

Harpa Grímsdóttir
Helgi Mar Friðriksson
Jóhann Hannibalsson

Tilraunir til að koma af stað snjóflóðum með sprengingum

Fyrstu tveir vetur verkefnisins, 2006 - 2007 og 2007 - 2008

Greinargerð
08014

Harpa Grímsdóttir, Snjóflóðasetri Veðurstofu Íslands á Ísafirði
Helgi Mar Friðriksson, sprengjusérfræðingur
Jóhann Hannibalsson, snjóathugunarmaður í Bolungarvík

Tilraunir til að koma af stað snjóflóðum með sprengingum
Fyrstu tveir vetur verkefnisins, 2006 - 2007 og 2007 - 2008

Þakkir

Eftirtöldum aðilum eru færðar bestu þakkir fyrir aðstoð við verkefnið:

- Kemis ehf. er sérstakur stuðningsaðili verkefnisins og hefur lagt til sprengiefni. Bjarka Laxdal og Elíasi Kristjánssyni í Kemis eru færðar sérstakar þakkir.
- Ofanflóðasjóður og Vegagerðin styrktu verkefnið.
- Orkubú Vestfjarða hefur lagt til geymslupláss fyrir sprengiefni.
- Örn Ingólfsson, starfsmaður Veðurstofunnar á Ísafirði, tók þátt í öllum tilraununum, tók þær upp á myndband og kom með góðar hugmyndir.
- Eiríkur Gíslason, Rúnar Óli Karlsson, Ingvar Reynisson og Oddur Pétursson veittu góða aðstoð við tilraunirnar.
- Hafþór Gunnarsson náði góðum myndum af flóðum sem komið var af stað seinni veturinn og aðstoðaði á ýmsan hátt.

Efnisyfirlit

ÞAKKIR	3
1 INNGANGUR	7
2 BAKGRUNNUR	7
2.1 TILGANGUR SNJÓFLÓÐASPRENGINGA	7
2.2 ÁHRIF SPRENGINGA	7
2.3 SPRENGJUADFERÐIR	8
3 TILGANGUR VERKEFNIS	10
4 TILRAUNIR VETURINN 2006–2007	11
4.1 TÆKNILEG ATRÍÐI.....	11
4.2 SNJÓFLÓÐAÐSTÆÐUR Í FEBRÚAR OG MARS 2007.....	11
4.3 TILRAUN 1	15
4.4 TILRAUN 2	16
4.5 TILRAUN 3	21
4.6 NIÐURSTÖÐUR FYRSTA VETRARINS OG NÆSTU SKREF	22
5 TILRAUNIR VETURINN 2007–2008	22
5.1 STAÐSETNINGARVAL	22
5.2 LEYFI FENGIN	23
5.3 SPRENGIEFNI KOMIÐ FYRIR	23
5.4 TILRAUN 1	26
5.5 TILRAUN 2	28
5.6 TILRAUN 3	32
5.7 VETTVANGSKÖNNUN	34
5.8 NIÐURSTÖÐUR ANNARS VETRAR VERKEFNISINS	35
6 NIÐURSTÖÐUR FYRSTU TVEGGJA VETRA VERKEFNISINS	35
7 NÆSTU SKREF	36
8 VIÐAUKI A – TÆKNILEGAR UPPLÝSINGAR UM SPRENGIEFNI	38

1 Inngangur

Í þessari greinargerð er fjallað um fyrstu tvo vetur verkefnis þar sem gerðar eru tilraunir til að koma af stað snjóflóðum með sprengingum. Einnig er fjallað um bakgrunn og tilgang verkefnisins. Um er að ræða samstarfsverkefni Snjóflóðaseturs Veðurstofu Íslands á Ísafirði og Helga Mar Friðrikssonar, sprengjusérfræðings, og hófst það haustið 2006. Tilgangur verkefnisins er að byggja upp reynslu og þekkingu á snjóflóða-sprengingum við íslenskar aðstæður og gæti það því hugsanlega nýst í framtíðinni við snjóflóðaeftirlit á Íslandi. Það að geta sett snjóflóð af stað og fylgst með því falla eykur einnig þekkingu á eðli snjóflóða og gefur möguleika á ýmsum mælingum. Greinargerðinni fylgir DVD geisladiskur með myndbandsupptökum af flóðum sem komið var af stað seinni vetur verkefnisins.

2 Bakgrunnur

2.1 Tilgangur snjóflóðasprenginga

Á Íslandi hafa sprengingar ekki verið notaðar markvisst til þess að koma af stað snjóflóðum. Því er öfugt farið víða erlendis þar sem sprengingar eru mikið notaðar við snjóflóðaeftirlit, einkum við skíðasvæði og vegi.

Sprengingar í upptakasvæðum hafa tvenns konar markmið: Að koma af stað snjóflóðum við aðstæður sem hægt er að hafa stjórn á, og að kanna stöðugleika snjóþekjunnar. Einn kostur við að sprengja af stað snjóflóð undir eftirliti er að snjóflóðið fellur þegar enginn er á svæðinu. Hægt er að opna svæðið eftir að snjóflóði hefur verið komið af stað og þess vegna er hægt að hafa lokunartímann stuttan. Annar kostur er að tíðar sprengingar sjá til þess að snjórinn kemur niður í mörgum minni flóðum fremur en einu stóru.

Einnig má nefna vísindalegt gildi þess að koma af stað snjóflóðum undir eftirliti þannig að færi gefist til að gera ýmsar mælingar á flóði á ferð og ná góðum myndbandsupptökum.

2.2 Áhrif sprenginga

Upplýsingar eru fengnar úr *The Avalanche handbook* (McClung og Schaerer, 1993).

Sprengiefni eru notuð til að mynda fjaðrandi (elastískar) þrýstibylgjur til að mynda skerbrot sem breiðist út og koma þannig af stað þurru flekaflóði. Bestur árangur fæst með því að hitta á svokallaða *veika* bletti í snjónum, en það eru lítil svæði þar sem auðveldast er að koma af stað snjóflóði. Hugsanlega er spennan þar mest, eða flekinn yfir veika laginu þynnstur. Sveiflubylgjur deyfast fljótt í snjó, en ferðast betur um loft og jörð. Sprengingar yfir yfirborði snævarins skapa þrýsting á stærra svæði en sprengingar

inni í snjónum. Þess vegna er líklegra að áhrifin nái til veiku blettanna, og slíkar sprengingar eru því gjarnan skilvirkari. Þrýstibylgjur í jörðinni ferðast án þess að deyfast mikið yfir langar vegalengdir, en áhrif þeirra á snjóinn fara eftir gerð snertiflatarins milli snævar og jarðar.

Best er að sprengja þegar stöðugleikinn er lítill vegna þess að litla viðbótarspennu þarf til að mynda brotlínu. Einnig er æskilegt að snjórinn yfir veika laginu hafi næga samloðun til þess að brot geti breiðst yfir stórt svæði og framkallað flekaflóð, og jafnframt að óstöðugleikinn sé ekki það djúpt niðri að hætta sé á of stórum snjóflóðum. Snjór getur verið óstöðugur í langan tíma þegar lofthiti er lágur, en verður fljótt stöðugur við hærri hita. Við slíkar aðstæður getur tíminn þegar hentugt er að sprengja liðið hjá á nokkrum klukkutímum (McClung og Schaerer, 1993). Þar sem hiti yfir vetrartímamann á Íslandi er síbreytilegur og hitinn fer oft yfir frostmark, getur val á tíma til sprenginga verið erfiðara en þar sem loftslag er stöðugara.

Almennt gildir að sprengjur með mikinn sprengjuhraða (5000–7000 m/s) virka best til að koma af stað flekaflóði þegar sprengingin er við eða yfir yfirborði snævarins. Hægari sprengihraði (3000–4000 m/s) hentar betur fyrir sprengingar inni í snjónum og til að fjarlægja hengjur. Fyrir þykkun, harðan fleka, eru grafnar sprengjur (nálægt veikleikanum) betri en yfirborðsskot, jafnvel þótt virka spönnin sé minni og þá eru hægari sprengjur æskilegar.

Besta staðsetningin er á mögulegum brotlínusvæðum. Mikill halli og djúpur, vindborinn snjór eru líklegir staðir. Í ákveðnum brekkum getur staðsetningin verið breytileg eftir vindátt. Reynslan hefur sýnt að sem fyrsta ágiskun er ágætt að sprengja um 10–20 m neðan við líklegasta brotstálsstað.

Það svæði sem sprengja virkar á eykst í réttu hlutfalli við kvaðratrót massa hennar, t.d. hefur 2 kg hleðsla 1,4 sinnum lengri spönn en 1 kg hleðsla. Því eru stærri sprengjur betri, en í raun takmarkar flutningurinn oft stærðina. Venjuleg stærð handsprengju er 1 kg hleðsla, en það er venjulega álitid vera lágmarkið til þess að koma af stað snjóflóði. Fallbyssukúlur eru venjulega með 1–2 kílóa hleðslu. Stærri hleðslur (5–25 kg eða meira) eru gjarnan fluttar með kláfum eða þylum.

2.3 Sprengjuaðferðir

Upplýsingar eru fengnar úr *The Avalanche handbook* (McClung og Schaerer, 1993).

Ýmsar gerðir af sprengjum hafa verið notaðar við snjóflóðaeftirlit, og sumar hafa verið sérhannaðar með það í huga. Allar hafa þær sína kosti og galla.

Handsprengjur eru oft notaðar á skíðasvæðum þar sem aðgengi að upptakasvæðum er auðvelt. Kostnaðurinn er lágur, og ekkert stofngjald fyrir vélbúnað til að koma sprengjunum á staðinn. Notkunin er einföld, sveigjanleg, og örugg, þegar öryggisreglum er fylgt. Stærð hleðslu er hins vegar takmörkuð. Stundum eru handsprengjur látnar síga niður í upptakasvæði með sleðum eða jafnvel í pípum eða með bómum.

Fallbyssur. Kostir þeirra eru m.a. að hægt er að skjóta á stuttum tíma á marga staði og þegar skotmörk eru fyrirfram skilgreind er hægt að skjóta niður snjóflóð í slæmu skyggni (snjókomu) og í myrkri. Aðferðin er líka sveigjanleg vegna þess að auðvelt er að breyta og aðlaga skotmörkin, og hægt er að ná til upptakasvæða langt í burtu sem erfitt er að komast á. Sums staðar eru notuð vopn frá hernum, en einnig hefur verið þróuð sérstök fallbyssa fyrir snjóflóðaeftirlit sem kallast *Avalauncher*, en það er loftknúin fallbyss. Hún hefur þó ekki jafn mikla drægni eða nákvæmni og hernaðarvopnin. Helstu takmarkanir fallbyssu eru að skotmarkið verður að vera á sömu hlið fjallsins og byssan er. Mannvirki og hús ættu ekki að vera í skotlínu og hleðslan, sem springur á eða undir yfirborði snævar, hefur takmarkaða drægni/spönn. Kúlurnar springa ekki alltaf við árekstur, um 0,5–3% springa ekki. Ruslið verður þá umhverfis- og öryggisvandamál, og kúlur sem springa í jörðinni geta valdið jarðvegseyðingu. Vopnin krefjast viðhalds og kúlna, og varahlutir eru dýrir og ekki alltaf tiltækir.

Toglyftur. Varanlegri lyftu er komið fyrir yfir upptakasvæðum. Aðferðin var þróuð og er mikið notuð þar sem hernaðarvopn eru bönnuð í snjóflóðaeftirliti. Stöð er sett upp á hættulausum stað þar sem hægt er að hlaða, og möstur með vír strengdum á milli liggja að upptakasvæðinu. Sprengjurnar eru tengdar við vírinn, settar í upptakasvæðin þar sem þær springa yfir yfirborðinu og virka þar af leiðandi á stórt svæði. Mjög mismunandi er hversu flókin og dýr slík kerfi eru

Fyrirfram staðsettar sprengjur. Stundum er púðursprengjum komið fyrir á jörðinni og notuð eru „kóðuð“ radiómerki til að sprengja þær. „Radiómóttakara“ (sem ræður kóða) og sólarrafhlöðu er komið fyrir á öruggum stað nálægt upptakasvæðinu og kaplar sem tengja sprengjurnar eru grafnir í jörðu. Einnig eru til útfærslur af fyrirfram staðsettum *gassprengjum* en þá er sprengingin framkölluð með að kveikja í blöndu af loftbornu eldsneyti og oxara, t.d. propangasi og lofti. Kerfið þarf að vera staðsett með eldsneytistönkum, súrefnis- eða lofttönkum, lögnum að sprengistað, blöndunarklefa og íkveikikerfi. Blöndun gastegunda og íkveikju er hægt að stjórna annars staðar frá.

Kostir fyrirfram staðsettra sprengja eru að hægt er að nota þær á svæðum sem ekki er hægt að ná til með handsprengjum og skotvopnum og hægt er að koma af stað snjóflóðum fljótt og óháð skyggni og veðri. Fyrir sprengjur sem komið er fyrir á jörðu niðri er ókosturinn að þær virka ekki vel í djúpum snjó, en hægt er að hafa þær mjög stórar (5–19 kg) til að vega upp á móti því. Gassprengjurnar eru betri að því leyti að þær

springa yfir yfirborðinu og ekki er hætt á að ósprungnar sprengjur verði eftir. Á hinn bóginn er stofnkostnaður hár við gassprengjur. Þegar sprengjur eru fyrirfram staðsettar er enginn sveigjanleiki í vali á skotmarki.

Sprengt með þyrlu. Stundum er stórum handsprengjum kastað úr þyrlum á meðan hún sveimar yfir upptakasvæðum. Einnig hafa verið þróaðar fleiri leiðir til að sprengja með þyrlum, t.d. gassprengjur sem hanga neðan úr þyrlunum.

3 Tilgangur verkefnis

Í verkefninu sem hér er lýst eru gerðar fyrstu markvissu tilraunirnar til þess að koma af stað snjóflóðum og eyðileggja hengjur með sprengingum á Íslandi. Sprengjur hafa ekki verið notaðar við snjóflóðaeftirlit á Íslandi og einungis er vitað um örfá skipti þar sem prófað hefur verið að sprengja í snjó í þessum tilgangi. Í verkefninu er sprengingum beitt á kerfisbundinn hátt í þeim tilgangi að svara eftirtöldum spurningum:

1. Er hægt að nota sprengjur til að koma af stað snjóflóðum á Íslandi?
2. Er hægt að nota sprengjur til að losna við hengjur sem hugsanlega gæti stafað hættu af?
3. Við hvernig snjóáðstæður virka sprengjur best til að koma af stað snjóflóðum á Íslandi?
4. Við hvernig landslagsaðstæður er hægt að nota sprengjur til að koma af stað snjóflóðum?
5. Hvernig sprengjuaðferð og hvaða hleðslur henta best við mismunandi skilyrði?
6. Er raunhæft að nota sprengjur við snjóflóðaeftirlit á Íslandi, t.d. á skíðasvæðum, vegum og ofan varnargarða?
7. Er hægt að nota sprengjur til að prófa stöðugleika snævar á Íslandi?
8. Er hægt að koma af stað snjóflóðum í rannsóknarskyni?

Í stuttu máli má segja að tilgangur verkefnisins sé að byggja upp reynslu hér á landi sem hægt verður að byggja á í framtíðinni.

Verkefnið er samvinna Helga Mar Friðrikssonar, sprengjusérfræðings, og Snjóflóðaseturs Veðurstofu Íslands á Ísafirði. Helgi Mar hefur langa reynslu af vinnu með sprengiefni, sem er hans aðalstarf, og hann hefur meðal annars tekið að sér að sprengja niður grjót úr Gleiðarhjalla á Ísafirði.

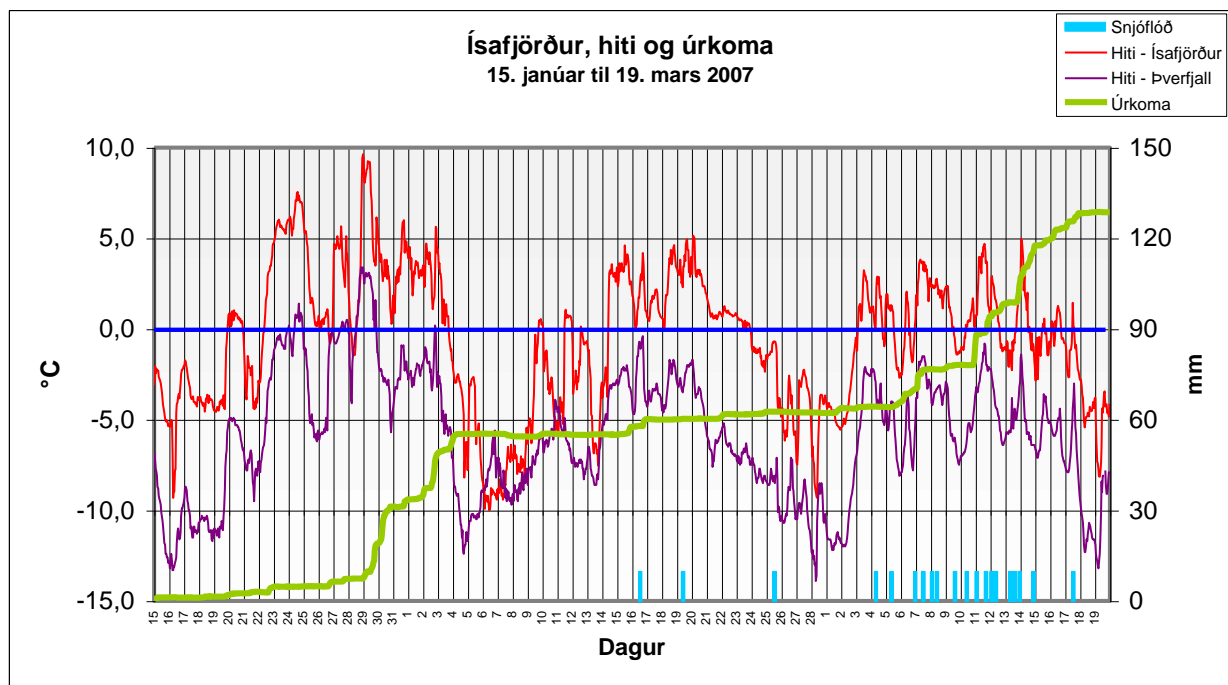
4 Tilraunir veturinn 2006–2007

4.1 Tæknileg atriði

Notaðar voru tvær gerðir af dínamítstöngum, 25 mm að þvermáli og 370 g annars vegar og hins vegar 32 mm að þvermáli og 625 g, báðar 50 cm langar. Þær voru festar saman með límbandi til að fá æskilega þyngd. Brunahraðinn er 3500 m/sek. Kveikiþráður var festur í sprengjuna, en hann brennur á um 1 cm/sek hraða.

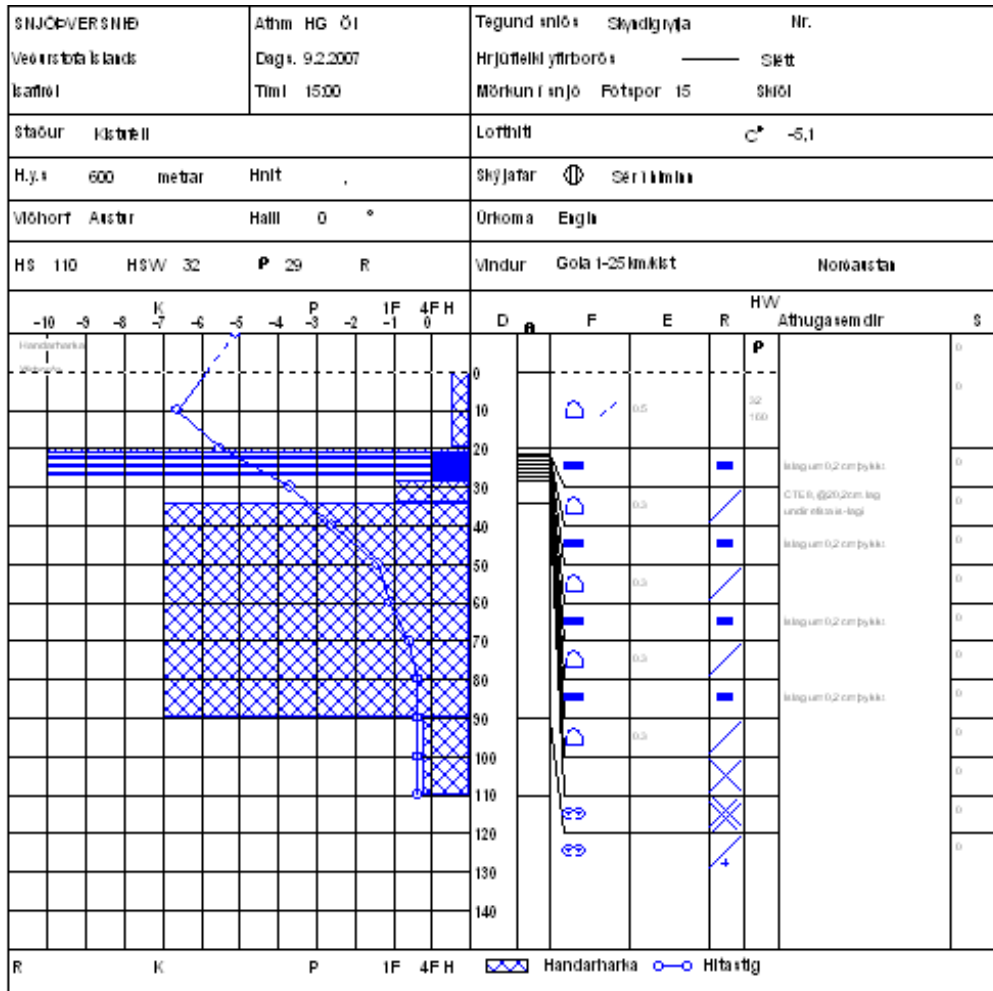
4.2 Snjóflóðaaðstæður í febrúar og mars 2007

Veturinn 2006–2007 var um margt sérstakur hvað varðar snjóalög og snjóflóðaaðstæður við Ísafjörð. Hann var í raun kjörinn til að hefja tilraunir með snjóflóðasprengingar. Í lok janúar var um eins metra djúpur snjór á gryfjustæðinu við Kistufell. Þá virðist hiti í upptakasvæðahæð hafa náð að skríða yfir frostmark á stuttum tímabilum og síðan snjóaði aðeins yfir í frosti.



Mynd 1. Línurit sem sýnir hita á Ísafirði og Þverfjalli og uppsafnaða úrkomu frá 15. janúar til 19. mars 2007. Bláu súlurnar sýna hvaða daga voru skráð snjóflóð.

Þann 9. febrúar var tekin gryfja í Kistufelli sem sýndi fjögur íslög undir nýja snjónum, með mjög veikum lögum á milli (mynd 2).

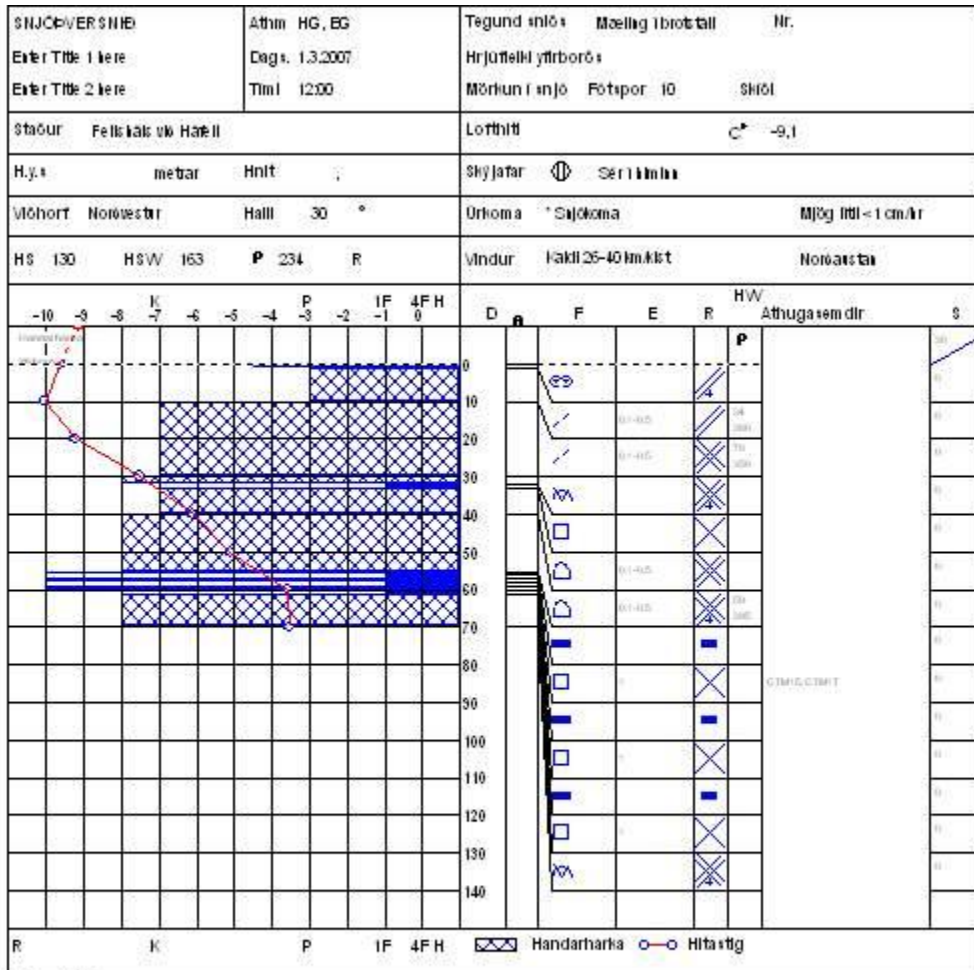


Stöngleiki: Poor

Öll lög milli 20 og 30 cm eru um 0,2 mm þykk.

Mynd 2. Snjógryfja frá Kistufelli þann 9. feb. 2007. Bláköflóttu flákarnir sýna handarhörku og er harkan meiri eftir því sem flákarnir ná lengra til vinstri. Undir nýja snjónum eru fjögur íslög með veikum lögum á milli. Hitastigull er hár.

Fyrri hluta febrúar var oft töluvert frost og kalt veður. Ekki snjóaði mikið á tímabilinu en eitthvað hefur skafið til fjalla. Snjóflóð tóku að falla þann 19. febrúar og þann 26. febrúar kom vélsleði af stað snjóflóði í Fellshálsi við Skutulsfjörð. Starfsmenn Snjóflóðaseturs tóku brotstálsgrýfju í flóðinu sem sýndi að flóðið féll á veiku lagi undir íslagi, sem var efsta lagið af þremur, með veikum, köntuðum lögum á milli. Að öllum líkindum er um að ræða sömu lög og mynduðust um mánaðarmótin janúar–febrúar. Flekinn var orðinn mjög stífur og í flóðinu voru stórir, harðir kögglar.

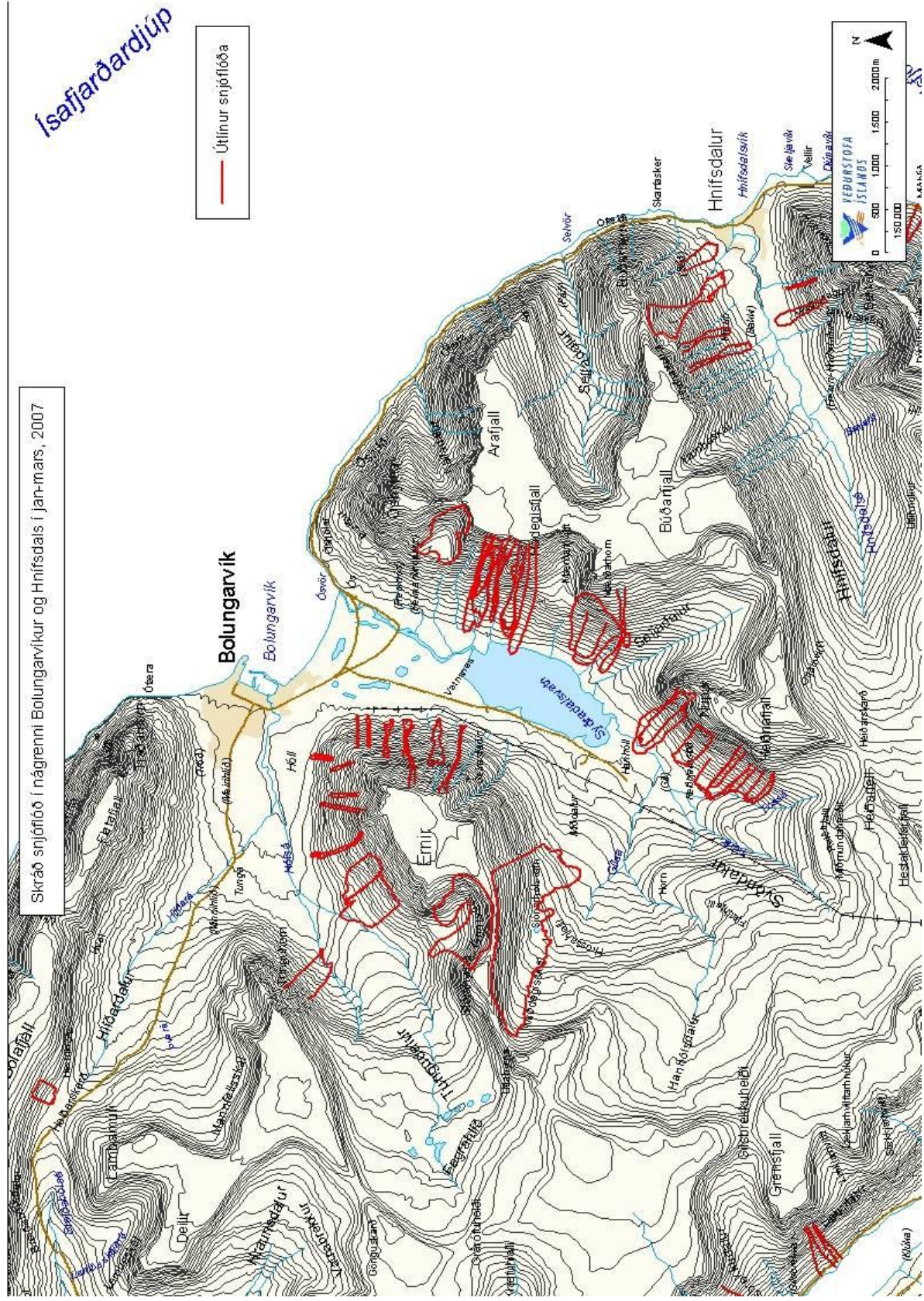


Stöngleiki: Poor

Sjúklóki var settar stöðvarleikamannlög og nr. 3382. Flóði fór á höfðinu í Egnum utan úti Háelli. ATH: Í Egnum og höfðinu í Egnum milli 55 og 58 cm voru kvæntum sig 0,5 cm að þykkt.

Mynd 3. Brotstálsgrýfja úr flóði í Fellshálsi í Skutulsfirði sem vélsleðamaður kom af stað þann 26. febrúar 2007.

Eins og sést á mynd 1 héldu snjóflóð áfram að falla mest allan mars og þar sem brotstálsgrýfjur voru teknar sýndu þær sömu niðurstöður og fyrir vélsleðaflóðið; flóðin féllu á veiku lagi undir íslagi sem var eitt af 2-4 íslögum með veikum lögum á milli. Þar sem flóð féllu í opnum hlíðum gátu þau orðið mjög breið vegna þess að samloðun í flekanum var mjög mikil. Í skálum og hvilftum var algengt að brotstál mynduðust meðfram allri skálinni eða hvilftinni.



Mynd 4. Útlínur snjófloða vetrinn 2006-2007 í nágrenni Bolungarvíkur og Hnífsdals

Þessi snjóflóðahrina var því ekki bein afleiðing mikillar úrkomu og skafrennings eins og oft er tilfellið hér á landi, heldur hélst veika lagið lengi í snjónum, og lítið þurfti að snjóa til að náttúruleg flóð færu af stað. Einnig voru nokkur flóð af mannavöldum skráð, en engin slys urðu á fólki og ekki varð stórvægilegt eignatjón.

4.3 Tilraun 1

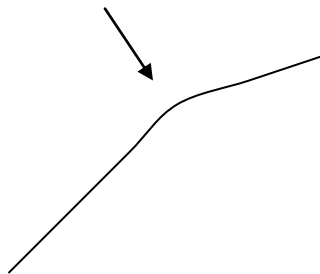
10. mars 2007

Staðsetning: Bolafjall

Starfsmenn uppi: Helgi Mar Friðriksson, Harpa Grímsdóttir og Jóhann Hannibalsson

Starfsmenn með myndbandstökuvél niðri: Örn Ingólfsson og Oddur Pétursson

Fyrsta tilraunin með sprengingar var gerð í brekku við hlið flóðs sem snjóbíll Ratsjárstofnunar hafði komið af stað þremur dögum áður á leið niður Bolafjall. Brekkan var valin þar sem hún virtist neðanfrá vera svipuð að gerð og liggur alveg að brekkunni sem snjóbílsflóðið féll úr. Brotlína flóðsins var þar sem halli eykst í hliðinni (mynd 5) en á slíkum stöðum getur verið spenna í flekanum og því þarf stundum lítið til að koma af stað flóði þar.



Mynd 5. Ímyndað þversnið af hlið. Þar sem hallaaukning verður getur myndast spenna í flekanum og þar getur brotstál myndast.

Þegar upp kom reyndist hins vegar vandkvæðum bundið að koma sprengjum á réttan stað. Fyrir ofan sennilegasta upptakasvæðið var 250 m löng snjóbrekka með um 26° halla. Ákveðið var að ganga niður alla þá brekku og láta sprengjurnar síga á heimagerðum þotum niður á brattasta staðinn (sem sást ekki ofan frá). Þoturnar voru gerðar úr plastbrúsum sem voru skornir til. Síðan þurftu menn að koma sér í öruggt skjól sem var ofan við snjóbrekkuna, áður en sprengt var. Þrjár 3 kg dínamítsprengjur voru tengdar saman með sprengiþræði, og 250 m langur sprengiþráður leiddur upp eftir brekkunni þar sem hann var tengdur við kveikiþráð. Kveikiþráðurinn brennur með um 1 cm/sek hraða, en sprengiþráðurinn springur upp á augabragði (7000 m/sek) og

sprengjurnar þrjár sprungu allar í einu. Einu afleiðingarnar voru gígar sem mynduðust í snjónum og kögglar þeyttust um. Ein sprengjan – sú sem var neðst – virtist vera næst því að koma af stað flóði, en það var dálítið kögglahrun niður úr henni.

Þegar aðstæður voru skoðaðar að neðan eftir á sáum við að við hefðum viljað koma sprengjunum neðar til að vera í sömu hæð eða rétt undir brotstálinu í hinu flóðinu.

GSM samband var slæmt á staðnum og hefði verið betra að vera með talstöðvar til að hafa betra samband á milli þeirra sem uppi voru og niðri. Einnig er gott að hafa a.m.k. tvo kíkja meðferðis í slíkan leiðangur.

4.4 Tilraun 2

11. mars 2007

Staðsetning: Kinnin í Breiðadalsskarði

Starfsmenn uppi: Harpa Grímsdóttir og Helgi Mar Friðriksson

Starfsmenn niðri: Örn Ingólfsson

Svæðið umhverfis Breiðadalsskarð hentar mjög vel til sprengitilrauna en þar eru brattar hlíðar með mismunandi viðhorfi og auðveldu aðgengi. Farvegirnir eru ekki stórir í sniðum, sem hentar ágætlega fyrir þessar fyrstu tilraunir. Harpa og Helgi gengu upp á Langafjall þar sem gamli vegurinn um Breiðadalssheiði liggur utan í Kinninni. Örn kom sér fyrir niðri í Breiðadalsskarði og leiðbeindi varðandi staðsetningu sprengjanna. Í þetta sinn voru talstöðvar með í för og komu þær sér mjög vel. Dínamítstangirnar voru límdar saman í tvær fimm kílóa sprengjur sem voru settar niður í sitt hvort gilið. Ekki er vitað til þess að gilin þarna hafi nöfn, en til hægðarauka eru þau hér kölluð „Helgagil“ og „Hörpugil“.

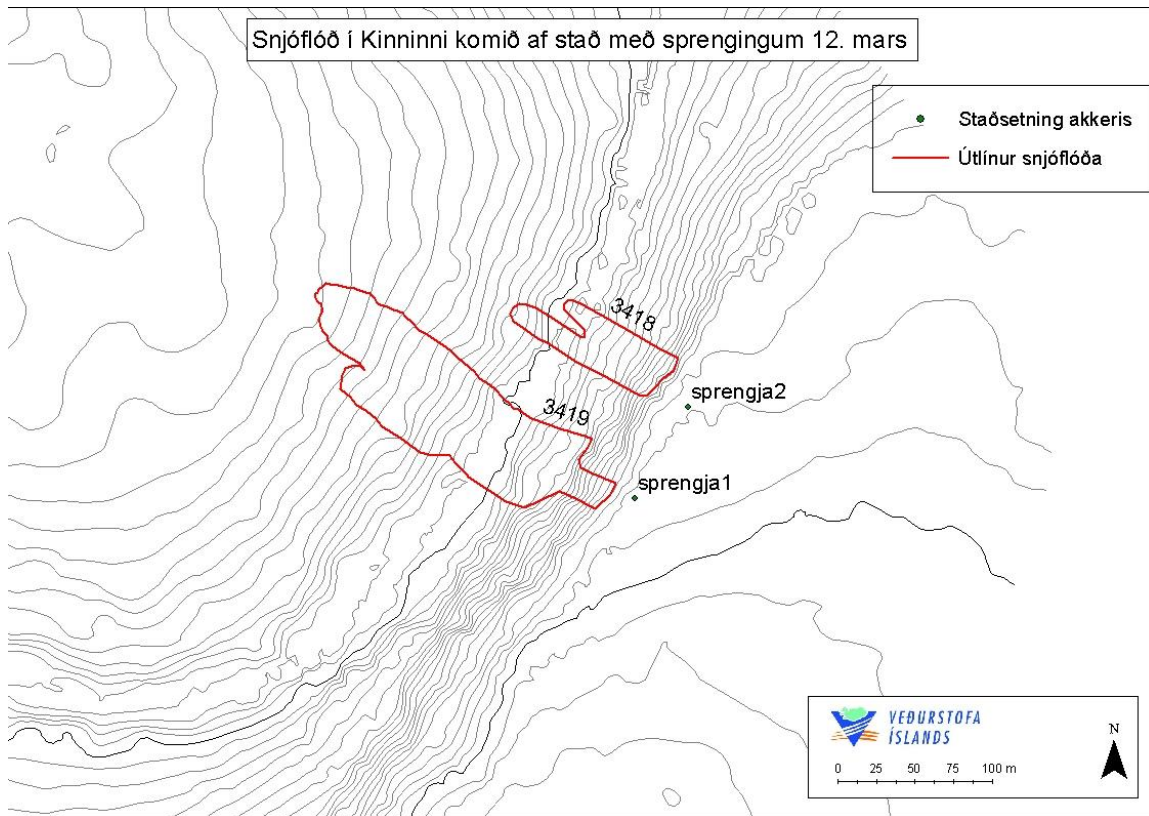
Fyrst var sprengja látin síga í spotta niður í „Helgagil“ og lengd spotta ákveðin. Reynt var að staðsetja sprengjurnar um 20 m neðan við líklegasta stað brotstáls. Síðan var sprengjan dregin upp aftur og akkeri útbúið. Næst var kveikiþráður settur í, kveikt í og sprengjunni kastað fram af í bandinu. Við sprenginguna fór af stað flekaflóð sem féll yfir gamla veginn og niður þar sem byrjar að draga úr halla. Skyggni var ekki ákjósanlegt en þokkalegar myndir náðust þó á myndband. Nokkuð þykkt brotstál myndaðist í miðju gilinum og snjór hrundi af klettunum í kring. Ekki var þorandi að mæla þykkt brotstálsins. Út frá neðanverðu gilinum mynduðust fleiri, minni brotstál.



Mynd 6. Helgi Mar útbýr sprengju sem látin var síga niður í „Helgagil“.

Næst var jafnstór sprengja látin síga á sama hátt niður í „Hörpugil“, sem er heldur víðara en „Helgagil“. Sprengingin kom af stað flekaflóði sem fór einnig yfir veginn en var aðeins minna en fyrra flóðið. Brotstálið var heldur víðara en grynna en í „Helgagili“. Hugsanlega hefur „Hörpugil“ skvett úr sér áður í þessari snjóflóðahrinu og því ekki eins mikill snjór ofan á veiku lögunum.

Daginn eftir voru ummerki skoðuð í góðu skyggni og útlínur flóðanna GPS-mældar.



Mynd 7. Útlínur snjóflóða sem komið var af stað í Kinninni með sprengingum þann 12. mars 2007.

Hér fyrir neðan er útskrift úr snjóflóðagagnagrunni Veðurstofunnar:

Númer: 3419 {xe "3419"} **Tegund:** Þurrt flekahlauþ

Staðsetning: Önundarfjörður innan Flateyrar. Kinnin ofan gamla vegarins í Breiðadalsskarði.

Tími: 12.3.2007

Skráning: **Útlína:** Mæld **Fylgigögn:** Myndband, ljósmyndir, GPS mælingar.

Lýsing: Stærðarfl.: 2.5 Lengd: 230 m

Upptök: Hæð yfir sjó: 680 m

Orsök: Flóðið var sprengt af stað með rúmlega 5 kg af dínamíti. Veikt lag frá því í lok janúar var í snjónum.

Nokkuð þykkt brotstál myndaðist efst í miðju gilinu. Neðar náði brotið út fyrir gilið sitt hvoru megin og sáust nokkur minni brotstál.

Tunga: Hæð yfir sjó: 523 m

Þykkt: Meðaltal: 0.5 m

Meðalbreidd: 60 m Lengd: 120 m Rúmmál: 2500 m³

Flóðið fór yfir gamla veginn um Breiðadalsskarð og stöðvaðist þar sem dregur úr halla.

Veður: Éljangangur var þegar sprengingarnar áttu sér stað.

Númer: 3418 {xe "3418"} **Tegund:** Þurrt flekahlauþ

Staðsetning: Önundarfjörður innan Flateyrar. Kinnin ofan gamla vegarins í Breiðadalsskarði.

Tími: 12.3.2007

Skráning: Útlína: Örugg **Fylgigögn:** Myndband, ljósmyndir, GPS-gögn.

Lýsing: Stærðarfl.: 1.5 Lengd: 105 m

Upptök: Hæð yfir sjó: 670 m Breidd: 30 m

Orsök: Flóðið var sprengt af stað með rúmlega 5 kg af dínamíti. Veikt lag frá því í lok janúar var í snjónum.

Tunga: Hæð yfir sjó: 578 m

Þykkt: Meðaltal: 0.4 m

Meðalbreidd: 34 m Lengd: 60 m Rúmmál: 320 m³

Flóðið féll í tveimur tungum og fór önnur þeirra yfir gamla veginn.

Athugasemdir:

Skráð er mesta breidd og mesta lengd tungu. Áætluð meðalbreidd er 20 m og meðallengd 40 m.



Mynd 8. Brotstál eftir snjóflóð. „Helgagil“ er vinstra megin á myndinni. Hægra megin sést brotstál náttúrulegs flóðs sem var fallið áður en sprengt var.



Mynd 9. Flóðasnjór á gamla veginum um Breiðadalsheiði, utan í Kinninni.



Mynd 10. Tunga snjóflóðsins úr „Helgagili“. Harpa GPS mælir útlínuna.

Í sama skiptið var einnig gerð tilraun til að sprengja niður hengjur í giljunum tveimur. Útbúnar voru um þriggja kílóa sprengjur og þær lagðar út á hengjurnar. Önnur hengjan

hrundi að einhverju leyti a.m.k. eins og sést á myndum 11 og 12, en í hina hengjuna myndaðist aðeins gígur. Hengjan sem hrundi slútti meira fram yfir sig.



Mynd 11. Sprengja lögð út á hengju í Kinninni.



Mynd 12. Sama hengja eftir sprengingu.

4.5 Tilraun 3

13. apríl 2007

Staðsetning: Þverfjall, Skutulsfjarðarmegin

Starfsmenn uppi: Harpa Grímsdóttir, Helgi Mar Friðriksson og Jóhann Hannibalsson

Starfsmenn niðri: Örn Ingólfsson

Tilgangur tilraunarinnar var að sprengja niður hengjur sem virtust fremur nýlegar. Snjóalög voru orðin nokkuð stöðug á þessum tíma og því var ekki talið líklegt að hægt yrði að setja af stað snjóflóð. Fyrirfram var það þó ekki útilokað, en fljótlega eftir að komið var á svæðið skall á mikið dimmviðri þ.a. ráðlegt þótti að hætta eftir tvær hengjusprengingar.

Útbúnar voru um tveggja kílóa sprengjur. Fyrri hengjan virtist hafa hrunið, en á seinni staðnum myndaðist aðeins gígur.



Mynd 13. Sprengja lögð út á hengju í Þverfjalli.

4.6 Niðurstöður fyrsta vetrarins og næstu skref

Niðurstöður fyrsta vetrar verkefnisins voru að vissulega er hægt er að nota sprengingar til að koma af snjóflóðum á Íslandi, a.m.k. við þau skilyrði sem voru í snjónum þennan vetur. Eins er hægt að nota sprengjur til að eyðileggja snjóhengjur ef þær slúttu vel fram. Við þessar tilraunir voru notaðar 5 kg sprengjur til að koma af stað snjóflóðum, sem reyndist skila árangri, en nauðsynlegt verður að prófa betur í framtíðinni áhrif mismunandi hleðslna.

Fyrir veturinn 2007–2008 var ákveðið að kanna hvort mögulegt væri að koma fyrir sprengiefni að hausti í stærri upptakasvæðum sem síðan yrði hægt að sprengja um veturinn þegar nægur snjór hefur safnast og óstöðugleiki er til staðar.

5 Tilraunir veturinn 2007–2008

5.1 Staðsetningarval

Valin voru tvö gil í nágrenni Bolungarvíkur sem henta vel til tilraunarinnar. Aðgengi er tiltölulega gott að upptakasvæðunum og aðgengi að úthlaupssvæði er einnig gott. Auðvelt er að finna svæði utan við úthlaupssvæðið sjálft þar sem útsýni yfir allan farveginn er gott.

Staðkunnugir segja snjóflóð algeng á þessum slóðum og neðan við gilin er grjótdreif sem er augljóslega a.m.k. að hluta til borin fram af snjóflóðum. Neðan við gilin eru engin mannvirki sem snjóflóð úr þeim ógna.

Upptakasvæðin vísa bæði í SV og ættu því að safna í sig snjó í norðaustlægum áttum, sem eru algengustu snjósöfnunaráttirnar á svæðinu. Landhalli í ytra gilinu er um 37-38° en um 31-35° í því innra. Eftir að snjór tók að safnast í gilin jókst hallinn mjög mikið, einkum í innra gilinu og nálgadist 45° í báðum giljum. Að öðru leyti einkennast bæði upptakasvæðin af klettabeltum og skriðum.

5.2 Leyfi fengin

Ákveðið var að kanna hvort leyfi fengist hjá Sýslumannsembættinu til að koma fyrir sprengiefni í giljunum tveimur fyrir veturinn. Beðið var um skriflegt samþykki allra landeigenda á svæðinu og var það auðsótt, en þar sem landeigendur eru margir tók það dálítinn tíma. Eftir það fékkst leyfi frá sýslumanni fyrir verkefninu með ýmsum skilyrðum, s.s. að settar yrðu upp merkingar á íslensku, ensku og pólsku og að lögregla yrði látin vita fyrir hverja sprengingu.

5.3 Sprengiefni komið fyrir

Fengnar voru upplýsingar frá Norges Geotekniske Institutt (NGI) um sprengiaðferðir sem notaðar eru á tilraunasvæði þeirra við Ryggfonn. Í Ryggfonn eru gerðar tilraunir sem felast í því að sprengja af stað stór snjóflóð í því skyni að mæla ýmsa eiginleika þeirra og kanna hegðun t.d. við árekstra við varnargarð og önnur mannvirki. Ákveðið var að nota svipaðar sprengiaðferðir og þar.

Dagana 7. og 8. nóvember 2007 var sprengiefni komið fyrir í giljunum tveimur. Notaðir voru 25 kg kassar af dínamíti og þeir vafðir með heyrúlluplasti til að minnka álag vegna veðurs og tryggja að dínamítstangirnar í hverri hleðslu haldist saman. Í hverja hleðslu voru tengdar tvær non-el hvellhettur, 18 m langar. Hvellhetturnar voru hafðar tvær til að minnka líkurnar á því að tengingar milli sprengiefnis og hvellhetta geti brugðist. Hvellhetturnar eru tengdar við non-el framlengingarsnúrur upp að öruggum skotstað á sléttunni ofan við upptakasvæðin. Þar voru snúrurnar límdu fastar upp eftir stiku sem sett var niður í þessum tilgangi.



Mynd 1. Stika á skotstað með non-el framlengingarsnúrum sem tengdar eru við hvellhettur. Myndin er tekin við dæmigerðar ísingaraðstæður.

Dálítill snjór var kominn í gilin þegar sprengjunum var komið fyrir, en hann hafði gegnblotnað og frosið á ný, svo hann var harður og stöðugur. Mokaðir voru litlir skápar fyrir dínamítkassana og þeim komið fyrir á jörðu, ýmist á lausum jarðvegi, ofan á klettum eða framan við kletta. Í hvoru gili var komið fyrir sex 25 kg kössum og miðað við að sprengja tvisvar í báðum giljum. Vegalengd á milli kassa í sömu samstæðu, þ.e. kassa sem springa eiga samtímis, var höfð nokkrir metrar en a.m.k. 10 metrar á milli samstæða til að forðast ótímabæra sprengingu. Í ytra gilinu voru tveir kassar í annarri samstæðunni en fjórir í hinni. Í innra gilinu voru þrjár kassar í hvorri samstæðu eða 75 kg. Þar sem mest álag virtist geta orðið á hvellhettur voru þær festar við nælonspotta með límband. Gætt var sérstaklega vel að því að festa vel saman hvellhettur og framlengingarsnúrum, en einkum í innra gilinu voru samskeytin á stöðum þar sem búast mátti við álagi. Ofan við gilin voru leiðslurnar skorðaðar af með grjóti þ.a. ekki yrði of mikið vindálag. Í gilinu lágu leiðslurnar hins vegar ofan á snjónum sem kominn var. Vonast var til þess að fljótlega myndi snjóa yfir allt og álagið þá minnka.



Mynd 2. Sprengiefni komið fyrir í ytra gilinu.

Ofan við bæði gil voru sett niður stór þríhyrningslaga sprengiviðvörðunarskilti og upplýsingar á íslensku, ensku og pólsku. Fjölmenningasetrið á Ísafirði sá um að þýða yfir á pólsku. Einnig var aðvörunarborðum komið fyrir.



Mynd 3. Aðvörunarþríhyrningi komið fyrir.



Mynd 4. Upplýsingar á íslensku, pólsku og ensku.

Eftir að sprengiefni hafði verið komið fyrir tók við langur veðurkafli sem einkenndist af hvassviðri úr suðvestri og hlýindum. Því var farið í könnunarleiðangur í janúar 2008 til að kanna aðstæður en það sem hægt var að sjá af tengingum og uppsetningu leit út fyrir að hafa staðið af sér veður og vinda, og sá hluti af leiðslum sem ekki var undir snjó var ísaður fastur við yfirborð jarðar og startstöngina.

5.4 Tilraun 1

18.mars 2008

Snjóaðstæður

Í lok febrúar og byrjun mars féllu mörg flóð á norðanverðum Vestfjörðum, en dagana fyrir tilraunina hafði snjór lítið hreyfst. Þann 17. mars var tekin snjógrýfja við innra gilið sem sýndi veikleika með köntuðum kristöllum undir sterkum fleka (sjá mynd 5). Annar veikleiki virtist vera ofar í snjónum. Ákveðið var að sjá hvort hægt væri að koma af stað flóði við þessar aðstæður með öflugri sprengingu neðan frá yfirborði jarðar.

Framkvæmd

Starfsmenn uppi: Helgi Mar Friðriksson og Jóhann Hannibalsson.

Starfsmen niðri: Harpa Grímsdóttir, Eiríkur Gíslason, Ingvar Reynisson, Örn Ingólfsson og Rúnar Óli Karlsson. Hafþór Gunnarsson, fréttaritari Stöðvar 2 var með sjónvarpstökuvél.

Komið var fyrir röð af appelsínugulum flöggum upp eftir mögulegum úthlaupssvæðum neðan beggja gilja. Haft var 50 metra bil á milli flagga, og var vegalengdin mæld með leisikíki.

Ákveðið var að byrja á því að sprengja innri samstæðu í innra gilinum og sjá til eftir það hvort meira yrði gert.

Haft var samband við lögregluna á Ísafirði með gervihnattasíma þar sem ekki er GSM samband á svæðinu, og látið vita af fyrirhuguðum sprengingum.

Tvær myndbandstökuvélar voru niðri. Samskipti milli starfsmanna uppi og niðri fóru fram með talstöðvum.

Í samstæðunni voru þrjár 25 kg dínamítkassar og úr þeim lágu sex hvellhettur upp á ræsistað ofan við gilið. Þrjár og þrjár hvellhettur voru teknar saman og tengdar ræsihvellhettum sem síðan voru sameinaðar í eina slíka hvellhettu. Ræsihnallur sem er sérhannaður til að ræsa non-el hvellhettur var notaður til að koma af stað sprengingu. Með þessari aðferð á sprenging sér stað um leið og ræst er með hnallinum. Í verkefninu veturinn á undan hafði verið notaður venjulegur púðurþráður sem einnig er sérstakt kveikikerfi, en þá er ónákvæmni í tímasetningu meiri. Eftir að kveikt hefur verið í púðurþráði er ekki hægt að afturkalla sprengingu. Því er non-el kerfið nákvæmara og öryggi meira. Nánari upplýsingar um sprengibúnaðinn má sjá í viðauka A.

Starfsmenn niðri létu vita þegar allt var tilbúið og var þá talið niður í sprengingu í gegnum talstöðvar.

Skýrslu skráði: Harpa Grímsdóttir **Útlína:** Mæld

Fylgigögn: Gryfja frá 17.3. Myndbandsupptaka. GPS mælingar. Áfangaskýrsla.

Lýsing: Stærðarfl.: 3 Lengd: 670 m Mælt úthl.horn (α): 30°

Upptök: Hæð yfir sjó: 480 m

Orsök: Sprengt af stað í tilraunaskyni.

Tunga: Hæð yfir sjó: 95 m

Þykkt: Meðaltal: 1 m

Meðalbreidd: 35 m Lengd: 150 m Rúmmál: 5000 m³

Athugasemdir: Flóðið fór yfir 3 af 6 mæliflögum sem komið hafði verið fyrir með 50 m millibili neðan við gilið. Við skoðun á myndbandsupptöku var reiknað út að meðalhraði flóðsins milli efstu tveggja flagganna var um 18 m/s og um 9 m/s milli flagganna þar fyrir neðan, skömmu áður en það stöðvaðist.

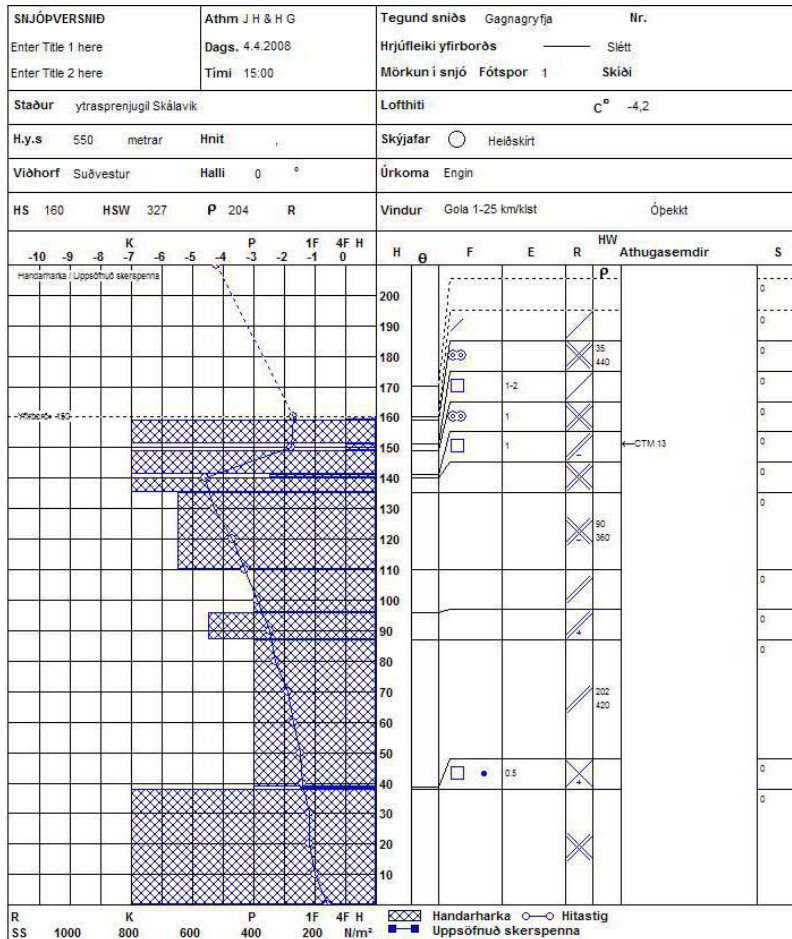
Þar sem tilraunin heppnaðist vel var ákveðið að prófa að sprengja ytri hleðslurnar fjórar í ytra gilinu. Það var gert á sama hátt og áður og allar hleðslur virtust springa. Í þetta sinn náði sprengingin hins vegar upp úr snjónum þannig að strókur af snjó og mól þeyttist upp í loftið. Enginn fleki fór af stað.

5.5 Tilraun 2

6.apríl 2008

Snjóaðstæður

Snjóflóð höfðu fallið úr Hádegisfjalli þann 31. mars, en annars var ekki mikið um flóð á þessum tíma. Snjóalög í sprengigiljunum einkenndust af afmörkuðum foksnjó ofaná hjarni. Gryfja var tekinn þann 4. apríl í ytra sprengigilinu við mörk foksnævarins. Hún sýndi afgerandi köntuð lög í snjónum. Í innra sprengigilinu virtist foksnjórinn mun þykkari og meiri, einkum innan til í gilinu og því var ákveðið að sprengja þar.



Mynd 6. Snjósnið frá ytra sprengjulli. Efsti flekinn er um 10 cm þykkur og vindbarinn. Neðan við hann er afgerandi veikt og kantað lag og fleiri slík neðar í þekjunni.

Framkvæmd

Starfsmenn uppi: Helgi Mar Friðriksson og Jóhann Hannibalsson.

Starfsmen niðri: Harpa Grímsdóttir og Örn Ingólfsson. Hafþór Gunnarsson, fréttaritari Stöðvar 2 var með sjónvarpstökuvél.

Framkvæmd tilraunarinnar var eins og í tilraun 1. Aftur var komið fyrir flöggum með 50 m millibili í þeim tilgangi að mæla hraða hugsanlegs flóðs. Við sprengingu fór af stað stór fleki sem náði enda á milli í gilinu. Flóðið þeyttist niður gilið og í þetta sinn fylgdi því mikið kóf. Hluti af flóðinu stökk upp úr gilinu þar sem beygja er á því og rann niður meðfram gilinu í breiðum farvegi. Það náði mun lengra en flóðið sem fór af stað í tilraun 1 og var miklu breiðara. Á mynd 7 má sjá útlínur beggja flóða. Breidd flóðsins í tilraun 2 var um 230 m þar sem hún var mest og flóðið er flokkað af stærð 4 skv. kanadíska flokkunarkerfinu. Mynd 8 sýnir útlínur neðsta hluta flóðsins og snjódýptarmælingar.

Flóðið náði yfir öll flöggin sem sett höfðu verið upp og hér fyrir neðan eru hraðamælingar.

Tafla 1. Hraðamælingar snjóflóðs

Flögg talin ofanfrá og niður	Meðalhraði í m/s
Flagg 1	
	19
Flagg 2	
	28
Flagg 3	
	25
Flagg 4	
	36
Flagg 5	
	33
Flagg 6	

Eins og sést á töflu 1 jók flóðið hraðann verulega neðst á úthlaupssvæðinu. Síðan stöðvaðist það nokkuð hratt. Á myndböndunum sést að nokkrir „púlsar“ voru í flóðinu. Hér að neðan eru upplýsingar um flóðið úr gagnagrunni Veðurstofunnar.

Númer: 8274 {xe "8274"} **Tegund:** Þurrt flekahlaup

Staðsetning: Skálavík. Innra sprengigil.

Tími: 6.4.2008, 12:14:00

Skýrslu skráði: Harpa Grímsdóttir **Útlína:** Mæld

Fylgigögn: GPS útlínur, myndbönd, ljósmyndir, snjódyptir, gryfja.

Lýsing: Stærðarfl.: 4 Lengd: 885 m Mælt úthl.horn (□):30°

Upptök: Hæð yfir sjó: 500 m

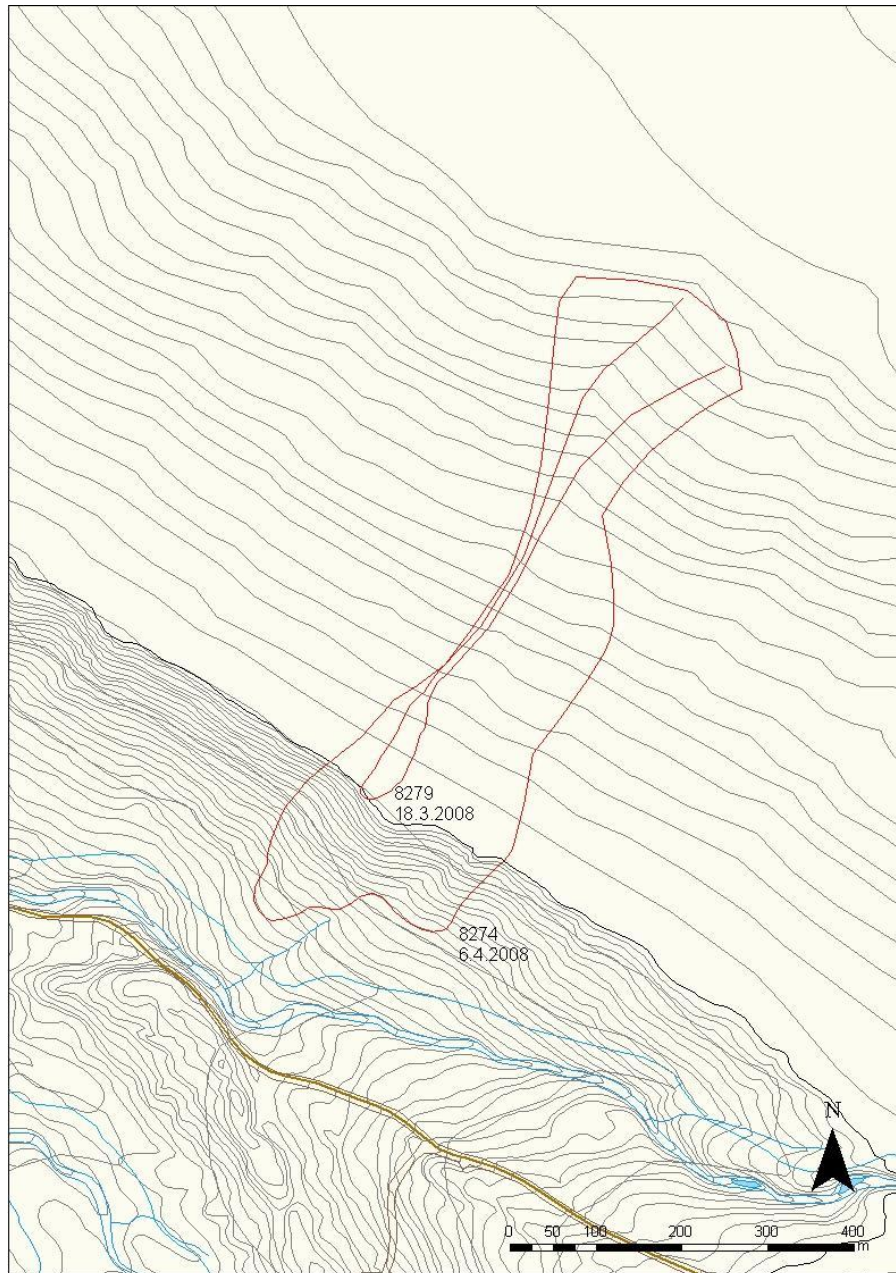
Orsök: Sprengd voru 75 kg af fyrirfram staðsettu dínamíti. Sjá skýrslu um sprengitilraunir.

Tunga: Hæð yfir sjó: 56 m

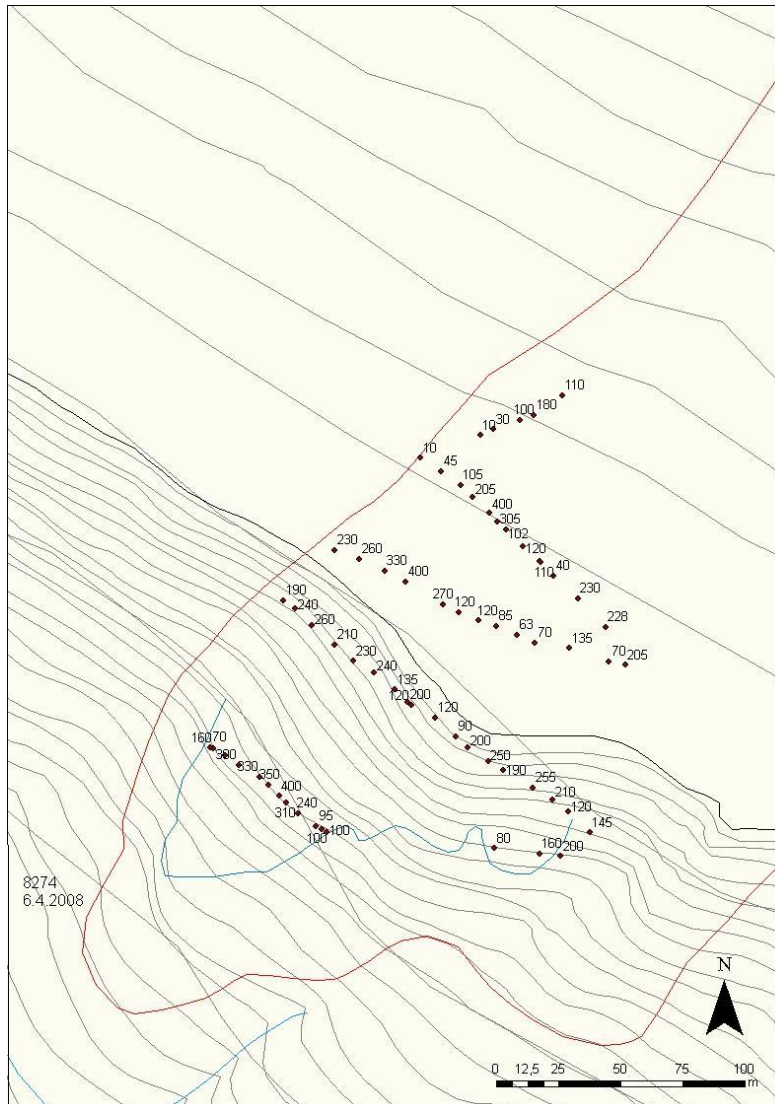
Þykkt: Meðaltal: 1.2 m Mest: 300 m

Meðalbreidd: 220 m Lengd: 300 m Rúmmál: 40.000 m³

Athugasemdir: Flóðið stökk upp úr farveginum þar sem beygja er á gilinu og rann að hluta við hlið gilsins eftir það. Flóðtungan var þykkt á kafla, en kögglar dreifðust langt út fyrir þykka hluta flóðsins. Útlína í gagnagrunni miðast við mestu köggladreif, en til er önnur útlína sem sýnir þykka hluta tungunnar. Meðalþykktin í efri hluta meginflóðtungu var yfir 2 m.



Mynd 7. Útlínur flóðanna tveggja sem komið var af stað með sprengingum úr innra gili. Seinna flóðið var mun stærra en það fyrra, en seinna flóðinu fylgdi mikil köggladreif og eru útlínur dregnar við mörk ystu köggla.



Mynd 8. Flóð 8274. Á kortinu sjást útlínur neðri hluta tungunnar. Bláa línan er dregin um þykkasta hluta flóðsins, en þar fyrir utan er tungan þynnri. Tölur við punktana sýna mældu snjódýpt.

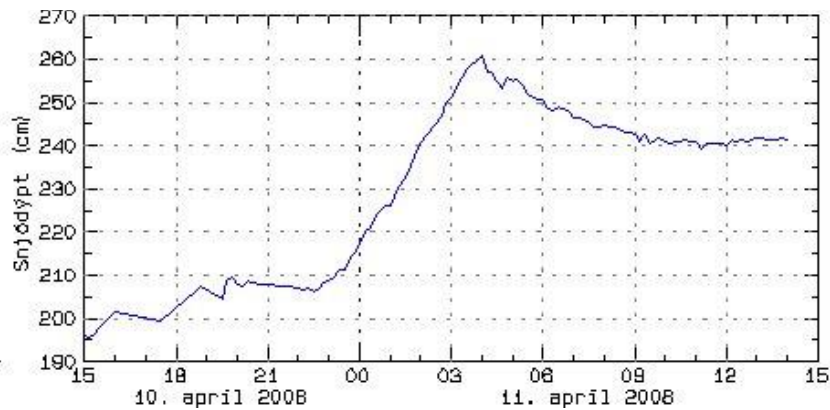
5.6 Tilraun 3

14.apríl 2008

Snjóaðstæður

Dálítið hafði bætt í snjó frá síðustu tilraun átta dögum fyrr. Dagana 10.–11. apríl sýndi sjálfvirkur snjódýptarmælir í Traðargili ofan við Bolungarvík hraða aukningu á snjódýpt eins og sjá má á mynd 9. Ekki var tekin snjógryfja í Skálavík, en til er gryfja frá Skálarfjalli inn af Syðridal frá 12. apríl. Þar var nýr snjór ofan á lögum af hörðum snjó

með veikari lögum á milli (mynd 10). Ekki var þó um að ræða afgerandi veikleika og efsti flekinn hafði hörkuna 1F.



Mynd 9. Gögn úr sjálfvirkum snjódýptarmæli Veðurstofunnar í Traðargili ofan við Bolungarvík.

Framkvæmd

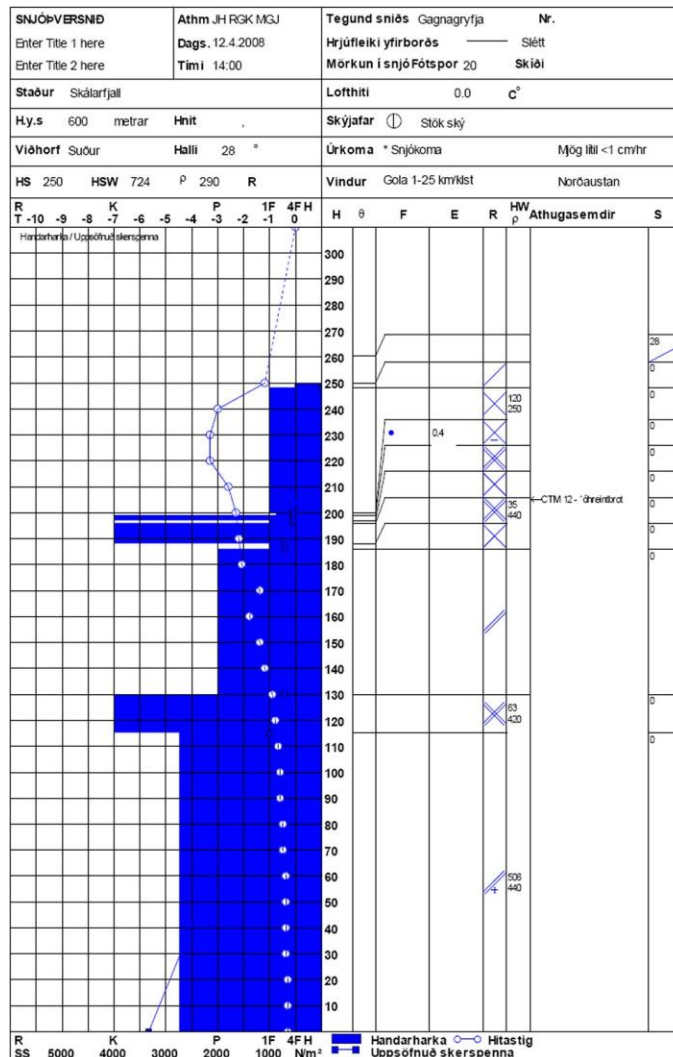
Starfsmenn uppi: Helgi Mar Friðriksson og Jóhann Hannibalsson.

Starfsmen niðri: Harpa Grímsdóttir, Ingvar Reynisson, Oddur Pétursson og Örn Ingólfsson.

Hafþór Gunnarsson, fréttaritari Stöðvar 2 var með sjónvarpstökuvél. Sigríður Guðfinna Ásgeirsdóttir, fréttamaður RÚV og Jóhannes Jónsson sjónvarpstökumaður RÚV voru einnig á staðnum.

Farið var eins að og í tilraunum 1 og 2. Til viðbótar var GPS-tæki sem fest var á belg komið fyrir í upptakasvæðinu í því skyni að mæla hraða mögulegs snjóflóðs niður farveginn. Í þetta sinn voru sprengdir tveir ystu dínamítassarnir í ytra gilinu.

Eins og í fyrra skiptið þegar sprengt var í þessu gili, náði sprengingin upp úr snjónum en kom ekki af stað snjóflóði.



Mynd 10. Snjógryfja frá Skálarfjalli tekin 12. apríl 2008. Grafið var niður á jörð og y-ásinn sýnir hæð frá yfirborði jarðar í cm.

5.7 Vettvangskönnun

Sumarið 2008 var farið yfir svæðið og ummerki skoðuð. Ennþá var skafli í innra gilinu og líklegt má teljast að sum ár nái hann ekki að bráðna. Hægt var að ganga úr skugga um að allt sprengiefni hafði sprungið. Lítið sem ekkert var eftir af pappakössum eða heyrúlluplasti, og því virðast umbúðir hleðslanna hafa „sprungið upp til agna“. Í báðum giljunum er mikið af lausu grjóti, skriðum og sprungnum klettum. Sumstaðar höfðu sprengingarnar hreyft við grjóti og jafnvel brotið smá hluta úr klettum. Slík ummerki munu hverfa fljótt þar sem þau falla inn í landslagið og töluvert náttúrulegt rof á sér stað í upptakasvæðunum. Engin ummerki sjást neðan frá. Engar skemmdir urðu á gróðri enda ekki mikill gróður á þessum stöðum.

5.8 Niðurstöður annars vetrar verkefnisins

Annar vetur verkefnisins sýndi að hægt er að koma fyrir sprengiefni að hausti og ganga frá hvellhettum og öðrum búnaði þannig að hann þoli álagið yfir veturinn.

Í bæði skiptin sem sprengt var í innra gilinu var hægt að koma af stað myndarlegum flekaflóðum. Snjódýpt í gilinu er áætluð yfir 6 m í bæði skiptin. Sprengingarnar náðu ekki upp úr snjónum, en komu af stað höggbylgjum sem bárust um snjómassann og ollu eyðileggingu veikra snjóalaga og komu þannig af stað flekaflóðum. Í báðum tilfellum þegar sprengt var voru tiltölulega stöðugar aðstæður með tilliti til náttúrulegra snjóflóða. Flekinn sem fór af stað var í báðum tilfellum þéttur, en þó sýnu harðari í seinna skiptið. Þekkt er að auðveldara er að koma af stað snjóflóði með sprengingu þegar flekinn er þéttur en í lausari snjó. Einnig getur myndast stærra brotstál þegar samloðunin er mikil í flekanum og því stærri fleki farið af stað en þegar samloðun er minni.

Í ytra gilinu fór ekkert flóð af stað og er erfitt að segja til um ástæður þessa. Í fyrra skiptið var sprengt á sama degi og í innra gilinu en í seinna skiptið á öðrum degi. Snjósöfnun í bæði gilin er þannig að þar myndast bunga sem færast framur eftir því sem líður á veturinn og neðan við bunguna er bratt mjög mikill. Í ytra gilinu voru hleðslurnar frekar ofarlega og hugsanlegt að það hafi orðið til þess að sprengingarnar komu upp úr snjónum ofan við bunguna og hafi ekki haft nægilega mikil áhrif á efsta snjóflekann í brattanum neðan við hana. Einnig kom það í ljós að snjósöfnun var ekki eins í giljunum, þótt þau séu nálægt hvort öðru og með sama viðhorf. Innra gilið er stærra og það virðist safna í sig meiri snjó í fjölbreyttari vindáttum en hið ytra. Þó voru gígarnir sem mynduðust við sprengingarnar í ytra gilinu um fimm metra djúpir.

6 Niðurstöður fyrstu tveggja vetra verkefnisins

Verkefnið er í eðli sínu langtímaverkefni og nokkra vetur með mismunandi snjó- aðstæðum þarf til að byggja upp reynslu af notkun sprengja við snjóeftirlit. Fyrstu tveir vetur verkefnisins sýna þó glögg að koma má af stað snjóflóðum með ýmsum aðferðum á Íslandi. Þéttir, vindbarðir flekar, sem eru algengar aðstæður á Íslandi gefa nokkuð góðar líkur á að hægt sé að sprengja af stað flóð, ef veikara lag er undir.

Frumniðurstöður snjóalagarannsóknna á Snjóflóðasetri Veðurstofunnar síðustu árin benda til þess að veik lög varðveitist oft lengur í snjóþekjunni á Íslandi heldur en áður hefur verið talið, sem gæti bent til þess að sprengingar séu raunhæfur kostur við snjóflóðaeftirlit á Íslandi. Það gætu t.d. Vegagerðin og skíðasvæði landsins nýtt sér til að draga verulega úr áhættu vegna snjóflóða á ákveðnum svæðum. Í þessu rannsóknar- verkefni er notast við venjulegt dínamít vegna einfaldleika og lágs kostnaðar. Erlendis hafa ýmsar gerðir sprengja verið próaðar sérstaklega fyrir snjóflóðavinnu og í mörgum tilfellum henta slíkar sérsníðaðar sprengjur betur þegar nota á sprengingar til að draga úr áhættu fólks. Einkum gæti búnaður þar sem hægt er að setja af stað sprengingar með

fjarstýringu nokkrum sinnum yfir veturinn (t.d. GasEx kerfið) komið sér vel. Hann er aftur á móti frekar dýr. Í sumum tilfellum, t.d. á skíðasvæðum þar sem aðgengi ofanfrá er gott, getur verið nóg að vinna með venjulegt dínamít eða eitthvað sem líkist því.

Grundvallaratriðin eru þau sömu, sama hvernig kerfi er notað og því ættu aðilar að geta nýtt niðurstöður verkefnisins, sama hvaða sprengitækni þeir beita. Í þessu rannsóknarverkefni er smátt og smátt verið að afla upplýsinga um við hvernig snjóaðstæður mismunandi sprengiaðferðir, þ.e. hleðslustærð og staðsetning, virka best.

7 Næstu skref

Ótal spennandi möguleikar til rannsókna opnast ef hægt er að ná tökum á því að koma af stað stórum flóðum með u.þ.b. 50% öryggi. Áhugavert er að mæla hraða flóða, ástreymisþrýsting og skoða áhrif á hluti og fyrirstöður í farvegi. Góðar myndbandsupptökur náðust af báðum flóðunum sem komið var af stað seinni veturinn, sem gerir það að verkum að hægt er að skoða rennslishætti þeirra vel. Myndir af báðum flóðunum voru sýndar í fréttatímum í sjónvarpi sem gefur almenningi á Íslandi kost á að fræðast um snjóflóð. Búið hefur verið til kynningarmyndband um verkefnið sem fylgir þessari skýrslu.

Veturinn 2008–2009 hefur fengist leyfi til áframhaldandi snjóflóðasprenginga í sömu giljum. Hleðslurnar verða settar á sama stað og áður í innra gilið, en verða hafðar neðar í ytra gilinu.

Í bígerð er að fá nákvæmara kort af svæðinu fyrir veturinn. Hingað til höfum við aðeins haft yfir 1:50:000 kortum að ráða fyrir efri hluta farveganna. Með nákvæmara korti og myndbandsupptökunum verður mögulegt að reikna gróflega hraða flóðsins niður allan farveginn, en ekki bara þar sem flöggum hafði verið komið fyrir. Þá mun einnig verða mögulegt að keyra tvívíða snjóflóðalíkanið SamosAT fyrir farvegina og bera keyrslurnar saman við raunveruleikann. Hingað til hefur aðeins verið hægt að bera útlínur þekktra, íslenskra flóða saman við tvívíðar líkankeyrslur, en í þessu tilfalli verður hægt að bera mældan hraða flóðsins saman við það sem líkanið áætla og einnig rennslishætti flóðsins að öðru leyti.

Til stendur að bjóða björgunarsveitum á svæðinu samvinnu og koma fyrir gínum og jafnvel vélsleða á mögulegu úthlaupssvæði í því skyni að efna til eins raunverulegrar snjóflóðaleitaræfingar og mögulegt er. Þá yrði staðsetning gína fyrir og eftir flóð mæld með GPS-tæki og athugað hvaða lærdóm megi draga af því.

Næsta vetur er einnig stefnt á fleiri tilraunir með sprengingar frá yfirborði á sama hátt og gert var veturinn 2006–2007.

8 Viðauki A – tæknilegar upplýsingar um sprengiefni

Sprengiefni:

Notað er dínamít í 70x600 mm túpum. Kassinn er 25 kg og í hverjum kassa eru 8 túpur.

Tegund sprengiefnis:	Minex Eco
Orkuinnihald:	4,55 MJ/kg
Gasrúmmál:	888 l/kg
Eðlisþyngd:	1,5 +/- 0,04 kg/dm ³
Brunahraði:	U.þ.b. 6000 m/s

Hvellhettur:

Notað er indetshock/shockstar non-el hvellhettukerfi. Kostirnir við slíkar hvellhettur er að þær eru vel vatnsheldar og sterkar og verða ekki fyrir áhrifum af stöðurafræmni, flökkustræmi eða útvarpsbylgjum. Þær þola líka vel núning, högg og útfjólubláa geisla. Ræsimerki fer á stöðugum hraða, sem er 2000 m/s og merkið fer hljóðlaust í gegnum brot, hnúta og skarpar sveigjur á slöngunni án þess að ferlið truflist.

Tegund:	Indetshock/shockstar
Vatnsheldni:	0,3 MPa/7 dagar
Styrkur tengingar milli slöngu og hvellhettu:	40 N/3 mín
Nothæft hitabil:	-30°C til +40°C
Ending í geymslu:	2 ár
Hættuflokkur:	1,4

Tengislöngur:

Notaðar voru Shockstar surface tengislöngur í 300 m einingum á rúllum. Þær flytja ræsimerki frá ræsistað í hvellhettur. Í þessu tilfalli mynduðu þær tengingu frá hvellhettum sem festar voru í dínamíthleðslurnar yfir í ræsihvellhettur. Þessi útbúnaður gerði það að verkum að auðvelt var að ræsa frá öruggum stað.

Upplýsingarnar að ofan eru fengnar frá framleiðendum og lauslega þýddar af höfundum skýrslunnar.