


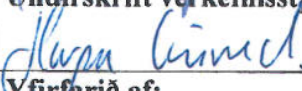
## Sjálfvirkar snjódýptarmælingar á upptakasvæðum snjóflóða Reynslan af SM4 snjómæli

Harpa Grímsdóttir  
Örn Ingólfsson

# Sjálfvirkar snjódýptarmælingar á upptakasvæðum snjóflóða Reynslan af notkun SM4 snjómæli

---

Harpa Grímsdóttir, Veðurstofu Íslands  
Örn Ingólfsson, POLS Engineering

<b>Skýrsla nr.:</b> VÍ 2010-008	<b>Dags.:</b> September 2010	<b>ISSN:</b> 1670-8261	<b>Opin</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Lokuð</b> <input type="checkbox"/> <b>Skilmálar:</b>
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Sjálfvirkar snjódýptarmælingar á upptakasvæðum Reynslan af SM4 snjósmæli		<b>Upplag:</b> 25	
		<b>Fjöldi síðna:</b> 20	
<b>Höfundar:</b> Harpa Grímsdóttir og Örn Ingólfsson		<b>Framkvæmdastjóri sviðs:</b> Óðinn Þórarinnsson	
		<b>Verkefnisstjóri:</b> Harpa Grímsdóttir	
<b>Gerð skýrslu/verkstíg:</b>		<b>Verknúmer:</b> 4151-0-0001	
<b>Unnið fyrir:</b> Ofanflóðasjóð og Veðurstofu Íslands			
<b>Samvinnuaðilar:</b> POLS Engineering			
<b>Útdráttur:</b> POLS verkfræðistofa á Ísafirði hefur þróað og smíðað sjálfvirka snjódýptamæla sem eru samsettir úr röð hitaskynjara. Snjódýptarmæling SM4 byggir á því að meira flókt er á hita í andrúmslofti en í snjónum. Einnig fæst hitasnið upp í gegnum snjóþekjuna sem getur gefið vísbendingar um lagskiptingu í snjónum. Veðurstofan hefur keypt nokkra SM4 mæla til reynslu og samanburðar við hefðbundna bergmálmæla. SM4 mælarnir geta sýnt snjódýpt með nægjanlegri nákvæmni fyrir mat á snjóflóðahættu. Þeir virðast ekki truflast af ísingu eins og bergmálmælarnir gera og eru mun ódýrari í uppsetningu. Upp hafa komið bilanir í búnaði og samskiptakerfi, en unnið hefur verið að því að bæta rekstraröryggi mælanna með góðum árangri.			
<b>Lykilorð:</b> snjór, snjóflóð, snjósmæli, SM4, snjódýptarmæli, sjálfvirkar snjódýptarmælingar, snjóflóðaspá, snjóhiti, hitastafur		<b>Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs:</b> 	
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
		<b>Yfirfarið af:</b> TJ, SG	



## Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	7
2	Um tækið .....	7
	2.1 Uppsetning mæla.....	9
3	Reynslan af sm4 .....	10
	3.1 Samanburður við bergmálsmæla.....	11
	3.1.1 Uppsetning mæla.....	11
	3.1.2 Stöðugleiki búnaðar.....	11
	3.1.3 Virkni við ísingaraðstæður .....	12
	3.2 Önnur not SM4.....	14
	3.2.1 Hitastigull og myndun veikra laga .....	14
	3.2.2 Þróun hita í snjónum í hláku eða rigningu .....	16
	3.2.3 Tímasetning snjóflóða og flekabykkt.....	18
4	Niðurstöður – samantekt .....	19
	Heimildir .....	20

## Myndaskrá

Mynd 1.	Snjódýptarmælir í upptakasvæði að sumarlagi.....	8
Mynd 2.	Tvær útfærslur af SM4.....	9
Mynd 3.	Gögn frá SM4 í Traðargili. ....	10
Myndir 4-6.	Ísingarkápa á SM4 .....	14
Mynd 7.	Snjódýptarmælingar bergmálsmælis.....	14
Mynd 8.	Hitastigull í snjónum í Traðargili þann 2. febrúar 2007. ....	15
Mynd 9.	Hitastigull í snjónum við Kistufell þann 28. mars 2010.....	16
Mynd 10.	Hitastigull í snjónum í Traðargili þann 23. mars 2007.....	17

## Töfluskrá

Tafla 1.	Hlutfall tíma þar sem gögn skiluðu sér ekki frá SM4 mælum.....	11
Tafla 2.	Hlutfall tíma þar sem gögn skiluðu sér ekki frá bergmálsmælum .....	12



# 1 Inngangur

Einn mikilvægasti þátturinn í því að meta á snjóflóðahættu er að fylgjast með snjódýpt í upptakasvæðum og breytingum á henni, en það getur verið vandkvæðum bundið. Niðurstöður úrkomumælinga eru ekki nægilega dæmigerðar fyrir snjósöfnun í upptakasvæðum. Ástæðurnar eru nokkrar:

- Í vindi og snjókomu mælist úrkoma ekki rétt þar sem hluti hennar fýkur hjá án þess að safnast í úrkomumælana.
- Úrkoma er gjarnan önnur og mun meiri á upptakasvæðum snjóflóða til fjalla en á láglandinu þar sem úrkomumælar eru staðsettir.
- Stór hluti snjósöfnunar í upptakasvæði getur verið vegna skafrennings en ekki ofankomu.

Snjódýptarstikum hefur verið komið fyrir á helstu upptakasvæðum ofan þéttbýlis þar sem fylgst er með snjóflóðahættu hér á landi. Snjódýpt er lesin af stikunum með kíkí. Gallinn við þessa aðferð er sá að ekki er hægt að mæla snjódýptina þegar skyggni er slæmt eins og oft er þegar snjór safnast hratt í upptakasvæðin.

Af þessum sökum hafa sjálfvirkir snjódýptamælar reynst mjög mikilvægir við snjóathuganir í grennd við þéttbýli. Þeir eru staðsettir í eða við upptakasvæði snjóflóða og mæla snjódýpt jafnóðum. Veðurstofan hefur notað bergmáls-(ultrasonic) snjódýptarmæla á nokkrum stöðum og hefur reynslan af þeim verið nokkuð góð. Helstu vandamálin sem upp hafa komið við notkun bergmálmælanna eru eftirfarandi:

- Þeir detta oft út við ísingaraðstæður.
- Í vondu veðri endurkastast geislinn gjarnan af skafrenningnum eða snjókomunni í stað yfirborðs snævar.
- Í mælinum er gullhúðuð himna sem nauðsynlegt hefur verið að skipta um u.þ.b. árlega og fylgir því dálítill kostnaður, aðallega vegna ferða.
- Mælarnir þurfa mastur sem er stöðugt og nær vel upp fyrir yfirborð snævar og því er uppsetning þeirra fyrirhafnar- og kostnaðarsöm.

Tilgangurinn með hönnun SM4 snjómælis er að framleiða mælitæki sem er tryggara í rekstri, ódýrara og auðveldara í uppsetningu en þeir snjódýptarmælar sem hingað til hafa verið notaðir.

## 2 Um tækið

Snjómælirinn SM4 byggist á einfaldri hugmynd. Röð hitaskynjara er komið fyrir með ákveðnu millibili á stöng sem fest er á yfirborð jarðar og stendur upp úr snjónum (mynd 1). Mælingar eru skráðar með nokkurra mínútna millibili og síðan sendar reglulega til miðlægrar tölvu í gegnum GSM kerfið.

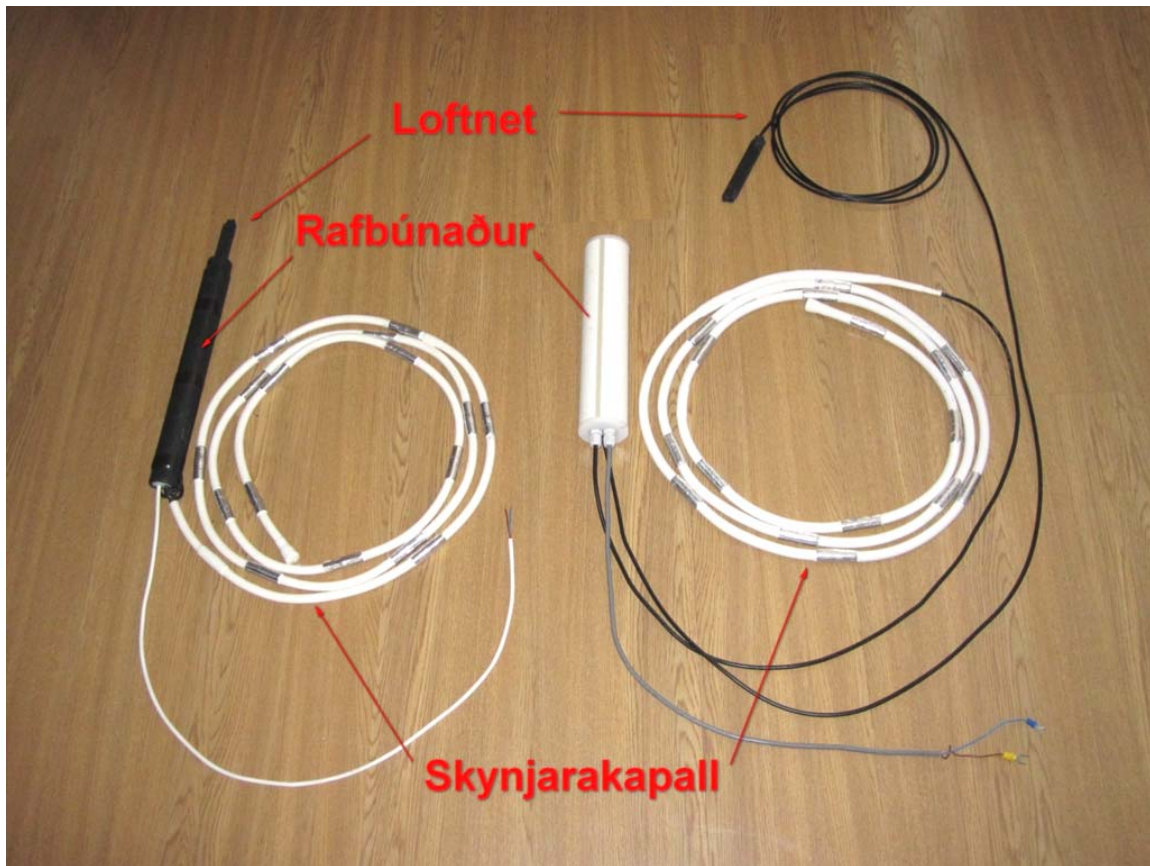


*Mynd 1. Snjódýptarmælir í upptakasvæði að sumarlagi. Ljósmynd: Örn Ingólfsson.*

Snjódýptarmælingin byggir á því að greina þá skynjara sem eru grafnir í snjó. Hiti í þeim er fremur stöðugur en flöktir ekki eins og í andrúmsloftinu.

Framleiðsla SM4 hófst árið 2006, en það haust keypti Veðurstofan fyrstu mælana og setti upp. Síðan þá hafa mælarnir verið í stöðugri þróun í þeim tilgangi að bæta rekstraröryggi þeirra og einfalda tækjabúnaðinn. Á mynd 2 má sjá árgærðir 2008 og 2009. Í nýrri mælinum hefur loftnetið verið sameinað öðrum rafbúnaði þannig að tækið er einfaldara í uppsetningu og samanstendur aðeins af tveimur einingum, þ.e. skynjarakapli og rafbúnaði.





Mynd 2. Tvær útfærslur af SM4. Til vinstri er útgáfa frá 2009 en til hægri frá 2008.  
Ljósmynd: Örn Ingólfsson.

## 2.1 Uppsetning mæla

Veðurstofan hefur keypt og sett upp nokkra SM4 snjósmæla og Vegagerðin hefur sett upp fjóra.

### Haustið 2006:

Traðargil, Bolungarvík  
Hafnarhryna, Siglufirði  
Tindaöxl, Ólafsfirði

### Haustið 2007:

Kistufell, Ísafirði  
Traðarhryna, neðarlega í hlíðinni

### Haustið 2008:

Tveir mælar í Súðarvíkurhlíð, gil 6 og 22

### Haustið 2009:

Tröllagil, Neskaupstaður  
Strandartindur, Seyðisfjörður

### Haustið 2010:

Tveir mælar til viðbótar í gil 22 í Súðavíkurhlíð

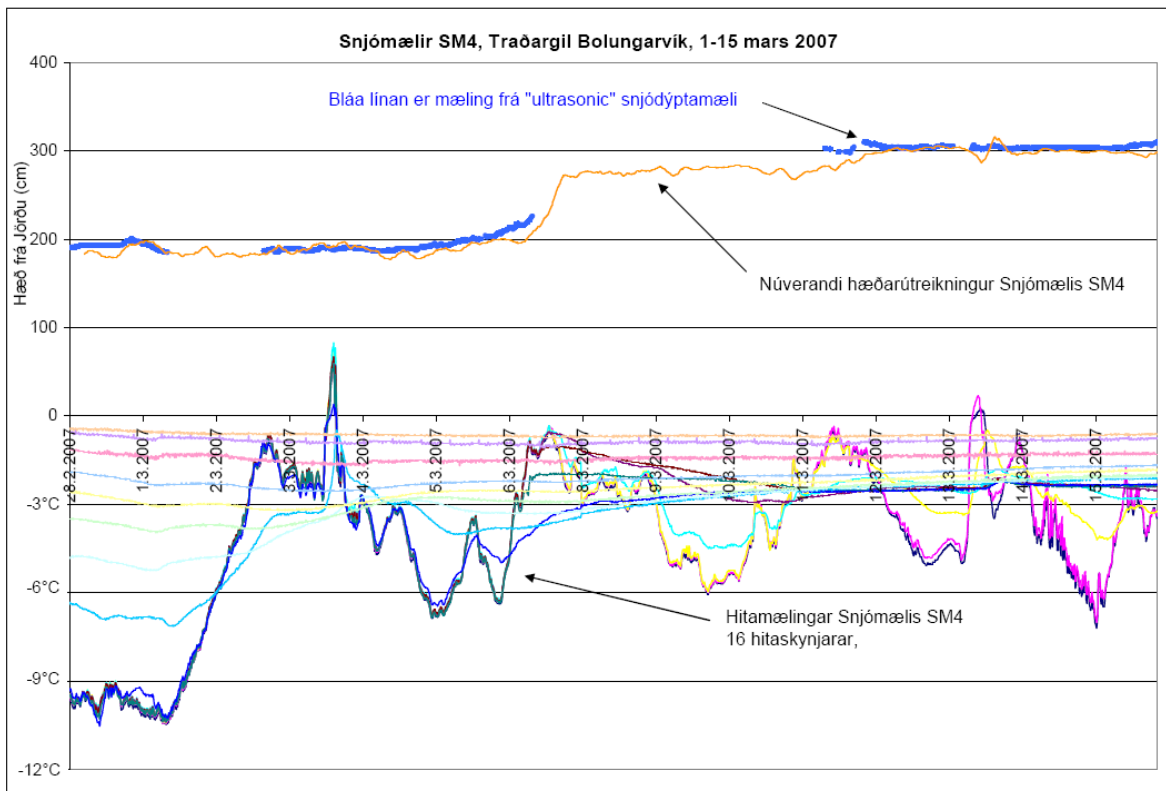
Mælarnir sem settir voru upp haustið 2006 var komið fyrir á stöðum þar sem fyrir voru Campbell bergmálmælur og var það gert í samburðarskyni. Þeim mælum er komið fyrir á skástífu sem fest er við möstrin með bergmálmælunum (sjá mynd 4), en þau eru um 5 m há með öflugum undirstöðum.

Aðrir SM4 mælur standa einir og hefur þeim verið komið fyrir á snjódýptarstikum Veðurstofunnar, ýmist stikum sem stóðu fyrir eða nýjum sem settar hafa verið upp (sjá mynd 1).

Mælarnir í Súðavíkurlíð voru settir upp fyrir Vegagerðina.

### 3 Reynslan af SM4

Ljóst er að mælirinn getur sýnt snjódýpt með nokkrum áreiðanleika. Augljós munur er á gögnum frá skynjurum sem eru ofan í snjónum og skynjurum í andrúmsloftinu. Hitinn flöktir mun minna í snjónum. Þróun reikniaðferðar til þess að meta snjódýptina út frá gögnunum er komin vel á veg. Aðferðin byggir annars vegar á sveiflunni í hita í hverjum skynjara fyrir sig, og hinsvegar á hitasniði þvert í gegnum snjóþekjuna. Erfiðast er að reikna snjódýpt þegar hiti í lofti er sá sami og í snjónum og lofthiti sveiflast lítið.



Mynd 3. Gögn frá SM4 í Traðargili. Efri línurnar sýna snjódýpt frá SM4 og bergmálmæli. Bergmálmælirinn datt út á tímabili vegna ísingar. Neðri línurnar sýna gögn frá hverjum skynjara SM4 fyrir sig. Mikið flökt er á hita frá skynjurum sem eru ofan snævar en hitinn í snjónum flöktir lítið. Á myndinni sést hvernig skynjararnir lenda ofan í snjónum einn af öðrum þegar snjódýpt eykst.

### 3.1 Samanburður við bergmálsmæla

Í fjóra vetur hafa SM4 mælar verið reknir við hlið bergmálsmæla á þremur stöðum: Traðargili í Bolungarvík, Hafnarhyrnu á Siglufirði og Tindaöxl Ólafsfirði. Ýmislegt hefur komið upp á sem spillt hefur fyrir samanburðinum. Til að mynda féllu möstur allra mælanna fyrsta veturinn. Mastrið í Traðargili var reist strax aftur og eru því til gögn þaðan frá þeim tíma.

Þrátt fyrir þetta hefur fengist ágæt mynd af kostum og göllum hvors mælis fyrir sig.

#### 3.1.1 Uppsetning mæla

Kosturinn við að geta sett SM4 á venjulegar snjódyptarstikur er sá að hjá Veðurstofunni er löng reynsla af uppsetningu og viðhaldi slíkra stika með tiltölulega litlum tilkostnaði. Fyrir bergmálsmæla þarf aftur á móti um 5 m hátt mastur sem er venjulega steipt fast, og er miklu dýrara í uppsetningu.

#### 3.1.2 Stöðugleiki búnaðar

##### *SM4 mælir*

Ýmis vandamál hafa komið upp varðandi rekstur SM4 mælanna. Mælirinn hefur verið í stöðugri þróun undanfarin þrjú ár með það að markmiði að bæta rekstraröryggi hans. Búnaðurinn hefur verið einfaldaður til að auka stöðugleikann og sjálfvirkur endurræsingar-búnaður hefur aukið „uppi-tímanna“ mikið.

*Tafla 1. Hlutfall tíma þar sem gögn skiluðu sér ekki frá SM4 mælum.*

Staðsetning mæla Tímabil	Kistufell	Traðar- gil, 300 m y.s.	Traðar- gil, 540 m y.s.	Siglu- fjörður	Ólafs- fjörður	Súðavík urhlíð, gil 6	Súðavík urhlíð, gil 22	Seyðis- fjörður	Neskaup- staður
2007–8	25%	0%	15%	39%	5%				
2008–9	8%	7%	1%	20%	2%	60%	1%		
2009–10	3%	0%	6%	0%	4%	3%	0%	2%	0%

Ástæður þess að mælarnir senda ekki frá sér gögn geta verið margvíslegar, en þeirra er oftast að leita í tækinu sjálfu, GPRS kerfinu (GSM) eða því að stikurnar hafa eyðilagst. T.d. skiluðu gögn úr gili 6 í Súðavíkurhlíð sér ekki í lengri tíma veturinn 2008–9 vegna þess að merki var lélegt og verið var að gangsetja nýjan GSM sendi. Ytri aðstæður, s.s. skafrenningur eða ísing, hafa ekki haft áhrif á gagnaskil SM4, nema þegar möstrin gefa sig t.d. í snjóflóðum eða grjóthruni.

## Bergmálmælir

Tafla 2. Hlutfall tíma þar sem gögn skiluðu sér ekki frá bergmálmælum.

Staðsetning mæla tímabil	Traðargil	Seljalandsdalur, 550 m y.s.	Seljalandsdalur, 280 m y.s.	Siglu-fjörður	Ólafs-fjörður	Seyðis-fjörður	Neskaupstaður
2008	4%	0%	0%	25%	0%	1%	10%
2009	11%	2%	0%	18%	26%	1%	23%
jan-ap 2010	31%	1%	0%	8%	100%	46%	1%

Mismunandi er milli mæla hversu vel gögn úr þeim skila sér. Mælirinn í Traðargili ofan Bolungarvíkur dettur t.d. út, að því er virðist vegna ísingar, nokkrum sinnum á hverjum vetri. Stundum aðeins hluta úr degi, en stundum í marga daga í einu. Aftur á móti hafa báðir mælarnir á Seljalandsdal verið mjög stöðugir og detta nánast aldrei út. Skýringarnar á þessum mismun gætu m.a. verið þær að mælirinn á Seljalandsdal er lengra frá sjó og í minni vindi en mælirinn í Traðargili. Bilanir í samskiptabúnaði mælanna á Ólafsfirði og Seyðisfirði árið 2010 ollu því að engin gögn skiluðu sér í marga mánuði. Í sumum tilfellum gæti skýringin verið rafhlöðuvandamál.

Til viðbótar við þetta verður stundum truflun á mælingum bergmálmælanna þegar snjókoma er eða skafrenningur. Þá koma inn á milli mælingar sem sýna of mikla snjódýpt, en ef horft er á gögnin í línuriti yfir lengri tíma, má yfirleitt lesa rétta snjódýpt úr þeim.

Í töflum 1 og 2 er ekki sama skipting tímabila, þannig að ekki er hægt að bera saman hvert ár eða hvern vetur fyrir sig. Tilgangurinn er einungis að sýna heildarmyndina og grófan samanburð yfir þriggja ára tímabil.

### 3.1.3 Virkni við ísingaraðstæður

Bergmálmælarnir byggja á því að himna í þeim titrar og þannig gefa þeir frá sér hljóðbylgju sem endurkastast frá yfirborði snævar og er tími bergmáls mældur. Í ísingu frýs himnan stundum eða verður hulin ísingu og þá stendur mælirinn á sér. Aðstæður með tilliti til ísingar virðast mjög mismunandi á milli mæla eins og áður hefur komið fram.

#### *Dæmi um ísingartímabil í desember 2006*

Bergmálmælirinn í Traðargili var óvirkur frá 28. nóvember til 9. desember. Farið var upp að mælinum þann 9. desember til að koma honum í gang og skipta um rafgeymi. Á ljósmyndum sem teknar voru þá (myndir 4–6), sést að ísingarkápa er utan um möstrin og mælana. Líklegt má því telja að bergmálmælirinn hafi dottið út vegna ísingar. Gögnin frá SM4 dagana fyrir 9. desember virðast hins vegar eðlileg eins og sjá má á mynd 7 og svo virðist sem ísing í þessu magni trufla ekki lofthitamælingar SM4. Í ferðinni þann 9. desember var mokað frá SM4 og sést það á gögnunum þann dag (mynd 7).



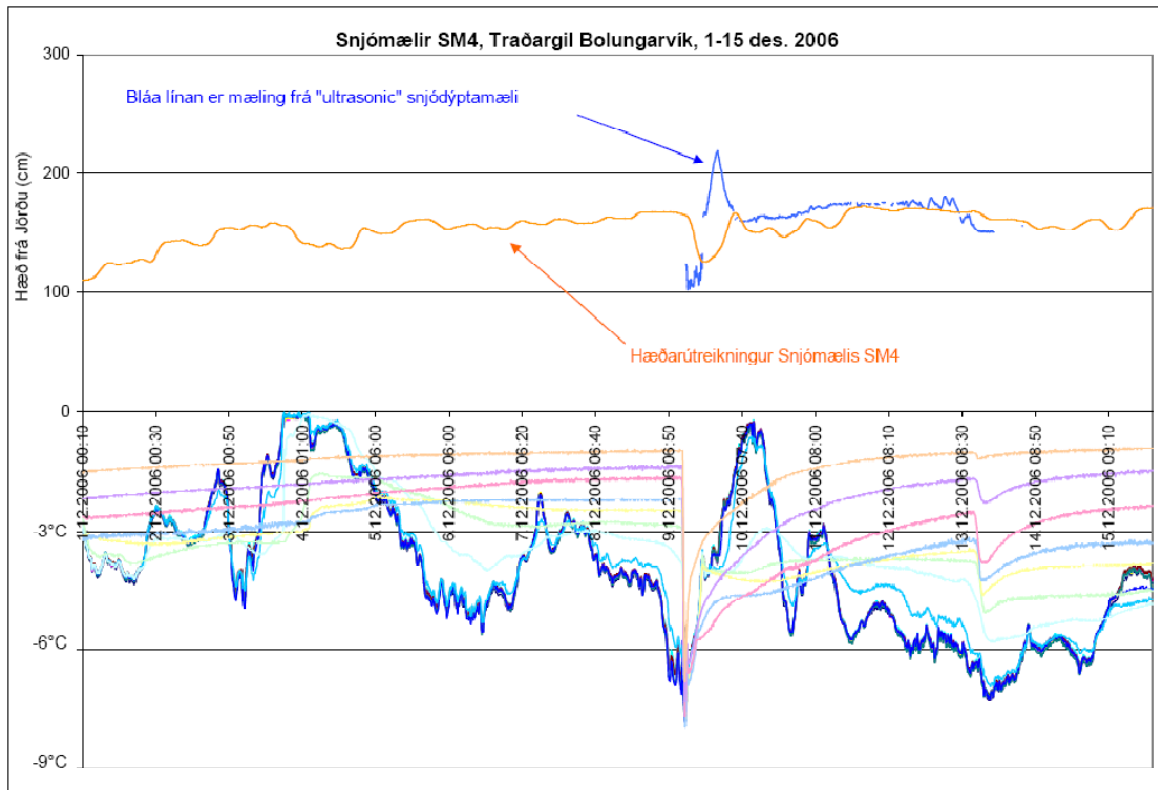
*Mynd 4. Ísingarkápa á snjódýptarmælum og mastri í Traðargili 9. desember 2006. SM4 er á efri stoðinni. Ljósmynd: Veðurstofa Íslands.*



*Mynd 5. Bergmálmælirinn er vinstra megin á þverbitanum. Ljósmynd: Veðurstofa Íslands.*



*Mynd 6. Ísing á SM4, 9. desember 2006. Ljósmynd: Veðurstofa Íslands.*



Mynd 7. Snjódýptarmælingar bergmálsælis og SM4 og hiti frá skynjurum SM4 í 540 m hæð í Traðargili, dagana 1.–15. desember 2006.

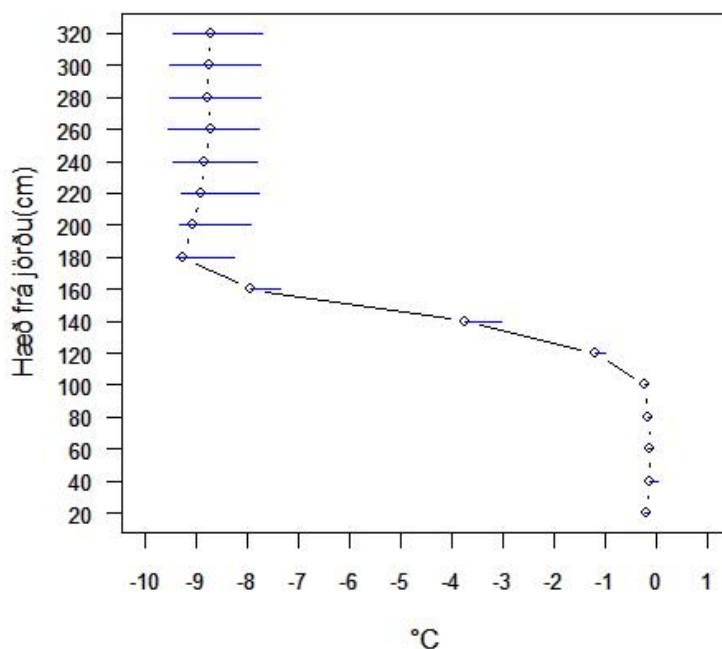
## 3.2 Önnur not SM4

### 3.2.1 Hitastigull og myndun veikra laga

SM4 sýnir hitasnið upp í gegnum snjóþekjuna og þar með hitastigulinn í henni. Í sumum tilfellum geta slíkar upplýsingar verið gagnlegar til að meta stöðugleika snævar og lagskiptingu. Ef hitastigull er hár í lengri tíma geta myndast kantaðir kristallar í snjónum, sem bindast verr en kristallar sem „rúnnast“. Þumalfingursregla er að ef hitastigull er yfir  $10^{\circ}\text{C}/\text{m}$  geta myndast kantaðir kristallar (McClung og Schearer, 1993).

Öðru hverju koma snjóflóðahrinur á Íslandi sem orsakast einkum af ummyndun í tengslum við háan hitastigul og veikum lögum sem þá myndast. Í snjóflóðaspám á Íslandi hefur megináherslan verið lögð á úrkomu og skafrenning, en mikilvægt er að fylgjast með þróun snævar og geta séð fyrir myndun veikra laga. Þegar veikt lag er viðvarandi í snjónum geta fallið stór snjóflóð við minnstu snjókomu eða skafrenning og einnig er þá mikil hættu á að fólk á ferð í fjalllendi komi sjálft af stað flóði. Sem dæmi um þetta má nefna snjóflóðahrinu í febrúar og mars 2007 og snjóflóð sem féllu í kringum páskana 2010.

07:01 fim. 08/02/2007

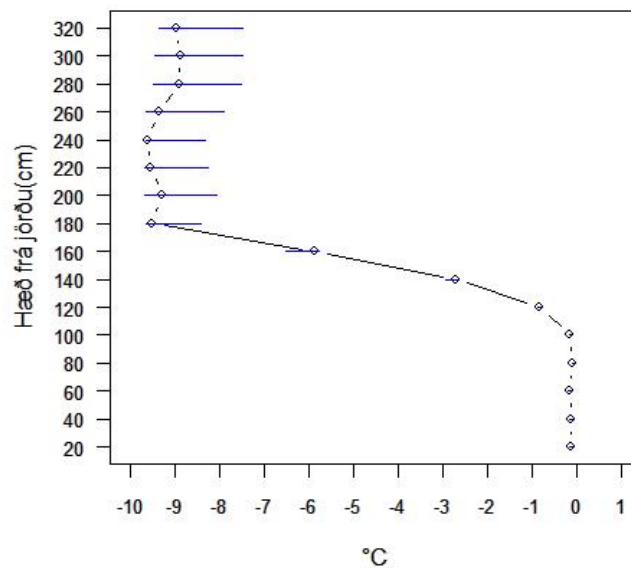


Mynd 8. Hitasnið í snjónum í Traðargili í 540 m y.s. þann 8. febrúar 2007. Hitastigullinn í efstu 60 cm er mun hærri en  $10^{\circ}\text{C}/\text{m}$  sem er viðmiðið fyrir myndun kantaðra kristalla.

Meginorsök snjóflóðahrinunnar í febrúar og mars 2007 er talin hafa verið veikt lag í snjónum. Nokkur íslög hvert ofan á öðru virðast hafa myndast um mánaðarmótin janúar–febrúar. Fyrri hluta febrúar var kalt og stillt veður og hitastigull í snjónum var hár (mynd 8). Þá mynduðust veik lög með köntuðum kristöllum undir íslögunum og það var á efsta kantaða laginu sem flóðin virðast hafa fallið. Eins og SM4 er settur upp núna með hitamælum á 20 cm millibili er hann ekki nógu nákvæmur til að greina hitastigul á stuttum kafla, s.s. rétt í kringum íslög, en hann sýnir vel hitastigulinn í snjóþekjunni í heild, sem getur gefið vísbendingar um það sem er að gerast í kringum íslögin.

Um páskana 2010 í byrjun apríl féllu nokkur flóð á og nálægt skíðasvæðunum á Ísafirði. Sum þeirra fóru af stað af mannavöldum en ekki urðu slys á fólki. Flóðin komu nokkuð á óvart, en þegar gögnin úr SM4 við Kistufelli eru skoðuð sést að dagana fyrir flóðin var mjög kalt og hitastigull í snjónum var orðinn hár (mynd 9).

15:28 sun. 28/03/2010



Mynd 9. Hitasnið í snjónum við Kistufell þann 28. mars 2010. Hitastigullinn er yfir viðmiðunarmörkum í efstu 80 cm.

Verið er að kanna hvort ekki megi útbúa sjálfvirka viðvörðun þegar hitastigull hefur verið hár í ákveðinn tíma. Slíkt myndi hjálpa til við að greina aðstæður sem þessar með fyrirvara.

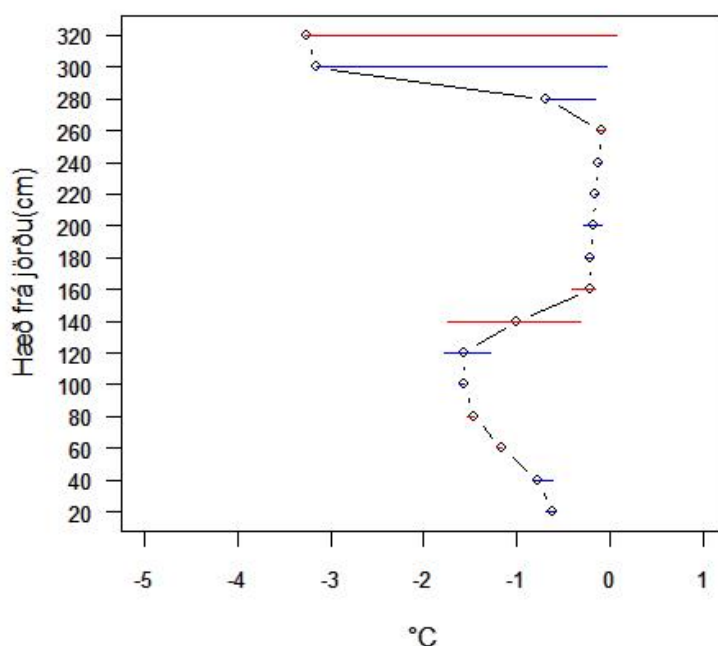
### 3.2.2 Þróun hita í snjónum í hláku eða rigningu

Gögnin úr SM4 gætu hjálpað snjóflóðasérfræðingum við að fylgjast með ferlinu í snjónum í hláku eða rigningu.

Þegar hlánaði í mars 2007 var með hjálp SM4 reynt að fylgjast með því hvenær hlýnunin í snjónum nálgadist dýpið þar sem veika lagið var (mynd 10). Þannig getur mælirinn hugsanlega gefið mikilvægar upplýsingar um það hvort hláka nær nógu djúpt niður í snjóinn til að þekkt, veik lög eyðileggist og hverfi eða bresti svo snjóflóð falli.



10:43 fös. 23/03/2007

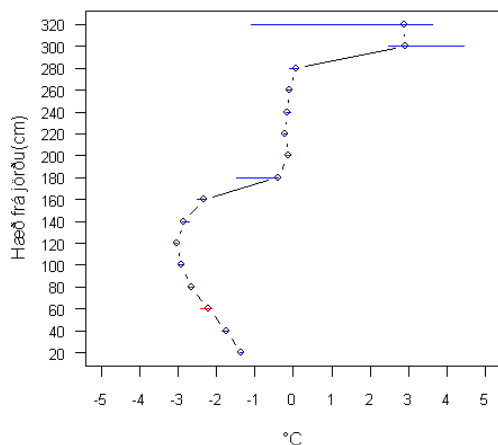


Mynd 10. Hitasnið í snjónum í 540 m hæð í Traðargili þann 23. mars 2007. Efstu 120 cm af snjónum voru í 0°C eftir hlýindakafli á undan. Snjódýpt er um 3 m.

Áhugavert var að fylgjast með gögnum úr SM4 í 540 m hæð í Traðargili þann 20. mars 2009 þegar rigndi ofan í snjóinn og lofthiti var um +3°C (mynd 11). Til að byrja með fóru efstu skynjararnir upp í 0°C í réttri röð ofanfrá og niður. Síðan hækkaði hitinn skyndilega ört á skynjara í 120 cm hæð án þess að næstu skynjarar þar fyrir ofan fylgdu á eftir. Hugsanleg skýring er að snjórinn fyrir ofan hafi verið orðinn votur og vatn hafi seytnað niður og lent á ógegndræpu lagi skammt neðan við 120 cm. Hugsanlega gætu slíkar aðstæður skapað snjóflóðahættu í einhverjum tilfellum.

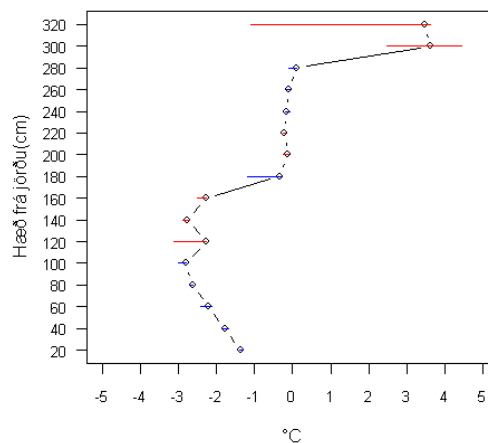
### Traðargil Bolungarvík, Rigning!

02:01 fös. 20/03/2009



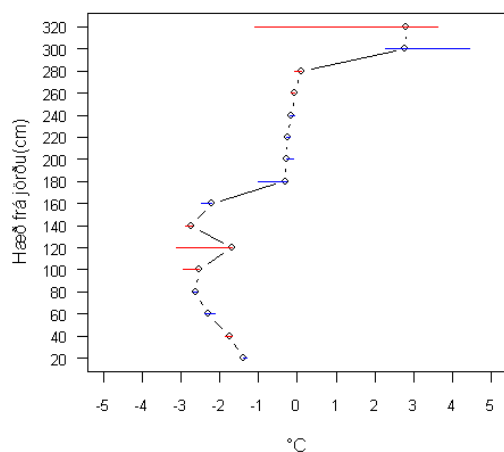
### Traðargil Bolungarvík, Rigning!

03:01 fös. 20/03/2009



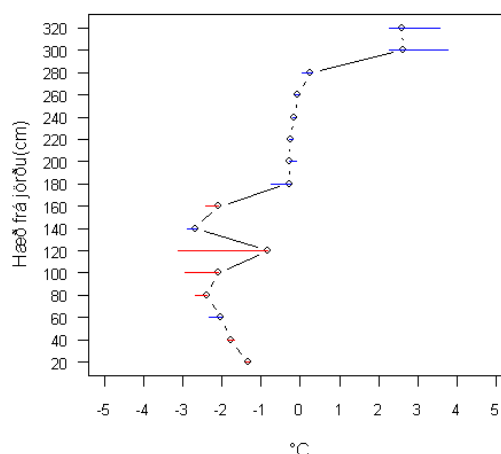
### Traðargil Bolungarvík, Rigning!

04:01 fös. 20/03/2009



### Traðargil Bolungarvík, Rigning!

06:01 fös. 20/03/2009



Mynd 11. Þróun hitasniðs í SM4 í 540 m hæð í Traðargili í rigningu þann 20. mars 2009. Yfirborð snævar er í 290 cm hæð

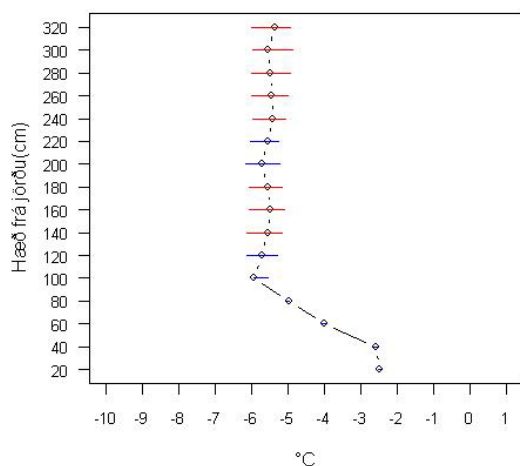
### 3.2.3 Tímasetning snjóflóða og flekabykk

Ef síritandi snjódýptarmælar eru í upptakasvæðum snjóflóða gefst kostur á að sjá nákvæma tímasetningu snjóflóðs, en það getur verið gagnlegt. Dæmi um þetta er sýnt á mynd 12. Í þessum tilgangi er best að mælirinn sé staðsettur þar sem flekinn fer af stað en ekki þar sem hann er byrjaður að brotna upp og snjóflóðið að ná hraða. Þá á mælirinn meiri möguleika á að standa af sér flóðið.

Alltaf er þó hættu á að stikan falli eða brotni í snjóflóðinu.

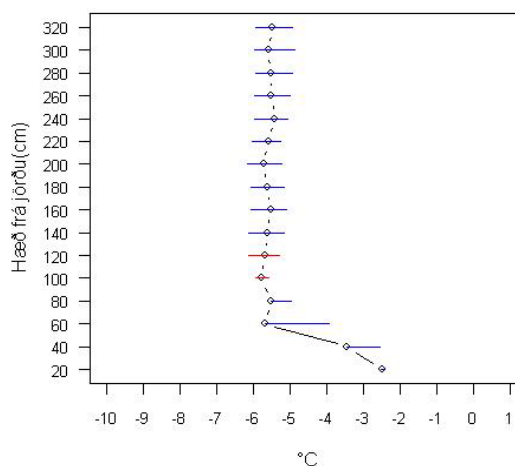
## Súðavíkurhl. gil 22, 490m hæð

05:16 lau. 03/04/2010



## Súðavíkurhl. gil 22, 490m hæð

05:26 lau. 03/04/2010



*Mynd 12. Snjóflóð í Súðavíkurhlíð. Á línuritunum sést hvernig yfirborð snævar lækkar um u.þ.b. 40 cm á milli mælinga.*

Einfalt væri að útbúa sjálfvirka aðvörun þegar þetta gerist. T.d. með því að senda SMS í síma snjóathugunarmanns og snjóflóðavaktar Veðurstofunnar.

## 4 Niðurstöður – samantekt

SM4 snjósmælarnir geta í flestum tilfellum sýnt snjódýpt með nægjanlegri nákvæmni til að koma að gagni við mat á snjóflóðahættu. Þróun reiknireglu til að reikna snjódýpt í sentimetrum út frá gögnum úr hitaskynjurum SM4 er komin vel á veg. Stöku sinnum koma aðstæður þar sem erfitt er að reikna snjódýptina sjálfvirkt, einkum þegar lofthiti er svipaður og hitinn og í snjónum og lítið flökt er á lofthita.

Unnið hefur verið að því að gera SM4 mælana áreiðanlegri. Þær bilanir sem upp hafa komið hafa helst tengst tækjabúnaðinum sjálfum eða samskiptanetinu. SM4 mælarnir virka án vandræða við ísingaraðstæður og í vondum veðrum þegar bergmálmæljar geta dottið út.

Uppsetning mælanna er tiltölulega einföld og ódýr og mikill kostur að geta fest þá á snjódýptarstíkur Veðurstofunnar.

Til viðbótar við snjódýpt gefa SM4 mælarnir upplýsingar um hitastig í snjónum sem geta verið gagnlegar upplýsingar fyrir snjóflóðaspár. Verið er að kanna hvort útbúa megi sjálfvirka viðvörun þegar hættu er á myndun veikra laga. Einnig er hægt að fylgjast með áhrifum hlýnunar á snjóinn.

Ef mælarnir eru settir upp í upptakasvæði snjóflóða geta þeir gefið upplýsingar um nákvæma tímasetningu snjóflóða og flekabykkt. Því fylgir þó hættan á því að stíkurarnar brotni í flóðunum. Hægt væri að útbúa sjálfvirk skilaboð þegar flóð fer af stað.

## Heimildir

McClung, D. & Schaerer, P. (1993). *The Avalanche handbook*. The Mountaineers, Seattle, Washington, USA.

Örn Ingólfsson og Harpa Grímsdóttir (2007). *Snjómælir SM4 – áfangaskýrsla. Samantekt reynslu frá vetrinum 2006-2007*. Minnisblað VÍ. VS-ÖL/HG-2007-01.