

Þorsteinn Arnalds
Siegfried Sauermoser
Hörður Þór Sigurðsson

Hættumat fyrir Flateyri

Efnisyfirlit

1 Inngangur	4
1.1 Vinnuferlið	4
1.2 Efnisatriði og kaflaskipting	4
1.3 Aðferðafræði og reglugerðarrámmi	5
1.4 Óvissa	6
2 Almenn	8
2.1 Staðhættir	8
2.2 Ofanflóð	11
2.3 Eldri rannsóknir	11
2.4 Veðurfar	13
2.5 Snjódýpt á upptakasvæðum	13
3 Staðhættir og hættumat	17
3.1 Innra- Bæjargil og Skollahvilft	17
3.2 Miðhryggsgil og Litlahryggsgil	20
3.3 Varnarvirki	21
4 Niðurstaða	23
A Tæknileg hugtök og skilgreiningar	27
B Ofanflóð	29
C Kort	39
D Langsnið brauta	47

1 Inngangur

Skýrsla þessi lýsir hættumati vegna ofanflóða fyrir Flateyri. Hættumatið var unnið af Veðurstofu Íslands, samkvæmt reglugerð nr. 505/2000, júlí 2000, um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats.

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

1.1 Vinnuferlið

Þeir sem komu að hættumati fyrir Flateyri voru Hörður Þór Sigurðsson, Kristján Ágústsson, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Þorsteinn Arnalds. Aðrir starfsmenn Veðurstofunnar hafa einnig komið að einstökum þáttum vinnunnar. Oddur Pétursson, snjóeftirlitsmaður Veðurstofunnar á Ísafirði, aðstoðaði við vettvangs- og heimildakönnun.

Verkið er unnið að beiðni hættumatsnefndar Ísafjarðarbæjar sem afmarkaði svæði í kring um þéttbýlið á Flateyri þar sem óskað var að hætta vegna ofanflóða væri metin (sjá kort 1).

Vinna við hættumatið hófst á Veðurstofunni haustið 2003 með stuttri vettvangsferð Harðar Þórs Sigurðssonar, Siegfried Sauermoser og Þorsteins Arnalds. Þar voru afmörkuð möguleg upptakasvæði í hlíðinni ofan Flateyrar og lagt mat á aðstæður með tilliti til snjóflóða.

Á grundvelli afmarkaðra upptakasvæða gerði austurríska fyrirtækið AVL líkanreikninga í upphafi árs 2004 með tvívíða SAMOS líkaninu (Hörður Þór Sigurðsson, 2004).

Hættusvæði voru afmörkuð á grundvelli þessara gagna og voru tillögurnar samþykktar af hættumatsnefnd Ísafjarðarbæjar 29. apríl 2004.

Eftirfarandi atriði voru athuguð vegna snjóflóðahættumats:

- a) *Landfræðilegar aðstæður* á upptakasvæði, í fallbraut og á úthlaupssvæði.
- b) *Veðurfar* sem getur valdið snjósöfnun á upptakasvæðum var metið í ljósi veðurfarsupplýsinga um viðkomandi landshluta.
- c) *Mat*. Lagt var almennt mat á snjóflóðahættu í hverjum farvegi fyrir sig. Það var gert með því að meta stærð upptakasvæða og bera saman hlutfallslega tíðni snjóflóða 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 áður

hefur farið fram og tengist hættumati. Svæðið sem hættumatið nær til er sýnt á korti 1.

Í næsta kafla er nánari lýsing á farvegum snjóflóða ofan Flateyrar. Þar er greint frá eftirfarandi efnisatriðum:

Landfræðilegar aðstæður: Eðliseiginleikar upptakasvæða, fallbrauta og úthlaupssvæða.

Staðbundið veðurfar: Veðurfarsskilyrði sem hafa áhrif á snjósöfnun á upptakasvæðunum.

Ofanflóðasaga: Stutt yfirlit yfir helstu flóð.

Mat: Greining á ofanflóðaaðstæðum og -áhættu.

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

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

Að lokum er yfirlit um helstu niðurstöður hættumatsins.

Í skýrslunni eru 5 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 langsníð sem lýsa brautum flóða og niðurstöðum líkanreikninga.

1.3 Aðferðafræði og reglugerðarrammi

Ofanflóðahættumat er unnið skv. reglugerð 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 áhættu einstaklinga. Hún er skilgreind sem árlegar líkur á því að einstaklingur sem býr á tilteknum stað farist í snjóflóði. Flokkun hættusvæða byggir á *staðaráhættu* en hún er skilgreind sem árlegar líkur á að einstaklingur, sem dvelur allan sólarhringinn í húsi sem ekki er sérstaklega styrkt, farist 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 viðunandi (ásættanleg) (Umhverfisstofnun, 1997). Með því er átt við að áhættan sé svo lítil að ekki sé ástæða til að grípa til neinna aðgerða til að auka öryggi. Staðaráhætta sem svarar til þessa gildis getur verið mismunandi vegna breytilegrar 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 þrens konar hættusvæði sem lýst er í töflu 1.

Tafla 1. Skilgreining hættusvæða

Svæði	Neðri mörk staðaráhættu	Efri mörk staðaráhættu	Leyfilegar byggingar
C	$3 \cdot 10^{-4}$ á ári	–	Engar nýbyggingar nema frístundahús* og húsnæði þar sem viðvera er lítil.
B	$1 \cdot 10^{-4}$ á ári	$3 \cdot 10^{-4}$ á ári	Atvinnuhúsnæði má byggja án sérstakra styrkinga. Byggja má íbúðarhús og byggja við hús þar sem búist er við miklum mannsafnaði (svo sem fjölbýlishús, sjúkrahús, skóla o.þ.h.) með sérstökum styrkingum.
A	$0.3 \cdot 10^{-4}$ /ár	$1 \cdot 10^{-4}$ /ár	Heimilt er að reista nýtt íbúðar- og atvinnuhúsnæði án sérstakra styrkinga nema hvað styrkja þarf hús þar sem búist er við miklum mannsafnaði (svo sem 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 viðunandi 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.

Þær aðferðir sem notaðar eru til að meta snjóflóðaáhættu voru þróaðar við Háskóla Íslands og á Veðurstofu Íslands á árunum 1995–1998. Þeim er lýst í riti eftir Kristján Jónasson o.fl. (1999).

Að lokum er vísað til greinar 10 úr 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 Óvissa

Mjög víða er mat á snjóflóðaáhættu 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 upptakasvæði 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. Óvissumatinu 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 samanburður 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.

2 Almenn

2.1 Staðhættir

Þéttbýliskjarninn Flateyri er hluti Ísafjarðarbæjar og stendur á samnefndri eyri við norðanverðan Öfundarfjörð. Svæðið er sýnt á korti 1 og myndum 1 og 2.

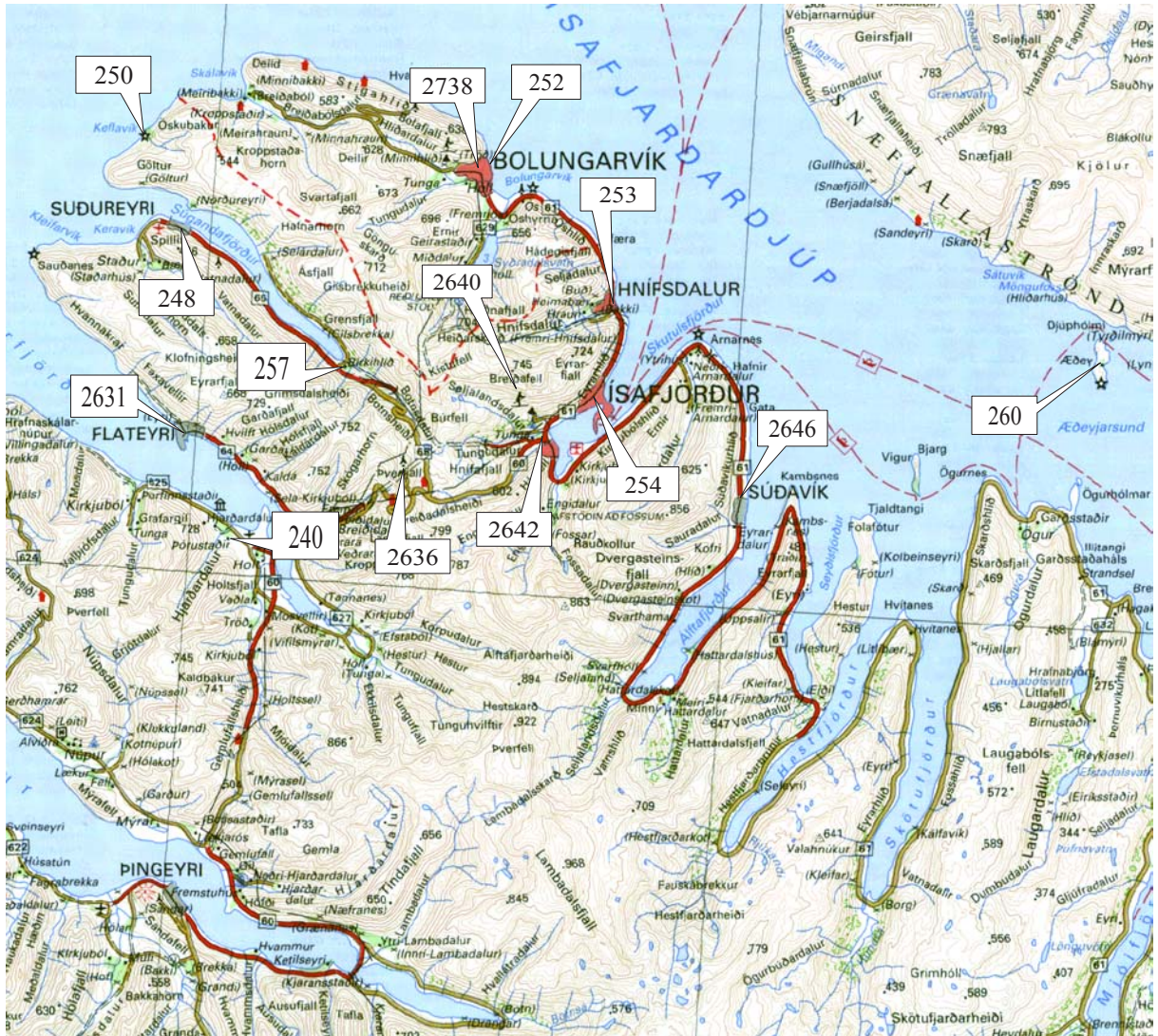
Öfundarfjörður hefur stefnuna SA-NV og opnast til NV. Ofan Flateyrar rís Eyrarfjall, bratt og gilskorið. Að ofan er það flatt, eins og algengt er með fjöll á norðanverðum Vestfjörðum, og er brún þess í um 660 metra hæð yfir sjó. Hlíð Eyrarfjalls ofan Flateyrar snýr mót SSV. Efst er Eyrarfjall hömrum girt, en neðar er það skriðurunnið. Fjallshlíðin er nokkuð skorin, bæði af hvilftum og giljum. Hvilftarnar eru stórar og myndaðar af hvilftar- og skálarjökklum. Neðan þeirra finnast ekki aurkeilur úr því efni sem var í hvilftinni. Gilin eru minni og hefur efnið úr þeim myndað aurkeilur neðan þeirra.

Í hlíð Eyrarfjalls, ofan við Flateyri, eru tvö gil, Innra-Bæjargil og Skollahvilft. Þó notað sé orðið hvilft um annað þeirra, hefur það ekki útlit hvilftar, og er af sumum nefnt Skollaskál eða Skollagróf. Í þessum giljum eiga snjóflóðin, sem falla í átt að byggðinni á Flateyri, upptök sín. Innra-Bæjargilið er utar, beint upp af byggðinni. Það er grynna og mjór en Skollahvilftin. Skollahvilftin er mun stærri en Innra-Bæjargilið og nær allt að 700 metra breidd, en þrengist mjög er neðar dregur og er gilkafturinn einungis nokkrir tugir metra á breidd. Skollahvilft er upp af Eyrarbót, innan við Eyrina. Innan við Skollahvilft eru tvö gil, Miðhryggsgil og Litlahryggsgil.

Ofan byggðarinnar á Flateyri hafa verið byggðir tveir leiðigarðar til varnar flóðum úr Innra-Bæjargili og Skollahvilft. Efri endar garðanna eru sambyggðir auk þess sem þeir eru tengdir saman neðar með minni þvergarði og mynda garðarnir þannig stórt A í hlíðinni. Efnið í garðana var að miklu leyti sótti í stórar aurkeilur neðan giljanna, sem áður breikkuðu úthlaupssvæði snjóflóða. Var efnistöku hátt að þannig að landslagið þar sem aurkeilurnar voru áður beini flóðum heldur frá leiðigörðunum og þar með byggðinni. Leiðigarðarnir eru 15–20 m háir. Garðurinn neðan Innra-Bæjargils hefur leiðihorn 18–25° en leiðihornið neðan Skollahvilftar er 18–20°. Þvergarðurinn sem tengir leiðigarðana er 10 m hár. Halli garðanna á þeim hliðum sem snjóflóð geta fallið á er um 40°. Samtímis byggingu garðanna var reistur 11 m hár varnarfleygur ofan íbúðarhússins að Sólbakka innan við eyrina.

Lögbýlið Eyri stóð í túbrekku rétt fyrir utan og ofan Flateyri, neðan við malargryfjurnar sem þar voru fram að byggingu varnarvirkja. Verslun hófst á Flateyri í lok átjándu aldar. Fram undir lok nítjándu aldar voru íbúar fáir en um 1890 voru íbúar um 100. Um það leyti hóf Hans Ellefsen hvalveiðar frá Flateyri og reisti sér veglegt íbúðarhús á Sólbakka. Í kjölfar þess fjölgaði íbúum hratt og voru þeir um 250 um aldamótin. Næstu árin hægði á fjölguninni en um 1915 fór íbúum aftur að fjölga jafnt og þétt fram undir miðja tuttugustu öld þegar íbúar voru orðnir tæplega 500. Flestir voru íbúar Flateyrar árið 1964 þegar þeir voru 550. Þann 1. desember 2003 bjuggu 307 á Flateyri. Þorpið byggðist fyrst á ytri hluta eyrarinnar en á fjórða áratug tuttugustu aldar fór byggðin að færa sig nær fjallinu. Þau hús sem næst fjallinu standa eru hins vegar byggð á áttunda og níunda áratug síðustu aldar.

Um og eftir aldamótin 1900 var eins og áður sagði nokkur byggð og atvinnurekstur á Sólbakka,



Mynd 1. Kort af svæðinu umhverfis Flateyri með númerum veðurstöðva. © Landmælingar Íslands, f.h. íslenska ríkisins.



Mynd 2. Flateyri eftir að reistir voru garðar til varnar flóðum úr Innra-Bæjargili og Skollahvilft haustið 1998. Ljósmynd: © Mats Wibe Lund.

rétt innan við Eyrina, en þar standa nú einungis tvö hús. Innan Sólbakka er nú engin byggð undir Miðhryggs- og Litlahryggsgiljum, en vegurinn til þorpsins liggur undir giljunum. Þar var einnig raflína, sem hefur nú verið grafin í jörðu, vegna tjóns af völdum snjóflóða.

Í snjóflóðasögu Flateyrar (Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 2002) er að finna nánari upplýsingar um byggingarar húsa á Flateyri.

Hættumetið svæði er sýnt á korti 1.

2.2 Ofanflóð

Kort 2 og 3 sýna skráð snjóflóð við Flateyri. Ekki hafa verið dregnar á kort útlínur allra flóða sem skráð eru. Þau flóð sem ekki eru á kortinu eru öll minni háttar og ekki hafa áhrif á hættumatið. Eftirfarandi er stutt samantekt á helstu flóðum en ítarlegri lýsingu er að finna í viðauka B.

Fyrstu heimildir um snjóflóð við Flateyri eru úr Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns. Segir þar að snjóflóð hafi stundum tekið menn, fé og hesta og gert stórkostlegan skaða.

Ekki er vitað til að mannskaði hafi orðið vegna flóða úr Innra-Bæjargili og hefur tjón af völdum þeirra oftast verið minniháttar. Þó segir í Jarðabókinni um bæinn Eyri að flóð hafi oft tekið menn og fé á haf út.

Á árunum 1917–1919 lentu tveir menn í snjóflóði úr Skollahvilft sem tók innra og efra horn kirkjugarðsins. Báðir björguðust.

Fjöldi flóða úr Skollahvilft hafa fallið út á Eyrina. Flest hafa þau valdið minniháttar tjóni, svo sem á girðingum, fiskihjöllum, túnnum og matjurtagörðum. Einnig hefur kirkjugarðurinn orðið alloft fyrir barðinu á flóðum.

Þann 26. október 1995 féll flóð úr Skollahvilft á byggðina á Flateyri. Mörg hús eyðilögðust og fórust 20 manns (Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 1998). Innan Sólbakka hafa snjóflóð valdið talsverðu tjóni og þau lengstu náð í sjó fram.

Snjóflóðasaga Flateyrar til ársins 2002 var skráð af Svanbjörgu Helgu Haraldsdóttur (2002). Áður höfðu Kristjana G. Eypórsdóttir og Jón Gunnar Egilsson (1989) og Jón Gunnar Egilsson (1995) tekið saman skýrslur um snjóflóð á Flateyri.

Jarðfræðileg ummerki snjóflóða á Flateyri hafa verið könnuð og niðurstöðurnar notaðar ásamt ¹⁴C aldursákvörðunum til þess að meta tíðni snjóflóða á svæðinu (Þorsteinn Sæmundsson).

2.3 Eldri rannsóknir

Árið 1984 kannaði Erik Hestnes frá NGI snjóflóðaaðstæður í nokkrum byggðakjörnum á vestanverðu landinu (Erik Hestnes, 1985). Hann skoðaði meðal annars Flateyri og kynnti sér ofanflóðasögu þar.

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 Almannavarnir ríkisins ábyrgar fyrir því að skilgreina viðmiðanir og reglur um hættumat og flokkun hættusvæða og uppbyggingu varna. Almannavarnir 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 Almannavarna. Gerður var greinarmunur annars vegar á hættusvæði og hins vegar „hættulausu svæði“.

Verkfræðistofa Siglufjarðar (VS, 1989) gerði hættumat fyrir Flateyri byggt á reglunum frá 1988. Félagsmálaráðherra staðfesti hættumat á grundvelli þeirra tillagna árið 1990. Hættumatið má sjá á korti 4. Samkvæmt því var nokkur fjöldi húsa á hættusvæði og voru flest þeirra neðan Innra-Bæjargils.

Í kjölfar snjóflóðs í Súðavík í janúar 1995 voru reglur um hættumat endurskoðaðar. Enn var gert 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 Siglufjarðar vann að hættumati fyrir Flateyri á grundvelli þessara nýju reglna þegar flóð féll á byggðina 26. október 1995 en þeirri vinnu var ekki lokið.

Í kjölfar flóðsins í október 1995 var VST hf. og Norsk Geoteknisk Institute (NGI) falið að leggja til varnir fyrir byggðina á Flateyri. Niðurstaða þeirra var tillaga um leiðigarða neðan Innra-Bæjargils og Skollahvilftar (VST og NGI, 1996).

Samhliða hönnun varnargarðanna var virkni slíkra garða könnuð í samráði við snjóflóðasérfræðinga og m.a. lagt mat á hraða og endurkomutíma mannskaðaflóðsins 1995 til samanburðar við ákvörðun hönnunarflóðs fyrir garðana (McClung, 1996a; VS, 1996). Hraði flóðsins 1995 var metinn um 50 m/s í neðarlega í gilinu í um 200 m h.y.s. af McClung út frá ummerkjum um rishæð flóðsins þar. Hraðinn í gilinu var metinn nokkru hærri eða allt að 60 m/s af Þorsteini Jóhannessyni á Verkfræðistofu Siglufjarðar (VS, 1996). Endurkomutími flóðsins reiknaðist 120–140 ár. McClung (1996b) lagði einnig mat á kófþrýsing neðan varnargarðanna af völdum flóða sem á þeim lenda. Mat á hraða flóðsins og endurkomutíma var í samræmi við forsendur sem VST og NGI gáfu sér við hönnun garðanna.

Á svipuðum tíma kannaði Veðurstofan möguleika á vörnum í tíu bæjum á Íslandi (Tómas Jóhannesson o.fl., 1996). Voru tillögur sem þar voru settar fram fyrir Flateyri í samræmi við tillögur VST og NGI.

Árin 1996 og 1997 gerði Veðurstofan áætlanir um rýmingu húsa í 13 bæjarfélögum. Í áætlununum var bæjunum skipt í svæði eða reiti og því lýst við hvaða aðstæður ætti að rýma hvern reit. Var gerð rýmingaráætlun fyrir Flateyri og hún endurskoðuð 1997 (VÍ, 1997), og aftur eftir að varnargarður ofan byggðarinnar hafði verið að fullu reistur. Samkvæmt eldri áætluninni frá 1997 var stór hluti íbúðarbyggðar á Flateyri á rýmingarsvæði en eftir að garðurinn hefur verið reistur eru nokkur hús sem rýma á við sérstakar aðstæður.

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

2.4 Veðurfar

Almennum veðurfarsskilyrðum á norðanverðum Vestfjörðum er lýst í skýrslu um hættumat fyrir Ísafjörð og Hnífsdal (Þorsteinn Arnalds o.fl. 2002c) og veðurfarsupplýsingar fyrir Flateyri og nágrenni má finna í viðauka C í þeirri skýrslu. Nánari greining á veðurfari á svæðinu og veðri í aðdraganda snjóflóðahrina er að finna í skýrslu eftir Halldór Björnsson (2002). Tómas Jóhannesson og Trausti Jónsson (1996) og Trausti Jónsson (1998) greindu einnig svipaða þætti en sú greining var takmarkaðri.

Meginniðurstaðan er að 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.

Snjóflóðadagar á Flateyri eru dæmigerðir fyrir þessa almennu lýsingu á snjóflóðahættu á Vestfjörðum. Upptakasvæði ofan byggðarinnar horfa að mestu til SSV og ofan þeirra eru umfangsmikil aðsópssvæði þannig að í þau safnast hratt snjór í norðaustanáttum með ofankomu.

2.5 Snjódýpt á upptakasvæðum

Snjódýpt á upptakasvæðum snjóflóða í Innra-Bæjargili og Skollahvilft er með því mesta sem þekkt er á upptakasvæðum ofan byggðar á landinu. Stafar það af víðáttumiklu aðsópssvæði á Eyrarfjalli ofan giljanna sem skefur af niður í upptakasvæðin í vindáttum frá NV-ANA. Samkvæmt greiningu Kristjáns Jónassonar og Trausta Jónssonar (1997) á snjódýpt á Íslandi er snjódýpt á láglandi á norðanverðum Vestfjörðum með því mesta sem gerist á landinu. Öndarfjörður 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 upptakasvæðunum ofan Flateyrar.

Hámarkssnjódýpt í brotlínu Skollahvilftarflóðsins 26. október 1995 mældist um 7.5 m lóðrétt (um 5.3 m í stefnu brotstálsins sem hallaði dálítið miðað við stefnu hornrétt á hlíðina, þar af mældist hæð brotstálsins sjálfs 3.7 m, en neðan þess var um 1.6 m þykkur óhreyfður snjór). Til samanburðar var hámarkssnjódýpt í Breiðafelli í upptökum snjóflóðsins í Tungudal í Skutulsfirði 5. apríl 1994

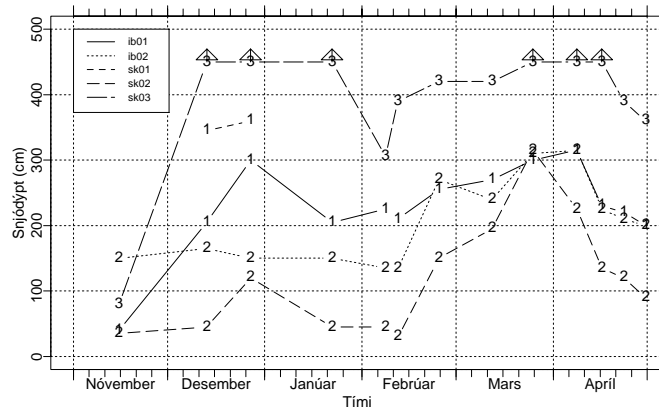
um 5.4 m lóðrétt (um 3.8 m í stefnu brotstálsins, þar af mældist hæð brotstálsins sjálfs um 3.3 m). Þessi tvö aftakaflóð hafa sérstöðu meðal snjóflóða sem fallið hafa hér á landi á síðari árum hvað varðar rúmmál og eyðileggingarmátt. Ætla má að snjódýpt í Skollahvilft geti orðið talsvert meiri en í aðdraganda flóðsins í október 1995 þegar tekið er tillit til þess að flóðið féll í upphafi vetrar. Ef snjóflóðið hefði ekki fallið þá hefði snjódýptin haldið áfram að vaxa eftir því sem leið á veturinn. Snjódýptin í brotlínunum Skollahvilftar- og Tungudalsflóðanna var mæld nærri hámarkshæð brotstálsins í báðum tilvikum. Meðalsnjódýpt í brotstálinu öllu eða á svæðinu þar sem brotflekinn losnaði má ætla að hafi verið mun minni. Hins vegar var hvorug snjódýptin mæld í gilskorningi eða staðbundinni lægð í landslagi þannig að báðar mælingarnar eru til marks um snjódýpt á nokkru svæði innan upptakasvæðisins.

Snjódýpt á upptakasvæðum ofan Flateyrar var mæld reglulega á fimm stikum, tveimur í Innra-Bæjargili og þremur í Skollahvilft, á árunum 1996 til 1999 (Sigurður Kiernan o.fl., 1998; Sigurður Kiernan og Tómas Jóhannesson, 1998; Sigurður Kiernan o.fl., 1999; Tómas Jóhannesson o.fl., 1999a). Staðsetning stikanna er sýnd á korti 6. Mælingarnar gengu erfiðlega sökum þess að stikurnar fóru iðulega á kaf í snjó þar sem snjódýpt var mest og brotuðu oft undan snjóþunga eða vegna grjóthruns og eru mæliraðirnar því slitróttar. Mælingunum var hætt eftir veturinn 1998/1999 þegar talið var að nægum upplýsingum hefði verið safnað um snjódýpt á þessum svæðum. Mynd 3 sýnir snjódýptarmælingar vetranna þriggja þegar lesið var af stikunum. Myndin sýnir að snjódýptin breytist óreglulega með tíma eftir því sem snjóar, skefur og leysir um veturinn. Snjódýptin er mest á stiku 3 í 624 m hæð yfir sjó í Skollahvilft (sjá kort 6). Sú stika, sem var 4.5 m löng, fór á kaf (táknad með ör veturinn 1996/1997) eða brotnaði alla þessa þrjá vetur.

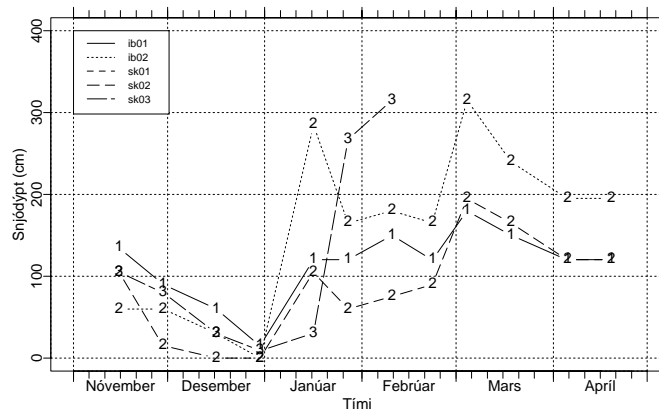
Snjódýptarsnið var mælt upp eftir Skollahvilft þann 2. maí 1997 þegar snjódýpt á svæðinu hafði minnkað talsvert frá hámarki vetrarins (mynd 4, heildreginn ferill). Unnt var að meta hámarks-snjódýpt vetrarins út frá mælingum á stikum fyrr um veturinn (mynd 4, brotinn ferill). Veturinn 1996/1997 var í meðallagi snjóþungur og sýnir mynd 4 að þá hefur lóðrétt snjódýpt náð um 6 m á um 30–50 m hæðarbili nærri miðju á hinu breiða upptakasvæði í Skollahvilft. Snjódýptin virtist svipuð á allbreiðu svæði nærri staðnum þar sem sniðið var mælt en nokkuð dró úr snjódýptinni í áttina að jöðrum hvíltarinnar. Myndin sýnir að snjósöfnunin er langmest upp undir fjallsbrúninni efst á upptakasvæðinu og minnkar hratt niður eftir hlíðinni, en hámarkssnjódýptin nær þó um og yfir 3 m á meira en 100 m hæðarbili neðan svæðisins þar sem dýptin var mest. Ætla má að snjódýptardreifingin með hæð sé með svipuðum hætti í snjóþungum vörum þegar snjódýptin efst getur orðið miklu meiri en veturinn 1996/1997, eins og mælingin í október 1995 er til marks um.

Á hryggjunum milli giljanna og neðar í hlíðinni neðan giljakjafanna er snjódýpt miklu minni en á aðalupptakasvæðunum milli ca. 500 og 640 m h.y.s. Snjó skefur af hryggjunum og þar sér í kletta allan veturinn, jafnvel í snjóþungum árum. Í hlíðinni neðan giljakjafanna má búast við að snjódýpt á opnum svæðum sé í stórum dráttum sambærileg við snjódýpt á láglandi annars staðar í þessum landshluta, þ.e. 50 ára snjódýpt á bilinu 1.25–1.75 m eins og áður var nefnt.

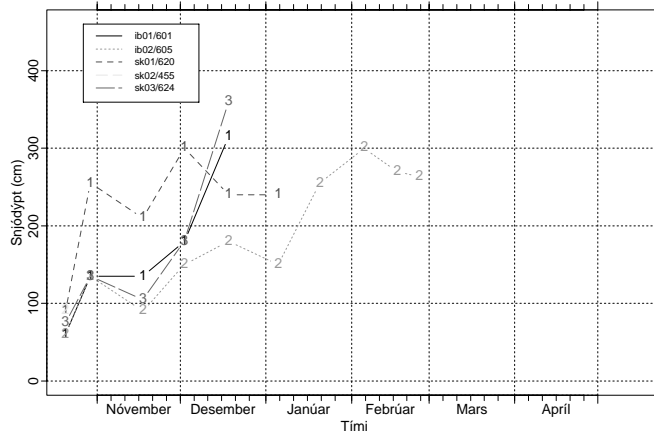
Flateyri 1996-97



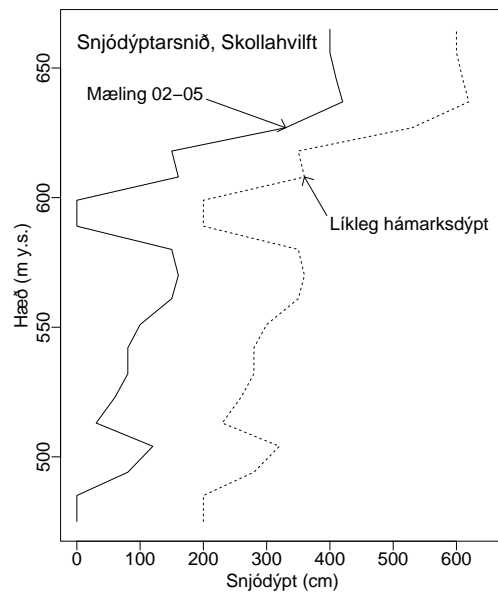
Flateyri 1997-98



Flateyri 1998/1999



Mynd 3. Lóðrétt snjódýpt á stikum í Innra-Bæjargili og Skollahvilft veturna 1996/1997, 1997/1998 og 1998/1999. Staðsetning stikanna er sýnd á korti 6.



Mynd 4. Lóðrétt snjódýpt upp eftir Skollahvilft mæld þann 2. maí 1997 (heildreginn ferill) ásamt mati á hámarkssnjódýpt vetrarins (brotinn ferill).

3 Staðhættir og hættumat

Samtals voru afmörkuð 5 möguleg upptakasvæði snjóflóða við Flateyri. Þau enda í klettabelti sem er einkennandi fyrir hliðina í um 500 m h.y.s. Svæðin má sjá á kortum 5 og 6.

3.1 Innra- Bæjargil og Skollahvilft

Upptakasvæði

Upptakasvæði Innra-Bæjargils er um 260 m breið skál sem nær upp að fjallsbrúninni í um 650 m h.y.s. Svæðið er merkt með 1 á kortum 5 og 6. Neðri brún upptakasvæðisins er talin vera klettabelti í um 500 m y.s. Þrátt fyrir þetta er talsvert svæði fyrir neðan einnig mögulegt upptakasvæði þar sem hallinn er meiri en 30° niður í um 200 m y.s. Yfirborðsflatarmál upptakasvæðisins er 7.3 ha og meðalhali þess 35° . Svæðið, sem nær niður í um 480 m h.y.s., er án áberandi skorninga eða dælda og yfirborð þess er berir klettur, lausir steinar og skriðuefni. Viðhorf svæðisins er S til SV.

Á hryggnum sem skilur að Innra-Bæjargil og Skollahvilft er laut sem byrjar í um 380 m y.s. og nær upp í um 550 m y.s. Flatarmál svæðisins sem er nr. 2 á kortum 5 og 6 er 2.9 ha. Mesta breidd svæðisins er um 125 m, meðalhali 39° og viðhorf þess SSV. Yfirborð svæðisins er að mestu berir klettur.

Skollahvilft er stór skál með viðhorf frá suðri til vesturs. Upptakasvæðið, sem hér er afmarkað, er á bilinu 660 til 480 m y.s. Meðalhali svæðisins er um 36° en hluti austanverðrar skálarinnar er brattari, og er halli þar á bilinu $41\text{--}43^\circ$. Yfirborðsflatarmál upptakasvæðisins er 22.2 ha og breidd þess um 700 m. Yfirborðið er berir klettur með skriðum á milli en svæðið er að öðru leyti án áberandi skorninga eða dælda eins og Innra-Bæjargilið.

Fallbraut

Fallbraut flóða úr Innra-Bæjargili byrjar í um 500 m h.y.s., þar sem hallinn er um 35° niður í um 300 m h.y.s. Þar fyrir neðan minnkar hallinn jafnt og þétt niður í β -punktinn sem er í um 30 m h.y.s. Fallbrautin er lítillega rásuð.

Fallbraut flóða úr lautinni milli Innra-Bæjargils og Skollahvilftar er svipuð og flóða úr Innra-Bæjargili nema hvað hún byrjar í um 380 m h.y.s. og er ekki rásuð.

Fallbraut flóða úr Skollahvilft er rásuð í 40 m djúpu og 150 m breiðu gili ofan til, en neðar er hún sambærileg fallbraut flóða úr upptakasvæðunum fyrir utan.

Úthlaupssvæði

Úthlaupssvæði flóða úr framangreindum upptakasvæðum ná allt frá því að vera utan Eyrarinnar og inn fyrir hana. Fyrir byggingu varnargarða voru úthlaupssvæðin að mestu á aurkeilum neðan skálanna en teygðu sig til beggja átta neðan þeirra og var byggðin á Flateyri því á úthlaupssvæðinu.

Flest húsin sem staðið hafa efst á úthlaupssvæðinu voru byggð á áttunda og níunda áratug síðustu aldar. Sá hluti úthlaupssvæðisins sem byggðin stendur á hefur halla á bilinu 0–3°.

Árið 1998 var lokið við að reisa tvo leiðigarða og þvergarð neðan skálanna tveggja til að beina flóðum frá byggðinni á Flateyri. Leiðigarðarnir eru 15–20 m háir. Garðurinn neðan Innra-Bæjargils hefur leiðihorn 18–25° en leiðihornið neðan Skollahvilftar er 18–20°. Þvergarðurinn sem tengir leiðigarðana er 10 m há. Halli garðanna flóðmegin er um 40°.

Efnið í garðana var tekið úr aurkeilum neðan giljanna og var efnistöku háttað þannig að landslag þar sem aurkeilurnar voru áður beini flóðum heldur frá görðunum og þar með byggðinni.

Veðurfarsskilyrði

Snjósöfnun í upptakasvæðin er líkleg í ríkjandi úrkomuáttum að vetri, þ.e. þegar vindur er af norðaustri. Norðan upptakasvæðanna eru stórar hásléttur sem eru aðsópssvæði fyrir skafrenning og getur snjósöfnun því orðið mjög mikil á stuttum tíma í stormi og mikilli ofankomu.

Mat á aðstæðum

Talin er hætta á snjóflóðum úr Innra-Bæjargili af stærðinni 150–200 þúsund m³. Veðurfarsaðstæður og snjóflóðasagan staðfesta að tíðni snjóflóða úr gilinu er mikil.

Úr lautinni milli Innra-Bæjargils og Skollahvilftar er talin hætta á flóðum á bilinu 30–50 þúsund m³ en tíðnin þar er mun minni en í skálanum sitt hvoru megin þar sem möguleikar til snjósöfnunar eru takmarkaðri.

Úr Skollahvilft er talin hætta á flóðum sem eru 500 þúsund m³ eða jafnvel stærri. Veðurfarsaðstæður og snjóflóðasaga staðfesta að tíðni flóða þar er mjög mikil.

Bæði Innra-Bæjargil og Skollahvilft eru stór upptakasvæði með ákjósanleg skilyrði til snjósöfnunar. Farvegirnir eru tiltölulega aflíðandi þannig að búast má við löngum snjóflóðum.

Hönnunarforsendur varnargarða gera ráð fyrir að þeir veiti fullnægjandi vörn gegn ofanflóðum í byggðinni.

Líkanreikningar

Kort 5 sýnir niðurstöðu líkanreikninga með líkani sem lýsir landi fyrir byggingu varnargarða og kort 6 sýnir sambærilegar niðurstöður eftir að varnargarðar voru reistir. Teikningar 1 og 2 sýna langsnið brauta flat01ba úr Innra-Bæjargili og flat02ba úr Skollahvilft miðað við landslag áður en varnargarðar voru reistir. Teikningar 5 og 6 sýna langsnið brauta flat01ax úr Innra-Bæjargili og flat02ax úr Skollahvilft eftir byggingu varnarvirkja. Möguleg skriðlengd snjóflóða var metin með rennslisstigum, α/β -líkani og SAMOS líkaninu.

Fyrir byggingu varnargarða náðu snjóflóð með rennslisstig u.þ.b. 14–15 byggðinni á Eyrinni og rennslisstig flóða sem ná að Sólbakka er um 14. Byggðin nær nokkuð upp fyrir α -punkt.

Tvívíðum SAMOS líkanreikningum er lýst í sérstakri greinargerð (Hörður Þór Sigurðsson, 2004). Líkanreikningarnir sýna vel líklega flóðstefnu og hvernig landslag brekkunnar hefur áhrif á dreifingu flóðanna.

Tómas Jóhannesson (1998c) athugaði tíðni snjóflóða úr Skollahvilft. Hann komst að þeirri niðurstöðu að endurkomutími mannskaðaflóðsins 1995 væri um 150 ár, og að endurkomutími flóða sem ná um 200 m lengra, og þar með að heita má yfir eyrina, væri á stærðarþrepinu 1000 ár. Að því leyti sem greiningin er sambærileg við tíðnimat með aðferðum Kristjáns Jónassonar o.fl. (1999) má segja að metin tíðni flóða úr Skollahvilft sé um 1–2 flóð á ári í rennslisstig 13.

Innra-Bæjargil og Skollahvilft eru þeir snjóflóðafarvegir ofan byggðar á Íslandi þar sem flóð eru tíðust. Úr Skollahvilft eru skráð 15 flóð fyrir byggingu varnargarðanna sem ná meira en rennslisstigi 15 (1991 (15.0), 1979 (15.1), 1917–19 (15.3), 1955 (15.3), 1978/79 (15.4), um 1960 (15.6), 1969 (15.6), 1958 (15.7), 1974 (16.3), eftir 1980 (16.3), um 1940 (16.5), 1963–5 (16.5), 1936 (17.4), 1953 (17.5) og 1995 (18.9)). Árið 1999 féll eitt flóð til viðbótar, sem leiðigarðurinn beindi frá byggðinni og í Bótina innan Eyrarinnar. Rennslisstig þess má meta um 16.5 ef garðurinn hefði ekki orðið á vegi flóðsins. Miðað við að áhorfstími sé 100 ár fæst tíðnin $F_{13} = (0.8, 1.2, 1.65, 2.15)$ á ári með aðferðum Kristjáns Jónassonar o.fl. (1999) ef tíðni er metin við viðmiðunarrennslisstigin $r_0 = (15, 16, 17, 18)$.

Mörg lengstu snjóflóðin í gagnasafni íslenskra snjóflóða, sem áhættumatsaðferðir Veðurstofunnar byggja á, eru úr Skollahvilft. Vegna þess hvernig líkindadreifing fyrir skriðlengd snjóflóða er metin, má færa rök fyrir því að hali líkindadreifingarinnar vanmeti tíðni stórra snjóflóða úr Skollahvilft. Vegna þessa mætti velja tíðni flóða úr Skollahvilft til að nota við áhættureikninga á efri hluta bilsins sem metin tíðni gefur til kynna.

Úr Innra-Bæjargili eru skráð 7 flóð fyrir byggingu varnargarðanna með skriðlengd sem nemur rennslisstigi 15 eða meira (um 1910 (15.5), 1987–9 (15.6), 1987 (15.6), 1995 (16.3), 1970–72 (16.7), 1974 (17.1), og um 1960 (17.3)). Árið 2000 féll eitt flóð í viðbót, sem leiðigarðurinn beindi frá byggðinni og í sjó fram, og má meta rennslisstig þess um 15.7 ef garðurinn hefði ekki komið til. Á grundvelli þessarar flóða er metin tíðni í rennslisstigi 13 því $F_{13} = 0.4–1.1$ á ári.

Ekki er kunnugt um að snjóflóð hafi valdið umtalsverðu tjóni þar sem nú stendur íbúðarhúsið að Sólbakka, þó nærri hafi legið 1995, þegar flóðið 26. október tók með sér bíl sem stóð rétt við húsið og braut glugga á efri hlið þess þannig að snjór barst inn í húsið. Flóð hafa oft fallið framhjá Sólbakka báðum megin og virðist sem lögum hlíðarinnar beini flóðum frá þessum stað. Erfitt er að meta endurkomutíma flóða sem lenda kunna á húsínu en líklegt er að hann sé á stærðarþrepinu nokkur hundruð ár.

Hættumat

Tíðni snjóflóða úr Innra-Bæjargili er metin 1 flóð á ári í rennslisstigi 13 og 2 á ári úr Skollahvilft við sama rennslisstig. Þetta er nærri því að vera tífalt meiri tíðni snjóflóða en á sambærilegum stað í slæmum snjóflóðafarvegum ofan þéttbýlis annars staðar á norðanverðum Vestfjörðum. Lega hættulína endurspeglar að mestu niðurstöður áhættureikninga að gefnu framangreindu tíðnimati. Þó hafa mörk hættusvæða verið aðlöguð með hliðsjón af tvívíðum líkanreikningum og huglægu

mati.

Milli Skollahvilftar og Miðhryggsgils (sjá neðar) er áhætta minni á mjóu svæði um það bil þar sem Sólbakki stendur. Svæðin sem flóð úr giljunum geta fallið á ná þó að mestu saman og nær hættusvæði C því út í sjó á öllu svæðinu.

Gilin eru venjulegir snjóflóðafarvegir með vel þekkta snjóflóðasögu þannig að óvissa er metin lítil ($\frac{1}{2}$).

3.2 Miðhryggsgil og Litlahryggsgil

Upptakasvæði

Miðhryggsgil er lítil skál sem er um 180 m breið. Upptakasvæðið er á bilinu 665 niður í um 500 m h.y.s. Svæðið er 4.8 ha og hefur viðhorf frá suðri til suðvesturs. Meðalhalli svæðisins er 36° og yfirborð þess er berir klettur og skriður.

Litlahryggsgil er svipuð en aðeins minni skál sem er 120 m breið. Upptakasvæðið er hér talið ná frá 670 niður í 500 m h.y.s. Svæðið er 3.4 ha og meðalhalla er 36° . Viðhorfið er frá suðri til suðvesturs og yfirborðið svipað og í Miðhryggsgili.

Fallbraut

Fallbraut flóða neðan Miðhryggsgils og Litlahryggsgils byrjar í um 500 m h.y.s. Brautin er að hluta í gilskorningum. Halli brautarinnar minnkar jafnt og þétt niður að β -punkti sem er í um 30–40 m h.y.s.

Úthlaupssvæði

Úthlaupssvæði byrjar í 30–40 m h.y.s. í β -punkti. Vegurinn inn með Öundurafirði er á Úthlaupssvæðinu og er halli þess $5\text{--}10^\circ$ undir eða niður fyrir veg.

Mat á aðstæðum

Úr Miðhryggsgil er talin hætta á flóðum sem eru 50–100 þúsund m^3 og að úr Litlahryggsgili geti fallið snjóflóð sem eru 35–70 þúsund m^3 .

Þó að hættan neðan giljanna sé mun minni en utar neðan Skollahvilftar er lítið undirlendi og geta meðalstór snjóflóð náð í sjó fram.

Líkanreikningar

Kort 5 sýnir niðurstöðu líkanreikninga. Teikningar 3 og 4 sýna langsnið brauta flmi01aa úr Miðhryggsgili og fl1i01aa úr Litlahryggsgili. Möguleg skriðlengd snjóflóða var metin með rennslisstigum, α/β -líkani og SAMOS líkaninu (Hörður Þór Sigurðsson, 2004).

Snjóflóð með rennslisstig 13–14 ná út í sjó og er ströndin nálægt $\alpha + 1$, β -punktur er um 150 m ofan strandarinnar.

Hættumat

Vegna þess hve undirlendi er lítið neðan Litlahryggsgils og Miðhryggsgils nær hættusvæði C neðan þeirra langt út í sjó. Óvissan um það hvort hættusvæði C nái út í sjó er því mjög lítil.

3.3 Varnarvirki

Neðan Innra-Bæjargils og Skollahvilftar voru reistir varnargarðar á árunum 1996–1998. Talið er að varnarvirkin veiti fullnægjandi vörn gegn snjóflóðum. Hönnuðir garðanna gerðu ráð fyrir að þeir leiði snjóflóð með skemmri endurkomutíma en 1000 ár að fullu frá byggðinni. Talið er að þetta svari til þess að áhætta neðan varnarvirkjanna sé minni en 0.2–0.5 af 10 000 á ári. Hættumatið neðan varnargarðanna endurspeglar þessar forsendur.

Umtalsverð óvissa er í mati á áhættu undir varnargörðum. Þessi óvissa er enn meiri en við almennt hættumat á svæðum þar sem varnarvirki hafa ekki verið reist. Af þessari ástæðu er ekki ráðlegt að auka þá áhættu sem í óvissunni felst með því að fjölga mjög íbúðum á svæðinu eða auka heildaráhættu með öðrum hætti.

Mörk hættusvæða neðan varnargarðanna eru ekki dregin eins og um hreint áhættumat væri að ræða. Mörk hættusvæðis C eru dregin rétt ofan efstu húsa sem má túlka þannig að óvarlegt sé, þrátt fyrir varnarvirkin, að teygja byggðina nær fjallinu. Vegna þess að flóð úr Skollahvilft geta orðið mjög stór og eru tíð, og að hluti aftakaflóða getur farið yfir varnargarðinn, er talið æskilegt að styrkja hús sem byggð kunna að vera næst honum. Því er afmarkað hættusvæði B innan varnargarðsins neðan Skollahvilftar. Á þessu svæði stendur bensínstöð og verslun en þar eru engin íbúðarhús. Hættusvæði A er látið ná litlu styttra en hættusvæði C náði áður til að endurspegla þá óvissu sem er um virkni varnarvirkja. Þannig eru efstu hús í byggðinni, ofan Tjarnargötu og austan Hafnarstrætis, á hættusvæði A. Óvissa í þessu mati er talin á bilinu 1–2 eins og fyrir önnur svæði neðan varnarvirkja.

Ekki er talið að varnargarðurinn og breytingar sem gerðar voru á lögun hlíðarinnar í tengslum við byggingu hans hafi mikil áhrif á hvort snjóflóð lendi á Sólbakka. Áhrifa leiðigarðsins undir Skollahvilft gætir væntanlega mest á tiltölulega mjóu svæði næst garðhliðinni, sbr. flóðið 1999 (Tómas Jóhannesson, 2001). Breytingin á lögun aurkeilunnar neðan gilsins gætu haft nokkur áhrif í þá átt að beina flóðum á þessum stað meira til austurs, en 11 m hár varnarfleygur sem reistur var ofan íbúðarhússins ætti að veita þessi áhrif upp og gott betur. Varnarfleygurinn ofan Sólbakka er

talinn minnka áhættu þar nægilega til þess að áhættan sé ekki meiri en sem nemur því að húsið sé á hættusvæði B. Þar sem varnaráhrif fleygins eru mjög staðbundin er það mat einskorðað við húsið sjálft.

Hættumatið eftir byggingu varnarvirkja er sýnt með heildregnum línunum á korti 7. Það miðast við að varnarvirkjunum verði viðhaldið þannig að virkni þeirra skerðist ekki. Snjóflóð sem stöðvast við garðana geta dregið tímabundið úr virkni þeirra gagnvart flóðum sem kunna að falla síðar sama vetur. Þá þarf annað hvort að ryðja snjónum frá gördunum eða taka tillit til skertrar virkni þeirra með rýmingu húsnæðis ef snjóflóðahætta kemur upp við þessar aðstæður.

Eins og fram kom hér að framan hafa tvö allstór flóð fallið á varnargarðana eftir byggingu þeirra, þann 21. febrúar 1999 á Skollahvilftargarðinn og þann 28. febrúar 2000 á garðinn undir Innra-Bæjargili (Tómas Jóhannesson o.fl., 1999b; Tómas Jóhannesson, 2001) (sjá kort 3). Flóðin, sem voru rúmlega 100 þúsund m³ að stærð, runnu 12–13 m (mælt lóðrétt) upp á hliðar garðanna sem beindu flóðunum frá byggðinni og í sjó fram. Skollahvilftarflóðið átti um 4 m eftir upp á topp garðsins þar sem það náði hæst og Innra-Bæjargilsflóðið um 6 m. Garðarnir sýndu sig að virka eins og til er ætlast gagnvart þessum flóðum. Jafnframt færðu þau mönnum sanninn um að garðarnir munu beina talsvert stærri flóðum frá byggðinni vegna þess að þessi flóð voru fjarri því að ná yfir þá. Óvissa um virkni garðanna gagnvart hamfaraflóðum, eins og flóðinu 1995 og þar af stærri flóðum, er hins vegar enn til staðar eins og að framan er rætt. Því þörf á að rannsaka öll flóð sem falla á garðana og nota reynsluna sem þannig fæst til þess að meta betur virkni garðanna gagnvart mjög stórum flóðum. Í þessu skyni hefur verið komið fyrir mælitækjum til þess að mæla hraða snjóflóða sem falla á Skollahvilftargarðinn.

4 Niðurstaða

Skollahvilft og Innra-Bæjargil eru að líkindum hættulegustu snjóflóðafarvegir ofan þéttbýlis á Íslandi. Áður en varnarvirki voru reist var áhætta vegna snjóflóða óviðunandi fyrir stóran hluta íbúðarbyggðarinnar. Fjöldi húsa var á og langt inni á hættusvæði C.

Varnargarðar ofan byggðarinnar hafa minnkað áhættu íbúa verulega og eru nú engin hús á hættusvæði C. Vegna sérstöðu Skollahvilftar er hluti svæðisins neðan garðanna á hættusvæði B. Nokkur fjöldi húsa er á hættusvæði A sem er áminning um að áfram þurfi að fylgjast með aðstæðum og að rýma hús á svæðinu ef sérstakar aðstæður koma upp.

Talið er að Sólbakki hafi verið á hættusvæði C en að fleygur ofan íbúðarhússins minnki áhættu nægjanlega til þess að áhætta þar sé ekki meiri en sem nemur því að húsið sé á hættusvæði B. Þar sem varnaráhrif fleygsins eru mjög staðbundin er það mat einskorðað við húsið sjálft.

Telja má að brugðist hafi verið við snjóflóðahættu á Flateyri með fullnægjandi hætti og ekki sé þörf á frekari varnaraðgerðum. Þó þarf áfram að fylgjast með virkni varnanna, snjóflóðaaðstæðum, viðhalda varnargörðum þannig að þeir haldi fullri virkni og bregðast við ef snjóflóð stöðvast við garðana og draga úr virkri hæð þeirra.

Heimildir

- Erik Hestnes. 1985. *Skredfare i arealbruksammenheng. Studietur i Island. 30.07–05.08.1984.* Norges Geotekniske Institutt, Rapport nr. 58030-3.
- Halldór Björnsson. 2002. *Veður í aðdraganda snjóflóðahrina á norðanverðum Vestfjörðum.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 02019.
- Hörður Þór Sigurðsson. 2004. *Results of the 2D avalanche model SAMOS for Flateyri, Súðavík and Innri-Kirkjubólshlíð.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 04013.
- Hörður Þór Sigurðsson og Kristján Ágústsson. 2004. *Hættumat fyrir Ólafsvík, Snæfellsbæ.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 04007.
- Jón Gunnar Egilsson. 1995. *Flateyri við Öundurarfjörð. Snjóflóðaannáll: 1936–1995. Vinnuútgáfa—14. ágúst 1995.* Veðurstofa Íslands.
- Kristjana G. Eypórsdóttir og Jón Gunnar Egilsson. 1989. *Snjóflóð á Flateyri. Snjóflóðaskrá. Snjóflóðakort.* Veðurstofa Íslands.
- Kristján Ágústsson, Tómas Jóhannesson, Siegfried Sauermoser, Hörður Þór Sigurðsson og Esther H. Jensen. 2003a. *Hazard Zoning for Patreksfjörður, Vesturbyggð.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 03029.
- Kristján Ágústsson, Tómas Jóhannesson, Siegfried Sauermoser og Hörður Þór Sigurðsson. 2003b. *Hazard Zoning for Bíldudalur, Vesturbyggð.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 03034.
- Kristján Ágústsson, Tómas Jóhannesson, Siegfried Sauermoser og Þorsteinn Arnalds. 2002. *Hazard Zoning for Bolungarvík.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 02031.
- Kristján Jónasson og Trausti Jónsson. 1997. *Fimmtíu ára snjódýpt á Íslandi.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 97025.
- 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.
- McClung, D. 1996a. *Flateyri, Iceland—Discussion and calculations. Part I. Flateyri: Channel superelevation, speed and run-up estimates from the October, 1995 event. Part II. Run-up calculations, Skollahvilft and Innra-Bæjargil deflectors.* Þrjár óformlegar skýrslur unnar fyrir Veðurstofu Íslands.
- McClung, D. 1996b. *Calculation of impact pressures from powder component below deflectors.* Óformleg skýrsla unnin fyrir Veðurstofu Íslands.
- Perla, R., T. T. Cheng and D. M. McClung. 1980. A two-parameter model of snow-avalanche motion. *J. Glaciol.*, **26**(94), 197–207.
- Svanbjörg Helga Haraldsdóttir. 1998. *Snjóflóð úr Skollahvilft—Snjóflóðahrinan í október 1995.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 98003.

- Svanbjörg Helga Haraldsdóttir. 2002. *Snjóflóðasaga Flateyrar og Önundarfjarðar*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 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.
- Sigurður Kiernan, Jón Gunnar Egilsson og Tómas Jóhannesson. 1998. *Snjódýptarmælingar á stikum veturinn 1996/97*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 98018.
- Sigurður Kiernan og Tómas Jóhannesson. 1998. *Snjódýptarmælingar á stikum veturinn 1997/98*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 98045.
- Sigurður Kiernan, Jón Gunnar Egilsson og Tómas Jóhannesson. 1999. *Snjódýptarmælingar á stikum, við leiðigarða og á snjódýptarsniðum í fjallshlíðum veturinn 1998/1999*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 99021.
- Tómas Jóhannesson. 1998a. *A topographical model for Icelandic avalanches*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 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. 1998c. *Return period of avalanches on Flateyri*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 98008.
- Tómas Jóhannesson. 2001. Run-up of two avalanches on the deflecting dams at Flateyri, northwestern Iceland. *A. Glaciol.*, **32**, 350–354.
- Tómas Jóhannesson, Jan Otto Larsen og Josef Hopf. 1999a. *Pilot Project in Siglufjörður. Interpretation of observations from the winter 1996/97 and comparison with similar observations from other countries*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 98033.
- Tómas Jóhannesson, Karstein Lied, Stefan Margreth og Frode Sandersen. 1996. *An overview of the need for avalanche protection measures in Iceland*. Veðurstofa Íslands, rit 96004.
- Tómas Jóhannesson, Oddur Pétursson, Jón Gunnar Egilsson og Gunnar Guðni Tómasson. 1999b. Snjóflóðið á Flateyri 21. febrúar 1999 og áhrif varnargarða ofan byggðarinnar. *Náttúrufræðingurinn*, **69**(1), 3–10.
- Tómas Jóhannesson og Trausti Jónsson. 1996. *Weather in Vestfirðir before and during several avalanche cycles in the period 1949 to 1995*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 96015.
- Trausti Jónsson. 1998. *Hlutfallslíkur snjóflóðaátta á Vestfjörðum og Austfjörðum*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 98013.
- Umhverfissráðuneytið. 1997. *Bréf varðandi reglur um snjóflóðahættumat*.
- Umhverfissráðuneytið. 2000. *Reglugerð nr. 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats*.
- VÍ. 1997. *Greinargerð um snjóflóðaádstæður vegna rýmingarkorts fyrir Flateyri*. Veðurstofa

- Íslands, greinarg. 97013.
- VS. 1986. *Útreikningar á hraða og skriðlengd snjóflóða. Þróun reiknilíkans fyrir tölvu, samanburður við þekkt snjóflóð, tillögur um reikniaðferðir.* Verkfræðistofa Siglufjarðar.
- VS. 1989. *Flateyri. Hættumat vegna snjóflóða. Fylgirit.* Verkfræðistofa Siglufjarðar.
- VS. 1996. *Notkun eðlisfræðilegra líkana til þess að líkja eftir snjóflóði sem féll á Flateyri 26/10 1995.* Verkfræðistofa Siglufjarðar.
- VST og NGI. 1996. *Flateyri. Avalanche defence appraisal.* Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen og Norges Geotekniske Institutt.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir. 2001a. *Hazard Zoning for Ísafjörður, Siglufjörður and Neskaupstaður. General Report.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 01009.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Harpa Grímsdóttir. 2001b. *Hazard zoning for Neskaupstaður. Technical report.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 01010.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2001c. *Hazard zoning for Siglufjörður. Technical report.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 01020.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Esther H. Jensen. 2002a. *Hazard zoning for Seyðisfjörður.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 02010.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Esther H. Jensen. 2002b. *Hazard zoning for Eskifjörður.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 02015.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2002c. *Hazard zoning for Ísafjörður and Hnífsdalur. Technical report.* Veðurstofa Íslands, greinarg. 02020.
- Þorsteinn Sæmundsson. 2005. *Jarðfræðileg ummerki snjóflóða.* Náttúrufræðistofnun Íslands, greinarg. 05010.

A Tæknileg hugtök og skilgreiningar

α -horn: Sjónarhorn frá stöðvunarstað snjóflóðs upp að efri brún upptakasvæðis (sjá mynd 5).

β -horn: Sjónarhorn frá stað í snjóflóðafarvegi þar sem landhalli er 10° upp að efri brún upptakasvæðis (sjá mynd 5).

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

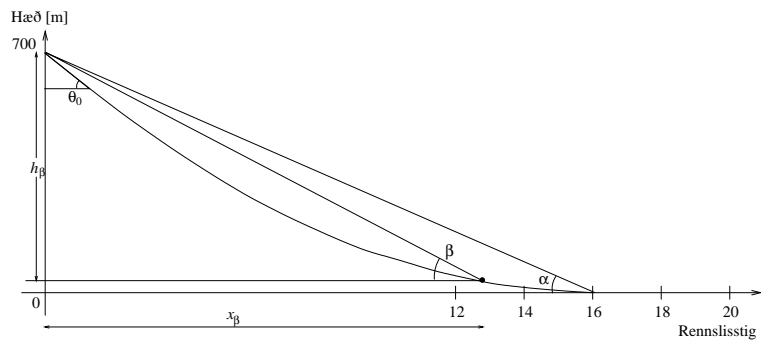
$$\alpha = 0.85 \cdot \beta, \quad \sigma = 2.2^\circ$$

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* (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. Rennslisstig eru skriðlengd í hundruðum metra í sk. staðalbrekku (sjá mynd 5), sem er 700 m há og hefur svipaða lögun og algengar íslenskar snjóflóðahlíðar. 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 5. Staðalbrekka. α -hornið er væntigildi úthlaupshorns snjóflóðs samkvæmt α/β -líkani.

B Ofanflóð

Í viðauka þessum er að finna lista yfir skráð snjóflóð á hættumetna svæðinu við Flateyri. Flóðin má einnig sjá á kortum 2 og 3. Rennslisstig eru skráð þegar úthlaupslengd viðkomandi snjóflóðs er þekkt. Nánari upplýsingar er að finna í snjóflóðaánnál Flateyrar (Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, 2002).

Innra-Bæjargil

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5037 um 1910 <i>15.5</i>	Skriðlengd er ekki þekkt og tími óöruggur, en flóð fór yfir svæði, þar sem menn byggðu síðar við Ólafstún.
5047 um 1960 <i>17.3</i>	Stöðvaðist líklega 10–20 m ofan við bílskúr, sem tilheyrði sjúkraskýlinu. Breidd líklega 3–4 m neðst, en samt þó nokkurt snjómagn. Þetta er lengsta þekkta flóð á þessum stað.
5149 1970–1972 <i>16.7</i>	Flóðið fór niður fyrir Goðahól og tók með sér hluta af fiskhúshjalla. Seinna fór fiskhúshjallinn alveg með flóði.
5009 11.2.1974 <i>17.1</i>	Tungan náði langleiðina niður undir barnaskóla, og hröngl kom að Eyrarvegi 12. Flóðið braut 3 staura í raflínunni Flateyri - Suðureyri og mólbraut stóran fiskhjall við Goðahól og flutti niður í fjöru. Flóðtungur voru allt að samfelldar yfir alla eyrina.
5014 8.11.1980 <i>7.2</i>	Stöðvaðist ofarlega á Innri-Bæjarhrygg.
5016 1.4.1987 <i>15.6</i>	Flóðið olli skemmdum á raflínu, og flóðin þennan dag skemmdu fjárgirðingar. Flóðið fór að horni íbúðarhússins nr. 14 við Ólafstún og stöðvaðist skammt frá húsi nr. 14 við Goðatún.
5018 2.4.1987 <i>13.6</i>	Upptök voru neðarlega og sérkennilega stöllótt.
5019 1987–1989 <i>15.6</i>	Flóð tók ruslatunnu utan við ysta húsið við Ólafstún, og skildi eftir köggla milli húsa við sömu götu.
5021 28.1.1990 <i>12.5</i>	Stöðvaðist á milli snjóflóðavarnarkeilanna. Flóðið féll meðan á rýmingum stóð.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5022 29.1.1990 13.7	Flóðið náði niður fyrir snjóflóðavarnarkeilurnar.
5023 30.1.1990 14.3	Stöðvaðist rétt fyrir ofan kirkjugarð og í 20–30 m fjarlægð frá húsinu Ólafstúni 2.
5026 17.3.1991 14.4	Fór niður fyrir snjóflóðavarnarkeilur og niður að raflínu (hér er átt við gömlu staðsetningu línunnar). Mörg smá flóð í sama farvegi, margar brotlínur, margar tungur.
5030 18.1.1995 16.3	Flóðið lenti á gömlu snjóflóðagörðunum, mest á ytri garðinum. Skemmdi tvö íbúðarhús, Ólafstún 14 og Goðatún 14, sem og vatnstank. Lenti einnig á jarðýtu og hjólaskóflu.
5031 22.1.1995 12.1	Snjóflóð sem þetta eru mjög algeng úr Innra Bæjargili og mörg þeirra hvergi til skráð.
5032 16.3.1995 12.0	Flóðið fylgdi innri brún aurkeilunnar neðan gilsins og stöðvaðist rétt ofan við nýjustu snjóflóðavarnarkeilurnar.
5034 18.3.1995 12.1	Flóðið fylgdi innri brún aurkeilunnar neðan gilsins og stöðvaðist rétt ofan við nýjustu snjóflóðavarnarkeilurnar. Mjög svipað og flóðið sem féll tveimur dögum fyrr (nr. 5032).
5059 6.2.1997 8.8	Náði um 100 m niður fyrir gilkaft, í um 160 m hæð.
5064 27.3.1997 8.9	Stöðvaðist um 200 m neðan við gilkaftinn.
5065 14.1.1998 6.4	Stöðvaðist í gilmunnanum.
5067 22/23.10.1998 8.9	Fór um 100 m niður á skriðuhrygginn. Flóðið var brúnleitt.
5071 7/8.11.1998 9.5	Fleiri flóð féllu á sama tíma. Vott flekahlaup og mjótt flóð.
5076 21.2.1999 8.9	Fór um 150 m niður á hrygginn og stöðvaðist í 200 m fjarlægð frá varnargarði.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5080 11.3.1999 9.7	Flóðið stöðvaðist efst við vestari varnargarðinn í um 80 m y.s.
5092 8.1.2000 7.2	Þetta var bara smá flóð, en stærri flóð féllu í Ytra-Bæjargili og Skollahvilft.
5094 12.2.2000 9.0	Lítið snjómag, fínköglótt.
5083 28.2.2000 > 16.1	Flóðið kom efst á vesturhlið varnargarðsins, flæddi 11–12 m upp á hann og fór með breyttri stefnu meðfram honum til sjávar.
5596 5/6.3.2000 9.4	Flóðið stöðvaðist efst á móts við varnargarðana í 90 m y.s.
5098 3/4.11.2000 12.9	Fór niður að miðjum varnargarðinum.
5136 1/2.1.2001 8.9	Lítið flóð.
5085 28.3.2001 12.6	Flóðið féll að varnargarðinum og 300 m niður með honum og stöðvaðist í 50 m y.s.
5145 22.2.2002	Lítið flóð. Alls féllu 5 lítil snjóflóð um svipað leyti, víðs vegar um norðanverðan Önundarfjörð.

Skollahvilft

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5038 1917- 1919 15.3	Innra og efra horn kirkjugarðsins fór í flóðinu. Tveir menn lentu sinn í hvorum jaðri þess en báðir björguðust. Flóðið fór í sjó fram á Bakkana.
5001 20.3.1936 17.4	Flóðið fór lengra en áður var skráð. Það fór niður í Bótarlæk. Sópaði það burt tveimur stórum fiskþurrkunarhjöllum, braut 5 símastaura, rauf girðingar um tún og matjurtargarða og sáluhlið kirkjugarðsins og girðing löskuðust, og skemmdir urðu á minnismarkjum.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5041 um 1940 <i>16.5</i>	Snjóflóð fór yfir kirkjugarðinn, kom á tröppur húss Guðmundar M. Jónssonar við Tjarnargötu, sem var næsta hús við Svíahúsið.
5004 2.4.1953 <i>17.5</i>	Flóðið tók garðveggi við Svíahúsið, fór að hliði að Hafnarstræti 45. Það fór í eða yfir tjörnina, yfir svæði, sem hét Grund, niður fyrir Hafnarstræti 41, í Bótarlækinn og í sjó fram. Snjóflóð flutti legstein úr kirkjugarðinum og stöðvaðist neðan við þar sem Essóstöðin var síðar. Flóðið fór lengra en skráð var fyrr og innar en flóðið í október 1995.
5043 1955 <i>15.3</i>	Kirkjugarðsveggur laskaðist í flóðinu.
5044 um 14.3.1958 > <i>15.7</i>	Tími flóðsins er 1958, líklega þann 14.3. Upptök flekans voru um 100–150 m neðan við brún. Flóðið fór niður í Ásbjarnargarð, Kvenfélagsgarð öðru nafni, út og niður fyrir kirkjugarð, fór um 100 m frá Rauðu rósinni, öðru nafni Svíahúsínu og í sjó fram þar sem nú er fylling.
5046 um 1960 <i>15.6</i>	Mjó spýja féll utan við kirkjugarð, niður undir hann miðjan.
5049 1963–1965 <i>16.5</i>	Flóðið fór að Svíahúsínu og í sjó fram í Bótinni, en skemmdi ekkert.
5007 10.11.1969 <i>15.6</i>	Ytri jaðar flóðsins var í um 100 m fjarlægð frá næstu íbúðarhúsum. Innri jaðar flóðsins lenti á hæsnahúsi er stóð rétt utan við Sólbakka og um 100 hænsni fórust af 250. Flóðið sleit háspennulínu og teppti veginn inn í þorpið.
5010 11.2.1974 <i>16.3</i>	GÁ byrjaði að moka við Rauðu rósina, en þar var það þunnt, en um það bil samfelld og um um 2–3 m þykkt uppi á hæðinni í Króknum. Flóðtungur úr Skollahvilft og Innra Bæjargili virðast hafa verið allt að samfelldar yfir alla eyrina, neðan við þar sem raðhúsallengjan var síðar byggð.
5050 11.2.1974 <i>13.7</i>	Þetta flóð féll innar en meginflóðið úr Skollahvilft (nr. 5010).
5051 1978/1979 <i>15.4</i>	Flóðið fór niður fyrir kirkjugarð.
5013 29.11.1979 <i>15.1</i>	Flóðið fór líklega niður undir kirkjugarð. Heimildum ber ekki saman um úthlaupslengd og tegund flóðs.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5052 eftir 1980 <i>16.3</i>	Flóðið fór á milli Hjallavegar 12 og spennistöðvar. Óljósar heimildir.
5053 des 1981 <i>14.9</i>	Flóðið stöðvaðist ofan við kirkjugarð. Flóðið tók bálköst sem byrjað var að hlaða fyrir gamlárskvöld og dreifði braki úr honum niður undir kirkjugarð.
5054 24–25.03.1987 <i>10.2</i>	Mjög lítið flóð.
5017 1.4.1987 <i>14.9</i>	Flóð féllu á sama tíma úr Skollahvilft og Bæjargili og voru um 350 m breið og dreifðust yfir snjóflóðavarnirnar. Flóðið fór yfir Eyrarhrygg og snjóflóðavarnarkeilurnar. Það stöðvaðist í um 40 m fjarlægð frá húsi nr. 2 við Ólafstún.
5056 25.1.1990 <i>11.9</i>	Lítið flóð.
5025 5.1.1991 <i>13.2</i>	Þrjú flóð, 1 úr hvilftinni sjálfri, 2 úr hlíðinni. Flóðin fóru niður að snjóflóðavarnarkeilum.
5027 17.3.1991 <i>12.9</i>	Féll niður á aurkeiluna, stöðvaðist rúmlega 50 m ofan við snjóflóðavarnarkeilur. Mörg snjóflóð í sama farvegi, margar brotlínur. Einnig féllu nokkur lítil flóð úr hvilftinni austanverðri, en þau náðu ekki niður hlíðina.
5028 12.11.1991 <i>14.9</i>	Stöðvaðist um 30 m frá húsum við Ólafstún.
5058 26.10.1995 <i>18.9</i>	Skollahvilftarflóðið 1995 er stærst þekktra flóða þarna. Þrjú brotsár sáust þegar horft var upp í hvilftina. Flóðið fór á byggðina á Flateyri og 20 manns fórust. Mörg íbúðarhús eyðilögðust, svo og spennistöð, bensínstöð Essó og minjasafn.
5061 1.3.1997 <i>12.3</i>	Stöðvaðist í um 70 m hæð 300 m neðan við gilkaftinn.
5063 27.3.1997 <i>11.2</i>	Stöðvaðist rétt neðan við gilkaftinn.
5066 14.1.1998 <i>9.5</i>	Flóðið stöðvaðist í hvilftarmunnanum.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5068 22/23.10.1998 11.6	Fór um 100 m niður á skriðuhrygginn.
5070 7/8.11.1998 9.5	Samkvæmt korti eru upptök mjó og í tvennu lagi.
5075 21.2.1999 > 17.6	Féll niður á fyllingu ofan smábátahafnar og stöðvaðist í 75 m fjarlægð frá smábátahöfninni. Flóðið flæddi upp á varnargarðinn sem beindi því frá byggðinni til sjávar.
5081 11.3.1999 13.3	Flóðin stöðvuðust skammt austan við varnargarðinn. Fjarlægð frá eystri varnargarði 40 m. Tvö flóð, sem sáust á ratsjá varðskips.
5090 26/27.12.1999 10.4	Flóðið stöðvaðist 150 m neðan við gilmunnan.
5091 8.1.2000 14.8	Flóðið stöðvaðist við lónið innan til við varnargarðinn. Fjarlægð frá varnargarði var 10 m.
5592 29.2.2000 14.3	Flóðið stöðvaðist 35 m ofan við gamla veginn að Sólbakka og 80 m ofan við lónið. Sjáanleg merki voru um að allstórt snjóflóð hafði fallið úr norðvesturbarmi hvilftarinnar nokkrum klst. áður.
5097 10/11.11.2000 11.0	Flóðið stöðvaðist um 100 m neðan við gilmunnan.
5137 28.1.2001 10.6	Þurrt, lítið snjómagn.
5087 4.3.2001 14.9	Snjóflóðið kom ekki að varnargarðinum, en fór niður á lónið, í 0 m y.s.
5088 28.3.2001 13.5	Flóðið stöðvaðist á móts við miðjan varnargarðinn um 50 m frá honum í 40 m y.s.
5144 1/2. 5.2002 11.0	Spýja, sem lagðist yfir stærra flóð frá því deginum áður.
5143 1.5.2002 14.0	Flóðið stöðvaðist ofan við veg frá Flateyri til Sólbakka í 35 m y.s.

Flateyri óstaðsett

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5035 fyrir 1710	Úr Jarðarbók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns: Hætt er kvikfje fyrir sjáfarflæðum og merkilega fyrir snjóflóðum, og hafa þessi snjóflóð stundum tekið hjer bæði menn og fje út í sjó, og hesta, og gjört með því stórkostlegan skaða.
5040 21.1.1935	Skriður fóru á 6 tún, sem Flateyringar höfðu ræktað. Aurblönduð krapaflóð.
5003 27.11.1938	Ofan við Flateyrarkauptún. Nokkur snjóflóð hlupu úr Eyrarfjalli.

Miðhryggsgil og Litlahryggsgil

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5039 21.1.1935	Ofan Sólbakkaverksmiðjunnar. Fóru flóðin yfir nokkuð af lóð Sólbakkaverksmiðjunnar, fóru inn í hana og upp á glugga brekkumegin. Aurblandað krapaflóð.
5002 27.11.1938 > 13.9	Steinsteypt vatnsþró síldarverksmiðjunnar á Sólbakka var uppi í hlíðinni og skemmdist. Tók það símalínuna á 200 m kafla, braut 5 símastaura og bar þá niður í fjöru. Þetta flóð var mjórra og innar en flóðið 1974 (nr. 5020).
5042 um 1950	Ofan við Sólbakkaverksmiðjuna. Verksmiðjan fylltist af snjó og fór flóðið gegnum vélasalinn og náði í sjó fram. Tími flóðsins er ekki öruggur.
5048 1960–1970	Tók skúr áfastan við íbúðarhúsið á Sólvöllum. Tími óviss.
5006 4.2.1968 11.7	Flóðið féll á Sólbakkaengjar.
5011 11.2.1974 > 14.2	Ytri jaðar tungunnar var um 20 m innan við Sólvallahúsið. Flóðið braut fjóra staura í 33 kV orkulínunni frá Mjólka og sleit línuna, einnig tók það sjónvarpshús, sem var að vísu niður lagt, en í því var talstöð frá Landsíma Íslands. Sjónvarpshúsið fannst rekið handan fjarðarins, gjörónýtt.
5020 25.1.1990 > 14.3	Flóðið féll mjög nærri grunni íbúðarhúss á Sólvöllum.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5029 18.1.1995 > 14.2	Olli flóðbylgju, sem menn um borð í togara í höfninni á Flateyri urðu varir við. Flóðið er einnig skráð nr. 5129 úr Miðhryggsgili en aðeins nr. 5029 í ArcInfo og á kortum.
5033 17.3.1995 > 14.2	Flóðið féll í sjó fram. Skemmdi gömul útihús við Sólbakka og lokaði vegi.
5060 22.2.1997	Féll innan við Sólvelli, stöðvaðist 10 m neðan við þjóðveginn, fast við ristarhliðið.
5069 22/23.10.1998 10.7	Fór niður í brekkurætur.
5079 11.3.1999 13.9	Flóðið fór niður í fjöru.
5089 26/27.12.1999 8.5	Flóðið stöðvaðist neðan við gilmunnan í 120 m y.s.
5593 5/6.3.2000 9.5	Flóðið stöðvaðist við hlíðarrætur í 300 m fjarlægð frá þjóðvegi.
5595 5/6.3.2000 10.7	Flóðið stöðvaðist við hlíðarrætur í 250 m fjarlægð frá þjóðvegi.
5099 3/4.11.2000 10.7	Lítið flóð.
5603 11.1.2001	Lítið flóð.
5138 26/27.1.2001 7.9	Lítið flóð.
5139 26/27.1.2001 6.7	Lítið flóð.
5086 28.3.2001 12.5	Flóðið stöðvaðist í 80 m fjarlægð frá þjóðveginum í 20 m y.s.
5146 22.2.2002	Lítið flóð. Alls féllu 5 lítil snjóflóð um svipað leyti, víðs vegar um norðanverðan Öfundarfjörð.

Númer Tími <i>Rennslisstig</i>	Lýsing
5147 22.2.2002	Lítið flóð. Alls féllu 5 lítil snjóflóð um svipað leyti, víðs vegar um norðanverðan Öndarfjörð.

C Kort

Kort 1. Yfirlitskort af Flateyri og nágrenni ásamt mörkum hættumetins svæðis. (A4, 1:20000).

Kort 2. Skráð snjóflóð við Flateyri fram til 31.7.1997. (A4, 1:10000).

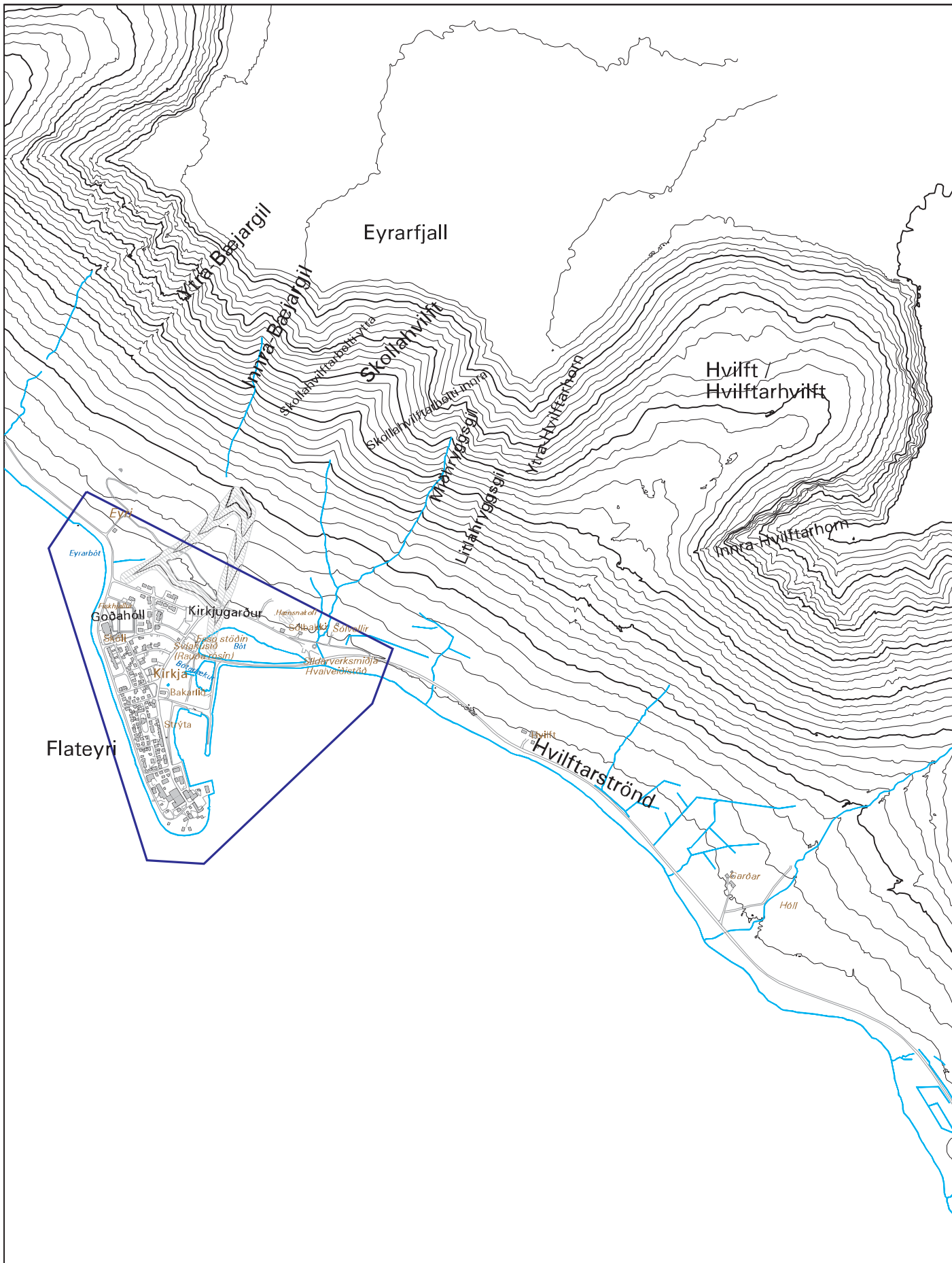
Kort 3. Skráð snjóflóð við Flateyri eftir 1.8.1997. (A4, 1:10000).


Kort 4. Hættumat frá 1990. (A4, 1:7500).

Kort 5. Niðurstöður líkanreikninga fyrir landlíkan fyrir byggingu varnargarðs (A4, 1:10000).


Kort 6. Niðurstöður líkanreikninga fyrir landlíkan eftir byggingu varnargarðs (A4, 1:10000).

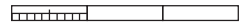
Kort 7. Hættumat. (A3, 1:7500).




Veðurstofa Íslands
 maí 2004

Flateyri
 Kort 1. Hættumetið svæði


 Mörk hættumetins svæðis

1:20000 

0 200 400 600 m







Veðurstofa Íslands
maí 2004

Flateyri
Kort 2. Snjóflóð til 31.07.1997


— Útlínur snjóflóða öruggar

- - - Útlínur snjóflóða ónákvæmar

... Útlínur snjóflóða óvissar

..... Útlínur snjóflóða í sjó

1:10000



0


100

200





300 m






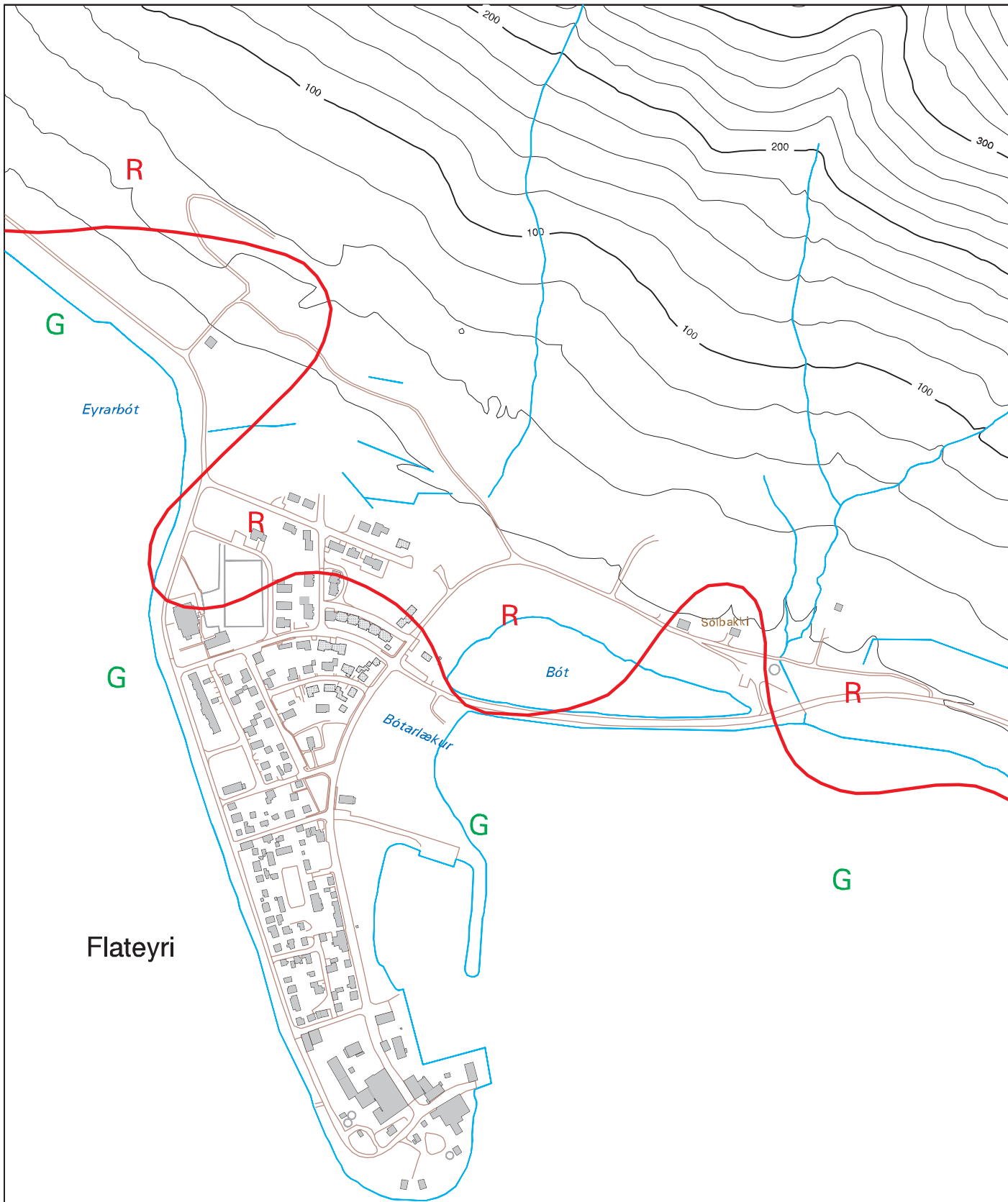

Veðurstofa Íslands
 maí 2004

Flateyri
 Kort 3. Snjóflóð 01.08.1997-30.04.2004

 Útlínur snjóflóða öruggar
 Útlínur snjóflóða ónákvæmar
 Útlínur snjóflóða óvissar
 Útlínur snjóflóða í sjó

1:10000 
 0 100 200 300 m





Flateyri

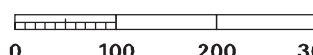


Væðurstofa Íslands
maí 2004

Flateyri
Kort 4. Hættumat frá 1990

- Mörk hættusvæðis
- R Hættusvæði
- G Hættulaust svæði

1:7500




0 100 200 300 m

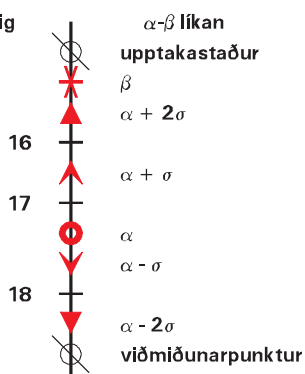


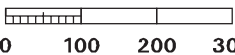


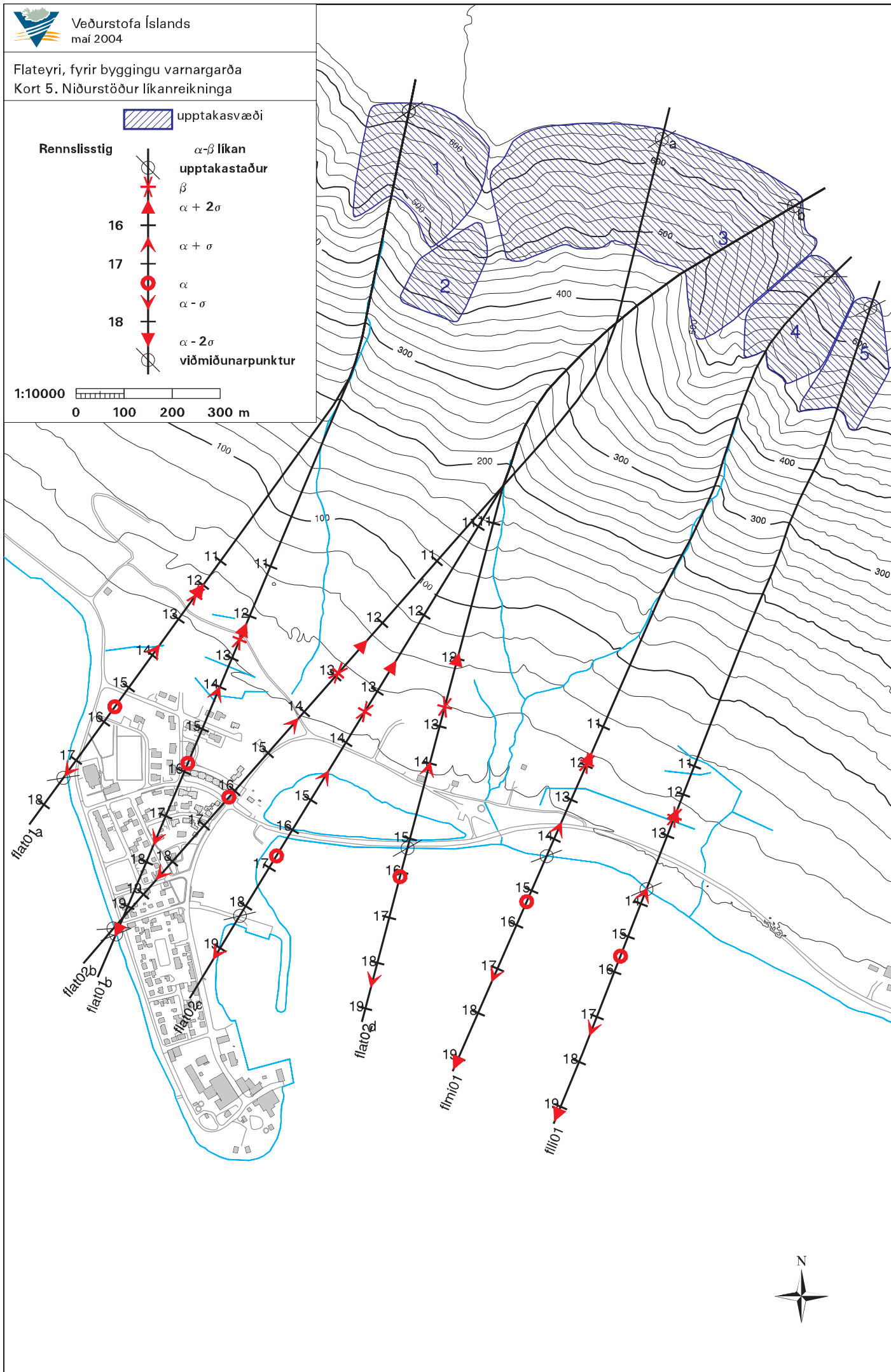
Flateyri, fyrir byggingu varnargarða
Kort 5. Niðurstöður líkanreikninga

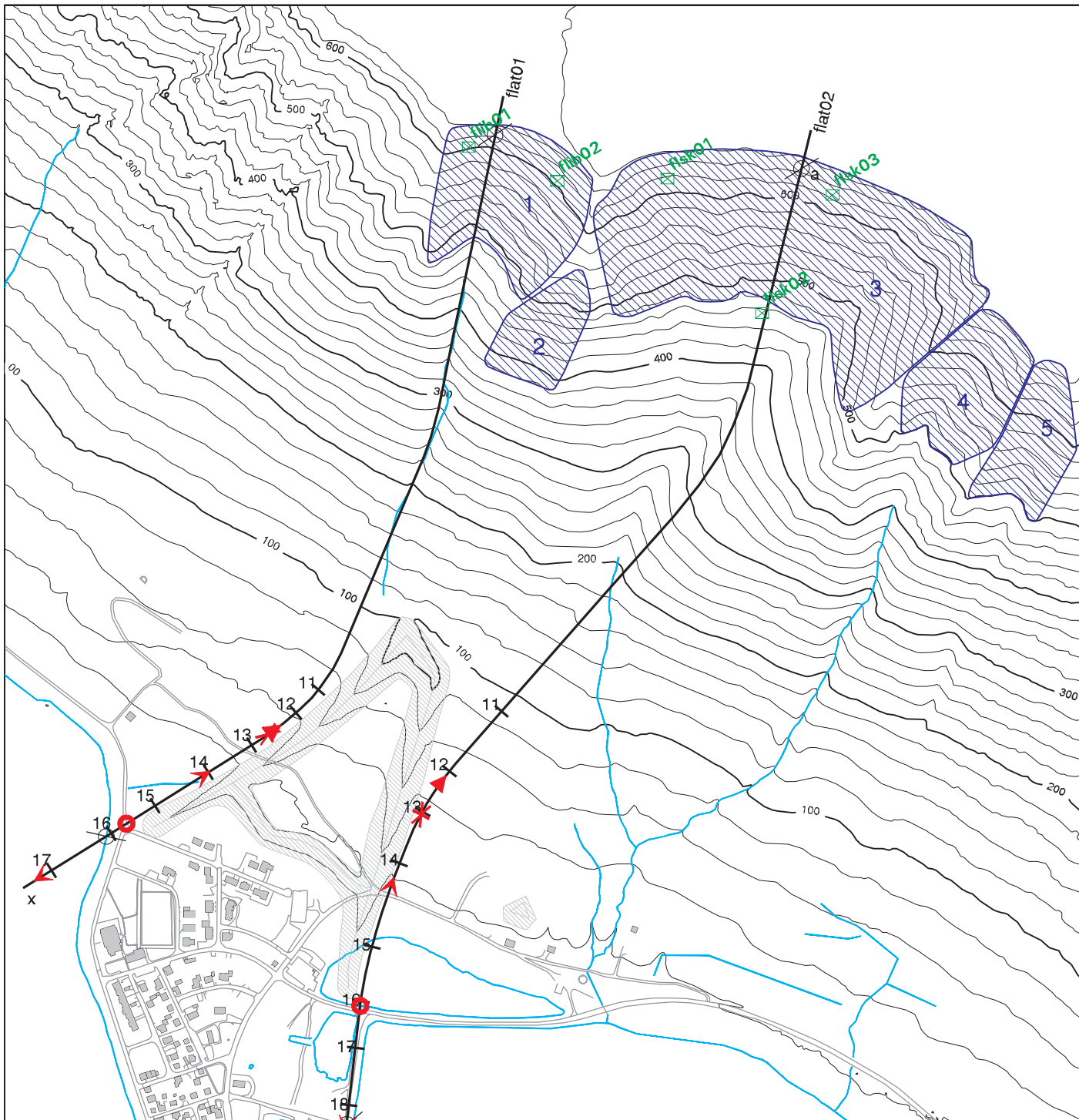
 upptakasvæði

Rennslisstig



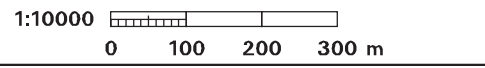
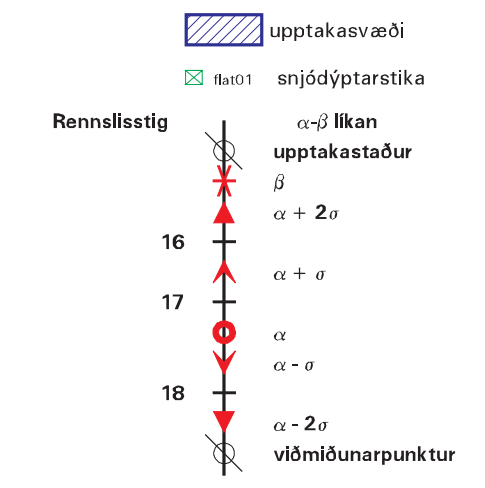
1:10000 

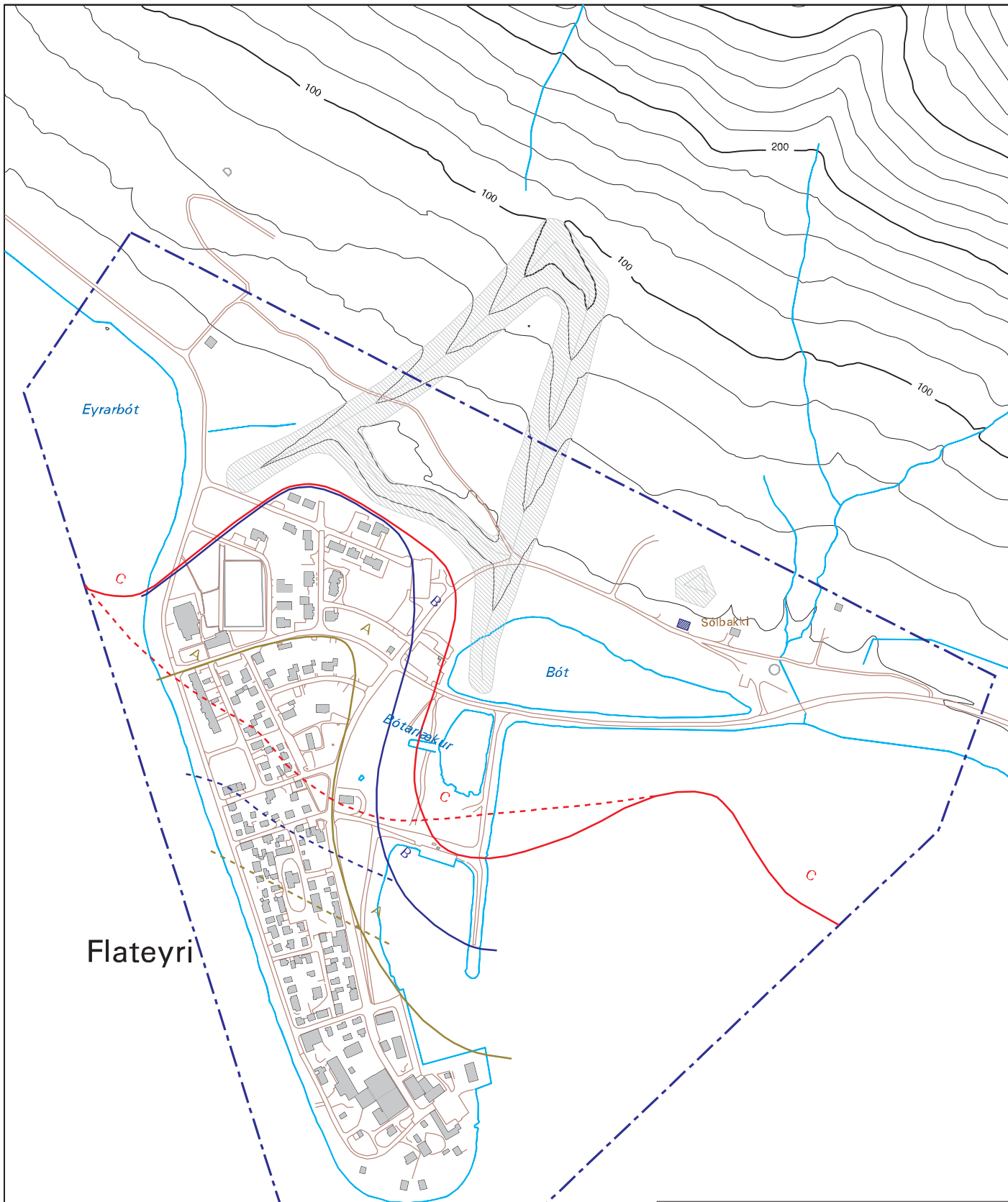






 Veðurstofa Íslands
 maí 2004




Flateyri, eftir byggingu varnargarða
 Kort 6. Niðurstöður líkanreikninga








Veðurstofa Íslands
 maí 2004

Flateyri
 Kort 7. Hættumat

 jafnáhættulína, áhætta = $3.0 \cdot 10^{-4}$
 jafnáhættulína, áhætta = $1.0 \cdot 10^{-4}$
 jafnáhættulína, áhætta = $0.3 \cdot 10^{-4}$

Brotnar línur sýna hættusvæði án varnarkirja

C Hættusvæði C: áhætta $\geq 3.0 \cdot 10^{-4}$
B Hættusvæði B: áhætta $1.0 \cdot 10^{-4} - 3.0 \cdot 10^{-4}$
A Hættusvæði A: áhætta $0.3 \cdot 10^{-4} - 1.0 \cdot 10^{-4}$
 Hús á hættusvæði B

1:7500 

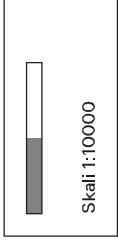
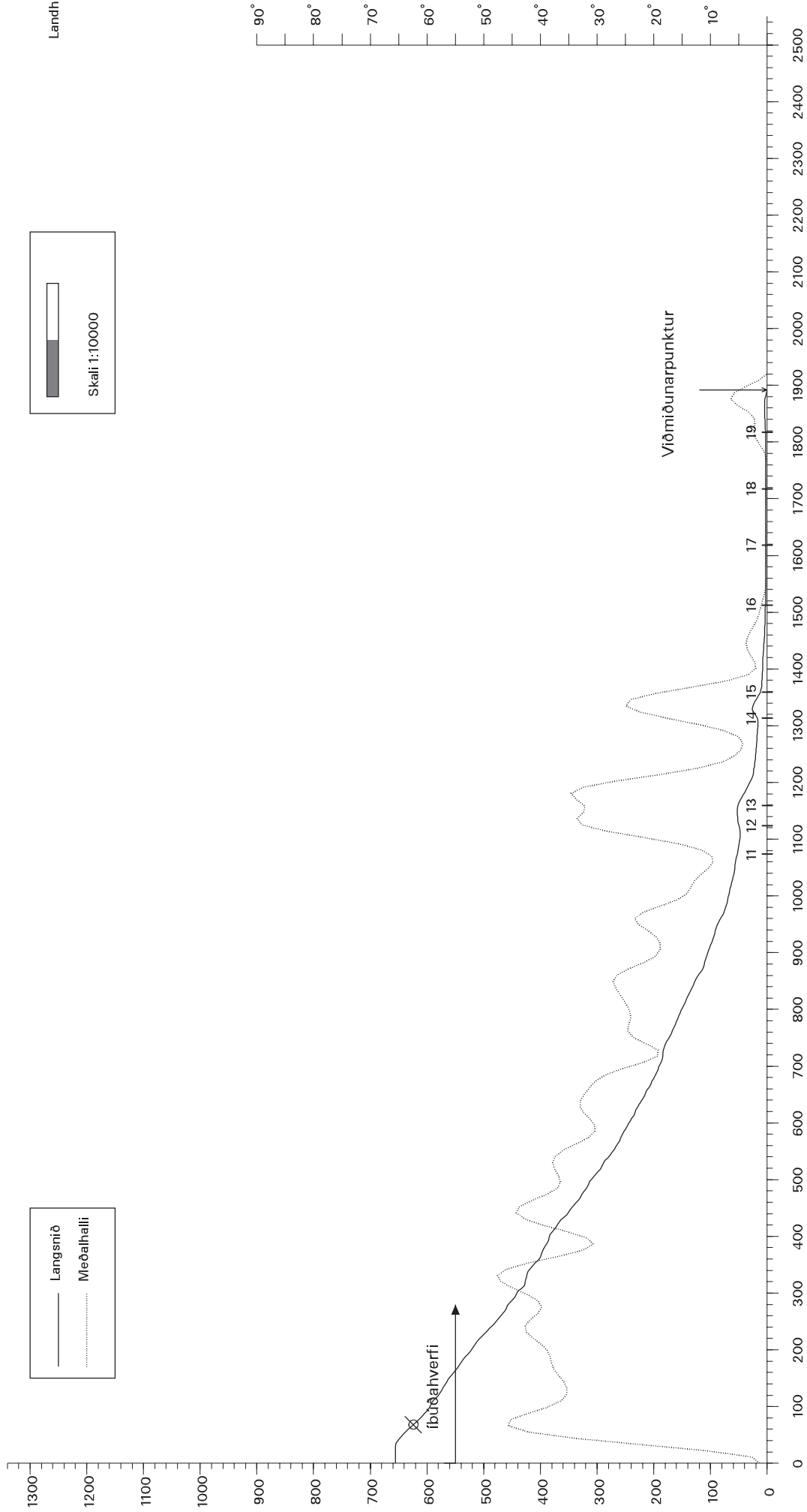


D Langsnið brauta

Langsnið nr.	Nafn	Farvegur
1	flat01ba	Innra-Bæjargil fyrir byggingu varnargarða
2	flat02ba	Skollahvilft fyrir byggingu varnargarða
3	flmi01aa	Miðhryggsgil
4	flli01aa	Litlahryggsgil
5	flat01ax	Innra-Bæjargil
6	flat02ax	Skollahvilft

flat01ab

hæð yfir sjó



Landhelli



Hættumat
Niðurstöður líkanreikninga og hættusvæði

Hættusvæði

C: Áhætta meiri en $3 \cdot 10^{-4}$
 B: Áhætta milli $3 \cdot 10^{-4}$ og $1 \cdot 10^{-4}$
 A: Áhætta minni en $1 \cdot 10^{-4}$
 Samkvæmt reglugerð um gerð hættumats 506/2000, sem gefin var út í júlí 2000.

α/β líkan

* : $10^\circ \beta$ -punktur, sjónarhorn frá upptökum er β .
 ● : Staður þar sem úthlaupshorn er $\alpha = 0.85\beta$.
 < : $\alpha + \sigma$ < : $\alpha - \sigma$
 ▼ : $\alpha + 2\sigma$ ▼ : $\alpha - 2\sigma$ $\sigma = 2.2^\circ$

Rennislistig

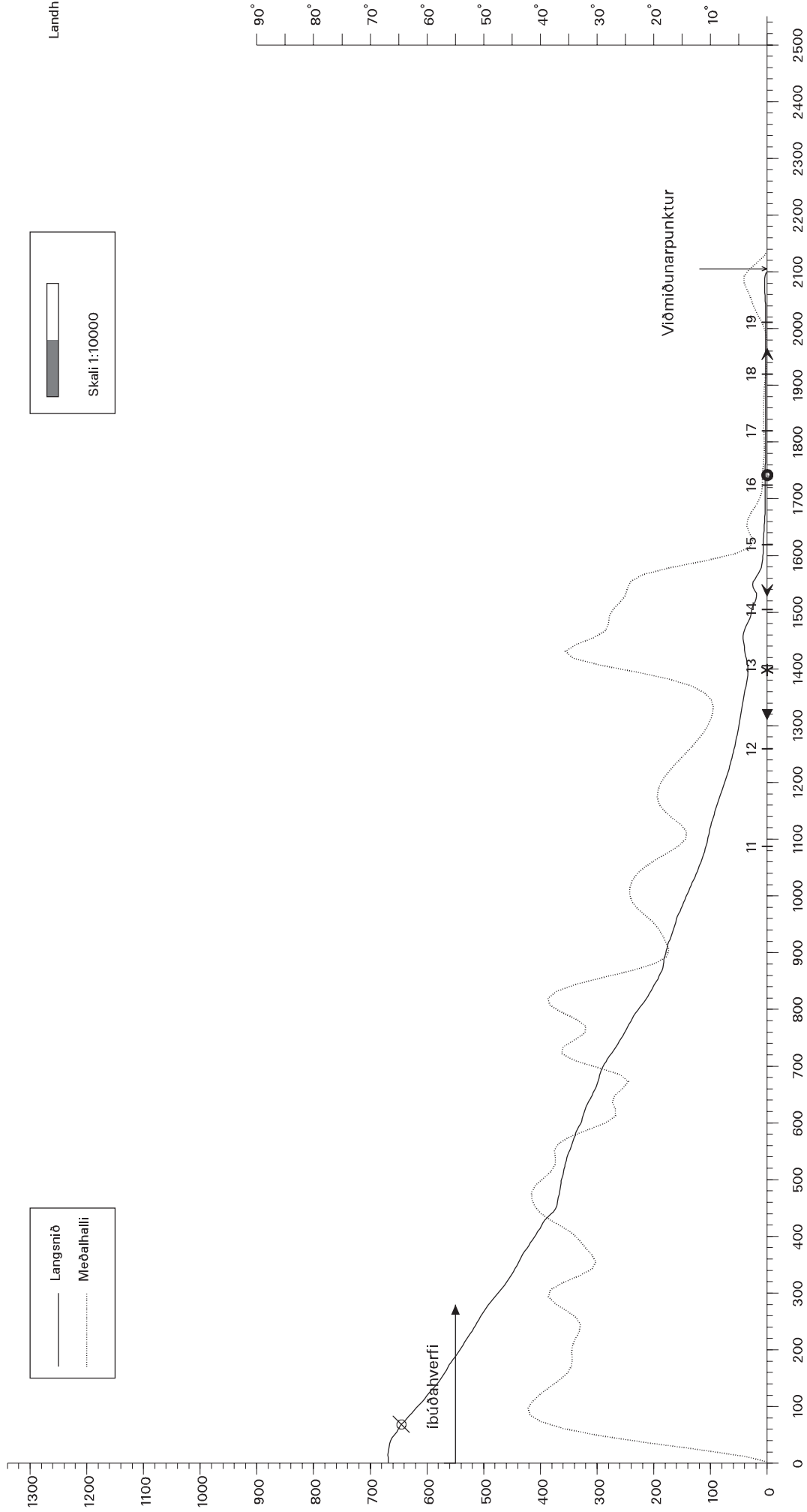
11, 12, ...20
 Sjá VI-R99001-ÚR01
 Lengsta þekktu snjófíð: X

Þversnið: flat01ab

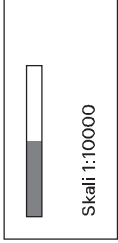
Teiknað: LT/HPS/EHU
 Dags: 10.05.2004

flat02ab

hæð yfir sjó



Landhalli



Védurstofa
Íslands

Hættumat
Niðurstöður líkanreikninga og hættusvæði

Hættusvæði
C: Áhætta meiri en $3 \cdot 10^{-4}$
B: Áhætta milli $3 \cdot 10^{-4}$ og $1 \cdot 10^{-4}$
A: Áhætta minni en $1 \cdot 10^{-4}$
Samkvæmt reglugerð um gerð hættumats 506/2000, sem gefin var út í júlí 2000.

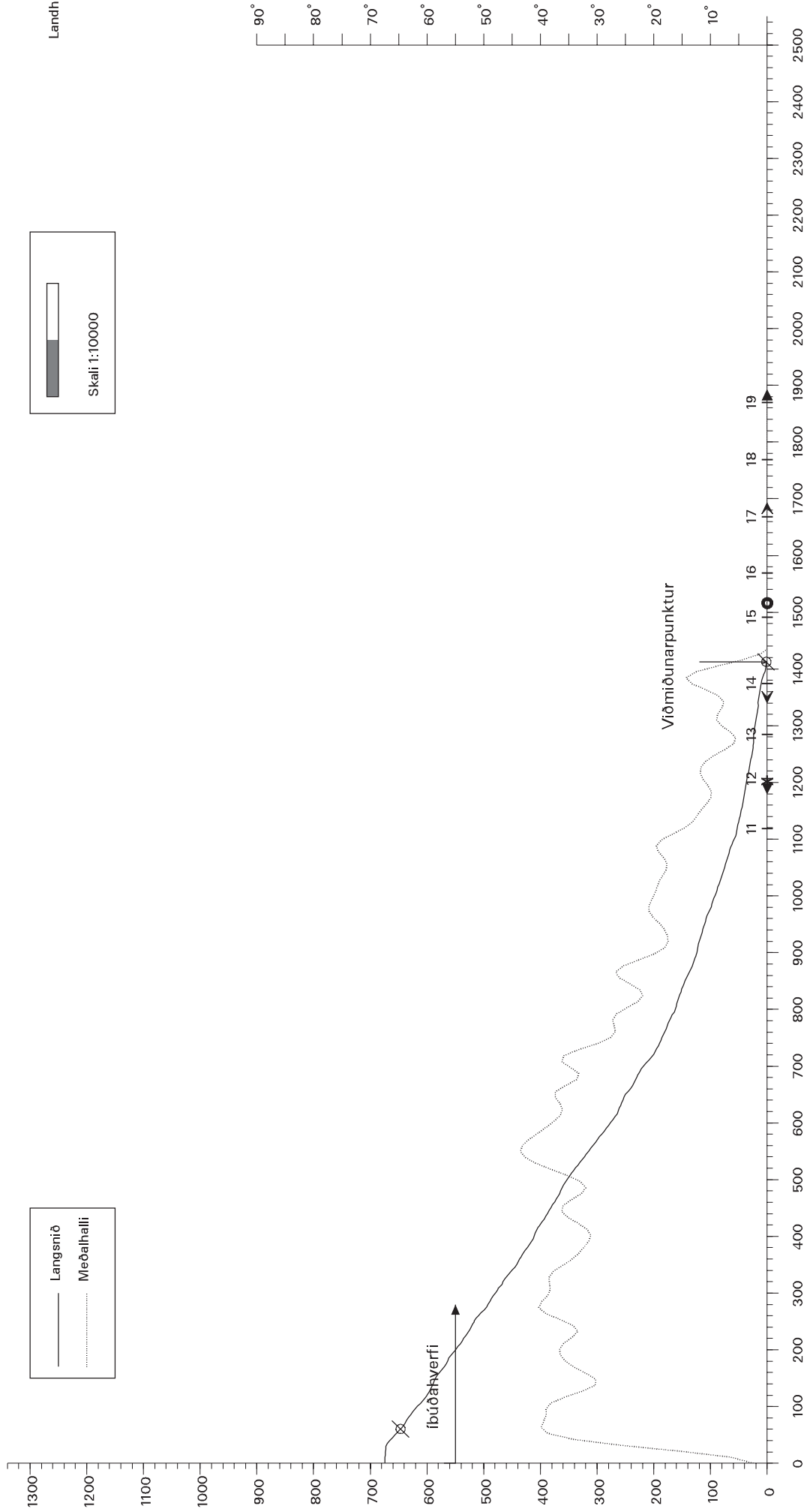
α/β líkan
* : $10^\circ \beta$ -punktur, sjónarhorn frá upptökum er β .
● : Staður þar sem úthlaupshorn er $\alpha = 0.85\beta$.
◀ : $\alpha + \sigma$ ◀ : $\alpha - \sigma$
▼ : $\alpha + 2\sigma$ ▼ : $\alpha - 2\sigma$ $\sigma = 2.2^\circ$

Rennslisstig
11, 12, ...20
Sjá VI-R99001-ÚR01
Lengsta þekktá snjóflóð: X

Pversnið: flat02ab
Teiknað: LT/HPS/EHU
Dags.: 06.05.2004

flmi01aa

hæð yfir sjó



— Langsníð
 Meðalhalli

Skali 1:100000

Landhalli



Væðurstofa
Íslands

Hættumat
Niðurstöður líkanreikninga og hættusvæði

Hættusvæði
 C: Áhætta meiri en $3 \cdot 10^{-4}$
 B: Áhætta milli $3 \cdot 10^{-4}$ og $1 \cdot 10^{-4}$
 A: Áhætta minni en $1 \cdot 10^{-4}$
 Samkvæmt reglugerð um gerð hættumats 506/2000, sem gefin var út í júlí 2000.

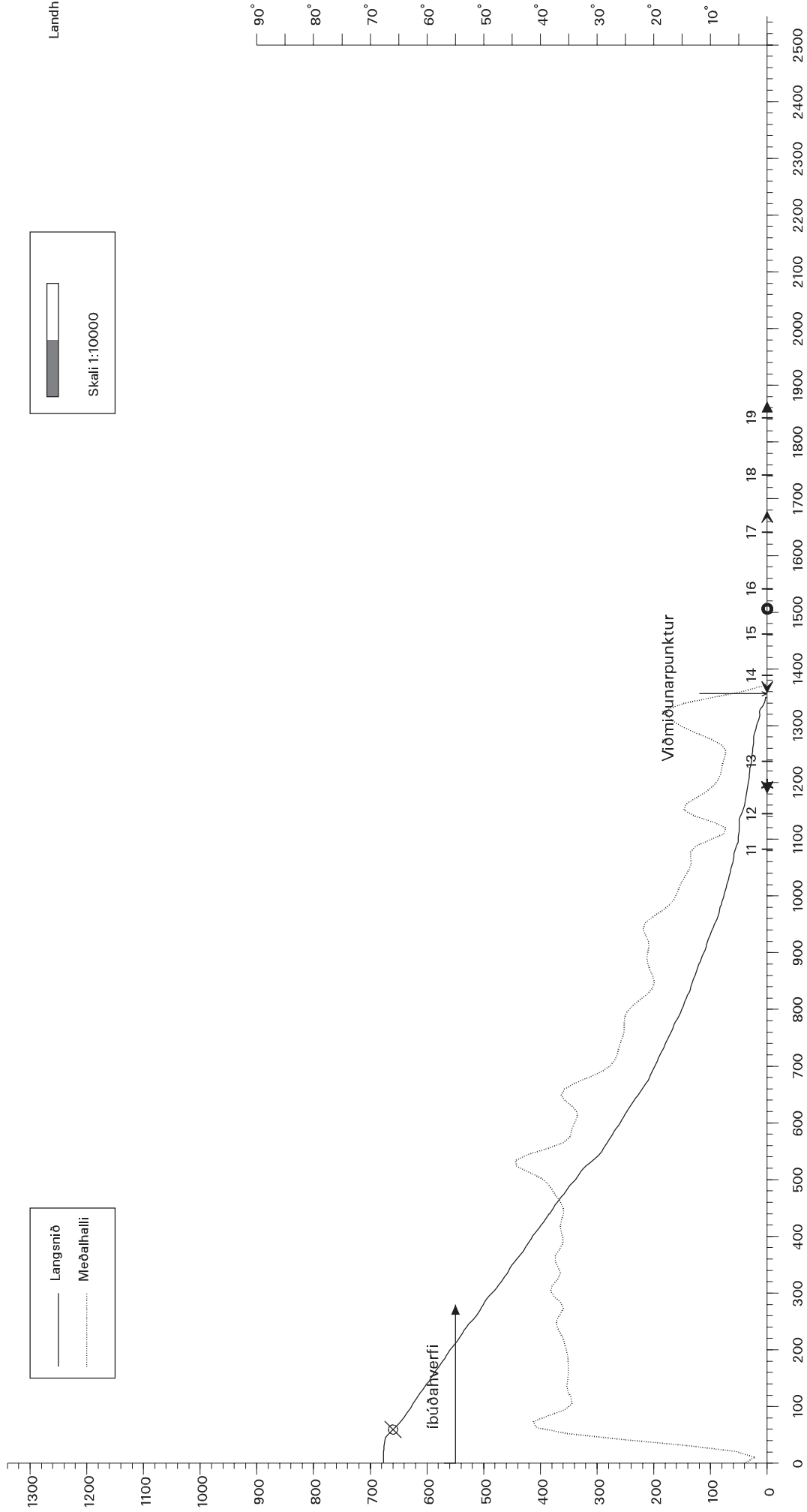
α/β líkan
 * : 10° β -punktur, sjónarhorn frá upptökum er β .
 ● : Staður þar sem úthlaupshorn er $\alpha = 0.85\beta$.
 < : $\alpha + \sigma$ < : $\alpha - \sigma$
 ▼ : $\alpha + 2\sigma$ ▼ : $\alpha - 2\sigma$ $\sigma = 2.2^\circ$

Rennslisstig
 11, 12, ...20
 Sjá VI-R99001-ÚR01
 Lengsta þekktá snjófóð: X

Pversnið: flmi01aa
 Teiknað: LT/HPS/EHJ
 Dags.: 06.05.2004

fli01aa

hæð yfir sjó



— Langsnið
 Meðalhalli

Skali 1:100000

Landhalli



Védurstofa
Íslands

Hættumat
Niðurstöður líkanreikninga og hættusvæði

Hættusvæði
 C: Áhætta meiri en 3 · 10⁻⁴
 B: Áhætta milli 3 · 10⁻⁴ og 1 · 10⁻⁴
 A: Áhætta minni en 1 · 10⁻⁴
 Samkvæmt reglugerð um gerð hættumats 506/2000, sem gefin var út í júlí 2000.

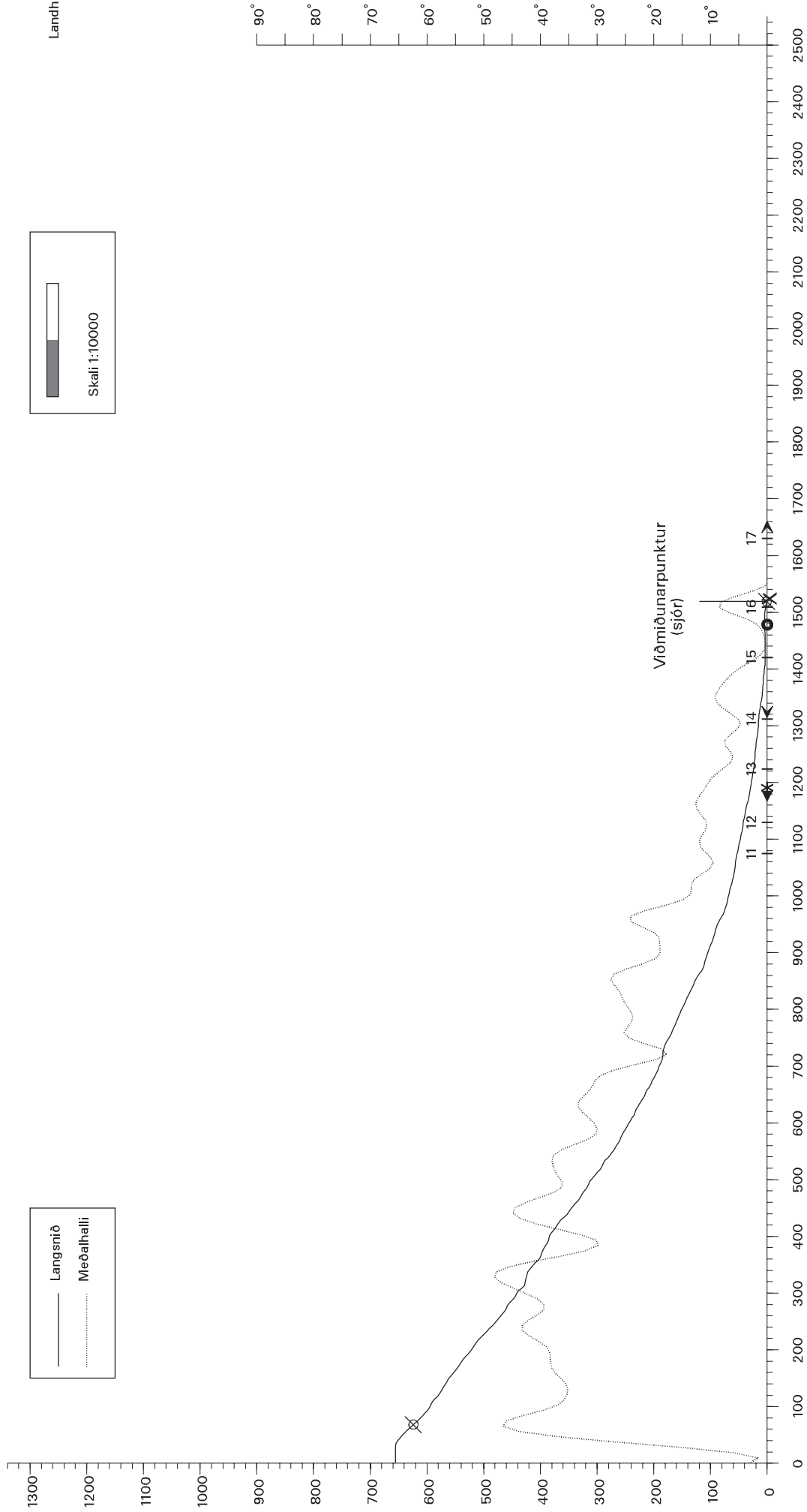
α/β líkan
 * : 10⁰ β-punktur, sjónarhorn frá upptökum er β.
 ● : Staður þar sem úthlaupshorn er α = 0.85β.
 < : α + σ
 < : α - σ
 ◄ : α + 2σ
 ◄ : α - 2σ
 σ = 2.2°

Rennislistig
 11, 12, ...20
 Sjá VI-R99001-ÚR01
 Lengsta þekktu snjófjóð: X

Pversnið: fli01aa
 Teiknað: LT/HPS/EHJ
 Dags.: 06.05.2004

flat01ax

hæð yfir sjó



— Langsnið
 Meðalhali

Landhalli
 Skali 1:100000



Védurstofa
Íslands

Hættumat
 Niðurstöður líkanreikninga og hættusvæði
Innri-Bæjargil

Hættusvæði
 C: Áhætta meiri en 3 · 10⁻⁴
 B: Áhætta milli 3 · 10⁻⁴ og 1 · 10⁻⁴
 A: Áhætta minni en 1 · 10⁻⁴
 Samkvæmt reglugerð um gerð hættumats 506/2000, sem gefin var út í júlí 2000.

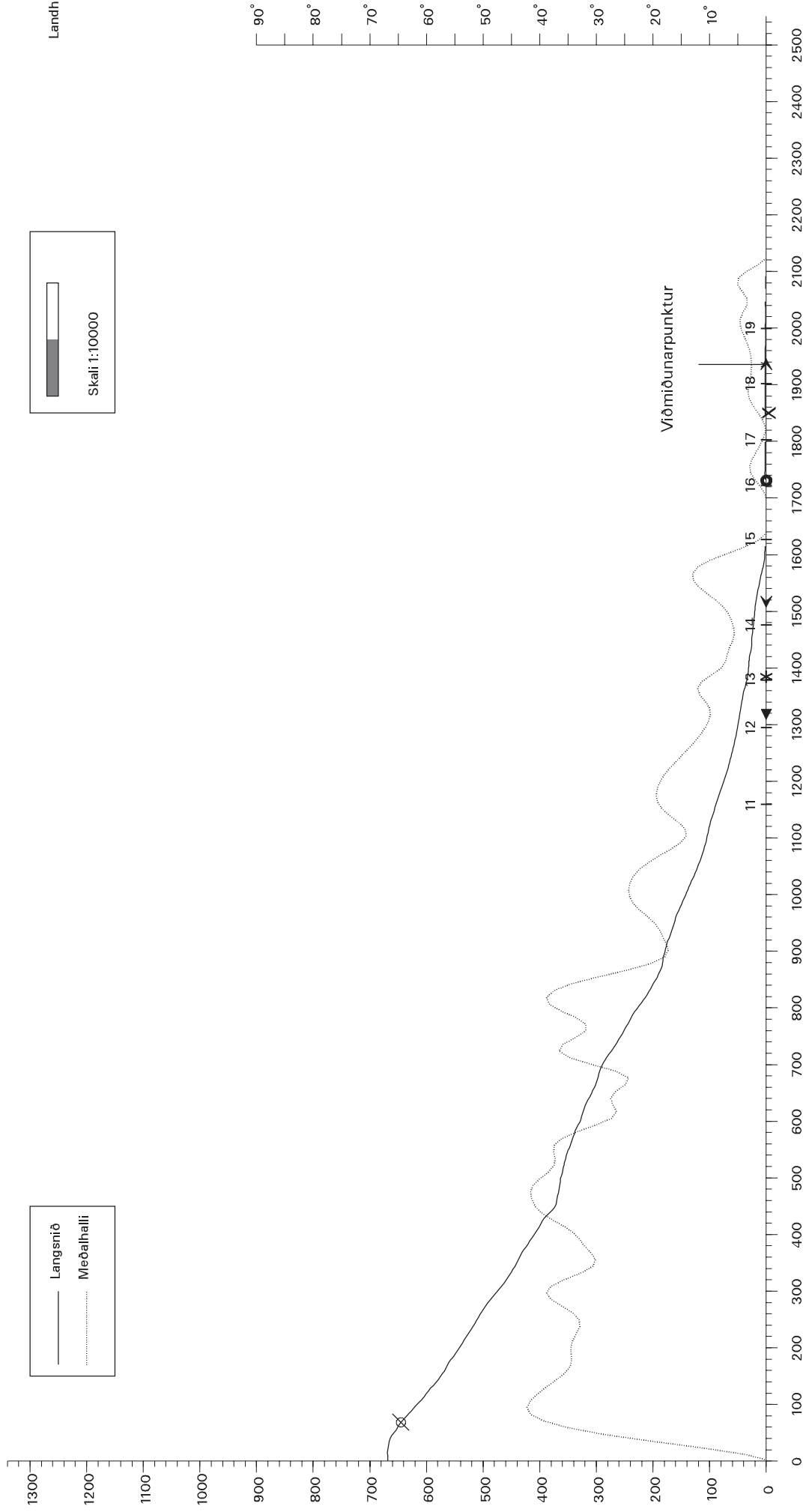
α/β líkan
 * : 10° β -punktur, sjónarhorn frá upptökum er β .
 ● : Staður þar sem úthlaupshorn er $\alpha = 0.85\beta$.
 < : $\alpha + \sigma$ < : $\alpha - \sigma$
 ◀ : $\alpha + 2\sigma$ ◀ : $\alpha - 2\sigma$ $\sigma = 2.2^\circ$

Rennslisstig
 11, 12, ...20
 Sjá VI-R99001-ÚR01
 Lengsta þekktu snjófóð: X

Pversnið: flat01ax
 Teiknað: LT/HPS/EHJ
 Dags: 07.05.2004
 Teikning: 5

flatO2ax

hæð yfir sjó



— Langsnið
 Meðalhali

Skali 1:100000
 Landhalli



Védurstofa
Íslands

Hættumat
 Niðurstöður líkanreikninga og hættusvæði
 Skoðahvíft

Hættusvæði

C: Áhætta meiri en 3 · 10⁻⁴
 B: Áhætta milli 3 · 10⁻⁴ og 1 · 10⁻⁴
 A: Áhætta minni en 1 · 10⁻⁴
 Samkvæmt reglugerð um gerð hættumats 506/2000, sem gefin var út í júlí 2000.

α/β líkan

* : 10 β-punktur, sjónarhorn frá upptökum er β.
 ● : Staður þar sem úthlaupshorn er α = 0.85β.
 < : α + σ
 < : α - σ
 ◀ : α + 2σ
 ◀ : α - 2σ
 σ = 2.2°

Rennslisstig

11, 12, ...20
 Sjá VI-R99001-ÚR01
 Lengsta þekktá snjófjóð: X

Pversnið: flatO2ax
 Teiknað: LT/HPS/EHU
 Dags: 07.05.2004

Teikning: 6