

Minnisblað

Dags: 12.07.2011

Titill: Stöðuskýrsla fyrir verkefnið „Notkun sprenginga til að koma snjóflóðum af stað“

Höfundar: Harpa Grímsdóttir og Magni Hreinn Jónsson

Unnið fyrir: Vegagerðina

Verknúmer: 4451-0-0003

Tilvísun: HG/MHJ-2011-01

Inngangur:

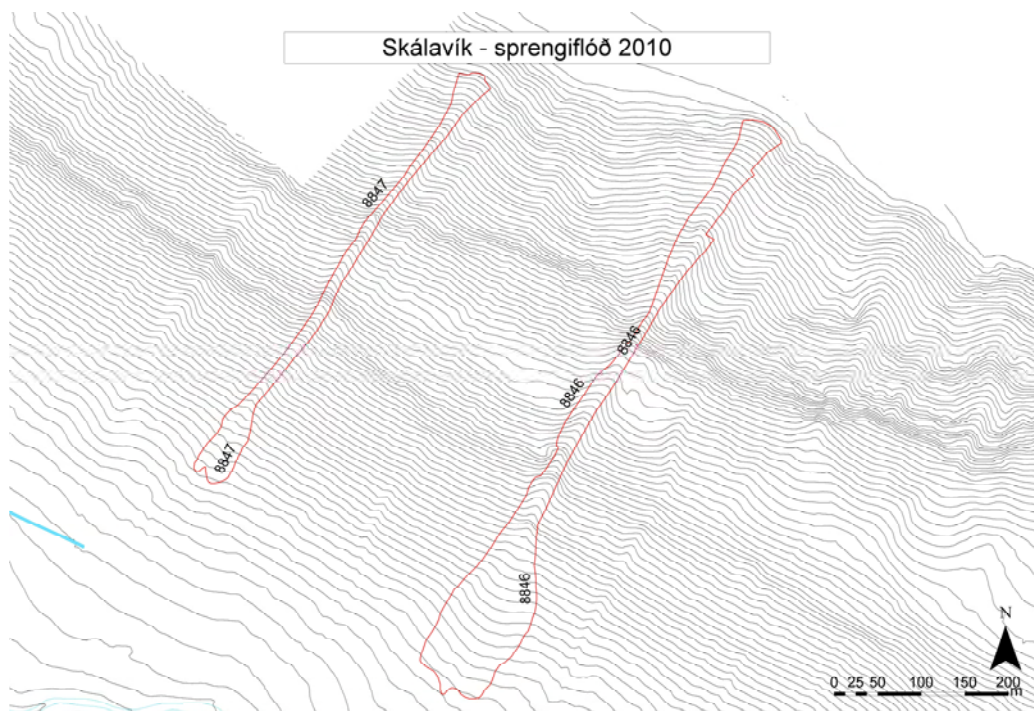
Í þessu minnisblaði er farið yfir þá vinnu sem unnin hefur verið í verkefninu „Könnun á aðferðum til að koma snjóflóðum af stað“ frá hausti 2009 og fram á vor 2011. Í fyrsta lagi er sagt frá þeim sprengitilraunum sem gerðar hafa verið í Skálavík á þessum tíma. Í öðru lagi er fjallað um það hvernig snjóflóðasprengingar á Íslandi gætu þróast á næstu árum og sagt frá stofnun hóps aðila sem áhuga hafa á að kanna möguleika á því að beita sprengingum við snjóflóðæftirlit. Í þriðja lagi er kafla um rannsóknir sem gerðar hafa verið á snjóflóðum sem sett hafa verið af stað í þessu verkefni og samanburð flóðanna við tvívíð snjóflóðareiknilíkön.

Snjóflóðasprengingar í Skálavík veturna 2009–2010 og 2010–2011

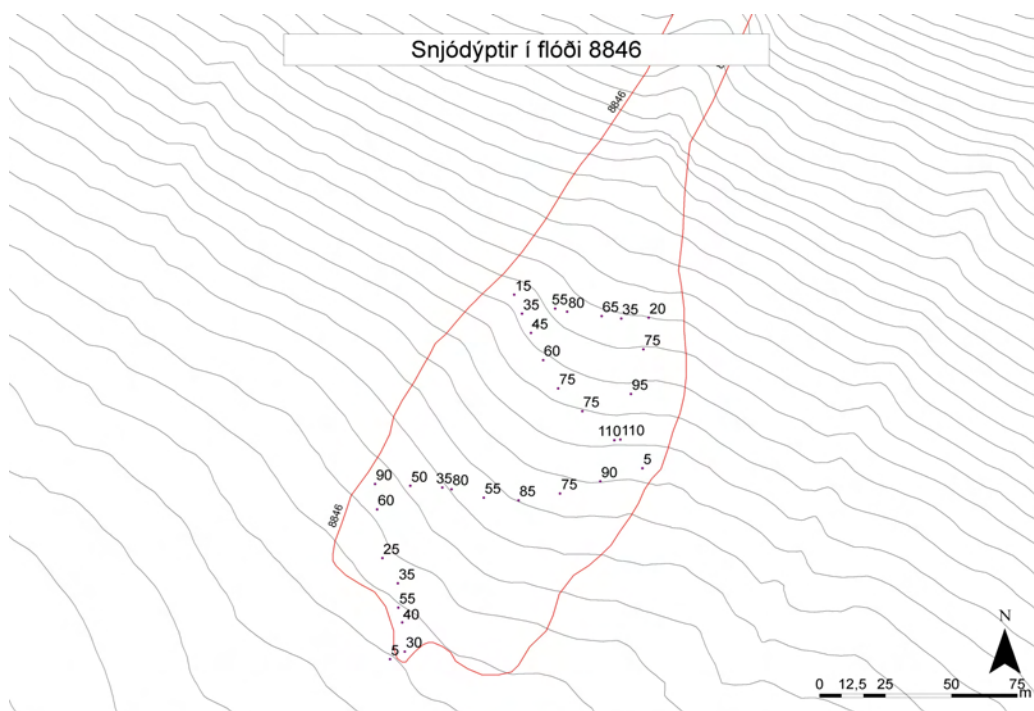
Þessir tveir vetur voru með eindæmum snjóléttir á norðanverðum Vestfjörðum. Snjór í fjöllum var sérlega líftill og fjöldi meðalstórra og stórra snjóflóða langt undir meðallagi.

Veturinn 2009–2010

Sprengiefni var komið fyrir á yfirborði jarðar í desember. Dálftill snjór var kominn í upptakasvæðið og var hann harður og seinlegt að moka í gegnum hann til að koma fyrir efninu. Líftill snjór var í fjöllum um veturinn og fá góð tækifæri komu til að sprengja. Í byrjun apríl kom páskahret og þá var tækifærið nýtt og öllu sprengiefni eytt í giljunum. Vitað var um veikt lag, en sól var og hlýtt í veðri daginn sem sprengt var og því styrktist lagið hratt. Þurr flóð fóru þó af stað í báðum giljum, en ekki fyrr en í seinni tilraun í öðru þeirra. Einnig var reynt að koma af stað flóði í næsta gili með 10 kg yfirborðsprengju án árangurs. Hér að neðan eru upplýsingar um flóðin úr snjóflóðagagnagrunni Veðurstofunnar og útlínur þeirra ásamt snjódýptarmælingum á korti.



Mynd 1. Útlínur snjóflóða sem komið var af stað með sprengingum þann 7. apríl 2010.



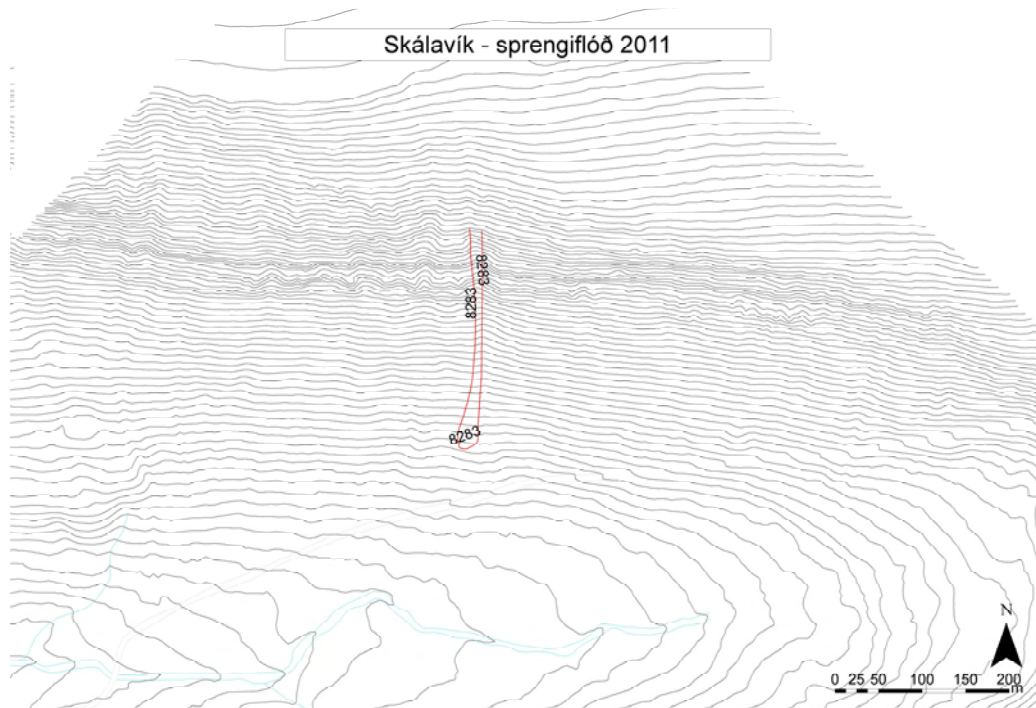
Mynd 2. Snjódyptir í flóði 8846

Númer: 8846 **Tegund:** Þurrt flekahlaup
Staðsetning: Sóleyjarhryggsgil, Innra-Sprengigil
Tími: 7.4.2010
Skýrslu skráði: Harpa
 Grímsdóttir **Teg. skýrslu:** 10 **Útlína:** Mæld **Fylgigögn:** Ljósmynd/ir. GPS-mæling.
 Snjókýptarmæling. Myndbandsupptökur.
Lýsing: Stærðarfl.: 3 Lengd: 765 m Mælt úthl.horn (α): 31°
Upptök: Hæð yfir sjó: 525 m Breidd: 50 m Mældur halli (θ): 38°
 Orsök: Sprenging. Flóðinu var komið af stað með sprengingu í tilraunaskyni og er það hluti af tilraunaverkefni Snjóflóðaseturs VÍ og Helga Mar Friðrikssonar með snjóflóðasprengingar. Dínamt var sprengt undir snjónum.
Tunga: Hæð yfir sjó: 70 m
 Þykkt: Meðaltal: 0.6 m Mest: 1.1 m
 Meðalbreidd: 90 m Mesta breidd: 95 m Lengd: 150 m Rúmmál: 8000 m³
Veður: Bjart veður var þegar sprengt var og hlýnandi.

Númer: 8847 **Tegund:** Þurrt flekahlaup
Staðsetning: Ytra-Sprengigil
Tími: 7.4.2010
Skýrslu skráði: Harpa
 Grímsdóttir **Teg. skýrslu:** 10 **Útlína:** Mæld **Fylgigögn:** Ljósmynd/ir. GPS-mæling.
 Snjókýptarmæling. Myndbandsupptökur.
Lýsing: Stærðarfl.: 2.5 Lengd: 610 m Mælt úthl.horn (α): 35°
Upptök: Hæð yfir sjó: 480 m Breidd: 40 m Mældur halli (θ): 40°
 Orsök: Sprenging. Flóðinu var komið af stað með sprengingu í tilraunaskyni og er það hluti af tilraunaverkefni Snjóflóðaseturs VÍ og Helga Mar Friðrikssonar með snjóflóðasprengingar. Dínamt var sprengt undir snjónum.
Tunga: Hæð yfir sjó: 88 m
 Þykkt: Meðaltal: 1.2 m Mest: 2.35 m
 Meðalbreidd: 40 m Mesta breidd: 45 m Lengd: 80 m Rúmmál: 3850 m³
Veður: Bjart veður var þegar sprengt var og hlýnandi.
Athugasemdir: Flóðið fór af stað við seinni tilraun.

Veturinn 2010–2011

Ákveðið var að koma ekki sprengiefni fyrir á yfirborði jarðar um haustið, heldur gera tilraunir með yfirborðsprengingar. Þennan vetur var jafnvel enn minni snjór í fjöllum en veturinn á undan. Þann 20. apríl var farið í Skálavík í tilraunaleiðangur. Daginn áður voru aðstæður kannaðar og hafði þá safnast foksnjór í tilraunagilin. Þegar komið var á vettvant kom í ljós að í hvassviðrinu um nóttina hafði allur nýr snjór fokið upp úr giljum á tilraunasvæðinu. Ákveðið var að prófa að sprengja innar í hlíðinni, nær Skálavíkurheiði. Þar eru nokkur brött gil þar sem var örflítill nýr snjór. Fyrst voru sprengd 5 kg á yfirborði án þess að fá snjóflóð. Þá var restin af kassanum (20 kg) sett neðar í svæðið og fór þá af stað sæmilegt flóð. Það var rakt og um 2,5–3 að stærð. Hér að neðan eru upplýsingar um það úr gagnagrunni Veðurstofunnar og útlína þess á korti.



Mynd 3. Snjóflóð sem komið var af stað með sprengingu þann 20. apríl 2011.

Númer: 8283 **Tegund:** Þurrt flekahlaup

Staðsetning: Skálavík. Lítið gil nálægt Skálavíkurheiði innst í Skálavík.

Tími: 20.4.2011

Skýrslu skráði: Harpa Grímsdóttir **Teg. skýrslu:** 10 **Útlína:** Mæld **Fylgigögn:** GPS-mæling. Snjódrýptarmæling. Myndband.

Lýsing: Stærðarfl.: 2

Upptök: Hæð yfir sjó: 435 m

Orsök: Sprenging. Flóðið var sett af stað með 20kg af dínamíti sem sprengd voru á yfirborði snævar.

Tunga: Hæð yfir sjó: 237 m

Þykkt: Meðaltal: 0.9 m Mest: 1.5 m

Meðalbreidd: 20 m Mesta breidd: 25 m Lengd: 40 m Rúmmál: 720 m³

Athugasemdir: Sprengingin er liður í verkefni Snjóflóðaseturs VÍ og Helga Mar Friðrikssonar: "Könnun á aðferðum við að koma snjóflóðum af stað".

Notkun sprengiefnis við snjóflóðaeftirlit

Verkefnið hefur nú staðið yfir frá árinu 2007 og nokkur reynsla er komin á notkun sprengiefnis til að koma af stað snjóflóðum. Næsta skref felst vonandi í því að aðilar sem hag hafa af því að nota sprengiefni við snjóflóðaeftirlit byrji að kanna möguleikana. Fyrst og fremst geta slíkar aðferðir hentað rekstraraðilum skíðasvæða og Vegagerðinni. Einnig má hugsa sér að snjóflóðasprengingar geti aukið öryggi á vinnustöðum sem þarf að setja tímabundið upp t.d. vegna vegagerðar eða annarra framkvæmda.

Þriðjudaginn 12. apríl 2011 hittist hópur fólks á óformlegum fundi til að ræða möguleika á notkun sprenginga við snjóflóðaeftirlit. Þessir aðilar koma frá Veðurstofu, skíðasvæðum, sveitarfélögum og Vegagerðinni. Þeir hafa nú myndað óformlegan félagsskap þar sem skipst er á upplýsingum og kannað m.a. hvað þarf til þess að kerfisbundnar snjóflóðasprengingar geti hafist á ákveðnum svæðum á Íslandi.

Samuel Wyssen rekur fyrirtæki í Sviss sem selur snjóflóðasprengibúnað. Hann hélt kynningarfund í Reykjavík þann 12. apríl 2011 og var hann vel sóttur. Samuel mun koma aftur til landsins í ágúst 2011 og til stendur að hann skoði snjóflóðasvæði á Norðurlandi og veiti ráðgjöf varðandi mögulegar leiðir til snjóflóðasprenginga.

Þess er því að vænta að gerðar verði tilraunir með kerfisbundnar snjóflóðasprengingar innan skíðasvæða og hugsanlega fyrir vegi á næstu árum.

Einnig hafa erlendir snjóflóðasérfræðingar, t.d. frá Noregi og Austurríki, sýnt verkefninu áhuga og vilja kanna hvort hægt sé að lána hingað mælitæki sem mæla hraða snjóflóðanna mjög nákvæmlega og kortleggja breytingu á landhæð sem veitir möguleika á góðum mælingum á rúmmáli flóðanna.

Hermun sprengiflóða með SAMOS líkaninu

Flóðin sem sprengd hafa verið í verkefninu gefa gott tækifæri fyrir vísindamenn til þess að kanna hegðun flóðanna á leið þeirra niður hlíðina. Í þessu verkefni hefur verið unnið með tvö stór og þurr flekaflóð sem komið var af stað með sprengingum vorið 2009.

Útlínur flóðanna eru vel þekktar alveg frá upptökum og niður á úthlaupssvæði. Magn snævar í upptökum og stærð upptakasvæðis eru líka nokkuð vel þekkt og gerð hefur verið tilraun til að mæla hraða þeirra niður farveginn út frá myndböndum. Það er því mun meira vitað um þessi sprengiflóð en gengur og gerist fyrir flóð sem falla af náttúrulegum orsökum og tækifærið hefur verið nýtt til þess að kanna hversu vel það snjóflóðalíkan sem Veðurstofan notar líkir eftir þeim.

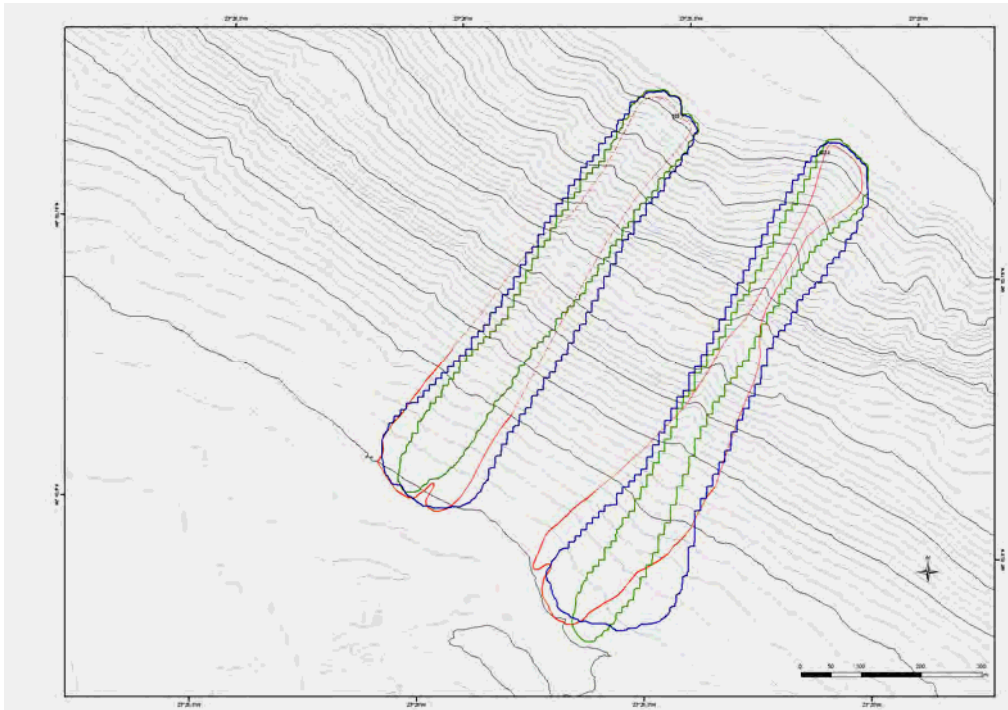
Annars vegar hefur verið skoðað hvernig best megi herma útlínur flóðanna og hinsvegar hraða þeirra. Beinar mælingar á hraða snjóflóða hafa ekki verið notaðar með þessum hætti í snjóflóðalíkanreikningum hér á landi. Hingað til hefur aðallega verið lögð áhersla á að kanna hvernig líkanið hermir útlínur fallinna flóða á úthlaupssvæði en ekki feril flóðsins niður allan farveginn eða hraða þess.

Snjóflóðalíkanið sem er notað heitir SAMOS og var þróað í Austurríki. Stíkar líkansins eru einingalaus viðnámsstuðull annars vegar og viðnámshorn hinsvegar. Að auki er eðlisþyngd snævar inntaksbreyta ásamt lögun upptakasvæða og þykkt snævar í þeim. Á Veðurstofu Íslands hefur líkanið verið kvarðað þannig að það líki sem best eftir nokkrum íslenskum snjóflóðum. Kvörðunin felst í að breyta snjódýpt og viðnámshorni fyrir gefin upptakasvæði til þess að líkja eftir misstórum snjóflóðum. Öðrum breytum er haldið föstum.

Á Veðurstofunni hefur verið þróuð aðferð til að reikna tvívíð rennslisstig með SAMOS líkaninu, en rennslisstig eru mælikvarði á skriðlengd snjóflóða. Notuð eru fyrirfram ákveðin stuðlapör þar sem hvert par svarar til ákveðins rennslisstigs.

Einnig má velja aðra stuðla og þannig má líkja eftir snjóflóðum með sömu skriðlengd en með mismunandi snjódýpt í upptakasvæði og þá oft með aðra lögun tungu. Ef snjódýpt er aukin í líkaninu má auka viðnámsstuðul á móti til þess að halda sambærilegri skriðlengd.

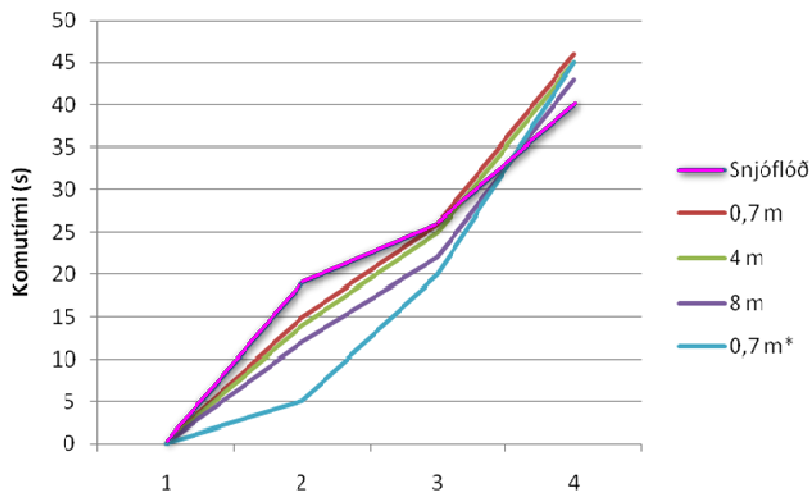
Snjóflóðin tvö sem voru skoðuð eru bæði þurr flekahlaup og hafa númerin 8830 og 8831 í gagnasafni Veðurstofunnar. Þeim var komið af stað með sprengingum þann 16. mars 2009. Snjóflóð 8830 hafði brotstál sem var að meðaltali 4,5 m en mest var það 10 m. Hitt snjóflóðið (8831) hafði brotstál sem var að meðaltali 4 m en mest 6 m. Útlínur snjóflóðanna á úthlaupssvæðinu voru mældar með GPS tæki, en myndbands-upptök voru notaðar til að meta útlínurnar upp farveginn og í upptakasvæðunum. Einnig voru neðri mörk upptakasvæðanna metin út frá myndbandsupptökum.



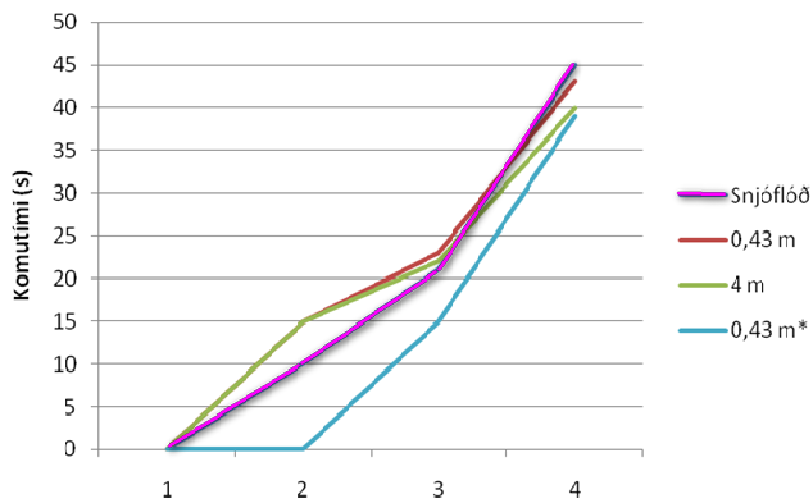
Mynd 4. Útlínur flóða 8830 (t.h.) og 8831 (t.v.) eru rauðar. Grænu línurnar eru þau tvívíðu rennslisstig sem samsvara skriðlengd flóðanna. Bláu línurnar eru þau stuðlapör sem best ná útlínum flóðanna.

Tvívíð rennslisstig sem samsvara skriðlengd flóðanna eru 12 fyrir flóð 8830 og 10,8 fyrir flóð 8831. Mynd 4 sýnir að þessi rennslisstig (grænu línurnar) hafa mun mjórri tungu en flóðin. Til þess að ná lögun tungunnar betur var snjódýpt aukin í líkaninu og viðnámið aukið. Fara þurfti upp í 8 m snjódýpt í upptakavæði fyrir snjóflóð 8830 og 4 m fyrir snjóflóð 8831 og var viðnámið aukið á móti. Þetta er að öllum líkindum mun meiri snjódýpt en fór af stað í raun.

Á myndum 5 og 6 sést hversu langur tími líður frá því að snjóflóðin fara af stað þar til að þau ná að ákveðnum stöðum í farveginum. Fyrsti staðurinn er upphafsstaður snjóflóðanna en einnig voru valdir tveir staðir sem auðvelt var að finna á myndböndum og á landlíkaninu (afgerandi klettar). Fjórði staðurinn er svo stöðvunarstaður snjóflóðanna. Ein keyrsla var gerð þar sem neðri mörk upptakasvæðis eru neðar og þá ná upptök snjóflóðs 8831 niður að stað tvö. Það er mislangt á milli þessara staða í farveginum tveimur og því er ekki hægt að nota myndirnar til þess að bera saman hraða á milli flóðanna. Það sést að mismunandi snjódýpt og viðnámshorn hefur ekki afgerandi áhrif á komutíma snjóflóðanna í líkaninu þegar stöðvunarstaðurinn er sá sami. Fyrir bæði flóðin eru komutímarnir sambærilegir milli líkanakeyrslu og hinna raunverulegu snjóflóða. Það má því segja að meðalhraði flóðanna sé ágætlega hermdur í snjóflóðalíkaninu.



Mynd 5. Komutími tungu snjóflóðs 8830 borinn saman við líkanareikninga með mismunandi snjódýpt í upptakasvæði. 0,7 m er staðlaða snjódýptin fyrir rennslisstig 12. Stjörnumerktá línan er með stærra upptakasvæði sem nær lengra niður hlíðina.

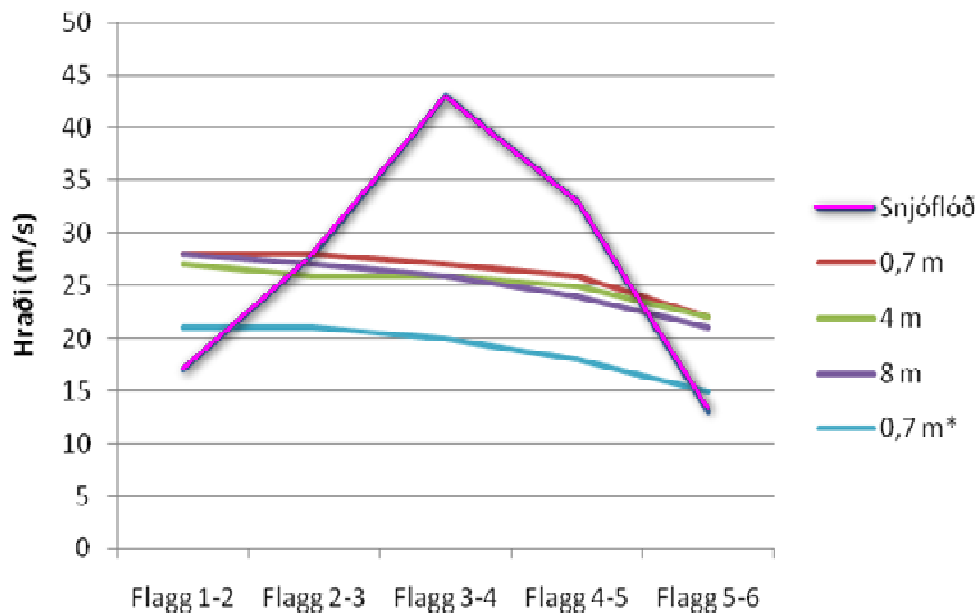


Mynd 6. Komutími tungu snjóflóðs 8831 borinn saman við líkanareikninga með mismunandi snjódýpt í upptakasvæði. 0,43 m er staðlaða snjódýptin fyrir rennslisstig 10,8. Stjörnumerktá línan er með stærra upptakasvæði sem nær lengra niður hlíðina.

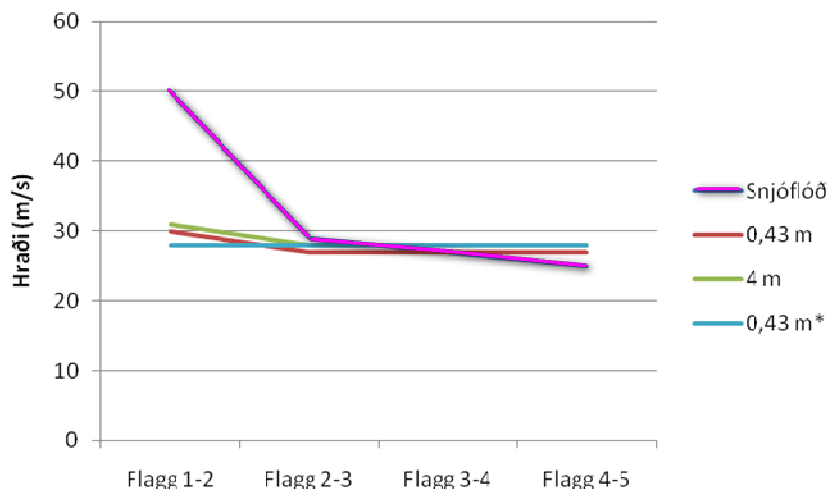
Á myndum 7 og 8 er hraði frambrúnar flóðanna sýndur á úthlaupssvæðunum á milli flagga sem þar var komið fyrir með 50 m millibili. Hreyfingar snjóflóðanna er óregluleg og þau hægja á sér og auka hraðann á víxl. Þetta sést ágætlega á mynd 7 þar sem flóð 8830 hægir á sér þegar það kemur út úr gilinu en eykur svo hraðann aftur þó svo að halli farvegarins hafi þá minnkað. Flóð 8831 sýnir svipaðan hraðatopp þó svo að það hægi ekki jafn mikið á sér. Þessa hreyfingu frambrúnar snjóflóðanna má líklega rekja til óreglu í hreyfingu mismunandi hluta flóðanna. Eðli snjóflóðalíkansins er þannig að það hermir ekki slíkan breytileika og það á þess vegna ekki möguleika á

að herma þessa óreglulegu hreyfingu og mestu hraðatoppur frambrúnarinnar skila sér því ekki í líkaninu. Mesti hraði flóðanna er vanmetin um 40%.

Það hefur töluverð áhrif að herma flóð 8830 með stærra upptakasvæði, það má líklega skýra það með því að stærra upptakasvæðið nær niður fyrir brattasta og þrengsta hluta farvegjarins og flóðið nær þess vegna ekki að byggja upp hraða á þeim kafla. Að öðru leyti hafa breytingar á snjóflóðalíkaninu lítil áhrif á hraða á úthlaupasvæðunum.



Mynd 7. Hraði tungu snjóflóðs 8830 og samanburður við hermdan hraða líkansins með mismunandi snjódýpt í upptakasvæði. Stjórnumerka línan er með stærra upptakasvæði sem nær lengra niður hlíðina.



Mynd 8. Hraði tungu snjóflóðs 8831 og samanburður við hermdan hraða líkansins með mismunandi snjódypt í upptakasvæði. Stjörnumerktá línan er með stærra upptakasvæði sem nær lengra niður hlíðina.

Samantekt

Veturnir 2009–2010 og 2010–2011 voru einstaklega snjóléttir en þó tókst að setja af stað lítil og meðalstór flóð með sprengingum. Næsta skref í verkefninu er að kanna hvort ekki sé hægt að nýta sprengingar við snjóflóðæftirlit á skíðasvæðum, við vegi og hugsanlega víðar. Stofnaður hefur verið óformlegur hópur sem er að kanna þessa möguleika. Einnig verður tilraunum haldið áfram og kannað hvort hægt sé að gera nákvæmari mælingar á t.d. hraða flóðanna.

Tilraunir sem gerðar hafa verið með SAMOS líkanið sýna að það hermir meðalhraða snjóflóðanna ágætlega. Þannig að þegar litið er á lengri vegalengdir í farveginum þá hafa flóðin í líkaninu álíka langan ferðatíma og raunverulegu snjóflóðin. Aftur á móti getur munað töluverðu á líkaninu og veruleikanum þegar litið er á stuttar vegalengdir, þar sem mætti jafnvel tala um augnablikshraða.

Óreglulegar hreyfingar snjóflóða sem koma til af öðru en landslagi verða ekki hermdar með því líkani sem nú er notað á Veðurstofunni. Því má gera ráð fyrir að mesti hraði snjóflóða sé vanmetinn í líkankeyrslum. Miðað við þessi tvö snjóflóð sem eru til skoðunar hér þá er meðalhraði snjóflóðanna hinvegar hermdur nokkuð vel. Það þarf að skoða hraða fleiri snjóflóða til staðfesta að meðalhraðinn sé vel hermdur og kanna hvort eitthvert samband er á milli mesta hraða og meðalhraða.