

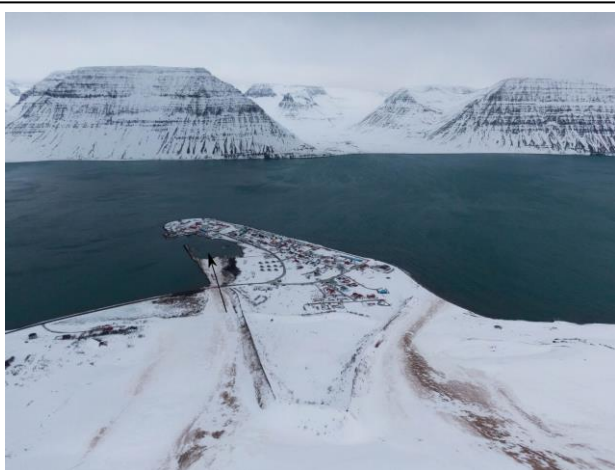
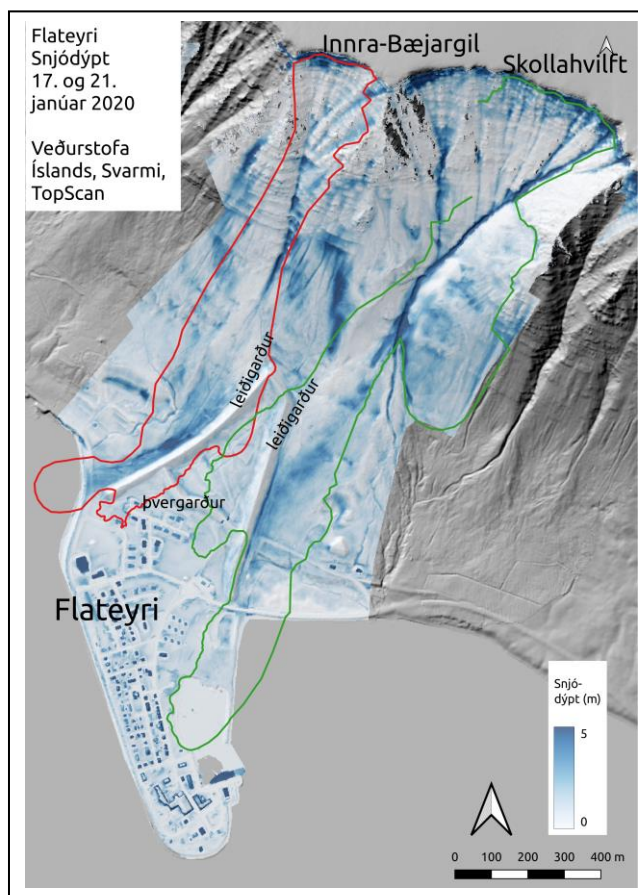
Endurskoðun hættu undir varnavirkjum í ljósi snjóflóðanna á Flateyri 2020 og í Neskaupstað 2023

Tómas Jóhannesson
Veðurstofu Íslands

Síðan uppbygging varnavirkja hófst hér á landi í kjölfar mannskaðasnjóflóðanna í Súðavík og á Flateyri árið 1995 hafa yfir 50 snjóflóð fallið á varnargarða og önnur varnavirki. Stærstu snjóflóðin sem reynt hafa á varnavirki, sem reist hafa verið síðan 1995, féllu á Flateyri í janúar 2020 og í Neskaupstað í mars 2023. Í báðum tilvikum féllu flóð með hraðskreiðum iðufaldi sem svo er kallaður. Hann er loftblandaður og léttur í sér miðað við þetta kjarna flóðsins, einkennist af hvirflum og mikilli óreiðu og iðuköstum og getur náð nokkur hundruð metra framan við þetta kjarnann.

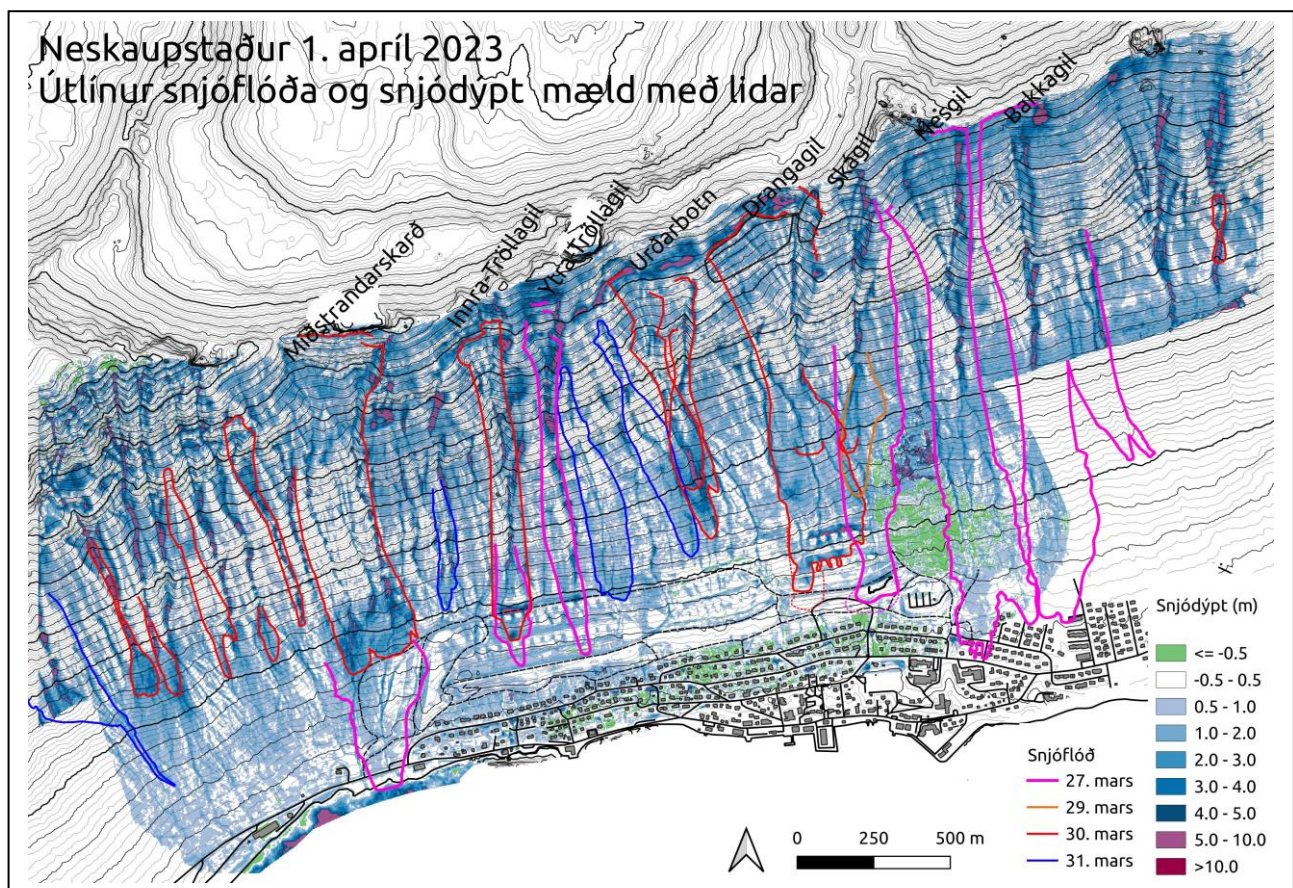
Tvö stór snjóflóð féllu úr Innra-Bæjargili og Skollahvilft ofan Flateyrar þ. 14. janúar 2020 eftir 4–5 daga norðaustan hríðarveður. Bæði flóðin flæddu yfir 14–20 m háa leiðigarða, sem reistir voru á árunum 1997–1998 ofan þorpsins, og einnig yfir þvergarð milli leiðigarðanna, sem er skammt ofan efstu húsa í byggðinni, sjá kort og ljósmynd hér að neðan. Flóðið úr Skollahvilft olli miklu tjóni á bátum og hafnarmannvirkjum. Flóðið úr Innra-Bæjargili skall á íbúðarhúsinu Ólafstún 14, sem skemmdist mikið, og það kastaði til þremur bílum. Fjórar manneskur voru í Ólafstúni 14 en engin þeirra slasaðist í flóðinu. Unglingsstúlka á heimilinu grófst þó undir snjó í herbergi sínu í um 30 mínútur. Varnargarðarnir náðu að stýra stærstum hluta flóðanna frá byggðinni en kröftugt yfirflæði af völdum iðufalds varð engu að síður.

Í framhaldi af flóðunum var gerð frumathugun á endurbættum varnavirkjum fyrir Flateyri og er nú unnið að byggingu keilna ofan leiðigarðanna og dýpkun rásar meðfram leiðigarðinum undir Innra-Bæjargili, svo og tilraun til þess að kanna möguleika á því að nota snjósöfnunargrindur á aðsópssvæði uppi á fjallinu í því augnamiði að draga úr snjósöfnun í upptakasvæðin. Einnig hefur vöktun á snjóflóðahættu í Önundarfirði verið bætt með uppsetningu háþróaðs radars til þess að fylgjast með snjóflóðum sem falla úr norðurhlíð fjarðarins.



Kort til vinstri: Útlínur snjóflóðanna úr Innra-Bæjargili og Skollahvilft á Flateyri þann 14. janúar 2020. Blár bakgrunnur sýnir snjóþykkt á jörðu í tungum flóðanna og á nærliggjandi svæðum. Ljósmynd að ofan: Tungur snjóflóðanna þar sem þétti kjarni snjóflóðanna flæddi meðfram leiðigörðum. Svört ör vinstra megin við miðja ljósmyndina sýnir hvað Skollahvilft-arflóðið flæddi út í höfnina þar sem það olli miklu tjóni. Mynd: Haukur Sigurðsson, 19. janúar 2020.

Mánudagsmorguninn 27. mars 2023 hófst snjóflóðahrina með á Austfjörðum þurrum flekaflóðum úr Miðstrandarskarði/Klofagili, Tröllagiljum, Skágili, Nesgili og Bakkagili í Neskaupstað, sjá kort af útlínum flóðanna í Neskaupstað hér að neðan. Snjóflóðin féllu í kjölfarið á skammvinnri en ákafri snjókomu sem hófst aðeins 6–8 klst áður, en töluverður snjór var þá fyrir í upptakasvæðum í Norðfirði. Talsvert frost var þegar hrinan hófst og þykk lausamjöll víða. Þessi fyrstu flóð náðu langt og lentu á efstu húsum undir Nesgili, þar sem varð mikið tjón á húsum og bílum, sjá ljósmynd, og stöðvuðust skammt ofan byggðar neðan Bakkagils, en undir þessum giljum eru ekki komnar varnir. Snjóflóðið úr hlíðinni neðan Miðstrandarskarðs náði í sjó fram innan við byggðina, flóð úr Tröllagiljum féllu á keilur og að varnargarði og flóðið úr Skágili féll á keilur og varnargarð sem er undir Skágili og Drangagili. Næstu daga hélt snjóflóðahrinan áfram víða á Austfjörðum. Mörg stór flekaflóð féllu ofan Neskaupstaðar í þessari seinni lotu hrinunnar, m.a. úr Drangagili þ. 30. mars og einnig vot flóð og krapaflóð bæði í Norðfirði og nærliggjandi fjörðum. Þessi snjóflóðahrina var fyrsta skiptið að reyndi á snjóflóðavarnarvirki í Neskaupstað en uppbygging varnarvirkja fyrir bæinn hefur staðið síðan 1999 þegar vinna hófst við byggingu þvergarðs undir Drangagili.



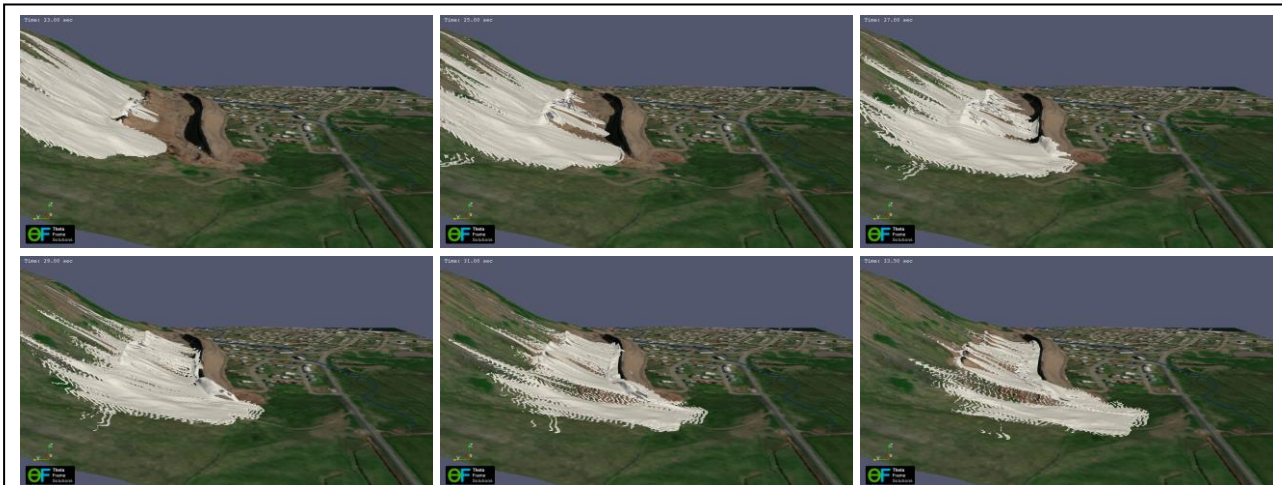
Kort að ofan: Útlínur snjóflóða í Neskaupstað 27.–31. mars 2023. Bakgrunnskortið sýnir snjóþykkt á jörðu í tungum flóðanna og á nærliggjandi svæðum. Slitnar útlínur flóða úr Skágili 27. mars og Drangagili 30. mars sýna útmörk köggla og gróðurleifa sem náði lengra en hin eiginlega tunga flóðanna. Ljósmynd til vinstri: Fjölbýlishús neðan Nesgils sem snjóflóð lenti á þ. 27. mars 2023. Mynd: Ragnar H. Þrastarson, 28. mars 2023.

Varnarvirki gegn snjóflóðum í Neskaupstað byggjast á þeirri hugmyndafræði að beita bæði stoðvirkjum á upptakasvæðum, til þess að minnka snjóflóð sem kunna að fara af stað, og varnargörðum og keilum á úthlaupssvæðum, til þess að draga úr skriðlengd flóðanna. Í frumathugun var komist að þeirri niðurstöðu að hægt væri að reisa stoðvirki á hluta upptakasvæða en í miðjum giljum og lægðum í landslagi hlíðarinnar yrði snjódýpt of mikil til þess að unnt væri að koma þeim við. Einnig er grjót-hrunshætta mikil á ákveðnum svæðum og erfiðar grundunaraðstæður fyrir stoðvirki. Pláss er til þess að reisa varnargarða og keilur sem hægja á snjóflóðum á stórum úthlaupssvæðum ofan byggðarinnar, en hraði stórra snjóflóða reiknast hærri en svo að slík varnarvirki dugi ein og sér sem vörn fyrir byggðina undir hættulegustu farvegum. Saman eru stoðvirki þar sem þau er unnt að reisa og varnarvirki á úthlaupssvæðum hins vegar talin fullnægjandi snjóflóðavörn.

Snjódyngjur sem hrönnuðust upp ofan við keilur og varnargarða í Neskaupstað benda til þess að varnarvirki á úthlaupssvæðum snjóflóða hafi haft áhrif til þess minnka skriðlengd flóða í hrinunni í mars 2023 og draga úr krafti þeirra. Athuganir benda einnig til þess að stoðvirki í Tröllagiljum hafi komið í veg fyrir að snjóflóð færu af stað úr stórum hluta upptakasvæðanna í Innra- og Ytra-Tröllagili, væntanlega bæði í fyrri og síðari hluta hrinunnar. Stoðvirki í Drangagili drógu jafnframt úr rúmmáli snjóflóða sem þar áttu upptök. Ljóst er að án stoðvirkjana og varnarvirkja á úthlaupssvæðum hefði verið hætta á því að snjóflóð úr Tröllagiljum, Drangagili og Skágili næðu byggðinni, bæði í fyrri og síðari hluta hrinunnar, þó útilokað sé að segja til um það með vissu. Reynslan af snjóflóðahrinunni í mars 2023 bendir þannig til þess að hugmyndafræði um samþættingu stoðvirkja og varnarvirkja á úthlaupssvæðum, sem hönnun snjóflóðavarna fyrir í Neskaupstað byggir á, hafi reynst vel. Í framhaldi af snjóflóðunum í mars 2023 var ákveðið að veita auknu fjármagni úr Ofanflóðasjóði til þess að flýta byggingu varnarvirkja fyrir Nes- og Bakkagil og er þau nú í byggingu.

Á Veðurstofunni er unnið að endurskoðun hættumats undir varnargörðum og öðrum varnarvirkjum víða á landinu, og er þar m.a. litið til reynslunnar af snjóflóðunum á Flateyri 2020 og í Neskaupstað 2023. Þegar hættumat er endurskoðað neðan varnarvirkja á úthlaupssvæðum þarf að meta áhrif garða og keilna til þess að draga úr hættu í byggðinni af völdum hins þetta kjarna snjóflóða. Einnig þarf að huga að möguleikanum á aukinni hættu á svæðum þar sem leiðigarðar kunna að beina öflugri streng snjóflóðsins samsíða garðinum en ella væri, og að hugsanlegu yfirflæði iðufalds og kófs sem skapað getur hættu þrátt fyrir að hinn þétti kjarni stöðvist ofan byggðarinnar eða beinist frá henni. Jafnframt þarf að ákveða hvort ástæða er til þess að endurskoða að einhverju leyti forsendur sem lagðar voru til grundvallar í fyrra hættumati og við snjótæknilega hönnun varnarvirkjana, einkum ef nokkuð er um liðið frá vinnu við hættumat og frumhönnun. Víða eru liðin meira en 20 ár frá því að hættumat fyrir viðkomandi stað var gert og ofanflóðasaga svæðisins könnuð. Því getur verið ástæða til þess að yfirfara forsendur um tíðni snjóflóða, hættumat og hönnunarforsendur varnarvirkjana.

Veðurstofan hefur í samvinnu við austurríska fyrirtækið ThetaFrame e.U. þróað nýtt þrívítt snjóflóðalíkan til þess að reikna flæði snjóflóða á varnarvirki á úthlaupssvæðum og sýnir mynd á næstu blaðsíðu dæmi um niðurstöður líkansins, sem nefnt er Open- $\mu(I)$, fyrir hönnunarflóð sem lendir á keilum og þvergarði í Bolungarvík. Líkanið getur reiknað flæði snjóflóðs sem ferðast í loftköstum og myndar svokallað straumstökk í árekstrum við flókið landslag á úthlaupssvæðum, meðal annars árekstra við brattar keilur og þvergarða. Open- $\mu(I)$ líkanið reiknar flæði hins þetta kjarna snjóflóðsins en getur ekki hermt flæði iðufalds eða kófs. Enn sem komið er eru ekki tiltæk líkön sem unnt er að nota til þess að herma flæði iðufalds og þarf því að byggja á mati sérfræðinga við greiningu á hættu af hans völdum.



Líkanreikningar á snjóflóði sem lendir á keilum og varnargarði neðan Traðarhrynnu við Bolungarvík með þrívíða snjóflóðalíkaninu Open-μ(I). Sjá má að snjóflóðið kastast í loft upp við áreksturinn við keilurnar og lendir síðan neðan þeirra og að svokallað straumstökk myndast í flæðinu ofan við varnargarðinn þar sem flóðið hrannast upp.

Mælingar og athuganir á snjóflóðum sem féllu hrinum í janúar 2020 á Flateyri og í mars 2023 í Neskaupstað sýna að varnarmarki komu líklega í veg fyrir að snjóflóðin næðu mun lengra inn í byggðina á báðum þessum stöðum en raunin varð. Flóðin gefa jafnframt til kynna vandamál sem huga þarf að í frekari vinnu við uppbyggingu snjóflóðavarnarvirkja hér á landi og annars staðar. Almennu hefur ekki verið tekið tillit til hættu af völdum yfirflæðis iðufalds við hönnun snjóflóðavarnarvirkja á úthlaupssvæðum. Brattir garðar og keilur eru taldir draga úr hættu af völdum iðufalds en að einhverju marki þarf að bregðast við slíkri hættu með rýmingu húsnæðis þegar snjóflóðahætta kemur upp. Athuganir á snjóflóðunum í Neskaupstað í mars 2023 benda til þess að brattir garðar og keilur hafi umtalsverð áhrif til þess að draga úr skriðlengd iðufalds, en athuganir á flóðunum á Flateyri í janúar 2020 sýna að garðar með jarðvegshalla á hliðinni sem snýr upp í fjallshlíðina hafa lítil áhrif á hraðfara iðufald. Snjóflóðið úr Skollahvilt í janúar 2020 sýnir að aukin hætta vegna öflugra flæðis meðfram leiðigörðum en ella væri er mikilvægur þáttur sem taka þarf tillit til við mat á hættu eftir byggingu slíkra garða sem kallað getur á stækkun hættusvæða í áttina niður með garðinum um jafnvel hundruð metra. Hönnun snjóflóðavarnarvirkja í Neskaupstað, sem byggir á samþættingu stoðvirkja á upptaka- svæðum og varnargarða og keilna á úthlaupssvæðum, virðist hafa heppnast vel.