

Kristján Ágústsson
Hörður Þór Sigurðsson

Hættumat fyrir Suðureyri í Súgandafirði

Efnisyfirlit

1 Inngangur	4
1.1 Vinnuferlið	4
1.2 Efnisatriði og kaflaskipting	5
1.3 Aðferðafræði og reglugerðarrámmi	5
1.4 Hættumat vegna aurskriða, grjóthruns, krapaflóða og aurblandaðra vatns- og krapaflóða í bröttum farvegum	7
1.5 Óvissa	8
2 Staðhættir og saga	10
2.1 Saga byggðar	10
2.2 Ofanflóð	10
2.3 Húsasaga	13
2.4 Eldri rannsóknir	13
2.5 Veðurfar	13
3 Flóðbylgjur vegna snjóflóða	16
4 Hættumat	17
4.1 Snjóflóð	17
4.2 Grjóthrun og skriður	18
5 Niðurstöður hættumats	19
A Tæknileg hugtök og skilgreiningar	23
B Kort	25
C Langsnið brauta	29

1 Inngangur

Í þessari skýrslu er lýst hættumati fyrir Suðureyri vegna ofanflóða úr fjallinu ofan bæjarins. Einnig er stuttlega fjallað um hættu vegna snjóflóða norðan fjarðar vegna þeirra flóðbylgja sem geta verið samfara þeim. Hættumatið var unnið af Veðurstofu Íslands, samkvæmt reglugerð nr. 505/2000, júlí 2000, um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgða-hættumats.

Svipaðar skýrslur hafa verið gefnar út fyrir Neskaupstað, Siglufjörð, Seyðisfjörð, Eskifjörð, Ísafjörð, Bolungarvík, Patreksfjörð, Bíldudal, Ólafsvík og Ólafsfjörð (Þorsteinn Arnalds o.fl., 2001a,b,c, 2002a,b,c; Kristján Ágústsson o.fl., 2002, 2003a,b; Hörður Þór Sigurðsson og Kristján Ágústsson, 2004; Kristján Ágústsson og Hörður Þór Sigurðsson, 2004).

1.1 Vinnuferlið

Þeir sem komu að vinnu við hættumatið á Veðurstofu Íslands voru Kristján Ágústsson, Hörður Þór Sigurðsson, Oddur Pétursson, Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Tómas Jóhannesson.

Stefán Brynjólfsson, byggingarfulltrúi Ísafjarðarbæjar, aðstoðaði við yfirlestur korta sem tengd eru húsasögu.

Á Suðureyri er hætta vegna grjóthruns og skriðufalla umtalsverð og sá Akureyrarsetur Náttúrufræðistofnunar Íslands um mat á þeirri hættu. Veðurstofa Íslands vann snjóflóðahættumat og samræmdi það og niðurstöður Náttúrufræðistofnunar Íslands.

Kristján Ágústsson fór í vettvangsskoðun á Suðureyri í júlí árið 2003 og skoðaði aðstæður m.t.t. snjóflóðahættu og grjóthruns. Jarðfræðingar Náttúrufræðistofnunar skoðuðu jarðfræðilegar aðstæður sumarið 2003.

Eftirfarandi atriði voru athuguð vegna snjóflóðahættumats:

- a) *Landfræðilegar aðstæður* og eðliseiginleikar upptakasvæða, fallbrauta og úthlaups-svæða.
- b) *Staðbundið veðurfar* og hlutlægt mat á líkum til snjósöfnunar á upptakasvæðum snjóflóða og mat á aðstæðum í aftakarígingum.
- c) *Mat* á snjóflóðahættu í hverjum farvegi fyrir sig. Það var gert með því að meta stærð upptakasvæða og bera saman hlutfallslega tíðni ofanflóða í einstökum farvegum.

Hliðstæðar athuganir voru gerðar vegna skriðu- og grjóthrunshættumats og er þeim lýst nánar í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands (Halldór G. Pétursson o.fl., 2004).

1.2 Efnisatriði og kaflaskipting

Í fyrsta hluta skýrslunnar er almenn lýsing á land- og jarðfræðilegum aðstæðum og veðurfari staðarins. Þá er stutt ágríp byggðasögu, saga ofanflóða, húsasaga og gerð er grein fyrir þeirri vinnu sem áður hefur farið hefur fram og tengist hættumati. Nánari lýsingu á jarðfræði er að finna í skýrslu Náttúrufræðistofnunar (Halldór G. Pétursson o.fl. 2004). Svæðið sem hættumatið nær til er sýnt á korti 1.

Í kafla 2 er nánari lýsing á snjóflóðaaðstæðum. Þar er greint frá eftirfarandi efnisatriðum:

Landfræðilegar aðstæður: Eðliseiginleikar upptakasvæða, fallbrauta og úthlaupssvæða.

Staðbundið veðurfar: Hlutlægt mat á líkum til snjósöfnunar á upptakasvæðunum.

Ofanflóðasaga: Stutt yfirlit yfir helstu flóð.

Mat: Greining á ofanflóðaaðstæðum og -áhættu.

Líkanreikningar: Notkun líkana er mikilvæg og fjallað er um niðurstöður sem byggja á þeim.

Niðurstöður: Mat á hættu lagt fram og tillaga gerð að hættumati.

Að lokum er sett fram samræmt hættumat, þ.e. niðurstöður hættumats vegna snjóflóða, grjót-hruns og aurskriða sameinað í heildstætt hættumat. Áhætta vegna annarra ofanflóða en snjóflóða hefur verið metin af Náttúrufræðistofnun (Halldór G. Pétursson o.fl. 2004).

Í skýrslunni eru 3 viðaukar. Viðauki A inniheldur lýsingu á tæknilegum hugtökum og skammstöfunum. Þar er um að ræða stærðir eins og rennslisstig (r) og úthlaupshorn (α -horn). Ennfremur eru þar skilgreiningar á α - og β -punktum og lýsing á α/β -líkaninu. Í viðauka B eru kort og í viðauka C eru þversnið sem lýsa brautum flóða og niðurstöðum líkanreikninga.

1.3 Aðferðafræði og reglugerðarrammi

Ofanflóðahættumat er unnið skv. reglugerð sem Umhverfissráðuneytið gaf út í júlí árið 2000 og byggir á lögum nr. 2 frá 1997 um snjóflóð og skriðuföll. Hér að neðan er helstu atriðum reglugerðarinnar lýst.

Hættumat á Íslandi miðast við einstaklingsbundna áhættu. Hún er skilgreind sem árlegar líkur á því að einstaklingur sem býr á ákveðnum stað farist í snjóflóði. Flokkun hættusvæða byggir á *staðaráhættu* en hún er skilgreind sem árlegar líkur einstaklings, sem dvelur allan sólarhringinn í húsi sem ekki er sérstaklega styrkt, á að farast í snjóflóði. Með því að taka tillit til líkinda á því að einstaklingur sé í húsi þegar snjóflóð fellur og til þess hve sterkt húsið er fæst mat á *raunáhættu*. Ekki er tekið tillit til rýminga eða annarra tímabundinna varúðarráðstafana við gerð hættumats. Yfirvöld hafa ákveðið að áhættan $0.2 \cdot 10^{-4}$ á ári eða minni sé ásættanleg eða viðunandi við gerð hættumats (Umhverfissráðuneytið, 1997). Staðaráhætta sem svarar til þessa gildis getur verið mismunandi vegna mismunandi gerðar og styrks bygginga og mismunandi dvalartíma fólks

Tafla 1. Skilgreining hættusvæða

Svæði	Neðri mörk staðaráhættu	Efri mörk staðaráhættu	Leyfilegar byggingar
C	$3 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	–	Engar nýbyggingar nema frístundahús* og húsnæði þar sem viðvera er lítil.
B	$1 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	$3 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	Atvinnuhúsnæði má byggja án sérstakra styrkinga. Byggja má íbúðarhús og byggja við hús þar sem búist er við miklum mannsöfnuði (svo sem fjölbýlishús, sjúkrahús, skóla o.þ.h.) með sérstökum styrkingum.
A	$0.3 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	$1 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	Hús þar sem búist er við miklum mannsöfnuði (svo sem fjölbýlishús, skólar, sjúkrahús o.þ.h.) og stærri íbúðarhús (fleiri en 4 íbúðir) þarf að styrkja sérstaklega.

*Ef áhættan er minni en $5 \cdot 10^{-4}$ á ári.

í þeim. Að öðru jöfnu er reiknað með að einhver dvelji í hverju íbúðarhúsi 75% af tímans og 40% í atvinnuhúsnæði. Samkvæmt reglugerð um hættumat (Umhverfisstofnuneytið, 2000) skal afmarka þrenns konar hættusvæði sem lýst er í töflu 1.

Viðmiðunarreglurnar um nýtingu svæða í töflu 1 miða að því að ásættanleg áhætta sem nemur $0.2 \cdot 10^{-4}$ á ári náist þegar tekið er tillit til líklegrar viðveru og styrkinga húsa. Að öllum líkindum er áhætta í atvinnuhúsnæði eitthvað meiri.

Sú aðferðafræði sem notuð er til að meta snjóflóðaáhættu var þróuð við Háskóla Íslands og á Veðurstofu Íslands á árunum 1995–1998. Henni er lýst í riti eftir Kristján Jónasson o.fl. (1999).

Tillögur um svæðaskiptingu vegna hættu af aurskriðum og grjóthruni voru settar fram af Tómasi Jóhannessyni og Kristjáni Ágústssyni (2002). Helstu atriðum þeirra er lýst í næsta kafla.

Að lokum er vísað til greinar 10 í reglugerð 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats. Sú grein fjallar um hættumat á svæðum þar sem gögn vantar til þess að unnt sé að meta áhættu með formlegum útreikningum: „Þar sem ekki er unnt að framkvæma áhættureikninga vegna ónógra upplýsinga skal engu að síður gera hættumatskort, sbr 12. gr., og skal við gerð þess reynt að leggja mat á áhættu.“

1.4 Hættumat vegna aurskriða, grjóthruns, krapaflóða og aurblandaðra vatns- og krapaflóða í bröttum farvegum

Hættumat vegna ofanflóða á skv. reglugerð nr. 505/2000 að byggjast á áhættu fólks og ná til allra ofanflóða, þ.m.t. snjóflóða, krapaflóða, aurskriða, grjóthruns og berghlaupa úr hliðum. Viðmiðunarreglur um hættumat vegna þessara afla hafa verið gerðar á Veðurstofu Íslands (Tómas Jóhannesson og Kristján Ágústsson, 2002). Almennar tillögur um hvernig vinna á jarðfræðilegt hættumat til að ná þeim markmiðum sem þessar viðmiðunarreglur kveða á um hafa einnig verið samdar á Veðurstofunni í samvinnu við fleiri aðila, m.a. Náttúrufræðistofnun Íslands (Esther Hlíðar Jensen og Kristján Ágústsson, 2004) og hafa þær verið hafðar til hliðsjónar við þetta verk.

Um vandamál við mat á þessari hættu gildir sama og um mat á snjóflóðahættu þegar skráðar eða munnlegar heimildir vantar og jarðfræðilegar aðstæður benda ekki til beinnar yfirvofandi hættu. Þá eru dánarlíkur fólks mjög breytilegar eftir eðli mismunandi ofanflóða. Sem dæmi þá er sú hætta sem fólki á Íslandi er búin vegna vatnsflóða mun minni en hætta vegna snjóflóða. Það endurspeglast í því að við sömu staðaráhættu er endurkomutími mismunandi tegunda ofanflóða mjög breytilegur.

Heimildakönnun og jarðfræðilegar rannsóknir eru forsendur fyrir því að unnt sé að greina svæði þar sem aftakaflóð geta átt sér stað. Ekki er unnt að setja algildar reglur um hvernig flokka á svæðið í hættusvæði skv. þessum athugunum og verður skiptingin alltaf að einhverju leyti huglægt mat.

Almennt er reiknað með því að grjóthrunssvæði verði skilgreind sem hættusvæði A. Aðeins í sérstökum tilvikum er grjóthrunshætta það mikil að ástæða sé til þess að afmarka hættusvæði B og C. Reikna má með að ásættanleg áhætta vegna grjóthruns markist af línu þar sem endurkomutími er 50–100 ár á 30 m breiðri spildu samsíða hlið en það samsvarar breidd einnar lóðar. Legu slíkrar línu má víða meta með beinum athugunum á staðnum. Til hliðsjónar má beita tölfræðilegum og eðlisfræðilegum líkönum. Líkön þarf að staðla og aðlaga upplýsingum um grjóthrun á hverju svæði.

Hentugt er að skipta farvegum aur- og krapaflóða í þrjá flokkax:

1. **Vel afmarkaður ár- eða lækjarfarvegur** alla leið niður í gegnum byggðina og nægilega djúpur til þess að meginhluti flóða heldur sig við farveginn þótt hluti stærstu flóða geti flæmst um svæðið til hliðar við hann. Vatnasvið þessara farvega er oftast frá 10–30 hekturum upp í meira en 100 hektara og aftakaflóð í þeim geta numið frá nokkrum rúmmetrum á sekúndu upp í tugi rúmmetra á sekúndu. Aftakaflóð geta grafið undan lausum jarðefnum í hliðum farveganna og hleypt þannig af stað efnismiklum aurskriðum. Hættan er langmest í farveginum sjálfum og næst honum en fjær honum er hættan minni.
2. **Illa afmarkaður farvegur** þar sem flóð geta auðveldlega flæmst til hliðar þegar rennsli vex. Farvegir af þessum toga eru oft á aurkeilum og flóð geta þá tekið nánast hvaða stefnu sem er eftir að út á aurkeiluna er komið. Hættan í farveginum sjálfum er minni en í fyrri flokknum en meiri á svæðinu nærri farveginum. Vatnasvið þessara farvega og aftakaflóð í þeim eru á sama stærðarþrepi og afmörkuðu farveganna í fyrri flokknum og hætta á aurskriðum úr hliðum farveganna svipuð.

3. **Grunnar gilskorur og farvegir lítilla lækja** sem jafnvel eru þurrir stóran hluta ársins. Vatnasvið þessara farvega eru mun minni en farveganna í fyrri tveimur flokkunum, þ.e. innan við hektara eða fáir hektarar. Aftakaflóð geta orðið allt að einum rúmmetra á sekúndu en reikna má með að þau séu oftast minni en það.

Lagt er til að farvegir í flokki 1 séu metnir sem hættusvæði C. Næst meginfarvegum er hugsanlegt að skilgreina hættusvæði B ef talin er veruleg hætta á að stór flóð flæmist af fullum þunga upp úr farveginum. Þetta kemur einkum til greina fyrir farvegi í flokki 2 þar sem hlaup geta t.d. flæmst um aurkeilu eða stefna flóða er af einhverjum öðrum ástæðum ekki bundin við „náttúrulegan“ farveg. Utan meginfarvega og svæða þar sem flóð geta náð til með fullum þunga, og við farvegi í flokki 3 er hugsanlegt að skilgreina hættusvæði A. Mælt er með að gerð sé flóðagreining þannig að mat fáiast á aftakaflóð og endurkomutíma flóða.

Víða háttar þannig til að hætta er á aurskriðum og framskriði úr sléttum, giljalausum og giljalitlum hlíðum, þ.e. utan farvega eiginlegra vatnsfalla sem um er fjallað hér að framan. Ekki eru skýr skil á milli slíkra opinna hlíða og minnstu gilja og skorninga sem fjallað er um í flokki 3 í kaflanum hér að framan. Um þessa hættu er ekki unnt að setja fyrirfram ákveðnar viðmiðunarreglur með svipuðum hætti og fyrir farvegi vatnsfalla. Mat á hættunni verður að ráðast af jarðfræðilegri könnun á aðstæðum og mati sérfræðinga á hugsanlegri úthlaups lengd. Lagt er til að hættumatslína A sé skilgreind fyrir þessi svæði og að hún markist af endurkomutíma sem nemur nokkur hundruð árum. Það er mun styttri endurkomutími en fyrir snjóflóð en lengri en fyrir grjóthrun.

Hjallar sem myndast hafa við hærri sjávarstöðu eða í lónum við jökuljaðar eru algengir. Sömu leiðis er víða þykkt set á berggrunnsstöllum og á brúnum hangandi dala. Algengt er að rofbakki sé framan í þessum hjöllum og setfyllum og greinileg ummerki um skrið úr þeim. Skriður úr slíkum setmyndunum tengjast að jafnaði ekki farvegum á yfirborði heldur verða þær óstöðugar í langvarandi vætutíð. Svipað gildir um hallamýrar, setfyllur og jarðvegsþekju í hlíðum. Erfitt er að setja almennar reglur um hvernig meta á hættu við þessar aðstæður.

Þessar reglur taka aðeins til ofanflóða, þ.e. flóða í bröttum farvegum og hlíðum. Flóð í ám á sléttlendi og í hallalitlum dölum vegna úrkomu, krapastífla o.þ.h. flokkast ekki sem ofanflóð í skilningi fyrrgreindrar reglugerðar.

1.5 Óvissa

Mjög víða er mat á snjóflóðahættu erfitt. Það gildir einkum um svæði þar sem landfræðileg skilyrði fyrir snjóflóð eru til staðar en snjóflóð hafa ekki verið skráð. Byggðasaga margra þéttbýlisstaða er stutt og sama gildir oftast um það tímabil sem skráning ofanflóða nær til. Þar sem þannig stendur á er ógjörningur að útiloka snjóflóð. Því verður að meta þessa hættu þannig að bæði sé tekið tillit til þess að engin snjóflóð hafa verið skráð á ákveðnu tímabili og einnig möguleikans á því að flóð falli.

Þá þarf að meta hættu á snjóflóðum úr hlíðum og brekkum þar sem ekki eru dæmigerðir snjóflóðafarvegir. Flest snjóflóð sem skráð hafa verið hafa fallið úr 500–800 m hæð og upptaka-svæði þeirra eru í flestum tilvikum víðáttumikil. Snjóflóð úr lægri hlíðum og snjóflóð þar sem

upptakasvæði eru óvenjuleg hafa ekki verið mikið rannsökuð.

Þar sem hættusvæði eru afmörkuð er áætluð óvissa á matið. Óvissunni er skipt í 3 stig sem gefa til kynna ónákvæmni í legu hættumatslína. Óvissa upp á $\frac{1}{2}$ tákna að lega hættumatslína sé ónákvæm sem nemur hálfu bilinu á milli þeirra í báðar áttir. Áhætta þrefaldast á milli hættumatslína og því er hlutfallsleg óvissa á áhættunni $\sqrt{3}$ þar sem óvissa á legu línu er $\frac{1}{2}$. Á sama hátt gildir að þar sem óvissa á línunum er metin 1 eða 2 þá gætu þær legið á bili sem nemur 1 eða 2 línubilum frá dregnum línunum. Hliðstæð hlutfallsleg óvissa á áhættu er þá 3 þar sem óvissa er 1 og 3^2 þar sem óvissa er 2. Óvissumatið er að nokkru huglægt og hefur ekki beina tölfræðilega merkingu. Hins vegar byggir það á reynslu þeirra sem vinna matið og í því felst þekking og mat á aðstæðum á viðkomandi stað en ekki síður samamburður við hættumat á öðrum stöðum.

Óvissuflokkarnir eru skilgreindir á eftirfarandi hátt:

$\frac{1}{2}$ Mörg snjóflóð hafa fallið og farvegurinn er stór og að öllu leyti dæmigerður.

- 1 Einhverjar upplýsingar eru til um snjóflóð en upptakasvæðið er lítið eða farvegur óvenjulegur.
- 2 Engar upplýsingar eru til um snjóflóð en landfræðilegar aðstæður benda til þess að snjóflóð geti fallið.

Á svæðum þar sem varnarvirki hafa verið byggð er óvissan skilgreind á bilinu 1 til 2.

Mat á óvissu vegna annarra ofanflóða en snjóflóða er að sama skapi erfitt. Fyrir utan óvissa tíðni og umfang skriða og grjóthruns eru áhrif þeirra og eyðileggingarmáttur í mörgum tilvikum óljós. Miðað við ofangreinda flokkun má almennt reikna með að óvissan sé 2.

2 Staðhættir og saga

Súgandafjörður er nyrstur hinna eiginlegu Vestfjarða. Hann er á milli Ísafjarðardjúps að norðan og Önundarfjarðar að sunnan. Annesin við mynni hans eru Göltur að norðanverðu og Sauðanes að sunnanverðu. Yst er fjörðurinn nokkuð breiður en við fjallið Spilli, sem er við sunnanverðan fjörðinn, þrengist hann mjög og er um 1–1.5 km breiður inn með því og inn í botn. Stefna fjarðarins er NV–SA og er hann um 13 km langur.

Við utanverðan fjörðinn sunnanverðan, utan Spillis, er Staðardalur sem greinist í Sunndal og Vatnadal. Að norðanverðu eru Selárdalur og Gilsbrekkudalur sem eru litlir og brattir dalir og upp frá botni fjarðarins er Botnsdalur. Að öðru leyti eru nær samfelldar fjallshlíðar með firðinum en hvíltir og litla hangandi dali er einnig að finna.

Bergrunnur Vestfjarða er tertíer að aldri. Hann er í aðalatriðum byggður upp af hallalitlum hraunlögum og í Súgandafirði er jarðlagahalli lítill, frá því að vera nánast enginn upp í að vera merkjanlegur til SA (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson, 1998). Meginlínur höggunar endurspeglast í stefnu fjarða, dala og strengja (berganga). Í um 300 m h.y.s. er hjalli sem talinn er vera Breiðhillumislægið sem kennt er við Breiðhillu í Bolafjalli. Það er óvenju þykkt millilag með m.a. surtarbrandi og talið hafa myndast við breytingu og/eða færslu á eldvirkni. Surtarbrandur hefur verið numinn í Súgandafirði, m.a. í Botnsdal. Hjallann má sjá báðum megin fjarðar og er hann mjög skýr í Spilli ofan Suðureyrar og heitir hann þar Upsir. Nánari lýsingu á jarðfræði fjarðarins er að finna í skýrslu Náttúrufræðistofnunar (Halldór G. Pétursson o.fl., 2004).

Undir Spilli teygðu tvær eyrar sig út í fjörðinn, Suðureyri og Suðureyrmalir nokkru utar. Núverandi höfn er í vikinu á milli þeirra. Handan fjarðar á móts við Suðureyri er Norðureyri og er talsverð þrenging á firðinum milli eyranna. Fjörðurinn er grunnur innan við eyrarnar og víða koma upp sandar og leirur á fjöru.

Byggðin á Suðureyri stendur á samnefndri eyri og á Suðureyrmölum. Yngri byggð nær nokkuð upp í hlíðar Spillis.

2.1 Saga byggðar

Þéttbýlið á Suðureyri er í landi jarðarinnar Suðureyrar. Býlið stóð innarlega í núverandi þéttbýli eða á svipuðum slóðum nú er útivistarsvæði rétt innan við Hlíðarveg. Útgerð og þurrabúðir voru á Mölunum.

Suðureyri varð löggiltur verslunarstaður 1899. Sveitarfélagið tilheyrir nú hinu sameinaða sveitarfélagi Ísafjarðarbæ. Í desember 2003 voru íbúar Suðureyrar 331 að tölu.

2.2 Ofanflóð

Með ofanflóðum er hér átt við snjóflóð, aurskriður og önnur skriðuföll, grjóthrun, krapaflóð og vatnsflóð í farvegum í bröttum hlíðum. Ekki eru til heimildir um eiginleg snjóflóð úr hlíðum Spillis ofan við Suðureyri. Hins vegar hafa hengjur og minni háttar spýjur fallið þar og valdið



Mynd 1. Suðureyri. Yfir þéttbýlinu er fjallið Spillir og hjallinn í ofanverðri hlíð er Upsir (ljósmynd: Oddur Sigurðsson).

slysum. Snjóflóð eru algeng úr norðurhlíð fjarðarins og flóðbylgjur vegna snjóflóða við Norðureyri hafa nokkrum sinnum valdið skaða á Suðureyri. Snjóflóð eru einnig algeng í Botnsdal og víðar í firðinum.

Ekki eru til öruggar heimildir um stórar aurskriður en allar líkur eru á að a.m.k. ein slík hafi fallið frá því að byggð hófst. Hins vegar er töluvert um minni skriður sem eiga sér upptök í brúninni á Upsum í um 300 m h.y.s.

Grjóthrun er algengt á Suðureyri og lang líklegast er að upptök þess séu í þykku seti á brúnum Upsa eins og aurskriður. Í því er mikið um stóra hnullunga og björg í fínkornóttum efnismassa. Þetta fína set rofnar auðveldlega þannig að björgin missa stuðning og skoppa niður.

Hér að neðan er stutt yfirlit um snjóflóð og aurskriður í Súgandafirði sem byggt er á samantekt Ólafs Jónssonar o.fl. (1992) og gögnum á Veðurstofu Íslands en ítarlegri lýsingu á skriðuföllum og grjóthruni á Suðureyri er að finna í skýrslu Náttúrufræðistofnunar (Halldór G. Pétursson o. fl., 2004). Oddur Pétursson hefur verið snjóathugunarmaður á Ísafirði frá 1984. Fram til 1995 starfaði hann á vegum Ísafjarðarkaupstaðar en eftir það á vegum Veðurstofunnar. Eftir 1995 hefur verið samfelld skráning ofanflóða við þéttbýlið á Suðureyri og í grennd. Einnig má reikna með að skráning ofanflóða sem fallið hafa annars staðar í firðinum sé nánast samfelld á þessu tímabili og jafnvel nokkru lengur.

Í Jarðabókinni, sem er skrásett 1710 (Árni Magnússon og Páll Víðalín, 1940), er þess getið að snjóflóð séu tíð á norðurströnd Súgandafjarðar og þau hafi oftast en einu sinni í manna minnum tekið bæina á Norðureyri og Gilsbrekku. Árið 1818 féllu snjóflóð við bæina Vatnadal, Bæ og Gölt. Mjög stórt snjóflóð féll á Norðureyri árið 1836 og sagt að það hafi farið yfir fjörðinn. Ólafur telur líklegra að þar sé um að ræða öldurót samfara flóðinu. Í flóðinu fórust sex manns á Norðureyri og braut það bæinn og olli miklum skemmdum. Árið 1882 féll aftur stórt flóð á Norðureyri og olli skaða sunnan fjarðar. Snjóflóð tók brú á Botnsá árið 1899. Árið 1906 drápu tveir hestar í snjóflóði í Súgandafirði og voru þeir í eigu bóndans á Galti. Enn féll stórt snjóflóð á Norðureyri árið 1909 og olli skaða sunnan fjarðar. Árið 1910 gekk mikil snjóflóðahrina yfir Vestfirði og þá féllu m.a. snjóflóð við Gölt og a.m.k. tvö á Norðureyri. Snjóflóð féll á Norðureyri árið 1915 og olli miklum skaða. Árið 1916 var fólk í svonefndri Lönguvík á leið frá Bæ og hljóp þá hengja úr Spillinum og gróf mann. Tveir menn voru á ferð fyrir Sauðanes árið 1926 og lentu í snjóflóði. Annar maðurinn lést en hinn bjargaðist naumlega. Snjóflóð féll á Norðureyri árið 1930. Byggður hafði verið snjóflóðakljúfur á stafn hússins fjallsmegin og stóð það en fjárhús brotnuðu og fé drapst. Ári seinna féll aftur snjóflóð á Norðureyri og tók það báta þar. Í snjóflóðasögu Flateyrar og Önundarfjarðar (Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 2002) segir Ólafía Jónsdóttir frá Súgandafirði frá mikilli fljóðbylgju á Suðureyri vegna snjóflóðs á Norðureyri. Fljóðbylgjan féll að húsinu sem Ólöf bjó í og fór vatn í kjallara þess. Ólöf var 7 ára þegar hún taldi að þetta hefði gerst eða árið 1933. Þarna gæti verið um að ræða sama flóð og aðrar heimildir segja að fallið hafi árið 1931. Enn féll snjóflóð á Norðureyri árið 1939 og drap það kindur og olli fljóðbylgju á firðinum. Árið 1946 féll stórt snjóflóð á Norðureyri. Ekki urðu skemmdir á bænum en fljóðbylgja vegna flóðsins braut bryggjur á Suðureyri og olli ýmsum öðrum skaða þar. Svipaður atburður átti sér stað 1951 en tjón á Suðureyri var þá umfangsminna. Árið 1978 voru tveir drengir að leik í fjallinu ofan við Suðureyri. Sprakk fram hengja og hreif þá með sér og lést annar drengurinn en hinn slasaðist alvarlega. Ekki var mikill snjór í fjallinu þegar þetta átti sér stað. Snjóflóð féll á vinnuvélar Ístaks hf. árið 1991 er verið var að vinna við munna jarðganga í Botnsdal. Árið 1992 féll snjóflóð á Norðureyri og fljóðbylgja skemmdi hafnarmannvirki og báta á Suðureyri. Árið 1994 féll snjóflóð í Gilsbrekkudal og skemmdi tvo sumarústaði og rafstöðvarhús. A.m.k. átta snjóflóð féllu í Súgandafirði árið 1995. Stórt flóð féll rétt utan við Gilsbrekkudal og fór á ísi yfir fjörðinn og stöðvaðist um 60 m frá landi að sunnanverðu. Tvö flóð féllu utar. Annað þeirra féll úr Norðureyrarhlíð og var mjög stórt. Það skapaði fljóðbylgju sem olli miklu tjóni sunnan fjarðar. Þetta flóð féll sama dag og mannskætt flóð féll á Flateyri. Þrjú flóðanna féllu í Botnsdal. Árið 1997 féll snjóflóð úr Hádegishorni í Botnsdal. Árið 1999 féllu mörg snjóflóð í Súgandafirði, bæði norðan og sunnan fjarðar og í Botnsdal. Flóð sunnan fjarðar féll þá í Suðureyrarhlíð og féll það út á veg innan við ristarhlíð og lokaðist vegurinn um tíma. Flóð féll í norðurhlíð Botnsdals árið 2001 og stöðvaðist það 100–150 m frá vegi.

Fjarpiltur varð fyrir skriðu á Stað árið 1690. Árið 1695 féll skriða á tún á Galti. Í Jarðabókinni er sagt að báðum bæjum á Suðureyri sé hætt við skriðum og árið 1706 hafi skriður fallið á þrjú hús skammt frá eystri bænum. Seinni hluta vetrar árið 1900 féll grjótskriða úr Galti og meiddist maður lítilliga er hann varð fyrir grjóti. Um haustið sama ár féllu miklar skriður úr hlíðinni innan við Gilsbrekku. Árið 1902 féll grjót í Botnsdal og kom eitt í höfuð stúlku sem var að smala og lést hún samstundis. Árið 1911 féll skriða í gilinu utan við Norðureyri og barst mikið efni út í sjó. Ungur drengur fannst stórslasaður utan við Brimnes sem er undir Spillinum árið 1914 og talið er líklegt að ofanfall hafi valdið slysinu. Skriða féll á Suðureyrartún árið 1935 og spillti 1–1½ dagsláttu.

Líklegt er að skriður hafi valdið skemmdum á vegum í Súgandafirði árið 1940. Skriður féllu í grennd við Suðureyri árið 1950 en ollu ekki tjóni. Suðureyrvegur tepptist árin 1958 og 1969 vegna skriðufalla. Árið 1981 féllu steinar úr hlíðinni ofan við Suðureyri. Annar féll í gegn um þak á húsi og síðan út um glugga og stöðvaðist í garðinum. Hinn féll á milli húsa. Árið 1989 féll grjót og ís á bíl sem var á ferð undir Spilli. Drengur í framsæti skarst þegar framrúða brotnaði yfir hann. Árið 1991 eða 1992 féll steinn á innsta hluta grjótgarðsins ofan við bæinn. Steinninn klofnaði og féll annar hluti hans niður að efstu húsum. Vorið 1999 var skriðuvakt á Suðureyri vegna mikilla leysinga. Skriða féll þá ofan Sætúns og stöðvaðist við hlíðarrætur. Á árinu 2003 var grjóhhrun yfir byggðinni á Suðureyri, bæði að vorlagi og um mitt sumar.

2.3 Húsasaga

Byggingarár þeirra húsa sem standa í hlíð Spillis og næst henni er sýnt á mynd 2. Ekki var lögð áhersla á að rekja sögu horfinna húsa þar sem ekki er vitað til að ofanflóð hafi gjöreyðilagð hús með þeim afleiðingum að hætt hafi verið að búa í þeim og þau verið fjarlægð. Ennfremur var ekki lögð áhersla á að rekja sögu húsa sem eru utan líklegra hættusvæða.

Á myndinni kemur einnig fram lega húsa sem nýlega hafa verið rifin og er hún merkt með bláu. Stjarna er við hús sem grjóthrun eða skriður hafa fallið á eða að.

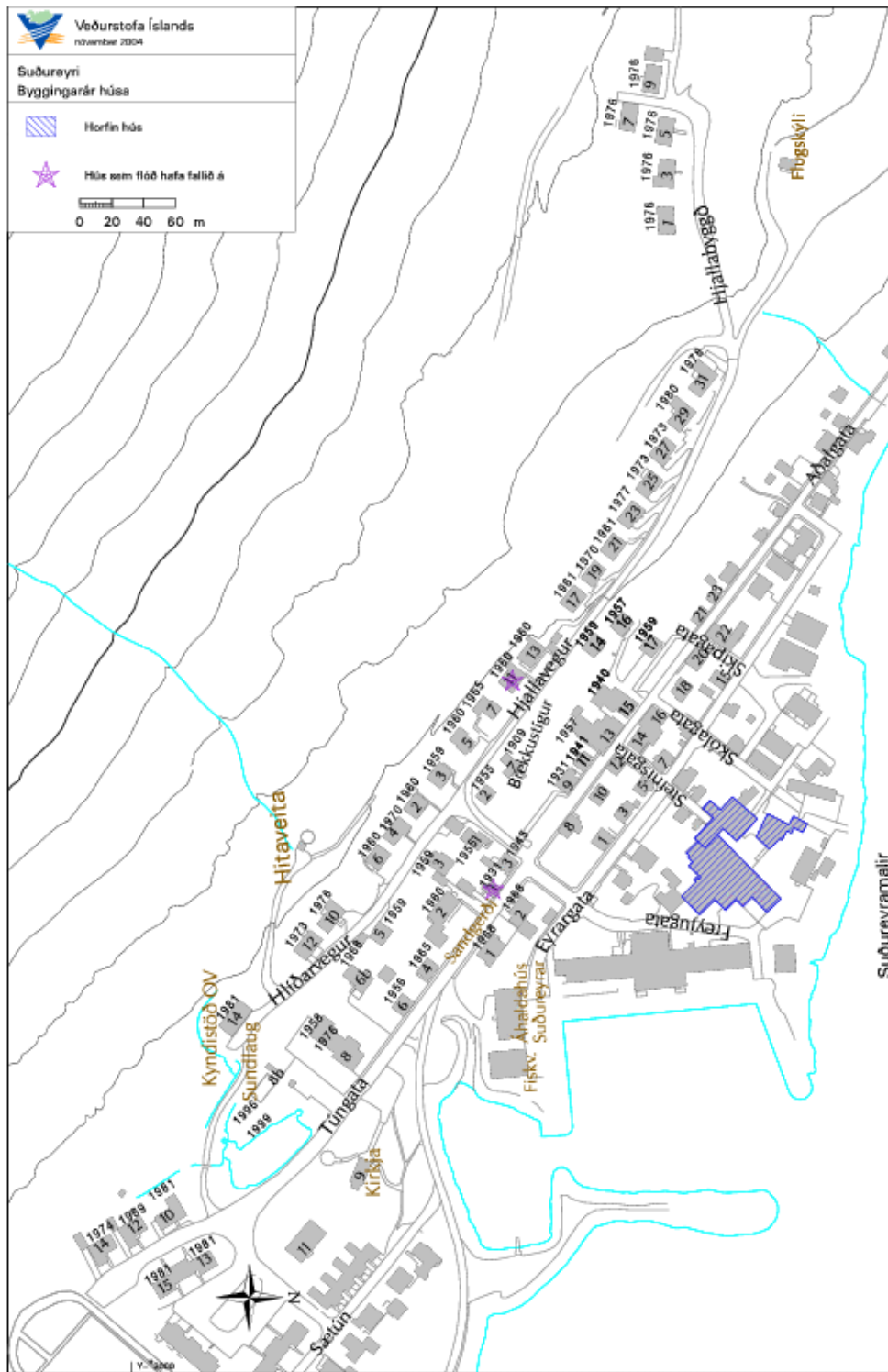
2.4 Eldri rannsóknir

Ekki er til eldra hættumat fyrir Suðureyri. Í greinargerð Veðurstofu Íslands um rýmingaráætlanir (Veðurstofa Íslands, 1997) er fjallað um Suðureyri. Tiltekið er að ekki séu skilgreindir rýmingarreitir vegna snjóflóða en reiknað með að grípa geti þurft til staðbundinna rýminga þegar hætta er talin á aur- eða krapaflóðum.

2.5 Veðurfar

Í greinargerð Veðurstofunnar um veður í aðdraganda snjóflóðahrina á norðanverðum Vestfjörðum (Halldór Björnsson, 2002), er að finna yfirlit um veðurfar á svæðinu frá Galtarvita og Æðey að Hólum í Dýrafirði. Veðurfarsstöð var rekin á Suðureyri á tímabilinu 1921–1990. Hitasveifla ársins er svipuð þar og annars staðar á svæðinu. Úrkoma yfir vetrarmánuði er tiltölulega mikil eða svipuð og á Galtarvita. Yfir sumarmánuði er hún svipuð og annars staðar á svæðinu en það er nokkru minna en á Galtarvita. Í ofangreindri greinargerð er ekki gerð nánari greining á veðurathugunum frá Suðureyri en ítarleg úrvinnsla er þar á gögnum frá nokkrum öðrum nálægum veðurstöðvum.

Á norðanverðum Vestfjörðum verður snjósöfnun helst samfara norðlægum áttum og sá veðurþáttur sem er mest einkennandi í aðdraganda snjóflóðahrina er hár vindhraði (Halldór Björnsson, 2002). Við þessar aðstæður verður mikil snjósöfnun í hlíðum við norðanverðan Súgandafjörð og stór snjóflóð eru þar tíð eins og sjá má í yfirliti um snjóflóð hér að framan. Við þessar aðstæður er ekki mikil snjósöfnun í Spillinum ofan Suðureyrar. Þar er helst að vænta snjósöfnunar í ofankomu



Mynd 2. Byggingarár húsa á Suðureyri. Hús sem skriður og grjót hafa fallið á eru merkt með stjörnu.

Í kyrrviðri eða með skafrenningi úr suðlægum áttum en þær aðstæður eru ekki algengar.

3 Flóðbylgjur vegna snjóflóða

Snjóflóð úr norðurhlíðum Súgandafjarðar hafa nokkrum sinnum valdið tjóni á hafnarsvæðinu sunnan fjarðar vegna flóðbylgja sem þau hafa myndað á firðinum. Reikna má með að það sé nær óhugsandi að stöðva eða stýra þessum flóðum þannig að ekki myndist flóðbylgja. Því verður varanlegur viðbúnaður til að draga úr hættu að felast í aðgerðum við ströndina á Suðureyri.

Flóðbylgjur frá Norðureyri hafa eingöngu valdið tjóni við ströndina. Flóðbylgja vegna snjóflóðsins sem féll úr Norðureyrarhlíð árið 1995 náði upp í um 10 m h.y.s. í firðinum innan við Suðureyri. Á Suðureyri féll sjór þá nánast upp að íbúðarhúsum. Vegna undirlendisins á Norðureyrinni er minni hættu talin á svo stórum flóðbylgjum vegna snjóflóða þar. Þar skella þau með minna horni og lægri hraða á haffletinum en flóð innar í firðinum.

Ljóst er að einhver hættu stafar af flóðbylgjum af þessum toga á Suðureyri, einkum við ströndina og í höfninni. Í bréfi Veðustofu Íslands til Skipulagsstofnunar þann 8. júní árið 2000 (31ÍS/3251-/TóJ) er bent á að ástæða sé til að styrkja hús á hafnarsvæðinu að einhverju marki vegna flóðbylgja. Einnig er bent á hvernig haga megi skipulagi þar þannig að tjón verði sem minnst. Þó búast megi við eignatjóni vegna flóðbylgja er hins vegar manntjón af þeirra völdum miðað við fólk inni í húsum, sbr. viðmið í reglugerð, ekki líklegt og ekki er tekið tillit til þeirra við afmörkun hættusvæða.

Töluverðar endurbætur hafa verið gerðar á hafnargörðum á Suðureyri eftir 1995. Því er höfnin öruggari en hún var þá og jafnframt skýla garðarnir byggðinni að hluta.

4 Hættumat

4.1 Snjóflóð

Þar sem ekki hafa fallið snjóflóð úr Spilli sem ógnað hafa byggð á Suðureyri byggist þetta mat á landfræðilegum aðstæðum, líkanreikningum og almennu mati. Það er engum vafa undirorpið að snjóflóð sem kunna að falla úr hlíðinni ofan byggðarinnar geta náð inn í hana enda er byggðin að hluta uppi í hlíðinni. Talsvert stór svæði fullnægja öllum skilyrðum sem einkenna upptakasvæði snjóflóða. Hins vegar er veðurfari þannig háttað að sjaldan setur mikinn snjó í hlíðina.

Svipaðar aðstæður ríkja á nokkrum öðrum stöðum þar sem hættumat hefur verið unnið hér á landi. Má þar t.d. nefna svæðið undir Gleiðarhjalla á Ísafirði og nokkur svæði á Bíldudal og Patreksfirði.

Á korti 3 er sýnd lega brauta og niðurstöður líkanreikninga, þ.e. rennslisstig ásamt α - og β -punktum. Langsnið brautanna er að finna í viðauka C. Á kortinu og sniðunum má sjá að efstu hús eru þar sem rennslisstig er á bilinu $r = 9$ – 10 sem er nálægt β -punkti og ofan við hann.

Þó svo að almennt sé metið að líkur á snjósöfnun séu litlar eru þær mestar yfir innri hluta hættumetna svæðisins. Yfir lóninu sem myndað er af veginum er hlíðin örlítið skálarlaga og í skafrenningi eftir henni getur sett þar niður snjó. Yfir innri hluta byggðarinnar leifir aðeins af þessu en jafnframt eru þar afmörkuð og allvíðáttumikil giljadrög sem sett getur í snjó. Yfir miðbiki byggðar er töluvert magn lausra efna í hlíðinni og hún skorin giljadrögum en þau eru hvorki víðáttumikil né djúp. Þegar utar kemur er hlíðin fremur slétt og einsleit.

Skilyrði fyrir myndun krapaflóða eru á nokkrum stöðum á hjallanum ofan við byggðina, Upsunum, og í brún hans. Þetta eru ekki stór svæði og ekki er að búast við stórum flóðum og þau hafa því ekki bein áhrif á hættumatið. Hætta af því svæði sem líklegast er að krapaflóð geti fallið af fellur í aðalatriðum saman við svæði þar sem aurskriðuhætta er til staðar og lýst er í greinargerð Náttúrufræðistofnunar (Halldór G. Pétursson o.fl., 2004).

Hugsanleg upptakasvæði fyrir snjóflóð eru einnig í hlíðunum ofan við Upsir. Það eru ekki stór svæði og hjallinn breiður og víða er brún hans hærri en landið nær hlíðinni. Ekki er talið líklegt að snjóflóð sem þarna kynnu að falla nái fram af brúninni.

Á innsta hluta svæðisins er hættumatslína C á milli rennslisstiga $r = 10$ og $r = 11$. Það er svipað og undir svokölluðum Milligiljum á Bíldudal og undir Gleiðarhjalla þar sem minnst hætta er talin vera. Hlíðin er brött á þessu svæði alveg niður að sjávarmáli og β -punktur því í brekkurótum og töluvert inni á C svæðinu. Þegar kemur að innsta hluta byggðar, um það bil á svæðinu frá lóninu að kyndistöð Orkubúsins, eru líkleg upptakasvæði umfangsminni. Hættumatslína C er þar nokkru ofar eða nálægt rennslistigi $r = 9$. Ofan við höfnina og nokkuð út eftir dregur heldur úr halla hlíðar og hugsanleg upptakasvæði eru minni. Á þessu bili er hættumatslína C nálægt $r = 9.5$ sem er nokkuð frá efstu húsum. Ofan og utan við Hjallabyggð er talið að enn dragi úr líkum á snjóflóðum. Hættumatslína C er þar nálægt rennslisstigi $r = 8.5$ en það er svipað og á Klifinu á Patreksfirði. β -punktur er nokkru neðar en C-línan á þessu svæði og má segja að það endurspegli það mat að aðeins er búist við litlum spýjum á svæðinu.

Hættumatslínur B og A eru í aðalatriðum dregnar einu (B) og tveimur (A) rennslisstigum neðan við hættumatslínu C en áhætta minnkar að jafnaði um þriðjung við hvert rennslisstig fjær hlíðinni.

Óvissa á matinu er áætluð 2 á öllu svæðinu.

4.2 Grjóthrun og skriður

Eins og komið hefur fram hefur Náttúrufræðistofnun Íslands unnið hættumat vegna grjóthruns og aurskriða. Áhætta af þessum völdum er með einni undantekningu metin minni en af völdum snjóflóða. M.ö.o. hættumatslínur vegna þeirra eru ofar í hlíðinni en hættumatslínur vegna snjóflóða (Halldór G. Pétursson o.fl., 2004). Jarðfræðileg kortlagning bendir til þess að skriður hafi fallið úr gilinu við hitaveitutank (Hlíðarvegur 10 og 12) og að þar sé nokkuð magn lausefna þ.a. fleiri skriður geta fallið. Einnig eru óljósar heimildir um skriður þarna. Vegna aurskriðuhættunnar er hættumatslína C aðeins neðar í hlíðinni ofan við Hlíðarveg 10 og 12 en ef eingöngu væri um snjóflóðahættu að ræða. Sama gildir um hættumatslínu A við Túngötu 2 og 4.

5 Niðurstöður hættumats

Helstu niðurstöður hættumatsins eru að engin íbúðarhús eru á hættusvæði C. Nokkur mannvirki hitaveitu, vatnsveitu og Orkubús Vestfjarða eru á hættusvæði C. Hins vegar eru allmörg íbúðarhús á hættusvæðum A og B.

Það kann að virðast undarlegt við fyrstu sýn hvað grjóthrun, sem er þekkt ógn í bænum, hefur lítil áhrif á hættumatið. Í því sambandi má benda á að dánarlíkur einstaklings í húsi sem ekki hefur verið styrkt sérstaklega gagnvart ofanflóðum er grunnþáttur í matinu og það viðmið sem flokkun hættusvæðanna byggir á. M.ö.o. hættumatið tekur einungis til hugsanlegs manntjóns en ekki mögulegs tjóns á mannvirkjum og eignum. Það er erfitt að meta dánarlíkur einstaklings í húsi sem grjót fellur á en það er hins vegar öruggt að þær eru mun lægri en dánarlíkur einstaklings í húsi sem verður fyrir snjóflóði. Eins og fram kemur í inngangsköflum þá fæst ásættanleg áhætta (0.2 af 10.000 á ári) þar sem snjóflóð fellur á íbúðarhús á um 3000 ára fresti. Sambærileg áhætta vegna grjóthruns er talin vera þar sem grjót fellur á hús á um 30–300 ára fresti.

Ástæða er til að fylgjast með aðstæðum þegar snjóflóðahrinur ganga yfir norðanverða Vestfirði. Þá er hættu á snjóflóðum úr norðurhlíðum fjarðarins með tilheyrandi flóðbylgjum á firðinum. Þá þarf hugsanlega að grípa til aðgerða sem draga úr líkum á tjóni og slysum í höfninni og nærri ströndinni.

Heimildir

- Árni Magnússon og Páll Vídalín. 1940. *Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalín. Sjöunda bindi. Ísafjarðar og Strandasýsla*. Hið íslenska fræðafélag í Kaupmannahöfn.
- Esther H. Jensen og Kristján Ágústsson. 2004. *Skriðu- og grjóthrunshættumat*. Veðurstofa Íslands, minnisblað VS–KÁ/EHJ–2004–01.
- Halldór Björnsson. 2002. *Veður í aðdraganda snjóflóða á norðanverðum Vestfjörðum*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02019.
- Halldór G. Pétursson, Höskuldur Búi Jónsson og Þorsteinn Sæmundsson. 2004. *Hættumat vegna skriðufalla á Sudureyri*. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla 04002.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson. 1998. *Jarðfræðikort af Íslandi. 1:500000. Höggun*. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Hörður Þór Sigurðsson og Kristján Ágústsson. 2004. *Hættumat fyrir Ólafsvík, Snæfellsbæ*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04007.
- Kristján Ágústsson og Hörður Þór Sigurðsson. 2004. *Hættumat fyrir Ólafsfjörð*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04021.
- Kristján Ágústsson, Tómas Jóhannesson, Siegfried Sauermoser og Þorsteinn Arnalds. 2002. *Hazard zoning for Bolungarvík*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02031.
- Kristján Ágústsson, Tómas Jóhannesson, Siegfried Sauermoser, Hörður Þór Sigurðsson og Esther H. Jensen. 2003a. *Hazard zoning for Patreksfjörður, Vesturbyggð*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 03029.
- Kristján Ágústsson, Tómas Jóhannesson, Siegfried Sauermoser og Hörður Þór Sigurðsson. 2003b. *Hazard zoning for Bíldudalur, Vesturbyggð*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 03034.
- Kristján Jónasson, Sven Þ. Sigurðsson og Þorsteinn Arnalds. 1999. *Estimation of avalanche risk*. Veðurstofa Íslands, rit 99001.
- Lied, K. og S. Bakkehøi. 1980. Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographical parameters. *J. Glaciol.*, **26**(94), 165–177.
- Ólafur Jónsson, Jóhannes Sigvaldason, Halldór G. Pétursson og Sigurjón Rist. 1992. *Skriðuföll og snjóflóð, III* Reykjavík, Bókaútgáfan Skjaldborg.
- Perla, R., T. T. Cheng og D. M. McClung. 1980. A two-parameter model of snow-avalanche motion. *J. Glaciol.*, **26**(94), 197–207.
- Svanbjörg Helga Haraldsdóttir. 2002. *emphSnjóflóðasaga Flateyrar og Önundarfjarðar*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02036.
- Sven Sigurðsson, Kristján Jónasson og Þorsteinn Arnalds. 1998. Transferring avalanches between paths. *Í: 25 years of snow avalanche research*. Publikation nr. 203, Erik Hestnes, ritstj., s. 259-263, NGI, Oslo.
- Tómas Jóhannesson. 1998a. *A topographical model for Icelandic avalanches*. Veðurstofa Íslands,

greinargerð 98003.

- Tómas Jóhannesson. 1998b. Icelandic avalanche runout models compared with topographic models used in other countries. *Í: 25 years of snow avalanche research*. Publikation nr. 203, Erik Hestnes, ritstj., 43–52, NGI, Oslo.
- Tómas Jóhannesson og Kristján Ágústsson. 2002. *Hættumat vegna aurskriðna, grjóthruns, krapaflóða og aurblandaðra vatns- og krapaflóða í bröttum farvegum*. Veðurstofa Íslands, minnisblað TóJ/Kri-2002/01.
- Umhverfissráðuneytið. 1997. *Bréf varðandi reglur um snjóflóðahættumat*.
- Umhverfissráðuneytið. 2000. *Reglugerð nr. 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats*.
- Veðurstofa Íslands. 1997. *Greinargerð um snjóflóðaaðstæður vegna rýmingarkorts fyrir Suðureyri*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 97013.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir. 2001a. *Hazard zoning for Ísafjörður, Siglufjörður and Neskaupstaður — General Report*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 01009.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir. 2001b. *Hazard zoning for Neskaupstaður. Technical report*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 01010.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2001c. *Hazard zoning for Siglufjörður. Technical report*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 01020.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Esther H. Jensen. 2002a. *Hazard zoning for Seyðisfjörður*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02010.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Esther H. Jensen. 2002b. *Hazard zoning for Eskifjörður*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02015.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2002c. *Hazard zoning for Ísafjörður and Hnífsdalur. Technical report*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02020.

A Tæknileg hugtök og skilgreiningar

α -horn: Sjónarhorn frá stöðvunarstað snjóflóðs upp að efri brún upptakasvæðis (sjá mynd 3).

β -horn: Sjónarhorn frá stað í snjóflóðafarvegi þar sem landhalli er 10° upp að efri brún upptakasvæðis (sjá mynd 3).

α/β -líkan: Staðfræðilegt líkan notað til að spá fyrir um úthlaupslengd snjóflóða og til að færa snjóflóð á milli farvega. Líkanið notar β -horn til að spá fyrir um α -horn lengsta skráða snjóflóðs í viðkomandi farvegi og á rætur sínar að rekja til Lied og Bakkehøi (1980). Útgáfa líkansins sem notuð er í þessu verkefni var þróuð af Tómasi Jóhannessyni (1998a,b) og stuðst var við gögn um 45 íslensk snjóflóð. Formúla líkansins er

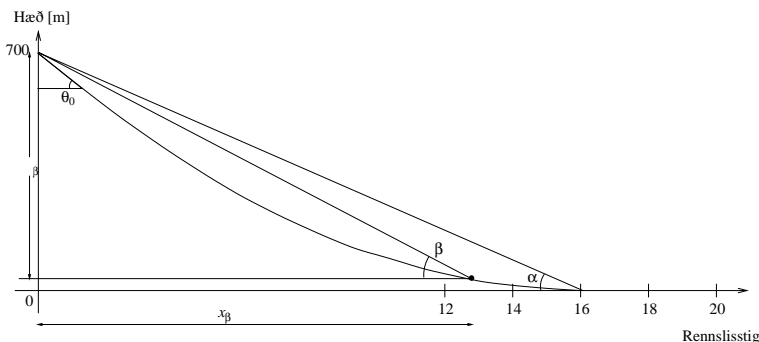
$$\alpha = 0.85 \cdot \beta, \quad \sigma = 2.2^\circ$$

þar sem σ er staðalfrávik úthlaupshornsins. Snjóflóð með úthlaupshorn $n\sigma$ lægra en útreiknað α -gildi er táknað sem snjóflóð með úthlaupslengd $\alpha - n\sigma$ og $\alpha + n\sigma$ þegar α -hornið er hærra en útreiknaða gildið sem fæst með formúlunni hér að ofan. Takið eftir að α -hornið verður lægra eftir því sem úthlaupslengdin verður meiri þ.a. $\alpha - \sigma$ jafngildir snjóflóði með lengri úthlaupslengd en α .

PCM-líkan: Einvítt eðlisfræðilíkan notað til að líkja eftir flæði snjóflóða. Líkanið hefur tvo stuðla, μ , viðnámsstuðul Coulombs, og M/D -stuðul. Líkanið var þróað af Perla o.fl. (1980).

Rennslisstig: Úthlaupslengd snjóflóðs, mæld í hektómetrum, sem *flutt* hefur verið í *staðalbrekku* með ákveðinni aðferð (Sven Sigurðsson o.fl., 1998). Rennslisstig í þessari skýrslu eru fengin með PCM-líkani með stuðlum sem liggja á ákveðnu bili. Snjóflóð með rennslisstig r_0 er táknað sem snjóflóð með $r = r_0$. Aðferð þessi var þróuð af Kristjáni Jónassyni o.fl. (1999).

$F_{r_0}(F_{13})$: Væntigildi fyrir tíðni snjóflóða með rennslisstig hærra eða jafnt r_0 . Gildið F_{13} er mest notað, þ.e. tíðni í rennslisstigi $r_0 = 13$.



Mynd 3. Staðalbrekka. α -hornið er væntigildi úthlaupshorns snjóflóðs samkvæmt α/β -líkani.

B Kort

Kort1 . Yfirlitskort af Suðureyri og nágrenni og mörk hættumetins svæðis. (A4, 1:10 000).

Kort 2. Niðurstöður líkanreikninga. (A3, 1:7 500).

Kort 3. Hættumat. (A3, 1:7 500).

C Langsnið brauta

Langsnið nr.	Nafn	Farvegur
1	sgse01aa	yfir lóni, innst
2	sgse03ba	yfir lóni
3	sgse05ba	yfir lóni, yst
4	sgse07ba	innan við höfn
5	sgse09ba	ofan við höfn
6	sgse11ba	utan við höfn
7	sgse12ba	Hjallar
8	sgse14aa	flugvöllur
9	sgse16aa	flugvöllur