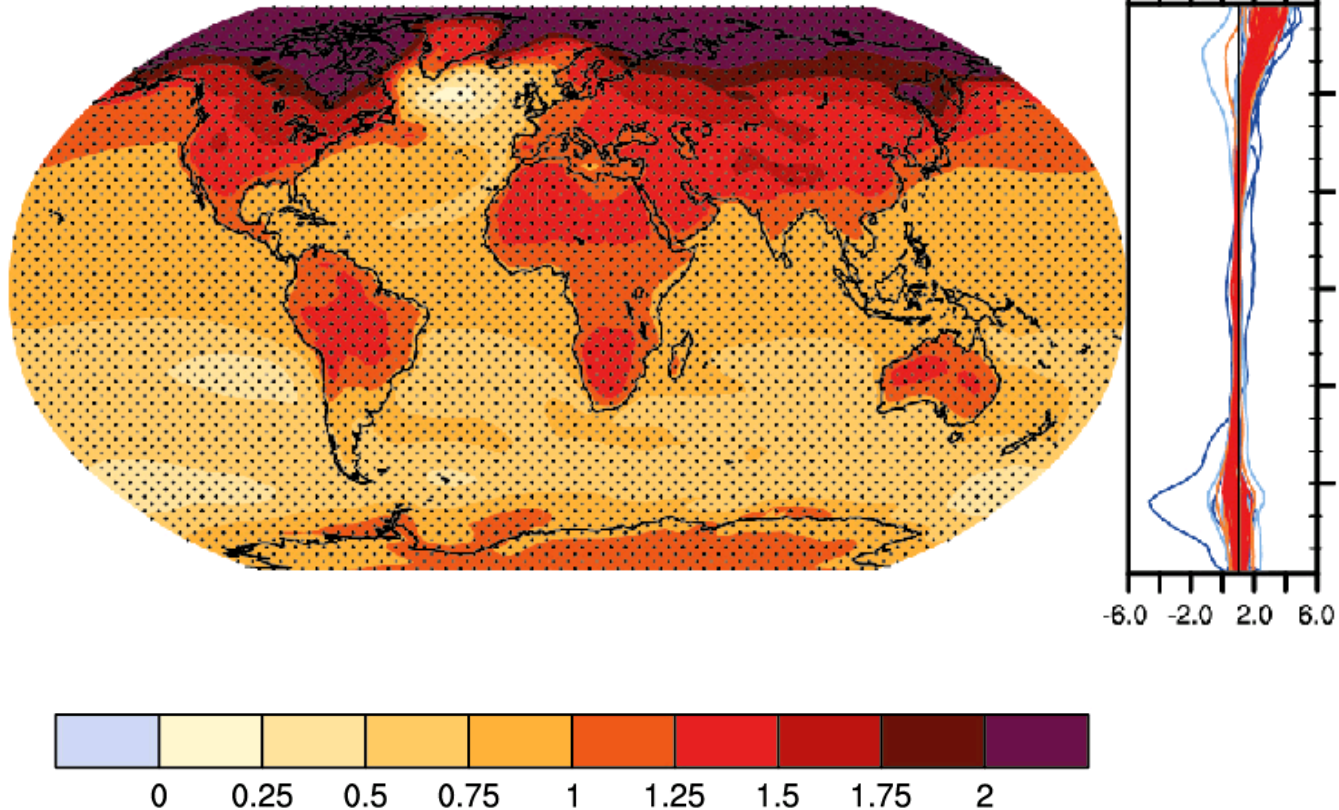
- ▶ Mest hlýnun um 4° C að meðaltali til loka aldarinnar
- ▶ Í millibils sviðsmyndum hlýnar um 2° C
- ▶ Minnst hlýnar ef lítið er losað



**Hlýnunin er ekki jafndreifð um hnöttinn**

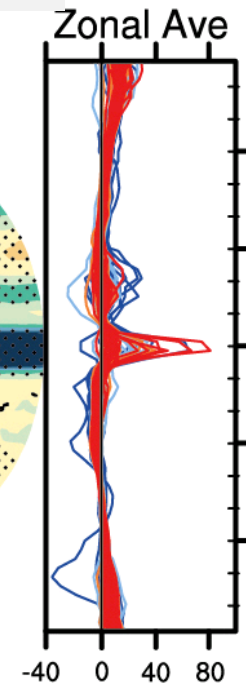
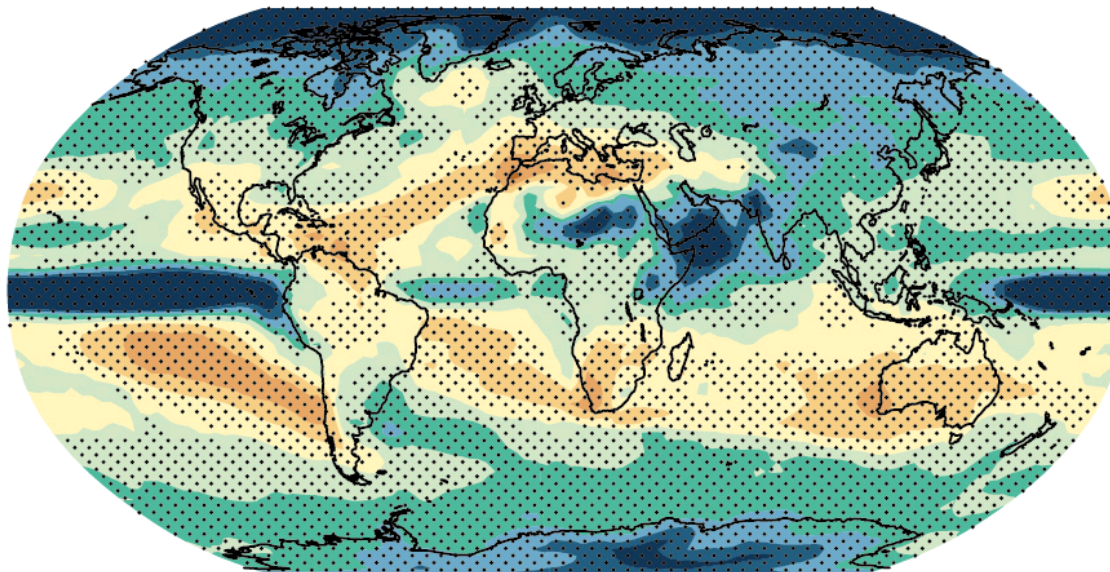
# Hlutfallslega meiri hlýnun yfir meginlöndum og heimskautasvæðum

Staðbundin hlýnun sem hlutfall af hnattrænni  
2081-2100

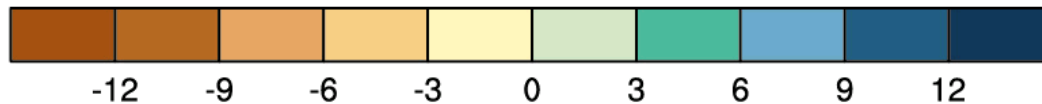


# Úrkomubreytingar og hlýnun

Úrkomubreyting (%) á hverja gráðu hnattænnar  
hlýnunar ( $^{\circ}\text{C}$ )  
2081-2100



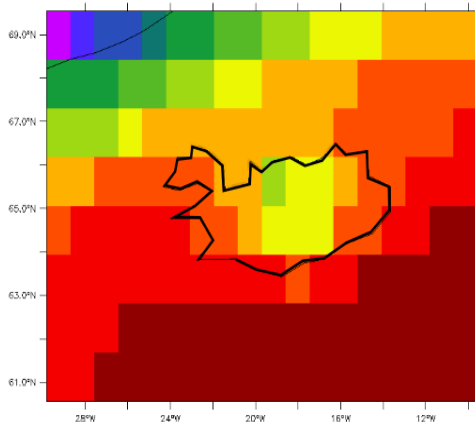
(% per  $^{\circ}\text{C}$  global mean change)



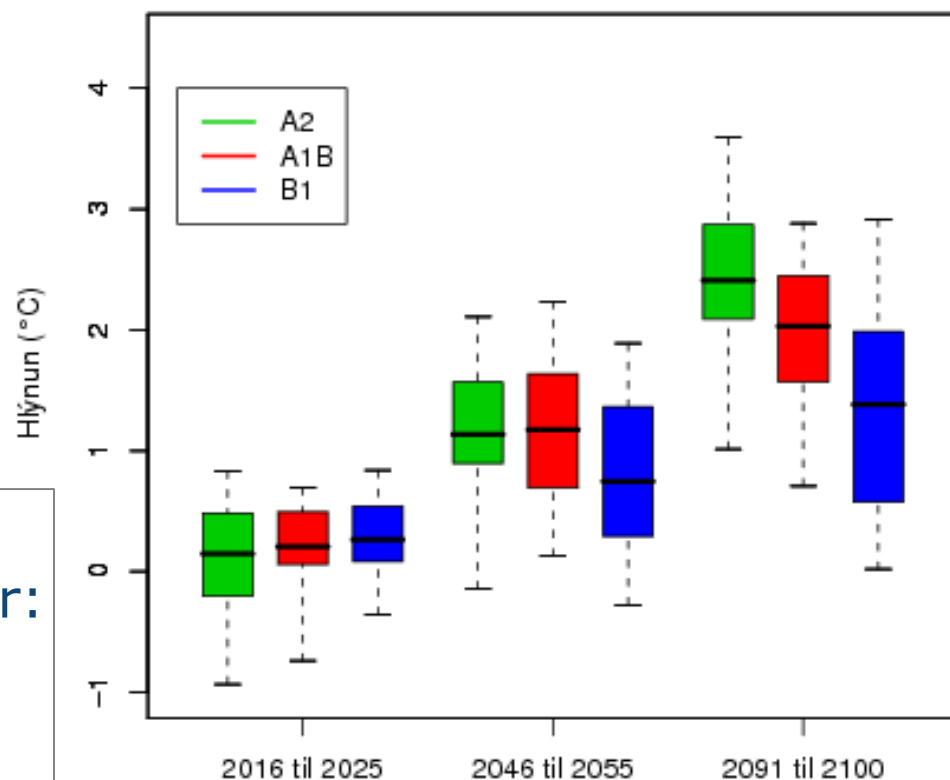
(IPCC, 2013)

Greindum gögn frá  
CMIP3 fyrir 3  
sviðsmyndir: B1 (21),  
A1B (23) og A2 (19)

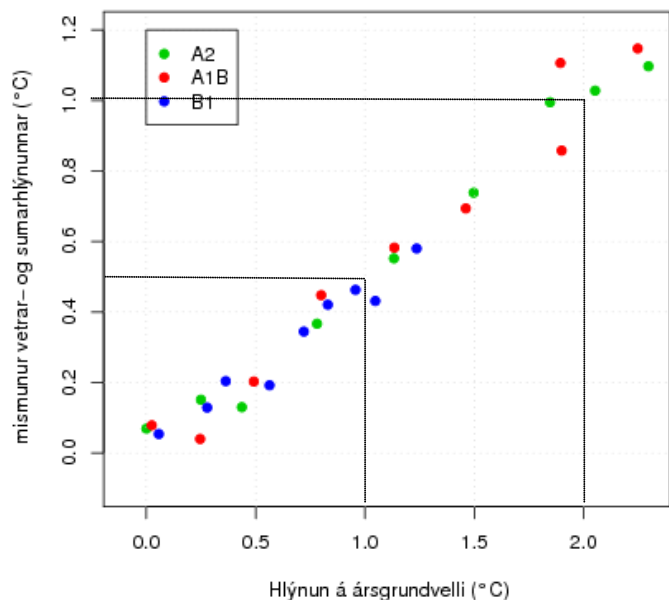
Hlýnun til miðbiks  
aldarinnar  $1 \pm 1$  °C  
Skilur á milli sviðsmynda  
á síðari hluta aldarinnar



Íslandsreitur:  
30V – 10V  
60N – 70 N

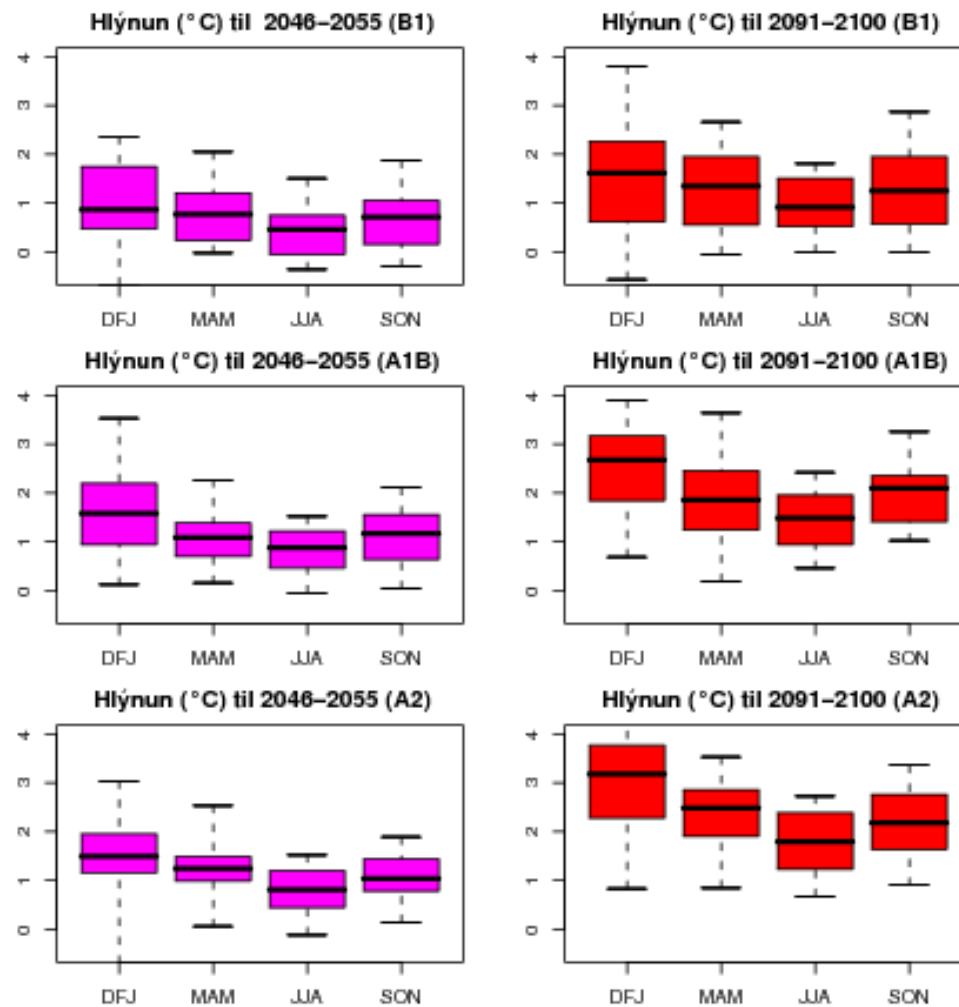


# Meiri hlýnun að vetri en sumri



**Hlýnun á ársgrundvelli er um tvöföld mismunur vetrar og sumars:**

**T.d. Árshlýnun 2 ° C  
vetur 2.5 og sumar 1.5**

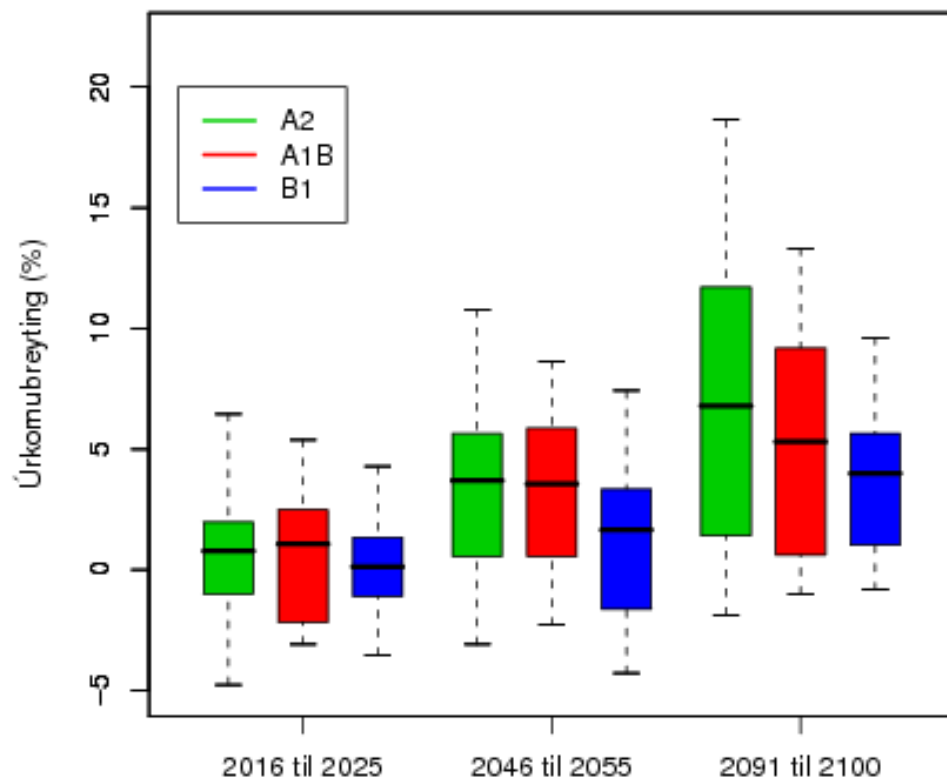
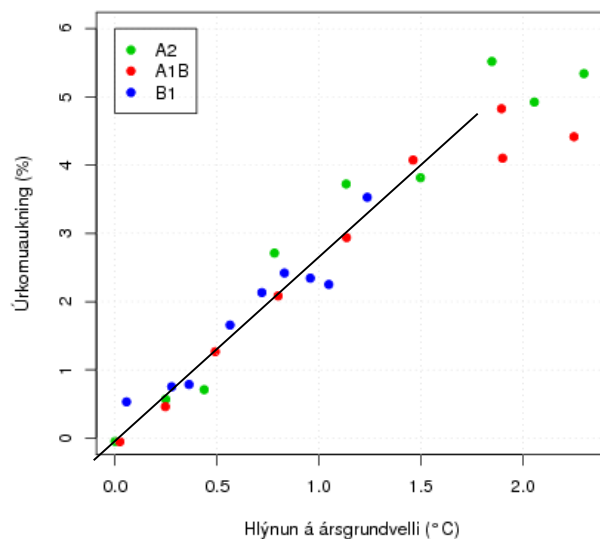


# Skýrsla Vísindanefndar 2008

## Úrkomubreytingar

Úrkomubreytingar ekki jafn  
eindregnar og hitabreytingar  
Lítill munur á milli sviðsmynda  
Úrkoma eykst almennt með  
hlýnun sem og breytileiki innan  
sviðsmynda.

Almennt eykst úrkoma um  
2 – 3 % per gráðu hlýnun

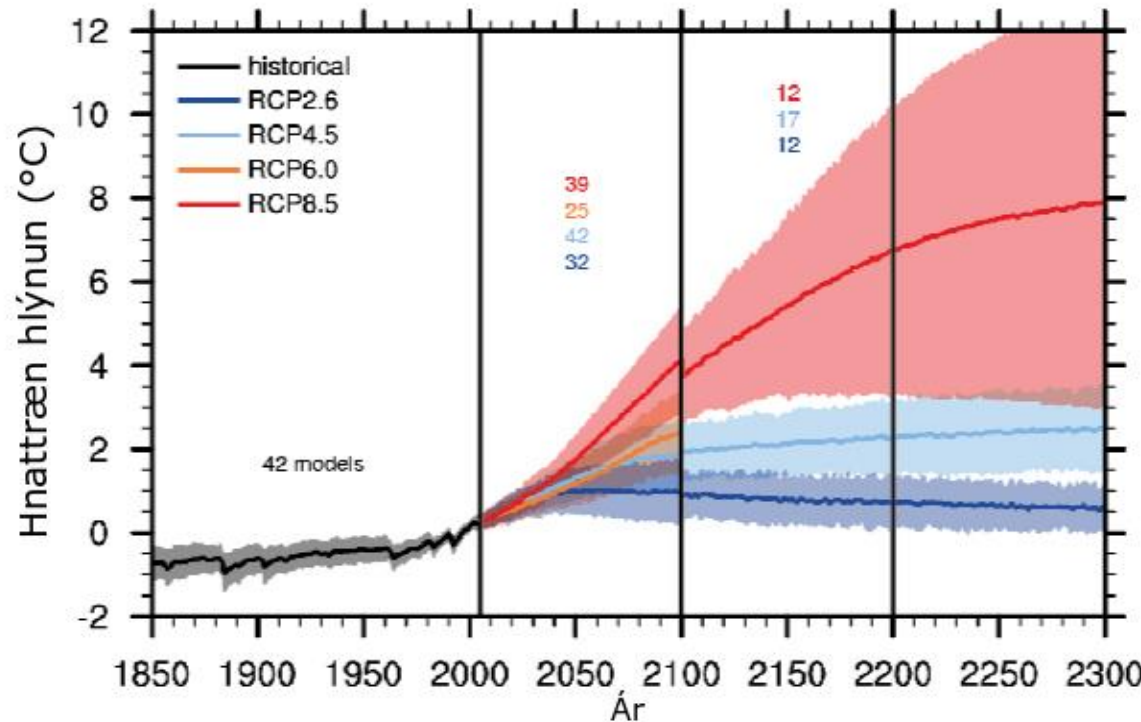




# Úrvinnsla á CMIP5 keyrslum fyrir skýrslu vísindanefndar 2016

## CMIP5 keyrslur (2011 – 2014) notaðar fyrir 4 sviðsmyndir (RCP2.6 – RCP8.5)

- ▶ Mikil losun (RCP8.5)
- ▶ Lítil losun (RCP2.6)  
..og þar á milli
- ▶ (RCP4.5 & RCP6.0)
  
- ▶ Línuritið sýnir einnig áhrif eldgosa á síðustu öld

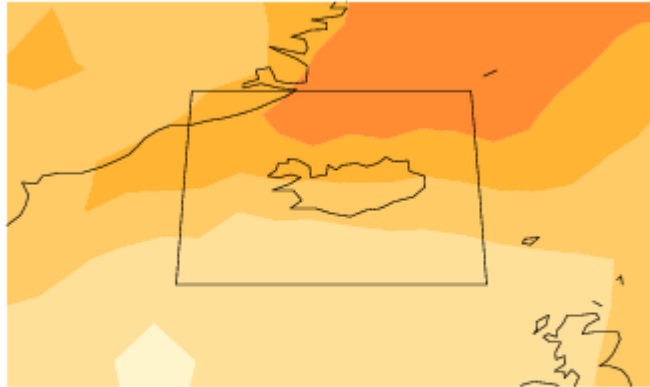


Ár

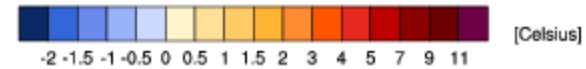
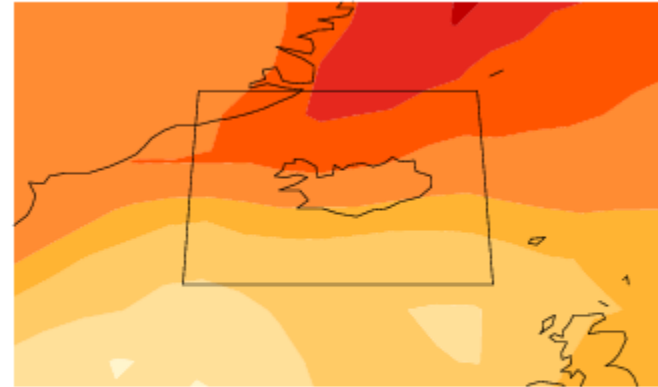
(IPCC, 2013)

# Hitabreytingar (frá 1986 – 2005) til loka aldarinnar (2081 – 2100)

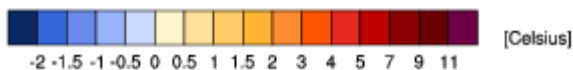
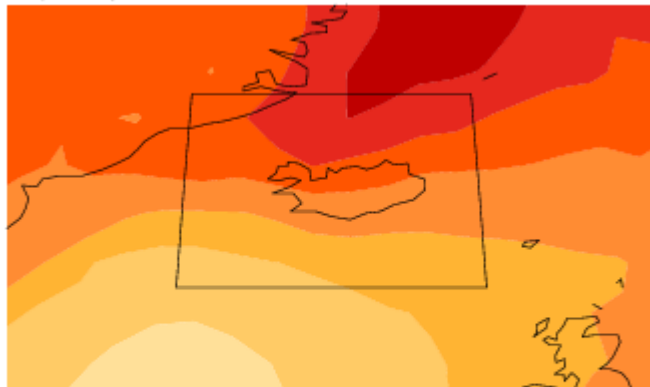
50% rcp26 temperature 2081-2100 minus 1986-2005 Jan-Dec AR5 CMIP5 subset



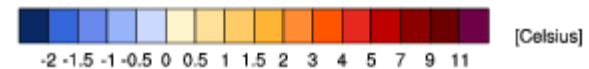
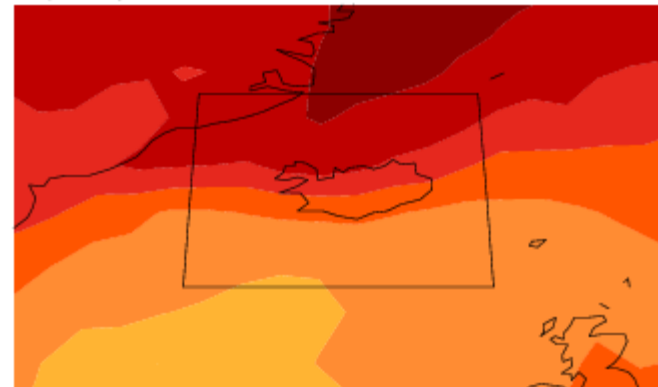
50% rcp45 temperature 2081-2100 minus 1986-2005 Jan-Dec AR5 CMIP5 subset



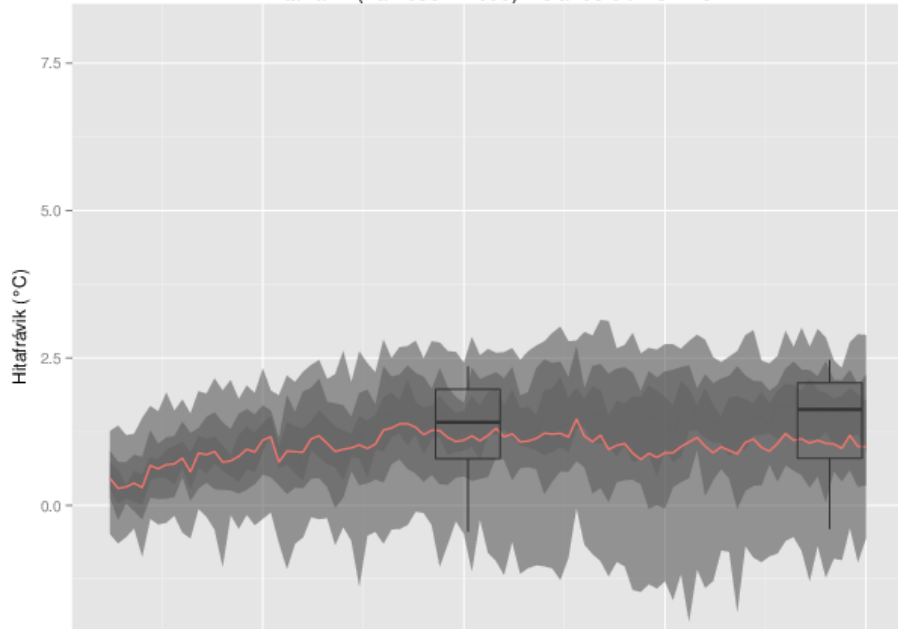
50% rcp60 temperature 2081-2100 minus 1986-2005 Jan-Dec AR5 CMIP5 subset



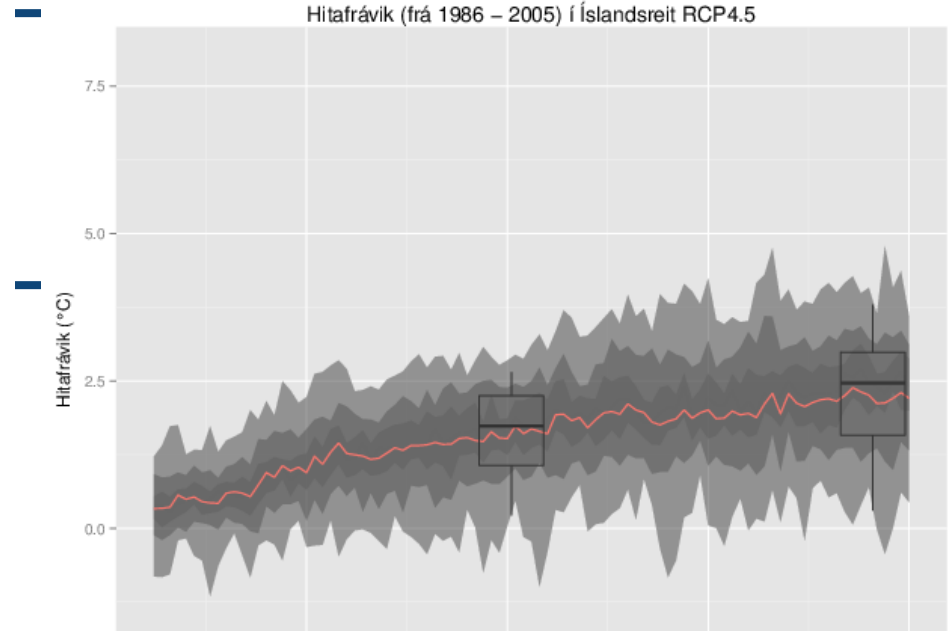
50% rcp85 temperature 2081-2100 minus 1986-2005 Jan-Dec AR5 CMIP5 subset



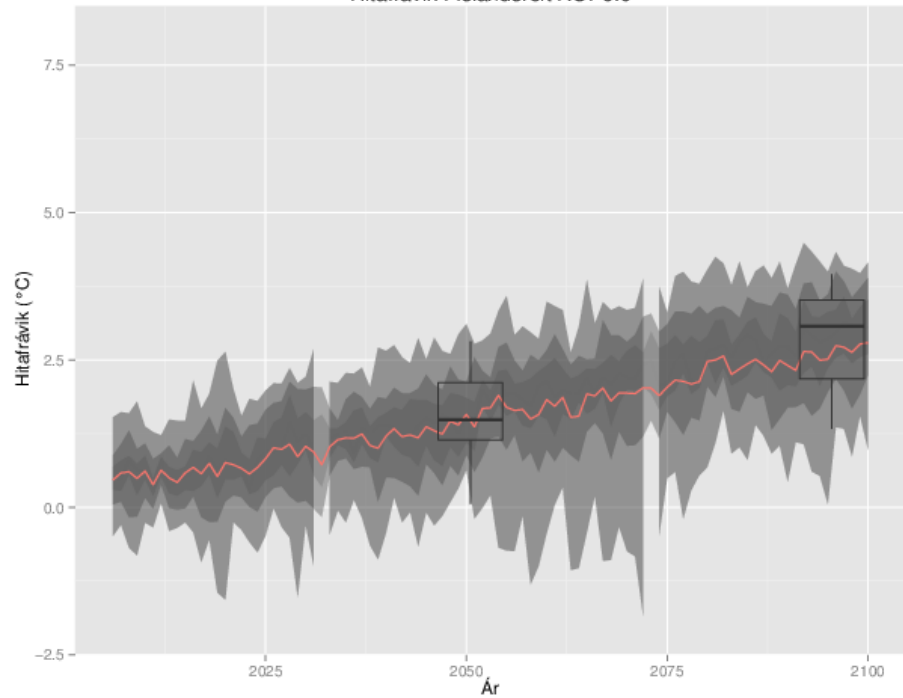
Hitafrávik (frá 1986 – 2005) í Íslandsreit RCP2.6



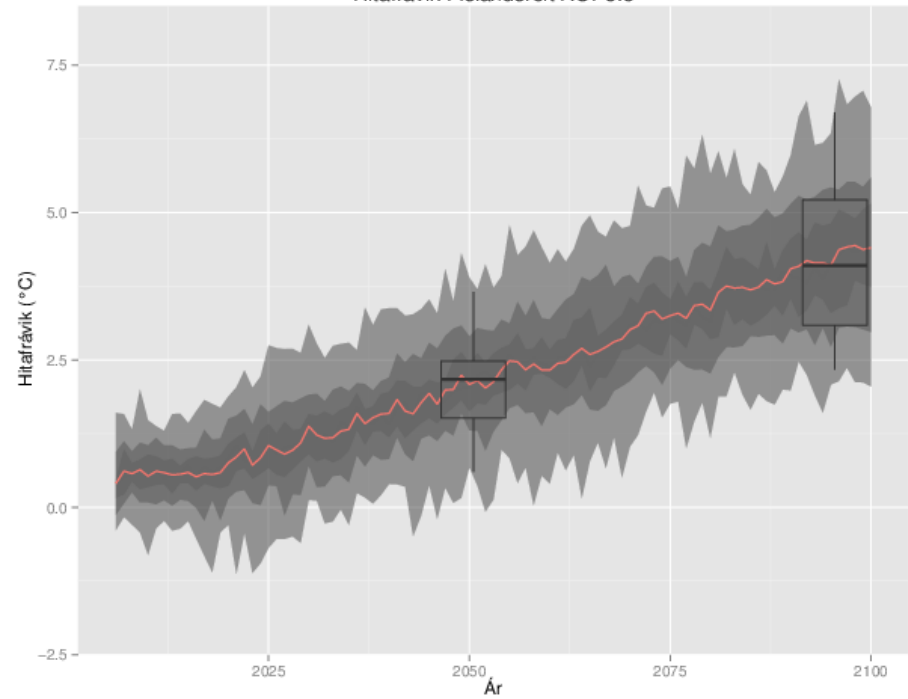
Hitafrávik (frá 1986 – 2005) í Íslandsreit RCP4.5



Hitafrávik í Íslandsreit RCP6.0

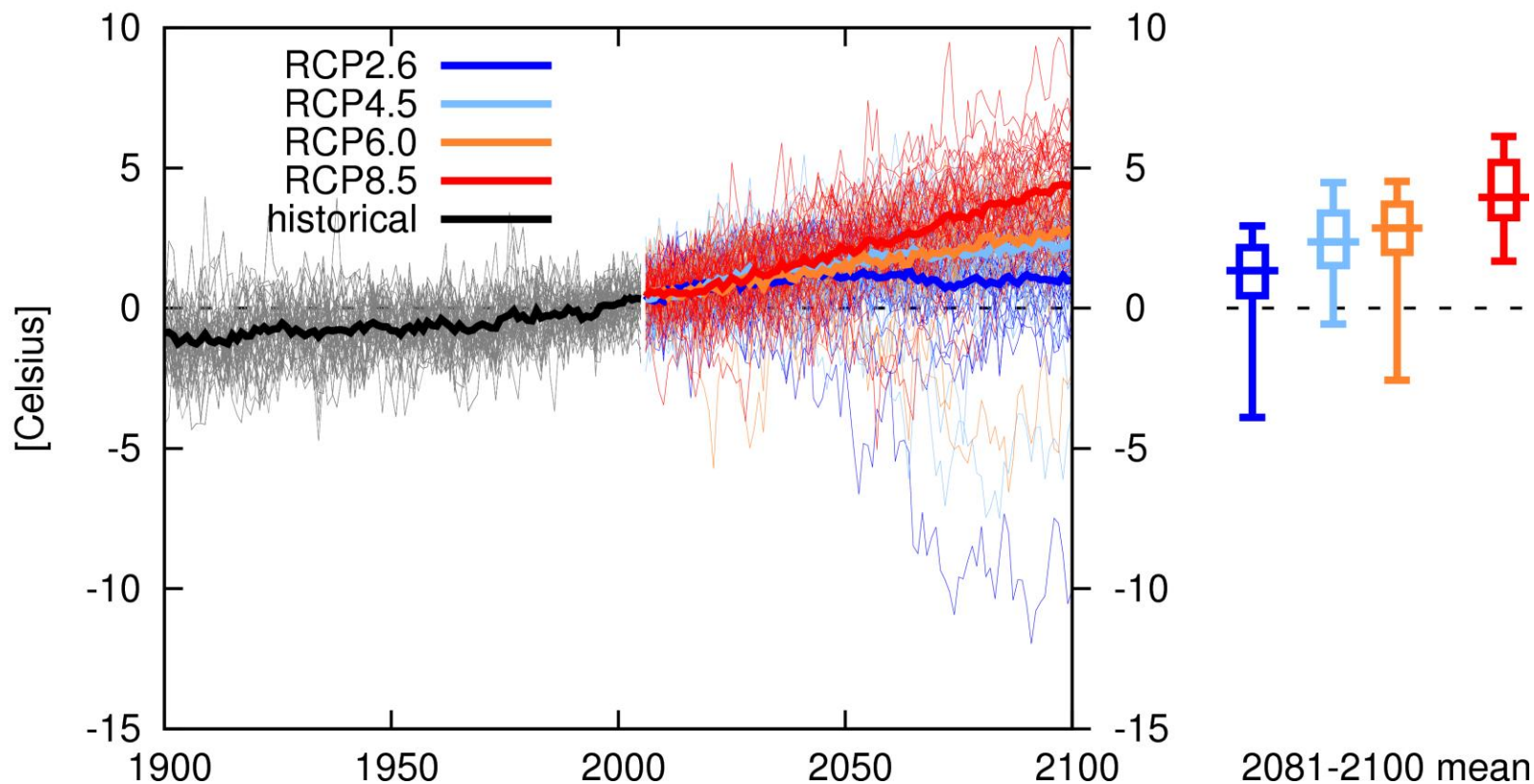


Hitafrávik í Íslandsreit RCP8.5



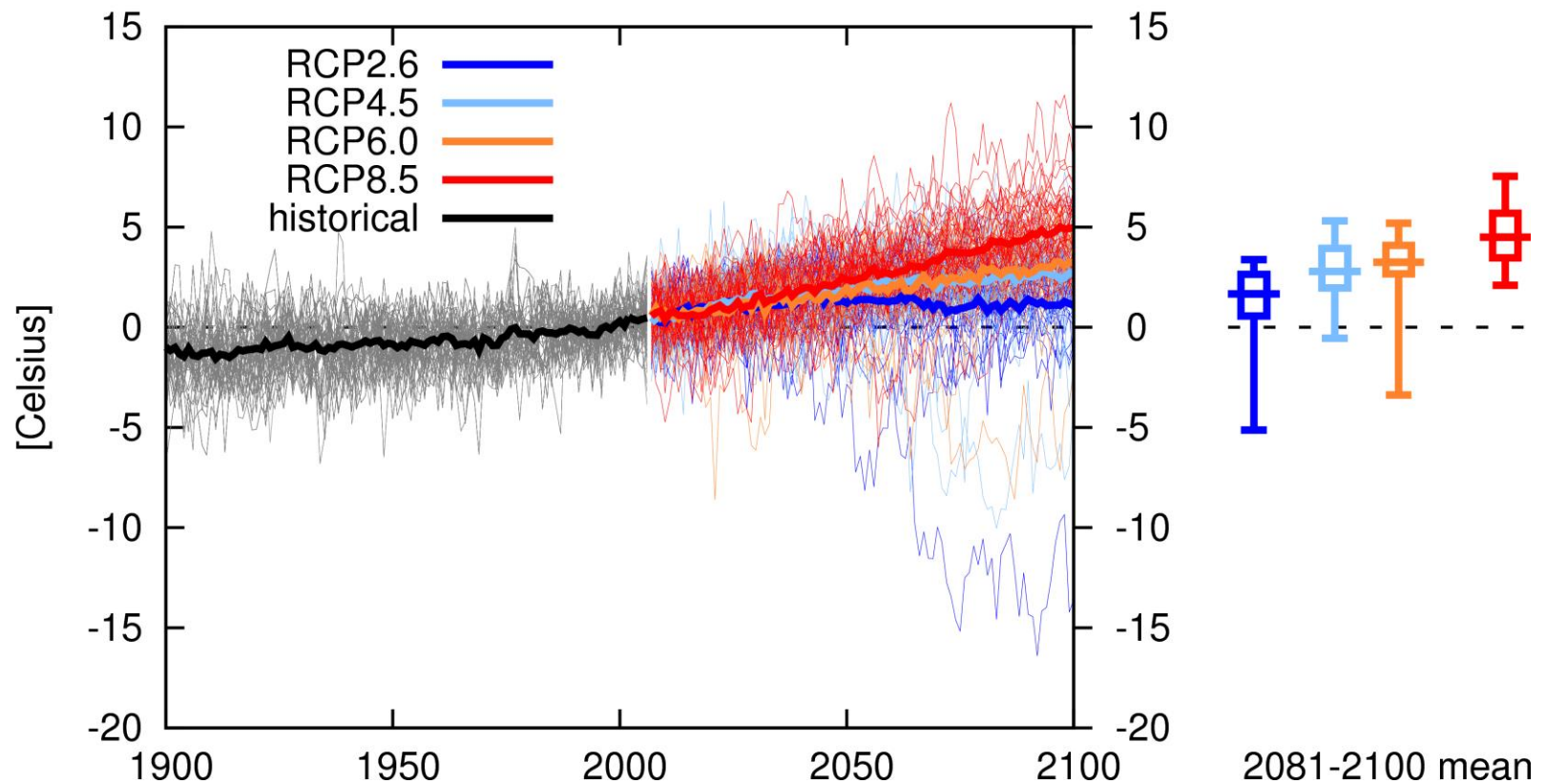
# Hlýnun á ársgrundvelli í Íslandsreitnum – öll líkön allar sviðsmyndir

Temperature change 60-70N, -30--10E Jan-Dec wrt 1986-2005 AR5 CMIP5 subset



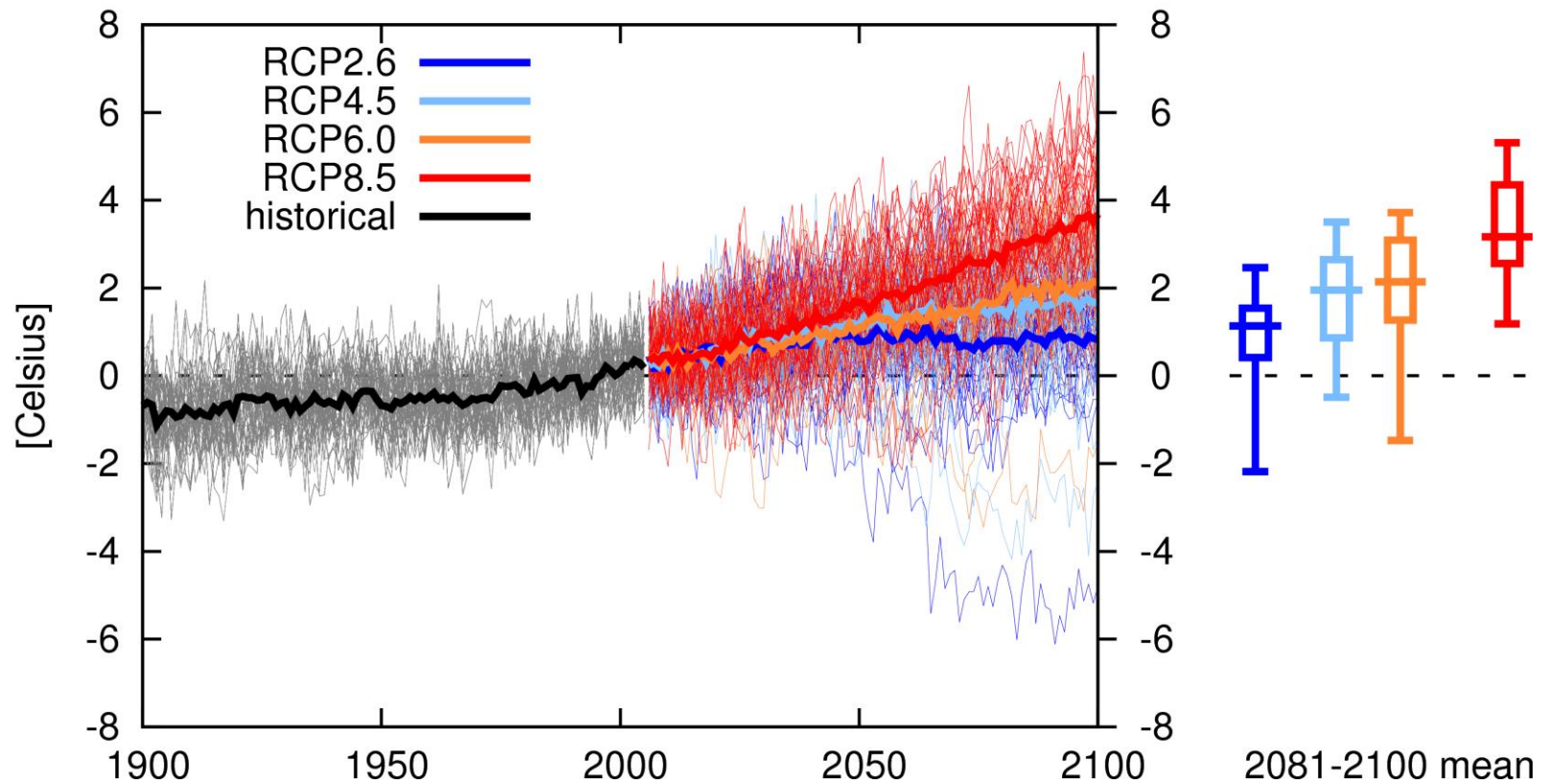
# Hlýnun á að vetri í Íslandsreitnum – öll líkön allar sviðsmyndir

Temperature change 60-70N, -30--10E Oct-Apr wrt 1986-2005 AR5 CMIP5 subset



# Hlýnun að sumri í Íslandsreitnum – öll líkön allar sviðsmyndir

Temperature change 60-70N, -30--10E May-Sep wrt 1986-2005 AR5 CMIP5 subset



---

# Hlýnun á öldinni samkvæmt líkanreikningum

---

**Hlýnunar reikningar eru frekar sambærilegir við niðurstöður frá 2008.**

**Meiri hlýnun að vetri en sumri osfrv  
Frekari úrvinnsla í gangi.**

**Líkönnum ber illa saman um möguleika á kólnun, sérstaklega á síðari hluta aldarinnar í kaldari sviðsmyndum**

---

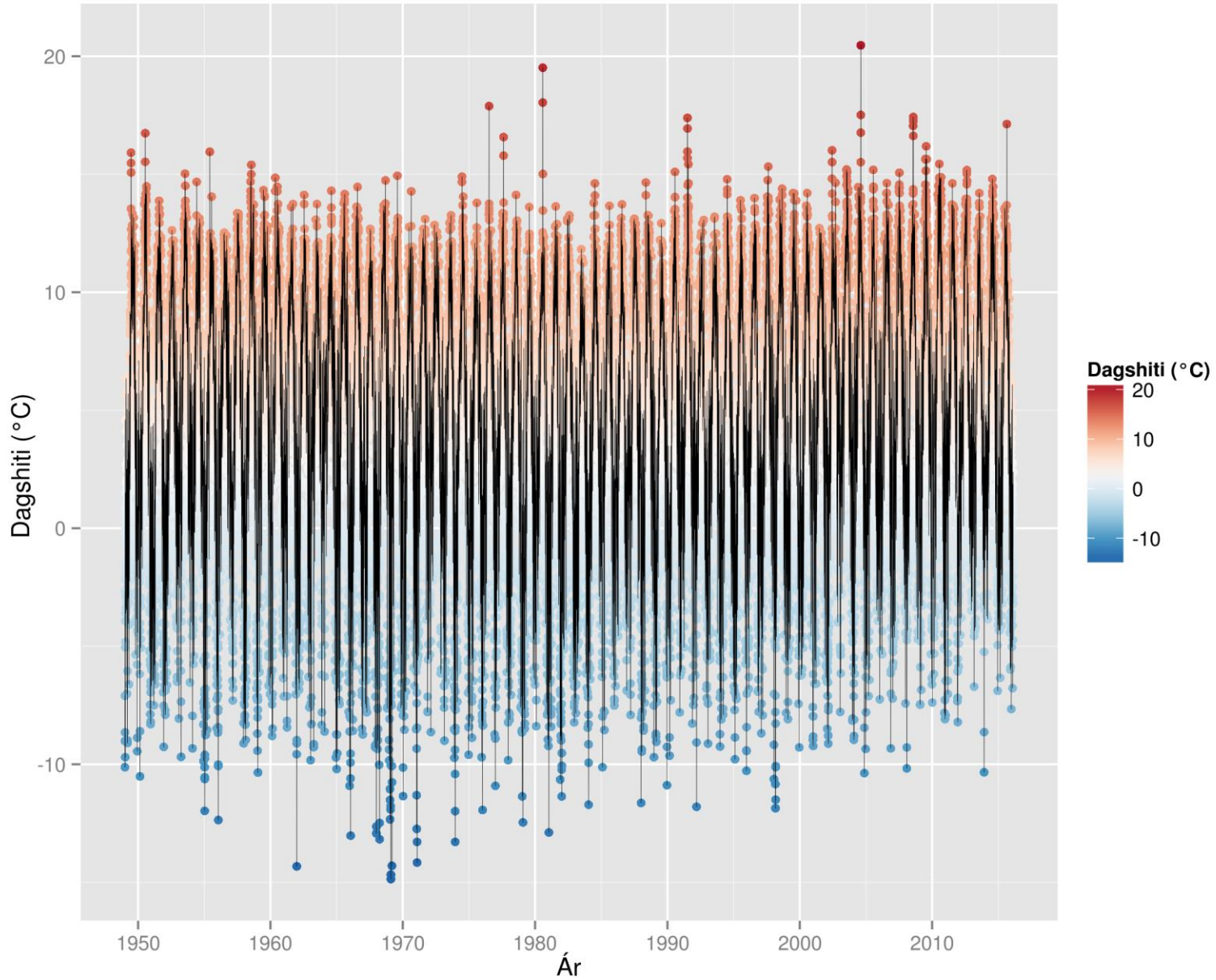
Líkankeyrslur benda til að þrátt fyrir hlýnun verði samt enn möguleiki á kuldaköstum að vetri

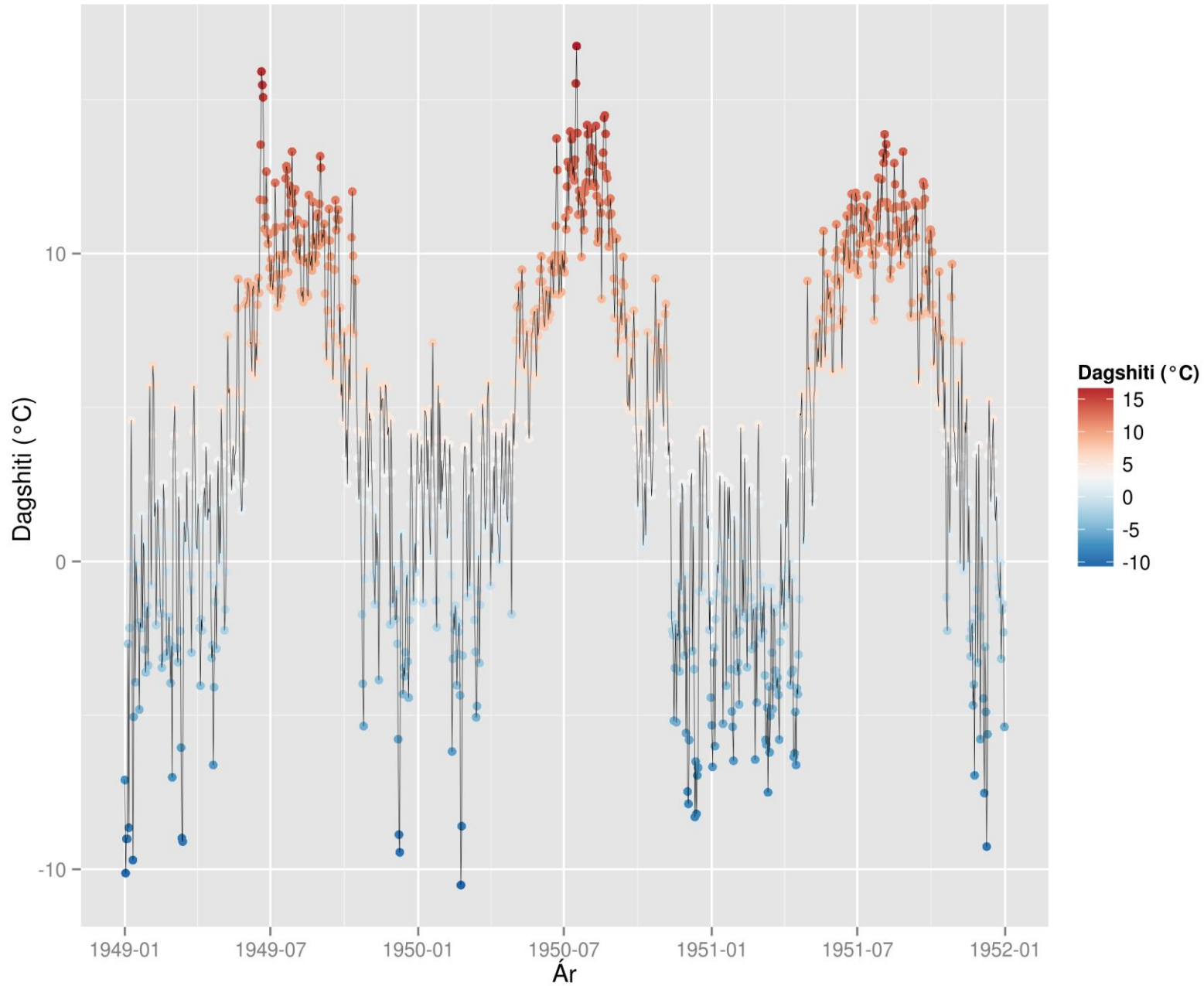
Það er áhugavert að velta fyrir sér hvort tíðni hláku muni breytast

Skoðum samband tíðni frostakafla og þiðukafla (en umskiptin köllum við hláku) í gögnum frá Reykjavík

---







---

# Aðferð við að telja hláku atburði

---

**Skoðum október til loka apríl hvert ár frá 1950 til 2015**

**Teljum hversu oft hitinn fór frá frosti yfir í þíðu á hverjum vetri**

**Skoðum samband þess við meðalhita vetrar**

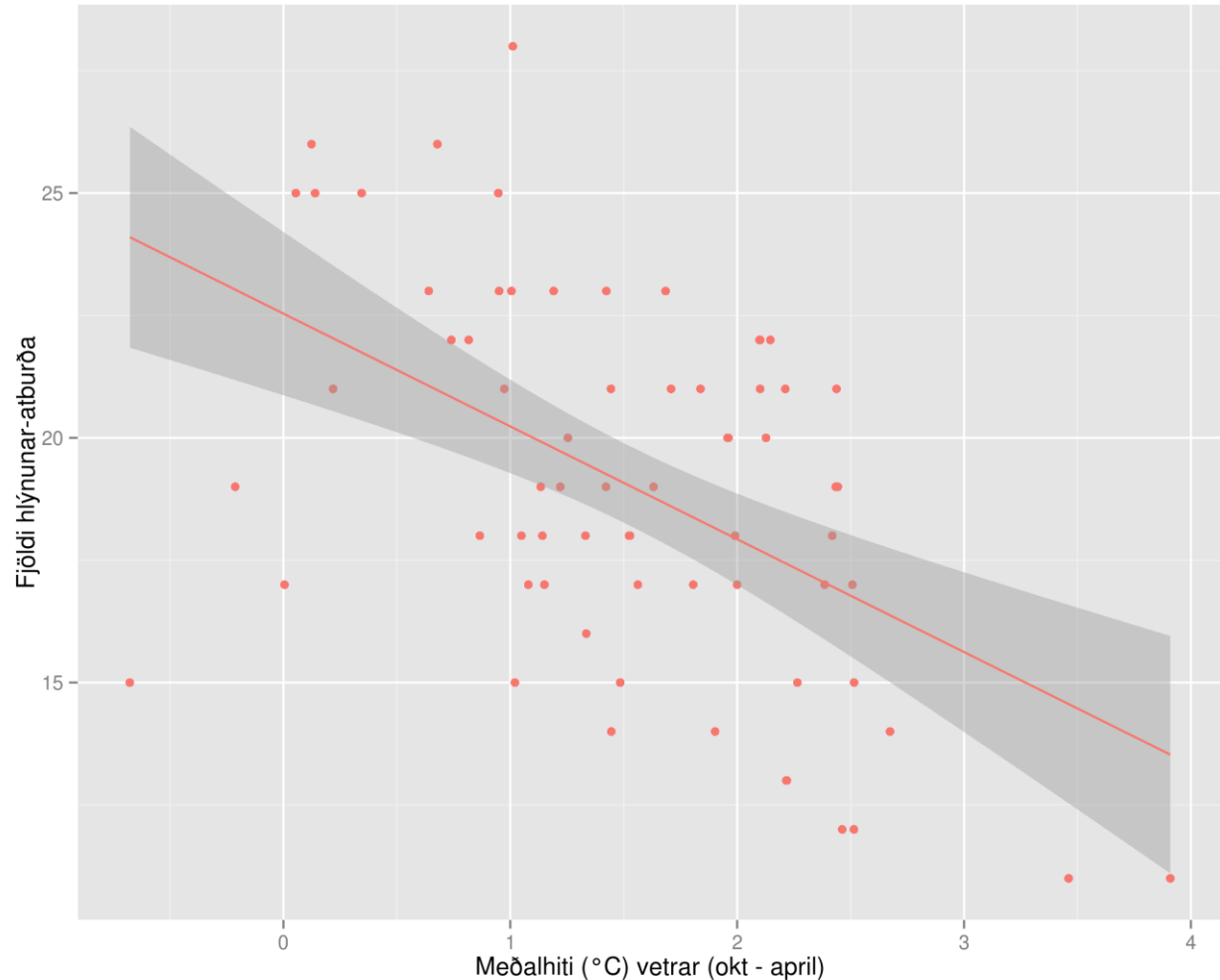
---

# Samband vetrarhita og hlákutalninga

Að meðaltali fækkar atburðum um 2 – 2.5 per gráðu sem hlýnar

En þessi talning tekur ekki tillit til lengdar frostakaflans

Skoðum hvort það hafi áhrif

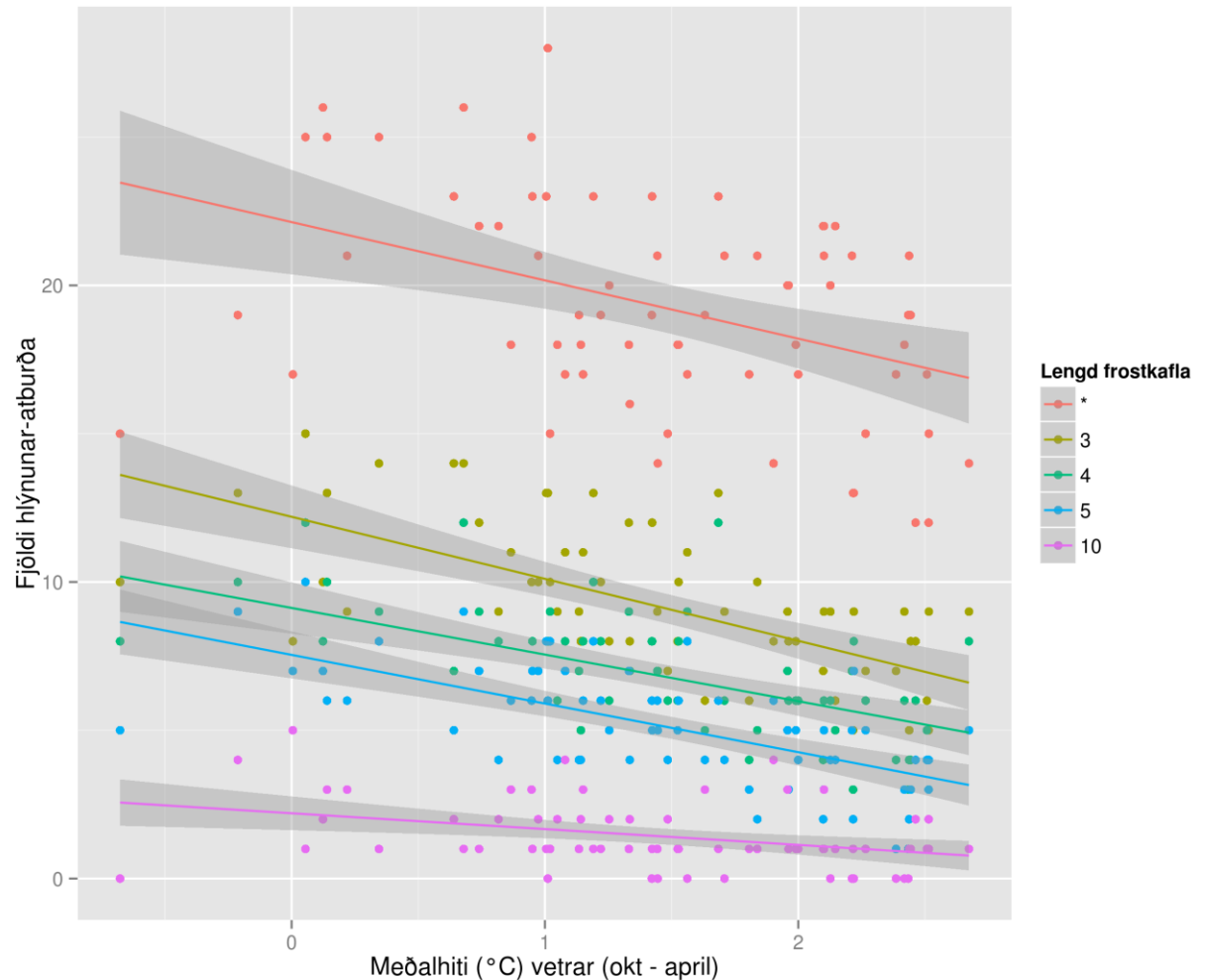


# Samband vetrarhita og hlákutalninga

Fyrir frostakafla sem vara 2 – 5 daga er lítil munur á fækkun með hækkandi meðalhita

Þegar frostatíminn er nægilega langur fæst aðeins minni samdráttur.

En slíkir atburðir eru þegar fágætir



**Aukin gróðurhúsaáhrif eru að breyta loftslagi  
Merkjanleg áhrif hlýnunar á Íslandi**

**Líklegt er að hlýnun á öldinni haldi áfram á Íslandi  
Hlýnun er meiri að vetri en að sumri**

**Í stöku líkani kólnar , sérstaklega í köldum  
sviðsmyndum að vetri**

**Að jafnaði fækkar hláku atburðum þegar hlýnar að vetri**

---

---

**Takk fyrir**

---

