

Þórður Arason
Þorsteinn Arnalds
Siegfried Sauer Moser
Hörður Þór Sigurðsson

Hættumat fyrir Súðavík

Efnisyfirlit

1 Inngangur	5
1.1 Vinnuferlið	5
1.2 Efnisatriði og kaflaskipting	5
1.3 Aðferðarfræði og reglugerðarrámmi	6
1.4 Óvissa	7
2 Almenn	9
2.1 Byggðasaga	9
2.2 Ofanflóð	10
2.3 Eldri rannsóknir	10
2.4 Veðurfar	11
2.5 Snjódýpt á upptakasvæðum	12
3 Súðavíkurlíð	14
3.1 Staðhættir	14
3.2 Staðbundið veðurfar	14
3.3 Ofanflóð	14
3.4 Mat	15
3.5 Líkanreikningar	15
3.6 Niðurstaða	15
4 Traðargil	16
4.1 Staðhættir	16
4.2 Staðbundið veðurfar	16
4.3 Ofanflóð	17
4.4 Mat	17
4.5 Líkanreikningar	17
4.6 Niðurstaða	17
5 Sauratindar	19
5.1 Staðhættir	19
5.2 Staðbundið veðurfar	19
5.3 Ofanflóð	19

5.4	Mat	20
5.5	Líkanreikningar	20
5.6	Niðurstaða	20
6	Kofri	21
6.1	Staðhættir	21
6.2	Staðbundið veðurfar	21
6.3	Ofanflóð	21
6.4	Mat	22
6.5	Líkanreikningar	22
6.6	Niðurstaða	22
7	Niðurstöður hættumats	23
A	Tæknileg hugtök og skilgreiningar	27
B	Ofanflóð	28
C	Kort	31
D	Langsnið brauta	37

1 Inngangur

Þessi skýrsla lýsir niðurstöðum hættumats fyrir Súðavík. Hættumatið var unnið af Veðurstofu Íslands, samkvæmt reglugerð nr. 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats.

Svipaðar skýrslur hafa verið gefnar út fyrir Neskaupstað, Siglufjörð, Seyðisfjörð, Eskifjörð, Ísafjörð, Bolungarvík, Patreksfjörð, Bíldudal, Ólafsvík, Ólafsfjörð, Suðureyri og Þingeyri (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, 2004a,b,c).

1.1 Vinnuferlið

Þeir sem komu að þessari vinnu voru Þórður Arason, Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Hörður Þór Sigurðsson, Tómas Jóhannesson, Kristján Ágústsson og Oddur Pétursson. Aðrir starfsmenn Veðurstofunnar hafa einnig komið að einstökum þáttum vinnunnar. Fjalar Gunnarsson var snjóathugunarmaður Veðurstofunnar í Súðavík 1996–1999, og Frosti Gunnarsson frá árinu 2001.

Vinna við hættumatið hófst á Veðurstofunni sumarið 2003. Haustið 2003 voru aðstæður kannaðar og upptakasvæði kortlögð.

Hættumatsnefnd Súðavíkur var skipuð 14. september 2004. Fyrsti fundur nefndarinnar með starfsmönnum Veðurstofunnar var haldinn 10. desember 2004.

Í vettvangsferðum voru eftirfarandi þættir skoðaðir sérstaklega:

- a) *Landfræðilegar aðstæður* og eðliseiginleikar upptakasvæða, fallbrauta og úthlaups-svæða.
- b) *Magn lausra jarðefna* sem gætu verið skriðufóður og upptök grjóthrúns (grjóthrúns-brúnir).
- c) *Staðbundið veðurfar* og líkur á snjósöfnun á upptakasvæðunum snjóflóða og mat á aðstæðum í aftakarigningum.
- d) *Mat á skriðu- og snjóflóðahættu* í hverjum farvegi fyrir sig. Það var gert með því að meta stærð upptakasvæða og bera saman hlutfallslega tíðni ofanflóða í einstökum farvegum.

1.2 Efnisatriði og kaflaskipting

Í fyrsta hluta skýrslunnar er almenn lýsing á landfræði- og jarðfræðilegum aðstæðum og veðurfari staðarins. Þá er stutt ágríp byggðasögu, sögu ofanflóða og gerð er grein fyrir þeirri vinnu sem farið hefur fram og tengist hættumati. Svæðið sem hættumatið nær til er sýnt á korti 1.

Í köflum 3–6 er nánari lýsing á einstökum farvegum eða svæðum sem hafa svipaða eðliseiginleika m.t.t. til snjóflóða í Súðavík. 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 um 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 að hættumati.

Hætta vegna annarra ofanflóða en snjóflóða í Súðavík, þ.m.t. vegna grjóthruns og skriðufalla, er talin hverfandi lítil í samanburði við snjóflóðahættuna. Því miðast hættumatið við snjóflóðahættu.

Að lokum er yfirlit um helstu niðurstöður hættumatsins.

Í skýrslunni eru 4 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 er listi yfir skráð ofanflóð og stutt lýsing á þeim. Í viðauka C eru kort og í viðauka D eru langsnið niður hlíðarnar þar sem fram koma skriðlengd lengstu flóða og niðurstöður líkanreikninga.

1.3 Aðferðarfræði og reglugerðarrámmi

Ofanflóðahættumat er unnið skv. reglugerð nr. 505 sem Umhverfisstofnun gaf út í júlí árið 2000 og byggir á lögum nr. 49 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 (Umhverfisstofnun, 1997). Staðaráhætta sem svarar til þessa gildis getur verið mismunandi vegna mismunandi gerðar og styrks bygginga og mismunandi dvalartíma fólks í þeim. Að öðru jöfnu er reiknað með að fólk dvelji 75% af tíma sínum á heimilum og 40% í atvinnuhúsnæði. Samkvæmt reglugerð um hættumat (Umhverfisstofnun, 2000) skal afmarka þrenns konar hættusvæði sem lýst er í töflu 1.

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 mannsafnaði (s.s. fjölbýlishús, sjúkrahús, skóla o.þ.h.) með sérstökum styrkingum.
A	$0.3 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	$1 \cdot 10^{-4}/\text{ár}$	Styrkja þarf hús þar sem búist er við miklum mannsafnaði (s.s. fjölbýlishús, skóla, sjúkrahús o.þ.h.) og íbúðarhús með fleiri en fjórum íbúðum.

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

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

Sú aðferðarfræði 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).

Að lokum er vísað til greinar 10 í reglugerð nr. 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 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 svona 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. Óvissumatínu 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 upptakasvæði 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 skriðna og grjóthruns þá eru áhrif þeirra og eyðileggingarmáttur í mörgum tilvikum óljós. Miðað við ofangreinda flokkun má almennt reikna með að óvissan sé 1.



Mynd 1. Súðavík. Ljós. Þórður Arason, 14. október 2004.

2 Almenn

Þorpið Súðavík stendur við Álftafjörð við vestanvert Ísafjarðardjúp (sjá mynd 1). Fjörðurinn hefur meginstefnuna SSV–NNA, en sveigir örlítið yst og opnast til norðurs. Þorpið stendur vestan fjarðarins. Eldri byggðin er utan við Eyrardalsá, að mestu undir Súðavíkurhlíð, en einnig neðan við Traðargil. Eftir snjóflóðin, sem féllu 16. janúar 1995, var ákveðið að færa byggðina nokkuð innar, og stendur meginhluti hennar nú undir öxl Kofra, við mynni Sauradals.

2.1 Byggðasaga

Kauptúnið í Súðavík er byggt upp í landi hins gamla góðbýlis og útvegsjarðar í Súðavík og að nokkru leyti einnig í landi Traðar. Á fyrri tíð var Súðavík eftirsótt jörð og töldust margir ábúenda hennar til betri bænda. Fyrr á öldum var Álftafjörður mikilvægur verslunarstaður og eru til heimildir um verslun þar við Lýbíkumenn á 16. öld. Súðavíkur er getið í heimildum sem þingstaður um 1700.

Í Súðavík tók að myndast þéttbýli þegar Norðmenn hófu þar útgerð á síðari hluta 19. aldar. Þá reistu norskir hvalfangarar verksmiðju á Langeyri sem rekin var til ársins 1904. Árið 1890 voru íbúar Súðavíkur um 100 að íbúum Eyrardals meðtöldum. Þeim fækkaði á næstu árum en fjölgaði á nýjan leik úr aldamótunum 1900. Íbúar í Súðavíkurhreppi voru orðnir um 220 árið 1920. Íbúum fjölgaði hægt fram um miðja öldina og þeir voru orðnir um 230 árið 1950. Hámarkinu var náð í hreppnum um 1970 þegar íbúar voru um 450 en eftir það fækkaði jafnt og þétt en þó hefur fjölgað aftur síðustu þrjú ár. Alls bjuggu 193 í Súðavík í árslok 2004 (www.hagstofa.is). Byggðasögu Súðavíkur er gerð ítarleg skil í greinargerð Svanbjargar H. Haraldsdóttur (2005).

2.2 Ofanflóð

Yfirlit um rýmingaráætlanir og snjóflóð í Súðavík hafa verið gefin út í greinargerðum Veðurstofunnar (Veðurstofa Íslands, 1997, 2003).

2.3 Eldri rannsóknir

Lög um varnir gegn snjóflóðum og skriðuföllum voru sett árið 1985. Í annarri grein laganna segir: „Meta skal hættu á ofanflóðum í þeim sveitarfélögum þar sem ofanflóð hafa fallið á byggð eða nærri henni eða hætta er talin á slíku. Hættumat skal ná til byggðra svæða, svo og annarra svæða sem skipuleggja skal.“

Samkvæmt þriðju grein laganna voru Almannaþingarnir ríkisins ábyrgar fyrir því að skilgreina viðmiðanir og reglur um hættumat og flokkun hættusvæða og uppbyggingu varna. Almannaþingarnir báru einnig ábyrgð á að gerð væru hættumatskort.

Í reglugerð 247/1988 um hættumat var sagt fyrir um að tiltekið eðlisfræðilíkan ætti að nota við hættumat og gefnar forsendur fyrir notkun þess. Líkanið var þróað af Þorsteini Jóhannessyni hjá Verkfræðistofu Siglufjarðar (VS, 1986). Á næstu árum þar á eftir var hætta metin í nokkrum byggðum af verkfræðistofum undir yfirumsjón Almannaþinganna. Gerður var greinarmunur annars vegar á hættusvæði og hins vegar „hættulausu svæði“.

Verkfræðistofan Hnit hf. (Hnit, 1988) gerði hættumat fyrir Súðavík byggt á reglugerðinni. Félagsmálaráðherra staðfesti hættumat á grundvelli þeirra tillagna árið 1989. Hættumatið má sjá á korti 3. Samkvæmt því var nokkur fjöldi húsa á hættusvæði, flest neðan Traðargils. Hlynur Sigtryggsson og Óskar Knudsen (1988) tóku saman upplýsingar um snjóflóðasögu Súðavíkur og snjóflóðahættu þar.

Í kjölfar snjóflóða í Súðavík í janúar 1995 voru reglur um hættumat endurskoðaðar. Gert var ráð fyrir að notað væri sama eðlisfræðilíkan en skilgreiningu hættusvæða breytt. Afmarka átti tvenns konar hættusvæði:

- i) Rautt svæði þar sem reiknaður ástreymisþrýstingur snjóflóðs með eðlismassa $\rho = 0.35$ er meiri en 10 kN/m^2 .
- ii) Gult svæði, sem nær að minnsta kosti 50 m lengra en rauða svæðið.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen (1995) mat ofanflóðahættu fyrir Súðavík á grundvelli þessara nýju reglna. Hættusvæðin eru sýnd á korti 3.

Fljótlega eftir að flóðin 1995 féllu var ákveðið að flytja byggðina í Súðavík innar. Áður en það var gert mátu NGI, Hnit hf. og Veðurstofan (NGI, 1995) snjóflóðahættu á fyrirhuguðu bæjarstæði. Niðurstaða þeirra var að snjóflóðahætta væri hverfandi á svæðinu.

Hnit hf. (1995a,b) kannaði mögulega varnarkosti fyrir byggðina í Ytri-Súðavík og eru þar gerðar nokkrar tillögur að vörnum.

Skömmu seinna kannaði Veðurstofan möguleika á ofanflóðavörnum í tíu bæjum á Íslandi (Tómas Jóhannesson o.fl., 1996). Þá var búið að ákveða að flytja byggðina í Súðavík og voru varnarkostir fyrir þorpið því ekki athugaðir umfram það sem gert hafði verið af Hnit hf. árið áður.

Árin 1996 og 1997 gerði Veðurstofan áætlanir um rýmingu húsa í 13 bæjarfélögum. Í áætlunum var bæjunum skipt í svæði eða reiti og því lýst við hvaða aðstæður ætti að rýma hvern reit. Var gerð rýmingaráætlun fyrir Súðavík 1996 og hún endurskoðuð 1997 (Veðurstofa Íslands, 1997). Samkvæmt áætluninni er öll íbúðarbyggðin í Ytri-Súðavík á rýmingarsvæði.

Frá því Veðurstofan var gerð ábyrg fyrir hættumati árið 1995 hafa nokkur erindi verið afgreidd vegna bráðabirgðahættumats í Súðavíkurbænum.

2.4 Veðurfar

Halldór Björnsson (2002) hefur tekið saman greinargerð um veðurfar á norðanverðum Vestfjörðum og ennfremur veður í aðdraganda snjóflóðahrina.

Veðurfar Vestfjarða er nokkuð sérstakt. Há fjöll, vogskorin strönd og djúpir firðir móta veðurfarið ásamt nálægð Grænlands. Hafís berst þar oftast að landi en annars staðar á Íslandi. Ársmeðalhiti í byggð er 3–4°C og eru febrúar og mars köldustu mánuðurnir en júlí og ágúst hlýjastir. Hitamunur heitasta og kaldasta mánuðar er 12–13°C. Hæsti hiti sem mælt hefur er 25°C og mesta frost -22°C. Á Seljalandsdal í 550 m hæð er meðalhiti um 0°C og á Þverfjalli í 753 m hæð -2°C. Hitafall með hæð á þessum slóðum er því 0,7°C/100 m.

Meðalvindhraði er um 4–5 m/s á láglandi og er norðaustanáttin algengust og hvössust.

Á Þverfjalli er meðalvindhraði 8 m/s. Þar hefur mælt mesta hviða, 73,7 m/s, 25. október 1995. Hviður hafa náð 60 m/s í október til mars. Á láglandi ná hviður 42–45 m/s og mesti 10 mínútna meðalvindhraði er 24–28 m/s.

Vindur truflar mælingar á úrkomu og sérstaklega er snjócoma vanmetin í miklum vindi. Mæld ársúrcoma á norðanverðum Vestfjörðum er 600–1000 mm. Á svæðinu hefur sólarhringsúrcoma mælt langmest á Ísafirði, 114,3 mm, en annars staðar er hún mest 60–80 mm. Snjór og slydda er rúmlega 80% af úrkomu á Ísafirði vetrarmánuðina október til apríl en í Bolungarvík er hlutfallið heldur lægra. Á sjálfvirkum úrkomustöðvum mælist ársúrkoman 500–700 mm.

Úrkomuáttir í Æðey og Bolungarvík eru frá norðri til norðausturs. Þar verður ekki vart við teljandi úrkomu í suðaustanátt þó sú vindátt sé algeng í Æðey.

Snjóþyngsli eru mikil á norðanverðum Vestfjörðum. Að jafnaði er snjóþyngst í janúar til mars og hefur meðalsnjódýpt mælt mest 45–50 cm á Ísafirði í febrúar og mars 1995. Snjó tekur seint upp á vorin. Í byggð er jörð að jafnaði þakin snjó að meira en hálfu leyti fram í maí og fram í júní eða júlí á fjöllum. Á nokkrum veðurstöðvum í nágrenni Súðavíkur hefur verið metin snjóþyngd með endurkomutíma 50 og 200 ár. Reyndist 50 ára snjóþyngd 110–160 cm og 200 ára snjóþyngd 150–200 cm.

Mesta snjóflóðahætta á Vestfjörðum tengist aftakaveðrum af norðri þegar lægðir ganga norður fyrir land úr suðri eða austri. Lægðir þessar beina tiltölulega hlýju lofti að sunnan með mikilli

úrkomu norður fyrir landið og valda mikilli snjósöfnun á upptakasvæðum margra snjóflóðafarvega á svæðinu. Mikil snjósöfnun getur einnig átt sér stað í sömu farvegum í langvarandi norðaustanátt með mikilli ofankomu.

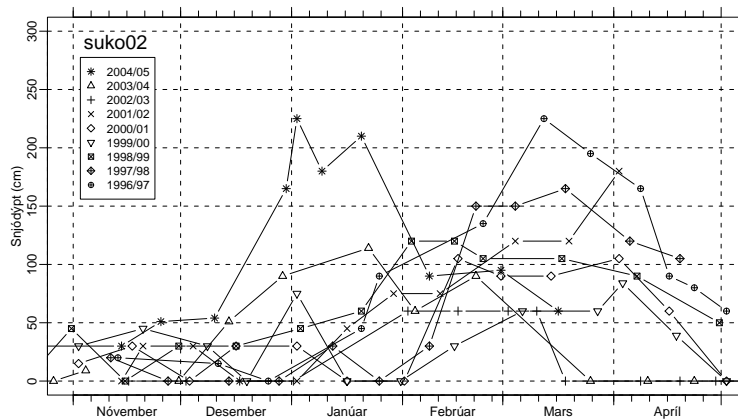
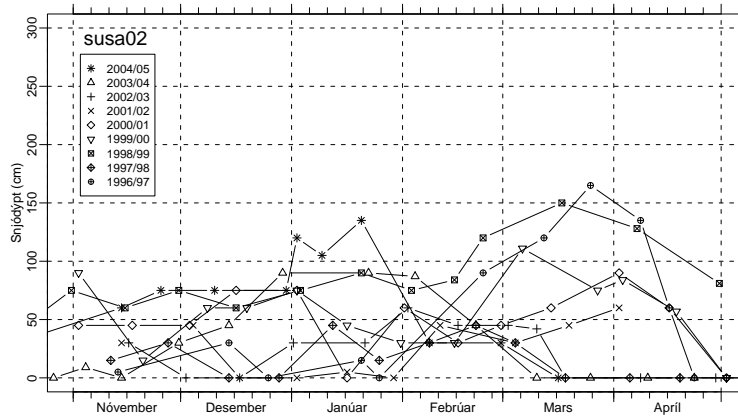
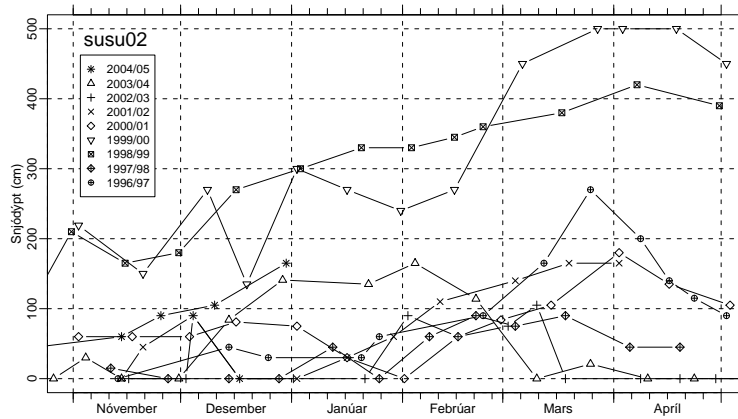
2.5 Snjódýpt á upptakasvæðum

Samkvæmt greiningu Trausta Jónssonar og Kristjáns Jónssonar (1997) á snjódýpt á Íslandi er snjódýpt á láglandi á norðanverðum Vestfjörðum með því mesta sem gerist á landinu. Álfafjörður er á snjódýptarsvæði 3 sem samsvarar því að 50 ára snjódýpt á láglandi sé á bilinu 1.25–1.75 m. Á svæðum sem snjór safnast í skafrenningi getur snjódýptin orðið margfalt meiri eins og raunin er á helstu upptakasvæðunum snjóflóða ofan gömlu Súðavíkur.

Snjódýpt á meginupptakasvæðum snjóflóða í Súðavíkurhlíð og Traðargili hefur ekki verið mæld beint nema á tveimur stöðum. Ætla má að á upptakasvæðinu efst og nyrst í skálinni ofan Traðargils (svæði 7) sé hún með því mesta sem þekkist á upptakasvæðum ofan byggðar á landinu. Stafar það af víðáttumiklu aðsópssvæði á fjallinu ofan gilsins sem skefur af niður í íhvolft upptakasvæðið í norðlægum vindáttum. Á ljósmynd sem Mats Wibe Lund tók í mars 1989 (mynd 2 í snjóflóðaánnál Súðavíkur, VÍ, 2003), má greinilega sjá stóran, þykkann skafl sem hylur allar ójöfnur hlíðarinnar efst í norðanverðu Traðargili. Þegar myndin var tekin var allsnjóþungt á Vestfjörðum. Snjódýpt ofarlega í Súðavíkurhlíðinni, ofan gömlu byggðarinnar, þar sem mannskaðaflóðið 1995 átti upptök (svæði 9), er alla jafna mun minni en í norðanverðu Traðargili sökum þess að hlíðin þar er að nokkru leyti áveðurs í NA vindátt.

Snjódýpt í hlíðinni ofan Súðavíkur hefur verið mæld reglulega síðan veturinn 1996/1997 á 9 stikum, 2 í Súðavíkurhlíð ofan gömlu byggðarinnar, 3 í Kofra ofan nýju byggðarinnar og 4 í hlíðinni neðan Sauratinda (Sigurður Kiernan o.fl., 1998; Sigurður Kiernan og Tómas Jóhannesson, 1998; Sigurður Kiernan o.fl., 1999; Tómas Jóhannesson o.fl., 1999). Staðsetning stikanna er sýnd á korti 4. Mynd 2 sýnir snjódýptarmælingar á einni stiku á hverju svæði frá upphafi. Mælingarnar voru stundum erfiðleikum bundnar sökum þess að fyrir kom að stikur brotnuðu undan snjóþunga eða vegna grjóthruns. Myndin sýnir að snjódýptin breytist oft óreglulega með tíma eftir því sem snjóar, skefur og leysir um veturinn.

Hámarkssnjódýptin sem mælst hefur á stikunum þremur í hlíðum Kofra er rúmlega 200 cm. Í flestum vetrum er snjódýpt þar minni, að hámarki 100–150 cm, og breytist frekar óreglulega. Hámarkssnjódýptin sem mælst hefur á stikunum fjórum undir Sauratindum er um 250 cm og þar breytist snjódýptin einnig oft óreglulega eftir því sem líður á veturinn. Mjög mismunandi snjódýpt hefur mælst á stikunum tveimur í Súðavíkurhlíð. Snjódýptin á annarri þeirra (stiku 1) fer sjaldan yfir 50–100 cm en á hinn (stiku 2) mælist jafnan mest snjódýpt af öllum 9 stikunum sem lesið er af í Súðavík. Þessi stika fór á kaf í apríl 2000 og var snjódýptin eftir það metin út frá aukningu hennar á öðrum stikum þar til stikan kom í ljós að nýju. Þá er lóðrétt snjódýpt á þessum stað talin hafa náð um 500 cm og um 400 cm í apríl 1999. Eins og áður hefur verið nefnt þá er líklegt að snjódýpt ofarlega í Traðargili norðanverðu hafi oft orðið mun meiri en þetta.



Mynd 2. Lóðrétt snjódypt á þremur stikum í hlíðinni ofan við Súðavík. Efst er stika susu02 í Súðavíkurhlíð, í miðið stika susa02 undir Sauratindum og neðst stika suko02 í hlíðum Kofra. Staðsetning stikanna er sýnd á korti 4. Athugið að snjódyptarkvarðinn er mismunandi á myndunum.

3 Súðavíkurhlíð

3.1 Staðhættir

Upptakasvæði í Súðavíkurhlíð ofan gömlu byggðarinnar eru í klettum sem skornir eru grunnum giljum efst í hlíðinni. Mest áberandi eru þrjár gilskorur þar sem snjóflóðið 1995 er álitid hafa átt upptök. Neðan klettanna eru skriður þar sem ekki markar fyrir farvegum.

Upptakasvæði

Tvö upptakasvæði voru afmörkuð efst í Súðavíkurhlíð, númer 8 og 9 á korti 4.

Svæði 8 er 6,5 ha með viðhorf til SA. Það er í 555–400 m hæð og er 270 m breitt. Fyrir ofan svæðið er slétta. Svæðið er grýtt og efst eru klettar, og landhalli er nálægt 42°.

Svæði 9 er 11,7 ha og nær frá 590–360 m hæð og er 365 m breitt. Meðalhali er um 42°. Hæsti hluti svæðisins eru klettabelti rofin af nokkrum grunnum giljum.

Þegar litið er til landhalla í hlíðinni má ætla að upptakasvæði nái nokkru neðar en hér er miðað við, en þessi mörk voru valin þar sem ætla má að snjósöfnun sé mest efst í hlíðinni.

Fallbraut

Byrjun fallbrautar var sett við 360 m hæð. Halli brautar er um 30–40° niður í um 100 m hæð og lækkar síðan jafnt að β-punkti í 35–45 m hæð. Brautin er grýtt og neðar er land gróið.

Úthlaupssvæði

Úthlaupssvæði byrjar í 35–45 m hæð og hallar um 5–10° 300–400 m niður að sjó. Byggðin nær upp í um 15 m hæð í um þremur húsaröðum.

3.2 Staðbundið veðurfar

Snjósöfnunar er helst að vænta í norðlægum áttum og þá sérstaklega ef vindátt fer vestur fyrir norðrið, eins og var í aðdraganda flóðsins 1995. Álitid er að lítið fell uppi á fjallinu ofan við svæði 9 geti haft skjóláhrif í NV-átt og magnað snjósöfnun á svæði 9.

3.3 Ofanflóð

Óljósar sagnir eru um að snjóflóð, sem náði niður undir sjó, hafi fallið úr Súðavíkurhlíð um 1905. Í janúar 1983 eyðilögðust fjárhús ofan byggðarinnar og um 50 fjár drápu. Í febrúar 1988 féllu tvö snjóflóð ofan byggðarinnar og 1992 féll flóð úr hlíðinni skammt utan Traðargils. Í desember 1994 féll flóð á hesthús norðan bæjarins. Þann 16. janúar 1995 féll snjóflóð í gegnum þorpið og fórust 14

íbúar af 48 sem lentu í því, 12 slösuðust. Sextán einbýlishús skemmdust meira eða minna. Flóðið lenti einnig á leikskólanum, hreppsskrifstofunum og sambyggðum verkstæðum, og á húsi Pósts og síma. Einnig á íbúðarblokk, án þess þó að tjón hlytist af. Frá 1998 til 2005 hafa verið skráð átta lítillitil snjóflóð í Súðavíkurlíð ofan gömlu byggðarinnar. Yfirlit um skráð snjóflóð má sjá í viðauka B.

3.4 Mat

Möguleiki er talinn á snjóflóðum að rúmmáli 100–250 þús. m³. Tíðni slíkra flóða er hins vegar ekki há þar sem aftakaúrkoma í norðan- til norðvestanáttum er ekki algeng.

3.5 Líkanreikningar

Reiknaðar voru fjórar brautir fyrir Súðavíkurlíð (suhl01aa, suhl02aa, suhl03aa og suhl04aa). Þær eru sýndar á korti 4 og langsnið brautar suhl02aa er sýnt á teikningu 4 í viðauka D. Á brautirnar eru merkt rennslisstig (11–19), ásamt niðurstöðum úr α/β -líkani. Byggðin er þar sem rennslisstig eru um $r = 15$, og byggðin er nálægt α -punkti.

Framkvæmdir voru tvívíðir SAMOS líkanreikningar fyrir upptakasvæðin, með tveimur mismunandi sviðsmyndum. Líkanreikningarnir sýna vel líklega flóðstefnu og hvernig landslag brekkunnar hefur áhrif á dreifingu flóðanna. Niðurstöðum líkanreikninganna er lýst í sérstakri greinargerð (Hörður Þór Sigurðsson, 2004).

Litið var til stærstu flóða síðustu 30 ár til að meta viðmiðunartíðni snjóflóða. Meðalbreidd flóðanna var metin um 200 m og svæðisins um 800 m. Fjögur flóð náðu rennslisstigi $r = 14$ og eitt flóð rennslisstigi $r = 15$: 1983 (14,4), 1983 (14,1), 1994 (14,5) og 1995 (15,9). Með aðferðum Kristjáns Jónassonar o.fl. (1999) fæst viðmiðunartíðnin 0,07 og jafnvel hærri ef litið er til mannskaðaflóðsins 1995.

3.6 Niðurstaða

Viðmiðunartíðni snjóflóða úr Súðavíkurlíð er hér metin $F_{13} = 0,05$ flóð á ári við rennslisstig $r = 13$, en við þetta tíðnimat hefur verið litið svo á að mannskaðaflóðið 1995 hafi verið óvenjustórt, með samsvarandi endurkomutíma meiri en hundrað ár.

Lega hættumatslína endurspeglar formlega áhættureikninga. Við ytri hluta Súðavíkurlíðar reiknast mörk hættusvæðis C við rennslisstig 16, sem er úti í sjó. Tekið er tillit til þess að tíðni flóða virðist lægri við fjallshornið, milli Súðavíkurlíðar og Traðargils, undir svæði 8. Flóð frá þessu svæði virðast ennfremur hafa tilhneigingu til að klopna þannig að meginstraumur þeirra verði meira inn að Traðargilssvæðinu eða utar í átt að farvegi stóra flóðsins frá 1995. Því þykir líklegt að áhættan sé lægri þar en undir Súðavíkurlíð og eru áhættulínurnar dregnar nær landi sem nemur hálfu rennslisstigi.

4 Traðargil

4.1 Staðhættir

Upptakasvæðin í Traðargili eru í stórrí skál við fjallsbrúnina, en farvegurinn er í afmörkuðu gili þegar neðar dregur. Neðan gilsins er víðáttumikil aurkeila, sem veldur því að úthlaupssvæði flóðanna er breitt og stefna þeirra er ekki vel ákvörðuð eftir að út á úthlaupssvæðið kemur. Í miklum snjóavetrum safnast jafnframt mjög mikill snjór í neðanvert gilið og er stýring á stefnu flóða út úr giliinu af þeim sökum ekki eins mikil og ella væri.

Upptakasvæði

Nokkur möguleg upptakasvæði eru í skálinni í Traðargili. Þrjú svæði voru afmörkuð í þessari könnun, númer 3, 6 og 7 á korti 4.

Svæði 3 er við fjallsbrún vestarlega í skálinni í 720–600 m hæð, og 230 m breitt. Svæðið er 3,9 ha þakið urð og landhalli um 37°. Íhvolft svæðið hefur viðhorf til SA.

Svæði 6 er neðarlega og sunnanmegin í skálinni milli 480–380 m hæðar, um 160 m breitt. Svæðið, sem er 2,9 ha, hefur landhalla um 30°, viðhorf er til A. Hlíðin er að hluta til gróin. Svæðið er álitíð tengjast svæði 7 þannig að flóð falli oft saman úr báðum svæðunum.

Svæði 7 er stærst, 7,5 ha, og norðanmegin í skálinni, í 560–400 m hæð og 250 m breitt. Meðalhalla er um 34°. Austurhlutinn er örlítið ávalur, en vesturhlutinn íhvolfur.

Fallbraut

Frá svæði 3 fellur flóð niður í sjálfa skálina niður í um 530 m hæð.

Flóð frá svæðum 6 og 7 fara í Traðargil, en þar er landhalli 26°. Efst er gilið 100 m breitt og 70 m djúpt, en þrengist er neðar dregur í 50 m breidd og 20 m dýpt. Gilið endar í aurkeilu í um 130 m hæð. Fallbraut endar í β-punkti í 40–55 m hæð.

Úthlaupssvæði

Úthlaupssvæði flóða frá svæði 3 er í sjálfri skálinni, sem hefur landhalla um 4–10°. Ekki er talið líklegt að flóð nái að fara úr skálinni, sem endar í 490 m hæð, niður á svæði 6.

Úthlaupssvæðið neðan Traðargilskeilunnar er um 400 m langt til sjávar. Landhalli er um 4–10°, land þakið gróðri og stökum steinum. Greinileg merki eru um að stór björg hafi borist með snjóflóðum niður keiluna. Íbúðarhús eru/voru með ströndinni í einfaldri röð.

4.2 Staðbundið veðurfar

Mest er hætta á snjósöfnun í norðlægum áttum, frá norðaustri til norðvesturs, helst á svæði 7.

4.3 Ofanflóð

Nokkrar skráðar heimildir eru um snjóflóð úr Traðargili, m.a. féll mjög stórt snjóflóð á árabílinu 1884–1892 og breiddist um allan Traðarhrygg, braut hrútakofa og tunga úr því náði í sjó fram; um 1960 skemmdust túngirðingar ofan við Laufásbæinn; í febrúar 1973 brotnuðu fjárhús; í mars 1987, janúar 1993 og í mars 2001 stöðvuðust flóð fyrir ofan byggðina. Í desember 1994 eyðilagði snjóflóð úr Traðargili íbúðarhúsið að Saurum ásamt tveimur fjárhúsum. Einn maður lenti í flóðinu og bjargaðist hann mikið þrekaður. Fimm kindur drápu. Þann 16. janúar 1995 féll snjóflóð úr Traðargili niður í sjó. Þrjú íbúðarhús eyðilögðust, en enginn slasaðist þar sem íbúarnir höfðu yfirgefið húsin áður en flóðið féll.

4.4 Mat

Mögulegt er talið að flóð að rúmmáli 100–250 þús. m³ falli úr Traðargili. Stærð flóða fer eftir hvaða svæði gefa sig, þ.e. hvort bæði svæði 6 og 7 fari af stað í einu. Ennfremur er möguleiki á að brotflæki af svæði 8, utan Traðargils, fari fari af stað með þeim, það kann að hafa gerst 1995.

Ofanflóðasagan bendir til að stór flóð séu mjög algeng og að lengstu flóð nái til sjávar.

4.5 Líkanreikningar

Reiknaðar voru fjórar brautir fyrir Traðargil (sutr01aa, sutr02aa, sutr03aa og sutr04aa). Þær eru sýndar á korti 4, og langsníð brautar sutr03aa er sýnt á teikningu 3 í viðauka D. Á brautirnar eru merkt rennslisstig (11–19), ásamt niðurstöðum úr α/β -líkani. Byggðin er þar sem rennslisstig eru $r = 16$ –17, og byggðin er nálægt α -punkti.

Framkvæmdir voru tvívíðir SAMOS-líkanreikningar fyrir upptakasvæðin, með tveimur mismunandi sviðsmyndum. Líkanreikningarnir sýna vel líklega flóðstefnu og hvernig landslag brekkunnar hefur áhrif á dreifingu flóðanna. Niðurstöðum líkanreikninganna er lýst í sérstakri greinargerð (Hörður Þór Sigurðsson, 2004).

Litið var til stærstu flóða síðustu 45 ár til að meta viðmiðunartíðni snjóflóða. Miðað var við að breidd flóða væri svo mikil að þau næðu yfir allt svæðið. Tvö flóð náðu rennslisstigi $r = 16$: 1994 (16,1) og 1995 (>16,5), en þá reiknast viðmiðunartíðnin 0,66 með aðferðum Kristjáns Jónassonar o.fl. (1999). Að auki náðu tvö flóð rennslisstigi $r = 15$: 1960 (15,9) og 1973 (15,3), en þá reiknast viðmiðunartíðnin 0,46.

4.6 Niðurstaða

Viðmiðunartíðni snjóflóða úr Traðargili er metin $F_{13} = 0,5$ flóð á ári við rennslisstig 13. Þessi háa tíðni setur Traðargil í þriðja sæti yfir mestu snjóflóðagil ofan þéttbýlis á Íslandi, en hæst er tíðni flóða metin úr Skollahvilft og Innra-Bæjargili á Flateyri. Fyrir neðan Traðargil verða mörk hættusvæðis C við rennslisstig $r = 17,5$, sem er nokkuð langt úti í sjó.

Við mynni Eyrardalsár er sethjalli við innri bakkann. Þessi hjalli virkar sem náttúrulegur varnargarður fyrir allra stærstu flóðin úr Traðargili og því eru neðri mörk hættusvæða B og C dregin upp með honum. Aftakaflóð sem myndu ná að hjallinum gætu kastast lítillega upp á hann og því nær hættusvæði A upp á hjallann.

5 Sauratindar

5.1 Staðhættir

Til að meta hættu á að snjóflóð falli á nýju byggðina í Innri-Súðavík voru könnuð sérstaklega hugsanleg upptakasvæði undir Sauratindum, rétt innan við Traðargil.

Upptakasvæði

Tvö upptakasvæði, nr. 4 og 5, sem sjá má á korti 4, voru afmörkuð rétt innan við Traðargil. Svæðin eru í urð og hafa viðhorf til SA.

Svæði 4 er lítil skál, um 130 m breið í 640–500 m hæð. Landhalli í þessari 2,8 ha skál er um 36°.

Svæði 5 er örlítið ávalt og trapisulaga. Meðalbreidd er um 190 m í 560–400 m hæð. Stærð svæðisins er 4,5 ha og landhalli 36°.

Fallbraut

Fallbraut er niður í Sauradal og Eyrardalsá. Mest er um urð ofantil en gróið land er neðar dregur og landhalli 20–33°. Fallbraut endar skyndilega við Eyrardalsá.

Úthlaupssvæði

Úthlaupssvæði er við Kofrahögg og að nýju byggðinni. Mestar líkur eru á að flóð stöðvist neðst í dalnum, eða renni upp andstæðar hlíðar Kofra. Flóð sem gætu ógnað nýju byggðinni, þurfa að beygja frá SA í upptökum til austurs í Sauradal og að byggðinni.

5.2 Staðbundið veðurfar

Helst er talið að snjósöfnun gæti verið umtalsverð í norðlægum áttum, frá NA til NV. Þar sem svæði 5 er ávalt er mikil snjósöfnun ekki líkleg en þó helst í NV-áttum.

5.3 Ofanflóð

Engin snjóflóð hafa verið skráð úr þessum upptakasvæðum, en í viðauka B er yfirlit um snjóflóð og þ.á.m. tvö sem ollu tjóni á síma- og raflínustaurum í Sauradal.

5.4 Mat

Mögulegt er að flóð að rúmmáli 25–75 þús. m³ falli frá þessum svæðum. Til að ógna byggðinni þurfa þau að fara upp í hlíðar Kofrahögga og/eða beygja og ná síðan að renna langa og frekar óslétta leið.

5.5 Líkanreikningar

Reiknaðar voru tvær brautir fyrir upptakasvæðin undir Sauratindum (susa01aa og susa02aa). Þær eru sýndar á korti 4 og langsnið brautar susa02aa er sýnt á teikningu 2 í viðauka D. Á brautirnar eru merkt rennslisstig (11–17), ásamt niðurstöðum úr α/β -líkani. Brautirnar ná ekki að byggðinni í Innri-Súðavík, en ætla má að flóð úr svæði 4 þurfi að ná rennslisstigi 19, og rennslisstigi yfir 17 úr svæði 5, til að nálgast byggðina. Það er mjög ólíklegt.

Framkvæmdir voru tvívíðir SAMOS líkanreikningar fyrir upptakasvæðin, með tveimur mismunandi sviðsmyndum. Líkanreikningarnir sýna vel líklega flóðstefnu og hvernig landslag brekkunnar hefur áhrif á dreifingu flóðanna. Niðurstöðum líkanreikninganna er lýst í sérstakri greinargerð (Hörður Þór Sigurðsson, 2004). Samkvæmt þeim ná snjóflóð úr þessum upptakasvæðum ekki nýju byggðinni.

5.6 Niðurstaða

Ekki er talið líklegt að flóð undan Sauratindum nái að nýju byggðinni í Innri-Súðavík og mörk hættusvæða neðan Sauratinda eru því ofan byggðar.

6 Kofri

6.1 Staðhættir

Til að meta hættu á að snjóflóð falli á nýju byggðina í Innri-Súðavík voru könnuð sérstaklega hugsanleg upptakasvæði í hlíðum Kofra, ofan við Langeyri. Tekið skal fram að þetta eru ekki sérlega líkleg upptakasvæði, en þau voru könnuð í leit að upptakasvæðum sem gætu ógnað nýju byggðinni.

Upptakasvæði

Svæði 1 og 2, sem sjá má á korti 4, voru afmörkuð fyrir ofan Langeyri í hlíðum Kofra. Viðhorf þeirra er til ASA.

Svæði 1 er örlítið ávalt milli 280–200 m hæðar, með breidd 170 m þar sem hún er mest og flatarmál um 2,1 ha. Svæðið er girt klettabeltum að ofan og neðan með landhalla um 35°, en miðhlutinn gróinn með landhalla 28°.

Svæði 2 er framlenging neðra klettabeltisins úr svæði 1 í 250–210 m hæð, og breidd um 130 m, 0,8 ha. Svæðið er örlítið íhvolft með landhalla 39°.

Fallbraut

Fallbraut hefst í 200 m hæð þar sem halli er um 15° niður að β -punkti í 20–35 m hæð. Á köflum er brautarhalli undir 10°. Yfirborð er gróið með stöku steinum.

Úthlaupssvæði

Úthlaupssvæðið er mjög nálægt eyrinni.

6.2 Staðbundið veðurfar

Upptakasvæðin eru ekki hátt uppi og mikil snjósöfnun því ólíkleg. Viðhorf hlíðarinnar er heldur ekki til þess fallið að auka snjósöfnun. Mikil snjósöfnun er því mjög ólíkleg. Þetta hefur verið staðfest með snjóstikumælingum.

6.3 Ofanflóð

Engin snjóflóð hafa verið skráð úr þessum upptakasvæðum.

6.4 Mat

Upptakasvæði eru lítil, mikil snjósöfnun ólíkleg og fallbraut er ekki mjög brött. Flóð þyrftu að ná rennslisstigi yfir 15 til að ná að byggðinni. Því eru ekki líkur til að þessi svæði ógni byggðinni. Stærstu mögulegu flóð gætu verið 10–30 þús. m³, en mjög ósennilegt er að samfelldir brotflekar verði svo stórir að slík flóð falli.

6.5 Líkanreikningar

Reiknaðar voru tvær brautir fyrir upptakasvæðin í hlíðum Kofra (suko01aa og suko02aa). Þær eru sýndar á korti 4 og langsnið brautar suko02aa er sýnt á teikningu 1 í viðauka D. Á brautirnar eru merkt rennslisstig (11–19), ásamt niðurstöðum úr α/β -líkani. Byggðin er þar sem rennslisstig eru um $r = 15$ –16, og byggðin er fyrir ofan α -punkt.

Framkvæmdir voru tvívíðir SAMOS líkanreikningar fyrir upptakasvæðin, með tveimur mismunandi sviðsmyndum. Líkanreikningarnir sýna vel líklega flóðstefnu og hvernig landslag brekkunnar hefur áhrif á dreifingu flóðanna. Niðurstöðum líkanreikninganna er lýst í sérstakri greinargerð (Hörður Þór Sigurðsson, 2004). Samkvæmt þeim ná snjóflóð úr þessum upptakasvæðum ekki nýju byggðinni.

6.6 Niðurstaða

Ekki er talið líklegt að flóð úr Kofra nái að nýju byggðinni í Innri-Súðavík og mörk hættusvæða ná ekki að hættumetna svæðinu.

7 Niðurstöður hættumats

Niðurstöður hættumatsins eru sýndar á korti 5, þar sem mörk hættusvæða A, B og C eru sýnd með gulri, blárrí og rauðri línu.

Öll byggðin nema frystihúsið og vararafstöðin í Ytri-Súðavík, utan Eyrardalsár, er á hættusvæði C. Frystihúsið og vararafstöð Orkubús Vestfjarða eru á hættusvæði B. Einungis tvö hús í Innri-Súðavík, innan við Eyrardalsá, Eyrardalsbærinn og Eyrardalur 2, eru á hættusvæði A. Öll önnur hús í Innri-Súðavík eru utan hættusvæða.

Þar sem Ofanflóðasjóður hefur þegar keypt upp öll íbúðarhús í Ytri-Súðavík, og selt aftur með kvöðum varðandi viðveru að vetrarlagi, er ekki þörf fyrir frekari aðgerðir til að tryggja öryggi íbúa á hættusvæðum í Súðavík.

Heimildir

- Halldór Björnsson. 2002. *Veður í aðdraganda snjóflóðahrina á norðanverðum Vestfjörðum*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 02019
- Hnit. 1988. *Snjóflóðahættumat fyrir Súðavík*. Hnit hf. verk 69-2.
- Hnit. 1995a. *Snjóflóðavarnir fyrir Súðavík. Frumathugun á varnavirkjum og kostnaði þeirra*. Hnit hf., skýrsla 69-100-SK-01.
- Hnit. 1995b. *Snjóflóðavarnir fyrir Súðavík. Frumathugun á varnavirkjum og kostnaði þeirra. Viðbót við skýrslu 69-100-SK-01*. Hnit hf., skýrsla 69-100-SK-02.
- Hlynur Sigtryggsson og Óskar Knudsen. 1988. *Athugun á snjóflóðahættu í Súðavík*. Veðurstofa Íslands, greinargerð.
- Hörður Þór Sigurðsson. 2004. *Results of the 2D avalanche model SAMOS for Flateyri, Súðavík and Innri-Kirkjubólshlíð*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04013.
- Hörður Þór Sigurðsson og Kristján Ágústsson. 2004. *Hættumat fyrir Ólafsvík*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04007.
- 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 Bildudalur, Vesturbyggð*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 03034.
- Kristján Ágústsson og Hörður Þór Sigurðsson. 2004a. *Hættumat fyrir Ólafsfjörð*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04021.
- Kristján Ágústsson og Hörður Þór Sigurðsson. 2004b. *Hættumat fyrir Suðureyri í Súgandafirði*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04023.
- Kristján Ágústsson og Hörður Þór Sigurðsson. 2004c. *Hættumat fyrir Þingeyri í Dýrafirði*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 04024.
- Kristján Jónasson og Trausti Jónsson. 1997. *Fimmtíu ára snjóþýpt á Íslandi*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 97025.
- Kristján Jónasson, Sven Þ. Sigurðsson og Þorsteinn Arnalds. 1999. *Estimation of Avalanche Risk*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 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.
- Lög nr. 49 1997. *Lög um varnir gegn snjóflóðum og skriðuföllum*. Alþingi.
- NGI, Hnit og Veðurstofa Íslands. 1995. *Súðavík. Rapport og snøskred og snøskredfare ved nytt*

- boligområde*. NGI skýrsla 954026-1.
- Perla, R., T. T. Cheng and D. M. McClung. 1980. A two-parameter model of snow-avalanche motion. *J. Glaciol.*, **26**(94), 197–207.
- Sigurður Kiernan, Jón Gunnar Egilsson og Tómas Jóhannesson. 1998. *Snjódýptarmælingar á stikum veturinn 1996/97*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 98018.
- Sigurður Kiernan og Tómas Jóhannesson. 1998. *Snjódýptarmælingar á stikum veturinn 1997/98*. Veðurstofa Íslands, greinargerð G98045.
- Sigurður Kiernan, Jón Gunnar Egilsson og Tómas Jóhannesson. 1999. *Snjódýptarmælingar á stikum, við leiðigarða og á snjódýptarsniðum í fjallshlíðum veturinn 1998/1999*. Veðurstofa Íslands, greinargerð VÍ-G99021.
- 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, Karstein Lied, Stefan Margreth og Frode Sandersen. 1996. *Þörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi. Yfirlit og mat á kostnaði*. Rit VÍ-R96003-ÚR02.
- 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.
- 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 snjóflóðaaðstaður vegna rýmingarkorts fyrir Súðavík*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 96011, (endurskoðuð lítillega 1997).
- Veðurstofa Íslands. 2003. *Snjóflóð í Súðavík*. Veðurstofa Íslands, greinargerð 03004.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 1995. *Snjóflóðahættumat fyrir Súðavík. Greinargerð. Hættumatskort*. Unnið fyrir Almannavarnir ríkisins. Verk 95.212.
- VS. 1986. *Útreikningur á hraða og skriðlengd snjóflóða. Þróun reiknilíkans fyrir tölvu. Samanburður við þekkt snjóflóð. Tillögur um reikniaðferðir*. Verkfræðistofa Siglufjarðar sf. (Höf.: Þorsteinn Jóhannesson).
- 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. *Haz-*

ard 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, 1998b) og stuðst var við gögn um 45 íslensk snjóflóð. Formúla líkansins er

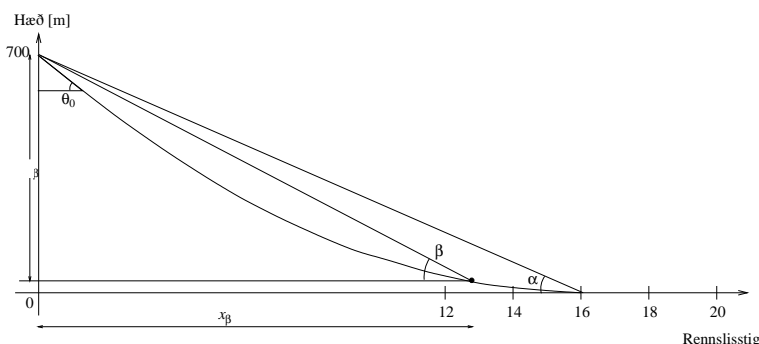
$$\alpha = 0.85 \cdot \beta, \quad \sigma = 2.2^\circ$$

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* (Sven Sigurðsson o.fl., 1998) hefur verið í *staðalbrekku* með ákveðinni aðferð. 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 Ofanflóð

Í viðauka þessum er að finna lista yfir skráð snjóflóð í Súðavík. Þau eru einnig sýnd á korti 2. Rennslisstig eru skráð þegar úthlaups lengd viðkomandi snjóflóðs er þekkt. Nánari upplýsingar er að finna í snjóflóðaánnál Súðavíkur (Veðurstofa Íslands, 2003).

Traðargil

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
6001 1884–1892 >16.2	Mjög stórt snjóflóð sem breiddist um allan Traðarhrygg. Tunga úr flóðinu rann út í sjó eftir lækjarfarvegi. Kofi sem stóð niður við fjöruna eyðilagðist.
6002 um 1960 15.9	Flóðið skemmdi túngirðingar og hrúgaðist upp við fjárhúsin ofan við Laufásbæinn.
6003 14.2.1973 15.3	Fjárhúshlaða brotnaði og flóðið fór einnig yfir tvö fjárhús, sem stóðu sitt hvoru megin við hlöðuna. Mörg snjóflóð féllu í Súðavíkurhlíð utan byggðarinnar um og laust fyrir miðjan febrúarmánuð.
6004 31.3.1987 14.5	Snjóflóð úr Traðargili stöðvaðist í um 35 m h.y.s. Mikið lausagrjót barst fram með flóðinu.
6014 11/12.1.1993 11.7	Snjóflóð úr Traðargili stöðvaðist í um 90 m h.y.s.
6009 18.12.1994 16.1	Snjóflóð úr Traðargili eyðilagði íbúðarhúsið að Saurum ásamt tveimur fjárhúsum. Einn maður lenti í flóðinu og bjargaðist hann mikið þrekaður. 5 kindur drápust.
6010 16.1.1995 >16.5	Snjóflóð úr Traðargili féll niður í sjó. Þrjú íbúðarhús eyðilögðust. Enginn slasaðist þar sem íbúarnir höfðu yfirgefið húsin áður en flóðið féll.
6018 26/27.3.2001 13.5	Snjóflóð úr Traðargili stöðvaðist í um 45 m h.y.s.

Súðavíkurhlíð

Númer Tími Rennslisstig	Lýsing
6025 um 1905	Óljósar sagnir eru um að snjóflóð, sem náði niður undir sjó, hafi fallið úr Súðavíkurhlíð um 1905.
6006 6.1.1983 14.4	Flóð úr hlíðinni ofan byggðarinnar reif þak af fjárhúsinu á Ytri-Höfða og braut húsið. Þakið af fjárhúsinu stöðvaðist á gaffli bílskúrs á Túngötu 2. Flóðið velti einnig spennu svo hluti þorpsins varð rafmagnslaus.
6005 6.1.1983 14.1	Snjóflóð úr hlíðinni ofan byggðarinnar eyðilagði fjárhús og féð í því drapst. Samtals drápust um 50 fjár í tveimur snjóflóðum er féllu þennan dag.
6007 19.2.1988 8.3	Snjóflóð féll úr hlíðinni ofan leikskólans í Súðavík. Það stöðvaðist í hlíðinni og olli engu tjóni.
6008 19.2.1988 8.4	Flóð féll í Súðavíkurhlíð ofan gömlu byggðarinnar skammt sunnan flóðs nr. 6007. Það stöðvaðist í hlíðinni og olli engu tjóni.
6013 26/27.11.1992 7.6	Snjóflóð féll úr hlíðinni skammt utan Traðargils og stöðvaðist í um 90 m h.y.s.
6012 18.12.1994 14.5	Snjóflóð féll á hesthús norðan við bæinn og eyðilagði það.
6026 16.1.1995	Snjóflóð féll á rústir hesthúss norðan við bæinn sem annað flóð eyðilagði mánuði áður.
6011 16.1.1995 15.9	Snjóflóð féll niður í gegnum þorpið og fórust 14 íbúar af 48 sem lentu í flóðinu og 12 slösuðust. Mikið tjón varð á húsum í þorpinu.
6029 mars 1995	Flóðið mun hafa átt upptök í miðri hlíð ofan hafnarinnar og stöðvast milli 20 og 40 m y.s. Að öðru leyti eru litlar upplýsingar um þetta flóð.
6015 22/23.10.1998	Lítið snjóflóð féll á sama stað í fjallinu og flóðið 16.1.1995.
6016 22/23.10.1998	Tvær smáspýjur féllu úr næstu tveimur giljum norðan við farveg flóðsins 16.1.1995.
6022 21.2.1999 12.0	Flóð, sem átti upptök á sama stað og flóðið 16.1.1995, stöðvaðist um 200 m frá húsum við Túngötu.
6017 28/29.2.2000	Flóð, sem átti upptök á sama stað og flóðið 16.1.1995, stöðvaðist í um 175 m h.y.s.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
6019 26/27.3.2001 6.8	Lítið snjóflóð úr Súðavíkurhlíð ofan gömlu byggðarinnar, stöðvaðist í um 110 m h.y.s.
6020 26/27.3.2001 8.0	Lítið snjóflóð úr Súðavíkurhlíð ofan gömlu byggðarinnar stöðvaðist í 90–95 m h.y.s.
6028 4.1.2005	Flóðið stöðvaðist í hlíðinni í um 170 m fjarlægð frá hestúsum. Upptök óljós.
6027 4.1.2005	Nýsnævi á harðfenni, upptök við brún og stöðvunarstaður á túni rétt neðan við gamla tóft þar.

Sauradalur

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
6023 1934	Snjóflóð féll á Sauradal, milli Súðavíkur og Arnardals í Álftafirði við Ísafjarðardjúp. Flóðið tók átta staura í símalínunni til Súðavíkur.
6024 6.4.1994	Mjög stórt snjóflóð, sem féll úr norðurhlíð Sauradals, braut átta staura í raflínunni til Súðavíkur.

Farvegur nærri núverandi byggð

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
6021 26/27.3.2001	Lítið snjóflóð úr Súðavíkurhlíð skammt utan við gömlu byggðina stöðvaðist í um 105 m h.y.s.

C Kort

Kort 1. Yfirlitskort af Súðavík ásamt mörkum hættumetins svæðis. (A4, 1:15 000).

Kort 2. Skráð snjóflóð í Súðavík. (A3, 1:7 500).

Kort 3. Eldra hættumat fyrir Súðavík. (A4, 1:10 000).

Kort 4. Niðurstöður líkanreikninga, Súðavík. (A3, 1:10 000).

Kort 5. Hættumat. (A3, 1:10 000).

D Langsnið brauta

Langsnið nr.	Nafn	Farvegur
1	suko02aa	í hlíðum Kofra
2	susa02aa	undir Sauratindum
3	sutr03aa	Traðargil
4	suhl02aa	Súðavíkurhlíð