

Ofanflóðahættumat fyrir Akureyrarbæ Greinargerð með hættumatskorti

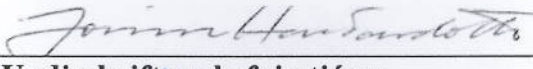
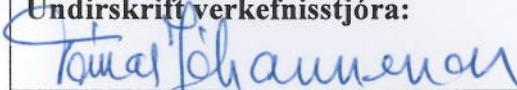
Eiríkur Gíslason
Tómas Jóhannesson
Halldór G. Pétursson

**Hættumatsnefnd
Akureyrarbæjar**

Ofanflóðahættumat fyrir Akureyrarbæ Greinargerð með hættumatskorti

Eiríkur Gíslason, Veðurstofu Íslands
Tómas Jóhannesson, Veðurstofu Íslands
Halldór G. Pétursson, Náttúrufræðistofnun Íslands

Lykilsíða

Skýrsla nr.: VÍ 2010-006	Dags.: Júlí 2010	ISSN: 1670-8261	Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/> Skilmálar:
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Ofanflóðahættumat fyrir Akureyrarbæ Greinargerð með hættumatskort		Upplag: 27	
		Fjöldi síðna: 49 + kort	
Höfundar: Eiríkur Gíslason, Tómas Jóhannesson og Halldór G. Pétursson		Framkvæmdastjóri sviðs: Jórunn Harðardóttir	
		Verkefnisstjóri: Tómas Jóhannesson	
Gerð skýrslu/verkstig:		Verknúmer: 4754-4-0001	
Unnið fyrir: Hættumatsnefnd Akureyrarbæjar			
Samvinnuaðilar: Náttúrufræðistofnun Íslands			
Útdráttur: Hætta er á snjóflóðum og aurskriðum undir Akureyrarbrekkum innan þéttbýlisins á Akureyri. Ekki er talin hætta á stórfelldu hruni eða framskriði úr brekkunum. Hættan er tiltölulega lítil miðað við ofanflóðahættu á flestum öðrum þéttbýlisstöðum hér á landi þar sem talin er hætta á ofanflóðum og er því eingöngu skilgreint A-hættusvæði. 21 íbúðarhús, tvö samkomuhús, hótél, safnahús, geymslubygging og 3 óbyggðar lóðir auk minni skúrbygginga eru á hættusvæði. Trjágróður dregur úr hættu á að snjóflóð fari af stað og er tekið tillit til þess við afmörkun hættusvæða. Ef skógurinn er felldur þarf að stækka hættusvæði og eru slík stærri svæði einnig afmörkuð á hættumatskort. Mælt er með því að óstyrkt atvinnu- eða íbúðarhúsnæði verði ekki reist á skilgreindum hættusvæðum undir Akureyrarbrekkum nema að vel athuguðu máli. Einnig er óráðlegt að skipuleggja nýja byggð innan hinna slitnu hættulína ef annað landrymi er tiltækt.			
Lykilorð: Akureyrarbær, Akureyrarbrekkur, hættumat, áhætta, snjóflóð, aurskriður, grjóthrun		Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs: 	
		Undirskrift verkefnisstjóra: 	
		Yfirlit af: SG	

Efnisyfirlit

1 Inngangur	7
1.1 Starf hættumatsnefndar	7
1.2 Vinnuferli Veðurstofu Íslands	7
1.3 Efnisatriði og kaflaskipting	8
1.4 Aðferðafræði og reglugerðarrámmi	8
1.5 Óvissa	10
2 Landfræðilegar aðstæður og veðurfar	11
2.1 Staðhættir	11
2.2 Veðurfar	12
2.3 Snjódýpt og snjósöfnun	14
2.4 Jarðfræði	15
2.5 Ofanflóðaveður	15
3 Byggðasaga	19
4 Ofanflóðasaga	21
5 Ofanflóðaaðstæður og hættumat	25
5.1 Hlíðarfjall	27
5.2 Hamrar	28
5.3 Fjaran, Aðalstræti 34–82	30
5.4 Brekka sunnan Búðargils, Aðalstræti 10–32	31
5.5 Búðargil	33
5.6 Hafnarstræti 23–89	34
5.7 Grófargil	36
5.8 Gleráreyrar og farvegur Brunnár	36
6 Niðurstaða	37
7 Heimildir	38
Viðaukar	
I Tæknileg hugtök og skilgreiningar	41
II Langsnið brauta	43
III Kort	49

1 Inngangur

Þessi skýrsla lýsir niðurstöðum ofanflóðahættumats fyrir Akureyri. Hættumatið var unnið fyrir hættumatsnefnd Akureyrarbæjar af Veðurstofu Íslands (VÍ) samkvæmt reglugerð nr. 505/2000 með breytingum í reglugerð nr. 495/2007 um hættumat vegna ofanflóða og flokkun og nýtingu hættusvæða.

Ákvörðun um gerð hættumats fyrir Akureyri kom í kjölfar lauslegrar athugunar á vegum Veðurstofunnar á ofanflóðahættu í bæjum og þéttbýliskjörnum sem ekki höfðu þegar verið metnir (Hörður Þór Sigurðsson og Þórður Arason, 2006).

1.1 Starf hættumatsnefndar

Með bréfi dags. 25. febrúar 2008 skipaði umhverfisráðuneytið Gunnar Guðna Tómasson (formann), Snjólf Ólafsson, Sigrúnu Björk Jakobsdóttur og Helga Má Pálsson í hættumatsnefnd Akureyrarbæjar. Var nefndin skipuð í samræmi við 3. gr. reglugerðar 505/2000 með breytingum 495/2007 um hættumat vegna ofanflóða og flokkun og nýtingu hættusvæða.

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 hefur fjallað um niðurstöður Veðurstofu Íslands að hættumati fyrir Akureyri, sem lýst er í þessari skýrslu, og samþykkt þær sem tillögu sína að hættumati fyrir þéttbýlið á Akureyri. Hættumatið var auglýst og kynnt með opnu húsi á Akureyri þann 8. apríl 2010 og lá síðan frammi til kynningar á skrifstofu Akureyrarbæjar til 14. maí 2010, sbr. 5. gr. framannefndrar reglugerðar, jafnframt því að vera aðgengilegt á heimasíðu Veðurstofu Íslands. Ekki bárust athugasemdir við hættumatið.

Nefndin hefur haldið þrjá bókaða fundi þar sem fjallað var um hættumat fyrir Akureyri.

- 22. apríl 2008. Rætt var um starf nefndarinnar og Veðurstofu Íslands. Afmörkun hins hættumetsna svæðis rædd.
- 23. febrúar 2010. Afmörkun hins hættumetsna svæðis samþykkt. Tillaga VÍ að hættumati lögð fyrir nefndina á fundi á Akureyri.
- 16. mars 2010. Samþykkt að leggja tillögur Veðurstofu Íslands að hættumati fram sem tillögur nefndarinnar til kynningar.

1.2 Vinnuferli Veðurstofu Íslands

Þeir sem komu að hættumatinu fyrir svæðið sem hér er til umfjöllunar voru Eiríkur Gíslason, Tómas Jóhannesson, Jón Gunnar Egilsson og Þórður Arason auk Halldórs G. Péturssonar á Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) á Akureyri. Harpa Grímsdóttir og Jón Kristinn Helgason vinna að hættumati fyrir skíðasvæðið í Hlíðarfjalli. Niðurstöður þeirra eru lagðar til grundvallar hér í

umfjöllum um hugsanlega hættu á þeim hluta hættumetna svæðisins sem næstur er Hlíðarfjalli. Jón Kristinn teiknaði kort 5 og 6 sem fylgja skýrslunni.

Vinna við hættumatið hófst á Veðurstofunni vorið 2008 með fundi Þórðar Arasonar og Halldórs G. Péturssonar með hættumatsnefnd Akureyrarbæjar í ráðhúsi Akureyrar. Aðstæður voru jafnframt kannaðar undir Akureyrarbrekkum í innbænum.

Eiríkur Gíslason og Tómas Jóhannesson fóru í vettvangsferð til Akureyrar 8. desember 2009 og Eiríkur aftur 11.–12. febrúar 2010. Auk þess að kanna aðstæður í Akureyrarbrekkum funduðu þeir með Halldóri G. Péturssyni. Hann hefur ásamt starfsbræðrum sínum hjá NÍ skoðað skriðu- og hrunhættu úr Akureyrarbrekkunum og tekið saman um það skýrslu þar sem meðal annars er að finna snjóflóða- og skriðuannála (Halldór G. Pétursson o.fl., 2005).

Á Akureyri eru ofanflóðaaðstæður frábrugðnar aðstæðum í dæmigerðum snjóflóðafarvegum ofan byggðar hér á landi. Snjóflóð úr Hlíðarfjalli ógna ekki byggð en innan þéttbýlisins eru lág- ar brekkur og bakkar þar sem aurskriður og hugsanlega snjóflóð geta átt upptök og skapað hættu. Var því ekki unnt að beita þeim aðferðum sem notaðar hafa verið við hættumat fyrir helstu snjóflóðastaði landsins á umliðnum árum. Teknar voru saman sérstakar viðmiðunarreglur fyrir snjóflóðahættumat undir lágum bökkum eins og Akureyrarbrekkum (Tómas Jóhannesson, 2009). Í þessum viðmiðunarreglum eru áhættureikningar fyrir hefðbundna snjóflóðafarvegi, sem eru nokkur hundruð metra háir eða hærri (Kristján Jónasson o.fl., 1999), aðlagðir að lægri hraða sem vænta má að snjóflóð nái þar sem fallhæð er einungis nokkrir tugir metra. Hættumatið fyrir Akureyri byggist þrátt fyrir þetta að miklu leyti á mati á aðstæðum án þess að unnt sé að vísa til eiginlegra reikninga á áhættu, þó stuðst sé við hina almennu aðferðafræði við snjóflóðahættumat sem lýst er í reglugerðum umhverfisráðuneytisins sem fyrr voru nefndar.

1.3 Efnisatriði og kaflaskipting

Í fyrsta hluta skýrslunnar er samantekt um landfræðilegar aðstæður, veðurfar, snjóalög og jarðfræði. Í framhaldi af því er greint frá byggðasögu og sögu ofanflóða í köflum 3 og 4. Svæðið sem hættumatið nær til er sýnt á korti 1. Það nær til núverandi þéttbýlis á Akureyri og svæða í nágrenninu þar sem þörf er á hættumati vegna skipulagsáforma, frá Kjarnaskógi í suðri og norður fyrir Þórsnes til norðurs. Í kafla 5 er nánari lýsing á ofanflóðaaðstæðum á hinu hættumetna svæði. Að lokum eru helstu niðurstöður hættumatsins dregnar saman í kafla 6.

Skýrslunni fylgja þrjú viðaukar. Viðauki I inniheldur lýsingu á tæknilegum hugtökum og skammstöfunum. Í viðauka II eru langsnið niður hlíðarnar þar sem framkoma skriðlengd lengstu flóða og niðurstöður líkanreikninga og í viðauka III eru kort, þ.m.t. hættumatskort.

1.4 Aðferðafræði og reglugerðarramma

Ofanflóðahættumat er unnið skv. reglugerð nr. 505 sem umhverfisráðuneytið gaf út í júlí árið 2000 með breytingum í reglugerð nr. 495 frá maí 2007 og byggir á lögum nr. 49 frá 1997 um snjóflóð og skriðuföll. Hér að neðan er helstu atriðum reglugerðarinnar lýst.

Hættumat á Íslandi miðast við *einstaklingsbundna áhættu*. Hún er skilgreind sem árlegar líkur á því að einstaklingur, sem býr á tilteknum stað, farist í ofanflóði. 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 ofanflóði. Með því að taka tillit til líkinda

Tafla 1. Skilgreining hættusvæða.

Svæði	Neðri mörk staðaráhættu	Efri mörk staðaráhættu	Leyfilegar byggingar
C	$3 \cdot 10^{-4}$ á ári	–	Engar nýbyggingar nema frístundahús ¹ og húsnaði þar sem viðvera er lítil.
B	$1 \cdot 10^{-4}$ á ári	$3 \cdot 10^{-4}$ á ári	Atvinnuhúsnaði má byggja án sérstakra styrkinga. Byggja má íbúðarhús og byggja við hús þar sem búist er við miklum mannsöfnuði (svo sem fjölbýlishús, sjúkrahús, skóla) með sérstökum styrkingum.
A	$0.3 \cdot 10^{-4}$ á ári	$1 \cdot 10^{-4}$ á ári	Heimilt er að reisa nýtt íbúðar- og atvinnuhúsnaði án sérstakra styrkinga nema hvað styrkja þarf hús þar sem búist er við miklum mannsöfnuði (svo sem fjölbýlishús, skóla, sjúkrahús) og íbúðarhús með fleiri en fjórum íbúðum.

¹Ef staðaráhætta er minni en $5 \cdot 10^{-4}$ á ári.

á því að einstaklingur sé í húsi þegar ofanflóð 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). Með því er átt við að áhættan sé svo lítil að ekki sé ástæða til að grípa til neinna aðgerða til þess 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 allt að 75% af tíma sínum á heimilum og allt að 40% í atvinnuhúsnaði. Samkvæmt reglugerð um hættumat (umhverfissráðuneytið, 2000, 2007) skal afmarka þrenns konar hættusvæði sem lýst er í töflu 1.

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 líklegar viðveru og styrkinga húsa. Að öllum líkindum er áhætta í atvinnuhúsnaði eitthvað meiri.

Ekki er heimilt að skipuleggja íbúðarbyggð, frístundabyggð eða svæði fyrir atvinnustarfsemi á áður óbyggðum svæðum nema tryggt sé að áhætta fólks sé viðunandi skv. skilgreiningu hættumatsreglugerðarinnar. Á þegar byggðum svæðum er heimilt að reisa ný hús og byggja við þau sem fyrir eru með skilyrðum sem fram koma í töflu 1. Varnir gegn ofanflóðum eru eingöngu reistar til þess að auka öryggi fólks á svæðum sem eru í byggð. Ef öryggiskröfum er ekki fullnægt án sérstakra varnarvirkja gegn ofanflóðum er óheimilt að skipuleggja ný áður óbyggð svæði fyrir íbúðarbyggð, frístundabyggð eða atvinnustarfsemi.

Þær aðferðir, sem notaðar eru til þess 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 í reglugerð nr. 505/2000 og nr. 495/2007 um hættumat vegna ofanflóða og flokkun og nýtingu hættusvæða. Sú grein fjallar m.a. 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.“

1.5 Óvissa

Mjög víða er mat á ofanflóðahættu erfitt. Það gildir einkum um svæði þar sem landfræðileg skilyrði fyrir ofanflóð eru til staðar en ofanflóð hafa ekki verið skráð. Byggðasaga margra þéttbýlisstaða er stutt og oftast einnig það tímabil sem skráning ofanflóða nær til. Þar sem svona stendur á er ógjörningur að útiloka ofanflóð. Því verður að meta þessa hættu þannig að bæði sé tekið tillit til þess að engin ofanflóð 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 stór snjóflóð sem skráð hafa verið hafa fallið úr 500–800 m hæð og upptakasvæði þeirra eru oftast víðáttumikil. Snjóflóð úr lægri hlíðum og snjóflóð þar sem upptakasvæði eru óvenjuleg hafa ekki verið mikið rannsökuð.

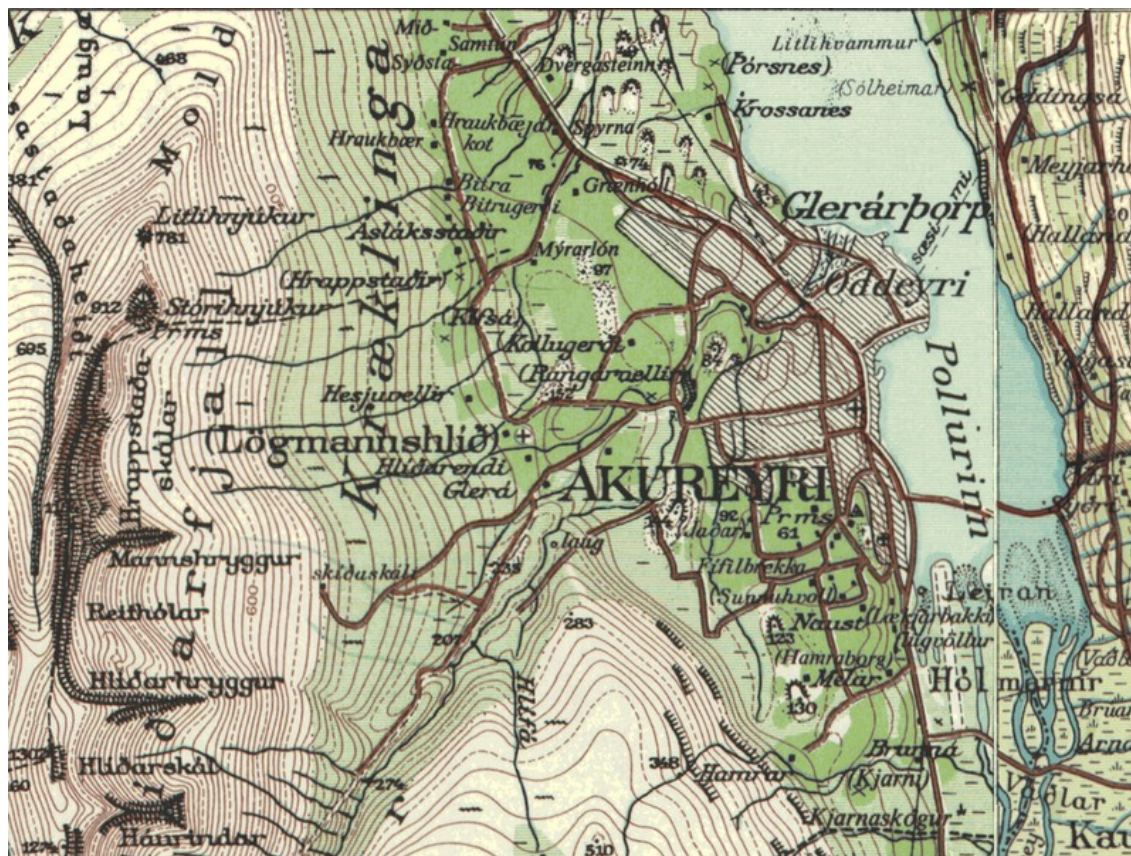
Þar sem hættusvæði eru afmörkuð er áætluð óvissa á matið. Óvissumatínu er skipt í 3 stig sem gefa til kynna ónákvæmni í legu hættumatslína. Óvissa upp á $\frac{1}{2}$ táknar að legu hættumatslína sé ónákvæm sem nemur hálfu bilinu á milli þeirra í báðar áttir. Áhætta þrefaldast á milli hættumatslína og 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.

Óvissuflokkar fyrir hættumat vegna snjóflóða eru skilgreindir á eftirfarandi hátt:

- $\frac{1}{2}$ Mörg snjóflóð hafa fallið og farvegurinn er stór og að öllu leyti dæmigerður.
- 1 Einhverjar upplýsingar eru til um snjóflóð en upptakasvæði er lítið eða farvegur óvenjulegur.
- 2 Engar upplýsingar eru til um snjóflóð en landfræðilegar aðstæður benda til þess að snjóflóð geti fallið.

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

Mat á óvissu vegna annarra ofanflóða en snjóflóða er að sama skapi erfitt. Fyrir utan óvissa tíðni og umfang skriðna og grjóthruns eru áhrif þeirra og eyðileggingarmáttur illa þekkt.



Mynd 1. Yfirlitskort af Akureyri og nágrenni. (© LMÍ, f.h. íslenska ríkisins).

2 Landfræðilegar aðstæður og veðurfar

2.1 Staðhættir

Akureyri er rótgróið þéttbýli sem stendur við botn Eyjafjarðar að vestanverðu fyrir mynni Glerárdals (mynd 1). Á um tveggja kílómetra kafla meðfram ströndinni sunnan Glerár er brattur sjávarbakki sem nefnast Akureyrarbrekkur. Þær hafa myndast við rof á nokkuð þykkum og samþjöppuðum setlögum frá jökultíma sem víða þekja berggrunn á Akureyrarsvæðinu (Halldór G. Pétursson o.fl., 2005). Ofan við bæjarlandið rís Hlíðarfjall upp í um 1300 m y.s. að vestanverðu við Glerárdal en að austanverðu við dalinn rísa Súlna upp í um 1200 m y.s.

Byggðinni var upphaflega valinn staður á sjálfri Akureyri neðan við Búðargil sem var ein af nokkrum eyrum sem þá sköguðu út í Pollinn. Strandlengjan er nú gjörbreytt vegna mikilla uppfyllinga. Elstu hverfin: Eyrin, Miðbærinn, Fjaran og Innbærinn mynduðust síðan meðfram ströndinni sunnan Glerár. Byggðin hefur nú teygt sig upp fyrir brekkurnar og norður fyrir Glerá.

Hættumatið sem þessi skýrsla lýsir tekur til svæðis sem afmarkað er á korti 1 sem fylgir í viðauka III. Þarna er eingöngu um að ræða þéttbýlið sjálft og næsta nágrenni þess, þ.e.a.s. rétt upp í brekkurætur Hlíðarfjalls og Súlna. Unnið er að sérstöku hættumati fyrir skíðasvæðið í Hlíðarfjalli.



Mynd 2. Akureyri í vetrarsól. Horft er til vesturs frá Oddeyri, yfir bæinn og til Hlíðarfjalls. Ljósmynd: Veðurstofan, febrúar 2010.

2.2 Veðurfar

Hætta á snjóflóðum og öðrum ofanflóðum skapast oftast í kjölfar tiltekinna veðuraðstæðna. Snjóflóð falla oft í tengslum við aftakaveður að vetrarlagi með mikilli snjókomu og skafrenningi en krapaflóð þegar hlánar og rignir snögglega niður í snjó og aurskriður falla í kjölfar stórrigninga og örrar leysingar. Veðurfar er þannig einn mikilvægasti þátturinn sem segir til um ofanflóða-hættu.

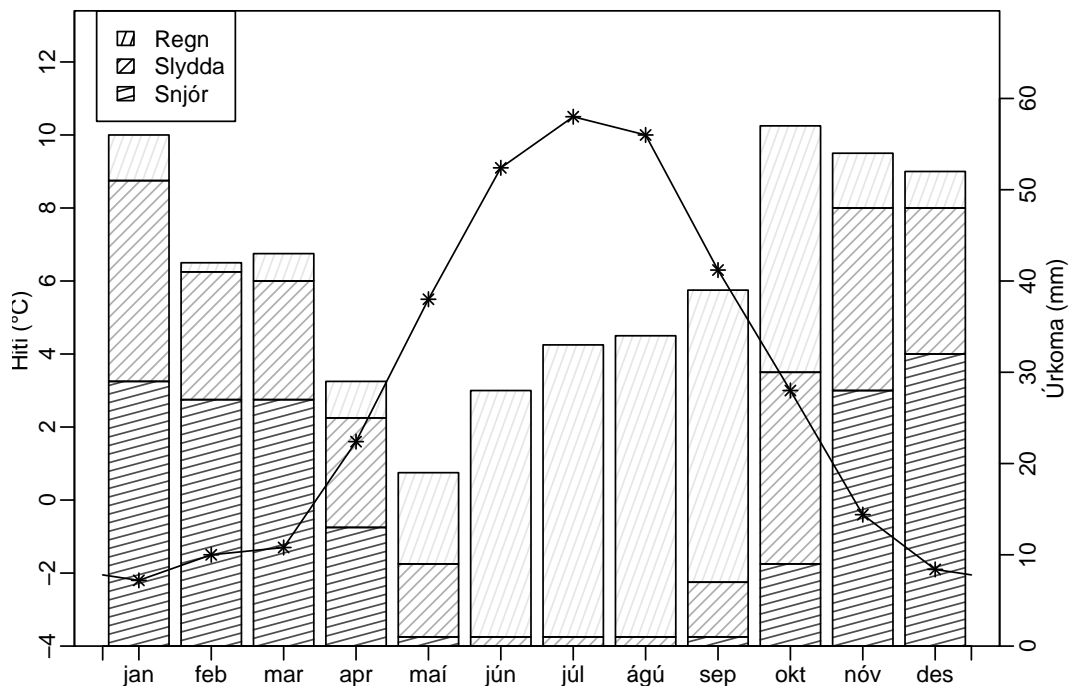
Tafla 2 sýnir meðaltöl veðurþátta fyrir veðurstöðina á Akureyri fyrir tímabilið 1961–1990. Mynd 3 sýnir árstíðasveiflu hita og úrkomu fyrir stöðina.

Úrkoma er mikil yst á Tröllaskaga. Ársmeðalúrkoma 1971–2000 var 1367 mm í Siglufirði og 885 mm á Kálfsárkoti í Ólafsfirði. Innan Ólafsfjarðarmúla minnkar hún ört og var 509 mm á Tjörn í Svarfaðardal, 518 mm á Akureyri og 473 mm á Torfufelli, framarlega í firðinum. Ársmeðalúrkoma á Akureyri 1961–1990 var 490 mm. Á bilinu 65% til 75% úrkomu í Eyjafirði fellur í norðlægum vindáttum. Úrkomuákefðin á Akureyri er mest þegar norðaustanátt er ríkjandi. Sama á við um aðrar veðurstöðvar innanlega í firðinum. Utar er úrkomuákefð norðanáttarinnar meiri. Eyjafjörður stýrir vindi í stefnu sína. Í ríkjandi norðaustan- og norðanáttum er vindátt á Akureyri því yfirleitt úr hánorðri eða af áttum vestan við norður. Langmestur hluti úrkomu á Akureyri fellur þegar vindur er á milli 290° (um norður) yfir í 20° og ákefðin er mest þegar vindur blæs úr 330°.

Mikil úrkoma á skömmum tíma skiptir oft meira máli varðandi hættu á ofanflóðum en meðaltal úrkomunnar yfir lengri tímabil. Tafla 3 sýnir niðurstöður greiningar á aftakaúrkomu yfir 1, 2, 3

Tafla 2. Meðaltöl ýmissa veðurþátta fyrir veðurstöðina á Akureyri (stöð nr. 422) fyrir tímabilið 1961–1990.

Stærð	jan	feb	mar	apr	maí	jún	júl	ágú	sep	okt	nóv	des	ár
Úrkoma (mm)	55	42	43	29	19	28	33	34	39	58	54	53	490
þar af regn	5	1	3	4	10	27	32	33	32	27	6	4	185
þar af slydda	22	14	13	12	8	1	1	1	6	21	20	16	135
þar af snjór	29	27	27	13	1	0	0	0	1	9	28	32	169
Mest á dag (mm)	31	37	41	28	31	42	20	25	25	39	28	21	42
Fjöldi regndaga	2	2	2	2	5	10	12	12	11	9	3	2	75
Fjöldi snjó/slyddud.	14	12	15	10	4	1	0	0	2	8	13	16	96
Fjöldi úrkomudaga	17	14	16	12	10	11	12	13	14	17	16	18	171
Meðalhiti (°C)	-2.2	-1.5	-1.3	1.6	5.5	9.1	10.5	10.0	6.3	3.0	-0.4	-1.9	3.2
Meðalhámark (°C)	0.9	1.7	2.1	5.4	9.5	13.2	14.5	13.9	9.9	5.9	2.6	1.3	6.7
Meðallágmark (°C)	-5.5	-4.7	-4.2	-1.5	2.3	6.0	7.5	7.1	3.5	0.4	-3.5	-5.1	0.2
Hæsta hámark (°C)	13.0	13.8	15.0	19.8	24.6	29.4	27.6	27.7	21.8	19.5	17.6	0.0	0.0
Lægsta lágmark (°C)	-21.6	-21.2	-23.0	-18.2	-10.4	-2.1	1.3	-2.1	-7.3	-13.6	-18.5	-20.2	-23.0



Mynd 3. Árstíðasveifla hita og úrkomu mánaða fyrir veðurstöðina á Akureyri (stöð nr. 422) fyrir tímabilið 1961–1990.

Tafla 3. Uppsöfnuð hámarksúrcoma í mm yfir 1, 2, 3 og 5 daga tímabil (P_{1d} , P_{2d} , P_{3d} og P_{5d}) með endurkomutímum T (1, 2, 5, 10, 20 og 50 ár) á veðurstöðinni á Akureyri (stöð nr. 422) fyrir tímabilið 1949–2009.

T	P_{1d}	P_{2d}	P_{3d}	P_{5d}
1	22	29	35	43
2	26	35	41	51
5	32	43	50	61
10	36	49	56	68
20	40	55	62	75
50	46	62	71	85

og 5 daga tímabil fyrir veðurstöðina á Akureyri. Taflan sýnir úrkomu sem svarar til 1, 2, 5, 10, 20 og 50 ára endurkomutíma, þ.e. tölfræðileg greining bendir til að úrkoma verði ekki meiri en sem nemur gildunum í töflunni oftar en endurkomutíminn segir til um þegar til langs tíma er litið.

Hámarksúrkomutölurnar í töflu 3 byggja á tölfræðilegri greiningu á gögnum eftir 1949 og segja ekki alla söguna um aftakaúrkomu á Akureyri þegar lengra tímabil er skoðað. Aftakaúrkoma einkennist víða af einstökum hellirigningum sem geta fallið utan leitnilínu sem byggð er á nokkurra daga hámarksúrkomu mánaða og ára. Þannig mældist 92 mm sólarhringsúrcoma á Akureyri þann 24. september 1946 sem er langt umfram metna sólarhringsúrkomu með 50 ára endurkomutíma í töflu 3. Í þessu veðri féllu einmitt skriður úr Akureyrarbrekkum eins og nánar er fjallað um í kafla um ofanflóðasögu. Þetta bendir til þess að taka þurfi hámarksúrkomutölunum í töflu 3 með nokkrum fyrirvara.

2.3 Snjódýpt og snjósöfnun

Á Akureyri er veðurstöð þar sem reglulegar snjódýptarmælingar eru stundaðar. Samkvæmt greiningu Kristjáns Jónssonar og Trausta Jónssonar (1997) á snjódýptargögnum frá 32 ára tímabili er Akureyri í snjódýptarflokki 3 af 4 flokkum. Fyrir stöðina á Akureyri er 5 ára snjódýptargildi 82 cm og samsvarandi gildi fyrir 50 ár 142 cm. Hér er átt við snjódýpt á opnu svæði á láglandi en á svæðum þar sem snjór safnast í skafrenningi getur snjódýptin orðið margfalt meiri. Rétt eins og annarsstaðar á norðanverðu landinu má því búast við töluverðum snjó á Akureyri, jafnvel við sjávarmál.

Brúnir Akureyrarbrekkna liggja því sem næst í norður-suður eða samsíða firðinum. Helst má því vænta snjósöfnunar þar í skafrenningi þegar vindur er vestan við norður. Þó má búast við því að mikill snjór geti safnast í gil og skorninga, jafnvel þó vindur sé af hánorðri, samsíða brekkunum. Eins og fram kemur hér að framan fellur langmestur hluti úrkomu þegar vindátt mælist hánorður eða vestan við norður á stöðinni á Akureyri. Víðáttumikil aðsópssvæði fyrir skafrenning eru frá náttúrunnar hendi fyrir vestan brekkubrúnirnar og á flatlandinu þar norður af. En tilkoma bygginga og trjágróðurs hefur á undanförunum áratugum gjörbreytt aðstæðum m.t.t. skafrennings og snjósöfnunar. Byggingar og tré trufla vindstreng sem annars gæti væri stöðugur og mynda skjól þar sem snjór getur safnast fyrir. Því getur snjó ekki skafið fram af brúnunum í sama mæli og ann-

ars hefði verið. Trjágróður og byggingar nærri sjálfum brúnunum og í brekkunum skapa óreglu í loftflæði og draga þannig úr einsleitri hengjumyndun og snjósöfnun. Einsleit uppbygging snjóþekjunnar með tilheyrandi lagskiptingu og mögulegum veikum lögum eru forsenda flekaflóða.

Ekki liggja fyrir beinar athuganir á snjódýpt í þeim upptakasvæðum sem afmörkuð eru í hættu-matinu.

2.4 Jarðfræði

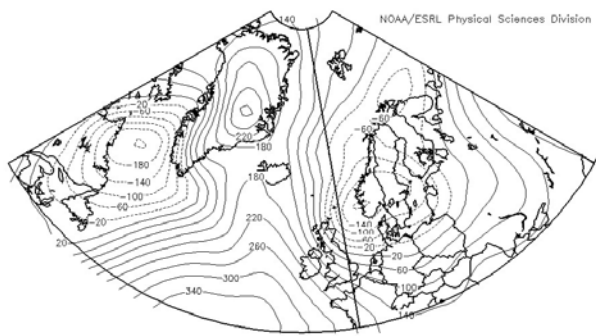
Berggrunnur á Akureyrarsvæðinu er fyrst og fremst basalthraunlög frá tertíer. Þykk setlög frá jökultíma þekja víða berggrunninn á svæðinu en þykkust eru þau við sjóinn. Setið ber víða ein-kenni jökulruðnings eða jökulársets og er mjög samþjappað og hart sem skýra má með því að það hafi verið undir þungu fargi jökulíss. Akureyrarbrekkurnar eru í aðalatriðum bakkar sem myndaðir eru í þessi þétta setlög, allt að 60 m háir, en nyrsti hluti brekkanna eru há klappar-holt. Yfirborð er nú gróið og þakið jarðvegi en ýmislegt bendir þó til þess að fyrir 200–300 árum hafi brekkurnar verið mikið til gróðurvana. Áður gekk sjór víðast alveg að brekkurótunum en að-stæður eru nú gjörbreyttar vegna umfangsmiklla landfyllinga. Ýtarlegri umfjöllun um jarðfræði svæðisins er að finna í skýrslu Halldórs G. Péturssonar o.fl. (2005) sem þessi lýsing byggir á.

2.5 Ofanflóðaveður

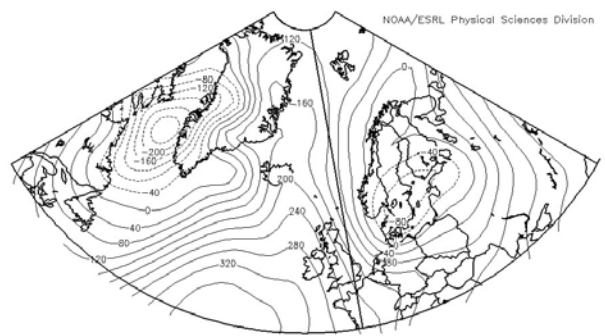
Ofanflóð sem heimildir eru um í nágrenni þéttbýlis á Akureyri eru misstór og upplýsingar um tímasetningu þeirra misnákvæmar en saga ofanflóða á svæðinu er rakin í kafla 4. Fimm atburðir skera sig nokkuð úr hvað alvarleika varðar og er ástæða til að fjalla um veðuráðdraganda þeirra. Snjóflóðið árið 1943 og skriður árin 1926, 1990 og 2006 féllu öll að vetrarlagi en skriður árið 1946 féllu snemma hausts.

Mikill skyldleiki er með vetraratburðunum fjórum hvað varðar veðuráðdraganda, asahláka ofan í talsverðan snjó. Á mynd 5 má sjá hita og úrkomu á veðurstöðinni á Akureyri á fimm daga tímabili næst á undan þessum atburðum. Í öllum tilfellum hækkar hiti mjög skyndilega um og yfir 10–20°C á einum sólarhring.

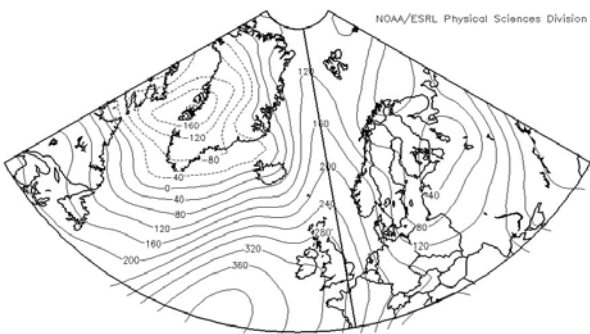
Það snjóflóð úr Akureyrarbrekkum sem mestum tíðindum sætir féll úr brekkunni ofan við Fjör-una aðfaranótt 17. febrúar 1943. Veðurlag í aðdraganda flóðsins er dæmigert fyrir vetraratburð-ina fjóra. Úrkoma mældist 32.8 mm á Akureyri dagana 1.–16. febrúar og féll hún að mestu sem snjór. Frost var talsvert allt þetta tímabil að undanskildu því að hiti fór yfir frostmark í nokkrar klukkustundir að kvöldi þess 8. og hiti komst í 0.6°C. Þetta kann að hafa orsakað lagskiptingu í snjóþekjunni. Á mynd 4 má sjá yfirlit yfir veður á Norður-Atlantshafi dagana 15.–17. febrú-ar. Síðdegis þann 15. er norðlæg átt og kalt yfir Íslandi. Þá nálgast lægð úr vestri sem síðan gengur norður fyrir land. Vindur snýst til suð-vestlægrar áttar og samfara því hvesir og hlýnar snögglega. Eins og sjá má að mynd 5 fór hiti yfir frostmark um miðjan dag þann 16. og gerði þá asahláku. Flóðið hefur því verið vott eða jafnvel krapaflóð. Að morgni þess 17. mældist sól-arhringsúrkomu 11.0 mm, rigning, slydda og snjór en á sama tíma féll metúrkoma á Mælifelli í Skagafirði, 59.0 mm. Sömu nótt féllu einnig snjóflóð í Öxnadal (Halldór G. Pétursson o.fl., 2005). Vitað er að snjóflóð, sem drap 25 kindur, eyðilagði fjárhús og skemmdi hey þennan dag á bænum Skjaldarstöðum í Öxnadal, var krapaflóð. Það orskaðist af því að lækur fyrir ofan fjárhúsin hljóp fram.



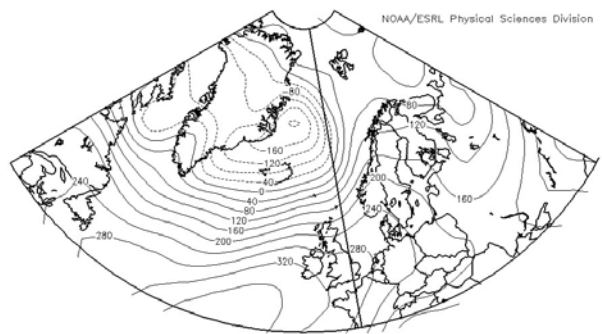
1000mb Geopotential Heights (m) Composite Mean
2/15/1943 18z
20thC Reanalysis V2



1000mb Geopotential Heights (m) Composite Mean
2/16/1943 6z
20thC Reanalysis V2

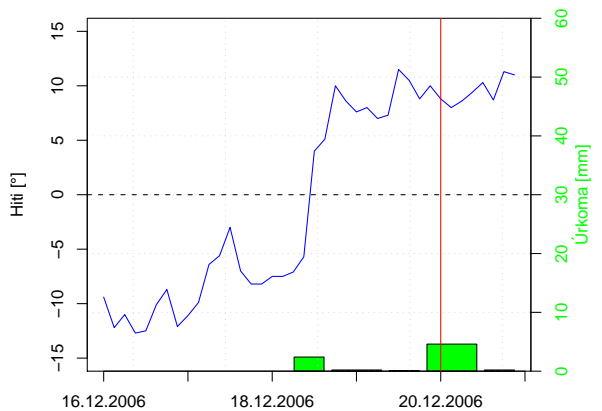
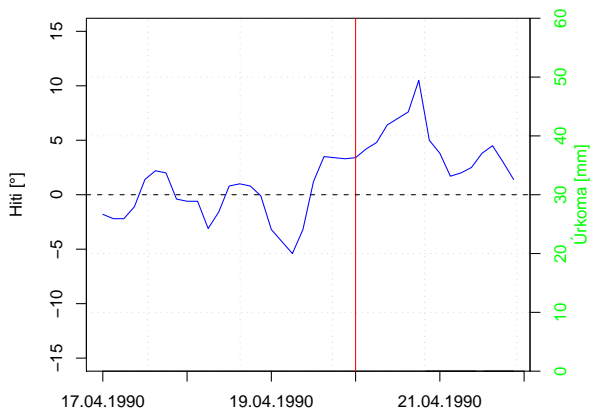
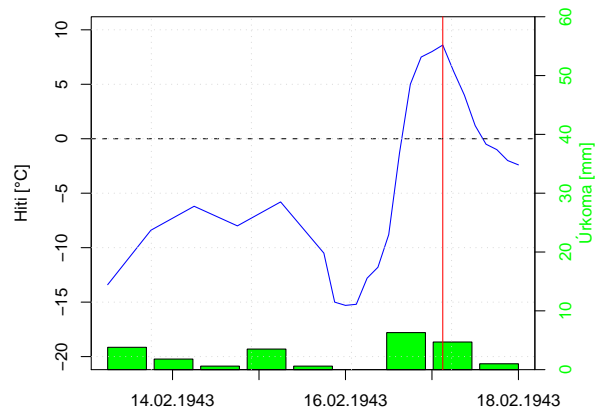
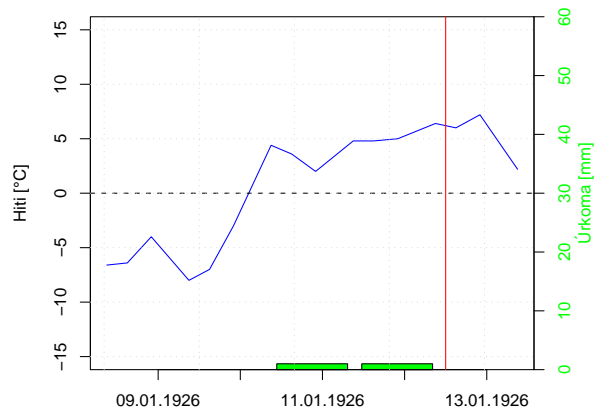


1000mb Geopotential Heights (m) Composite Mean
2/16/1943 18z
20thC Reanalysis V2

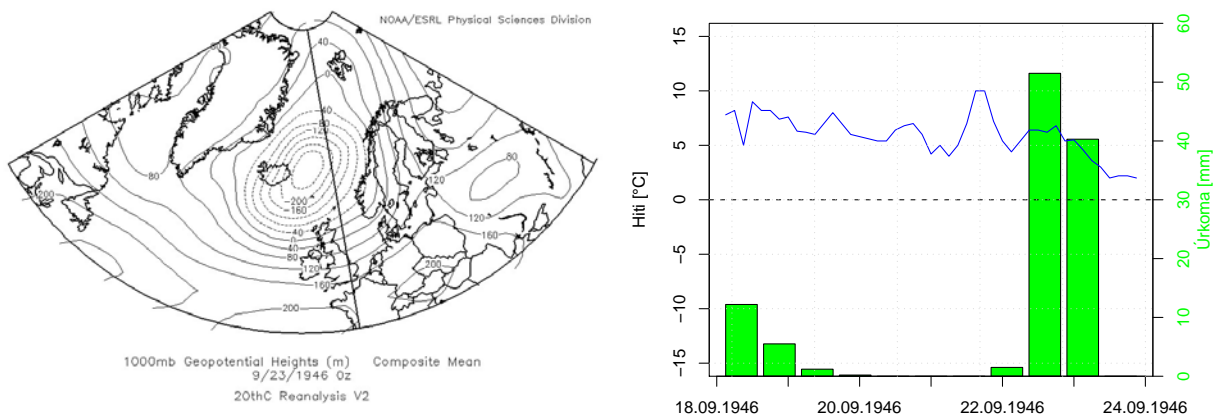


1000mb Geopotential Heights (m) Composite Mean
2/17/1943 6z
20thC Reanalysis V2

Mynd 4. Veður á Atlantshafi 15.–17. febrúar 1943. Kortin sýna hæð 1000 hPa jafnþrýstiflatar yfir yfirborði jarðar. Greiningarkort frá NOAA/ESRL Physical Sciences Division.



Mynd 5. Veðurrit sem sýna hita og úrkoma á veðurstöðinni á Akureyri fyrir fimm daga tímabil í aðdraganda ofanflóða árin 1926, 1943, 1990 og 2006. Hiti hækkar í öllum tilfellum mjög snögglega um 10–20°C. Úrkoma mælist frekar lítil eða engin. Rautt lóðstrik markar tímasetningu ofanflóðanna.



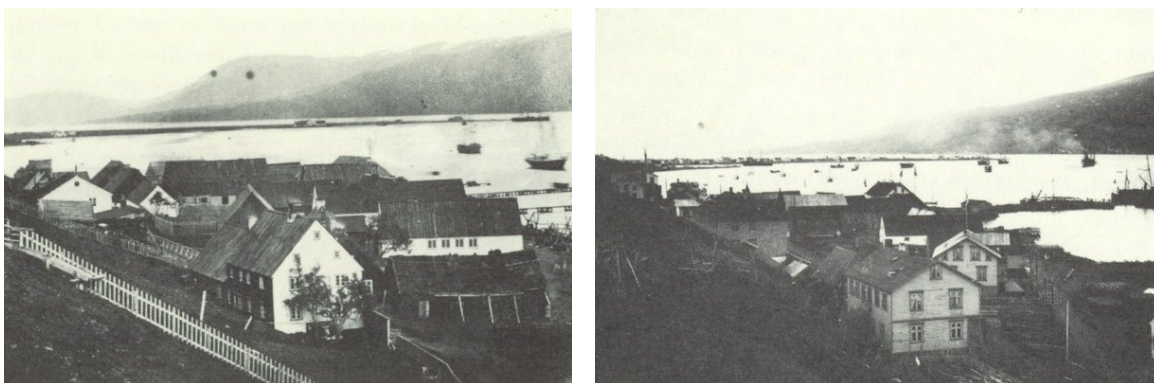
Mynd 6. Kortið til vinstri sýnir veður á Atlantshafi á miðnætti 22. september 1946 sem hæð 1000 hPa jafnþrýstiflatar yfir yfirborði jarðar. Greiningarkort frá NOAA/ESRL Physical Sciences Division. Veðurritið til hægri sýnir hita og úrkomu dagana 22.–23. september á veðurstöðinni á Akureyri.

Skriðuföllin í september 1946 bar öðruvísi að. Þá var ofsafengin úrkoma víða á Norðurlandi og hefur aldrei verið viðlíka á Akureyri. Á 24 klst., frá kl. 06:00 þann 22. til kl 06:00 þann 23. september, mældist 91.8 mm úrkoma. Eins og sjá má á mynd 6 var kröpp lægð skammt austur af landinu og stíf norðanátt.

Samkvæmt þessu getur ofanflóðahætta skapast á svæðinu í tengslum við aftakaúrkomu í norð-austanáttum. En einnig í asahláku samfara suðvestlægum áttum þegar snjóþekja er á jörðu, jafnvel án þess að úrkoma sé teljandi. Að endingu ber að geta þess að einnig eru dæmi um snjóflóð í kjölfar vetrarveðra með ofankomu og skafrenningi þó þau hafi verið minniháttar.

3 Byggðasaga

Þessi kafli byggir að miklu leiti á bók Hjörleifs Stefánssonar (1986), *Akureyri - fjaran og innbærinn*. Akureyri er rótgróið þéttbýli og á sér langa sögu á íslenskan mælikvarða. Upphaf þéttbýlismyndunar á Akureyri tengist verslunarumsvifum á sjálfri Akureyri neðan Búðargils en hún var ein af nokkrum eyrum sem sköguðu út í Pollinn áður en ráðist var í umfangsmiklar landfyllingar. Talið er að rekja megi upphaf byggðar á Akureyri allt til 16. aldar þegar þar hófst verslun. Aðalverslunarstaður Eyfirðinga var fyrr á öldum að Gásum, sunnan Hörgár en skipalægið þar spilltist vegna framburðar árinna. Fyrstu húsin stóðu sunnarlega á eyrinni þar sem nú eru húsin Hafnarstræti 3–7. Á Akureyri var ekki um fasta búsetu að ræða fyrr en eftir 1760 en þá tók það að tíðkast að kaupmenn hefðu fasta búsetu árið um kring á verslunarstöðum (Hjörleifur Stefánsson, 1986).

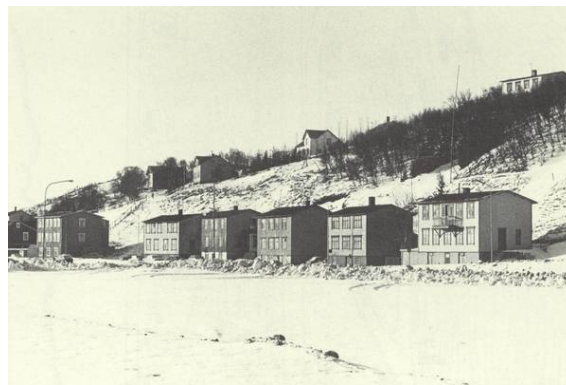
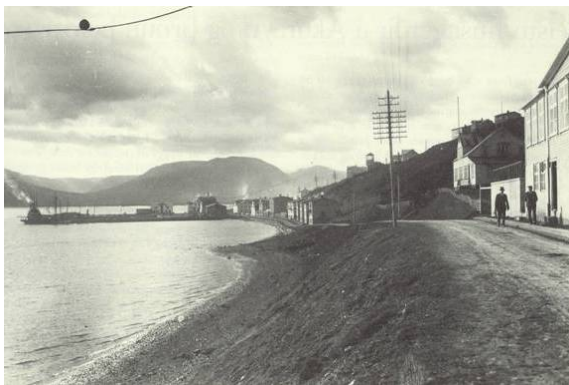


Mynd 7. Horft yfir húsabyrpinguna á Akureyri, Pollinn og Oddeyri fjær. Á myndinni til vinstri sem tekin er um 1880 eru nær engin hús á Oddeyri. Um 1910, þegar myndin til hægri er tekin, hefur Oddeyrin tekið stakaskiptum. Ljósmyndir: Úr Fjaran og innbærinn, bls. 18 (Hjörleifur Stefánsson, 1986).

Fram til ársins 1835 má heita að öll byggðin hafi verið á eyrinni. Lítillega hafði þó verið byggt í Gilkjaftinum ofan við eyrina en Fjaran mátti heita ónumin. Um og eftir 1835 fengu nokkrir iðnaðarmenn útmældar lóðir í Fjörinni fyrir innan eyrina. Á áratugnum 1840–1850 óx bærinn enn hraðar og nýir íbúar settust að í Fjörinni eða Gilinu og árið 1850 voru bæjarbúar 187 talsins (Hjörleifur Stefánsson, 1986).

Heimilað var að leggja Oddeyri undir kaupstaðinn árið 1866. Nokkru fyrr höfðu fyrstu húsin að vísu risið þar fyrir utan lög og rétt. Byggðin eflidist fljótt á Oddeyrinni enda nóg landrými. Árið 1876 bjuggu 318 íbúar á Akureyri en 20 á Oddeyri. Þá var kominn verulegur gangur í þéttbýlismyndunina og árið 1901 voru íbúar kaupstaðarins um 1370 og varð sú fjölgun að verulegu leyti á Oddeyri. Fyrir 1892 má heita að bæjarhlutarnir á Akureyri og Oddeyri hafi verið alveg aðskildir en þá var farið að huga að vegagerð. Þegar vegurinn hafði verið lagður var fljótlega farið að huga að húsbyggingum við hann og voru byggð hús norðan við Grófargilslækinn árið 1894 og í Barðslaut 1895.

Skömmu fyrir aldamót var lagður vegur suður Fjöruna. Til þess tíma hafði verið eyða í byggðina sunnan við Akureyri áður en Fjörubbyggðin tók við. Þar gekk brekkan í sjó fram og ekkert rými var til húsbygginga. Menn tóku þá upp á því að fylla upp sjóinn austan vegarins með efni sem



Mynd 8. Á myndinni til vinstri er horft til suðurs eftir Hafnarstræti og til Akureyrar, líklega í kringum 1930. Á myndinni til hægri sést sama húsalengja, þ.e. Hafnarstræti 29–41 í fallegu vetrarveðri á níunda áratugnum. Ljósmyndir: Úr Fjaran og innbærinn, bls. 27 og 61 (Hjörleifur Stefánsson, 1986).

tekið var úr brekkunni vestan hans. Við það mynduðust byggingarlóðir beggja vegna vegarins og þannig fylltist í skarðið milli byggðarinnar á Akureyri og í Fjörinni um aldamótin.

Um 1898 var gerður skipulagsuppráttur af Torfunefi, neðan Grófargils. Þar eflidist byggðin og upp úr aldamótunum og myndaðist þar vísir að miðbæ alls kaupstaðarins. Um þetta leyti fór að gæta hnignunar í Innbænum og flestum meiriháttar byggingum var nú valinn staður í norðurhluta bæjarins. Húsbrunnar settu þar að auki mark sitt á byggðina á Akureyrinni gömlu. Fyrst árin 1901 og 1912 þegar heilu húsabyrpingarnar brunnu til grunna. Seinna urðu stök hús eldi að bráð 1929, 1938, 1955 og 1961.

Um miðja síðustu öld bjuggu um 8000 manns á Akureyri og allt til þessa dags hefur íbúum fjölgað jafnt og þétt ef frá eru talin árin milli 1993 og 2000 þegar íbúafjöldinn stóð nokkurn veginn í stað í um 15000 íbúum. Byggðin hefur fyrir löngu teygt sig upp fyrir brekkurnar og norður fyrir Glerá. Núna búa rúmlega 17500 manns á Akureyri (1. des. 2009 skv. skrá Hagstofu Íslands).

Mörg upphaflegu húsanna í Fjörinni og Innbænum standa enn auk þess að hús hafa verið reist þar á seinni árum. Byggingarár húsa undir Akureyrarbrekkunum má sjá á kortum 2–4 í viðauka III. Með hliðsjón af þeim upplýsingum og því sem hér hefur verið reifað má sjá að nokkuð samfelld byggð hefur verið fast undir brekkunum í rúm 100 ár. Þetta mikla návígi byggðar og brekku felur í sér að öll umtalsverð ofanflóð á svæðinu ættu að hafa þótt í frásögur færandi og því ratað í heimildir.

4 Ofanflóðasaga

Alvanalegt er að snjóflóð falli í Hlíðarfjalli. Eitt flóð sem sagnir eru um að hafi fallið árið 1952 sker sig nokkuð úr. Ef marka má heimildir féll það úr öllum norðanverðum Hlíðarhryggnum og skreið mjög langt fram, náði jafnvel niður í Glerá (flóð nr. 9630), sjá kort 5 í viðauka III. Jafnvel þó snjóflóð úr Hlíðarfjall nái svo langt eiga þau langt í land með að ná inn á svæðið sem þetta hættumat nær til, sjá kort 1. Það er niðurstaða hættumatsins, sjá kafla 5, að ofanflóð úr Hlíðarfjalli ógni ekki hættumetna svæðinu. Því er saga þeirra ekki rakin nánar hér. Á Veðurstofunni er nú unnið að sérstöku hættumati fyrir skíðasvæðið í Hlíðarfjalli og þar er farið ítarlega í ofanflóðasögu svæðisins. Ekki eru þekkt markverð ofanflóð úr hlíðum Súlna. Hlaup geta komið í Glerá og jafnvel borið með sér klakastykki. Samkvæmt viðteknum verklagsreglum Veðurstofunnar um hættumat (Tómas Jóhannesson og Kristján Ágústsson, 2002) flokkast slík flóð í vatnsföllum sem víða þekkjast ekki undir ofanflóð og er saga þeirra því ekki til frekari umfjöllunar hér.

Nokkur dæmi eru um að snjóflóð og aurskriður hafi fallið úr svonefndum Akureyrarbrekkum. Þetta hefur valdið óþægindum og tjóni og í nokkrum tilfellum hefur legið við slysum á fólki. Einnig eru til dæmi um aurlönduð vatnsflóð samfara leysingum og vatnavöxtum. Skýrsla Halldórs G. Péturssonar o.fl. (2005) inniheldur allýtarlega skriðufalla- og snjóflóðaannála og er ekki ástæða til að endurbirta þær upplýsingar hér. Í meðfylgjandi töflum er að finna yfirlit yfir þekkt ofanflóð á svæðinu, snjóflóð í töflu 4 og skriðuföll, jarðskrið og leysingaflóð í töflu 5. Þau ofanflóð sem mögulegt var að staðsetja á korti má sjá á kortum 2–4.

Í töflu 4 eru tiltekin fjögur snjóflóð úr Akureyrarbrekkum sem öruggar heimildir eru um. Í öllum þessum tilfellum varð tjón eða lá við slysum á fólki sem grófst að miklu eða öllu leyti í flóðsnjóinn. Í nokkrum tilfellum eru snjóflóðin sett af stað af fólki á ferð um upptakasvæðin eða brúnirnar þar fyrir ofan. Það er augljóst af lestri þessara frásagna að slíkar snjóspýjur eða lítil snjóflóð hafa fallið í öðrum tilvikum án þess að hafa ratað í fréttir eða aðrar heimildir vegna þess að ekkert tjón hlaust af. Það er einnig áberandi að engar heimildir eru um slíka atburði í seinni tíð. Flóðið sem klofnaði á Aðalstræti 63, einnig nefnt Húsið á sléttunni, árið 1943 er eftirtektarvert. Sé gengið út frá því að upptök flóðsins hafi verið í gilskorningi sem er örlítið sunnar í brekkunni þá er sá veggur hússins sem snýr að brekkunni í úthlaupshorni, α , $17,5^\circ$. Það að flóðið „bar girðingar og heyfúlgur fram á leirur“ eins lýsingar bera með sér felur í sér að úthlaupshorn flóðsins hefur verið $\approx 15^\circ$. Sú staðreynd skipar þessu flóði í flokk með snjóflóðum sem hafa skriðið mjög langt fram úr lágum hlíðum eða bökkum. Önnur dæmi um slík flóð þekkjast í Mýrdal, Reykhólasveit og víðar (Tómas Jóhannesson, 2009).

Tafla 4: Yfirlit yfir þekkt snjóflóð úr Akureyrarbrekkum.

Númer Tími	Lýsing
9950 8.2.1816	Heimildir geta þess að þennan dag hafi ábúandi á bænum Barði við Akureyri farist í snjóflóði. Býlið stóð rétt ofan við Barðsgil þar sem seinna stóð Eyrarlandsvegur 25. Ekki er vitað hvar flóðið féll, það kann að hafa verið í Akureyrarbrekkum en gæti hafa verið annars staðar.

Númer Tími	Lýsing
1187 apríl 1919	Snjóhengja sprakk fram við kirkjugarðinn á Akureyri af völdum tveggja drengja sem þar voru á ferð. Annar drengjanna flaut ofan á flóðinu og bjargaði sér sjálfur en hinn barst niður undir Friðbjarnarhús (Aðalstræti 46) og grófst þar í flóðtungunni. Stúlka ein brást skjótt við og náði að grafa drenginn upp. Hann var orðinn mjög máttfarinn og var sýnilega hætt kominn því hann mátti vart anda vegna þess hve snjórinna þrengdi að líkama hans.
1239 29.4.1930	Að afstöðnum miklum hríðum, sprungu snjóhengjur víða fram úr Akureyrarbrekkum. Strákar urðu undir snjóflóði sem féll niður undir gamla spítalann (Aðalstræti 14). Þeir voru fljótt grafnir fram en einn þeirra sem var á 2 m dýpi í snjónum var nokkuð hætt kominn.
1247 18.1.1939	Snjóskriða eða hengja féll úr brekkunni ofan við Aðalstræti 24. Eitt barn lenti undir skriðunni og var orðið meðvitundarlaust þegar því var bjargað.
1252 17.2.1943	Aðfaranótt 17. febrúar féll snjóflóð úr brekkunni syðst í Fjörunni á Akureyri. Það klofnaði um Aðalstræti 63 og hlóðust upp þriggja mannhæða háar hrannir umhverfis það, gluggar og hurðir skemmdust og kjallara hálfyllti af snjó. Snjóskriðan sópaði með sér girðingum og heyfúlgum og bar allt fram á leirur. Sömu nótt urðu talsverð snjóflóð í Öxnadal.
408 3.2.2008	Fimm ára gömul stúlka var hætt kominn í snjóflóði sem féll af húspaki þriggja hæða húss á Akureyri. Móðir stúlkunnar kom henni til aðstoðar og gróf hana upp en vit stúlkunnar höfðu fyllst af snjó.

Tafla 5 hefur að geyma nokkur dæmi um aurskriður, jarðsig og aurlönduð leysingaflóð úr Akureyrarbrekkum. Mörg af þessum atvikum verða að teljast minni háttar og hættulítill. Aurskriðan sem eyðilagði Aðalstræti 18 árið 1990 og aurblandað vatnsflóð sem stórskemmdi Aðalstræti 66 árið 1974 eru dæmi um alvarlegri skriður sem fallið hafa á svæðinu.

Tafla 5: Yfirlit yfir þekkt skriðuföll og leysingaflóð úr Akureyrarbrekkum.

Númer Tími	Lýsing
– 19. öld	Á gömlu málverki frá því um miðja 19. öld (1857), sem sjá má í I. bindi Sögu Akureyrar (Jón Hjaltason, 1990), sést greinilegt skriðuör neðarlega í brekkunni ofan við þáverandi byggð á Akureyri, á þeim slóðum þar sem Aðalstræti 20–32 standa nú.
– 12.1.1926	Í asahláku og sterkri sunnanátt féll aur- og snjóskriða úr brekkunni ofan við húsið Aðalstræti 20. Braut skriðan skúr við húsið, glugga og hurðir og fyllti kjallara hússins af vatni.

Númer Tími	Lýsing
– 22.–23.9.1946	Óhemju rigningarveður gekk yfir Norðurland og í tengslum við það urðu mikil skriðuföll á Miðnorðurlandi. Úr brekkunum á Akureyri féllu skriður á nokkrum stöðum. Skriða féll úr brekkunni bak við Hafnarstæti 35 og náði aurinn upp á glugga efri hæðar. Skriður féllu við það að kartöflugarðar sprungu fram úr brekkunni ofan við Aðalstræti 32 og 76 og þar vall leðjan austur yfir götuna. Þá féll skriða úr brekkunni austan við Akureyrarkirkju þar sem Hafnarstræti 81 stendur núna. Víðar féllu smáskriður úr brekkunum.
– árið 1965	Óljósar sagnir eru um að skriða hafi fallið úr brekkunni ofan við Hafnarstræti 29 á þessu ári eða um þetta leyti.
– á bilinu 1966-70	Heildir herma að aurskriða hafi hlaupið að vorlagi efst úr brúninni ofan við Aðalstræti 46-50 á þessu tímabili. Skriðan hljóp úr „syðri melnum“ í brekkubrúninni, beint fyrir ofan húsin og á milli þeirra og alla leið niður á götu.
– 19.12.1972	Um miðnætti féll skriða úr neðsta hluta brekkunnar norðan við Aðalstræti 28, yfir götuna og lokaði henni. Skriðan tók með sér fólksbíl sem stóð við götuna og bar hann með sér yfir hana þar sem hann stöðvaðist á húsi. Seinna um nóttina féll skriða í Miðbænum, nánar tiltekið í Grófargili úr brún stallsins sem Kirkjan og bílaplanið við hana stendur á. Skriðan féll niður á hús efnaverksmiðjunnar Flóru (nú Deiglan, Kaffi Karólína, sunnan megin við Kaupvangsstræti) braut þar tvo glugga og bar aur inn í húsið. Sömu nótt féllu skriður víðar við Eyjafjörð. Dagana á undan hafði verið mikil hláka og óhemju mikið leysingarvatn sigið niður í frostlausan jarðveginn.
– 26.2.1974	Mikil flóð urðu á Akureyri vegna asahláku í hlýju sunnanroki. Naustalækurinn hljóp úr farvegi sínum í Skammagil og bar með sér óhemju magn af aur og leðju. Lækurinn og framburður hans fóru inn á lóðirnar við Aðalstræti 64 og 66 og þakti þær djúpu leðjulagi. Vatn rann inni í húsið nr. 66 og olli gífurlegu tjóni.
– árið 1982	Þetta ár er getið um jarðvegsskrið utan á brekkunni við Leikhúsið og að svo hafi verið nokkur undanfarin ár. Jarðvegsskriðið sé farið að skemma húsið og vatn renni inn í það.
– 20.4.1990	Skriða féll úr brekkunni ofan við Aðalstræti 18 og eyðilagði húsið.
– 1.5.1990	Skriða féll úr bröttum kanti við Spítalaveg og varð að loka honum um tíma. Þá kom einnig í ljósa að þessa dagana hafði jarðvegur ofan við húsin Hafnarstæti 33–41 rifnað utan af brekkunni og hrúgast upp að húsveggjum.

Númer Tími	Lýsing
– 2.12.1994	Snemma um morguninn féll aurskriða syðst í Aðalstræti. Engar skemmdir urðu á öðru en gróðrinum í brekkunni. Þetta gerðist í asahláku eftir talsverða snjókomu.
– vorið 1995	Miklar vorleysingar urðu árið 1995, eftir óvenjumikinn snjóavetur, en jörð var ófrosin undir snjóþekjunni. Að þessum orsökum þandist jarðvegur út og sums staðar skreið hann fram. Ofan og aftan við Leikhúsið á Akureyri þandist jarðvegsþekjan utan á brekkunni út. Við það þrýstist fram steinhleðsla sem sett hafði verið upp nokkrum árum fyrir til þess að halda við brekkuna.
– 20.–21.12.2006	Þann 18.12.2006 tók að hlýna á landinu eftir langan kulda- og snjóakafla. Með þessum hlýindum fylgdi mikið hvassviðri úr suðri og suð-vestri og seinna tók auk þess að rigna. Í þessari asahláku átti leysingar- og rigningarvatn greiða leið niður í jarðveg og jarðlög því jörð var þíð undir snjó og klaka. Víða varð jarðvegur vatnsósa í kjölfarið og urðu af því mikil skriðföll dagana 20. og 21., sérstaklega í Eyjafjarðardal og Hörgárdal en nokkur skriðuföll urðu auk þess víðar í Eyjafirði. Auk þessa urðu miklir vatnavextir sem m.a. leiddu til þess að stífla rofnaði í Djúpadalsá, en í kjölfar þess fór mikil flóðbylgja niður ána og síðan niður Eyjafjarðará. Nokkur skriðuföll urðu í Eyrarlandshálsi og við Hamra ofan Akureyrar auk þess að mikið flóð kom í Brunná. Ekki féllu skriður á Akureyri í þessari hrinu en yfirvöld höfðu af því áhyggjur og fylgst var með brekkunum meðan á veðrinu stóð af þeim sökum.

5 Ofanflóðaaðstæður og hættumat

Við hættumatið er litið til mögulegrar ofanflóðahættu sem kann að stafa að núverandi byggð á Akureyri og næsta nágrenni. Hættumatið nær til svæðis sem afmarkað er á korti 1 í viðauka III. Há fjöll, Hlíðarfjall um 1300 m y.s. og Súgur um 1200 m y.s., rísa yfir byggðinni. Í hlíðum þessara fjalla sem snúa að þéttbýlinu á Akureyri eru svæði þar sem landhalli er á bilinu 28–45° þar sem snjóflóð geta átt upptök. Niður undir sjávarmáli eru svokallaðar Akureyrarbrekkur. Á rúmlega 2 km kafla frá Grófargili að Naustalæk er halli víða á áðurnefndu bili, 28–45°. Við það bætist að víða hefur verið grafið mikið undan brekkurótunum enda var þröngt þarna áður en ráðist var í landfyllingar. Fjölmörg hús eru nær brekkunni en sem svarar 25° úthlaupshorni. Heimildir um snjóflóð og aurskriður gefa einnig tilefni til athugunar. Í umfjöllun um Akureyrarbrekkurnar er svæðinu skipt í fjóra hluta þar sem aðstæður eru innbyrðis sambærilegar. Í kaflanum er því fjallað sérstaklega um eftirtalin svæði:

- Hlíðarfjall
- Hamra
- Fjöruna, Aðalstræti 34–82
- Brekkuna sunnan Búðargils, Aðalstræti 10–32
- Búðargil
- Hafnarstræti 23–89

Hættumati fyrir hvert þessara svæða er lýst í sérstökum undirköflum hér að neðan en fyrst er rétt að nefna nokkur almenn atriði sem hafa þýðingu fyrir hættumatið í heild.

Eins og fram kom í inngangi þá er hættumat undir lágum brekkum bundið ýmsum vandkvæðum og erfitt að byggja það á reynslu frá öðrum snjóflóðasvæðum landsins þar sem snjóflóðahætta hefur verið metin undir miklu hærri hlíðum. Snjóflóðahætta undir Akureyrarbrekkum er metin með hliðsjón af snjóflóðum sem fallið hafa úr hliðstæðum lágum brekkum annars staðar á landinu, m.a. á Drangnesi, Kirkjubæjarklaustri og í Vík í Mýrdal (Tómas Jóhannesson, 2009; Tómas Jóhannesson o.fl., 2009a,b,c). Mat á tíðni snjóflóða á hverjum einstökum stað er óhjákvæmilega mikilli óvissu undirorpið sökum þess hversu fá flóð eru skráð. Hættumatið er því að verulegu leyti byggt á mati sérfræðinganna sem að því unnu þó stuðst sé við líkanreikninga og tölfræðilega greiningu á áhættu að vissu marki.

Til grundvallar hættumatinu liggur skýrsla Halldórs G. Péturssonar o.fl. (2005) sem fjallar um hrun- og skriðuhættu á svæðinu. Niðurstaða þeirrar athugunar er að engin einhlít ummerki finnist um að stór stykki hafi fallið eða hlaupið fram úr Akureyrarbrekkum en það myndi hafa í för með sér stórfellda hættu fyrir byggðina neðan við brekkurnar. Setlög sem mynda brekkurnar eru mjög hörð og þétt og virðist ástæðan fyrst og fremst vera sú hvað þau eru samþjöppuð. Samþjöppunin dregur úr gegnumstreymi vatns og lítil hætta virðist á því að fínkorna setlög í brekkunum verði vatnsmettuð. Yfirborðsvatn hripar ekki af ráði niður í þétt setlög og jarðvegsþekja utan á brekkunum verður því auðveldlega vatnssósa í miklum rigningum og leysingum. Þannig er hætt við skriðuspýjum úr jarðvegsþekjunni utan á brekkunum en lítil hætta er talin á stórum skriðuföllum eða framskriði á stórum setspildum úr brekkunum.

Akureyrarbrekkur eru þaktar gróðri og á stórum svæðum má segja að um samfelldan skóg sé að ræða. Þetta eru mikil umskipti frá því sem áður var því ýmislegt bendir til að brekkurnar

ar hafi verið mikið til gróðurvana fyrir 200–300 árum. Með hliðsjón af hættu á snjóflóðum er þetta jákvætt. Gróðurinn hefur áhrif á vindstrengi og dregur úr hengjumyndun og einsleitri lagskiptingu snjóþekju í skafrenningi. Skúfbinding trjágróðursins þvert á snjóþekjuna minnkar til muna líkur á að stór snjófleki geti farið af stað. Trjágróður í upptakasvæðum er almennt viðurkenndur sem varanleg snjóflóðavörn og jafnvel betri og æskilegri en sérstök upptakastoðvirki. Þar sem snjóflóðahætta er fyrir hendi úr háum hlíðum hér á landi er trjálína í öllum tilfellum langt neðan upptakasvæðanna og því hefur varnargildi trjágróðurs ekki áður komið til álita í snjóflóðahættumati á Íslandi. Fyrir svæðið undir Akureyrarbrekkum er ástæða til þess að taka mið af trjágróðrinum í hættumatinu. Litið er á trjágróðurinn með sama hætti og varanleg varnarmarkmið í skilningi reglugerðar um hættumat og þau upptakasvæði þar sem skógur er talinn draga úr snjóflóðahættu merkt sérstaklega á hættumatskortinu með sambærilegum hætti og ef þar hefðu verið reist upptakastoðvirki. Á nokkrum stöðum eru afmörkuð sérstök svæði þar sem hætta er ekki talin fyrir hendi við núverandi aðstæður en hætta væri á snjóflóðum ef ekki væri fyrir trjágróðurinn í upptakasvæðunum. Þetta er sambærilegt við endurskoðað hættumat eftir tilkomu varnarmarkmið á öðrum svæðum á landinu. Varnarmarkmiðin eru þá forsenda fyrir endurskoðuðu mati en hættan ef varnarmarkmiðanna nyti ekki við er sýnd með slitinni línu á hættumatskortu. Gildandi hættusvæði eru hins vegar sýnd með heildregnum línum. Ef skógurinn er felldur fellur hættumatið úr gildi og hættusvæði stækka þannig að þau ná til svæðanna sem slitnu línurnar afmarka. Trjágróðurinn er forsenda hættumatsins í þessu tilviki og þarf að leggja þá kvöð á lóðaeigendur og -leigjendur í skipulagsskilmálum að viðhalda gróðrinum og banna þar með stórfellt skógarhögg þó að eftir sem áður sé hófleg grisjun og umhirða leyfileg. Á nokkrum stöðum eru afmörkuð svæði vaxin trjágróðri sem hefur varnargildi án þess að það hafi bein áhrif á afmörkun hættusvæða, m.a. í ljósi almennrar óvissu í matinu. Einnig eru á nokkrum stöðum afmörkuð svæði vaxin trjágróðri sem hefur varnargildi án þess að hættusvæði séu afmörkuð í byggðinni þar fyrir neðan sökum þess að hættan er talin undir viðmiðunarmörkum þó einhver hætta sé talin fyrir hendi. Í báðum þessum tilvikum er mælt til þess að trén séu ekki felld þrátt fyrir þau séu ekki forsenda hættumatsins með sama hætti og þar sem hættusvæði eru sýnd með bæði slitunum og heildregnum línum.

Hvað aurskriður varðar geta áhrif gróðursins verið tvíþætt. Rótakerfi getur bundið jarðvegin og gróðurþekjan stuðlað að jafnara rakaástandi. Vandséð að þó að rætur geti bundið jarðvegin við hin þétta setlög sem eru þar undir. Gróðurinn stuðlar hins vegar að jarðvegsmyndun og því þykkjar jarðvegsþekjan jafnt og þétt sem kann að auka á óstöðugleika. Þetta tvennt, þ.e. þykkari jarðvegur og aukin innri binding hans, kann að valda því að aurskriður verði fátíðari en stærri.

Miðað við upptakasvæði uppi undir brúnum fjallshlíða eru aðstæður í Akureyrarbrekkum gerólíkar þar sem möguleg upptök ofanflóða eru jafnvel í húsagörðum. Því er mögulegt fylgjast með og vera á varðbergi gagnvart þeim aðstæðum sem áður hafa valdið skriðum og snjóflóðum. Þetta nábyli við brekkuna krefst einnig ákveðinnar varúðar. Það er álit þeirra sem til þekkja að stallamyndun vegna kartöfluræktar geti myndað fyrirstöðu fyrir vatn og þannig aukið á aurskriðuhættu. Það er æskilegt langtímamarkmið að yfirborð upptakasvæða 13 og 19 sé jafnað og grætt upp og þannig reynt að tryggja að rigningar- og leysingarvatn sitji síður upp í jarðveginum. Snjóruðningar í brekkubrúnninni geta einnig haft ákveðna hættu í för með sér. Það er sjálfsögð varúðarráðstöfun að ryðja ekki snjó fram af brúnni þar sem byggð er fyrir neðan.

Hættumat gagnvart ofanflóðum tekur fyrst og fremst til hættu frá náttúrunnar hendi. Ekki er skýrt í lögum eða reglugerð hvar mörk skuli dregin milli náttúrulegra ofanflóða annars vegar og

hruns úr mannvirkjum eða manngerðum bökkum og brekkum hins vegar þar sem eðlilegast er að líta svo á að öryggismál séu hluti af hönnun og rekstri mannvirkis eða manngerðs umhverfis. Í hættumatinu sem hér er til umræðu er fjallað um hættu undir bröttum bökkum sem eru að hluta til manngerðir en hins vegar er ekki horft til hættu á snjóhruni af þökum eða stöðugleika jarðvegsfyllinga og bergskeringa svo dæmi séu tekin. Vegna langrar sögu byggðar og umsvifa á Akureyri hafa verklegar framkvæmdir víða haft mikil áhrif á umhverfi. Í nyrsta hluta Hafnarstrætis, Grófgili og Skátagili hefur landslagi verið meira eða minna umturnað þannig að ekki er hægt að tala um eiginlega ofanflóðahættu af náttúrunnar hendi. Því er ekki lagt fram hættumat á nokkrum svæðum, einkum þar sem byggð og gatnakerfi hafa teygt sig upp í brekkurnar. Hins vegar er í nokkrum tilvikum bent á atriði sem hætta getur stafað af á þessum svæðum sem bæjaryfirvöld þurfa að taka til athugunar. Þegar jarðvegsfyllingar eru gerðar fram á brekkubrúnir og hús byggð tæpt á brúnum verður að huga vandlega að jarðtæknilegum atriðum til að koma í veg fyrir tjón af völdum sigs eða hruns. Í þessu samhengi má líka nefna brattar bergskeringar eins eru við Glerártorg og í Sandgerðisbót þar sem nauðsynlegt er að taka tillit til hættu á grjóthruni og vanda frágang. Ef ekki er vel staðið að verklegum framkvæmdum og frágangi getur skapast hætta. Hún er hins vegar ekki viðfangsefni í ofanflóðahættumati og viðkomandi yfirvöld verða að tryggja að manngert umhverfi sé ekki hættulegt.

5.1 Hlíðarfjall

Snjóflóð eru tíð í hlíðum Hlíðarfjalls. Bæði ofan skíðasvæðisins, þ.e. í norðanverðum Hlíðarhrygg og norður að Mannshrygg, og einnig norðan Mannshryggs. Enda er Hlíðarfjall hátt og efsti hluti þess að mörgu leyti dæmigerðar snjóflóðahlíðar. Viðhorf hlíða sem snúa til Akureyrar er þó ekki það versta m.t.t. snjósöfnunar í norð- og norðaustlægum vindáttum. Kort 5 sýnir útlínur þekktra snjóflóða í Hlíðarfjalli og kort 6 sýnir niðurstöður líkanreikninga á flæði snjóflóða í nágrenni skíðasvæðisins.

Upptakasvæði

Sunnan Mannshryggs og að Hlíðarhrygg er fjallsbrúnin afgerandi. Efsti hluti hlíðarinnar er brattur og bratti mestur uppi undir brún. Upptakahalli er á allt að 250 m hæðarbili undir brúninni. Ekki er um að ræða afgerandi gil en íhvolfar geilur og skorningar í klettum eru líkleg til þess að safna í sig meiri snjó en önnur svæði hlíðarinnar. Viðhorf hlíðarinnar er frá norðri yfir í austur. Í tengslum við hættumat fyrir skíðasvæðið í Hlíðarfjalli hafa verið afmörkuð upptakasvæði fyrir snjóflóð á þessum slóðum og eru þau sýnd á korti 6.

Norðan við Mannshrygg má segja að fjallið sé hryggur sem lækkar til norðurs. Hlíðin, sem er nokkuð einsleit og veit í aðalatriðum mót austri, nær upptakahalla í efstu 250 hæðarmetrunum.

Úthlaupssvæði

Hlíðar í neðri hluta fjallsins, neðan við 700 m y.s. eða þar um bil, eru mjög aflíðandi. Við fyrstu sýn virðist óhugsandi að snjóflóð geti náð niður í fjallsrætur. Þó eru heimildir um slíkt snjóflóð því sagnir eru um að flóð úr Hlíðarhrygg, sem af lýsingum að dæma var vott snjóflóð, hafi árið 1952 runnið eftir lækjarfarvegi alveg niður í Glerá eða út í úthlaupshorn $\alpha \approx 14,5^\circ$. Falllínur neðan skíðasvæðisins sveigja í suðaustur frá þéttbýlinu og koma svo að segja þvert niður í Glerárdalinn. Norðan Mannshryggsins liggja falllínur stórt séð í háaustur, í átt að efstu byggð norðan Glerár.



Mynd 9. Horft til Hlíðarfjalls. Hlíðarhryggur til vinstri og Mannshryggur, hægra megin við miðja mynd, varpa löngum skuggum á hlíðarnar. Ljósmynd: Veðurstofan, febrúar 2010.

Mat á aðstæðum

Hlíðarfjall er þekkt snjóflóðasvæði. Öll snjóflóð sem upplýsingar liggja fyrir um nema eitt hafa stöðvast ofan 700 m y.s. en þar minnkar halli fjallshlíðarinnar. Undantekningin er flóðið sem á að hafa náð a.m.k. niður í 630 m y.s. og jafnvel niður í Glerá, þ.e. niður í um 240 m y.s. Fyrir liggja líkanreikningar á flæði snjóflóða og aðrar athuganir vegna vinnu við hættumat fyrir skíðasvæðið í Hlíðarfjalli. Samkvæmt þeim niðurstöðum stöðvast þurr aftakaflóð, með tvívítt rennslisstig 17, í um 450 m y.s. Slík snjóflóð ná úthlaupshorni $\alpha \approx 16^\circ$. Hætta af völdum votra flóða með upptök á svæðinu frá Hlíðarhrygg og norður undir Mannshrygg, sem runnið geta lengra eftir afmörkuðum farvegum, er talin takmarkast við lækjarfarveginn sem flóðið 1952 féll eftir. Efstu hús norðan Glerár eru í falllínu frá upptakasvæðum norðan Mannshryggs. Mörk hættumetna svæðisins á þeim slóðum eru í úthlaupshorni $\alpha \approx 11^\circ$. Við það bætist að farvegur Hrappsstaðaár er líklegur til að bægja votum flóðum frá byggðinni frekar en hitt.

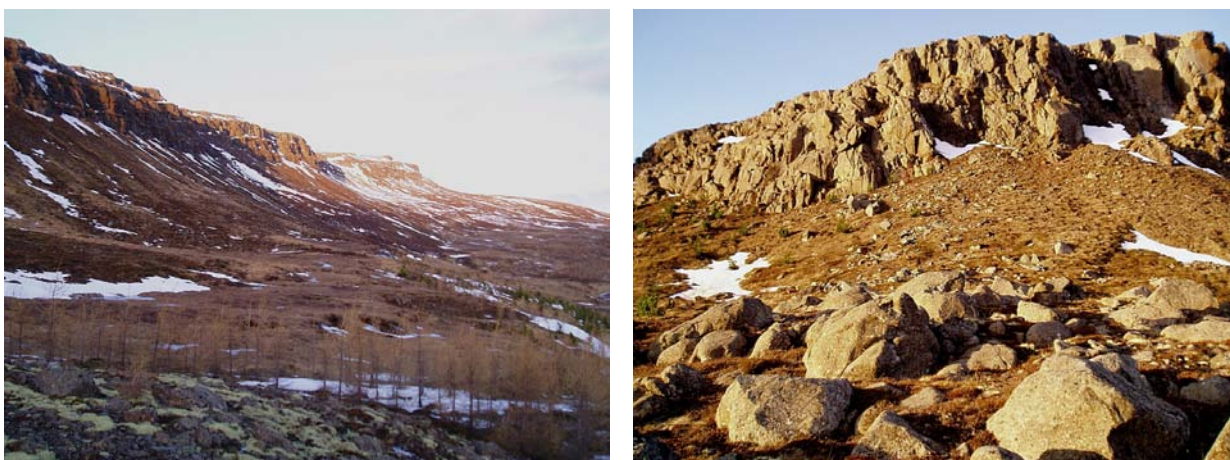
Hættumat

Ofanflóð úr Hlíðarfjalli ógna ekki hættumetna svæðinu.

5.2 Hamrar

Fjallshlíðar Súlna næst Akureyri, þ.e. ofan Naustahverfis og Kjarnaskógar, eru aflíðandi. Í nágrenni Hamra er þó að finna bratta kletthajalla, nokkurra tuga metra háa. Í aðalatriðum er um að ræða tvö klettabelti eða kletthajalla með skriðum fyrir neðan. Efra klettabeltið er nokkuð samfelld en inn í neðra klettabeltið skerast tvær manngengar geilar sem skipta því í þrjá hluta. Hæðin er upp í nokkra tugi metra og allar aðstæður gefa til kynna að hætta sé á grjóthruni úr klettum og að efsti hluti brekkunnar neðan við klettana geti verið upptakasvæði snjóflóða. Aðstæður er sam-

bærilegar við lágar brekkur sem hafa verið viðfangsefni í hættumati s.s. á Kirkjubæjarsklausri og í Vík í Mýrdal.



Mynd 10. Á myndinni til vinstri er horft til norðurs eftir hjalla undir efra klettabeltinu ofan Hamra. Brún hjallans er í úthlaupshorni $\alpha \approx 20^\circ$. Myndin til hægri sýnir stórgrýtisurð undir neðra klettabeltinu. Ljósmyndir: Veðurstofan, febrúar 2010.

Upptakasvæði

Brattir klettur þar sem grjóthrun getur átt upptök. Undir klettunum er brött skriða og efri hluti hennar er með upptakahalla. Lítillega íhvolfar dældir eru í brekkunni og skorningar í klettum. Brekkan undir efra klettabeltinu er skóglaus en undir því neðra er samfelldur trjágróður frá jafnsléttu og upp í kletta og sumstaðar eru trén vel á veg komin. Ekki eru afmörkuð sérstök upptakasvæði á þessu svæði.

Úthlaupssvæði

Fyrir neðan neðra klettabeltið er hallalítið tún. Fyrir neðan efra klettabeltið er nokkuð flatt svæði eða hjalli og er brún hans í úthlaupshorni $\alpha \approx 20^\circ$ þegar miðað er við upptök undir klettum en þar fyrir neðan eykst halli aftur.

Mat á aðstæðum

Landslag gefur til kynna að snjóflóð geti fallið á svæðinu. Undir efra klettabeltinu er augljós steinadreif niður í $\alpha \approx 25^\circ$. Á a.m.k. tveimur stöðum eru merki um stórfellt grjóthrun úr neðra klettabeltinu þar sem mörg stór björg hafa staðnæmst á afmörkuðum svæðum í brekkunni neðan klettanna.

Hættumat

Grjóthrun og snjóflóð á þessum slóðum ógna ekki hættumetna svæðinu en efsti hluti þess er í úthlaupshorni $\alpha < 12^\circ$. Ofanflóð geta hins vegar náð inn á göngustíga sem liggja um úthlaupssvæðið. Í aðalskipulagi Akureyrarbæjar er gert ráð fyrir frístundabyggð á reit undir efra klettabeltinu. Slík áform kunna að kalla á nánari athugun á ofanflóðahættu á þessum slóðum.

5.3 Fjaran, Aðalstræti 34–82

Á þessu svæði er brekkan nokkuð einsleit að því frátöldu að Skammagil sker sig töluvert inn í brekkuna og halli er þar minni fyrir vikið. Dæmi eru um snjóflóð, aurskriður og aurbönduð vatnsflóð á svæðinu.



Mynd 11. Íhvolf geil í brúninni norðan Skammagils. Akureyrarbrekkurnar eru víða þaktar trjágróðri. Undir brekkunni standa minjasafnskirkjan og Nonnahús. Ljósmynd: Veðurstofan, febrúar 2010.

Upptakasvæði

Brúin er mjög afgerandi og það mótar fyrir nokkrum geilum eða lítilsháttar giljum í efri hluta hennar sem geta safnað í sig snjó. Mynd 11 sýnir slík upptakasvæði norðan Skammagils. Halli er mestur undir brúninni en minnkar eftir því sem neðar dregur. Upptakahalli er á allt að 20 m hæðarbili undir brúninni en upptakasvæðin eru að stórum hluta þakin trjágróðri.

Úthlaupssvæði

Fyrir neðan efstu 20 hæðarmetrana dregur úr halla brekkunnar. Neðan við brekkuræturnar tekur við marflatt svæði sem er að hluta til landfylling.

Mat á aðstæðum

Brekkan hefur langsnið sem svipar til dæmigerðra snjóflóðahlíða þar sem halli er mestur upp undir brún en minnkar eftir því sem neðar dregur. Snjóflóðið sem klofnaði á Aðalstræti 63 árið 1943 skreidd mjög langt fram og mælist úthlaupshorn þess, α , nærri 15° . Heimildir geta um að árið 1919 hafi snjóhengja sprungið fram þar sem börn voru að leik og að eitt þeirra hafi borist niður undir Friðbjarnarhús og grafist í flóðsnjónum. Aðstæður ofan Friðbjarnarhúss eru þannig að snjóflóðið þarf ekki að renna nema hálfa vegalengdina frá mörkum upptakahalla og niður

að húsinu til að ná úthlaupshorni $\alpha = 20^\circ$. Þetta gefur til kynna með afgerandi hætti að frá náttúrunnar hendi er snjóflóðahætta í byggðinni næst brekkunni.

Hættumat

Aðstæður og ofanflóðasaga bera með sér að snjóflóðahætta er ráðandi fyrir hættu á svæðinu. Sé litið á tíðni snjóflóða í brekkunni fyrir ofan Fjörubýggðina sérstaklega þá hafa þar verið afmarkaðir 8 mögulegir snjóflóðafarvegir sem deila ýmsum einkennum og eru að einhverju leyti sambærilegir. Byggð byrjaði að myndast þarna um 1835 (Hjörleifur Stefánsson, 1986) og því er ekki óvarlegt að gera ráð fyrir að umtalsverð snjóflóð síðustu 100 árin hafi ratað í heimildir. Eins og getið er um hér að framan eru þekkt tvö dæmi um það að snjóflóð hafi náð niður fyrir $\alpha = 20^\circ$. Samkvæmt því er endurkomutími snjóflóða niður í úthlaupshornið $\alpha = 20^\circ$ á stærðarþrepinu 400 ár fyrir hvern farveganna 8 sem er nokkru lægra en t.d. er miðað við í hættumati fyrir Drangnes. Sé tekið mið af viðmiðunareglum um skilgreiningu hættusvæða undir lágum brekkum (Tómas Jóhannesson, 2009) hefur þetta í för með sér að staðsetning A-línu undir 60 m hárru brekku sé nærri úthlaupshorni $\alpha = 20^\circ$ og B-línu nærri úthlaupshorni $\alpha = 25^\circ$. Þar er ennfremur gert ráð fyrir að tekið sé tillit til heimilda um snjóflóð og hættumatslínur dregnar fjær brekkufæti á þekktum snjóflóðastöðum. Lögum hættusvæðisins ræðst af þessu.

Trjágróður í upptakasvæðum er samfelldur og stöndugur. Litið er svo á að hann nánast útiloki hættu á snjóflóðum þar sem snjófleki losnar samtímis á stóru svæði. Trén jafngilda í þessu samhengi varanlegum snjóflóðavörnum og er tekið tillit til þess í hættumatinu. Annars vegar er lagt mat á hættu við núverandi aðstæður og er hættusvæði A afmarkað með heildreginni línu á hættumatskortu. Einnig er lagt mat á snjóflóðahættu ef trén væru ekki til staðar og er hættusvæði A ef trjáanna nyti ekki við afmarkað með brotinni línu. Ekki eru skilgreind hættusvæði B eða C. Álitamál er hvort skilgreina ætti hættusvæði B ef trjáanna nyti ekki við. Það er ekki gert sökum þess að nægilegt er talið að sýna umfang A-svæðisins undir þessum kringumstæðum. Rétt er að undirstrika mikilvægi trjáanna í brekkunni til þess að draga úr snjóflóðahættu. Þau má ekki fella eða draga úr gildi þeirra til þess að auka stöðugleika snjóþekjunnar. Trjágróður í upptakasvæði 2 ofan Aðalstrætis 63 er ekki nægilega veigamikill til að veita fullnægjandi vörn. Í matinu er engu að síður gert ráð fyrir að þar sé samfelldur skógur og því er nauðsynlegt að þetta trjágróður þar og hlúa að þeim trjám sem fyrir eru.

5.4 Brekka sunnan Búðargils, Aðalstræti 10–32

Á þessu svæði er brún brekkunnar ekki eins afgerandi og hafa efstu 20–30 hæðarmetrarnir um og undir 25° halla. Hins vegar eru neðstu 10–15 hæðarmetrarnir mjög brattir. Þetta helgast m.a. af því að efni úr brekkufætinum var notað til uppfyllingar eins og lýst er í kafla 3.

Upptakasvæði

Neðsti hluti brekkunnar er brattur og myndar meira eða minna samfellt svæði þar sem snjóflóð og aurskriður gætu átt upptök. Þarna er nokkur trjágróður en ekki samfelldur skógur. Landhalli í efri hluta brekkunnar er eins og áður segir um og undir 25° . Þar eru reitir til kartöfluræktar með meðfylgjandi raski og stallamyndun. Jarðvegur virðist nokkuð þykkur og umhugsunarefni hvort aurskriður kunni að geta átt upptök í þessum hluta brekkunnar.



Mynd 12. Á myndinni til vinstri sést efri hluti brekkunnar sunnan Búðargils þar sem halli er um og undir 25° . Myndin til hægri sýnir bratta bakkann aftan sem er um 10–15 m hár. Ljósmyndir: Veðurstofan, desember og febrúar 2010.

Úthlaupssvæði

Mjög skörp skil eru milli brekkunnar og svæðisins undir henni sem er marflatt og að hluta til landfylling. Hús eru þarna nokkuð þétt að ofanverðu við Aðalstrætið og standa alveg upp í brekkunni og eru jafnvel að hluta grafinn inn í brekkuna.

Mat á aðstæðum

Neðsti hluti brekkunnar er mjög brattur og er öll húsaröðin sem er næst brekkunni innan við úthlaupshorn $\alpha = 25^\circ$. Tvö dæmi eru um að snjóflóð hafi fallið niður undir húsin í brekkurótunum. Lýsingar á þessum flóðum einskorðast við að krakkar hafi grafið í þeim og því erfitt að áætla stærð þeirra eða eyðileggingarmátt að öðru leyti eða hver skriðlengd þeirra hefði verið ef þau hefðu ekki stöðvast á húsunum. Það að ekki er minnst á skemmdir bendir þó til þess að flóðin hafi verið minniháttar. Aurskriður hafa valdið umtalsverðu tjóni á svæðinu. Árið 1990 eyðilagðist húsið að Aðalstræti 18 og árið 1972 féll skriða milli húsanna að Aðalstræti 24 og 26, yfir götuna og olli skemmdum á húsi hinum megin hennar auk þessa bera með sér bíl nokkurn spöl.

Hættumat

Á svæðinu er hætta á ofanflóðum og í hættumatinu er aurskriðuhætta og snjóflóðahætta gefið svipað vægi. Sé gert ráð fyrir að snjóflóðatíðni sé svipuð og í Fjörinni og fjallað er um í undirkafla 5.3 er staðsetning A-línu undir brekkunni nærri úthlaupshorni $\alpha = 23^\circ$ samkvæmt viðmiðunarreglum um skilgreiningu hættusvæða undir lágum brekkum (Tómas Jóhannesson, 2009). Afmörkun hættusvæðisins tekur mið af þessu og þeirri staðreynd að aurskriður hafa runnið yfir götuna. Sökum þess hversu brekkan er lág er ekki afmarkað sérstakt hættusvæði sem miðast við trjálausa hlíð. Afmörkun hættusvæðisins tekur hins vegar nokkurt mið af þeim trjágróðri sem er í brekkunni og er rétt að undirstrika mikilvægi þess að honum sé vel viðhaldið. Afmörkun hættusvæðisins ofan til miðast við brekkubrúnina þó svo halli efri hluta brekkunnar sé undir 25° . Þar er hætta á aurskriðum þó snjóflóð séu ólíkleg og afmörkun hættusvæðisins undirstrikar þessa hættu.

5.5 Búðargil

Búðargil er stærsta gilið í Akureyrarbrekkunum sunnan Grófargils. Bratti eftir endilöngu gilinu er ekki mikill en barmar gilsins eru nokkuð brattir, suðurbarmurinn sínu brattari. Lækjargata liggur eftir endilöngu gilinu. Lækurinn sem gatan er kennd við er ekki sjáanlegur nema í efri hluta gilsins því hann hefur verið leiddur í ræsi undir byggðina og er inntaksþró rétt ofan við efstu húsin.



Mynd 13. Horft til norðurs yfir mynni Búðargils. Suðurbarmur gilsins er brattur en gilbarmurinn norðan megin er meira aflíðandi. Norðan megin er hlíðin stöllótt vegna kartöflugarða. Ljósmynd: Veðurstofan, febrúar 2010.

Upptakasvæði

Að sunnanverðu í gilinu er upptakahalli uppi undir brún á 5–10 hæðarmetra bili, eftir því endilöngu. Þar hafa verið afmörkuð fjögur upptakasvæði sem eru lítillega íhvolf, mikið til þakin trjágróðri og áþekk í flestu tilliti. Að norðanverðu eru nýbyggð orlofshús við Sunnutröð. Þar hefur verið fyllt fram á brúnina þannig að halli hennar hefur aukist og þar með skapast upptakaskilyrði fyrir snjóflóð. Á töluverðu svæði í norðanverðu gilinu er svæði með kartöflugarðum sem er nokkuð svipað og er í ofanverðri brekkunni sunnan Búðargils sem lýst var í undirkafla 5.4. Kartöfluræktinni fylgir rask og stallamyndun eins og sjá má á mynd 13. Þarna virðist jarðvegsþekjan vera nokkuð þykk og hætta á að aurskriður geti fallið.

Úthlaupssvæði

Lítið rými er í botni gilsins sem rúmar götuna og eina húsaröð hvoru megin. Ofanflóð úr brekkunum sitt hvoru megin myndu í aðalatriðum koma niður þvert á gilið og síðan leita undan hallanum niður eftir því.

Mat á aðstæðum

Ekki eru heimildir um ofanflóð úr gilbörmunum. Í suðurbarmi gilsins eru í sjálfu sér aðstæður sem gefa til kynna hættu á bæði snjóflóðum og aurskriðum. Viðhorf upptakasvæðanna gerir það að verkum að þau eru frekar áveðurs í norðan- og norðaustlægum áttum og því er ástæða til að ætla að snjósöfnun í þau sé ekki mikil. Upptakasvæðin eru meira og minna þakin trjágróðri. Hvað varðar stöðugleika jarðvegsþekjunnar þá er ekki hægt að gera neinn greinarmun á þessu svæði og Akureyrarbrekkunum almennt þar sem aurskriður og -spýjur hafa víða fallið. Upptaksvæðið neðan húsanna við Sunnutröð uppfyllir skilyrði um lágmarkshalla fyrir upptök snjóflóða. Viðhorf þess er óheppilegt m.t.t. snjósöfnunnar. Þar er ekki trjágróður sem dregur úr snjóflóðahættu.

Kartöflugardarnir að norðanverðu í gilinu eru ákveðið umhugsunarefni. Það að halli er minni, svæðið víðáttumeira og jarðvegur þykkari en þar sem heimildir eru um aurskriður gæti þýtt að skriða úr þessu svæði gæti orðið stærri en áður hefur þekkt en slík skriða er jafnframt ólíklegri.

Leysingaflóð voru áður fyrr nokkuð algeng í gilinu þannig að vatnselgur streymdi niður eftir Lækjargötunni. Þetta vandamál er að mestu úr sögunni með tilkomu afkastamikils ræsis í götunni. Eftir sem áður er hægt að sjá fyrir sér aðstæður þar sem ræsið myndi ekki anna miklum vatnsflaumi, sem mögulega gæti innihaldið kraba eða aur, svo og að vatnsflóð myndi koma niður gilið.

Hættumat

Ekki er hægt að gera ráð fyrir öðru en að aurskriður í líkingu við þær sem dæmi eru um í Akureyrarbrekkunum geti fallið í Búðargili. Upptakasvæði 19 sem sjá má á korti 3 er sérstaklega tilgreint sem svæði sem aurskriður geta fallið úr. Engu að síður eru ekki afmörkuð hættusvæði í Gilinu vegna aurskriðna vegna þess að hættan er talin svo lítil að hún kallar ekki á formlegt hættusvæði. Húsin sunnan við Lækjargötuna eru í úthlaupshorni, α , nálægt 25° . Trjágróður í upptakasvæðunum í sunnanverðu gilinu og viðhorf þeirra við aðalofankomuáttum gerir það að verkum að snjóflóðahætta er talin hverfandi og ekki ástæða til að afmarka þarna hættusvæði. Lögun hlíðarinnar gefur hins vegar tilefni til að ætla að snjóflóð væru möguleg úr syðri gilbarminum ef upptakasvæðin væru trjálaus. Trjágróðurinn virkar því sem varanleg snjóflóðavörn með sama hætti og áður var lýst í undirkafla 5.3. Lagt er mat á snjóflóðahættu miðað við að trjágróðurinn sé ekki til staðar og tilgreint hættusvæði sem afmarkað er með slitinni línu á meðfylgjandi kortum. Snjóflóðahættusvæði er afmarkað neðan húsanna við Sunnutröð. Gert er ráð fyrir að flóð þar séu fátíðari en í farvegum ofan við Fjörubýggðina og mörk hættusvæðisins miðuð við úthlaupshornið $\alpha = 25^\circ$.

5.6 Hafnarstræti 23–89

Líkt og í brekkunni sunnan Búðargils, sem fjallað er um í undirkafla 5.4, er mesti brattinn í neðstu 10–20 hæðarmetrum brekkunnar á þessu svæði. Þar fyrir ofan er hallinn minni en þó upp undir 25° á köflum. Þá eru undanskildar einar fjórar geilur sem skera sig inn í brekkuna þar sem aðstæðum svipar til brekkunnar yfir Fjörubýggðinni sem lýst er í undirkafla 5.3.



Mynd 14. Barnaskólahúsið og samkomuhúsið setja svip sinn á Akureyri þar sem þau standa undir brekkunni. Ljósmynd: Veðurstofan, febrúar 2010.

Upptakasvæði

Nokkur upptakasvæði eru afmörkuð á svæðinu og skiptast þau í tvo flokka. Upptakasvæði sem ná upp undir brún annars vegar og upptakasvæði í bröttum bökkum neðst í brekkunni hins vegar. Nokkuð er um trjágróður en hluti upptakasvæðanna er þó trjálaus. Tvö svæði með upptakahalla eru tryggilega frá gengin með stöllum og stoðveggjum.

Úthlaupssvæði

Brekkan endar víðast nokkuð skarpt og þá tekur við flatt svæði sem er að hluta til á uppfyllingu. Geilarnar fjórar hafa nokkuð annað yfirbragð því þar er halli mestur uppi undir brún en svo dregur smám saman úr honum þar til komið er niður á jafnsléttu.

Mat á aðstæðum

Á svæðinu er hætta á ofanflóðum. Þar sem upptakasvæðin eru í bröttum bökkum neðst í brekkunni er aurskriðuhættu og snjóflóðahættu gefið svipað vægi í hættumatinu. Í geilunum fjórum þar sem upptakasvæði eru uppi undir brún er aðallega horft til snjóflóðahættu.

Hættumat

Gert er ráð fyrir að snjóflóðatíðni sé svipuð og í Fjörinni (sjá undirkafla 5.3). Staðsetning A-línu undir lægri upptakasvæðunum er nærri úthlaupshorni $\alpha = 23^\circ$ en undir hærri upptakasvæðunum nærri úthlaupshorni $\alpha = 21^\circ$ samkvæmt viðmiðunarreglum um skilgreiningu hættusvæða undir lágum brekkum. Afmörkun hættusvæða tekur mið af þessu en einnig því að fá dæmi eru um ofanflóð á svæðinu.

Afmörkun hættusvæðisins við Hafnarstræti 67–75 ofan til miðast við brekkubrúnina með sama

hætti og sunnan Búðargils þó svo halli efri hluta brekkunnar sé undir 25°. Þar er hætta á aurskriðum þó snjóflóð séu ólíkleg og afmörkun hættusvæðisins undirstrikar þessa hættu. Eins og sunnan Búðargils, tekur afmörkun hættusvæðisins nokkurt mið af trjágróðri sem er í brekkunni og er rétt að undirstrika mikilvægi þess að honum sé vel viðhaldið. Trén má ekki fella eða draga úr gildi þeirra til þess að auka stöðugleika snjóþekjunnar.

Hugsanleg upptakasvæði ofan við gamla barnaskólann og samkomuhúsið að Hafnarstræti 53 og 57 spanna mjög lítið hæðarbil og eru að hluta skógi vaxin og frágengin með hlöðnum stoðveggjum. Þar er ekki talið tilefni til þess að afmarka hættusvæði.

Norðan Hafnarstrætis 79 tekur við brekka þar sem manngerð skering og nálægð við byggingar gerir það að verkum að ekki er talin hætta á „náttúrulegum“ ofanflóðum. Hugsanlegt upptakasvæði spannar mjög lítið hæðarbil og gengið hefur verið frá hluta brekkunnar með stöllum sem draga úr hættu á því að snjóflóð fari af stað. Þarna er ekki talið tilefni til þess að afmarka hættusvæði fremur en ofan barnaskólans og samkomuhússins. Ofan Hafnarstrætis 81–83/85 er á kafla ógróin skering sem skapað getur hættu fyrir neðstu hæð byggingarinnar neðan brekkunnar ef spýja færi þar af stað. Þar þarf að huga að jarðtæknilegum frágangi hlíðarinnar þó ekki sé talið tilefni til þess að skilgreina formlegt hættusvæði á þessum stað.

5.7 Grófargil

Eins og fyrr var nefnt er ekki talið tilefni til þess að afmarka hættusvæði í Grófargili sökum þess að umhverfi þar er að mestu manngert og ekki hætta á „náttúrulegum“ ofanflóðum. Á þessu svæði þurfa yfirvöld að hafa í huga hættu á óstöðugleika í halla ofan við byggingar og önnur mannvirki og ganga þannig frá umhverfi að ekki stafi hætta af.

5.8 Gleráreyrar og farvegur Brunnár

Heimildir eru um talsverð hlaup í Glerá sem borið hafa vatnselg og klakadreif yfir hluta eyrarinnar þar sem nú er byggð. Við það bætist að við snjósmokstur í bænum kemur fyrir að umtalsverðu snjómagni er rutt í farveg árinna. Einnig er hætta á krapa- eða aurblönduðum flóðum í Brunná syðst á hættumetna svæðinu. Farvegur Brunnár er að nokkru leiti manngerður því honum hefur verið breitt í nágrenni Hamra auk þess að ánni er veitt töluverða leið suður fyrir brautarenda Akureyrarflugvallar á mjög hallalitlu landi. Slík hlaup eru ekki viðfangsefni ofanflóðahættumats fremur en önnur hlaup í vatnsföllum en þau þarf að hafa í huga við skipulag og hönnun og frágang mannvirkja á þessum svæðum. Leggja þarf mat á aftakflóð í Glerá og Brunná og huga að stíflum sem myndast geta í þeim þannig að farvegirnir geti borið stærstu flóð án þess að þau flæmist upp úr farvegunum og inn í nærliggjandi byggð.

Óvissa

Brekkan á Akureyri er lág og ekki dæmigerð snjóflóðahlíð. Saga snjóflóða og annarra ofanflóða er ekki vel þekkt þar sem byggð og önnur umsvif á hluta svæðisins voru ekki mikil fyrir en á 20. öld. Þar við bætist aðferðafræðileg óvissa sökum þess hve brekkan er lág. Óvissa í hættumatinu er því metin 1–2 fyrir allt svæðið.

6 Niðurstaða

Samkvæmt hættumatinu sem hér er sett fram er hætta á snjóflóðum og aurskriðum undir Akureyrarbrekkum innan þéttbýlisins á Akureyri. Ekki talin hætta á stórfelldu hruni eða framskriði úr brekkunum. Hættan er tiltölulega lítil miðað við ofanflóðahættu á flestum öðrum þéttbýlistöðum hér á landi þar sem talin er hætta á ofanflóðum og er því eingöngu skilgreint A-hættusvæði. Ekki er talin hætta á því að snjóflóð úr Hlíðarfjalli eða úr fjallsrótum Súlna ofan við Hamra nái inn á hið hættumetna svæði.

Við Aðalstræti eru 9 íbúðarhús, safnahús og tvær óbyggðar lóðir á A-svæði, auk minni skúrbygginga. Við Hafnarstræti eru 12 íbúðarhús, geymslubygging, hótél, tvö samkomuhús og ein óbyggð lóð á A-svæði.

Trjágróður á hugsanlegum upptakasvæðum snjóflóða dregur úr hættu á að snjóflóð fari þar af stað og er tekið tillit til þess við afmörkun hættusvæða. Ef skógurinn er felldur þarf að endurskoða hættumatið og stækka hættusvæði þannig að þau nái til stærra svæða sem einnig eru afmörkuð á hættumatskortu. Á nokkrum stöðum eru afmörkuð svæði vaxin trjágróðri sem hefur varnargildi án þess að það hafi bein áhrif á afmörkun hættusvæða eða án þess að hættusvæði séu afmörkuð í byggðinni þar fyrir neðan sökum þess að hættan er talin undir viðmiðunarmörkum. Í báðum þessum tilvikum er mælt til þess að trén séu ekki felld þrátt fyrir þau séu ekki forsenda hættumatsins með sama hætti og þar sem afmörkuð er tvenns konar hættusvæði.

Skv. hættumatsreglugerð er heimilt að reisa sumt atvinnuhúsnæði á þegar skipulögðum B-svæðum og sumt íbúðarhúsnæði á þegar skipulögðum A-svæðum án þess að krafist sé neinna styrkinga (sjá nánar í reglugerðinni). Á Akureyri eru ekki skilgreind C- eða B-svæði neðan við Akureyrarbrekkur og þar nær A-svæðið alveg að brekkurótunum og í raun upp alla brekkuna ef út í það er farið. Þó þetta endurspeglar þá skoðun að dánarlíkur vegna ofanflóða úr lágum brekkum séu annars eðlis og miklu lægri en af völdum snjóflóða úr háum hlíðum, er augljóslega ekki skynsamlegt að byggja t.d. frístundahús eða atvinnuhúsnæði með umtalsverðri viðveru fólks þar sem augljós hætta er á ofanflóðum. Hér er mælt með því að óstyrkt atvinnu- eða íbúðarhúsnæði verði ekki reist á skilgreindum hættusvæðum undir Akureyrarbrekkum nema að vel athuguðu máli þótt ákvæði núverandi reglugerðar kunni að heimila slíkt í ákveðnum tilvikum. Það er einnig óráðlegt að skipuleggja nýja byggð innan hinna slitnu hættulína á meðan annað landrými er tiltækt. Undir lágum brekkum eru hættusvæði í flestum tilvikum lítil að umfangi og víðáttumikil athafnasvæði fyrir nýjar byggingar eru utan hættusvæða. Því er ekki miklu til kostað að fara varlegar en reglugerðin heimilar að þessu leyti.

7 Heimildir

- Halldór G. Pétursson, Björn Jóhann Björnsson og Jón Skúlason (2005). *Hrun og skriðuhætta úr Akureyrarbrekkum og Húsavíkurbökkum*. Náttúrufræðistofnun Íslands, greinarg. NÍ-05009.
- Hjörleifur Stefánsson (1986). *AKUREYRI – fjaran og innbærinn*. Reykjavík, Torfusamtökin.
- Hörður Þór Sigurðsson og Þórður Arason (2006). *Könnun á hættu vegna ofanflóða í þéttbýli á Íslandi*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 06020.
- Kristján Jónasson, Sven P. Sigurðsson og Þorsteinn Arnalds (1999). *Estimation of Avalanche Risk*. Veðurstofa Íslands, rit 99001.
- Kristján Jónasson og Trausti Jónsson (1997). *Fimmtíu ára snjódýpt á Íslandi*. Veðurstofa Íslands, greinarg. 97025.
- Lied, K. og S. Bakkehøi (1980). Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographical parameters. *J. Glaciol.*, **26**(94), 165–177.
- Ólafur Jónsson (1992). *Skriðuföll og snjóflóð, I*. Reykjavík, Bókaútgáfan Skjaldborg.
- Ólafur Jónsson og Halldór G. Pétursson (1992). *Skriðuföll og snjóflóð. II. Skriðuannáll*. Reykjavík, Bókaútgáfan Skjaldborg.
- Ólafur Jónsson, Sigurjón Rist og Jóhannes Sigvaldason (1992). *Skriðuföll og snjóflóð. III. Snjóflóðaannáll*. Reykjavík, Bókaútgáfan Skjaldborg.
- Perla, R., T. T. Cheng og D. M. McClung (1980). A two-parameter model of snow-avalanche motion. *J. Glaciol.*, **26**(94), 197–207.
- 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, Osló.
- 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., s. 43–52, NGI, Osló.
- Tómas Jóhannesson og Kristján Ágústsson (2002). *Hættumat vegna aurskriðna, grjóthruns, krapaflóða og aurblandaðra vatns- og krapaflóða í bröttum farvegum*. Veðurstofa Íslands, minnisblað TóJ/Kri-2002/01.
- Tómas Jóhannesson (2009). *Hættumat vegna snjóflóða úr lágum brekkum*. Veðurstofa Íslands, minnisblað TóJ-2009/02, 10.9.2009.
- Tómas Jóhannesson, Jón Gunnar Egilsson og Þórður Arason (2009a). *Hættumat fyrir Drangnes*. Greinargerð með hættumatskort. Veðurstofa Íslands og hættumatsnefnd Kaldrananeshrepps, skýrsla 2009-007.
- Tómas Jóhannesson og Jón Gunnar Egilsson (2009b). *Hættumat fyrir Vík í Mýrdal*. Greinargerð með hættumatskort. Veðurstofa Íslands og hættumatsnefnd Mýrdalshrepps, skýrsla 2009-008.
- Tómas Jóhannesson og Jón Gunnar Egilsson (2009c). *Hættumat fyrir Kirkjubæjarklaustur*. Greinargerð með hættumatskort. Veðurstofa Íslands og hættumatsnefnd Skaftárhrepps, skýrsla 2009-009.
- Umhverfissráðuneytið (1997). *Bréf varðandi reglur um snjóflóðahættumat*.
- Umhverfissráðuneytið (2000). *Reglugerð nr. 505/2000 um hættumat vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats*.
- Umhverfissráðuneytið (2007). *Reglugerð nr. 495/2007 um breytingu á reglugerð um hættumat*

vegna ofanflóða, flokkun og nýtingu hættusvæða og gerð bráðabirgðahættumats (eftir þessa breytingu heitir reglugerðin: Reglugerð um hættumat vegna ofanflóða og flokkun og nýtingu hættusvæða).

Viðaukar

I Tæknileg hugtök og skilgreiningar

α -horn: Sjónarhorn frá stöðvunarstað snjóflóðs upp að efri brún upptakasvæðis (sjá mynd 15).

β -horn: Sjónarhorn frá stað í snjóflóðafarvegi þar sem landhalli er 10° upp að efri brún upptakasvæðis (sjá mynd 15).

α/β -líkan: Staðfræðilegt líkan notað til þess að spá fyrir um úthlaupslengd snjóflóða og til þess að færa snjóflóð á milli farvega. Líkanið notar β -horn til þess 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 hættumati var þróuð af Tómasi Jóhannessyni (1998a, b) og stuðst var við gögn um 45 íslensk snjóflóð. Formúla líkansins er

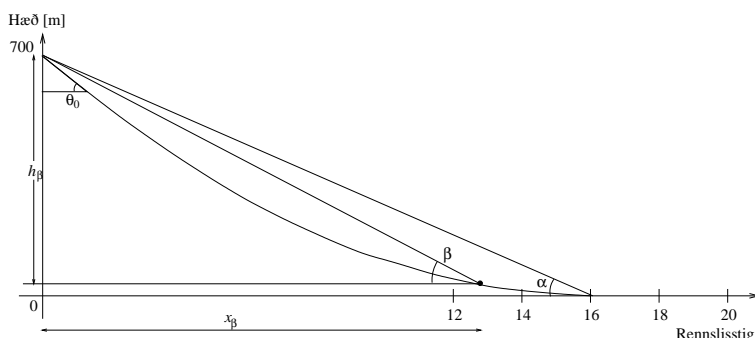
$$\alpha = 0.85 \cdot \beta, \quad \sigma = 2.2^\circ$$

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 svarar til úthlaupshornsins α .

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

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

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

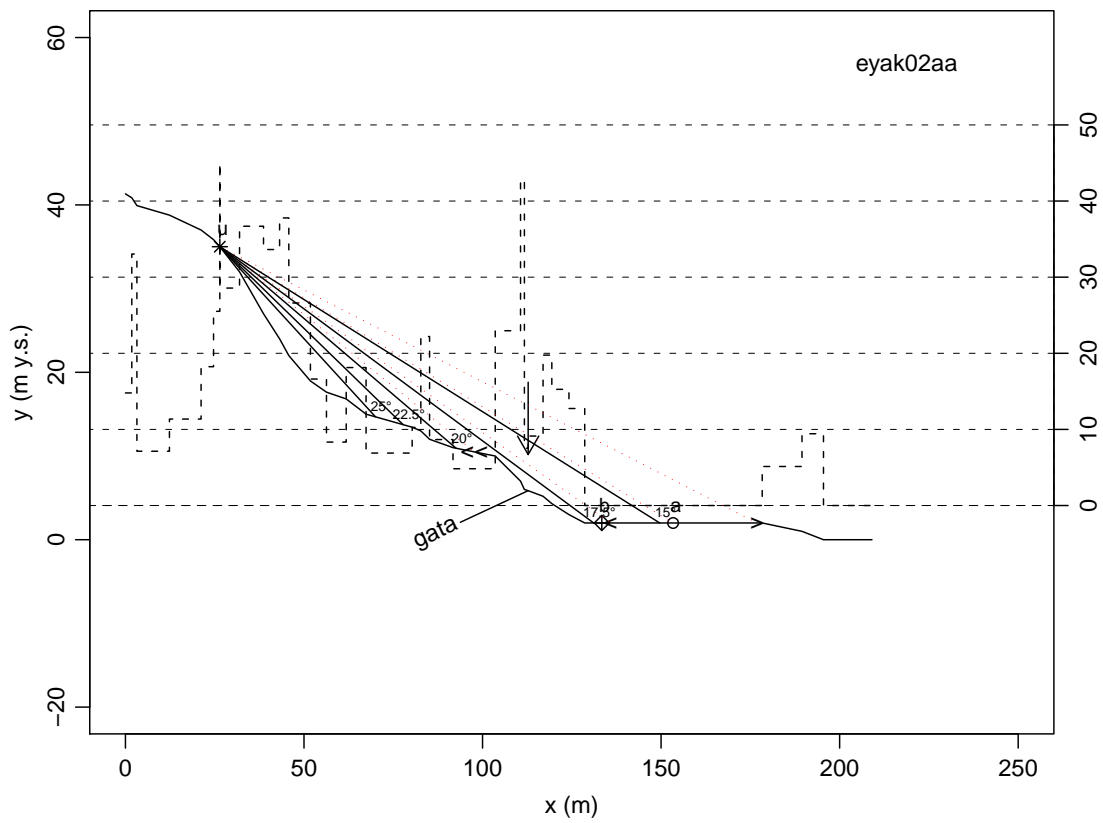
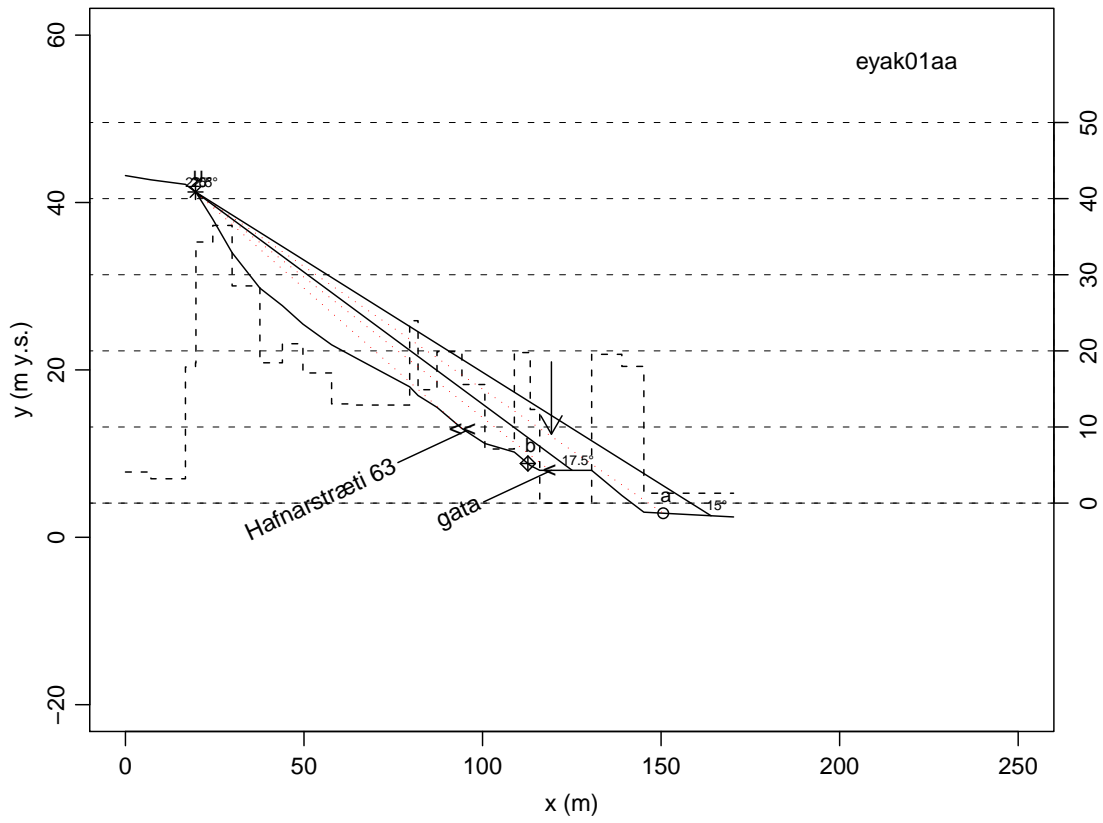


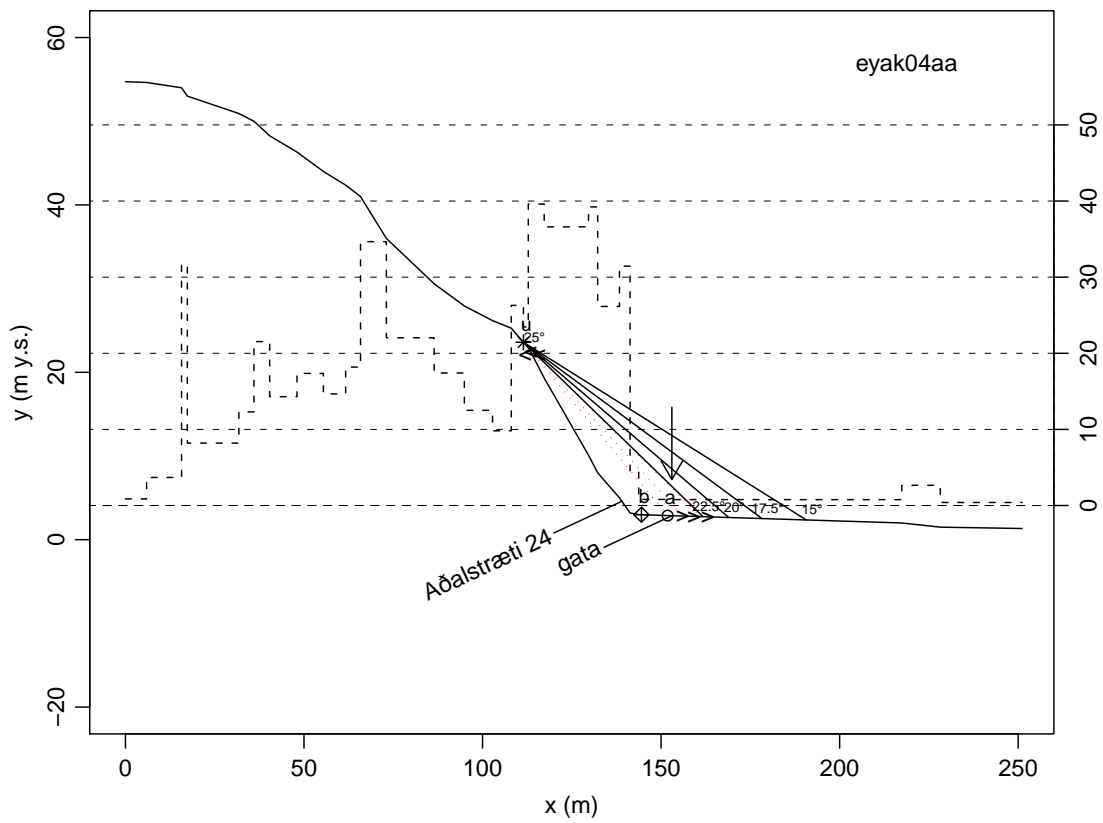
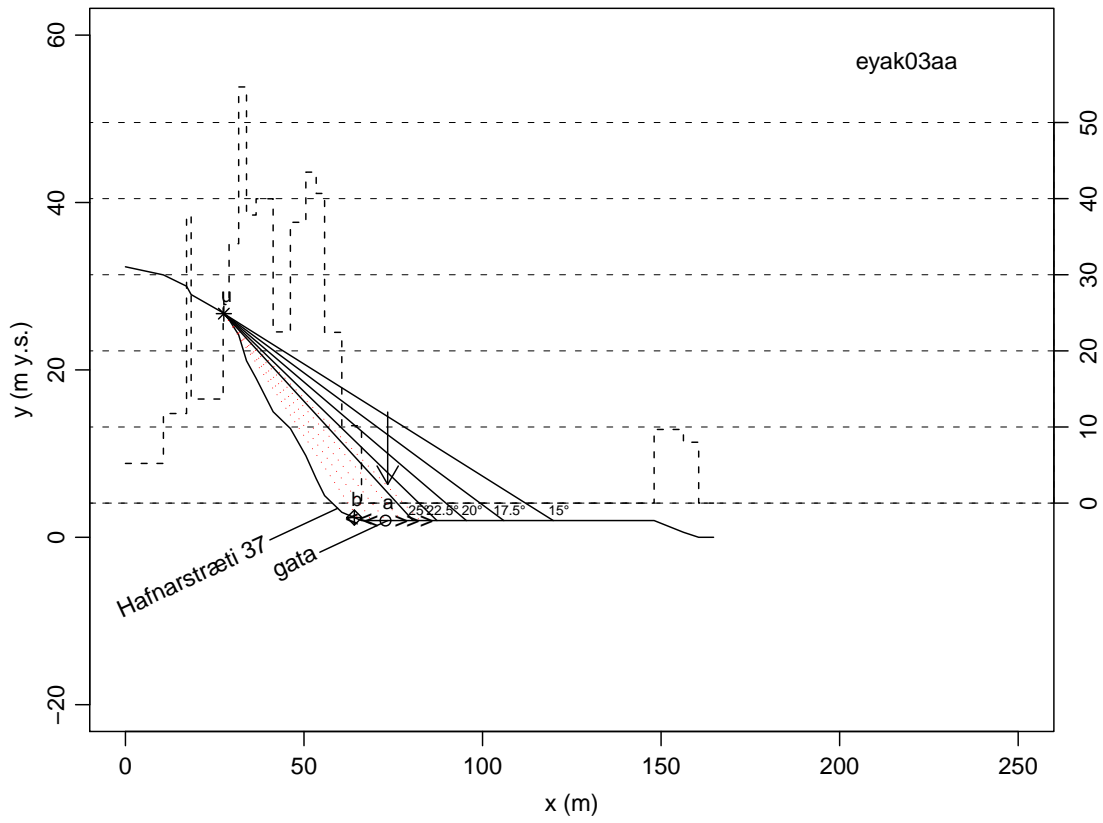
Mynd 15. Staðalbrekka. α -hornið er væntigildi úthlaupshorns snjóflóðs samkvæmt α/β -líkani.

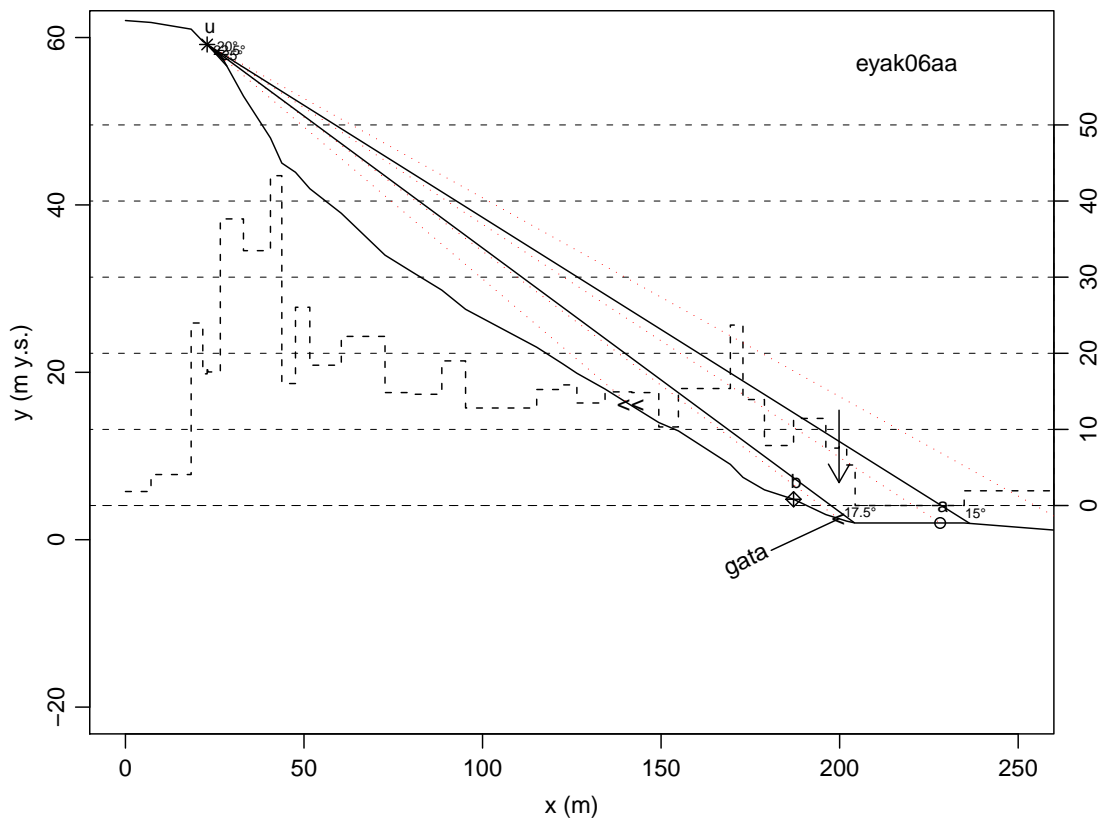
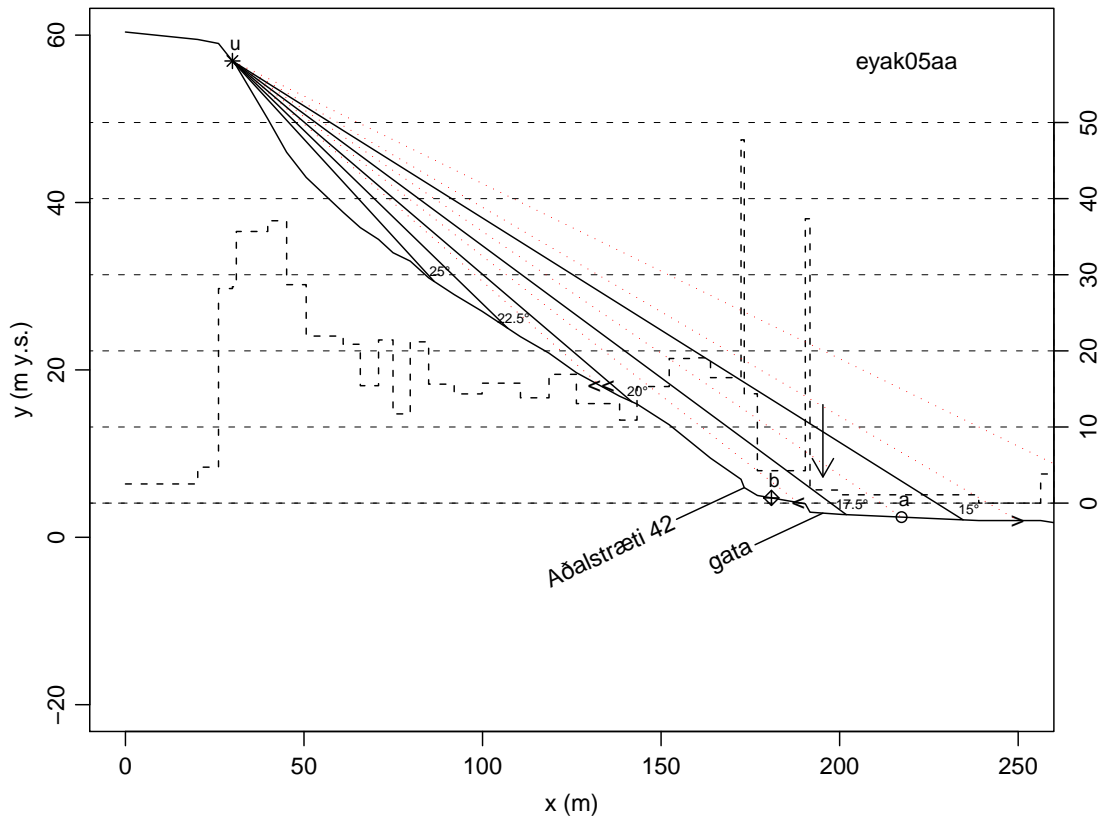
II Langsnið brauta

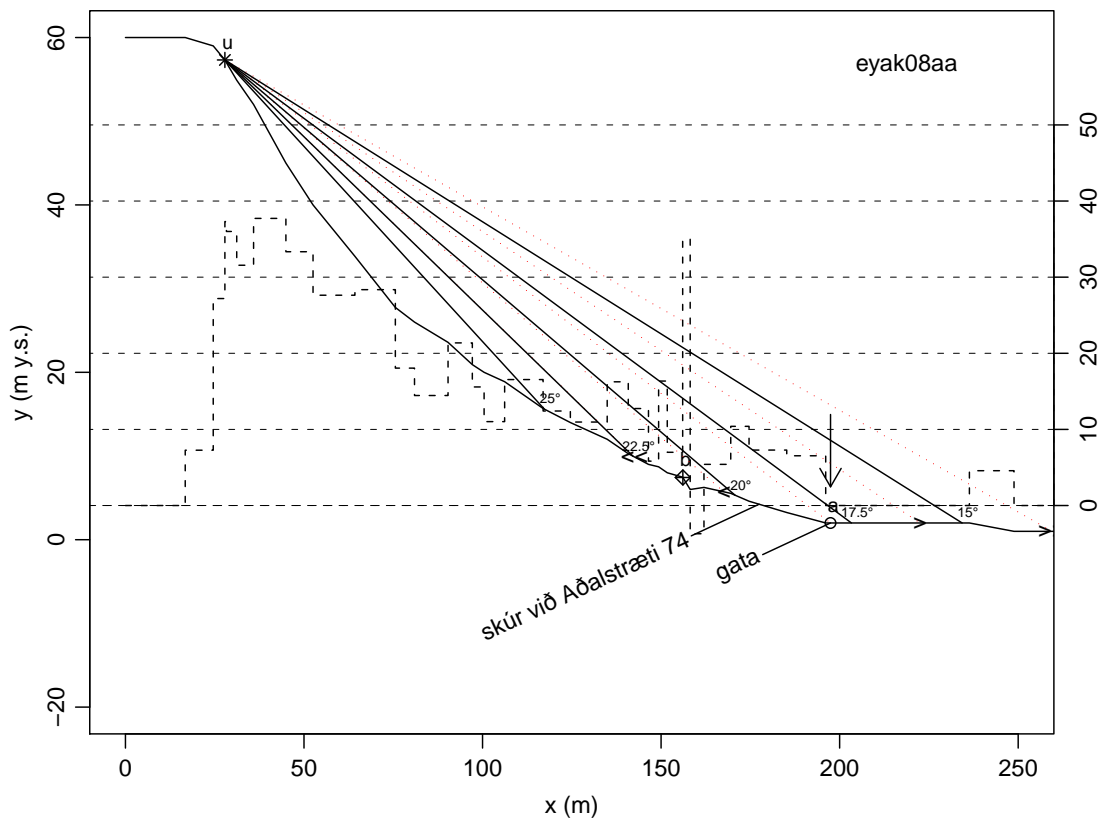
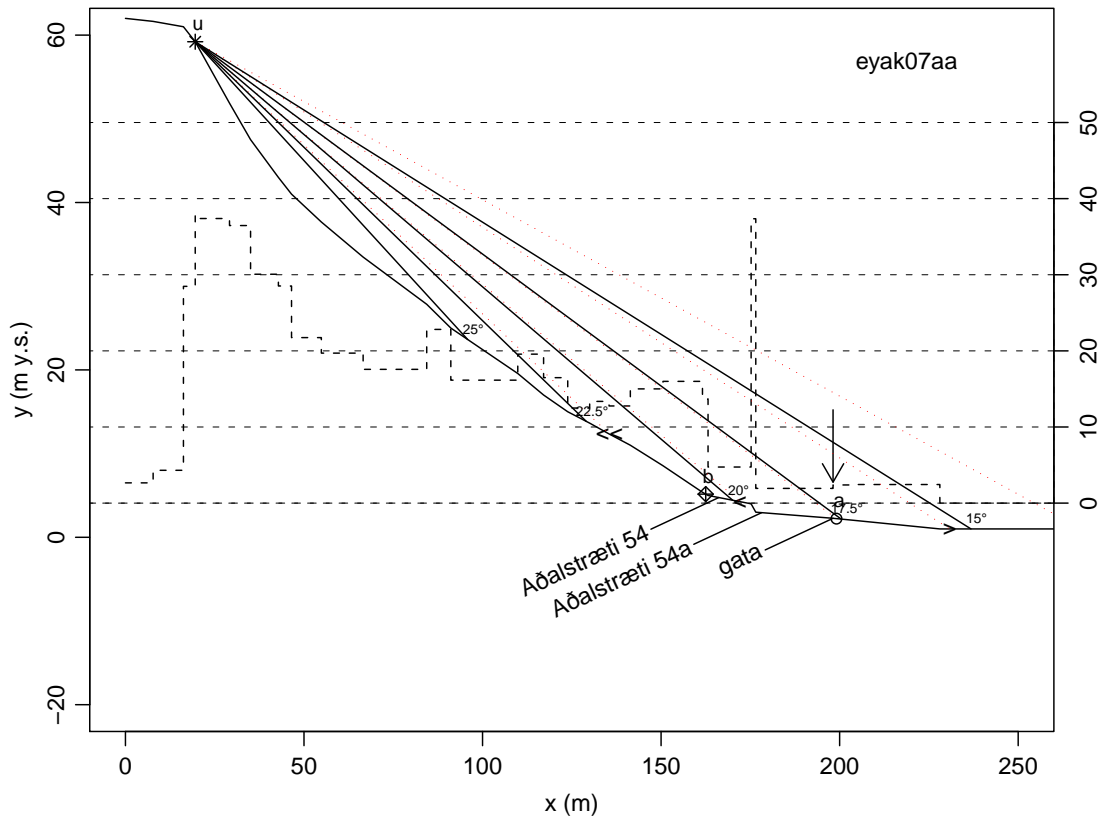
Nafn	Farvegur
eyak01aa	Barðsgil
eyak02aa	Barðslaut
eyak03aa	Brekka norðan Búðargils
eyak04aa	Brekka sunnan Búðargils
eyak05aa	Gil ofan Aðalstrætis 42
eyak06aa	Gil ofan Friðbjarnarhúss, Aðalstræti 46
eyak07aa	Gil norðan Skammagils, ofan Aðalstrætis 58
eyak08aa	Brekka sunnan Skammagils
eyak09ba	Gil ofan Aðalstrætis 63

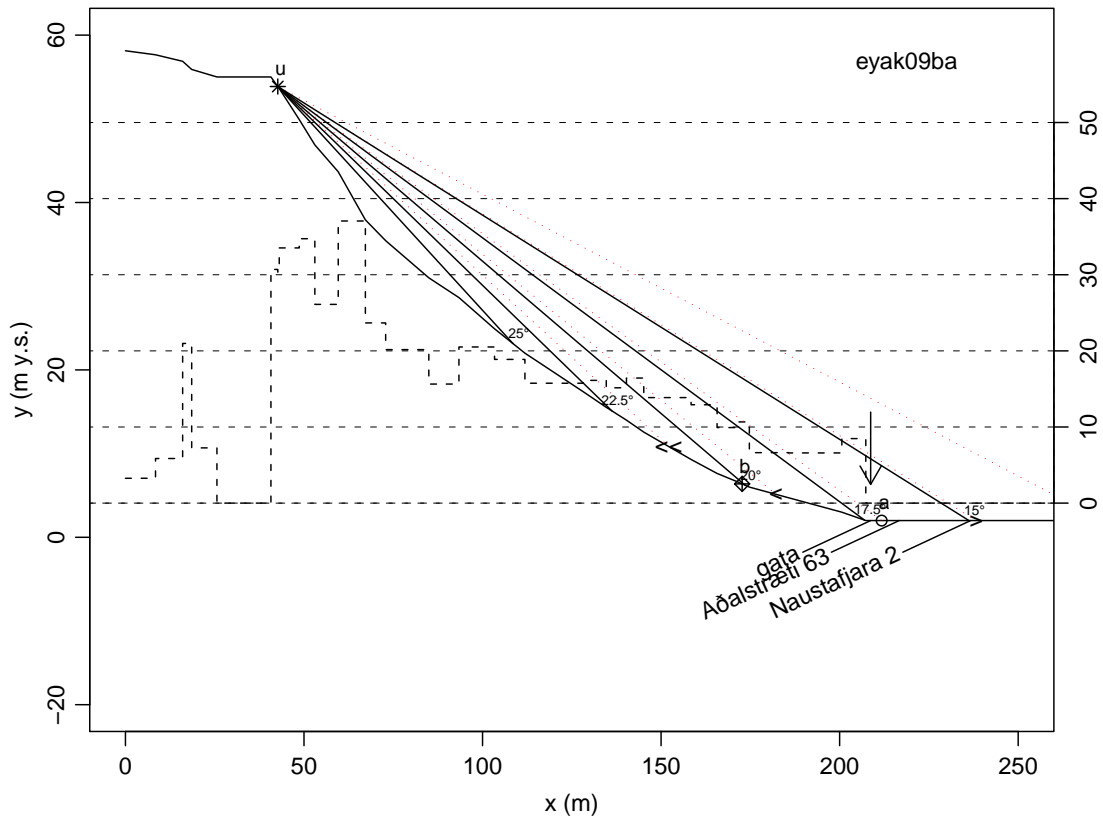
Á sniðin er merkt staðsetning nokkurra bygginga og kennileita og gatna. Þar er miðað við þann vegg bygginga sem snýr að brekkunni og götubrúnina sem er fjær brekkunni. Á sniðunum sýna tákni efsta punkt upptakasvæðis (u) og β -punkt (b), slitnar línur niðurstöður α/β -líkans, $\alpha + n\sigma$ fyrir $n = +2$ (\ll), $+1$ (\lt), 0 (\circ), -1 (\gt) og -2 (\gg) (sjá viðauka I) og heildregnar línur sýna sjónlínu úr upptakasvæðinu fyrir úthlaupshornin 25° , 22.5° , 20.0° , 17.5° og 15.0° . Slitinn ferill sýnir landhalla miðað við kvarða á lóðrétta ásnum hægra megin og láréttar slitnar línur yfir þvera myndina. Lóðrétt ör sýnir staðsetningu viðmiðunarpunkts sem sýndur er með sérstöku tákni neðarlega á brautum á kortum 2, 3 og 4. Rennslisstig eru ekki sýnd fyrir snið í Akureyrarbrekkur vegna þess þær eru svo lágar að rennslisstig hafa ekki merkingu þar (sbr. umræðu í minnisblaði Tómasar Jóhannessonar, 2009). Athugið að ekki er rétt hlutfall á milli hæðar og láréttar fjarlægðar og því er hæð brekkunnar ýkt á myndunum.











III Kort

Kort 1. Hættumetið svæði (A3, 1:25 000).

Yfirlitskort af Akureyri og nágrenni ásamt mörkum hættumetins svæðis .

Kort 2. Ofanflóð og niðurstöður líkanreikninga. Fjaran, Aðalstræti 34–82 (A3, 1:2 000).

Staðsetning skráðra ofanflóða, möguleg upptakasvæði, landhalli, brautir, úthlaupshorn α , β -punktar, niðurstöður α/β -líkans, byggingarár húsa, lóðamörk og hættumatslínur. Akur-eyrarbrekkur eru svo lágar að rennslisstig hafa ekki merkingu þar. Niðurstöður α/β -líkans verður að taka með fyrirvara þar sem α/β -líkan hentar ekki vel til skriðlengdargreiningar undir lágum brekkum.

Kort 3. Ofanflóð og niðurstöður líkanreikninga. Brekka sunnan Búðargils og Búðargil

(A3, 1:2 000). Sjá lýsingu á korti 2.

Kort 4. Ofanflóð og niðurstöður líkanreikninga. Hafnarstræti 23–89 (A3, 1:2 000).

Sjá lýsingu á korti 2.

Kort 5. Hlíðarfjall – Ofanflóð (A3, 1:7 500).

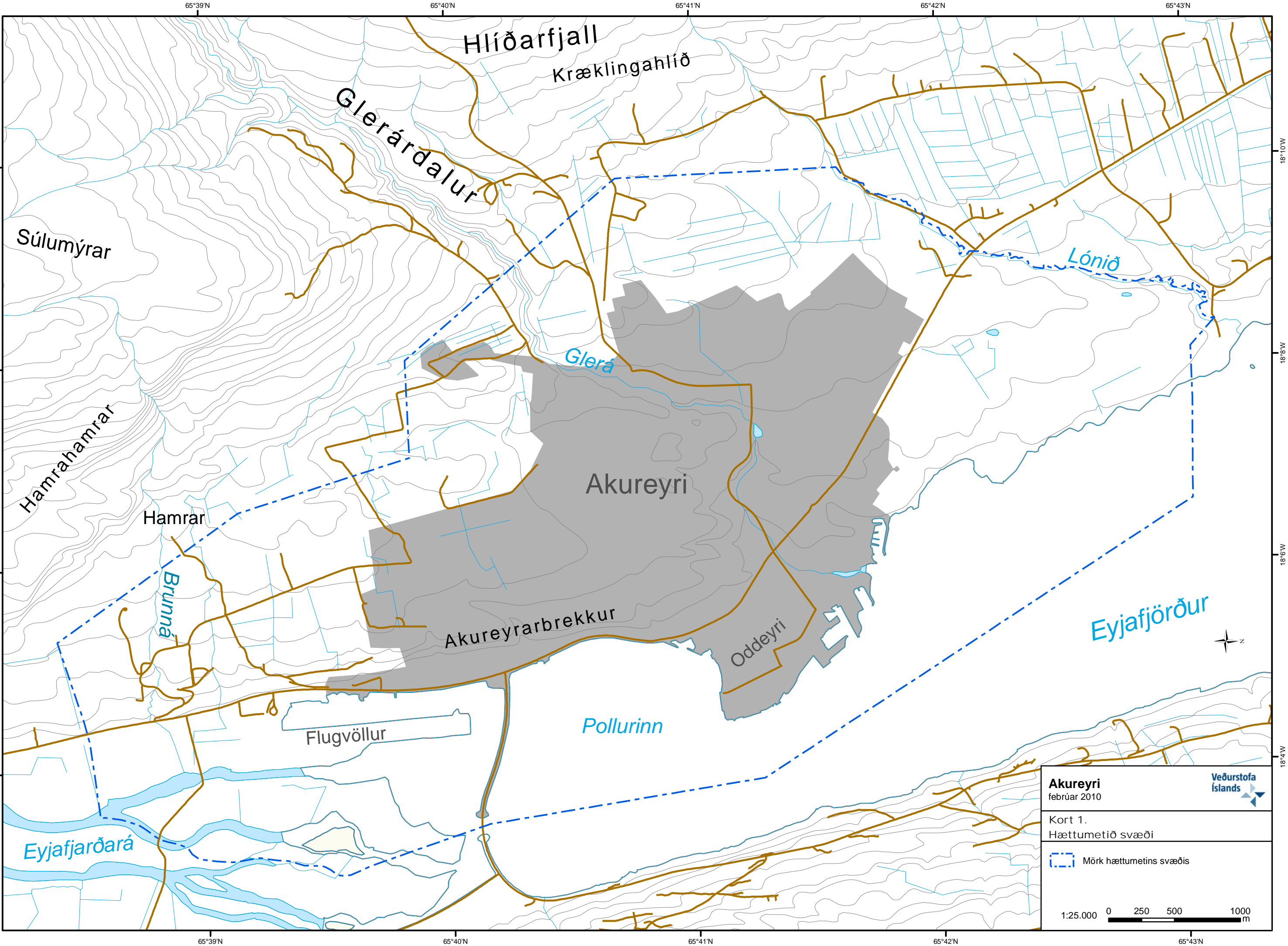
Staðsetning þekktra ofanflóða í nágrenni skíðasvæðisins í Hlíðarfjalli.

Kort 6. Hlíðarfjall – Líkanreikningar (A3, 1:7 500).

Líkanreikningar á flæði snjóflóða í nágrenni skíðasvæðisins í Hlíðarfjalli. Upptakasvæði, brautir, rennslisstig, tvívíð rennslisstig, β -punktar og niðurstöður α/β -líkans.

Kort 7. Hættumat (A3, 1:5 000).

Jafnáhættulínur, hættusvæði og upptakasvæði með trjágróðri sem dregur úr hættu.



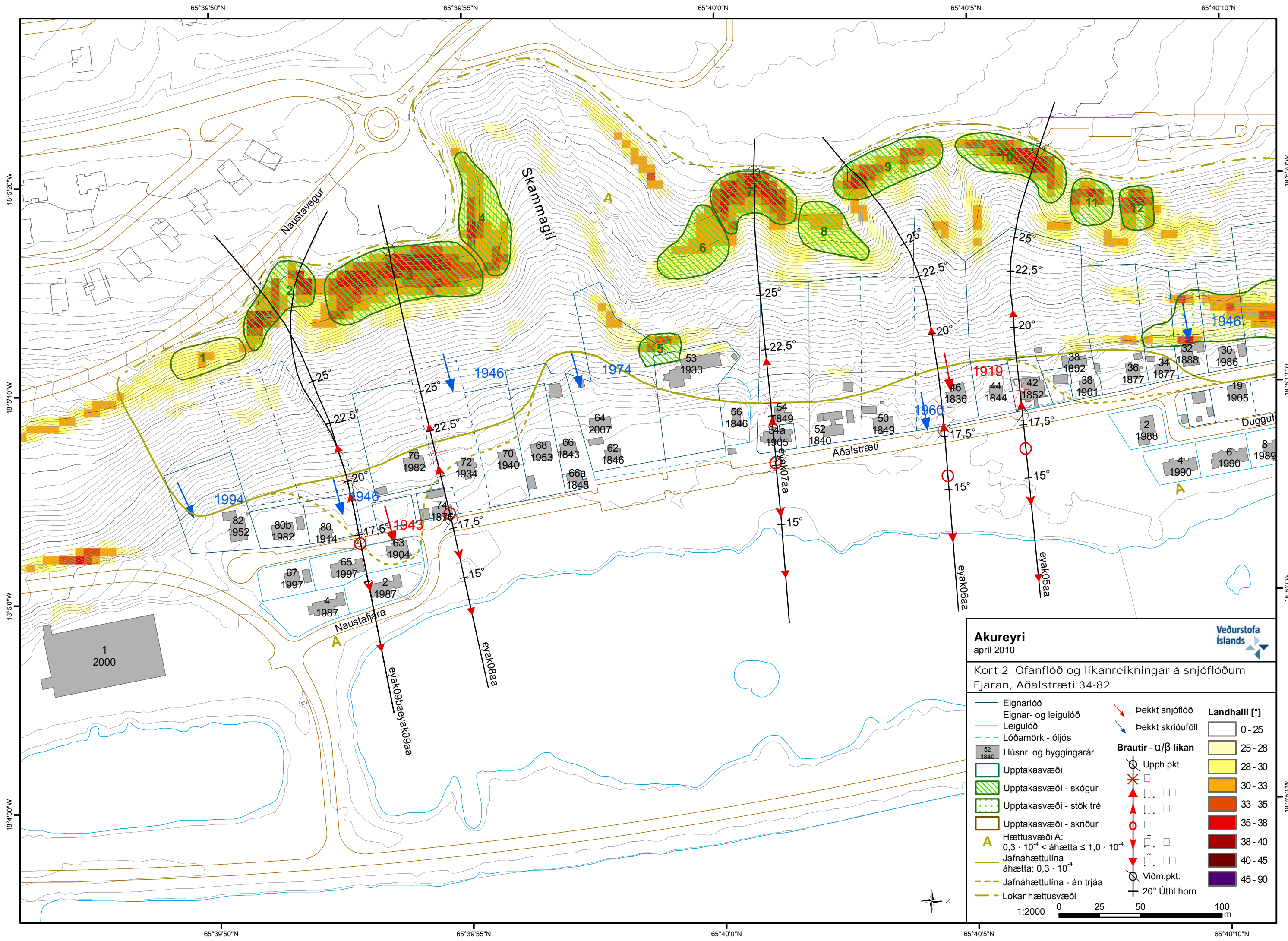
Akureyri
febrúar 2010



Kort 1.
Hættumetið svæði

 Mörk hættumetins svæðis

1:25.000 0 250 500 1000 m



Akureyri
apríl 2010

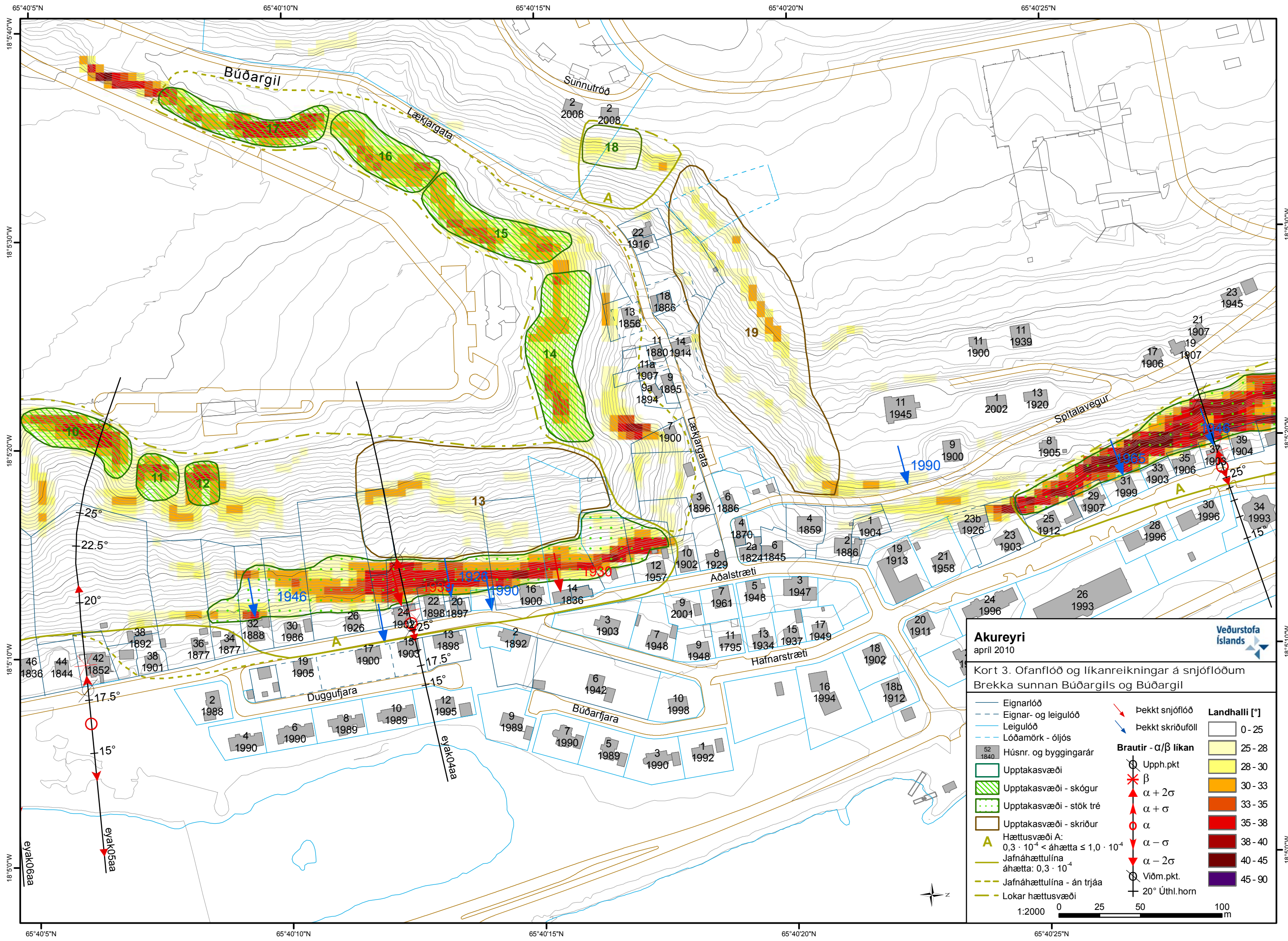
Veðurstofa Íslands

Kort 2. Ofanflóð og líkanreikningar á snjóflóðum Fjaran, Aðalstræti 34-82

— Eignarlóð	↘ Pekkt snjóflóð	Landhali [°]
- - - Eignar- og leigulóð	↙ Pekkt skriðuföll	□ 0 - 25
— Leigulóð		□ 25 - 28
- - - Lóðamörk - óljós		□ 28 - 30
■ Húsnr. og byggingar	Brautir - α/β líkan	□ 30 - 33
□ Uptakasvæði	○ Upph.pkt	□ 33 - 35
▨ Uptakasvæði - skógur	✱	□ 35 - 38
▤ Uptakasvæði - stök tré	□	□ 38 - 40
□ Uptakasvæði - skriður	□	□ 40 - 45
A Hættusvæði A: $0,3 \cdot 10^{-4} < \text{áhætta} \leq 1,0 \cdot 10^{-4}$	○ Viðm.pkt.	□ 45 - 90
— Jafnáhættulína áhætta: $0,3 \cdot 10^{-4}$	+	
- - - Jafnáhættulína - án trjáa	+	
- - - Lokar hættusvæði	+	

20° Úthl.horn

1:2000 0 25 50 100 m



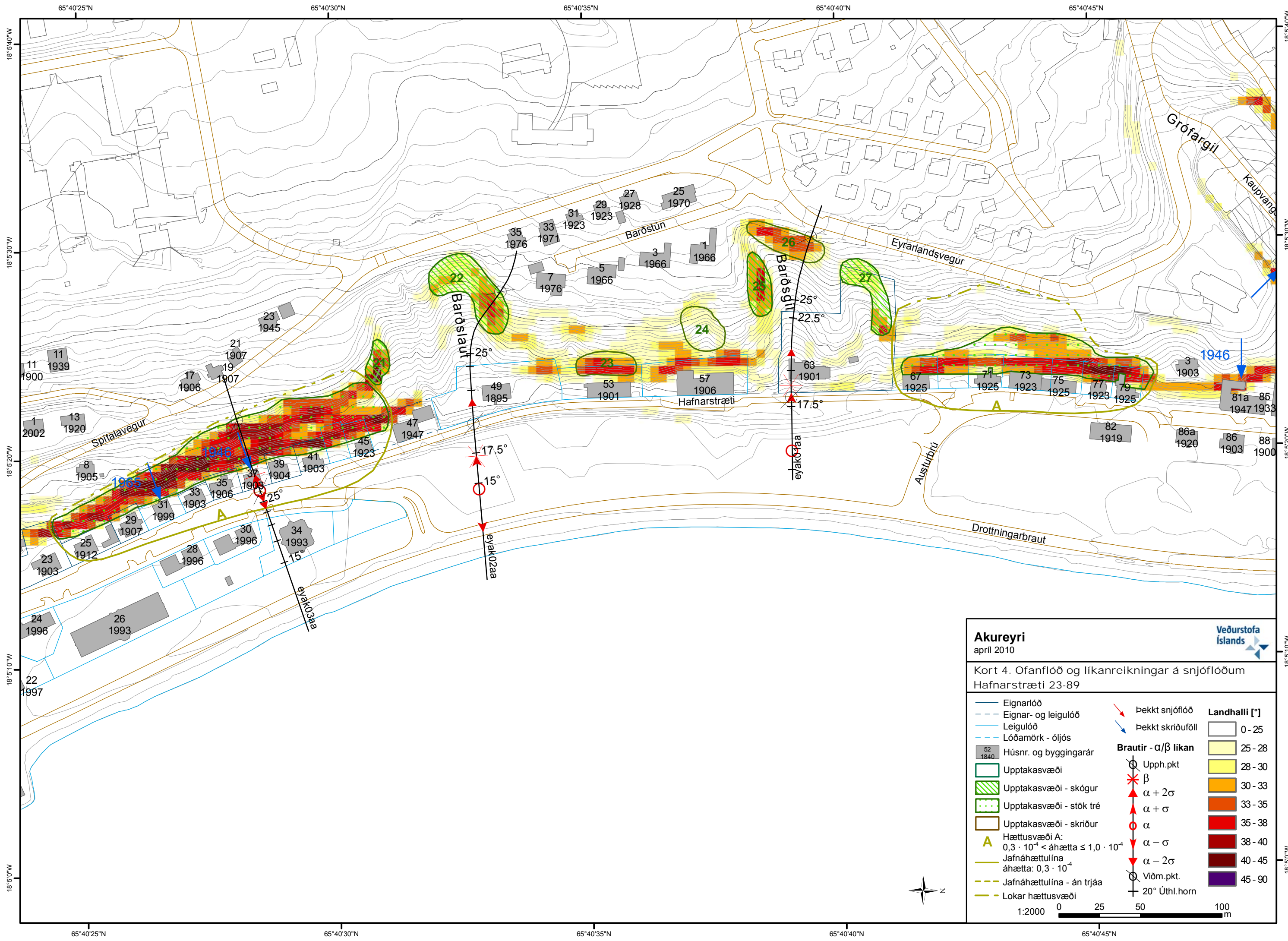
Akureyri
apríl 2010

Veðurstofa Íslands

Kort 3. Ofanflóð og líkanreikningar á snjóflóðum Brekka sunnan Búðargils og Búðargil

— Eignarlóð	↘ Þekkt snjóflóð	Landhali [°]
- - - Eignar- og leigulóð	↙ Þekkt skriðuföll	□ 0 - 25
— Leigulóð		□ 25 - 28
- - - Lóðamörk - óljós		□ 28 - 30
■ Húsnr. og byggingarár	Brautir - α/β líkan	□ 30 - 33
□ Uptakasvæði	○ Upph.pkt	□ 33 - 35
▨ Uptakasvæði - skógur	* β	□ 35 - 38
▤ Uptakasvæði - stök tré	▲ α + 2σ	□ 38 - 40
□ Uptakasvæði - skriður	● α	□ 40 - 45
A Hættusvæði A: 0,3 · 10 ⁻⁴ < áhætta ≤ 1,0 · 10 ⁻⁴	▼ α - σ	□ 45 - 90
— Jafnáhættulína	▼ α - 2σ	
— Jafnáhættulína - án trjáa	○ Viðm.pkt.	
- - - Lokar hættusvæði	⊕ 20° Úthl.horn	

1:2000 0 25 50 100 m



Akureyri
apríl 2010

Veðurstofa Íslands

Kort 4. Ofanflóð og líkanreikningar á snjóflóðum Hafnarstræti 23-89

— Eignarlóð	↘ Þekkt snjóflóð	Landhali [°]
- - - Eignar- og leigulóð	↙ Þekkt skriðuföll	□ 0 - 25
— Leigulóð		□ 25 - 28
- - - Lóðamörk - óljós		□ 28 - 30
■ Húsnr. og byggingarár	Brautir - α/β líkan	□ 30 - 33
□ Uptakasvæði	○ Upph.pkt	□ 33 - 35
▨ Uptakasvæði - skógur	* β	□ 35 - 38
▤ Uptakasvæði - stök tré	▲ α + 2σ	□ 38 - 40
□ Uptakasvæði - skriður	▲ α + σ	□ 40 - 45
A Hættusvæði A: $0,3 \cdot 10^{-4} < \text{áhætta} \leq 1,0 \cdot 10^{-4}$	○ α	□ 45 - 90
— Jafnáhættulína áhætta: $0,3 \cdot 10^{-4}$	▲ α - σ	
- - - Jafnáhættulína - án trjáa	▼ α - 2σ	
- - - Lokar hættusvæði	○ Viðm.pkt.	
	+ 20° Úthl.horn	

1:2000 0 25 50 100 m

65°39'30"N

65°40'0"N

18°15'0"W

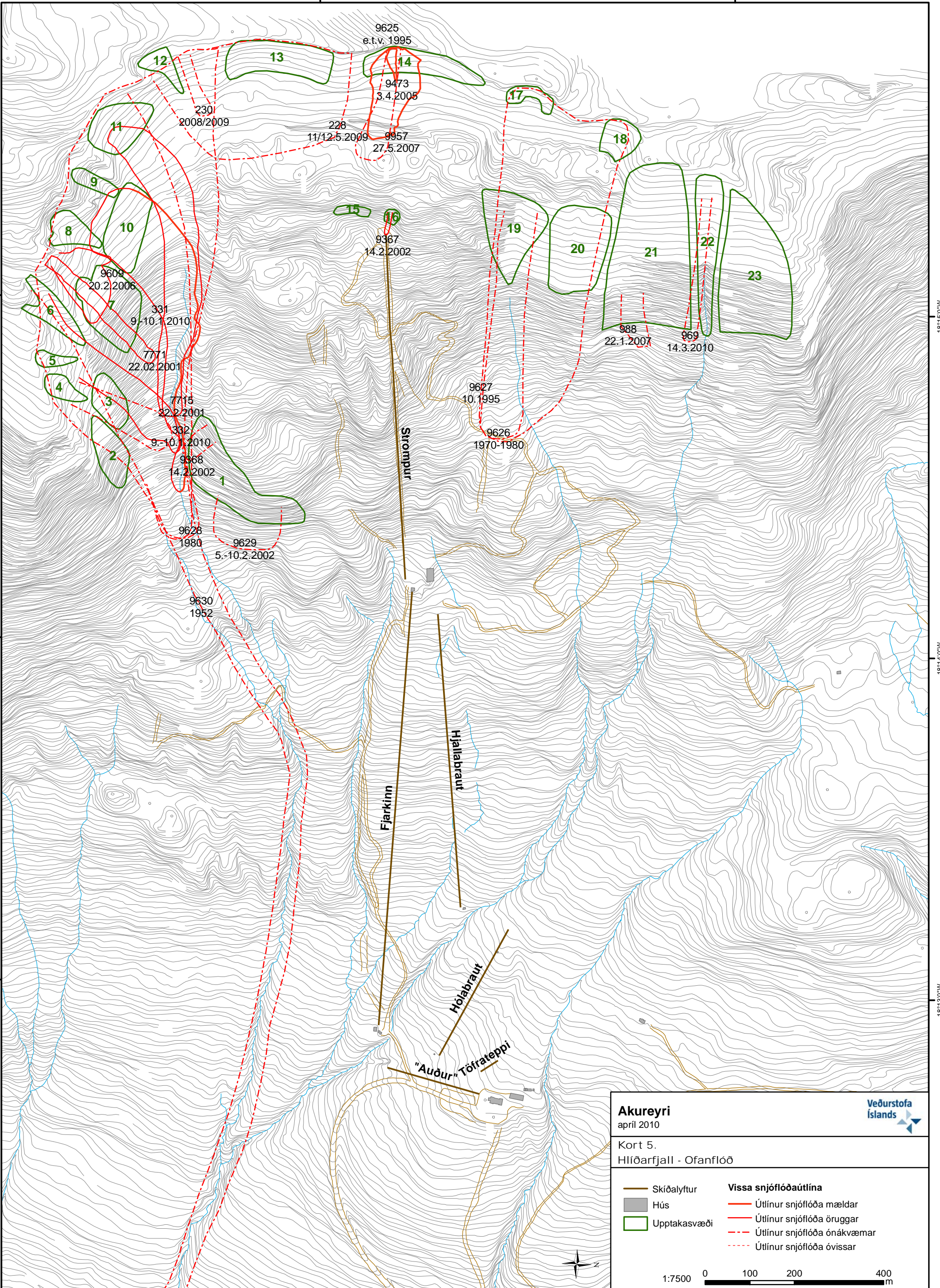
18°14'0"W

18°13'0"W

18°15'0"W

18°14'0"W

18°13'0"W



Akureyri
apríl 2010

Kort 5.
Hlíðarfjall - Ofanflóð

Skíðalyftur	Vissa snjóflóðaáútlína
Hús	Útlínur snjóflóða mældar
Upptakasvæði	Útlínur snjóflóða öruggar
	Útlínur snjóflóða ónákvæmar
	Útlínur snjóflóða óvissar

1:7500 0 100 200 400 m

65°39'30"N

65°40'0"N

65°39'30"N

65°40'0"N

18°15'0"W

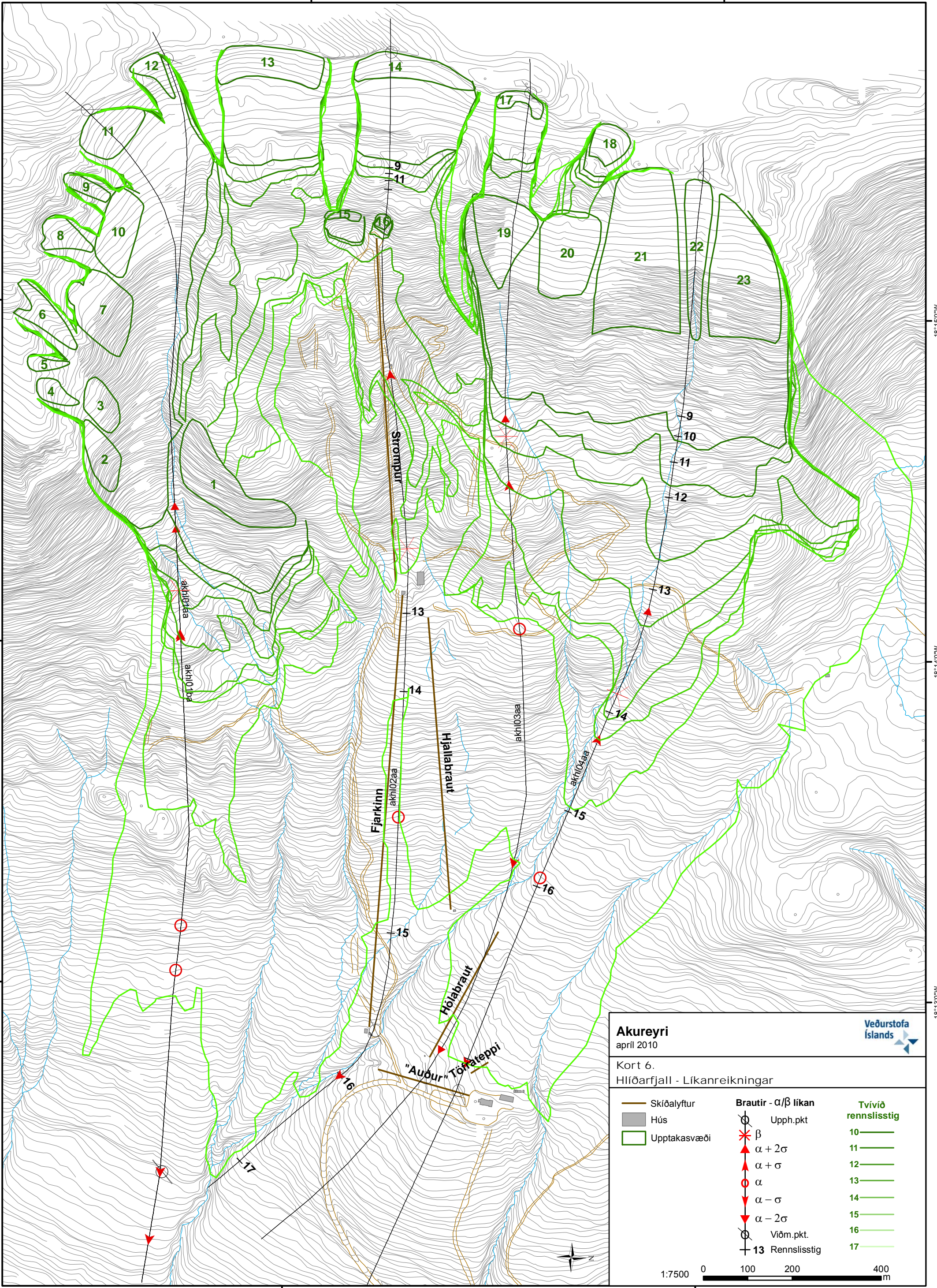
18°14'0"W

18°13'0"W

18°15'0"W

18°14'0"W

18°13'0"W

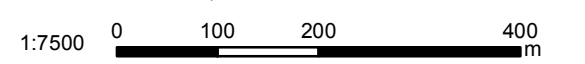


Akureyri
apríl 2010



Kort 6.
Hlíðarfjall - Líkanreikningar

Skíðalyftur	Brautir - α/β líkan	Tvívíð rennslisstig
Hús	Upph.pkt	10
Upptakasvæði	β	11
	$\alpha + 2\sigma$	12
	$\alpha + \sigma$	13
	α	14
	$\alpha - \sigma$	15
	$\alpha - 2\sigma$	16
	Viðm.pkt.	17
	13 Rennslisstig	



65°39'30"N

65°40'0"N

65°40'0"N

65°40'15"N

65°40'30"N

65°40'45"N

18°50'0"W

18°53'0"W

18°50'0"W

18°43'0"W

18°50'0"W

18°53'0"W

18°50'0"W

18°43'0"W



Akureyri
júni 2010

Kort 7.
Hættumat

- A** Hættusvæði A:
 $0.3 \cdot 10^{-4} < \text{áhætta} \leq 1.0 \cdot 10^{-4}$
- Jafnhættulína
áhætta: $0.3 \cdot 10^{-4}$
- - - Jafnhættulína - án trjáa
- Lokar hættusvæði
- ▨ Trjágróður sem dregur úr áhættu og má ekki breyta þannig að dragi úr varnargildi
- ▨ Trjágróður sem dregur úr áhættu

1:5000 0 50 100 200 m