



Fremtidens klima i Sautso- endringer i vannføring, vanntemperatur og isforhold

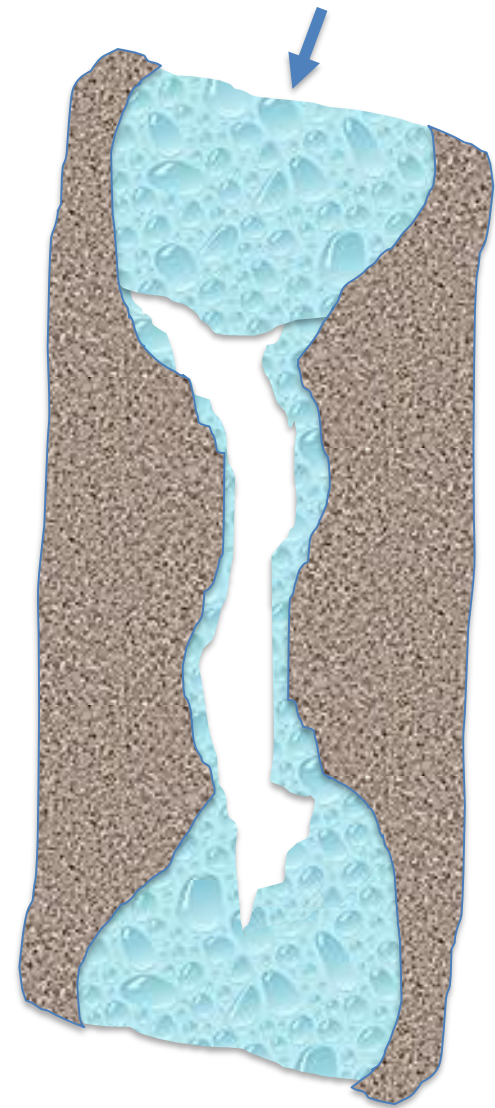
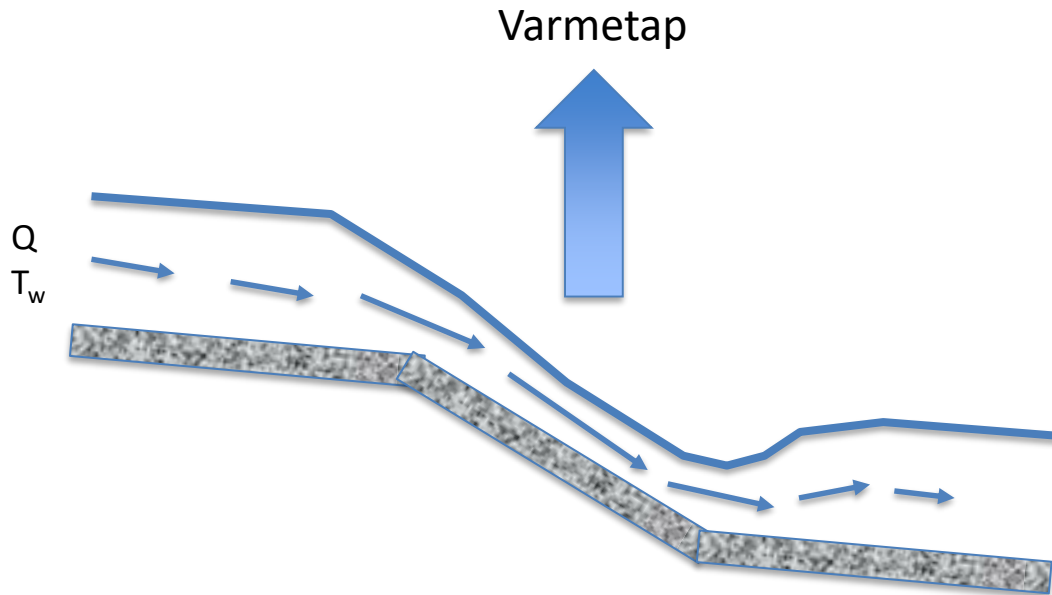
Knut Alfredsen, NTNU

- Vannføring og vanntemperatur før, i dag og fremtiden- det store bildet.
- Endring i flomstørrelser, vanntemperatur og habitattyper over tid.
- Flomfrekvensanalyse; hvor ofte, hvor store, og kan de påvirke sedimenttransport i Sautso? Skape endringer i elva?
- Vannføringsforhold og vanntemperatur under antatt gytetidspunkt, endret seg over tid?
- Vannføringsforhold gjennom fiskesesong, endret seg over tid?
- Vannføringsforhold under gyting vs vinterperioden, endret seg over tid? Fare for stranding av gyteområder?
- Vannføringsforhold og vanntemperatur under antatt klekketidspunkt og smoltutgang, endret seg over tid?
- Endring i isforhold? Kopling mot skjul i elva (informer Knut om skjulforhold fra 2018)
- Vannføringsendringer målt ved utløp kraftstasjon, og ev sammenlikning med naturlige variasjoner. Utfall, lavvannsperioder?
- Hva er de største reguleringseffektene mhp vannføring og vanntemperatur?
- Hva er de største klimatiske endringene vi kan erfare fremover? Lavvannsperioder, flommer, når/sesongvariasjoner (vanntemp + vannføring)

Tema

- Noko bakgrunnsinformasjon
- Noko om temperatur og is i dag
- Framtidas klima – metode
- Noko om framtidas klima i Alta
- Kva manglar for å få eit betre bilete av is og temperatur?

Temperatur og islegging



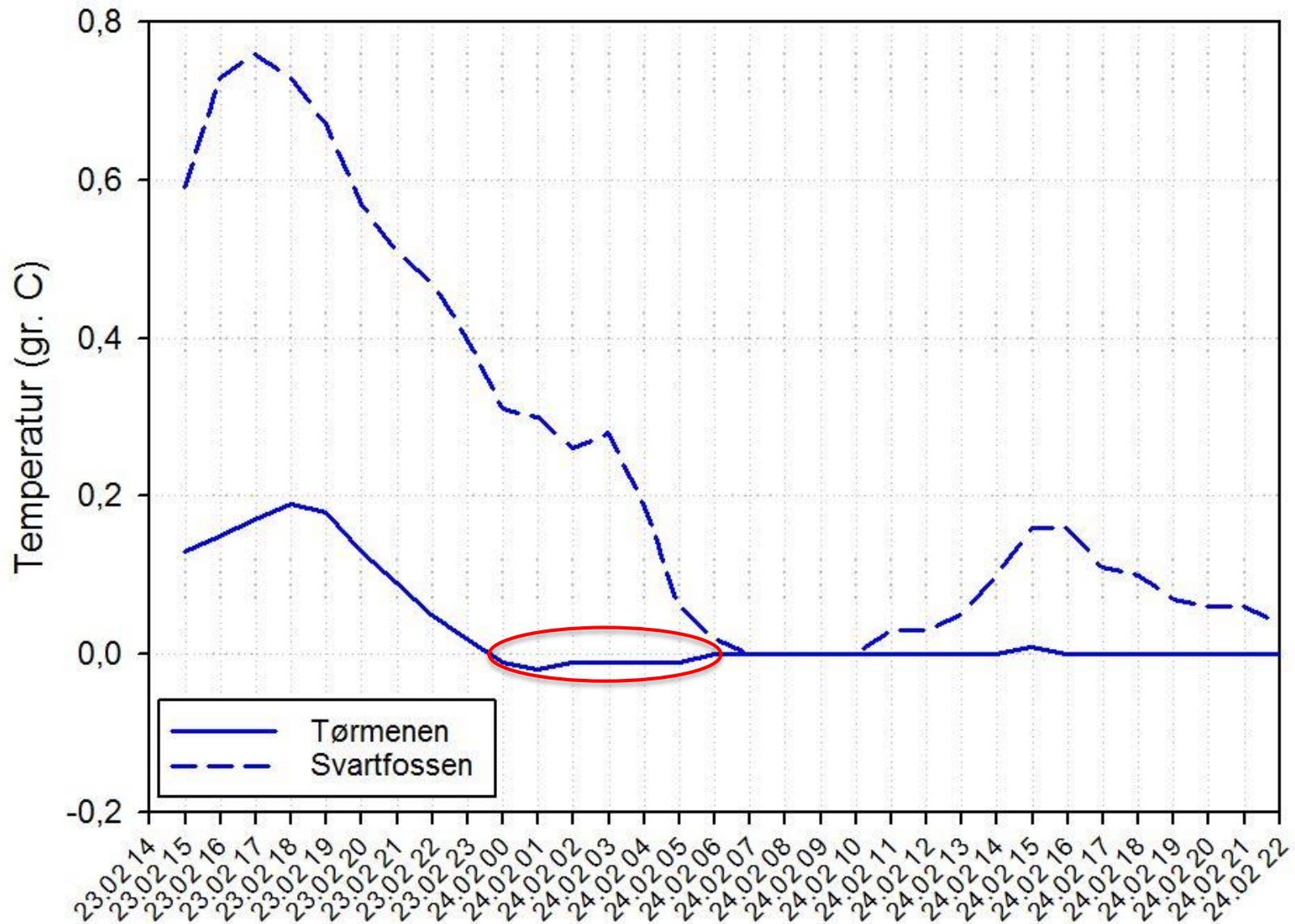
Varmetapet = tilført – avgitt energi frå vatnet.

Når vatnet er kjølt til rett under null får vi is.

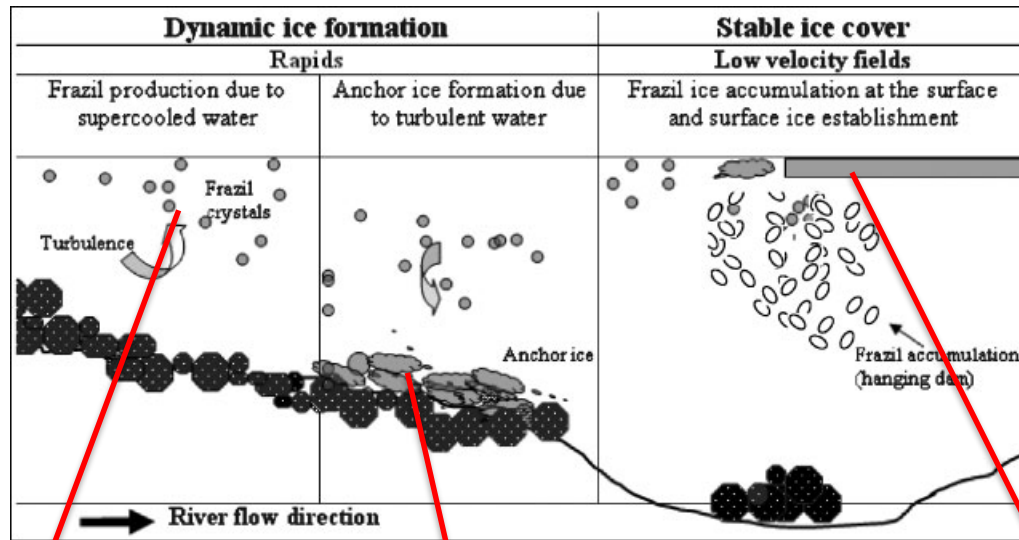
Hastighet og turbulens styrer vekst og type is, høg hastighet motverkar isdekke.

“Regulert” temperatur (T_w) og ein viktig faktor

Underkjøling

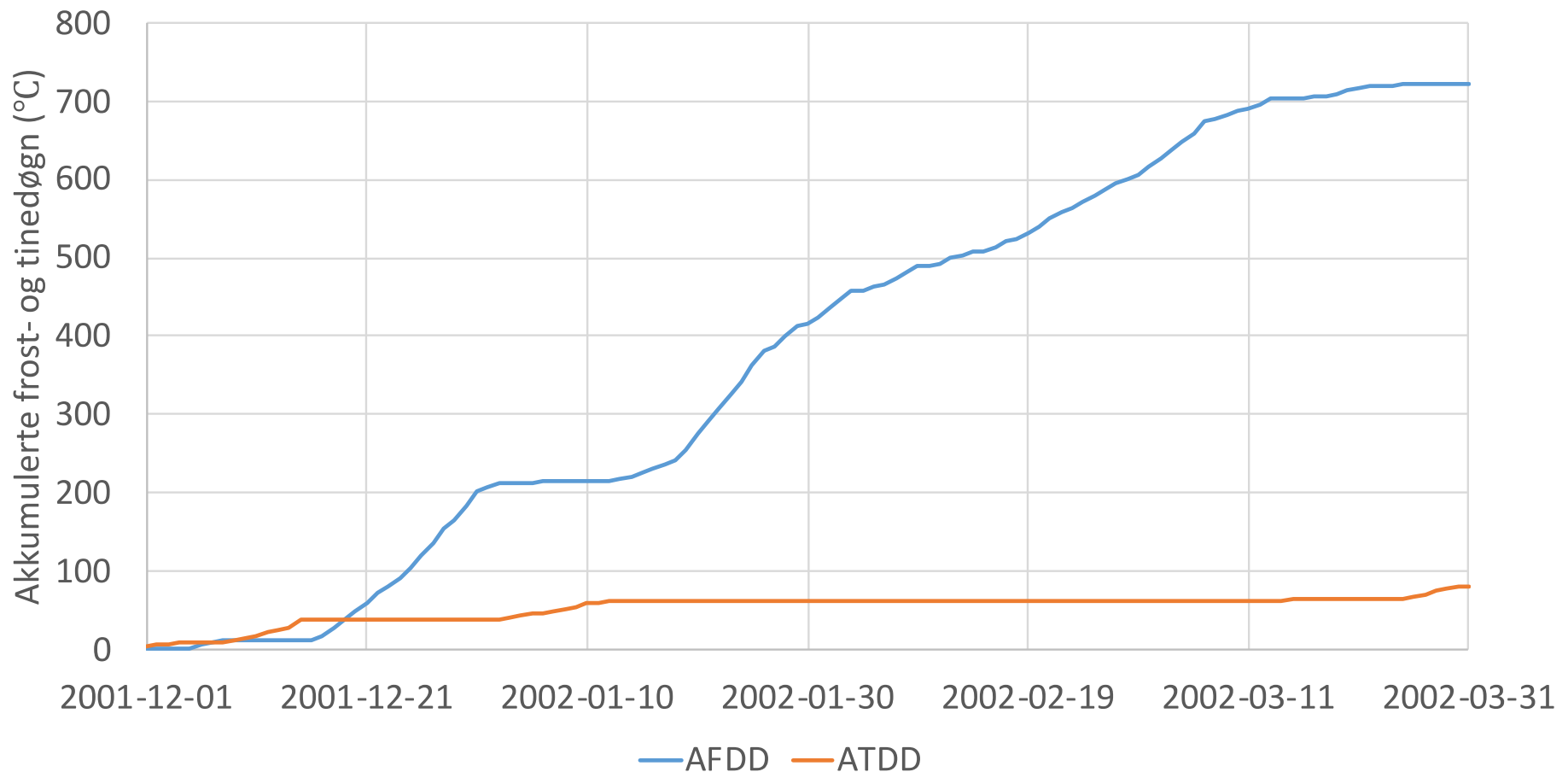


Is



Huusko et al. 2007 Riv.Res.Appl.

Akkumulerte frost- og tinedøgn

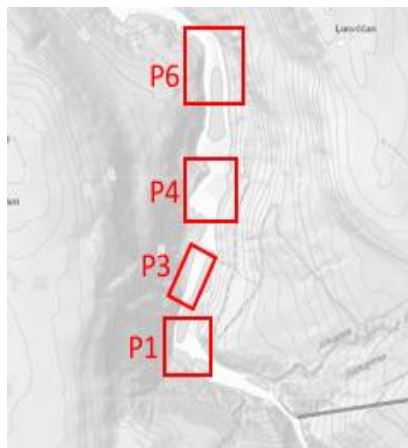


Alta lufthavn, fast periode 1/12 – 31/3

Oppsummerte frostdøgn

	Q middel	T _A middel	T _w middel	AFDD	ATDD
2001-02	24.4	-5.3	0.60	641	80
2002-03	18.6	-5.9	0.58	806	93
2003-04	19.4	-5.8	0.46	761	55
2004-05	26.0	-4.1	0.31	535	40
	Q _m	T _A	T _w	AFDD	ATDD
2005-06	28.2	-6.3	0.27	803	42
2006-07	28.3	-5.2	0.45	685	55
2007-08	29.6	-3.7	0.15	514	67
2008-09	21.9	-4.9	0.48	649	52
2009-10	20.2	-8.6	0.44	1048	13
2010-11	20.9	-7.3	-	902	21
2011-12	28.4	-4.6	-	592	30
2012-13	30.2	-6.9	-	843	13
2013-14	26.6	-4.4	-	589	65
2014-15	22.5	-4.5	0.46	613	70

Kategorisering isdekke NVE



Figur 17 Eksempel på isdekning 1, 2 og 3 regnet fra venstre ved P2.



Figur 18 Eksempel på isdekning 1, 2 og 3 regnet fra venstre P4.



Figur 19 Eksempel på isdekning 1,2 og 3 regnet fra venstre ved P6.

Isdekke i fire kategorier:

0: lite/ingen is

1: 10 – 20%

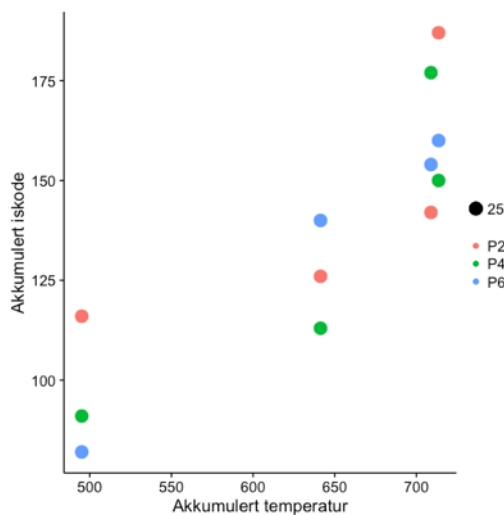
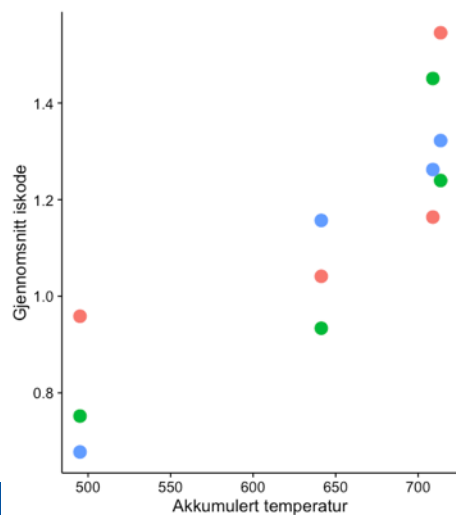
2: 20 – 40%

3: 40 – 60%

Figur frå Asvall (2005)

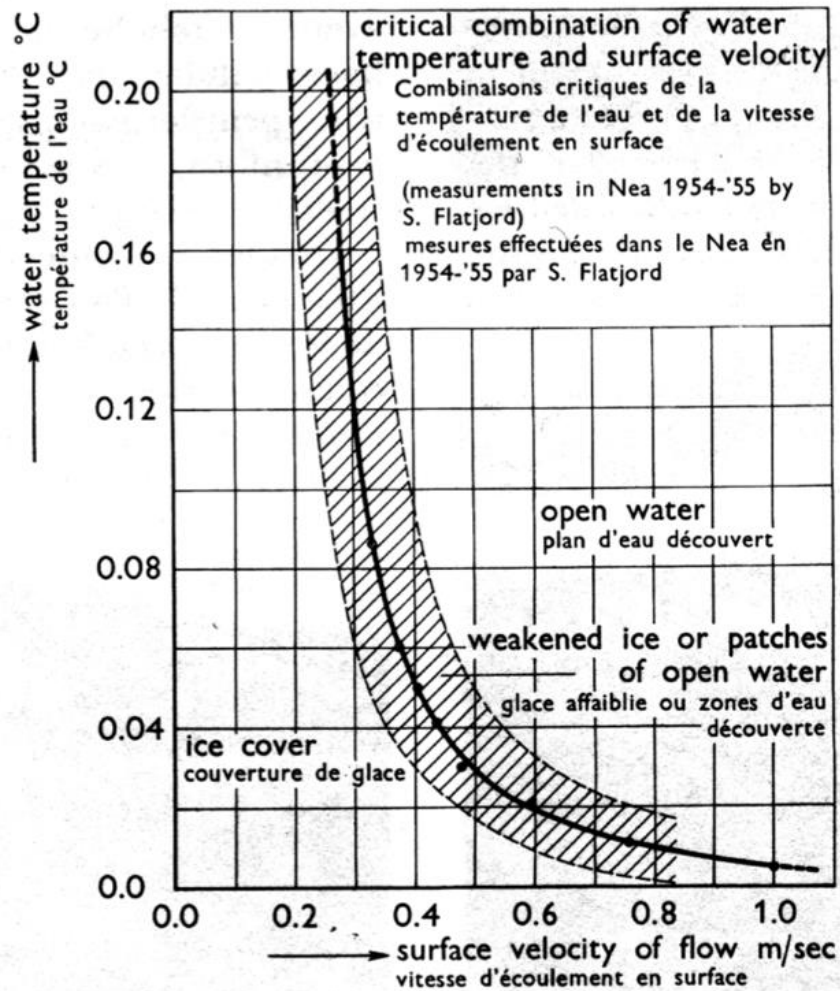
Kan is knyttast til frostdøgn?

	P2			P4			P6		
	Snitt	Dagar	Volum	Snitt	Dagar	Volum	Snitt	Dagar	Volum
2001-02	1.04	90	126	0.93	66	113	1.16	102	140
2002-03	1.55	110	187	1.24	95	150	1.32	81	160
2003-04	1.16	113	142	1.45	83	154	1.26	94	154
2004-05	0.96	94	116	0.75	63	91	0.68	82	82

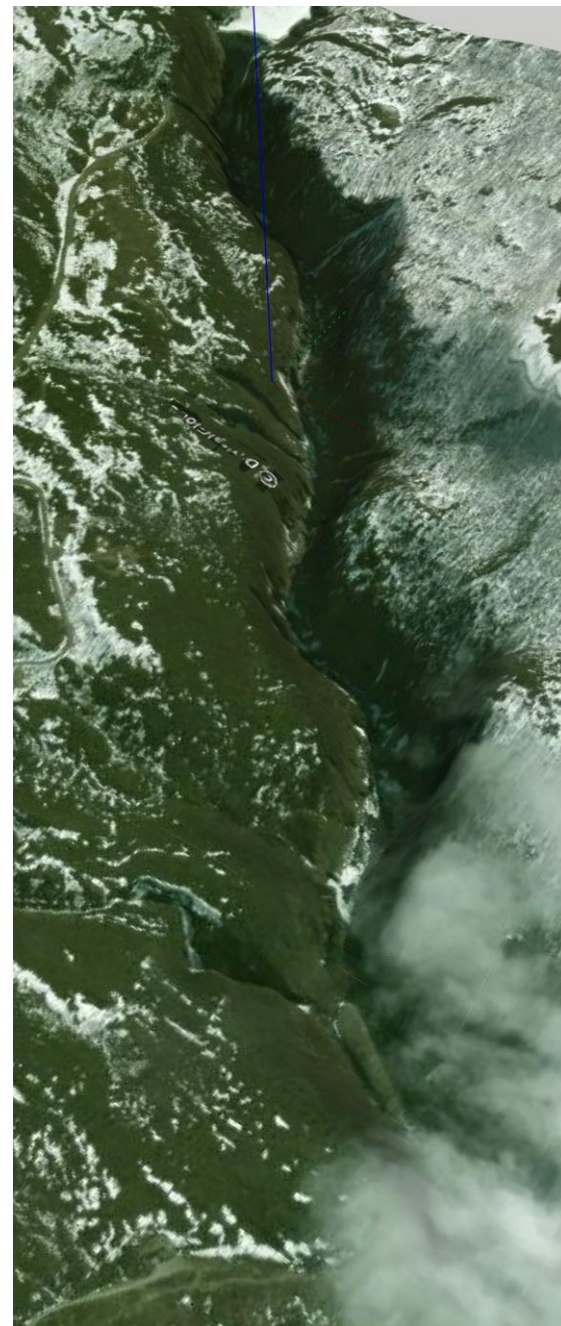


Ser ikkje slik ut

Kvifor?



Figur frå Kanavin og Devik



Rekning av nedkjøling

$$I_{T_w=0} - I_{T_w,0} = \frac{r_w \rho_w c_p V H}{C_0} \ln \left[\frac{-T_a}{T_{w,0} - T_a} \right]$$

$I_{T_w=0}$ – punkt i elva der temperatur er 0°C

$I_{T_w,0}$ – punkt i elva der temperatur er T_w $^\circ\text{C}$ (initial temp)

ρ_w – tetthet vatn

c_p – Spesifikk varmekapasitet vatn, J/kg $^\circ\text{C}$

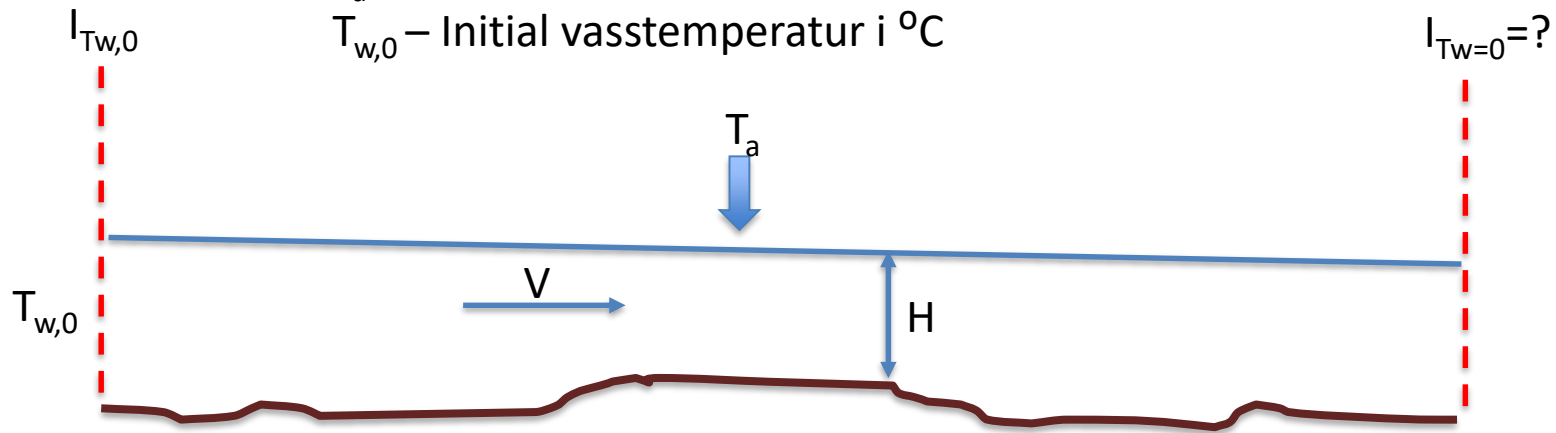
C_0 – Varmeoverføringskoeffisienten, W/m² $^\circ\text{C}$

V – Hastighet

H – Vassdjup

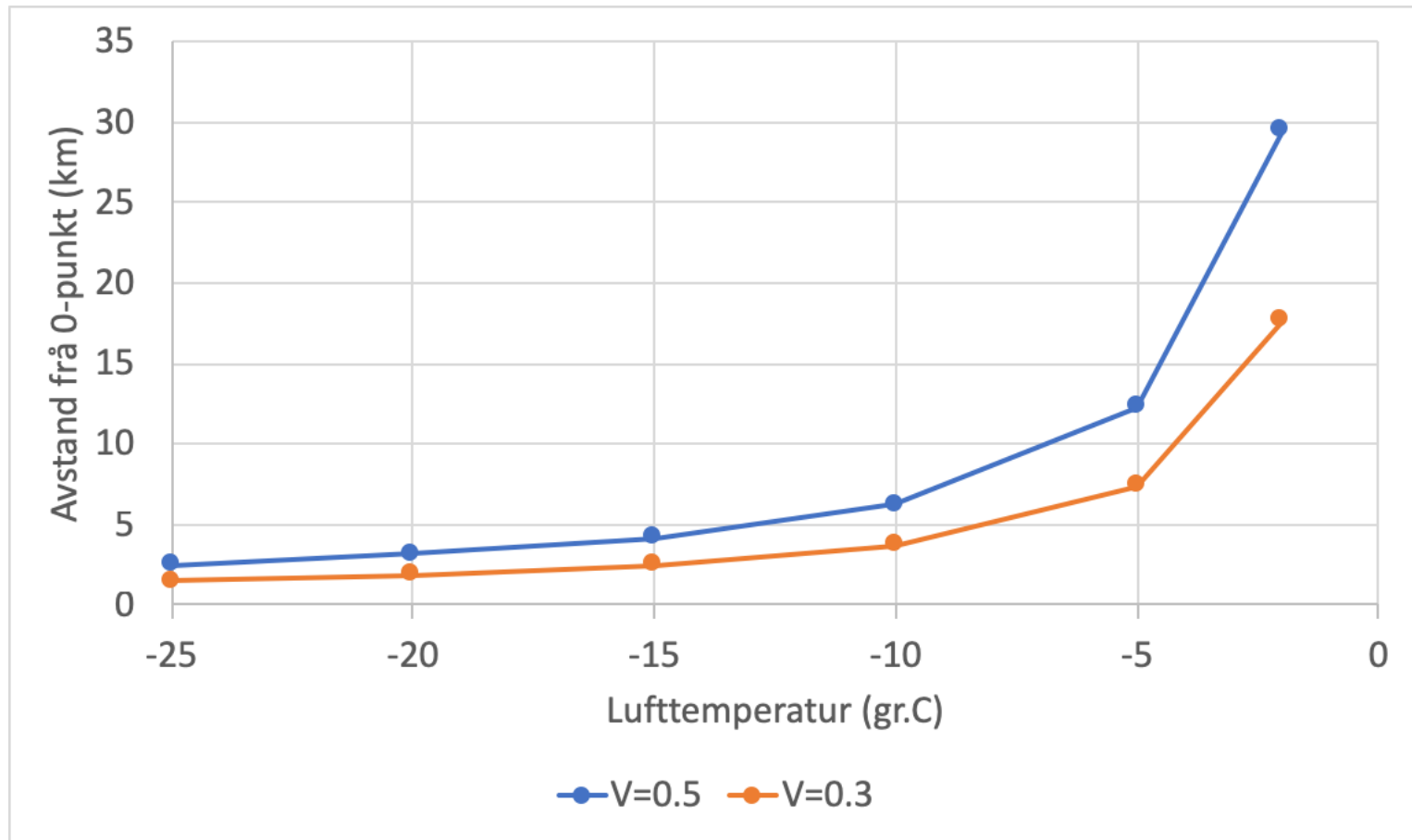
T_a – Lufttemperatur i $^\circ\text{C}$

$T_{w,0}$ – Initial vassstemperatur i $^\circ\text{C}$



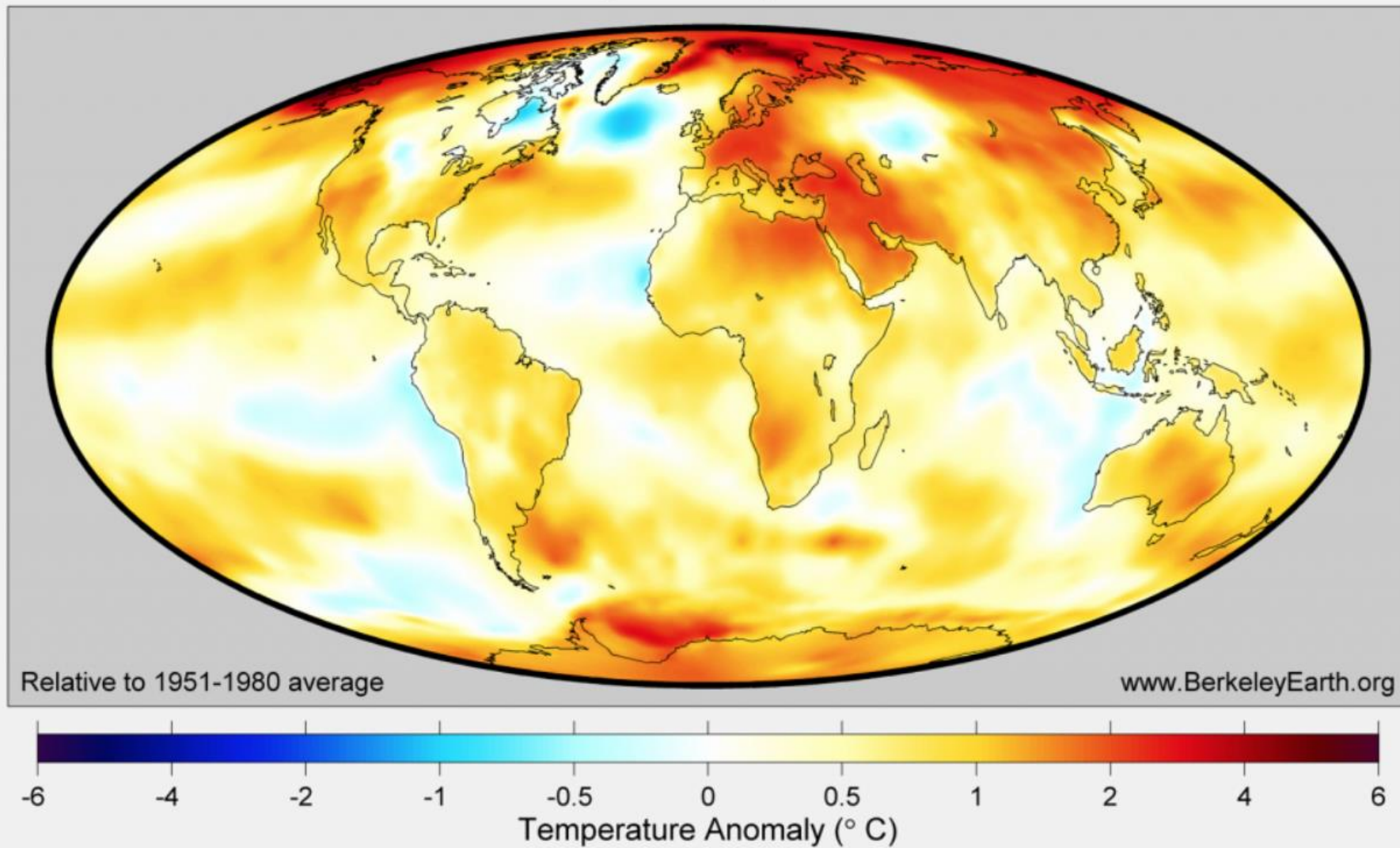
Nedkjøling, eksempel

$T_{w,0} = 0.3^{\circ}\text{C}$, $H = 2 \text{ m}$

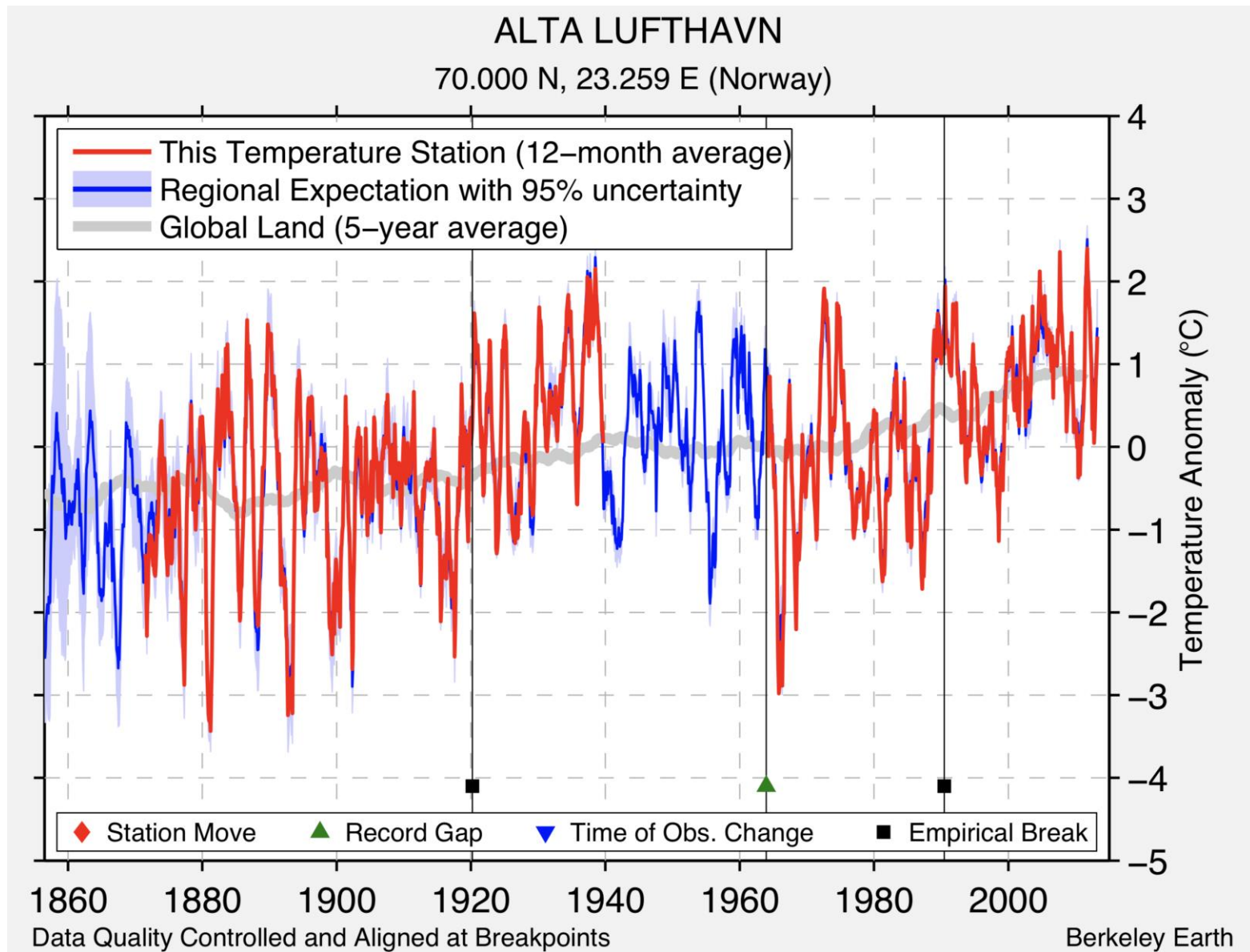


Klima – kva skjer i framtida?

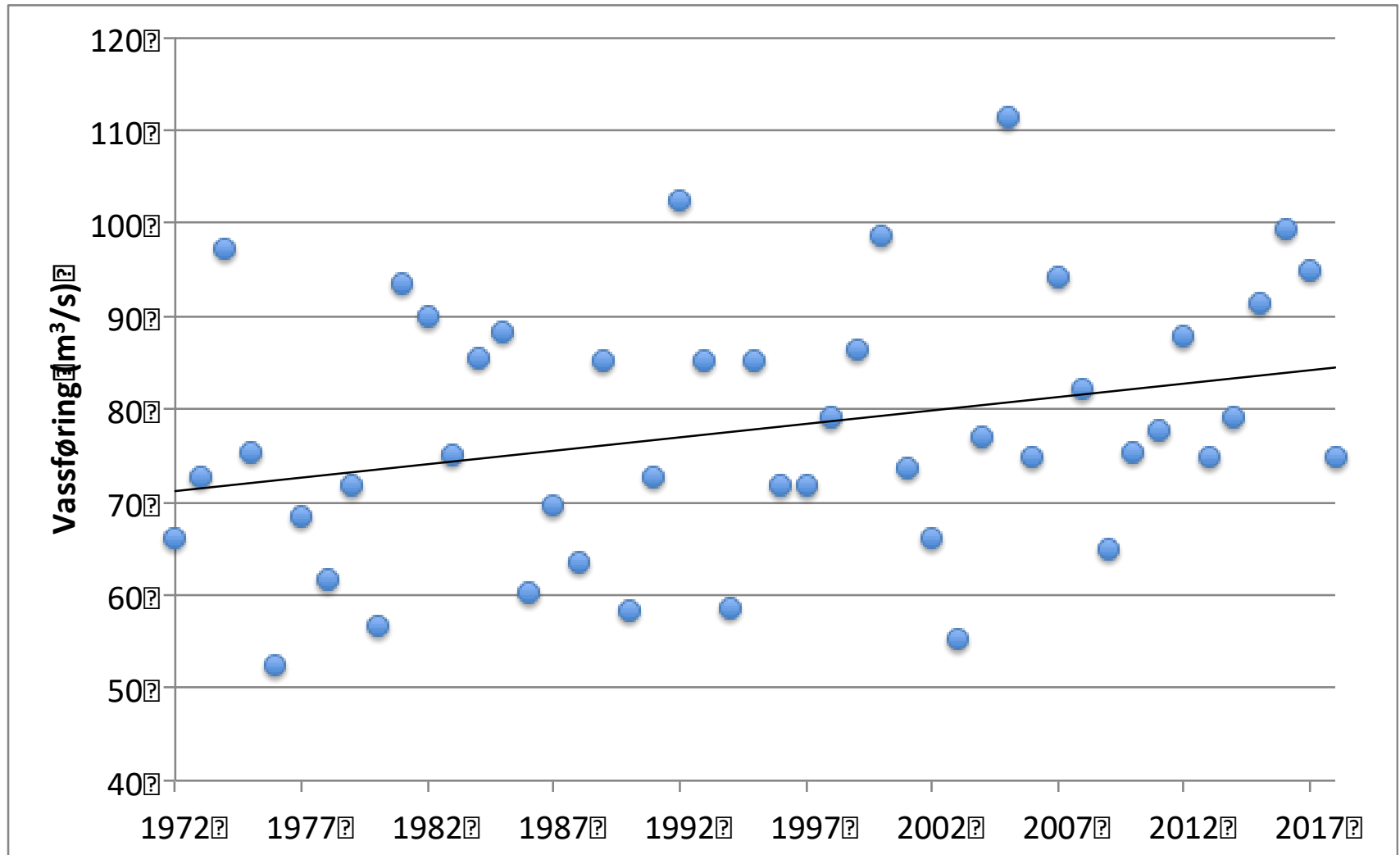
Annual Average Temperature in 2018



Alta flyplass

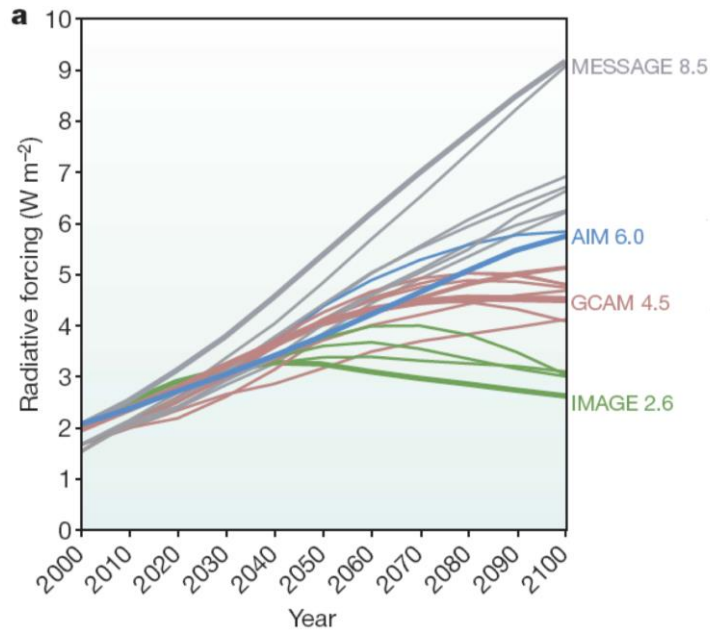


Kista målestasjon, årsmiddel

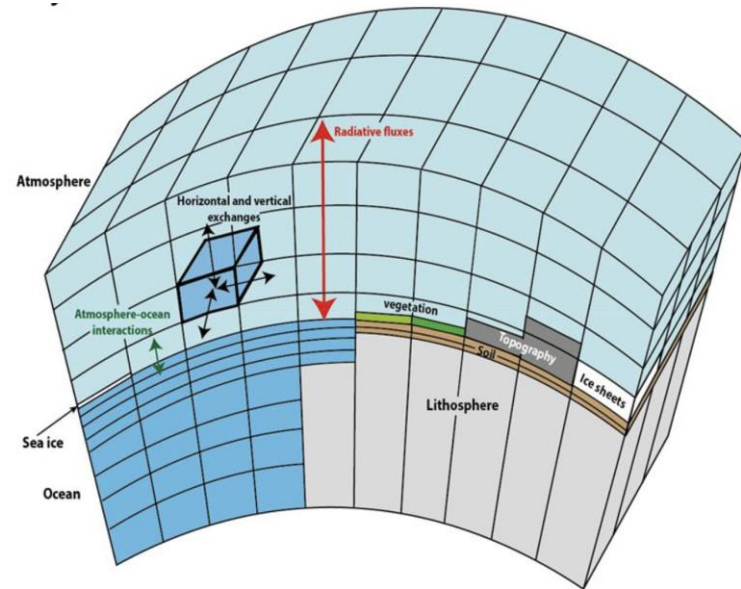


Scenarier for framtidas klima

Scenario for utslepp (Moss et al.)



Klimamodell

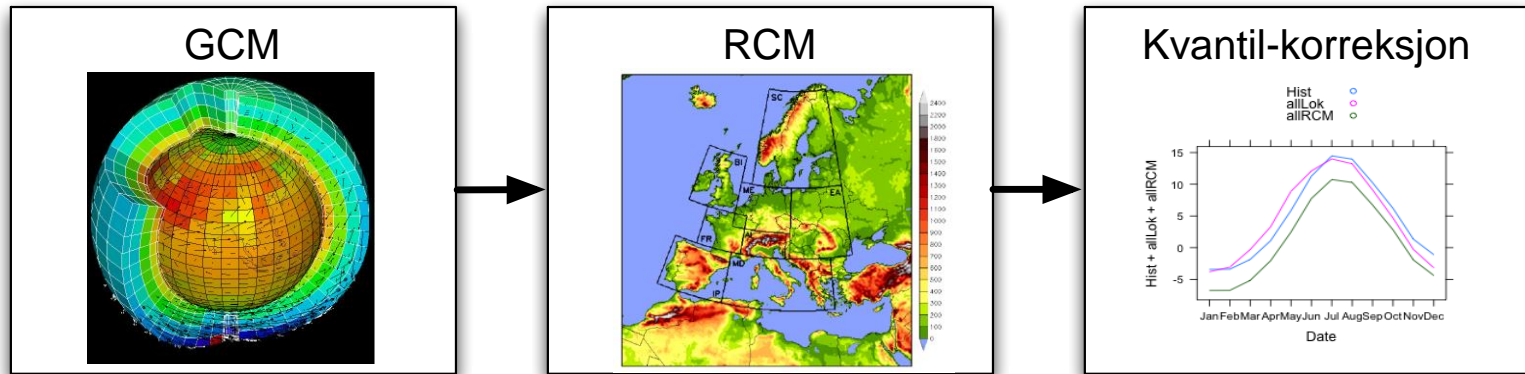


+

Name	Radiative forcing	CO ₂ equiv (p.p.m.)	Temp anomaly (°C)	Pathway	SRES temp anomaly equiv
RCP8.5	8.5 Wm ² in 2100	1370	4.9	Rising	SRES A1F1
RCP6.0	6 Wm ² post 2100	850	3.0	Stabilization without overshoot	SRES B2
RCP4.5	4.5 Wm ² post 2100	650	2.4	Stabilization without overshoot	SRES B1
RCP2.6 (RCP3PD)	3Wm ² before 2100, declining to 2.6 Wm ² by 2100	490	1.5	Peak and decline	None

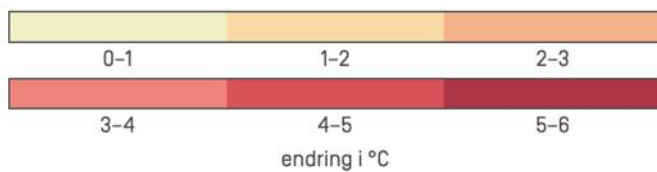
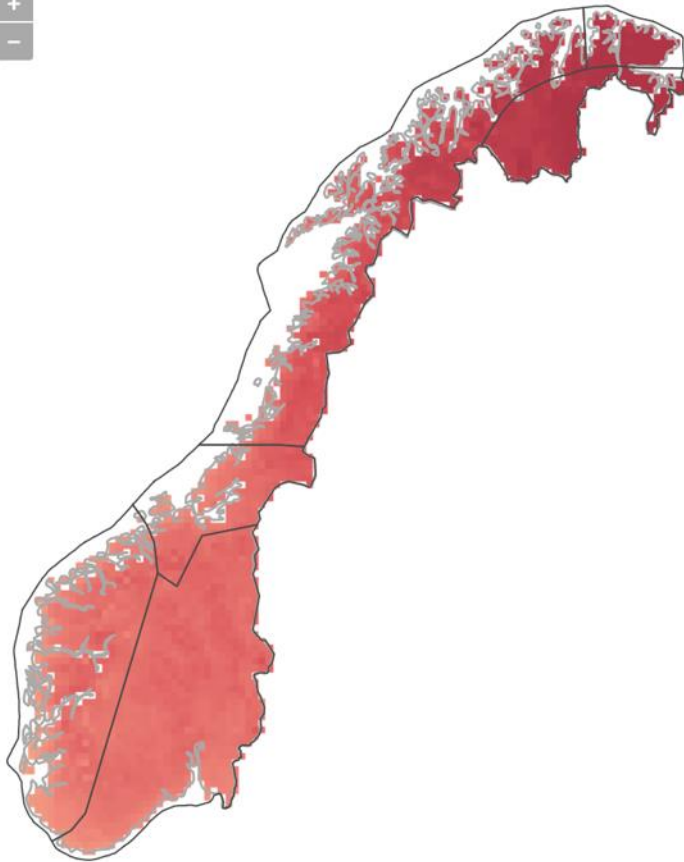
RCP – Representative Concentration Pathway

Frå globalt til lokalt

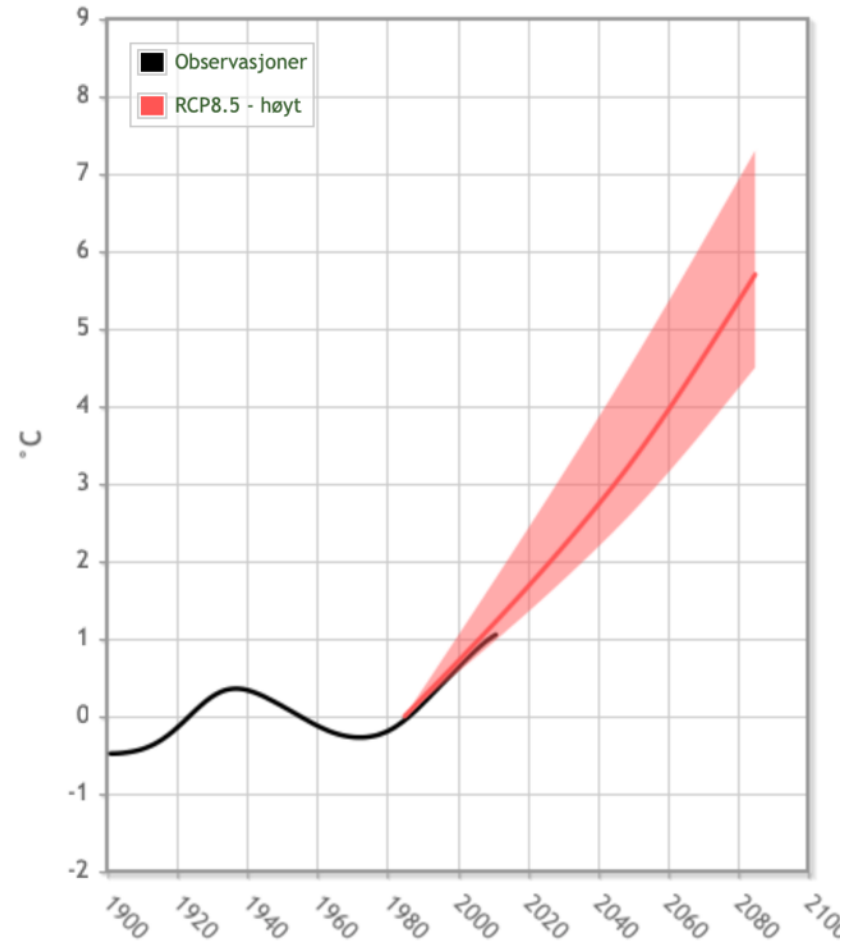


Model number:	Global climate model:	Regional climate model:	Periods:	Hydrological variable:
Model 1	CNRM	CCLM	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 2	CNRM	RCA	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 3	EC-EARTH	CCLM	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 4	EC-EARTH	HIRHAM	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 5	EC-EARTH	RAMCO	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 6	EC-EARTH	RCA	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 7	HADGEM	RCA	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 8	IPSL	RCA	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 9	MPI	CCLM	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall
Model 10	MPI	RCA	1971-2000, 2040-2099	Runoff, Temperature, Rainfall

Temperatur i framtida

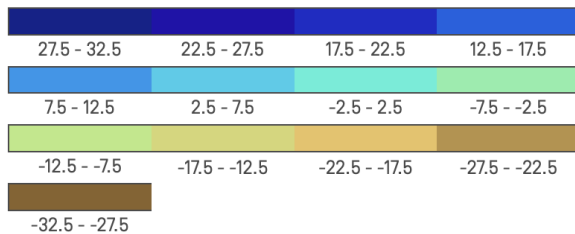
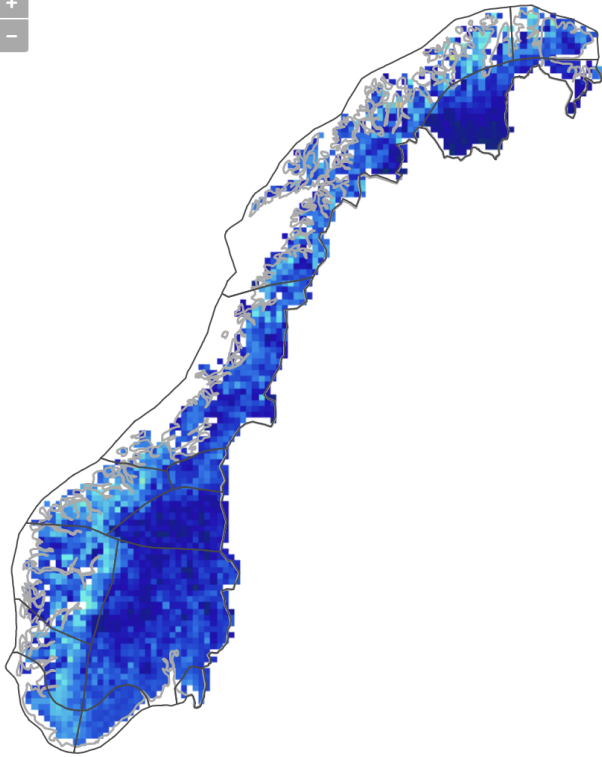


Temperatur for Finnmark, RCP8.5 - høyt, for hele året



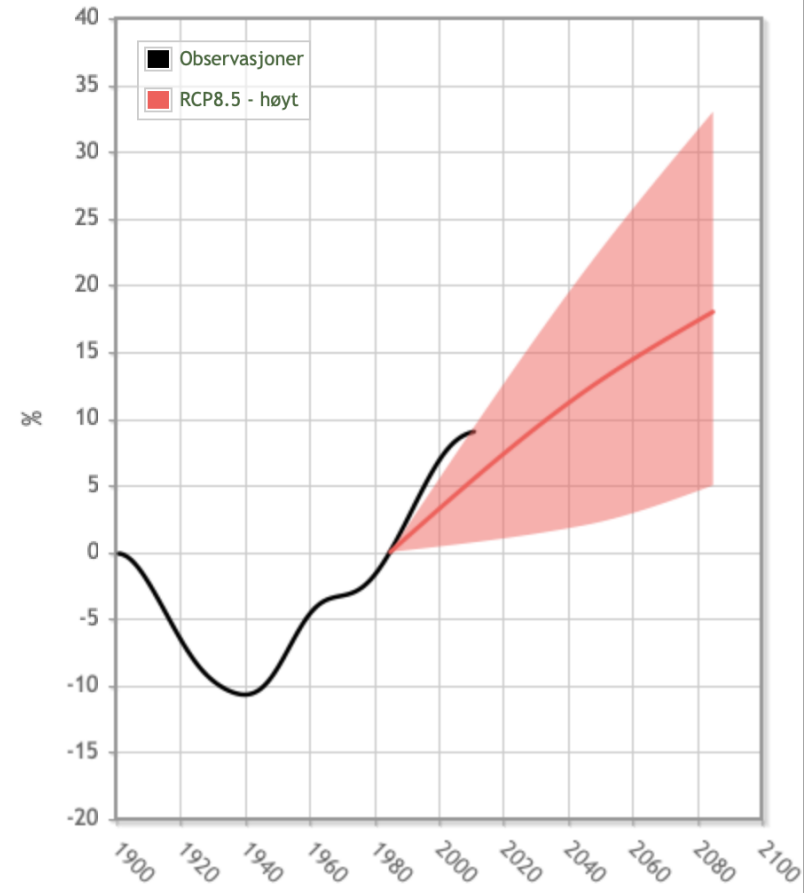
2071-2100

Nedbør



% endring

Nedbør for Finnmark, RCP8.5 - høyt, for hele året



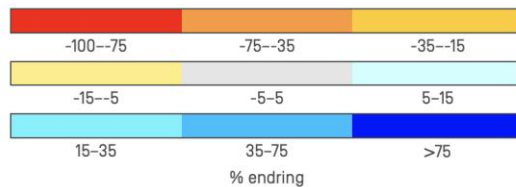
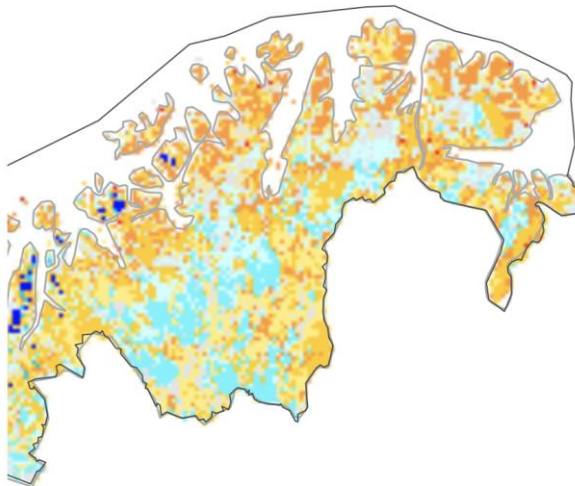
2071-2100

Avrenning

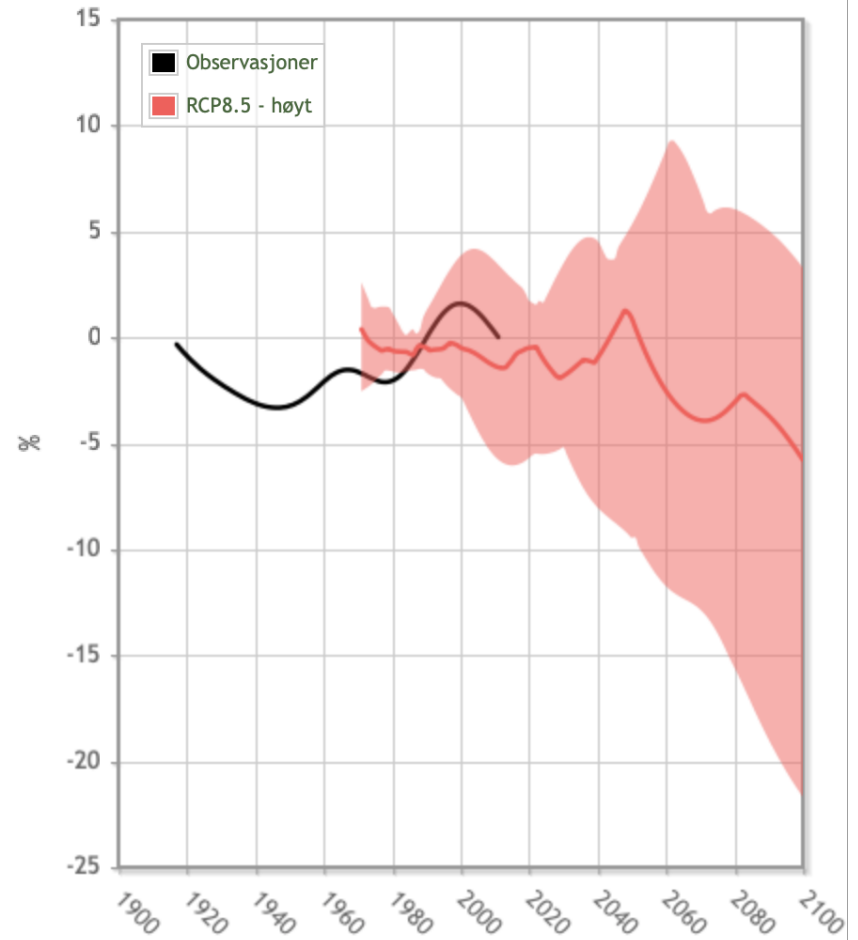
Middelavrenning for hele året, RCP8.5 - høyt

2031 - 2060

2071 - 2100



Middelavrenning for region Troms og Finnmark, RCP8.5 - høyt, for hele året



2071-2100

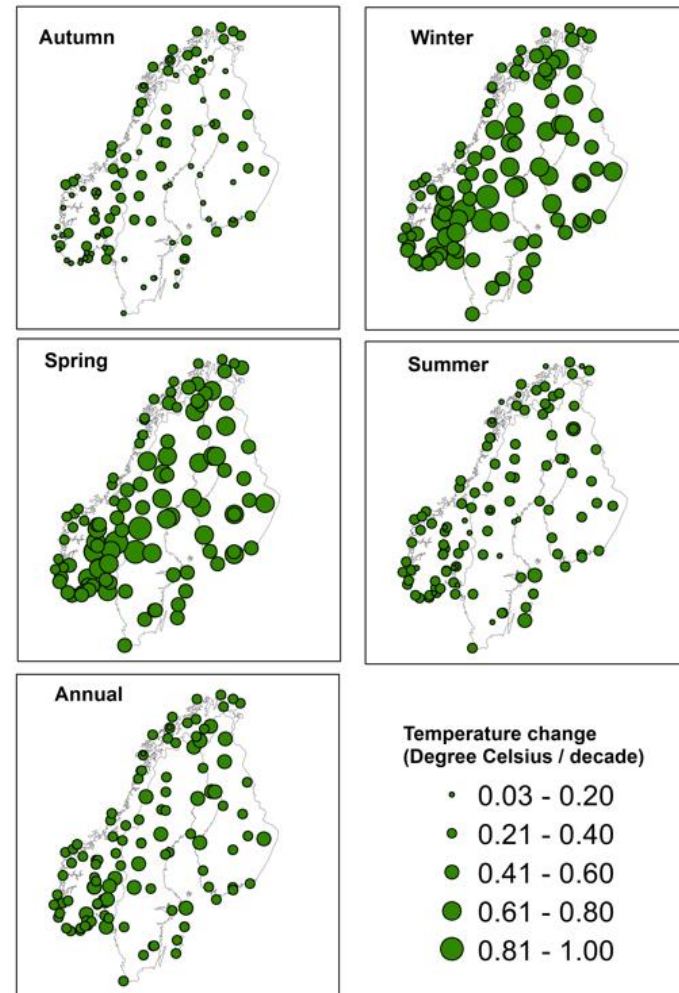
Kva skjer med vinteren?

Contemporary trends and future changes in freshwater ice conditions: inference from temperature indices

Solomon Gebre and Knut Alfredsen

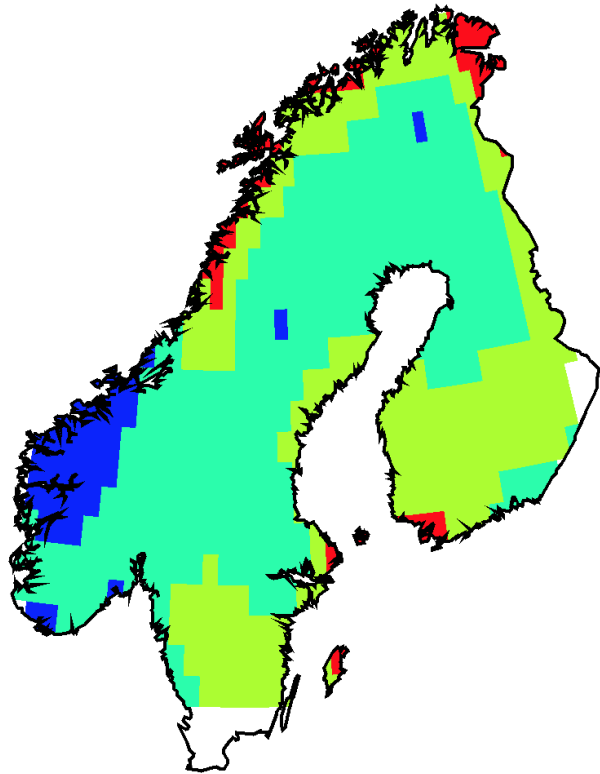
- I mangel av gode isdata så rekna vi ut endringar i ulike variable som beskriver vinteren.
- Basert på målt temperatur for historisk og ein klimamodell for framtida.
- Utsleppscenario A1B

Analyse av observasjonar

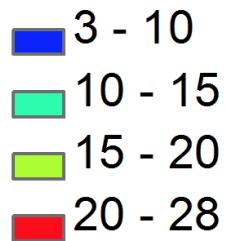


Vinter, 2041 - 70

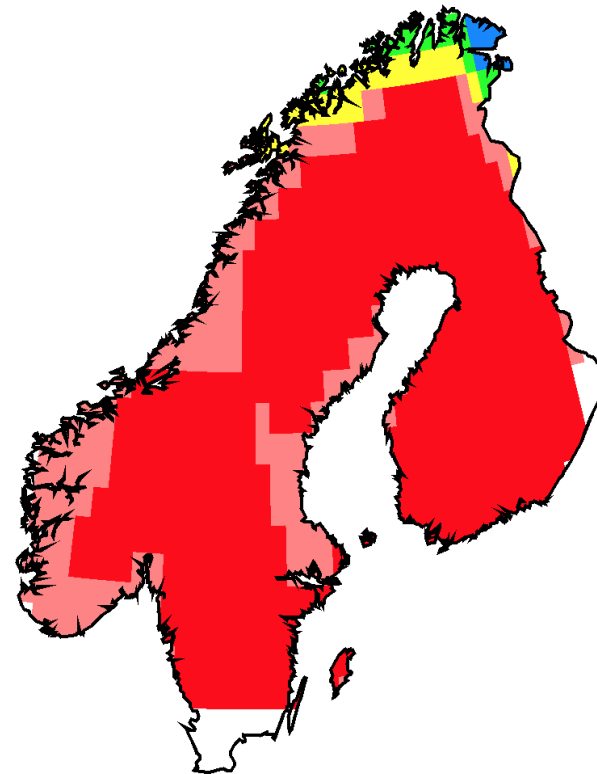
Autumn 0C Isotherm date



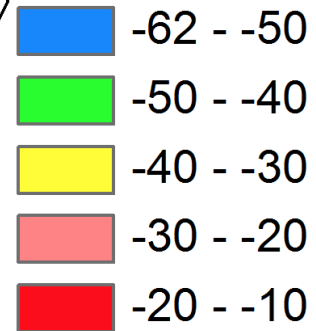
Days



Spring 0C Isotherm date

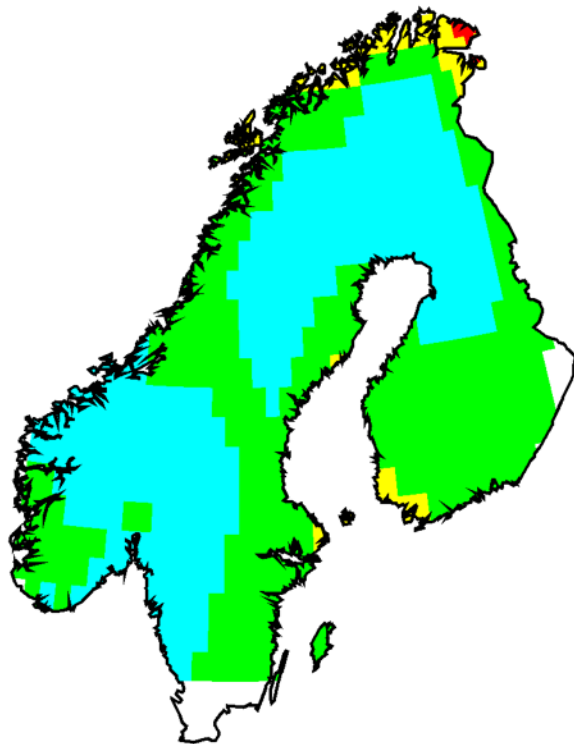


Days

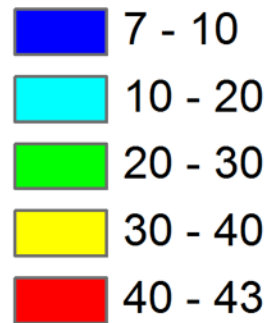


Vinter, 2071 - 00

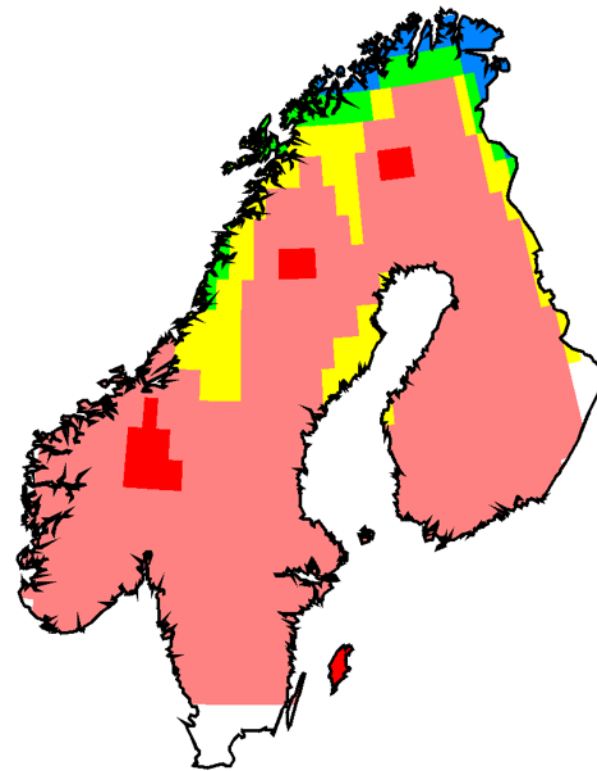
Autumn 0C Isotherm date



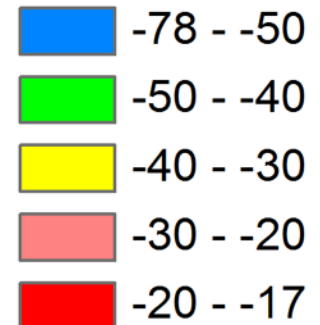
Days



Spring 0C Isotherm date

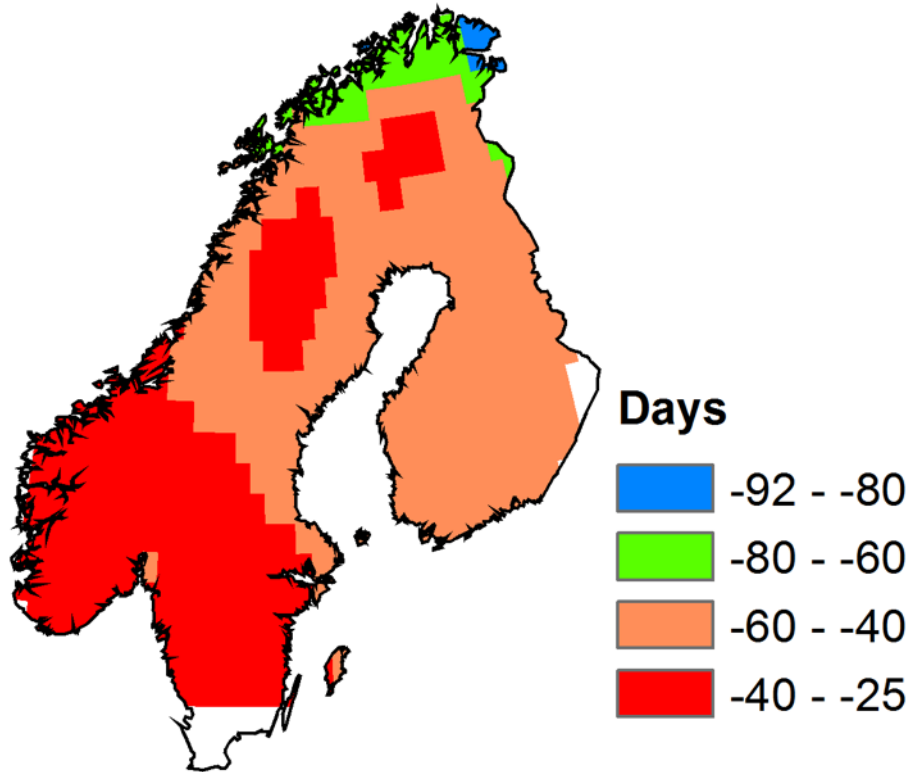


days



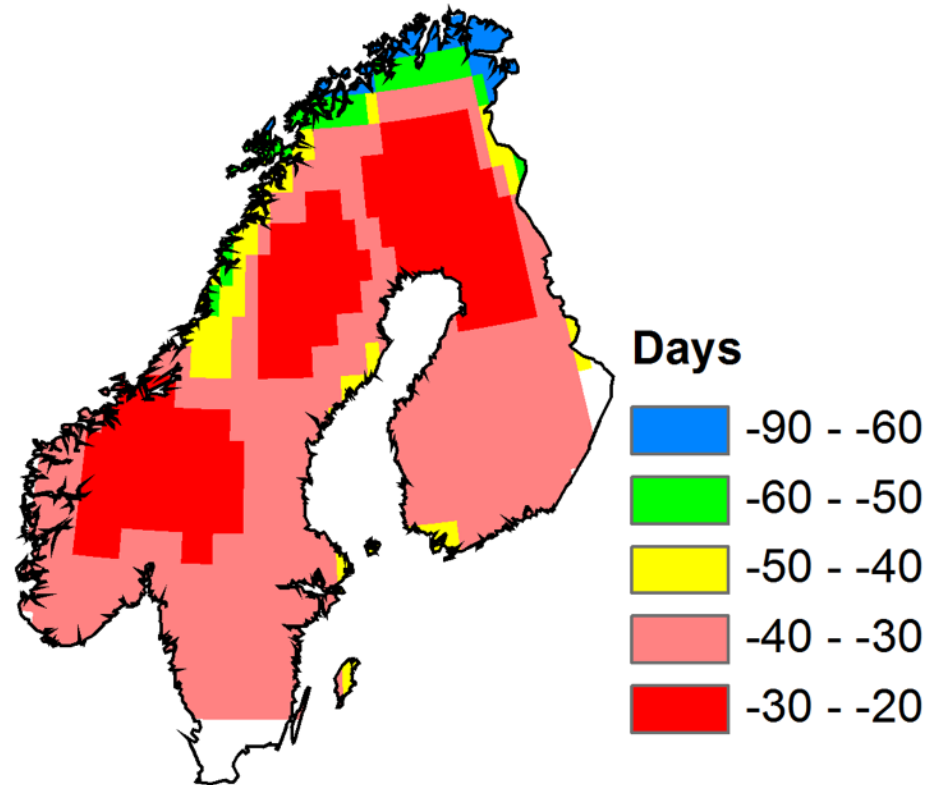
Vinterlengde

Winter duration



2041 – 70

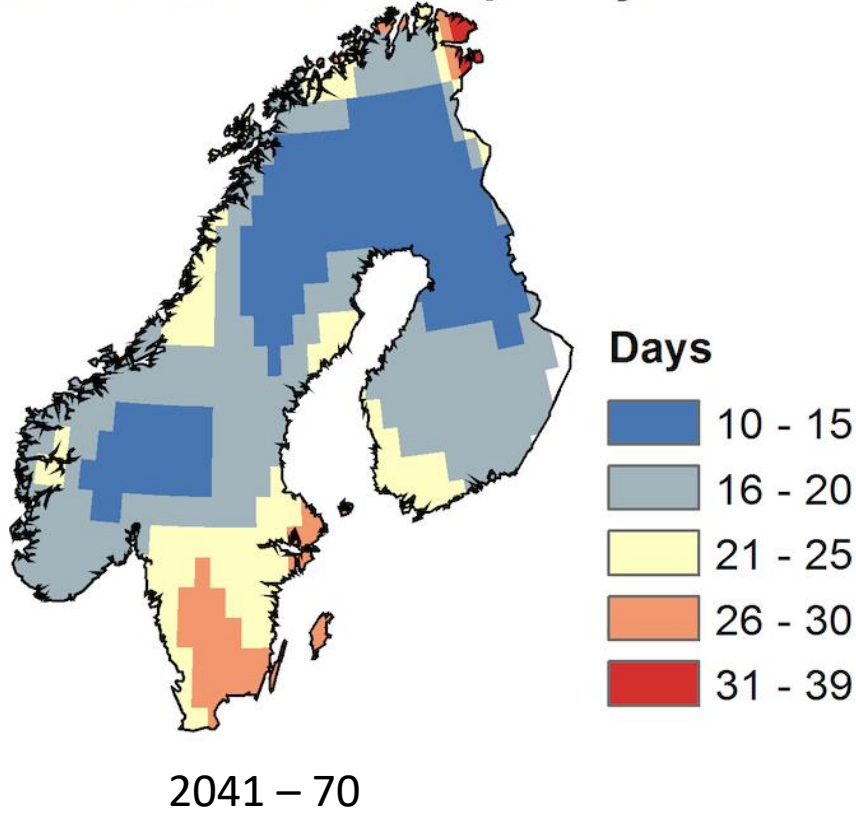
Winter duration



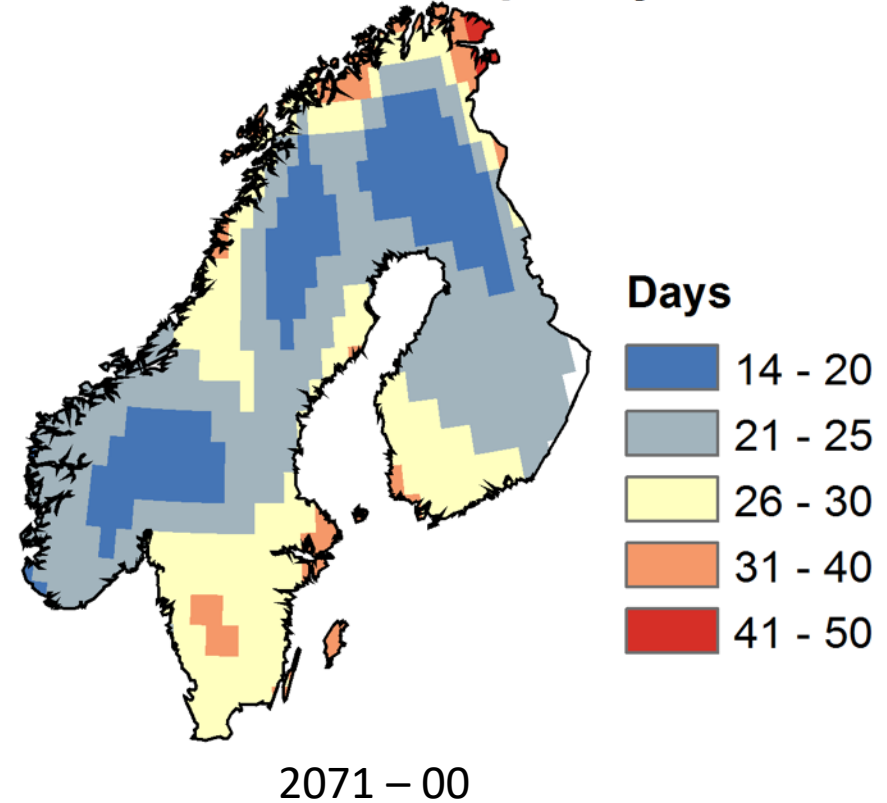
2071 – 00

Mildver på vinteren

Mid-winter thaw frequency

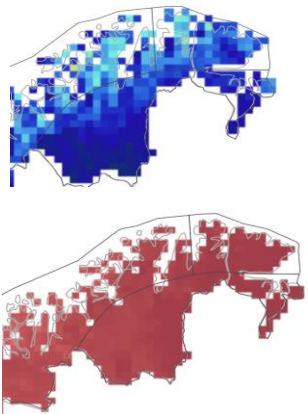


Mid-winter thaw frequency

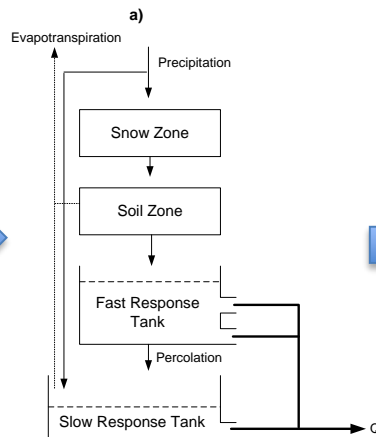


Oppsett for analyse

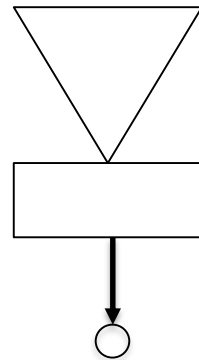
Klimadata



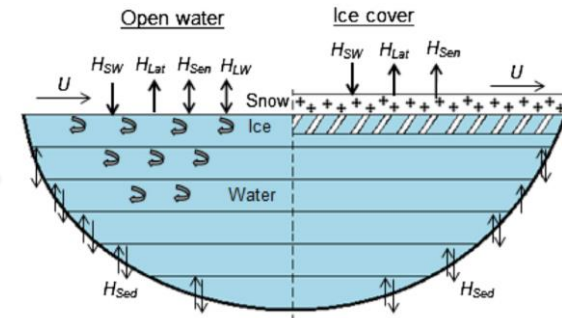
Tilslig/vassføring



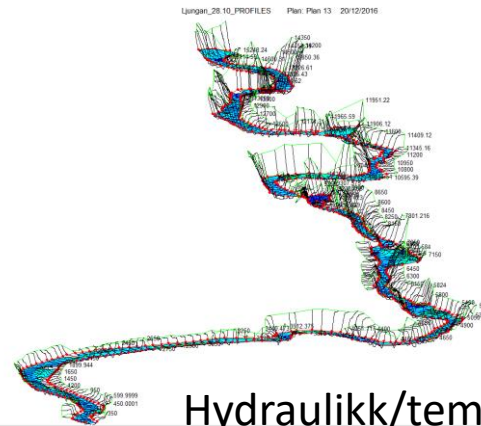
Regulering



Innsjø/Magasin



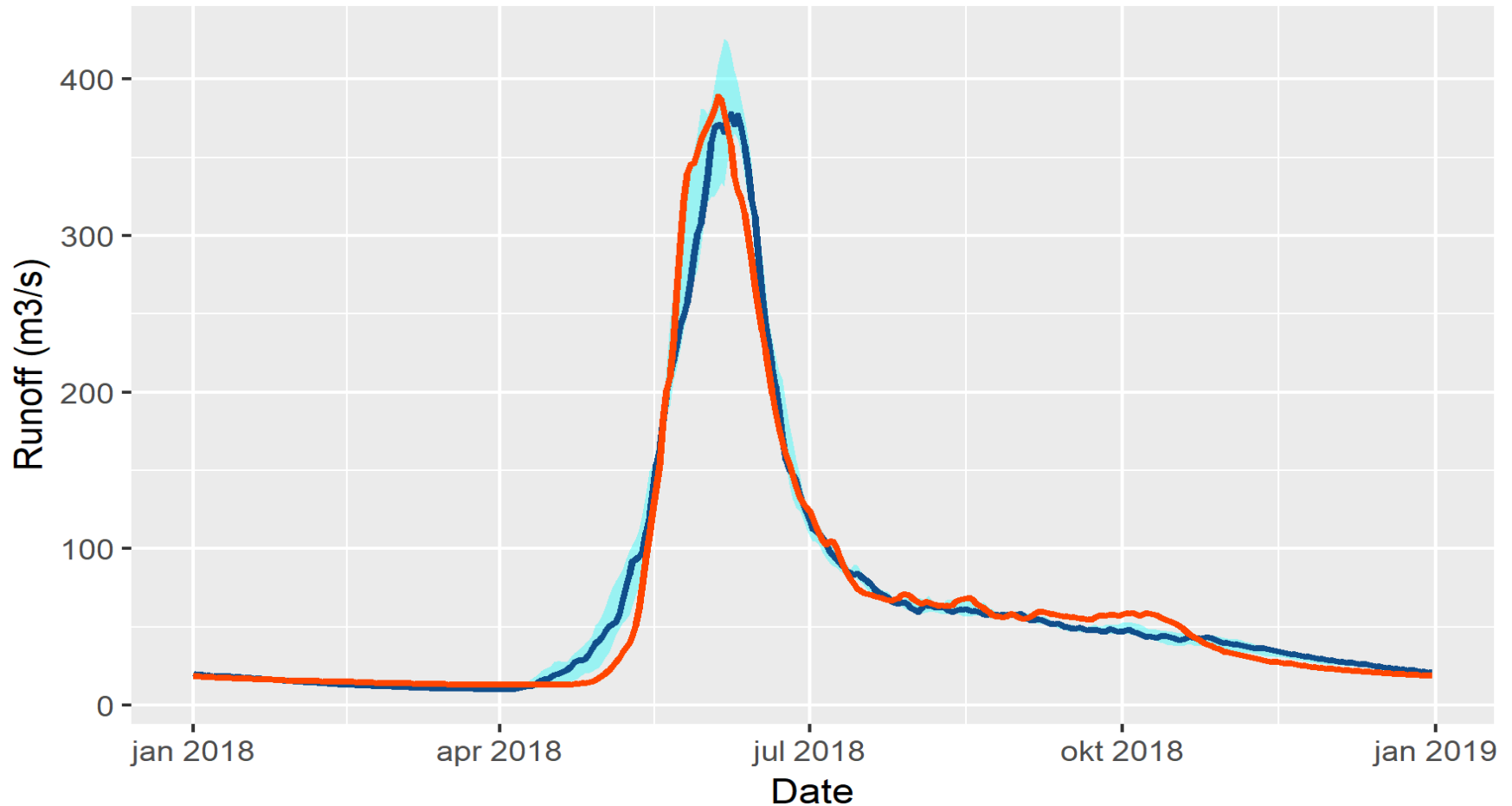
Konsekvensar?



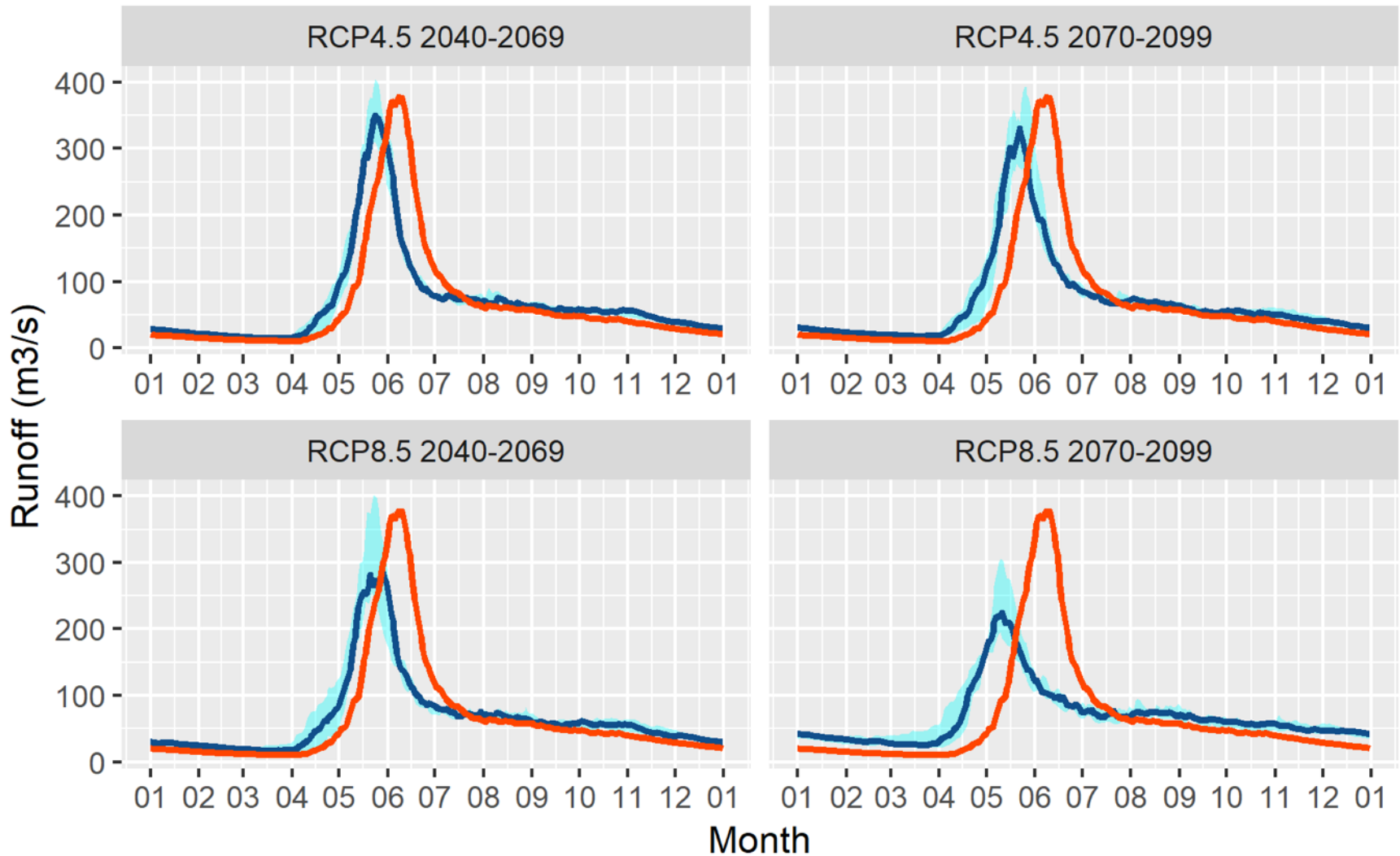
Hydraulikk/temperatur

Modellkalibrering hydrologi

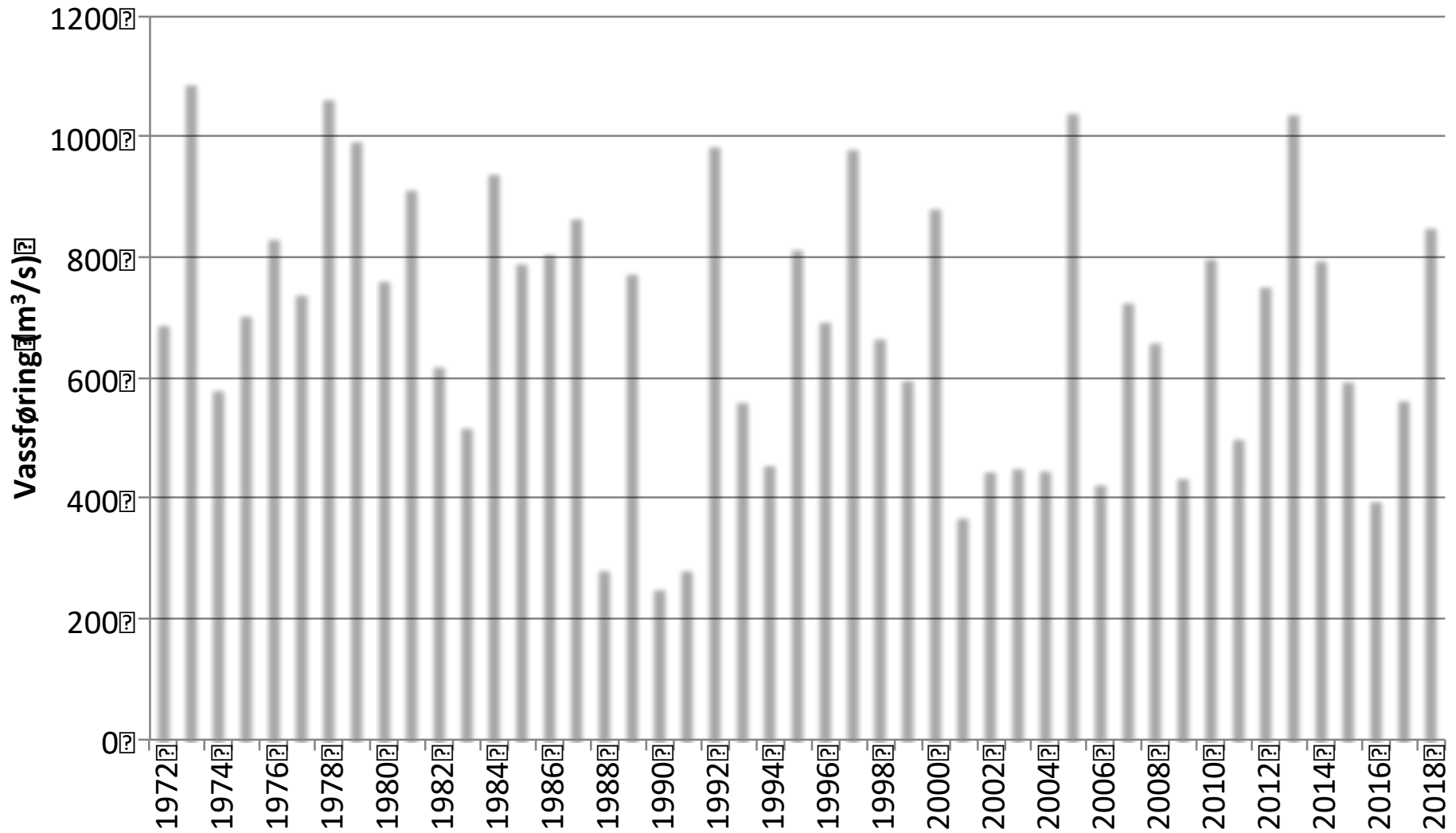
Observed vs modelled median 1971-2000 Alta



Tilsig til Alta kraftverk



Maksimalvassføring Kista 1972-18

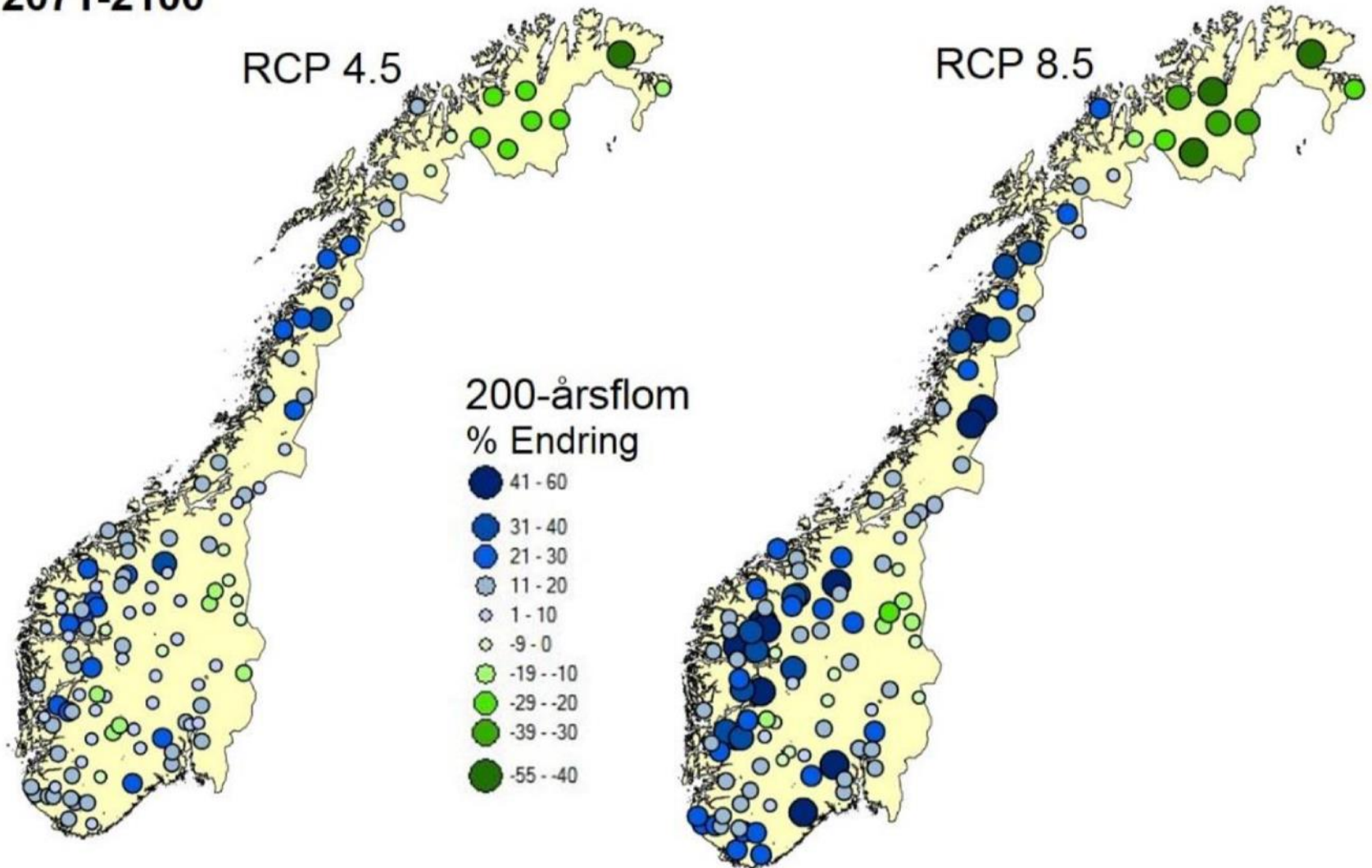


Flom

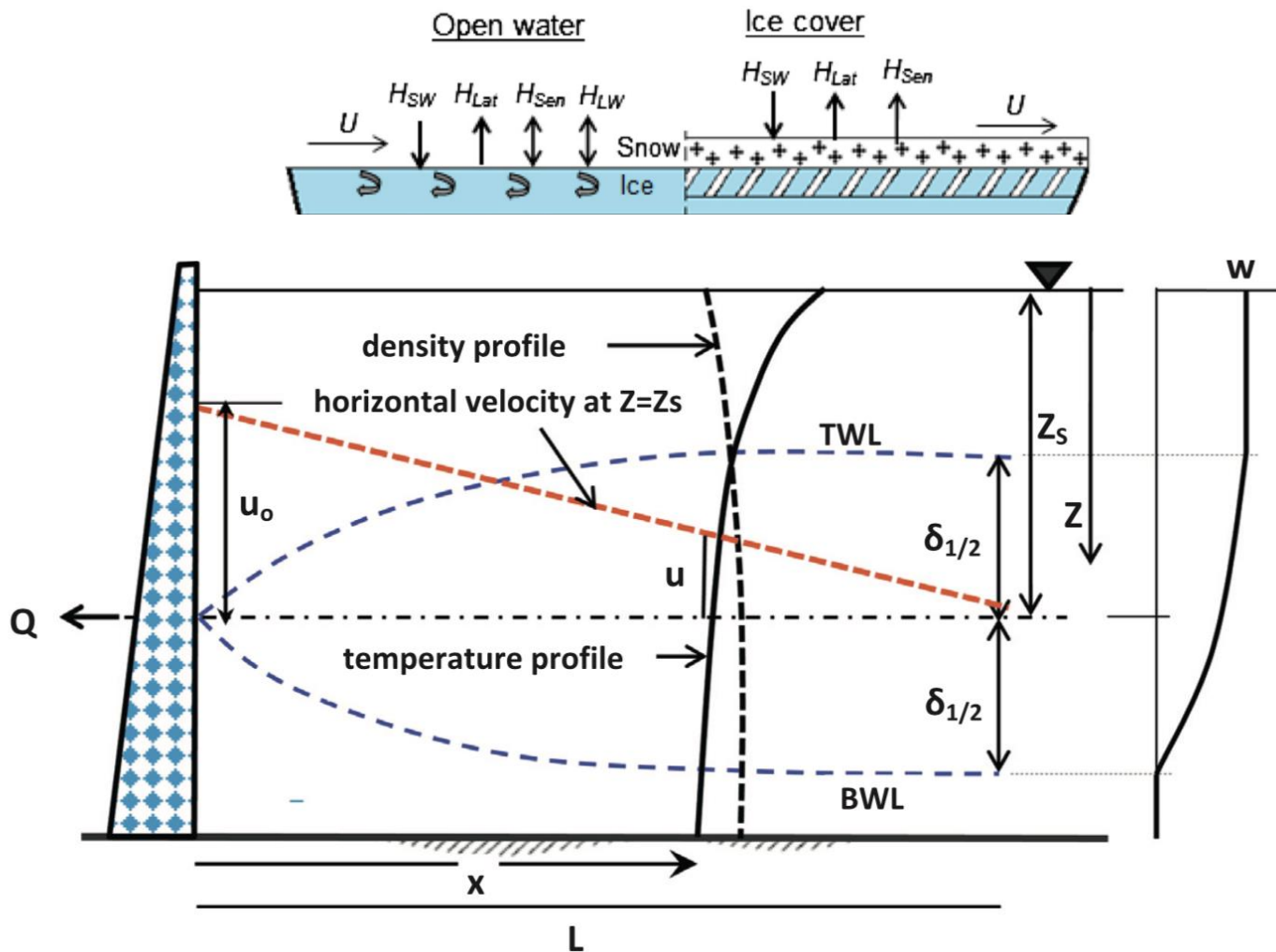
2071-2100

RCP 4.5

RCP 8.5

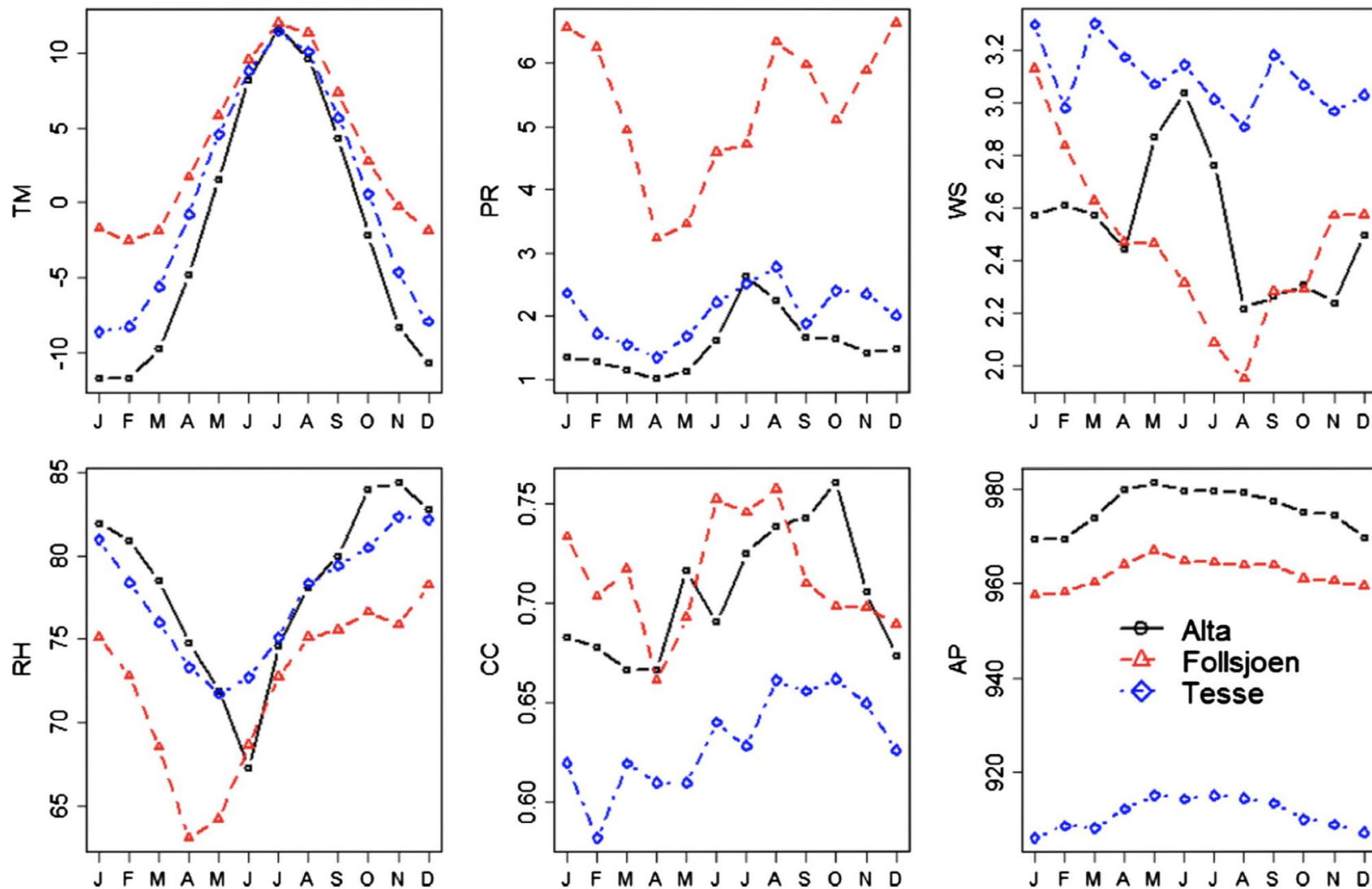


Is og temperatur i magasinet

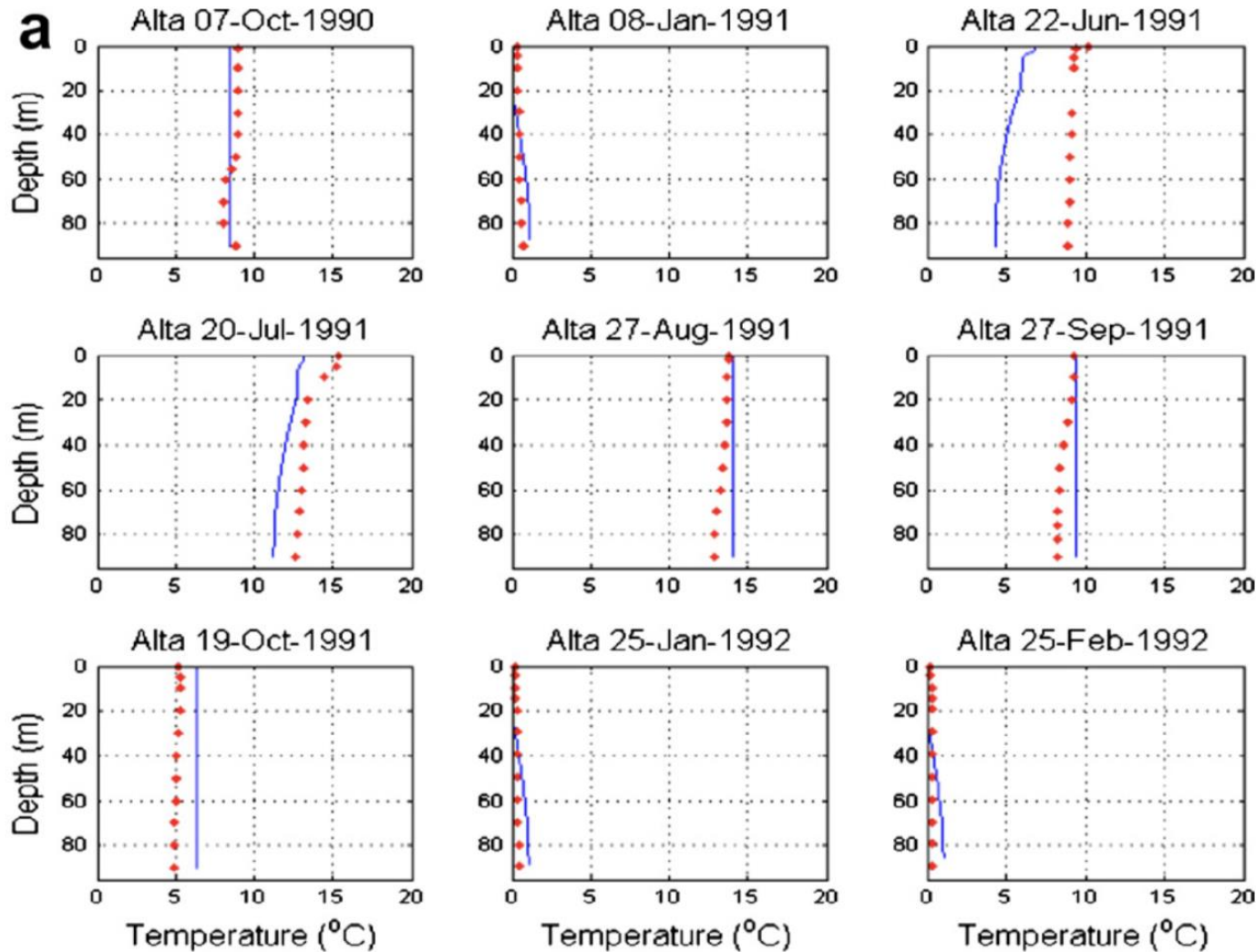


Modifisert MyLake (Saloranta & Andersen, 200x), tilpassa bruk i magasin (Gebre et al. 2014)

Klimadata for energibalans

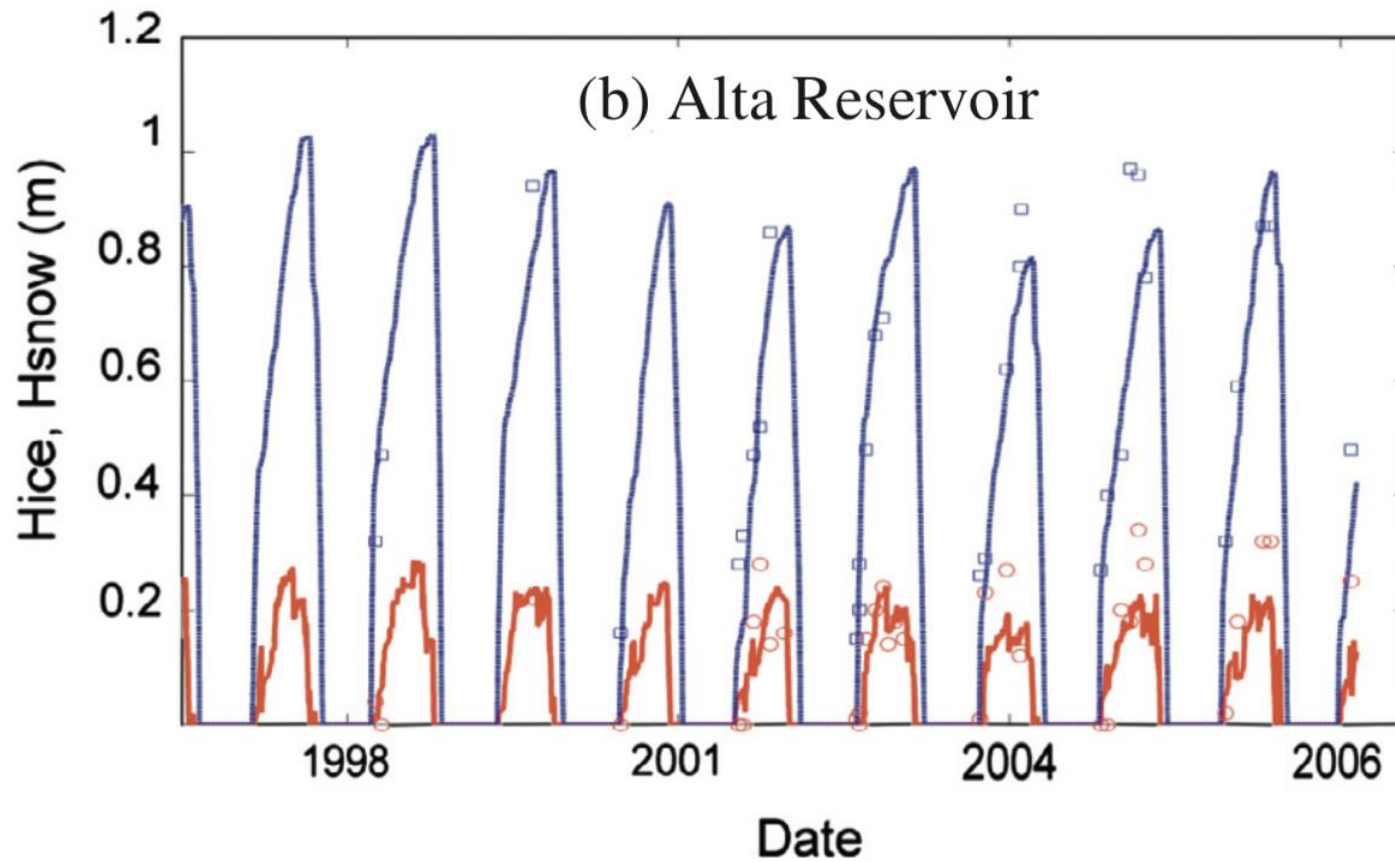


Kalibrering av modell



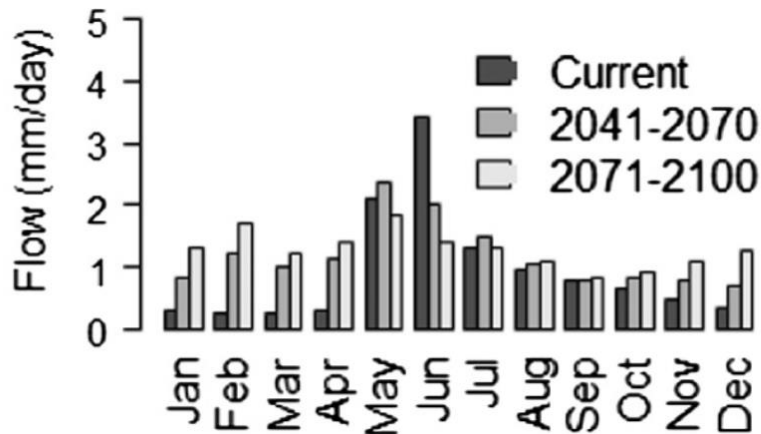
NSE:
Kalibrering 0.93
Verfisering 0.88

Snø og isdekke

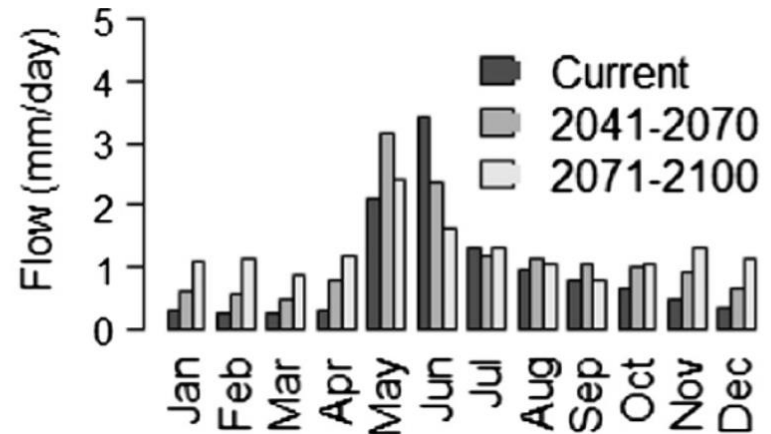


Endring i tilsig, is og snø

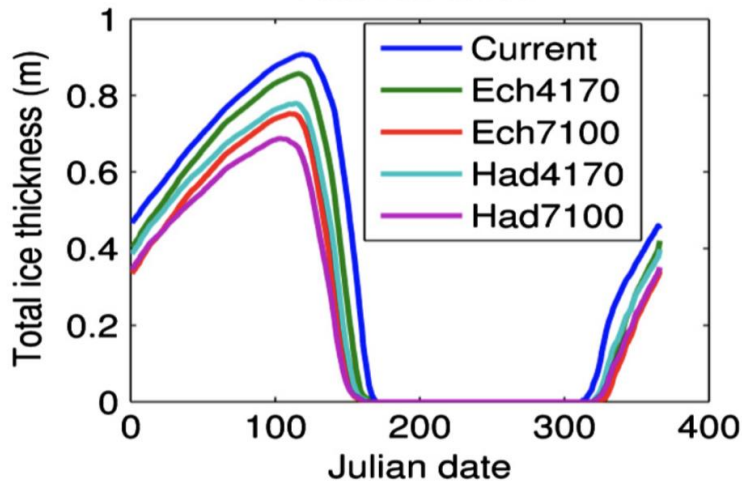
Hadley model



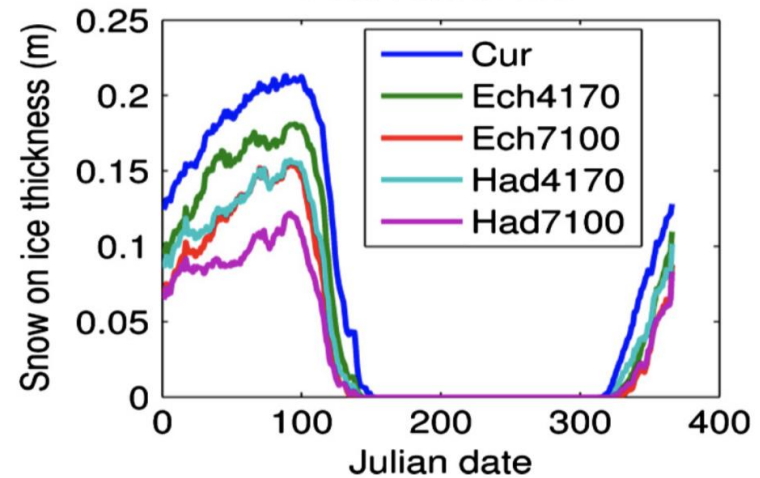
Echham model



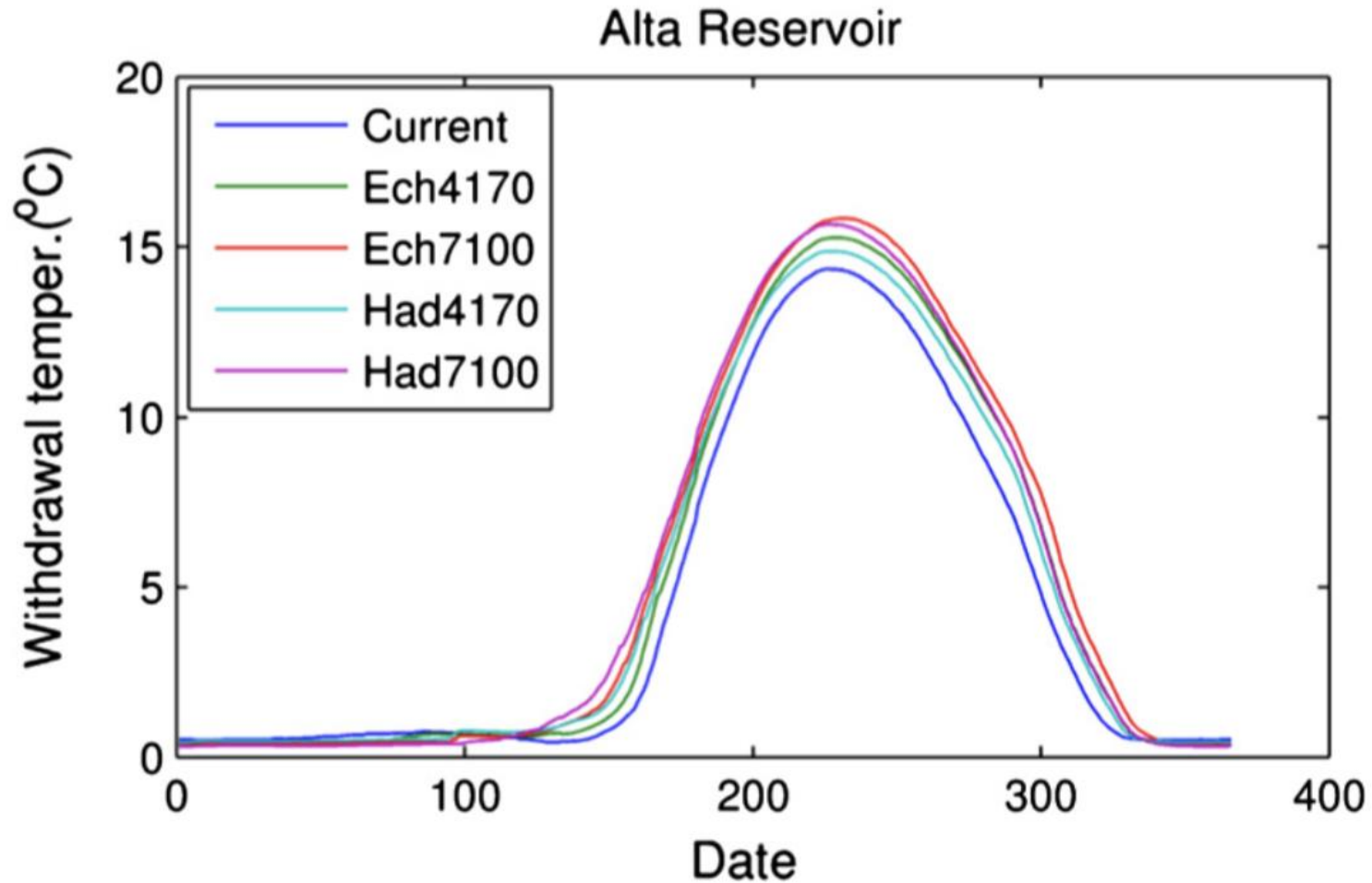
Alta Reservoir



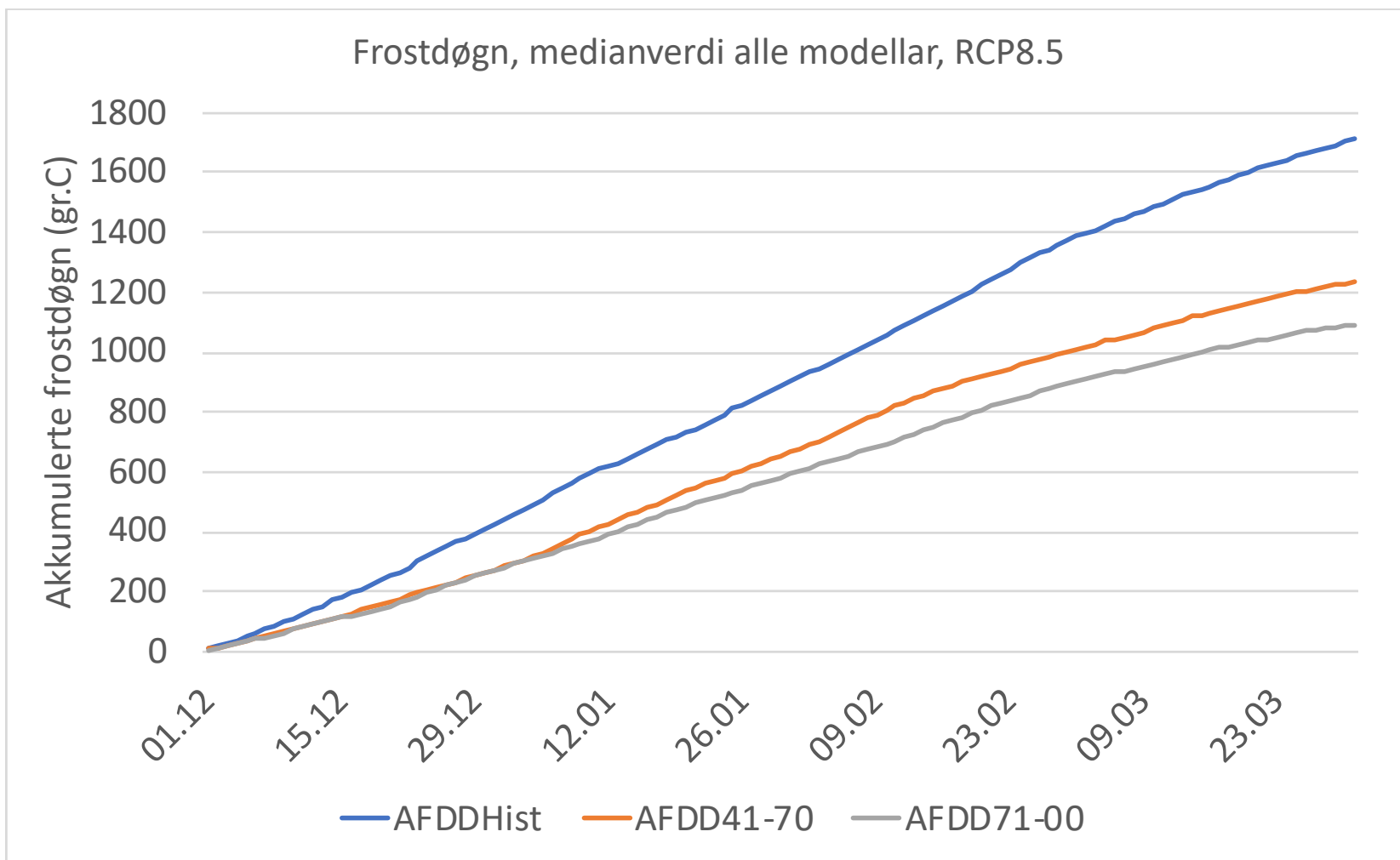
Alta Reservoir



Vasstemperatur ut av magasin



Endring i frostdøgn



NB! Gjennomsnitt heile feltet, kaldare enn Alta/Sautso

Oppsummert

- Det vert varmare og noko meir nedbør
- Ei lita auke i tilsig til Altaelva
 - Lågare sommarvassføring
- Vinteren vert kortare, mindre is og snø
 - Meir regn på vinteren
 - Lite grunnlag for å seie noko eksakt om is på elver
- Mogleg med meir ustabil vinter
 - Fleire perioder med mildver i løpet av vinteren
 - Kan føre til endra isregime, mindre stabile tilhøve
- Varmare vatn på sommaren, men generelt lite data

Klimaprofil Finnmark



ØKT SANNSYNLIGHET



Kraftig nedbør

Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann



Regnflom

Det forventes flere og større regnflommer, og i små, bratte vassdrag som reagerer raskt på nedbør må man forvente en økning flomvannføringen

MULIG ØKT SANNSYNLIGHET



Isgang

Kortere isleggingsssesong, noe mindre is i vårisgangene, vinterisganger i kystvassdrag

UENDRET ELLER MINDRE SANNSYNLIGHET



Snøsmelteflom

Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret

- Vannføring og vanntemperatur før, i dag og fremtiden- det store bildet.
- Endring i flomstørrelser, vanntemperatur og habitattyper over tid.
- Flomfrekvensanalyse; hvor ofte, hvor store, og kan de påvirke sedimenttransport i Sautso? Skape endringer i elva?
- Vannføringsforhold og vanntemperatur under antatt gytetidspunkt, endret seg over tid?
- Vannføringsforhold gjennom fiskesesong, endret seg over tid?
- Vannføringsforhold under gyting vs vinterperioden, endret seg over tid? Fare for stranding av gyteområder?
- Vannføringsforhold og vanntemperatur under antatt klekketidspunkt og smoltutgang, endret seg over tid?
- Endring i isforhold? Kopling mot skjul i elva (informer Knut om skjulforhold fra 2018)
- Vannføringsendringer målt ved utløp kraftstasjon, og ev sammenlikning med naturlige variasjoner. Utfall, lavvannsperioder?
- Hva er de største reguleringseffektene mhp vannføring og vanntemperatur?
- Hva er de største klimatiske endringene vi kan erfare fremover? Lavvannsperioder, flommer, når/sesongvariasjoner (vanntemp + vannføring)

Kva manglar?

- Genrelt:
 - Data og analyse av temperatur i vassdrag
 - Målingar og grunnlag for modellering
- For å kunne seie meir:
 - Overvaking av islegging
 - Er kamera i drift?
 - Faste utsnitt, kontrollpunkt i bilete
 - Geometrien av strekninga som er av interesse
 - Nokre tverrprofil ville gjere ting enklare
 - Temperaturmåling i området der is vert danna
 - Er SeaBird framleis operative?