



## Neðri hluti Hvítár í Borgarfirði – kortlagning flóðs 2006

**VATNA  
MÆLINGAR**

María Theodórsdóttir

**Skýrsla**  
VM-2008/003  
OS-2008/008





**Neðri hluti Hvítár í Borgarfirði  
– kortlagning flóðs 2006**

María Theodórsdóttir



**Skýrsla**  
VM-2008/003  
OS-2008/008  
ISBN 978-9979-68-244-8



<b>Skýrsla nr.:</b> VM-2008/003	<b>Dags.:</b> 12.11.2008	<b>Dreifing:</b> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/> <b>Skilmálar:</b>
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Neðri hluti Hvítár í Borgarfirði – kortlagning flóðs 2006		<b>Upplag:</b> 20 <b>Fjöldi síðna:</b> 52 bls. aok inngangsefnis, efnisyfirlits og viðauka
<b>Höfundar:</b> María Theodórsdóttir		<b>Verkefnisstjóri:</b> Jórunn Harðardóttir
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Námsritgerð		<b>Verknúmer:</b> 7-649520
<b>Unnið fyrir:</b>		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Þessi skýrsla er endurútgáfa á B.Sc. lokaritgerð höfundar við Landbúnaðarháskóla Íslands um kortlagningu úrkomu- og leysingaflóðs á afmörkuðu svæði við Hvítá í Borgarfirði í desember 2006. Í kjölfar flóðanna var Vatnamælingum Orkustofnunar falið að kortleggja 2006 flóðin og afla heimilda um eldri flóð og var hluti þessarar vinnu unninn á þeirri stofnun. Útbreiðsla flóðsins 2006 var kortlögð í ArcGIS forriti með ýmsum gögnum og heimildum um útbreiðslu þess. Mælingar úr vatnshæðarmælum í Borgarfirði voru notaðar til að bera saman flóð árin 1971, 1983, 1992 og síðan 2006. Munnlegar heimildir landeigenda voru skráðar, bæði um flóðið 2006 og önnur söguleg flóð en einnig var leitað annarra heimilda um söguleg flóð. Birt eru kort um útbreiðslu 2006 flóðsins og ályktað um stærð þess miðað við önnur flóð á svæðinu.		
<b>Lykilorð:</b> Flóð, flóðakortlagning, flóðahæðir, ArcGIS, Borgarfjörður, Hvanneyri, Flóðatangi, Ferjukot, Ferjubakki.	<b>ISBN númer:</b> ISBN 978-9979-68-244-8	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>	
	<b>Yfirfarið af:</b> BBB	



## Yfirlýsing

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Reykjavík 5.maí 2008



## Ágrip

Í kjölfar mikilla úrkomu- og leysingaflóða í desember árið 2006 var Vatnamælingum Orkustofnunar falið að kortleggja útbreiðslu flóðanna og afla heimilda um eldri flóð. B.Sc. verkefni þetta var liður í gagnaöflun Vatnamælinga Orkustofnunar. Markmið verkefnisins var að kortleggja útbreiðslu flóðsins 2006 fyrir afmarkað svæði við Hvítá í Borgarfirði og afla heimilda um eldri flóð. Leitast var við að svara því hvort flóðið 2006 hefði verið það stærsta á svæðinu eða hvort búast mætti við stærri flóðum á svæðinu. Áhrif veðurfarsþátta og sjávarfalla var skoðuð í samhengi við sögulegar flóðhæðir. Gögn voru fengin frá Vatnamælingum Orkustofnunar, Samsýn ehf., Veðurstofu Íslands og Landhelgisgæslunni. Útbreiðsla flóðsins 2006 var kortlögð í ArcGIS forriti með ýmsum gögnum og heimildum um útbreiðslu flóðsins, t.d. GPS mælingum á flóðförum (rek í landi eftir flóðvatn). Munnlegar heimildir landeigenda voru skráðar, bæði um flóðið 2006 og önnur söguleg flóð. Mælingar úr vatnshæðarmælum í Borgarfirði voru notaðar til að bera saman flóð árin 1971, 1983, 1992 og síðan 2006. Leitað var heimilda um söguleg flóð í skýrslusafni Vatnamælinga Orkustofnunar, bókasafni og blaðagreinum Morgunblaðsins á síðu Landsbókasafns Íslands ([www.timarit.is](http://www.timarit.is)) með leitarorðum sem tengdust flóðum og kennileitum á svæðinu. Stuðst var við þær niðurstöður til að setja upp yfirlit yfir flóð í Hvítá í Borgarfirði. Helstu niðurstöður verkefnisins voru að flóðið 2006 var ekki það stærsta sem hefur komið á svæðinu og því má vænta stærri flóða í náinni framtíð. Nákvæmni hæðargagna reyndis ekki nægileg til að gera áreiðanlegt hæðarlíkan af svæðinu og þannig álykta útbreiðslu sögulegra flóða. Engu skipulagi stendur ógn af útbreiðslu flóða í neðri hluta Hvítár, en áhrif flóða á fyrirhugaða hreinsistöð fráveitu á Hvanneyri eru ekki talin mikil. Á svæðinu eru bæir sem iðulega verða umflotnir í flóðum og var Ferjukot skoðaður sérstaklega í þessu verkefni. Samanburður á sögulegum flóðhæðum áður nefndra ára leiddi í ljós að mesta vatnshæð varð í flóðinu 1983, áhrif sjávarfalla gætir þegar stórstreymi er og frostakaflar fara minnkandi sem og snjóalög en þessir þættir hafa áhrif á afrennsli á frosinni jörð og leysingarvatn í úrkomu- og leysingaflóðum, þeirri tegund flóða sem var til skoðunar í þessu verkefni. Ályktað er að niðurstöður þessa verkefnis verði nýttar til skipulagsgerðar í Borgarbyggð í framtíðinni og verði til þess að nákvæmar hæðarmælingar verði gerðar á svæðinu til að fá nákvæmari gögn til hæðarlíkanagerðar. Einnig er lagt til að unnið verði áfram að öflun gagna um flóð í Borgarfirði umfram það svæði sem var tekið til skoðunar í þessu verkefni þar sem byggð á láglandi er til staðar á bökkum Hvítár í Borgarfirði og þverám hennar.

Þakkarorð

Ég vil þakka Boga Brynjari Björnssyni og Fanneyju Ósk Gísladóttur, leiðbeinendum mínum, fyrir þeirra skerf í verkefninu. Einnig vil ég þakka Árna Snorrasyni og Jórunni Harðardóttur, fyrir hönd Vatnamælinga Orkustofnunar, fyrir afnot af aðstöðu, tækjum, bíl og aðra aðstoð sem varðar framgang verkefnisins. Fleiri starfsmenn Vatnamælinga Orkustofnunar eiga mínar þakkir skildar, Snorri Zóphóníasson og Kristjana G. Eyþórsdóttir fyrir ómetanlega aðstoð, leiðbeiningar við öflun og vinnslu gagna úr vatnshæðarmælum auk Láru Aðalsteinsdóttur fyrir gagnlegar forritunarútskýringar.

Aðrir sem ég hafði samband við vegna verkefnis voru Hilmar Helgason hjá Landhelgisgæslunni, Trausti Jónsson hjá Veðurstofu Íslands, Helgi Kristinsson hjá Samsýn ehf., Jón Skúli Indriðason hjá Línuhönnun, Bjarni Guðmundsson prófessor á Hvanneyri, Þorkell Fjeldsted landeigandi í Ferjukoti og Þórólfur Sveinsson og Sigríður Inga Kristjánsdóttir landeigendur í Ferjubakka 2. Eiga þau bestu þakkir skildar fyrir upplýsingar og liðlegheit.

Að lokum vil ég þakka sérstaklega foreldrum mínum, þeim Theodóri Theodórssyni og Önnu Lyck Filbert, fyrir yfirlestur og gagnlegar ábendingar.

## Efnisyfirlit

Yfirlýsing .....	i
Ágrip.....	ii
Þakkarorð.....	iii
Efnisyfirlit.....	iv
1 Inngangur .....	1
1.1 Flóð árið 2006.....	2
1.1.1 Flóðagagnagrunnur og vatnatilskipun.....	2
1.2 Flóð í Hvítá í Borgarfirði .....	3
1.2.1 Helstu markmið verkefnis og rannsóknarspurningar .....	3
2 Rannsóknarsvæðið .....	4
2.1 Afmörkun á rannsóknarsvæði .....	4
2.2 Staðhættir .....	5
2.3 Hvítá í Borgarfirði.....	6
3 Staða þekkingar.....	7
3.1 Skilgreining á flóðum .....	7
3.1.1 Vatnatilskipun Evrópu .....	9
3.2 Flóðaverkefni erlendis .....	9
3.3 Flóð í tímans rás.....	10
3.3.1 Flóð í Hvítá í Borgarfirði .....	11
4 Gögn og aðferðir .....	12
4.1 Gögn til að kortleggja útbreiðslu flóðs 2006 .....	12
4.1.1 Landupplýsingaforrit.....	13
4.2 Aðferðir við kortlagningu á útbreiðslu flóðs 2006 .....	13
4.3 Gögn til að bera saman sögulegar flóðhæðir .....	15
4.3.1 Vatnshæðarmælar .....	16
4.4 Aðferðir til að gera samanburð á sögulegum flóðum .....	18
4.4.1 Rennslislyklar og áætlun rennslis við Ferjubakka .....	20
4.4.2 Hæðir og hæðarkerfi .....	20
5 Niðurstöður .....	22
5.1 Útbreiðsla flóðs 2006.....	22
5.2 Samanburður á sögulegum flóðum .....	23
5.3 Kort af útbreiðslu flóðs 2006.....	39
6 Umræður .....	44
7 Lokaorð.....	50
Heimildaskrá.....	51
Viðauki 1, kort: Útbreiðsla flóðs 2006 við Flóðatanga og Hvítárbakka	
Viðauki 2, tafla: Samanburður á sögulegum flóðum í Borgarfirði, samantekt á áhrifum neðarlega í Hvítá	

# 1 Inngangur

Í desember árið 2006 urðu mikil flóð víða um land og í kjölfar þeirra var Vatnamælingum Orkustofnunar falið að skrá upplýsingar um flóðið og afla gagna um fyrri flóð. Verkefni þetta er liður í þeirri gagnaöflun og er lagt fram sem B.Sc. lokaverkefni á Umhverfis- og Náttúrufræðibraut Landbúnaðarháskóla Íslands.

Flóðasléttur eru einhver frjósömustu svæði heims vegna framburðar ána (sjá 1.mynd). Oft eru þetta víðáttumikil svæði neðarlega í vatnasviðinu nálægt sjávarmáli. Burðargeta ána er þar orðin lítil og fíngerður framburður þeirra sest fyrir, en það er framburðurinn sem gerir flóðasléttur svona frjósamar og eftirsóttar sem ræktarland eða beutiland.



**1. mynd.** Horft til norðurs frá Hvanneyri yfir Hvanneyrarfit, flóðasléttur. Myndin er tekin í apríl 2008. Höf: Erla Sturludóttir.

Mörg þéttbýlustu svæði heims eru að finna á eða nærri flóðasléttum og því getur tjón af völdum flóða orðið mikið. Flóð eru tjónamestu náttúruhamfarirnar, borið saman við jarðskjálfta, eldgos og fellibylji (Kikuchi, 2003). Vaxi hratt í ánni fara flóðasléttur á kaf á örskammri stundu vegna lítils halla í landinu. Flóðamat og greining á flóðahættusvæðum eru því hluti af þeim gögnum sem stjórnvöld landa ættu að sjá sér hag í að séu til staðar, fyrst og fremst vegna almannavarna. Hérlendis eru svonefnd flóðasvæði ekki þéttbýl á sama hátt og víða erlendis. Það þekkist þó að einstaka býli verði umflotin þegar flóð gerir í helstu flóðaám landsins (Sólmundur Sigurðsson 1982) og við þessar aðstæður hafa margar kynslóðir alist upp við (Þorkell Fjeldsted, ábúandi í Ferjukoti, munnleg heimild, 11.mars 2008). Svo lengi sem elstu menn muna hafa bæir á Suðurlandi, sem ekki standa á stað sem rís upp fyrir umhverfið, eða á svokölluðum hávöðum, orðið umflotnir eða flætt inn í þá. Í desember árið 2006, gerðist það í miklu flóði á Suðurlandi að mörg nýleg útihús urðu umflotin eða flæddi inn í því þau voru ekki byggð á hávaða (Morgunblaðið, 2006b).

Jarðir ganga kaupum og sölum annað hvort í heilu lagi eða að hluta til. Eftirspurn eftir landi til að byggja á fer vaxandi og land eignast nýja eigendur sem hugsanlega þekkja ekki til flóðasögu svæðisins (Árni Snorrason, Oddur Sigurðsson, Gunnar Sigurðsson, Bogi Brynjar Björnsson & Jórunn Harðardóttir, 2007). Frístundabyggð, skógrækt og beutiland kalla á meira land til umsvifa og mikil umskipti eru á ábúendum og eigendum jarða. Þegar fyrri ábúendur fara af svæði þar sem þeir hafa búið allt sitt líf og aðfluttir koma í staðinn er mikil hætta á að menning og söguarfur svæðisins falli í gleymsku.

Frá árinu 1998 hefur allt land verið skipulagsskyld og sveitastjórnnum ber að marka stefnu varðandi landnotkun og þróun byggðar (Skipulags- og byggingarlög

nr.73/1997). Þar mun flóðamat og greiningar koma að gagni við skipulag landnýtingar. Sveitarstjórn viðkomandi sveitarfélags getur þá stuðst við gögnin þegar kemur að því að gera skipulagsáætlanir fyrir ákveðin svæði, eða þegar skipulagsfulltrúi fer yfir umsóknir um framkvæmdarleyfi. Þá er t.d. hægt að koma í veg fyrir að mikil frístundabyggð rísi þar sem algengt er að á flæði yfir bakka sína án þess að eigendur hefðu um það vitneskju. Gögnin gætu líka hentað sem upplýsingamiðlun til aðfluttra eða almennings, en með tilkomu margs konar vef- og kortasjáa getur almenningur nálgast slíkar upplýsingar á auðveldan og aðgengilegan máta á veraldarvefnum.

## 1.1 Flóð árið 2006

Um miðjan desember árið 2006 urðu miklar sviptingar í veðurfarinu sem orsökuðu mikil úrkomu- og leysingaflóð víðast hvar á landinu. Mest voru flóðin á Skeiðum, á Suðurlandi, en þar fór mikið landsvæði í kaf sunnan Ólafsvallahverfis meðal annars. Vatnavextirnir ollu tjóni víða annars staðar um landið. Fyrir norðan brast stífla Djúpadalsárveirunnar og tók í sundur vegstæði Eyjafjarðarbrautar við brú sem liggur yfir Djúpadalsá. Sökum vatnsveðursins féllu aurskriður á bæi í Eyjafjarðarsveit (Morgunblaðið 2006a) og það flæddi inn í gamalt íbúðarhús að Ferjukoti í Borgarfirði. Hvítá í Borgarfirði og þverár hennar eru þekktar flóðaár og þegar mikil flóð gera flæðir iðulega vatn í kjallarann að Ferjukoti (Þorkell Fjeldsted, ábúandi í Ferjukoti, munnleg heimild, 11.mars 2008).

Til að gera grein fyrir veðurfarinu daganna fyrir flóðið 2006 er hér lýsing samkvæmt mælingum frá veðurathugunarstöð í Stafholtsey, Borgarfirði og rennslistölum tveggja vatnshæðamæla á svæðinu. Gögn um veðurfar eru fengin frá Veðurstofu Íslands og rennslistölur eru frá Vatnamælingum Orkustofnunar.

Framan af mánuðinum var frost á köflum en 17.-18.desember snögghitnaði í lofti og gerði mikla úrkomu. Lofthiti fór úr  $-10^{\circ}\text{C}$  í  $10^{\circ}\text{C}$  á tveimur sólarhringum og úrkoman, á bilinu 10-20 mm/dag, hélst í þrjá sólarhringa. Samspil hita, úrkomu og áhlaðandi vinds gerði það að verkum að snjór bráðnaði og miklir vatnavextir urðu í helstu ám á svæðinu sem koma saman í Hvítá í Borgarfirði. Rennsli Hvítár við Kljáfoss (vatnshæðarmælir nr. 66) var í kringum  $100\text{ m}^3/\text{s}$  fyrir og eftir flóðið, en fór í tæplega  $480\text{ m}^3/\text{s}$ , 20.-21.desember 2006. Norðurá, sem er mikil flóðaá, en annars með lítið rennsli að jafnaði, var samkvæmt vatnshæðarmæli nr. 128 við Stekk, með rennsli í kringum  $10\text{ m}^3/\text{s}$  fyrir og eftir flóðið. Að morgni 21.desembers jókst rennsli gífurlega í Norðurá og náði hæst tæplega  $800\text{ m}^3/\text{s}$ . Ekki var ís á vatni að ráði og þar af leiðandi enginn jakaburður. Þessir miklu vatnavextir urðu þess valdandi að nokkrir bæjir urðu umflotnir, það flæddi inn í kjallara gamals íbúðarhúss að Ferjukoti og vegir urðu ófærir.

### 1.1.1 Flóðagagnagrunnur og vatnatilskipun

Í kjölfar flóðanna 2006 fól ríkisstjórnin Vatnamælingum Orkustofnunar það verkefni að kortleggja útbreiðslu þeirra í helstu flóðaám landsins. Auk þess var umbeðið að sögulegar flóðhæðir væru metnar og að gögnin yrðu gerð aðgengileg í gagnagrunni. Megin hvatinn að því að hafist var handa við þessa gagnaöflun var e.t.v. sá að á Skeiðum myndaðist tímabundið mikið stöðuvatn sem m.a. fór yfir svæði þar sem var búið að samþykka skipulag frístundabygðar (Árni Snorrason o.fl., 2007).



Gagnagrunnur sem hefur að geyma upplýsingar um flóðasvæði, myndi vera afar gagnlegt tæki við skipulagningu landnýtingar á flóðasvæðum. Einnig væru þær upplýsingar þýðingamiklar við lagasmíð, tengda vatnatilskipun Evrópuþings og –ráðs (*Water Framework Directive*). Samþykkt var á Alþingi veturinn 2007 að vatnatilskipun yrði felld inn í XX.viðauka EES-samningsins frá 2.maí 1992 (Alþingi, 2007). Undirbúningur er hafinn að því að innleiða þá þætti sem falla undir EES ríki en innleiðingin kallar á ýmsar lagabreytingar. Markmið tilskipunarinnar eru margþætt en henni er ætlað að vera aðgerðarammi um stefnu Evrópulanda í vatnsmálum og m.a. hvernig draga megi úr flóðahættu. Flóðatilskipun Evrópuþings og -ráðs (*Flood Framework Directive*) hefur nýlega verið samþykkt hjá Evrópusambandinu en verður vonandi innleidd fyrr en síðar hér á landi. Með henni myndi fást skýrari stjórnsýslulegur rammi fyrir ýmsar ríkisstofnanir og hvert hlutverk þeirra væri í upplýsingaöflun, vöktun og öðrum verkefnum tengdum flóðum líkt og flóðaverkefni Vatnamælinga.

## 1.2 Flóð í Hvítá í Borgarfirði

Verkefni þetta felur í sér kortlagningu hæstu vatnsstöðu á afmörkuðum hluta Hvítár í Borgarfirði í flóðinu sem varð í desember árið 2006, auk samanburðar sögulegra flóða. Hvítá í Borgarfirði, ásamt þverám hennar, eru með í hóp þeirra flóðaáa landsins sem flóðaverkefni Vatnamælinga Orkustofnunar nær til. Hér, í þessu verkefni, verður aðeins fjallað um brot af því svæði í Borgarfirði sem fellur undir áður nefnt flóðaverkefni Vatnamælinga Orkustofnunar.

### 1.2.1 Helstu markmið verkefnis og rannsóknarspurningar

Markmið verkefnisins voru að útbúa flóðakort fyrir neðri hluta Hvítár í Borgarfirði sem sýni útbreiðslu flóðsins árið 2006. Einnig að afla heimilda um flóðhæðir sögulegra flóða með því að notast við gögn úr vatnshæðarmælum Vatnamælinga Orkustofnunar, tala við heimamenn og leita heimilda í dagblöðum. Auk þess að afla gagna um ýmsa áhrifaþætti á flóðhæð og gera samanburð á sögulegum flóðhæðum m.t.t. þessarar þátta og gagna úr vatnshæðarmælum.

Rannsóknarspurningar sem leitast er við að svara með þessu verkefni eru:

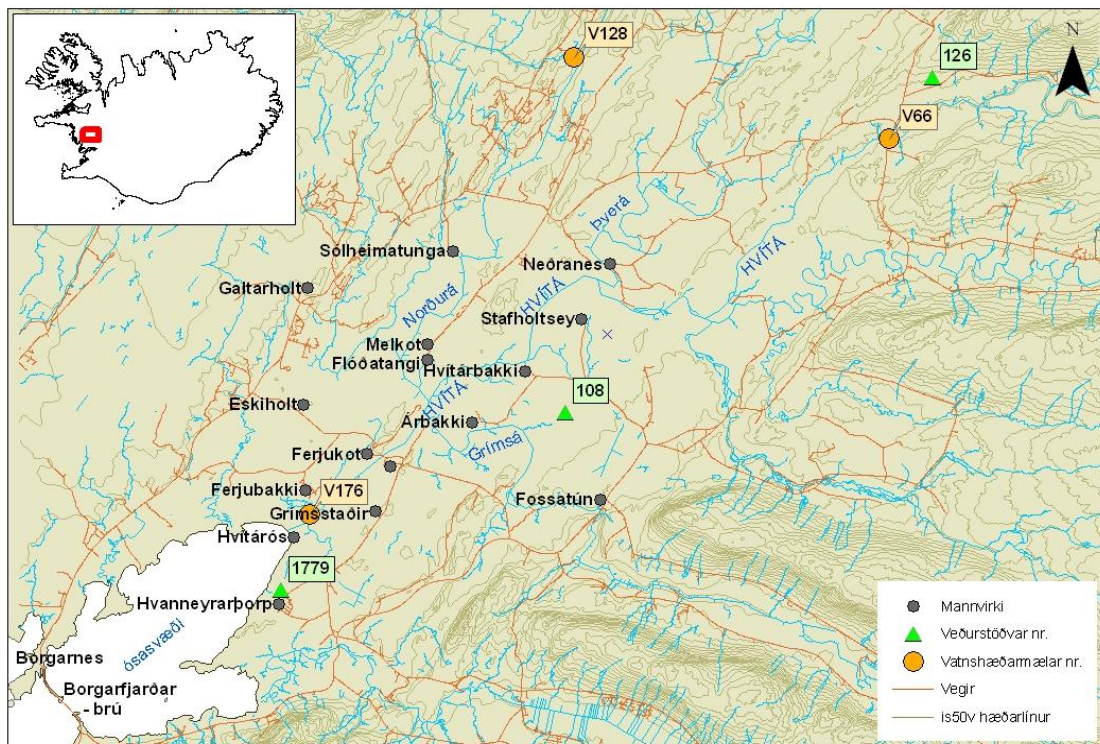
- *Hversu stórt var flóðið árið 2006 miðað við eldri flóð? Má búast við stærri flóðum á svæðinu heldur en árið 2006?*
- *Er hægt að álykta um fyrri flóðhæðir í neðri hluta Hvítár útfrá gögnum vatnshæðarmæla sem eru ofar í vatnasviðinu?*
- *Er hægt að áætla rennsli við Ferjubakka, í neðri hluta Hvítár, útfrá lykluðu eða mældu rennsli annarra vatnshæðarmæla í sögulegum flóðum?*
- *Er hægt að áætla útbreiðslu eldri flóða útfrá kortlagningu og hæðarmælingum 2006?*

## 2 Rannsóknarsvæðið

Hvítá í Borgarfirði, sjötta vatnsmesta á Íslands (Sigurjón Rist, 1990, 111), á upptök sín við vestanverðan Langjökul og er því að mestu jökulá ofarlega í vatnasviðinu eins og gefur að skilja. Vatnasvið árinna er mjög víðfeðmt (sjá 4.mynd) og eiga margar þverár hennar upptök sín á Arnarvatnsheiði og renna um flesta dali Borgarfjarðar. Í Hvítá falla margar þverár sem eru ýmist dragár, lindár eða jökulár. Neðan til á vatnasviðinu er hlutfall jökulvatns heldur minna en við upptök og þar er talað um Hvítá sem dragá að geginstofni með mikil lindaréinkenni (Kristinn Guðmundsson, 1993).

### 2.1 Afmörkun á rannsóknarsvæði

Neðri hluti Hvítár í Borgarfirði er afmarkaður fyrir þetta verkefni á eftirfarandi hátt. Svæðið afmarkast af Hvítárósum í vestri, Hvanneyri í suðri, Hvítárvöllum og Hvítárbrú í austri og svokölluðum Síkisbrúm í norðri, sem eru rétt norður af bænum Ferjukoti (sjá 2.mynd). Ástæða þess að þetta afmarkaða svæði er skilgreint sem neðri hluti Hvítár er eftirfarandi: neðan Hvítárbrúarinnar eru allar þverár Hvítár saman komnar í einn farveg, er þá sérstaklega horft til Norðurár sem kemur í Hvítánnu rétt ofan við Hvítárbrú. Aðrar stærri þverár Hvítár eru Grímsá og Þverá.



**2. mynd.** Helstu kennileiti í Borgarfirði sem notast er við í verkefninu. Hér má sjá Hvítá frá vatnshæðarmælum niður að ósasvæði, milli nýjastíls ósa við Borgarfjarðarbrú og gamlastíls ósa við Hvítárósa. Landupplýsingagögn sem eru til grunns eru mannvirkjapunktur, hæðarlínur og samgönguþekja úr is50v grunni Landmælinga Íslands.

Ósar Hvítár hafa verið skilgreindir á tvo vegu og í þessu verkefni er notast við skilgreiningu á gamlastíls ósum Hvítár við eyðibýlið Hvítárósa, sunnan ár. Samkvæmt Sigurjóni Rist (1986, 4) er talað um tvo ósa í Borgarfirði, sá efri er hinn gamli kundi ós Hvítár milli árinna og ósasvæði og hinn neðri er úti í Borgarfirði undir Borgarfjarðarbrú milli ósasvæðis og sjávar. Vísar Sigurjón þar til þess að nýjastíls ósinn sé til kominn vegna byggingu Borgarfjarðarbrúarinnar og matskilgreiningar lax- og silungsveiðilaga, þar sem ós í sjó telst vera sá staður þar sem straumur ár hverfur í sjó um stórstraumsfjöru (Lög um lax- og silungsveiði nr.61/2006).

## 2.2 Staðhættir

Það sem einkennir landsvæðið á neðri hluta vatnasviðsins eru marflatar flóðasléttur beggja megin Hvítár og er flatlendið víðáttumeira sunnan árinna (sjá 3.mynd). Á frjósömum engjunum norðan við Hvanneyrarþorpið byggði samnefnt býli auð sinn. Með flóðaframburði árinna fékkst fín spretta á engjunum og þegar flóða naut ekki við veittu vatnsáveitur vatni og seti úr Hvítá og bæjarlækjum (Bjarni Guðmundsson, prófessor á Hvanneyri, munnleg heimild, 11.mars 2008).



**3. mynd.** Horft til norðurs frá Hvanneyri yfir Hvanneyrarfit. Myndin er tekin í flóðunum, desember 2006. Höf: Bjarni Guðmundsson.

Hvanneyrarþorp, ásamt lögbýlum á svæðinu, er staðsett þar sem landið liggur hærra en flóðasléttur beggja megin Hvítár. Sunnan megin ár, talið frá suðvestri til norðausturs, eru Hvanneyrarþorp, Grímarsstaðir og Hvítárvellir (sjá 2.mynd) sem byggð eru uppi á háum bakka sem liggur meðfram flatlendinu. Norðan ár, talið í sömu átt, eru sumarbústaðabyggð, Ferjubakka bæirnir og Ferjukot (sjá 2.mynd).

Bústaðirnir liggja sunnan við Ferjubakka bæina á Ferjubakkahöfða, en flatlendi liggur milli höfðans og Ferjubakka bæja (vatnshæðarmælir nr. 176 liggur í suðurhlíð höfðans en nánari útlistun á vatnshæðarmælum verður síðar í þessu verkefni). Ferjubakka bæirnir liggja talsvert ofar í landinu en bústaðirnir og standa í svipaðri hæð og Hvanneyri eða um 20 m y.s.

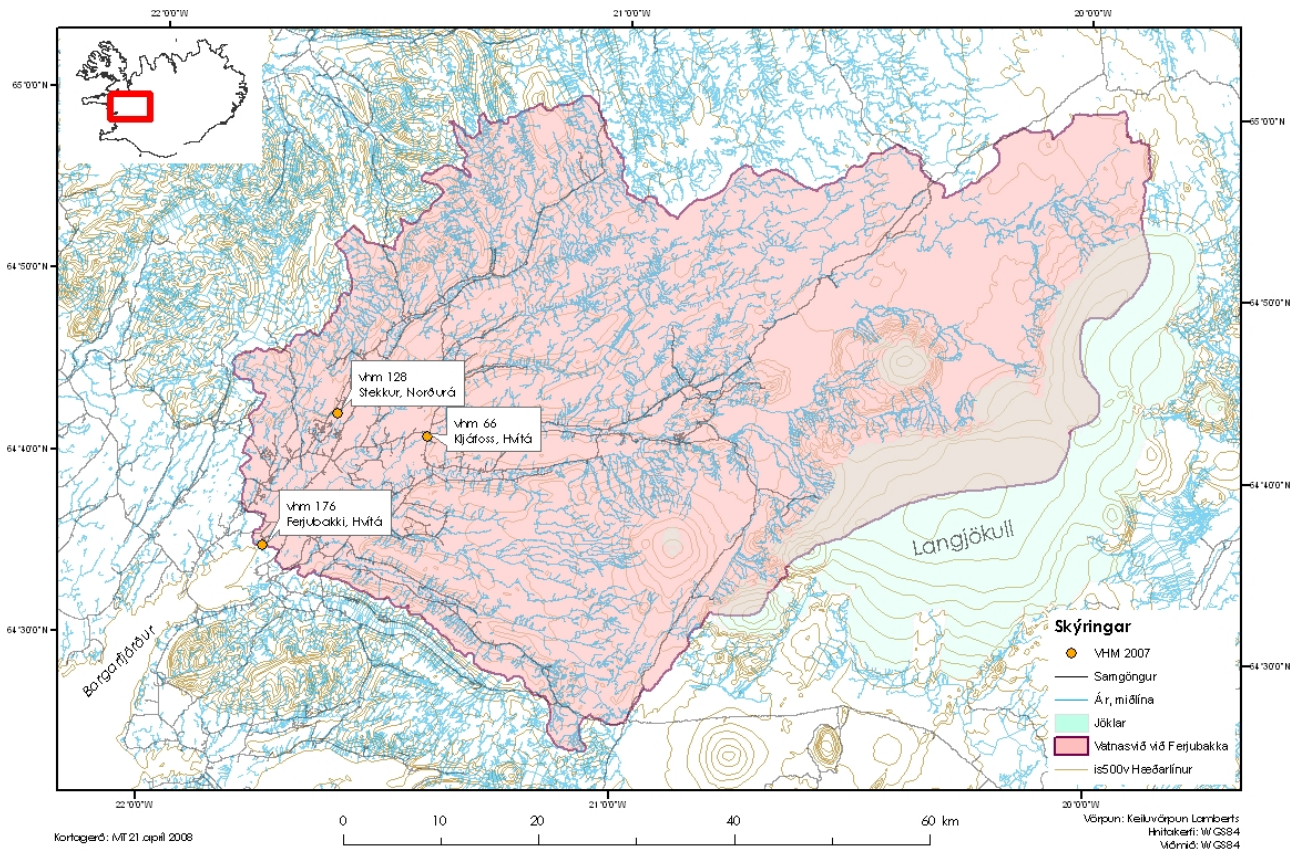
Núverandi ábúandi í Ferjukoti, Þorkell Fjeldsted, er afkomandi þeirra sem bjuggu að Hvítárósum, sem lagðist í eyði eins og komið var inná hér áður. Þannig hefur hans ætt búið alla tíð á flóðasléttum Hvítár en Þorkell er fæddur og uppalinn í Ferjukoti. Fyrstu húsin í Ferjukoti voru reist um 1890 (Þorkell Fjeldsted, ábúandi í Ferjukoti, munnleg heimild, 11.mars 2008) og er Þorkell og hans fjölskylda vel kunnug flóðum á svæðinu en Ferjukot er einn þeirra bæja sem verður umflotinn þegar flóð koma í árnar. Ferjukot stendur lægst af öllum áður nefndum lögbýlum og þorpinu á Hvanneyri eða í kringum 5



m y.s. Aðeins nýja íbúðarhúsnæðið er ofan við fimm metrana en eldri húsin standa mjög neðarlega og flæðir oft inn í þau (Þorkell Fjeldsted, ábúandi í Ferjukoti, munnleg heimild, 11.mars 2008). Ekki eru neinar framkvæmdir á skipulagi eins og er á rannsóknarsvæðinu nema samþykkt hefur verið deiliskipulag vegna hreinsistöðvar fráveitu á Hvanneyri (Baldur Tómasson, byggingafulltrúi Borgarbyggðar, símtal, 10.apríl 2008). Hreinsistöðin verður staðsett á lóð sem liggur norðaustur af Hvanneyrar þorpinu og suðvestur af skeiðvelli, í jaðri flæðiengjanna (sjá 2.mynd).

## 2.3 Hvítá í Borgarfirði

Norðurá sem rennur í Hvítá ofan við Hvítárvallabru er dragá en úrkomumagn hefur mikil áhrif á rennslisætti slíkra áa. Rennsli er jafnara yfir árið í Hvítá sem er hefur rennsliseiginleika lindár og jökulár ofar í vatnasviðinu en meðalrennsli í Hvítá er 82.9 m<sup>3</sup>/s samanborið við 22.9 m<sup>3</sup>/s í Norðurá (Kristinn Guðmundsson & Páll Jónsson, 1994).



**4. mynd.** Vatnasvið Hvítár í Borgarfirði. Notast er við landupplýsingar úr is500v grunni Landmælinga Íslands, ár línuþekju og vatnshæðarmæla punktaþekju úr vatnagrunni Vatnamælinga.

Vatnasvið Hvítár í Borgarfirði (sjá 4.mynd) niður að vatnshæðarmæli nr. 176 við Ferjubakka, sem liggur við gamlastífl ósa Hvítár, er 3650 km<sup>2</sup> samkvæmt útreikningum í landupplýsingaforritinu ArcGIS. Höfundur verkefnis teiknaði upp vatnasvið árinna í áður nefndu forriti og voru notaðar til þess hæðarlínur úr is50v gagnarunni Landmælinga

Íslands, þekjur úr vatnagrunni Vatnamælinga sem sýna miðlínur áa á Íslandi og vatnasvið vatnshæðarmæla 66 og 128 (sjá 4.mynd). Þannig var vatnasvið Hvítár í Borgarfirði teiknað eftir vatnaskilum út frá hæstu hæðarlínunum auk vatnasviða vatnshæðarmæla 66 og 128. Vatnasvið Hvítár hefur hingað til verið talið 3550 km<sup>2</sup> (Sigurjón Rist, 1986), en þeir útreikningar byggja ekki á jafn nákvæmum gögnum og fyrirbyggjandi eru nú.

Með tilkomu Borgarfjarðarbrúar árið 1980 voru ósar Hvítár færðir niður undir brúarop hennar eins og áður hefur komið fram (sjá 2.mynd). Við þá færslu reiknast Andakílsá með sem þverá Hvítár og þar af leiðandi verður vatnasviðið umfangsmeira, eða um 3880 km<sup>2</sup> (Sigurjón Rist, 1986). En þar sem rannsóknarsvæði þessa verkefnis er skilgreint samkvæmt gamlastíls ósasvæði þá er stuðst vatnasvið Hvítár reiknað frá vatnshæðarmæli við Ferjubakka.

### 3 Staða þekkingar

Flóð eru þær náttúruhamfarir sem valda mestu tjóni eins og áður hefur komið fram. Á flóðasléttum Mesópótamíu blómstraði menningarvagga mannkyns, en flóðasléttum fylgir einnig flóðahætta og í mörgum trúarbrögðum heims má finna sagnir af flóðum. Hver kannast ekki við söguna af örkinni hans Nóa og syndaflóðinu. Eflaust þekkja enn fleiri frásagnir nútímans og fréttamyndir af monsúnrigningaflóðum í Asíu þar sem hífýli milljóna manna fara á kaf og þær hörmungar sem fylgja í kjölfarið: sjúkdómar, uppskerubrestur og skortur á drykkjarvatni svo eitthvað sé nefnt.

Þó að flóð hérlendis séu ekki af sömu stærðargráðu og monsúnrigningaflóðin í Asíu þá eigum við okkar ofsafloð þegar jökulhlaup verða, m.a. frá Grímsvötnum og Kötlu. Hér verður ekki fjallað nánar um jökulhlaup, sem eru af öðrum toga en þau flóð sem hér verður fengist við, en af þeim má læra ýmislegt varðandi hegðun flóða almennt. Þessi tegund flóða hafa verið rannsökuð ítarlega og mikið af útgefnu efni til. Hægt er að benda sérstaklega á ritaskrá Helga Björnssonar og bókina *Vötnin stríð* eftir Sigurð Þórarinsson. Vatnatilskipun Evrópuráðs og þings tekur líka til jökulhlaupa og upplýsingar um jökulhlaup verða hluti af flóðagagnagrunni líkt og upplýsingar um þau flóð sem hér eru til umfjöllunar. Um vatnatilskipunina er fjallað nánar um síðar í þessum kafla.

#### 3.1 Skilgreining á flóðum

Veðurfar og landgerð eru meðal þeirra þátta sem hafa áhrif á hvers konar flóð á sér stað og á köldum slóðum eins og á norðurhveli eða svæðum sem standa hátt yfir sjó skiptir einnig máli hvenær árs flóð verður (Snorrason, Björnsson & Jóhannesson, 2000). Verði flóð að vetri til geta áhrif aukinnar úrkomu og aukins lofthita verið margföld ef frost er í jörðu, klaki í ám eða snjóhula á landi.

Í þessu verkefni er notast við flokkun Sigurjóns Rists á flóðategundum hérlendis (Sigurjón Rist, 1982). Hann skiptir flóðum í eftirfarandi flokka: *regnflóð*, *leysingaflóð*, *regn- og leysingaflóð*, *jökulhlaup*, *þrepahlaup*, *mannvirkni flóð* og *viðburðaflóð*. Algengasta tegund flóðs hér á landi eru *regnflóð* og mesta vatnsmagn flyst til sjávar



þegar *leysingaflóð* verða. Hér verður ekki farið nánar í skilgreiningar á hverri flóðategund fyrir sig en bent er á kafla Sigurjóns, Flóð og flóðahætta, í bókinni *Eldur er í norðri* (1982).

Ákveðið var í upphafi verkefnis að skoða þá tegund flóða sem kemur næst í röðinni á eftir *jökulhlaupum* hvað varðar stærðargráðu rennslis, en það eru *regn- og leysingaflóð*. *Jökulhlaup* eru flóð sem koma í kjölfar eldvirkni í Kötlu og Grímsvötnum svo dæmi séu nefnd. Flokkur virtra vísindamanna bæði af íslensku bergi brotnir og erlendir hafa gert athuganir og birt niðurstöður um orsakir og skilgreiningar á Kötlu- og Grímsvatnahlaup og eflaust má bæta í hópinn fleiri athugunum en ekki til B.Sc. lokaverkefnis. *Regn- og leysingaflóð* eru mikil um sig hvað varðar rennslis og valda oft tjóni á eignum og búsmala. Það gefur því augaleið að um slík flóð séu til einhverjar frásagnir og aðrar heimildir til byggja verkefnið á.

*Regn- og leysingaflóð* ganga oft undir nöfnunum *haust-* eða *vetrarflóð* vegna þess hve oft slík flóð eiga sér stað á þeim tíma árs. Það sem helst greinir þau frá *leysingaflóðum* (sem oft eru nefnd *vorflóð*) er meðal annars hversu snögg flóðtoppar rísa í flóðum að hausti eða vetri til. „Meginskilyrði og orsakir haustflóða eru: 1) Frostakafli snemma hausts, sem gerir jörðina algjörlega vatnshelda. 2) Nokkurt snjólag leggst yfir allt vatnasvið árinna. 3) Að landinu kemur djúp vatnsprungin lægð, sem veldur snöggri hitabreytingu og ofsaregni með sterkum vindi.” (Sigurjón Rist, 1982, 375).

Séu þessi skilyrði fyrir hendi yfir vetrarmánuðina er bara spurning hvenær og hversu snögg hækkar í ánni, hún breiði úr sér og nýti allan farveg sinn, flóðasléttur. Síðan getur það gerst í úrkomutíð að lindárvatn öðlist eiginleika dragárvatns með tilheyrandi yfirborðsrennslis, ef jörð er gaddfreðin (Sigurjón Rist, 1982). Í lindár koma aldrei flóð nema áður nefnd skilyrði séu til staðar og verður jörð aðeins gaddfreðin yfir vetrartímamann. Hvítá í Borgarfirði hefur lindáreinkenni og því geta þessar aðstæður myndast á vatnasviði hennar.

### 3.2 Flóðagreining hérlendis

Eftir 1960 má segja að sé upphaf gagnasöfnunar um útbreiðslu flóða hér á landi, en einungis á afmörkuðu landsvæði þar sem flóð hafa hvað mest áhrif á þéttbýli. Eftir að nokkur stór flóð urðu á Suðurlandi um 1960 var ráðist í það að hálfu Vatnamælinga Orkustofnunar að safna upplýsingum og frásögnum um flóð á Selfossi, Skeiðum og víðar. Mældar voru inn flóðhæðir nokkurra sögulegra flóða við Ólafsvallahverfi og á Selfossi (Árni Snorrason o.fl., 2007).

Orkustofnun og Vegagerðin gerðu með sér samning árið 1992 þess efnis að gefnar yrðu út árlegar flóðaskýrslur á vegum Orkustofnunar sem myndu birta útreiknuð flóð fyrir flesta vatnshæðarmæla Vatnamælinga Orkustofnunar. Fyrsta skýrslan kom út árið eftir að samningur var gerður, *Flóð þrettán vatnsfalla* (Kristinn Guðmundsson, 1993). Árið 1997 gerði mikil flóð í stórám á Suðurlandi og var ákveðið að flóðaskýrsla þessa árs myndi fjalla um þau flóð. Sú skýrsla var gefin út árið 1999, *Flóð á Suðurlandi í desember 1997* (Páll Jónsson, 1999). Flóðaskýrsla fyrir árin 1998 og 1999 var endurútgáfa á flóðaskýrslum fyrri ára. Þeir vatnshæðarmælur sem höfðu verið flóðagreindir voru endurreiknaðir með viðbótargögnum frá því að rennslisráðir voru

reiknaðar í síðustu skýrslum. Þannig var flóðagreining (spá sem byggir á öfluðum gögnum) uppfærð fyrir flest þau vatnsföll sem Vatnamælingar Orkustofnunar hafa vatnshæðarmæla sína (Páll Jónsson, Eva Bourgault, Kristinn Guðmundsson, Heiðrún Guðmundsdóttir & Svanur Pálsson, 1999).

### 3.1.1 Vatnatilskipun Evrópu

Árið 2000 var samþykkt vatnatilskipun Evrópuþings og ráðs (*Water Framework Directive 2000/60/EC*) um verndun vatns og vatna (European Commission, 2008b). Í kjölfarið af henni var flóðatilskipun samþykkt árið 2007 (*Flood directive 2007/60/EC*) sem miðar að því að draga úr og stjórna þeim áhrifum sem flóð hafa á heilsu manna, umhverfið og efnahagslífið svo eitthvað sé nefnt. Aðildarríkjum Evrópusambandsins er gert að safna upplýsingum um þau svæði þar sem flóð verða, kortleggja útbreiðslu flóða og gera greiningu á því hvar er hættu á mann- og eignatjóni (European Commission, 2008a). Á svipuðum tíma og flóðatilskipunin var samþykkt af Evrópusambandinu var samþykkt á Alþingi að vatnatilskipun verði sett í lög hérlendis. Miklar breytingar eiga sér stað á sviði vatns hér á landi. Vatnalög hafa verið endurskoðuð (Vatnalög nr.20/2006) en með síðari breytingum taka þau ekki gildi fyrr en haust 2009. Eigi síðar en janúar sama ár munu Vatnamælingar Orkustofnunar og Veðurstofa Íslands taka til starfa sem ein stofnun. Hlutverk þessarar nýju stofnunar eru samþætt verkefni beggja stofnana með breyttum áherslum sem vöktunaraðili umhverfisráðuneytis á sviði lofts, vatns, jarðar og elds.

„Nýja stofnunin mun styrkja umhverfisráðuneytið í umsjón vatnsauðlinda samkvæmt alþjóðasamningum og í alþjóðasamstarfi sem Ísland hefur gerst aðili að, jafnframt því að framfylgja evrópsku vatnatilskipuninni sem tekin hefur verið upp hér á landi og nær til alls fersks vatns og strandsjávar.“

(Alþingi, 2008)

Þegar áður nefnd lög taka gildi árið 2009 verður loks bundið í lög hlutverk stofnunnar á sviði vatnsflóða; vöktun, skráning og varðveisla gagna og fleiri verkefni sem eru í umsjá Vatnamælinga en starfsemi hennar er einungis að litlu leyti lögbundin. Verði evrópska flóðatilskipunin einnig tekin upp hér á landi myndi stjórnsýslulegur rammi um það flóðaverkefni sem Ríkisstjórnin fól Vatnamælingum árið 2007 verða enn betur skilgreindur samkvæmt evrópskum aðgerðaramma.

### 3.2 Flóðaverkefni erlendis

Í Bandaríkjunum eru það almannavarnir ríkisins, FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) sem hafa yfirumsjón með skráningu og kortlagningu á náttúruvám. Svokölluð FIRMs kort (*Flood Insurance Rate Maps*) er nú verið að koma á stafrænt form (*Digital Flood Insurance Rate Maps* eða *DFIRM*) og koma margar stofnanir að DFIRMs verkefninu, að uppfæra gögnin og gefa þau út í kortaformi í hverju fylki fyrir sig. Markmiðin með DFIRMs eru m.a. að bjóða uppá nákvæm kort af flóðasvæðum á aðgengilegan máta (Johnson & DePue, 2005). Kortin ásamt þrívíðum líkönum (*Digital Elevation Models* eða *DEM*) af landinu geta þannig nýst ýmsum aðilum svo sem tryggingafélögum, skipulagsfulltrúum, framkvæmdaraðilum,

verkfræðingum og staðarbúum sem vilja fá upplýsingar um flóðahættu á sínu heimasvæði (National Academy of Science, 2008).

Í Bretlandi hafa mikil flóð sett heilu bæina á kaf (sjá 5.mynd) í kjölfar mikilla rigninga á stuttum tíma. Umhverfisstofnun Bretlands (Environment Agency, 2008) hefur það hlutverk að draga úr líkum á flóðum, bæði frá ám og sjó, og gera almenningi viðvart um flóðahættu. Stofnunin er í miklu samstarfi við veðurstofur landsins sem sjá um að gefa út viðvaranir þegar von er á aftakaveðri sem gæti orsakað flóð. Sumarið 2007 var eitt það úrkomumesta sumar í sögu veðurmælinga og þarf að leita aftur til



5. mynd. Þorp í grennd við Sheffield verður fyrir barðinu á miklu flóði í Bretlandi, júní 2007. Mynd tekin af vef BBC.

ársins 1779 til að finna jafn blautt sumar. Þessi mikla úrkoma varð þess valdandi að margir bæir fóru á kaf og samgöngur og daglegt líf fóru úr skorðum. Umhverfisstofnun heldur úti öflugum upplýsinganeti um flóð bæði í formi upplýsingasíma sem almenningur getur hringt í og heimasíðu þar sem er hægt að skoða ýmsar upplýsingar um söguleg flóð, hvernig fólk getur búið sig undir flóð og á hverju á að taka eftir að flóð hefur dunið yfir. Stofnunin hefur látið vinna útbreiðslukort fyrir allt landið með áherslu á þéttbýli þar sem má sjá hver útbreiðsla flóða getur orðið, lágmark og hámark. Kortið er aðgengilegt á síðu stofnunarinnar og er hægt að slá inn póstfang og sjá hvort svæðið er á flóðahættusvæði, hvar eru flóðavarnir og hver hámarksútbreiðsla flóða væru ef engar varnir væru til staðar. Starfsfólk stofnunarinnar hefur aðgang að upplýsingum um úrkomu, vatnshæð í ám og sjávarstöðu. Þessar upplýsingar nýtast til að greina hvar á landinu er flóðahætta og gefa út viðvaranir í samræmi við greininguna. Skilgreind eru fjögur stig flóðahættu en þar af er eitt stigið „öllu óhætt“. Nánar um flóðaspá, flóðahættusvæði og fleira tengt flóðum í Bretlandi er hægt að nálgast á síðu stofnunarinnar (Environment Agency, 2008).

### 3.3 Flóð í tímans rás

Þær jarðir sem áttu sitt undir flóðasléttum voru mjög auðugar, enda var verðgildi víðáttumikilla og grösugra sléttna sem heyskaparland gríðarlega mikið á sínum tíma. Með tímanum urðu tæknibyltingar og verðgildi breyttust. Flóðasléttur eru nú til dags ekki jafn eftirsóttar vegna sprettunnar eins og áður, en eftirspurn eftir landi til að byggja á eykst með hverju árinu. Í Skagafirði má sjá greinilegar flóðasléttur sem og í Eyjafirði, Skjálfanda og víða annars staðar á Norður-, Austur- og Suðurlandinu. Að mati Sigurjóns Rists (1982) er Hvítá á Suðurlandi, sem á upptök sín í Langjökli austanverðum og verður að Ölfusá eftir að hún sameinast Soginu, hættulegasta flóðaá landsins vegna þess hve lágur austurbakkinn er og vegna þéttbýlis á flóðasvæði ána. Flóð á Suðurlandi hafa vegna þessa verið mest rannsökuð og hófust rennismælingar árið 1950. Frumkvöðull þeirra mælinga er hinn margnefndi Sigurjón Rist, sem hefur verið nefndur faðir

vatnamælinga á Íslandi. Ritaskrá hans er umfangsmikil og tekur á ýmsum þáttum vatnamælinga. Sigurjón skrifaði á sínum tíma þó nokkuð um flóð og þá hættu sem af þeim stafar. Hann lagði mikla áherslu á að þörf væri á að safna saman öllum gögnum tengdum flóðum og kerfisbundnar mælingar gerðar til að spá fyrir um flóð eða vara mætti við þeim. Hann áleit einnig að varðveita ætti verksummerki flóða svo vitneskja myndi ekki glatast og ummerki væru fyrir augum almennings. Slíkt hefur ekki verið gert af ráði hérlendis en þekkt þó á Selfossi þar sem starfsmenn Vatnamælinga klöppuðu í brúarvæng Ölfusárbrúar hæð flóðanna þann 4.mars 1948 og 29.febrúar 1968 (Sigurjón Rist, 1982). Dæmi um flóðamerki erlendis má sjá á 6.mynd og slíkar merkingar mætti taka upp hér á landi við þekkt flóðasvæði þar sem mikil umferð fólks er, og viðhalda þeim merkingum sem eru til staðar á Selfossi.



**6. mynd.** Flóðamerki við Tygartdals ána sem rennur í gegnum bæinn Belington, Bandaríkjunum.

### 3.3.1 Flóð í Hvítá í Borgarfirði

Þær eru ekki margar flóðaslétturarnar á Vesturlandi og eru flóðaslétturarnar í Borgarfirði líklegast þær einu. Mestu flóðin í Hvítá og sérstaklega Norðurá verða þegar saman fara miklar rigningar og snjóaleysing. Við slíkar aðstæður verða miklir vatnavextir og vatnshæð rís mjög snögglega. Aðrir áhrifaþættir eins og stórstreymi og áhlaðandi vindur hafa mikið að segja um vatnshalla og vatnshæð í flóðasléttunum. Þeir bæir sem verða umflotnir þegar vatnavextir eru miklir eru Ferjukot, Hvítárvellir, Flóðatangi, Melkot, Hvítárbakki, Árbakki og Stafholtsey. Af þessum bæjum eru það Ferjukot, Flóðatangi og Hvítárbakki sem fá flóðvatnið alveg upp að húsum og oft á tíðum flæðir inn í íbúðar- og útihús þessara bæja.

Á Héraðsbókasafni Borgarfjarðar er að finna eina merka frásögn af flóði snemma á 20.öld. Fyrsta frásögn af flóðum í Hvítá er af flóði sem varð árið 1918. Það gerði mikinn frostavetur 1917-1918 og hefur verið nefndur „Frostaveturinn 1918” manna á milli. Var þá hörkufrost að mati Sólmundar Sigurðssonar, sem lýsir miklum umbrotum og jakaruðningi í Hvítá 1918, í 6.bindi Borgfirzkrar blöndu (1982). Í kjölfar frostakafans og ákomunnar gerði ofsahláku í mars eða snemma í apríl og var áhlaupið snögg og mikið. Hvítá hóf að ryðja sig með miklum skruðningum og jakahrönn fór hægt niður farveginn. Neðar í ánni myndaðist stífla og á skömmum tíma flæddi áin yfir bakka sína og myndaði stöðuvatn umhverfis bæinn Hvítárbakka. Fór Hvítá meðal annars sunnan Stafholtseyjar, en talið er að þar sé forn farvegur árið áður en hún braut sér leið norðan við Stafholtsey. Á þessum tímum var Alþýðuskóli á Hvítárbakka en vatn náði ekki að fara inn í hús skólans heldur rann inn í fjárhús sem stóðu lægra.

Ritaðar heimildir um flóð í Borgarfirði eru ekki mjög ítarlegar né margar en í kaflanum hér á eftir verður gerð grein fyrir þeim gögnum sem haft var upp á í tengslum við þetta verkefni.

## 4 Gögn og aðferðir

### 4.1 Gögn til að kortleggja útbreiðslu flóðs 2006

Árið 2007 keyptu Vatnamælingar Orkustofnunar myndkort (uppréttar og hnitsettar loftmyndir) af Verkfræðistofunni Hnit ehf. (kortadeild þeirra tilheyrir nú Samsýn ehf.) til að hægt væri að gefa út kort í stórum mælikvarða sem sýndu útbreiðslu á flóðinu 2006. Myndkortin koma einnig að notum þar sem engar mælingar voru gerðar og álykta þarf um flóðhæð. Alls voru keyptar níu loftmyndir sem náðu yfir farveg Hvítár í Borgarfirði og nánasta umhverfi (sjá 2.mynd) og með hverri loftmynd fylgdu hæðarlínur sem dregnar eru með 5 metra millibili. Þessi gögn mynduðu hinn eiginlega landupplýsingagrunn fyrir svæðið.

Svokölluð flóðför voru mæld með GPS mælingatækjum Vatnamælinga sem mæla inn staðsetningu og hæð þeirra með nákvæmni um 2-3 cm eftir aðstæðum. Flóðför í landi eru rek ýmiss konar, s.s. rusl, sprek og sina sem áin hrifsar með sér og skilar uppá fast land í sömu hæð og vatnsborð flóðs er þá (sjá 7.mynd). Vindáhlaðandi getur stjórnað því hvar rek sest fyrir og svo getur farið að rek sé einungis að finna á öðrum bakka árinna sé vindátt þannig. Hæsta hæð flóðfara getur sveiflast, miðað við áhlaðanda og öldugang, um allt að 10-20 cm. Standi flóð lengi má oft sjá mörg flóðför, sem liggja samsíða árfarveginum, sem hafa þá myndast í mismunandi flóðhæðum.



**7. mynd.** Dæmi um flóðför í girðingu, en hæð reksins gefur til kynna hversu hátt vatnið hefur farið á þessum stað. Myndin er af girðingu í nánd við Norðurá, rek eftir flóðið í desember 2006. Höf: Vatnamælingar Orkustofnunar.

Gengið var meðfram farvegum Hvítár og þverám hennar á vormánuðum árið 2007 og fram á sumar, meðan rek var ennþá sjáanlegt gegnum ný sprottinn gróðurinn. Staðsetning reks sem lá hæst í landinu var mælt inn og gögn leiðrétt eftir á (*post-process kinematic*). Á völdum stöðum voru hælur reknir niður í flóðförin og landhæð þeirra mæld með nákvæmum GPS mælitækjum, sem leiddi til staðsetningarnákvæmni uppá +/- 0.5 m.

Önnur gögn sem voru notuð við skráningu á útbreiðslu flóðsins 2006 voru munnlegar heimildir landeigenda á svæðinu. Tekinn var saman listi yfir þá bæi sem voru staðsettir við Hvítá eða þverár hennar þar sem farvegur breiðir úr sér og flætt getur yfir flatlendi. Símanúmerum og nöfnum skráðra ábúenda var safnað saman með því að nota þjónustusíðu símaskrár Já 118. Haft var samband við þessa heimamenn símleiðis í fyrstu



en síðar meir var farið á staðinn, með drög að útbreiðslu flóðsins 2006 útprentuð á kortum í blaðstærð A3, og menn beðnir að koma með ábendingar varðandi rangfærslur á korti og munnlegum heimildum um aðrar sögulegar flóðhæðir safnað.

#### 4.1.1 Landupplýsingaforrit

Til eru nokkur forrit sem eru notuð við vinnslu í landupplýsingakerfum (LUK) og nú á dögum er hugtakið LUK oftast tengt tölvuforritum og stafrænum kortum þó hugtakið nái líka yfir útgefin kort með upplýsingum um dreifingu fyrirbæra, svo sem hæðarlína og vegakerfis, um landsvæði. Sífellt fleiri stofnanir, sveitarfélög og fyrirtæki skrá upplýsingar á stafrænt form og með loftmyndum ásamt öðrum aðkeyptum gögnum er hægt að gera ýmsar úrvinnslur og athuganir í LUK. Niðurstöðurnar er síðan hægt að setja upp í formi korts til geymslu eða útprentunar. Þekktustu LUK forritin hérlendis eru ArcGIS, forritapakki frá ESRI, og Microstation. Vatnamælingar Orkustofnunar og Landbúnaðarháskóli Íslands notast við ArcGIS og er verkefni þetta þar af leiðandi unnið í forritum frá ESRI.

#### 4.2 Aðferðir við kortlagningu á útbreiðslu flóðs 2006

Myndkort og hæðarlínur frá Hnit voru sett í ArcGIS forrit og þeim skeytt saman. Notast var við Keiluvörpun Lamberts (*Lambert Conformal Conic*), WGS84 sem viðmið og hnitakerfi ISN93. GPS mælingagögnin, sem sýna staðsetningu flóða, var hlaðið inn á tölvu með forritinu Trimble Geomatics Office (TGO) en þar eru mælingagögn yfirfarin, leiðrétt bæði í staðsetningu og hæð, og vistuð á þekjuformi sem er hægt að vinna með í ArcGIS. Hver þekja er samsett úr vektorgögnum (punktar, línur, flákar) og eigindatöflu með upplýsingum tengdum vektorgögnunum, t.d. í eigindatöflu punktaþekju sem sýnir vatnshæðarmæla væru upplýsingar í dálkum um númer vatnshæðarmæla, í hvaða vatnasviði staðsettir og fleira.

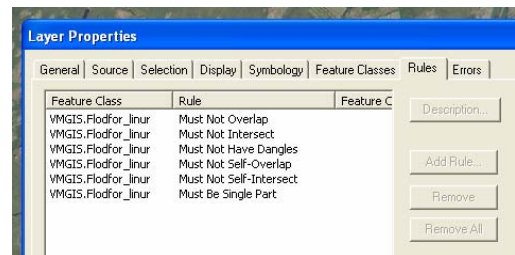
OBJECTID	DAGS	TIMI	ATHS	Uppruni gagna	Heimild	Skráð af	SHAPE	Hámark Flóðs	Hámark	SHAPE.LEN
10693	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	34,587007
17929	9.7.2007	00:00:00	Vigdís, Hvítárvöllum	Skjáhnútnun	landeigendur, munnleg heimild	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	492,585668
18916	26.7.2007	00:00:00	Þorkell, Ferjukoti	Skjáhnútnun	landeigendur, munnleg heimild	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	58,75113
18932	1.8.2007	00:00:00	Ólafur, Hvítárvöllum II	Skjáhnútnun	landeigendur, munnleg heimild	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	278,308213
4592	28.4.2007	05:39:10	<Null>	GPS	VM, Geopxlörer	Árni Snorrason	Polyline Z	22.12.2006	V66	20,857071
6462	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	274,987891
6468	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	79,690213
7376	28.4.2007	05:37:42	<Null>	GPS	VM, Geopxlörer	Árni Snorrason	Polyline Z	22.12.2006	V66	6,275862
10585	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	86,0377
10591	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	14,256684
10625	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	12,678645
10660	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	9,388097
10662	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	4,318579
10665	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	25,441196
10667	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	20,131433
10692	31.5.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	43,222376
10696	28.4.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Geopxlörer	Árni Snorrason	Polyline Z	22.12.2006	V66	0,544543
11275	1.6.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	8,623969
11278	1.6.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	139,933514
18592	26.7.2007	00:00:00	Þórólfur, Ferjubakka	Skjáhnútnun	landeigendur, munnleg heimild	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	180,808004
6438	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	186,373624
6442	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	107,03432
6446	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	164,684678
6451	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	46,500153
6454	11.5.2007	00:00:00	<Null>	GPS	VM, Alstöð	Guðjón Eirður Ásmundsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	90,758544
6845	11.5.2007	01:34:10	<Null>	GPS	VJ, TSC1	Oddur Sigurðsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	180,182909
6851	11.5.2007	02:17:07	<Null>	GPS	VJ, TSC1	Oddur Sigurðsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	31,311036
6854	11.5.2007	02:23:23	<Null>	GPS	VJ, TSC1	Oddur Sigurðsson	Polyline Z	22.12.2006	V66	178,959524
11279	1.6.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	102,842188
11280	1.6.2007	00:00:00	<Null>	Skjáhnútnun	VM, ályktun	María Theodórsdóttir	Polyline Z	22.12.2006	V66	79,146161

8. mynd. Dæmi um skráðar upplýsingar eiginda í dálka, fyrir línubekjuna Flóðför, línur.

Mælingagögnin eftir rakningu flóðfara var vistuð sem línuþekja en gögnin þar sem nákvæm landhæð og staðsetning við hæla var mæld, var vistuð sem punktaþekja. Í eigindatöflu (*attribute table*) línuþekjunnar sem fékk heitið „Flóðför, línur” var skráð dagsetning mælinganna, hver *uppruni gagnanna* var (GPS), hvers konar *heimild* (VM alstöð, GeoExplorer eða TSCI, allt eftir því hvers konar tæki var notað til mælinga) og hver skráði heimildina, *skráð af* (hér var það nafn þess sem mælir, sá 8.mynd).

Þegar mælingagögnin voru komin inn sem línuþekja, var unnið áfram í ArcGIS að því að fylla upp í eyður milli línubrotanna. Stuðst er við munnlegar heimildir af flóðinu og ljósmyndir ef þær eru til staðar. Fyrir hvern línubút sem fyllir upp í eyður milli GPS mældra flóðfara kemur ný lína í eigindatöfluna. Í eigindatöfluna eru skráðar upplýsingar um línubútana: skjáhnitun sem *uppruni gagna*, *heimild* er landeigendur, munnleg heimild eða ljósmynd og nafn þess sem hnitur er skráð (sjá 8.mynd). Engar myndir af rannsóknarsvæðinu í Borgarfirði fengust sem heimildir í þessu flóði. Ef enn eru eyður milli flóðlínubrotanna er komið að ályktun. Hægt er að styðjast við línurnar sem fyrir eru, fimm metra hæðarlínurnar og loftmyndirnar sem eru undir línuþekjunum. Upplýsingar fyrir hnitaða línubúta sem eru ályktaðir eru: dagsetning þegar hnitun fer fram, skjáhnitun sem uppruni gagna, heimild er VM ályktun og nafn þess sem hnitur er skráð. Skráning allra þessara upplýsinga í eigindatöflu var ákveðið frá upphafi að yrði gert svo að hægt væri að meta áreiðanleika flóðfaranna útfrá því hver væri uppruna gagnanna og svo framvegis.

Til að línuþekjan sem sýnir útbreiðslu flóðsins sé heil og óaðfínanleg er notast við tól ArcGIS sem nefnist grannfræði (*topology*) samkvæmt orðabók LÍSU, samtök um landupplýsingar á Íslandi (Lísa, 2008). Línuþekjan sem sýnir útlínur flóðhæðar er, ásamt öðrum þekjum, geymt í gagnasafni (*database*) og grannfræðin sér um að gæðavotta, ef svo má að orði komast, gögnin sem eru í gagnasafninu. Með grannfræðinni er hægt að gera grannfræðipróf (*validate topology*) á línuþekjunni hvort hún standist þær reglur sem settar eru (sjá 9.mynd). Til að mynda, má línan ekki liggja yfir sjálfa sig og það mega ekki vera lausir endar. Þannig er hægt að setja nokkrar reglur sem setja gögnunum skilyrði og leiðréttu þær villur sem upp koma, hnita milli lausra línubúta og skoða hvar flóðlína fer yfir sjálfa sig, svo eitthvað sé nefnt.



**9. mynd.** Hér má sjá hvaða skilyrði línuþekjan Flóðför línur verður að lúta.

Þetta var nauðsynlegt svo hægt væri að gera flákaþekju úr línuþekjunni og reikna heildarflatarmál flóðasvæðisins síðar meir. Flákaþekjan var síðan sett ofan á myndkortin og gerð hálf gagnsæ svo greina mátti hver útbreiðsla flóðsins 2006 hefði verið, með vatnsblárri flákaþekjunni, en um leið geta lesið af myndkortunum hvaða svæði fóru undir vatn.

Til að reyna nákvæmni hæðarlínanna fyrir gerð hæðarlíkans, sem er þrívítt líkan af yfirborði lands, voru þær notaðar til að útbúa TIN hæðarlíkan (*Triangulated Irregular Network*). Með hæðarlíkani og flákaþekju, sem myndu taka tillit til halla vatns, væri

hægt að líkja eftir útbreiðslu flóða og bera þau saman með því að breyta flóðhæð þekjunnar. Til að reyna nákvæmni TIN líkansins var flákaþekja búin til og henni gefin hæðargildi flóðs 2006, sem voru GPS mæld við hælana. Síðan var flákaþekjan sett í plan landlíkansins og útbreiðslan borin saman við útbreiðslu flóðsins 2006 samkvæmt flóðfaralínuþekjunni sem var gerð eftir GPS mælingum, munnlegum heimildum og ályktun.

### 4.3 Gögn til að bera saman sögulegar flóðhæðir

Öflun heimilda um söguleg flóð í Hvítá í Borgarfirði er viðamikill hluti verkefnisins og er horft bæði til skrifaðra og munnlegra heimilda. Munnlegar heimildir eru viðtöl við heimamenn á svæðinu sem eiga land að Hvítá neðan Hvítárbrúar og hafa verið búsettir þar í lágmark þrjátíu ár.

Þar sem gagnaöflun um flóð í Borgarfirði hefur aldrei verið gerð markviss, var eins og áður hefur verið nefnt leitað til sveitarfélagsins Borgarbyggð, bókasafns Borgarfjarðar og leitað í gömlum blaðgreinum.

Fyrirspurn til Borgarbyggðar leiddi í ljós að engar frásagnir né heimildir af flóðum á svæðinu lágu hjá sveitarfélaginu. Á bókasafninu var að finna eina bók, sem innihélt frásögn af flóði árið 1918.

Á veraldarvefnum er að finna síðuna timarit.is, stafrænt bókasafn, sem er samstarfsverkefni landsbókasafna á Íslandi, Grænlandi og í Færeyjum, kallað VESTNORD. Á þessari síðu er að finna á stafrænu formi öll þau prentuðu dagblöð og tímarit sem hafa verið gefin út í gegnum tíðina í þessum þremur löndum sem koma að verkefninu (Landsbókasafn Íslands – Háskólabókasafn, 2008). Eftir að valið hefur verið það blað eða tímarit sem á að skoða býður síðan uppá orðaleit og ýmsa aðra möguleika til rannsóknar á efni. Í þessu verkefni var einungis leitað í efni Morgunblaðsins en það blað hefur heildstæðustu útgáfuna yfir langt tímabil. Öll blöð Morgunblaðsins á tímabilinu 1913-2000 hafa verið skönnuð inn. Við orðaleit var notast við eftirfarandi orð: flóð, vatnavextir, asahláka, Hvítá, Norðurá, Ferjukot og Borgarfjörður. Leitarvélín fann þó nokkrar greinar tengdar þessum orðum og 21 grein, á tímabilinu 1926-1992, sem tengdist rannsóknarsvæðinu.

Á Orkustofnun er unnið að því að koma viðamiklu skýrslusafni stofnunarinnar á veraldarvefinn og þar með aðgengilegra almenningi. Sé farið inn á gegnir.is, samskrá íslenskra bókasafna, er hægt að leita í skýrslusafni Vatnamælinga Orkustofnunar. Við leit var notast við eftirfarandi orð: flóð, rennsli, Hvítá, Kljáfoss, Norðurá, Stekkur.

Eftir að allar heimildir um flóð í Hvítá lágu fyrir og gögn úr vatnshæðarmælum var hægt að velja nokkur flóð sem ollu talsverðu tjóni, vatnshæð var all mikil og líkur á að heimamenn myndu muna eftir flóðunum. Flóðin sem ákveðið var að skoða nánar voru: 31.desember 1971, 22.janúar 1983 og 14.-15.janúar 1992. Auk þeirra var að sjálfsögðu flóðið 21.desember 2006 tekið til skoðunar.

Til að fá gögn um sjávarföll og veðurfar, í þessum mánuðum sem ofantalin flóð urðu, var haft samband við Hilmar Helgason hjá Landhelgisgæslunni og Trausta Jónsson hjá Veðurstofu Íslands.

Frá Landhelgisgæslunni fengust sjávarfallatölur á hverri heilli klukkustund í Reykjavík, en tímaleiðrétting fyrir Borgarnes er + 29 mínútur (Hilmar Helgason, framkvæmdarstjóri sjómælingasviðs Landhelgisgæslunnar, tölvupóstur, 4.mars 2008). Gögnin náðu yfir dagana 30.-31.desember 1971, 21.-23.janúar 1983, 13.-15.janúar 1992 og 20.-23.desember 2006.

Veðurfarsgögn frá Veðurstofu Íslands náðu yfir heila mánuði: desember 1971, janúar 1983, janúar 1992 og desember 2006. Athuganir fengust frá stöðvum nr.1 (Reykjavík), nr.126 (Síðumúla, Hvítársíðu) fyrir árið 1987 og nr.108 (Stafholtsey) eftir árið 1988. Á veðurathugunarstöðinni í Reykjavík eru gerðar 8 athuganir á sólarhring en 5 í Síðumúla, þegar hún var í rekstri, og í Stafholtsey. Gögnin innhéldu upplýsingar um hita í °C, hámarkshita í °C, lágmarkshita í °C, vindátt í gráðum (A – 90°, S – 180°, V – 270°, N – 360° og breytileg átt – 990°), vindhraði í m/s, úrkomumagn í mm, snjöhula í fjórðuhlutum (0 = alautt, 4 = alhvítt) og snjódýpt í cm (aðeins þegar snjöhula er 4) (Trausti Jónsson, veðurfræðingur hjá Veðurstofu Íslands, tölvupóstur, 25.mars 2008).

#### 4.3.1 Vatnshæðarmælar

Eitt af megintækjum vatnafræðinnar eru vatnshæðarmælar sem flestir kannast við að hafa séð sem lítil hús lúrandi á bökkum áa víðs vegar um landið (sjá 10.mynd). Hér verður ekki farið ítarlega í sögu vatnamælinga né tæknilega hluta vatnshæðarmæla heldur þeim lýst í meginmáli svo lesandi geri sér einhverja hugmynd um hver tilgangur mælis er. Vilji lesandi hins vegar fræðast meira er bent á greinargóða bók Sigurjóns Rists, *Vatns er þörf* (1990).

Hlutverk vatnshæðarmæla er að gefa til kynna stöðu vatnsborðs, vatnshæð. Í fyrstu var vatnshæð ákvörðuð þannig að gæslumaður þurfti að lesa vatnshæð af kvarða sem var komið upp við ána, en nú eru notaðir svokallaðir síritandi mælar. Mælihúsin eða -búrin sem flestir Íslendingar hafa borið augum eru aðeins toppurinn á ísjakanum en þau sitja efst á brunnhúsi. Frá brunnhúsinu liggur rör út í ána en tilgangurinn með brunnhúsinu er að vatnsborð sé án bylgjugangs sem gæti verið til staðar í ánni. Á vatnsborðinu í brunnhúsinu hvílir flotholt í keðju sem liggur upp í mælabúrið, sem er litla húsið sem allir þekkja. Í hinum enda keðjunnar er lóð til mótvægis. Inni í mælabúrinu er riti með kvarðarúllu í en á hana skráist vatnshæðin af penna, sem stjórnast af færslu flotholtsins (Sigurjón Rist, 1990). Vatnshæðin inni í brunninum á að vera sú sama og fæst af álestri



**10. mynd.** Vatnshæðarmælir 66 (brunn síriti) við Kljáfoss, Hvítá. Mynd: Vatnamælingar.

fyrir utan brunn. Tekið skal fram að vatnshæð er í staðbundnum mælikvarða (cm), ekki í landshæðarkerfi (m y.s.) eða öðrum hæðarkerfum. Hver mælir hefur sinn mælikvarða í centimetrum og núllpunkt oftast í 100 eða 200 cm. Í grennd við vatnshæðarmælinn er fast merki (FM) í klöpp, eða öðru föstu bergi, hæð þess skráð í staðbundna mælikvarðanum og í þekktu hæðarkerfi til öryggis.

Ofan við brúnna yfir Kljáfoss í Hvítá er vatnshæðarmælir 66 (vhm 66). Byrjað var að skrá vatnshæð árið 1951 og var í fyrstu lesið af kvarða, tvisvar í viku. Árið 1963 var brunnsírita komið fyrir á vinstri bakka árinna (Ragnhildur Freysteinsdóttir, 1999a). Á 10.mynd má sjá vhm 66 við Hvítá, í baksýn er brúin yfir Kljáfoss. Sá þáttur sem hefur hvað mest áhrif á mælingarnar er ís og þurfa starfsmenn Vatnamælinga að leiðrétta vatnshæðina fyrir ístruflunum hjá mörgum mælum. Þess þarf ekki við Kljáfoss sem er nánast undantekingalaust er laus við ísamyndun og aðeins örfá skipti þekkjast þar sem smá ís hefur hækkað vatnsborð (Sigurjón Rist, 1986).

Við Stekk í Norðurá, Borgarfirði er vatnshæðarmælir 128 (vhm 128). Árið 1965 var brunnsírita komið fyrir (sjá 11.mynd) og er hann rekinn samhliða öðrum mæli sem var settur niður árið 1998 (Ragnhildur Freysteinsdóttir, 1999). Sá mælir samanstendur af þrýstiskynjara og Campbell skráningartæki tengdum skynjaraanum sem liggur úti í ánni. Skráningartækið skráir vatnshæð stafrænt og „hringir inn” mælingargögn, þ.e. sendir þau símleiðis til Vatnamælinga Orkustofnunar.



**11. mynd.** Vhm 128 í Norðurá. Grænt mælibúrið er hægra megin við ána. Flætt hefur inn í mælibúrið (flóð 1983) og náði flóðhæð í desember 2006 rétt neðan við mælibúr. Mynd: Vatnamælingar Orkustofnunar.

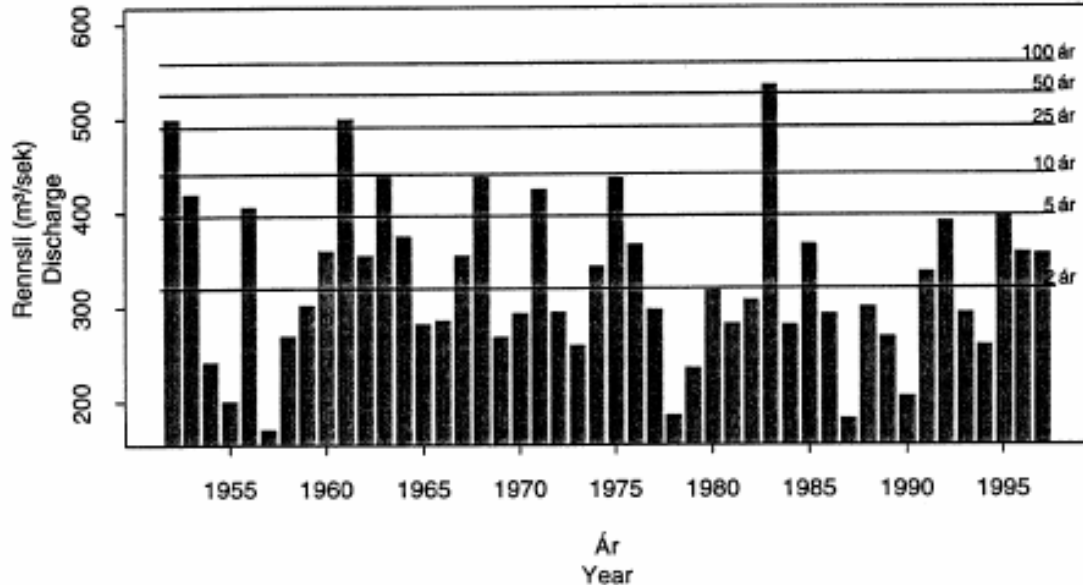
Í Ferjubakkahöfða var brunnsírita komið fyrir árið 1971 í tengslum við byggingu Borgarfjarðarbrúar. Settir voru upp fleiri slíkir vatnshæðarmælir fyrir framkvæmd, svo hægt væri að mæla hver áhrif brúarinnar yrðu á vatnsskiptum í Borgarfirðinum. Niðurstaðan var sú að enginn munur væri á vatnsskiptum við Ferjubakka, fyrir og eftir brúargerð (Helgi Jóhannesson, 1994).

Mælirinn var í rekstri yfir framkvæmdartíma og eitthvað eftir að brúargerð lauk. Vatnshæðarmælir 176 við Ferjubakka var lagður af árið 1986 og Vatnamælingar Orkustofnunar gáfu út eina skýrsla árið 1990, *Rennsli Hvítár við Ferjubakka* (Árni Snorrason, 1990). Eftir desemberflóðið árið 2006 var ákváðu Vatnamælingar Orkustofnunar að hefja rekstur vatnshæðarmælis á ný við Ferjubakka. Haustið 2007 var þrýstinema komið fyrir ásamt Campbell skráningartæki þar sem áður hafði verið brunnsíriti. Þannig var hægt að nota sama fastmerki og fyrir gamla mælinn, tengja gömul og ný gögn saman.

#### 4.4 Aðferðir til að gera samanburð á sögulegum flóðum

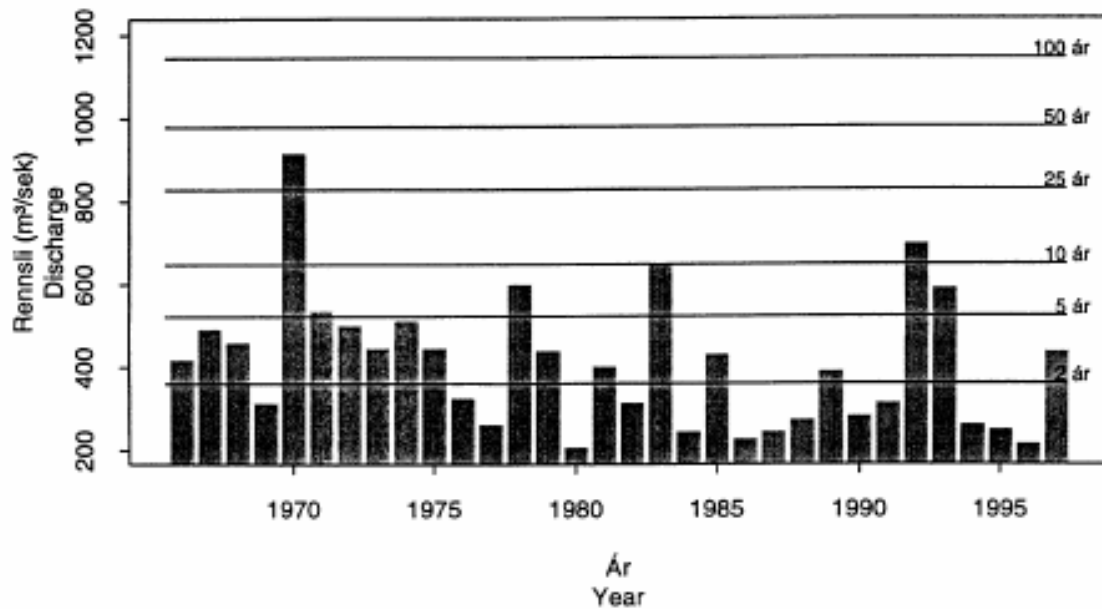
Út frá gögnum úr vatnshæðarmælum 66, 128 og 176 er gerður samanburður á vatnshæð ákveðinna flóða í línuriti, með tíma á x-ás. Við samanburð eru gögn úr áður nefndum vatnshæðarmælum skoðuð auk gagna um stöðu sjávarfalla og veðurfars á sama tíma, en þessir þættir hafa áhrif á vatnshæð og jafnvel vatnshalla.

Gögn úr vatnshæðarmælum 66 og 128 voru fengin með fyrirspurnum í svokölluðum X-glugga, sem er Unix skipanagluggi Vatnamælinga Orkustofnunar. Þar má með ákveðnu fyrirspurnar tungumáli fá ýmsar upplýsingar eða forrit sem geymd eru á vél sem kallast „tuska” (Lára Aðalsteinsdóttir, sérfræðingur í hugbúnaðargerð og gagnagrunnum, munnleg heimild, 25.apríl 2008). T.a.m. var fyrir þetta verkefni náð í vatnshæð (cm) og rennsli ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) fyrir tímabilið 1971- 2005 (gögn nýrri en 2005 eru einungis í Wiski, nánari umfjöllun síðar) úr mælunum vhm 66 við Kljáfoss í Hvítá og vhm 128 við Stekk í Norðurá. Beðið var um hæsta gildi vatnshæðar (HmW) hvers mánaðar fyrir sig og hver hæsta vatnshæð hefði verið yfir árið. Í fyrirspurn um rennsli var beðið um mesta augnabliksrennsli hvers mánaðar fyrir sig og hvert mesta augnabliksrennsli hefði verið yfir árið. Til hliðsjónar var höfð skýrslan *Flóð íslenskra vatnsfalla – flóðagreining rennslisraða* (Páll Jónsson o.fl., 1999) þar sem tekin eru saman rennslisgögn fyrir flesta vatnshæðarmæla Vatnamælingar Orkustofnunar og flóð reiknuð með mismunandi endurkomutíma.



12. mynd. Hér má sjá rennsli við vhm 66, Kljáfoss í Hvítá og hvert rennsli flóða er með mismunandi endurkomutíma. Mynd: Páll Jónsson o.fl., 1999





13. mynd. Hér má sjá rennsli við vhm 128, Stekk í Norðurá og hvert rennsli flóða er með mismunandi endurkomutíma. Mynd: Páll Jónsson o.fl., 1999

Gögn úr vatnshæðarmæli 176 við Ferjubakka hafa aldrei verið unnin né yfirfarin kerfisbundið og því ekki hægt að sækja neinar upplýsingar í X-glugganum. Til að fá gögn til samanburðar við gögn úr hinum vatnshæðarmælunum var farið í síritagagnasafn Vatnamælinga Orkustofnunar þar sem pappírsmælur úr vatnshæðarmælum eru geymdar. Þar sem vatnshæðarmælir 176 var í rekstri 1971-1986 voru aðeins tvö flóð innan þess tímabils sem hægt var að nota til samanburðar við hina mælana. Því voru rúllur sem náðu yfir flóð árið 1971 og 1983 teknar og „skúraðar”. Talað er um að „skúra” gögn þegar pappírsgögn úr vatnshæðarmælum eru skönnuð með forriti sem heitir Skur. Með því að teikna hak í fjórum hornum á pappírsgögnunum er merkt hvaða ferill er til skoðunar. Skur skannar ferilinn og býr þá til stafræna skrá úr pappírsgögnunum með hnitapörum, þar sem tími og vatnshæð eru núllstillt út frá þeim hornum sem merkt voru á blaðið. Stafræna skráin er síðan opnuð í forriti sem heitir Galvos, forrit sem les hnitapör „skúruðu” gagnanna og réttir ferilinn upp út frá vatnshæð á y-ás og tíma á x-ás. Til þess að hægt sé að lesa ferilinn í forritinu Wiski, þarf að breyta honum í tímaröð og það er gert í Galvos (Lára Aðalsteinsdóttir, sérfræðingur í hugbúnaðargerð og gagnagrunnum, munnleg heimild, 25.apríl 2008).

Wiski (*Water Information System Kisters*) er nýlegt forrit til að vinna með vatna- og veðurfars tímaröðir eða ferla. Wiski er mikið notað af vatna- og veðurstofum víða um heim, m.a. í Evrópu, Kína, Nýja-Sjálandi og Ástralíu. Í Wiski eru gögn úr vatnshæðarmælum yfirfarin, ferlar lagaðir til ef ístruflanir hafa verið og býður forritið uppá ýmsar úrvinnsluleiðir og framsetningu á gögnum. Nú eru margir vatnshæðarmælur símtengdir og senda sjálfvirkt vatnshæðargögnin, á stafrænu formi, til Vatnamælinga Orkustofnunar. Þau gögn fara nánast beinustu leið inn í Wiski og þar með er Skur og Galvos óþörf. Til að gera samanburð á flóði milli mæla voru línurit gerð í Wiski með vatnshæðarferlum þessara þriggja mæla fyrir árin 1971 og 1983.

#### 4.4.1 Rennslislyklar og áætlun rennslis við Ferjubakka

Rennsli áa er lesið af rennslislyklum en þeir eru reiknaðir fyrir hvern vatnshæðarmæli útfrá rennslismælingum sem gerðar hafa verið við hann. Rennslislyklar eru gefnir út og endurskoðaðir eftir því sem gerðar eru fleiri rennslismælingar. Nýir rennslislyklar eru yfirfarnir og séu þeir góðir eru eldri lyklarnir gerðir ógildir. Rennslislyklar ganga útfrá sambandi milli vatnshæðar og rennslis. Þannig er hægt að lesa rennsli af y-ás lykilsins sé vatnshæð (x-ás) þekkt tala.

Ekki hefur verið gerður rennslislykill fyrir vatnshæðarmæli 176 við Ferjubakka og því var ekki hægt að „lykla” vatnshæð í flóðum 1971 og 1983 til að fá rennsli. Hins vegar var mögulegt að meta rennslið útfrá jöfnu sem var gefinn út í skýrslunni *Rennsli Hvítár við Ferjubakka*. Í skýrslunni voru gefnar upp þrjár aðferðir til að meta rennslið og hér er einfaldasta aðferðin:

$$Q_F = Q_{066} \times A_F/A_{066}$$

Þar sem rennsli Hvítár við Ferjubakka er  $Q_F$ , rennsli Hvítár við Kljáfoss er  $Q_{066}$ , vatnasvið Hvítár við Ferjubakka er  $A_F$  og vatnasvið Hvítár við Kljáfoss er  $A_{066}$  (Árni Snorrason, 1990). Mat á rennsli Hvítár við Ferjubakka með ofangreindri aðferð er mjög gróft og væri ekki mælt með því fyrir lágrennslistímabil. Hins vegar var verið að skoða flóð í þessu verkefni og því um að ræða hámarks augnabliksrennsli áa og var aðferðin notuð til að fá einhverja grófa hugmynd um rennsli í neðri hluta Hvítár.

#### 4.4.2 Hæðir og hæðarkerfi

Til að fá samanburð á flóðhæðum sögulegra flóða var leitað til Þorkels Fjeldsted, ábúanda í Ferjukoti, bæ sem er iðulega umflotinn í flóðum og þar flæðir jafnvel inn í hús. Meðal blaðagreina í Morgunblaðinu var frásögn af flóðinu í janúar 1992 og með þeirri grein var mynd af Þorkeli standandi í flóðvatninu og í baksýn voru útihúsin greinileg. Með aðstoð myndarinnar var því hægt að mæla inn, með GPS mælingatækjum Vatnamælinga Orkustofnunar og aðstoð leiðbeinanda, vatnsborðshæð fyrir flóðið 1992 (sjá 14.mynd). Þorkell benti síðan á hversu hátt flóðið náði í janúar 1983 upp veggi útihúsa og var sú hæð einnig mæld inn. Þar með var komið mat á hæð flóða árin 1983, 1992 og síðan sú hæð sem var mæld við Ferjukot eftir flóðið 2006.

Meðal þeirra gagna sem fannst við leit hjá Vatnamælingum Orkustofnunar var kort í blaðstærðinni A3 sem sýndi þversnið Hvítár í Borgarfirði í grennd við



14. mynd. Hæð var mæld inn með GPS tæki í punkti. Síðan var hallamælt frá punkti að útihúsum við Ferjukot með álestri af stöng í gegnum kíkí á þrífót. Leiðbeinandi, Bogi Brynjar Björnsson, heldur á stöng og GPS tæki.



Ferjukot. Kortið var gefið út árið 1973 (Sigurjón Rist) og á því mátti sjá hver flóðhæð var í flóðinu 1971 og til samanburðar hæð á venjulegu vatnsborði, auk flóðhæðar árið 1972. Flóðhæðir á kortinu voru gefnar upp í cm samkvæmt álestri staðbundins mælikvarða vatnshæðarmælis 176 við Ferjubakka og í m y.s. samkvæmt hæðarkerfi Borgarness.

Sjávarfallatölur eru einnig gefnar upp í staðbundnum mælikvarða Landhelgisgæslunnar og til að bera saman flóðhæðir við Ferjukot og sjávarfallatölur voru hæðir gagnanna yfirfærðar í eitt hæðarkerfi sem á að ganga fyrir allt landið, landshæðarkerfið. Sjávarfallatölur voru yfirfærðar í hæðarkerfi Reykjavíkurborgar og þaðan yfir í landshæðarkerfi. Núllpunktur Landhelgisgæslunnar er rétt neðan við meðalstórstraumsfjöru. Hæðarkerfi Reykjavíkur hefur núllpunkt miðað við meðalsjávarhæð árið 1900 og núllpunktur landshæðarkerfis er skilgreindur útfrá meðalsjávarhæð ársins 1990. Miðað við núllpunkt Landhelgisgæslunnar eru núllpunktar hæðarkerfa á þessa leið (Ingvar Magnússon, Bragi Guðmundsson, Gísli Viggóson, Gunnar Þorbergsson, Jón Þór Björnsson, Markús Karl Torfason, Páll Einarsson, Róbert Dan Jensson, Theódór Theódórsson, Vigfús Erlendsson, Jón Erlingsson & Baldur Bjartmarsson, 1993):

Landshæðarkerfi:	2.241 m y.s.
Reykjavíkurkerfi:	1.822 m y.s.
Borgarneskerfi:	0.961 m y.s.

Með því að færa sjávarfallatölur og flóðhæðir við Ferjukot yfir í landshæðarkerfi fæst samanburður á þeim gögnum. Eins var það gert við vatnshæðarmæli 176 við Ferjubakka þegar nýr mælir var settur upp haustið 2007 að gamla fastmerkið við mælinn var mælt inn í landshæðarkerfið en vitneskja lá fyrir um hver hæð þess var í Borgarneskerfinu, 0.246 m y.s. Samkvæmt ofangreindum núllpunktum kerfanna er munur milli Borgarneskerfis og landshæðarkerfis 1.28 m y.s. og ættu niðurstöður GPS mælinga á fastmerki samkvæmt þeim mun að vera 1.526 m y.s. í landshæðarkerfinu.

## 5 Niðurstöður

### 5.1 Útbreiðsla flóðs 2006

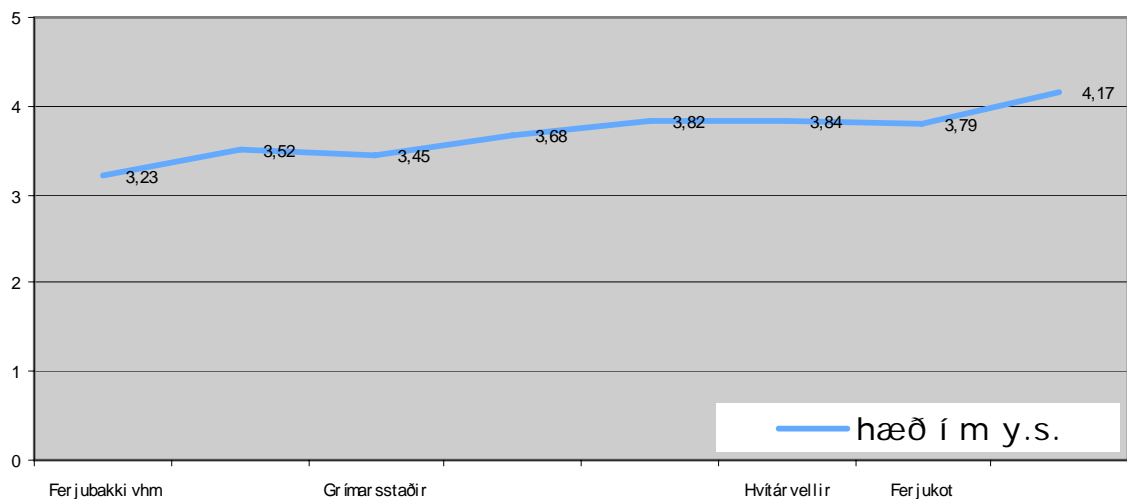
Sjá kort í blaðstærð A3, á bls.40-43.

Á korti 1 er sýnd útbreiðsla flóðsins 2006 fyrir neðri hluta Hvítár í Borgarfirði. Flatarmál rannsóknarsvæðis sem fór undir vatn var um 8.5 km<sup>2</sup>. Gulir þríhyrningar á kortinu sýna staðsetningu hæla þar sem flóðhæð var GPS mæld. Flóðhæðartala á kortinu er í landshæðarkerfi m y.s. Appelsínugulur hringur sýnir staðsetningu vatnshæðarmælis 176 við Ferjubakka.

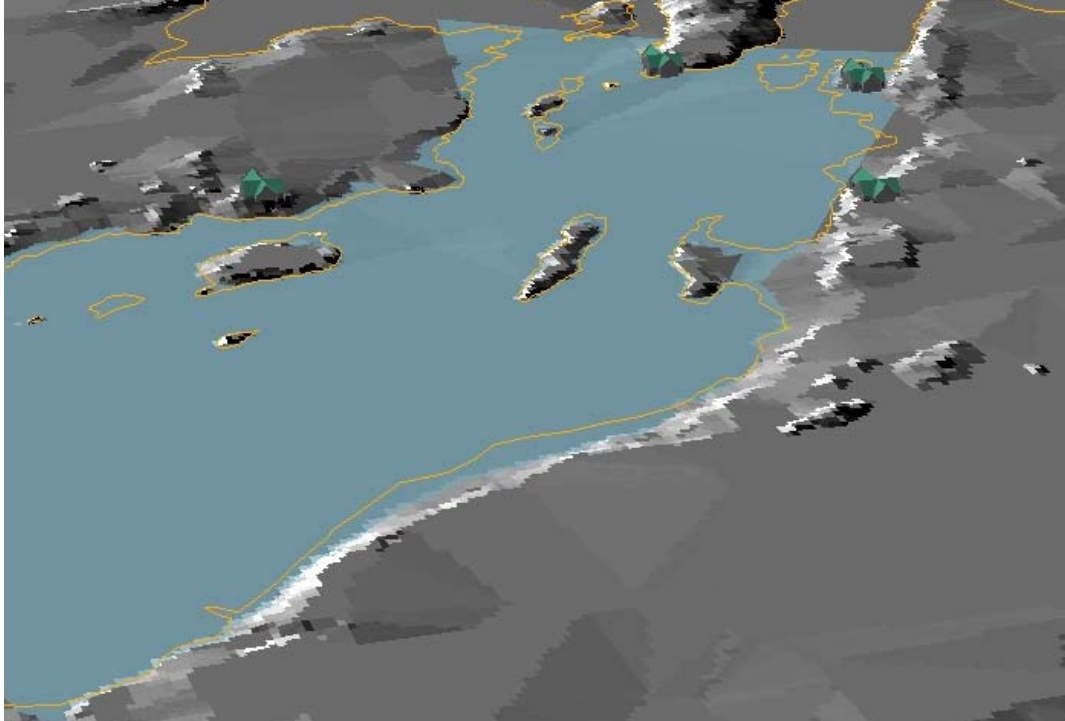
Kort 2 er í stærri mælikvarða og sýnir útbreiðslu flóðsins 2006 við Ferjukot. Þar má sjá nánar hver var útbreiðsla flóðsins. Kort eins og þetta væri hægt að gefa út fyrir helstu flóðahættustaði á því svæði sem er til skoðunar hverju sinni.

Flóðför, heimildaflokkun úr eigindatöflu línuþekjunnar, eru á korti 3. Tekið var sýnishorn af flóðfaralínunum við Ferjukot og Hvítárþakka og voru flokkar litaskiptir til að greina á milli þeirra.

Á korti 4 má sjá það svæði sem fyrirhugað er að rísi hreinsistöð fráveitu á Hvanneyri, fyrir miðju korti (suðvestur af skeiðvelli). Á kortinu er sýnt áætlað vatnsborð í flóðinu 2006. Engar flóðhæðir voru mældar inn á þessu svæði þar sem ekkert rek fannst.



**15. mynd.** GPS mældar flóðhæðir 2006 við hæla. Hæð er í landshæðarkerfi, m y.s. og á x-ás eru skráð kennileiti við hæl ef einhver eru.



**16. mynd.** Þrívítt líkan af neðri hluta Hvítár, horft er upp ána (til norðausturs). Blár vatnsborðsfláki, með sama vatnshalla og GPS mældu flóðhæðirnar. Appelsínugulu línurnar sýna útbreiðsla flóðsins 2006. Hús með grænum þökum sýna, frá vinstri til hægri: Ferjubakka, Ferjukot, Hvítárvelli og Grímarsstaði þar fyrir neðan.

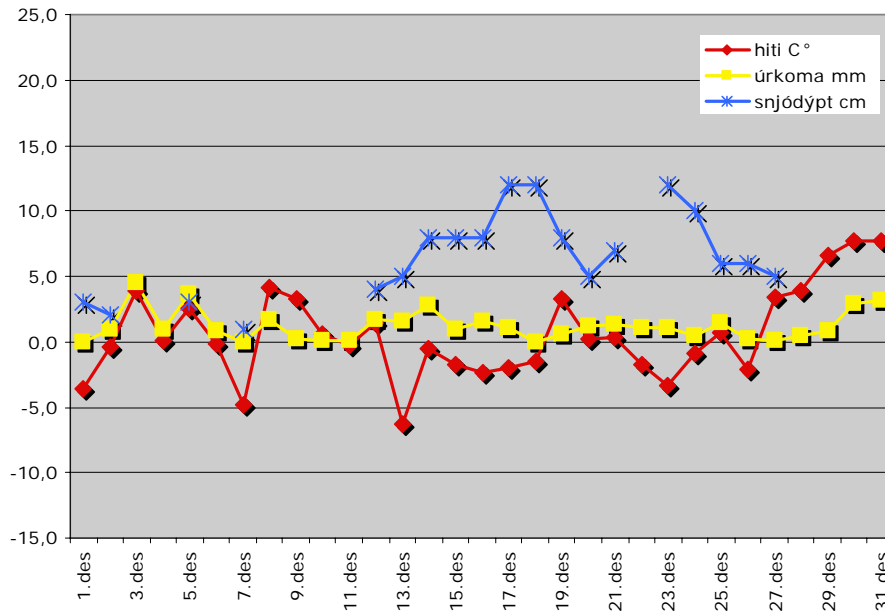
## 5.2 Samanburður á sögulegum flóðum

**1. tafla.** Söguleg flóð í Hvítá í Borgarfirði. Samanburður á mestu vatnshæð (HmW) og mesta augnabliksrennsli (HmQ) fyrir vatnshæðarmælana 66 við Kljáfoss, Hvítá og 128 við Stekk, Norðurá.

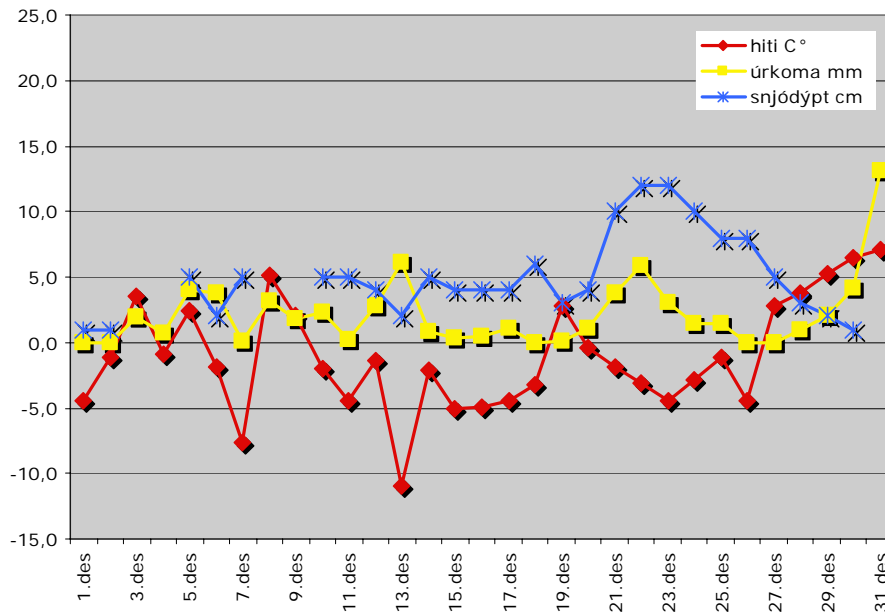
	vhm66		vhm128	
	HmW	HmQ	HmW	HmQ
<i>Dagsetning</i>	cm	m <sup>3</sup> /s	cm	m <sup>3</sup> /s
31.des 1971 kl: 12.00	425	500	kl: 12.00 616	536
22.jan 1983 kl: 10.00	510	666	kl: 19.00 657	646
14.jan 1992			kl: 14.00 675	695
15.jan 1992 kl: 05.00	388	433		
21.des 2006 kl: 02.00	412	476	kl: 05.59 709	790

**2. tafla.** Sögulegar flóðhæðir við vatnshæðarmæli 176 við Ferjubakka, Hvítá. Rennsli var metið með útreikinum skv. jöfnu. Sögulegar flóðhæðir við Ferjukot voru mældar inn skv. heimildum.

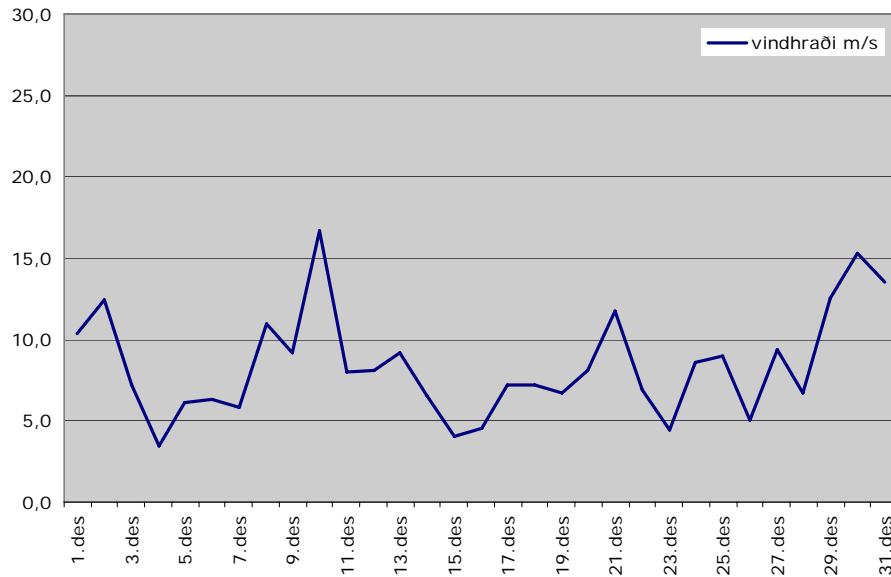
	vhm 176		Ferjukot
	HmW	HmQ	Vatnshæð
<i>Dagsetning</i>	cm	m <sup>3</sup> /s	m y.s.
31.des 1971	370	1085	4.9
22.jan 1983	410	1443	4.5
15.jan 1992		938	4.1
21.des 2006		1031	3.8



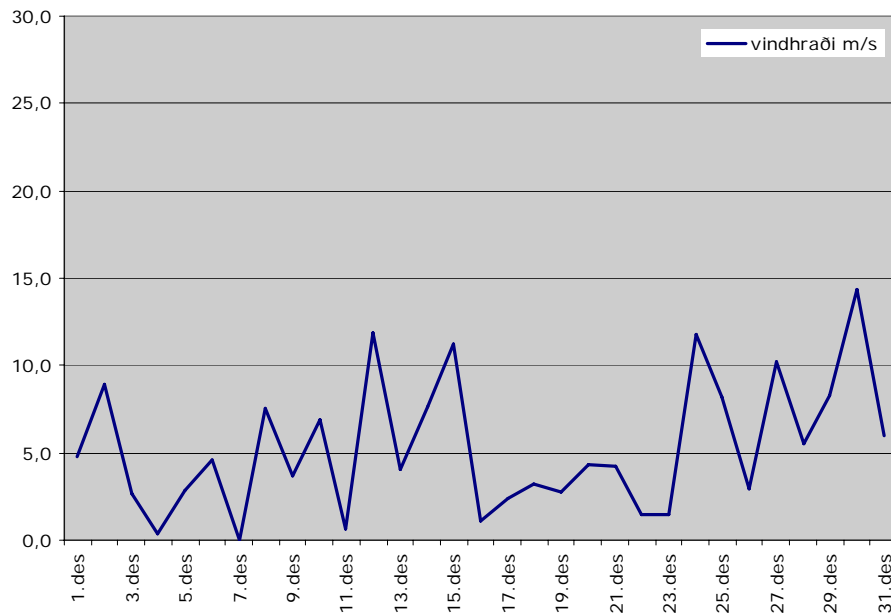
17. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Reykjavík (stöð 1) fyrir desember árið 1971.



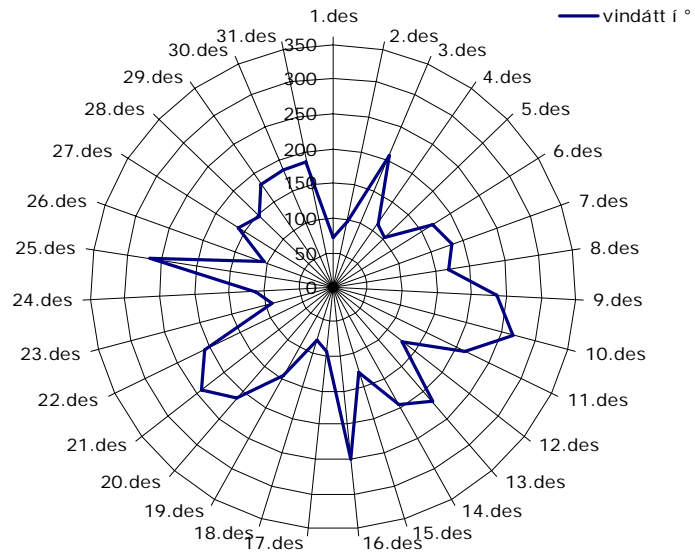
18. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Sifðumúla (stöð 126) fyrir desember árið 1971.



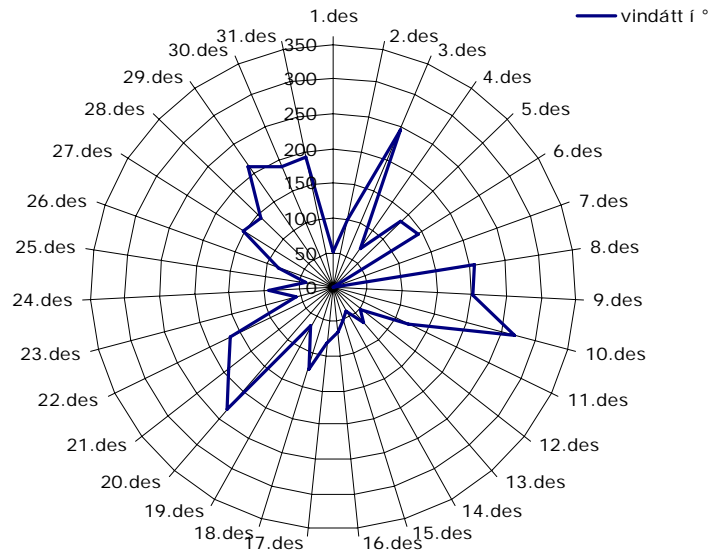
19. mynd. Vindhraði í Reykjavík (stöð 1) í desember árið 1971.



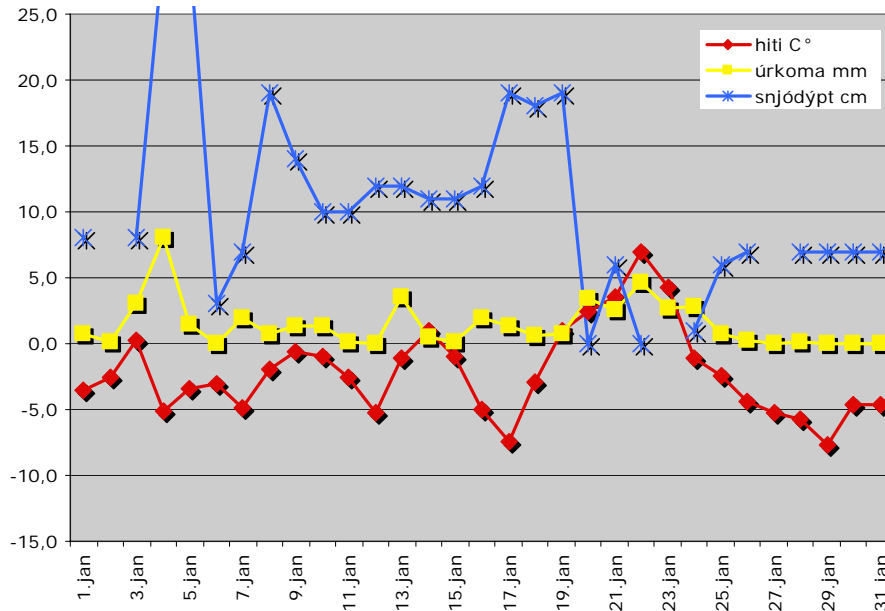
20. mynd. Vindhraði í Síðumúla (stöð 126) í desember árið 1971.



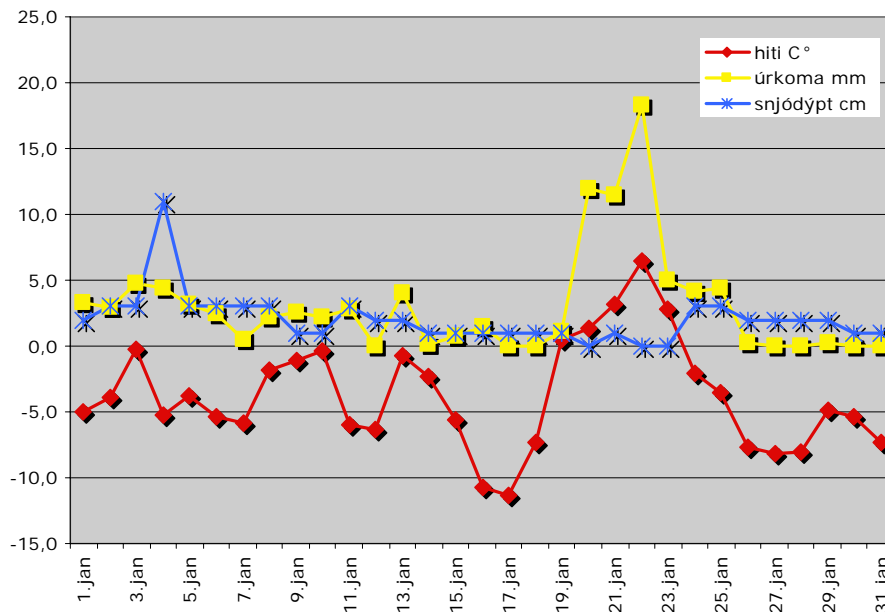
21. mynd. Vindrós fyrir Reykjavík (stöð 1) í desember 1971.



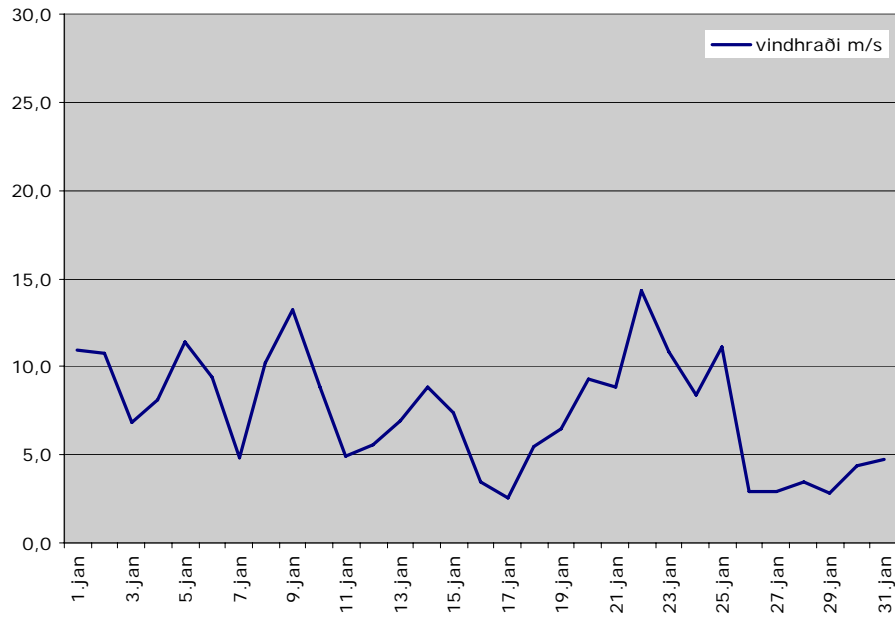
22. mynd. Vindrós fyrir Síðumúla (stöð 126) í desember 1971.



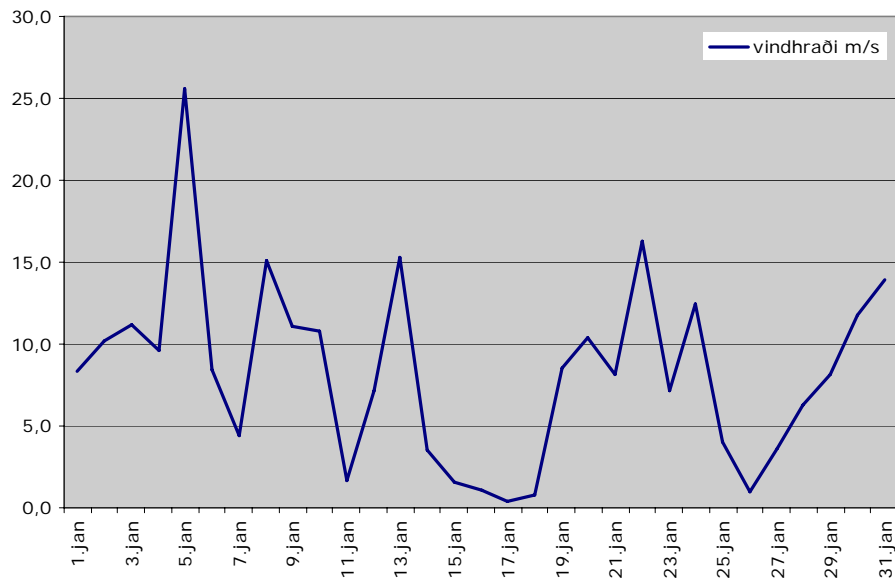
23. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Reykjavík (stöð 1) fyrir janúar árið 1983.



24. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Síðumúla (stöð 126) fyrir janúar árið 1983.

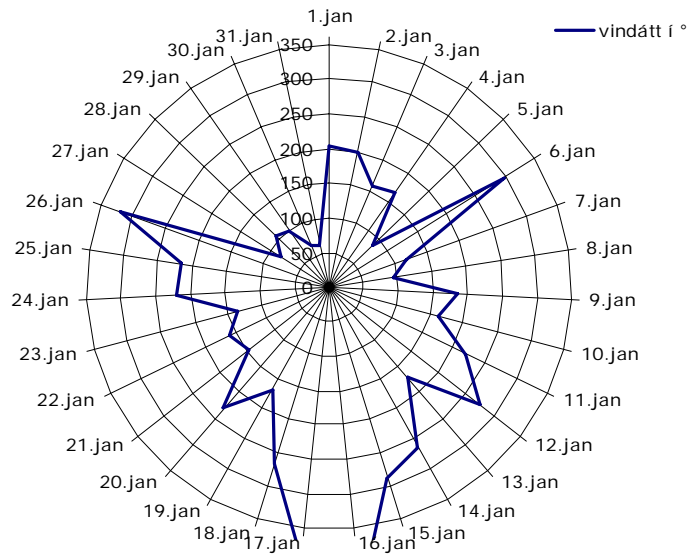


25. mynd. Vindhraði í Reykjavík (stöð 1) í janúar árið 1983.

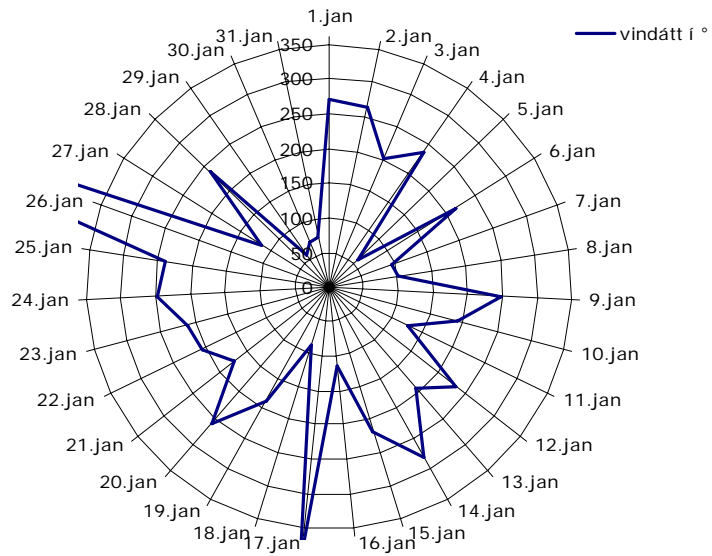


26. mynd Vindhraði í Síðumúla (stöð 126) í janúar árið 1983.

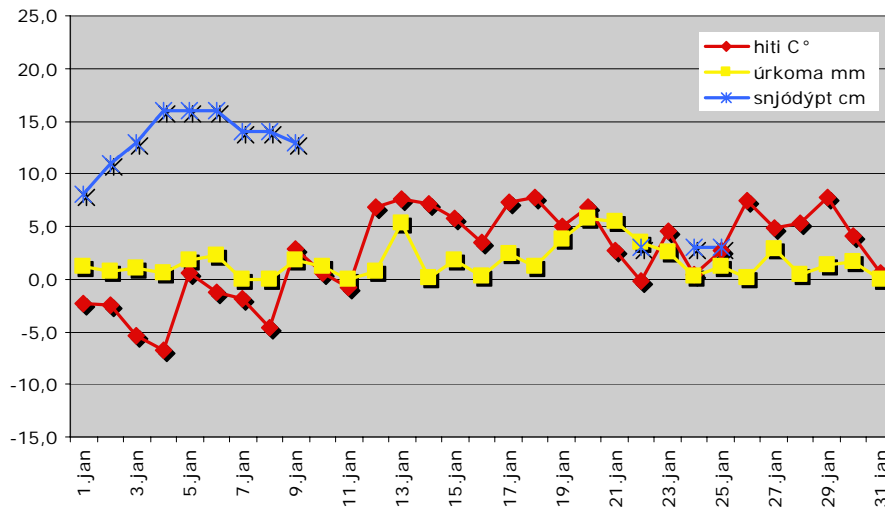




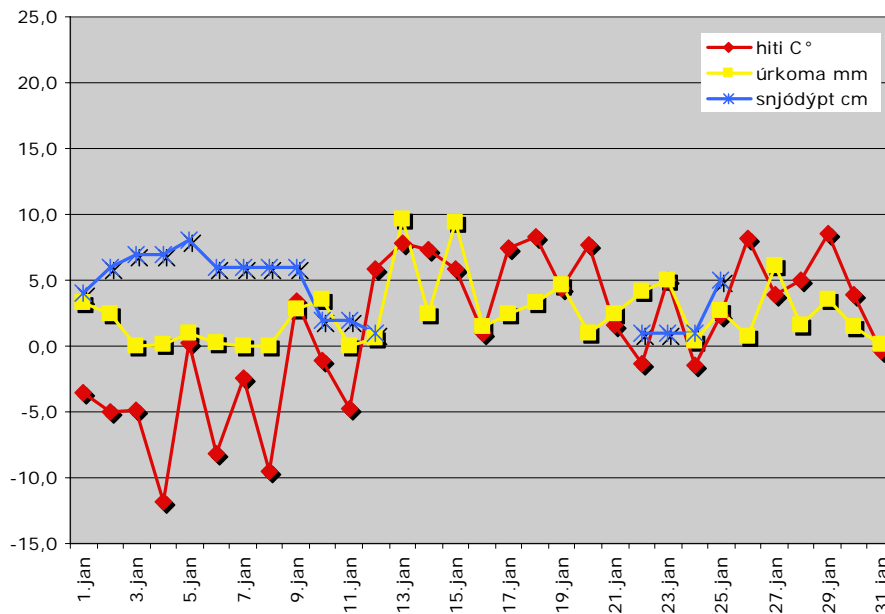
27. mynd. Vindrós fyrir Reykjavík (stöð 1) í janúar 1983.



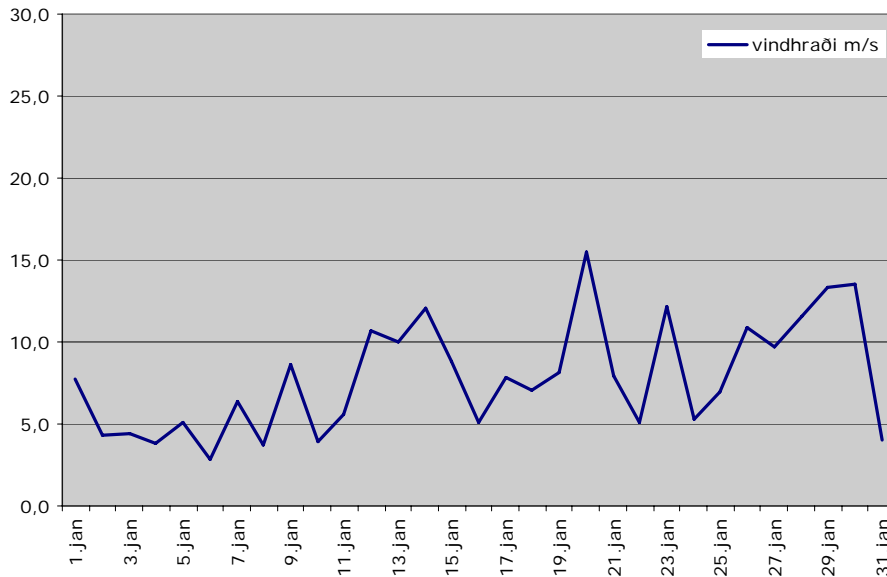
28. mynd. Vindrós fyrir Síðumúla (stöð 126) í janúar 1983.



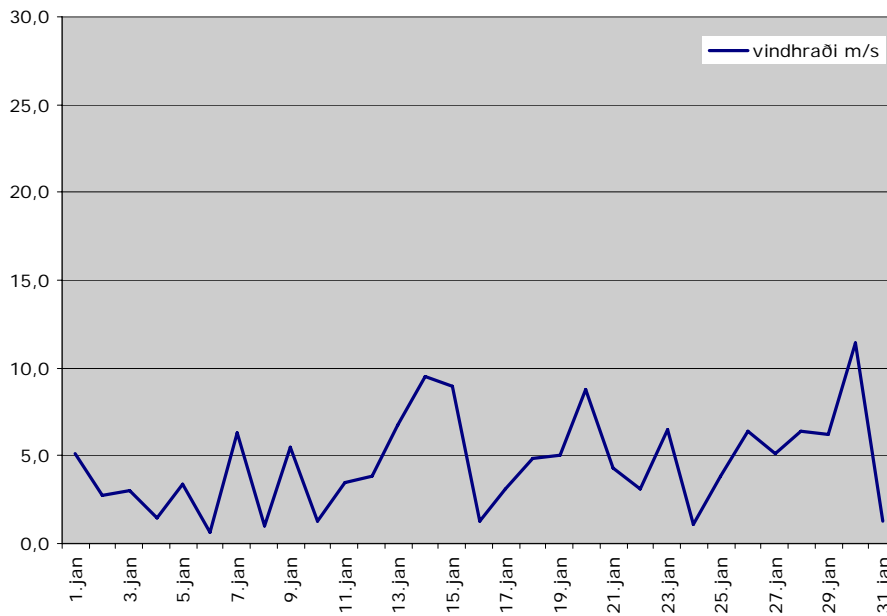
29. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Reykjavík (stöð 1) fyrir janúar árið 1992.



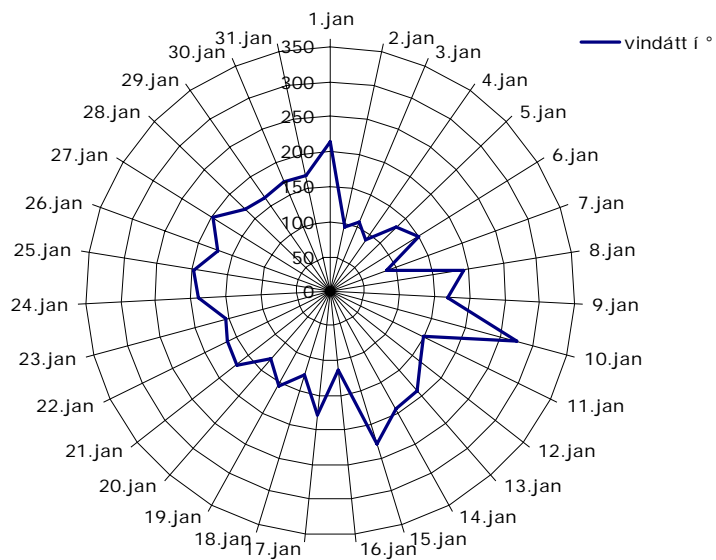
30. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Stafholtsey (stöð 108) fyrir janúar árið 1992.



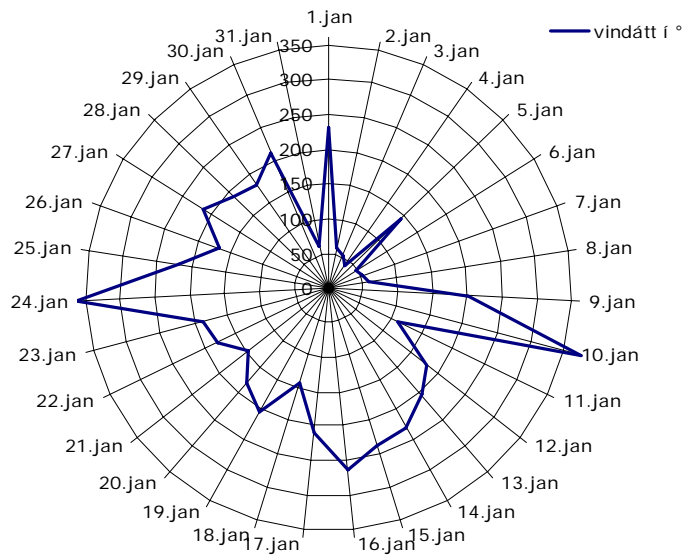
31. mynd. Vindhraði í Reykjavík (stöð 1) í janúar árið 1992.



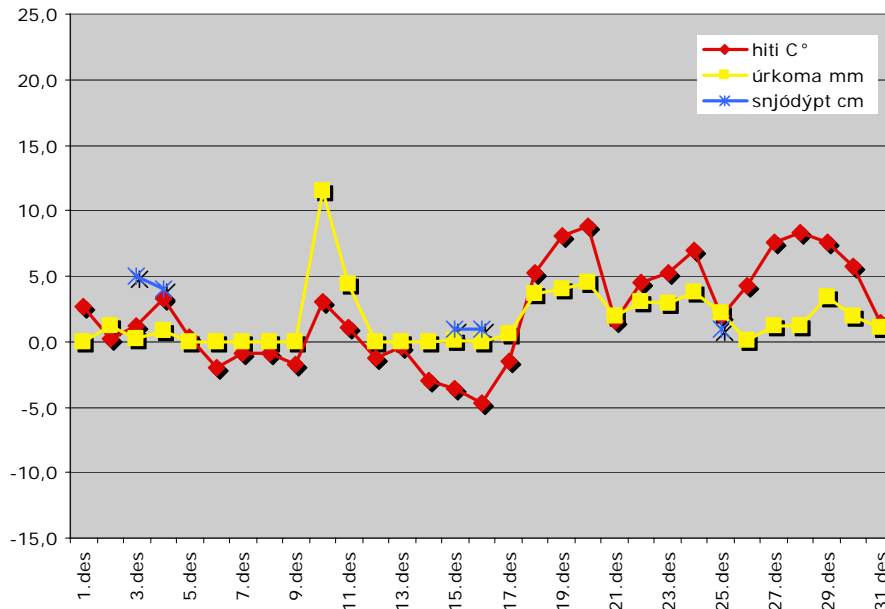
32. mynd. Vindhraði í Stafholtsey (stöð 108) í janúar árið 1992.



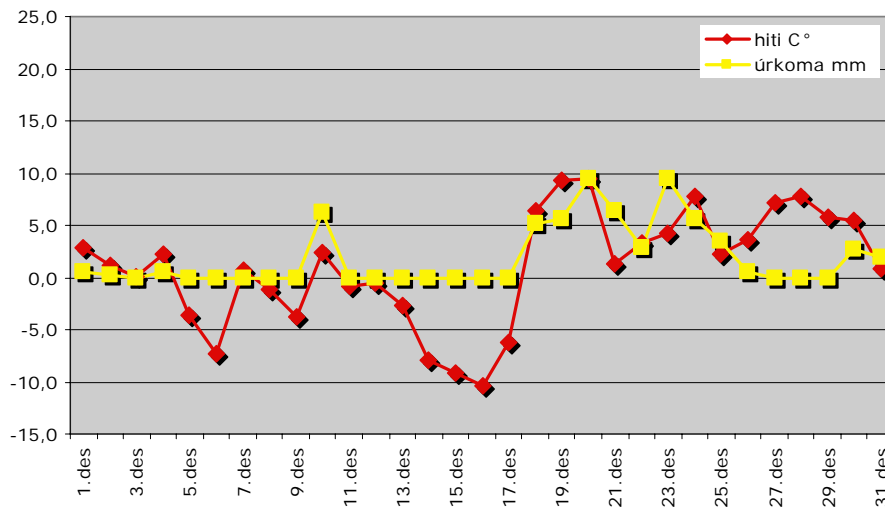
33. mynd. Vindrós fyrir Reykjavík (stöð 1) í janúar 1992.



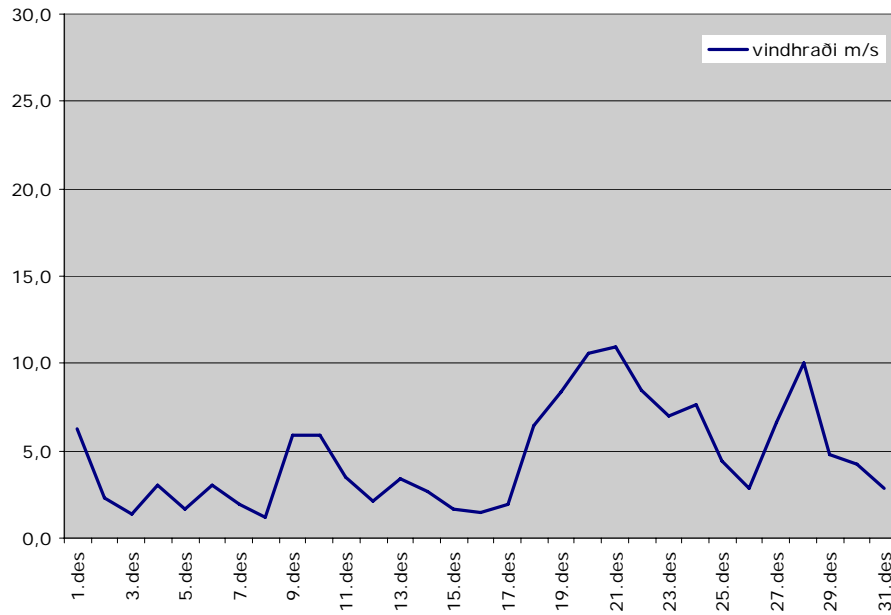
34. mynd. Vindrós fyrir Stafholtsey (stöð 108) í janúar 1992.



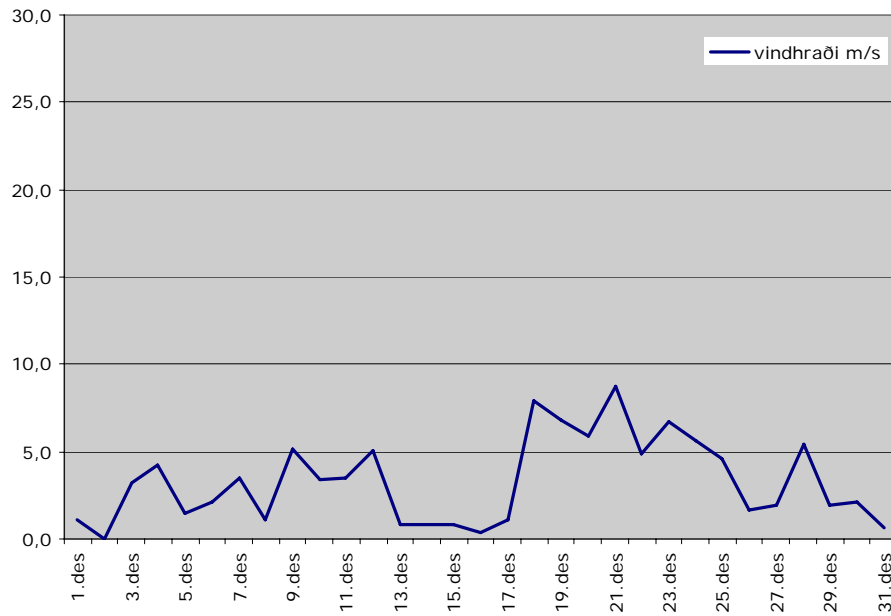
35. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Reykjavík (stöð 1) fyrir desember árið 2006.



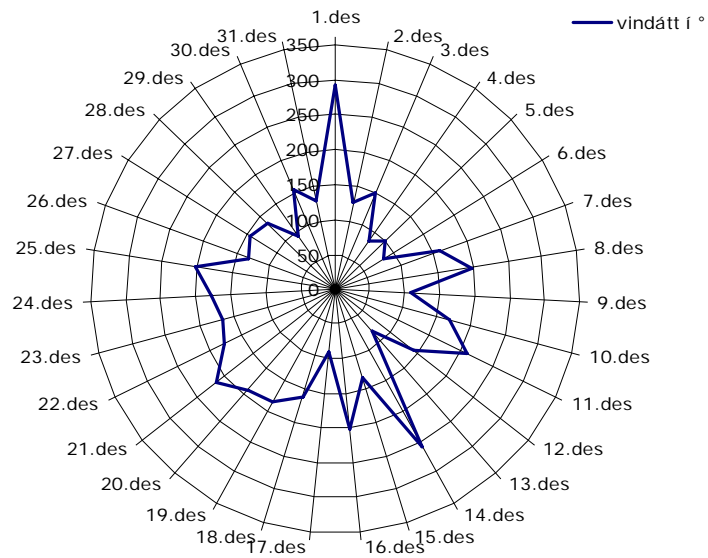
36. mynd. Lofthiti, úrkoma og snjódýpt í Stafholtsey (stöð 108) fyrir desember árið 2006.



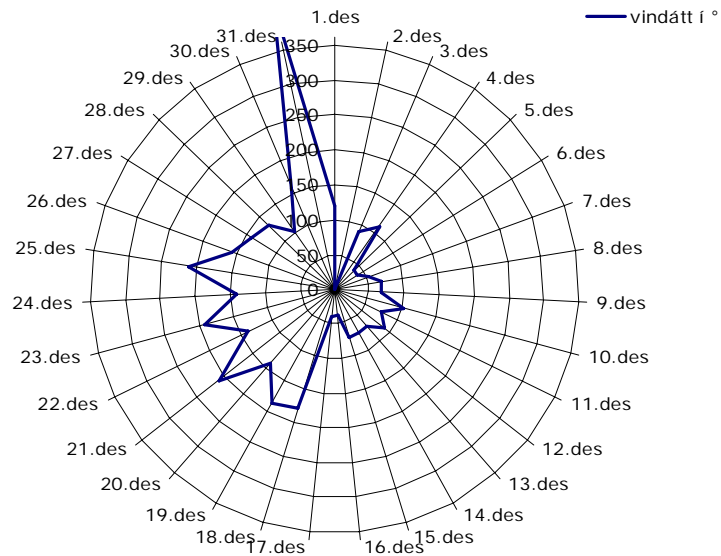
37. mynd. Vindhraði í Reykjavík (stöð 1) í desember árið 2006.



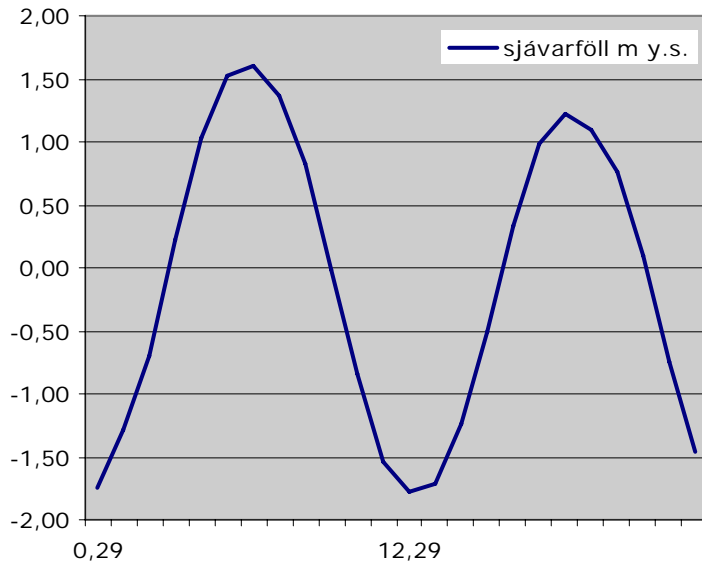
38. mynd. Vindhraði í Stafholtsey (stöð 108) í desember árið 2006.



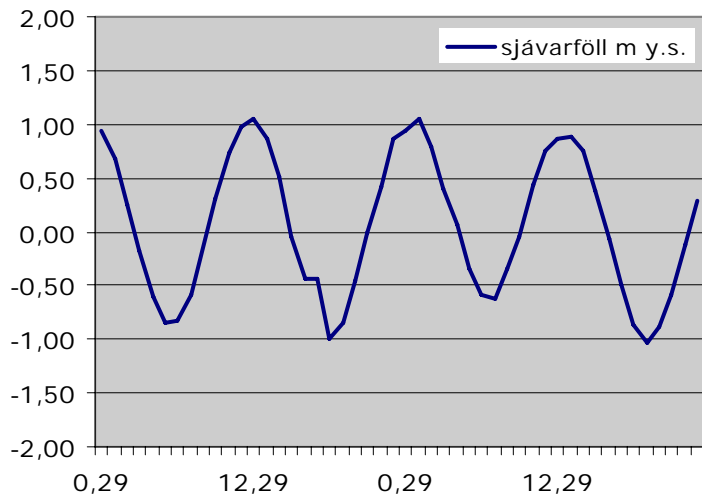
39. mynd. Vindrós fyrir Reykjavík (stöð 1) í desember 2006.



40. mynd. Vindrós fyrir Stafholtsey (stöð 108) í desember 2006.

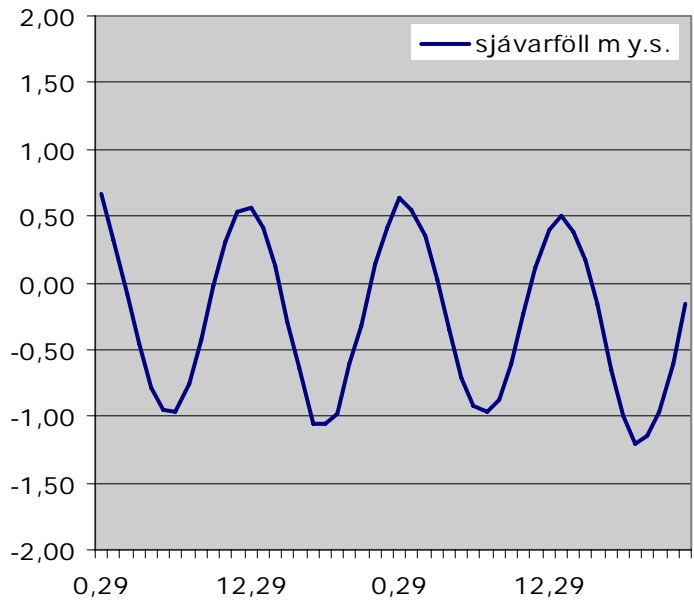


**41. mynd.** Sjávarföll í Borgarfirði þann 31. desember 1971. Sjávarhæð (y-ás) eru í landshæðarkerfi. Á x-ás er tímasetning sjávarfalla (0,29 stendur fyrir kl.00:29).

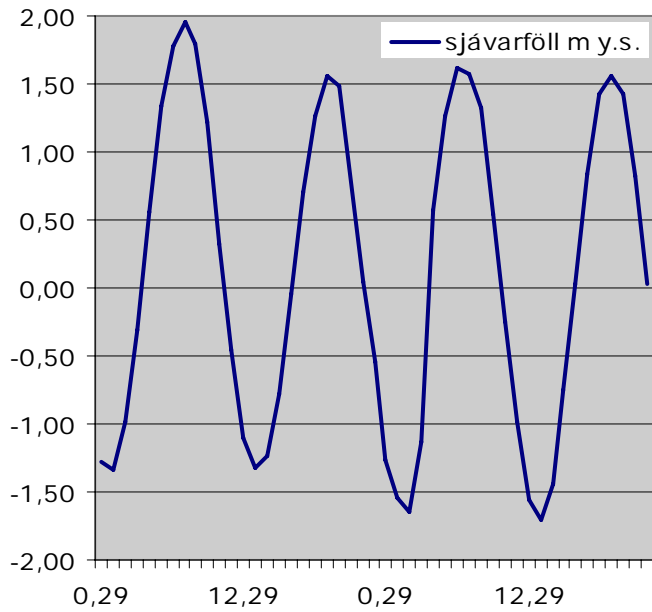


**42. mynd.** Sjávarföll í Borgarfirði þann 21. - 22. janúar 1983. Sjávarhæð (y-ás) eru í landshæðarkerfi. Á x-ás er tímasetning sjávarfalla (0,29 stendur fyrir kl.00:29).

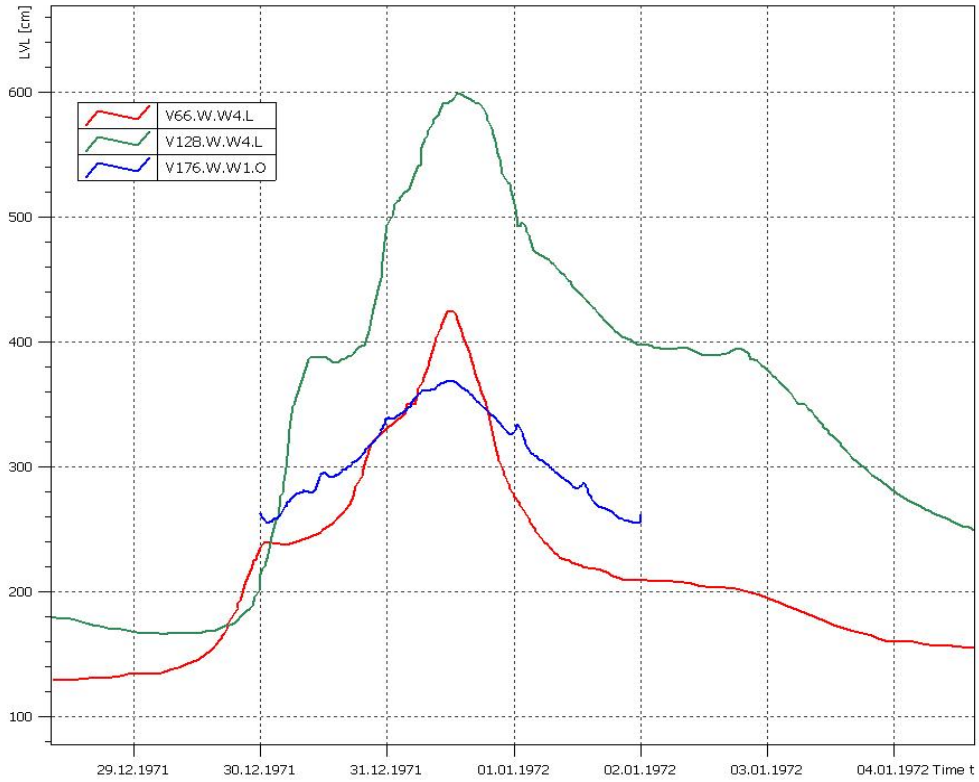




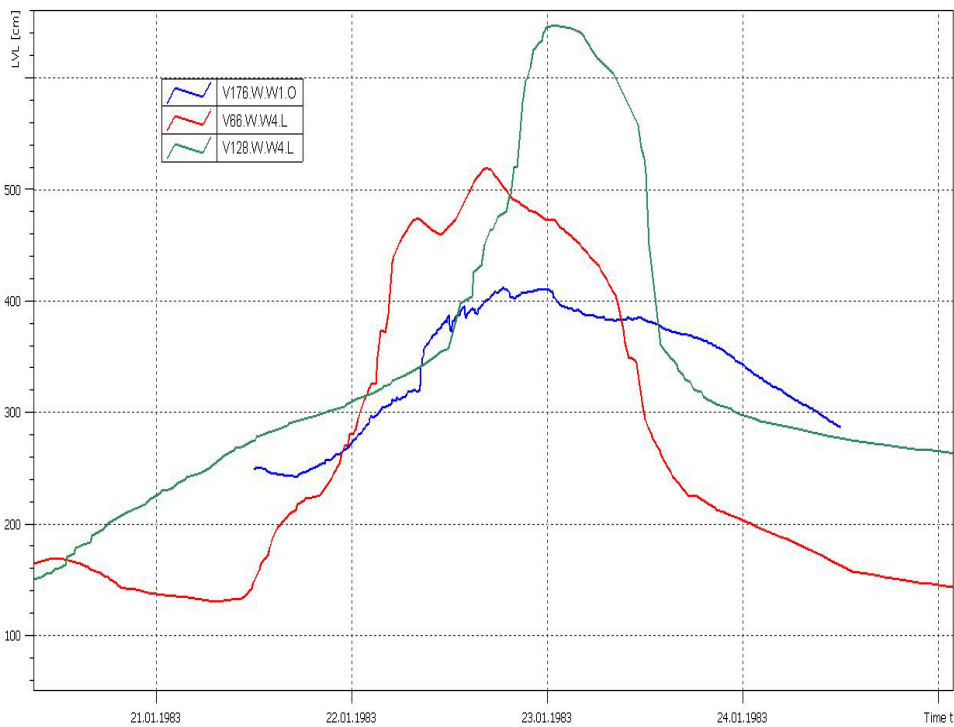
**43. mynd.** Sjávarföll í Borgarfirði þann 14. - 15. janúar 1992. Sjávarhæð (y-ás) eru í landshæðarkerfi. Á x-ás er tímasetning sjávarfalla (0,29 stendur fyrir kl.00:29).



**44. mynd.** Sjávarföll í Borgarfirði þann 21. - 22. desember 2006. Sjávarhæð (y-ás) eru í landshæðarkerfi. Á x-ás er tímasetning sjávarfalla (0,29 stendur fyrir kl.00:29).



45. mynd. Dæmi um það hvernig vatnshæð rís í flóðum. Samanburður á staðbundinni vatnshæð (y-ás) í flóðinu 31. desember 1971 (tími á x-ás). Vatnshæðarmælar 66 (rauð), 128 (græn) og 176 (blá).

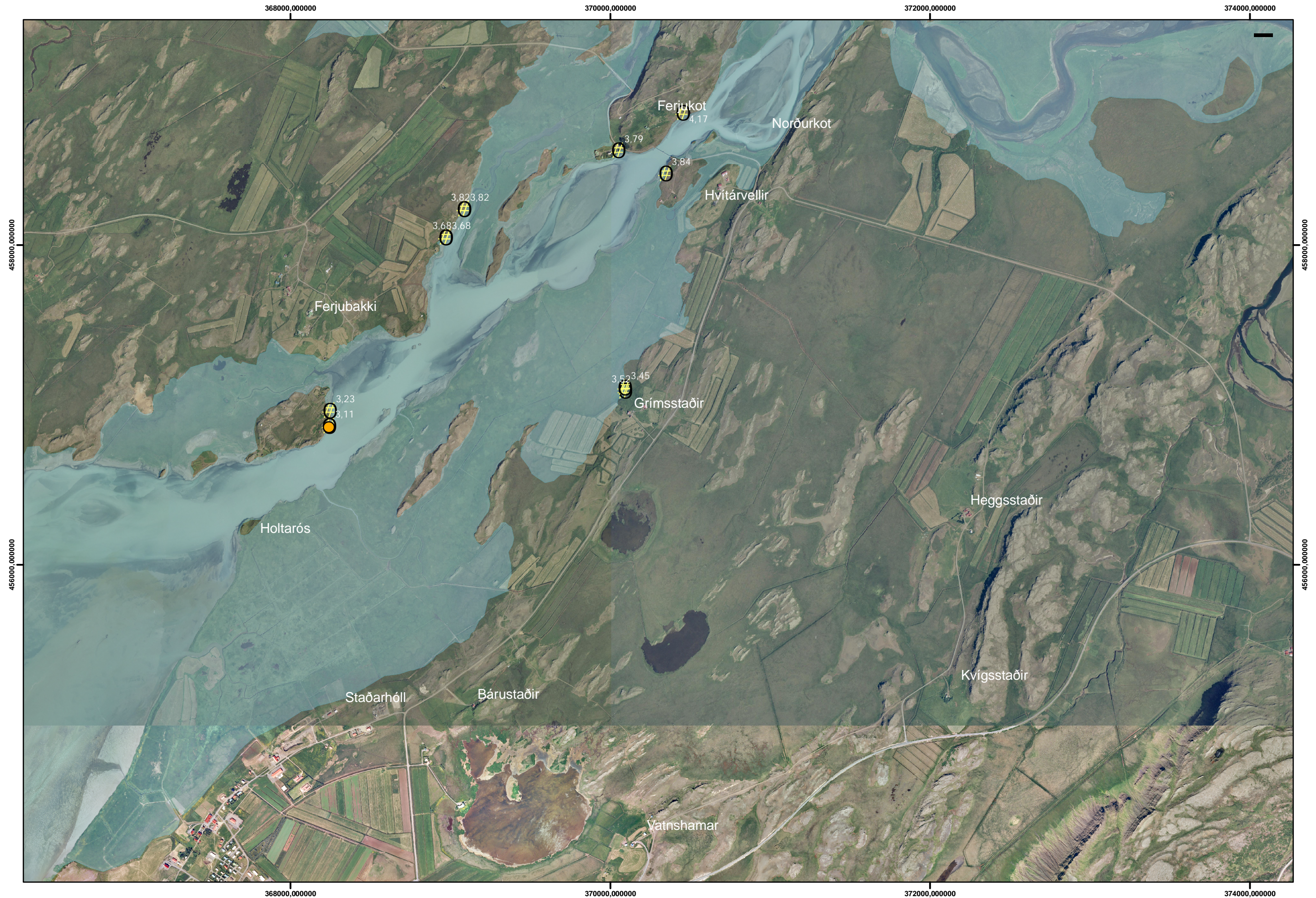


46. mynd. Annað dæmi um það hvernig vatnshæð rís í flóðum. Samanburður á staðbundinni vatnshæð (y-ás) í flóðinu 22. janúar 1983 (tími á x-ás). Vatnshæðarmælar 66 (rauð), 128 (græn) og 176 (blá).

### **5.3 Kort af útbreiðslu flóðs 2006**



# Kort 1 - Útbreiðsla flóðs 2006 fyrir neðri hluta Hvítár í Borgarfirði





# Kort 2 - Útbreiðsla flóðs 2006 við Ferjukot

370000,000000



370000,000000





### Kort 3 - Skipting flóðfara heimilda við Ferjukot og Hvítárvelli



**Heimild**

- VM, Alstöð
- VM, Geoexplorer
- VÍ, TSC1
- VM, ályktun
- landeigendur, munnleg heimild



# Kort 4 - Útbreiðsla flóðs 2006 í nágrenni fyrirhugaðrar hreinsistöðvar fráveitu við Hvanneyri





## 6 Umræður

Á korti 1 er útbreiðsla flóðsins 2006 sýnd með blárri flákapekju, sem nær yfir mest allt flatlendi á svæðinu. Vatnshalli í flóðinu sést þegar hæðatölur á kortinu eru skoðaðar, og er vatnshallinn niður farveginn. Langsnið af vatnshalla flóðvatnsins er sýndur á 1.mynd og er líklega ekki jafn mikill og mesti vatnshalli gæti verið í flóði. Nánar verður komið inn á það síðar í umræðum.

Á rannsóknarsvæðinu er einn bær sem sker sig úr hvað varðar alla þætti flóðahættu (hugsanlegt manntjón en búsmala- og eignatjón í meiri hluta) en það er Ferjukot. Kort eins og kort 2 í stærri mælikvarða af útbreiðslu flóðs 2006 við Ferjukot, er dæmi um hvernig má miðla upplýsingum til sveitarfélags og fleiri aðila sem sýni útbreiðsluna ítarlegar á þeim svæðum sem verða iðulega umflotin. Sá bær verður algjörlega umflottinn og fær flóðvatnið úr öllum áttum. Yfir Síkisbrýrnar, norðan af Ferjukoti, kemur flóðvatn úr Norðurá og flæðir yfir veginn að Hvítárbrú og í áttina að útihúsum Ferjukots en þau standa vestan við íbúðarhúsin (sjá kort 2). Austan við Ferjukot liggur Hvítá og þegar hækkar í henni kemur flóðvatn upp að eldra íbúðarhúsinu og þar flæðir gjarnan inn í kjallara þegar mikil flóð verða eða aðrir þættir hafa áhrif á vatnshæð, sjá nánari umfjöllun síðar í þessum kafla.

Til að skoða áreiðanleika gagnanna sem sýna útbreiðslu flóðsins er uppruni þeirra skoðaður og hverjum flokki uppruna gefinn ákveðinn litur (sjá kort 3). Þannig má skoða línuþekjuna flóðför og athuga hversu stór hluti þekjunnar er ályktun á móti GPS mældum flóðförum og munnlegum heimildum landeigenda. Eins og gefur að skilja eru það GPS mæld flóðför sem eru áreiðanlegust þar sem þau sýna staðsetningu reks eftir flóðið og gefa þar með bestu mynd af vatnshæð á meðan flóðinu stóð. Munnlegar heimildir landeigenda eru síðan áreiðanlegri en ályktun þar sem landeigendur upplifa flóðin í sínu umhverfi og eru staðkunnugir á meðan ályktun byggir alfarið á hæfni þess sem vinnur með gögnin í ArcGIS að túlka útbreiðslu flóðsins, útfrá fyrirliggjandi flóðförum þekjunnar, hæðarlínum og landslagi

myndkortanna.

Eftir flóðið 2006 varð mikil umræða á Suðurlandi um skipulag á flóðasvæðum vegna samþykkt skipulags frístundabyggðar á flóðasvæði á Skeiðum. Á rannsóknarsvæðinu, sem er í Borgarbyggð, eru engar skipulagðar framkvæmdir nema deiliskipulag hefur verið

samþykkt fyrir hreinsistöð fráveitu á Hvanneyri (Borgarbyggð, 2008). Á korti 4 er svæðið þar sem fyrirhugað er að hreinsistöðin rísi og áætluð útbreiðsla flóðsins 2006. Sé flóðhæð við Ferjukot (sjá 2.töflu) skoðuð í samhengi við hæðir á lóðar hreinsistöðvarinnar (sjá 3.töflu) er greinilegt af mældum flóðhæðum við Ferjukot að

**3. tafla.** Hæðir fyrirhugaðrar hreinsistöðvar fráveitu á Hvanneyri. Hæðir eru í landshæðarkerfi.

Hreinsistöð fráveitu á Hvanneyri	
	m y.s.
Hæð lóðar	5 - 5.40
Hæð tjarnarbakka	5 - 5.40
Vatnshæð settjarnar	3.35

flóðið 2006 er ekki það mesta sem hefur orðið á svæðinu og því er það spurning hvort lóð hreinsistöðvar sé of neðarlega miðað við hver flóðhæð getur orðið í 50 ára flóðum (árið 1971), auk þeirra áhrifa sem sjávarflóð og áhlaðandi vindur hafa á vatnshæð og halla. Er það mat höfundar að hreinsistöðin sé ekki í neinni teljandi hættu en hafa verði í huga að frá því mælingar á vatnsborði hófust í Borgarfirðinum (árið 1951 í Hvítá við Kljáfoss) hafa ekki verið skráð stærstu flóðin sem eru með 100 ára endurkomutíma. Nánar verður farið í flóðhæðir nokkurra sögulegra flóða hér að neðan en það skal bent á hér í þessu samhengi að flóð með 50 ára endurkomutíma mældust í Hvítá árið 1983 en í Norðurá árið 1970 (Páll Jónsson o.fl., 1999).

Niðurstöður landlíkanagerðar af neðri hluta Hvítár í Borgarfirði má sjá á 16.mynd. Gerð var athugun á því hvort landlíkan, gert eftir hæðarlínunum með fimm metra bili, væri nógu nákvæmt til að hægt væri að áætla útbreiðslu sögulegra flóða með flákapekju lagt ofan á líkanið. Vatnsflákinn á myndinni var útbúinn með sömu hæðargildi og GPS mælingar á flóðhæðum 2006 (hæð við hæla) sögðu til um og til samanburðar við flákann var línupekjan flóðför sett ofan á. Eins og sést á myndinni er útbreiðslan með vatnsflákanum töluvert grófari en flóðfaralínan segir til um. Samkvæmt vatnsflákanum náði flóðið 2006 t.a.m. að flæða yfir bæjarstæði Hvítárvalla en það er vitað að vatn náði ekki upp á hæðina sem húsin standa á. Niðurstöður þessarar athugunar leiða þar með í ljós að líkan gert eftir fimm metra hæðarlínunum er ekki nægjanlega nákvæmt til að áætla útbreiðslu flóða á svo flötu landi. Til þess þarf hæðarlínur með meiri nákvæmni, allt niður í eins meters bil milli hæðarlína, til að fá fram raunverulega lögun landsins. Til að fá slík gögn þyrfti að mæla hæðir í landinu, með GPS tækjum, með stuttu millibili. Til að fá raunmynd af hæðarbreytileika svæðisins þyrfti að mæla í þó nokkrum þversniðum. Í öflun slíkra gagna felst gríðarleg vinna sem ekki var lagt í til þessa B.Sc. lokaverkefnis.

Niðurstöður verkefnisins leiddu í ljós að þörf er á nákvæmum landmælingum á flatlendi Borgarfjarðar þar sem flóðvatn fer um, svo hægt sé að gera TIN hæðarlíkan með eins meters nákvæmni af svæðinu og áætla hámarks útbreiðslu flóða útfrá þeim gögnum sem til eru um söguleg flóð í Borgarfirði. Niðurstöður af því tagi ásamt upplýsingum um útbreiðslu flóðsins 2006 væri hægt að gera aðgengilegar almenningi á heimasíðu Vatnamælinga Orkustofnunar, líkt og þekkist í Bretlandi og var fjallað um í kaflanum: Staða þekkingar. Þar er keyrt áfram mjög öflugt vöktunarkerfi með veðurfarsgögnum og landupplýsingum og viðvaranir gefnar út samkvæmt eftir þar til gerðu kerfi.

Við samanburð á sögulegum flóðum var ákveðið að skoða flóð á síðustu áratugum og varð elsta flóð, sem tekið var með, árið 1971. Þó var gerð tafla með yfirliti yfir flóð í Borgarfirði frá árinu 1926-1992 til að gera grunn af skráningu heimilda um flóð á svæðinu (sjá viðauka 2). Í 1. og 2.töflu má sjá sögulegar flóðhæðir í staðbundnum mælikvarða fyrir vatnshæðarmæla 66, 128 og 176. Eins er reiknað og mælt rennsli fyrir sömu flóð, sem eru á árunum 1971, 1983, 1992 og 2006. Flóðið árið 1971 er nefnt „stórofsinn“ (Sigurjón Rist, 1973) og telst vera 50 ára flóð í Hvítá. Árið 1983 virðist vera síðasta stóra flóðið sem orðið hefur í Hvítá með jakaburði, og varð mikið tjón af völdum þessa flóðs (Þórólfur Sveinsson og Sigríður Inga Kristjánsdóttir, ábúendur í Ferjubakka 2, munnleg heimild, 11.mars 2008). Flóðið sem varð níu árum seinna, árið 1992, var ekki eins mikið og flóðið 1983 en engu að síður með stærri þekktum flóðum á svæðinu og var tjón talsvert þó enginn jakaburður hafi verið. Að lokum er það marg

umtalað flóð árið 2006, sem olli mestum usla á Suðurlandi, en er í hópi stærri flóða í Borgarfirðinum.

Í 1.töflu má sjá að flóðin 1983, 1992 og 2006 ná ekki hámarki á sama tíma við vatnshæðarmæla 66 og 128, en hægt er að skýra þann mun að hluta til með staðsetningu mælanna. Vatnshæðarmælir 66 við Kljáfoss í Hvítá er lengra inn í firðinum en vatnshæðarmælir 128 við Stekk í Norðurá og því mælist flóð fyrr við Kljáfoss en við Stekk í einhverjum tilvikum. Rennslistölur eru samkvæmt þeim rennslislyklum sem nú eru í gildi fyrir sitt hvorn mælinn og af þeim má lesa að hæsta vatnshæð og rennsli í Hvítá af þessum sögulegu flóðum var árið 1983, en árið 2006 var hæsta vatnshæð og rennsli skráð í Norðurá.

Vatnshæðarmælir 176 við Ferjubakka var í rekstri á meðan flóð urðu árin 1971 og 1983 og eru til gögn um vatnshæð þau árin (sjá 2.töflu) og síðan nú eftir haust 2007. Rennsli við Ferjubakka, fyrir öll þessi sögulegu flóð sem voru til skoðunar, var áætlað með jöfnu sem var til umfjöllunar í kaflanum gögn og aðferðir. Með henni var hægt að áætla rennsli í neðri hluta Hvítár út frá rennslisgögnum vatnshæðarmælis ofar í vatnasviðinu. Þar sem enginn rennslislykill hefur verið útbúinn fyrir vatnshæðarmæli 176 er ekki hægt að áætla eldri flóðhæðir út frá gögnum annarra vatnshæðarmæla né útreikningum á rennsli á svæðinu.

Til að fá einhverja hugmynd um vatnshæð sögulegra flóða voru flóðhæðir skoðaðar við Ferjukot (sjá 2.töflu) þar sem flóðvatn hefur náð upp á vegg í útihúsa. Hæðin fyrir flóðið 1971 var samkvæmt Sigurjóni Rist (1973), flóðhæð 1983 var mæld eftir munnlegri heimild Þorkels í Ferjukoti, flóðhæð 1992 var mæld eftir mynd í blaðagrein (Landsbókasafn, 2008) og flóðhæð 2006 var mæld samkvæmt flóðförum við Ferjukot. Niðurstöður sýna að hæstu flóðhæðir við Ferjukot voru árin 1971 og 1983. Sökum uppruna heimilda og óáreiðanlegra aðferða ber að taka þessum niðurstöðum með varúð, þær gefa hugsanlega ekki rétta mynd af stærðargráðu flóðanna við Ferjubakka og Ferjukot. Hins vegar gefa þær einhverja mynd af flóðunum og er það niðurstaða í sjálfu sér þar til áreiðanlegri mælingar gefa aðra niðurstöðu. Flóðið 1971 telst til 50 ára flóðs eins og áður hefur verið nefnt og því má áætla að slíkt flóð endurtaki sig innan 10-20 ára og væri hægt að gera nákvæmar mælingar á flóðhæð í því flóði til samanburðar við áætlaðar sögulegar flóðhæðir.

Þeir veðurfarsþættir sem orsaka vetrarflóð eru snögghitun og aukin úrkoma. Asahláka verður í slíku veðri og afrennsli eykst á skömmum tíma á vatnasviðinu. Á 17. – 40. mynd má sjá línurit og vindrósir fyrir veðurstöð 1 í Reykjavík, 126 í Síðumúla og 108 í Stafholtsey fyrir þá mánuði sem flóðin urðu árin 1971, 1983, 1992 og 2006. Alls eru sex myndir fyrir hvert ár, þrjár frá stöð 1 og síðan þrjár annað hvort frá stöð 126 eða 108. Fyrra línuritið sýnir dagsgildi lofthita, úrkomu og snjódýptar og það síðara sýnir vindhraða á svæðinu. Vindrósir sýnir vindátt í gráðum fyrir hvern dag þess mánaðar sem um ræðir.

Til að skoða vind í samhengi við sjávarstöðu og fá þannig mynd af stöðu sjávar á mótí flóðvatni í neðri hluta Hvítár er sjávarfallalínurit fyrir þann dag sem flóð var á áður nefndum árum (sjá 41. - 44. mynd).

Af línuritum 17 – 20 fyrir árið 1971 má lesa mikla aukningu lofthita í Reykjavík og Síðumúla nokkrum dögum fyrir flóðið þann 31. desember. Úrkoma hefur verið töluvert meiri við Síðumúla en í Reykjavík og var tæplega 15 mm daginn sem flóðið varð. Vindur var ekki sérlega hvass en áhlaðandi var suð-suðvestan átt en þá stendur vindur af sjó í Borgarfirðinum. Á þeim tíma sem flóð verður við vatnshæðarmæla 66 og 128 er stórstreymisfjara neðar í Borgarfirðinum en það fer að flæða að eftir kl.12:29 og nær stórstreymisflóð hámarki kl.18:29. Það má því álykta að sjávarföll hafi dregið eitthvað úr vatnshalla og rennslisraða flóðvatnsins.

Fyrir árið 1983 eru það línurit 23 - 26. Munur á milli Reykjavíkurstöðvar og Síðumúla er aftur varðandi úrkomumagn. Snjóhula var lítil sem engin við Síðumúla. Lofthiti eykst á báðum stöðum rétt fyrir 22. janúar en úrkoman stígur mun hærra í Síðumúla sem sýnir það hversu úrkomusamt er á vatnasviði Hvítár yfir veturinn. Úrkomugildi daganna 20.-21. janúar í Síðumúla er um 12 mm en 22. janúar fer hún í 18 mm. Vindur er heldur meiri en þegar flóð varð árið 1971 eða 16 m/s við Síðumúla og vindáttin 22. janúar er suð-suðvestan sem gefur sömu niðurstöðu og fyrir flóðið árið 1971. Þann dag sem flóðið verður árið 1983 er ekki stórstreymi og þegar vatnshæð nær hámarki við Kljáfoss er að flæða að í neðri hluta Hvítár og tveimur tímum síðar er flóðatoppur sjávarstöðu. Vatnshæð nær hámarki við Stekk í Norðurá kl.19:00 en þá er einmitt lágstreymisfjara og sjávarflóðatoppur kemur ekki fyrr en eftir miðnætti.

Árið 1992 voru ekki athuganir á veðri í Síðumúla en komin var í rekstur veðurathugunarstöð við Stafholtsey. Þó að önnur stöð sé til athugunar í Borgarfirðinum er það enn áberandi að sveiflur í lofthita eru meiri yfir veturinn í Borgarfirðinum en í Reykjavík og það sama má segja um úrkomuna en hún er oft ívið meiri í Borgarfirðinum. Þann 12. janúar snögghitnar í Stafholtsey og úrkoma eykst í kjölfarið. Flóðatoppur við vatnshæðarmælana eru ekki sama dag þennan flóðamánuð. Norðurá með dragaréinkenni sín tekur strax viðbragð og rís vatnsborðið mjög hátt á stuttum tíma þann 14. janúar á meðan vatnsborð fer stigvaxandi í Hvítá og nær hámarki þann 15. janúar. Vindur í Stafholtsey var 9 m/s 14.-15. janúar og vindátt var suðvestan og stóð af sjó inn neðri Hvítána. Það var hins vegar ekki stórstreymi heldur lágstreymi og fjara þegar flóð verða við vatnshæðarmælana.

Í inngangnum var fjallað um veðurfar fyrir flóðið 2006 út frá veðurfarsgögnum frá Hvanneyri. Veðurathuganir í Reykjavík og Stafholtsey segja nánast sömu söguna. 18. desember hlýnar snögglega eftir frostakafli og úrkoma nær hámarki 20. desember. Aðfaranótt 21. desember og í morgunsárið nær flóðhæð hámarki við báða vatnshæðarmæla. Engin snjóhula var mæld í Stafholtsey og vindur um 9 m/s. Vindátt var suð-suðvestan og því stóð af sjó en stórstreymi var 20.- 21. desember. Aðfaranótt 21. desember kl.02:29 var stórstreymisfjara og kl.07:29 náði stórstreymisflóð hámarki með sjávarhæð uppá 1.5 m y.s. Má álykta að stórstreymi og áhlaðandi hafi haft töluverð áhrif á vatnshalla og rennslisraða í flóðinu 2006.

Áhrif loftslagsbreytinga hafa ekki bara haft áhrif á ísmyndun heldur líka hlýnun og hækun sjávar. Hér á landi hækkar sjávarstaða um 1 – 2.5 mm á ári vegna hlýnunar loftslags og landsigs (Ólöf R. Káradóttir, 2005). Áhrif sjávarfalla gætir í það minnsta

upp að vatnshæðarmæli 176 við Ferjubakka eins og sjá má á 45.mynd sem sýnir vatnshæð við Ferjubakka í desember 1971. Sjávarhæð kemur mjög greinilega fram í gögnum gamla mælisins og þess nýja, en gögn úr honum má skoða í vöktunarkerfi Vatnamælinga Orkustofnunar sem er aðgengilegt af heimasíðu stofnunarinnar, [www.vatn.is](http://www.vatn.is).

Skemmdir af völdum flóða hér áður fyrr voru að mestu vegna jakaburðar en slíkt hefur ekki gerst í þó nokkur ár. Nú er það hækkandi sjávarborð og meiri öfgar í veðurfari sem ábúendur við neðri hluta Hvítár í Borgarfirði þurfa að hafa áhyggjur af í framtíðinni. Þeir bæir sem eru lágt staðsettir í landslaginu, eins og Ferjukot, þurfa sérlegra athugana við því þeir hafa iðulega verið umflotnir í stórum flóðum til dagsins í dag og á því verður engin breyting. Á landsvæði, líkt og það sem er við neðri hluta Hvítár í Borgarfirði, þar sem halli lands er mjög lítill skiptir hver centimeters hækkun á vatnsborði máli. Með þessu verkefni var einungis lagður grunnur að þeirri vinnu sem þarf að inna af hendi til þess að skila ítarlegum upplýsingum um flóð á svæðinu til sveitarfélagsins Borgarbyggðar og annarra aðila sem eiga hagsmuna að gæta, eins og ábúendur á svæðinu og Vegagerð ríkisins.

Að lokum eru á 45. og 46.mynd tímaraðir vatnshæðarmæla 66, 128 og 176 úr Wiski, sem sýna flóðhæð í staðbundnu hæðarkerfi (cm). Greina má áhrif sjávarfalla í ferli vatnshæðarmælis 176 á 45.mynd sem litlar, reglulegar sveiflur sitt hvoru megin við flóðatoppinn. Á sömu mynd sést að það tók lengri tíma fyrir Norðurá, vatnshæðarmæli 128, að ná fyrri vatnshæð sinni en Hvítá.

Í kjölfar flóðsins 2006 var bætt við vatnshæðarmælum í vöktunarkerfi Vatnamælinga Orkustofnunar og var mælir 128 við Stekk, Norðurá tekinn inn í flóðavöktunarkerfið. Nú þegar ljóst er að Vatnamælingar Orkustofnunar og Veðurstofa Íslands verða að einni stofnun árið 2009 koma kraftar þeirra sem vöktunaraðilar veðurs og vatns (auk jarðar og elds) til með að eflast. Með upptöku Vatnatilskipunar Evrópusambandsins og löggjöf vegna nýrrar stofnunar, Veðurstofu Íslands, verður hlutverk hennar sem vöktunaraðili vatns og lofts skýrt afmarkað, sem og öflun og varðveisla gagna um ýmsa þætti náttúrunnar og þau gerð aðgengileg á heimasíðu stofnunarinnar. Þar með eykst aðgengi almennings að upplýsingum er tengjast m.a. flóðum og kemur í veg fyrir að þekking á flóðasögu landsvæðis glatist.

Á Suðurlandi skiptir upplýsingamiðlun af þessu tagi gríðarlega miklu máli vegna skipulags. Mikið þéttbýli er í nágrenni Hvítár, á Skeiðum og niður á ósum Ölfusár. Mikil uppbygging frístundabyggðar á svæðinu kallar á að greinagóðar upplýsingar séu til staðar um útbreiðslu flóða á svæðinu. Á láglandi Borgarfjarðar, m.a. á bökkum Norðurár og Hvítár, er þetta meiri spurning um að fá tæki til að spá fyrir um hvenær vegurinn fer í sundur og hvort ábúendur lágtliggjandi bæja eins og í Ferjukoti eigi að bera sig eftir dælu. Engin byggingaráform eru á flóðasvæðum Borgarfjarðar, hvorki frístundarbyggð né annað sem stafar hætta af flóðum.

Það er mat höfundar að þetta verkefni beri að vinna áfram svo ábúendur í Borgarfirði geti fengið vitneskju um það, hvort það sé von á flóði sem setji samgöngur úr skorðum eða flæði inn í hús. Með öflugum vöktunarkerfi þeirra veðurfarsþátta sem orsaka flóð

ásamt vatnshæðarmælingum, má gefa út flóðaspár með ákveðnum fyrirvara. Miðlun gagna til almennings í gegnum veraldarvefinn fer ört vaxandi og er upplýsingamiðill sem kæmi að góðum notum fyrir ýmsa aðila. Er ókunnugur sem flytur á flóðasvæði Borgarfjarðar að taka ákvörðun um staðsetningu íbúðarhúss eða annarra húsa vitandi vits eða án vitneskju um útbreiðslu flóða á svæðinu? Gagnavefsjá með upplýsingum um flóð á hinum ýmsu flóðasvæðum landsins myndi koma í veg fyrir að slík spurning myndi vakna.

Með þessu verkefni eru lögð fram kort sem sýna útbreiðslu flóðsins 2006 á neðri hluta Hvítár í Borgarfirði (sjá kort 1 – 4). Þessi kort ásamt öðrum niðurstöðum verkefnisins eru fyrstu skrefin í skráningu flóða í Borgarfirði. Eitt kort til viðbótar er látið fylgja með sem Viðauki 1, en það kort sýnir svæði norðaustur af neðri hluta Hvítár, því svæði sem var til athugunar. Á kortinu má sjá Flóðatanga og Hvítárbakka, bæi sem iðulega verða umflotnir og flæðir jafnvel inn í útihús og íbúðarhús þegar stórflóð verða. Þörf er á frekari heimildaöflun á flatlendi við flóðaár Borgarfjarðar á þeim stöðum sem þekkt er að flæði um og þar sem byggð er eins og við Flóðatanga, Hvítárbakka og sumarbústaðabyggð sem stendur við Norðurá, Galtarholt og Auðsholt. Þetta verkefni væri þá til grundvallar fyrir áframhaldandi vinnu við að skrá upplýsingar um flóð í Hvítá í Borgarfirði og þverám hennar.

## 7 Lokaorð

Eins og kom fram í umræðukaflanum var flóðið 2006 ekki það stærsta sem komið hefur í Hvítá í Borgarfirði og því má búast við stærri flóðum á svæðinu í framtíðinni. Standist endurkomutími stærstu flóðanna má búast við 50 ára flóði eftir 10 – 20 ár, sem myndi svipa til flóðsins 1983. Síðustu 10 – 15 ár hafa frostakaflar ekki verið nægilegir til að árnar leggi og þ.a.l. hafa engir jakaburðir orðið þegar sviptingar verða í veðri og úrkomu- og leysingaflóð koma.

Möguleiki er á því að með hækkandi sjávarborði og veðurfarsbreytingum vegna hlýnunar loftslags, komi áhrif þessara þátta á flóð til með að breytast með tíð og tíma. Slíkar breytingar gætu haft mikil áhrif á svæðum sem standa lágt yfir sjó líkt og við neðri hluta Hvítár í Borgarfirði.

Niðurstöður verkefnisins munu nýtast Borgarbyggð sem tæki til að styðjast við í skipulags- og framkvæmdarmálum. Niðurstöður gætu einnig orðið hluti af þeim upplýsingum um flóð og flóðasvæði, sem yrðu aðgengilegar í vefsíðu í náninni framtíð. Þörf er á frekari upplýsingaöflun og úrvinnslu gagna fyrir stærra svæði við Hvítá í Borgarfirði, en tekið var fyrir í verkefninu. Gætu aðferðir og niðurstöður nýst við áframhaldandi vinnu í öflun heimilda og annarra gagna um flóð á stærra svæði í Borgarfirði.



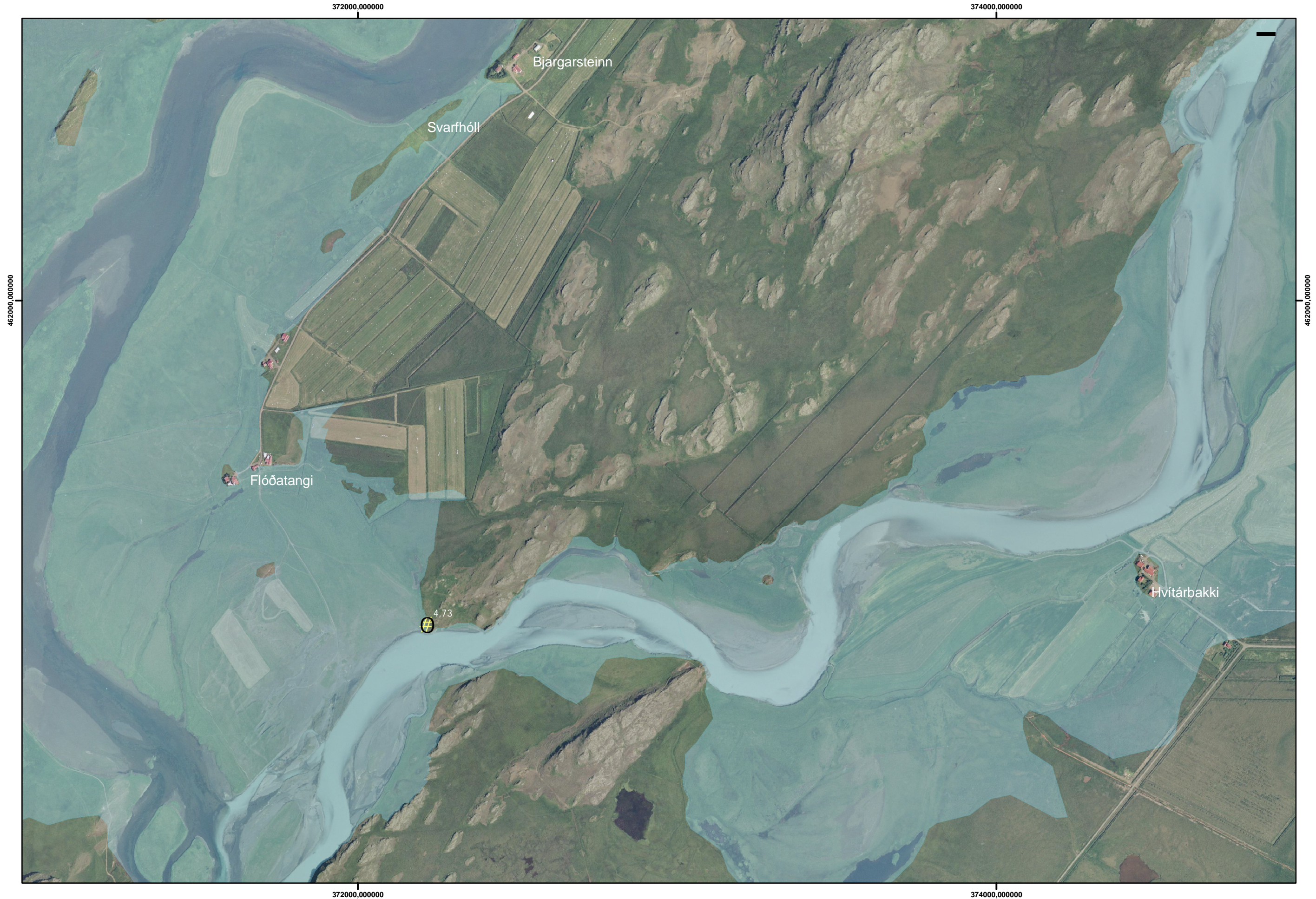
## Heimildaskrá

- Alþingi (2007). Ákvörðun sameiginlegu EES-nefndarinnar nr.125/2007, um breytingu á XX. Viðauka við EES-samninginn. 268.mál þingsályktunartillaga á 135.löggjafarþingi. Skoðað 14.apríl 2008 á <http://www.althingi.is/dba-bin/ferill.pl?ltg=135&mnr=268>
- Alþingi (2008). Veðurstofa Íslands (heildarlög). 517.mál lagafrumvarp á 135.löggjafarþingi. Skoðað 14.apríl 2008 á <http://www.althingi.is/dba-bin/ferill.pl?ltg=135&mnr=517>
- Árni Snorrason (1990). *Rennsli Hvítár við Ferjubakka*. Reykjavík: Orkustofnun Vatnsorkudeild. ÁSn 90/04.
- Árni Snorrason, Oddur Sigurðsson, Gunnar Sigurðsson, Bogi Brynjar Björnsson, Jórunn Harðardóttir (2007). *Flóð á Skeiðum* [greinagerð]. Reykjavík: Orkustofnun Vatnamælingar. ASn-OSig-GS-BBB-JHa-2007-001.
- Borgarbyggð (2008). Hreinsistöð fráveitu á Hvanneyri. Skoðað 4.apríl 2008 á <http://www.borgarbyggd.is/starfsemi/skipulagsmal/>
- Environment Agency (2008). Skoðað 18.apríl 2008 á <http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/flood/>
- European Commission (2008a). *Environment – Water – Flood risk management*. Skoðað 14.apríl 2008 á síðu: [http://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/index.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm)
- European Commission (2008b). *Environment – Water – Water Framework Directive*. Skoðað 14.apríl 2008 á síðu: [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm)
- Helgi Jóhannesson (1994a). *Vatnsskipti við brúna yfir Borgarfjörð*. Reykjavík: Vegagerð ríkisins.
- Ingvar Magnússon, Bragi Guðmundsson, Gísli Viggósson, Gunnar Þorbergsson, Johnson, Nolton G. og DePue, Michael. (2005). Georgia's map modernization scoping effort. Í Kathryn J. Hatcher (ritstj.) *Proceedings of the 2005 Georgia Water Resources Conference, held April 25-27, 2005, at The University of Georgia*. Georgia: The University of Georgia, Institute Ecology.
- Jón Þór Björnsson, Markús Karl Torfason, Páll Einarsson, Róbert Dan Jensson, Theódór Theódórsson, Vigfús Erlendsson, Jón Erlingsson, Baldur Bjartmarsson (1993). *Tilraunaverkefni um gerð staðfræðikorta, gróðurkorta og um landfræðilegt upplýsingakerfi: Landmælingar. Lokaskýrsla vinnuhóps*. Reykjavík: Landmælingar Íslands.
- Kikuchi, Ryosuke (2003). *International Flood Network (IFNet) and the Global Flood Alert System (GFAS)*. Af síðunni EWCII Second International Conference on Early Warning.
- Kristinn Guðmundsson (1993). Flóð þrettán vatnsfalla. Samvinnuverkefni Vegagerðar ríkisins og Orkustofnunar. Reykjavík: Orkustofnun Vatnsorkudeild. OS-93044.
- Kristinn Guðmundsson & Páll Jónsson (1994). Flóð þrjátíu vatnsfalla. Samvinnuverk Vegagerðar ríkisins og Orkustofnunar. Reykjavík: Orkustofnun Vatnsorkudeild. OS-94042.

- National Academy of Science (2008). *Elevation data for floodplain mapping. Chapter three – FEMA's Map Modernization Program*. Skoðað 12. Apríl 2008 á síðu: [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=11829&page=24](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=11829&page=24)
- Landsbókasafn Íslands – Háskólabókasafn (2008). *Morgunblaðið*. Skoðað 23.mars 2008 á [http://timarit.is/titlebrowse.jsp?t\\_id=400001&lang=0](http://timarit.is/titlebrowse.jsp?t_id=400001&lang=0)
- Lísa (2008). *Enskt – íslenskt uppfærsla 2005 orðasafn*. Skoðað 15.apríl 2008 á <http://lisa.reykjavik.is/default.asp?id=45&mnu=45>
- Lög um lax- og silungsveiði nr.61/2006.
- Morgunblaðið (2006a). *Verið að undirbúa kort af útbreiðslu flóðanna*. Skoðað 24.apríl á [http://www.mbl.is/mm/gagnasafn/grein.html?grein\\_id=1122067](http://www.mbl.is/mm/gagnasafn/grein.html?grein_id=1122067)
- Morgunblaðið (2006b). *Eyjaftarðarbraut rofin á um tíu metra kafla við Djúpadalsá*. Skoðað 24.apríl 2008 á <http://www.mbl.is/mm/frettir/frett.html?nid=1242744>
- Ólöf R. Káradóttir (2005). *Minnisblað*. Reykjavík: Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.
- Páll Jónsson (1999). *Flóð á Suðurlandi í desember 1997. Flóðaskýrsla 1997*. Reykjavík: Orkustofnun Vatnamælingar. OS-99090.
- Páll Jónsson, Eva Bourgault, Kristinn Guðmundsson, Heiðrún Guðmundsdóttir, Svanur Pálsson (1999). *Flóð íslenskra vatnsfalla. Flóðagreining rennslisraða*. Reykjavík: Orkustofnun Vatnamælingar. OS-99100.
- Ragnhildur Freysteinsdóttir (1999a). Hvítá, Kljáfoss, vhm 66. Rennslislykill nr.3. Reykjavík: Orkustofnun Vatnamælingar. OS-99097.
- Ragnhildur Freysteinsdóttir (1999b). Norðurá, Borgarfirði. Vhm 128. Rennslislykill nr.2. Reykjavík: Orkustofnun Vatnamælingar. OS-99104.
- Samsýn ehf. (2004, 22, 07). Loftmyndir nr. 3746sudvestur, 3746sudaustur. Hefðbundnar litmyndir, mælikvarði u.þ.b. 1:30.000.
- Samsýn ehf. (2007, 10, 07). Loftmyndir nr. 3645sudvestur, 3645sudaustur, 3745sudaustur. Hefðbundnar litmyndir, mælikvarði u.þ.b. 1:30.000.
- Sigurjón Rist (1973). Hvítá í Borgarfirði. Flóð hjá Ferjukoti og meðalrennsli. Reykjavík: Orkustofnun Vatnamælingar.
- Sigurjón Rist (1982). Flóð og flóðahætta. Í *Eldur er í norðri* (bls. 369-385). Reykjavík: Sögufélag.
- Sigurjón Rist (1986). *Hvítá í Borgarfirði. Rennslisættir*. Reykjavík: Orkustofnun Vatnsorkudeild. OS-86035.
- Sigurjón Rist (1990). *Vatns er þörf*. Reykjavík: Bókaútgáfa Menningarsjóðs.
- Skipulags- og byggingarlög nr.73/1997.
- Sólmundur Sigurðsson (1982). Flóðið mikla í Hvítá 1918. Birtist í *Borgfirzk blanda: sagnir og fróðleikur úr Mýra- og Borgarfjarðarsýslum* (6.bindi). Safnað hefur Bragi Þórðarson. Akranes: Hörpuútgáfan. Bls. 71-76.
- Snorrason, Á., Björnsson, H. & Jóhannesson, H. (2000). Causes, characteristics and predictability of floods in regions with cold climates. Í D.J. Parker (ritstj.), *Floods* (2.bindi) (bls.198-215). London: Routledge.
- Vatnalög nr.20/2006.



# Viðauki 1 - Útbreiðsla flóðs 2006 við Flóðatanga og Hvítárbakka





Víðauki 2 - Samanburður á sögulegum flóðum í Borgarfirði, samantekt á áhrifum neðarlega í Hvítá

Dagsetning flóðs	Í hvaða ám er flóð	Hvers konar flóð	Hvað veldur flóði	Skemmdir	Hvar flæðir, vegir og bæir	Annað	Heimild
26.12.1926	Norðurá	Vetrarflóð	Kyngdi niður snjó fyrir jól, úrheili um jólin og asahláka. Klaka tók úr jörð í byggð	20 faðma skarð í veg hjá Ferjukoti, talsverðar skemmdir á nýjum veg í Norðurárdal. Fór upp undir brú		Mesta flóð sem komið hefur síðan 1882	Morgunblaðið, 31.12.1926, bls.7
01.03.1930	Norðurá (og Hvítá)	Vetrarflóð	Hljúviðri ogrigning	Skemmir smábryr og vegi í nágrenni Hvítárbakka og í Stafholtstungu m. Vegur vestan við Ferjukot skemmist stórkostlega.	Flæðir fyrir neðan dalsmynni, vegur þar alveg ófær. Umkringir fjárhús á Hvítárbakka. Rann inn í hús að Ferjukoti á laugardag.		Morgunblaðið, 04.03.1930, bls.3
07.09.1933	Norðurá (og Hvítá)	Haustflóð		Heytjón, búfjárskaði,eyð i-lagði engjar og bithaga með aur og sandburði	Vatn fór yfir vegin vestan við brúna á Ferjukotssýki, braut niður vegbrúnir. Rauf úr vegi við Hvítárvelli, rúml. 100 m kafla.	Líkast flóðinu mikla sem gerði um jólaeyti 1926	Morgunblaðið, 09.09.1933, bls.3
01.02.1934	Allar ár	Vetrarflóð	Hláka og þiðviðri, talsverður snjór var á fjöllum	Skemmdir á vegnum sunnan Hvítár.	Umferð stöðvast í Norðurárdal.	Svipað flóðinu mikla í september í haust í Norðurá en talsvert meira í Hvítá.	Morgunblaðið, 03.02.1934, bls.2
12.03.1953	Norðurá og Hvítá	Vetrarflóð			Flæðir yfir veg við Ferjukot.	Bændur í Hvítársíðu hafa aðeins einu sinni áður séð jafn mikinn vöxt í ánni.	Morgunblaðið, 13.03.1953, bls.12
19.08.1955	Allar ár		Sunnan og suðvestan afspyrnuv eðurog stórstrau ms-flóð.	Sópaði burt öllu heyi sem laust var á flæðiengjum			Morgunblaðið, 24.08.1955, bls.2
29.11.1963	Hvítá (og Norðurá)	Vetrarflóð			flæðir yfir veg sunnan Hvítárbrú, á Hvítárvallareyri.	Lítið flóð við Síkisbrú.	Morgunblaðið, 01.12.1963, bls.2
20.10.1965	Norðurá og Hvítá	Haustflóð		Mestu vegskemmdir á svæðinu síðustu áratuginu	Flæðir yfir bakka sína hjá Hvítárvöllum og yfir Síkisbryrnar		Morgunblaðið, 21.10.1965, bls.1
26.02.1968	Allar ár	Vetrarflóð		Margar tilkynningar um vegaskemmdir	Flæðir yfir bakka sína hjá Hvítárvöllum. Flæðir víða yfir vegi	Mikill jakaburður. Ekki flætt yfir síkisbrú ennbá	Morgunblaðið, 28.02.1968, bls.27
26.02.1968	Allar ár	Vetrarflóð		Vegur yfir Ferjukotssíki er eyðilagður og við Hvítárvelli. Rafmagnsstaup ar brotnir, samsláttur á línun. Rafmagnslaust í 4 klst. Bíll útaf vegi við Síkisbrú.	Grímsá flaut yfir veg hjá Hesti, Hvítá yfir veg hjá Hvítárvöllum. Allt á floti í kjallaranum Ferjukoti	Flóðið eitt það mesta sem menn muna í aldarfjórðung (30 ár segir Fjeldsted). Norðurá ekki búin að ryðja sig	Morgunblaðið, 29.02.1968, bls.1
26.02.1968	Allar ár	Vetrarflóð		Talsverðar skemmdir á vegum, sópuðust girðingar burrt, flætt inn í fjárhús í Hvammi og hlöðu að Hvítárbakka		Flóð tekin að sjatna 01.03. En mikil enn í Norðurá. Klakastífla talin ofan við Glanna. Mesta flóð í Norðurá í 40 ár	Morgunblaðið, 01.03.1968, bls.3
10.12.1970	Norðurá og Hvítá	Vetrarflóð	Mikil úrcoma og asahláka	Rufu vegi og skemmdu ræsi. Vegur rofnað við Síkisbryr hjá Ferjukoti.	Flæddi inni bæjarhús í Ferjukoti 11.12. Litlar sem engar skemmdir þó		Morgunblaðið, 12.12.1970, bls.1

22.01.1983	Norðurá og Hvítá	Vetrarflóð	Asahláka og rigningar á freðinni jörð	Flæðir yfir aðra Síkisbrúna, vegur fór á kafog jafnast nánast út á milli brúna. 10 hænur drápu í Ferjukoti og talsverðar skemmdir urðu á eldra íbúðarhúsi. Flæddi inn í íbúðarhús að Hvítárþakka og útihús. Mikið tjón á landi og girðingum vegna jakaburðar	Ferjukot, Hvítárskáli, Þingnes, Árbakki, Hvítárþakki, Stafholtsey, Flóðatangi og Melkot voru einangraðir. Í ferjukoti flæddi inn í öll hús nema nýja íbúðarhúsið. Vatn var um fet á dýpt í mjólkurhúsi og kýr í fjósinu stóðu vatni í 2 tíma.	Kristján Fjeldsted í Ferjukoti sagðist ekki muna eftir öðru eins flóði í Hvítá í áratugi. Jón F. Jónsson á Hvítárþakka sagði að það hefði verið 30 cm hærra en elstu menn muna og staðið lengur en vant væri. Fyrsta stóra flóð síðan byrjað var að mæla fyrir B.brú. Norðurá ekki rutt sig ennþá (mikill klaki í henni) og flóð aðallega úr Hvítá: óvenjulegt	Morgunblaðið, 25.01.1983, bls.46 og 47
12.01.1985	Norðurá og Hvítá	Vetrarflóð	Mikil úrkoma en lítill snjór og lítill klaki í jörðu		Flæðir yfir bakka sína hjá Hvítárþakki og yfir Síkisbrýrnar	Flóðið stóð stutt og var ekkert í líkingu við flóð 1983.	Morgunblaðið, 15.01.1985, bls.4
05.01.1991	Hvítá (og Norðurá)	Vetrarflóð	Látlausar rigningar á annan sólarhring	Ræsi fór í sundur á veginum að Þingnesi	Flæðir yfir bakka sína hjá Hvítárþakki og yfir Síkisbrýrnar. Flæðir yfir veg hjá gamla bænum að Hvítárþakka.	Skemmdir eru taldar hafa orðið meiri vegna þess að jörð er nú frostlaus með öllu	Morgunblaðið, 07.01.1991, bls.4
13.01.1992	Allar ár	Vetrarflóð	Mikil úrkoma og asahláka		Flæðir yfir Síkisbrýr, veg við Ferjukot.	Sigurður Tómasson í Sólheimatungu man ekki til að flætt hafi svo snögglega, en man þó eftir meira flóði.	Morgunblaðið, 14.01.1992, bls.1
13.01.1992	Allar ár	Vetrarflóð	Mikil úrkoma og asahláka. Ekki stóstreymt	Flæddi inn í útihús, skemmur og íbúðarhús í Ferjukoti. Vegaskemmdir við Ferjukot. 300 rúllubaggar orðið fyrir skemmdum. Girðingar við skemmt.	Vatn flæðir inn um niðurföll í Ferjukoti. Ferjukot, Hvítárþakki, Stafholtsey, Flóðatangi og Melgerði umflotmir.	Ekki jafn mikið og 1982 [er verið að tala um 1983?]. Þjarga þurfti hestum við Sólheimatungu. Festa 40 m hitaveituror sem flaut upp skammt frá Hvítá.	Morgunblaðið, 15.01.1992, bls.20 og 21
13.01.1992	Allar ár	Vetrarflóð	Mikil úrkoma og asahláka. Ekki stóstreymt			Mælt rennsli aldrei verið meira í Norðurá segir Árni Snorrason VM. Flóðatímabil óvenju langt.	Morgunblaðið, 18.01.1992, bls.5



Orku­garður  
Grensásvegur 9  
108 Reykjavík

569 60 00  
568 88 96 fax  
[www.vatn.is](http://www.vatn.is)