

# Mat á hættu vegna ofanflóða á Flateyri

Greinargerð með hættumatskorti



Hættumatsnefnd Ísafjarðarbæjar  
September 2004



## Inngangur

Með bréfi dags. 20. mars 2001 skipaði umhverfisráðuneytið Snjólf Ólafsson (formann), Gunnar Guðna Tómasson, Halldór Halldórsson og Sigurð Mar Óskarsson í hættumatsnefnd Ísafjarðarbæjar. Var nefndin skipuð í samræmi við 3. gr. reglugerðar 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats.

Í samræmi við 6. grein reglugerðarinnar er hættumat unnið af Veðurstofu Íslands. Hlutverk hættumatsnefndar er að stýra gerð hættumats, ákveða í samráði við sveitarstjórn til hvaða svæða hættumat skuli ná, taka við og meta athugasemdir frá aðilum sem málið snertir, kynna tillögur að hættumati þegar þær berast frá Veðurstofu Íslands og ganga frá tillögum að hættumati til staðfestingar ráðherra. Hættumat skal sett fram á korti þar sem hættusvæði eru afmörkuð og í greinargerð eins og hér er gert.

Nefndin fékk til umfjöllunar niðurstöður Veðurstofu Íslands. Um niðurstöðurnar var fjallað í nefndinni og samþykkti hún á fundi 29. apríl 2003 að leggja þær fram til kynningar, sem tillögu sína að hættumati fyrir þéttbýlið á Flateyri sem um er fjallað.

Hættumatið var auglýst og kynnt með opnu húsi og á almennum fundi á Flateyri þann 11. maí 2004 og lá síðan frammi til kynningar í Íþróttamiðstöðinni á Flateyri til 16. júní 2004, jafnframt því að vera aðgengilegt á heimasíðu Veðurstofu Íslands.

Skriflegar athugasemdir bárust frá einum einstaklingi. Fjallað var um athugasemdirnar í hættumatsnefnd sem og greinargerð Veðurstofu Íslands um þær. Nefndarmenn voru sammála um að þessar athugasemdir gæfu ekki tilefni til að endurskoða hættumatið.

Nefndin hélt 5 bókaða fundi þar sem sérstaklega var fjallað um hættumat fyrir Flateyri auk þess sem nefndin eða hluti hennar og sérfræðingar Veðurstofu Íslands hafa hist óformlega nokkrum sinnum.

- 9. apríl 2003. Meginefni fundarins var að samþykkja að leggja fram tillögur um hættumat fyrir Ísafjörð (Skutulsfjörð) og Hnífsdal til umhverfisráðherra. Einnig var rætt um þörf fyrir mat á öðrum þéttbýlisstöðum í sveitarfélaginu, þar á meðal Flateyri. Þótt varnarvirki hafi verið byggð fyrir Flateyri 1996-1998 og hönnun þeirra tekið mið af óformlegu hættumati þá var talið nauðsynlegt að gera formlegt hættumat fyrir staðinn.
- 25. nóvember 2003. Farið var yfir vinnu við hættumat fyrir Flateyri (ásamt öðrum stöðum).
- 16. mars 2004. Aðstæður á Flateyri voru skoðaðar. Fulltrúar Veðurstofunnar gerðu grein fyrir stöðu hættumatsvinnunnar. Rætt var um nokkra óvissuþætti, t.d. hvernig skyldi meta varnaráhrif fleygsins ofan íbúðarhússins að Sólbakka og greina frá því á hættumatskort. Rætt var um kynningu á hættumatinu.
- 29. apríl 2004. Samþykkt var að leggja fyrirbyggjandi niðurstöður Veðurstofu Íslands að hættumati fram sem tillögur nefndarinnar. Ákveðið var að kynna matið fyrir bæjarstjórn 4. maí og á almennum fundi 11. maí.
- 10. september 2004. Rætt um athugasemdir sem bárust frá einum einstaklingi og greinargerð Veðurstofu Íslands um þær. Nefndarmenn voru sammála um að þessar athugasemdir gæfu ekki tilefni til að endurskoða hættumatið og að leggja óbreytt hættumatskort fram sem tillögu nefndarinnar.

Niðurstöðum Veðurstofunnar er lýst í sérstakri skýrslu (Þorsteinn Arnalds o.fl. 2004). Hér á eftir er ágríp af þeim niðurstöðum og er heimilda sjaldnast getið, en þeim sem vilja

kynna sér málið nánar er bent á skýrslu Veðurstofunnar, auk lista yfir ítarefni sem birtist aftast í þessari skýrslu.

## Forsendur hættumats

Í lögum 49/1997 um varnir gegn snjóflóðum og skriðuföllum er mælt fyrir um að „meta skuli hættu á ofanflóðum í þeim sveitarfélögum þar sem ofanflóð hafa fallið á byggð eða nærri henni eða hætta er talin á slíku.“ Í reglugerð 505/2000 er nánar fjallað um matið, hvernig að því skuli staðið og á hverju það skuli byggja. Í reglugerðinni kemur fram að í hættumatinu felist mat á *áhættu*. Miðað er við svokallaða *staðaráhættu* sem er skilgreind sem árlegar dánarlíkur einstaklings af völdum ofanflóða ef dvalið er öllum stundum í óstyrktu einbýlishúsi. Á grundvelli metinnar áhættu skal afmarka þrenns konar hættusvæði:

- Hættusvæði A er þar sem staðaráhætta er á bilinu 0,3 til 1 af 10.000 á ári.
- Hættusvæði B er þar sem staðaráhætta er á bilinu 1 til 3 af 10.000 á ári.
- Hættusvæði C er þar sem staðaráhætta er meiri en 3 af 10.000 á ári.

Um hvert svæði fyrir sig gilda síðan mismunandi nýtingarreglur en þær helstu eru sýndar í eftirfarandi töflu.

Svæði	Neðri mörk staðaráhættu	Efri mörk staðaráhættu	Leyfilegar byggingar
<b>C</b>	$3 \cdot 10^{-4}$	–	Engar nýbyggingar nema frístundahús*, og húsnæði þar sem viðvera er lítil.
<b>B</b>	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	Atvinnuhúsnæði má byggja án styrkinga. Byggja má íbúðarhús og byggja við hús þar sem búist er við miklum mannsafnaði (s.s. fjölbýlishús, skóla og sjúkrahús) með styrkingum.
<b>A</b>	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	Byggja má íbúðarhús án styrkinga og hús þar sem búist er við miklum mannsafnaði (s.s. fjölbýlishús, skóla og sjúkrahús) má byggja með styrkingum.

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

Til grundvallar hættumati skulu liggja eftirfarandi gögn: Grunnkort, upplýsingar um ofanflóð á viðkomandi svæði, könnun á veðurfari, könnun á byggðasögu og vettvangskönnun. Á grundvelli þeirra gagna skal reikna áhættu. Sé ekki hægt að reikna áhættu vegna ónógra upplýsinga á að gera hættumatskort þar sem reynt er að leggja mat á áhættu.

Neðri áhættumörkin sem afmarka hættusvæði A nefnast *ásættanleg áhætta* og eru 0,3 af 10.000 á ári eins og að framan greinir. Þau eru valin þannig að heildaráhætta fólks sem býr við hana aukist óverulega frá því sem hún væri ef ofanflóðahætta væri engin. Dæmi má taka af barni á aldrinum 1–15 ára. Gera má ráð fyrir að það dvelji um  $\frac{3}{4}$  hluta sólarhringsins á heimili sínu þegar vont er veður og mestar líkur á ofanflóðum. Sé staðaráhætta 0,3 af 10.000 á ári svarar það til raunverulegrar áhættu sem er um 0,2 af 10.000 á ári. Til samanburðar eru heildardánarlíkur barna um 2 af 10.000, þar af vegna slysa um 1 af 10.000. Ofanflóðaáhættan eykur því heildaráhættu barna um 10–20% eftir því hvort miðað er við heildardánarlíkur eða líkur á dauðsföllum af völdum slysa eingöngu.

Afmörkun hættusvæða á grundvelli áhættu gerir kleift að bera áhættu vegna snjóflóða saman við áhættu vegna annarrar ógnar sem að mönnum stöðjar. Til samanburðar má til dæmis geta þess að fjöldi banaslysa í umferðinni svarar til þess að meðaláhætta vegfarenda sé um 1 af 10.000 á ári.

## Hættumetið svæði

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

Öndurfjörður hefur stefnuna ASA-VNV og opnast til VNV.

Ofan Flateyrar rís Eyrarfjall, bratt og gilskorið. Að ofan er það flatt, eins og algengt er með fjöllum 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 hvíltum og giljum. Hvíltirnar eru stórar og myndaðar af hvíltar- og skálarjökklum. Einungis lítill hluti efnisins sem svarfst úr hvíltunum er neðan þeirra en stærsti hluti þess fluttist burt með skriðjökklunum sem mynduðu Öndurfjörð. Gilin eru minni og hefur efnið úr þeim myndað aurkeilur neðan þeirra.

Í hlíð Eyrarfjalls, upp af 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 mjórra 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 beint upp af Eyrarbót, innan við Eyrina.

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 háttáð 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 hlíðum sem snjóflóð geta fallið á er um 40°.

Innan Skollahvilftar eru tvö gil, Miðhryggsgil og Litlahryggsgil.

Lögbýlið Eyri stóð í túbrekku rétt fyrir utan of 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 550 talsins árið 1964. 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 síðustu aldamót var eins og áður sagði nokkur byggð og atvinnurekstur á Sólbakka, rétt innan við Eyrina, en þar standa nú einungis þrjú hús. Innan Sólbakka er nú engin byggð, en vegurinn til þorpsins liggur undir giljunum. Þar var einnig raflína, sem hefur nú verið grafin í jörðu, vegna tjóns af völdum snjóflóða.

Hættumetið svæði er sýnt á korti 1.

## Ofanflóðasagan

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 hafa ekki áhrif á hættumatið.

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 minni háttar. 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 minni háttar 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.

Innan Sólbakka hafa snjóflóð valdið talsverðu tjóni og þau lengstu náð í sjó fram.

## Snjóflóðaaðstæður

### *Landfræðilegar snjóflóðaaðstæður*

Skriðlengd snjóflóða ræðst af tvennu. Annars vegar af stærð og gerð flóðsins, þ.e. hversu mikill snjór fer af stað og eðliseiginleikum snævarins og samspili hans við undirlag og loft. Hins vegar ræður landslag miklu, bæði landhalli og einnig lögun farvegarins þvert á stefnu flóðsins. Við vissar aðstæður, t.d. þegar flóð kemur úr þrengingu út á slétta eða kúpta hlíð, breiðir flóðið úr sér og missir við það kraft. Einnig geta snöggar hallabreytingar, t.d. vegna stalla í fjallshlíðinni, dregið úr skriðþunga og skriðlengd flóða. Landslag hefur einnig nokkur áhrif á fyrri þáttinn, þar sem lögun upptakasvæða, stærð þeirra og lega m.t.t. snjósöfnunar skiptir miklu um hversu stór snjóflóð geta orðið.

Möguleg upptakasvæði snjóflóða við Flateyri voru könnuð, stærð þeirra metin og einnig metið hversu mikill snjór getur safnast í þau og hversu líkleg snjósöfnun er. Kort 4 og 5 sýna þessi svæði. Til þess að meta hversu langt snjóflóð geta náð voru notaðar upplýsingar um flóð víða á Íslandi. Notuð voru bæði svo kölluð *staðfræðilikön* og *eðlisfræðilikön* til að bera saman skriðlengd flóða í mismunandi farvegum. Kort 4 og 5 sýna niðurstöður reikninga með þessum líkönum.

Reynslan sýnir að stór þurr snjóflóð fara ekki að hægja á sér að ráði fyrr en landhalli er orðinn minni en um  $10^\circ$ . Svokallað  $\alpha/\beta$ -líkan nýtir sjónarhorn frá þeim stað þar sem landhalli verður minni en  $10^\circ$  til að spá fyrir um úthlaupshorn (sjónarhorn frá tungu í

upptök) snjóflóða. Þessi puntur er nefndur  $\beta$ -punktur. Með nokkurri einföldun má segja að í gagnasafni sem byggir á lengstu snjóflóðum í nokkrum íslenskum snjóflóðafarvegum nái flóð að jafnaði sjónarhorni sem nefnt er  $\alpha$ . Punktur sem svarar til þessa sjónarhorns er kallaður  $\alpha$ -punktur og á kortum 4 og 5 er hann sýndur fyrir upptakasvæði ofan hættu- metna svæðisins á Flateyri. Út frá dreifingu flóða í gagnasafninu er metið *staðalfrávik* úthlaupshornsins. Snjóflóð sem hafa einu eða tveimur staðalfrávikum hærra úthlaupshorn en  $\alpha$  eru sögð hafa úthlaupshorn  $\alpha + \sigma$  og  $\alpha + 2\sigma$  og þau sem lægra úthlaupshorn hafa  $\alpha - \sigma$  og  $\alpha - 2\sigma$ .

Markmiðið með beitingu  $\alpha/\beta$ -líkansins er að geta „fært“ snjóflóð á milli farvega. Þannig ættu tvö sambærileg snjóflóð í tveimur farvegum að fara jafn langt í báðum farvegum, þannig að t.d. flóð sem nær úthlaupshorni  $\alpha$  í einum farvegi ætti einnig að ná úthlaupshorni  $\alpha$  hefði það fallið í öðrum farvegi með sömu þykkt brotfleka og aðrar aðstæður.

Að sama brunni ber notkun *rennslisstiga* sem byggja á eðlisfræðilíkani og eiga sambærileg flóð (jafnstór flóð með sömu eðliseiginleika) í tveimur farvegum að ná sama rennslisstigi. Kort 4 og 5 sýna rennslisstig flóða úr svæðum sem metin voru möguleg upptakasvæði við Flateyri. Sjá má að fyrir byggingu varnargarðs náðu flóð með rennslisstig u.þ.b. 14–15 byggðinni á Flateyri og að rennslisstig flóða sem ná að Sólbakka er um 14.

Þau tvö líkön sem lýst er hér að framan taka einungis tillit til langsniðs snjóflóðafarvegarins. Skriðlengd og útbreiðsla snjóflóða var einnig könnuð með tvívíðu austurrísku eðlisfræðilíkani, sem tekur alla lögun fjallshlíðarinnar með í reikninginn. Þannig er farvegurinn ekki skilgreindur nákvæmlega fyrir fram, heldur reiknaður út frá lögmálum eðlisfræðinnar. Skriðlengd flóða samkvæmt þessu líkani ræðst auk þess af snjódýpt og snjómagni sem sett er af stað í upptökum. Notuð voru tvö gildi á snjódýpt líkt og við sambærilega reikninga annars staðar á landinu. Niðurstöður tvívíðra líkanreikninga sýna hvaða stefnu snjóflóð úr helstu upptakasvæðum hafa tilhneigingu til að fylgja og gefa þannig vísbendingar um líklegustu úthlaupssvæði snjóflóða sem ógnað geta byggðinni, breidd snjóflóðatungna og legu hættulegustu svæða innan byggðarinnar.

## **Veðurfar**

Veðurfar Vestfjarða er nokkuð sérstakt og ræðst að miklu leyti af háum fjöllum, vogskorinni strönd, djúpum fjörðum og nálægð við Grænland. Hafís berst þar oftast á landi en annars staðar á Íslandi. Ársmeðalhiti í byggð er 3–4° og eru febrúar og mars köldustu mánuðirnir en júlí og ágúst hlýjastir. Hitamunur heitasta og kaldasta mánaðar er 12–13°. Hæsti hiti sem mælt hefur er 25° og mesta frost –22°. Á Seljalandsdal í 550 m hæð er meðalhiti um 0° og á Þverfjalli í 753 m hæð –2°. Hitafall með hæð á þessum slóðum er því um 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 þann 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 meðalvindur er 24–28 m/s.

Úrkoma er mjög breytileg frá einum stað til annars og frá ári til árs. Hún mælist illa í miklum vindi og frosti. Ársúrcoma er 600–1.000mm og mest á Ísafirði. Þar hefur sólarhringsúrcoma mælt langmest, 114,3mm, en annars staðar á svæðinu hefur hún mest mælt 60–80mm. Snjór og slydda eru rúmlega 80% af úrkomu á Ísafirði vetrarmánuðina október til apríl en í Bolungarvík er hlutfallið heldur lægra. Á sjálfvirkum úrkomu- stöðvum er ársúrkoman 500–700mm.

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

Snjóalög eru mikil á norðanverðum Vestfjörðum. Að meðaltali er snjóþyngst í janúar til mars og hefur meðalsnjódýpt mælst mest 45–50cm 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 var metin snjóþyngst með endurkomutíma 50 og 200 ár. Reyndist 50 ára snjóþyngst 110–160cm og 200 ára snjóþyngst 150–200cm.

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.

## Hættumat

Afmörkun hættusvæða má sjá á korti 6.

Áhætta á svæðinu var metin með aðferðum sem þróaðar voru við Háskóla Íslands og Veðurstofu Íslands á árunum 1995–1999. Einnig var höfð hliðsjón af niðurstöðum útreikninga með tvívíðu austurrísku eðlisfræðilíkani sem áður var nefnt. Þar sem formlegir áhættureikningar eru ekki mögulegir var höfð hliðsjón af sambærilegum stöðum annars staðar á landinu.

Hætta er annars vegar metin eins og hún var fyrir byggingu varnarvirkja og hins vegar er metið hvaða áhrif varnarvirkin hafa á hættumatið.

Innra-Bæjargil og Skollahvilft eru hættulegustu snjóflóðafarvegir ofan þéttbýlis á Íslandi. Úr þeim falla stór flóð og tíð. Ofan upptakasvæðanna er stórt aðsópssvæði og safnast snjór í svæðin í norðlægum áttum. Snjósöfnun er sér í lagi mikil þegar mikil ofankoma er í norðaustanátt.

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.

Svæðin sem flóð úr Innra-Bæjargili og Skollahvilft gátu fallið á fyrir byggingu leiðigarda ná saman. Austan Skollahvilftar skapa Miðhryggsgil og Litlahryggsgil hættu. Tíðni flóða úr þeim er minni en úr ytri giljunum en engu að síðu nær hættusvæði C neðan þeirra langt út í sjó.

Milli Skollahvilftar og Miðhryggsgils 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.

## Varnarvirki

Neðan Innra-Bæjargils og Skollahvilftar voru reistir varnargarðar á árunum 1996–1998. Talið er að varnarvirkin veiti fullnægjandi vörn gegn snjóflóðum. Hönnuðir þeirra gerðu ráð fyrir að þau leiði að fullu frá byggðinni snjóflóð með endurkomutíma um 1.000 ár.



Talið er að þetta svári til þess að áhætta neðan varnarvirkjanna sé minni en 0,2–0,5 af 10.000 á ári.

Líkt og um snjóflóðahættumat almennt ríkir umtalsverð óvissa við mat á áhættu undir varnargörðum. Þessi óvissa er enn meiri en við almennt hættumat. 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 lítill 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. Hættusvæði A er látið ná litlu styttra en hættusvæði C náði áður til að endurspeglja þá óvissu sem er um virkni varnarvirkja.

Hættumatið eftir byggingu varnarvirkja er sýnt með heildregnum línunum á korti 6. 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.

Endurkomutími er ekki metinn sérstaklega þar sem varnarvirki hafa verið byggð. Ætla má að á línu þar sem áhætta er metin  $3 \cdot 10^{-4}$  á ári sé tíðni snjóflóða á bilinu 1/1.000–1/100 á ári, á jafnáhættulínu  $1 \cdot 10^{-4}$  sé tíðnin 1/3.000–1/300 á ári og á jafnáhættulínu  $0,3 \cdot 10^{-4}$  sé tíðnin 1/10.000–1/1.000 á ári.

## Niðurstöður

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.

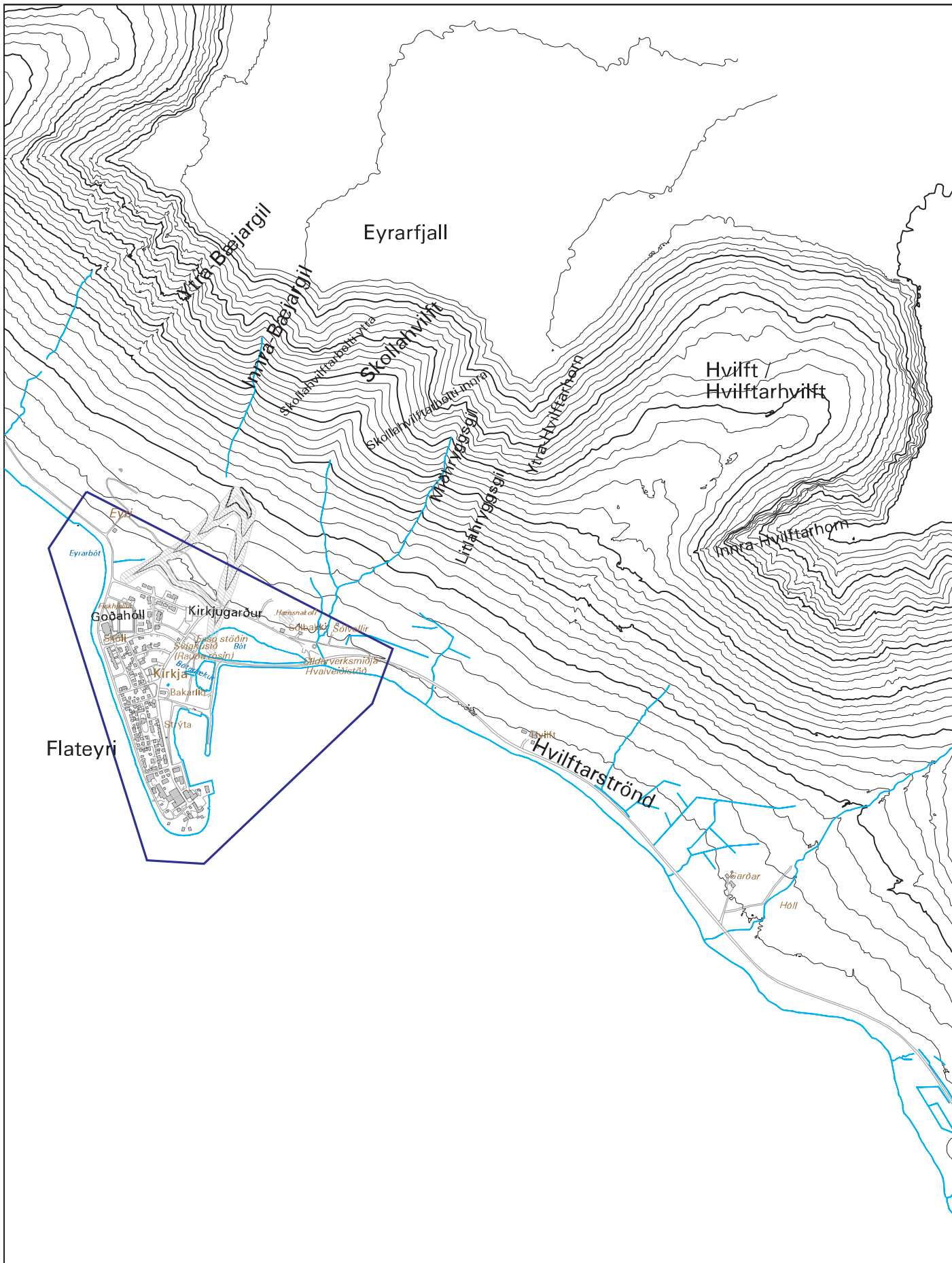
Varnargarðar ofan byggðarinnar hafa minnkað áhættu íbúa verulega og eru nú engin hús á hættusvæði C. Vegna sérstöðu Skollahvilftar er hluti svæðisins á hættusvæði B. Nokkur fjöldi húsa er á hættusvæði A sem er áminning um að áfram þurfi að fylgjast með aðstæðum og að rýma hús á svæðinu ef sérstakar aðstæður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


## Ítarefni


- Halldór Björnsson. 2002. *Veður í aðdraganda snjóflóðabrina á norðanverðum Vestfjörðum*. VÍ greinargerð 02019.
- Hörður Þór Sigurðsson. 2004. *Results of the 2D avalanche model SAMOS for Flateyri, Súðavík and Kirkjubólshlíð*. VÍ greinargerð 04013.
- Kjartan Ólafsson. *Firðir og fólk 900–1900. Vestur-Ísafjarðarsýsla*. Árbók Ferðafélags Íslands 1999.
- Kristján Jónasson, Sven Þ. Sigurðsson og Þorsteinn Arnalds. 1999. *Estimation of Avalanche Risk*. VÍ rit VÍ-R99001-ÚR01.
- Lög 49/1997 um varnir gegn snjóflóðum og skriðuföllum.
- Ólafur Jónsson, Sigurjón Rist, Halldór G. Pétursson og Jóhannes Sigvaldason. *Skriðuföll og snjóflóð*. Skjaldborg.
- Svanbjörg Helga Haraldsdóttir. 2002. *Snjóflóðasaga Flateyrar og Önundarfjarðar*. VÍ greinargerð 02036.
- Umhverfisstofnuneytið. 2000. *Reglugerð 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats*.
- Tómas Jóhannesson, Oddur Pétursson, Jón Gunnar Egilsson og Gunnar Guðni Tómasson. 1999. Snjóflóðið á Flateyri 21. febrúar 1999 og áhrif varnargarða ofan byggðarinnar. *Náttúrufræðingurinn* 69(1).
- Veðurstofa Íslands. 1997. *Greinargerð um snjóflóðaaðstæður vegna rýmingarkorts fyrir Flateyri*. VÍ greinargerð VÍ-G96005-ÚR05.
- VST og NGI. 1996. *Snjóflóðavarnir á Flateyri*. Forathugun.
- Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser og Hörður Þór Sigurðsson. 2004. *Hættumat fyrir Flateyri*. VÍ greinargerð 04012.




**Veðurstofa Íslands**  
 maí 2004

**Flateyri**  
 Kort 1. Hættumetið svæði

 Mörk hættumetins svæðis


1:20000 

0 200 400 600 m








Öndarfjörður




**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

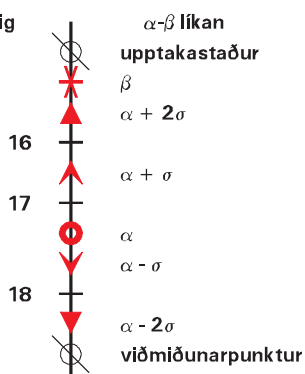


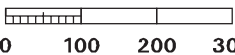


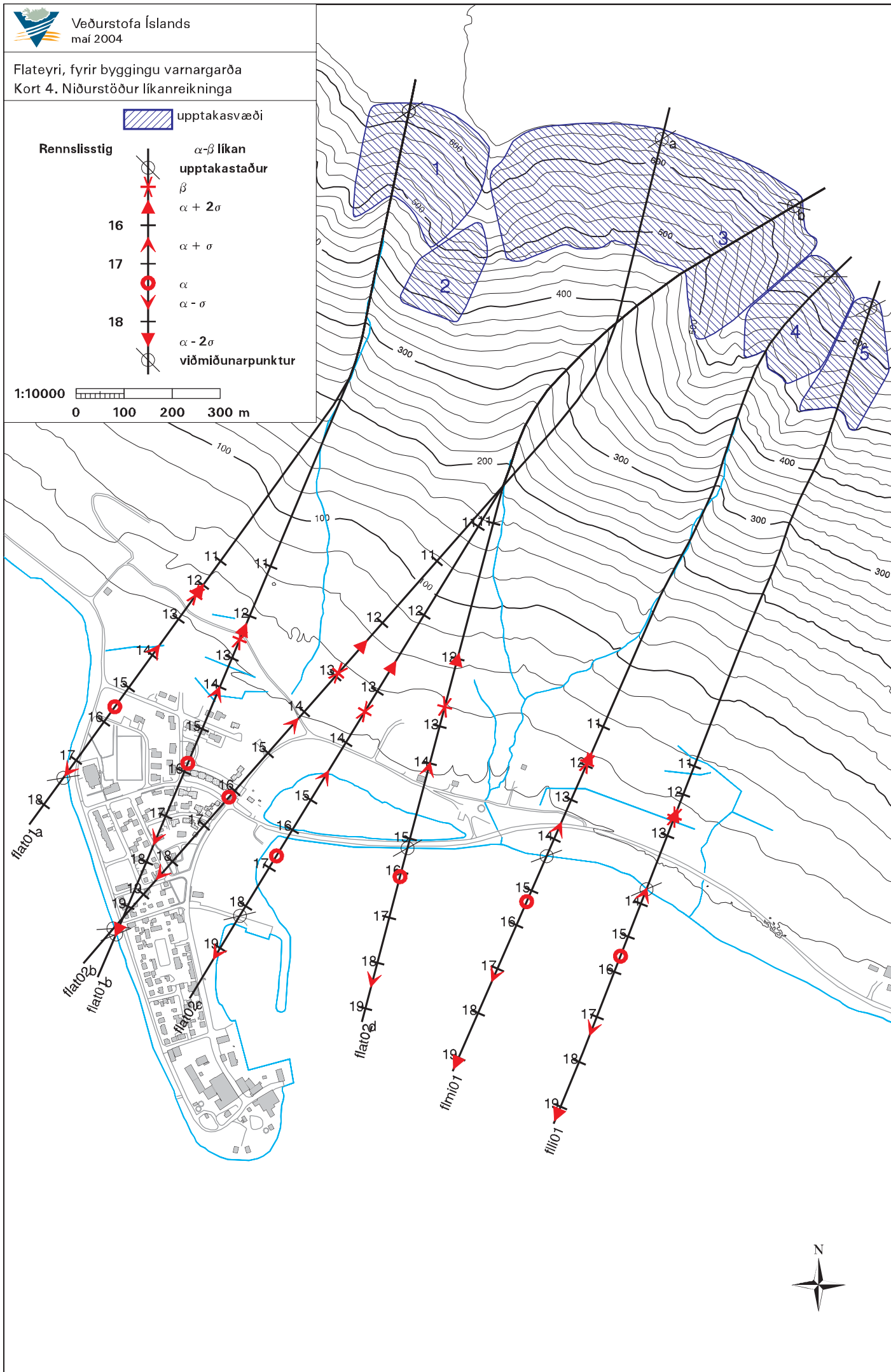
Flateyri, fyrir byggingu varnargarða  
Kort 4. Niðurstöður líkanreikninga

 upptakasvæði

Rennslisstig




1:10000 

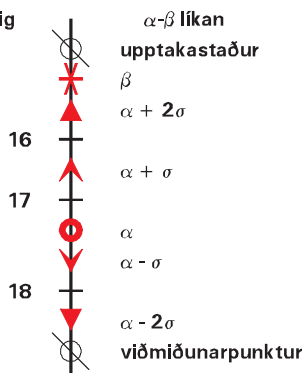


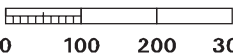


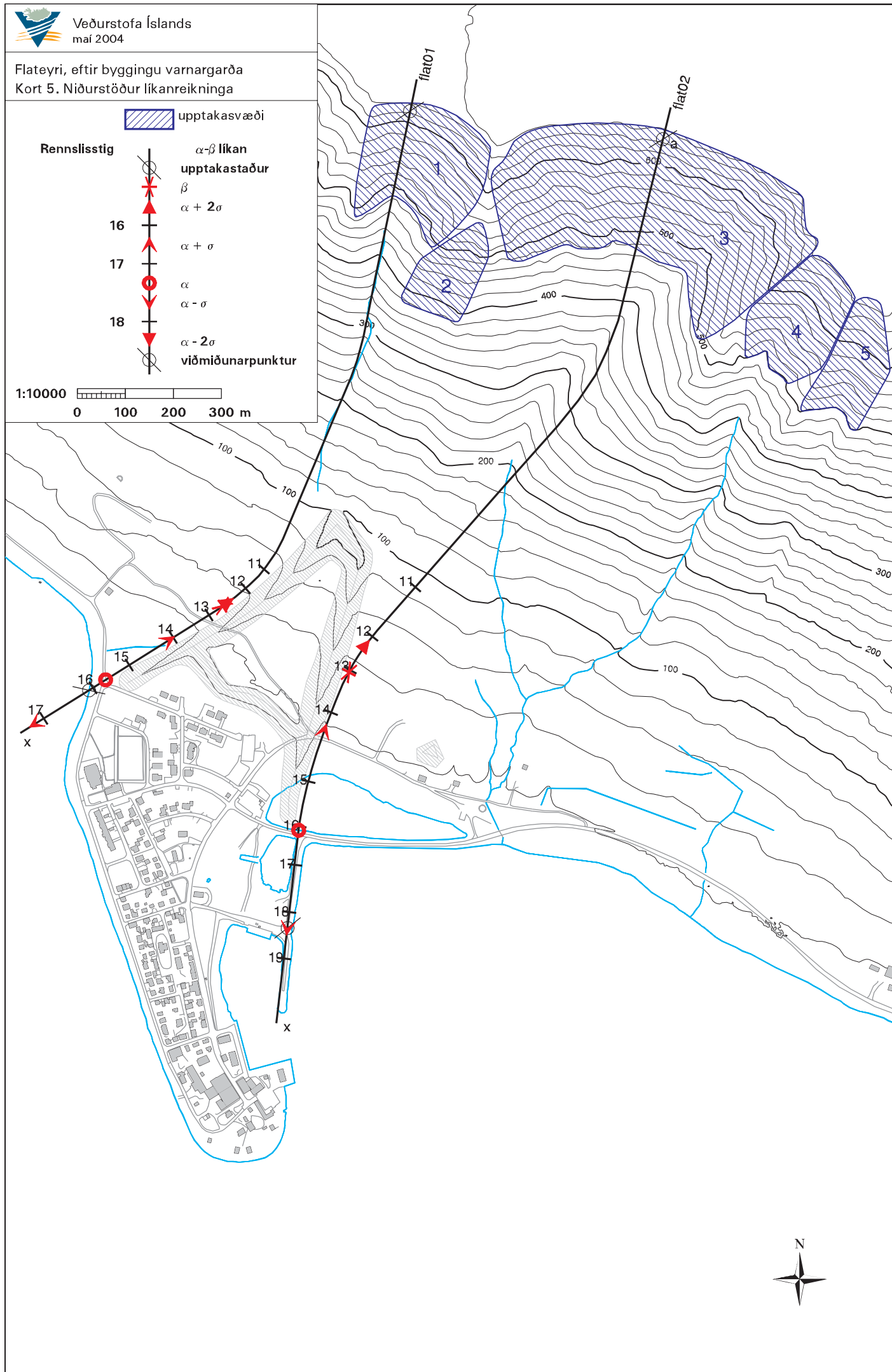
Flateyri, eftir byggingu varnargarða  
Kort 5. Niðurstöður líkanreikninga

 upptakasvæði

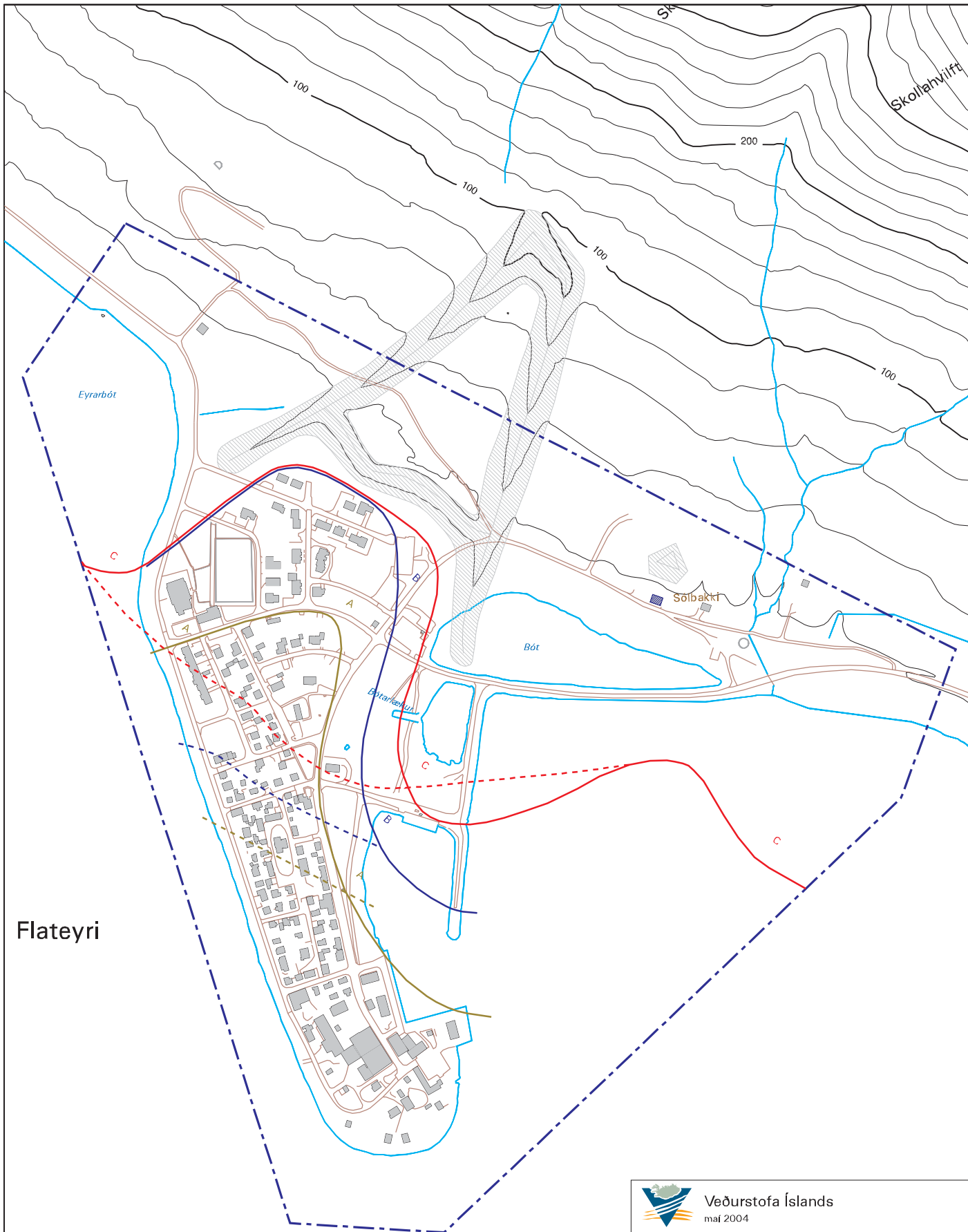
Rennslisstig




1:10000 












Flateyri


**Veðurstofa Íslands**  
 maí 2004

**Flateyri**  
**Kort 6. Hættumat**

-  jafnáhættulína, áhætta =  $3.0 \cdot 10^{-4}$
-  jafnáhættulína, áhætta =  $1.0 \cdot 10^{-4}$
-  jafnáhættulína, áhætta =  $0.3 \cdot 10^{-4}$
- 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  0 100 200 300 m

