

Trausti Jónsson

## Tveir opinberir fyrirlestrar

Veðurmælingar Sveins Pálssonar

Gagnsemi veðurathugana Árna Thorlaciús nú á tímum

## Veðurmælingar Sveins Pálssonar

Erindi á ráðstefnu í tilefni af útkomu enskrar útgáfu af Jökklariti Sveins 17. febrúar 2004

### Ágrip

Sveinn Pálsson (1762-1840) stundaði um hríð eiginlegar veðurmælingar með hitamæli og loftvog. Þó margt sé óljóst um tæki og mæliaðstæður gefa athuganir þessar mjög greinilegar upplýsingar um veðurlag frá degi til dags. Mælingarnar eru að hluta til gerðar á tímabili þar sem engar aðrar mælingar er að hafa hér á landi og eykur það mikilvægi þeirra. Reyna má tengingu mælinganna við síðari athuganir, en sá samanburður er ekki auðveldur. Gerð er grein fyrir mælingum.

### Inngangur

Hita- og loftþrýstimælingar hófust við nokkur helstu menntasetur Evrópu seint á 17. öld og breiddust smám saman út um álfuna. Allsamfelldar mælingar eru til frá Danmörku, Svíþjóð og Noregi stóran hluta 18. aldarinnar. Mælingar Niels Horrebow á Bessastöðum 1749 til 1751 eru fyrstu mælingar hérlendis sem góðar heimildir eru um og mögulegt er að tengja nútímanum á einhvern hátt. Mælingar þessar sýndu svo ekki var um villst að vetur á Íslandi eru að jafnaði síst kaldari en á meginlandi Evrópu. Frést hefur af mælingum næstu tvo áratugina eftir þetta þó aðeins lítið eitt hafi fundist í handriti. Það er ekki fyrr en 1776 að bót verður á og síðan þá er talsvert til af mælingum hér á landi þó ekki sé hægt að kalla þær alveg samfelldar fyrr en upp úr 1820. Danska Vísindafélagið studdi við bakið á mælingum á Íslandi frá upphafi og náði þessi stuðningur hámarki þegar sett var á laggirnar stjórn-athugunarstöð í Lambhúsum við Bessastaði sumarið 1779. Þar voru einnig gerðar veðurathuganir. Stöðin starfaði allt fram yfir aldamótin 1800, en því miður hefur stór hluti mælinga sem gerðar voru þar glatast, eða alla vega ekki fundist, það sem til er gefur þó góðar vísbendingar um veðurlag hér á landi á tíma móðuharðindanna. Grein er gerð fyrir helstu mælingum hérlendis fyrir 1874 í ritgerðinni *Early Instrumental Meteorological Observations in Iceland* (Trausti Jónsson og Hilmar Garðarsson, 2000)

### Gróft yfirlit um veðurathuganir Sveins

Sveinn Pálsson stundaði veðurathuganir frá unga aldri og fram undir það síðasta. Athugunum hans má gróflega skipta í nokkur tímabil:

1. Árin fyrir 1787. Þá var Sveinn fyrir norðan (til 1783), en síðan mest syðra. Hann hélt stutturda dagbók, oftast með veðurlýsingu.
2. Árin í Kaupmannahöfn – þennan hluta hef ég ekki athugað
3. „Ferðabókarárin“ 1791 til 1794. Sveinn virðist hafa gert reglulegar veðurmælingar öll þessi ár, bæði á ferðalögum sínum og í vetursetu. Samantektir um veðurlag eru til, en daglegar mælingar hef ég ekki séð nema þær sem prentaðar eru í ferðabókinni. Mælar eru frá Danska náttúrufræðafélaginu (náttúrusögufélagi) og gerir Sveinn grein fyrir þeim í merkilegu plaggi eða leiðbeiningum sem bera yfirskriftina „Vedrattu-töflur“ og varðveist hefur í Handritadeild Þjóðarbókhöfðu (Lbs. 306, 4to). Fjalla ég lítillega um handrit þetta hér að neðan, en það mun sennilega skrifað á árunum 1792 og 1793.
4. Fyrir tímabilið 1795 til 1797 hef ég hvorki séð mælingar né veðurlýsingar frá Sveini svo heitið geti, vonandi má þó finna þær.
5. Árin í Kotmúla, 1798 til 1809, hélt Sveinn sérstaka veðurbók, að mestu eftir forskrift áður nefndra leiðbeininga nema hvað reglubundnar veðurfærslur eru yfirleitt á dönsku, en athugasemdir allar á íslensku. Hitamæli hafði hann stundum með sér á ferðalögum, en loftvogin var skilin eftir heima, enda mjög viðkvæmt tæki. Athuganirnar eru ekki samfelldar og eyður eru margar, sérstaklega síðla sumars og á haustin þegar ferðalög Sveins voru í hámarki. Hitamælingar vantar nærri allt árið 1802. Yfir háveturinn voru athuganir tvær á dag, en þrjár annars. Þann tíma sem Sveinn var settur landlæknir í Reykjavík (1804) má að hluta til finna athuganir bæði frá Reykjavík og austur í Kotmúla. Þetta þýðir að fleiri mælitæki hafa verið til staðar, ekki hefur tekist að gera grein fyrir þeim.

6. Árið 1809 flutti Sveinn frá Kotmúla til Víkur í Mýrdal, eftir það féllu þrýstiathuganir nær alveg niður og hitamælingar urðu æ stopulli. Má segja að Sveinn hafi lagt mælingar af 1812. Hvers vegna er ekki ljóst, en sennilega hefur verið erfitt að endurnýja mæla.
7. Eftir 1812 og til 1840 hélt Sveinn áfram að halda sérstakar veðurdagbækur, en mjög lítið er af mælingum þetta tímabil. Alveg á eftir að fara yfir þessar bækur með veðurfar í huga. Á sama tíma, a.m.k. frá 1798 hélt Sveinn einnig aðskildar almennar dagbækur, þar er lítið af veðurupplýsingum, helst að því er virðist almanaksspár sem algengar voru á þessum árum og mikilvægt er að rugla ekki saman við raunverulegar veðurupplýsingar. Sveinn hafði áhuga á hugsanlegri endurtekningu veðurs frá einni tunglöld til annarrar og um tíma má finna í veðurbókunum upplýsingar um vindátt sama dags 20 árum áður.

### Leiðbeiningar Sveins um veðurathuganir

Handrit Sveins frá 1792 og áður er minnst á, „Vedrattu-töflur” getur að flestu leyti talist eins konar lykill að veðurathugunum hans. Handritið hefst á tilvitun í Jobsbók:

Hefir þú verið þar hvaðan sniórinn kémr? eða hefir þú séð hvaðan haglið kémr? - hver er dagarinnar faðir? hver hefir fædt daggardropana? af hvers qviði er isinn útgenginn? og hver fæddi hrímfrostið undir himninum?



Mynd 1. Forsíða leiðbeininga Sveins Pálssonar um veðurathuganir frá 1792 eða 1793 (Lbs. 306, 4to). Þar stendur m.a. um hollustu veðurathugana: Yduglig aðgæsla lopts og veðrlags er bæði skémtilig og gagnsöm. Gagnsamt er bæði með til þess giördum verkfærum, líka egin eptirtekt, að þeckia svo imisligt loptslag og vedrabrigdi, af þar eptir megi nockurnveginn haga útrettingum sínum í dagligu lífi og búskap. Yndælid af þessari idn er jafnvel svomikid, að fá munu meðöl betri, auk góds vinar, gedveikum, upplystem manni, enn jafnadargiörn adgiætsla, uppteiknan og samanburdr vedrfarsins og þaraf dragandi forspár ...

Fyrst lýsir Sveinn tilgangi veðurathugana og telur þær gagnlegar, bæði samfélaginu og einstaklingum til almennra hagsbóta (sjá mynd 1), en einnig vekur athygli hversu andlega hollar hann telur athuganir vera og hefur þar vafalítið rétt fyrir sér.

Þvínæst er mælitækjum lýst, en hann hefur aðeins yfir tveimur að ráða, loftvog og hitamæli. Stuttur kafli er um gagnsemi loftvogarinnar til veðurspádóma, en líka um annmarka hennar. Sveinn nefnir fjögur mælitæki til viðbótar sem æskileg séu til athugana og hefur hann ábyggilega kynnst þeim í Kaupmannahöfn. Þrjú af þessum tækjum eru mikið notuð enn í dag, þ.e. vindhraðamælir, rakamælir (sem Sveinn nefnir vætumæli) og úrkomumælir (kallaður úrfellimælir), en eitt tæki er ókunnuglegt, það heitir á erlendu máli eudiometer og kallar Sveinn það loftgædamæli, en er í orðasafni um

læknisfræði kallað gasmælir (orðabanki íslenskrar málstöðvar). Minnir þetta á að á þessum árum og fram á 19.öld voru sjúkdómar iðulega tengdir óheilmænum gufum eða svokölluðum miösmum, gjarnan staðbundið. Þörf á þéttum veðurathugunum var rökstudd sem læknisfræðileg og allstór hluti veðurathugunarmanna voru læknar. Þetta breyttist ekki fyrr en vel var komið fram á 19.öld.

Þá kemur kafli um aðferðir og reglur við „veðuraðgæslu“ eða færslu veðurbókar. Í bókinni skal rými hvers mánaðar skipt í 11 dálka. Hinn fyrsti sýnir mánaðardaginn, annar klukkustund eða eykt (eikt) dags þá aðgæsla er gjör. Loftþrýstingur (eða tilstand barometers) í þriðja dálk og hiti í þann fjórða eða hiti og kuldi (frost). „Átt vindarins“ er í fimmta dálki, „hvaraf einungis eru taldar átta“, styrkur vinds eða afl er í sjötta dálki, í fjórum „tröppum“: Logn, þegar ekki finnst hvaðan hann er á, gola, meðan ekki hvítfýsar á vatni, hvassviðri þegar hvítfýsar vatn en skefur ekki, stormur, þegar vatn skefur, torfhús skjálfa o.s.frv. Í sjöunda dálk er sett „loftslagið“ (sem við köllum veður) svo sem: Þykkt, heiðríkt, þoka og hvernig því er háttað, t.d. þykkt með neta-ullar-regn-vind-bliku-klósiga-klakka-skýjum, jafnþykkt o.s.frv., heiðríkt, slímað, með bakka o.s.frv, þoka, fjalla-sjóar-jarðar, heiðmyrkur, dalalæða o.s.frv. Í áttunda dálk er úrfelli og þurrviðri, t.d. regn, úði, snjór, hagl, ísing, hrím og hvernig hverju er varið, svo sem stór-smá-regn, lappadrífa, skaffjúk o.s.frv. Í níunda dálk allskonar „lýsandi“ og aðrar loftsjónir, einkum norðurljós, útræna, úlfakreppa (2 til 4 eða fleiri sólar), hjálmabönd, sólrosabaugar, mána-rosabaugar, mánaregnbogar (sjaldsénir) auk þess reiðarslög, eldingar, snæljós, vígahnettir o.s.frv. Í tíunda dálk ýmislegt, einkum um höfuðveðráttufar um alla vikuna, sjúkdóma, alla fyrirburði sem eiga skylt við loft og veður og fleira náttúrufræðinni tilheyrandi. Í ellefta dálki er getið um staðinn eða „plátzið“ hvar aðgætt er. Aðgæsla er í október til febrúar tvisvar á dag, um miðdegi og um miðja nátt, í hinum sjö mánuðunum þrisvar á dag, um miðjan morgun, miðmunda og undir „lægst“. Við útgang hvers mánaðar er ritað stutt ágrip veðráttufars mánuðinn um kring, líka eitt og annað sannfrétt úr öðrum sveitum, líka „baro- og termometurs hæsta og lægsta stand“, talið saman hvað oft er þykkt, heiðríkt, logn, hvassviðri o.s.frv.

Síðan hvetur Sveinn aðra til að taka upp svipaða hætti og nefnir reyndar þrjá presta, Salomon Björnsson í Berufirði, Guðlaug Sveinsson í Vatnsfirði og Pétur Pétursson í Miklabæ. Sá síðastnefndi mældi hita og lýsti veðri um langt skeið og hefur tekist að finna mælingar hans á árunum 1815 til 1820, en mun síðri er frágangurinn miðað við bækur Sveins.

Í hefti Sveins er að lokum mjög fróðleg samantekt um veðurlag ársins 1792 ásamt töflum. Leynast þar skarplegar athugasemdir um sitt af hverju tagi í ríki náttúrunnar eins og honum var lagið.

### **Styrkir til úrvinnslu**

Fyrir nokkrum árum fékkst styrkur frá umhverfisrannsóknáætlun Evrópusambandsins til tölvuskráningar á gömlum íslenskum athugunum undir merkjum tveggja fjölþjóðaverkefna sem höfðu að aðalmarkmiði að ná saman sem mestum veðurupplýsingum frá tímabilinu fyrir stofnun evrópsku veðurstofanna á tölvutækt form. Óhætt er að segja að verkefnið hafi tekist nokkuð vel og á Íslandi reyndist unnt að skrá athuganir Sveins frá 1798 til 1812, athuganir frá Stykkishólmi fyrir 1874, athuganir Jóns Þorsteinssonar í Reykjavík 1820 til 1854, athuganir danska strandmælingaflokksins á Akureyri 1807 til 1814 auk fáeinna styttri athuganaraða. Áður hafði Vísindasjóður styrkt tölvuskráningu veðurathugana Rasmusar Lievog stjórnuathugunarmeistara í Lambhúsum á árunum 1779 til 1789. Er öllum þessum aðilum þakkaður stuðningurinn.

### **Vandamál við úrvinnslu**

Mælingar Sveins eru þær einu daglegu sem þekktar eru hérlendis á tímabilinu 1798 til 1807 og veita því ómetanlegar upplýsingar um veðurlag þess tíma. Að færa þær til nútímahorfs er hins vegar ekki auðvelt við að eiga. Það er þó okkur til happs að hita- og loftþrýstimælingar sem danski strandmælingaflokkurinn gerði á Akureyri á árunum 1807 til 1814 falla að hluta til saman við mælingar Sveins og samanburður er mögulegur. Ekki þarf að rýna lengi í gögnin til að sjá að báðir staðir eru að mæla umferð sömu veðurkerfa, en í ljós kemur að loftvogir, önnur hvor eða báðar þurfa leiðréttinga við. Það er ekki alveg heiglum hent að ráða fram úr því máli, en tekst vonandi að lokum. Svipað má segja um hitamælingarnar, oft munar miklu í raun á hita norðanlands og sunnan, en ekki er létt að stilla inn á meðaltöl sem sambærileg eru við nútímamælingar og er enn talsverð vinna

óunnin í því sambandi þó nokkuð hafi miðað. Hönd Sveins á veðurbókunum er ekki létt aflestrar því lengst af ritar hann með gotnesku skriflettri en notar í flestum tilvikum staðlað orðafar í athuganatexta og léttir það aðgengið talsvert. Þegar kemur að hinum vikulegu samantektum og tíðindum af náttúruyfyrirbrigðum er erfitt um vik nema fyrir vana handritalesara. Áðurnefndur leiðbeiningapési er undantekning því hann er ritaður að mestu með latínuletri sem Sveinn vandar sig við að skrifa.

En hvernig var þá veðrið á þessum tíma? Það var raunar að flestu leyti kunnuglegt, séu hitamælingar teknar algjörlega trúanlegar og engin tilraun til leiðréttinga gerð, birtast tölur sem sýna heldur kaldara veðurlag að vetri en nú er (töflur 1 og 2). Allmargir vetrarmánaðanna eru þó með meðalhita yfir frost-marki í Kotmúla. Mikið vantar í athuganir sumar og haust. Sumartölurnar eru ísbyggilega lágur, sérstaklega júní, ágúst og september. Lágur morgunhiti á sumrin einkennir talvert 18. og 19. aldar hita-mælingar hér á landi. Ástæðan kann að vera sú að mælar voru óvarðir og því ekki í geislunarjafnvægi við umhverfið. Þeir geta því verið nokkru kaldari en loftið fyrir sólarupprás. Auk þess blotna óvarðir mælar oft í rigningu og eru því stundum að mæla votan hita fremur en þurrar. Hugsanlegt er að leiðrétta fyrir þessu og er leitað leiða til þess. Sautján mánuðir á tímabilinu 1807 til 1811 eru samanburðarhæfir við athuganirnar á Akureyri, sem eru mjög ísbyggilega kaldar svo ekki sé meira sagt. Miklu kaldara virðist hafa verið fyrir norðan á veturnum á þessum tíma en nú er og er það svo sem í takt við það sem almennt var á 19.öld, en hér er ekki ætlunin að fara nánar út í þá sálma.

	j	f	m	a	m	j	j	á	s	o	n	d
1798			-0,8	2,3	3,6	5,1		6,8				
1799	-2,5	-3,9	-0,1	1,3	3,7	5,7		6,6		1,6	1,1	-0,6
1800	-2,6	2,2	2,2			5,3			5,9	1,2		-3,1
1801	-3,0	-0,7	-6,5	-0,7								
1802												-0,9
1803	0,8	-2,2	-1,5	1,5	1,7		9,2					-0,5
1804	-1,5	1,4	-3,8	3,3						4,0	1,8	3,0
1805	2,4	-2,8							7,0			-4,4
1806	-4,6	-1,0	-2,2	3,7	4,9						1,8	
1807	-1,7	-7,8		1,1							-3,1	-1,0
1808	-7,1	-2,4	1,7	-1,0				9,0	5,3			
1809	-3,0	-2,3	2,7									-4,8
1810	1,0											-1,7
1811		-2,0	0,1									
1812												

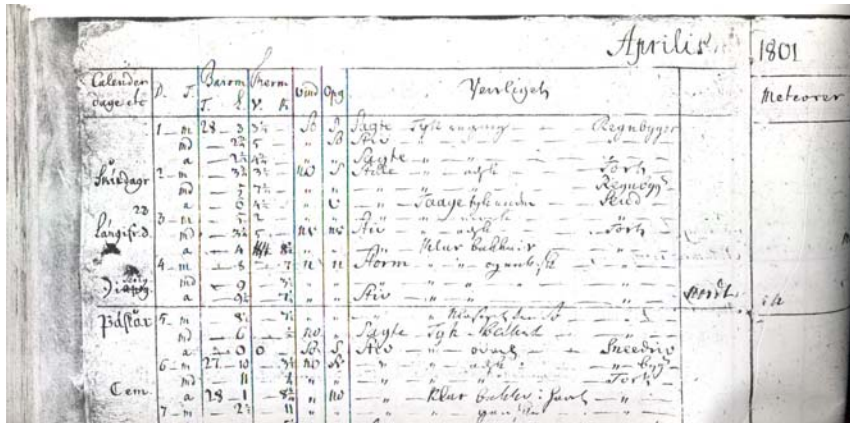
Tafla 1

Meðalhiti (°C) að kvöldlagi í Kotmúla fram á 1809 – síðan í Vík í Mýrdal. Athuganir Sveins Pálssonar. Kvöldhiti er ekki langt frá meðalhita sólarhringsins að vetrarlagi. Við samanburð við meðalhita á Sámstöðum (tafla 2) má sjá að talsvert kaldara virðist hafa verið um aldamótin 1800 heldur en nú er. Þó koma tiltölulega hlýir vetrarmánuðir, t.d. febrúar og mars 1800 og mars bæði 1808 og 1809.

Tafla 2

Meðalhiti á Sámstöðum 1971 til 2000 °C

m7100	-0,32	0,39	0,72	3,39	6,94	9,37	11,18	10,61	7,75	4,44	1,33	-0,05	4,65
-------	-------	------	------	------	------	------	-------	-------	------	------	------	-------	------



Mynd 2 Sýnishorn úr veðurdagbók Sveins í aprílbyrjun 1801 (sjá megintexta).

### Nokkur sýnishorn

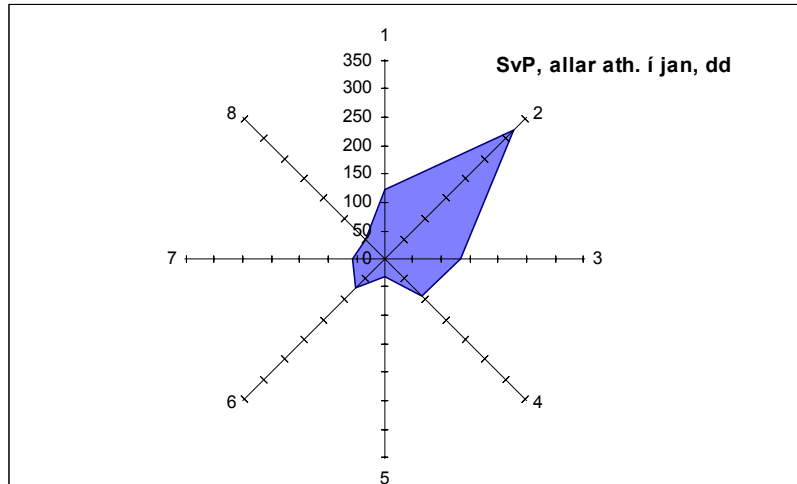
Við lítum nú á sýnishorn úr veðurdagbók Sveins (mynd 2), þetta er aprílbyrjun 1801. Myndin er auðvitað enn ógreinilegri en handritið sjálft. Þáskadag bar upp á þ. 5. og ekki ber á öðru en að þáskahretið hafi verið á sínum stað: Um miðjan dag á föstudaginn langa var hiti 5°R eða 6,3°C, en um kvöldið var kominn norðan belginsvindur og 8,5°R frost, -10,6 stig á Celsíusvarða. Við tókum eftir því að upphaflega hefur Sveinn ritað töluna hitamegin (til vinstri) í mældálkinum, en síðan þurrkað hana út og fært til hægri. Sú spurning vaknar því hvort sama hefði átt að gilda um töluna 5 strax um miðjan daginn, verið gæti að hún hefði líka átt að vera frostmegin í dálkinum, í framhaldi af 2 stigunum um morguninn. Einnig er hugsanlegt að hiti hafi enn verið ofan frostmarks á venjulegum kvöldathugunar-tíma, en fallið svo ört að Sveini hefur þótt sú tala ekki dæmigerð fyrir kvöldið. Þetta dæmi sýnir vel álitamál sem koma upp þegar rýnt er í athuganirnar, mikilvægt er að fara ekki að leiðrétta handritið í einhverju fljótræði. Það er e.t.v. hægt ef einhver innri rökvilla er í athugininni, en svo er ekki að sjá hér.

Í yfirlitstöflu Sveins fyrir árið 1799 (tafla 3) hefur tölum hér verið breytt til nútímamælikvarða og tillaga gerð um loftvogarleiðréttingu. Þegar rýnt er í tölurnar sem sýna hæsta og lægsta hita hvers mánaðar í Kotmúla, má sjá að þær eru allar mjög sennilegar.

Ár	Mán	Loftþrýstingur				Hiti		Norðurljós	Vindátt								Vindhraði				Veður											
		hám. (hPa) [óleiðr.]	hám. (hPa) [leiðr.]	lág. (hPa) [óleiðr.]	lág. (hPa) [leiðr.]	hám (°C)	lág. (°C)		S	N	A	V	SV	NA	SA	NV	logn	hægur	blástur	stormur	skýjað	heiður	regn	snjór	þurr	þoka	hagl	hrím	ísing	þrumur		
1799	jan	1024,8	1016,4	969,9	961,5	5,4	-11,3	14	2	10	10	7	3	20	8	2	12	34	12	4	42	19	8	28	22	1	12				1	
	feb	1029,3	1021,4	974,4	966,5	3,1	-10,0	21	0	21	15	0	2	16	2	0	11	19	24	2	21	35		13	39	0	2	3				
	mar	1036,8	1030,2	974,4	967,8	7,3	-8,8	11	5	9	9	8	13	9	38	2	14	43	30	6	64	18	27	36	26	11	18	2	1	2		
	apr	1030,1	1025,4	975,9	971,2	7,5	-6,3	5	4	21	6	8	11	19	19	2	33	40	17	0	28	46	2	7	52	16	4	3				
	maí	1031,6	1028,7	993,2	990,3	12,5	-1,3		0	9	4	10	23	14	21	12	38	40	11	4	55	18	45	3	44	20	3					
	jún	1038,4	1036,3	998,5	996,4	15,4	2,5		8	6	2	23	19	8	12	14	19	46	24	1	34	12	54	1	35	44	2					
	júl	1022,6	1020,0	1001,5	998,9	18,8	6,0		0	0	17	20	10	2	18	25	44	40	7	2	25	49	13		80	19						
	ágúst	1019,6	1015,4	1001,5	997,3	18,8	2,5	2	1	28	0	12	19	14	1	16	14	58	15	5	32	53	18		74	8					1	
	sep	1020,3	1014,2	991,7	985,6	15,0	-0,6	3	0	11	20	8	9	13	22	7	24	39	22	5	75	13	44	11	37	2	1	2				
	okt	1027,8	1020,1	985,7	978,0	10,0	-2,5	9	0	3	9	2	4	28	13	2	21	23	14	4	36	25	18	9	34	1	3	2				
	nov	1025,6	1017,3	961,7	953,4	6,3	-6,3	10	3	3	9	8	4	12	19	2	15	20	21	3	44	10	22	12	18	6	8	6				
	des	1040,6	1032,5	997,7	989,6	7,5	-5,4	20	1	0	19	0	0	30	6	6	34	22	6	0	30	28	13	2	11	4						
<b>samt</b>								<b>95</b>	<b>24</b>	<b>121</b>	<b>120</b>	<b>106</b>	<b>117</b>	<b>185</b>	<b>179</b>	<b>90</b>	<b>279</b>	<b>424</b>	<b>203</b>	<b>36</b>	<b>486</b>	<b>326</b>	<b>264</b>	<b>122</b>	<b>472</b>	<b>132</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		

Tafla 3. Yfirlitstöflu Sveins Pálssonar 1799. Í talningum er átt við fjölda athugana en ekki daga, athuganir eru 3 á dag á sumarahelmingi ársins (7-mánuðir frá og með mars til og með september), en annars 2.

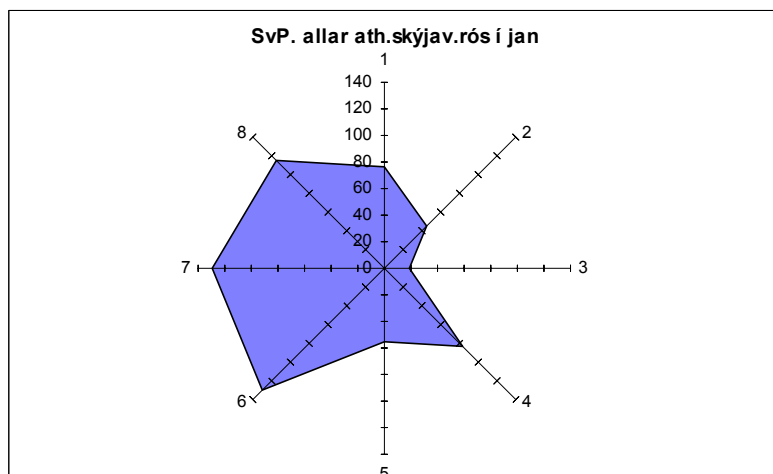
Útbúa má vindrósir fyrir Kotmúla og mynd 3 sýnir tíðni vindátta þar í janúar. Hún er svipuð og nútímars er á þeim slóðum, norðaustanátt algengust að vetrarlagi.



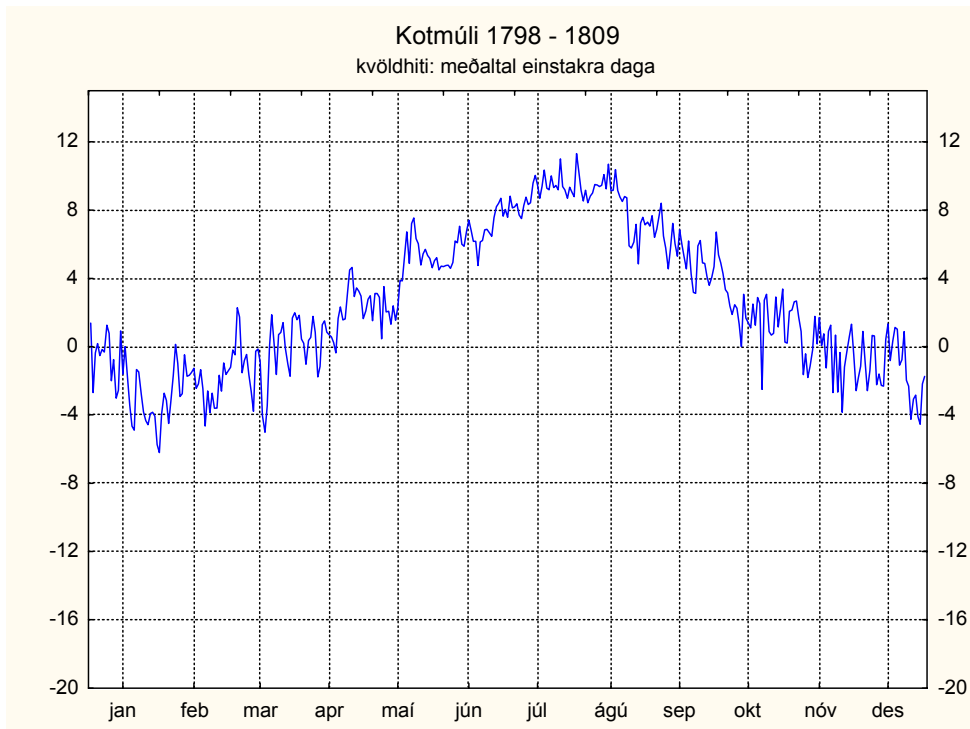
Mynd 3. Vindrós fyrir Kotmúla í janúar 1799 til 1809. Norðaustanátt er langalgengust.

Sérstakur dálkur hjá Sveini nefnist „opgang“ og mun sýna far skýja. Sé gerð vindrós fyrir þennan dálk í janúar kemur í ljós að vestlægar áttir eru algengastar (mynd 4). Þó ég minnst þess ekki að hafa séð nákvæma skýringu á „uppgangi“ virðist af þessu mega ráða að hann hefur ekki horft til skýja sem lægst liggja í mati á farinu, heldur litið til efri skýja, ofan jaðarlagsins, ef farið er upp í 3 km hæð eða svo yfir landinu rekumst við að vetrarlagi á vindáttatíðni af þessu tagi.

Lítum að lokum á mynd 5, en hún sýnir árstíðasveiflu kvöldhita í Kotmúla. Frá 15. júlí til 15. ágúst er hann ekki svo fjarri 10 stigum, sem ekki er sem verst, en fer talsvert eftir því hvenær kvöldsins var athugað. Það er þó varla fyrr en kl. 18 að staðartíma sem er um 19:30 miðað við okkar klukku. Á þessum tíma fellur hiti að jafnaði um 0,7°C eða svo á klukkustund. Einhverjar mælingar eru í flestum sumarmánuðum þó mikið vanti á að hægt sé að reikna árleg meðaltöl. Meðalvetrarhitinn liggur ekki mjög langt undir frostmarki, er lægstur um jólin og um mánaðamótin janúar/febrúar.



Mynd 4 Vindrós skýjafars (opgang) í janúar 1799 til 1709 séð frá Kotmúla, en þess er getið í sérstökum dálki í veðurbókum Sveins. Líklegt er að hér sé átt við 2 til 3 km hæð, að minnsta kosti.



Mynd 5 Meðalkvöldhiti (°C) í Kotmúla einstaka daga ársins 1798 til 1809. Mun færri athuganir eru á bakvið hvert gildi á sumrin og haustin, heldur en vetur og vor.

**Þakkir**

Ég vil að lokum þakka þeim fjölmörgu sem aðstoðað hafa mig í glímunni við gamlar athuganir, vil ég einkum nefna Sjöfn Kristjánsdóttur handritafræðing og þau sagnfræðingana Hilmar Garðarsson og Astrid E. J. Ogilvie.

**Tilvitnun:**

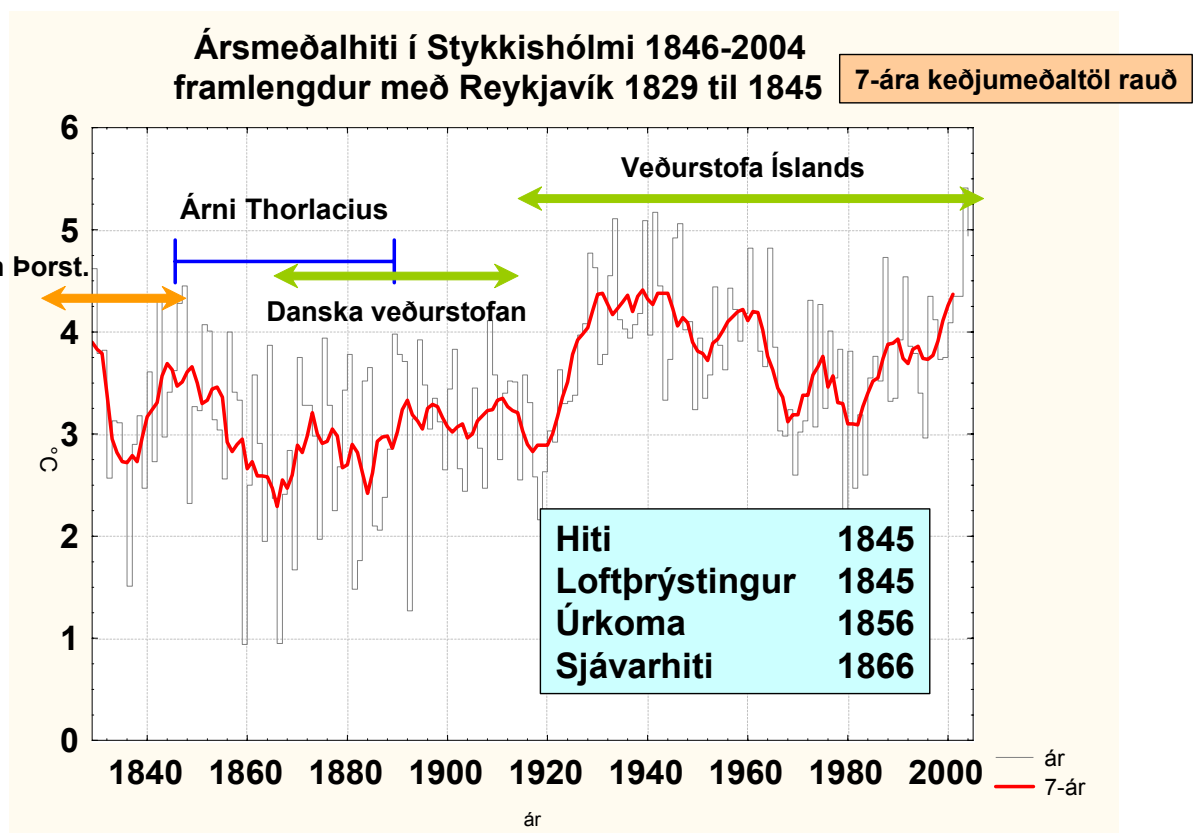
Jónsson, Trausti og Hilmar Garðarsson (2000): Early Instrumental Meteorological Observations in Iceland. *Climatic Change* **48**, 1 bls. 169-187



## Gagnsemi veðurathugana Árna Thorlacius nú á tímum.

Erindi flutt í Stykkishólmi 26.11. 2005. Á samkomunni var erindið nokkuð stytt frá því sem hér er

Árni Thorlacius hóf veðurmælingar þ. 1.nóvember 1845 og mældi þá hita og loftþrýsting nokkrum sinnum á dag. Mælingar hans voru í fyrstu eins konar útvíkkaður afleggjari af átaki sem Íslenska Bókmenntafélagið stóð fyrir 1840 að atbeina Jónasar Hallgrímssonar og Jóns Sigurðssonar. Félagið fékk um 50 presta um land allt til að athuga veður og mæla hita. Talsvert af þessum athugunum er enn til, margar merkilegar. Um þetta má m.a. lesa í Sögu Veðurstofu Íslands og grein á ensku (Jónsson and Garðarsson, 2001). Úrkomumæling bættist við í Stykkishólmi haustið 1856 og sjávarhitamælingar hófust 1866. Hluta tímans athugaði Árni með tveimur loftvogum (sem munaði reyndar talsvert á) og fleiri en einum hitamæli. Eykur það á áreiðanleika mælinganna. Vindátt og vindhraði voru metin, einnig var getið um veður og oftast skýjahulu. Snjóhula var ekki athuguð. Talsvert hringl var með athugunartíma, sem er almennt óheppilegt. Mælingar Árna eru þær einu samfelldu á landinu á tímabilinu 1854 til 1872. Mynd 1 sýnir ársmeðalhita í Stykkishólmi frá upphafi, áætlaðan fyrir 1845, mælitímabil Árna er merkt sérstaklega.



Mynd 1. Ársmeðalhiti í Stykkishólmi. Tölur fyrir tímabilið 1830 til 1845 eru áætlaðar út frá mælingum Jóns Þorsteinssonar landlæknis í Reykjavík og í Nesi. Árni gerði mælingar samkvæmt stöðlum dönsku veðurstofunnar frá miðju ári 1873.

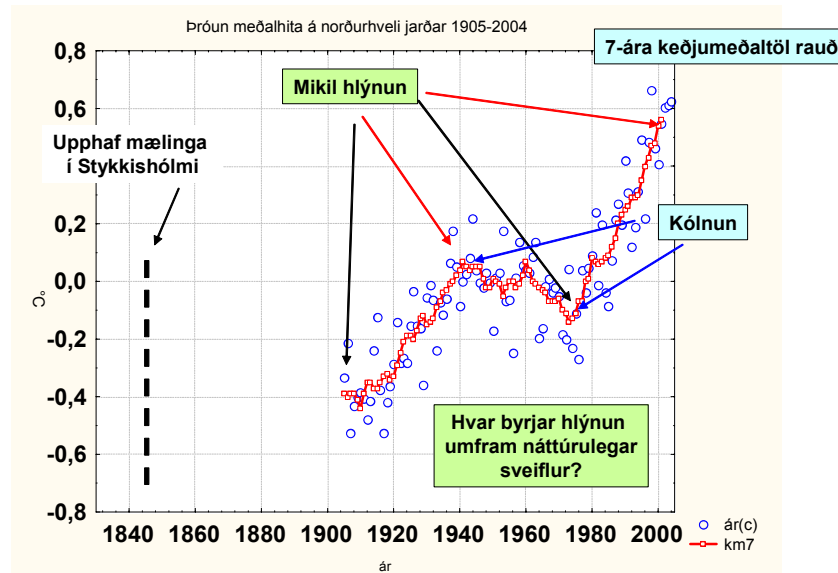
### Veðurfarsbreytingar af manna völdum

Mikið er nú rætt um hugsanlegar veðurfarsbreytingar af mannavöldum og afleiðingar þeirra. Almennt samkomulag er um að aukning gróðurhúsalofttegunda ein og sér valdi breytingum á geislunarbúskapi andrúmsloftsins á þann veg að hiti hækki í heiminum. Hins vegar er deilt um hversu stór þessi mannræni þáttur er miðað við náttúrulegan breytileika hitafars. Minniháttar breytingar verða jafnframt á almennri hringrás lofthjúpsins, m.a. hnikast lægðabrautir lítillga, sem út af fyrir sig veldur því að hitabreytingarnar eru enn misjafnari eftir landsvæðum en ella væri. Sunnanáttir verða þannig heldur tíðari á sumum landsvæðum, en norðanáttir annars staðar. Úr verður illfyrirsjáanleg keðjuverkun. Hver sem áhrif athafna mannsins eru, má fullyrða að þau hafa farið vaxandi. Deilt er um hversu langt er síðan þau hófust, allgóð rök eru fyrir því að maðurinn hafi haft

áhrif á veðurlag í 6 – 8 þúsund ár (Ruddiman, 2003), en aðrir telja að áhrifin hafi verið það lítil á 19.öld að óhætt sé að tala um veðurlag þeirrar aldar sem náttúrulegt. Allar upplýsingar um veðurlag á þeim tíma í samanburði við það sem nú ríkir, eru því sérlega mikilvægar.

Mælingar Árna, ásamt síðari tíma mælingum í Stykkishólmi mega réttilega teljast hornsteinn íslenska veðurstöðvakerfisins, í öðru lagi eru þær ómetanlegur þáttur í heildarmynd veðurlags á N-Atlantshafi til lengri tíma. Daglegum hita- loftþrýstings og úrkomuathugunum hefur nú verið komið á tölvutækt form og er um þessar mundir verið að birta greinar í vísindiatímaritum sem kynna ný, dagleg veðurkort af N-Atlantshafi og Evrópu fyrir tímabilið 1851 til 1880, mjög hefði dregið úr gildi þessara korta ef athuganir frá Íslandi hefði vantað. Í þriðja lagi eru athuganirnar leiðarvísir að veðurlagi enn eldri tíma eins og minnst verður á hér á eftir<sup>1</sup>. Hér gefst ekki tóm til þess nema rétt að klóra í fjölbreytta notkun gagnanna.

Mynd 2 sýnir þróun meðalhita á norðurhveli jarðar síðustu 100 árin (gögn frá heimasíðu CRU: <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/>). Við sjáum að hiti hefur hækkað og það hefur gerst í tveimur þrepum, fyrst frá 1905 til 1940 og síðan aftur frá því um 1975 til dagsins í dag. Hvoru tveggja skeiðið er 30-35 ára langt og hitinn rís örara á því síðara en því fyrra. Frá 1940 til 1975 lækkaði hiti hins vegar nokkuð. Ef engar upplýsingar væri að hafa frá 19.öld væri túlkun línuritsins nærri ómöguleg, ómögulegt er að segja hvar náttúrulegt ástand byrjar eða endar.



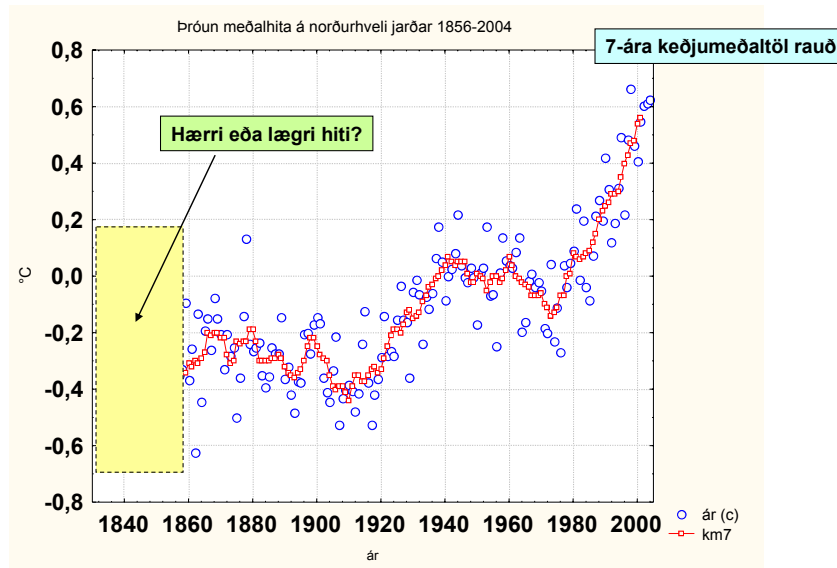
Mynd 2. Þróun meðalhita á norðurhveli 1905 til 2004, bláu hringirnir sýna hita einstakra ára, en rauða línan er 7-ára keðjumeðaltal. Á norðurhveli öllu hefur hiti hækkað um 1°C á tímabilinu, heldur meira en á jörðinni í heild. Gilin eru vik frá meðaltalinu 1951 til 1980.

Veðurstofur vesturlanda voru flestar stofnaðar á árunum 1860 til 1880 þannig að allmikið er til af mælingum frá síðari hluta 19.aldar, alla vega eftir 1880. Allar mælingar fyrir þann tíma mega teljast sérstakur fengur, þar á meðal mælingar Árna. Mynd 3 sýnir að menn hafa nú treyst sér til að ná norðurhvelsmeðaltali aftur til 1856 út frá beinum mælingum.

Í ljós kemur að hlýnunin virðist vera 20. aldar fyrirbrigði. Þó er ekki enn ljóst hvort þessi bútur 19. aldar sé eins konar dæmi um náttúrulegt ástand eða eitthvað sérstakt sem aðeins á við þetta ákveðna tímabil. Með góðum vilja má sjá lítilsháttar kólnun frá 1860 til aldamóta. Sumir hafa á reiðum höndum skýringar á slíkri kólnun, hún sé af mannavöldum, orðin til af gríðarlegu skógarhöggi í Ameríku og einnig víða í skógabeltum Evrópu og Asíu sem hafi breytt geislunarbúskap stórra svæða. Ekki hefur verið upplýst hversu stórar náttúrulegar sveiflur voru í hitafari áratugina og aldirnar

<sup>1</sup> Páll Bergþórsson fjallaði á samkomunni í Stykkishólmi um vinnu sína við áætlun hita á Íslandi frá landnámi til vorra daga.

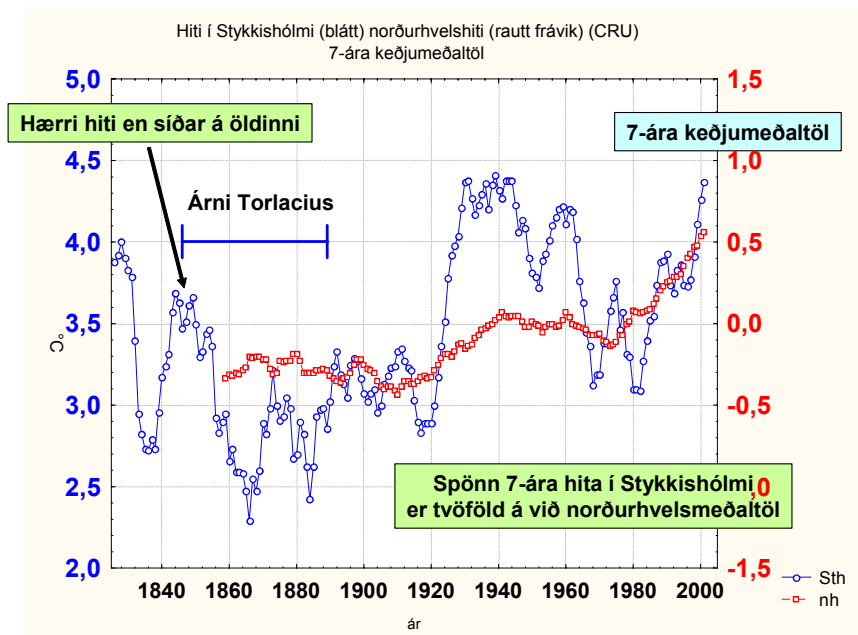
næstar á undan mæliskeiðinu. Ekki er enn ljóst hvar setja á niður viðmið til mats á hugsanlegri hlýnun af mannavöldum.



Mynd 3. Þróun meðalhita á norðurhveli 1856 til 2004, bláu hringirnir sýna hita einstakra ára, en rauða línan er 7-ára keðjumeðaltal. Á norðurhveli öllu hefur hiti hækkað um  $0,9^{\circ}\text{C}$  á tímabilinu, heldur minna en síðustu 100 árin, því svo virðist sem heldur hafi kólnað frá 1856 til 1905.

Nú má e.t.v. sjá hversu mikilvægar mælingar Árna eru hvað varðar hitafarið. Hér á landi eru til eldri mælingar sem tengja þarf hinum síðari. Þegar Árni byrjaði mælingar í nóvember 1845 hafði Jón Þorsteinsson landlæknir athugað samfellt í Reykjavík og í Nesi frá 1. mars 1822 og mælingar hans eru einnig aðgengilegar fyrir flesta mánuði frá ágúst 1820 að telja. Jón hélt mælingum áfram þar til í febrúarlok 1854 og mælingar því til frá báðum stöðum í meir en 8 ár samfellt. Á árunum 1846 til 1854 gerði Eggert Jónsson læknir á Akureyri mælingar, þó þær séu reyndar götöttar fyrsta árið eða svo. Samtímamælingar Jóns og Árna gera það mögulegt að bakreikna hita í Stykkishólmi, með töliverðri vissu aftur til júlímánaðar 1829, en mun meiri óvissu lengra aftur í tímann vegna mikillar breytingar sem þá varð á tilhögun mælinga Jóns landlæknis. Fyrir 1820 eru mælingar gloppóttar og illa staðlaðar, en þó er talsverð von til þess að áætla megi vetrarhita í Stykkishólmi allt aftur til 1779 eða svo. Stykkishólmur hefur þann afar heppilega kost að ársmeðalhiti og vetrarmeðalhiti eru mjög nærri meðallagi allra byggða landsins og hiti þar því líka eins konar Íslandshiti. Áætlanir meðalhita fyrir 1830 eru þó afskaplega seinlegar og vandasamar, höfundur erindis þessa er búinn að vinna í málinu meðfram öðrum verkum í 18 ár og niðurstaða liggur ekki fyrir, þó hún nálgist.

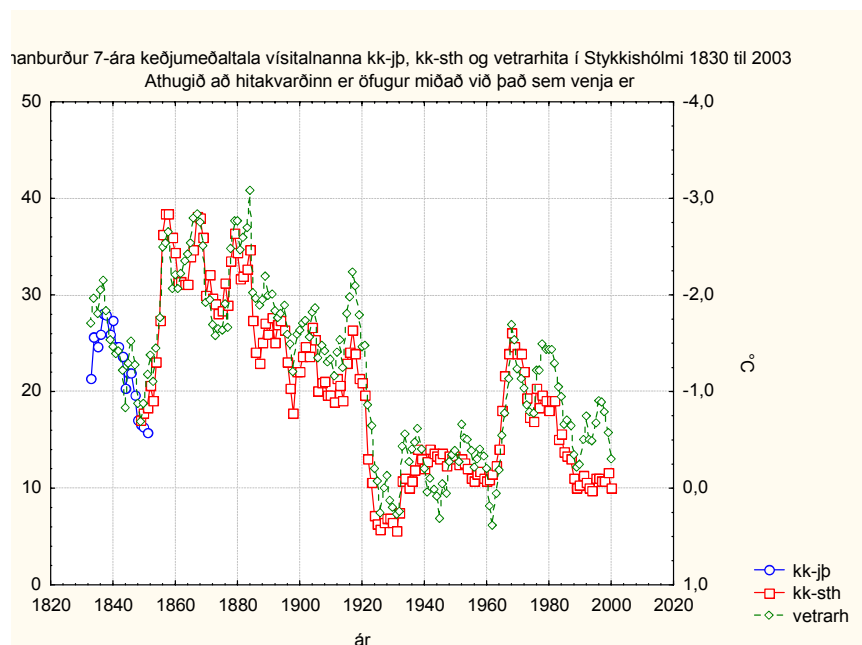
En lítum á mælingar Árna með framlengingunni aftur til 1830, ásamt norðurhvelsmeðaltalinu. Mynd 4 sýnir hvoru tveggja (athugið að kvarðabreyting er á hitanum frá fyrri myndum) sem 7-ára keðjumeðaltöl. Spönnin (mismunur á hæsta og lægsta gildi) er tvöföld í Stykkishólmi miðað við norðurhvelsmeðaltalið, enn meiri mun má finna annars staðar á norðurslóðum. Aðalatriðum ferlanna ber ekki illa saman, við sjáum kaldan síðari hluta 19. aldar, hlýskeyðið mikla frá 1920 til 1965, mikla hlýnun á síðustu árum, en kólnun þar á milli. Ekki er gott að segja hvort ætti að telja afbrigðilegt í Stykkishólmi, hlýskeyðið eða eftirfylgjandi kuldaskýði. Köldustu ár Stykkishólmsferilsins eru á árabílinu 1860 til 1890 eða heldur fyrr en kaldasti hluti norðurhvelsferilsins. Af hegðan Stykkishólmsferilsins fyrir 1855 sjáum við e.t.v. að vafasamt kann að vera að setja grunn hins náttúrulega veðurfars nærri lægsta gildi norðurhvelsferilsins, líklega er slíkur punktur nokkuð ofan ferilsins ef mark er tekið á vísbendingum Stykkishólmsshitans. Hann bendir til þess að áratugasveiflur hafi verið mjög miklar áður en tiltölulega sveifluminnna skeið á síðari hluta 19. aldar tók við. Reyndar má telja vafasamt að draga alhliða ályktanir út frá Stykkishólmi einum, en fleiri eldri mælingar benda í sömu átt. Mælingarnar á Íslandi eru hinar einu á stóru svæði og styrkja mjög möguleikann á því að búa til meðalhita fyrir N-vert Atlantshaf allt sem aftur má e.t.v. tengja norðurhvelshitunum.



Mynd 4. Sjö ára keðjumeðaltöl hita í Stykkishólmi og á norðurhveli. Sem fyrr er norðurhvelshitinn mældur sem vik frá meðaltalinu 1951-1980. Munur á hæsta og lægsta 7-ára gildi í Stykkishólmi er um 2°C, en um 1°C á norðurhveli.

### Kuldaköst og hafís

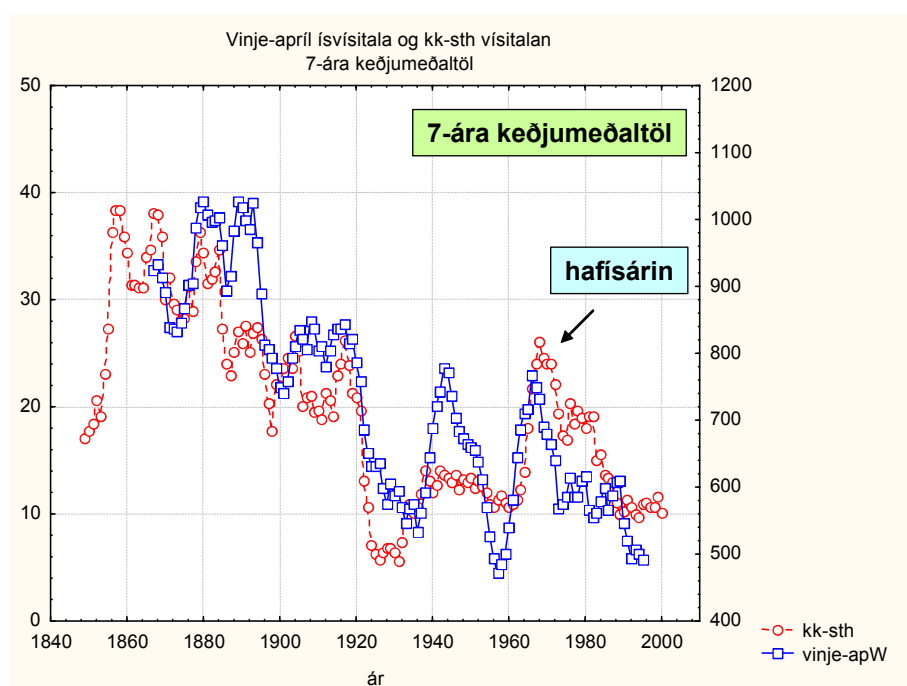
Allir leiðangar til enn eldri tíma þurfa á svokölluðum veðurvitnum að halda, en það eru tímaraðir þeirra náttúrufyrirbrigða sem hægt er að tengja hitafari á tölfræðilegan hátt. Hér á landi hefur helst verið leitað til nærveru hafíss við landið, jöklaútbreiðslu og samsætumælinga í ískjörnum sem teknir hafa verið í Grænlandsjökli sem veðurvitna. Í öðrum löndum eru trjáringir hvað vinsælastir veðurvitna, þeir vitna oftast um sumarhita eða úrkomuskilyrði.



Mynd 5 Samanburður 7-ára keðjumeðaltala vetrarhita í Stykkishólmi (grænn ferill/ öfugur kvarði til hægri) og fjölda kaldra morgna í Stykkishólmi (meir en 6 stiga frost í athugun kl.9 rauður ferill – kvarði til vinstri). Blái ferillinn sýnir tilraun til tengingar við athuganir Jóns Þorsteinssonar (fjallað er um gerð línuritsins í greinargerðinni Kuldaköst og kaldir dagar (sjá ítarefni).

Lítum fyrst á línurit (mynd 5) sem sýnir samband vetrarhita í Stykkishólmi og fjölda þeirra morgna þegar hiti kl.9 er lægri en  $-6^{\circ}\text{C}$ . Nánar er fjallað um gerð þessa línurits í greinargerðinni *Kuldaköst og kaldir dagar* (sjá ítarefni). Hér ber að athuga að hitakvarðinn (sá til hægri) er öfugur, því færri sem köldu morgnarnir eru - því hlýrra. Greinilegt er að allgóð vísbending fæst um vetrarhitann með því einu að telja köldu dagana. Þetta þýðir reyndar að hægt ætti að vera að giska á vetrarhita eldri mælinga með talningu einni saman – þ.e.a.s. ef maður er sæmilega viss um uppsetningu hitamæla og hefur einhvern handfastan samanburð við t.d. mælingar Árna, eins og er t.d. gagnvart stöðinni í Hvammi í Dölum (1840-1878) Sé farið nánar í myndina má sjá að stundum fara línuritinn hvort sína leið þó litlu muni, t.d. um 1940. Þá eru vetur hlýir, en kuldaköst eru fleiri en fyrir og eftir, t.d. fleiri en verið hafa síðustu árin.

Nú er unnið að endurskoðun hafistímaraða fyrir Íslandsstrendur á 18. og 19. öld en ekki er tímabært að gera grein fyrir því verki að svo komnu. En fyrir nokkrum árum birti norðmaðurinn Torgny Vinje tímaröð um útbreiðslu íss við Austur-Grænland frá 1864 til 1998. (Vinje 2002). Fróðlegt er að bera niðurstöður hans við hitamælingar í Stykkishólmi.



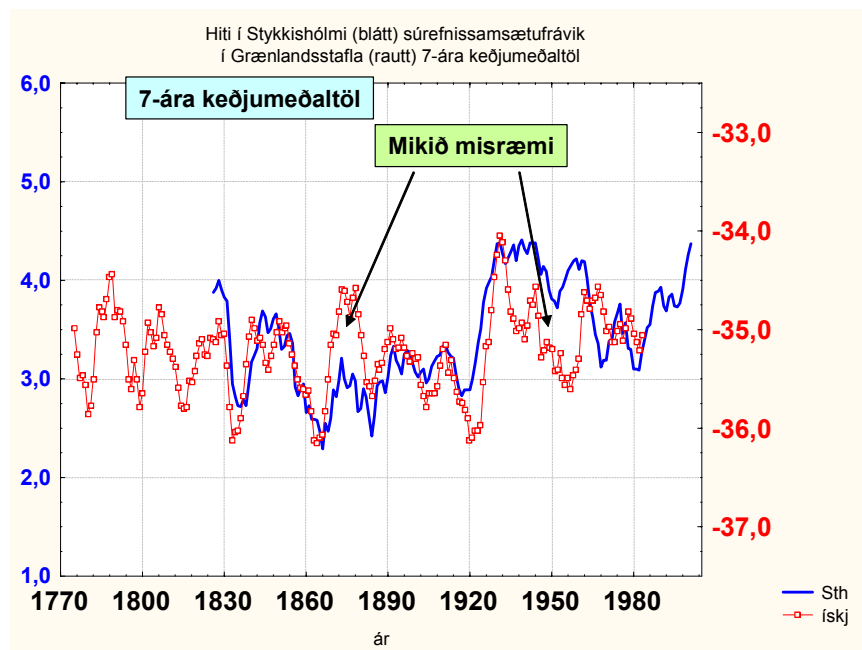
Mynd 6. Samanburður 7-ára keðjumeðaltala fjölda kaldra morgna í Stykkishólmi (meir en 6 stiga frost kl.9) og 7-ára keðjumeðaltala vísitölu Vinje um útbreiðslu íss í við Austur-Grænland í apríl (1864 til 1998). Eins og sjá má er ísinn (og kuldaköstin) langmest á tímabilinu u.þ.b. 1855 til 1890, þá er þrep í hvoru tveggja sem stendur til 1919. Ísútbreiðsla var allmikil um 1940 og hámark er þar einnig í kuldaköstunum og bæði línuritinn falla allvel saman á ísárunum 1965 til 1971.

Allgott samband er á milli kuldakastanna og íss við Austur-Grænland (mynd 6). Taka má eftir því að hóll er í kuldadagatalningunni samtímis toppi í ísmagninu um 1940, þó meðalhiti þessara ára hafi verið mjög hár (mynd 5) og ís hafi verið mun minni við landið en t.d. á sjöunda áratugnum. Þetta bendir til þess að ísinn geti haft áhrif á veður einstakra daga þó hann liggji ekki beinlínis við landið, sé hann mikill norður undan. Við sjáum einnig að ís minnkar samfara hlýnun í Stykkishólmi frá 1860 til 1900, þó ferlarnir séu ekki alveg samstígir í tíma.

### Ískjarnar frá Grænlandi

En hvernig er með ískjarnana frá Grænlandi? Við túlkun þeirra sem vitna um hitafar hér á landi verður fyrst til þess að taka að ískjarnar úr Grænlandsjökli eru orðnir mjög margir þau rúmu 40 ár sem borað hefur verið. Í öðru lagi eru þeir teknir víðs vegar um jökulinn, í þriðja lagi eru upplýsingar sem fengnar eru með samsætumælingum ekki eingildar hvað hita varðar, í fjórða lagi eru þeir flestir

boraðir í mikilli hæð á jöklinum (því sumarbráðnun truflar þar lítið) og í fimmta lagi er Grænland ekki sami staður og Ísland. Sé lítið á niðurstöður sem fengnar eru úr einum kjarna og þær bornar saman við aðrar kemur misræmi af ýmsu tagi í ljós. Kjörnunum ber því ekki saman einstök ár og jafnvel er mikið misræmi milli meðaltala margra ára. Þær niðurstöður sem hér verður brugðið upp er meðaltal mælinga úr sjö kjörnum (flestum stuttum) sem teknir voru þegar evrópski rannsóknarhópurinn GRIP boraði djúpholu á hæstu bungu Grænlandsjökuls fyrir um 15 árum, sex holanna í meðaltalinu eru úr því verkefni, en sjötta holan er fengin úr mælingu bandaríkjamanna á sömu slóðum (GISP2). Sú tímaröð sem fæst með þessu móti nær nokkur hundruð ár aftur í tímann og gengur undir nafninu Grænlandsstafla (stack – sjá White og félagi, 1997, Steig og félagi, 1994). Almennt virðist sem þessi samsetta röð sýni einna best samhengi við hitafar hér á landi frá upphafi mælinga, en einir og sér passa kjarnarnir misvel á mismunandi tímabilum. Bandaríski kjarninn virðist einna bestur fyrir 20.öldina, en hann er síðri fyrir síðari hluta 19.aldar.

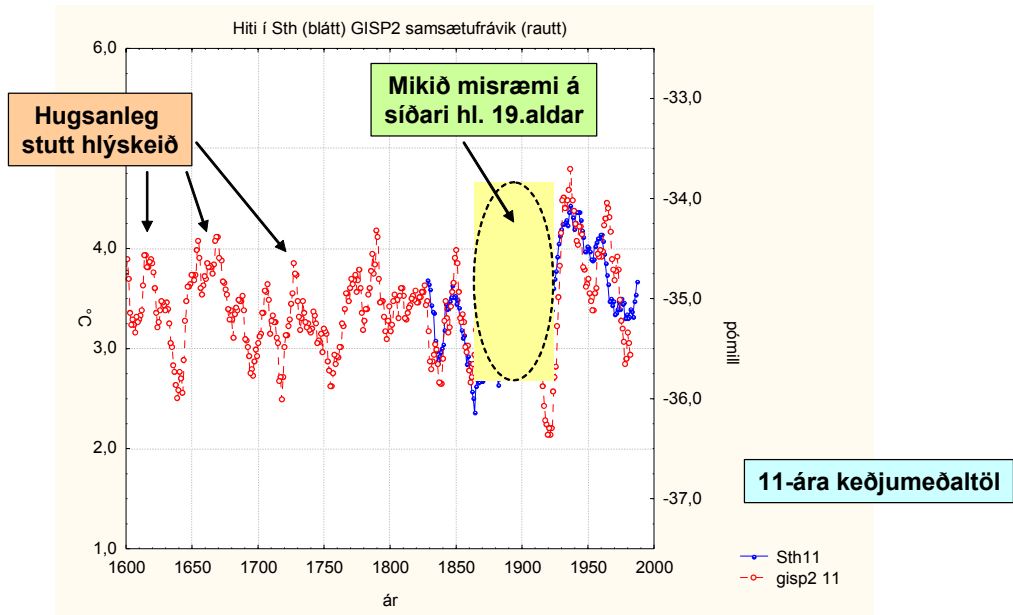


Mynd 7. Samanburður 7-ára keðjumeðaltala hita í Stykkishólmi (blátt – vinstri kvarði) og meðalvik súrefnissamsættunnar <sup>18</sup>O í 7 ískjörnum sem boraðir voru af GRIP og GISP2 verkefnum á hábungu Grænlandsjökuls (rautt – hægri kvarði í %). Hámarks- og lágmarksatburðir virðast í aðalatriðum samstiga, en miklu munar á spönn einstakra atburða.

Bláa línan á mynd 7 sýnir 7-ára keðjumeðaltöl hita í Stykkishólmi reiknað aftur til 1830, kvarðinn til vinstri sýnir hitann. Rauða línan sýnir svokölluð samsætufrávik í Grænlandsstaflanum, því stærra vik því kaldara er talið vera. Myndin sýnir bæði furðugott samræmi, en einnig stóran mun. Það er einna athyglisverðast að hámarks- og lágmarksatburðir sem koma fram í línuritunum fylgjast mjög að, þó spönnin frá hámarki að lágmarki geri það mun síður. Hlýnunin um 1920 er mjög afgerandi bæði í Stykkishólmi og á Grænlandsjökli, en hlýja tímabilið er mun lífsseigara í Stykkishólmi og stærstu vikin milli ferlanna eru á sjötta og sjöunda áratug 20.aldar. Á áttunda áratug 19.aldar er einnig mikill munur á útslagi sveiflunnar (sem þrátt fyrir allt er þó samtíma um það leyti), þá er mun kaldara í Stykkishólmi en samsætumælingar á Grænlandi benda til. Samræmið í bótum 1830 fram undir 1870 er kraftaverki líkast.

Nánari skoðun biður betri tíma, en heldur meiri umfjöllun má finna í viðbæti 1 hér að aftan. Leiða má að því nokkuð sterkar líkur að hafismagn við Ísland skipti miklu máli. Hafis var mjög lítil á 6. áratugi síðustu aldar þegar tiltölulega hlýtt er hér miðað við vitnisburð Grænlandsjökuls. Líklegt er einnig að mikill hafis á 8. áratug 19. aldar hafi haldið hita hér niðri, meðan Grænlandskjarnar benda heldur til hlýinda þar. En fleira skiptir máli sem of flókið mál er að telja. Niðurstaða er sú að

samsætumælingar á Grænlandi geti gefið umtalsverðar upplýsingar um hitafar hér á landi og þær batni enn sé tekið tillit til hafissins.



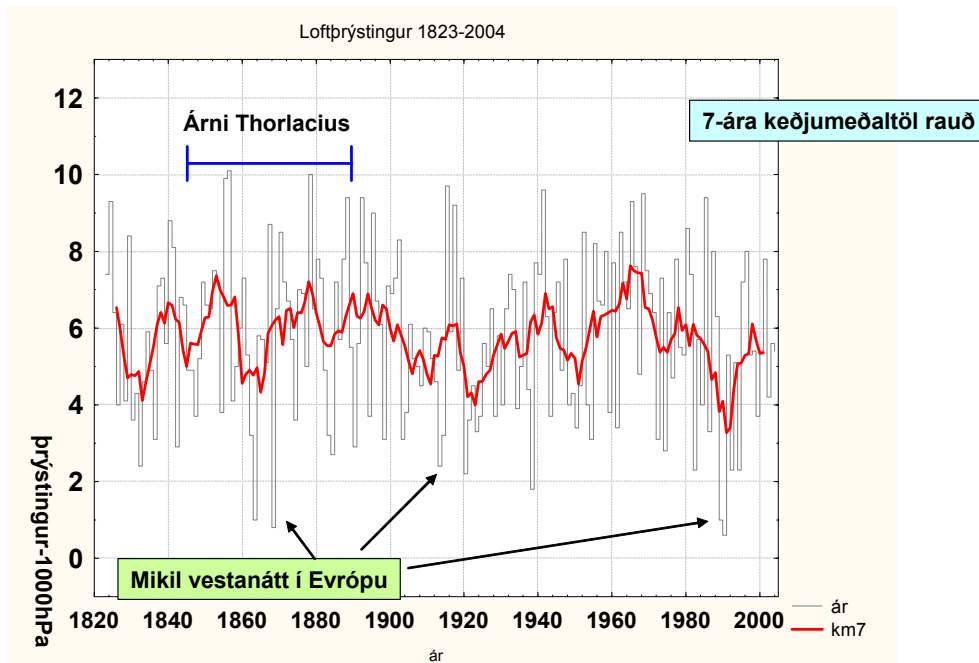
Mynd 8. Hitafar í Stykkishólmi (blár ferill – vinstri kvarði) og samsætufrávik í GISP2-kjarnanum á háhrygg Grænlands (rauður ferill – hægri kvarði), 11-ára keðjumeðaltöl.

Að þessu sinni hafði höfundur ekki aðgang að staflagögnum nema aftur til 1780, en hins vegar að einstökum lengri kjörnum. Við lítum á dæmi af ameríska GISP2-kjarnanum. Hann sýnir nokkuð gott samræmi á 20.öld, en ekki gott frá 1860 til 1920. Myndin nær aftur til 1600. Þar má sjá að líklega hefur aldrei orðið jafn hlýtt á þessu tímabili en á hlýskeiðinu eftir 1920, en hafi hafis verið lítill á einhverjum tímabilum, má benda á möguleg hlýskeið sé mark takandi á samsætumælingunum eftir þessari mynd. Lítill hafis virðist hafa verið við landið um 2 til 3 áratuga skeið um og eftir miðja 17.öld. Ef til vill hefur þá verið jafn hlýtt og á síðari hluta hlýskeiðsins á 20.öld (1949 til 1964). Aðrir toppar samsætuferilsins falla ekki illa að hugmyndum um hlýja og kalda áratugi. Svona má halda áfram til upphafs Íslandsbyggðar, það bíður betri tíma, en benda má á grein Páls Bergþórssonar í Jöklaveröld í því sambandi (Helgi Björnsson og félagar, 2004).

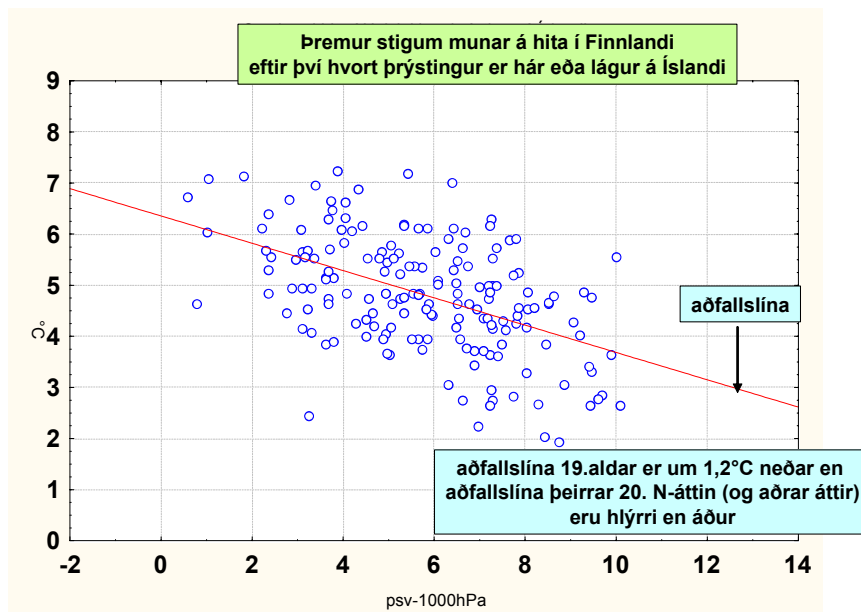
### Loftþrýstingur og fleira

Hitafar í allri norðanverðri Evrópu og langt austur á sléttur Rússlands ræðst að nokkru af loftþrýstingi við Ísland. Því lægri sem þrýstingurinn er hér að vetrarlagi því hlýrra er í Evrópu, vegna þess að þá er tíðni vestanáttar þar mikil, þ.e. hlýir vindar af Atlantshafi blása austur eftir Evrópu. Í greiningum á hitafarsbreytingum þarf að finna að hve miklu leyti hlýindi í Evrópu stafir af auknum vestanáttum. Loftþrýstímælingar eru sérlega mikilvægar í þessu sambandi engu síður en hitamælingarnar. Þó loftþrýstímælingar hafi verið gerðar í Laufási við Eyjafjörð á árunum 1854 til 1880 eru þær tætingulegar og erfiðar einar og sér. Hefði Árni Thorlacius ekki mælt þrýsting væri óþægileg óvissa varðandi þrýsting árunum 1854 til 1872 (en þá fjölgaði þrýstímælingum að atbeina dönsku Veðurstofunnar). Á seinni árum hefur verið skrifaður ótölulegur fjöldi vísindagreina þar sem íslenskar þrýstímælingar eru notaðar. Mynd 9 sýnir samsoðna loftþrýstiröð fyrir Ísland sem nær allt aftur til 1823.

Tímabilaskipting loftþrýstiraðarinnar er óljósari en í hitaröðinni og engin sérstök leitni virðist vera til langtímahækkunar eða -lækkunar. Á myndinni má þó má greina nokkra lágþrýsti- og háþrýsti- „atburði“, t.d. háþrýstinginn á sjöunda áratug síðustu aldar og hinn sérlega lága þrýsting um 1990, árin 1915 til 1917 koma sem háþrýstinnskot í annars lágan kafla og þrýstingur er tvisvar mjög lágur á 7. áratug 19.aldar.

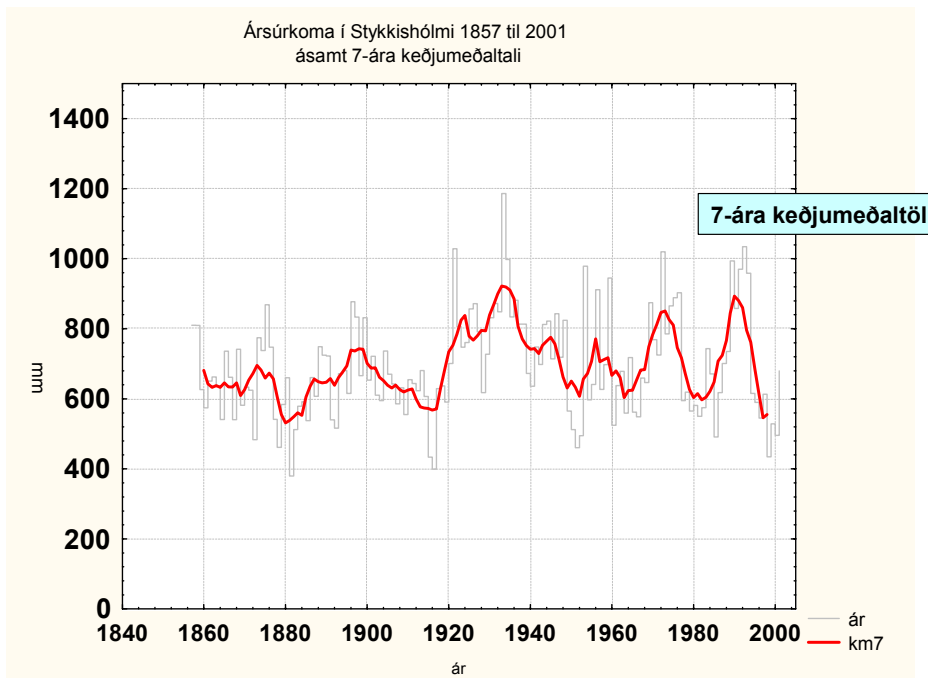


Mynd 9. Ársmeðalloftþrýstingur á Suðvesturlandi 1823 til 2004. Lágur loftþrýstingur á Íslandi bendir til mikillar vestanáttar í V-Evrópu og sunnanáttar í Skandinavíu. Aftur á móti eru þá miklar norðanáttir og kuldar á V-Grænlandi. Sé loftþrýstingur hár hér á landi er oftast fremur kalt í Evrópu. Frá 1988 hefur þrýstingur oftast verið undir meðallagi hér á landi. Hlýindi hafa því verið í Evrópu, mikilvægt er talið að greina hlýindi af þessum orsökum frá almennri hlýnun af völdum gróðurhúsaáhrifa eða „leiðrétta“ fyrir vestanáttinni. Hlýindi af völdum mikilla vestanáttar bera t.d. með sér mikla úrkomu í V-Noregi, fjöllin þar eru há, svo jöklar vaxa. Hlýindi þar, án mikilla vestanáttar valda hins vegar jöklarýrnun, greina þarf þarna á milli þegar spáð er í framtíðina.

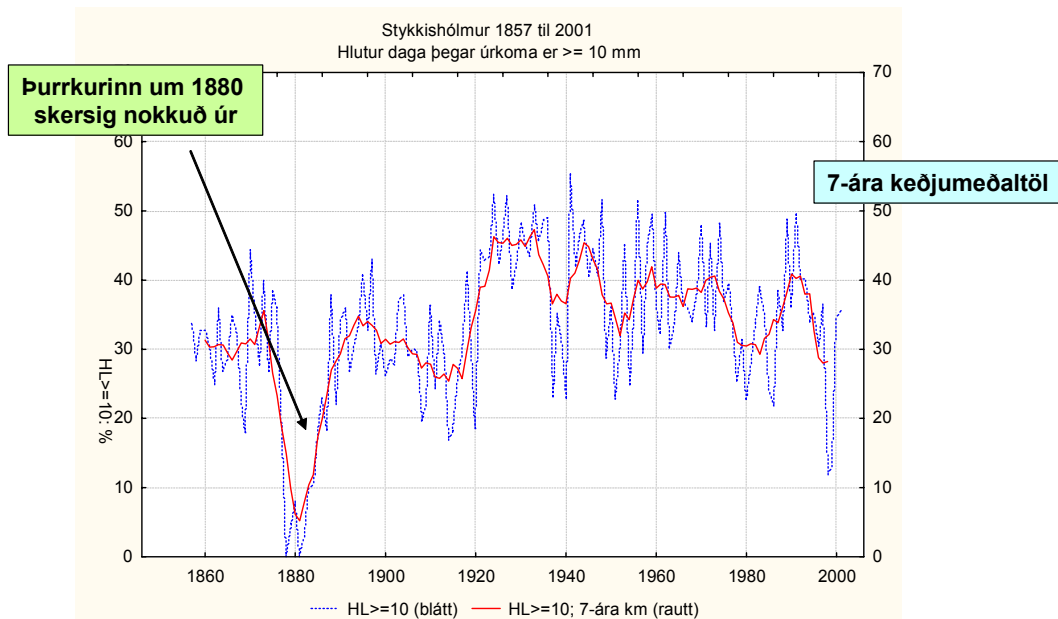


Mynd 10. Loftþrýstingur á Íslandi hefur áhrif á hita í Finnlandi. Myndin sýnir meðalhita í Helskinki 1830 til 2002 (lóðréttur ás) og loftþrýsting á Íslandi á sama tíma (láréttur ás – ársmeðalþrýstingur – 1000hPa). Hér er áfallslína reiknuð fyrir meir en 170 ár og sýnir að u.þ.b. þremur stigum munar á hita í Finnlandi eftir því hvort þrýstingur er hár eða lágur á Íslandi. Séu samskonar línur reiknaðar fyrir 19. og 20. aldirnar hvora um sig er hallatalan u.þ.b. hin sama, en 19. aldar línan liggur um 1,2°C neðar en sú fyrir 20. öldina. Þetta er ekki fjarri hitahækkun norðurhvels á tímabilinu (heldur meira þó).





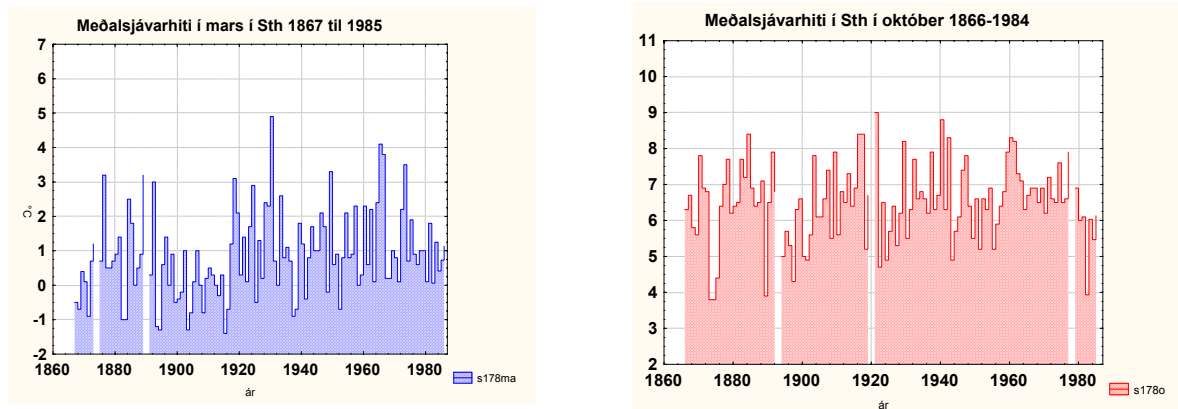
Mynd 11. Ársúrkoma í Stykkishólmi 1857 til 2001 ásamt 7-ára keðjumeðaltali (mm). Að meðaltali er úrkoma minni síðustu 40 ár 19. aldar en síðar, en þó má taka eftir því að minni munur er á þurrkaskeiðum aldanna heldur en er á úrkomuskeiðunum. Á árunum 1920 og vel fram á fjórða áratuginn var úrkoma mjög mikil, en þurrt var um 1950 og þrisvar síðan.



Mynd 12. Hlutfur daga þar sem úrkoma er 10mm eða meiri er að jafnaði 30 til 40% af heildarúrkomu ársins í Stykkishólmi. Merkileg undantekning er í kringum 1880. Þá eru úrkomudagar jafnvel fleiri en annars, úrkoma er hins vegar minni og sárastaldan meiri en 10mm. Þetta stafar trúlega af því að oft hefur snjóað lítillega (mælist illa), en sjaldan rignt að ráði. Spurning er hvernig vatnsorkubúskapurinn hefur verið þessi ár.

Greinar hafa verið birtar þar sem úrkomu- og sjávarhitamælingar Árna eru nýttar. Sjávarhiti var mældur í Stykkishólmi allt frá 1866 til 1985. Kaldara var síðla vetrar á 19. öld og fram undir 1920 en síðar, en sjávarhiti á haustin hefur breyst minna (mynd 13). Ís var algengari á Breiðafirði á kalda

tímabilinu en síðar. Athyglisvert er að tímabilaskipting sjávarhitans í Stykkishólmi er ekki nærri því eins eindregin og á öðrum stöðvum sem mæla sjávarhita. Bendir þetta til þess að hiti í sjó við Stykkishólm ákvarðist meir af staðbundnum aðstæðum en annars staðar, þar sem aðstreymi skiptir meira máli.



Mynd 13. Meðalsjávarhiti í mars (til vinstri) og í október (til hægri) í Stykkishólmi 1866 til 1985. Á marslínuritunni má greina hlýnun um 1920, en hlýnunin er ekki eins greinileg í október að slepptu eindregnu kuldakasti á árunum 1890 til 1900 eða svo.

Hingað til hafa upplýsingar um mánaðameðaltöl og summur verið notaðar meira í vísindagreinum (t.d. Jones og félagar, 1997, Hanna og félagar 2004) og yfirlitsskýrslum (t.d. Sigurður Guðmundsson og félagar, 2000) heldur en einstakar athuganir. Á þessu er að verða breyting, því breytileiki loftþrýstings og hita frá degi til dags eru í athugun, sömuleiðis athuganir á árstíðasveiflu veðurþátta. Um þessi atriði hafa þegar verið birtar fáeinir greinar (t.d. Ansell og félagar, 2005, Jónsson og Miles (2001). Árstíðasveiflan og daglegi breytileikinn setja tölvulíkönnum af lofthjúp og hafi talsverðar skorður. Þessi atriði verða auk meðaltala að vera í lagi ef líkönin eiga að teljast trúverðug.

### Ítarefni og tilvitnanir

Ansell, T.J., P.D. Jones, R.J. Allan, D. Lister, D.E. Parker, M. Brunet, A. Moberg, J. Jacobeit, P. Brohan, N.A. Rayner, E. Aguilar, H. Alexandersson, M. Barriendos, T. Brandsma, N.J. Cox, P.M. Della-Marta, A. Drebs, D. Founda, F. Gerstengarbe, K. Hickey, T. Jónsson, J. Luterbacher, Ö. Nordli, H. Oesterle, M. Petrakis, A. Philipp, M.J. Rodwell, O. Saladie, J. Sigro, V. Slonosky, L. Srnec, V. Swail, A.M. Garcia-Suarez, H. Tuomenvirta, X. Wang, H. Wanner, P. Werner, D. Wheeler, E. Xoplaki (2005): Daily mean sea level pressure reconstructions for the European – North Atlantic region for the period 1850-2003', *Journal of Climate* (accepted).

Hanna, E., T. Jónsson, J.E. Box (2004): An analysis of Icelandic climate since the nineteenth century. *International J. of Climatology* Vol. 24, 1193-2004

Helgi Björnsson (ritstj), 2004: *Jöklaveröld : náttúra og mannlíf* - Reykjavík : Skrudda, 2004. - 408 s

Hilmar Garðarsson (1999): Saga Veðurstofu Íslands; [ritnefnd: Barði Þorkelsson, Eiríkur Sigurðsson, Trausti Jónsson]. - [Reykjavík] : Mál og mynd, 1999. - xxviii, 417 s.

Jones, P.D., T. Jónsson, and D. Wheeler, (1997) Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and South-West Iceland, *International J. of Climatology* Vol.17, 1433-1450

Jónsson, T. and M.W. Miles (2001): Anomalies in the Seasonal Cycle of Sea Level Pressure in Iceland and the North Atlantic Oscillation. *Geophysical Research Letters*, vol.28, no.22 pp. 4231-4234

Jónsson, T. and Hilmar Garðarsson, (2001) Early Instrumental Meteorological Observations in Iceland. *Climatic Change*, 48, p.169-187

Páll Bergþórsson: Hafis og hitastig á liðnum öldum (1969): Í: *Hafsinn* / [Markús Á. Einarsson ritstjóri]. - Reykjavík : Almenna bókafélagið, 1969. - s. 333-345

Sigurður Guðmundsson, Árný Sveinbjörnsdóttir, Gísli Viggósson, Jóhann Sigurjónsson, Jón Ólafsson, Stefán Ólafsson, Tómas Jóhannesson, Trausti Jónsson & Halldór Þorgeirsson. (2000) *Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra*. Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar. (Report of the Icelandic IPCC-expert group). Umhverfisstofnuneytið, 32 p

Steig, E.J., P.M. Grootes, and M. Stuiver. 1994. Seasonal precipitation timing and ice core records. *Science* **266**:1885-1886.

Trausti Jónsson, 2003 Langtímasveiflur III. Sjávarhiti. Greinargerð VÍ-03013 (ÚR13) 15pp

Trausti Jónsson, 2003 Langtímasveiflur VI Kuldaköst og kaldir dagar Greinargerð VÍ-03033 (ÚR22) 38pp

Ruddiman WF (2003) The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago, *Climatic Change* 61 (3): 261-293 DEC 2003

Vinje T (2001) Anomalies and trends of sea-ice extent and atmospheric circulation in the Nordic Seas during the period 1864-1998 *Journal of Climate* 14 (3): 255-267 2001

White, J.W.C., L.K. Barlow, D. Fisher, P.M. Grootes, J. Jouzel, S.J. Johnsen, M. Stuiver, and H.B. Clausen. (1997). The climate signal in the stable isotopes of snow from Summit, Greenland: Results of comparisons with modern climate observations. *Journal of Geophysical Research* **102**:26425-26439

## Grænlenku ískjarnarnir og íslenskt veðurlag í 180 ár

Úr fyrirlestri á 1. fræðapingi Félags íslenskra veðurfræðinga í september 2004.

### Inngangur

Hér er fjallað um tengsl samsætumælinga í ískjörnum frá Grænlandi og víðar við veðurlag á Íslandi. Þó greinilegt samband megi sjá á milli samsætufrávika og hitafars við Ísland kemur fram misræmi í sambandinu, bæði einstök ár, en einnig yfir lengri tímabil. Hér er skýringa leitað á misræmi og kenning sem var lauslega sett fram í grein (Ogilvie og Jónsson, 2001) er rædd nánar. Hér eru einungis notuð kjarnagögn sem finna má á netinu á síðunni <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/paleo.html>

### Grænlenku ískjarnarnir

Ískjarnar hafa bylt hugmyndum manna um veðurfarsbreytingar fyrri tíma. Fjöldi kjarna hefur verið boraður víða um Grænland og sömuleiðis á jökulum á kanadísku eyjunum vestan Grænlands. Kjarnarnir hafa verið bæði langir og stuttir. Góða hugmynd um gildi þeirra til umhverfisrannsókna á breiðu sviði má finna í sérhefti *Journal of Geophysical Research, volume 102, number C12, Nov. 30, 1997*, en þar eru 47 greinar sem fjalla um ískjarna þá sem sóttir voru í háhrygg Grænlands um 1990 í verkefnum GRIP (sameverópskt) og GISP2 (bandarískt). Fyrir utan djúp kjarnana, voru boraðir nokkrir grunnir sem náðu aðeins nokkur hundruð ár aftur í tímann, þeir hafa verið notaðir til að meta líklegt suð í djúpu kjörnunum. Lesa má um samsætuvik, GRIP kjarnann og borun hans í grein Árnýjar Sveinbjörnsdóttur (1994). Í JGR-hefti því sem nefnt var að ofan má finna grein þar sem fjallað er um samband samsætuvika og hitafars eins og það birtist í hita á grænlenkum veðurstöðvum sem og tengsl frávíkanna við NAO og skyldar mælitölur (White og félagar, 1997).

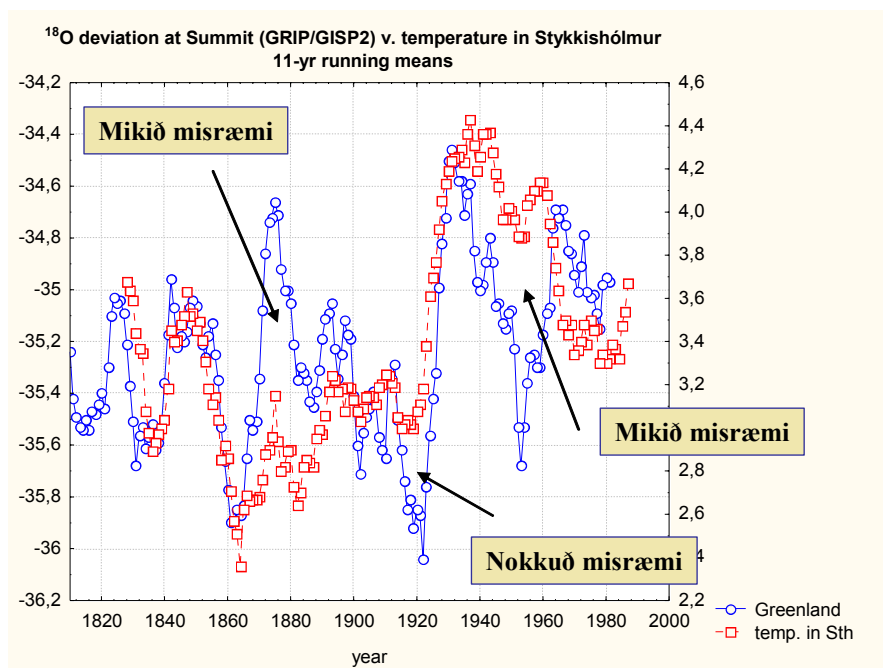
### Samsætuvik

Það eru stöðugar samsætur súrefnis ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), kolefnis ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) og vetnis ( $^1\text{H}/^2\text{H}$ ) sem hafa mest verið notaðar til greiningar á fornveðurfari. Samsætan  $^2\text{H}$  er gjarnan kölluð tvívetni (deutrium, þá skammstöfuð með bókstafnum „D“). Léttari súrefnissamsætan ( $^{16}\text{O}$ ), er um 100 sinnum algengari en hin þyngri ( $^{18}\text{O}$ ) (súrefnissamsæturnar eru reyndar fleiri). Uppgufun og úrkomumyndun skilja að samsætur bæði súrefnis og vetnis. Vatn sem inniheldur léttari samsætu gufar fremur upp en það vatn sem inniheldur einhverja þyngri. Vatn sem inniheldur þyngri samsætur þéttist einnig hraðar en vatn með þeim léttari. Það sem sagt er hér á eftir um súrefnissamsætur á einnig við um samsætur vetnis.

Skiljunin sem verður við úrkomumyndun hefur mikilvægar afleiðingar. Megnið af vatnsgufunni í loftþjúpnunum hefur gufað upp úr hlýjum höfum, úrkoman myndast þegar loftið kólnar og  $^{18}\text{O}$  samsætan fellur hraðar út en hin léttari. Mest af  $^{18}\text{O}$  hefur þegar fallið út þegar hiti er orðinn lágur. Úrkoma sem myndast við lágan hita hefur því lægra hlutfall  $^{18}\text{O}$  en sú sem myndast við háan hita. Þetta sést vel við þau veðurfarskilyrði sem nú eru ríkjandi. Hlutfall  $^{18}\text{O}$  er lægra hér á landi en suður í höfum. Borkjarnar í Grænlandsjökul og aðra freðjökla innihalda upplýsingar um hita við úrkomumyndun í fortíðinni. Margs er þó að gæta við túlkun hlutfallanna og hér má minnst á nokkur atriði sem máli skipta varðandi síðustu nokkur hundruð ár: (i) Hlutfall  $^{18}\text{O}$  er ekki aðeins háð hita þar sem úrkoman fellur, heldur líka að nokkru leyti því hver hitinn var þar sem vatnsgufan sem myndar hana gufaði upp. (ii) Jökulísinn er e.t.v. ekki í sömu hæð á jöklinum nú og þegar úrkoman féll. Þess vegna er mikilvægt að velja staði til borunar þar sem streymi íss er sem minnst. (iii) Hin eðlilega árstíðasveifla hitans er langoftast meiri en breytingar á honum frá ári til árs. Miklar breytingar á hlutfalli sumar- og vetrarúrkomu geta valdið samsætu hlutfallsbreytingum sem gætu túlkast sem hitabreytingar en eru það ekki. Hættan á villum af þessu síðasta tagi er mikil þegar gengið er svo langt að nota samsætur til túlkunar á hitabreytingum frá ári til árs eða mjög fárra ára. Þá getur jafnvel viljað svo til að einn mjög stór úrkomuatburður á sumri eða hausti hafi áhrif á samsætu hlutfall viðkomandi árs. Líkur eru á, að því stærri og lengri sem sveiflur eru þeim mun stærra svæði eigi þær við.

## Túlkun til Íslands

Við túlkun ískjarna sem vitna um hitafar hér á landi verður einnig að hafa fleira í huga: (i) kjarnarnir úr Grænlandsjökli eru orðnir mjög margir þau rúmu 40 ár sem borað hefur verið, vafasamt er því að tala um ískjarna frá Grænlandi nema ljóst sé við hvern þeirra er átt hverju sinni. (ii) Þeir eru boraðir víðs vegar um jökulinn, (iii) upplýsingar sem fengnar eru með samsætumælingum eru ekki eingildar hvað hita varðar (uppruni úrkomunnar getur t.d. verið misjafn eða ákefð hennar misjöfn), (iv) kjarnarnir eru flestir boraðir í mikilli hæð á jöklinum (því sumarbráðnun truflar þar lítið) og (v) Grænland er ekki sami staður og Ísland, mörg þúsund km eru héðan til sumra borstaðanna. Kjörnunum ber ekki saman einstök ár og jafnvel er mikið misræmi milli meðaltala margra ára. Þær niðurstöður sem hér verður brugðið upp eru fengnar úr meðaltali mælinga úr sjö kjörnum (flestum stuttum) sem teknir voru þegar evrópski rannsóknarhópurinn GRIP boraði djúpholu á hæstu bingu Grænlandsjökuls fyrir um 15 árum, sex holanna í meðaltalinu eru úr því verkefni, en sjötta holan er fengin úr mælingu bandarískjama á sömu slóðum (GISP2). Sú tímaröð sem fæst með þessu móti nær nokkur hundruð ár aftur í tímann og gengur undir nafninu Grænlandsstafla (stack – sjá White og félagi, 1997, Steig og félagi, 1994). Almenn virðist sem þessi samsetta röð sýni einna best samhengi við hitafar hér á landi frá upphafi mælinga, en einir og sér passa kjarnarnir misvel á mismunandi tímabilum. Bandaríski kjarninn virðist einna bestur fyrir 20.öldina, en hann er síðri fyrir síðari hluta 19.aldar.

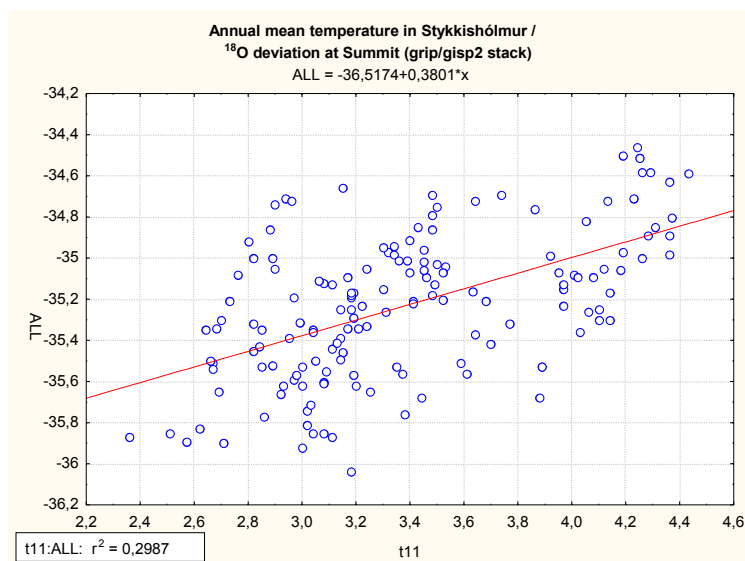


Mynd 1. 11-ára keðjumeðaltöl hita í Stykkishólmi og samsætuvíka í Grænlandsstafla 1830 til 1990 (staflinn endar 1987). Mikið misræmi er á ákveðnum tímabilum, mest um 1870 og upp úr 1950.

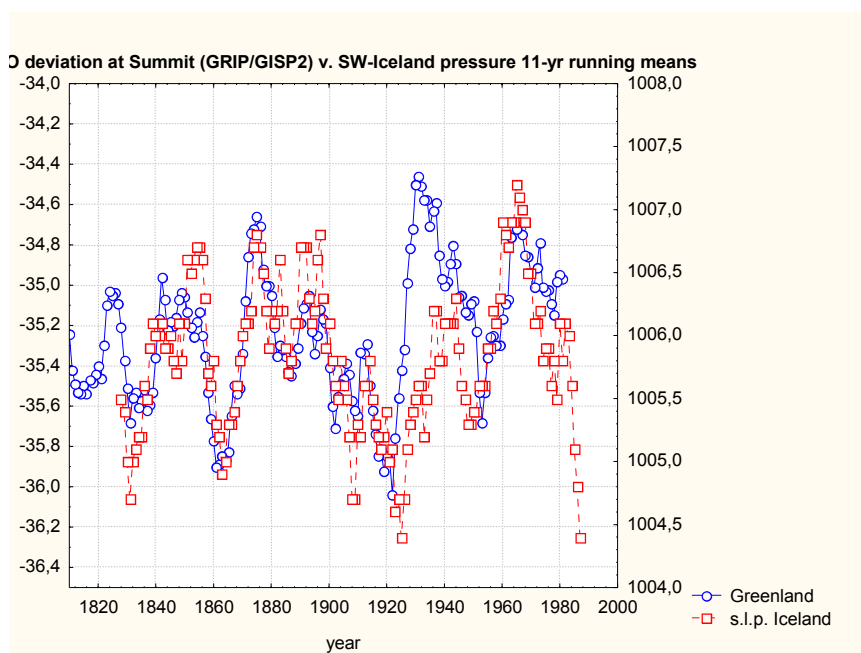
## Grænlandsstafla, hita- og þrýstifar við Ísland

Á mynd 1 má sjá 7-ára keðjumeðaltöl hita í Stykkishólmi og samsætuvíka í Grænlandsstafla. Þó mikið misræmi sé á ákveðnum tímabilum er almennt athyglisvert hve vendingar eru samstíga. Tímabundin lágmörk og hámmörk verða á svipuðum eða sama tíma, þó nokkuð skorti á að innbyrðis styrkleikahlutföll haldist.

Á mynd 2 má sjá reiknað aðfall keðjumeðaltala hita og samsætuvíka. Þar sést að sambandið er gott, fylgni er um 0,55 og að um 2,6°C samsvara hverju ‰ í samsætuvíki, sem er nær því sem gerist með Ammasalik heldur en með V-grænlenku veðurstöðvarnar í grein White og félagi (1997).

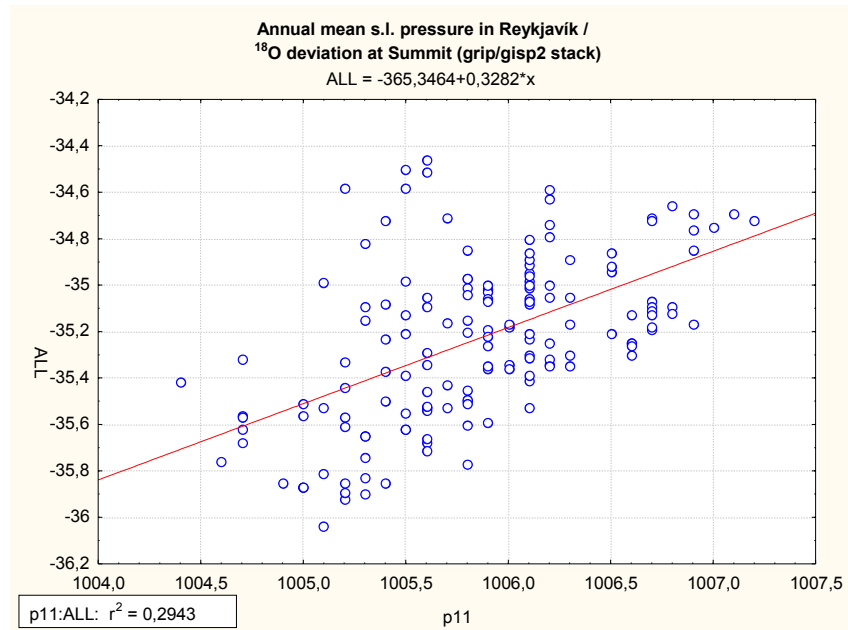


Mynd 2 Aðfall hita í Stykkishólmi og súrefnissamsætuviks í Grænlandsstafla 1830 til 1987, 11-ára keðjumeðatöl. Fylgni breytanna er 0,547. Hallatala aðfallslínunnar samsvarar því að hvert ‰ í samsætuviki jafngildi 2,6°C (0,38‰/°C).

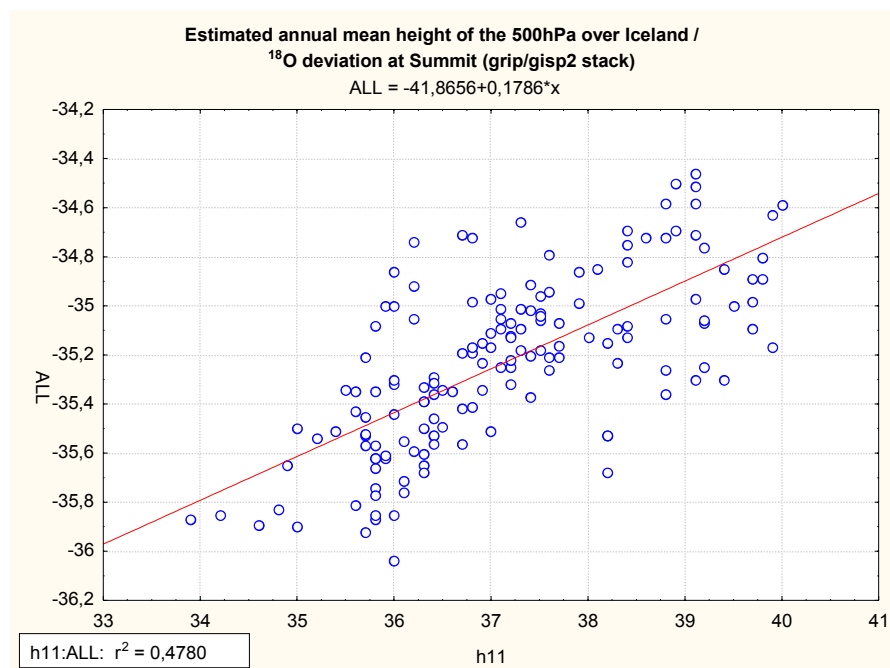


Mynd 3. 11-ára keðjumeðaltöl loftþrýstings í Reykjavík og samsætuvika í Grænlandsstafla 1830 til 1990 (staflinn endar 1987). Misræmið er mest á tímabilinu 1920 og fram undir 1950, en minna t.d. um 1870-1880 heldur en á hitamyndinni.

Mynd 3 sýnir að loftþrýstingur á Íslandi fylgir samsætuvikinu ekki síður en hitinn og kann það við fyrstu sýn að koma á óvart. Misræmi þrýstings og samsætuvika er ekki á sömu tímabilum og misræmi hita og samsætuvika. Á mynd 4 má sjá reiknað aðfall keðjumeðaltala loftþrýstings og samsætuvika. Þar sést að sambandið er gott, fylgni er um 0,54 og að um 2,4°C samsvara hverju ‰ í samsætuviki, ef miðað er við að 1 dm (10m) í 500/1000 hPa þykkt samsvari 0,4°C – skv. reynslu háloftameðaltala síðustu áratuga. Þrýsting og hita á Íslandi má nota til að giska á hæð 500 hPa- flatarins við Ísland (jafngilt hæð veðrahvarfanna) allt aftur til 1830.



Mynd 4 Aðfall loftþrýstings í Reykjavík og súrefnissamsætuvíks í Grænlandsstafla 1830 til 1987, 11-ára keðjumeðatöl. Fylgni breytanna er 0,543. Hallatala aðfallslínunnar samsvarar því að hvert ‰ í samsætuvíki jafngildi 2,4°C (0,42‰/°C).



Mynd 5 Aðfall ágiskaðrar hæðar 500hPa flatarins yfir Íslandi og súrefnissamsætuvíks í Grænlandsstafla 1830 til 1987, 11-ára keðjumeðatöl. Fylgni breytanna er 0,737. Hallatala aðfallslínunnar samsvarar því að hvert ‰ í samsætuvíki jafngildi 2,8°C (0,36‰/°C).

Við þetta batnar samband samsætuvíka og veðurlags á Íslandi umtalsvert, fylgnin fer upp í 0,74. Misræmið mikla sem sjá má á mynd 1 upp úr 1870 er sérstakt að því leyti að þá var mikill hafís við Ísland, en er loftþrýstingur tiltölulega hár og hiti við Ísland mun lægri en samsætuvík Grænlandsstafla gefa tilefni til að ætla. Áratuginn á undan er einnig mikill hafís, en þrýstingur er þá lágur. Misræmið á mynd 1 upp úr 1950 er öfugt, mun hlýrra er á Íslandi en samsætuvík virðast gefa tilefni til, þá var hafís óvenju lítill við Ísland. Hafisinn virðist þannig geta skipt máli.

## Tvö huglíkön

I. Var það er fram þeirri hugmynd að samsætuvík í Grænlandsjökli mæli nærveru heimskauthvirfilsins svokallaða, en geti ekki greint á milli: (a) fjarlægðar miðju hans frá Grænlandi eða (b) mikillar almennar fyrirferðar hans. Líklegt er þó að sveiflur frá ári til árs séu vegna (a), en á lengri tímabilum eigi skýring (b) við.

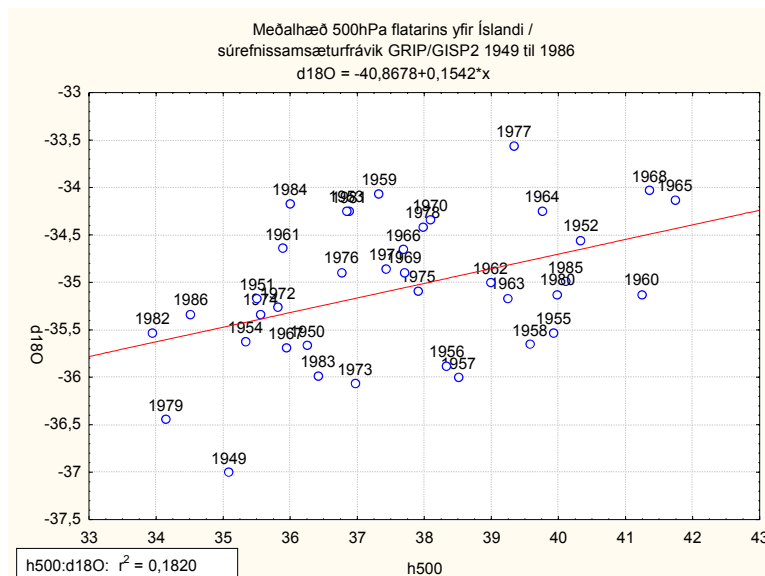
II. Á Íslandi (og svæðinu austan Grænlands) hagar þannig til að sé hafis mikill, getur verið kalt í árum þegar heimskauthvirfillinn er minni en í meðalári. Austursókn hvirfilsins leiðir til kulda á Íslandi en áhrifin deyfast vegna þess að þá vex sunnanátt og kemur til mótvægis kuldaáhrifum. Nýleg kuldatímabil, 1965 til 1970 annars vegar og 1979 til 1983 hins vegar eru dæmi um sitt hvort eðli kuldans, á hinu fyrra er kuldinn af norrænum uppruna, en á því síðara fremur af vestrænum.

## En hvað með raunveruleikann?

Háloftamælingar hafa ekki verið gerðar nema í rúm 50 ár og því var hér á undan notast við áætlaða hæð 500 hPa flatarins yfir Íslandi (en ekki Grænlandi). Raunveruleg hæð flatarins er önnur, auk þess sem Ísland er meir en 1000 km frá tókustað ískjarnanna. Rétt þótti því að líta á raunverulegar mælingar á hæð 500hPa flatarins yfir Íslandi.

Á þeim línuritum sem sýnd hafa verið má sjá, að misgengi milli hita á Íslandi og samsætuvíka var mjög mikið á 6. áratugnum. Við nánari skoðun kemur í ljós að árin 1955 til 1958 eru að ýmsu leyti afbrigðileg, sérstaklega á þetta við árið 1957 og reyndar ber kjörnunum ekki vel saman með þetta ár. Sú ákvörðun var tekin að færa kjarnameðaltalið 1957 nær árunum umhverfis með því að sleppa þeim kjarna sem ólíkastur er hinum úr meðaltalinu, svipað og það er í sumum þeirra og einnig í Cretekjarnanum. Þetta leysir þó ekki vandamálið með hin árin og greining gerð með og án „1957-leiðréttingar“. Stór samsætuvík koma fram í fleiri ískjörnum, m.a. á kanadísku eyjunum á árunum 1955 til 1958, þannig að taka verður þetta tímabil alvarlega og greinilegt er að umhugsunar þörf.

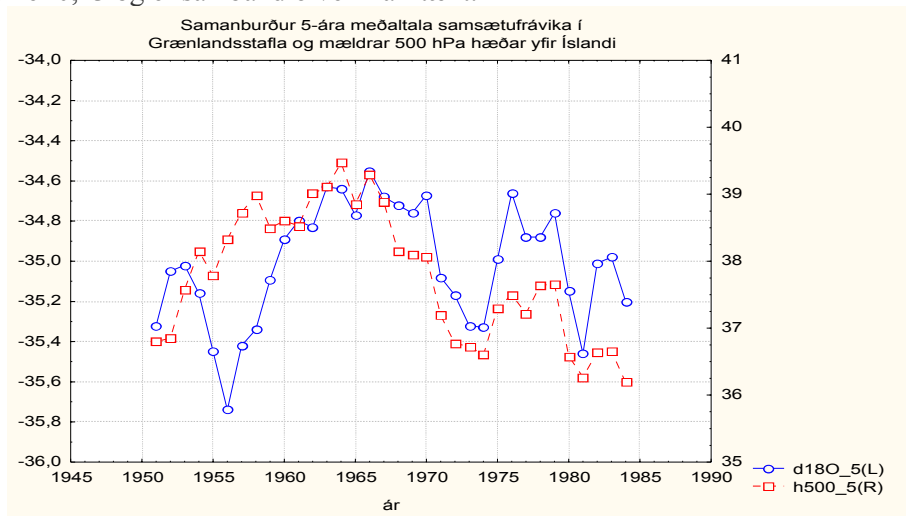
Hafa verður í huga að ískjarnaárið og almanaksárið eru ekki hið sama og skapar það hugsanlegt misræmi þegar komið er niður á ársgrundvöll. Gerð var á þessu nánari skoðun, en hún leysti vandann ekki. Ljóst er að frekari vinnu er þörf ef komast á fyrir hann.



Mynd 6. Meðalhæð (mæld) 500 hPa flatar yfir Íslandi 1949 til 1986 á móti samsætuvíkum í Grænlandsstafla. Krukkað var í árið 1957 (sjá megintexta). Fylgnistuðull samsætuvíka og 500hPa hæðar er hér 0,43. Hallatala aðfallslínunnar segir að hvert % í frávikki samsvari 3,2°C.

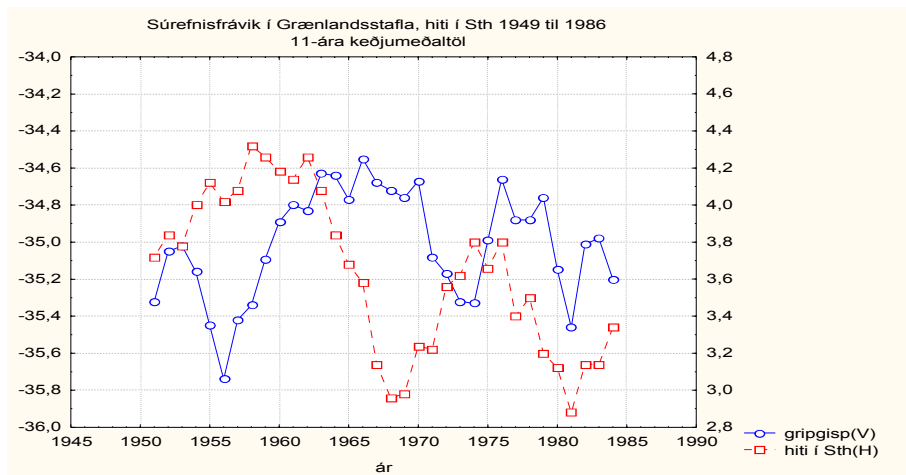


Á mynd 6 sést samband milli 500hPa-hæðar yfir Íslandi og samsætuvíka í Grænlandsstafla, fylgnistuðull er 0,43 og er sambandið vel marktækt.



Mynd 7. Samanburður 5-ára keðjumeðalatla samsætuvíka í Grænlandsstafla (blátt) og mældrar 500 hPa hæðar (rautt) yfir Íslandi.

Mynd 7 sýnir 5-ára keðjumeðalöl þessara tveggja breyta á tímabilinu 1949 til 1986 (þá endar Grænlandsstaflinn). Takið eftir því hve árin 1955 til 1958 eru misgeng (eins og á fyrri myndum), en að öðru leyti falla ferlarnir ótrúlega vel saman. Kuldi hafisáranna á Íslandi 1965 til 1970 kemur ekki fram á þessu línuriti (kuldakjarninn var fjarri eins og samsætuvíkin gefa til kynna).



Mynd 8. Samanburður 5-ára meðaltala samsætuvíka í Grænlandsstafla og hita í Stykkishólmi 1949 til 1986

Mynd 8 sýnir 5-ára keðjumeðaltöl samsætuvíka í Grænlandsstafla og hita í Stykkishólmi 1949-1986. Takið eftir misgengjum, 1955-1960 er eins og á fyrri myndum, kuldi hafisáranna 1965 til 1970 kemur ekki fram í Grænlandsstafla. Sunnanáttin 1972 til 1974 vann hér á landi upp á móti kólnun sem samfara aukinni útbreiðslu kalda loftins að vestan, síðara kuldakastið 1979 til 1983 er hins vegar betur í fasa við Grænlandsstafla.

### Niðurstöður

- Allgöð tengsl eru á milli veðurmælinga á Íslandi og súrefnissamsætuvíks ( $\delta^{18}\text{O}$ ) í Grænlandskum ískjörnunum á tímabilinu 1830 til 1987
- Athugunin styður við kenningu um tvíeðli kuldakasta á svæðinu
- Köstin eru ýmist vestræn (djúp:veðrahvolfsköst) eða norræn (grunn:jaðarlagsköst)

- Svo virðist sem 1°C hitasveifla (í úrkomu) samsvari um 0,35 til 0,40‰ í samsætuviki eða (1‰=2,4-3,2°C)

### Ítarefni og tilvitnanir

Árný Sveinbjörnsdóttir (1994) Nýr ískjarni frá Grænlandsjökli. *Náttúrufræðingurinn*, **65**(22):83-96.

White, J.W.C., L.K. Barlow, D. Fisher, P.M. Grootes, J. Jouzel, S.J. Johnsen, M. Stuiver, and H.B. Clausen. (1997). The climate signal in the stable isotopes of snow from Summit, Greenland: Results of comparisons with modern climate observations. *Journal of Geophysical Research* **102**:26425-26439