

Tómas Jóhannesson og Þorsteinn Arnalds, Væðurstofu Íslands:

Slys og tjón af völdum snjóflóða og skriðufalla

Samantekt

Snjóflóð hafa valdið mörgum slysum og stórfelldu fjárhagslegu tjóni hér á landi síðan byggð hófst á níundu öld. Fyrstu heimildir um mannskaða af völdum snjóflóða eru frá árinu 1118 þegar snjóflóð í Dölum hreif með sér 5 menn sem allir fórust. Samtals er getið u.þ.b. 680 dauðsfalla af völdum snjóflóða á Íslandi síðan þá. Gera má ráð fyrir að nokkur hundruð manns hafi farist til viðbótar. Einkum skortir heimildir á um 250 ára löngu tímabili fyrir 1600 sem skráðir annálar ná ekki til. Á tuttugustu öld fórust samtals 193 af völdum snjóflóða og skriðufalla hér á landi.

Hörmuleg snjóflóðaslys í Súðavík og á Flateyri árið 1995, sem kostuðu 34 mannlíf og ollu miklu fjárhagslegu tjóni, hafa gerbreytt afstöðu Íslendinga til snjóflóðahættu. Slysinn opnuðu augu manna fyrir því að snjóflóðahætta er langt umfram það sem hægt er að sætta sig við í nokkrum þorpum og bæjum á landinu. Rýmingar er hægt að nota til þess að draga að vissu marki úr slyshættu af völdum snjóflóða. Engu að síður verður að líta á víðtækar rýmingar sem tímabundna ráðstöfun meðan unnið er að lausn vandans með byggingu fullnægjandi snjóflóðavarna og breytingum á skipulagi og landnýtingu.

Beint fjárhagslegt tjón af völdum snjóflóða og skriðufalla hér á landi á 26 ára tímabili, frá 1974 til 2000, er um 3,3 milljarðar kr. Heildarkostnaður við varnarmál, sem byggð hafa verið á Flateyri,

Siglufirði og í Neskaupstað síðan 1995, ásamt kostnaði við uppkaup og flutning byggðar frá hættusvæðum, er um 2,5 milljarðar kr. Tjónið felur í sér tryggingarbætur og kostnað við björgunaraðgerðir vegna ofanflóða í þéttbýli og tryggingarbætur vegna flóða utan þéttbýlis (þar er m.a. um að ræða tjón á sveitabæjum, rafmagns- og símalínum og skíðalyftum). Annað fjárhagslegt tjón, sérstaklega vegna snjóflóða utan þéttbýlis, er umtalsvert, en gera má ráð fyrir að það sé miklu minna en heildartjónið sem nefnt er hér að framan.

Samtals hafa 52 látið lífið í snjóflóðum sem fallið hafa á heimili, vinnustaði eða á opin svæði í þéttbýli á tímabilinu 1974 til 2000, en 17 hafa látið af völdum snjóflóða og skriðufalla á ferðalögum eða í óbyggðum á sama tímabili. Ef hvert dauðaslys af völdum ofanflóðs er metið sem 100 milljóna kr. „tjón“ þá er fjárhagslegt umfang ofanflóða hér á landi síðustu 26 árin meira en 13 milljarðar kr.

Stjórnvöld hafa gert áætlun um uppbyggingu snjóflóðavarna og uppkaup húsnæðis á hættusvæðum til þess að draga úr slysum og tjóni af völdum snjóflóða og skriðufalla í framtíðinni.

Inngangur

Snjóflóð og skriðuföll hafa valdið mörgum mannskæðum slysum og miklu eignatjóni á Íslandi frá landnámi. Tímamótaverk Ólafs Jónssonar, „Skriðuföll og snjóflóð“, sem kom út 1957 og var



Tómas Jóhannesson er jarðeðlisfræðingur á Væðurstofu Íslands. Hann lauk cand. mag.-prófi í jarðeðlisfræði og stærðfræði frá Háskólanum í Ósló árið 1982 og M.Sc.- og Ph.D.-prófum í jarðeðlisfræði með jöklafræði sem sérgrein frá University of Washington í Seattle í Bandaríkjunum árin 1984 og 1992.



Þorsteinn Arnalds er verkfræðingur á Væðurstofu Íslands. Hann lauk C.S.-prófi í véla- og iðnaðarverkfræði frá Háskóla Íslands 1996 og M.Sc.-prófi í tölfraði frá University of London árið 2000.

endurútgefið 1992, er yfirlit um ofanflóð sem fallið hafa hér á landi. Ritið er byggt á annálum og öðrum heimildum um snjóflóð síðan á tólftu öld. Þar koma einkum fram upplýsingar um snjóflóð sem ollu tjóni á mannvirkjum í byggð eða slysum og manntjóni.

Fyrsta snjóflóðið sem vitað er til að valdið hafi manntjóni féll árið 1118 í Dölum og fórust þar fimm menn. Samtals hafa um 680 farist í snjóflóðum og skriðuföllum á Íslandi síðan þá samkvæmt heimildum. Gera má ráð fyrir að nokkur hundruð dauðsföll hafi ekki verið skráð. Á um 250 ára tímabil fyrir 1600 eru ekki til annálar. Gera má ráð fyrir að nokkurra hundraða fórnarlamba snjóflóða sé ekki getið í heimildum, einkum á því tímabili.

Fyrir miðja nítjándu öld bjó meirihluti Íslendinga í dreifbýli. Stór hluti snjóflóðaslysa varð á sveitabæjum og þegar fólk lenti í flóðum nærri bæjum eða á ferð milli bæja. Undir lok nítjándu aldar tók fjöldi þéttbýlisstaða að myndast á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austfjörðum þar sem aðstæður til sjósóknar voru góðar (1. mynd). Á hluta staðanna reyndist vera snjóflóðahætta. Nokkur hörmuleg snjóflóðaslys urðu á tímabilinu 1880–1920 en á því tímabili var veðráttu tiltölulega óhagstæð.

Fiskiporpin á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austfjörðum stækkuðu mikið á tímabilinu 1930 til 1980. Við það fjölgaði mjög húsum á snjóflóðahættusvæðum. Á flestum þessara svæða eru ekki til heimildir um snjóflóð eða skriðuföll. Það er einungis nýlega sem farið var að skrá snjóflóð sem ekki ollu slysum eða tjóni á mannvirkjum. Um miðja tuttugustu öldina (um 1925–1965) var veð-



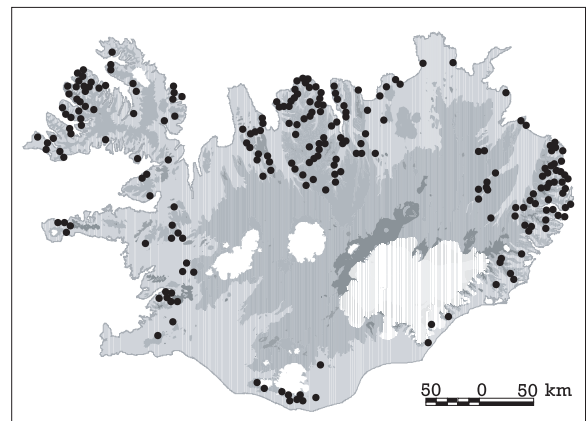
1. mynd. Helstu þorp og bæir á Íslandi sem búa við hættu á snjóflóðum og skriðuföllum.

urfar tiltölulega milt. Þess vegna féllu sennilega færri snjóflóð á þessum árum og færri slys eru skráð en um aldamótin 1900. Vegna versnandi veðurfars eftir 1965 hefur tíðni snjóflóða aukist. Nokkur mannskæð snjóflóð hafa fallið síðustu áratugi. Þau hafa fallið á tiltölulega nýbyggð svæði í bæjum á Vestfjörðum og Austfjörðum.

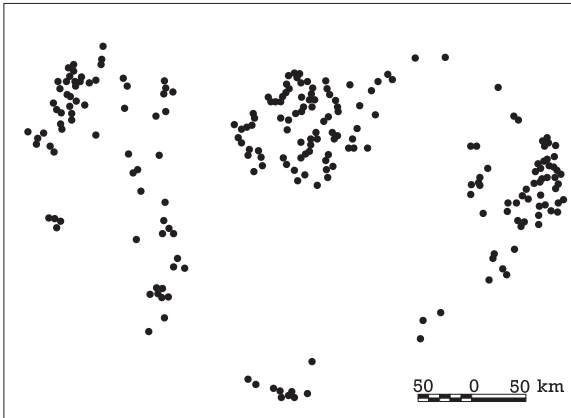
Á 2. mynd eru sýndir staðir þar sem vitað er að snjóflóð hafa valdið tjóni eða slysum frá landnámi (byggt á mynd í grein eftir Helga Björnsson frá 1980). Þó að stærstur hluti óhappanna hafi orðið á Vestfjörðum, Mið-Norðurlandi og Austurlandi eins og nefnt var að framan tengjast snjóflóðavandamál flestum byggðum svæðum á Íslandi. Þó er staðan verst á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austfjörðum. Þetta sést glögglega á 3. mynd þar sem sýndar eru sömu upplýsingar og á 2. mynd en án korts af landinu í bakgrunni. Athyglisvert er að sjá að auðvelt er að greina megindrætti í útlínum landsins eftir staðsetningu skráðra snjóflóðahoppa einni!

Landfræðilegar aðstæður

Flest svæði þar sem snjóflóð ógna íbúum eru nærri ströndinni á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austfjörðum (1. mynd). Yfir hættusvæðunum gnæfa fjöll sem yfirleitt ná upp í 400 til 700 m h.y.s. Fjöll á Vestfjörðum eru oft flöt að ofan og mynda stórar hásléttur. Háslétturarnar eru aðsópsvæði skafrennings sem getur flutt mikinn snjó inn á upptakasvæði snjóflóða við óhagstæðar aðstæður.



2. mynd. Staðir þar sem orðið hafa slys eða tjón af völdum snjóflóða síðan land byggðist á níundu öld (byggt á mynd í grein eftir Helga Björnsson frá 1980). Samtals 225 staðir eru sýndir. Gera má ráð fyrir að marga staði vanti á myndina vegna þess að göt eru í heimildum og einnig vegna þess að lýsingar á mörgum slysa fyrr á öldum eru ekki nægilega nákvæmar til þess að teikna megi þau á kort.



3. mynd. Sömu gögn og í 2. mynd nema hvað kort af Íslandi er ekki í bakgrunni. Útlínur landsins má auðveldlega greina út frá landfræðilegri dreifingu snjóflóðaslysa.

Fjöll á Austfjörðum mynda egghvassa hryggi og eru að því leyti líkari landslagi í Ölpunum.

Í mörgum löndum veitir þéttur skógur, sem þekur brattar hlíðar, náttúrulega vernd gegn snjóflóðum. Ísland er nánast skóglaut og raunar er skóglína oftast langt neðan mögulegra upptakasvæða snjóflóða. Skógleysið veldur því enn fremur að sjaldnast má fá upplýsingar um tíðni snjóflóða með því að kanna aldur og tegundadreifingu skóga eins og víða er hægt í öðrum löndum. Stundum er hægt að nýta jarðfræðileg ummerki svo sem gerð lausra jarðlaga og steinadreif, sem borin er fram af snjóflóðum, til að meta tíðni og mestu skriðlengd snjóflóða. Slíkar rannsóknir eru tiltölulega nýhafnar hér á landi og á frumstigi.

Veðurfar

Hættulegustu snjóflóðahrinurnar á Íslandi eru af völdum krappa lægða sem valda hvassri norðan- og norðaustanátt á hættusvæðum á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austurlandi. Mikil snjókoma og skafrenningur að upptakasvæðum eru oftast samfara hættulegustu snjóflóðahrinunum. Við slíkar aðstæður hefur meðalvindhraði mælst allt að 45 m/s. Skafrenningur frá víðáttumiklum aðsópsvæðum getur skipt sköpum um stærð flóða undir þessum kringumstæðum.

Slys

Samtals hafa 193 farist í snjóflóðum, krapaflóðum og aurskriðum á Íslandi síðan 1901. Þar af létust 113 í byggingum, á atvinnusvæðum eða innan þéttbýlis og 80 fórust á vegum eða á ferð í

óbyggðum. Meirihluti manntjóns varð vegna snjó- og krapaflóða. Aurskriður og grjóthrun ollu 27 dauðsfallanna. Fjöldi slysa í hverjum flokki er sýndur í 1. töflu.

1. tafla. Dauðsföll af völdum snjóflóða og skriðufalla 1901–2000.

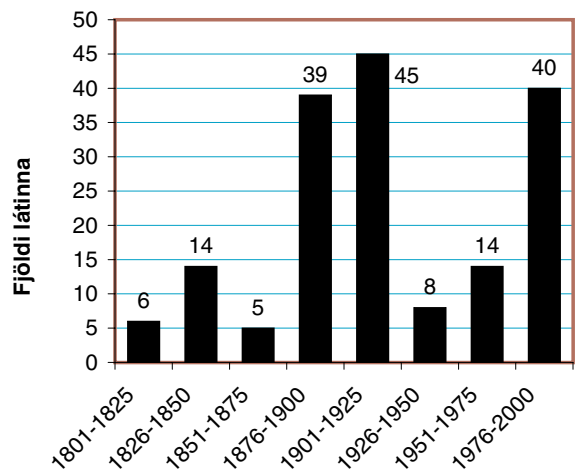
	Byggð	Utan byggðar	Samtals
Snjóflóð	107	59	166
Skriðuföll	6	21	27
Samtals	113	80	193

Frá snjóflóðunum í Neskaupstað árið 1974 hafa alls 69 látist vegna snjóflóða, krapaflóða og skriðufalla eins og fram kemur í 2. töflu. Þar af fórust 52 í húsum, á atvinnusvæðum eða innan bæja og 17 fórust á vegum eða á ferðalögum í óbyggðum. Grjóthrun olli þremur dauðsföllum á sama tímabili.

2. tafla. Dauðsföll af völdum snjóflóða og skriðufalla 1974–2000.

	Byggð	Utan byggðar	Samtals
Snjóflóð	52	14	66
Skriðuföll	0	3	3
Samtals	52	17	69

Á 4. og 5. mynd er sýndur fjöldi dauðsfalla vegna snjóflóða síðustu 200 ár. Greint er á milli snjóflóða sem fallið hafa á og utan byggðar á hverju 25 ára tímabili. Slysum utan byggðar fækkaði stöðugt frá 1826–1850 til 1951–1975, en 1976–2000 fjölgaði slysunum aftur. Fækkun slysa



4. mynd. Dauðsföll af völdum snjóflóða í byggð (heimili, vinnustaðir, opin svæði í þéttbýli) á Íslandi á tímabilinu 1801–2000.

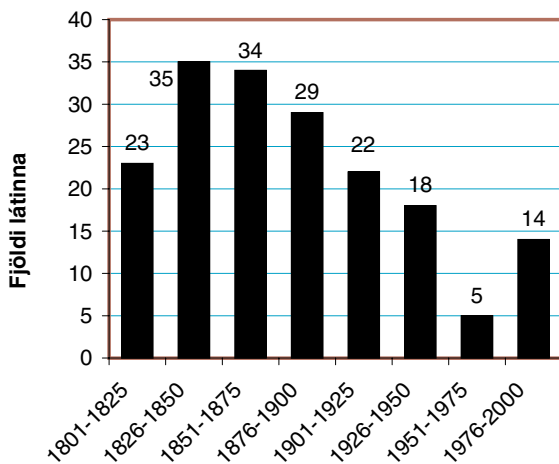
frá 1826–1850 endurspeglar bætтар veðurfarsaðstæður, samdrátt í sauðfjárbúskap á snjóflóðahættusvæðum og bætтар samgöngur sem hafa dregið úr ferðalögum um hættuleg svæði til fjalla. Fjölgunin á síðasta tímabilinu er afleiðing aukinnar ferðamennsku og vetrarferða til fjalla á því tímabili. Slys í byggð eru tiltölulega fá á tímabilinu 1926–1975 en á tímabilinu 1976–2000 fjölga þeim skyndilega. Það má að mestu skýra með stóru snjóflóðaslysunum 1995.

2. tafla sýnir að frá 1974 hafa um þrefalt fleiri farist í snjóflóðum í byggð en utan byggðar. Hlutfallið er mjög hátt í samanburði við önnur lönd þar sem er snjóflóðahætta og endurspeglar hættulega staðsetningu margra byggðarlaga á Íslandi. 3. tafla sýnir tíma- og staðsetningu snjóflóðaslysa í byggð hér á landi síðan 1974.

3. tafla. Dauðaslys af völdum snjóflóða á byggð á nýliðnum áratugum.

Dagsetning	Staður	Dauðsföll
20.12 1974	Neskaupstaður	12
22.01 1983	Patreksfjörður	4
05.04 1994	Tungudalur, Skutulsfirði	1
16.01 1995	Súðavík	14
18.01 1995	Grund, Reykhólahreppi	1
26.10 1995	Flateyri	20
Samtals		52

Fjöldi dauðsfalla í snjóflóðum á 26 ára tímabili milli 1974 og 2000 þarf ekki að endurspeglar núverandi áhættu vegna snjóflóða á Íslandi. Tímabilið



5. mynd. Dauðsföll af völdum snjóflóða utan byggðar á Íslandi á tímabilinu 1801–2000. Um er að ræða slys á þjóðvegum og í óbyggðum.

er afmarkað í báða enda af stórum slysum. Á hinn bóginn þarf að hafa hugfast að mörg íbúðarhús hafa verið byggð á hættusvæðum á Íslandi frá 1974 svo að búast má við að heildaráhætta vegna snjóflóða hafi aukist á tímabilinu.

Fjárhagslegt tjón

Gríðarlegt fjárhagslegt tjón hefur orðið vegna ofanflóða á Íslandi. Skipta má tjóninu í þrjá þætti. Í fyrsta lagi *beint tjón á byggingum og öðrum mannvirkjum* og einnig töpuð verðmæti, svo sem vegir, lagnir o.fl., sem yfirgefin eru eftir snjóflóðaslys. Beint kostnaður af þessum toga fellur að mestu á Viðlagatryggingu Íslands sem starfrækt er á vegum ríkisins. Bætur vegna eigna sem ekki voru tryggðar af Viðlagatryggingu hafa verið fjármagnaðar úr ríkissjóði og að hluta með frjálsum framlögum. Í öðru lagi er *kostnaður við björgun* og annar slíkur kostnaður sem tengist slysunum. Sá kostnaður er að mestu greiddur af ríkinu. Í þriðja lagi er *beint og óbeint fjárhagslegt tjón vegna tímabundinnar röskunar á daglegu lífi* þar sem snjóflóðaslys verða. Slíkur kostnaður er ekki greiddur af tilteknum aðila og er ekki talinn með hér.

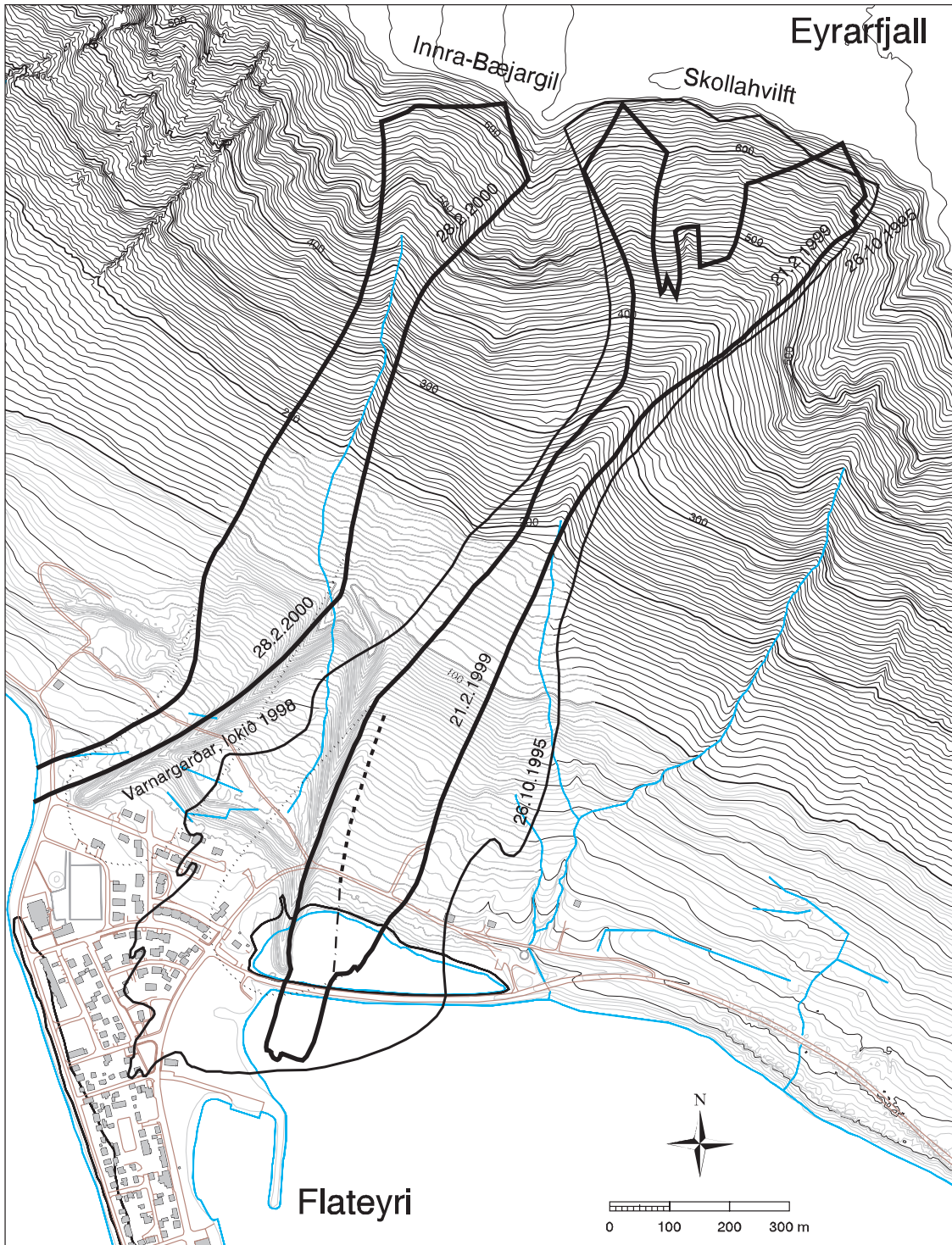
Beint fjárhagslegt tjón og kostnaður við björgunaraðgerðir er sýndur í 4. töflu (töflurnar miðast við verðlag í ágúst 2000).

4. tafla. Fjárhagslegt tjón og kostnaður við björgunaraðgerðir 1974–2000.

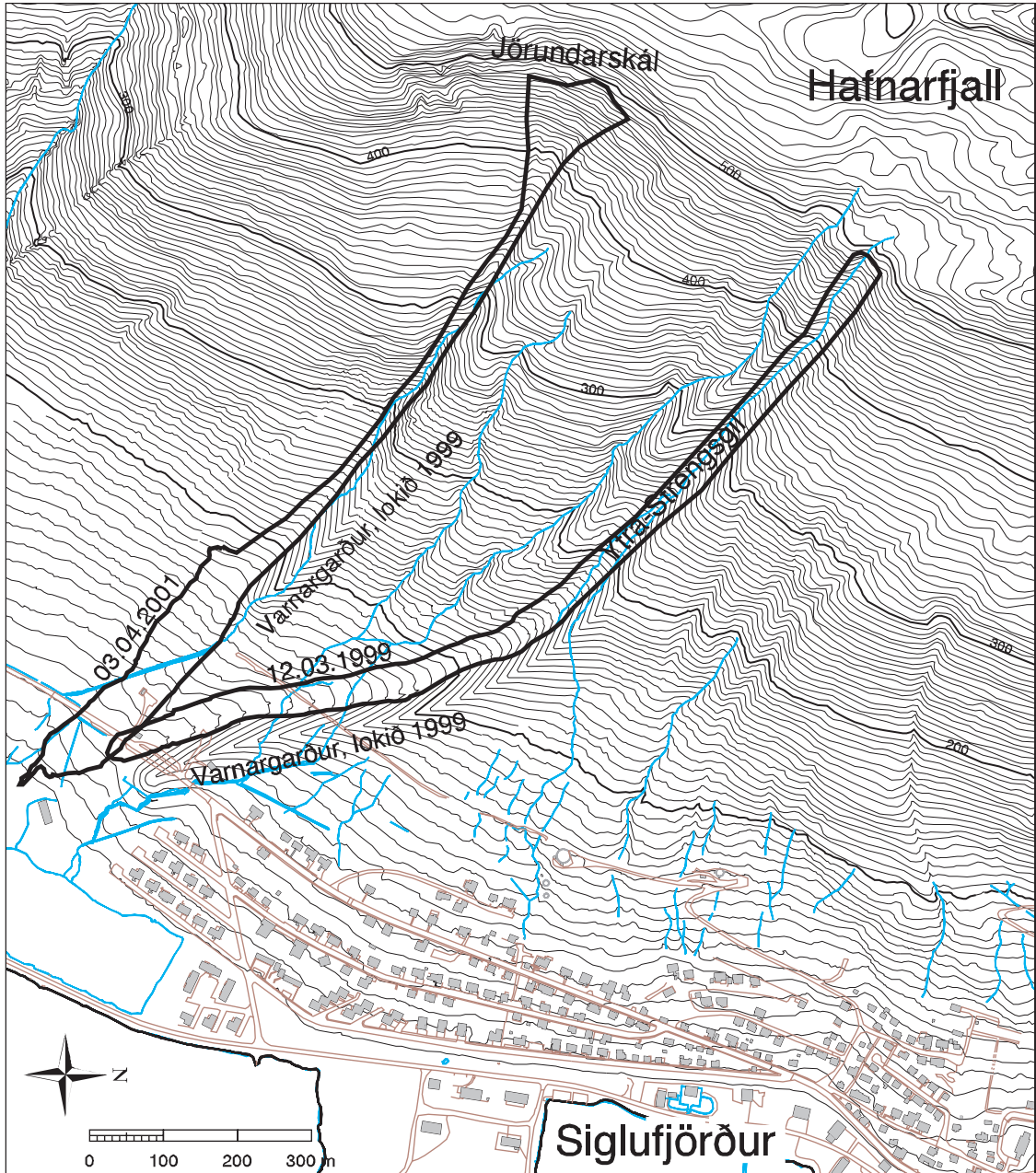
Tegund tjóns	Milljarðar króna
Snjóflóð að frátöldum skíðasvæðum, raflinum o.þ.h.	3,00
Tjón á skíðasvæðum	0,17
Raflínur, hitaveitur o.þ.h.	0,07
Tjón vegna aurskriðna	0,09
Samtals	3,3

Taflan sýnir að mestur hluti kostnaðarins hefur orðið vegna snjóflóða sem fallið hafa á byggð (um 90%). Meirihluti kostnaðarins hefur hlotist af þremur stærstu slysunum, í Neskaupstað 1974 (1030 milljónir kr.), Súðavík 1995 (600 milljónir kr.) og Flateyri 1995 (730 milljónir kr.). Meirihluti þeirra sem farist hafa í snjóflóðum á byggð síðan 1974 först einnig í þessum sömu slysum (46 af 52).

Innifalið í fjárhagslegu tjóni eru tryggingarbætur



6. mynd: Útlínur snjóflóða sem féllu á leiðigarðana á Flateyri 1999 og 2000. Útlínur mannskaðsnjóflóðsins 1995 eru einnig sýndar. Næst varnargarðinum flæddi flóðið 1999 í stríðari og bykkari streng en fjær garðinum og er þessi hluti flóðsins sýndur á myndinni með brotinni línu sem næst samsíða garðinum. Ætlaðar útlínur flóðanna 1999 og 2000 ef varnargarðarnir hefðu ekki verið til staðar eru sýndar með punktalínunum.



7. mynd. Útlínur snjóflóða sem féllu á leiðigarðana undir Ytra-Strengsgili og Jörundarskál á Siglufirði í mars 1999 og apríl 2001.

mannvirkja, kostnaður við björgun og kostnaður við enduruppbyggingu sem borinn er af ríkinu eða greiddur af fjálsfum framlögum. Byggt er á upplýsingum um bótageiðslur Viðlagatryggingar síðan 1983 og um fjárhagslegt tjón vegna snjóflóðanna í Neskaupstað 1974. Mat á kostn-

aði við aðgerðir í Súðavík og Flateyri byggir á upplýsingum frá umhverfisráðuneyti en er gróft mat fyrir önnur slys. Stærstur hluti kostnaðarins er vegna flóða í Neskaupstað (1974), á Patreksfirði (1983), Ólafsvík (1984, 1995), Ólafsfirði (1988), Seyðisfirði (1989, 1992, 1995), Ísafirði

(1994, 1995), Súðavík (1995), Flateyri (1995) og Bolungarvík (1999). Ekki var unnt að fá upplýsingar um bætur sem greiddar voru fyrir 1983, nema fyrir flóðin í Neskaupstað 1974, og er sá kostnaður ekki talinn með í töflunni. Kostnaður, sem eigendur hafa sjálfir þurft að bera, er heldur ekki talinn með en hann er um 5% fyrir hús í einkaeigu. Tjónamatið innifelur tjón í dreifbýli (tjón á sveitabæjum, rafmagns- og símalínunum og skíðalyftum), en kostnaður við aðgerðir vegna slíkra tjóna og kostnaður sem leiðir af truflunum af þeirra völdum, t.d. rafmagnsleysi, er ekki talinn með. Tjónabætur, sem greiddar voru fyrir 1983 og eru ekki meðtaldar, kostnaður sem eigendur hafa sjálfir borið og kostnaður við aðgerðir vegna tjóna í dreifbýli má ætla að nemi nokkrum hundruðum milljóna króna og er sá kostnaður því mun minni en kostnaðurinn sem sýndur er í 4. töflu.

Tjón sem hlýst af röskun á högum og á daglegu lífi vegna snjóflóðaslysa er ekki metið sérstaklega. Venjulegt líf í samfélagi nokkur hundruð manna fer í slíkum slysum meira eða minna úr skorðum. Auk þess fylgir í kjölfarið tímabil þar sem stór hluti íbúanna er upptekinn við að skipuleggja björgun, taka þátt í endurbyggingu mannvirkja og þátttöku í öðrum aðgerðum vegna slyssins.

Kostnaður við varnaraðgerðir

Í kjölfar slysa 1995 var Ofanflóðasjóður styrktur verulega. Sjóðurinn veitir fé til byggingar varnavirkja og uppkaupa húsa á hættusvæðum. Sjóðurinn veitir einnig fé til rannsókna og kostar hættumat. Sjóðurinn greiðir allt að 90% af kostnaði við varnavirki gegn snjóflóðum og skriðuföllum. Afgangur kostnaðarins, 10%, er greiddur af þeim bæjarfélögum sem í hlut eiga. Þar sem reisa þarf mjög dýr varnavirki miðað við umsvif bæjarfélagsins er hægt að sækja um aukinn stuðning frá ríkinu. Árið 1996 var tekin saman á Veðurstofunni skýrsla um þörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi. Á grundvelli þessarar skýrslu gerði umhverfisráðuneytið í samráði við sveitarstjórnir áætlun um uppbyggingu varnavirkja. Áður en áætlunin var gerð samþykktu sveitarfélögin forgangsröðun milli svæða sem tekin voru til athugunar.

5. tafla sýnir kostnað við flutning byggðar og byggingu varnavirkja eftir snjóflóðin 1995 (miðað við verðlag í ágúst 2000).

5. tafla. Kostnaður við uppkaup, flutning byggðar og byggingu varnavirkja 1995–2000:

Staðsetning	Milljarðar króna
Súðavík (flutningur byggðar)	0,81
Hnífsdalur (uppkaup húsa)	0,23
Flateyri (leiðigarðar, lokið 1998)	0,44
Siglufjörður (leiðigarðar, lokið 1999)	0,33
Neskaupstaður (garðar og upptakastoðvirki)	0,55
Ýmis kostnaður	0,13
Samtals	2,5

Auk verkefnanna sem talin eru upp í 5. töflu hefur farið fram frumathugun á snjóflóðavörnum í Seljalandsahlíð á Ísafirði, á svæðinu undir Bjólfi á Seyðisfirði, neðan Geirseyrargils á Patreksfirði, í Bolungarvík og á Siglufirði norðan Strengsgilja. Bygging varnavirkja er ekki hafin á þessum svæðum. Á Siglufirði hefur auk þess verið unnið að rannsóknum á upptakastoðvirkjum m.t.t. íslenskra aðstæðna. Kostnaður vegna frumathuganna og kostnaðar við tilraunaverkefnið á Siglufirði er talinn sem ýmis kostnaður í 5. töflu.

Taflan sýnir að kostnaður við byggingu varna er nú um 60% og kostnaður við flutning byggðar og uppkaup húsa á hættusvæðum er um 40% heildarkostnaðar við varnaraðgerðir sem gripið hefur verið til síðan 1995.

Nýleg varnavirki á Flateyri og Siglufirði hafa þegar orðið fyrir snjóflóðum samtals fjórum sinnum á þremur vetrum sem liðnir eru frá byggingu þeirra. Á 6. og 7. mynd eru sýndar útlínur flóðanna sem lentu á gördunum á Flateyri 1999 og 2000 og á Siglufirði 1999 og 2001. Útlínur mannskaðaflóðsins á Flateyri 1995 eru einnig sýndar á 6. mynd. Snjóflóðið úr Skollahvilft 1999 var umtalsvert minna en flóðið 1995. Það hefði því væntanlega ekki valdið tjóni þótt varnavirkin hefðu ekki verið byggð sökum þess að ekki hafa verið reist ný hús í stað þeirra sem flóðið 1995 eyddi. Aftur á móti er hugsanlegt að snjóflóðið sem féll árið 2000 úr Innra-Bæjargili (6. mynd) hefði náð inn í byggðina og skemmt nokkur íbúðarhús. Einnig er mögulegt að flóðið 1999 úr Ytra-Strengsgili á Siglufirði (7. mynd) hefði náð byggðinni ef leiðigarðurinn hefði ekki beint því frá bænum.

Annað tjón og kostnaður

Auk beins fjárhagslegs kostnaðar hlýst mikið tjón af dauðsföllum í slysum, þó að erfitt eða nær ómögulegt sé að meta það til fjár. Þrátt fyrir að það hafi ekki skýra merkingu að meta hvert mannlíf til tiltekinnar fjárupphæðar má nálgast kostnaðinn með hliðsjón af kostnaði sem samfélagið ver til að auka öryggi borgaranna, með heilsugæslu, öruggari umferðarmannvirkjum o.s.frv. Ekki er óeðlilegt að gera ráð fyrir að takmörk séu fyrir því hversu miklu fé er varið til þess að bjarga einu mannlífi. Ef mannskaði verður í slysi, sem koma hefði mátt í veg fyrir með mun minni kostnaði en oft er varið til þess að bjarga mannlífum á sjúkrahúsum og víðar í samfélaginu, þá má líta svo á að farið hafi forgörðum tækifæri til þess að koma í veg fyrir slysið. Í þessum skilningi er hægt að hugsa sér að meta mannskaða í slysum til fjár og er þá oft miðað við að eitt dauðaslys jafngildi nokkurra hundraða milljóna kr. tjóni. Svo verður litið á hér á eftir og gert ráð fyrir að samfélagið sé tilbúið að greiða á stærðarþrepinu 100 milljónir kr. til að bjarga einu mannlífi.

Sé miðað við ofangreint fjárhagslegt virði mannlífs er kostnaður af manntjóni í ofanflóðum á síðustu 26 árum 69x100 milljónir kr., eða 6,9 milljarðar kr. Þetta má túlka með þeim hætti að þessari upphæð sé samfélagið tilbúið að verja í aðgerðir til að verjast slysum og bætist hún við beint fjárhagslegt tjón sem talið er til að framan.

Enn eitt vandamál sem hlýst af snjóflóðahættu er röskun á daglegu lífi og óþægindi sem hljótast af hættunni, jafnvel þó að flóð falli ekki. Kostnaður vegna þessa er einnig erfitt að meta. Augljósust eru óþægindi sem skapast af tíðum rýmingum á hættusvæðum. Ööryggi og ótti fólks sem býr á hættusvæðum skiptir einnig miklu máli en hann er nær ómögulegt að meta til fjár.

Heildarkostnaður vegna snjóflóða og skriðufalla

Að framan er talinn kostnaður sem hlotist hefur af snjóflóðaslysum frá og með snjóflóðunum í Neskaupstað 1974. Ef lagður er saman beinn og óbeinn kostnaður vegna snjóflóðaslysa, þ.e. kostnaður við uppkauþ húsa og byggingu varnarvirkja, er heildarkostnaðurinn um 5,8 milljarðar króna. Inni í þeirri tölu er kostnaður við flutning byggðar í Súðavík, uppkauþ húsa í Hnífsdal, kostnaður við

að reisa varnarvirki á Flateyri og Siglufirði og áætlaður kostnaður vegna byggingar varnarvirkja í Neskaupstað. Um 3,3 milljarðar eru beinn fjárhagslegur kostnaður vegna snjóflóða og skriðufalla, en kostnaður við varnarvirki og flutning byggðar er um 2,5 milljarðar króna. Gera má ráð fyrir að ótalinn sé kostnaður sem svarar nokkrum hundruðum milljóna króna.

Ef bætt er við metnum fjárhagslegum kostnaði vegna manntjóns síðustu 26 ár, eins og gerð er grein fyrir að framan, og grófu mati á ótöldum kostnaðarliðum, verður heildarkostnaður vegna snjóflóða og skriðufalla á Íslandi yfir 13 milljarðar króna á tímabilinu.

Snjóflóðahætta og viðunandi áhætta

Snjóflóðahættumat er grundvöllur aðgerða sem miða að því að auka öryggi. Það á bæði við um skipulag og einnig hönnun snjóflóðavarnarvirkja þar sem hús hafa verið reist á hættulegum svæðum. Eftir snjóflóðin í Neskaupstað 1974 var gerð úttekt á snjóflóðahættu víða á Íslandi. Það starf leiddi hins vegar ekki til grundvallarbreytinga á viðbúnaði við snjóflóðum hér á landi, hvorki í sambandi við hættumat né skipulag byggðar á hættusvæðum. Það var fyrst í kjölfar snjóflóðaslysa 1995 sem ljóst varð að talsverður fjöldi fólks byggði á svæðum þar sem áhætta vegna snjóflóða er óviðunandi. Í kjölfarið voru snjóflóðarannsóknir á Veðurstofu Íslands auknar og Veðurstofunni falið það hlutverk að meta snjóflóðahættu hérlendis.

Fljótlega eftir snjóflóðið í Súðavík 1995 voru rannsóknir á hættumati eflar. Í rannsóknarverkefni við Háskóla Íslands voru þróaðar tölfraðilegar aðferðir við hættumat. Niðurstöður verkefnisins voru m.a. að það hefði ýmsa kosti að afmarka hættusvæði með því að meta áhættu einstaklinga og þróuð var aðferð til að meta áhættu vegna snjóflóða.

Meðal snjóflóðasérfræðinga, embættismanna og sveitarstjórnarmanna á svæðum þar sem snjóflóðahætta gætir var rætt um hvað væri viðunandi áhætta vegna snjóflóða. Íbúar standa í vissum skilningi berskjaldaðri gagnvart áhættu af völdum snjóflóða á heimili sínu en gagnvart slysaáhættu af flestum öðrum orsökum. Því verður að reyna að forðast slíka áhættu í rikari mæli en aðra áhættu, svo sem slysaáhættu á vinnustöðum eða í umferðinni sem hver einstaklingur getur haft veruleg áhrif á með vali sínu eða hegðun. Þannig er eðlilegt að

miða við að áhætta einstaklinga vegna snjóflóða sé talsvert minni en önnur slysaáhætta í samfélaginu, til dæmis vegna umferðarslysa, eða heildaráhætta barna vegna slysa. Með þessum hætti má færa rök að því að viðunandi áhætta vegna snjóflóða sé á bilinu 0,2–0,5 dauðsföll á 10 000 íbúa á ári. Þetta samsvarar því að áhætta vegna snjóflóða sé á bilinu 5 til 2 sinnum minni en meðaláhætta einstaklinga hér á landi vegna umferðarslysa. Svipaðar niðurstöður fást ef byggt er á greiningu á virði mannlífa eins og rætt var að framan eða reynt að meta hvaða áhætta er nánast hverfandi fyrir flesta einstaklinga.

Nýjar reglur um hættumat vegna ofanflóða hér á landi voru settar árið 2000. Reglurnar skilgreina þrenns konar hættusvæði, A, B og C. Svæðin eru afmörkuð á grundvelli „staðaráhættu“ sem er skilgreind sem árlegar dánarlíkur einstaklings sem dvelur öllum stundum í óstyrktu húsi á tilteknum stað. Raunveruleg áhætta íbúa er háð viðveru þeirra á staðnum og auknu öryggi vegna styrks bygginga. Í íbúðarhúsum getur raunveruleg áhætta orðið um 75% af staðaráhættu og 40% í atvinnuhúsnæði. 6. tafla sýnir gildi staðaráhættu sem skilgreina mörk þrenns konar hættusvæða.

6. tafla. Hættusvæði samkvæmt reglugerð um ofanflóðahættumat frá árinu 2000.

Hættusvæði	Lægri mörk áhættu (10 ⁻⁴ á ári)	Efri mörk áhættu (10 ⁻⁴ á ári)
A	0,3	1,0
B	1,0	3,0
C	3,0	–

Reglugerðin kveður á um að einungis megi skipuleggja nýja byggð utan hættusvæða. Ennfremur eru eftirfarandi kvaðir settar á nýtingu þegar byggðra hættusvæða.

- A Byggja má ný íbúðarhús með færri en 4 íbúðum og atvinnuhúsnæði á þegar skipulögðum svæðum. Skóla, spítala og fjölbýlishús o.s.frv. þarf að styrkja þannig að þau þoli ástremisþrýsting snjóflóða.
- B Íbúðarhúsnæði verður að vera styrkt en ekki almennt atvinnuhúsnæði. Ekki er leyfilegt að byggja nýja skóla, spítala o.s.frv.
- C Ekki má reisa neinar byggingar þar sem búist er við stöðugri viðveru fólks. Heimilt er að breyta

og halda við byggingum sem standa á svæðunum. Gerð er krafa um að breytingar felí í sér að öryggi fólks aukist.

Í reglugerðinni er kveðið á um að sveitarfélög skuli gera áætlun um að árið 2010 verði ekkert íbúðarhúsnæði á hættusvæði „C“. Þessu markmiði skal ná með því að reisa varnarrvirki eða með því að kaupa upp hús þar sem bygging varnarrirkja er ekki hagkvæm eða möguleg. Gerð hefur verið áætlun um byggingu varnarrirkja og uppkauþ húsa til þess að ná þessu markmiði. Ofanflóðasjóður veitir einnig styrki til að reisa varnir fyrir byggð á hættusvæðum „A“ og „B“.

Áhætta einstaklinga hefur ekki verið notuð við snjóflóðahættumat í öðrum löndum Evrópu, svo sem Noregi og Alþalöndum, en í þessum löndum er mest reynsla af snjóflóðahættumati. Íslenskar hættumatsreglur og hættumatsaðferðir hafa verið bornar saman við norskar og austurrískar aðferðir. Þrír hópar sérfræðinga afmörkuðu hættusvæði á Seyðisfirði á grundvelli íslenskra, norskra og austurrískra reglna. Niðurstöðurnar benda til að íslenskar hættumatsreglur séu nokkuð strangari en norskar og austurrískar reglur. Vera má að gerð sé krafa um u.þ.b. þrisvar sinnum meira öryggi á Íslandi en í hinum löndunum tveimur.

Eftir að reglugerð um hættumat var sett hefur umhverfisráðherra staðfest hættumat fyrir Neskaupstað og lögð hefur verið fram tillaga að hættumati fyrir Siglufjörð. Tæknilegri vinnu við hættumat fyrir Seyðisfjörð, Ísafjörð og Eskifjörð er einnig að mestu lokið.

Pakkir

Ásgeir Ásgeirsson hjá Viðlagatryggingu Íslands og Freyr Jóhannesson á Almennu verkfræðistofunni tóku saman ýmsar upplýsingar um bótagreiðslur vegna ofanflóða á Íslandi frá 1974. Leah Tracy teiknaði 1., 2. og 3. mynd. Magnúsi Mú Magnússyni og Halldóri G. Péturssyni eru þakkadar góðar ábendingar um efni greinarinnar og Halldóri upplýsingar um manntjón af völdum skriðufalla og grjóthruns á Íslandi.

Greinin sem hér birtist er að stofni til íslensk þýðing á grein á ensku um sama efni sem birtist í tímaritinu Jökli, (Jökull 2001, 50, bls. 81–94). Í þeirri grein er ítarlegur heimildalisti þar sem getið er skýrslna, greinargerða og annarra heimilda þar sem finna má nánari upplýsingar um ofanflóð á Íslandi og viðbúnað við þeim.