



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

Afkoma Hofsjökuls 2005–2006

Þorsteinn Þorsteinsson og Oddur Sigurðsson

Unnið fyrir Orkumálasvið Orkustofnunar

Greinargerð Thor-OSig-2006/001



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

Afkoma Hofsjökuls 2005–2006

Þorsteinn Þorsteinsson og Oddur Sigurðsson

Unnið fyrir Orkumálasvið Orkustofnunar

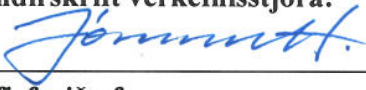
Greinargerð Thor-OSig-2006/001



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

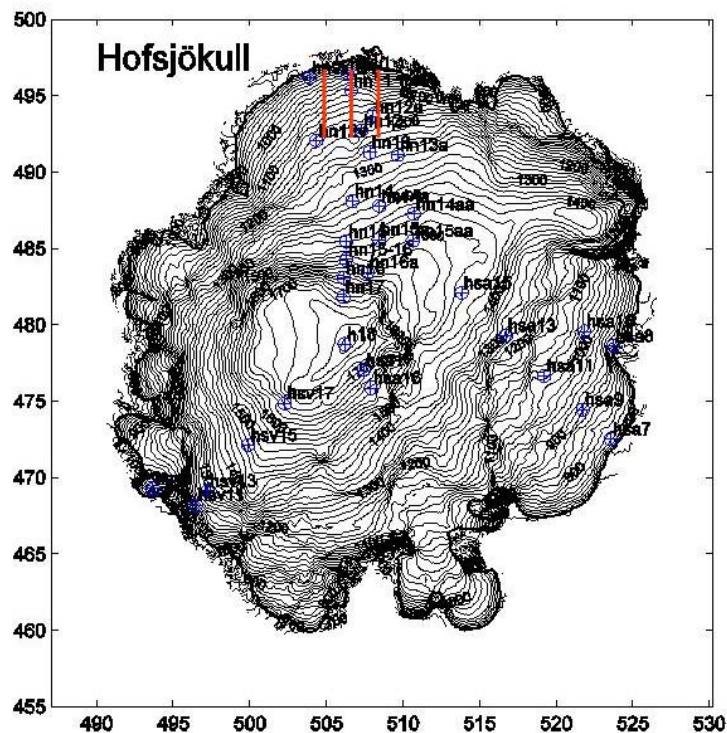
Lykilsíða

Greinargerð nr.: Thor-OSig-2006/001	Dags.: 28-12-2006	Dreifing: Opin ☒ Lokuð ☐ Skilmálar:
Heiti greinargerðar / Aðal- og undirtitill: Afkoma Hofsjökuls 2005–2006		Upplag: 10 Fjöldi síðna: 22
Höfundar: Þorsteinn Þorsteinsson og Oddur Sigurðsson		Verkefnisstjóri: Jórunn Harðardóttir
Gerð greinargerðar / Verkstig: Niðurstöður afkomumælinga		Verknúmer: 7-545860
Unnið fyrir: Orkumálasvið Orkustofnunar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Lýst er afkomumælingum á Hofsjökli árið 2006 og niðurstöður þeirra birtar. Afkoma jökulsins var neikvæð tólfta árið í röð og var jökulárið 2005–2006 nokkuð nærri meðaltali þeirra 19 ára, sem mælingar ná nú yfir. Til viðbótar við hefðbundin afkomulínurit og töflur eru í greinargerð þessari sett fram nokkur dæmi um niðurstöður eðlisþyngdar- og hitamælinga á snjókjörnum og í gryfjum. Einnig er stuttlega gerð grein fyrir nýju samstarfi um fjarkönnun Hofsjökuls og sýnd dæmi um fyrstu tilraunir til að aðgreina nýsnævi, votsnævi og jökulís með greiningu SAR-mynda af jöklinum.		
Lykilorð: Hofsjökull, jökulafkoma, eðlisþyngdarmælingar, fjarkönnun		Undirskrift verkefnisstjóra:  Yfirfarið af: JHA

Afkoma Hofsjökuls 2005–2006

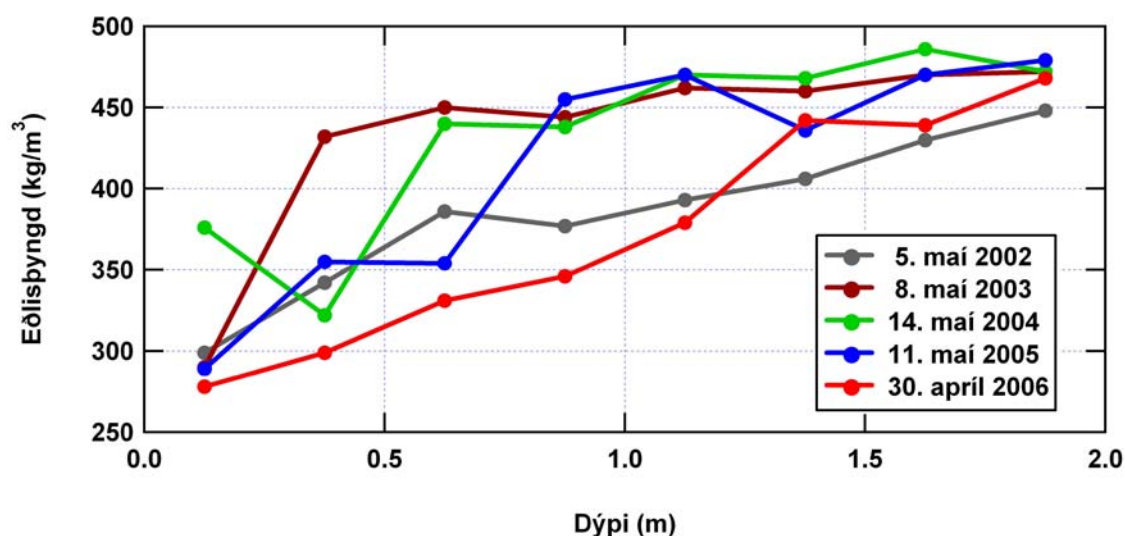
Vorferð til mælinga á vetrarafkomu var farin dagana 27. apríl – 3. maí. Þátttakendur voru Bergur Einarsson, Vilhjálmur Kjartansson og Þorsteinn Þorsteinsson. Leiðangurinn var farinn 1–2 vikum fyrr en tíðkast hefur, því á undanförunum árum hefur stundum reynst erfitt að komast á ökutækjum að sleðafærum snjó sunnan jökulsins. Að þessu sinni var Kvíslaveituvegur að efstu Þjórsárstíflu alauður, en skammt ofan stíflu tók við snjóþekja, sem auðvelt reyndist að þræða á sleðum upp að jökli. Leiðangurinn tók aðeins 7 daga að þessu sinni og má þakka það óvenju góðu veðri; aðeins féll hálfur vinnudagur úr vegna veðurs. Þá voru vélsleðar og önnur tæki í óaðfinnanlegu ástandi og færi gott. Að venju höfðu leiðangursmenn bækistöð í Ingólfsskála norðan jökulsins og var sleðafært alla leið að skálanum.

Mynd 1 sýnir staðsetningu mælipunkta á Hofsjökli og að þessu sinni náðist að mæla vetrarákomu og setja niður leysingarstíkur í 26 punktum. Eðlisþyngd var mæld gegnum vetrarlagið í öllum punktum, auk þess sem hiti var mældur með 10 cm millibili í flestum snjókjörnunum. Tveggja metra djúp gryfja var grafin til nákvæmnismælinga á eðlisþyngd á hábungu jökulsins og þar var borað niður á 10 m dýpi til eðlisþyngdar- og hitamælinga og athugunar á snjógerð og lagskiptingu. Gryfjumælingin á hábungunni og á nokkrum öðrum stöðum á jöklinum hefur verið fastur liður í vörvinnu á jöklinum frá upphafi mælinga vorið 1988 og hefur reynslan sýnt að þessi mæling er nauðsynleg til ákvörðunar á vatnsgildi í efsta hluta vetrarlagsins, því nákvæm mæling á eðlisþyngd snjókjarna er oft erfiðleikum bundin í efstu lögum, einkum ef snjórinn er eðlisléttur og laus í sér. Á síðustu árum hefur einnig verið lögð áhersla á að byggja upp gagnasafn um eðlisþyngd vetrarlagsins í mismunandi hæð á jöklinum og athuga breytileika milli ára. Nokkur dæmi um niðurstöður eðlisþyngdarmælinga á Hofsjökli eru kynnt hér.



Mynd 1 – Mælipunktar á Hofsjökli og preifingalínur í vorferð 2006.

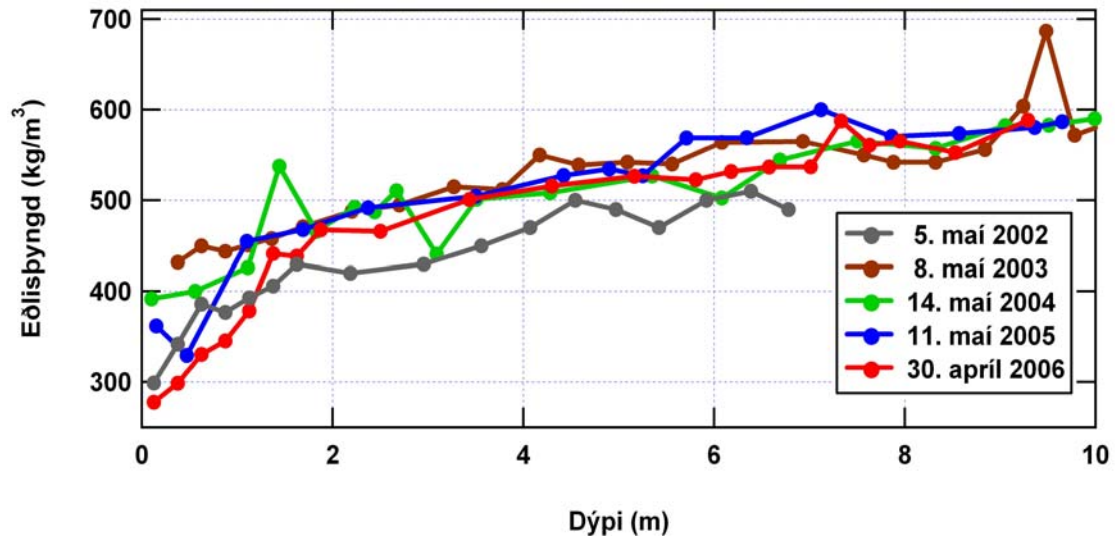
Mynd 2 sýnir eðlisþyngd í 2 m gryfju í punktinum H18 á hábungu jökulsins (1792 m y.s.) mældar í vorferðum 2002–2006. Breytileiki milli ára er verulegur, einkum í efsta metra vetrarlagsins, þar sem hæsta gildi er nærri 50% hærra en hið lægsta. Þá er lögun ferlanna talsvert ólík; vorið 2003 er t.d. eðlislétt nýsnævi efst (0–25 cm) en nokkuð jafnþungur snjór þar fyrir neðan. Vormælingin 2006 sker sig nokkuð greinilega úr enda fór hún fram fyrr en hinar og snjórinn var þá ekki tekinn að síga saman og þyngjast að ráði vegna hækkandi lofthita.



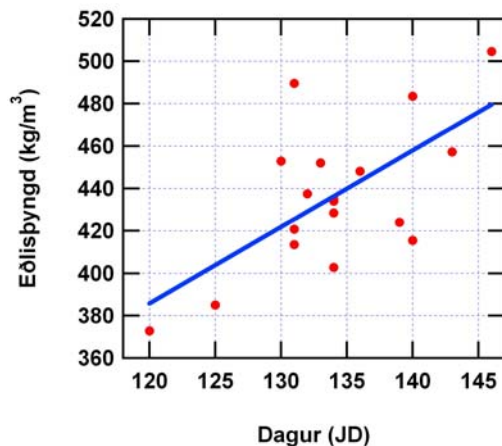
Mynd 2 – Eðlisþyngd í snjógryfju á hábungu Hofsjökuls, mæld í vorferðum 2002–2006. Hver punktur sýnir meðaltal tveggja mælinga á 25 cm löngum kjarna, sem tekinn er með stálsívalningi með þekkt rúmmál. Óvissa í hverri mælingu er metin 2%.

Á mynd 3 eru sýndir eðlisþyngdarferlar niður á 10 m dýpi í H18, mældir á snjókjörnum í vorferðum 2002–2006. Breytileiki milli ára minnkar greinilega þegar komið er niður fyrir 2 m dýpi, en 10–15% munur á hæsta og lægsta gildi er algengur á dýptarbilinu 2–7 m. Neðan við 7.5 m er breytileiki lítill enda er þá komið niður í árlag fyrra árs, sem sigið hefur saman yfir sumarið á undan mælingunni. Athygli vekur að eðlisþyngd alls vetrarlagsins 2005–2006, sem mæld var óvenju snemma, sker sig ekki úr á sama hátt og efstu 2 m þess lags (sbr. mynd 2).

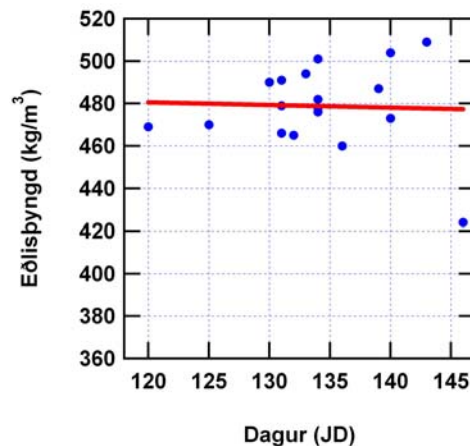
Fróðlegt er að athuga nánar breytingu á eðlisþyngd í vetrarlaginu eftir því sem á vorið líður. Á mynd 4 er meðaleðlisþyngd í 2 m gryfjunum sýnd sem fall af dagafjölda frá áramótum (JD, julian days) og á mynd 5 er sams konar línurit fyrir meðaleðlisþyngd í öllu vetrarlaginu. Notuð eru gögn úr öllum vorferðum á Hofsjökul frá upphafi mælinga, að undantekinni fyrstu mælingu (1988), þegar vorferð var farin mjög snemma. Nokkuð góð fylgni er milli dagstölu og meðaleðlisþyngdar í efstu 2 m og má rekja það til áhrifa vorhlýnunar á þann hluta vetrarlagsins. Engin fylgni er hins vegar sjáanleg milli dagstölu og meðaleðlisþyngdar í öllu vetrarlaginu á þessum stað, enda er ekki við því að búast að hennar gæti fyrr en komið er fram á sumar og frost er að verulegu leyti farið úr vetrarlaginu. Til frekari fróðleiks er á mynd 6 sýnd meðaleðlisþyngdin í gryfjunni og vetrarlaginu á hábungunni á vori hverju frá upphafi mælinga. Meðaleðlisþyngd í gryfjunni virðist fara lækkandi með tíma og með hliðsjón af mynd 4 virðist þessi niðurstaða skýrast af því að vorferðir hafa verið farnar fyrr á síðari árum, af ástæðum sem þegar hafa verið raktar.



Mynd 3 – Eðlisþyngd snjókjarna á hábungu Hofsjökuls, mæld í vorferðum 2002–2006. Óvissa í hverri mælingu er á bilinu 5–10%. Háa gildið við 9.5 m dýpi árið 2003 stafar af þykkri íslinu.

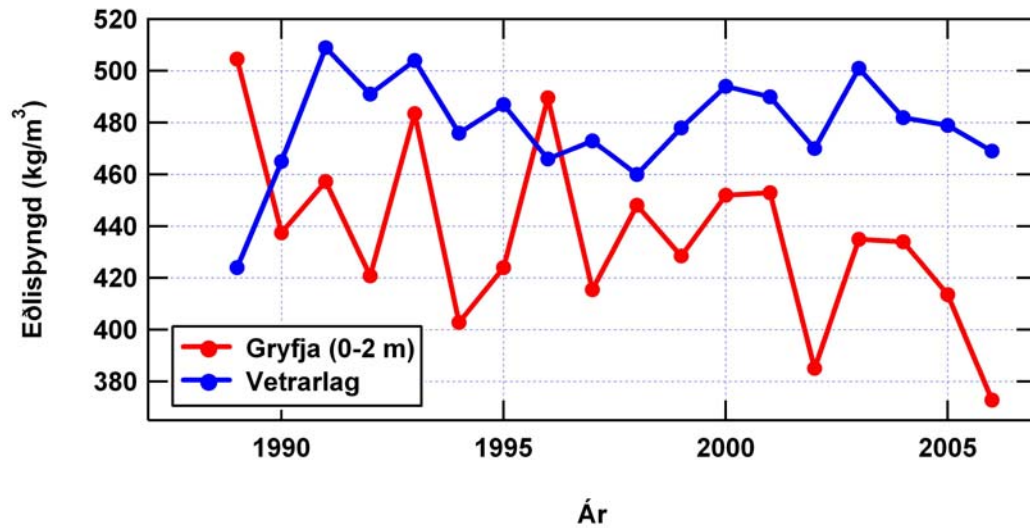


Mynd 4 – Meðaleðlisþyngd í 2 m gryfjum á hábungu Hofsjökuls (H18) sem fall af dagstölu (JD) mælingar. Fylgnistuðull: $r = 0.65$.

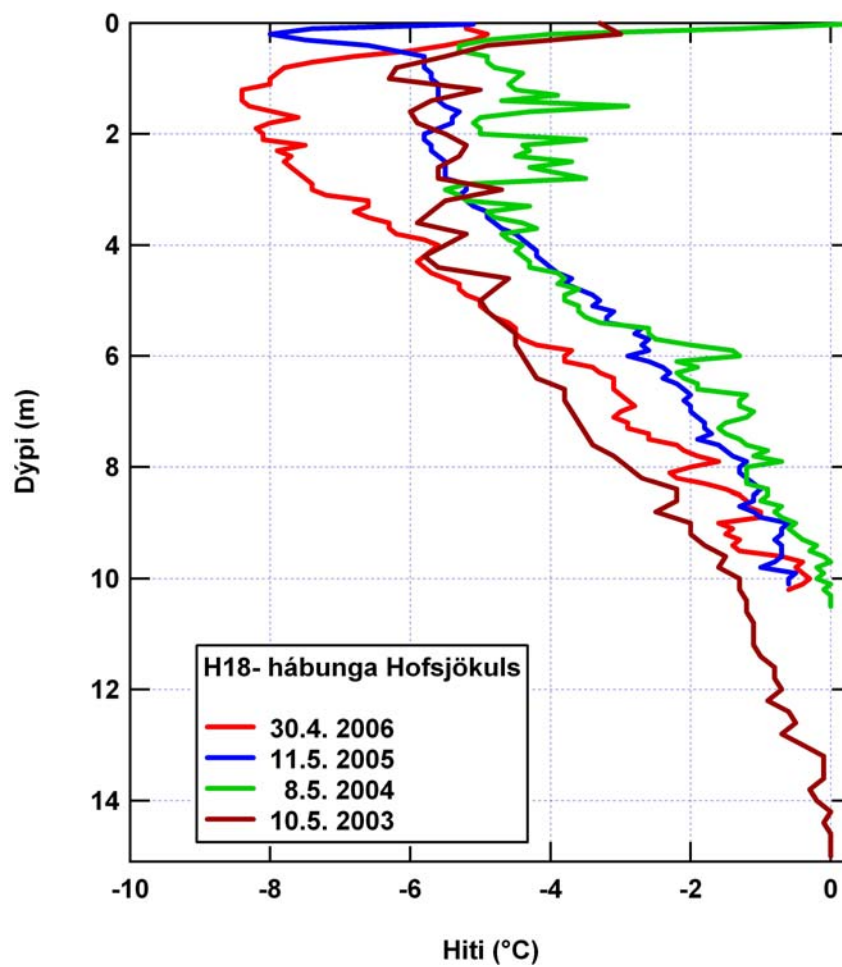


Mynd 5 – Meðaleðlisþyngd í vetrarlagi á hábungu Hofsjökuls (H18) sem fall af dagstölu (JD) mælingar. Fylgnistuðull: $r = -0.04$

Hiti vetrarsnævar hefur verið mældur á flestum snjókjörnum á Hofsjökli undanfarin ár. Á mynd 7 eru sýndar niðurstöður mælinga á hábungunni (H18) í vorferðum 2003–2006. Svo sem við má búast sker ferillinn 2006 sig nokkuð úr, enda mælingin framkvæmd 8–11 dögum fyrr en hinar. Hitaferillinn 2006 sýnir mjög dæmigerða kuldabylgju í efstu lögum þíðjökuls snemma vors.

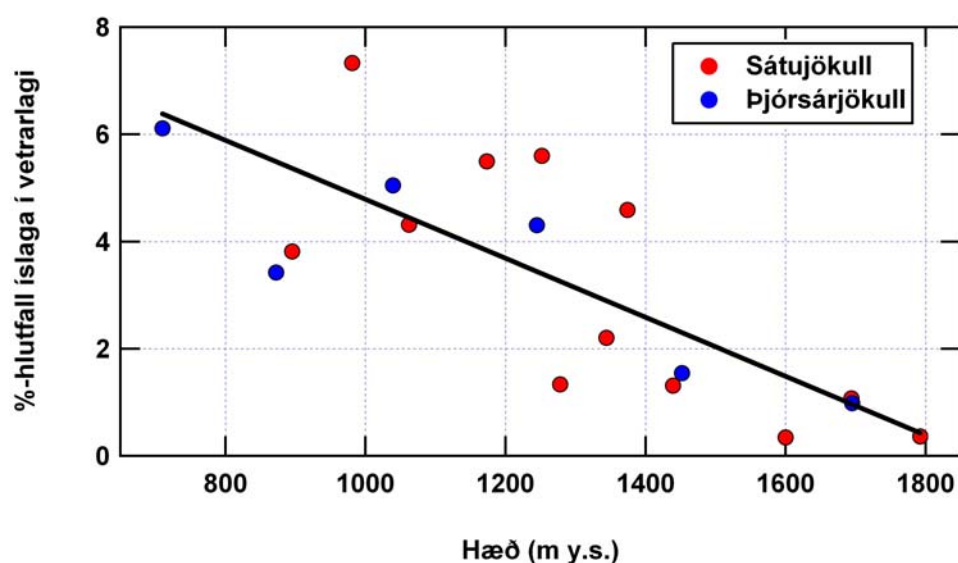


Mynd 6 – Meðaleðlisþyngd í vetrarlagi og efstu 2 m vetrarlags á hábungu Hofsjökuls, mæld í vorferðum 1989–2006.



Mynd 7 – Hiti snævar á hábungu Hofsjökuls (H18) að vorlagi, mældur á snjókjörnum með 10 cm millibili. Mælinákvæmni er 0.1 °C.

Í vorferðinni 2006 var heildarþykkt íslaga (íslinsa) í vetrarlagi mæld á hverjum snjókjarna og eru niðurstöður sýndar á mynd 8. Linsurnar myndast við frystingu bráðvatns, sem hripar niður í freðinn yfirborðssnjóinn. Hlutfall íslinsa í vetrarlagi er hæst rúmlega 7% í tæplega 1000 m hæð en minnkar í 1% eða minna efst á jöklinum. Í snjókjörnum, sem boraðir eru neðarlega á jöklinum má í sumum árum greina íslinsur sem ná allt að 20–30 cm þykkt, ekki síst ef bráðnun hefur aukist vegna gjóskulags, sem fallið hefur á jökulinn. Svo þýkkar linsur hafa hins vegar ekki sést í snjókjörnum á hájöklinum. Þegar boraður var 100 m langur ískjarni á hábungunni sumarið 2001 greindust í honum allt að 60 cm þykk bólusnauð lög sem í fyrstu voru talin mynduð á sama hátt og íslinsurnar, en það virðist ekki mjög líklegt í samanburði við niðurstöður, sem fengist hafa við könnun snjókjarna á staðnum. Frekari athugana er þörf til að kanna uppruna hinna þykku íslinsa í 100 m kjarnanum.

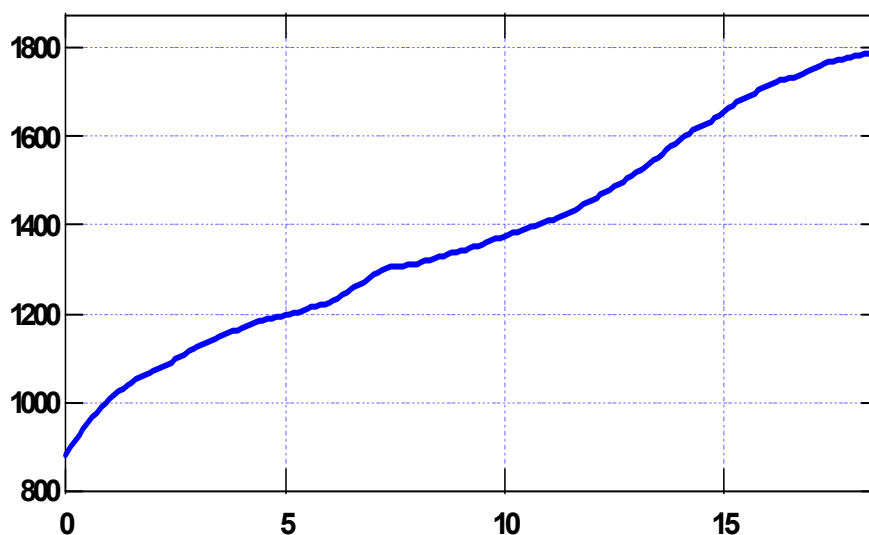
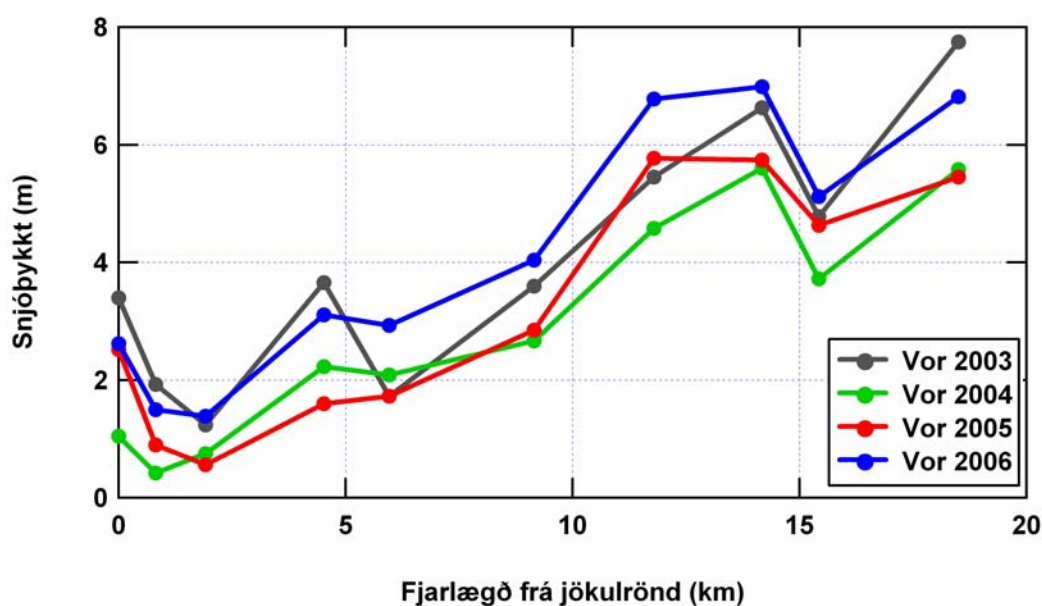


Mynd 8 – Hlutfall íslaga af þykkt vetrarlags 2005–2006 í mismunandi hæð á Hofsjökli. Einungis var mælt á Sátujökli og Þjósárjökli.

Snjóalög á Hofsjökli voru í meira lagi að þessu sinni, sé miðað við dæmigerða vetrarákomu á fyrstu árum þessarar aldar. Á mynd 9 er sýnd þykkt vetrarsnævar á aðalmælilínunni á Sátujökli, sem liggur í N–S stefnu frá punktinum HN10 (980 m y.s.) upp á hábunguna (punkturinn H18 í 1792 m hæð). Einnig er tekinn með punkturinn HN9V (895 m y.s.), sem liggur nokkuð vestan við meginlínuna. Snjóalög vorin 2003–2005 eru sýnd til samanburðar og þar fyrir neðan er sýnt snið af yfirborðshæð jökulsins á mælilínunni. Snjóþykktarferlarnir bera sameiginleg einkenni sem áhugaverð eru til athugunar í samanburði við yfirborðslandslagið og ber þar mest á lítilli vetrarákomu í næstefsta punktinum (HN17). Skýrist hún af skafrenningi af öskjubrúninni, þar sem þessi mælipunktur er staðsettur. Snjóalög eru jafnan í meira lagi í punktinum HN16 og HN15 og gæti skafrenningur ofan af jökli átt nokkurn þátt í því.

Að vanda eru gögn um vatnsgildi snævar í mælipunktum í mismunandi hæð á jöklinum notuð ásamt eðlisþyngdargögnum til að meta meðaltal vetrarafkomu á hverju 100 m hæðarbili og loks jafnað meðaltal vetrarafkomu á hverju hinna þriggja ísasviða, sem mæld eru á Hofsjökli

(sjá töflur 2–4 og myndir 11–13). Vetrarákoma á Sátujökli reyndist 7% minni en meðaltal árána 1988–2005; á Þjórsárjökli mældist hún 8% meiri en meðaltalið 1989–2005 og á Blágnjúpjökli 3% minni en meðaltalið á sama árabili. Þess ber að geta að haustferðin 2005 var farin óvenju seint (4.–8. okt.) og var þá allmikið nýsnævi fallið á jökulinn (0.5–1.5 m snævar). Þar sem venja hefur verið að miða upphaf nýs jökulárs við tímasetningu haustferðar var nýsnævi þetta reiknað sem hluti sumarafkomunnar árið 2005 og reiknast því ekki hér sem hluti vetrarákoma 2005–2006. Það þýðir í raun að vetrarákoma var talsvert meiri en fram kemur á myndum 11–13 og raunar virðist mega fullyrða að hún hafi á öllum jöklinum verið meiri en meðaltal árána 1988–2005.

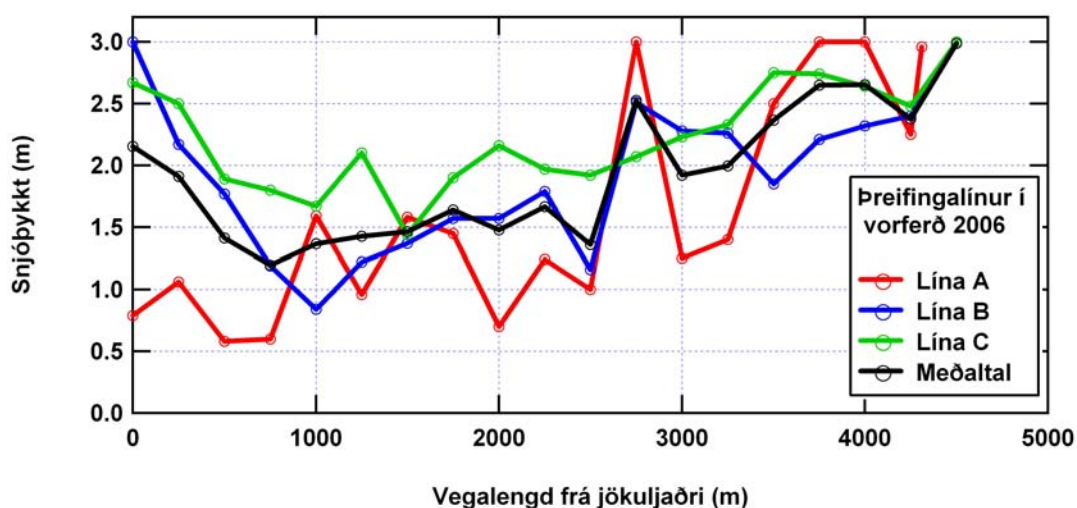


Mynd 9 – Snjóþykkt á mælilínu á Sátujökli er sýnd á efri mynd og hæð jökulyfirborðs (í m y.s.) á hinni neðri. Lárétti ásinn sýnir fjarlægð frá jökulrönd í báðum tilvikum. Mælipunktur og hæð þeirra yfir sjávarmáli (taldir f.v. á efri mynd): HN9V (895 m), HN10 (981 m), HN11 (1062 m), HN12 (1173 m), HN13 (1252 m), HN14 (1344 m), HN15 (1439 m), HN16 (1600 m), HN17 (1694 m) og H18 (1792 m).

Samkvæmt mánaðaryfirlitum Veðurstofu Íslands var dreifing úrkomu nokkuð ójöfn milli landshluta þennan vetur. Norðanlands var úrkoma umfram meðaltal á fyrri hluta hausts (gögn frá Akureyri, sept.–okt.) en í minna lagi syðra. Dæmið snerist við eftir áramót og var úrkoma vel yfir meðallagi í Reykjavík í janúar, febrúar og apríl, en oftast undir meðallagi á Akureyri.

Snjóþykkt var mæld með þreifingum á 3 mælilínunum á Sátujökli, frá jökulrönd upp í 1200–1250 m hæð. Miðlínan fylgir aðalmælilínunni frá N–S en hinar tvær liggja um 2.5 km vestan hennar og um 1 km austan hennar (sjá mynd 1). Til fróðleiks eru þreifingaferlarnir sýndir á mynd 10. Meðalþykkt vetrarsnævar mældist 1.62 m á vestustu línunni, 1.92 m á miðlínunni og 2.22 m á hinni austustu og benda þessar niðurstöður til að aðalmælilínan gefi ágæta mynd af meðalafkomu á Sátujökli.

Sumarleysing hefur verið óvenju mikil undanfarin ár og því hafa stikur verið boraðar dýpra í jökulís á neðstu hlutum leysingarsvæðanna en áður tíðkaðist. Þetta eykur gasnotkun við gufuborun en að þessu sinni dugðu vel birgðir, sem fluttar höfðu verið í skála í haustferð 2005.



Mynd 10 – Mæld snjóþykkt á þreifingalínunum í vorferð 2006.

Haustferð til mælinga á sumarleysingu fóru Bergur Einarsson, Þorsteinn Þorsteinsson og Matthias de Woul, doktorsnemi í jökla- og vatnafræði við Stokkhólmsháskóla, sem unnið hefur með starfsmönnum Vatnamælinga Orkustofnunar og Veðurstofu Íslands við líkanreikninga á afrennsli frá Hofsjökli. Leiðangurinn var farinn 13.–17. september, í beinu framhaldi af haustvitjun í Vestari Skaftárketil á Vatnajökli. Að þessu sinni var ekkert nýsnævi á Hofsjökli og við slíkar aðstæður verður að ferðast um leysingarsvæði jökulsins með mikilli gát. Fyrsta dag á jökli tókst að mæla allar stikur á aðal-mælilínunni á Sátujökli, auk þess sem tekinn var 7 m kjarni á hábungu til haustmælingar á eðlisþyngd. Á öðrum degi var lokið við mælingar á Sátujökli en kl. 16 urðu leiðangursmenn að halda til skála vegna mjög mikils hvassviðris og úrkomu á jökli. Einstök veðurblíða 16. september gerði kleift að ljúka öllum verkefnum þann daginn með nær 14 tíma úthaldi á jöklinum. Var þá fyrst mælt á Þjórsárjökli og síðan haldið yfir á Blágnjúpjökul. Að þessu sinni reyndist með öllu ófært á vélsleðum í neðsta punkt á þeim jökli (HSV8) vegna snjóleysis og ekki síður vegna þess að jökullinn hörfar nú mjög í brattri brekku, sem fara verður um á leið í punktinn. Leiðangursmenn fóru því gangandi síðasta spölinn og náðu mælingu á stikunni.

Sumarið var í kaldara lagi framan af og var m.a. til þess tekið hve seint leysing tók við sér á Vatnajökli, skv. upplýsingum vísindamanna sem þar voru við rannsóknir í ágústbyrjun. Mikil hlýindi voru hins vegar í ágúst og nokkuð fram á haust.

Sumarleysing á Sátujökli reyndist um 95% af meðalleysingu sumranna 1988–2005. Samsvarandi tölur fyrir Þjórsárjökul eru 99% og fyrir Blágnípujökul 110% (miðað við meðalleysingu 1989–2005). Vísað er í myndir 11–13 og töflur 2–4 um reikninga á vetrar-, sumar- og ársafkoma.

Í töflu 1 er jöfnuð ársafkoma jöklanna þriggja jökulárið 2005–2006 sýnd í samanburði við meðaltöl frá upphafi mælinga fyrir 19 árum. Sátujökull og Þjórsárjökull eru nærri meðaltalinu þetta árið en afkoma Blágnípujökuls var talsvert neikvæðari en í meðalári.

Tafla 1 – Ársafkoma 2005–2006 í samanburði við meðaltal fyrri mælinga.

	Ársafkoma 2005–2006	Meðaltal 1989–2005*
Sátujökull	– 0.51 m	– 0.52 m
Þjórsárjökull	– 0.49 m	– 0.53 m
Blágnípujökull	– 0.61 m	– 0.35 m

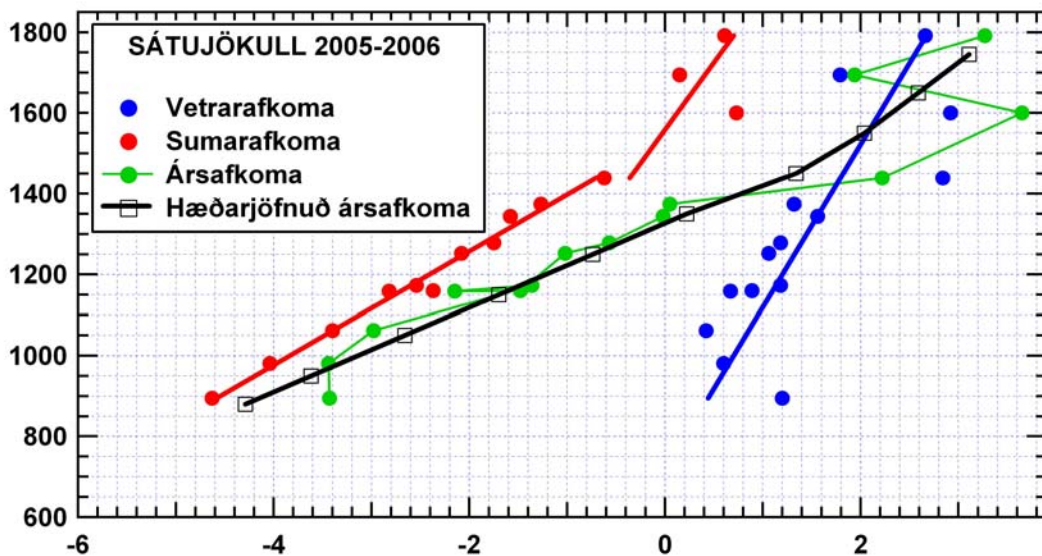
* 1988–2005 fyrir Sátujökul

Í lokin skal þess getið að aðstæður til ferðalaga á Hofsjökli á haustin taka nú árlegum breytingum vegna hörfunar jökulsins og er stefnt að því að velja nokkrum stikum nýja staði á árinu 2007. Neðsta stikan á Blágnípujökli (HSV8) var örfáa tugi metra frá jökulrönd í haustferðinni 2006, auk þess sem torvelt var að komast að henni eins og áður var rakið. Þá er neðsta stikan á Þjórsárjökli (HSA7) komin mjög nærri jökulrönd, auk þess sem neðsti hluti þess jökuls er varhugaverður yfirferðar á haustin vegna fjölda svelgja og yfirborðsfarvega. Telja mælingamenn öruggast að fara framvegis í haustferðum fótgangandi í tvær neðstu stikurnar á Þjórsárjökli. Aðalmælilínan á Sátujökli má heita hættalaus á haustin, en reyndar urðu leiðangursmenn varir við sprungur milli HN14 til HN15, sem virtust meira áberandi en áður hefur verið. Einnig eru vesturstikurnar tvær, HN9V og HN12V, á nokkuð varhugaverðu svæði.

Afkoma Sátujökuls 2005–2006

Hæðarbil (m)	Meðal- hæð (m)	Flatar- mál (km ²)	Vetrarafkoma (m) (Gl)		Sumarafkoma (m) (Gl)		Ársafkoma (m) (Gl) (l/s/km ²)		
1700-1790	1745	2.1	2.55	5.35	0.56	1.18	3.11	6.53	99
1600-1700	1650	1.8	2.31	4.16	0.28	0.50	2.59	4.66	82
1500-1600	1550	7.2	2.06	14.86	-0.02	-0.18	2.04	14.68	65
1400-1500	1450	12.3	1.82	22.34	-0.48	-5.90	1.34	16.43	42
1300-1400	1350	13.8	1.57	21.64	-1.34	-18.55	0.22	3.08	7.1
1200-1300	1250	13.7	1.32	18.08	-2.06	-28.19	-0.74	-10.10	-23
1100-1200	1150	13.5	1.07	14.47	-2.77	-37.40	-1.70	-22.93	-54
1000-1100	1050	9.5	0.82	7.83	-3.48	-33.09	-2.66	-25.27	-84
900-1000	950	6.2	0.58	3.57	-4.20	-26.02	-3.62	-22.45	-115
860-900	880	1.5	0.40	0.60	-4.70	-7.04	-4.29	-6.44	-136
860-1790		81.6	1.38	112.9	-1.89	-154.7	-0.51	-41.8	-16.2

Tafla 2 – Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Sátujökli.



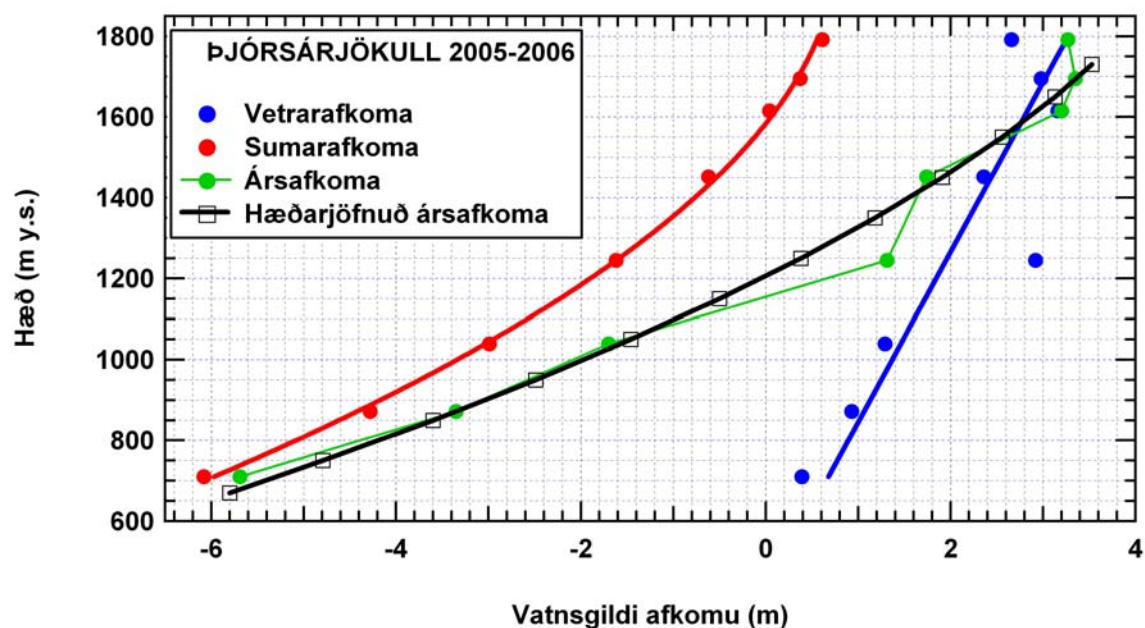
Vetrarafkoma: $b_w = (-1.78 + 0.00248 * y) \text{ m}$
Sumarafkoma: $y > 1440 \text{ m: } b_s = (-4.69 + 0.00301 * y) \text{ m}$
 $y < 1440 \text{ m: } b_s = (-10.97 + 0.00713 * y) \text{ m}$
Jafnvægislína: 1325 m

Mynd 11 – Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Sátujökli, útreiknaða ársafkomu í hverjum mælipunkti og meðaltals-ársafkomu á hverju hæðarbili í töflunni að ofan. Einnig eru sýndar jöfnur bestu lína gegnum mæligögnin og hæð jafnvægislínu, sem ákvarðast af jafnaðri ársafkomu.

Afkoma Þjórsárjökuls 2005–2006

Hæðarbil (m)	Meðal- hæð (m)	Flatar- mál (km ²)	Vetrarafkoma (m) (Gl)		Sumarafkoma (m) (Gl)		Ársafkoma (m) (Gl) (l/s/km ²)		
1700-1760	1730	4.7	3.11	14.6	0.42	2.0	3.53	16.6	112
1600-1700	1650	6.4	2.92	18.7	0.21	1.4	3.13	20.0	99
1500-1600	1550	19.7	2.68	52.8	-0.12	-2.4	2.56	50.4	81
1400-1500	1450	33.8	2.44	82.5	-0.53	-18.0	1.91	64.5	60
1300-1400	1350	23.5	2.20	51.8	-1.02	-24.0	1.18	27.8	37
1200-1300	1250	23.8	1.97	46.8	-1.59	-37.8	0.38	9.0	12
1100-1200	1150	24.3	1.73	42.0	-2.23	-54.2	-0.50	-12.2	-16
1000-1100	1050	30.0	1.49	44.7	-2.95	-88.5	-1.46	-43.8	-46
900-1000	950	26.6	1.25	33.3	-3.74	-99.6	-2.49	-66.3	-79
800-900	850	23.7	1.01	24.0	-4.62	-109.4	-3.60	-85.4	-114
700-800	750	15.5	0.78	12.0	-5.57	-86.3	-4.79	-74.3	-152
640-700	670	3.9	0.58	2.3	-6.38	-24.9	-5.80	-22.6	-184
640-1760		235.9	1.80	425.5	-2.29	-541.7	-0.49	-116.3	-15.6

Tafla 3 – Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Þjórsárjökli.



Vetrarafkoma:

$$b_w = (-1.01 + 0.00238 * y) \text{ m}$$

Sumarafkoma:

$$b_s = -15.143 + 0.0156 * y - 3.845 * 10^{-6} * y^2$$

Jafnvægislína:

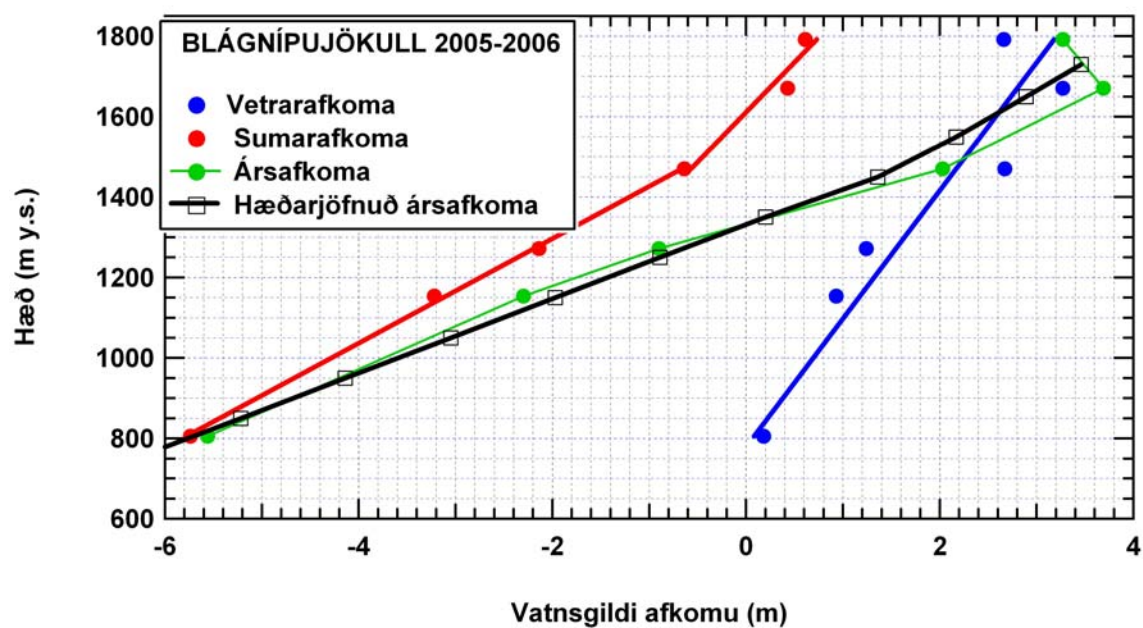
$$1210 \text{ m}$$

Mynd 12 – Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Þjórsárjökli, útreiknaða ársafkomu í hverjum mælipunkti og meðaltals-ársafkomu á hverju hæðarbili í töflunni að ofan. Einnig er sýnd jafna bestu línu fyrir mældra vetrarafkomu, 2. stigs jafna til nálgunar á mældri sumarafkomu og hæð jafnvægislínu.

Afkoma Blágnípujökuls 2005–2006

Hæðarbil (m)	Meðal- hæð (m)	Flatarmál (km ²)	Vetrarafkoma (m) (Gl)		Sumarafkoma (m) (Gl)		Ársafkoma (m) (Gl) (l/s/km ²)		
1700-1760	1730	2.1	2.98	6.3	0.48	1.0	3.46	7.3	113
1600-1700	1650	4.5	2.73	12.3	0.16	0.7	2.89	13.0	99
1500-1600	1550	5.9	2.42	14.3	-0.25	-1.5	2.17	12.8	74
1400-1500	1450	7.9	2.10	16.6	-0.74	-5.9	1.36	10.8	42
1300-1400	1350	7.4	1.79	13.2	-1.59	-11.8	0.20	1.5	6.2
1200-1300	1250	5.0	1.48	7.4	-2.36	-11.8	-0.89	-4.4	-30
1100-1200	1150	3.0	1.16	3.5	-3.13	-9.4	-1.97	-5.9	-63
1000-1100	1050	4.4	0.85	3.7	-3.90	-17.2	-3.05	-13.4	-89
900-1000	950	6.7	0.53	3.6	-4.67	-31.3	-4.14	-27.7	-108
800-900	850	3.3	0.22	0.7	-5.44	-17.9	-5.22	-17.2	-122
730-800	765	1.3	-0.05	-0.06	-6.10	-7.9	-6.15	-8.0	-132
730-1760		51.5	1.58	81.5	-2.19	-112.9	-0.61	-31.4	-19.3

Tafla 4 – Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Blágnípujökli.



Vetrarafkoma: $b_w = (-2.45 + 0.00314 * y) \text{ m}$
 Sumarafkoma: $y > 1470 \text{ m: } b_s = (-6.49 + 0.00403 * y) \text{ m}$
 $y < 1470 \text{ m: } b_w = (-11.99 + 0.00770 * y) \text{ m}$
 Jafnvægislína: **1330 m**

Mynd 13 – Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Blágnípujökli, útreiknaða ársafkomu í hverjum mælipunkti og meðaltals-ársafkomu á hverju hæðarbili í töflunni. Einnig eru sýndar jöfnur bestu lína gegnum mæligögnin og hæð jafnvægislínu.

Samstarf um fjarkönnun Hofsjökuls

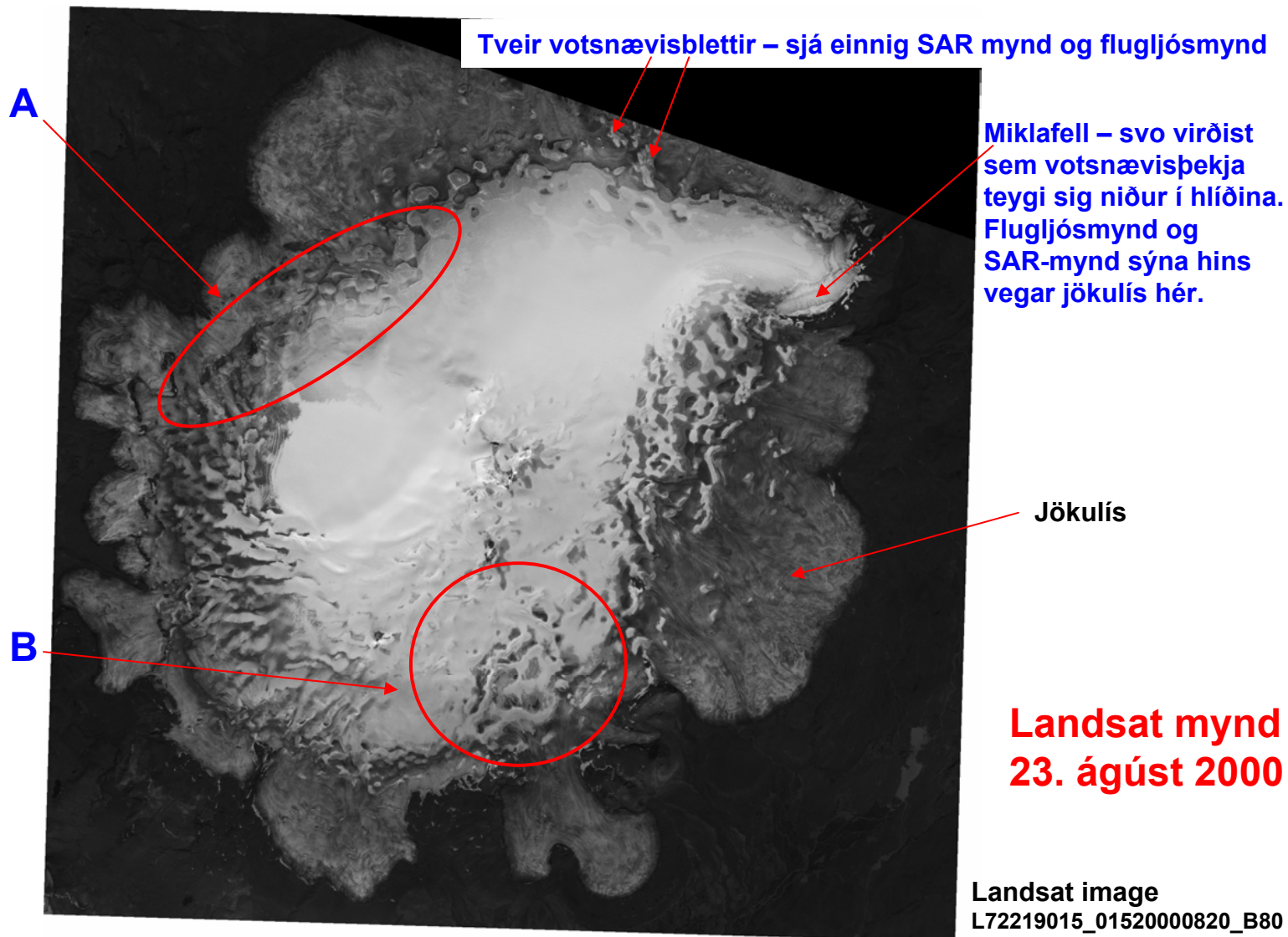
Á árinu 2005 var efnt til samstarfs við háskólana í Bonn og Stokkhólmi um fjarkönnun Hofsjökuls á vegum ESA-verkefnisins *Northern View Glacier Service*, sem er hluti hins viðamikla evrópska fjarkönnunarverkefnis GMES (*Global Monitoring of Environment and Security*). Áhersla hefur verið lögð á tilraunir til ásýndargreiningar (facies mapping); þ.e. að greina snjó, hjarn og jökulís á gervitunglamyndum og bera saman við flugljósmyndir eða athuganir á jökli. Aðgreining snævar, hjarns og jökulíss er m.a. mikilvæg í tengslum við afkomu- og afrennslisreikninga.

Í samstarfi við Matthias Braun (Bonn) og Ian Brown (Stokkhólmi) hafa nokkrar valdar gervitunglamyndir á örbylgjusviðinu (SAR myndir = “syntetic aperture radar” myndir, greindar á þeirra vegum) verið bornar saman við Landsat-myndir á sýnilega sviðinu og flugljósmyndir af Hofsjökli. Á myndum 14-18 eru kynnt dæmi um slíkan samanburð, sem skýrður er nánar hér að neðan. Allar eru myndirnar teknar síðsumars (um 20. ágúst), en reyndar ekki á sama ári. Fyllilega virðist þó raunhæft að reyna samanburð myndanna, því ekki er talið að lega hjarnmarka hafi breytst mikið á tímabilinu 1998–2004. Nokkur atriði varðandi samanburðinn:

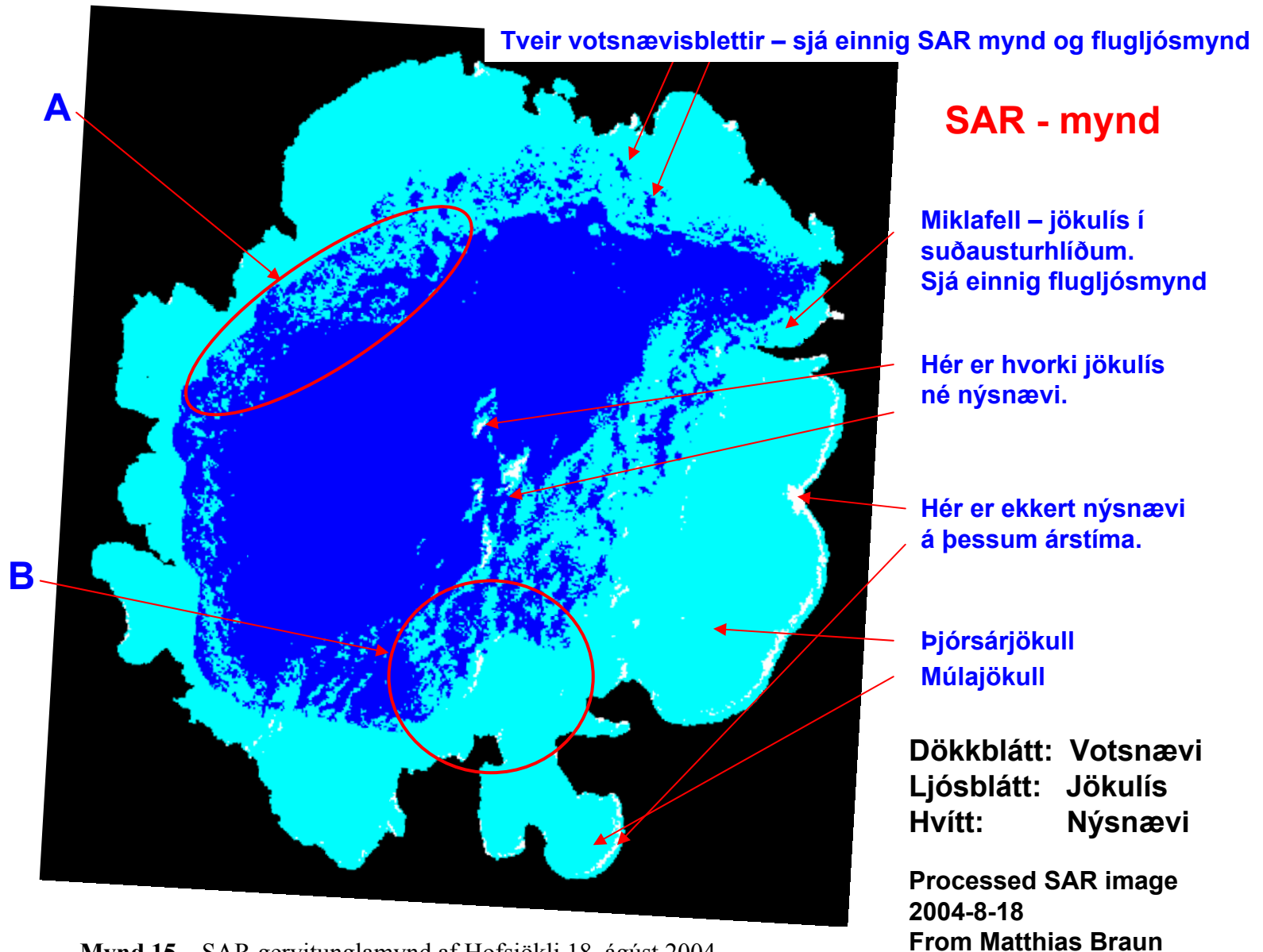
1. Landsat-myndin og SAR-myndin sýna báðar stöku snæviþakta bletti norðan við hina samfelldu snjóþekju Hofsjökuls og á myndunum er bent á tvo slíka, sem jafnframt koma fram á flugmyndinni (hér er um að ræða sumargamalt hjarn eða votsnævi).
2. Á SAR myndinni nær svæði það, sem túlkað er sem votsnævi, yfir á koll Miklafells og greiningin sýnir jökulís í suðausturhlíðum þess. Á Landsat myndinni er áferð snævarins að sjálfsögðu mun ljósari en jökulíssins, þótt snjórinn á Miklafelli sé nokkuð dekkri ásýndum en snjórinn á hájöklinum. Hins vegar er athyglisvert að snjórinn virðist á Landsat-myndinni teygja sig niður eftir nánast allri suðausturhlíð Miklafellsins. Hér er það flugmyndin tekin 23. ágúst 1998 sem virðist skera úr um að SAR-myndinni sé betur treystandi; flugmyndin sýnir yfirborð jökulíss í suðausturhlíðinni (þótt greina megir þar einstöku bletti þakta alhvítu nýsnævi).
3. SAR-túlkun hjarnmarka á vesturhluta Hofsjökuls virðist ekki vel heppnuð á vesturhluta jökulsins, sjá t.d. samanburð á því svæði, sem merkt er ”A” á SAR- og Landsat-myndunum. Sú síðari sýnir hjarnmörk mun ofar á jöklinum, en reyndar má vera að áhrifum Heklugjósku það ár, sem myndin var tekin (2000), sé um að kenna. Til viðbótar má þó benda á það misræmi, að SAR myndin sýnir hjarnmörk talsvert ofar á jöklinum en Landsat-myndin á því svæði, sem merkt er ”B”.
4. SAR-myndin sýnir rönd af nýföllnum snjó á jaðri Þjórsárjökuls og Múlajökuls og uppi við Hásteina á miðjum jökli og er þar augljóslega um að ræða mistök í greiningu.
5. SAR-mynd tekin 5. janúar 2005 gefur til kynna (skv. bráðabirgðagreiningu) að snjór sé eingöngu á hájöklinum. Þar er augljóslega um algera mistúlkun að ræða, sem stafar væntanlega af því að örbylgjurnar frá gervitunglinu ná í gegnum tiltölulega þunnt og fremur nýlegt snjólag og endurkastast frá jökulís undir því.

Ljóst er að nokkuð er í land með að greiningar SAR-mynda af Hofsjökli geti talist áreiðanlegar, enda eru þær enn á prófunarstigi. Ekki hafa heldur verið gerðar neinar tilraunir til mælinga á snjóþykkt á jöklinum með fjarkönnun. GMES samstarfið hefur hins vegar leitt

til þess að mun auðveldara er að afla gervitunglamynda sem teknar eru af Hofsjökli samtímis vorferðum og haustferðum á jökulinn. Næsti samstarfsfundur með ofangreindum vísindamönnum verður haldinn á Orkustofnun í marslok 2007 og verða þá lögð drög að nákvæmari samanburði fjarkönnunargagna við upplýsingar, sem aflað er á jörðu niðri. Einnig verður rætt um möguleika á ritun greina um niðurstöður, sem þegar hefur verið aflað.



Mynd 14 – Landsat gervitunglamynd af Hofsjökli, 23. ágúst 2000.



Mynd 15 – SAR gervitunglamynd af Hofsjökli 18. ágúst 2004.

Miklafell, flugljósmynd tekin úr suðaustri.

Jökulís með
gjóskuröndum

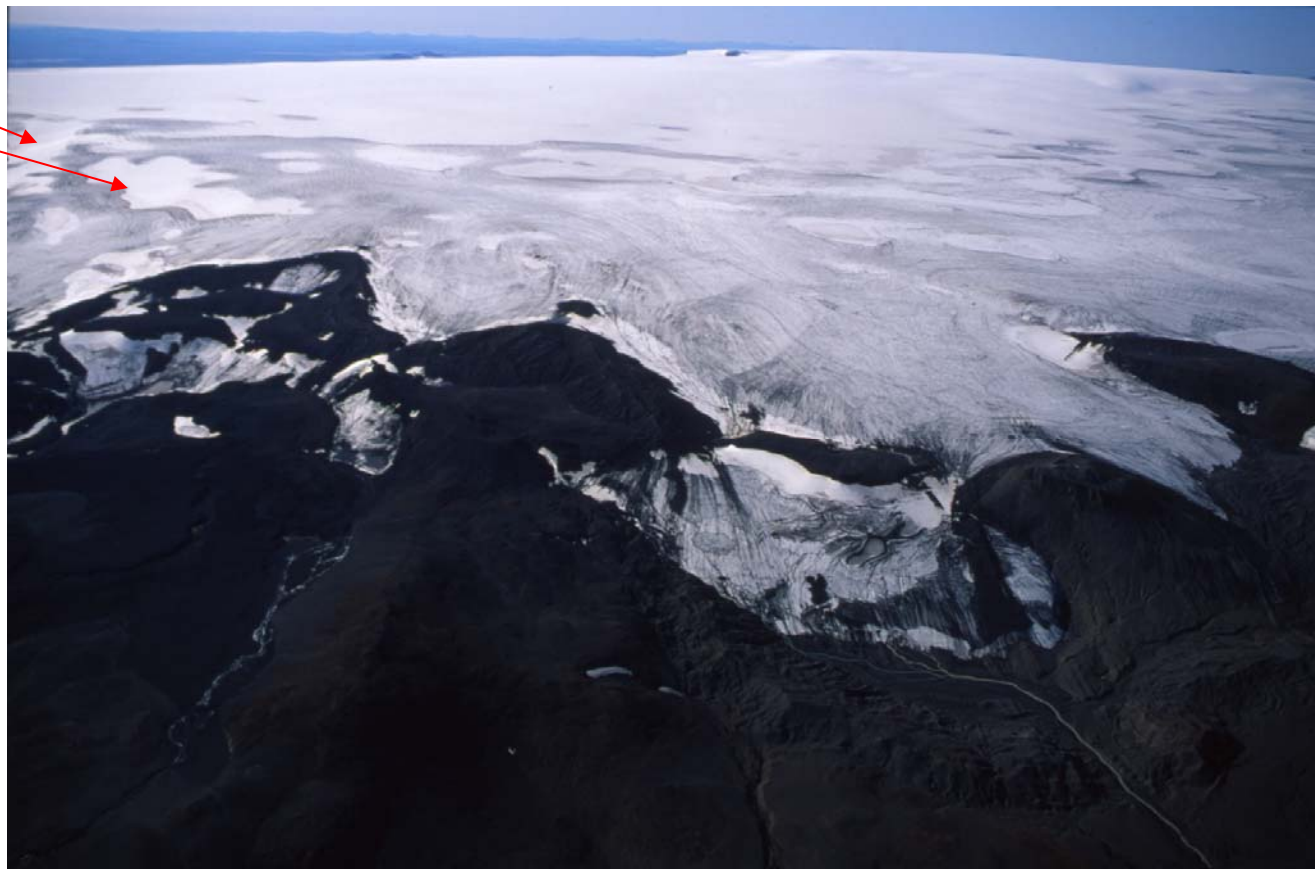


Nýsnævisblettir

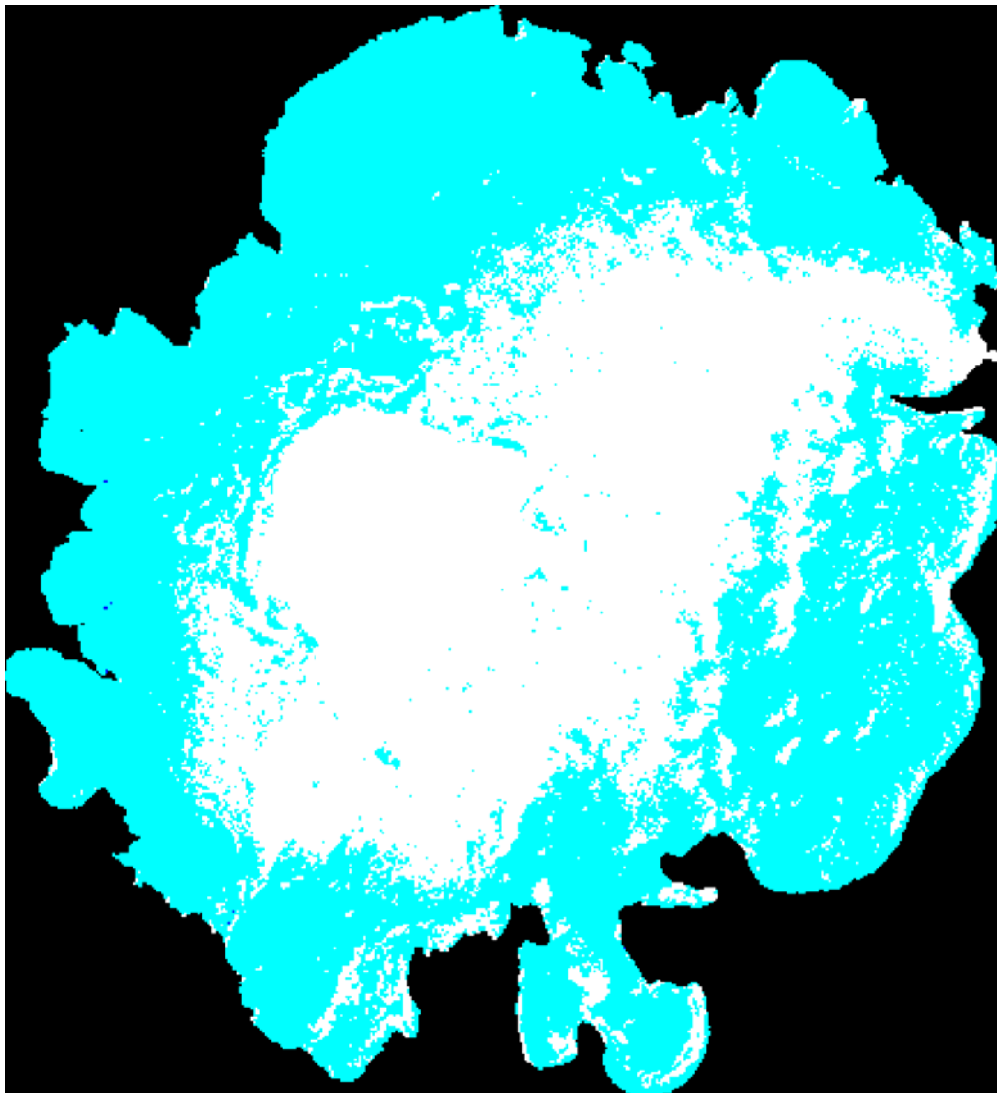
Mynd 16 – Ljósmynd af Miklafelli í norðaustanverðum Hofsjökli, tekin 23. ágúst 1998. Ljós. Oddur Sigurðsson.

Flugljósmynd af Hofsjökli – séð til suðurs yfir jökulinn

Votsnævisblettir
norðan við
meginsnjópekju
á hájöklinum –
sjást einnig á
SAR-mynd og
Landsat-mynd.



Mynd 17 – Ljósmynd af norðanverðum Hofsjökli, tekin 23. ágúst 1998. Ljós. Oddur Sigurðsson.



SAR mynd
5. janúar 2005

2005-1-5_ers2_50779-2295_glacier_class

Skv. greiningu:

Ljósblátt: Jökulís
Hvítt: Nýsnævi

Mynd 18. – SAR gervitunglamynd af Hofsjökli, tekin 5. janúar 2005.