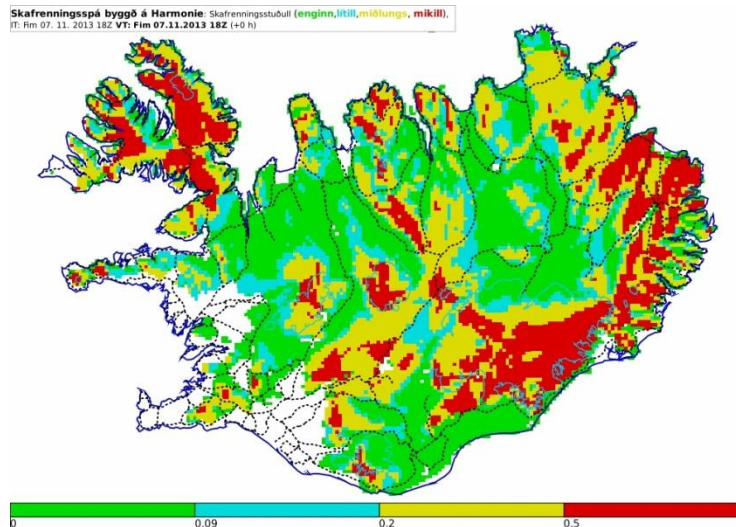




Snjókort af Íslandi og skafrenningsspár - II



Skafrænnings-spákort af Íslandi

Hróbjartur Þorsteinsson¹, Skúli Þórðarson², Bolli Pálmason¹, Sigurður Þorsteinsson¹, Harpa Grímsdóttir¹ og Þorsteinn Þorsteinsson¹

1. *Veðurstofu Íslands*

2. *Vegsýn ehf.*

Snjókort af Íslandi og skafrenningsspár

Skýrsla þessi gerir grein fyrir framvindu ofangreinds verkefnis, sem Vegagerðin styrkti á árinu 2013. Verkefnið tengdist Norðurslóðaverkefninu SNAPS, sem Veðurstofan leiddi á árunum 2010-2014. Helstu verkþættir á árinu 2013 voru þessir, samkvæmt texta í umsókn til Vegagerðarinnar í febrúar 2013:

- Áframhaldandi þróun snjókorta af Íslandi út frá MODIS-gervitunglamyndum. Snjókortin eru nú birt daglega á vef SNAPSverkefnisins: www.snaps-project.eu
- Reikningar á útbreiðslu og vatnsgildi snjóþekju með Harmonie-veðurlíkaninu.
- Samanburður á niðurstöðum Harmonie-reikninga við snjósmælingar.
- Þróun spákorta af skafrenningi í samvinnu Vegsýnar og Veðurstofunnar. Gögn úr Harmonie eru inntak í spákortin.

Framvindu á árinu 2013 og veturinn 2013-2014 er lýst í þessari skýrslu.

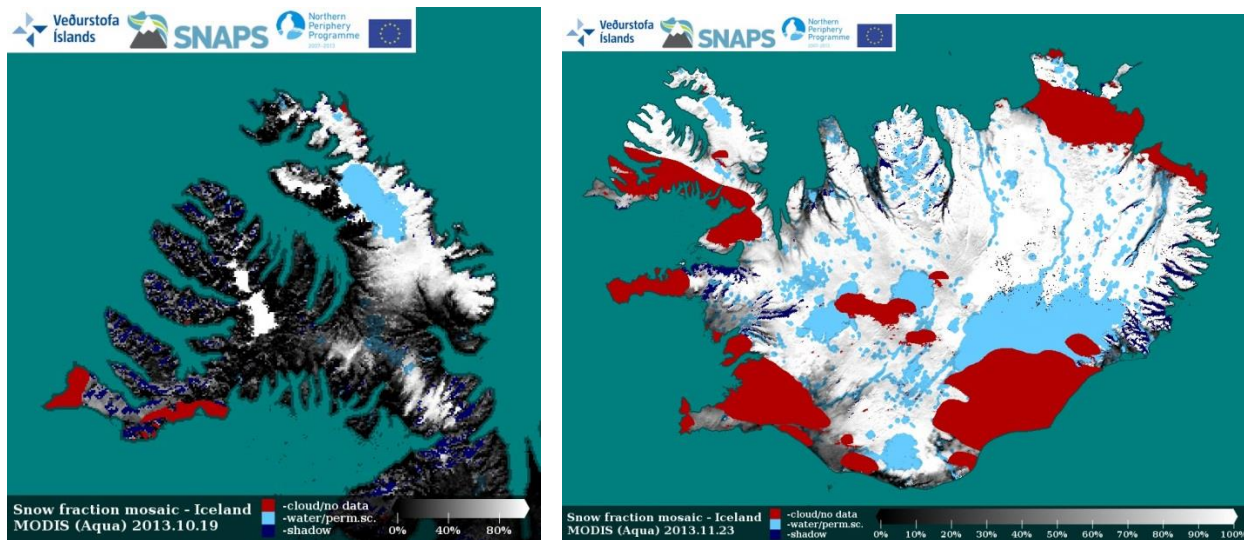
1. Áframhaldandi þróun snjókorta

Kort af útbreiðslu snjóþekju á Íslandi eru byggð á mælingum á endurkasti sólarljóss (reflectance snow mapping). Hlutfall snjóþekju í hverri myndeyningu (pixli) er reiknað út frá styrk geislunar á sýnilegri og nær-innrauðri rás úr MODIS myndavélum um borð í tveimur gervitunglum NASA, Aqua og Terra. Skýjahuludylja (cloud cover mask) er reiknuð skv. niðurstöðum úr GlobSnow verkefni ESA. Snjóleysi er kvarðað með hliðsjón af íslenskri jarðvegsgerð.

Snjókortin eru enn á þróunarstigi en stefnt er að nýtingu þeirra við sannprófun á veðurspá, rannsóknir á snjósöfnun, m.a. á mögulegum vegstæðum og í tengslum við mat á vatnsbúskap virkjaðra vatnasviða. Athugun á gögnum úr vefmyndavélum Vegagerðarinnar hefur leitt í ljós allgott samræmi við snjóþekjuhlutfall áætlað með MODISgögnum. Um nánari lýsingu á snjókortunum og þróun þeirra er vísað til framvinduskýrslu sem skilað var til Vegagerðarinnar 2013 [1]. Dæmi um snjókort af Vestfjörðum og landinu öllu eru sýnd á Mynd 1.

2. Snjóþekja reiknuð með HARMONIE líkani

Uppbygging og prófanir á reikningum með **Harmonie** veðurlíkaninu hafa staðið yfir á Veðurstofu Íslands síðastliðna tvo vetur [2]. Starfsfólk Veðurstofunnar hefur haft aðgang að ofurtölvum hjá Reiknimiðstöð evrópskra veðurstofa (ECMWF) og veturinn 2012-2013 var Harmonie-líkanið í fyrsta sinn látið reikna snjósöfnun á landinu öllu á reitum sem eru 2.5 km á hvorn veg. Líkanið getur einnig reiknað snjósöfnun fyrri vetra. Afurðir þeirra reikninga eru m.a

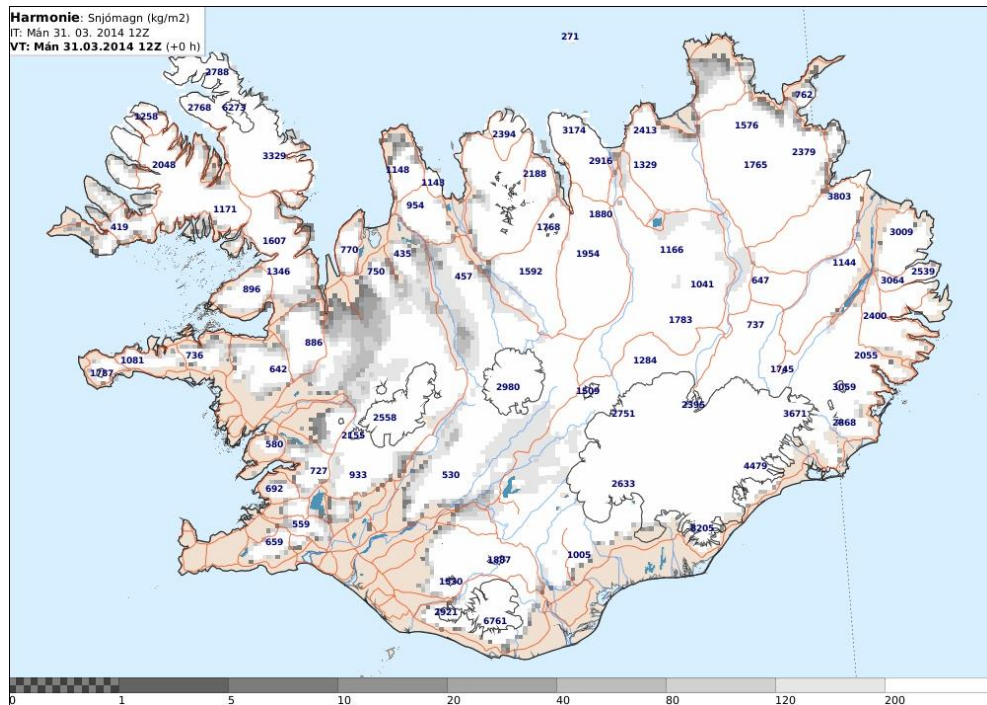
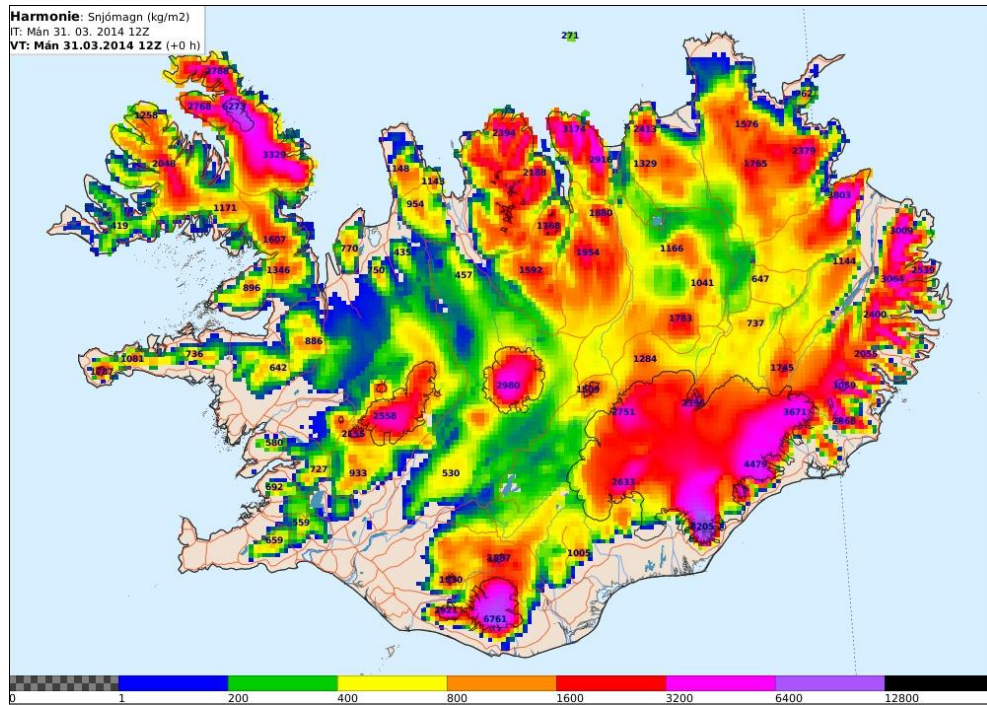


Mynd 1. T.v.: Snjókort af Vestfjarðakjálkanum 19. október 2013. T.h.: Snjókort af landinu öllu 23. nóvember 2013. Einungis er sýnd útbreiðsla snjóhulu. Jöklar og vatnsföll bera ljósbláan lit og svæði sem gögn vantar um (t.d. vegna skýjahulu) eru rauðlituð. Byggt er á myndum frá MODIS-gervituglum NASA.

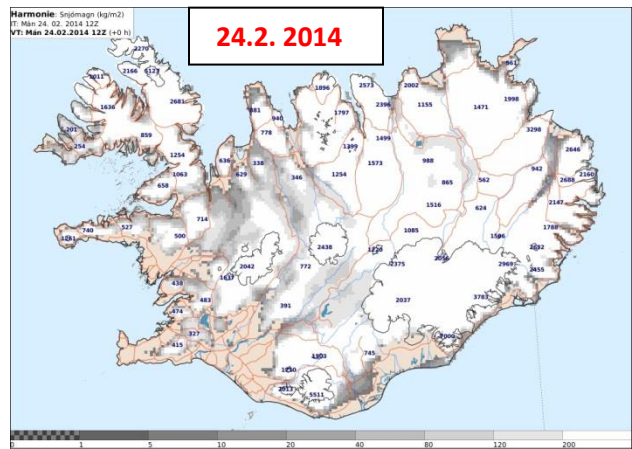
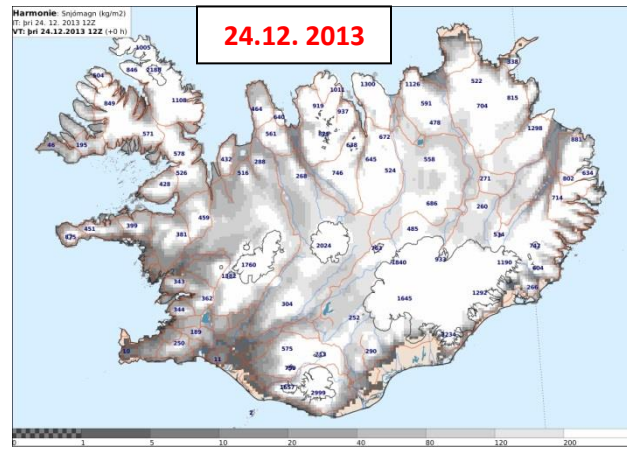
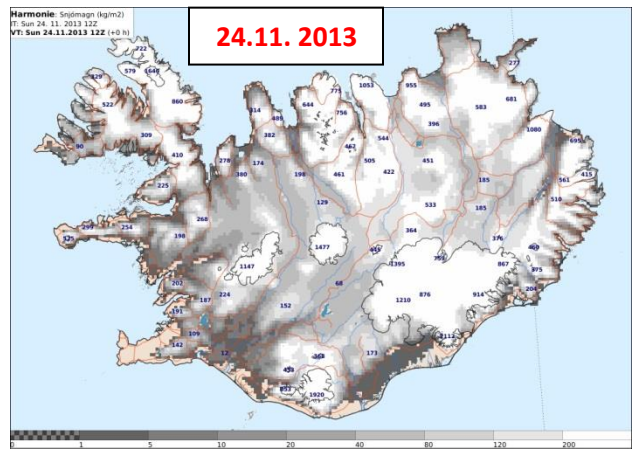
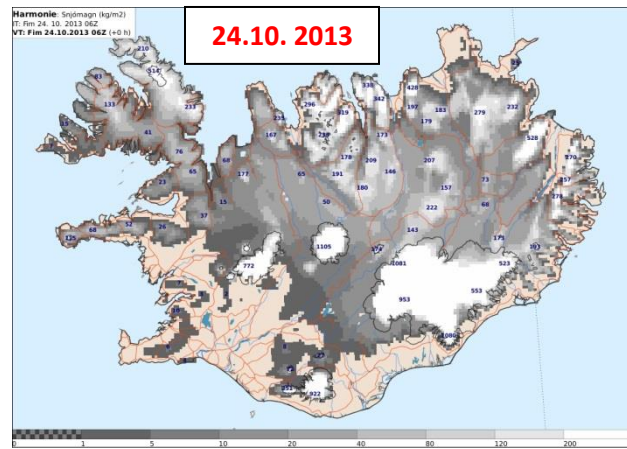
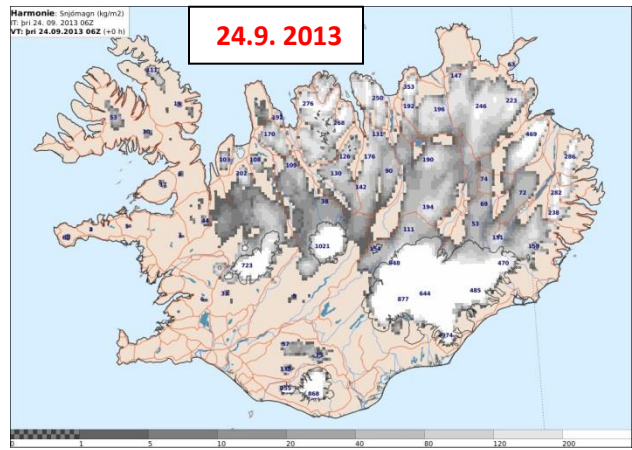
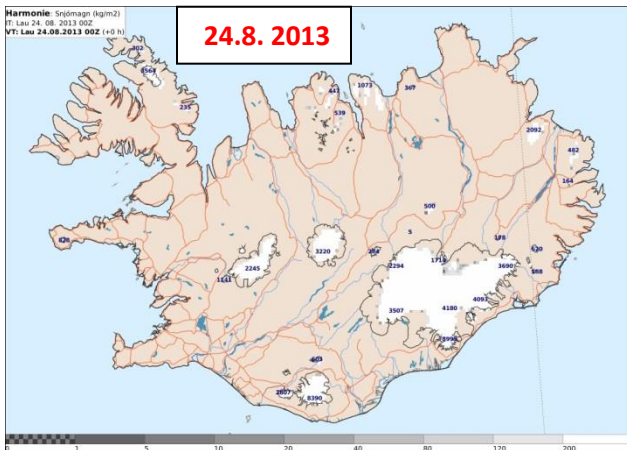
tvenns konar kort af útbreiðslu snævar yfir landinu, sem sýna vatnsgildi snjóhulunnar með litakvarða eða gráskala. Sjá myndir 2, 3 og 4.

Mynd 2 sýnir uppsafnaða snjóhulu nálægt vetrarlokum 2014. Skv. reikningunum er vetrarákoman mest á meginjöklum landsins og hæstu gildin reiknast á Mýrdalsjökli og Örfæfajökli, í samræmi við niðurstöður mælinga á þessum jöklum [3,4]. Veruleg snjósöfnun er einnig greinileg í fjöllum og á hálendum svæðum norðan lands og austan og er það í samræmi við mæld snjóþynngli í þessum landshlutum veturinn 2013-2014.

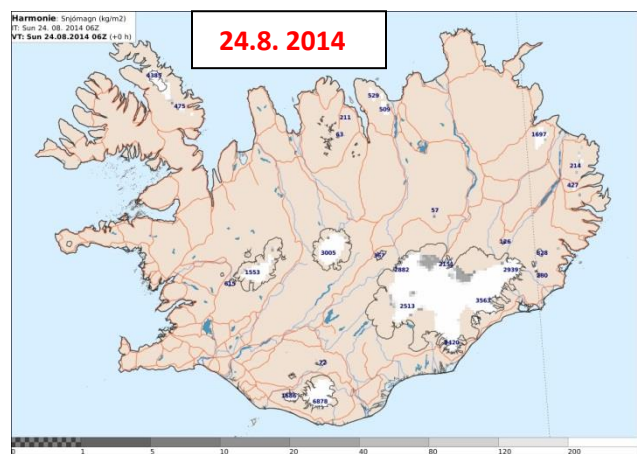
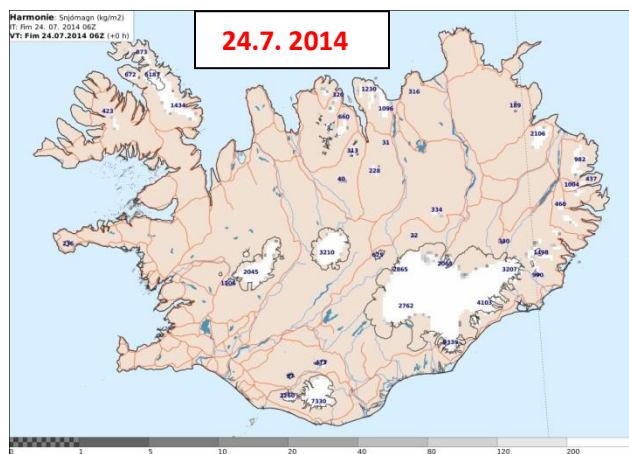
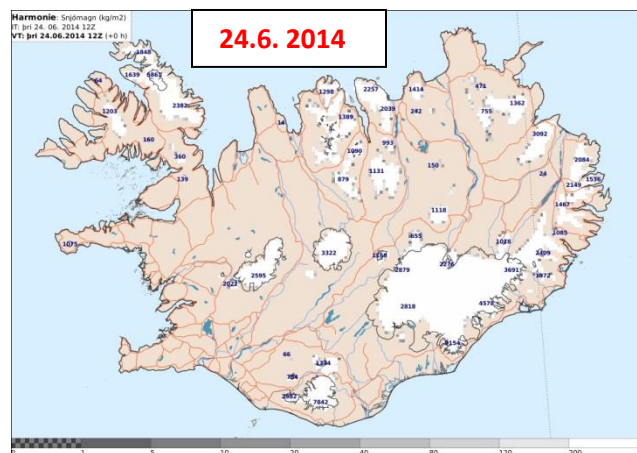
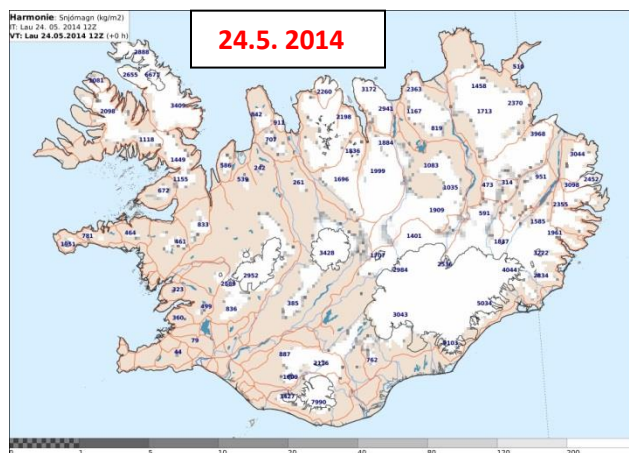
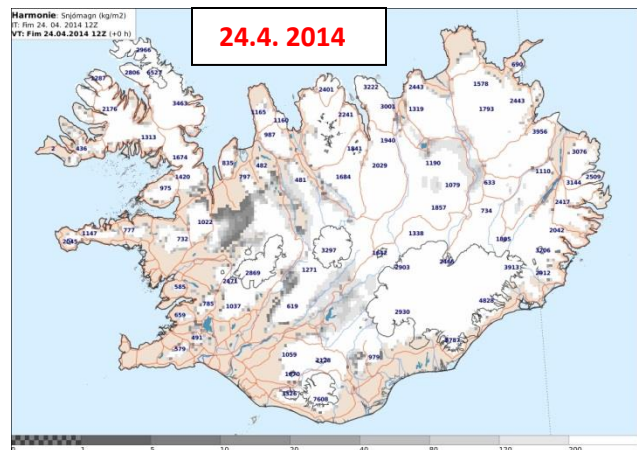
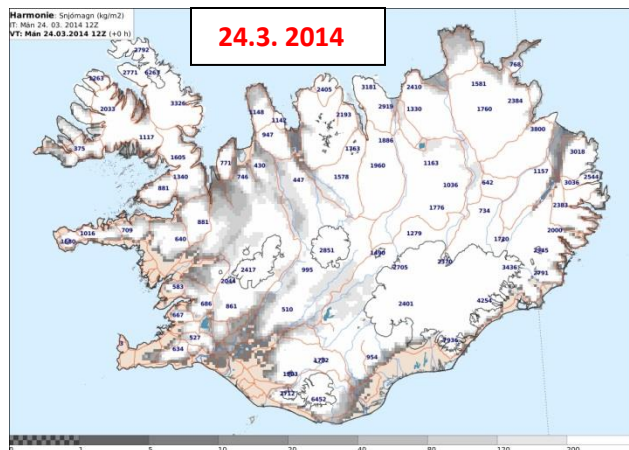
Mynd 3 sýnir hvernig útbreiðsla snævar yfir landinu þróast á tímabilinu 24.8. 2013 til 24.8. 2014. Sýnd eru kort fyrir 24. dag hvers mánaðar að undanteknum janúar 2014. Myndirnar sýna að snjór hefur fallið á verulegan hluta af hálendi og fjalllendi norðanlands 24. sept. 2013, en þó ekki á Vestfjörðum. Samfelld snjóhula er komin á nær allt landið 24. nóvember og tekur aðeins upp öðru hvoru um sunnan og vestanvert landið fram í seinni hluta apríl, er vorleysingar hefjast. Um sumarið leysir vetrarsnjó síðast af hæstu fjöllum á Norður- og Austurlandi, auk hálendis Vestfjarða. Veturinn var óvenju snjóþungur norðan- og austanlands og kemur það vel fram í kortunum (sjá t.d. litakortið á mynd 2).



Mynd 2. Uppsafnað snjómagn á landinu í kg/m² (=mm vatnsgildis) frá hausti 2013 til 31. mars 2014, samkvæmt HARMONIE-líkaninu. Efri myndin sýnir gögnin skv. litakvarða og eru blálituð þau svæði þar sem snjómagn er á bilinu 1-200 kg/m², en kvarðinn nær upp fyrir 10000 mm. Á neðri myndinni eru niðurstöður sýndar með gráskala á bilinu 1-200 kg/m² en hvítur litur er á svæðum þar sem snjósöfnun er umfram 200 kg/m² (200 mm að vatnsgildi).



Mynd 3. Fyrri hluti. Sjá texta við mynd á næstu síðu.



Mynd 3. Seinni hluti. Útbreiðsla og vatnsgildi snævar yfir landinu á tímabilinu 24.8. 2013 til 24.8. 2014. Grái kvarðinn sýnir svæði þar sem vatnsgildi reiknast á bilinu 0-200 kg/m² (vatnsgildi 0-200 mm). Hvítur litur táknar að vatnsgildið reiknist >200 mm. Tölur um reiknað vatnsgildi eru skráðar á kortið á allt að 75 stöðum á landinu. Ath. að gögn bárust ekki fyrir 24. janúar 2014.

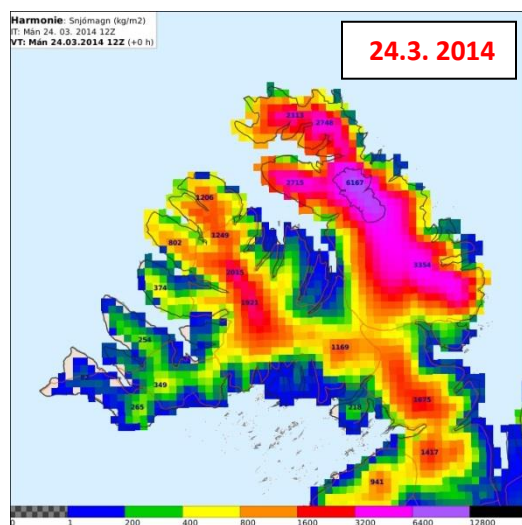
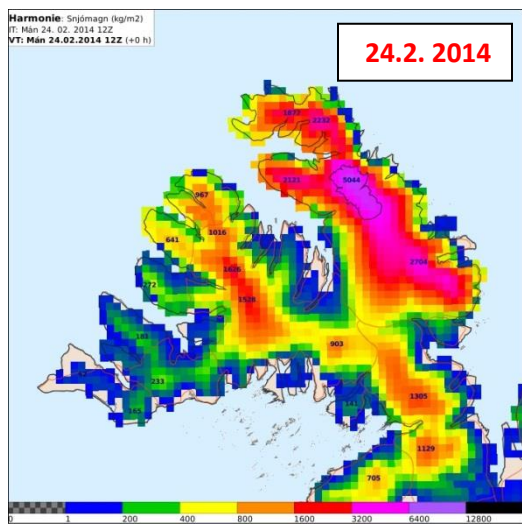
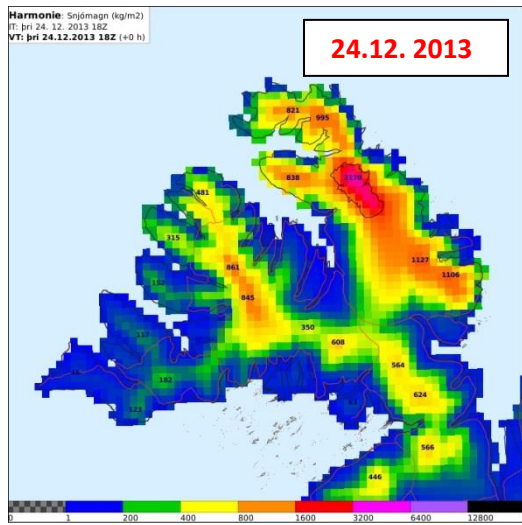
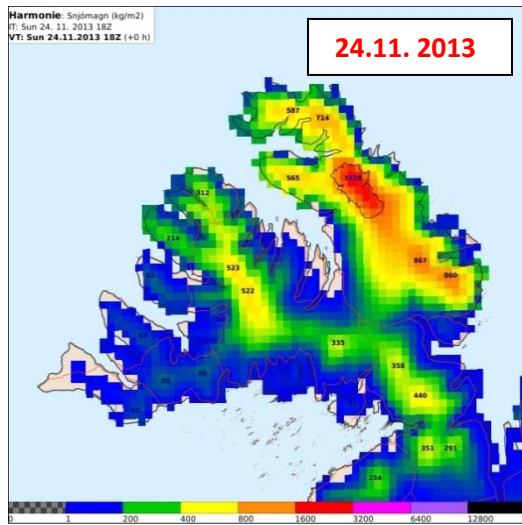
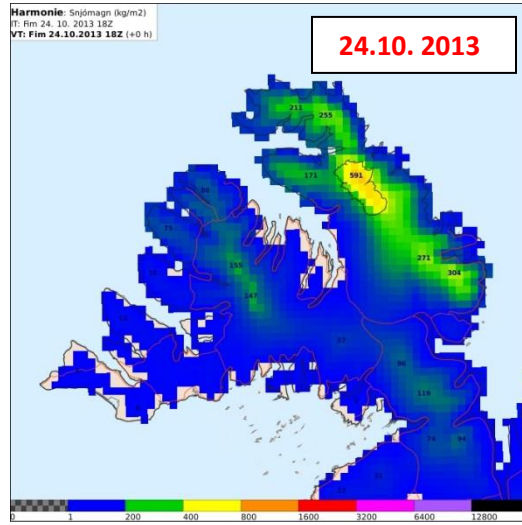
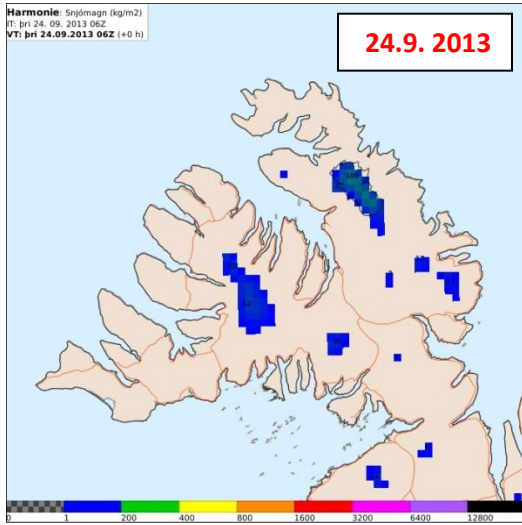
Í verkefni þessu hefur sérstök áhersla verið lögð á þróun snjókorta og skafrenningsspáa fyrir Vestfirði, m.a. í tengslum við vöktun snjóflóðahættu í þessum landshluta. Mynd 4 sýnir hvernig útbreiðsla og vatnsgildi snævar á Vestfjörðum þróast yfir tímabilið 24.8. 2013 til 17.9. 2014. Litakvarðinn gefur til kynna vatnsgildi uppsafnaðrar snjóhulu, sem nær hámarksútbreiðslu og vatnsgildi seint í marsmánuði 2014. Áberandi er hve mikil snjósöfnun varð þennan vetur á hálendi Drangajökuls og heiðunum þar suður af.

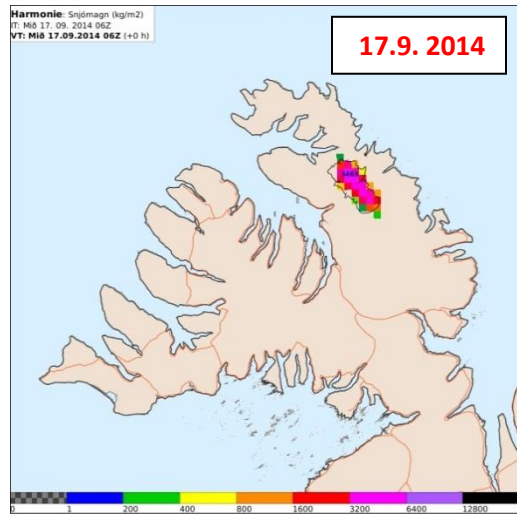
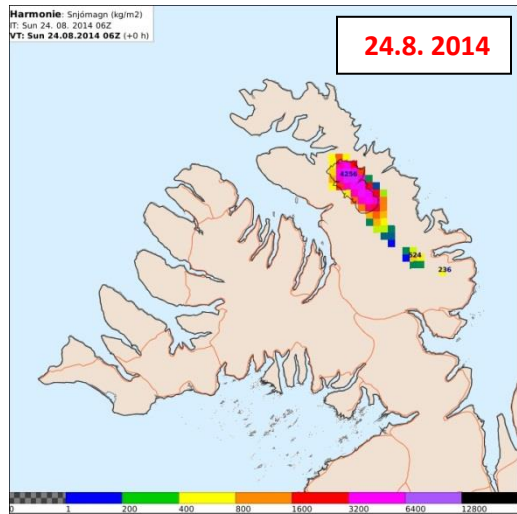
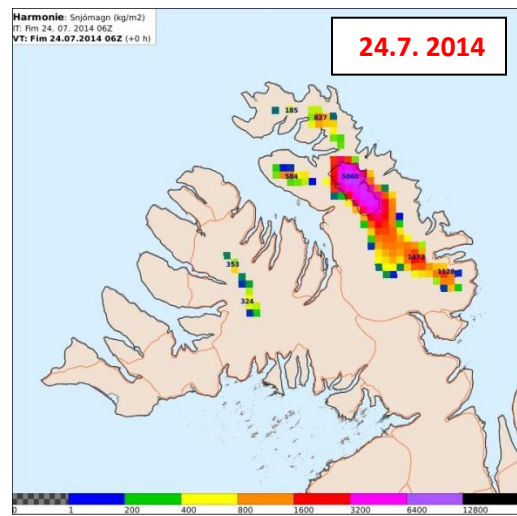
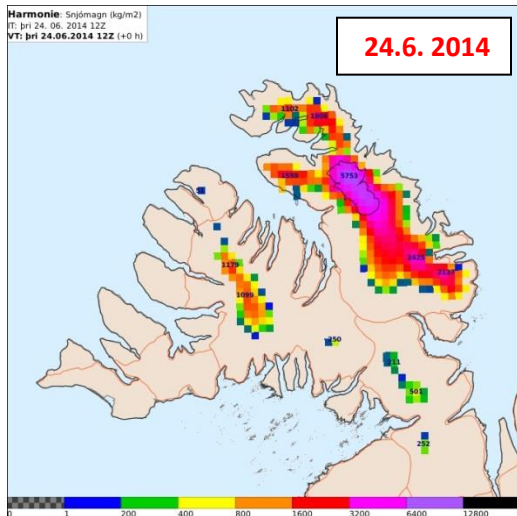
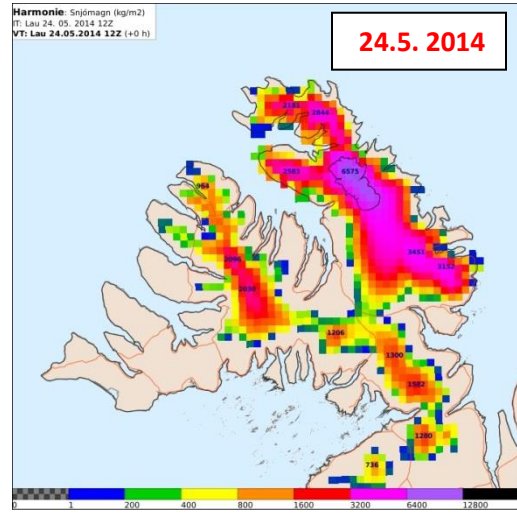
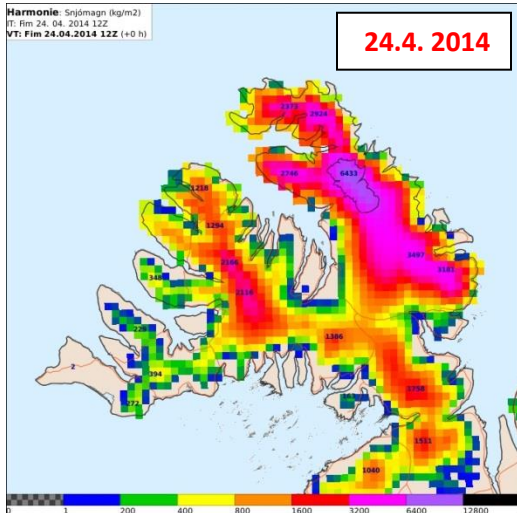
3. Samanburður við snjómælingar

Við hefðbundnar athuganir á snjóhulu á veðurstöðvum er þykkt snjóhulunnar mæld, en vatnsgildið er sjaldan skráð. Í leiðöngrum Veðurstofunnar til afkomumælinga á jöklum landsins er eðlisþyngd mæld ásamt snjóþykkt og vatnsgildi því reiknað í hverjum mælipunkti. Ákomusvæði jökla eru heppileg til samanburðar við reikninga Harmonie-líkansins á uppsöfnuðu vatnsgildi, því þar gætir hverfandi leysingar að vetrarlagi (og lítillar leysingar að sumarlagi ofan við 1700 m). Harmonie reiknar einnig leysingu snævar og afrennsli. Mynd 5 sýnir samanburðarmælipunkta á Hofsjökli og Drangajökli 2013, auk punkta norðan og suðaustan Hofsjökuls.

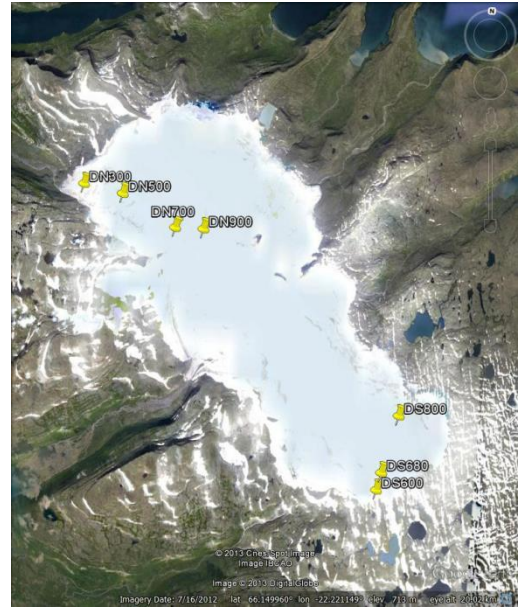
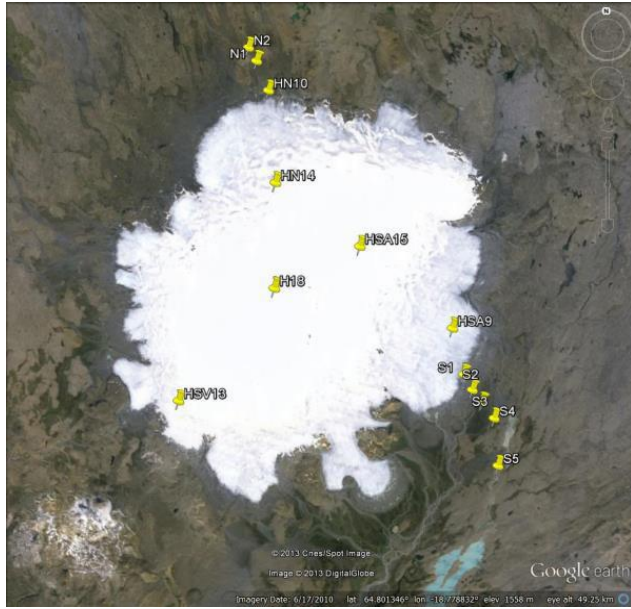
Mynd 6 sýnir hvernig reiknað vatnsgildi vetrarákomu þróast skv. Harmonie-líkaninu í 1790 m hæð á hábungu Hofsjökuls frá og með sumarlokum 2013. Hér eru sýndar tölur með einnar viku millibili sem miðast við að nýsnævi taki að bætast á jökulinn frá og með 24.8. 2013 (þ.e. að vatnsgildistalan sé núllstillt þann dag). Aukning ákomu er nokkuð jöfn og stöðug yfir veturinn á hábungunni og hámarki er náð í júníbyrjun (um 3000 mm). Skv. Harmonie er uppsafnað vatnsgildi á hábungunni 2750 mm þann dag sem vetrarafkoman var mæld (3. maí 2014), en mælingin gaf 2730 mm. Samræmið er því mjög gott í þeim punkti. Harmonie-reikningarnir benda síðan til leysingar að vatnsgildi um 500 mm á hábungunni á tímabilinu 7.6.-30.8. 2014. Til samanburðar mældist leysing um 415 mm á hábungunni frá maíbyrjun og til loka leysingartímabilsins í 1790 m hæð (við ágústlok).

Á Mynd 7 eru Harmonie-reikningar teiknaðir upp gagnvart mæligildum á Hofsjökli 2013 og einnig eru sömu gögn sýnd sem fall af hæð á jöklinum. Sams konar gögn fyrir Drangajökul 2012 eru sýnd á Mynd 8 og gögn frá svæðum utan Hofsjökuls á Mynd 9. Þrátt fyrir allgóða fylgni eru frávik umtalsverð í sumum punktum og er líklegt að þau megi rekja til landslagsáhrifa og skafrennings. Annars eru samanburðargögnin á myndum 7-9 ekki það ítarleg að af þeim verði dregnar víðtækar ályktanir.

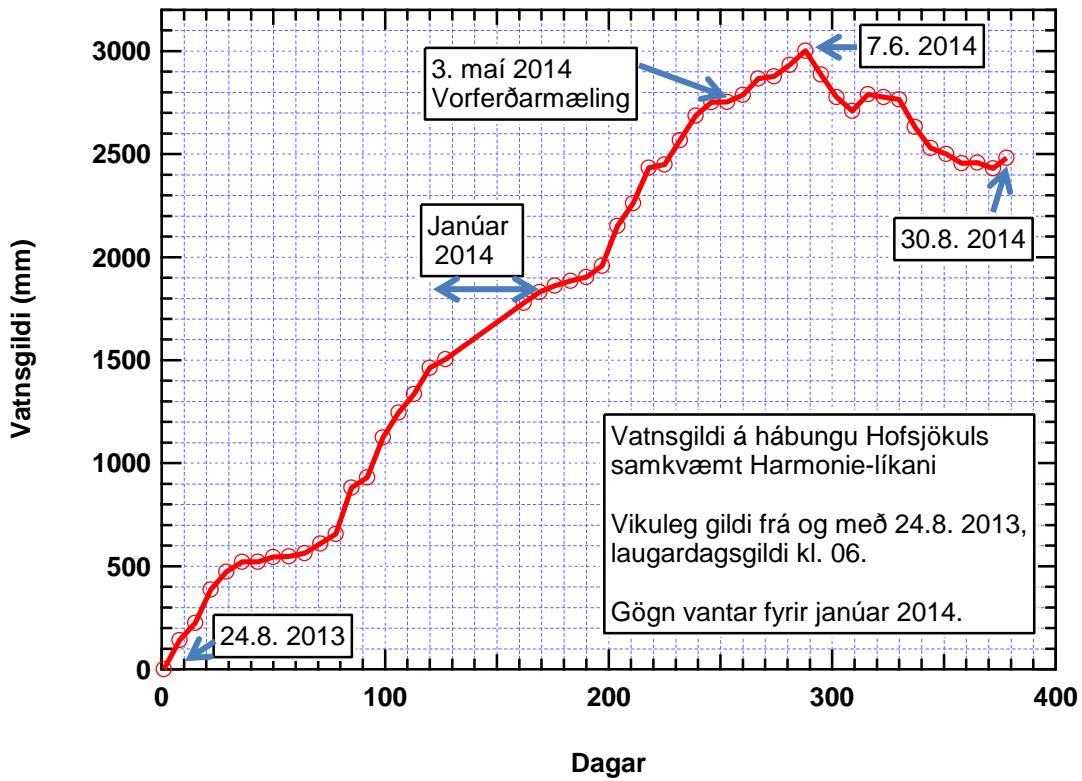




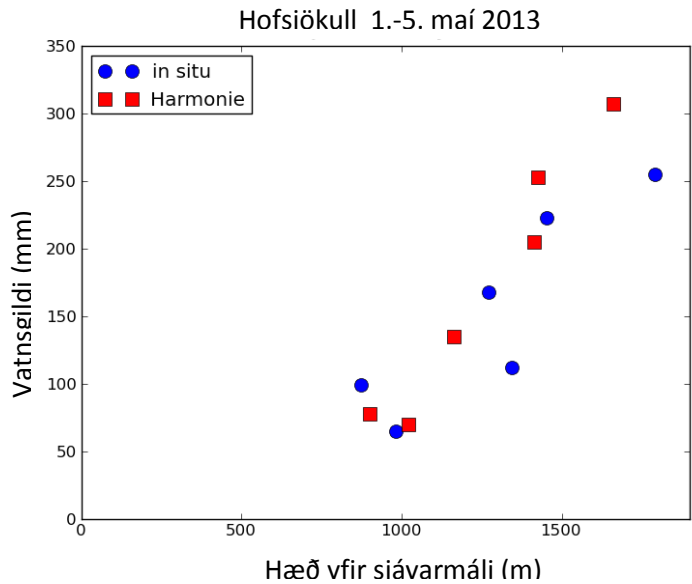
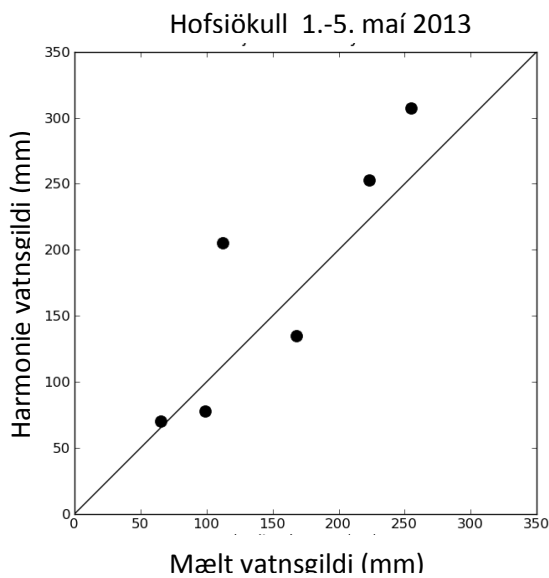
Mynd 4. Snjómagn á Vestfirðum 24.9. 2013 til 17.9. 2014 reiknað með Harmonie-líkani. Litakvarðinn gefur til kynna breytileika í vatnsgildi snjóhulunnar (sami litakvarði og á Mynd 2).



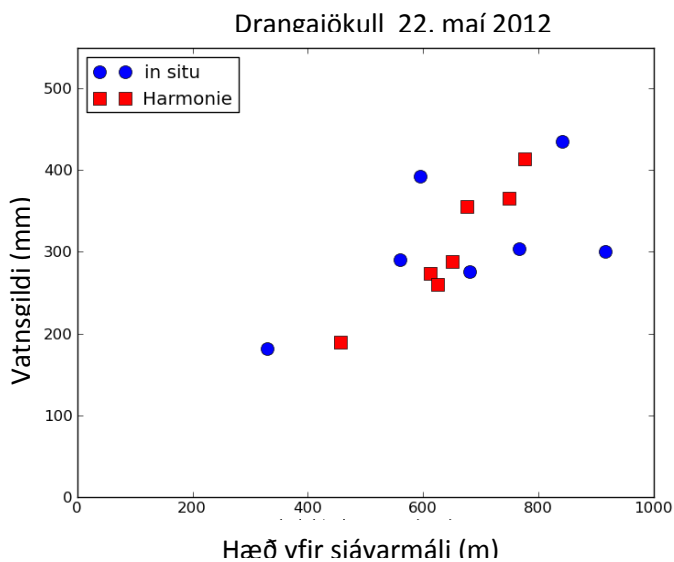
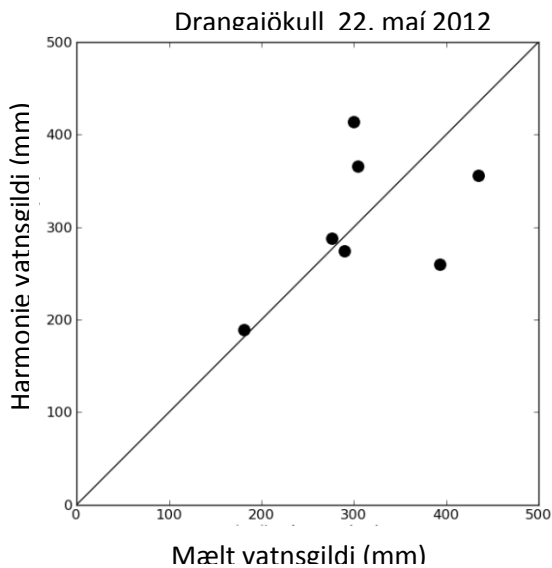
Mynd 5. Samanburðarpunktur á Hofsjökli (og utan hans) t.v. og á Drangajökli t.h.



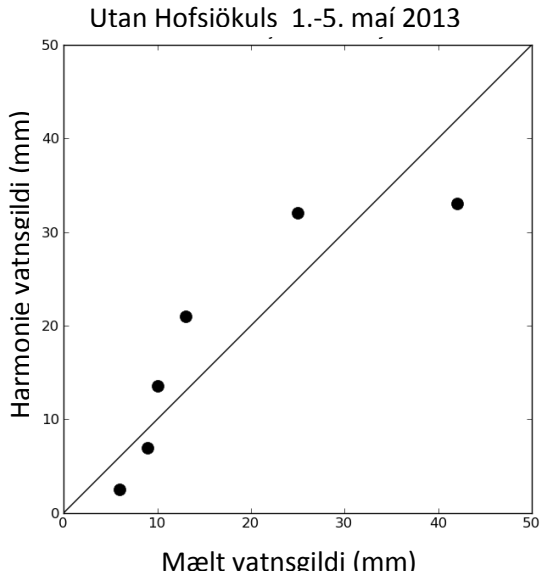
Mynd 6. Þróun afkomu (í vatnsgildi) í 1790 m hæð á hábungu Hofsjökuls jökulárið 2013-2014, samkvæmt Harmonie-reiknilíkaninu. Gögn vantar fyrir janúar 2014.



Mynd 7. T.v.: Mælt vatnsgildi vetrarafkomu í 6 punktum á Hofsjökli í maíbyrjun 2013 (láréttur ás), borið saman við uppsafnað vatnsgildi reiknað fram til sama tíma, með Harmonie-líkaninu. T.h.: Mælt og reiknað vatnsgildi sem fall af hæð yfir sjávarmáli.



Mynd 8. T.v.: Mælt vatnsgildi vetrarafkomu á Hofsjökli í maíbyrjun 2012 (láréttur ás), borið saman við uppsafnað vatnsgildi reiknað fram til sama tíma, með Harmonie-líkaninu. T.h.: Mælt og reiknað vatnsgildi sem fall af hæð yfir sjávarmáli.



Mynd 9. Mælt vatnsgildi vetrarafkomu í punktum utan Hofsjökuls (sjá mynd 5) í maíbyrjun 2013 (láréttur ás), borið saman við uppsafnað vatnsgildi reiknað fram til sama tíma, með Harmonie-líkaninu (lóðréttur ás).

4. Þróun skafrenningsspáa

Í þessu verkefni hefur þekkingarfyrirtækið Vegsýn þróað skafrenningsslíkan [5] sem nýtir upplýsingar úr veðurspálíkani. Líkanið tekur mið af eftirfarandi þáttum:

- Snjóhulu
- Aldri efsta lags snjóhulu og áhrifum hans á færarleika snævar
- Hitasögu og áhrifum hennar á færarleika
- Skafrenningssögu (rofi) og áhrifum á færarleika
- Vindhraða

Uppbygging líkansins er nánar útskýrð í Viðauka 1.

Skafrenningsslíkanið hefur verið virkjað og með því eru nú reiknaðar skafrenningsspár í tilraunaskyni á grundvelli Harmonie veðurlíkansins. Skafrenningsspákortin eru aðgengileg á kortabrunni Veðurstofunnar og á SNAPS heimasíðunni. Sjá: <http://brunnur.vedur.is/kort/spakort> og <http://www.snaps-project.eu/snow-maps>

Við mat á frumniðurstöðum ber að hafa eftirfarandi atriði í huga:

- Öll óvissa um niðurstöður Harmonie líkansins endurspeglast í skafrenningslíkaninu.
- Harmonie líkanið virðist spá of lágum lofthita
- Óvissa ríkir um skafrenningsspá ef hiti hefur verið nærri frostmarki
- Skafrenningsstuðull reiknaður skv. líkaninu er vísbending byggð á ákveðnum forsendum sem má staðfesta með öðrum gögnum
- Nauðsynlegt er að styðjast við önnur gögn samhliða spánni, helst hita- og vindmælingar
- Spáin gerir ekki greinarmun á skafrenningi í snjókomu og skafrenningi einum og sér

Hér að neðan eru sýnd þrenns konar kort reiknuð með skafrenningslíkaninu, sem notar Harmonie-gögn sem inntak:

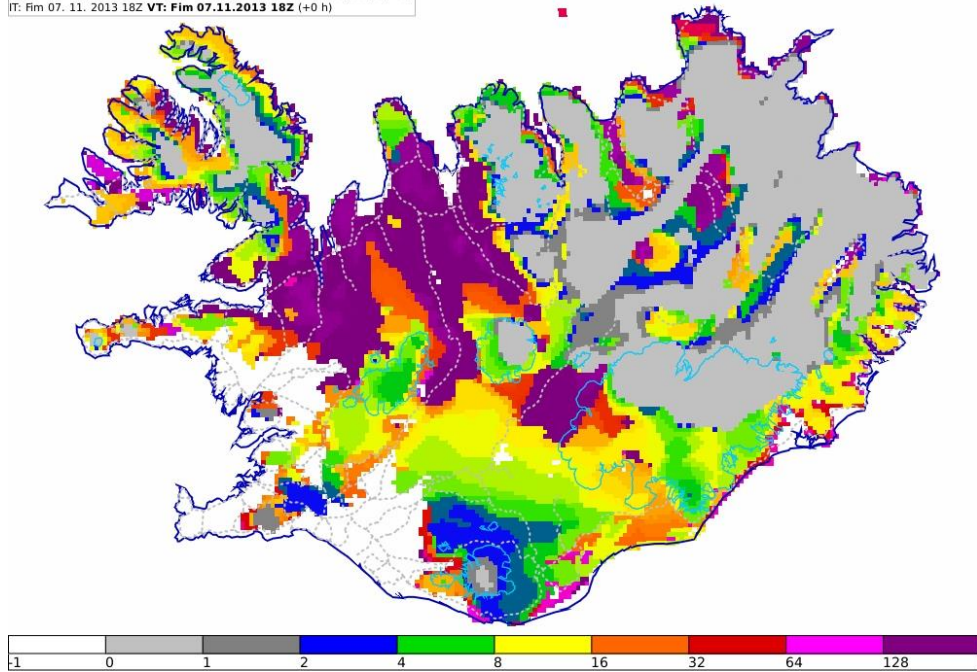
Mynd 10 sýnir reiknaðan aldur efsta snjólags (í klst) á landinu öllu þann 7. nóvember 2013. Nýfallinn snjór er yfir mestöllu norðaustanverðu landinu og norðanverðum Vatnajökli og einnig yfir hálendi Vestfjarða. Á Mynd 11 sést að færanleiki efsta snjólags (í vindi) reiknast mestur á þeim svæðum þar sem snjór er nýfallinn, svo sem við er að búast. Líkanið reiknar færanleika snjóþekju út frá aldri, hita- og skafrenningssögu hennar, og því næst er skafrenningsstuðullinn reiknaður á grundvelli færanleika og vindhraða. Sjá Mynd 12. Þar eru niðurstöður birtar samkvæmt skiptingu skafrenningsálags í fjóra flokka: Engan, lítinn, miðlungs og mikinn skafrenning (sjá Viðauka 1). Stuðullinn stjórnast af margfeldi vindstyrks í þriðja veldi og færanleika, en tekið er tillit til aldurs snjóþekju og skafrenningssögu hennar í gegnum færanleikastuðulinn. Á Mynd 12 sést að líkanið spáir þennan dag meiri skafrenningi á sunnanverðum Vatnajökli en á norðurhluta jökulsins þrátt fyrir að færanleiki snjóþekju reiknist minni á sunnanverðum jöklinum. Það er vísbending um að vindhraði á sunnanverðum jöklinum hafi verið meiri en á norðurhluta hans, líkt og fram kemur á vindhraðakorti úr Harmonie fyrir þennan dag (Mynd 13). Á hinn bóginn fellur mesta skafrenningssvæðið á Vestfjörðum að mestu saman við svæðið með nýjasta snjóinn og mesta færanleikann, sem bendir til að vindstyrkur hafi verið svipaður á öllum Vestfjarðakjálkanum á spátímanum.

Prófanir líkansins í vaktstöð Vegagerðarinnar veturinn 2013-2014 komu vel út og hefur það reynst gefa góða hugmynd um skafrenning á tilteknum svæðum innan þeirra takmarkana sem áreiðanleiki Harmonie setur. Hugmyndir að næstu skrefum í þróun líkansins eru m.a. í þá átt að:

* Taka tillit til snjókomuákefðar. Í núverandi líkani er aðeins gert ráð fyrir að snjókoma eigi sér stað eða ekki, án tillits til þess hve mikið snjóar. Þetta leiðir til þess að skafrenningur er ofmetinn þegar snjókoma er lítil.

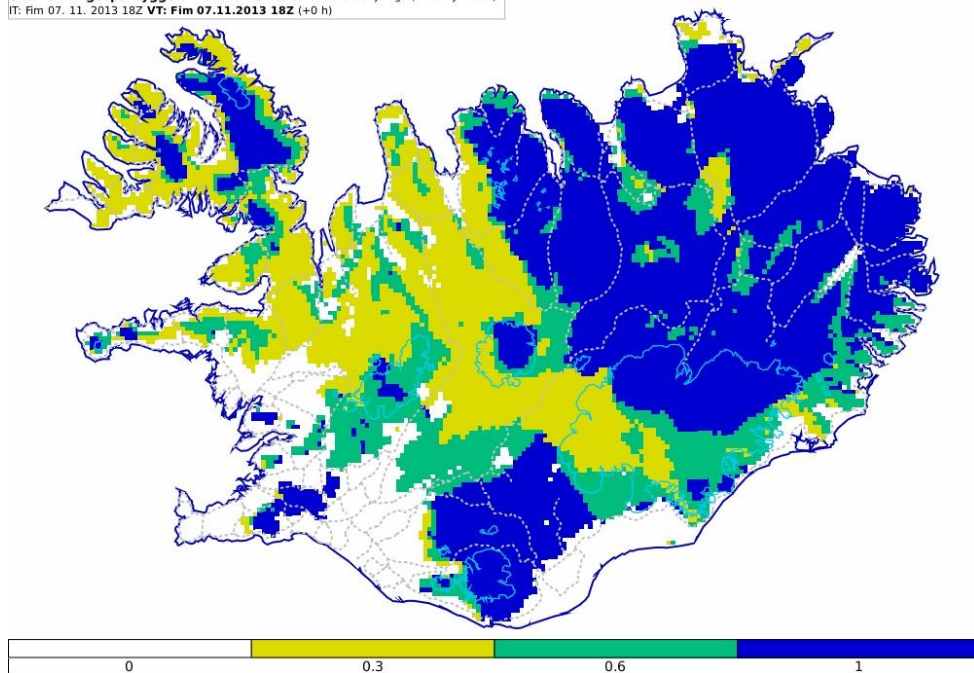
* Endurbæta mat á herðingu snjóbreiðu eftir því sem frá líður snjókomu. Í núverandi líkani er það aðeins tímalengd frá lokum snjókomu og magn uppsafnaðs skafrennings sem veldur herðingu snjókomu, en hér koma í raun fleiri þættir við sögu. Best væri að þessi þáttur yrði reiknaður með eðlisfræðilegu líkani yfir umbreytingu snjóþekju.

Skafrenningsspá byggð á Harmonie: Aldur efsta snjólags (klst)
IT: Fim 07. 11. 2013 18Z VT: Fim 07.11.2013 18Z (+0 h)



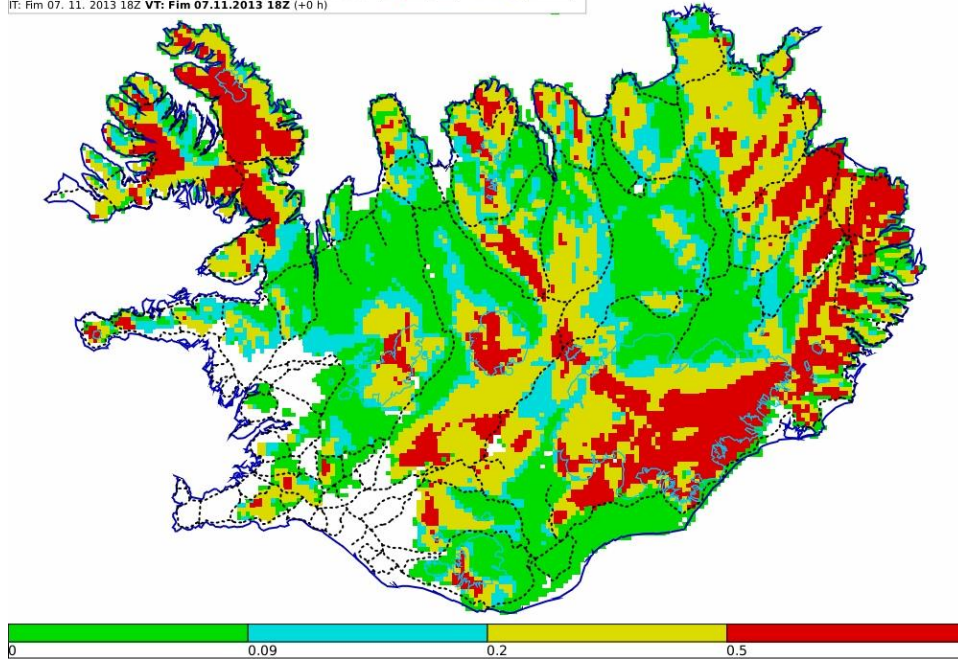
Mynd 10. Aldur efsta snjólags í klst. 7. nóvember 2013. Hvít svæði eru snjólaus, á grálituðum svæðum hefur snjór fallið á síðustu klukkustund.

Skafrenningsspá byggð á Harmonie: Færanleiki efsta snjólags (mobility index)
IT: Fim 07. 11. 2013 18Z VT: Fim 07.11.2013 18Z (+0 h)

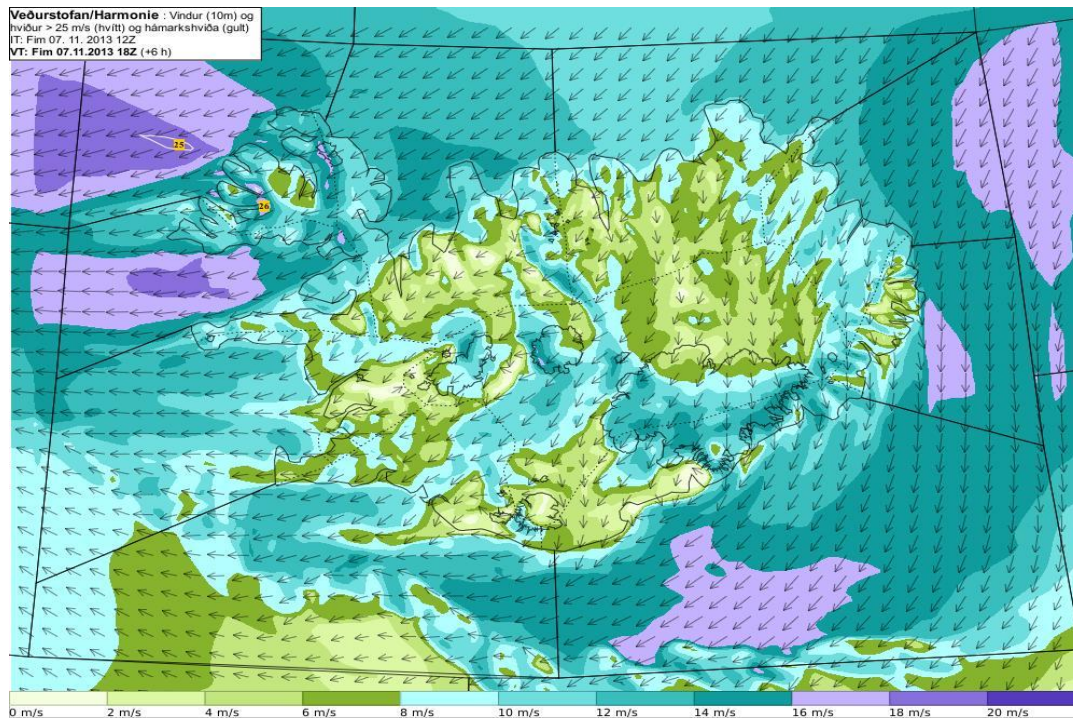


Mynd 11. Færanleiki efsta snjólags (á kvarða milli 0 og 1) á landinu 7. nóvember 2013.

Skafrenningsspá byggð á Harmonie: Skafrenningsstuðull (enginn, lítill, miðlungs, mikill).
IT: Fim 07. 11. 2013 18Z VT: Fim 07.11.2013 18Z (+0 h)



Mynd 12. Reiknaður skafrenningsstuðull á landinu 7. nóvember 2013.



Mynd 13. Vindhraðaspákort úr Harmonie-likaninu fyrir 7. nóvember 2013.

5. Samantekt

Verkefni þetta hefur tengst vinnu við Norðurslóðaverkefnið SNAPS, sem hófst árið 2011. Í upphafi var megináhersla á þróun snjó korta af Íslandi í samstarfi við norskar og finnskar stofnanir og er þeim verkþætti nú lokið. Kortin eru birt daglega á vef SNAPS-verkefnisins og einnig aðgengileg á kortabrunni Veðurstofunnar. Líkanreikningar á uppsöfnun snævar yfir landinu með Harmonie-reiknilíkaninu hófust 2012 og á kortabrunni Veðurstofunnar má nálgast dagleg kort af snjó magni, afkomu hvers sólarhrings og afrennsli (sem jafngildir leysingu að viðbættu regni). Til viðbótar hafa verið þróuð kort sem sýna skafrenningsálag (skafrenningsstuðul) á landinu.

Ágæt samsvörun er milli útbreiðslu snævar, eins og hún sést á MODIS-snjó kortunum og á kortunum sem reiknuð eru með Harmonie-líkaninu. Ýmissa endurbóta er þó þörf varðandi reikninga á snjó magni, t.d. er landlíkanið sem Harmonie notar ekki nákvæmt og getur það leitt til rangrar ákvörðunar á snjó komu. Ennfremur getur hiti í neðstu lögum líkansins verið rangur og getur það haft áhrif á hvort líkanið lætur úrkomu falla sem regn eða snjó [6]. Frekari snjó mælingar á hálandum svæðum til samanburðar við niðurstöður Harmonie væru æskilegar

6. Tilvitnanir

1. Þorsteinn Þorsteinsson, Hróbjartur Þorsteinsson, Skúli Þórðarson, Harpa Grímsdóttir, Bolli Pálmason og Sigurður Þorsteinsson (2013). *Snjó kort af Íslandi og skafrenningsspár*. Framvinduskýrsla til Vegagerðarinnar, september 2013. 37 bls.
2. Bolli Pálmason, Guðrún Nína Petersen, Hróbjartur Thorsteinsson, Sigurður Thorsteinsson (2013). *Experiences of HARMONIE at IMO*. Aladin – Hirlam Newsletter, 1, Sept. 2013, 52–63.
3. Hálfván Ágústsson, Hrafnhildur Hannesdóttir, Þorsteinn Þorsteinsson, Finnur Pálsson and Björn Oddsson (2013). *Mass balance of Mýrdalsjökull ice cap accumulation area and comparison of observed winter balance with simulated precipitation*. Jökull, 63, 91–104.
4. Magnús T. Guðmundsson (2000). *Mass balance and precipitation on the summit of Örfajökull. SE-Iceland*. Jökull (48), 49–54.
5. Skúli Þórðarson (2013). *Expansion of SNAPS services: Snowdrift forecast*. Minnisblað innan SNAPS-verkefnisins. 26.6. 2013. 4 bls.
6. Trausti Jónsson (2013). *Samantekt um spá kort úr HARMONIE-líkaninu*. Veðurstofa Íslands.

7. Viðauki: Uppbygging skafrenningslíkans

Markmið þessa hluta verkefnisins er að þróa skafrenningsspá fyrir vegi sem byggir á veðurgögnum og veðurlíkönunum en einnig snjólíkönunum og snjókortum sem framleidd eru innan SNAPS og tengdra verkefna. Miðlun slíkra spáa til vegfarenda getur orðið verið mikilvæg fyrir ákvarðanatöku og undirbúning þeirra sem hyggjast aka um fjallvegi að vetrarlagi, auk þess sem spárnar munu nýtast Vegagerðinni við stjórnun vetrarþjónustu.

Þróað var líkan sem metur skafrenningshættu á grundvelli upplýsinga um snjóþekju og veðurspár. Líkanið er því í raun tvíþætt; annars vegar er hreyfanleiki eða rjúfanleiki snjóþekjunnar m.t.t. skafrennings metinn, og hins vegar er lagt mat á líklegt skafrenningsmagn út frá ástandi snjóþekju og vindhraða.

Mat á ástandi snjóþekju: Skilgreind er breytan „hreyfanleiki“ (e: Mobility Index, MI) fyrir snjóþekjuna en hún tekur gildi á bilinu 0.0 til 1.0. Við snjókomu fær hún gildið 1.0 en lækkar síðan eftir skilyrðum um

- Tíma frá lokum snjókomu (með tilliti til hörðunar vegna aldurs)
- Uppsafnað skafrenningsmagn (m.t.t. hörðunar vegna skafrennings)
- Hitastig (m.t.t. samlímingar vegna vætu og hörðunar við endurfrystingu)

Mat á skafrenningi: Hugsanlegt skafrenningsmagn (e: Snowdrift Value, SV) á hverjum tímapunkti er metið á grundvelli hreyfanleika snjóþekju og vindhraða. SV er reiknað skv formúlu:

$$SV = \frac{V^3}{12^3} \cdot MI = \frac{V^3}{1728} \cdot MI$$

þar sem V er vindhraðinn í m/s, MI er hreyfanleiki snjóþekju og SV er skafrenningsmagn.

Á grundvelli skafrenningsmagns er skilgreint skafrenningsálag (e: Snowdrift Index, SI) með tilliti til umferðar og vetrarþjónustu skv. Töflu 1. Þannig eru niðurstöður birtar notanda sem líklegt skafrenningsálag:

- 0 enginn skafrenningur
- LOW, lítill skafrenningur
- MODERATE, nokkur skafrenningur
- HIGH, mikill skafrenningur

Vörpun skafrenningsmagns, SV, yfir í skafrenningsálag í Töflu 1 er sýnt í Töflu 2:

TAFLA 1. Skafrenningsmagn (Snowdrift Value) og skafrenningsálag (Snowdrift Index) fyrir mismunandi gildi á vindhraða (V) og hreyfanleika snjóþekju.

V (m/s)	Snowdrift value, SV			Snowdrift Index			
MI	1,0	0,6	0,3	1,0	0,6	0,3	0,0
6	0,13	0,08	0,04	LOW	0	0	0
7	0,20	0,12	0,06	LOW	LOW	0	0
8	0,30	0,18	0,09	MOD.	LOW	LOW	0
9	0,42	0,25	0,13	MOD.	MOD.	LOW	0
10	0,58	0,35	0,17	HIGH	MOD.	LOW	0
11	0,77	0,46	0,23	HIGH	MOD.	MOD.	0
12	1,00	0,60	0,30	HIGH	HIGH	MOD.	0
13	1,27	0,76	0,38	HIGH	HIGH	MOD.	0
14	1,59	0,95	0,48	HIGH	HIGH	MOD.	0
15	1,95	1,17	0,59	HIGH	HIGH	HIGH	0
16	2,37	1,42	0,71	HIGH	HIGH	HIGH	0
17	2,84	1,71	0,85	HIGH	HIGH	HIGH	0
18	3,38	2,03	1,01	HIGH	HIGH	HIGH	0
19	3,97	2,38	1,19	HIGH	HIGH	HIGH	0

TAFLA 2. Flokkun skafrenningsálags

SV	SI
SV < 0,09	0
0,09 = < SV = < 0,21	LOW
0,21 < 0,50	MODERATE
0,50 = < SV	HIGH

Hjálparbreytur: Innan líkansins eru skilgreindar hjálparbreytur til þess að endurmeta ástand snjóþekju eftir aldri og skafrenningssögu. Þetta eru breytur sem notandinn sér ekki og þarf ekki að tileinka sér.

Til þess að tengja ástand snjóþekjunnar við skafrenningssögu er skilgreint uppsafnað skafrenningsmagn (Accumulated Snowdrift Value, DA), sem summa allra klukkustundargilda skafrenningsmagns síðan snjókomu lauk. Þegar ákveðnum þröskuldsgildum DA er náð er hreyfanleiki, MI, minnkaður í þrepum, og tilsvareandi reiknast minna skafrenningsmagn í kjölfarið skv. formúlunni að ofan.

Áhrif aldurs snjóþekjunnar á hreyfanleika eru tekin inn í breytuna „aldur snjóþekju“ (Snow Cover Age, SA). Hér er gerð sú einföldun að miðað er við að sólarhringsgömul snjóþekja eða eldri hafi skertan hreyfanleika á við nýja snjóþekju, en í raun er hér um flóknara samband að ræða þar sem ummyndun snjóþekjunnar er háð m.a. aldri, hita- og rakastigi.

Rökfræði líkans: Breytur í líkani eru skilgreindar á eftirfarandi hátt:

V	Vindhraði	Frá veðurspá
T	Lofthiti	
SF	Snjócoma á núverandi klukkustund (já/nei)	
SI	Skafrenningsálag (0, LOW, MODERATE, HIGH)	Niðurstaða líkans
MI	Hreyfanleiki snjóþekju. (0.0, 1.0, 0.6 eða 0.3)	Skilgreint innan líkans, eingöngu hjálparbreytur
	Einingarlaust skafrenningsmagn:	
SV	$SV = \frac{V^3}{12^3} \cdot MI = \frac{V^3}{1728} \cdot MI$	
DA	Uppsafnaður skafrenningur, summa allra klukkustundargilda SV síðan snjókomu lauk	
SA	Aldur snjóþekju frá lokum snjókomu (klst)	

Til forritunar er stuðst við eftirfarandi skema (á næstu bls.), ásamt ofangreindum töflum og formúlu. Taflan lýsir aðgerðum sem farið er í gegnum fyrir hverja klukkustund sem líkanið reiknar spá fram í tímann:

Hagnýting: Líkanið veitir tvenns konar möguleika á hagnýtingu í þágu Vegagerðarinnar:

1. Hægt er að keyra líkanið í rauntíma með beintengingu við veðurstöðvagögn. Skilyrði er að veðurstöðvagögn innihaldi úrkomumælingu með klukkustundarupplausn eða hærri.
2. Líkanið er hægt að keyra samhliða veðurspá:
 - a. Líkankeyrsla fyrir einn punkt. Hægt er að spá fyrir um skafrenningsálag í einum punkti, t.d. fyrir tiltekna veðurstöð sem veðurspá er gefin út fyrir.
 - b. Líkankeyrsla á grundvelli snjókorta og veðurspákorta. Líkt og í a) lið, nema hér er útbúið niðurstöðukort með litakvarða (0, LOW, MOD, HIGH). Forsendan er að nýta veðurspákort sem innihalda reiknaða útbreiðslu snjóþekju ásamt nauðsynlegum spágildum fyrir hvern punkt í korti.

Lofthiti = $< 0^{\circ}$
$V < 6$ m/s eða $MI = 0$
Skafrenningsálag er núll, $SI = 0$
Yfirstandandi snjócoma (SF=já)
SA sett 0
DA sett 0
MI er óbreytt 1.0
Skafrenningsálag, SI, er reiknað skv. töflu
Uppsafnaður skafrenningur, DA, og aldur snjóþekju, SA, eru ekki reiknuð á meðan snjócoma stendur yfir
Eftir að snjókomu lýkur (SF=nei)
$V < 6$ m/s
$SI = 0$
SA er aukið um eina klukkustund
DA helst óbreytt frá fyrra tímaskrefi
$V \geq 6$ m/s
SI er reiknað skv. töflu
SA er aukið um eina klukkustund
DA er aukið um SV

Þegar DA er minna en 2.0 (og SA < 24 klst)	Hreyfanleiki, MI = 1.0
Þegar 2.0 <= DA <= 6.0	Hreyfanleiki, MI = 0.6
Þegar DA > 6	Hreyfanleiki, MI = 0.3
Þegar aldur snjóþekju, SA, er minni en 24 klst	MI helst 1.0 (ef það hefur ekki áður lækkað vegna kröfu frá DA)
Þegar aldur snjóþekju, SA, er jafn eða meiri en 24 klst	MI = 0.6 (ef það hefur ekki áður lækkað vegna kröfu frá DA) (ATH: Ferlið gerir ráð fyrir að aldur snjóþekju eingöngu, SA, geti ekki lækkað hreyfanleika, MI, niður fyrir 0.6)
Lofthiti > 0°	Hreyfanleiki, MI=0 Enginn skafrenningur mögulegur fyrr en aftur snjóar (SI=0)