

Mat á hættu vegna ofanflóða í Ísafjarðarbæ

Seljalandshverfi, Tunguskeið, Tungudalur,
Dagverðardalur og Innri-Kirkjubólshlíð

Greinargerð með hættumatskort



Hættumatsnefnd Ísafjarðarbæjar

Apríl 2008

Inngangur

Með bréfi dags. 20. mars 2001 skipaði umhverfisráðuneytið Snjólf Ólafsson (formann), Gunnar Guðna Tómasson, Halldór Halldórsson og Sigurð Mar Jónsson í hættumatsnefnd Ísafjarðarbæjar. Var nefndin skipuð í samræmi við 3. gr. reglugerðar 505/2000, með breytingu 495/2007, um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða. Með bréfi dags. 23. nóvember 2004 skipaði umhverfisráðuneytið Jóhann Birki Helgason í nefndina í stað Sigurðar Mar Óskarssonar.

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 sem unnið hefur að hættumati fyrir Innri-Kirkjubólshlíð frá árinu 2003 og fyrir Seljalandshverfi, Tunguskeið, Tungudal og Dagverðardal frá árinu 2005. Meðal annars var fyrirliggjandi hættumat fyrir Seljalandshverfi og Tunguskeið frá 2002 endurskoðað eftir byggingu varnargarðs á Seljalandsmúla, sem vígður var árið 2004, og metin er hætta undir varnarfleyg sem reistur hefur verið ofan sorpbrennslunnar Funa í Engidal. Um niðurstöðurnar var fjallað í nefndinni og samþykkti hún þær sem tillögu sína að hættumati fyrir þann hluta sveitarfélagsins sem um er fjallað og var tillagan lögð fram til kynningar sbr. 5. gr. framannefndrar reglugerðar.

Hættumatið var auglýst og kynnt með opnu húsi á Ísafirði þann 12. október 2007 og lá síðan frammi til kynningar á skrifstofu Ísafjarðarbæjar til 15. nóvember 2007 jafnframt því að vera aðgengilegt á heimasíðu Veðurstofu Íslands. Ein ábending barst varðandi löggun hættulína neðan varnargarðs á Seljalandsmúla og var hættulínum breytt lítillga þar sem þær liggja í sjó neðan varnargarðsins. Engar aðrar athugasemdir bárust við hættumatið.

Nefndin hefur haldið 9 bókaða fundi þar sem fjallað var um hættumat fyrir Seljalandshverfi, Tunguskeið, Tungudal, Dagverðardal og Innri-Kirkjubólshlíð.

- 5. maí 2001. Rætt um starf nefndarinnar og Veðurstofu Íslands. Fulltrúar Veðurstofunnar gerðu grein fyrir stöðu vinnu við hættumat í Ísafjarðarbæ. Rætt um til hvaða svæða hættumatið skuli ná.
- 12. nóvember 2002. Rætt um til hvaða svæða hættumat skuli ná eftir að 1.áfangi hættumats fyrir Ísafjarðarbæ var lokið.
- 9. apríl 2003. Afmörkun hættusvæða rædd ásamt áætlun um vinnu Veðurstofu Íslands við gerð hættumatsins.
- 25. nóvember 2003. Rætt um gerð hættumats fyrir Kirkjubólshlíð og ákveðið að vinna nýtt hættumat fyrir Seljalandshlíð sem taki tillit til varnavirkja.
- 16. mars 2004. Farið yfir vinnu við gerð hættumats fyrir Kirkjubólshlíð.
- 10. september 2004. Farið yfir vinnu við gerð hættumats fyrir Kirkjubólshlíð og rætt um með hvaða hætti kynning hættumatsins verði. Rætt um nýtt hættumat í Seljalandshverfi sem taki tillit til varnavirkja sem verið er að ljúka byggingu á.

- 9. mars 2005. Drög að hættumatslínunum fyrir Kirkjubólshlíð kynnt. Gerð hættumats fyrir Seljalandshverfi rædd sem og kynning hættumats. Ákveðið að kynna hættumat fyrir Kirkjubólshlíð og Seljalandshverfi samtímis.
- 6. mars 2007. Samþykkt að leggja tillögur Veðurstofu Íslands að hættumati fyrir Kirkjubólshlíð fram sem tillögur nefndarinnar. Kynnt drög að hættumati fyrir Seljalandshverfi, Tunguskeið og Tungudal og afmörkun hins hættumetna svæðis rædd.
- 4. apríl 2007. Samþykkt að leggja tillögur Veðurstofu Íslands að hættumati fyrir Seljalandshverfi, Tunguskeið og Tungudal fram sem tillögur nefndarinnar. Ákveðið að stækka hið hættumetna svæði yfir í Dagverðardal. Endanlegar tillögur að hættumati fyrir það svæði voru afgreiddar milli nefndarmanna með tölvupóstum og símtölum.

Auk þessa hefur nefndin, eða hluti hennar, og sérfræðingar Veðurstofu Íslands, hist óformlega nokkrum sinnum.

Niðurstöðum Veðurstofunnar er lýst í sérstökum skýrslum (Tómas Jóhannesson o.fl. 2007; Þorsteinn Arnalds o.fl. 2007). Hér á eftir er ágríp af þeim niðurstöðum og er heimilda sjaldnast getið en þeim sem vilja kynna sér málið nánar er bent á skýrslur 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, með breytingum í reglugerð 495/2007, er nánar fjallað um matið, hvernig að því skuli staðið og á hverju það skuli byggjast. 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
C	$3 \cdot 10^{-4}$	–	Engar nýbyggingar nema frístundahús*, og húsnæði þar sem viðvera er lítil.
B	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	Atvinnuhúsnæði má byggja án sérstakra styrkinga. Byggja má íbúðarhús og byggja við hús þar sem búist er við miklum mannsöfnuði (svo sem fjölbýlishús, sjúkrahús, skóla o.þ.h.) með sérstökum styrkingum.
A	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	Hús þar sem búist er við miklum mannsöfnuði (svo sem fjölbýlishús, skóla, sjúkrahús o.þ.h.) og stærri íbúðarhús (fleiri en 4 íbúðir) þarf að styrkja sérstaklega.

*Ef staðaráhætta 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 ofanflóða 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

Seljalandshverfi, Tunguskeið, Tungudalur, Dagverðardalur og Innri-Kirkjubólshlíð eru hluti Ísafjarðarbæjar og liggja við Skutulsfjörð sem gengur í suðvestur úr Ísafjarðardjúpi. Hættumetna svæðið er sýnt á kortum 1 og 2.

Kringum Skutulsfjörð rísa brött fjöll upp í um 700 m h.y.s. Ernir er suðaustan fjarðarins og suðvestan Ernir er Kirkjubólshlíð. Norðvestan Skutulsfjarðar er Eyrarfjall. Hlíðar þessara fjalla eru brattar og markaðar grunnnum giljum og stórum hvilftum og hjöllum. Seljalandshlíð er við norðvestanverðan Skutulsfjörð, innan byggðarinnar á eyrinni. Fyrir botni fjarðarins er fjallið Kubbi sem skilur að Engidal og Dagverðardal. Tungudalur gengur inn úr Skutulsfjarðarbotni og er Hnífafjall milli hans og Dagverðardals. Seljalandsdalur er nyrstur dala fyrir botni fjarðarins. Hann er aðeins girtur fjöllum að hluta og er neðri hluti hans frekar hjalli en dalur. Brún dalsins yst nefnist Seljalandsmúli. Skíðasvæði Ísfirðinga var áður á Seljalandsdal. Ofan Seljalandsdals er Breiðafell, jafnhátt Eyrarfjalli. Hlíðin suðaustan fjarðarins, innan Naustahvilftar, nefnist Innri-Kirkjubólshlíð og nær hún suður að Kirkjubólshvilft.

Land var líklega numið í Skutulsfirði í byrjun tíundu aldar. Eyri er talin landnámsjörð. Þar til á síðari hluta átjándu aldar voru um tólf jarðir byggðar í Skutulsfirði og Hnífsdal.

Þéttbýli fór að myndast á Eyrinni á fyrri hluta nítjándu aldar. Holtahverfi við rætur Kubba byggðist upp á árunum 1976–1983 og í Seljalandshverfi hófst uppbygging um 1990.

Ekki er nú föst búseta undir Kirkjubólshlíð nema í Höfða, sem byggður var í landi Kirkjubæjar snemma á 20. öld. Á Kirkjubóli var búið í a.m.k. 700 ár og e.t.v. mun lengur, en bærinn fór í eyði árið 1982. Utan við Kirkjuból, nær hlíðinni, stendur sorpbrennslustöðin Funi, sem reist var árið 1993. Norðan hennar, niður við sjóinn, er sumarbústaður sem reistur var 1932. Flugstöð og byggingar, sem tengjast rekstri flugvallarins, standa við norðurmörk Kirkjubólshlíðar innri.

Bærinn Seljaland er lögbýli og hefur staðið á svipuðum stað undir Seljalandshlíð í a.m.k. 700 ár og sennilega töluvert lengur. Í það minnsta þrjár sumarbústaðir voru reistir u.þ.b. 1935 í Seljalandsmúla ofan við Seljaland. Skutulsfjarðarbraut tengir gömlu byggðina við

Holta- og Seljalandshverfi. Við veginn standa nokkur hús, sem flest eru nýtt undir atvinnustarfsemi. Mörg þeirra hafa orðið fyrir snjóflóðum.

Í norðurhlíð Tungudals, neðan brúnar Seljalandsdals, er sumarbústaðahverfi og skógur sem hafist var handa við að rækta upp úr 1930. Elstu bústaðirnir í hverfinu og skátaskáli innar í dalnum voru byggðir á þriðja áratug 20. aldar. Stór hluti sumarbústaðahverfisins eyðilagðist í snjóflóði 1994 en hverfið hefur verið endurbyggt á sama stað.

Á Seljalandsdal var skíðasvæði Ísfirðinga en flest mannvirki þar eyðilögðust í snjóflóðinu 1994. Fyrsti skíðaskáliinn á dalnum, Skíðheimar, var reistur árið 1928 og stóð skammt frá Skíðheimum II sem enn standa. Skíðaskálarnir Skíðheimar II og þjónustuskáli fyrir skíðagöngufólk á Harðarskálaflöt, sunnan Bunár, eru einu mannvirkin sem eftir standa á Seljalandsdal. Skíðasvæði fyrir Alpagreinar var flutt í Tungudal eftir flóðið 1994 og þar eru nú lyftur og skíðaskáli sem byggður var 1999.

Í Dagverðardal risu á fjórða áratug 20. aldar nokkrir sumarbústaðir undir Kubba, innan núverandi Holtahverfis. Norðan megin dalsins er skátaskáliinn Dyngja sem reistur var 1975 undir Hnífafjalli utanverðu. Vegagerðin hefur einnig komið upp aðstöðu fyrir starfsemi sína í mynni Dagverðardals.

Ofanflóðasagan

Kort 3 og 4 sýna skráð snjóflóð á hættumetna svæðinu og í nágrenni þess. Ekki hafa verið dregnar á kort útlínur allra flóða sem skráð eru. Þau flóð, sem ekki eru á kortunum, eru öll minniháttar og hafa ekki áhrif á hættumatið.

Fyrstu heimildir um snjóflóð í Skutulsfirði eru frá 1673 þegar snjóflóð lenti á húsinu Búð í Hnífsdal. Flóðið eyðilagði húsið, útihús og fiskhjalla en fólk, sem statt var í húsinu, bjargaðist. Fyrir árið 1900 eru aðeins skráð þrjú snjóflóð. Þá verður að hafa í huga að snjóflóð voru nær eingöngu skráð ef þau ollu eignatjóni eða mannskaða, eins og tíðkaðist annars staðar á landinu. Á tuttugustu öld voru fleiri flóð skráð en það er einungis síðustu rúm 20 ár sem snjóflóð hafa verið skráð með kerfisbundnum hætti.

Snjóathugunarmaður var ráðinn til starfa á Ísafirði árið 1983 og sér m.a. um að skrá snjóflóð á svæðinu. Hann var á vegum Ísafjarðarbæjar til upphafi til ársins 1995 en síðan á vegum Veðurstofu Íslands. Oddur Pétursson gegndi stöðunni til 2006 en þá tók Örn Ingólfsson við starfinu. Gera má ráð fyrir að nær öll snjóflóð, sem féllu nærri byggð í Skutulsfirði frá 1983, séu skráð ef það var unnt.

Fólk hefur farist í fjórum snjóflóðum á hús við Skutulsfjörð. Árið 1818 féll flóð á bæinn Augnelli, sem var um 600 m vestan Hrauns í Hnífsdal. Fjórir létust. Árið 1910 fórust tuttugu þegar snjóflóð féll á Búð og hús umhverfis hana. Árið 1941 létust tveir er flóð féll á húsið Sólgerði neðan Seljalandshlíðar og 1994 fórst einn í flóði sem átti upptök í Breiðafelli ofan Seljalandsdals og féll á sumarhúsabyggðina í Tunguskógi.

Á síðari árum hafa fjögur snjóflóð valdið hvað mestum eignaspjöllum í Skutulsfirði. Snjóflóðið í Tungudal árið 1994 eyðilagði skíðalyftur og fjörutíu sumarhús. Árið 1995 féll snjóflóð á sorpbrennsluna Funa í Engidal og skemmdi hana mikið, árið 1999 skemmdi snjóflóð nýuppsettar skíðalyftur á Seljalandsdal og árið 2005 eyðilagði snjóflóð úr Hraungili í Hnífsdal íbúðarhús að Hrauni, skemmdi fjölbýlishús við Árvelli og olli ýmsu öðru tjóni.

Af öðrum snjóflóðum, sem til tíðinda má telja fyrir svæðið sem hér er til umfjöllunar, má nefna tvö mjög löng snjóflóð sem féllu úr Innri-Kirkjubólshlíð og munu hafa náð allt að Fjarðarhorni undir Hafrafellshlíð. Snjóflóð hafa einnig fallið nærri Kirkjubæ og Kirkjubóli þó ekki hafi af þeim hlotist slys eða umtalsvert tjón. Fimm snjóflóð hafa þegar fallið

á varnarfleyginn ofan sorpbrennslunnar Funa, eftir að hann var reistur í kjölfar flóðsins sem tjóni olli á byggingunni árið 1994, og er það til marks um tíð flóð úr þeirri hlíð.

Snjóflóð úr Seljalandshlíð, einkum ofan gamla skíðasvæðisins, eru tíð. Talsvert dregur úr tíðni snjóflóða næst utan við gamla skíðasvæðið. Ofan Seljalandshverfis eru snjóflóð engu að síður vel þekkt og hafa náð allt niður í Tunguá við bæinn Seljaland skammt utan hverfisins. Er skemmst að minnast hrinunnar í janúar 2005 en þá féllu fjölmörg snjóflóð í Skutulsfirði og nágrenni, þar á meðal flóð á nýja varnargarðinn og keilurnar á Seljalandsmúla ofan Seljalandshverfis.

Snjóflóð úr norðurhlíð Tungudals, neðan Seljalandsdals, eru sjaldgæf en þó hafa fallið þar flóð skammt utan sumarbústaðahverfisins og úr Háubrun innan þess. Einnig eru skráðar nokkrar spýjur úr hlíðinni inn undir dalbotninum, skammt vestan svæðisins sem hér er til umfjöllunar. Engin flóð eru þekkt úr suðurhlíð dalsins ofan hættumetna svæðisins og þar safnast lítill snjór. Hins vegar hafa nýlega fallið flóð upp af Tungudal, innan við hættumetna svæðið. Engar heimildir eru um snjóflóð á svæðinu sem hér er til umfjöllunar á Dagverðardal og þar gildir það sama og í Hnífunum sunnan Tungudals að lítill snjór safnast í hugsanleg upptakasvæði ofan svæðisins.

Snjóflóð hafa nokkrum sinnum fallið úr Hádegishvilt í Háafelli, sem er nokkru innan við hættumetna svæðið, og úr hlíðinni þar næst fyrir utan og innan. Flóð eru einnig vel þekkt úr Kubba ofan Holtahverfis, sem er næst utan hættumetna svæðisins á Dagverðardal. Síðastliðinn vetur féllu jafnframt snjóflóð upp af Dagverðardal, innan við hættumetna svæðið, í óvenjulega langri hrinu þegar mörg snjóflóð féllu víða við Ísafjarðardjúp.

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, sem ógnað geta hættumetna svæðinu, voru könnuð, stærð þeirra metin og einnig metið hversu mikill snjór getur safnast í þau og hversu líkleg snjósöfnun er. Kort 5–7 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 *staðfræðilíkön* og *eðlisfræðilíkön* til að bera saman skriðlengd flóða í mismunandi farvegum. Kort 5–7 sýna niðurstöður reikninga með þessum líkönum.

Reynslan sýnir að stór þurr snjóflóð fara ekki að hægja á sér að ráði fyrir en landhalli er orðinn minni en um 10° . Svokallað α/β -líkan nýtir sjónarhorn frá þeim stað þar sem landhalli verður minni en 10° til að spá fyrir um úthlaupshorn (sjónarhorn frá tungu í upptök) snjóflóða. Þessi puntur er nefndur β -punktur. Með nokkurri einföldun má segja að í gagnasafni sem byggist á lengstu snjóflóðum í nokkrum íslenskum snjóflóðafarvegum nái flóð að jafnaði sjónarhorni sem nefnt er α . Punktur sem svarar til þessa sjónarhorns er kallaður α -punktur og á kortum 5–7 er hann sýndur fyrir upptakasvæði ofan hættumetna svæðisins. Út frá dreifingu flóða í gagnasafninu er metið *staðalfrávik* úthlaupshornsins. Snjóflóð, sem hafa einu eða tveimur staðalfrávikum hærra úthlaupshorn

en α , 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 α/β -líkansins er að geta „fært“ snjóflóð á milli farvega. Þannig ættu tvö sambærileg snjóflóð í tveimur farvegum að fara jafn langt í báðum farvegnum, þannig að t.d. flóð sem nær úthlaupshorni α í einum farvegi ætti einnig að ná úthlaupshorni α 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 5–7 sýna rennslisstig flóða úr svæðum sem metin voru möguleg upptakasvæði. Sjá má að flóð með rennslisstig 14 geta náð að fjölbýlishúsunum, sem eru efstu hús í Seljalandshverfi, og flóð með rennslisstig 16,4 þarf til þess að fara fram af brún Seljalandsdals og niður í Tungudal.

Þau tvö líkön sem lýst er hér að framan taka einungis tillit til langsniðs snjóflóðafarvegar niður hlíð. Skriðlengd og útbreiðsla snjóflóða var einnig könnuð með tvívíðu austurrísku eðlisfræðilíkani, SAMOS, 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 snjódypt og snjómagni sem sett er af stað í upptökum. 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.

Kort 5 og 6 sýna, auk hefðbundinna rennslisstiga, svokölluð tvívíð rennslisstig sem reiknuð eru með SAMOS líkaninu. Fyrir upptakasvæðið ofan Seljalandshverfis voru tvívíð rennslisstig reiknuð bæði fyrir landlíkan án varnargarðsins og fyrir landlíkan með varnargarði og eru þau sýnd með mismunandi litum á kortinu. Rauðar línur sýna rennslisstig fyrir núverandi landslag með varnargarði en grænar línur á svæðinu við Seljaland sýna rennslisstig eins og þau reiknast fyrir upprunalegt landslag án garðsins. Rennslisstigin fyrir landlíkan með varnargarði eru dregin fyrir alla hlíðina. Línur sem sýna tvívíð rennslisstig má líta á sem jafngildislínur skriðlengdar. Í vissum skilningi eru allir staðir á sama tvívíða rennslisstigi í sömu fjarlægð frá hlíðinni frá sjónarhóli snjóflóða. Í þeim tilvikum þar sem snjósöfnunaraðstæður og líkur á að snjóflóð falli eru sambærilegar er eðlilegt að jafngildislínur fyrir áhættu (hættumatslínur) fylgi nokkurn veginn tvívíðum rennslisstigum. Tvívíðu rennslisstigin voru notuð til þess að meta stefnu flóða á úthlaupssvæðinu og áhrif landslags þvert á skriðstefnu á útbreiðslu þeirra. Þau voru einnig notuð við hættumatið undir varnargarðinum á Seljalandsmúla og höfð til hliðsjónar þegar skriðlengd var borin saman milli farvega.

Varnarvirki

Varnargarður fyrir Seljalandshverfi hefur verið reistur á Seljalandsmúla og dregur hann jafnframt úr snjóflóðahættu á Tunguskeiði. Garðurinn, sem var vígður árið 2004, er um 700 m langur og 16 m hár þar sem hann er hæstur. Hann er lagaður að landslagi múlans þannig að hann myndar aflíðandi „S“-form í lengdarstefnuna. Tvær keiluraðir með sjö 7 m háum keilum eru ofan miðs garðsins þar sem líkanreikningar gefa til kynna að flæði snjóflóða sé stríðast. Keilurnar eru þverar og brattar á þeirri hlið sem veit mót flóðstefnunni. Leiðihorn garðsins er á bilinu 45–50° fyrir hönnunarsnjóflóðið sem garðurinn var miðaður við, nema allra neðst þar sem hornið er nokkru lægra. Snjóflóð féll á varnargarðinn í snjóflóðahrinu sem gekk yfir Vestfirði 2005. Ummerki flóðsins voru orðin

ógreinileg þegar eftir því var tekið og ekki er vitað hversu mikið það rann upp eftir garðhliðinni.

Varnarfleygur var reistur fyrir sorpbrennsluna Funa í kjölfar snjóflóðsins sem olli skemmdum á byggingunni 1995. Fleygurinn er 10 m hár og brattur fremst og mynda vængirnir 30° horn við stefnu snjóflóða úr hliðinni. Fimm snjóflóð hafa þegar fallið á fleygin og hefur hann bægt þeim frá byggingunni án þess að tjón hlytist af.

Veðurfar

Veðurfar Vestfjarða mótast af háum fjöllum, vogskorinni strönd og djúpum fjörðum ásamt nálægð Grænlands. Hafís berst þar oftast að landi en annars staðar á Íslandi. Ársmeðalhiti í byggð er 3–4°C og eru febrúar og mars köldustu mánuðurnir en júlí og ágúst hlýjastir. Hitamunur heitasta og kaldasta mánaðar er 12–13°C. Hæsti hiti sem mælt hefur er 25°C og mesta frost við ströndina –20°C. Á Seljalandsdal í 550 m hæð er meðalhiti um 0°C og á Þverfjalli í 753 m hæð –2°C.

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, 74 m/s, 25. október 1995. Hviður hafa náð 60 m/s í október til mars. Á láglandi ná hviður 42–45 m/s og mesti 10 mínútna 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. Ársúrkomu er 600–1000 mm og mest á Ísafirði. Þar hefur sólarhringsúrkomu mælt langmest, 114,3 mm, en annars staðar á svæðinu er hún mest 60–80 mm. Snjór og slydda eru rúmlega 80% af úrkomu á Ísafirði vetrarmánuðina október til apríl en í Bolungarvík er hlutfallið heldur lægra. Á sjálfvirkum úrkomustöðvum er ársúrkomu 500–700 mm.

Úrkomuáttir í Æðey og Bolungarvík eru frá norðri til norðausturs. Þar 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 mælt mest 45–50 cm á Ísafirði í febrúar og mars 1995. Snjó tekur oft 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 110–160 cm og 200 ára snjóþyngst 150–200 cm.

Snjóflóðahætta úr Innri-Kirkjubólshlíð og Seljalandshlíð kemur upp við svipaðar kringumstæður og valda snjóflóðum í helstu snjóflóðafarvegum á Vestfjörðum, þ.e. aftakaveðrum af norðri þegar lögðir ganga norður fyrir land úr suðri eða austri. Lögðir 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. Samkvæmt upplýsingum frá Vegagerðinni á Ísafirði falla snjóflóð niður á veginn undir Ytri-Kirkjubólshlíð síður í dæmigerðum norðaustanáhlauptum og fremur í norðlægum vindi eða eftir ofankomu í tiltölulega lygnu veðri.

Veður sem tengjast snjóflóðahættu úr hliðum Tungudals og Dagverðardals eru ekki þekkt þar sem skráð flóð eru fá, viðhorf hugsanlegra upptakasvæða er mismunandi og aðrar aðstæður sem ráða snjósöfnun margbreytilegar. Vindur í flestum veðrum ber snjó úr suðurhlíð Tungudals og hliðum beggja vegna Dagverðardals ofan hættumetna svæðisins og þar er því hugsanlegt að snjóflóðahætta komi helst upp ef snjóar í fremur lygnu veðri samfara óheppilegri lagskiptingu snjóþekjunnar. Nokkurt aðsópssvæði er á

Seljalandsdal ofan Háubrunar og annarra upptakasvæða í norðurhlíð Tungudals. Þar kann að koma upp snjóflóðahætta ef lausasnjór safnast á Seljalandsdal og vind herðir síðan svo snjór berst í þessi upptakasvæði.

Hættumat

Afmörkun hættusvæða má sjá á kortum 8 og 9.

Áhætta á svæðinu var metin með aðferðum sem þróaðar voru við Háskóla Íslands og Veðurstofu Íslands á árunum 1995–1999 og með útreikningum með tvívíðu austurrísku eðlisfræðilíkani sem áður var nefnt. Inni í Tungudal og í Dagverðardal er ekki unnt að styðjast við formlega áhættureikninga vegna þess að upplýsingar um snjóflóðasögu eru of takmarkaðar til þess að unnt sé að meta tíðni flóða. Upptakasvæði snjóflóða, sem hætta stafar af á þessum svæðum, eru óregluleg í lögun og mörg þeirra safna líklega ekki miklum snjó. Farvegir eru fremur lágt yfir sjávarmáli, spanna lítið hæðarbil og eru að ýmsu öðru leyti ekki sambærilegir við dæmigerða snjóflóðafarvegi sem skriðlengdardreifing hættumatsaðferðarinnar miðast við. Hættumatið fyrir þessa farvegi byggir að mestu á samanburði við aðra farvegi sem ekki eru „dæmigerðir“ og hættumat hefur þegar verið gert fyrir hér á landi. Leitast er við að gæta innbyrðis samræmis út frá huglægu mati á stærð og lögun upptakasvæða, snjósöfnunaraðstæðum, þeirri litlu snjóflóðasögu sem til er að dreifa, byggðasögu, mati staðkunnugra heimamanna og öðrum vísbendingum. Í þessu mati er „... reynt að leggja mat á áhættu“ eins og kveðið er á um í gr. 10 í reglugerð um hættumat og er þá ekki síst lítið til heildaráhættu á svæðum þar sem svona háttar til á landinu öllu. Mat þetta er óhjákvæmilega talsverðum vafa undirorpið.

Hættumetna svæðinu var skipt í fjóra hluta sem eru Seljalandshlíð, innanverður Tungudalur, Dagverðardalur og Innri-Kirkjubólshlíð.

Seljalandshlíð

Farvegir snjóflóða úr Seljalandshlíð, á svæðinu sem hér er til umfjöllunar, eru flóknari en víðast annars staðar þar sem meta þarf snjóflóðahættu í byggð hér á landi. Meta þarf breidd svæðisins þar sem snjóflóð geta náð fram af brún Seljalandsdals og niður í Tungudal, eins og flóðið 1994 gerði, breidd svæðis utan sumarbústaðahverfisins þar sem Seljalandsmúli veitir skjól með því að beina flóðum til beggja hliða, og áhrif múlans á skriðstefnu og skriðlengd flóða úr hlíðinni ofan Seljalandshverfis. Einnig þarf að meta hættu á flóðum úr neðri hluta hlíðarinnar neðan Seljalandsmúla og að lokum að leggja mat á áhrif nýreists varnargarðs og keilna á snjóflóðahættu í Seljalandshverfi og á Tunguskeiði.

Afmörkuð voru tvö stór upptakasvæði í Seljalandshlíð og eitt í hlíð Tungudals neðan Seljalandsmúla. Fjallsbrúnn ofan ytra svæðisins er hvöss og án umtalsverðs aðsóps-svæðis, en stórt aðsópsvæði er á Breiðafelli ofan innra svæðisins, nema yst þar sem fjallsbrúnn er hvöss. Miklu meiri snjósöfnun er í innra en ytra svæðið og endurspeglast þetta í mun meiri tíðni snjóflóða úr hlíðinni ofan gamla skíðasvæðisins en ofan Seljalandshverfis. Seljalandsmúli veitir hverfinu nokkra vörn með því að draga úr orku minni snjóflóða og beina þeim út fyrir hverfið. Stærstu snjóflóð, sem vænta má úr upptakasvæðinu, munu hins vegar að miklu leyti flæða yfir múlann. Bærinn Seljaland sem stendur rétt utan hverfisins hefur einu sinni orðið fyrir snjóflóði. Árleg tíðni snjóflóða úr ytra svæðinu er áætluð 0,025 í rennslisstigi 13, eins og gert var í fyrra hættumati frá 2002, og tíðnin er metin 0,2 úr innra svæðinu. Það samsvarar því að tíðni flóða úr innra svæðinu sé hartnær

tíu sinnum meiri en úr því ytra. Á grundvelli þessa tíðnimats má meta endurkomutíma snjóflóðsins 1994 um 170 ár og um 50 ár fyrir flóðið 1999.

Tvívíðir snjóflóðalíkanreikningar reyndust gagnlegir til þess að leggja mat á áhrif Seljalandsdals, Seljalandsmúla og varnargarðsins á flæði snjóflóða. Slíkir reikningar hafa ekki áður verið notaðir við hættumat hér á landi með þeim hætti sem hér er gert. Milli Seljalandshverfis og sumarbústaðanna myndar Seljalandsmúli skjól og þar reiknast miklu minni hætta í Tungudalnum en bæði utar og innar. Ytri hluti snjóflóðatungunnar, sem nær niður í Tungudal, er þynnri en á sumarbústaðasvæðinu og stærri flóð þarf til þess að ná þar fram af múlanum.

Tvívíðu snjóflóðalíkonin sýna að stór snjóflóð steypast af mestum þunga fram af brún Seljalandsdals í eða nærri farvegi snjóflóðsins 1994 og þar eru hættumatslínurnar dregnar út frá rennslisstigum á grundvelli tíðnimatsins. Næst utan sumarbústaðahverfisins gefa tvívíðu snjóflóðalíkonin til kynna að snjóflóð með rennslisstigi yfir 17 geti náð fram af brúninni. Slík snjóflóð reiknast hins vegar miklu þynnri og kraftminni en í meginstraumnum nokkru innar og eru hættumatslínur þar því dregnar um einu rennslisstigi ofar en í farvegi flóðsins 1994.

Í skjólinu sem Seljalandsmúlinn myndar, þar sem ekki er reiknað með að flóð úr Seljalandsshlíðinni nái fram af brúninni, eru hættusvæði afmörkuð á svipuðum stað og undir Gleiðarhalla í hættumatinu frá 2002. Það er líklega fremur ofmat á hættunni en hitt vegna þess að upptakasvæðið neðan múlans er ekki líklegt til þess að skapa mikla hætta. Ekki þótti rétt að draga línurnar ofar vegna þess að þetta svæði er mjótt og miklu meiri hætta skammt fyrir innan.

Líkanreikningarnir með tvívíðum snjóflóðalíkönnum gefa til kynna svolítið aðra stefnu snjóflóða eftir ferð þeirra yfir slakkann ofan Seljalandsmúla en brautir sem áður höfðu verið dregnar við hættumat og undirbúningsvinnu við hönnun varnargarðsins. Hliðarhalli á dalnum sveigir stefnu flóðanna til austurs og reiknuðust þessi áhrif nokkru minni en skv. legu brautanna sem áður voru dregnar. Brattar keilur voru reistar ofan garðsins í því skyni hægja á snjóflóðum áður en þau skella á garðinum til þess að bæta virkni hans. Keilur af þessari gerð voru ekki inni í upprunalegu hönnun garðsins og vega þær að nokkru upp verra leiðihorn en áður var gert ráð fyrir.

Tvívíðu líkanreikningarnir gefa til kynna að varnargarðurinn á Seljalandsmúla dragi úr skriðlengd flóða á úthlaupssvæðinu sem nemur u.þ.b. einu rennslisstigi og benda jafnframt til þess að útbreiðsla flóða í Seljalandshverfi og á Tunguskeiði til vesturs sé talsvert minni en gert er ráð fyrir í hættumatinu frá 2002. Garðurinn beinir flóðunum enn frekar til austurs og dregur þetta hvoru tveggja úr hætta á vestanverðu úthlaupssvæði flóða úr upptaksvæðinu ofan Seljalands.

Hættumatslínur neðan varnargarðsins eru dregnar á grundvelli tvívíðu líkanreikninganna að teknu tilliti til áhrifa keilnanna á hraða snjóflóðs sem á þeim skellur eins og nánar er lýst í tæknilegri skýrslu um hættumatið. Áhrif keilnanna eru metin á grundvelli tilrauna í tilraunastofu sem gerðar voru sérstaklega til þess að kanna áhrif mannvirkja af þessum toga á flæði snjóflóða.

Innanverður Tungudalur

Flóð úr Sandfelli eru ekki talin ná fram af brún Tungudals og skapa því ekki hætta á hættumetna svæðinu. Flóð úr Sandfelli eða öðrum upptakasvæðum ógna ekki þjónustuskála fyrir skíðagöngufólk á Harðarskálaföt og líkanreikningar gefa til kynna að honum sé heldur ekki ógnað af flóðum úr Seljalandshlíð eins og þegar hefur komið fram. Þjónustuskálinn er því talinn utan hættusvæða.

Hættumatslínur undir Háubrun eru dregnar með hliðsjón af hættumati undir Gleiðarhjalla og miðast við neðri hluta bilsins sem hættusvæðin undir Gleiðarhjalla spanna. Tvívíð rennslisstig voru höfð til hliðsjónar þegar hættumatslínurnar undir Háubrun voru dregnar undir hryggnum ofan skíðaskálans og yst á svæðinu þar sem upptakasvæðið spannar minna hæðarbil en innar.

Hættumatslínur milli Háubrunar og Bunár voru dregnar tæpu rennslisstigi ofar en undir Háubrun. Þetta er líklega fremur ofmat á hættunni en hitt sökum þess að upptakasvæðið er bæði lítið og nær varla upptakahalla. Hins vegar þótti ekki ástæða til þess að draga hættumatslínurnar nær fjallinu en þetta vegna þess hversu svæðið er mjótt. Mun meiri hætta er bæði skammt utar og innar.

Undir Þverhlíð voru afmörkuð stærri hættusvæði í rennslisstigum talið en annars staðar í botni Tungudals. Upptakasvæðið er aðeins íhvolft og ekki er hægt að útiloka að allstór flóð eigi þar upptök þó engin dæmi séu þekkt um það. Engin byggð eða starfsemi er á þessu svæði og því útlátalaust að hafa þarna borð fyrir báru.

Undir Hnífum voru hættumatslínur dregnar tveimur rennslisstigum ofar en undir Háubrun. Þar benda tvívíð rennslisstig til minni skriðlengdar en brautarennslisstig gefa til kynna og var tekið mið af því. Lögun hættusvæðanna var einnig látin ráðast af tvívíðum rennslisstigum.

Dagverðardalur

Hættumatslínur undir Hnífafjalli í Dagverðardal voru staðsettar við sömu rennslisstig og undir Hnífunum í Tungudal. Á báðum þessum stöðum safnast lítill snjór í hlíðarnar og engar heimildir eru um flóð.

Undir Kubbanum hinum megin dalsins voru hættumatslínur dregnar einu rennslisstigi utar, vegna þess að snjóflóð þar eru heldur líklegri. Þar sem hlíðin sveigir til austurs við Holtahverfið eru línurnar dregnar svolítið nær fjallinu vegna þess að snjóflóð þar eru mjög ólíkleg.

Innri-Kirkjubólshlíð

Vegna þess hve undirlendi er lítið undir Naustahvilft er ljóst að allt svæðið er á hættusvæði C. Mörk hættusvæðis C eru ákveðin u.þ.b. í rennslisstigi 14 en lega línanna tekur einnig mið af niðurstöðum tvívíðra líkanreikninga.

Innan flugstöðvarsvæðis eru mörk hættusvæðis C dregin u.þ.b. í rennslisstigi 14,5. Það svarar til að hætta þar sé metin u.þ.b. þrefalt minni en á flugstöðvarsvæði. Á flugstöðvarsvæði var áhætta reiknuð miðað við árlega tíðni snjóflóða 0,02 í rennslisstigi 13. Steindreif ofan flugstöðvarinnar, sem vænta má að borin sé fram af snjóflóðum, samræmist ágætlega þeirri tíðni. Milli flugstöðvar og Kirkjubæjar var valin sambærileg grunntíðni snjóflóða 0,2 sem er á því bili sem reiknuð tíðni gefur og í samræmi við tíðnimat við Funa. Við Kirkjubæ er áhætta reiknuð miðað við grunntíðnina 0,05. Hugsanlegt er að grunntíðni flóða við Funa sé meiri en 0,2 þar sem ekki er víst að öll flóð hafi verið skráð á árunum 1985–1994. Ljóst er að flóðin, sem skráð eru á fyrri hluta síðustu aldar með rennslisstig stærra en 18, eru í ósamræmi við það tíðnimat. Valið er að reikna áhættu miðað við grunntíðnina 0,2 en hliðra ekki skriðlengdardreifingu. Að öðru leyti endurspeglar lega hættumatslína niðurstöður tvívíðra líkanreikninga og huglægt mat á aðstæðum.

Undir Kirkjubólshvilt voru mörk hættusvæðis C ákveðin í rennslisstigi tæplega 15 og mörk annarra svæða tilsvareandi. Þetta svarar til þess að áhætta á svæðinu sé u.þ.b. þrefalt meiri en á flugstöðvarsvæðinu.

Endurkomutími snjóflóða

Endurkomutími snjóflóða var metinn í meginfarvegi snjóflóða úr Breiðafelli niður í Tungudal en annars staðar voru gögn talin ófullnægjandi til þess að unnt væri að leggja mat á endurkomutímamann með formlegum hætti. Þá er endurkomutími gefinn á svipaðan hátt fyrir flugstöðvarsvæðið og Funa.

Árlegar líkur á snjóflóðum með upptök í Breiðafelli eru taldar 1/100 nokkru ofan við Tungudalsbrúnina í rennslisstigi 15,6, 1/300 í miðjum Tungudalsbotni neðan sumarbústaðahverfisins í rennslisstigi 16,4, 1/1000 miðja vegu milli hættumatslína C og B í rennslisstigi 17,3, og 1/3000 skammt ofan við hættumatslínu A í rennslisstigi 18.2. Jafngildislínur endurkomutímans hafa svipaða lögun í og við megingtöngu snjóflóða niður yfir Tungudalsbrúnina og hættumatslínurnar sem sýndar eru á korti 3.

Árlegar líkur á snjóflóðum, sem ná niður á flugstöðvarsvæðið, eru taldar 1/300 við flugstöðina, 1/1000 við hættumatslínu C við flugbraut og 1/3000 neðan hættumatslínu B sjávarmegin við flugbraut. Við Funa eru árlegar líkur á snjóflóðum taldar 1/300 við Langá, 1/1000 við hættumatslínu C og 1/3000 við rennslisstig 18.

Annars staðar má hafa það til hliðsjónar að á línu, þar sem áhætta er metin $3 \cdot 10^{-4}$ á ári, má ætla að tíðni snjóflóða sé á bilinu 1/1000–1/100 á ári, á jafnáhættulínu $1 \cdot 10^{-4}$ sé tíðnin 1/3000–1/300 á ári og á jafnáhættulínu $0,3 \cdot 10^{-4}$ sé tíðnin 1/10000–1/1000 á ári.

Aurskriður og grjóthrun

Víða við Skutulsfjörð er aurskriðu- og grjóthrunshætta. Áhætta einstaklinga vegna hennar á hættumetna svæðinu sem hér er til umfjöllunar er hverfandi í samanburði við metna áhættu vegna snjóflóða og því hefur aurskriðuáhættan ekki áhrif á hættumatið.

Niðurstöður

Samkvæmt hættumatinu sem hér er fram sett er snjóflóðahætta á stóru svæði í Tungudal, einkum í og við farveg stóra flóðsins úr Seljalandshlíð 1994 og í Seljalandshverfi. Sumarbústaðahverfið í Tungudal er allt á hættusvæði C og nokkur hús í Seljalandshverfi eru á hættusvæðum B og A. Hættan er þó mjög mismikil. Líkanreikningar benda til að hætta sé tiltölulega lítil á allstórum svæðum utan og innan við tungu snjóflóðsins 1994 þar sem snjóflóð eru ólíkleg til þess að ná fram af brún Seljalandsdals. Skíðaskáli á Harðarskálaflöt á Seljalandsdal er talinn utan hættusvæða.

Seljalandshverfi hefur verið varið með varnargarði og keilum sem draga mikið úr snjóflóðahættu í byggðinni þar fyrir neðan. Mesta breyting á legu hættumatslína undir garðinum er innst í tungunni niður yfir Seljalandshverfi og svæðið þar neðan við í eldra hættumati, nærri Bræðratungu. Þar benda tvívíðu líkanreikningarnir til þess að eldra hættumat frá 2002 geri ráð fyrir fullmikilli útbreiðslu flóða til vesturs eins og fyrr var nefnt. Breyting í legu hættumatslína á þessu svæði stafar bæði af því að líkanreikningar gefa nú til kynna að snjóflóðahætta sé minni á þessum stað en skv. eldra hættumati og einnig af áhrifum varnargarðsins.

Hætta í innanverðum Tungudal og í Dagverðardal er miklu minni en á svæðum þar sem hætta gætir frá stóru upptakasvæðunum í Seljalandshlíð. Snjósöfnun í hugsanleg upptakasvæði þar er fremur lítil og hættumatslínur liggja því mun nær hlíðinni en undir Selja-

landshlíð. Á slíkum svæðum er hættumat erfitt og óvissa mikil. Ekki er byggð á hættusvæðunum sem afmörkuð hafa verið á þessum hluta hættumetna svæðisins að frátöldum skíðaskálanum í Tungudal sem er talinn á hættusvæði A.

Þrátt fyrir að ekki sé mikil byggð á hættumetna svæðinu undir Innri-Kirkjubólshlíð er þar starfsemi sem er mikilvæg fyrir Ísafjarðarbæ og nágrennasveitarfélög. Byggingar á Ísafjarðarflugvelli eru á hættusvæði C og þarf þar að huga sérstaklega að viðbrögðum vegna þess að búast má við miklum mannsöfnuði þar.

Sorpbrennslan Funi hefur verið varin með varnarfleyg og er sú aðgerð talin nægjanleg til þess að áhætta í húsinu svari til þess að það sé á hættusvæði B en á slíku svæði er heimilt að reisa hús fyrir atvinnustarfsemi. Varnarfleygurinn hefur nokkrum sinnum sýnt gildi sitt með ótvíræðum hætti og komið í veg fyrir tjón á byggingunni með því að bægra frá flóðum sem ella hefðu lent á henni. Þrátt fyrir þetta þarf að huga að öryggi þegar unnið er utan stöðvarhússins þar sem fleygurinn veitir mjög staðbundna vörn.

Fræðilegur skilningur á áhrifum varnargarða og keilna á snjóflóð er takmarkaður og ýms-um vandkvæðum er bundið að meta áhrif þeirra á áhættu fólks í byggð neðan varnarvirkjana. Í sumum löndum Evrópu er hættumati neðan varnarvirkja ekki breytt eftir byggingu þeirra og takmarkanir á nýtingu landsvæða standa því óbreyttar eftir að varnir hafa verið reistar. Hér á landi á, skv. reglugerð um hættumat, að leggja mat á áhrif varnarvirkja til minnkunar áhættu og breyta legu hættumatslína í samræmi við það. Slíkt mat verður óhjákvæmilega óvísst vegna takmarkaðs skilnings og reynslu af áhrifum varnarvirkja á flæði snjóflóða. Hættumat neðan varnarvirkja byggist að nokkru leyti á huglægu mati sérfræðinga sem það vinna, en matið er einnig í flestum tilfellum byggt á tölfræðilegum og eðlisfræðilegum reikningum. Þeir aðilar, sem nota hættumat undir varnarvirkjum við skipulagsgerð eða önnur störf í viðkomandi byggðarlögum, þurfa að vera meðvitaðir um þessa óhjákvæmilegu óvissu í hættumatinu. Sveitarfélögum ber skv. reglugerð um hættumat að „stýra skipulagsgerð og þróun byggðar með tilliti til ofanflóðahættu“ á svæðum sem varin hafa verið með varnarvirkjum. Það felur m.a. í sér að nýta land undir varnarvirkjum sem mest undir aðra starfsemi en frekari íbúðarbyggð, staðsetja vegi og ýmis opin svæði þannig að íbúðarhúsnæði verði eins fjarri hlíðinni og kostur er, og nýta náttúrulegt landslag og móta landslag þannig að öryggi íbúa verði sem mest, t.d. með því að hús séu að einhverju marki í skjóli o.s.frv. Slík sjónarmið eiga t.d. við ef hugað verður að frekari sumarhúsabyggð í Tungudal og íbúðarbyggð í Seljalandshverfi.

Ítarefni

- Halldór Björnsson. 2002. *Veður í aðdraganda snjóflóðabrina á norðanverðum Vestfjörðum*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 02019.
- Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson. 1999. *Skerðuföll á Ísafirði og í Hnífsdal*. Náttúrufræðistofnun Íslands, greinarg. NÍ-99010.
- Harpa Grímsdóttir. 1999. *Byggingarár húsa á Ísafirði*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 99014.
- Harpa Grímsdóttir. 2006. *Mat á hættu vegna snjóflóða og grjóthruns á vegum milli Súðavíkur og Bolungarvíkur*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 06002.
- Hnit og NGI. 1996. Ísafjörður. Seljaland. *Assessment of snow avalanche hazard and preliminary design of protective measures*. Reykjavík, skýrsla NGI-954120-1/Hnit-69-101-SK-1.
- Kristján Jónasson, Sven Þ. Sigurðsson og Þorsteinn Arnalds. 1999. *Estimation of Avalanche Risk*. Veðurstofa Íslands, rit 99001.

Lög 49/1997 um varnir gegn snjóflóðum og skriðuföllum.

Tómas Jóhannesson, Karstein Lied, Stefan Margreth og Frode Sandersen. 1996. *Dörf fyrir snjóflóðavarnarvirki á Íslandi. Yfirlit og mat á kostnaði*. Veðurstofa Íslands, rit 96003.

Tómas Jóhannesson, Hörður Þór Sigurðsson og Harpa Grímsdóttir. *Hattumat fyrir Seljalandshverfi, Tunguskeið, Tungudal og Dagverðardal*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 07008.

Umhverfisstofa Íslands. 2000. *Reglugerð 505/2000 um hattumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hattusvæða og gerð bráðabirgðahattumats*.

Umhverfisstofa Íslands. 2007. *Reglugerð nr. 494/2007 um breytingu á reglugerð um hattumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hattusvæða og gerð bráðabirgðahattumats*. (eftir þessa breytingu heitir reglugerðin: *Reglugerð um hattumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hattusvæða*).

Veðurstofa Íslands. 1996. *Greinargerð um snjóflóðaaðstæður vegna rýmingarkorts fyrir Ísafjörð, Hnífsdal og Suðureyri*. Ví greinarg. 96006.

Veðurstofa Íslands. 2003. *Snjóflóð á Ísafirði og í Hnífsdal*, Ví greinarg. 03011.

Veðurstofa Íslands. 2005. *Snjóflóðahrina á Vestfjörðum 1. – 6. janúar 2005*. Ví greinarg. 05010.

Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2001. *Hazard zoning for Ísafjörður, Siglufjörður and Neskaupstaður. General report*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 01009.

Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Tómas Jóhannesson og Harpa Grímsdóttir. 2002. *Hazard zoning for Ísafjörður and Hnífsdalur. Technical report*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 02020.

Þorsteinn Arnalds, Siegfried Sauermoser, Hörður Þór Sigurðsson, Tómas Jóhannesson og Þórður Arason. 2007. *Hattumat fyrir Innri-Kirkjubólshlíð*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 07011.



Veðurstofa Íslands
maí 2007

Ísafjörður, Skutulsfjarðarbotn
Kort 1. Hættumetið svæði

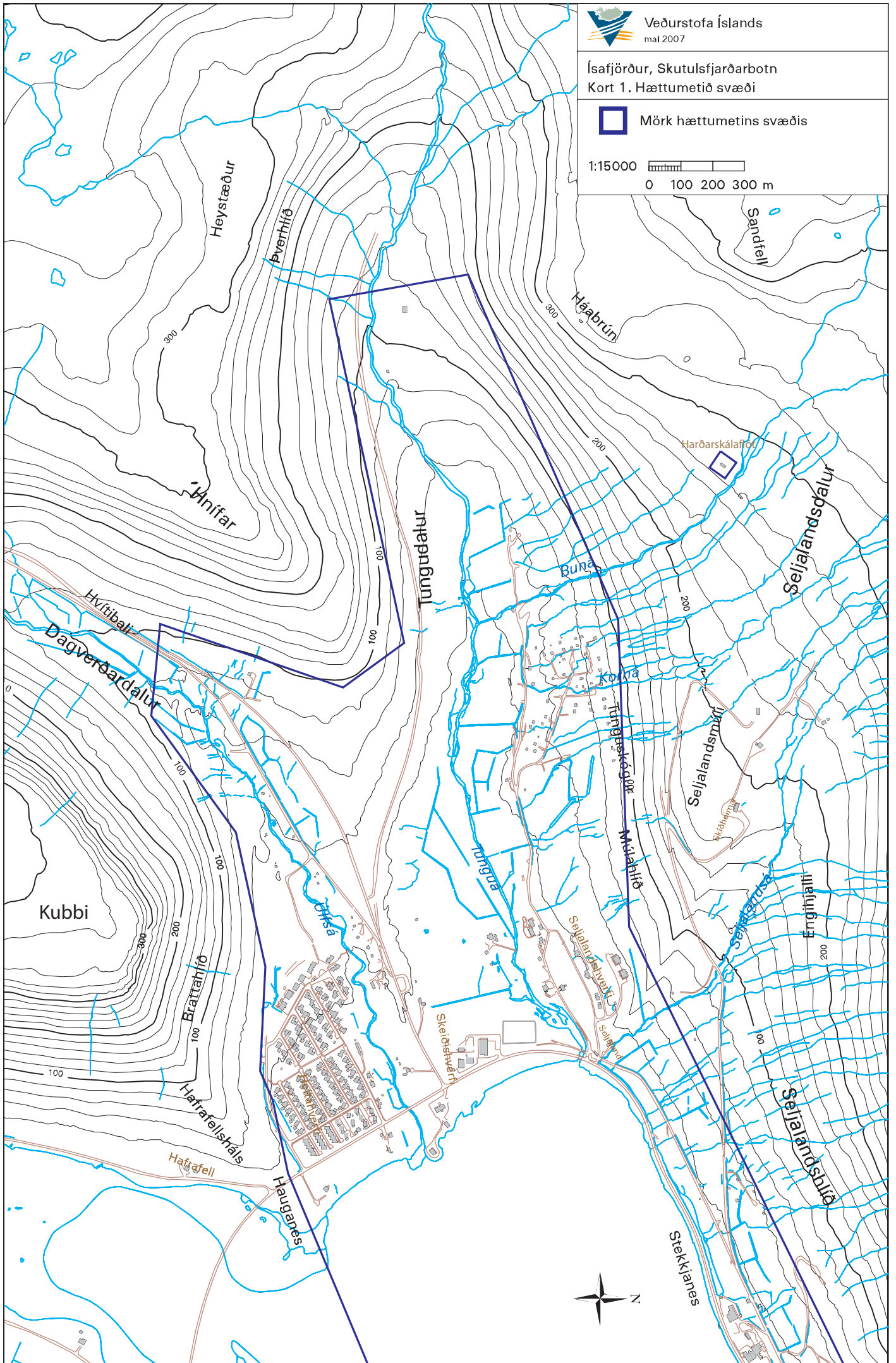


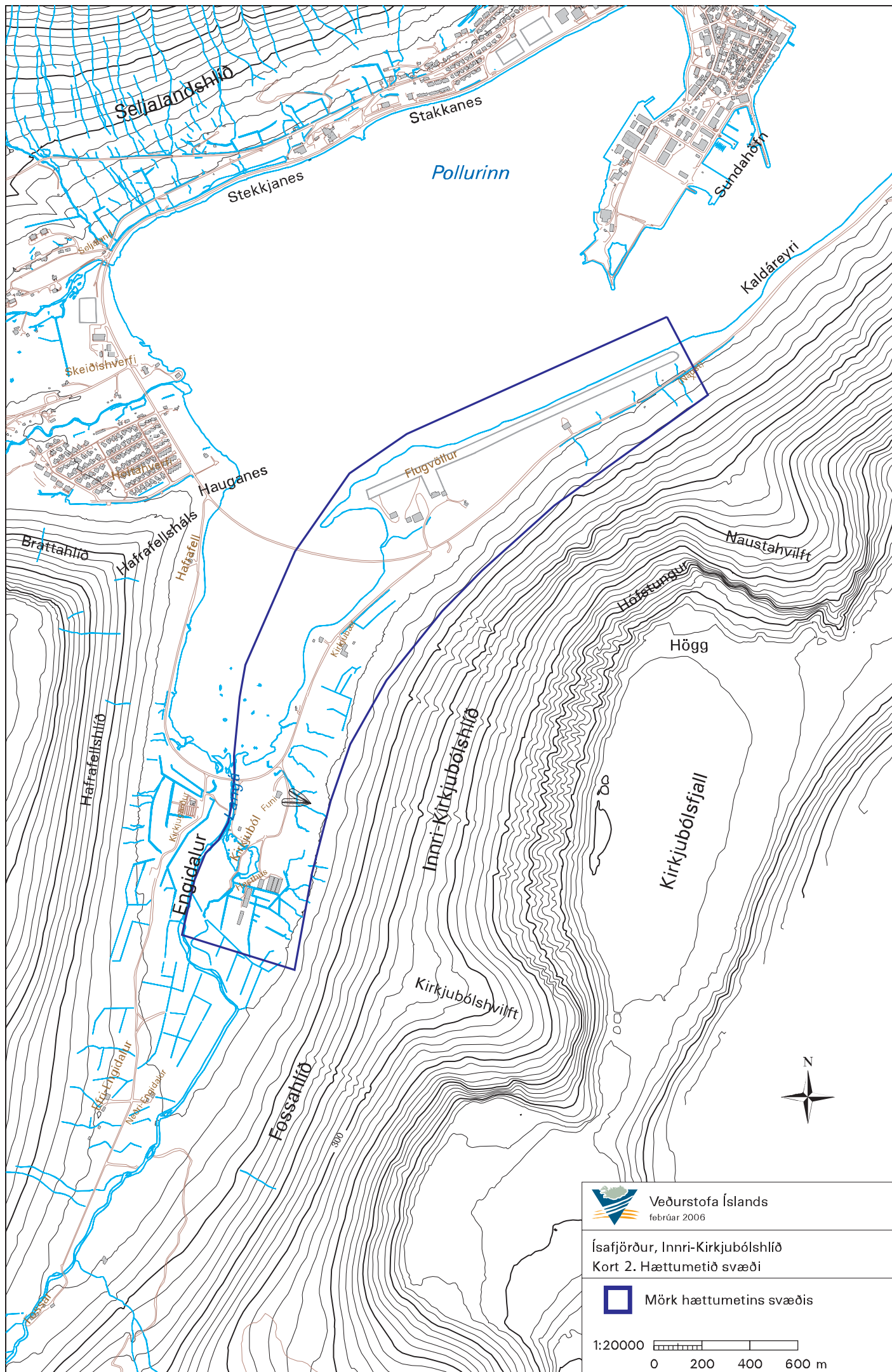
Mörk hættumetins svæðis

1:15000



0 100 200 300 m







 Veðurstofa Íslands
 febrúar 2006

Ísafjörður, Innri-Kirkjubólshlíð
 Kort 2. Hættumetið svæði


 Mörk hættumetins svæðis

1:20000 
 0 200 400 600 m





Veðurstofa Íslands
maí 2007

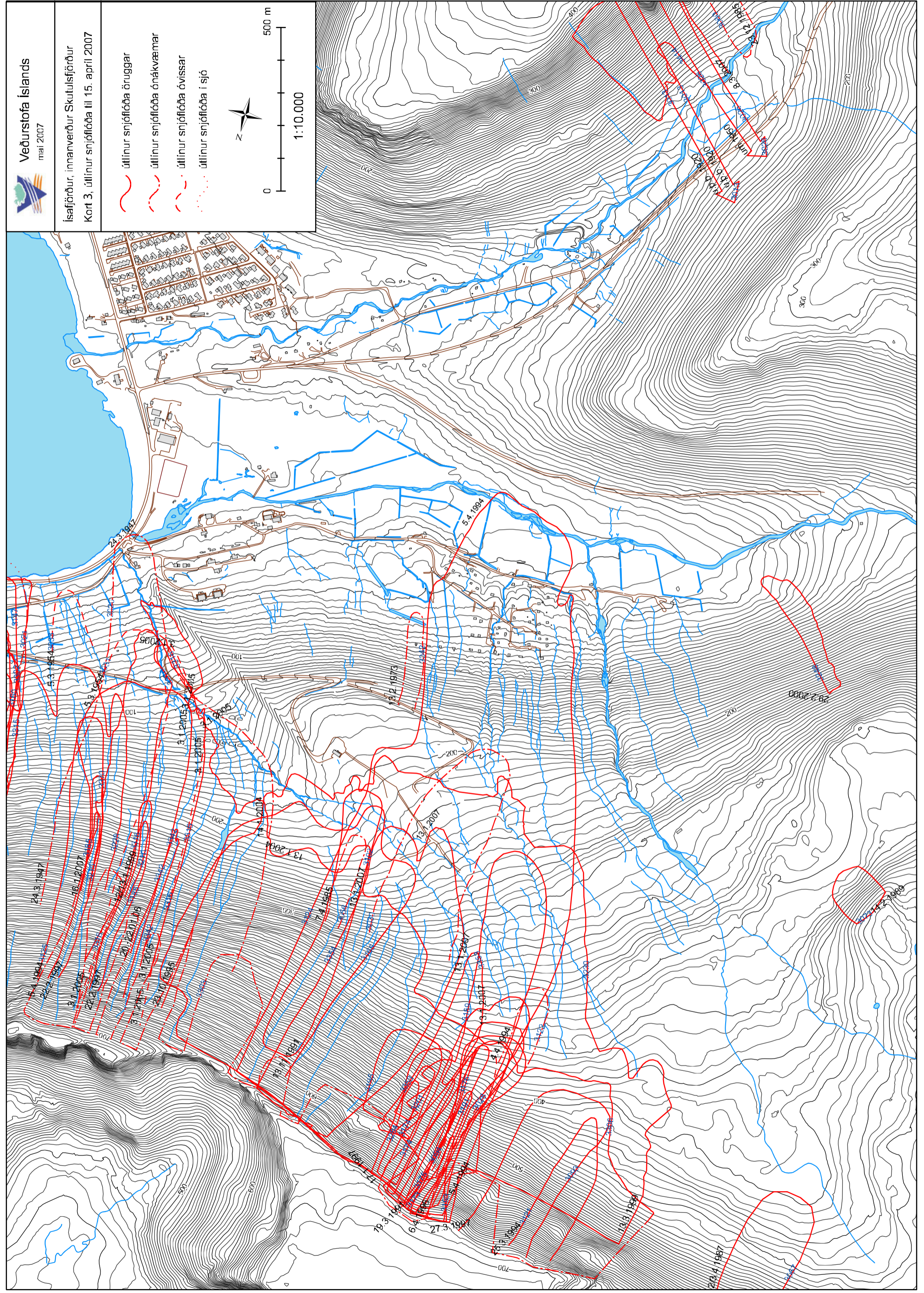
Ísafjörður, innanverður Skutulsfjörður
Kort 3, útlínur snjóflóða til 15. apríl 2007

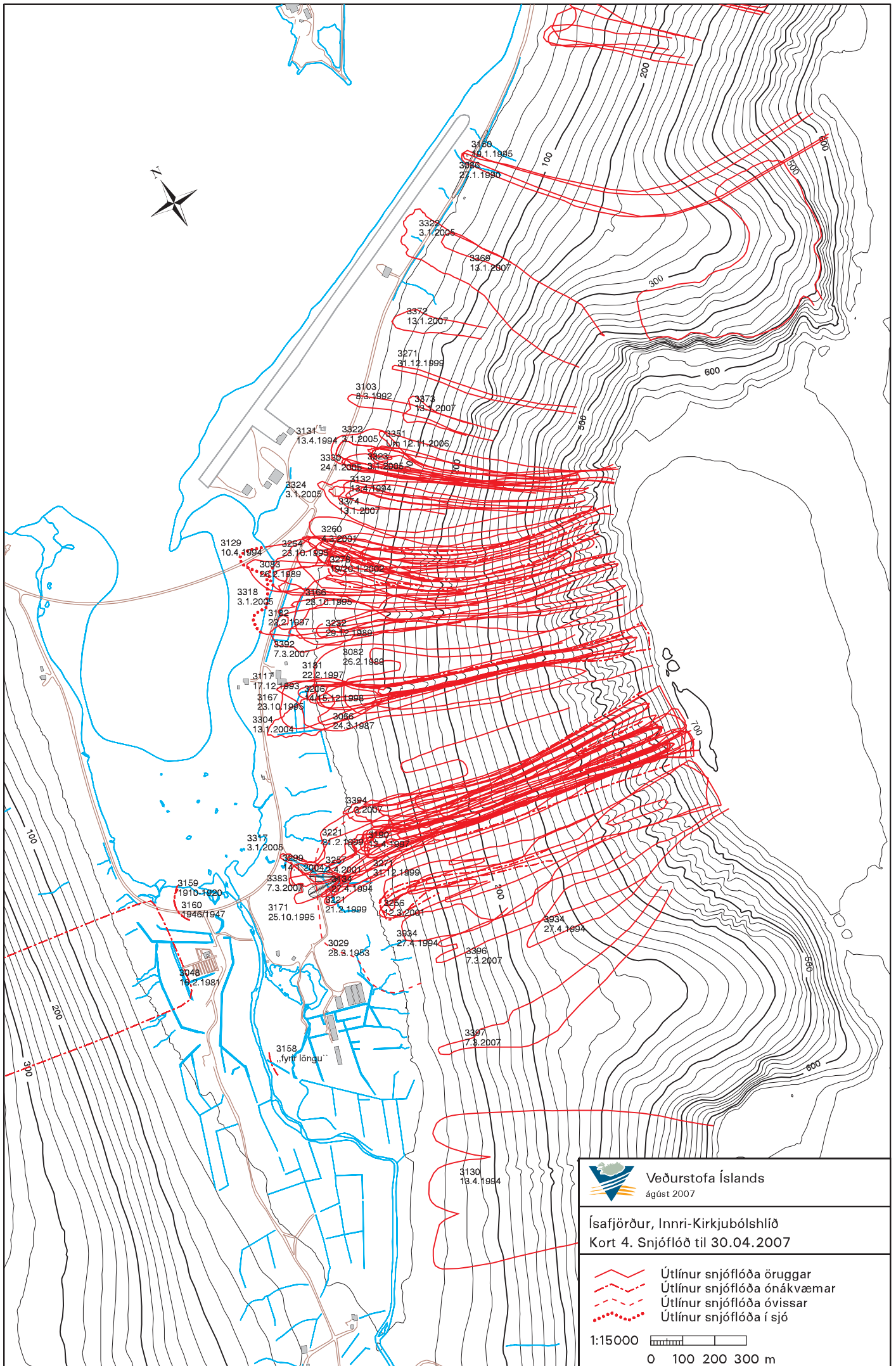
- útlínur snjóflóða öruggar
- útlínur snjóflóða ónákvæmar
- útlínur snjóflóða óvissar
- útlínur snjóflóða í sjó




0 500 m





1:10.000






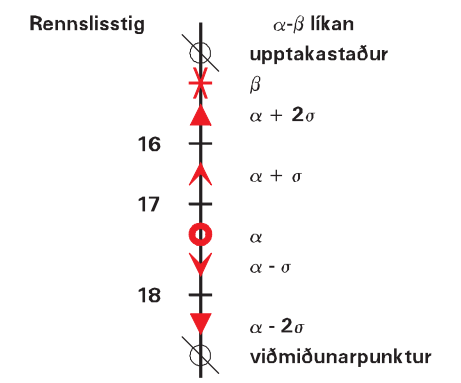
 **Veðurstofa Íslands**
ágúst 2007

Ísafjörður, Innri-Kirkjubólshlíð
Kort 4. Snjóflóð til 30.04.2007

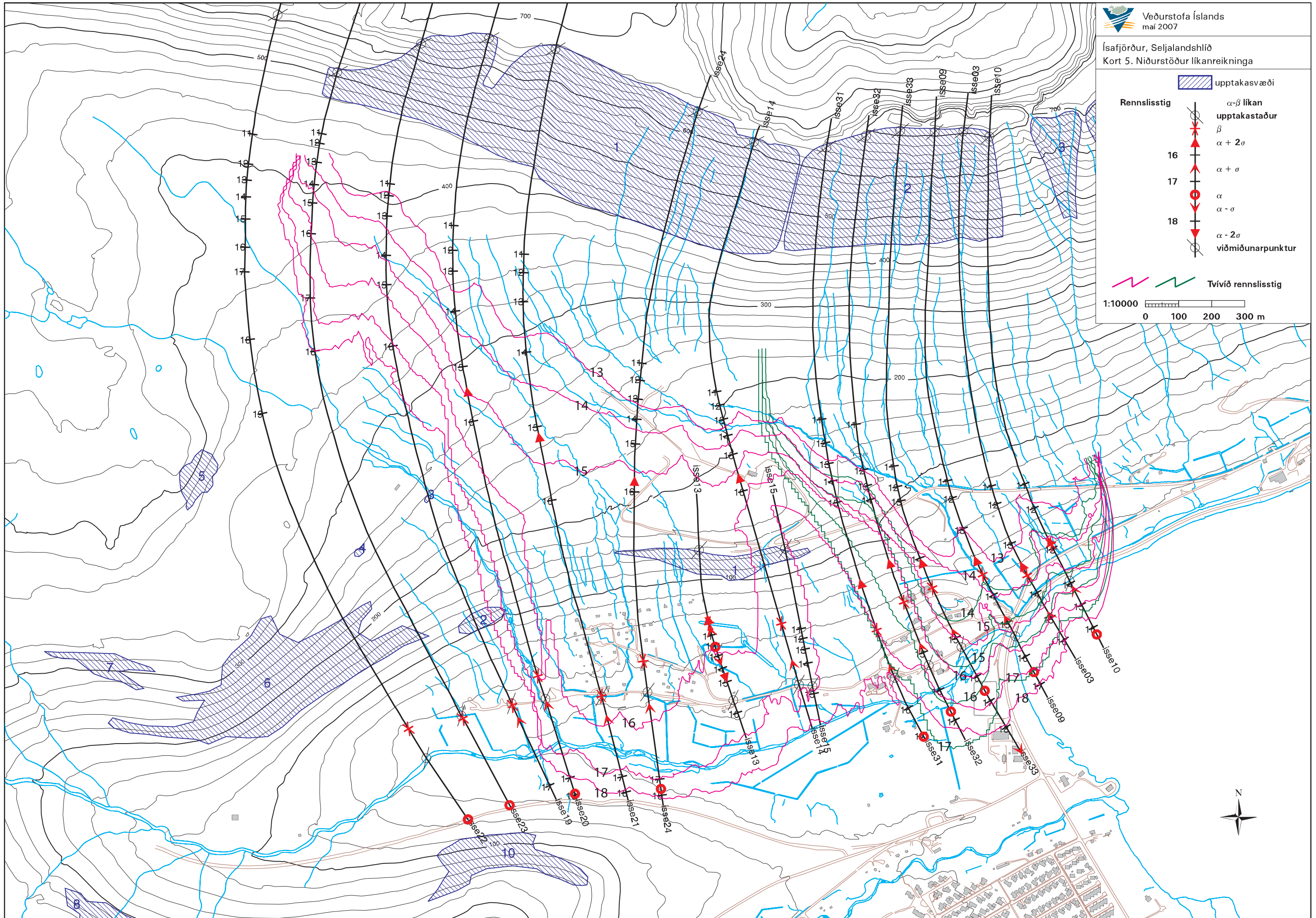
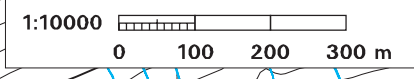
-  Útlínur snjóflóða öruggar
-  Útlínur snjóflóða ónákvæmar
-  Útlínur snjóflóða óvissar
-  Útlínur snjóflóða í sjó

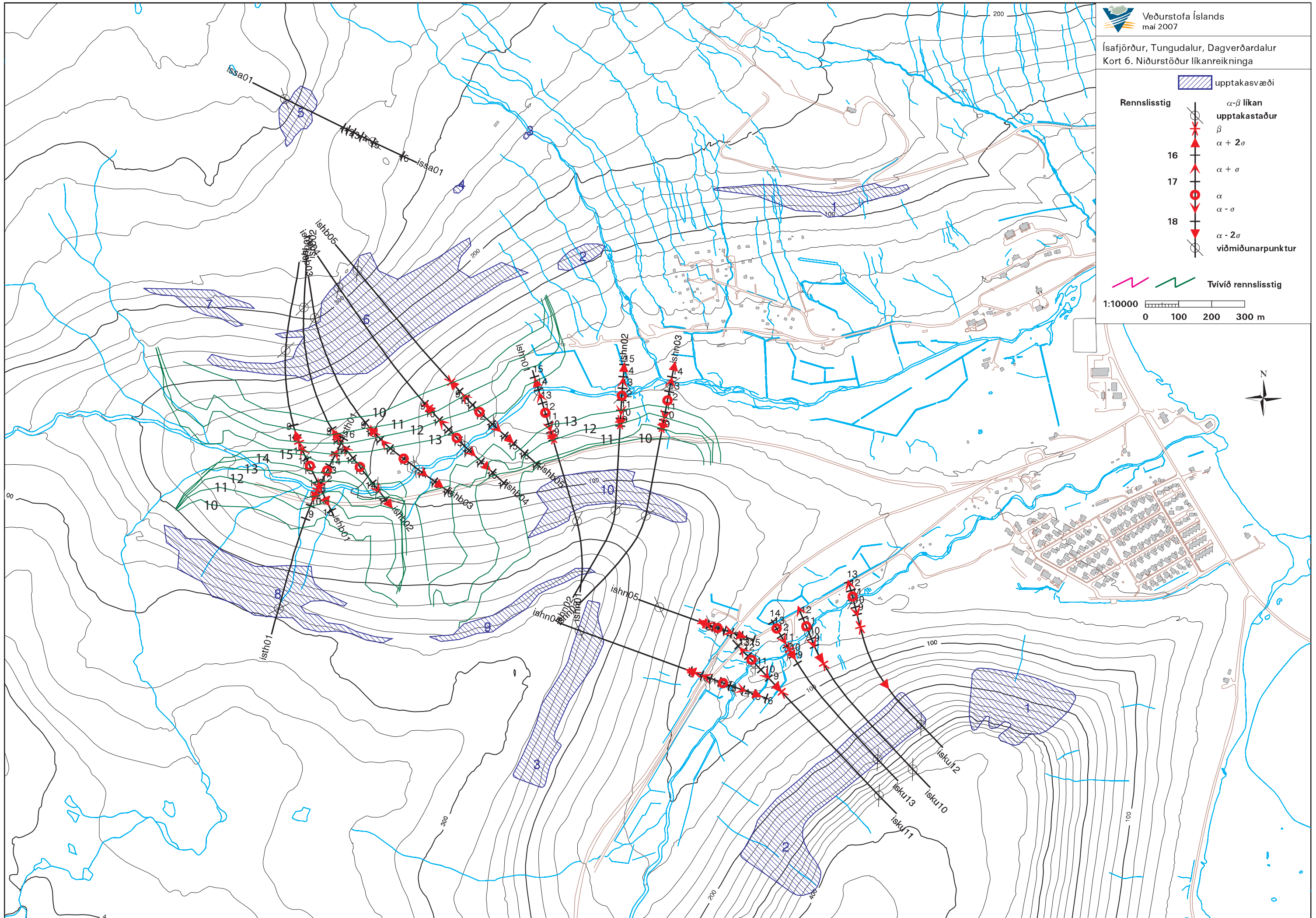
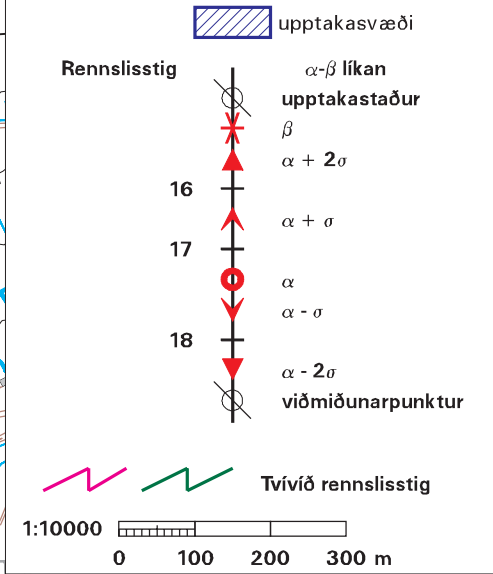
1:15000 
0 100 200 300 m

upptakasvæði




Tvívíð rennisstig



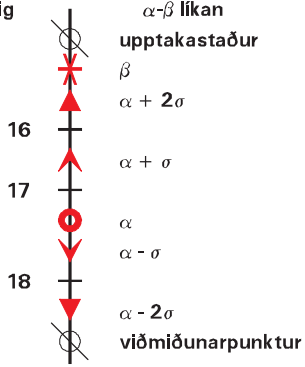


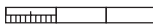


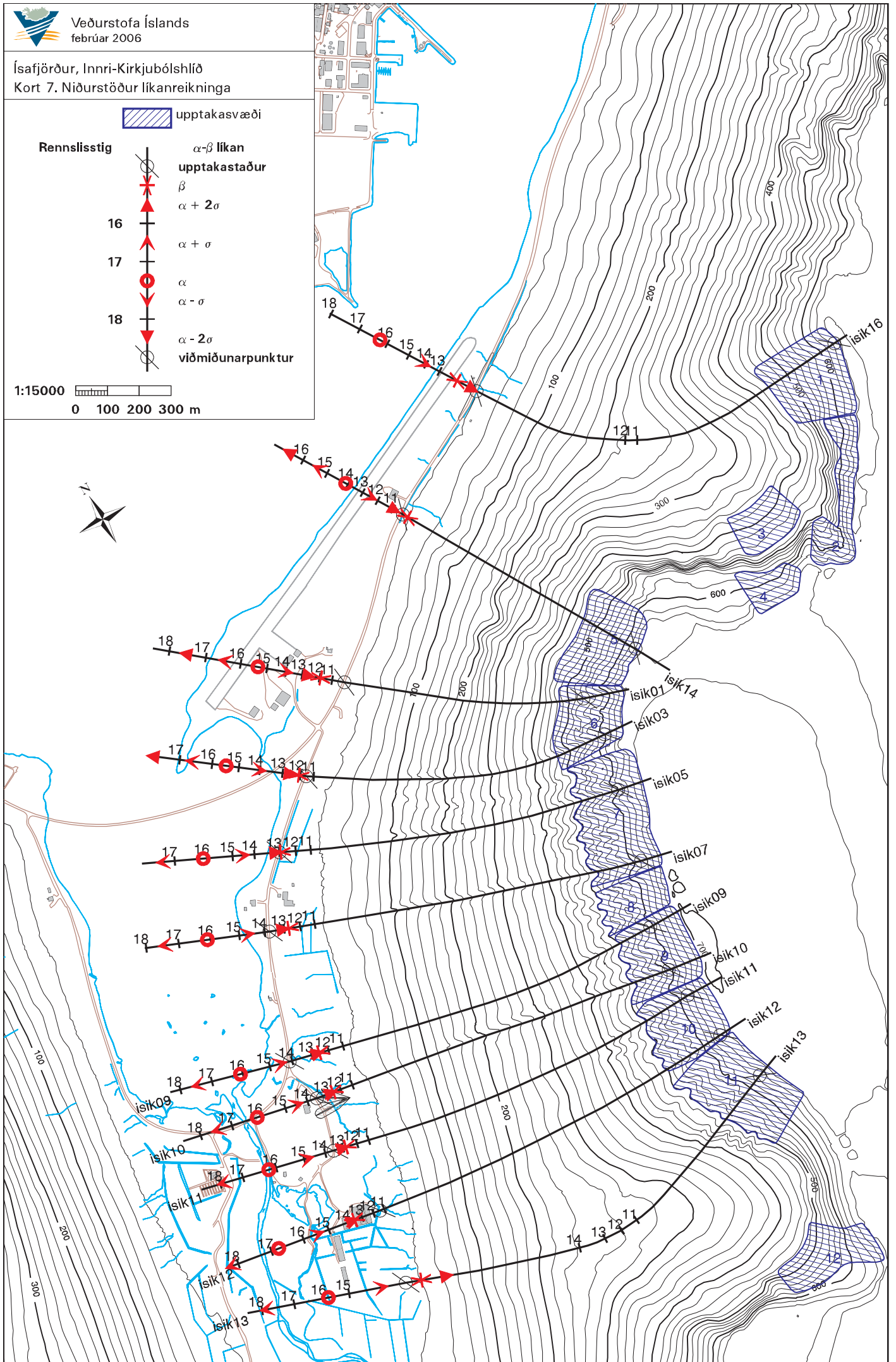
Ísafjörður, Innri-Kirkjubólshlíð
Kort 7. Niðurstöður líkanreikninga

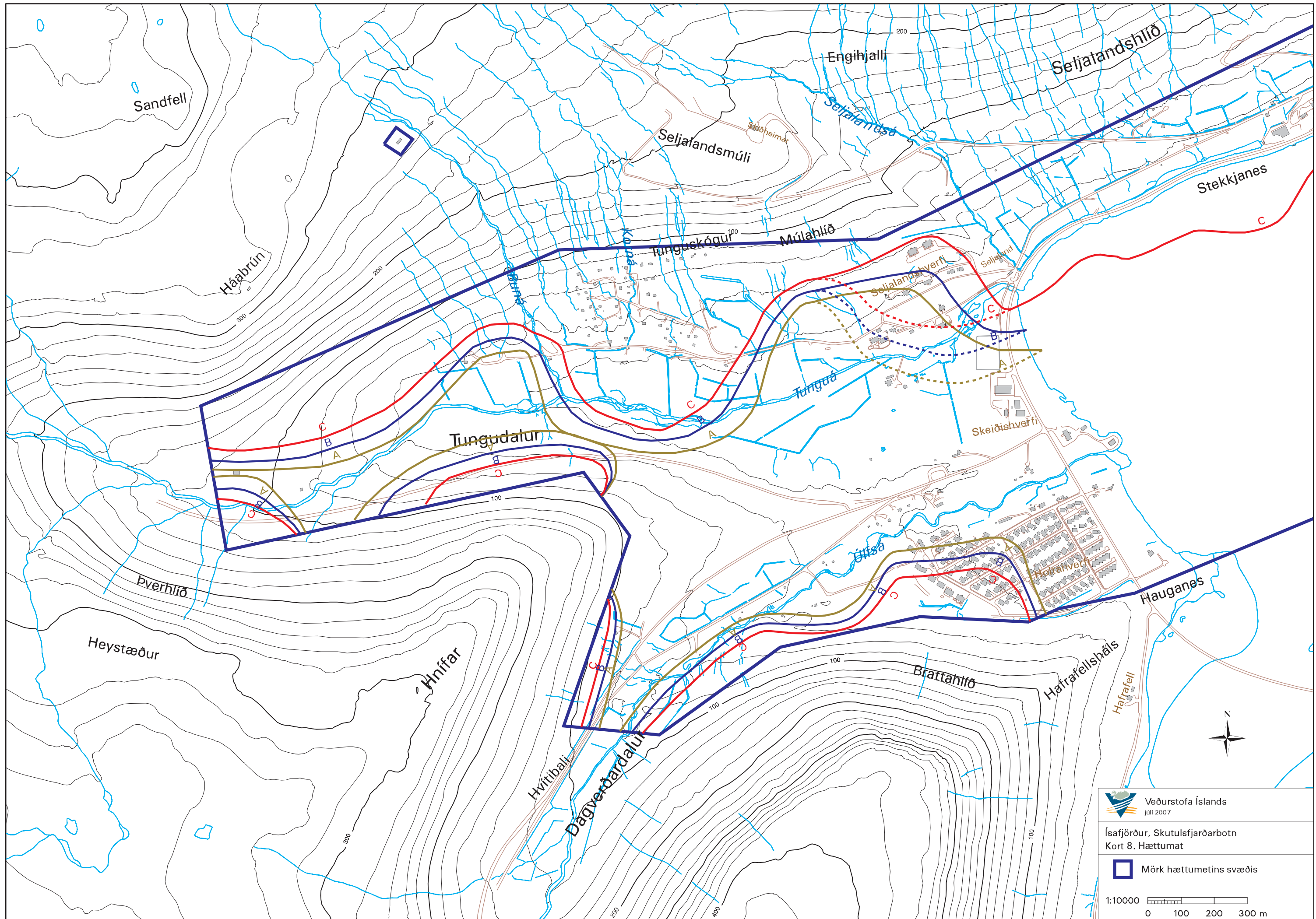
 upptakasvæði


Rennslisstig




1:15000 
0 100 200 300 m

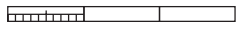












 Veðurstofa Íslands
 júlí 2007

Ísafjörður, Skutulsfjarðarbotn
 Kort 8. Hættumat


 Mörk hættumetins svæðis

1:10000 

 0 100 200 300 m

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

