

Trausti Jónsson

## Sveiflur II

Vangaveltur varðandi dægursveiflu hita hér á landi

## Vangaveitur varðandi dægursveiflu hita hér á landi

### Inngangur

Hér er fjallað um dægursveiflu hitans, nokkur áhersla er á júnímánuð en þá er mismunur hita dags og nætur hvað mestur hér á landi. Fjölgun sjálfvirkra stöðva á undanförunum árum gerir mögulegt að greina dægursveifluna og ýmis smáatriði hennar betur en áður hefur verið. Greinargerð þessi kafar ekki djúpt í málið, hún er fremur hugsuð sem ábending um frekari vinnu á þessu sviði. Gögnin eru úr klukku-stundargildatöflunum ath\_sj\_klst og ath\_sj\_vg. Tímabilið er mislangt, lengst 9 ár (270 athuganir á klukku), minnst 60 athuganir á klukku (2 ár).

Dægursveifla hitans hefur verið könnuð áður, sérstaklega er minnt á skýrslu E. Hovmöllers (1960) í því sambandi. Hovmöller kannaði dægursveiflu og árstíðabreytileika hennar nokkuð ítarlega og leiddi vinna hans til allsherjarsamræmingar á formúlum og stuðlum þeim sem notuð voru til reikninga mánaðameðaltala hitans. Nú þegar sjálfvirkum stöðvum hefur fjölgað jafn mikið og raun ber vitni væri e.t.v. ástæða til að taka formúlur og stuðla til athugunar að nýju. Rétt er að hafa slík sjónarmið í huga ef ákveðið verður að fjölga stöðvum enn frekar eða að þær verði fluttar til. Ástæða er til að ætla að misvel hafi tekist til við ákvörðun færslustuðla og að mánaðameðaltöl einstöku stöðva séu því ekki „rétt“. Rétt er að minna á að dægursveiflan fær talsverða athygli í bók Markúsar Á. Einarssonar (1976) en þar er breytingu sveiflunnar allra næst jörð og efst í jarðvegi gaurur gefinn umfram það sem hér er gert.

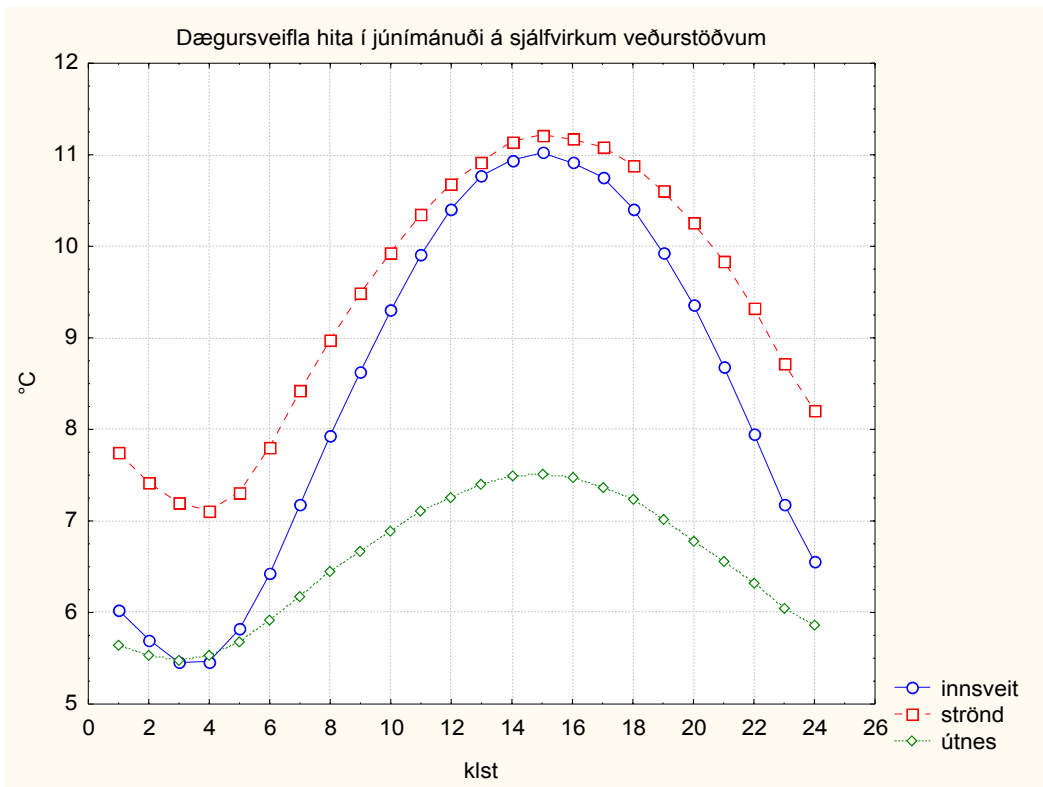
Í þessari greinargerð eru hin nýju gögn reifuð á nokkuð tilviljanakenndan hátt. Fyrst er fjallað almennt um dægursveiflu hitans í júnímánuði þar sem stöðvar eru flokkaðar eftir landfræðilegri legu þeirra. Þetta er sama flokkun og notuð var í greinargerðinni Ví-ÚR 19 (Trausti Jónsson 2002). Síðan er lítillega litið á breytileika dægursveiflunnar yfir árið og svokallaða festu hennar. Að lokum eru þrjú dæmi tekin um stórar hitasveiflur að sumarlagi og sýna þau e.t.v. að varlega má fara við sjálfvirkar leiðréttingar, hiti getur sveiflast verulega á skömmum tíma, jafnvel að sumarlagi.

### Dægursveifla hitans í júnímánuði

Fyrstu myndirnar sýna dægursveiflu hita í júnímánuði á sjálfvirkum veðurstöðvum. Stöðvarnar eru flokkaðar gróflega eftir stöðu í landslagi á sama hátt og gerð var grein fyrir í „Sveiflum 1“ (Trausti J. 2002). Aftan við meginþexta greinargerðarinnar er listi yfir stöðvar og flokk hverrar þeirra. Greint er á milli eftirtalinnna staðsetningarflokka: (i) tindar, þrjár stöðvar á landinu eru staðsettar hátt yfir sjávarmáli, en þó nærri sjó, Þverfjall, Skálafell og Gagnheiði. (ii) hálendi, stöðvar á hálendi landsins í yfir 500 m hæð. (iii) heiðar, ýmsar stöðvar í óbyggðum í u.þ.b. 200 til 600 m hæð. (iv) innsveitir, stöðvar í nokkurri fjarlægð frá sjó, en breytilegri hæð. (v) firðir, stöðvar í fjörðum með fjöll á báðar hliðar. (vi) strendur, stöðvar nærri ströndum, þó ekki í fjörðum, (vii) útnesja- og eyjastöðvar og (viii) óljós flokkur, oftast fjall á aðra hlið, en strönd á hina.

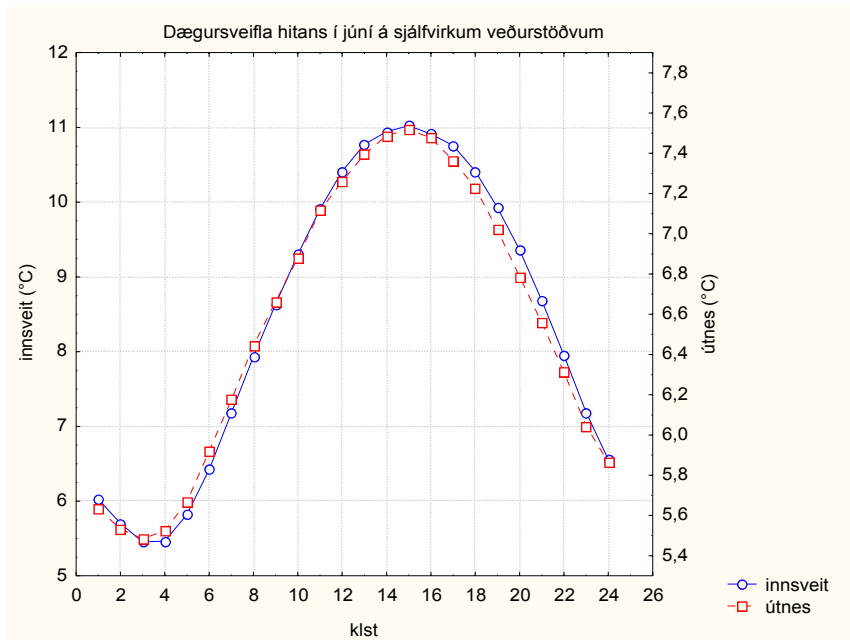
Mynd 1 sýnir meðaldægursveiflu í þremur stöðvaflokkum. Innsveitaferillinn hefur stærsta spönn en útnesjaferillinn langminnsta. Lágmarkið er að meðaltali um kl. 4 en þá er sól enn mjög lágt á lofti og það kólnar alveg þangað til upphitunar hennar fer að njóta. Hitinn hækkar svo jafnt og þétt eftir því sem sól hækkar á lofti og reyndar nokkuð fram yfir hádegi og er hæstur um kl. 15. Upphitun loftsins á sér stað bæði við beint ísog stuttbylgjugeislunar, en mest þó vegna áhrifa varmageislunar frá yfirborði jarðar sem sólin hefur hitað. Vegna þess að varmarýmd landsins er talsverð, hefur sól náð að lækka lítillega á lofti áður en yfirborðshitinn (og þar með lofthitinn) fer að lækka. Á útnesjastöðvunum er dægursveiflan mun minni. Það er einkum tvennt sem veldur. (i) Umtalsverður hluti sólgeislunarinnar fer til uppgufunar á sjó í stað þess að hækka hita hans. Loftið nýtur því ekki aukningar í varmageislun eins og ef um land væri að ræða. Munum þó að stöðvarnar eru ekki úti í sjónum þó á nesjum séu og njóta því upphitunar þess (litla) lands sem þær standa á þrátt fyrir allt. (ii) Það munar um það að oftar er þoka eða skýjað á útnesjum en inni á sjálfri ströndinni, hvað þá inni í landi.

Þó svona mikill munur sé á dægursveiflu innsveita- og útnesjastöðva er lögun hitaferlanna mjög svipuð eins og sjá má á mynd 2, þar sem þeir eru settir saman. Takið eftir því að kvarðinn til vinstri (spönn = 7°C) er allt annar en sá til hægri (spönn = 2,6°C). Innsveitaferillinn er því aðeins teygð útgáfa af hinum (eða öfugt).



Mynd 1

Dægursveifla hitans í þremur landfræðiflokkum. Athugið að taka ekki allt of mikið mark á tölugildunum. Myndinni er ekki ætlað að bera saman hita stöðvaflokkanna, aðeins dægursveiflu þeirra t.d. er útnesjastöðvum nyrðra og syðra skellt saman í einn dægursveifluflokk.

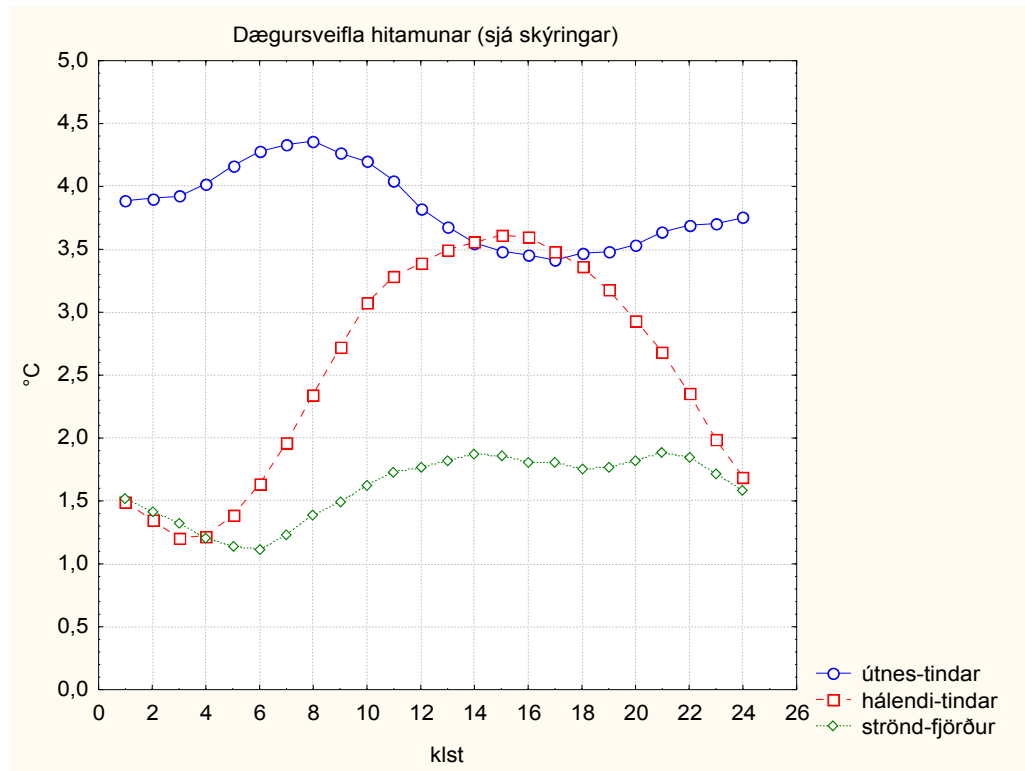


Mynd 2

Samanburður á lögun dægursveiflu innsveita og útnesja. Athugið að kvarðarnir eru misjafnir.

Á mynd 3 er mismunur dægursveiflu fáeinna stöðvaflokka sýndur. Efsti ferillinn sýnir hitamun á útnesjum og fjallatindunum þremur. Hitamunurinn er mestur snemma morguns (reyndar þegar staðfesta

vindsins er mest á stöðvunum, sjá „Sveiflur 1”), en minnkar síðan og nær lágmarki um kl. 17. Ástæður þessarar hegðunar liggja ekki alveg á lausu. Dægurspönn tindastöðvanna er um 2,6°C að meðaltali, en um 2°C á útnesjastöðvunum. Á þessum árstíma er hitafall frá sjó og upp á tind lítið eða aðeins um 0,5°C/100m. Þetta bendir á tilveru hitahvarfa yfir sjónum. Tindarnir taka að hlýna snemma morguns en síðan er hugsanlegt að þeir njóti upphitunarinnar ekki sem skyldi vegna þess að uppstreymisloft í hliðunum kólnar innrænt og þar með slær á upphitun af völdum sólar. Hér verður að vara aðeins við því að taka talnagildin sjálf of bókstaflega til þess þarf að bera saman mjög nálægar stöðvar en ekki samsuður eins og hér um ræðir.



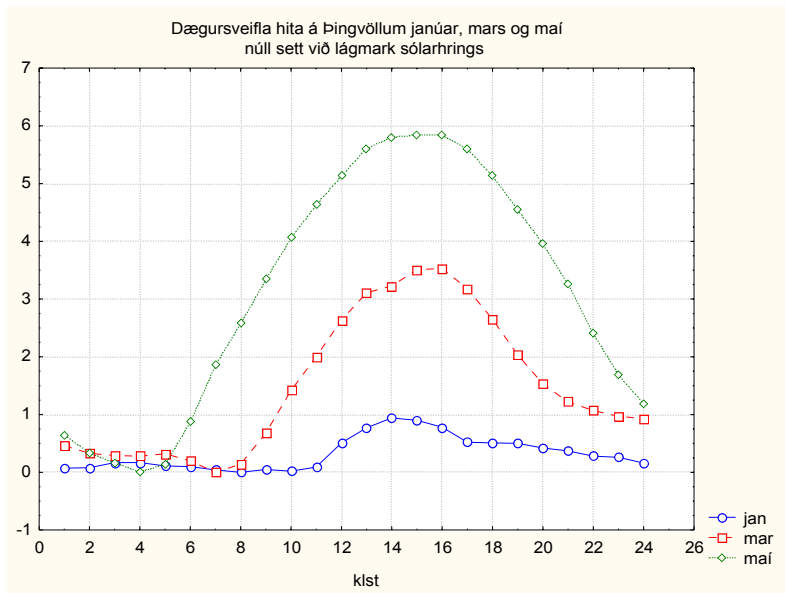
Mynd 3

*Dægursveifla hitamunar. Athugið að varast ber að taka talnagildin of bókstaflega, hér er fyrst og fremst verið að sýna mismunandi lögun dægursveifluferlanna.*

Miðferillinn sýnir að heldur er kaldara á tindunum en á hálandinu á nóttunni (enda eru þeir ívið hærri en meðalhæð hálandisstöðvanna), en að deginum munar heilmiklu. Miðhálandið hlýnar talsvert (um 2°C) umfram tindana á daginn og að sjálfsögðu mun meira einstaka daga. Á sléttum miðhálandisins gæti innrænna uppstreymisáhrifa mun síður en á tindunum. Líklegt er að á hægum dögum sé hlýjast yfir jöklum landsins (miðað við fasta hæð, en bráðnun veldur því hins vegar að hiti er mjög lágur nærri yfirborði þeirra, þ.á.m. í 2m staðalhæð hitamælinga. Athuganir benda til þess að vindar á jöklum streymi nokkuð samfelld undan halla (Helgi Björnsson ofl. 1999), loft að ofan verður að koma í staðinn og það hitnar því innrænt í niðurstreyminu.

Neðsti ferillinn sýnir mismun á opnum strandsvæðum og fjörðum. Ekki er rétt að draga þá ályktun af ferlinum að hlýrra sé almennt við strendur en í fjörðum, úrtakið er ekki valið með reikning á þeim mun í huga. Fremur má velta vöngum yfir sveiflunni sem sýnir að tiltölulega kalt er á strandastöðvunum síðla nætur miðað við fjarðastöðvarnar. Þetta er ekki ótrúlegt því fjarðastöðvarnar standa margar á eyrum og sjórinn hefur talsverð áhrif til mildunar á nóttunni, en einnig að blöndun er tiltölulega mikil í fjörðum og dölum að næturlagi (niðurstreymi í bröttum hliðum), en á stöð á opinni strönd þar sem fjöll eru ekki nærri, er á nóttum gjarnan undir áhrifum frá kólnandi landlofti sem streymir eins og vatn í átt til sjávar.

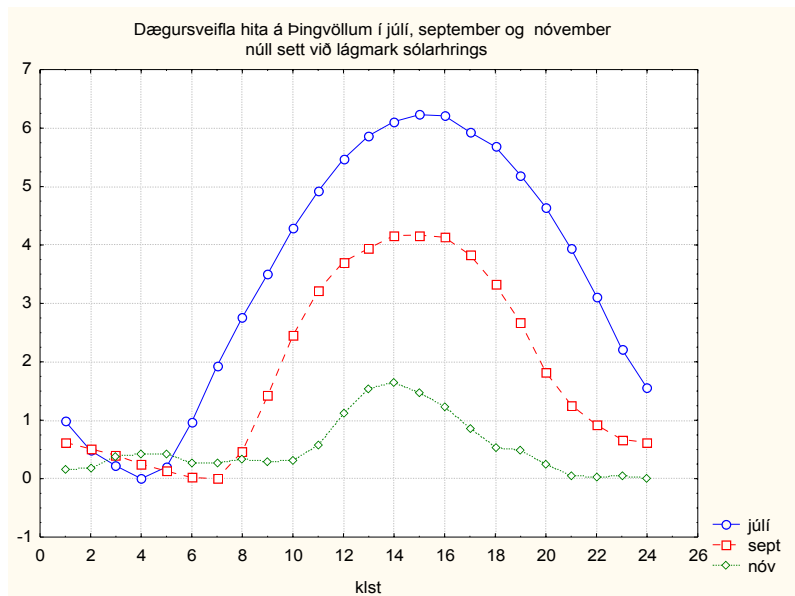
Í töflu 2, aftan við greinargerðina má finna lista yfir dægursveiflu í júní á hinum ýmsu veðurstöðvum, athuga ber þó að mismargir júnímánuðir liggja til grundvallar reikningunum og samræmi því e.t.v. ekki alveg eins og um fjölaraðið væri að ræða.



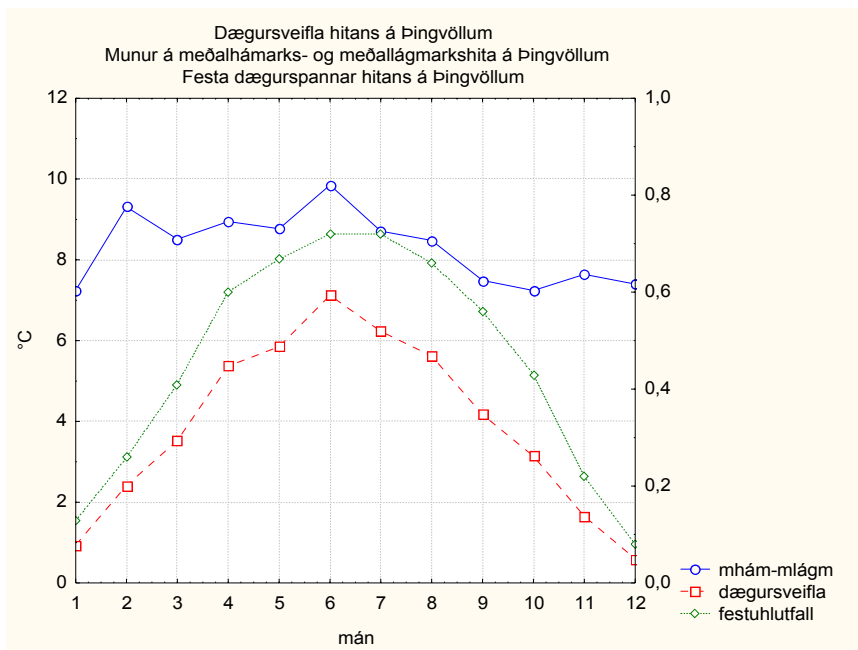
Mynd 4

### Í öðrum mánuðum

Á velflestum veðurstöðvum er meðaldægursveifla hita stærst í júnímánuði, því sól er þá hæst á lofti. Sjálfvirka veðurstöðin á Þingvöllum sýnir einna stærsta dægursveiflu íslenskra veðurstöðva. Hún er í Þjóðgarðinum við Þjónustumiðstöð, nokkuð fjarri vatninu. Vatn hripar fljótt niður í hraunið í nágrenni stöðvarinnar. Myndir 4 og 5 sýna hitasveifluna í nokkrum mánuðum. Til að auðvelt sé að bera einstaka mánuði saman er núll sett við þann meðalhita sem lægstur er á sólarhringnum. Í flestum mánuðum er það skömmu eftir sólarupprás, í júlí kl 4, kl 5 í maí, kl. 7 í mars og september. Í nóvember og janúar er dægursveiflan mjög lítil og hiti svipaður mestalla nóttina en fer að rísa um kl. 10 í nóvember og 11 í janúar. Hámark dægursveiflunnar er ívið fyrr um háveturinn en annars (um kl. 14), það gæti stafað af því að yfirborð jarðar hitni nánast ekki neitt og þar með sé dægursveifla langbylgjugeislunarinnar hverfandi. Hækkunin sem við þó sjáum væri þá merki um áhrif stuttbylgjugeislunar á mælishylkið.



Mynd 5



Mynd 6

### Tvenns konar dægursveifla

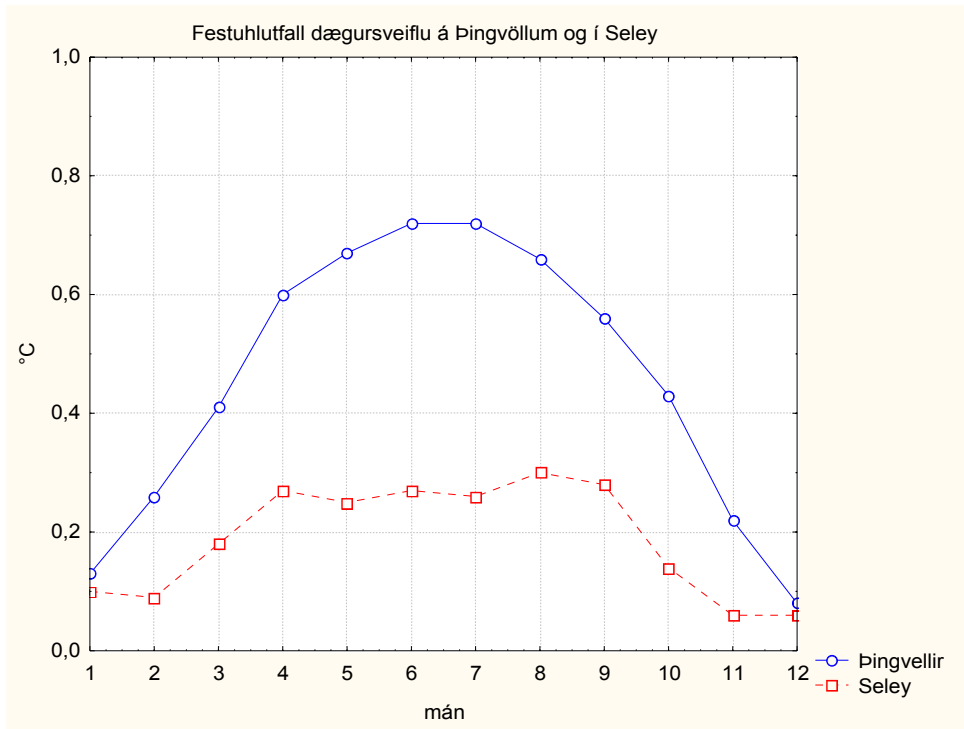
Það er ekki alveg sjálfsagt mál að full spönn dægursveiflunnar sé skilgreind eins og hér er gert, þ.e. sem mismunur á hæsta og lægsta meðalhita á klukkustund innan sólarhringsins. Önnur möguleg skilgreining væri mismunur meðalhámarks- og meðallágmarkshita sólarhringsins í hverjum mánuði. Athyglisvert er að bera niðurstöður þessara skilgreininga saman og er það gert á mynd 6.

Við sjáum að munur á meðalhámarki og meðallágmarki er á bilinu 7 til 10°C í öllum mánuðum á Þingvöllum, heldur meiri síðla vetrar og á vorin en í öðrum mánuðum. Neðsti ferillinn sýnir hins vegar dægursveifluna eins og við höfum fjallað um hana hingað til. Þriðji ferillinn sýnir það sem við kjósum að kalla festuhlutfall eða festu (=klukkuspönn/(hám-lágm)). Þetta hlutfall gefur til kynna viðleitni sólarhringshámarks og sólarhringslágmarks til að falla saman. Ef hámark dagsins t.d. væri alltaf nákvæmlega á sama tíma og hæsta klukkumeðaltalið (oftast kl.15) og lágmarkið á sama tíma og lægsta klukkumeðaltalið, væri hlutfallið 1,0. Festan er mjög há á sumrin, sem þýðir að á þeim tíma árs er kaldasti tími sólarhringsins undantekningalítið á nóttunni og hámarkið á daginn. Á þessum tíma árs skiptir því ekki mjög miklu máli hvora dægurspönnina verið er að fjalla um, en á veturnum er reginmunur á skilgreiningunum tveimur. Festuhlutfallið er þá mjög lágt og bendir að *einu megineinkenni íslensks veðurfars, að um háveturinn skiptir aðstreymi lofts mun meira máli en hvort nótt er eða dagur.*

Sveifla festunnar er að jafnaði því meiri sem dægursveifla á sumrin er meiri. Á útnesjastöðvum þar sem dægursveiflan er lítil árið um kring er hún mun minni og hámarkshiti á sumardeggi getur á þeim stöðvum orðið á næstum hvaða tíma dags sem er. Þetta má sjá á mynd 7, þar sem festuhlutfall á Þingvöllum og í Seley er borið saman, en á þessum stöðvum er dægursveiflan hvað mest og minnst héraendis. Í desember og janúar er lítil munur á festu stöðvanna þó mun kaldara sé að meðaltali á Þingvöllum, en á sumrin er munurinn mikill. Líklega fer það eftir vindi fremur en sólarhæð hvenær sólarhringshámark er í Seley.

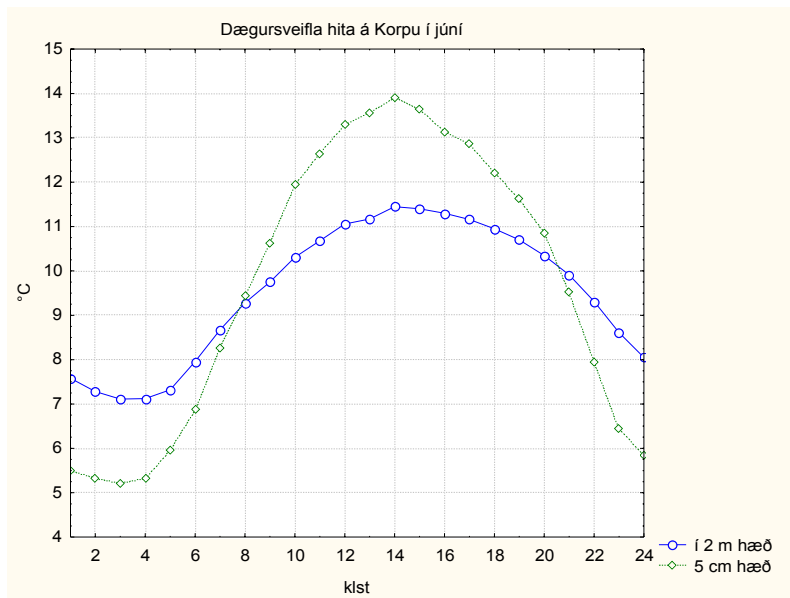
### Dægursveifla í 5 cm hæð yfir jörðu

Þegar rætt er um hita er undantekningalítið átt við hita í hefðbundnu mæliskýli í 2 m hæð frá jörðu. Hiti er þó stundum jafnframt mældur í öðrum hæðum. Á mynd 8 má sjá dægursveiflu hitans í 5 cm hæð yfir jörð auk 2 m sveiflunnar. Glögglega má greina að sveiflan í 5 cm er mun stærri en í skýlishæð, nærri 9°C á mótí rúmlega 4°C.

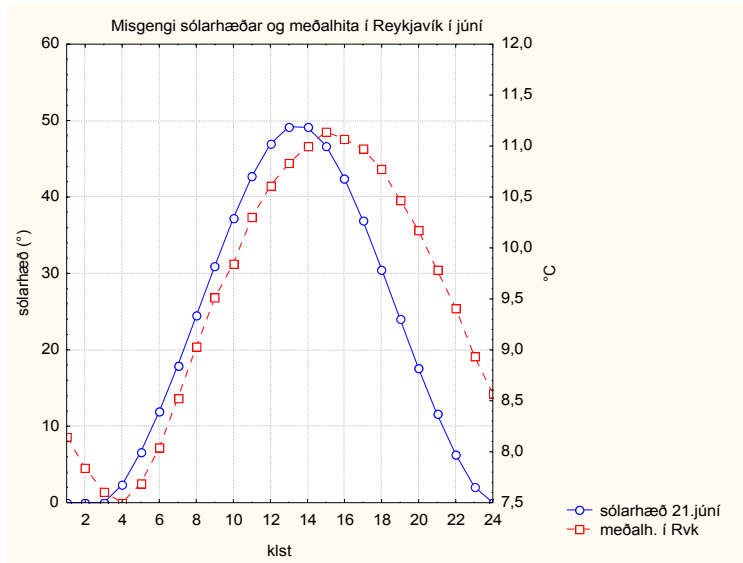


Mynd 7

Vert er að taka eftir því að mun hlýrra er á daginn niður undir yfirborði jarðar en ofar. Þetta á sérstaklega við í sólskini þegar stuttbylgjuinngeslun er mikil. Hitafallandinn er því í þessu tilviki stærri en  $\Delta T$  (þurrinnræni hitafallandinn). Þó blöndun með uppstreymishræru (convection) eða kvikusveimi (turbulent heat transfer) sé afkastamikil, ræður hún ekki alveg við að koma orkunni áleiðis upp á við í allra neðsta loftlaginu þar sem orkunámið er hvað mest.



Mynd 8



Mynd 9

Dægursveifla sólarhæðar og hita í júní í Reykjavík. Takið eftir því að kvarðinn til vinstri sýnir sólarhæð, en sá til hægri hitann.

### Fasamunur sólarhæðar og hita

Við höfum áður tekið eftir því að hitahámark dagsins á sumrin er að jafnaði 1 til 2 klst eftir að sól er hæst á lofti. Síðan er hiti hærri á kvöldin en á morgnana miðað við sömu sólarhæð. Þetta stafar af því að yfirborð jarðar geymir í sér hluta sólarorkunnar og endurgeislar henni í formi langra varmageisla. Dæmi um þennan fasamun eða „misgengi“ inngeislunar og útgeislunar má glögglega sjá á mynd 9. Hún er stillt þannig af að inngeislun á morgnanna fellur vel að hlýnuninni, en hitinn lækkar í fyrstu nokkuð úr takti við það að sólin lækkar á lofti. Rétt er að hafa í huga að útgeislunin er háð hita yfirborðsins og er mest þegar það er heitast. Þegar landið hlýnar á morgnanna vex útgeislunin líka. Langbylgjugeislun jarðar hefur lítið verið mæld hér á landi en fróðlegt væri að athuga hvað gervihnattamælingar hafa um málið að segja.

### Dæmi um dægursveiflu hita

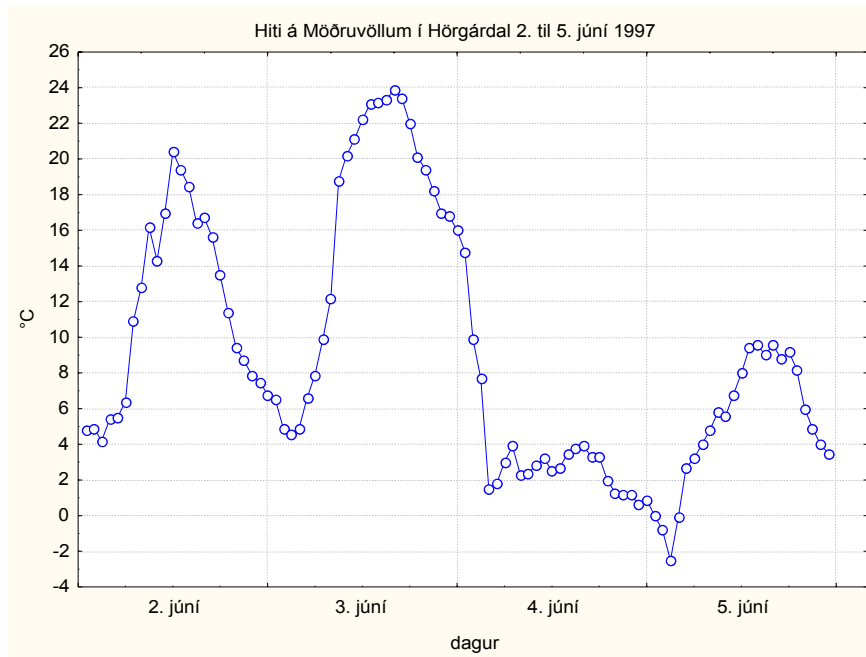
Hér hefur einungis verið rætt um meðaltöl, í raun og veru er mjög mikill munur á björtum sólríkum dögum og skýjuðum og drungalegum. Skýin loka bæði fyrir útgeislun og inngeislun. Á vindasömum og skýjuðum sumardegi breytist hiti ekki mikið frá degi til nætur. Hversu hlýtt verður á slíkum degi fer mest eftir aðstreymi viðkomandi dags eða daganna á undan. Hér að neðan eru þrjú dæmi um stórar hitasveiflur að sumarlagi, hvert með sínu móti. Í því fyrsta sjáum við umskipti í aðstreymi, kalt heimskautaloft ryður hlýju suðrænu lofti burt frá landinu öllu, annað dæmið sýnir stóra dægursveiflu þar sem inn- og útgeislun virðist skipta mestu máli, en hið síðasta er dæmi um stað- og tímabundna tilfærslu sjávar- og landlofts.

### Möðruvellir 2. til 5. júní 1997

Dagana 2. og 3. júní var hlýtt háþrýstisvæði nærri landinu og skammt sunnan við það. Vestan- og suðvestanátt var ríkjandi með mjög hlýju og björtu veðri á Norðurlandi. Aðfaranótt 4. ruddist kalt heimskautaloft suður með austurströnd Grænlands og suður til Íslands og hélst kuldinn í marga daga um land allt. Hitabreytingin frá 3. til 4. er með þeim mestu sem þekktist á milli daga hér á landi og varð sérlega áberandi vegna þess að hér hjálpuðust bæði ákveðin suðvestanátt og sólskin til að ná upp hámarkshitanum 3. júní og hitafallið varð óvenju hastarlegt vegna þess að kalda loftið kom að landinu um miðja nótt.

Mynd 10 sýnir hitabreytingar á Möðruvöllum í Hörgárdal þessa daga. Dægursveiflan er mikil í hlýja loftinu, yfir 16°C á sólarhring 2. júní, greinilega er varmatap að nóttu mjög mikið, en sólin sér um að halda dagshitanum uppi. Ef nánar er að gáð, má sjá stökk í hitanum milli kl. 8 og 9 að morgni þess 3., hitinn hækkar þá um 6,6°C á einni klukkustund, samtímis jókst vindur niður dalinn og greinilegt að niðurstreymi hefur aukið hitann (loft í niðurstreymi hlýnar um 1°C á 100 m hæðarlækkun).





Mynd 10

*Hitafer á klukkustundar fresti á Möðruvöllum í Hörgárdal 2. til 5. júní 1997.*

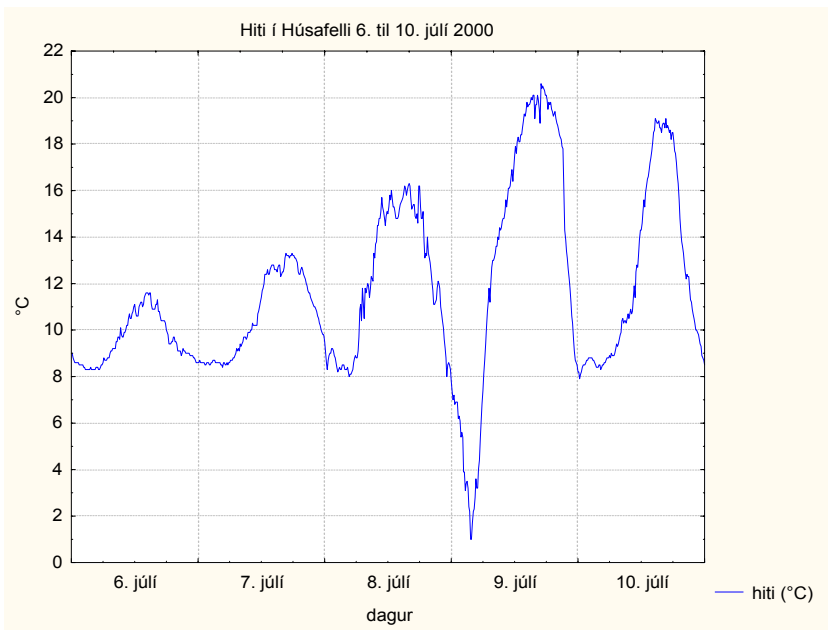
Hitinn náði hámarki milli kl 16 og 17 (24,1°C), en síðan féll hann að meðaltali um 1,1°C næstu 8 klukkustundirnar (fram til kl.1 þ.4). Þetta heldur minna en vænta má ef útgeislun réði ein ferðinni enda sjáum við talsvert „hik“ í fallinu rétt fyrir miðnættið. Niðurstreymisloft hefur því enn verið á ferðinni. Eftir kl. 1 snerist vindátt og hiti fór að falla verulega, 13,3°C frá kl. 1 til kl. 4 og þar af 6,1°C frá 3 til 4. Þá varð tímabundnum botni náð. Við tókum nú eftir því að þann 4. bælar aðstreymi með skýjum dægursveifluna niður í 2,4°C (sem þó er mun meiri en er á meðaldeggi í Seley). Daginn eftir er dægursveiflan aftur hrokkinn í lag þó kalt sé. Frá því kl. 16 þann þriðja til kl. 4 þann fjórða féll hiti um 22,4°C. Mikil umskipti urðu í veðri, frá hásumri yfir í einskonar haust.

### Húsafell 6. til 10. júlí 2000

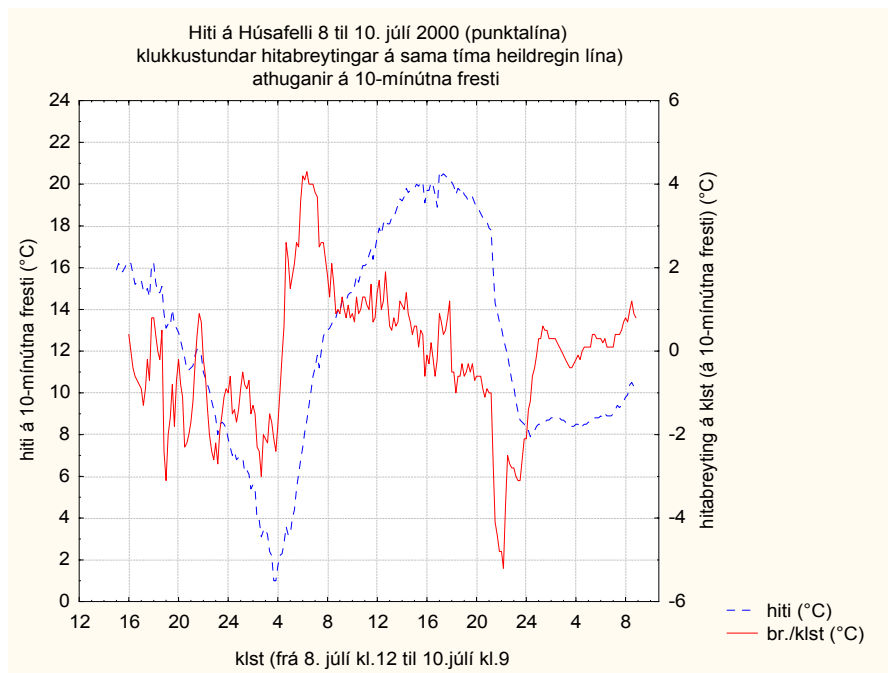
Þann 9. júlí 2000 var mismunur hámarks- og lágmarkshita á Húsafelli í Borgarfirði 19,9°C eða ekki svo mjög fjárr hitabreytingunni miklu á Möðruvöllum og áður var fjallað um. Þó umskipti frá landlofti yfir í sjávarloft hafi komið lítillaga við sögu á Húsafelli er geislunarjöfnuður samt meginástæða sveiflunnar en ekki almenn og stórfengleg loftskipti eins og var í kuldakastinu 1997. Dægursveifla getur þannig verið risastór án þess að sérstaka athygli veki.

Húsafellsdæmið sýnir einnig hinn mikla mun sem er í dægursveiflu á skýjuðum og björtum dögum. Mynd 11 sýnir hita dagana 6. til 10. júlí. Sjötta júlí (fyrsta dag línuritsins) var alskýjað nær allan daginn en vindur fremur hægur, dægursveiflan var þann dag innan við 4°C., en þann 9. var nær heiðskírt og dægursveiflan eins og áður sagði nærri 20°C. Mynd 12 sýnir hitabreytingar síðari daginn í nokkrum smáatriðum.

Athugið að kvarðinn til vinstri sýnir hitann, en sá til hægri hitabreytingarnar frá einni klukkustund til annarrar og að þeir eru misgleiðir. Á breytingakvarðanum vekur eftirtekt hversu mikið hitinn steig milli kl. 4 og 8 að morgni 9. og hversu ört hann féll frá kl 21 til 24 um kvöldið. Þegar kaldast var aðfaranótt 9. (milli hálf fjögur og fjögur) var vindur mjög hægur. Kólnun vegna útgeislunar hefur þá verið langmest í neðstu lögum og hitahvörf skammt ofan stöðvarinnar. Það fyrsta sem sólin „þarf að gera“



Mynd 11  
Hitafer á Húsafelli 6. til 10. júlí 2000.

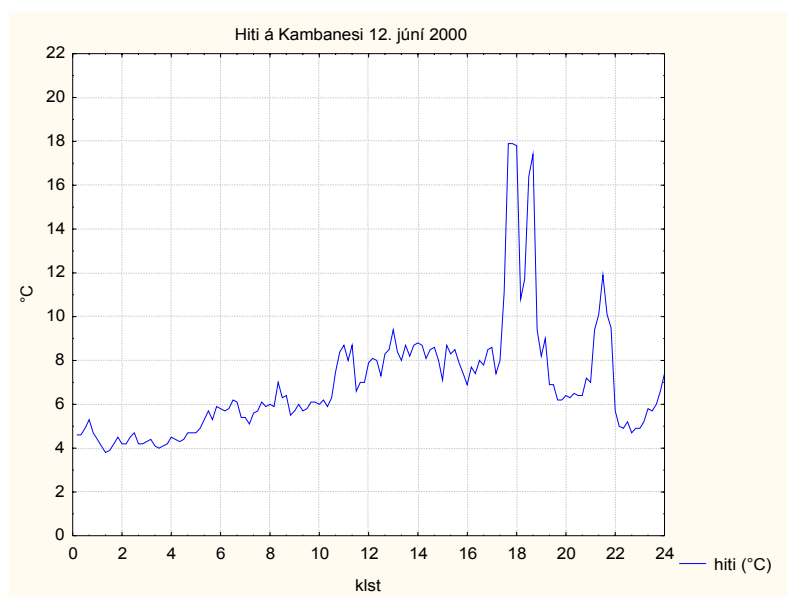


Mynd 12  
Hitafer í Húsafelli 8. til 10. júlí 2000 (punktalína og kvarði til vinstri). Rauði, heildregni ferillinn sýnir hitabreytingu síðastliðna klukkustund, en athugað er á 10-mínútna fresti, því reiknast 6 gildi á hverri klukkustund, kvarðinn er sá til hægri á myndinni.

Þegar hún kemur upp er að útrýma þessum hitahvörfum, þau eru mjög grunn og innihalda því lítið af lofti. Loftið neðan þeirra hitnar því mjög ört og blandast vel. Lítilsháttar vindur úr Geitlandi var ríkjandi til klukkan um sjö. Hitinn steig nærri tvö og hálfst stig fyrsta klukkutímam, en þá hægði aðeins á risinu. Aukin kvika hefur trúlega blandað hlýrra loft ofan til úr hitahvörfunum niður og þannig hjálpað sólinni. Milli kl. 5 og 6 hlýnaði um 4°C. Þessi mikli hraði bendir til þess að enn hafi upphitunin ekki átt sér stað í mjög þykku lagi. Eftir kl. 7 dró nokkuð úr hlýnuninni og við tók andvari af suðvestri í nærri klukkutíma. Við getum ekki sagt hvað olli, kannski rann smásky fyrir sólu en jafnlíklegt er að þarna hafi sólinni loks tekist að brjóta upp þau hitahvörf sem gjarnan standa eftir af innblöndun sjávarlofts daginn áður. Í viðhengi er fjallað um útbreitt huglíkan af dægursveiflu og lagskipan í neðri hluta veðrahvolfs.

Eftir kl. 8 og fram yfir kl. 15 var hlýnunin um 1°C á klukkustund eða mun minni en var fyrir um morguninn. Líklega var sólarylurinn á þessum tíma að hita mun þykkara lag lofts en áður. Hámarkshita dagsins var ekki náð fyrr en eftir kl. 17 og var áttin lengst af úr geiranum frá norðnorðvestri til norðnorðausturs. Það bendir til þess að einhver niðurstreymisblöndun hafi átt sér stað og hlýja loftið fyrir ofan hafi nýst enn frekar. Kl.21 urðu mikil umskipti og milli 21 og 22 féll hitinn um nærri 5°C þar af 3,6°C milli 21 og 21:30. Þetta er ívið meira en búast má við af útgeislunarkólnun einni saman enda kemur í ljós að vindur snerist á sama tíma til vestsuðvesturs og þar með hafa trúlega orðið loftskipti á staðnum, í stað hreinræktaða landloftsins kom sjávarloft sem á leið sinni fram Borgarfjörðinn hefur blandast landlofti ofan við og til urðu ný hitahvörf svipuð þeim sem hituðu um morguninn. Þau biðu næsta dags, en frá 21:30 til 23:30 kólnaði um 5,6°C eða 2,8°C á klukkustund, það er ekki fjarri því sem búast má við í útgeislunarkólnun í þurru lofti. Kl. 24 var hitinn kominn niður í 8,2°C, ef kólnað hefði áfram um 2,5°C/klst hefði stefnt í frost fyrir kl. 4. En raki sjávarloftsins bjargaði því og svo virðist sem um kl. 24 hafi orðið skýjað og útgeislunarkólnun hafi þar með lokið. Daginn eftir varð nærri því eins hlýtt.

## Kambanes 12. júní 2002



### Mynd 13

*Hiti á Kambanesi 12. júní 2002, athugað var á 10 mínútna fresti.*

Á mynd 13 má sjá dæmi um hitabreytingar sem ekki hafa nema óbeint með sólarvarma að gera. Við sjáum hitasveiflur á Kambanesi 12. júní 2002. Hlýnunin frá því um nóttina og fram yfir 10 eru þó væntanlega sólaráhrif á staðnum sjálfum. Stöðin var umlukin köldu sjávarlofti og næturhitinn ekki nema 4° til 5°C. Milli 10 og 11 virðist sem hlýrra loft hafi blandast inn í sjávarloftið, vindhraði og stefna (norðaustan) breyttust þó lítið, þetta gæti verið loft innan af fjörðunum. En milli kl.17:20 og 17:40 hlýnaði hins vegar um 10°C á 20 mínútum þegar vindur snerist í hánorður eða þar um bil. Þá komst loft að ofan að stöðinni og ruddi sjávarloftinu tímabundið í burtu. Hámarkshiti dagsins varð

18.1°C. Dýrðin stóð ekki lengi því áhrifa kaldara loftsfór að gæta aftur kl.18:10 og síðan enn á ný eftir 18:40 að kólnaði um 8°C á 10 mínútum. Önnur gusa af ofanlofti kom síðan milli 21 og 22 en þá varð sveiflan „aðeins“ 6 til 7°C.

## Í dæmalok

Húsafellsdæmið sýndi um 20°C dægursveiflu á rólegum sumardeg, aðstreymi af lofti var aðeins í smáum stíl. Kambanesdæmið sýnir hversu mikil áhrif sjórinn hefur á hitafar, en Möðruvalladæmið er líkara vetrarsveiflu, en flestar hitasveiflur á veturnum eru fremur tengdar aðstreymi en útgeislun. Mun hvassviðrasamara er á veturnum heldur en á sumrin og staðbundin hitahámörk af völdum niðurstreymis eru því nokkuð algeng. Hitabreytingar af völdum aðstreymis eru ekki oft mikið meiri en Möðruvalladæmið sýnir, nokkur dæmi finnast þó um meir en 20°C hitafall á sólarhring. Á vorin og snemma sumars geta bæði sólar- og aðstreymisþættir verið stórir.

## Lokaorð

Hér á landi er dægursveifla hita fremur bæld miðað við það sem gerist á meginlöndunum. Ástæður eru einkum tvær, ekki alveg ótengdar, sú fyrri að landið er eyja en hin síðari hversu oft er skýjað. Dægursveiflan vex kerfisbundið með fjarlægð frá sjó en er þó stærst á láglendi inn til landsins, því minni á hálendinu. Hún er einnig minni á fjallatindum en á hásléttunni. Minnst er hún á útnesja- og eyjastöðvum austanlands. Sjávarhiti er lægri þar á sumrin en í öðrum landshlutum og þoka algeng.

Í þeim gögnum sem hér voru athugað er dægursveiflan mest á Reykjum í Fnjóskadal 7,5°C, en minnst í Seley úti af Reyðarfirði 0,9°C, sjá töflu 2. Aðeins tveir júnímánuðir liggja til grundvallar reikningum á fyrrnefnda staðnum og ekki langt í næstu stöðvar með háa dægursveiflu, Húsafell með 7,3°C og Þingvelli og Möðruvelli með 7.1°C. Dómur er því ekki fallinn um það hver sé dægursveiflumesta veðurstöð landsins. Staðbundið getur verið nokkur munur á dægursveiflu, t.d. á Patreksfirði þar sem sveiflan á hafnarstöðinni er 2,0°C, en 3,5°C á stöð Veðurstofunnar uppi í bænum, báðar stöðvarnar hafa athugað í 7 ár eða meir. Oftast er munur nálægra stöðva um eða innan við 0,5°C (berid til dæmis saman stöðvarnar tvær á Hafnarmelum eða stöðina í Veðurstofureit (Reykjavík – sjálfvirk stöð) og Reykjavíkurflugvelli).

Ástæða er að hvetja til frekari rannsókna á dægursveiflu hitans á Íslandi sérstaklega með það í huga að bæta þær formúlur sem notaðar hafa verið við meðaltalsreikninga. Sömuleiðis þyrfti að tengja gögnin skýjahulu, vindhraða og vindáttum.

## Þakkir

Ástæða er að þakka samstarfsaðilum Veðurstofunnar, Vegagerð ríkisins sem starfrækir margar þær stöðvar sem hér hafa verið notaðar, Landsvirkjun sem rekur fjölmargar hálendisstöðvanna og Siglingamálastofnun sem rekur stöðvar við vita og hefur haft milligöngu um aðgengi Veðurstofunnar að athugunum í höfnum landsins. Sérstakar þakkir eru einnig til Helga Björnssonar og samstarfsmanna hans á Raunvísindastofnun fyrir aðgengi að gögnum úr mælingum á Vatnajökli.

**Gögn** af Vatnajökli eru af disknum: Gögn frá sjálfvirkum veðurstöðvum Raunvísindastofnunar og Landsvirkjunar á Vatnajökli 1994-1999. Klukku tíma augnabliksgildi hita í 2 m frá yfirborði jökuls.

## Rit sem vitnað er til

Skýrsla Helga og félaga er ein af fjölmörgum skýrslum þeirra um mælingar á Vatnajökli

Hovmöller, E. (1960): *Climatological Information on Iceland*, United Nations, Commission for Technical Assistance, Department of Economic and Social Affairs, TAO/ICE/4 115 p.

Helgi Björnsson, Sverrir Guðmundsson, Hannes H. Haraldsson og Finnur Pálsson (2000): Veðurathuganir og jökulleysing á Vatnajökli 1999. Raunvísindastofnun Háskólans, Landsvirkjun, Ágúst 2000, RH-16-00, 75 s.

Markús Á. Einarsson (1976): *Veðurfar á Íslandi*, Iðunn, Reykjavík 150 s.

Trausti Jónsson (2002): Sveiflur 1. Frumstæð athugun á dægursveiflu vindhraða og vindáttar í júnímánuði. Reykjavík : Veðurstofa Íslands, 2002. - 11 s. (Veðurstofa Íslands. Greinargerð ; 01018)

**Tafla 1**

Tegundaflokkun stöðva. Allmargar sjálfvirkar stöðvar voru ekki flokkaðar, þær sem vantar eru ýmist nýbyrjaðar eða þær eru mjög götóttar.

stöð	nafn	flokkur	stöð	nafn	flokkur
7601	Auðbjargarstaðabrekka	f_strönd	36386	Lómagnúpur	innsveit
4614	Ásbyrgi	innsveit	4300	Mývatn	innsveit
2428	Bíldudalur	fjörður	34413	Mývatnsöræfi	heiði
2304	Bjartangar	útnes	34335	Möðrudalsöræfi I	heiði
1486	Bláfjöll	heiði	3463	Möðruvellir	fjörður
33419	Blönduós sjálfvirk stöð	f_strönd	5990	Neskaupstaður sjálfvirk stöð	fjörður
2738	Bolungarvík sjálfvirk stöð	f_strönd	34087	Oddsskarð	heiði
35965	Breiðdalsheiði	heiði	3658	Ólafsfjörður	fjörður
5940	Brú	heiði	2319	Patreksfjörður	fjörður
6430	Búrfell	innsveit	2318	Patrekshöfn	fjörður
4193	Dalatangi sjálfvirk stöð	útnes	4912	Rauðinúpur	útnes
4271	Egilsstaðir sjálfvirk stöð	innsveit	1475	Reykjavík sjálfvirk stöð	strönd
32390	Ennisháls	heiði	6975	Sandbúðir	hálendi
5981	Eskifjörður	fjörður	34559	Sandvíkurheiði	heiði
5943	Eyjabakkar	hálendi	6222	Sámsstaðir	innsveit
34073	Fagradalur	heiði	5993	Seley	útnes
2631	Flateyri	fjörður	2640	Seljalandsdalur	heiði
31931	Fróðárheiði	heiði	6748	Setur	hálendi
4275	Gagnheiði	tindur	4180	Seyðisfjörður	fjörður
1453	Garðskagaviti	útnes	33750	Sigluftarvegur	f_strönd
2692	Gjögurflugvöllur	f_strönd	3752	Sigluhfjörður	fjörður
1362	Grindavík	strönd	3754	Siglunes	útnes
3975	Grimsey sjálfvirk stöð	útnes	6499	Skaftafell	innsveit
1919	Gufuskálar	útnes	6176	Skarðsfjöruviti	strönd
31674	Hafnarfjall	f_strönd	1590	Skálafell	tindur
1673	Hafnarmelar	f_strönd	36411	Skálholt	innsveit
5960	Hallormsstaðaháls	heiði	32474	Steingrímsfjarðarheiði	heiði
4060	Hallormsstaður	innsveit	2646	Súðavík	fjörður
32322	Hálfdán	hálendi	6545	Vatnsfell	hálendi
34733	Hálsar	heiði	33431	Vatnsskarð	heiði
32097	Holtavörðuheiði	heiði	5988	Vattarnes	útnes
2862	Hornbjargsviti	útnes	6657	Veiðivatnahraun	hálendi
33495	Hólasandur	heiði	33576	Víkurskarð	heiði
31840	Hraunsmúli	f_strönd	34346	Vopnafjarðarheiði I	hálendi
6802	Húsafell	innsveit	1596	Þingvellir	innsveit
5552	Hvanney	útnes	1391	Þorlákshöfn	strönd
1779	Hvanneyri	strönd	6760	Þúfuver	hálendi
2642	Ísafjörður	fjörður	2636	Þverfjall	tindur
6670	Jökulheimar	hálendi	6208	Þykkvibær	strönd
5885	Kambanes	útnes	32654	Ögur	fjörður
5933	Kárahnjúkar	hálendi	35305	Öræfi	f_strönd
31953	Kerlingarskarð	heiði	33357	Öxnadalshéiði	heiði
31579	Kjalarnes	f_strönd			
32224	Kleifaheiði	heiði			
3225	Kolka	hálendi			
5975	Kollaleira sjálfvirk stöð	fjörður			
1479	Korpa	strönd			

**Tafla 2**

Dægurspönn júnímánaðar. Spönnin er skilgreind sem munur á hæsta og lægsta klukkumeðaltali. Athugið að mjög mismörg ár liggja til grundvallar og tölurnar því e.t.v. ekki alveg sambærilegar.

stöð	spönn	stöð	spönn	stöð	spönn
Afstapahraun	4,47	Húsavíkurhöfn	3,55	Seley	0,88
Akranes	2,20	Hvalnes	2,13	Seljalandsdalur	3,97
Auðbjargarstaðabrekka	3,64	Hvammur	3,92	Setur	5,19
Ás í Melasveit	4,46	Hvanneyri	2,52	Seyðisfjörður	2,95
Ásbyrgi	6,07	Hvanneyri	6,48	Siglufjarðarvegur	3,16
Bíldudalur	4,35	Hvassahraun	4,49	Siglufjörður	3,72
Bjartangar	1,84	Ísafjörður	3,71	Síglunes	3,30
Bjarnarey	1,03	Jökulheimar	4,28	Skaftafell	5,53
Bláfjallaskáli	3,29	Kambanes	1,53	Skagatá	1,80
Bláfjöll	3,21	Kárahjúkar	5,03	Skarðsfjöruviti	3,36
Blönduós sjálfvirk stöð	4,47	Kerlingarskarð	3,99	Skálafell	3,37
Bolungarvík sjálfvirk stöð	3,89	Kjalarnes	3,70	Skálholt	6,06
Botnsheiði	5,03	Kleifaheiði	3,58	Skrauthólar	3,84
Brattabrekka	5,30	Klettsháls	4,51	Sómastaðagerði	3,30
Breiðdalsheiði	3,90	Kolgrafarfjörður	3,90	Steinar	2,76
Brú	6,68	Kolka	5,83	Steingrímsfjarðarheiði	4,16
Brúarjökull 95 til 99 *	2,35	Kollaleira sjálfvirk stöð	4,05	Straumnesviti	1,62
Búrfell	5,66	Korpa	4,34	Straumsvík	3,08
Dalatangi sjálfvirk stöð	1,41	Kræklingahlíð	4,77	Súðavík	3,94
Dalvík	3,28	Köldukvíslarjökull 96 til 99 *	2,02	Teigarhorn sjálfvirk stöð	2,76
Dynjandisheiði I	2,33	Laufbali	4,13	Uppþyppingar	5,65
Egilsstaðir sjálfvirk stöð	5,74	Laxárdalsheiði	5,24	Vaðlaheiði	4,73
Einarsnes í Skerjafirði	2,93	Litla-Skarð	6,99	Vatnaleið	5,16
Ennisháls	3,06	Líkárvatn	3,59	Vatnsfell	5,95
Eskifjörður	3,08	Ljósá í Reyðarfirði	3,07	Vatnsskarð	5,50
Eyjabakkar	4,25	Lómagnúpur	3,85	Vatnsskarð eystra	2,39
Fagridalur	4,70	Lónakvísl	3,98	Vattarnes	1,49
Fjarðarheiði	3,57	Miðdalsheiði	4,98	Veiðivatnahraun	5,52
Flateyri	2,80	Mýrdalssandur	4,12	Végeirsstaðir í Fnjóskadal	6,67
Fontur	1,34	Mývatn	5,97	Vífilsstaðavegur	4,08
Fróðarheiði	2,94	Mývatnsheiði	6,07	Víkurskarð	4,70
Gagnheiði	1,98	Mývatnsöræfi	6,74	Vopnafjarðarheiði I	4,71
Garðskagaviti	2,23	Möðrudalsöræfi I	4,96	Þingmannaheiði	3,80
Gílsfjörður	3,52	Möðrudalsöræfi II	5,03	Þingmannaheiði II	3,21
Gjögurflugvöllur	2,47	Möðruvellir	7,12	Þingvellir	7,12
Grindavík	2,80	Neskaupstaður I	3,06	Þorlákshöfn	3,16
Grimsey sjálfvirk stöð	2,46	Neskaupstaður sjálfvirk stöð	3,65	Þrengslí	4,24
Grundartangi	4,01	Oddsakarð	2,08	Þúfuver	5,40
Gufuskálar	3,11	Ólafsfjörður	2,74	Þverfjall	2,35
Gullfoss	6,16	Ólafsvíkurhöfn	2,63	Þykkvibær	5,05
Hafnarfjall	4,09	Papey	1,39	Ögur	2,84
Hafnarmelar	4,49	Patrefsfjörður	3,53	Ölkelduháls	3,44
Hallormsstaðaháls	3,50	Patrekshöfn	2,01	Öræfi	3,97
Hallormsstaður	6,18	Rauðinúpur	2,44	Öxnadalshöfn	5,78
Hálfván	3,51	Reykir í Fnjóskadal	7,52		
Hálsar	3,71	Reykjanesbraut	3,48		
Hellisheiði	4,06	Reykjavík sjálfvirk stöð	3,64		
Hellisskarð	3,85	Reykjavíkflugvöllur	3,43		
Holtavörðuheiði	4,77	Sandbúðir	4,87		
Hornbjargsviti	1,47	Sandskeið	4,63		
Hólasandur	6,06	Sandvíkurheiði	3,30		
Hraunsmúli	3,75	Sámsstaðir	4,48		
Húsafell	7,33	Sáta	5,32		

\* Mælingar Raunvísindastofnunar og Landsvirkjunar á Vatnajökli 1994 til 1999 (Helgi Björnsson ofl.)

## Viðauki

### Lagskipan í neðri hluta veðrahvolfs – huglíkan.

Alþjóðlegt, einfaldað, lagskipt huglíkan af dægurgangi lóðréttrar skipanar neðri hluta veðrahvolfs virðist eiga vel við hér á landi að sumarlagi. Þess er víða getið, einkum í byrjendakennslubókum, hér nægir að nefna Oke (1987), Stull (2000) og Whiteman (2000) sem allir sýna ágætar skýringamyndir. Meginlög líkansins eru þrjú, við skulum kalla þau „yfirlag“, „leifalag“ og „kvikulag“. Auk þess koma tvö þunn og lágtliggjandi lög við sögu, við köllum þau „útgeislunarlag“ og „sjávarlag“. Þrennt er það sem greinir lögina að: (i) Mismunandi stöðugleiki, (ii) mismunandi vindur og stundum einnig að (iii) rakainnihald er ólíkt. Yfirlagið er, eins og nafnið bendir til, efst og gerir lítið nema að mynda stöðugt lok yfir þeim neðri, hitahvörf eru við neðri brún þess, þar strax fyrir neðan er leifalagið og kvikulagið neðst meginlaga. Lagskiptingin á sér forsögu sem rétt er að skýra nánar.

Sagan byrjar að morgni dags þegar stöðugt yfirlagið náði alveg til jarðar. Þegar sól hækkaði á lofti hitaði hún yfirborðið verulega, loft næst því varð mjög óstöðugt leitaði upp og blandaðist lofti fyrir ofan. Þá varð til kvikulag, mættishiti er hinn sami í því öllu, en hversu hátt það nær fer eftir því hversu vel inngeislunin nýtist til upphitunar yfirborðsins, því hversu stöðugt yfirlagið er og hvort vindur blæs í kvikulaginu. Lagið kyrrist ekki allt alveg um leið og sól lækkar á lofti og blöndun við efra lagið heldur því eitthvað áfram efst í kvikulaginu, með þeim afleiðingum að mættishiti verður ívið hærri ofan til en neðar í laginu, en þegar kvöldsett er orðið hverfur kvikan úr laginu. Um kvöldið þegar sólin er orðin lágt á lofti byrjar neðsti hluti kvikulagsins að kólna ört og brátt verða þar til önnur hitahvörf, neðan þeirra myndast sérstakt en mjög þunnt útgeislunarlag. Taka ber eftir því að kólnunin blandast ekki upp eins og upphitunin. Næsta morgun þarf sólin að byrja á því að eyða orku í að hita upp útgeislunarlagið áður en kvikan fer að blanda lofti upp í kvikulag dagsins áður sem að nokkru hefur tekið við því hlutverki sem yfirlagið hafði. Við nefnum leifar af kvikulagi dagsins áður einfaldlega leifalag, fleirtalan er valin vegna þess að um leifar margra daga getur verið að ræða. Lögina eru því orðin þrjú: Neðst er vel blandað kvikulag þar sem mættishiti er sá sami í öllu laginu, leifalag þar sem mættishiti stígur lítillega með hæð og yfirlag þar sem mættishiti stígur. Í rauninni geta leifalögin verið mörg eða þá að kviku dagsins tekst að hreinsa leifalagið alveg uppúr, þannig að sagan geti endurtekið sig frá grunni.

Hér á landi er einnig mjög algengt að kalt sjávarlag stingi sér undir kvikulagið, sérstök hitahvörf skilja þá lögina að. Inngeislunin þarf því að byrja upp á nýtt ef samband á að nást milli yfirborðs og eldra kvikulags. Á nóttunni standa stök fjöll upp úr útgeislunarlaginu og tindar þeirra frétta síðar en aðrar stöðvar af kvikulaginu sem belgast út að neðan þegar sól fer að hita það.

### Rit nefnd í texta hér að ofan

Oke, T. R. (1987): *Boundary Layer Climates*, 2nd edition, Routledge, London, New York 435 p.

Stull, Roland B. (2000): *Meteorology for Scientists and Engineers*, 2nd edition, Brooks/Cole 502 p.

Whiteman, C. David (2000): *Mountain Meteorology. Fundamentals and Applications*, Oxford UP, New York, Oxford 355 p.

### Nokkur nýyrði sem ekki skýra sig sjálf

fasta	persistence
leifalag	residual layer
mættishiti	potential temperature