



NÁTTÚRUSTOFA
SUÐAUSTURLANDS


Jökulvötn í Skaftárhreppi

Pálína Pálsdóttir og Rannveig Ólafsdóttir



2019

Náttúrustofa Suðausturlands
Litlubrú 2 - 780 Höfn í Hornafirði

 NÁTTÚRUSTOFA SUÐAUSTURLANDS		Nýheimar, Litlubrú 2 780 Höfn Í Hornafirði www.nattsa.is
Skýrsla nr. NattSA 2019-03	Dagsetning 26. ágúst 2019	Dreifing Opin
Jökulvötn í Skaftárhreppi		Fjöldi síðna 94
		Fjöldi mynda 72
		Verknúmer 1330
Höfundar: Pálína Pálsdóttir og Rannveig Ólafsdóttir.		
Verkefnið var styrkt af: Umhverfis- og auðlindaráðuneytinu.		
Prófarkarlestur Kristín Hermannsdóttir, Lilja Jóhannesdóttir, Jóna Björk Jónsdóttir, Esther Hlíðar Jensen, Snorri Zóphóníasson og Snævarr Guðmundsson.		
Útdráttur <p>Hér er greint frá jökulvötnum í Skaftárhreppi og áhrifum þeirra á náttúru og samfélag. Í Skaftárhreppi á sér stað talsvert gróður- og landrof af völdum jökulvatna. Í byrjun október árið 2015 hljóp úr eystri Skaftárkatli í Vatnajökli og reyndist það vera rennslismesta Skaftárhlaup síðan mælingar hófust árið 1951 eða um 3.000 m³/sek. Þar sem um var að ræða stærri atburð en áður hafði sést var ráðist í gerð þessarar skýrslu að beiðni umhverfis- og auðlindaráðuneytisins.</p> <p>Einnig er sagt frá áhrifum loftslagsbreytinga á jökulvötn og nýtingu vatnsafls ásamt því hvernig hægt er að aðlagast breytingum þeim tengdum. Farið er yfir helstu viðbragðsaðila þegar kemur að náttúruhamförum og hvernig megi að draga úr tjóni af þeirra völdum með skipulegri áhættustýringu og viðbragðsáætlunum.</p> <p>Hlaup varð í Skaftá í byrjun ágúst 2018 og er fjallað stuttlega um það í viðauka.</p> <p>Hægt er að sækja skýrsluna á vefslóðina: http://nattsa.is/utgefing-efni/.</p>		
Lykilorð: Brunná, Djúpá, Hólmsá, Hverfisfljót, jökulvötn, loftslagsbreytingar, Kúðafljót, Leirá, Skaftá, Skaftárhlaup, Skálm, Súla, Skaftárhreppur.		

Jökulvötn í Skaftárhreppi.

Útgefandi: Náttúrustofa Suðausturlands,

Litlubrú 2, 780 Höfn í Hornafirði,

Sími: 470 8060 /470 8061.

Höfundarréttur © 2019 Pálína Pálsdóttir, Rannveig Ólafsdóttir.

Öll réttindi áskilin.

Verkefnisstjóri: Kristín Hermannsdóttir, Náttúrustofu Suðausturlands.

Umbrot: Snævarr Guðmundsson.

Forsíðumynd: Skaftá, þar sem hún rennur framhjá Kirkjubæjarklaustri. Ljósmynd: Jón Karl Snorrason, 2018.

Ljósmyndir: Uppruna og höfunda er getið við myndir.

Kortagerð: Snævarr Guðmundsson.

Höfundar skýrslunnar ber ábyrgð á innihaldi hennar.

Skráningarupplýsingar:

Pálína Pálsdóttir & Rannveig Ólafsdóttir 2019. Jökulvötn í Skaftárhreppi. Skýrsla. Útgefandi: Náttúrustofa Suðausturlands. 94 bls.

Prentun: Guðjón Ó

Höfn í Hornafirði, 26. ágúst 2019

ISBN 978-9935-9417-3-2

Efnisyfirlit

Myndaskrá	vi
Þakkarorð	ix
Aðdragandi	11
1 Skaftárhreppur	13
1.1 Gróður, jarðvegur og landmótun	14
1.2 Breytingar á vatnafari lindarlækja úr Eldhrauni	15
1.3 Auðkenni dýralífs.....	20
1.4 Loftslagsbreytingar	22
2 Jökulvötn í Skaftárhreppi	23
2.1 Jökulhlaup.....	24
2.2 Skálm	25
2.3 Leirá	27
2.4 Hólmsá.....	29
2.5 Kúðafliót	33
2.6 Skaftá.....	37
2.6.1 Skaftárhlaup.....	41
2.7 Hverfisfliót	45
2.8 Brunná og Djúpá.....	49
2.9 Súla	51
3 Áhrif jökulvatna á náttúru og samfélag	53
3.1 Landrof og breytingar á gróðurfari.....	53
3.2 Aurburður og áfok	58
3.3 Breytingar á vatnafari í Eldhrauni – áhrif og afleiðingar	61
3.4 Áhrif á dýralíf	63
3.5 Áhrif náttúruhamfara á búsetu í Skaftárhreppi	65
3.5.1 Samgöngur	68
3.5.2 Landbúnaður	70
3.5.3 Ferðaþjónusta	72

4 Horft til framtíðar	75
4.1 Áhrif loftslagsbreytinga á jökulvötn	75
4.2 Áhrif loftslagsbreytinga á nýtingu vatnsafls	76
4.3 Aðlögun að loftslagsbreytingum	77
4.4 Hver bætir tjón?	81
Samantekt.....	83
Viðauki: Skaftárhlaup 2018.....	85
Heimildir	87

Myndaskrá

Mynd 1. Skaftárhreppur og helstu jökulárnar	12
Mynd 2. Skaftá rennur framhjá þéttbýlinu Kirkjubæjarklaustri	14
Mynd 3. Stjórnarsandur líklega í kring um 1950	15
Mynd 4. Lindarlækir í Landbroti og Meðallandi	16
Mynd 5. Grenlækur í Landbroti.	17
Mynd 6. Í Skaftárhlaupum berst flóðvatn, sem er ríkt af aur, út á Eldhraun	18
Mynd 7. Varnargarður við Árkvíslar	19
Mynd 8. Stórifoss í Grenlæk	21
Mynd 9. Helsingjar í Hólmsá	22
Mynd 10. Aurkeila Skaftár	23
Mynd 11. Rennslisleið Skálmar og syðri- og nyrðri-Leirár	25
Mynd 12. Upptök kvísla frá Mýrdalsjökli sem mynda Skálm.....	26
Mynd 13. Ein kvísla sem rennur frá Sandfellsjökli í Mýrdalsjökli og myndar Skálm	26
Myndir 14a-b. a) Brú yfir Skálm sem fór af í Kötluhlaupinu árið 1955. b) Brú yfir Skálm sem byggð var árið 1956.....	27
Mynd 15. Syðri hluti Leirár sem rennur nú vestan við Sandfell	28
Mynd 16. Horft til suðurs eftir syðri hluta Leirár, frá Sandfelli	28
Myndir 17a-b. Hrúthálsafossar. a) í júní 2010. b) í júlí 2013	29
Mynd 18. Farvegur Hólmsár frá Hólmsárbotnum í Kúðafljót.....	30
Mynd 19. Hólmsárfoss.....	31
Mynd 20. Miðgildi dagsmeðalrennslis í Hólmsá.....	32
Mynd 21. Horft suður yfir Flögulón en þar eru upptök Kúðafljóts.....	33

Mynd 22. Farvegur Kúðafljóts frá Flögulóni til sjávar.....	34
Mynd 23. Varnargarðar austan við Kúðafljót	35
Mynd 24. Ársrennsli í Kúðafljóti árið 2012	36
Mynd 25. Kúðafljót þar sem það rennur undir brú við Þjóðveg 1.....	36
Mynd 26. Farvegir Skaftár frá Skaftárjökli að Kirkjubæjarklaustri	38
Mynd 27. Upptök Skaftár við Skaftárjökul	39
Mynd 28. Berggrunnur og vatnasvið Skaftár, Eldvatns og Kúðafljóts.....	40
Mynd 29. Miðgildi dagsmeðalrennslis Skaftár við Sveinstind	40
Mynd 30. Meðalrennsli hvers dags við Sveinstind frá 1986-2015	41
Mynd 31. Eystri Skaftárketill í Vatnajökli.....	41
Mynd 32. Skaftárhlaup 2018, myndin tekin við Skaftárdal	42
Mynd 33. Eldvatn við Ása í Skaftárhlaupinu 2015.....	44
Mynd 34. Hámarksrennsli Skaftárhlaupa á árunum 1955-2018	44
Mynd 35. Rennisleiðir Hverfisfljóts, Brunnár, Djúpár og Súlu, frá upptökum til sjávar .	46
Mynd 36. Lambhagafoss í Hverfisfljóti	47
Mynd 37. Lindarlækir í Brunahrauni, séð ofan af Orrustuhól	47
Mynd 38. Hlaupandi mánaðarrennsli Hverfisfljóts á 24 ára tímabili	48
Mynd 39. Miðgildi dagsmeðalrennslis Djúpár.....	50
Myndir 40a-b. a) Brunná í Fljótshverfi. b) Djúpá í Fljótshverfi.	50
Mynd 41. Grænalón árið 2006.	51
Mynd 42. Uppgræðslur Landgræðslunnar meðfram Þjóðvegi 1 á Mýrdalssandi	53
Mynd 43. Varnargarður á vesturbakka Skálmar.....	54
Mynd 44. Landbrot í landi Ása í Skaftártungu í Skaftárhlaupinu 2015.....	55
Mynd 45. Þróun útbreiðslu aurkeilu í Flögulóni yfir árabilið 1957-2014	56
Mynd 46. Sandsvæði út frá farvegum Skaftár í Eldhrauni vestan Árfjalls.....	56

Myndir 47a-b. Jarðvegsrof í Eldhrauni í a) september 2012 og b) 2016.....	57
Myndir 48a-b. Mikið er af lausu efni í Eldhrauni sem Skaftá hefur borið fram	58
Mynd 49. Árlegur framburður svifaurs við Sveinstind	59
Mynd 50. Framburðarset í Eldhrauni eftir Skaftárhlaup	60
Myndir 51a-b. a) Framrás aurs við Skálarál í átt að Tungulæk.. b) Framrás sets í yfirborði hrauns við Brest sunnan Þjóðveggar	61
Mynd 52. Aur í Eldhrauni eftir Skaftárhlaup 2008.....	62
Mynd 53. Sveiflur í heildarveiði urriða í Grenlæk.....	64
Myndir 54a-b. a) Árið 1998 voru um 10 km af árfarvegi Grenlækjar vatnslaus í allt að tvo mánuði. b) Sumarið 2016 þraut vatnsrennsli ofan til í Grenlæk	65
Mynd 55. Stórifoss í Grenlæk í þurrkunum vorið 2016.	66
Mynd 56. Jakahrannir á Mýrdalssandi rúmum mánuði eftir Kötluhlaup árið 1918	69
Mynd 57. Brú yfir Eldvatn við Ása, byggð árið 1965.....	70
Mynd 58. Brú yfir Eldvatn við Ása, byggð árið 1967.....	70
Myndir 59a-b. a) Uppgræðsluaðgerðir Landgræðslunnar í Eldhrauni í kjölfar Skaftárhlaupsins 2015. b) Skaftárhlaupið 2015 braust að hluta út úr farvegi sínum og yfir gróðurlendi í landi Ása í Skaftártungu	72
Myndir 60a-b. a) Þann 9. júlí 2011 kom hlaup úr sigkötlu í Mýrdalsjökli b) Rykmistur við Þjóðveg 1 í Eldhrauni.	73
Mynd 61. GPS-mælistöð við sunnanverðan Mýrdalsjökul	78
Mynd 62. Hlaupfarvegir, breytingar og tjón af völdum hlaupsins í Kötlu árið 1918.....	79
Mynd 63. Upphaf Skaftárhlaupsins í ágúst 2018.....	85
Mynd 64. Heildarrennsli við Sveinstind í Skaftárhlaupum 2015 og 2018	86

Þakkarorð

Starfsmenn Veðurstofu Íslands fá kærar þakkir fyrir aðstoð við skrif þessarar skýrslu, sérstakar þakkir fá þau Esther Hlíðar Jensen og Snorri Zóphóníasson fyrir yfirlestur og ábendingar, einkum og sér í lagi við efni í köflum 2.6, 3.2. og 4.3. Þá er Jónu Björk Jónsdóttur hjá Vatnajökulsþjóðgarði og Magnúsi Jóhannssyni hjá Hafrannsóknastofnun þakkað fyrir yfirlestur en Magnús lagði einnig til mikilvæg gögn um fiskistofna og veiðitölur á svæðinu ásamt myndum. Þá eru Hilmar Gunnarssyni einnig færðar kærar þakkir fyrir yfirlestur og ábendingar. Fjölmargir aðilar komu að öflun ljósmynda fyrir skýrsluna en þar ber helst að nefna Þórir N. Kjartansson, Ingibjörg Eiríksdóttir, Lilja Magnúsdóttir, Gústav M. Ásbjörnsson og Anna Sigríður Valdimarsdóttir hjá Landgræðslunni og Viktor A. Ingólfsson útgáfustjóri hjá Vegagerðinni og færum við þeim öllum kærar þakkir fyrir.

Aðdragandi

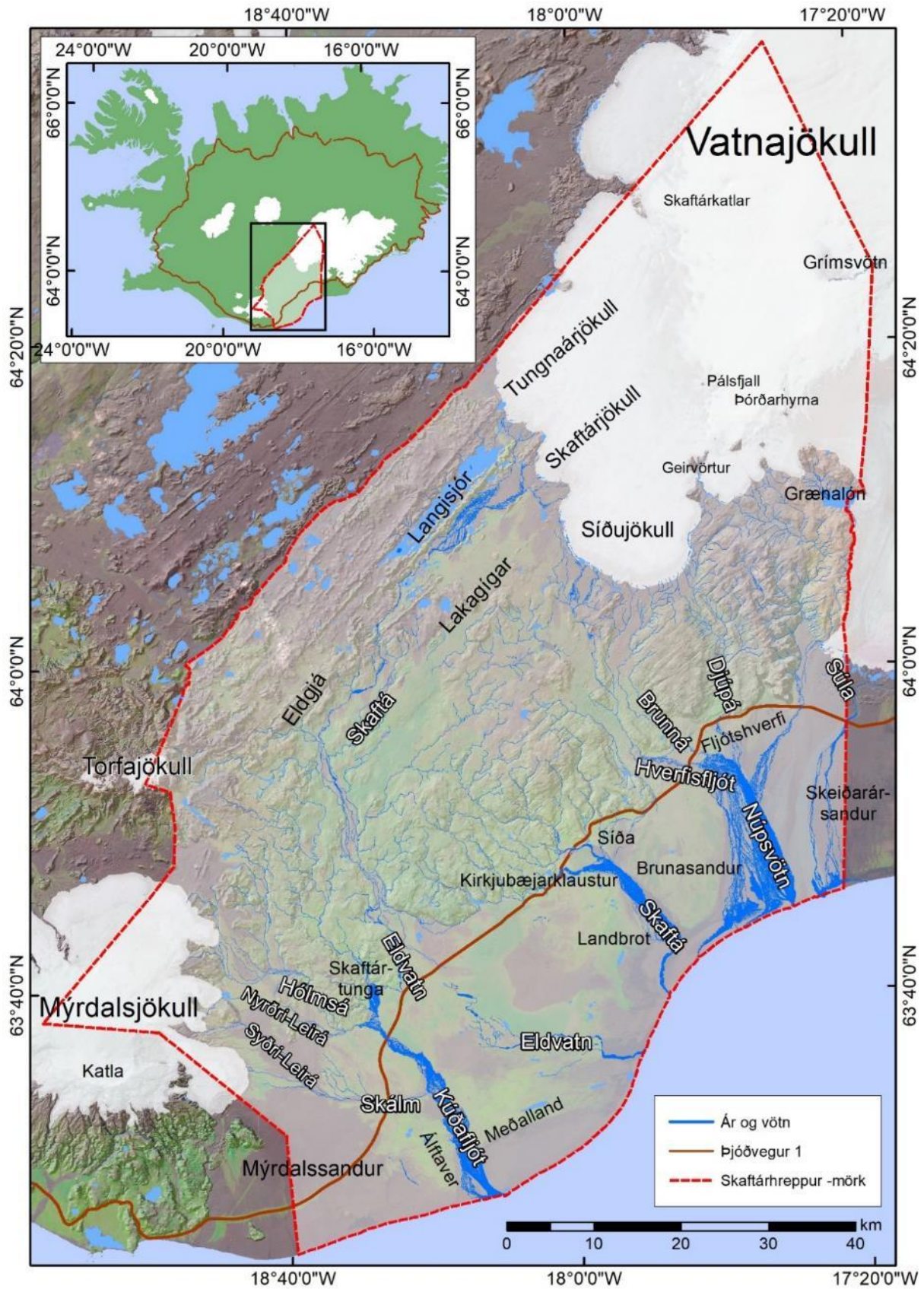
Umhverfis- og auðlindaráðuneytið og Skaftárhreppur hafa til margra ára átt í samstarfi um að hindra landeyðingu og uppblástur á áhrifasvæði Skaftár. Jökulhlaup koma í þessa u.þ.b. 120 km löngu jökulá, sem á upptök í vestanverðum Vatnajökli, nálægt því hvert ár með tilheyrandi spjöllum. Markmið þessa samstarfs hefur verið að leita leiða og samræma aðgerðir til þess að lágmarka tjón á náttúru, gróðurlendi, á búsetu og mannvirkjum á svæðinu.

Í byrjun október árið 2015 hljóp úr eystri Skaftárkatli í Vatnajökli og reyndist það vera rennslismesta Skaftárhlaup síðan mælingar hófust árið 1951. Vatnsrennslið reyndist um 3000 m³/sek að meðaltali. Hlaupið flæmdist yfir víðáttumikil svæði á leið sinni til sjávar og olli tjóni á samgöngumannvirkjum og gróðurlendi. Þegar hlaupvatnið rénaði kom í ljós að það hafði skilið eftir gríðarlegt magn af jökulaur, aðallega leir, silt og sandi. Þessar hlaupleifar hafa síðan valdið íbúum í Skaftárhreppi ýmis konar óþægindum, m.a. hefur áfok, þ.e. vindborið setefni úr þessum aðflutta jökulaur, borist yfir gróið land og einnig hraðað uppblæstri.

Í ljósi þessara atburða veitti umhverfis- og auðlindaráðuneytið framlag til frekari rannsókna á áhrifum jökulvatna á byggð í Skaftárhreppi. Einn þáttur í því var að draga saman yfirlit um jökulárnar og hugsanlegum mætti þeirra til þess að valda tjóni. Um einmitt þetta fjallar þessi skýrsla. Í Skaftárhreppi á sér stað talsvert gróður- og landrof af völdum jökulvatna, sérstaklega jökulhlaupum og aurburði. Upptök þessara áa eru ýmist úr Mýrdalsjökli og Vatnajökli. Sem kunnugt er hylja þessir jöklar virkar eldstöðvar og þó stundum líði langt á milli gosa eru þessar ár helstu hlaupfarvegir ef gos verða undir jökli.

Þessi skýrsla er unnin af Náttúrustofu Suðausturlands, samkvæmt samningi milli stofunnar og umhverfis- og auðlindaráðuneytisins. Hún er samantekt úr fyrirliggjandi gögnum um jökulvötn í Skaftárhreppi og áhrifum þeirra á náttúru og samfélag. Þar er helst stuðst við nýlegar skýrslur frá Veðurstofu Íslands um hættumat vegna jökulhlaupa.

Hlaup varð í Skaftá í byrjun ágúst 2018 og er fjallað stuttlega um það í viðauka.



Mynd 1. Skaftárhreppur og helstu jökulárnar. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.

1 Skaftárhreppur

Skaftárhreppur er rúmlega 6900 km² að stærð, þar af eru um 5120 km² utan jökla (Landmælingar Íslands 2018). Hreppurinn er eitt landmesta og strjálbýlasta sveitarfélag landsins. Norðurhluti hreppsins er á hálandissléttu en suðurhlutinn á láglandissvæðinu austan Mýrdalsjökuls sem hefur byggst upp af framburði fjölmargra áa. Hreppamörk liggja á þrjá jökla; suðvesturhluta Vatnajökuls, austanverðan Mýrdalsjökul og Torfajökul, og á tvo stærstu sanda landsins; Mýrdalssand og Skeiðarársand (mynd 1). Sjávarströndin afmarkar Skaftárhrepp að sunnan. Hluti eystra rekbeltisins sem liggur gegnum Ísland frá suðvestri til norðausturs (gosbelti) er innan hans og hreppurinn því á jarðfræðilega virku svæði. Í grenndinni eru mikilvirkar eldstöðvar. Kunnastar þeirra eru Kötlueldstöðin í Mýrdalsjökli, sem síðast gaus 1918, norðaustur frá henni Eldgjá, Lakagígar og Grímsvötn og Bárðarbunga í Vatnajökli, sem eru meðal virkustu eldstöðva Íslands (Áfangaskýrsla Skaftárnefndar 1995).

Náttúrufar innan Skaftárhrepps mótast fyrst og fremst af eldvirkni, jöklum og loftslagi. Hálandið sem hreppurinn nær um er einkennt af löngum móbergshryggjum sem hafa myndast við gos undir ísaldarjöklum og gígaröðum frá nútíma, t.a.m. Eldgjá og Lakagígar (mynd 1). Eldgjá gaus einu stærsta hraungosi Íslandssögunnar árið 939, sem mynda nú víðáttumestu breiður sem hafa runnið á sögulegum tíma ásamt hraunum frá Lakagígaeldvörpunum í Skaftáreldum 1783-84 (Áfangaskýrsla Skaftárnefndar 1995). Sunnanverða hálandissléttuna mótar berggrunnurinn, sem víðast hvar er þakinn misþykkum jarðvegi og gróðri. Heiðar og mýrar einkenna þetta land.

Láglendið er myndað af söndum sem þó eru víða gróðri vaxnir. Stór hraun sem eru á láglandi eru fyrrgreind Eldgjáhraun og Skaftáreldahraunin. Jökulár setja mikinn svip á landið enda eru þær líklega á fáum stöðum í heiminum eins áberandi og í Skaftárhreppi. Stærst þeirra er Skaftá, sem hreppurinn dregur nafn sitt af (mynd 2).

Íbúar Skaftárhrepps voru 560 í byrjun árs 2018. Íbúum hefur fjölgað frá árinu 2012 en þá voru þeir 440 talsins og í sögulegu lágmarki eftir nokkuð langt skeið af fólksfækkun í sveitarfélaginu (Hagstofa Íslands 2018). Atvinnuvegir íbúa og undirstaða byggðar í hreppnum byggist á hefðbundnum landbúnaði, sauðfjár-, hrossa- og nautgriparækt auk mjólkurframleiðslu en ferðapjónusta ýmiskonar hefur farið ört vaxandi á síðustu árum með auknum ferðamannafjölda til landsins, og telst nú til aðalatvinnuvegar í Skaftárhreppi.

Bleikjueldi, heimavinnsla kjötafurða og kornrækt og -vinnsla er stunduð í nokkrum mæli og garðyrkja, einkum gulrófnarækt í smáum stíl. Auk þess er rekin almenn grunnþjónusta á svæðinu, svo sem verslun, heilsugæsla og dvalarheimili, leik- og grunn- og tónlistarskóli. Þá eru nokkur sérfræðistörf á vegum hins opinbera þ.e. Vatnajökulspjóðgarðar, Ráðgjafarmiðstöðvar landbúnaðarins, Náttúrustofu Suðausturlands og Búnaðarsambands

Suðurlands auk sjálfstætt starfandi einstaklinga. Veðurfarsleg skilyrði til búskapar eru almennt góð á svæðinu, tiltölulega hár sumarhiti, mikil úrkoma og mildir vetur.



Mynd 2. Skaftá rennur framhjá þéttbýlinu Kirkjubæjarklaustri. Ljósmynd. Jón Karl Snorrason, 2018.

1.1 Gróður, jarðvegur og landmótun

Gróðurfar í Skaftárhreppi mótast af eldvirkni, ríkulegri úrkomu og fremur hlýju loftslagi. Jarðvegurinn er hinn íslenski eldfjallajarðvegur (andosol) sem er frjósamur en mjög lausbundinn og rofgjarn (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir 2015). Þrátt fyrir mikla ársúrkomu er oft skortur á vatni í jarðvegi, sem er víða sendinn og vatnsheldni lítil. Úrkoman hripar niður í gropin hraun og vikur svo að háplöntur eiga erfitt með að nýta sér hana. Gróðurfar einkennist því af mosum og fléttum sem taka úrkomuna beint upp um blöð og þal (Snorri Baldursson 2014). Lág grunnvatnsstaða í gleypnum fokjarðvegi eykur hættu á gróður- og jarðvegseyðingu og veldur því einnig að örfoka land grær seint upp (Elín Heiða Valsdóttir 2002).

Gróður- og jarðvegseyðing í Skaftárhreppi er samtvinnuð sögu náttúruhamfara. Eldgos, sjávarsandar og setframburður jökuláa hafa valdið hvað mestri gróðureyðingu í gegnum tíðina. Einnig hefur veðurfar og landnýting sín áhrif. Góður árangur hefur náðst í uppgræðslu frá því að fyrst var hafist handa við að hefta sandfok um árið 1880 í Vestur-Skaftafellssýslu en baráttan hefur verið nær stöðug síðan (Elín Heiða Valsdóttir 2002). Fyrsta tilraun til að hefta sandfok var líklega þegar vatni var veitt á Stjórnarsand (mynd 3) austan Kirkjubæjarklausturs í uppgræðsluskyni (Arnór Sigurjónsson 1958). Unnið var að gerð áveituskurða og varnargarða á vegum búnaðarfélags sveitarinnar. Árangur af þessari vatnsveitu þótti góður og tókst að stöðva sandfok af hluta Stjórnarsands. Árið 1945 reistu Klaustursbræður, þeir Helgi, Siggeir, Júlíus, Valdimar og Bergur Lárussynir rafstöð og vatnsdælu við brúna yfir Skaftá hjá Kirkjubæjarklaustri þar sem vatni var dælt úr ánni á Stjórnarsand í nokkur ár, en mikið slit var á vélbúnaði vegna sands úr Skaftá. Á næstu árum veittu þeir vatni úr ánni Stjórn út á sandinn með góðum árangri og í kjölfarið var svæðið girt af og sáð í það.



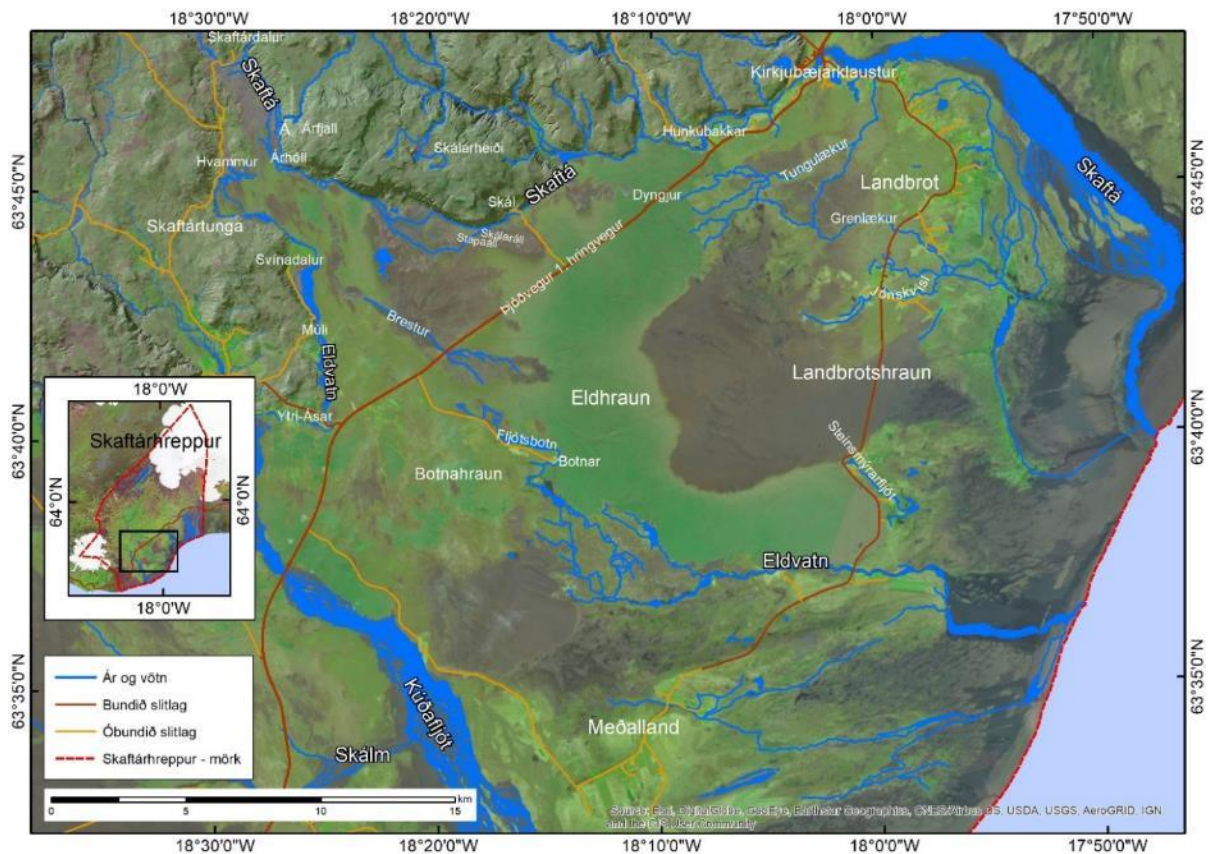
Mynd 3. Stjórnarsandur líklega í kring um 1950. Siggeir Lárusson lengst til vinstri en aðrir óþekktir. Myndin afhent úr Myndsporum. Eigandi Lárus Siggeirsson.

Eftir aldamótin 1900 voru áveitur gerðar í Meðallandi til að hefta sandfok að einhverju leyti í ofanverðri byggðinni. Árið 1927 var land girt til friðunar og uppgræðslu við Hnausa í Meðallandi. Það var fyrsta landgræðslugirðingin í Vestur-Skaftafellssýslu, á vegum Sandgræðslu Íslands, nú Landgræðslunni (Sveinn Runólfsson 1988). Á þessum tíma höfðu margar bújarðir í Meðallandi farið í eyði vegna sandágangs, en þar sótti sandfokið að úr tveimur áttum, frá ströndinni og frá hraunjaðrinum norðan við byggðina. Í verstu stormunum mynduðust sandskaflar upp að bæjarveggjunum og fóru túnin undir sand (Oddgeir Guðjónsson, Jón Guðmundsson og Júlíus Jónsson 1985). Því var ekki um annað að ræða en að efla uppgræðslu eða eiga það á hættu að Meðallandið legðist í eyði vegna sandágangs.

Sömu sögu er að segja um landgræðslu í Álftaveri og Skaftártungu þar sem stór svæði voru í hættu vegna uppblásturs og sandágangs. Frá árinu 1944 hafa svæði verið afgirt og ræktuð upp með góðum árangri. Er það ekki síst að þakka ötulu starfi bænda og heimamanna. Ýmsar leiðir hafa verið reyndar til að hindra sandfok og efla uppgræðslu. Þar má helst nefna fyrrgreindar aðferðir, með áveituvatni og dælum, byggingu varnargarða og fyrirhleðslna, fyrst með handafli en síðar vélum. Einnig hefur sáning melgresis skipt gríðarlega miklu máli til bindingar sandfoks, sem og áburðargjöf til styrkingar gróðurframvindu innan landgræðslugirðinga.

1.2 Breytingar á vatnafari lindarlækja úr Eldhrauni

Lindarvötn spretta undan og upp úr hraunum í Landbroti og Meðallandi (mynd 4). Þetta er að hluta til jökulvatn úr Skaftá sem síast hefur í gegn um hraunlögin. Hraun eru með allra lekustu jarðlögum og því geta grunnvatnsstraumar fylgt tilteknum hraunlögum að miklu leyti um langan veg. Á þessu svæði eru einkum þrenn hraun, frá ólíkum tímum og uppruna, sem þekja stór svæði á yfirborði. Þetta eru svokölluð Botnahraun, Landbrotshraun og Eldhraun.



Mynd 4. Lindarlækir í Landbroti og Meðallandi. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.

Samanlagt vatnsmagn lindanna í Landbroti og Meðallandi er áætlað u.þ.b. 40 m³/s eða um 40.000 sekúndulítrar (Freysteinn Sigurðsson 1997; Snorri Zóphóníasson 2015). Afrennsli þessa grunnvatnsstreymis til austurs er einkum um Tungulæk, Grenlæk (mynd 5) og Jónskvísl í Landbroti, en til suðurs um Steinsmýrarfljót, Eldvatn í Meðallandi og Fljótsbotn (Freysteinn Sigurðsson 1997). Lindarvötn þessi eru mikil auðlind og merkileg. Þau eru afar frjósöm með ríkulegt lífríki og meðal annars stærsta sjóbirtingsstofn landsins (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001a). Auk þess hafa nokkrir bændur í Landbroti og Meðallandi virkjað suma bæjarlæki í rafmagnsframleiðslu til heimanota.

Vatnið í lindunum er miklu meira en nemur úrkomu á hraunin. Lengi hefur verið vitað að vatn eykst í lindunum í kjölfar vatnavaxta í Skaftá og áflæðis á hraunin. Sumarvatn er því að jafnaði meira en vetrarvatn í sumum lindarvötnum. Samkvæmt Freysteini Sigurðssyni (1997) hefur grunnvatninu einkum verið skipt í þrennt eftir uppruna; 1) úrkoma á hraunin (u.þ.b. 12 m³/s), 2) ketilvatn frá Skaftáarkötlum, blandað jökulbráð og úrkomu (u.þ.b. 20 m³/s), og 3) lekar frá Skaftá (u.þ.b. 8-10 m³/s). Leka frá Skaftá má flokka frekar eftir uppruna vatnsins í (i) eiginlegt lekavatn frá árfarvegi Skaftár, (ii) vatn sem lekur úr árfarveginum í Skaftárhlaupum og (iii) vatn sem flæðir úr árkvísium úr Skaftá, ýmist þar sem áin hefur brotið sér farveg fyrir einstakar kvíslar, eða þar sem vatni hefur verið stýrt út á hraunið (Freysteinn Sigurðsson 1997).



Mynd 5. Grenlækur í Landbroti. Myndin er tekin við Græntorfu. Ljós. Magnús Jóhannsson, september 2012.

Rennsli vatnsfalla er sveiflukennt og ræðst oftast af veðurfari, ekki aðeins síðustu klukkustunda heldur daga og vikna, jafnvel ára. Það koma vatnsrík og vatnsrýr ár. Almennt séð eru þó litlar sveiflur í rennsli lindarvatna en það á ekki við um lindarlækina undan Eldhrauninu þar sem þau eiga það til að sveiflast talsvert í vatnsmagni, einkum vegna úrkomu á hraunin og leka frá Skaftá. Þannig er allt að 80% munur á lágmarks- og hámarks mælingum miðað við ársúrkomu (Freysteinn Sigurðsson 1997). Fyrir kemur að vatn í lindarlækjunum þverri. Alvarlegasta tilfellið átti sér stað sumarið 1998 þegar vatn þraut tímabundið í upptakalindum Grenlækjar og Tungulækjar (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999; Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Benóný Jónsson 2005) og nú síðast árið 2016. Þornun vatns í lindarlækjunum á sér nokkrar og flóknar skýringar, bæði náttúrulegar og vegna afskipta manna. Vegna þess hve vatnið úr Skaftá er ríkt af aur hefur hraunið þéttst bæði á yfirborðinu sem og í glufum og sprungum (mynd 6). Með hverju hlaupi sem líður þéttist hraunið og niðurrennsli Skaftárvatns færast utar á hraunin með minna náttúrulegu áflæði á hraunið og þar af leiðandi minna rennsli lindarlækjanna (Snorri Zóphóníasson 2015).

Afskipti manna af rennsli Skaftár á Eldhraun hófust snemma á síðustu öld, áður en nokkrar rennsli mælingar fóru þar fram (Snorri Zóphóníasson 2015). Árið 1910 var ruddur vegur um Eldhraun en fyrstu aðgerðir Vegagerðarinnar til að vernda hann fyrir vatnságangi fóru fram árið 1951 (Jón Jónsson 1998). Fyrirhleðslum var komið fyrir í hrauninu fyrir neðan Skál (mynd 4) til þess að koma í veg fyrir vatnsaga um veginn. Við þetta minnkaði rennsli í Tungulæk og Grenlæk það mikið að rafstöð í Tungulæk sem bændur á svæðinu höfðu reist fékk ekki nægjanlegt vatn. Af þeim sökum var samþykkt á Alþingi 1956 þingsályktunartillaga um að

rannsaka hvað mætti gera til að rafstöðin fengi nægjanlegt vatn. Á þessum tíma var stangveiði ekki orðin sú auðlind sem síðar varð og var því einkum litið til skorts á raforku á svæðinu. Í kjölfar þingsályktunartillögunnar voru Sigurjón Rist vatnamælingamaður og Jón Jónsson jarðfræðingur fengnir til að meta ástandið og mæltu þeir með að veita þyrfti auknu vatni á Eldhraunið við Skál. Í skýrslu Sigurjóns kemur fram að varnargarðar Vegagerðarinnar hafi að öllum líkindum verið einn af þremur þáttum sem dregið hefur úr vatnsmagni í ánum; hinir tveir voru takmörkuð úrkoma og þétting hrauns (Sigurjón Rist 1956).



Mynd 6. Í Skaftárhlaupum berst flóðvatn, sem er ríkt af aur, út á Eldhraun sem veldur því að hraunið þéttist með hverju hlaupinu sem líður og veldur með tímanum skertu rennsli til lindarlækjanna. Myndin er tekin þar sem Skaftá rennur meðfram Skálarheiði í Skaftárhlaupinu 2015. Ljósmyndasafn Landgræðslunnar, október 2015.

Um 1980 var enn talið að rennsli úr lindum í Landbroti og Meðallandi hefði minnkað. Samkvæmt vatnamælingagögnum hafði meðalársrennsli Skaftár við Skaftárdal minnkað frá því mælingar hófust 1952 (Snorri Zóphóníasson 1997). Reynt var að draga úr afleiðingum þéttingar hraunsins sökum aurburðar með því að veita vatni út á ný lek hraunasvæði. Um 1980 var vatnsrennsli aukið út á hraunið með veitugörðum við Árhól. Þessi veita hefur gengið undir nafninu Brestur og um 1990 var meðalrennsli hennar um 10 m³/s eða meira. Með þessu vatni barst mikill aur út á hraunið og olli það áfoki þegar vatnið seig niður og aurinn þornaði.

Árið 1992 var lokað fyrir þessa veitu að mestu, með garði fyrir Árkvísar, þar sem sumum þótti gagnsemi hennar orka tvímælis. Áfok var orðið á þjóðvegi 1 frá aurnum, auk uppblásturs á mosa grónu landi í Eldhrauninu og kæfingu á nýgræðingi í hlaupum (Snorri Zóphóníasson

1997). Þetta sama ár setti Vegagerðin tveggja metra vítt gegnumrennslisrör í garðinn sem var svo lækkað ári síðar og öðru jafnstóru röri bætt við 1997. Í kjölfarið jókst meðalrennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur um 12-15 m³/s, samkvæmt mælingum Orkustofnunar. Þetta meðalársrennsli við Kirkjubæjarklaustur hélst hins vegar óbreytt þótt opnað væri fyrir veituna aftur. Ljóst er að loftslagsbreytingar hafa valdið þessu aukna meðalrennsli í Skaftá (Snorri Zóphóníasson 2015). Nánar verður fjallað um það í kaflanum um loftslagsbreytingar.

Árið 1998 var garðurinn við Árkvísar fjarlægður vegna vatnspurrðar í Grenlæk og Tungulæk árin 1992-1998. Aðgerðinni var ætlað að koma rennsli í lindarlækjum aftur af stað en dugði ekki til þess að auka rennsli út á hraunið. Í nóvember 2000 fékk Skaftárhreppur leyfi Landbúnaðar- og umhverfisráðuneytisins til tilraunaframkvæmda næstu fjögur árin og koma á viðunandi ástandi fyrir hagsmunaaðila. Á þeim tíma vildu Landgræðslan og Vegagerðin minnka veituvatn á Eldhraun til að hefta áfok. Aftur á móti vildu veiðiréttarhafar auka veituvatn til að tryggja örugg lífsskilyrði fiska í ánum. Leyfi var veitt til þess að loka aftur fyrir Árkvísar með garði en í hann yrðu sett þrjú tveggja metra víð rör (mynd 7) og skyldu þau öll vera opin að vetri til en tvö yfir sumartímann. Þessi tilraunaframkvæmd stóð yfir í fjögur ár og lauk í árslok 2004, en ástandið hefur verið að mestu óbreytt frá þeim tíma (Veiðifélag Grenlækjar og Geilar ehf. gegn íslenska ríkinu og Skaftárhreppi 2014; Snorri Zóphóníasson 2015).



Mynd 7. Varnargarður við Árkvísar með þremur gegnumrennslisrörum sem veita vatni úr Skaftá út á Eldhraun. Veitan gengur undir nafninu Brestur. Ljós. Gústav M. Ásbjörnsson, september 2012.

Miklar breytingar hafa orðið á vatnafari í Eldhrauni sem verða ekki raktar í smáatriðum hér. Hins vegar verður reynt að varpa ljósi á áhrif breytinganna í stærra samhengi síðar í skýrslunni. Fyrir ítarlegri fróðleik um vatnaveitingar í Eldhrauni er bent á skýrslu Snorra Zóphóníassonar frá árinu 2015 á áhrifum náttúrulegra breytinga og veitumannvirkja á vatnafar í Eldhrauni.

1.3 Auðkenni dýralífs

Sjóbirtingur er ríkjandi tegund í ám í Skaftárhreppi og er um 83% af stangveiddum fiski, en bleikja og lax eru einnig til staðar. Það er óvanalegt því í flestum ám landsins er lax eða bleikja ríkjandi tegund. Auk þess er sjóbirtingurinn í Skaftárhreppi óvenju stórvaxinn (Magnús Jóhannsson 2011). Vatnakerfi í Skaftárhreppi hafa flest afrennsli um stórár sem eru jökulblandaðar en þó mismikið eftir árstíðum. Þverár þeirra eru flestar dragár og svo eru stór og smá lindarvötn á svæðinu sem eiga flest uppruna undan Eldhrauninu. Ósar ána í sjó eru óstöðugir og strendur sendnar en úti fyrir er hlýr fæðuríkur sjór. Þessar sérstæðu aðstæður nýtast sjóbirtingi fremur en lax eða bleikju. Sjóbirtingurinn hrygnir aðallega í efri hluta lindánna og í þverám jökulvatnanna á vatnasvæði Skaftár og Kúðafljóts, þar sem hentuga hrygningarmöl og straumlag er að finna. Hann hrygnir einnig í jökulvötnunum (Magnús Jóhannsson 2011). Mest er fiskframleiðslan í frjósömu lindánum í Landbroti, Grenlæk og Tungulæk.

Lax er helst að finna neðan til í þverám Skaftár og bleikja er í mestu magni þar sem kalds lindarvatns gætir (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001a). Neðri hlutar ána virðast mikilvægir fyrir uppeldi seiða á öðru aldursári og eldri. Hreistursrannsóknir á svæðinu sýna að sjóbirtingsseiðin séu að jafnaði um 24 cm og 2-5 ára þegar þau ganga til sjávar. Hluti urriðastofnsins gengur ekki til sjávar og elur allan sinn aldur í fersku vatni. Sjóbirtingur gengur til sjávar á vorin (maí-júní) og aftur í árnar síðar að sumri eða að hausti og dvelur í fersku vatni yfir veturinn (Magnús Jóhannsson 2011). Þéttleiki smádýra á botni á vatnasvæði Kúðafljóts og Skaftár er á bilinu 1.104 - 459.884 dýr/m² og fjöldi lífveruhópa er frá 4 upp í 18. Mest eru þetta skordýralirfur. Þéttleiki smádýra á botni og fjöldi lífveruhópa er að jafnaði minni í jökulvötnum en í bergvatnsám (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012).

Umtalsverð sjóbirtingsveiði er stunduð í Skaftárhreppi og hafa tekjur af veiðinýtingu og tengdri ferðaþjónustu mikla þýðingu fyrir byggðalagið (Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson, Ingi Rúnar Jónsson 2014). Stangveiði er m.a. stunduð í Tungufljóti, Grenlæk (mynd 8), Tungulæk, Eldvatni og þverám Skaftár auk netaveiði í Skaftá og Kúðafljóti (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012). Skráning á stangveiði í Skaftárhreppi er víðast hvar mjög góð sem gefur mikilvægar upplýsingar sem nýtast við veiðistjórnun og hafa að auki mikið vísindalegt gildi. Veiðimálastofnun (nú Hafrannsóknastofnun, rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna) hefur stundað fjölbreyttar fiskrannsóknir í ám í Skaftárhreppi, sérstaklega á vatnasviði Skaftár.

Í Grenlæk í Landbroti hafa verið gerðar ýmsar rannsóknir allt frá árinu 1977, einkum tengt seiðabúskap (Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Benóný Jónsson 2005). Göngur sjóbirtinga hafa verið rannsakaðar í Grenlæk frá árinu 1995 og með fiskteljara frá árinu 1996

en það er fyrsti teljarinn sem notaður hefur verið í sjóbirtingsá hér á landi. Hafa niðurstöður rannsókna aukið verulega við þekkingu á lífsháttum sjóbirtings á svæðinu (Magnús Jóhannsson 2011). Eins og áður hefur komið fram hafa miklar og örar breytingar orðið á vatnafari í Eldhrauni, bæði náttúrulegar og vegna inngrípa mannsins, og á lífríki Grenlækjar mikið undir því að flæði vatns úr Skaftá út á Eldhraun sé tryggt (Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Benóný Jónsson 2005).



Mynd 8. Stórfoss í Grenlæk. Hylurinn fyrir neðan fossinn er einn af aðalveiðistöðum árinna. Ljósmynd. Magnús Jóhannsson, september 2016.

Annað auðkenni dýralífs í Skaftárhreppi er helsingjavarp. Helsingjar eru algengir fargestir hér á landi vor og haust, á leið sinni milli varpstöðva á Austur-Grænlandi og vetrarstöðva á Bretlandseyjum. Undanfarna áratugi hefur varp helsingja aukist hérlendis. eru varpstöðvar helsingjans á Íslandi nær eingöngu í Skaftafellssýslum. Árið 1999 uppgötvaðist helsingjavarp við Hólmsá (mynd 9) og hefur það vaxið mikið síðan. Árið 2009 var talið að um 2/3 hlutar íslenska helsingjastofnsins verpti í hólum fyrir ofan og neðan Hólmsárfoss. Hér á landi verpa helsingjar að mestu í hólum, í sjó, ám eða vötnum, en á Grænlandi verpa þeir í þverhniptum björgum. Hvorutveggja er talið vera aðlögun vegna ágangs refa.

Varp hérlendis hefst yfirleitt í fyrri hluta maímánaðar og eru egginn 4-5 talsins. Ungar skríða úr eggjunum í fyrri hluta júní og verða fleygir í byrjun ágúst. Helsinginn er jurtaæta eins og aðrar gæsir. Heimilt er að veiða helsingja frá 1. september til 15. mars og hafa um 925-2600 fuglar verið veiddir árlega á árunum 1995-2014 (Umhverfisstofnun, 2016). Í Skaftafellssýslum má ekki hefja veiðar fyrr en 25. september og er það gert til að minnka líkur á veiðum úr íslenska varpstofninum en grænlandsku fuglarnir koma við á leið til vetrarstöðvanna um miðjan september (Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Svenja N.V. Auhage 2012).



Mynd 9. Helsingjar í Hólmsá. Ljós. Jóna Lís Gísladóttir, júlí 2012.

1.4 Loftslagsbreytingar

Íslenskir jöklar náðu flestir mestri útbreiðslu á sögulegum tíma í lok 19. aldar. Síðan þá hafa þeir hopað og flatarmálið dregist saman u.þ.b. 2000 km². Á þessari öld nemur rýrnunin rúmlega 500 km² eða um 0,35% á ári (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Líkanareikningar um viðbrögð jökla við breytti afkomu benda til þess, að eftir 200 ár verði aðeins jökull á hæsta kolli Örfafjökuls og á fjallendinu milli Grímsvatna, Bárðarbungu og Kverkfjalla (Helgi Björnsson 2009).

Á 20. öld hefur Vatnajökull rýrnað verulega, sporðar hans hopað um 2-5 km, og heildarrúmmál jökulsins minnkað um 300 km³ (10%). Minnkunin er mest áberandi á skriðjöklum sem falla til suðurs en sporðar þeirra hafa hopað um 100 m á ári og lækkað um allt að 8 m á ári. Frá því um 1995 hefur hert á rýrnun jökulsins. Síðan þá hefur árleg afkoma jökulsins verið neikvæð og talið er að á einum áratug hafi Vatnajökull misst 2,7% af heildarmassa sínum (Helgi Björnsson 2009). Við lok aldarinnar gæti syðri hluti Vatnajökuls hafa tapað um 60% af rúmmáli sínu (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Mýrdalsjökull er fjórði stærsti jökull landsins en heildarstærð hans er um 600 km² að flatarmáli. Hyrfi jökullinn gæti stöðuvatn legið í öskjubotninum en vatnið væri um 15 km² að flatarmáli og nærri 0,6 km³ að rúmmáli sem er nokkru stærra en Öskjuvatn en helmingi grynna (Helgi Björnsson 2009).

Síðustu tvo áratugi hafa jökulár verið mjög vatnsmiklar um allt land af völdum aukinnar jökulbráðar tengdri hlýnandi veðurfari. Sem dæmi hefur meðalársrennsli í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur nær tvöfaldast á síðustu fjórum áratugum, en hlýnandi veður, framhlaup Skaftárjökuls og öskufall eru helstu áhrifavaldarnir (Snorri Zóphóníasson 2015).

2 Jökulvötn í Skaftárhreppi

Jökulár í Skaftárhreppi eiga upptök í Mýrdalsjökli, Vatnajökli og Torfajökli. Megineinkenni jökulvatna eru rennlishættir og framburðarmagn. Rennli jökulvatna tekur oft miklum breytingum vegna ísbráðar, vorleysinga eða eldsumbrota undir jökli. Hitastig hefur áhrif og því er rennli jökuláa oftast mest yfir sumartíma (Snorri Zóphóníasson 2015). Jökulár verða skolleitar af leirgruggi á sumrin en liturinn getur verið breytilegur yfir vetrartímann (Sigurjón Rist 1990). Undir jökli og við jökulsporða er yfirleitt gnótt af lausu rofefni, eins og leir, silti, sandi, möl eða grófri bergmyslu. Orkumiklar jökulár grípa það og bera með sér oft ógrynni sets, sem fellur síðan til botns þegar straumhraðinn minnkar. Þannig myndast víðáttumiklir aurar eða aurkeilur (mynd 10) sem þekja allt fast berg á stórum svæðum.



Mynd 10. Aurkeila Skaftár. Mikið er af lausu efni upp við Skaftárjökul sem Skaftá ber með sér og setur af sér þegar dregur úr halla farvegarins og vatnshraðinn minnkar. Þannig myndast víðáttumiklir aurar eða aurkeila sem Skaftá kvíslast um. Ljósmynd. Snævarr Guðmundsson, 2011.

Árnar dreifast um aurana venjulega í mörgum og breytilegum kvíslum, sem breytast jafnvel frá degi til dags (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Upphleðsla jökulaura er ekki samfelld heldur gerist í hrinum og er t.a.m. hröð við framhlaup jökla og jökulhlaup en er hægari þess á milli. Roftímabil geta orðið þar á milli (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Svo löng hlé geta orðið á að jökulá renni um hluta aurkeilu sinnar að land nái að gróa upp. Þegar jökuláin mætir aftur til leiks er oft litið á það sem náttúruspjöll og jafnvel snúist til varnar með jarðýtum. Í raun er um náttúrulegt ferli að ræða (Veðurstofa Íslands 2016).

Hin sendna hafnlausu strönd frá Þjórsá austur að Höfn er orðin til vegna þess að jökulvötn hafa lagt af sér aurburð bæði við daglegt rennsli og í stórhlaupum. Ströndin og láglandi Skaftárhrepps samanstendur úr fjölda aurkeila sem fléttast saman (Snorri Zóphóniasson 2018).

Í þessum kafla verður stiklað á stóru um jökulár í Skaftárhreppi, frá vestri til austurs. Fjallað verður um upptök þeirra og leið til sjávar, rennslishætti og helstu hættur sem af þeim kunna að stafa. Í síðari köflum verður nánar farið út í áhrif þessara jökulvatna á náttúru og samfélag í Skaftárhreppi.

2.1 Jökulhlaup

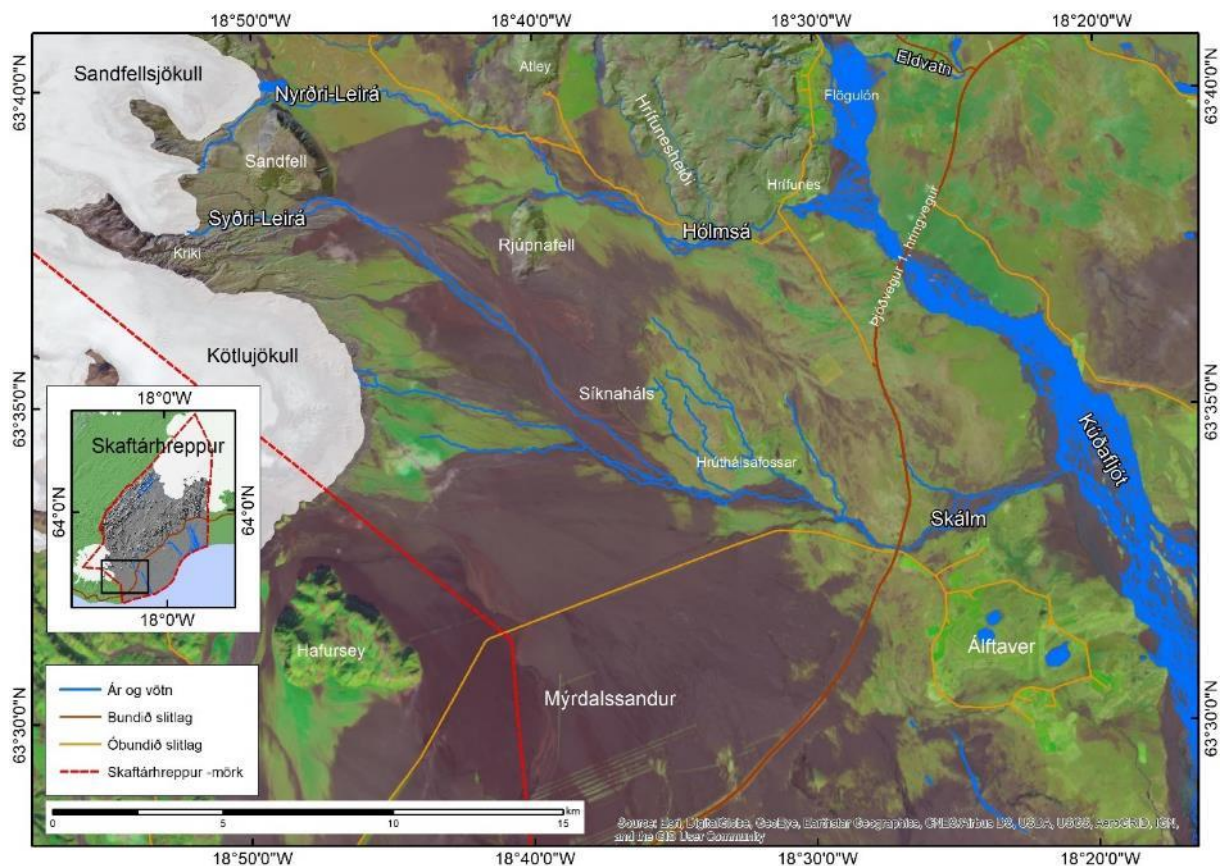
Jökulhlaup vegna eldgosa og jarðhita eru algengasta náttúruváin hérlendis en að meðaltali verður eitt umtalsvert hlaup ár hvert (Júlíus Sólnes 2013; Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2016). Flest eru tiltölulega smá og valda engu eða litlu tjóni. Þau stærstu eru meiriháttar náttúruhamfarir og mannskaðahlaup. Jökulhlaupum er skipt í grófum dráttum í þrjá flokka eftir uppruna; 1) vatn sem safnast í katla eða íshvelfingar á jarðhitasvæðum undir jökli, 2) vatn sem safnast í lón við jökuljaðar eða 3) ef eldgos verður undir jökli (Júlíus Sólnes 2013). Stærstu hlaupin sem sögur fara af á Íslandi eru vegna eldgosa undir jökli. Við eldgos undir jökli kemst heit kvika í snertingu við ís og bræðir hratt. Bræðsluvatnið leitar framrásar í jökulhlaupum. Þar sem að hlíðar eru brattar, fara hlaupin geyst. Þá getur verið skammur tími frá gosbyrjun undir hlaupið nær niður á láglandi.

Katla, Grímsvötn og Bárðarbunga eru megineldstöðvar með stóra öskju fulla af ís sem getur náð hundruð metra þykkt og geta hlaup frá þeim valdið miklum skemmdum og jafnvel hamförum. Hámarksrennsli hamfarahlaupa hefur verið áætlað yfir 300.000 m³/s og var Kötluhlaupið 1918 þar á meðal (Júlíus Sólnes 2013). Jökulhlaup sem eiga upptök frá jarðhitasvæðum undir jökli eru til dæmis Skaftárhlaup undan Skaftárkötlum í Vatnajökli (mynd 1). Þau eiga sér oftast stað á 1-2 ára fresti. Stærð Skaftárhlaupa er breytileg, frá 100-200 m³/s upp í 1500 m³/s í stærstu hlaupum. Jökulhlaupið 2015 mældist 3000 m³/s. Sem dæmi um hlaup úr jaðarlónum má nefna Grænalónshlaup en þau komu úr Grænalóni sem er jaðarlón við Skeiðarárjökul (Veðurstofa Íslands 2009). Vegna jökulbreytinga við Grænalón er lónið nú horfið og því hlaup hætt að koma þaðan (Guðmundsson o.fl. 2019).

Jökulhlaupum fylgja oft miklar breytingar á landi. Hlaupin bera jafnan mikinn aur og leir sem situr í jarðveginum þar sem flæðir yfir og vatn sígur niður í hraun og jarðveg. Afleiðingar þeirra gætir því oft löngu eftir að þeim lýkur. Uppsöfnun aurs í áfoksgeira getur svo valdið aukinni hættu á uppblæstri og gróðureyðingu bæði á láglandi og á afréttum.

2.2 Skálm

Skálm er vestasta jökuláin í Skaftárhreppi og eru upptök hennar í Kötlujökli sem er skriðjökull frá Mýrdalsjökli (mynd 11). Frá Kötlujökli rennur jökulvatnið í austur yfir Mýrdalssand (mynd 12 og 13) þar sem lindarlækir, sem eiga upptök sín undan Síknahálsi sunnan Rjúpnafells, bætast í hana. Skálm er því jökulá að stofni til en með töluverðum lindaráhrifum. Lindarlækirnir renna um gróið svæði á gömlu hrauni norðan Þjóðveggar 1, og mynda þar fallega fossa sem kallast Hrúthálsafossar. Neðan við fossana bætist lindarvatnið við Skálm sem fellur svo í Kúðafliót rétt neðan Þjóðveggar við Álftaver.



Mynd 11. Rennslisleið Skálmur, syðri- og nyrðri-Leirá, frá upptökum og þar til þær falla í Kúðafliót. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.

Áður fyrr þótti Skálm tiltölulega meínlítill jökulá en á undanförunum árum hefur hún margfaldað að stærð og er nú orðin leirbrúnt jökulfljót eftir að kvíslar úr öðrum ám tóku að renna í hana. Ástæður þess eru breytingar árfarvega við rætur Mýrdalsjökuls, en kvíslar sem áður runnu í Leirá og Múlakvísl renna nú um farveg Skálmur. Í kjölfar þess hefur bæði rennsli og framburður Skálmur aukist verulega sem orsakar meira álag á bakka, bakkavarnir og varnargarða sem verja byggð í Álftaveri (Morgunblaðið 2013; Sigurjón Einarsson og Gústav M. Ásbjörnsson 2014).

Skálm er tiltölulega næm fyrir úrkomubreytingum og vex mikið og hratt í henni við mikla úrkomu. Hlaup geta komið fram í Skálm undan sigkötlum í Mýrdalsjökli og við eldsumbrot í

Köttlu. Þar sem Katla er venjulega hulin jökli brýst hún út með ógurlegum hamförum undan jöklinum þegar hún gýs og bræðir jökulinn á stóru svæði. Þetta orsakar feiknarleg vatnsflóð sem flæmast um með jakaburði en oftast hafa þau farið yfir Mýrdalssand og Álftaver og valdið miklu tjóni. Bæir hafa farið í eyði, eða verið fluttir úr stað, en heimildir geta til um heilu byggðarlögin sem farið hafa í eyði og aldrei byggst upp aftur (Anna Lilja Oddsdóttir 2008).



Mynd 12. Upptök kvísla frá Mýrdalsjökli sem mynda Skálm. Ljós. Þórir N. Kjartansson, júlí 2015.



Mynd 13. Ein kvísla sem rennur frá Sandfellsjökli í Mýrdalsjökli og myndar Skálm. Sandfell efst til hægri. Ljós. Þórir N. Kjartansson, júlí 2015.

Árið 1955 kom hlaup frá eldstöðinni Kötlu og var það svo mikið að það náði yfir brúna á Skálm svo hana tók af (myndir 14a-b). Síðast kom hlaup í Skálm í júlí 2011 en þá hljóp úr þremur þekktum sigkötlum Mýrdalsjökuls. Hlaupið var það stórt að einungis var um einn metri frá vatnsyfirborði og upp í brúna yfir Skálm og brúna yfir Múlakvísl tók af. Í Skálm er engin rennislismælistöð en þar hefur verið komið fyrir mælistöð sem mælir vatnshæð, rafleiðni og vatnshita og gefur fyrirboða um hlaup.



Myndir 14a-b. a) Brú yfir Skálm sem fór af í Kötluhlaupinu árið 1955. Ljós. Jón J. Víðis, 1954. Myndasafn Vegagerðarinnar. b) Brú yfir Skálm sem byggð var árið 1956 í kjölfar þess að hana tók af í Kötluhlaupinu. Ljós. Myndasafn Vegagerðarinnar.

2.3 Leirá

Leirá á upptök í Sandfellsjöklum í austanverðum Mýrdalsjökli og kemur fram á tveimur stöðum (mynd 11). Nyrðri hluti Leirár fellur úr lóni norðan Sandfells og rennur til austurs og hefur farvegur hennar verið nokkuð stöðugur síðustu ár. Syðri hluti Leirár kemur fram úr syðri Sandfellsjöklinum og rann til austurs sunnan Sandfells en farvegur hennar hefur verið mjög óstöðugur undanfarna áratugi. Norðan við Rjúpnafell sameinuðust nyrðri og syðri Leirá og runnu í Hólmsá um 1,5 km ofan við brúna vestan við Hrífunes og þaðan í Kúðafliót til sjávar. Á tímabilinu 1997-2013 bar áin upp mikla aurkeilu austan Sandfells og gerði sér farveg sunnan við hana. Eftir það hætti rennsli hennar til norðausturs í nýðri Leirá, heldur fann sér farveg suðvestan Rjúpnafells og þaðan í Skálm (mynd 15 og 16). Eftir að syðri hluti Leirár tók að falla til suðausturs er nú um tvær aðskildar ár að ræða (Magnús Tumi Guðmundsson 2017).

Þessar miklu breytingar á farvegum Leirár hafa valdið því að talsvert af grónu landi, austast á Mýrdalssandi, hefur tapast og enn meira gróið land er í hættu. Þá hefur jökulvatnið einnig farið í lindarlæki sem eiga upptök sín undan Síknahálsi sunnan Rjúpnafells, þ. á m. vatnið sem rennur í Hróthálsafossa (myndir 17a-b, Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2017).



Mynd 15. Syðri hluti Leirár sem rennur vestan við Sandfell og til suðausturs þar sem hún sameinast Skálm. Mynd Þórir N. Kjartansson, júlí 2015.



Mynd 16. Horft til suðurs eftir syðri hluta Leirár, frá Sandfelli. Rjúpnafell sést e.t.v. Áin hefur rofið mikið af grónu landi, þar á meðal uppgræðslur bænda á þessu svæði. Mynd Þórir N. Kjartansson, júlí 2015.



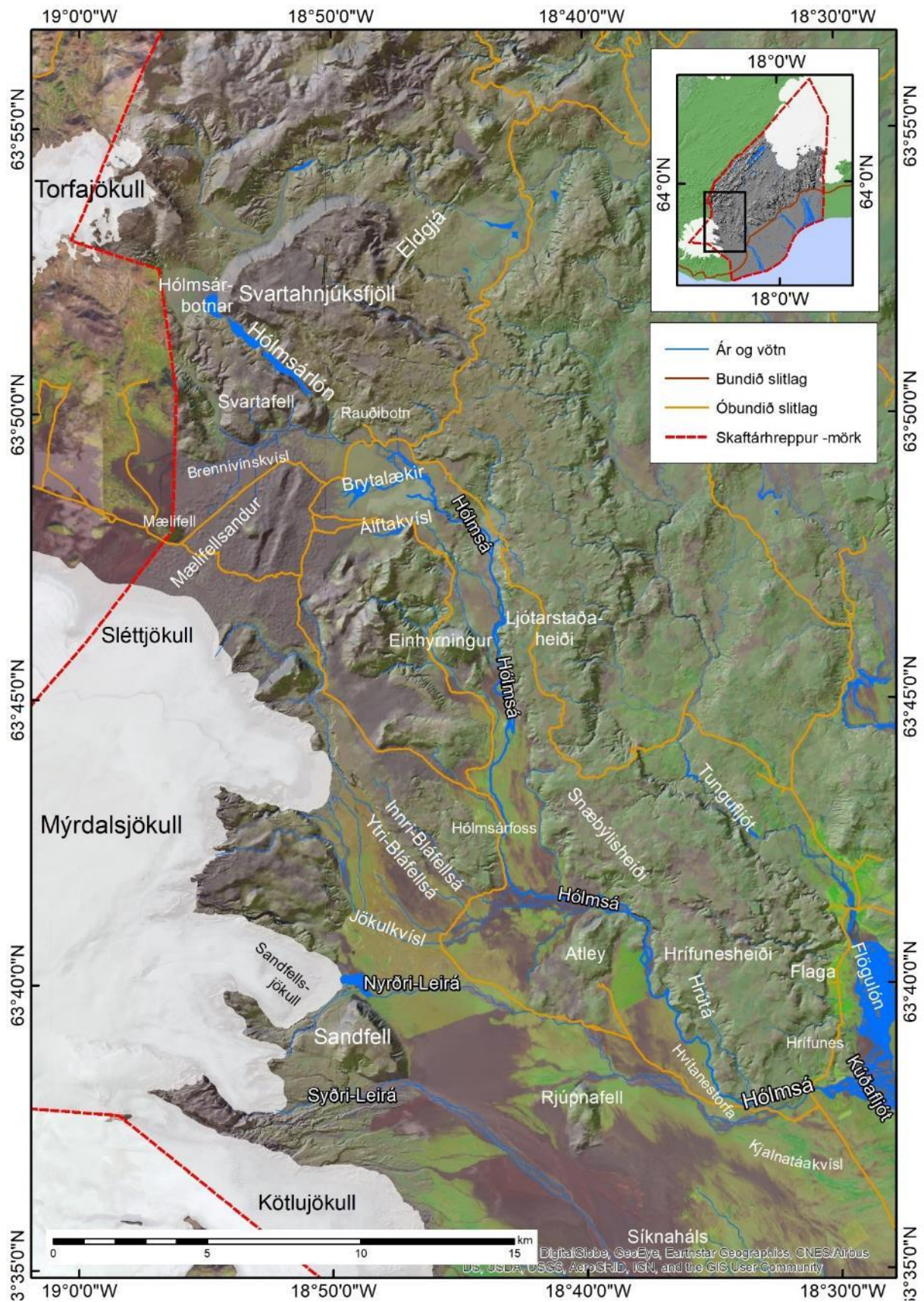
Myndir 17a-b. Hrúthálsafossar. a) Myndin t.v. var tekin í júní 2010. b) Myndin t.h. var tekin í júlí 2013 eftir að syðri hluti Leirár flutti farveg sinn til suðurs. Jökulvatn úr ánni rennur nú í lindarlækina sem mynda þessa fossa. Ljósmyndir Guðrún Svana Sigurjónsdóttir.

Árið 2013 mat Landgræðslan að farvegir Leirár væru meira en 1825 ha að stærð og þótti líklegt að þeir myndu stækka enn frekar. Mikill framburður fylgir Leirá. Hún getur því breytt lífríki í vatnsföllum sem hafa verið laus við framburðarset alla jafna. Einnig eykst rofmáttur með auknum framburði og þar með aukið uppfok og meira álag á bakka og varnargarða (Sigurjón Einarsson og Gústav M. Ásbjörnsson 2014).

Leirá flæmist talsvert um og því er talið líklegt að hún geti á næstu árum breitt enn meira úr sér og fylgt farvegum sem lindarlækirnir frá Síknahálsi mynda. Þetta er jafnframt eitt best gróna landsvæðið á Mýrdalssandi og mikilvægt beitarland Álfhveringa (Sigurjón Einarsson og Gústav M. Ásbjörnsson 2014). Öðru hvoru koma jökulhlaup í Leirá, sem eru talin eiga upptök í sigkatli efst í Sandfellsjökulum, nærri norðausturjaðri Kötluöskjunnar. Leirá er því ein þeirra jökulkvísla sem gæti hlaupið ef Katla gýs og ógnað byggð í Álftaveri. Þá gæti vatnið flæmist víða, m.a. yfir Þjóðveg 1. Engin rennismælistöð er í Leirá en gróft mat á meðalrennsli í syðri hluta hennar er 5 m³/s (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2017).

2.4 Hólmsá

Hólmsá á upptök í Hólmsárbotnum, við Torfajökul og rennur þaðan í Hólmsárlón (mynd 18). Lónið, sem er um 1 km² flatarmáls er í um 600 m. y. s. á milli Svartahnjúksfjalla og Svartafells. Hólmsá fellur úr lóninu við Rauðabotn sem er hluti af Eldgjársprungunni frá 10. öld. Neðan Rauðabotns rennur áin suður á Mælifellssand þar sem Brennivínskvísl bætir við hana vatni úr norðausturhluta Mýrdalsjökuls og úr giljum í Torfajökli. Austan og sunnan við Mælifellssand falla nokkrar þverár til Hólmsár sem eru að stofni til lindarvötn (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001b). Efst þeirra eru Brytalækir sem er vatnsmikil lindá með um 11 m³/s rennsli (Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson 1982). Nokkru sunnar eru Álftakvísl og Hrutá.



Mynd 18. Farvegur Hólmsár frá Hólmsárbotnum í Kúðarfjót. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.

Suður af Einhyrning rennur Hólmsá vestan í Ljótastaðaheiði og Snæbýlisheiði þar til hún fellur fram af hraunbrún í Hólmsárfossi (mynd 19). Seiðarannsóknir í Hólmsá og þverám hennar ofan Hólmsárfoss gefa til kynna að svæðið sé fisklaust ofan fossins. Hins vegar er bleikja í ánni neðan við fossinn (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001b).



Mynd 19. Hólmsárfoss. Ljós. Ingibjörg Eiríksdóttir, september 2010.

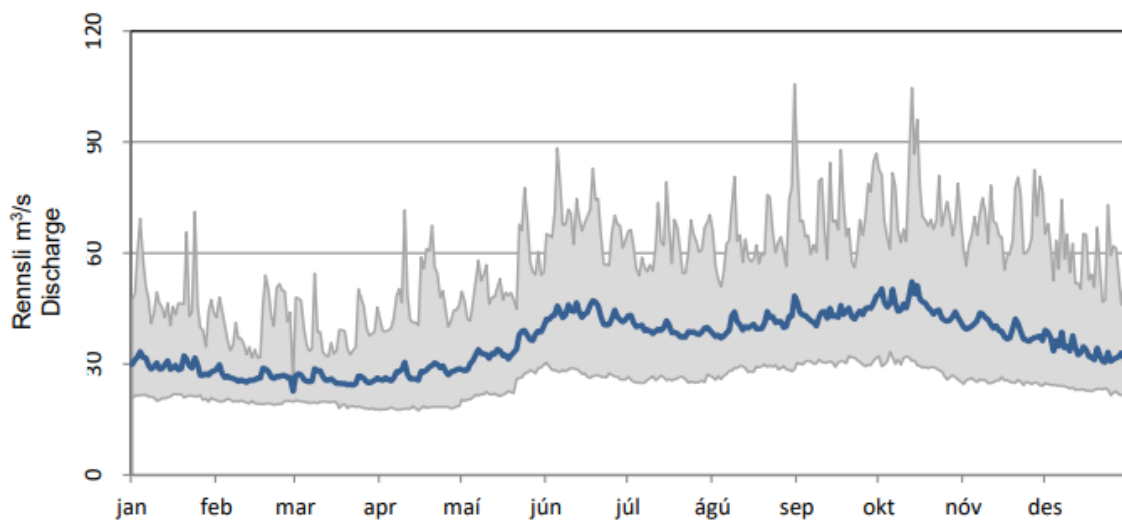
Sunnan við Hólmsárfoss bætast í hana jökulárnar Jökulkvísl og Ytri-Bláfellsá sem renna frá Mýrdalsjökli niður um Merkgiljasand. Vatnasvið Jökulkvíslar er 40,5 km² og þekur Mýrdalsjökull um 23,5 km² þess eða 58% heildarvatnasviðsins. Heildarframburður Jökulkvíslar er um 1,38 milljón tonn á ári. Jökulkvísl er því í flokki með ám sem hafa hátt hlutfall af veðruðu efni á vatnasviðinu og mikinn rofmátt þrátt fyrir að rennsli hafi aldrei mælst meira en 47,5 m³/s. Vatnasvið Ytri-Bláfellsár er 55,1 km² en óvissa er um framburð hennar. Rannsóknir benda þó til þess að við vissar aðstæður geti hún borið meiri framburð heldur en Jökulkvísl. Mjög auðrjúfanlegt efni er á öllu þessu svæði og hafa eldgos aukið framboð lausefna á vatnasviðum í nágrenni Mýrdalsjökuls enn frekar (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2017).

Enn sunnar bætist í Hólmsá nyrðri hluti Leirár úr Sandfellsjökli. Farvegur Leirár hefur breyst mikið á síðustu árum eins og greint er frá hér fyrr. Nyrðri hluti Leirár sem kemur frá Sandfellsjökli og rennur austan Sandfells er enn í sínum gamla farvegi. Hólmsá fellur að lokum austur með Hrífunesi í Flögulón, þar sem hún sameinast Tungufljóti og Eldvatni (vestustu

kvíslar Skaftár) í Kúðafljót. Hefur hún þá runnið um 49 km leið frá upptökum til Kúðafljóts (Snorri Zóphóníasson 2018). Hólmsá er því þó nokkuð vatnsfall sem samanstendur af blöndu lindar-, drag- og jökulvatns og er vatnsvið hennar 487 km² (Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018).

Rennsli Hólmsár hefur verið rannsakað í tengslum við fyrirhugaða virkjanakosti í Hólmsá. Ef veita ætti vatni með stíflu og virkjun í og við Hólmsá hefði það umtalsverðar breytingar á vatnafari á svæðinu. Skert rennsli neðan Hólmsárfoss þýddi verri skilyrði fyrir bleikju sem þar er og minnkað vatnsrennsli ofan foss hefði líklegast umtalsverð áhrif á botndýralíf og fuglalíf (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001b). Horfið hefur verið frá þeirri virkjunarhugmynd sem hér er vísað í og er nú kannaður kostur að virkja Hólmsá frá Atley að Flögu.

Vatnshæðarmælingar í Hólmsá hófust 20. september 1984 (mynd 20). Meðalrennsli við Hólmsárfoss er 35,2 m³/sek. Hæstu flóðin sem koma í Hólmsá eru af völdum mikilla rigninga og hláku og eru slík flóð algeng frá október fram í janúar (Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018).



Mynd 20. Miðgildi dagsmeðalrennslis í Hólmsá (blá lína) ásamt 95% og 5% hlutfallsmörkum (grátt svæði). Úr Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir (2018).

Árið 1907 var byggð brú yfir Hólmsá við bæinn Hrífunes. Í Kötlugosinu 1918 kom jökulhlaup í Leirá, sem sameinast Hólmsá rétt fyrir ofan brúna. Gríðarlegt vatnshlaup kom þá fram úr Hólmsá og fyllti gljúfrið þar sem hún rennur eftir vestan við bæinn Hrífunes. Tók brúna af og brotnuðu bakkar árinna til beggja hliða. Mikill aur barst fram úr gljúfrinu og bætti mjög á aurkeiluna neðan þess. Við þetta stækkaði Flögulón. Ný brú var byggð á sama stað á árunum 1919-1920 en eftir að kom fram yfir miðja öldina var brúin og aðkoman að henni ófullnægjandi bílaumferðinni. Árið 1963 var því gerð ný brú sem er enn í notkun en akstur yfir hana krefst mikillar aðgæslu (Baldur Þór Þorvaldsson 2018).

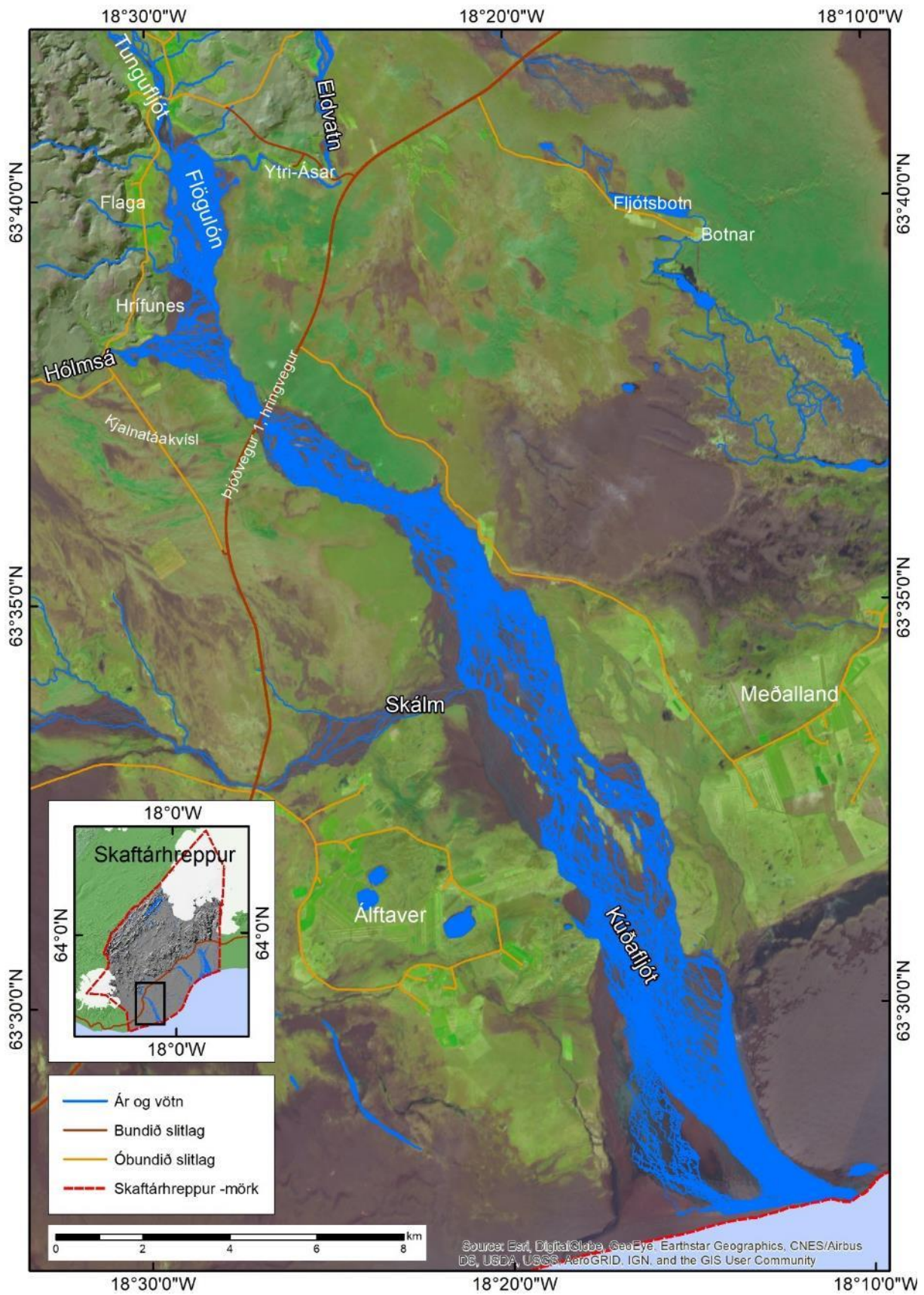
2.5 Kúðafljót

Kúðafljót er ein vatnsmesta á landsins með meðalrennsli um 140 m³/s (Stefán Ármann Þórðarson 2014; Snorri Zóphóníasson 2018). Kúðafljót er jökulá en með töluverðum lindar- og dragaréinkennum og í raun samsett úr nokkrum vatnsföllum. Vatnasviðið er um 3.000 km² (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001b) og skiptist í tvö meginsvæði. Annars vegar svæði sem afmarkast af Tungná og Skaftá, Skaftárjökli og Jökuldöllum og hins vegar svæði afmarkað af Skálm og Hólmsá, Kötlujökli og norðanverðum Mýrdalsjökli (Stefán Ármann Þórðarson 2014). Upptök Kúðafljóts eru í Flögulóni (mynd 21) í Skaftártungu, þar sem koma saman Eldvatn (vestasta kvísl Skaftár), Tungufljót og Hólmsá. Enn neðar bætist Skálm við Kúðafljótið sem rennur þaðan eftir breiðum farvegi til sjávar milli Mýrdalssands í vestri og Meðallandsands í austri. Allar eru þær jökulár að uppruna nema Tungufljót sem er hrein dragá. Lengd Kúðafljóts frá Flögulóni til sjávar er um 25 km (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001b). Á mynd 22 má sjá rennlisleið Kúðafljóts frá Flögulóni og til sjávar.



Mynd 21. Hér er horft suður yfir Flögulón en þar eru upptök Kúðafljóts (t.v.). Hólmsá fellur í það við Hrífunes (t.h.). Ljós. Haukur Snorrason, 2007.

Í Landnámu segir að upp af Kúðafljótsósi hafi verið fjörður, Kúðafjörður. Samkvæmt henni dregur áin nafn sitt að skipinu Kúði sem sigldi þar inn. Talið er hugsanlegt að Katla hafa borið í hann sand í Sturluhlaupi. Sæmundur Hólm skrifar í lýsingu sinni á Skaftafellssýslu 1776 að Kúðafjörður hafi verið fallegur með skóg á báðar hliðar að norðan og hæðum langt fram eftir, en slétt graslönd að sjó.



Mynd 22. Farvegur Kúðafljóts frá Flögulóni til sjávar. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.

Í Kötluhlaupinu 1918 breyttist farvegur Kúðafljóts mikið austur af Álftaveri en hann var mun afmarkaðri fyrir það hlaup. Á nítjándu öld átti bóndinn á Melhóli bát sem hann notaði til þess að ferja menn yfir fljótið, en þá rann það milli hárra bakka. Umferð lá á þeim árum mest sunnan Eldhrauns og upp Landbrot því Eldhraun var vart fært nema fuglum enda veglaust. Eftir Kötluhlaupið leitaði Kúðafljót austur á Meðalland. Árið 1955 var rutt upp miklum görðum með austurjaðri fljótsins til þess að vernda byggð í Meðallandi (mynd 23). En aurinn undir fljótinu er nú víða hærrí en landið austan við (Snorri Zóphóniásson 2018).

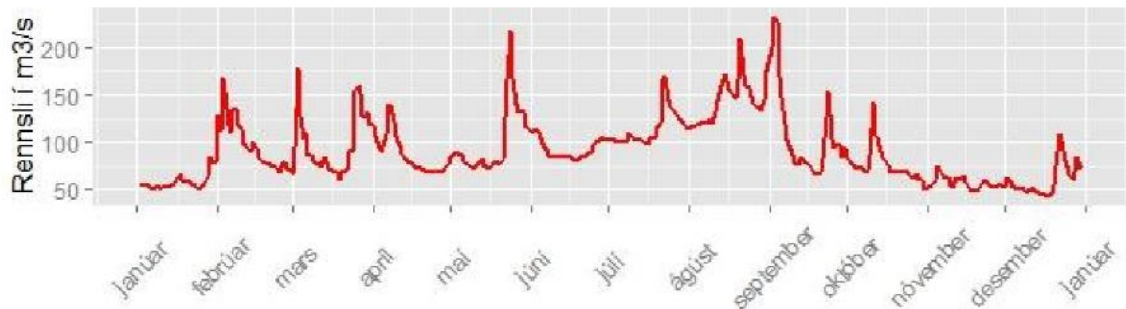


Mynd 23. Varnargarðar austan við Kúðafljót. Ljós. Snorri Zóphóniásson, október 2015.

Rennsli er ekki mælt í Kúðafljóti en hægt er að meta það út frá mælingum sem eru gerðar í Hólmsá og Eldvatni. Mælistöð í Eldvatni er við Ása austan við Flögulón og við Hólmsárfoss í Hólmsá. Töluverð óvissa verður þó vegna þess að rennsli Tungufljóts, Skálm og Leirá (sá hluti sem fellur í Hólmsá) vantar inn í þessar mælingar. Vegna þess að mest allt vatn í Kúðafljóti kemur frá jöklum er rennsli þess nokkuð breytilegt yfir árið.

Mynd 24 sýnir ársrennsli í Kúðafljóti fyrir árið 2012. Þar komu fram margir toppar yfir árið en mest var vatnið undir lok sumars. Rennslistoppur í maí má líklega tengja við vorleysingar. Rennsli Kúðafljóts minnkaði í september og var í lágmarki fram yfir áramót, utan nokkurra lægri rennslistoppa (Stefán Ármann Þórðarson 2014). Vatnavextir í Kúðafljóti fylgja yfirleitt leysingum, miklum hitabreytingum eða úrkomu (Sigurjón Rist 1990). Eldsumbrot undir jökli og jökulhlaup í kjölfarið munu líklegast auka á rennslið. Þar sem Kúðafljót er safn nokkurra vatnsfalla geta hlaup í Skaftá, Hólmsá og Skálm komið í Kúðafljót (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Kötlugosinu 1918 fylgdi mikið hlaup niður Mýrdalsand. Engin rennslisgögn yfir Skálm og Leirá,

sem eru aðalfarvegir jökulvatns frá Kötlueldstöðinni til Kúðafljóts, eru til. Því er ekki vitað um rennsli í fljótið vegna eldsumbrotanna í Kötlu. Hins vegar náðu hlaup frá Kötlu árin 1955 og 2011 að breyta rennsli Kúðafljóts.



Mynd 24. Ársrennsli í Kúðafljóti árið 2012 (úr Stefán Ármann Þórðarson 2014).

Áhrif jökulhlaupa úr Skaftárkötlum á rennsli Kúðafljóts sjást í gögnum úr mæli við Eldvatn hjá Ásum. Hlaupin úr vestari Skaftárkatli, sem eru yfirleitt minni en úr þeim eystri, juku rennsli Kúðafljóts yfir 400 m³/s árin 2002 og 2005. Á meðan þeim stóð var rennslið um 720 m³/s við Sveinstind. Hinn hluti hlaupvatnsins skilar sér í aðrar kvíslar Skaftár. Árin 2006 og 2008 þegar hljóp úr eystri Skaftárkatli, jókst rennsli Kúðafljóts í 600 m³/s og 800 m³/s en hlaupið mældist um 1350 m³/s við Sveinstind bæði árin. Rúmlega helmingur hlaupvatnsins þessi ár skilaði sér í Kúðafljót (Stefán Ármann Þórðarson 2014). Mynd 25 sýnir hlaupvatn í Kúðafljóti árið 2015.



Mynd 25. Kúðafljót þar sem það rennur undir brú við Þjóðveg 1. Myndin er tekin í Skaftárhlaupinu 2015. Ljós. Myndasafn Landgræðslunnar, október 2015.

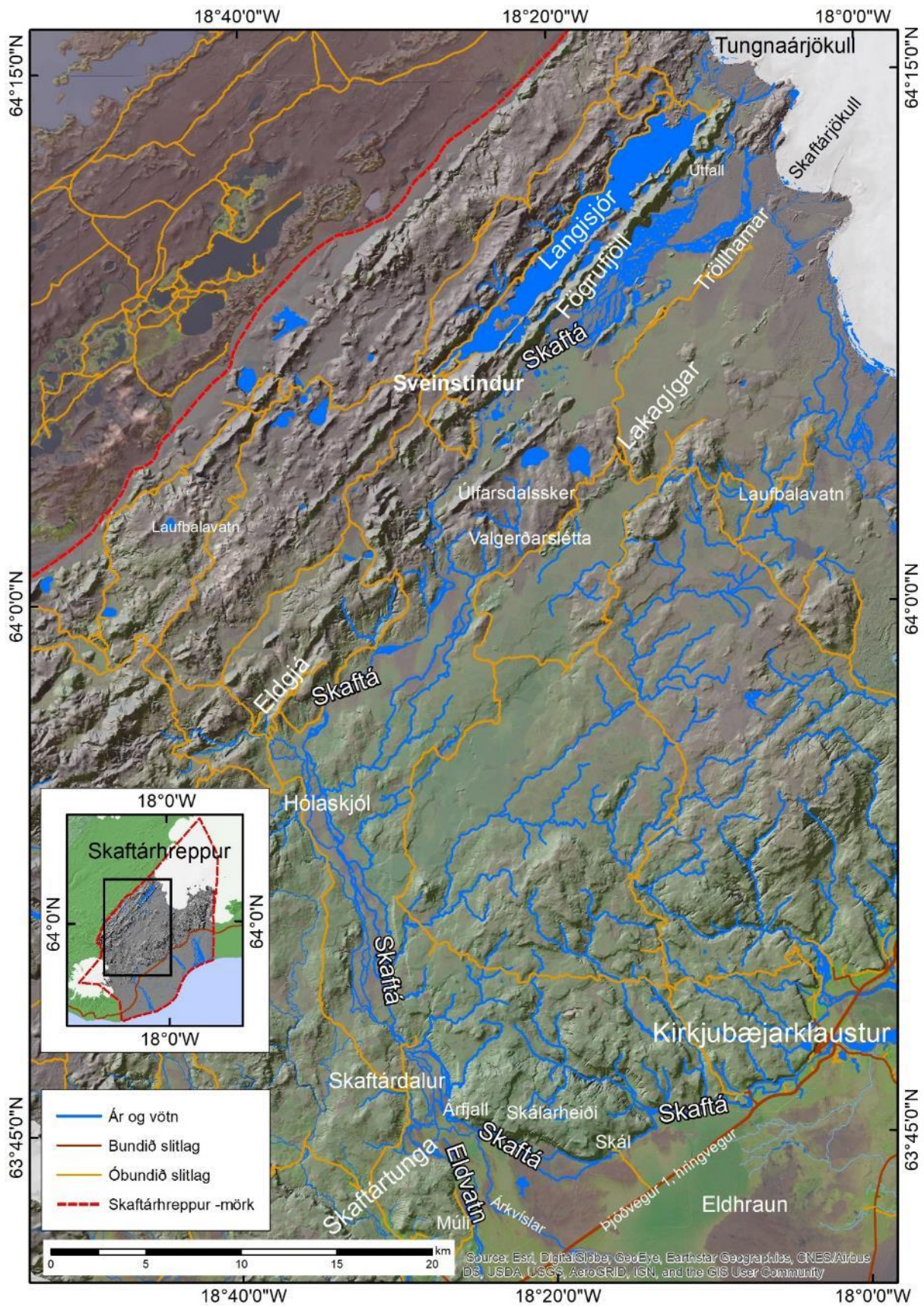
2.6 Skaftá

Skaftá er lindarskotin jökulá og kemur jökulpátturinn undan Skaftárjökli (myndir 26 og 27) (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Hér áður fyrr kom jökulpátturinn í fjölmörgum kvíslum undan Skaftárjökli og Síðujökli í Vatnajökli, sem sameinuðust austan við Langasjó. Fram yfir 1960 lá Skaftárjökull upp að Fögrufjöllum og rann þá hluti Skaftár undan honum og í Langasjó og út um Útfall (Haukur Tómasson og Elsa G. Vilmundardóttir 1967). Sennilega hefur mikill aur þá fallið út í Langasjó og aurburður í byggð verið töluvert minni en nú. Frá því um 1945 byggðist upp stór aurkeila við norðausturenda Langasjávar og á árabílinu 1950-1960 hopaði Skaftárjökull frá Fögrufjöllum þannig að innrennsli Skaftár í Langasjó hætti. Við það varð Langisjór tær (Ingibjörg Kaldal 2002; Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2008). Ofan við Sveinstind flæmist Skaftá um aura. Þegar þetta er ritað rennur hún í tveimur megin kvíslum niður að Tröllhamri en í hlaupum og miklum vatnavöxtum flæmist hún um hraunið austan við meginfarveginn (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

Kvíslarnar tvær sameinast aftur við Sveinstind og falla í einum farvegi niður fyrir Skaftárdal og er vatnasvið Skaftár ofan Skaftárdals 1409 km². Þar skiptist Skaftá í tvær megin ár, Eldvatn að vestan og Skaftá að austan (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a) en uppbygging aurkeilunnar neðan Skaftárdals ræður því hvernig vatnið leitar í þessar tvær megin ár. Þar skiptir meðal annars framburður í Skaftárhlaupum töluverðu máli (Snorri Zóphóníasson 2015).

Eldvatn fellur í Flögulón og sameinast Tungufljóti og Hólmsá og rennur til sjávar sem Kúðafljót (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Ásakvíslar runnu úr farvegi Eldvatns á móts við bæinn Múla og flæmdust um aura austan Eldvatns eftir að Eldhraun rann. Þær féllu í Kúðafljót neðan Flögulóns en ein kvísl náði til Eldvatns í Meðallandi. Samhliða lagningu þjóðveggar 1 um Eldhraun árið 1962 var lokað fyrir Ásakvíslar og þeim beint í Eldvatn. Á fyrri hluta síðustu aldar nýttu bændur í Meðallandi jökulvatnið í Ásakvíslum til áveitu á tún hluta úr ári. Enn standa stíflur og lokur veitumannvirkjanna en eru nú fjarri öllu vatni vegna vatnaveitinga (Snorri Zóphóníasson 2018).

Skaftá rennur fram hjá Kirkjubæjarklaustri (sjá forsíðumynd og mynd 2) og til sjávar um Skaftárós (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Árkvíslar runnu úr farvegi Skaftár á kafla frá Árhóli undir Árfjalli austur að bænum Á. Eins og fram kemur í kafla 1.2 var stíflað fyrir Árkvíslar. Þær renna nú í Skaftá að undanskyldum þeim hluta vatns sem er hleypt í gegn um stífluna og er leiddur með gördum að þjóðveginum og undir brú (Brestur) þar sem það hripar niður í hraunið neðan vegarins. Megnið af vatninu fer sem grunnvatn niður í Botna og Eldvatn í Meðallandi. Stapaáll og Skálaráll falla úr Skaftá undir Skálarheiði og hripa þar niður í hraunið (Snorri Zóphóníasson 2018).



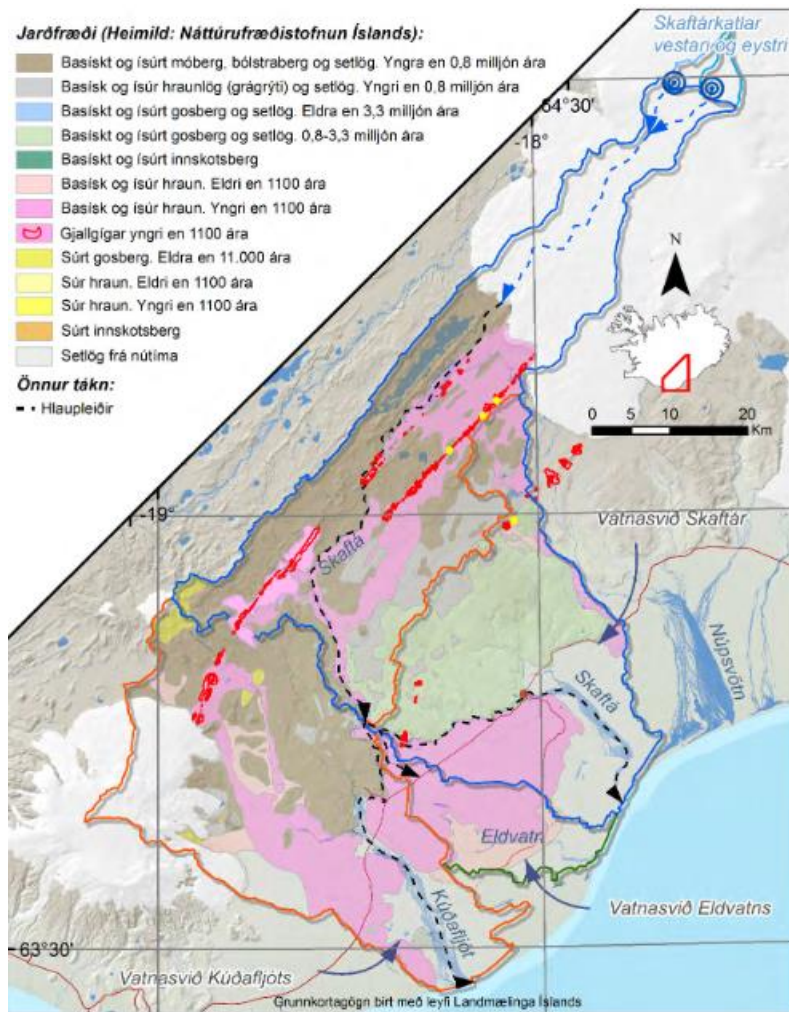
Mynd 26. Farvegir Skaftár frá Skaftárjökli að Kirkjubæjarklaustri. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.



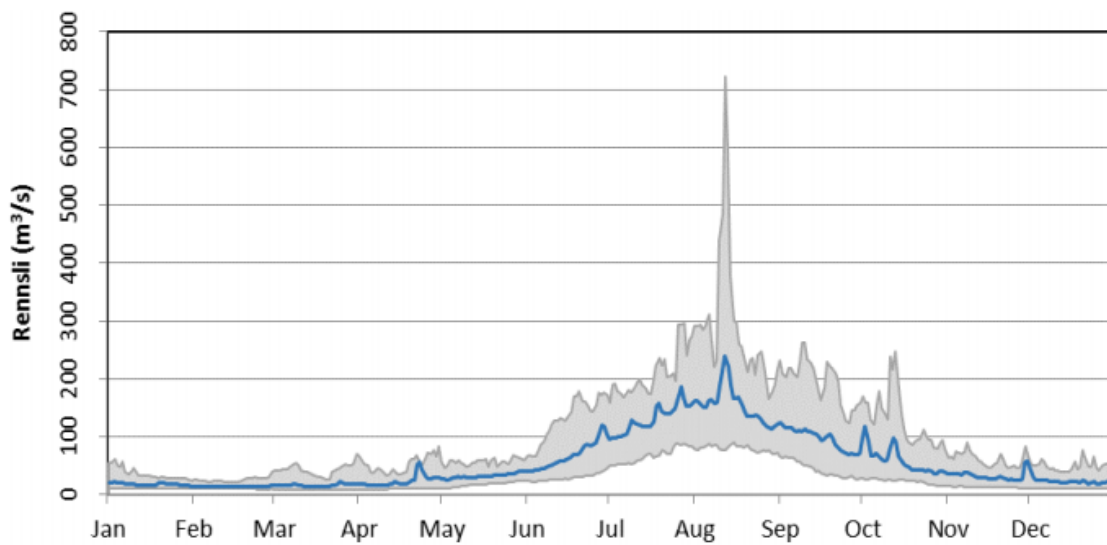
Mynd 27. Upptök Skaftár við Skaftárjökul. Myndin er tekin í Skaftárhlaupinu 2018. Ljós. Ólafur Sigurjónsson, ágúst 2018. Myndasafn Veðurstofu Íslands.

Vatnafræði á svæði Skaftár er flókin en mörg samverkandi atriði hafa þar áhrif. Jarðfræði svæðisins er fjölbreytileg. Mest eru áberandi hraun yngri en 1100 ára (mynd 28) en þau hafa mikil áhrif á grunnvatnsstrauma (sjá t.d. Ríkey Hlín Sævarsdóttir 2002a, 2002b; Snorri Páll Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 2002; Haukur Jóhannesson o.fl. 2003) en að auki hafa tímabundnar breytingar á rennsli og áframburður á svæðinu mikil áhrif á farveg Skaftár (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

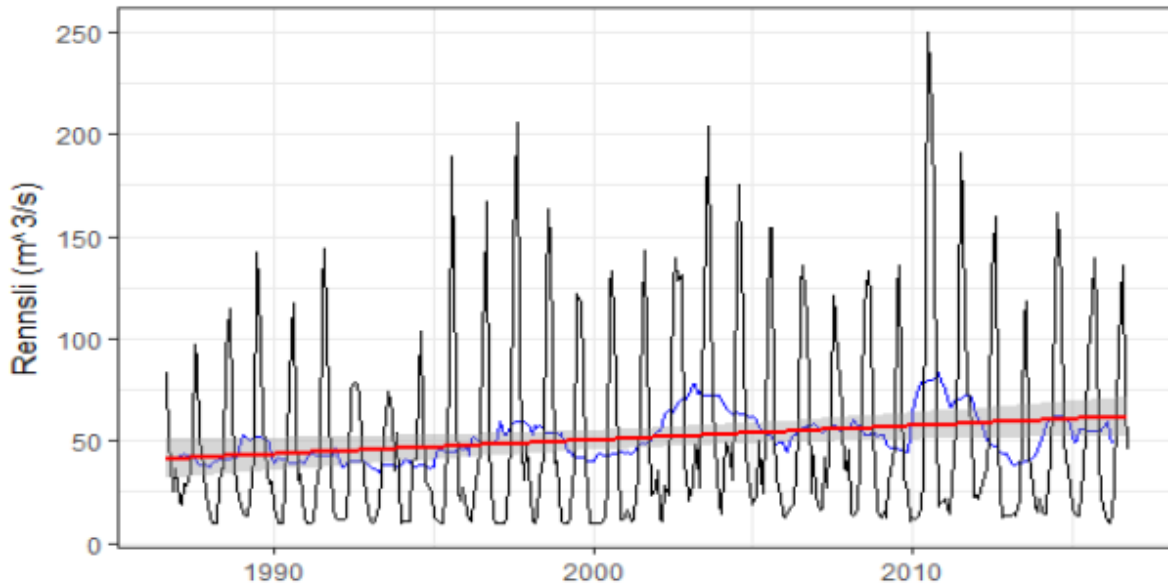
Rennsli Skaftár, líkt og annarra jökuláa, er óstöðugt, háð árstíðum, veðurfari og jökulhlaupum. Venjulegt vetrarrensli er u.þ.b. $13 \text{ m}^3/\text{s}$, en getur aukist í $200 \text{ m}^3/\text{s}$ í leysingum síðsumars (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Í Skaftá líkt og öðrum jökulám landsins hafa síðustu tveir áratugir verið mjög vatnsríkir af völdum aukinnar jökulbráðar tengdri hlýnandi veðurfari (Snorri Zóphóníasson 2015). Hluti jökulvatnsins í Skaftá hefur vaxið, úr að vera um $25 \text{ m}^3/\text{s}$ að meðaltali yfir árið í að vera um $45 \text{ m}^3/\text{s}$. Einnig hefur meðalrensli Skaftár við Sveinstind aukist úr $40 \text{ m}^3/\text{s}$ áður og er nú komið yfir $60 \text{ m}^3/\text{s}$ (myndir 29 og 30). Talið er að hluti þessarar aukningar sé til frambúðar og að rennsli vegna jökulbráðar eigi eftir að aukast enn meira á næstu árum samhliða hlýnandi loftslagi (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Aðrir þættir en ársmeðalhiti hafa þó veruleg áhrif á meðalrensli einstakra ára svo sem framhlaup Skaftárjökuls, Skaftárhlaup og öskufall (Snorri Zóphóníasson 2015).



Mynd 28. Berggrunnur og vatnasvið Skaftár, Eldvatns og Kúðafljóts (úr Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).



Mynd 29. Miðgildi dagsmeðalrennslis Skaftár við Sveinstind (blá lína) ásamt 95% og 5% hlutfalls-mörkum (grátt svæði). Röðin nær yfir tímabilið 1986-2016 (úr Hilmar B. Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018).



Mynd 30. Meðalrennsli hvers dags við Sveinstind frá 1986-2015. Svarta línan sýnir daggildi, sú bláa sýnir útjöfnuð gildi (10 ára hlaupandi meðaltal) og rauða línan er besta lína gegnum útjöfnuðu gildin. Gráskyggða svæðið er óvissubíl rauðu línunnar (úr Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

2.6.1 Skaftárhlaup

Skaftárhlaup eiga upptök sín úr Skaftárkötlum í vestanverðum Vatnajökli (mynd 31). Katlarnir eru tveir; eystri- og vestari Skaftárketill. Eystri ketillinn er stærri og hlaupin úr honum meiri en frá vestari katlinum (Auður Atladóttir o.fl. 2013).



Mynd 31. Eystri Skaftárketill í Vatnajökli. Ljósmynd. Oddur Sigurðsson, október 2015. Myndasafn Veðurstofu Íslands.

Elstu rituðu upplýsingar um Skaftárhlaup er að finna í Eldriti Jóns Steingrímssonar. Þar kemur fram að hlaup í Skaftá virðast hafa verið þekkt frá gamalli tíð og fyrir Skaftárelda, þar segir;

„Eftir gamalla manna sögn hafði verið til forna eitt djúpt veiðivatn millum Skaftárdals og á í einum krók og kima fyrir innan Nátthaga og framan Hæl, fyrir austan ána hvar hún síðast rann, í hvert Skaftá hafði borið í einu af sínum vatnshlaupum“ (Jón Steingrímsson 1973).

Af þessari lýsingu að dæma og þeirri staðreynd að Landbrotshraunið, sem liggur að hluta til undir Eldhrauninu, er mjög sandborið, má sjá að jökulhlaup í Skaftá hafi átt sér stað fyrir Skaftárelda. Fyrst eftir Eld var Skaftá, þar sem hún rann í byggð, nærri því tær. Það breyttist með tímanum þegar jökulaur hafði þétt hraunið svo hún rann ofanjarðar (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

Skaftárhlaup (mynd 32) byrjuðu 1955 í núverandi mynd. Það var jafnframt fyrsta jökulhlaupið eftir að mælingar hófust 1951. Heimildir eru um hlaup í Skaftá fyrr, a.m.k. frá 1910. Haft er eftir Gísla Sigurðssyni, bónda á Búlandi í Skaftártungu að jökulhlaup hafi fallið í Skaftá nærri ár hvert svo lengi sem hann man, þ.e.a.s. að minnsta kosti aftur til 1910. Oftast voru hlaupin þá svo lítil og snögg að Skaftá var væð hestum daginn eftir að hlaup hófst (Helgi Björnsson 1977). Samkvæmt þeirri frásögn er mjög ólíklegt að hlaupin hafi verið af sömu stærðargráðu og þau voru eftir 1955 og að þau hafi haft viðkomu í Langasjó þar sem þau virðast hafa komið snögg fram, vaxið hratt og dvínað fljótt. Ef hlaupin færu um Langasjó yrðu breytingarnar á rennsli mun hægari en fram kemur (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Svo eru aðrir sem telja að ef til vill hafi miðlun rennslis í Langasjó valdið því að eldri hlaupin urðu ekki eins áhrifaríkir viðburðir niðri í byggð og nú er (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996).



Mynd 32. Skaftárhlaup 2018, myndin tekin við Skaftárdal. Hlaupið tók í sundur veginn inn að Skaftárdal en brýrnar stóðu það af sér. Ljósmyndasafn Veðurstofu Íslands, ágúst 2018.

Undir Skaftárkötlum eru öflug jarðhitasvæði og jarðhitinn bræðir jökulinn. Bræðsluvatnið safnast saman og hleypur fram þegar vatnsþrýstingur er orðinn hærri en farg jökulsins nær að halda. Vatnið leitar þangað sem fyrirstaðan er minnst; eftir farvegi Skaftár. Jarðhitavirknin er

ráðandi í uppsöfnun vatnsins en tímasetning hlaupanna eftir að nægilegri vatnshæð er náð ræðst einnig að einhverju leyti af streymi leysinga- og regnvatns til katlanna. Aukið innrennsli af þeim sökum ræður því nokkru um hvenær hlaup verða og hversu langt líður á milli þeirra (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Síðan vatnamælingar hófust í Skaftá árið 1951 hafa komið tæplega 60 jökulhlaup í Skaftá, sem jafngildir nær árlegu hlaupi að meðaltali (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996; Auður Atladóttir o.fl. 2013). Á árabílinu 1955-2018 komu 28 hlaup úr eystri katlinum en úr vestari katlinum komu 30 hlaup á tímabilinu 1972-2018 (Davíð Egilsson o.fl. 2018). Veðurstofa Íslands rekur nú þrjá vatnshæðarmæla við Skaftá, þeir eru við Sveinstind, Kirkjubæjarklaustur og Eldvatn við Ása (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Einnig var rekinn vatnshæðarmælir við Skaftárdal en sá mælir skemmdist í Skaftárhlaupinu 2015 og ekki hefur verið komið fyrir vatnshæðarmæli þar aftur, leiðnimæling þar er ennþá til staðar.

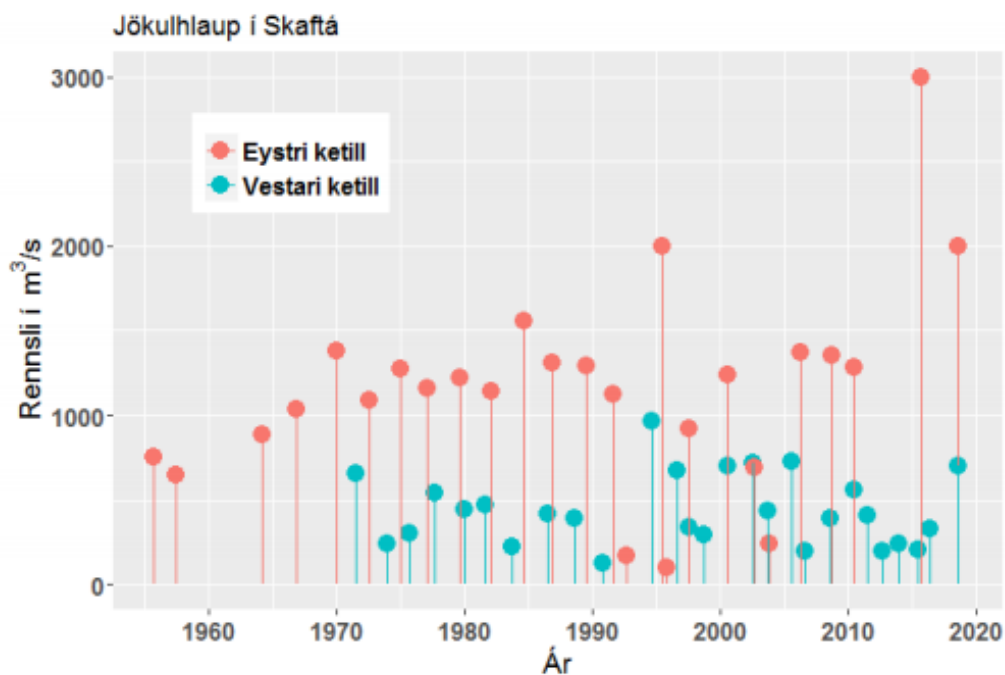
Skaftárkatlar voru ekki til í núverandi mynd fyrir 70-80 árum. Eystri ketillinn er nú tæpir þrír km í þvermál og sá vestari >2,5 km. Dýpi eystri ketilsins miðað við umhverfið sveiflast milli 80 og 200 metra og þess vestari á milli 60 til 180 metra. Vestari ketillinn hefur stækkað og dýpkað frá því að hann kom fyrst fram. Eystri ketillinn hefur hins vegar vaxið í skrefum. Sá stækkaði mikið á árunum 1945-1970 en var nokkuð stöðugur milli 1980-2010. Þá hefur samanlagt jarðhitaafli katlanna einnig vaxið verulega á sama tímabili. Á árunum 2010-2015 varð ekkert hlaup í eystri katlinum en á þeim tíma víkkaði ketillinn þar sem jarðhiti færðist til svo vatnsgeymirinn undir honum stækkaði og teygði sig til suðausturs og norðurs (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2018).

Skaftárhlaup koma alltaf fram í Skaftá sjálfri, þó að skipting hlaupvatnsins milli kvíslanna þriggja á láglandi sé oft mismunandi. Í eðlilegu rennsli fellur um 60% jökulvatnsins til Eldvatns en restin fer að mestu í Skaftá. Í hlaupum breytast hlutföllin á milli kvíslanna þannig að um 85% vatnsins fellur niður Eldvatn (mynd 33) en hluti vatnsins fellur út á hraunið, þar sem það hripar niður og kemur fram í lækjum í Landbroti og Meðallandi. Það er því innan við 15% vatnsins sem fellur niður Skaftá við Kirkjubæjarklaustur (Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018). Einnig hefur hlaupvatn komið fram í Hverfisfljóti, t.d. árin 1994 og 1995 og í Djúpa árið 1995 (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996; Auður Atladóttir o.fl. 2013). Nánar verður fjallað um það síðar í skýrslunni í köflum um Hverfisfljót, Brunná, Djúpa og Súlu.

Í byrjun október 2015 var rennslismesta jökulhlaup í Skaftá síðan mælingar hófust (mynd 34), en þá hljóp úr eystri Skaftárkatli. Samanlagt rúmmál hlaupsins og grunnrennslis árinna meðan á hlaupinu stóð hefur verið metið 425 Gl (einn gígalítri er sama sem þúsund milljón lítrar) og þar af rúmmál hlaupsins sjálfs 365 Gl. Hámarksrennsli hlaupsins við Sveinstind er talið hafa náð 3000 m³/s sem var um tvöfalt meira en mesta rennsli í Skaftárhlaupi til þessa en þá hafði verið óvenjulangt hlé frá síðasta hlaupi úr katlinum (Veðurstofa Íslands 2016; Matthías Ásgeir Jónsson o.fl. 2018; Davíð Egilsson o.fl. 2018).



Mynd 33. Eldvatn við Ása, myndin er tekin í Skaftárhlaupinu 2015. Ljós. Ingibjörg Eiríksdóttir, október 2015.



Mynd 34. Hámarksrennsli Skaftárhlaupa á árunum 1955-2018. Rennslið var mælt í farvegi Skaftár við Sveinstind nema hlaupið 1994. Þá er um að ræða samanlagt hlaupvatnsrennsli Skaftár og Hverfisfljóts. Árið 1995 er samanlagt hlaupvatnsrennsli í Skaftá, Djúpa og Hverfisfljóti. Í hlaupinu 2015 er hámarksrennsli áætlað um 3000 m³/s út frá mælingum á vatnshæð við Sveinstind og mati á rúmmáli hlaupsins. Í hlaupi árið 2018 kom vatn úr báðum kötlum en hámarkið var ekki samtímis (Matthías Ásgeir Jónsson o.fl. 2018; Davíð Egilsson o.fl. 2018).

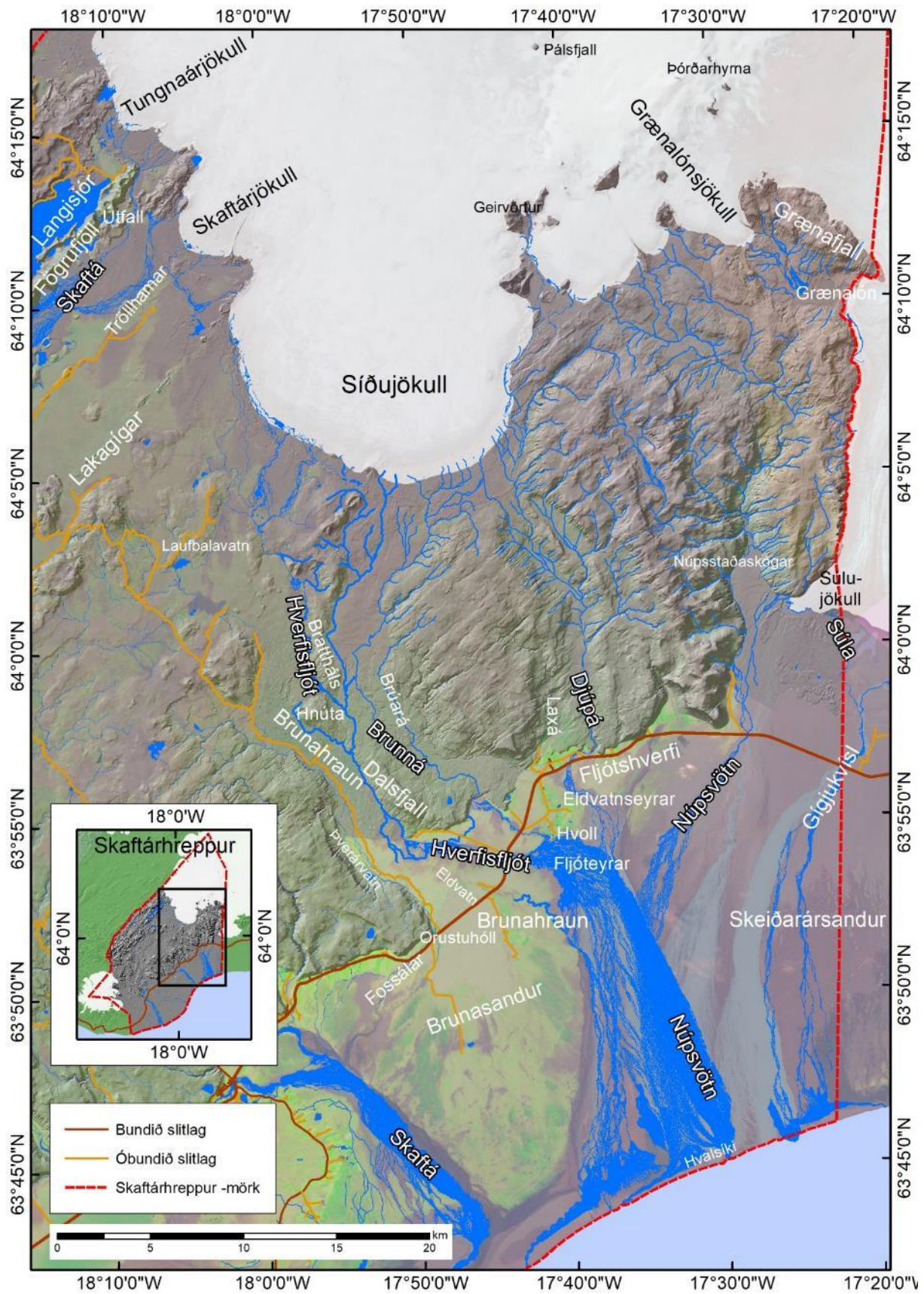
Skaftá ber mikið magn aurs í venjulegu árferði en framburðurinn vex í hlaupum. Þá berst fram gríðarlegur aur undan jökli. Halli og lögun landsins hefur mest áhrif á það hvar framburðurinn sest til eða vatnsflaumurinn nái að rjúfa undirlagið og bera rofefni með sér. Áhrifin af hlaupunum geta því m.a. verið marktæk breyting á lögun lands. Rannsóknir við Skaftárjökul benda til að á síðustu áratugum hafi orðið mikil aukning sets. Mikil umskipti urðu um miðja 20. öld þegar jökulhlaup í núverandi mynd hófust og hefur setframburður farið vaxandi síðan (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

Eldhraun, sem er tiltölulega ungt og gropið, fyllist smám saman af sandi vegna framburðar Skaftár. Það gerist í hlaupum, þegar gruggugt flóðvatn leggst yfir hluta Eldhraunsins og í kjölfar þeirra; þegar aurinn fýkur um og þéttir hraunið enn meir (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996; Svanur Pálsson o.fl. 2001; Ingibjörg Kaldal 2002; Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2008; Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Vatnsmagnið sem berst fram á og ofan í Eldhraun í hlaupum ræðst af grunnvatnsstöðu að hluta. Ef hlaup verða við lága grunnvatnsstöðu hripar mikið af eðjubornu vatni niður í hraunið. Við háa grunnvatnsstöðu tekur hraunið við minna vatni og hlaupið berst lengra fram og þ.a.l. framburðurinn, sem leggst einnig á yfirborð hraunsins (Davíð Egilsson o.fl. 2018). Skaftá rennur nú sífellt lengra út á gróið land í hlaupum og veldur þar gróður- og jarðvegseyðingu. Jafnframt hafa setgeirar í hrauninu stækkað (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Jökulhlaupin hafa einnig haft mikil áhrif á grunnvatnsstreymi í Landbroti og Meðallandi (Auður Atladóttir o.fl. 2013). Nánar verður fjallað um gróðureyðingu og grunnvatnsstreymi síðar í skýrslunni í kafla um áhrif jökulvatna á náttúru og samfélag.

2.7 Hverfisfljót

Hverfisfljót á upptök sín í Síðujökli sem er í vestanverðum Vatnajökli (mynd 35). Fljótið rennur suður frá jöklinum, milli austurjaðars Brunahrauns og Brattháls austan megin. Fram að Skaftáreldum rann Hverfisfljót vestan Hnútu, braut á Orustuhóli og rann til sjávar með Skaftá. Brunahraunið veitti því úr farvegi sínum m.a. austur fyrir Hnútu þar sem það skar sig hratt niður í mjúkt móbergið og myndaði sums staðar í farvegi sínum örmjó gljúfur. Þar sem berggangar skera gljúfrin myndast gríðarlega kraftmiklir fossar í farvegi fljótsins. Neðsti fossinn í röðinni nefnist Lambhagafoss (mynd 36) en neðan við hann rennur áin vestan undir Dalsfjalli. Brunahraunið veitir Hverfisfljótinu mun austar en áður þegar það rann um Brunasand, sem er aurkeila Hverfisfljóts (Helgi Björnsson 2015).

Brunahraun er gropið og streymir vatn úr fljótinu inn í hraunið og leitar eftir landhallanum undir hrauninu. Vatnið kemur fram sem miklar lindir undan hraunjaðrinum, sem dæmi eru Fossálar, Þverárvatn, Eldvatn og lindir á Brunasandi (Helgi Björnsson 2015) (mynd 37). Aurburður fljótsins berst í hraunið og þéttir það en rennslismælingar sýna að streymi úr lindum fer minnkandi líkt og undan Eldhrauni. Þegar fljótið sleppur úr aðhaldi Brunahrauns dreifir það úr sér, leggur af sér mikinn aur og hleður upp efsta hluta aurkeilu sinnar við hraunjaðarinn á Fljóteyrum. Til að varna því að fljótið leiti á byggðina á Völlum var hlaðinn 1,3 km langur varnargarður norðan við fljótið (Snorri Zóphóníasson 2018).



Mynd 35. Rennisleiðir Hverfisfljóts, Brunnár, Djúpár og Súlu, frá upptökum til sjávar. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Snævarr Guðmundsson, 2019.



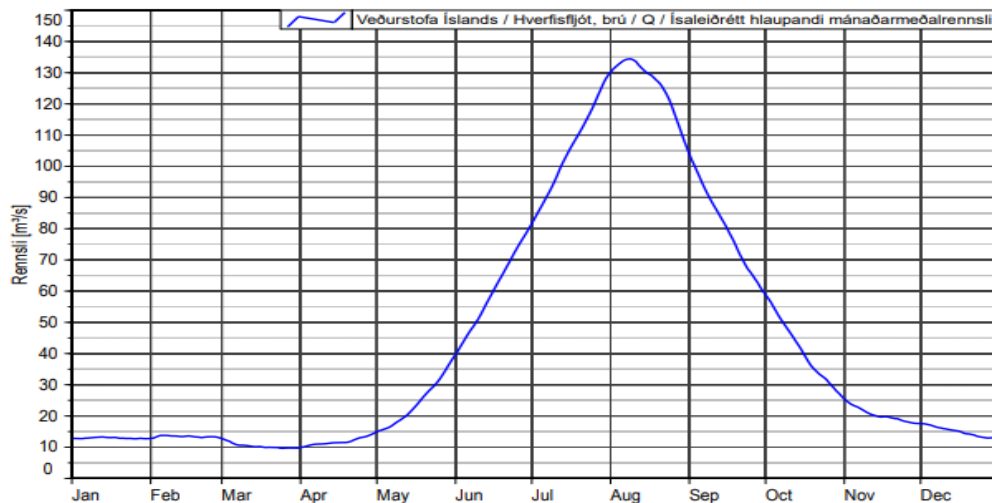
Mynd 36. Lambhagafoss í Hverfisfljóti. Ljós. Sigríður Lóa Jónsdóttir, júlí 2017.



Mynd 37. Lindarlækir í Brunahrauni, séð ofan af Orrustuhól. Ljós. Lilja Jóhannesdóttir, júní 2019.

Hverfisfljót sameinast Brunná, Djúpá og Núpsvötnum við Fljóteyrar allt til sjávar við Hvalsíki. Hverfisfljót er nánast hrein jökulá en fær einnig dragvatn af flötum heiðum upp af Fljótshverfi og Austur-Síðu (Freysteinn Sigurðsson 1996). Samkvæmt Orkustofnun (nú Veðurstofu Íslands) er vatnasvið fljótsins talið vera um 314 km² (Skipulagsstofnun 2017).

Rennslismælingar í Hverfisfljóti við brú á Þjóðvegi hófust í maí 1981 en árið 2005 var fullum rekstri mælisins hætt. Mælingarnar sýndu að árstíðabundnar sveiflur í rennsli árinna eru miklar enda margfaldast rennslið við jökulleysingar að sumarlagi frá grunnrennsli að vetrarlagi. Meðalrennsli við brú yfir vetrar- og vormánuði er 10-15 m³/s en yfir sumarið fram á haust allt að tífalt vetrarrennsli og nær jafnan hámarki í ágúst (mynd 38). Til marks um breytileika í rennsli árinna eftir árstíðum þá hefur dagsrennsli mælst mest tæpir 400 m³/s og minnst 1 m³/s (Skipulagsstofnun 2017).



Mynd 38. Hlaupandi mánaðarrennsli Hverfisfljóts á 24 ára tímabili (frá 1.9.1981 til 31.8.2005) samkvæmt mælingum við brú á Þjóðvegi 1. Glögglega má sjá hversu mikill munur er á vetrar- og sumarrennsli (Skipulagsstofnun 2017).

Að sumarlagi við jökulleysingu er mikill aurburður í Hverfisfljóti en að vetrarlagi er vatnið að mestu tært. Samkvæmt gögnum frá Veðurstofu Íslands er meðalstyrkur svifaus við brú á Þjóðvegi um 1850 mg/L í sýnum frá árunum 1981 til 2005. Meðalrennsli Hverfisfljóts við brú á sama stað og yfir sama tímabil er 44 m³/s (Skipulagsstofnun 2017).

Vatnasvið Hverfisfljóts og Skaftár liggja saman upp við jökul (mynd 35). Jökulhlaup úr Skaftárkötlum hafa flest farið niður farveg Skaftár en við framhlaup Síðujökuls snemma árs árið 1994 breyttust farvegir undir jöklinum. Við framhlaupið skreið jökullinn fram og lækkaði en við það minnkaði ísprýstingur við botninn sem breytti aðstæðum fyrir rennsli vatns undir ísmassa Skaftár og Síðujökuls. Í ágúst það sama ár hljóp úr vestari Skaftárkatli, sem fór að hluta í Hverfisfljót og mun rennsli Hverfisfljóts þá mest hafa orðið um 350 m³/s (Snorri Zóphóníasson, Bjarni Kristinsson, Sigríður Árnadóttir og Jóna Finndís Jónsdóttir 2001). Árið 1995 kom hlaup úr eystri Skaftárkatli sem fór einnig að hluta í Hverfisfljót eða um 100 Gl.

Hámarksrennsli í Hverfisfljóti var þá um 500 m³/s að meðtöldu grunnrennsli (Snorri Zóphóníasson o.fl. 2001) og heildarframburður svifaurs þá var 2,2 milljónir tonna (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996). Slík dreifing Skaftárhlaupa er nú talin ólíkleg vegna þess að aðstæður eru aðrar en fyrstu árin eftir framhlaup jökulsins (Emmanuel Pagneux o.fl. 2018b). Ekki er útilokað að útfall Skaftár við jökuljaðarinn breytist og getur hlaupvatn þá brotist út austar og færst yfir á vatnasvið Hverfisfljóts (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Mikil aukning varð á framburði Hverfisfljóts eftir framhlaup Síðujökuls árið 1994 sem stafaði bæði af auknum svifaursstyrk og auknu rennsli. Framburður í Hverfisfljóti var um 1,5 milljón tonn að meðaltali á ári fyrir framhlaupið en á tímabilinu eftir það (1995-2000) 5,1 milljón tonn að meðaltali. Um 80% framburðarins barst fram á jökulleysingatímanum, frá júlí fram í september (Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2002a).

Sem afleiðing loftslagsbreytinga er líklegt að vatn sem kemur frá núverandi vatnasviði Skaftár fari smám saman til Hverfisfljóts á næstu áratugum og afrennsli þar aukist (Halldór Björnsson, o.fl. 2018). Vatnaskil Skaftár og Hverfisfljóts og stöðugleiki þeirra þegar jökullinn hörfar hafa verið skoðuð. Niðurstaðan er að vatn af hluta núverandi vatnasviðs Skaftár (um 40 km²) fari smám saman til Hverfisfljóts á næstu árum og vatnasvið þess stækki um u.þ.b. 10%. Mikilvægt er að fylgjast með legu vatnaskila og þróun þeirra við rýrnun jökulsins því breytingar á rennislisleiðum Skaftárhlaupa geta haft ófyrirséðar afleiðingar (Finnur Pálsson, Eyjólfur Magnússon og Helgi Björnsson 2016).

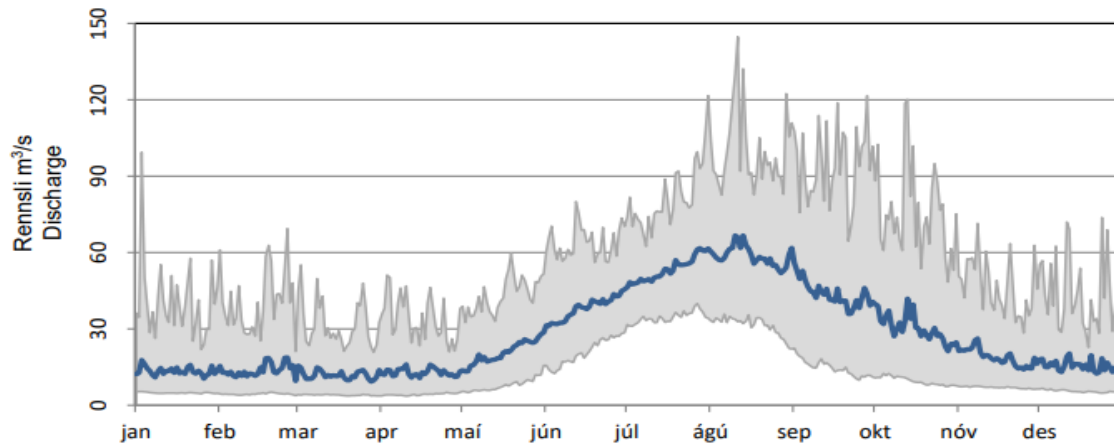
2.8 Brunná og Djúpá

Brunná og Djúpá í Fljótshverfi eiga upptök undan Síðujökli og eru báðar blandaðar jökulár með tölverðum lindar- og dragaréinkennum (mynd 35). Vatnasvið Djúpár er 310,7 km² en jökull þekur 164 km² (eða 53%) af vatnasviði árinna. Hvorugar láta mikið á sér bera en geta orðið tölverð fljót í miklum vöxtum. Algengustu flóð Djúpár eru regn- og leysingaflóð að hausti. Rennslismælingar hafa verið gerðar frá árinu 1999 (mynd 39), meðalrennsli Djúpár er 27,4 m³/s en mesta rennsli mældist 5. október 2015 og þá mældust 284 m³/s (Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018).

Brunná (mynd 40a) og Djúpá (mynd 40b) sameinast á Fljóteyrum neðan þjóðvegur sunnan við bæinn Hvol, ásamt Hverfisfljóti, Brúará og Laxá. Saman renna þær að lokum um Eldvatnseyrar og til sjávar um Hvalsíki. Eins og fram kemur í umfjöllun um Hverfisfljót (kafla 3.6) breyttust árfarvegir undir Síðujökli við framhlaup jökulsins 1994. Árið 1995 kom hlaup úr eystri Skaftárkatli sem fór að hluta í Hverfisfljót og í Djúpá eða um 2 Gl (Snorri Zóphóníasson o.fl. 2001). Heildarframburður svifaurs í hlaupinu sem kom fram í Djúpá var um 0,4 milljónir tonna (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996).

Framburður svifaurs í Djúpá við brú var um 640 þúsund t. á ári á tímabilinu 1969-1993, en 1365 þúsund tonn árið 1994. Á tímabilinu 1995-2000 var framburður um 1100 þúsund t. á ári

en þar var ekki talinn með framburður þegar hlaupið úr eystri Skaftárkatli stóð yfir sumarið 1995. Fyrir framhlaup Síðujökuls 1994 barst um 84% framburðarins á þeim tíma sem er skilgreindur sem sumar þ.e. jökulleysingatímanum í júlí til september. Á tímabilinu 1995-2000 barst um 93% framburðarins fram að sumrinu en aukningin í framburði eftir framhlaupið kom öll fram að sumrinu (Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2002b).



Mynd 39. Miðgildi dagsmeðalrennslis Djúpár (blá lína) ásamt 95% og 5% hlutfallsmörkum (grátt svæði) (úr Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018).



Myndir 40a-b. a) Brunná í Fljótshverfi. Ljós. Ingibjörg Eiríksdóttir, júní 2014. b) Djúpá í Fljótshverfi. Ljós. Ingibjörg Eiríksdóttir, júní 2014.

Samanburður á framburði Djúpár og Hverfisfljóts á tímabilinu 1982-2000 sýndi að á árunum 1982-1993 var framburður í Djúpá um þriðjungur af framburðinum í Hverfisfljóti en á árunum 1995-2000 var framburður í Hverfisfljóti fjórum til fimm sinnum meiri en í Djúpá. Framburður jókst meira í Hverfisfljóti en Djúpá vegna framhlaupsins (Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2002b).

Vísindanefnd um loftslagsbreytingar gerir ráð fyrir umtalsverðum afrennslisbreytingum vegna hnikunar á vatnaskilum undir og við jökla og áframhaldandi breytingum á farvegum jökuláa.

Af jökulám í Skaftárhreppi eru Djúpa og Brunná þær ár sem eru líklegastar til að verða fyrir breytingum vegna hopunar jökla (Halldór Björnsson o.fl. 2018).

2.9 Súla

Súla á upptök undir Súlujökli og er austasta jökuláin í Skaftárhreppi (mynd 35). Áður rann Súla í Núpsvötn, bergvatnsá sem rennur innan úr Núpsstaðaskógum en þar sem þær mættust mátti greinilega sjá skil milli bergvatns og jökulvatns. Árið 2016 færði Súla sig austar og rennur nú í Gígjukvísl og þaðan til sjávar (Halldór Björnsson o.fl. 2018).

Skeiðarárjökull stíflar upp vatn sunnan undir Græna fjalli sem kallast Grænalón (mynd 41). Í rúma öld hefur hlaupið úr Grænalóni í Súlu og eru hlaupin ýmist nefnd Grænalónshlaup eða Súluhlaup. Mælingum hefur sjaldan verið komið við en þó mældist hlaup 1990 um 2000 m³/s.



Mynd 41. Grænalón árið 2006. Skeiðarárjökull stíflaði vatnið sunnan undir Græna fjalli. Árið 2018 var Grænalón gott sem horfið. Ljósmynd. Snævarr Guðmundsson, 18. ágúst 2006.

Á seinni áratugum hefur hlaupið árlega í Súlu og stundum nokkrum sinnum á ári. Þó var hlé á hlaupunum á árunum 1996-2000 (Oddur Sigurðsson og Bergur Einarsson 2005). Eins og aðrir jöklar hefur Skeiðarárjökull hropað og þynnst frá lokum 19. aldar. Áhrif þynningarinnar koma m.a. fram í minnkun Grænalóns og minnkaði meðalvatnsborð þess og því vatnsmagnið í hlaupunum (Magnús Tumi Guðmundsson 2009). Þá hafa Grímsvatnahlaup stundum komið í Súlu, en þau komu ekki í hana á tímabilinu frá 1972 fram að stóra hlaupinu í nóvember 1996 (Svanur Pálsson 2000). Á síðustu árum hefur Grænalón horfið með öllu (Guðmundsson o.fl. 2019).

3 Áhrif jökulvatna á náttúru og samfélag

Landbrot af völdum fallvatna er mikið í Skaftárhreppi. Kötluhlaup hafa einnig átt mikinn þátt í að mynda Mýrdalssand með framburði sínum. Hlaupin bera með sér mikið af nýjum gosefnum og eldri lausum jarðefnum til hafs og hafa fært ströndina fram (Anna Lilja Oddsdóttir 2008). Hér verður fjallað um áhrif fallvatna og hlaupa á náttúruna og samfélag í Skaftárhreppi.

3.1 Landrof og breytingar á gróðurfari

Rekja má uppgræðsluaðgerðir Landgræðslunnar á Mýrdalssandi allt til ársins 1977. Unnið hefur verið á tæplega 2.300 hekturum og á svæðið hafa verið borin um 109 tonn af fræi og 2000 tonn af áburði. Þessar aðgerðir hafa minnkað verulega sandfok á þjóðveg 1 um Mýrdalssand og lokanir á veginum vegna sandfoks heyra að mestu sögunni til (mynd 42) (Magnús Þór Einarsson 2018).



Mynd 42. Uppgræðslur Landgræðslunnar meðfram þjóðvegi 1 á Mýrdalssandi. Aðgerðirnar hafa minnkað verulega sandfok á þjóðveg 1 um Mýrdalssand og lokanir á veginum vegna sandfoks heyra að mestu sögunni til. Ljósmynd. Þórir N. Kjartansson, júní 2008.

Víða hafa verið gerðir varnargarðar til að beina ám í ákveðna farvegi og fyrirbyggja frekara landbrot. Á síðustu áratugum hefur verið unnið að fyrirhleðslum við flestar eða allar ár í hreppnum, jafnvel á mörgum stöðum við sum fallvötn. Á vesturbökkum Skálmur neðan hringveggar eru tveir varnargarðar sem hafa skemmst mikið í kjölfar aukins vatnsrennslis eftir að syðri hluti Leirár tók að renna í Skálm. Vestari garðurinn hefur t.a.m. styst um rúma 57 m og grjótvörn á þeim eystri er farin að láta mikið á sjá. Bresti garðarnir er töluverð hættu á gróðurskaða en alls gætu um 1155 hektarar lands verið í hættu.



Mynd 43. Varnargarður á vesturbakka Skálmar. Ljósmynd. Pálína Pálsdóttir, júní 2019.

Við farvegabreytingar Leirár hefur mikið af grónu landi tapast en hún hefur einnig skemmt uppgræðslur bænda á þessu svæði. Ljóst er að varnaraðgerðir við Leirá væru bæði erfiðar og dýrar sökum breiddar farvegarins og mikils magns framburðar sem berst frá upptökum hennar (Sigurjón Einarsson og Gústav M. Ásbjörnsson 2014). Aðgerðir við Kúðafljót eru umfangsmiklar en þar eru um 7 km af nær samfelldum varnargörðum austan við fljótið (mynd 43). Þá eru einnig miklir varnargarðar við Djúpá, Hverfisfljót og Skaftá (Landgræðsla ríkisins og Landgræðslufélag Skaftárhrepps 1996).

Skaftá brýtur víða land úr bökkum sínum, allt frá upptökum til sjávar. Landgræðslan leggur áherslu á að sporna við landbroti af völdum fallvatna neðan við 600 m h. y. s. Mikið landbrot hefur verið í landi Ása, sérstaklega ofan brúar við Eldvatn, en farvegurinn hefur breikkað mikið á liðnum árum og verðmætt gróðurlendi horfið. Í hlaupinu 2015 flæddi vatn úr Eldvatninu yfir ný svæði þar sem ekki hefur áður flætt við bæinn Ytri-Ása, braut þar mikið land og spillti grónum svæðum og uppgræðslum (mynd 44, Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóla Þórarinsdóttir 2016).

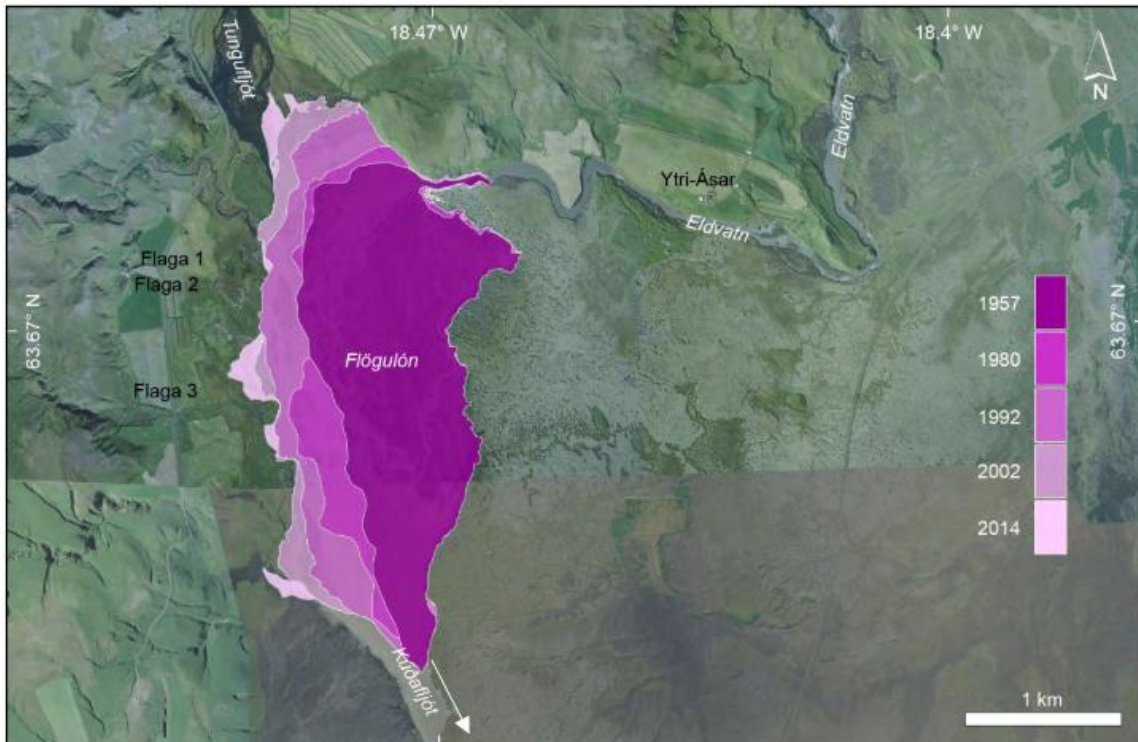


Mynd 44. Landbrot í landi Ása í Skaftártungu í Skaftárhlaupinu 2015. Hlaupvatn flæddi yfir svæði þar sem ekki hefur áður flætt. Ljósmynd. Ingibjörg Eiríksdóttir, október 2015.

Aurkeilan í Flöglóni er í stöðugri þróun (mynd 45) og skoðað hefur verið hvort unnt sé að auka rennsli úr Flöglóni niður í Kúðafljót til að minnka setmyndum í lóninu og draga úr eyðingu nytjalandi Flögugarðanna og Hrífuness. Verði opnað fyrir örara rennsli úr Flöglóni eykur það hins vegar álag á varnargarða við Kúðafljót í Meðallandi (Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Gústav Ásbjörnsson og Sveinn Runólfsson 2008).

Landbrot er við Skaftá hjá Hunkubökkum, í landi Nýja-Bæjar, jarðanna á Kirkjubæjarklaustri og við kaupúnið Kirkjubæjarklaustur. Sama má segja í landi Heiðar en þar brýtur áin land og ógnar gamalli lögrétt sem stendur á bökkum Skaftár. Enn fremur brýtur Skaftá land fyrir neðan Skaftárbrúnna, austan við Kirkjubæjarklaustur sem stefnir í eyðingu graslendis við flugvöllinn á Stjórnarsandi (Gústav Ásbjörnsson, Sigurjón Einarsson og Sveinn Runólfsson 2009; Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2012).

Þó gróðurskaðar og jarðvegsrof sé í einhverjum mæli meðfram farvegum nær allra jökulvatna í Skaftárhreppi má líklega fullyrða að hún sé mest með allri Skaftá frá jökulrótum og í Kúðafljót annars vegar og hins vegar suður fyrir Kirkjubæjarklaustur. Í skýrslu Landgræðslunnar frá 2009 er áætlað að sandur sé á nær 14 þúsund hekturum í og út frá farvegum Skaftár en sandsvæði í farvegum Kúðafljóts eru þá ekki meðtalin né farvegir Skaftár suðaustan við Kirkjubæjarklaustur. Sum svæði eru þó verr sett vegna gróðureyðingar en önnur og þar má nefna Eldhraun (mynd 46) (Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Gústav Ásbjörnsson og Sveinn Runólfsson 2008; Gústav Ásbjörnsson, Sigurjón Einarsson og Sveinn Runólfsson 2009).



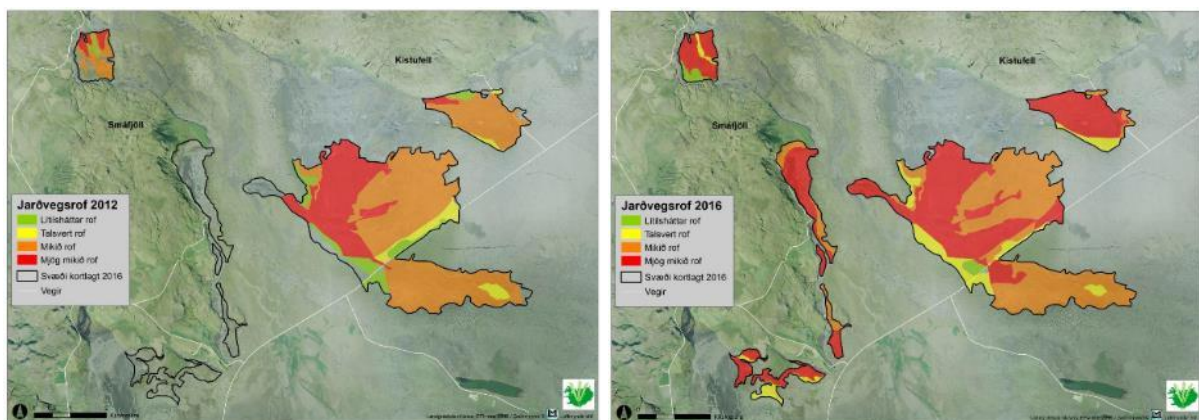
Mynd 45. Þróun útbreiðslu aurkeilu í Flögulóni yfir árabilið 1957-2014. Litirnir sýna útbreiðslu þau ár sem myndirnar eru teknar. Upphleðslan á tímabilinu er til vesturs því hraunið heldur við til austurs (úr Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).



Mynd 46. Sandsvæði út frá farvegum Skaftár í Eldhrauni vestan Árfjalls eftir Skaftárhlaupið 2015. Ljós. Þórir N. Kjartansson, nóvember 2015.

Breytingar sem orðið hafa á gróðurfari í Eldhrauni má fyrst og fremst rekja til aukins ágangs sands og jökulleirs frá Skaftá, bæði sumarrennsli og tíðra Skaftárhlaupa en einnig vegna vatnaveitinga út á Eldhraunið. Þessar breytingar má glögglega sjá á gervitunglamyndum og loftljósmyndum frá síðustu áratugum. Í maí 2011 var skipaður starfshópur samkvæmt samstarfsyfirlýsingu Umhverfissráðuneytis, Vegagerðarinnar og Skaftárhrepps sem hafði m.a. það markmið að leita leiða til þess að draga úr gróðureyðingu og jarðvegsfoki í og við farvegi á vatnasvæði Skaftár. Jafnframt að draga úr rofskemmdum og landbroti á áhrifasvæði Skaftár og minnka jarðvegsfok á hringveginum og þar með umferðartruflunum. Í framhaldinu var jarðvegsrof og gróðurfur kortlagt í hluta Eldhraunsins af starfsmönnum Landgræðslunnar í september 2012.

Samkvæmt niðurstöðum kortlagningarinnar (mynd 47a) var mjög mikið rof á tæplega 20% svæðisins og mikið rof á um 10% svæðisins árið 2012 samanborið við rofkort frá árinu 1997 (Ólafur Arnalds o.fl. 1997; Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2012). Til að meta afleiðingar Skaftárhlaupsins 2015 var sama svæði skoðað aftur í apríl 2016 og borið saman við jarðvegsrof 2012 (mynd 47b). Munurinn á jarðvegsrofi var greinilegur þar sem að svæði með mjög mikið rof árið 2016 mældust á 50% svæðisins og mikið rof á 39% svæðisins. Þess ber að geta að hluti þeirra svæða sem kortlögð voru 2016 var ekki kortlagður haustið 2012 (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016).



Myndir 47a-b. Jarðvegsrof í Eldhrauni skv. kortlagningu í a) september 2012 og b) 2016 miðað við hæstu einkunn rofkvarðans fyrir hvert svæði (sem spannar frá lítilsháttar rofi til mjög mikils rofs). Útlínur þeirra svæða sem kortlögð voru 2016 er sýnd með svörtum línunum en hluti þeirra var ekki kortlagður 2012 (úr Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016).

Á öllum þessum rofsvæðum er það fyrst og fremst sandur og áfok inn á gróin svæði sem eru megin rofgerðirnar og útbreiðsla þeirra er mjög mikil (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016). Vatn fer yfir stóran hluta þessara svæða í hlaupum og skilur eftir sig aur og sand í gróðri. Einnig fýkur sandur og leir úr sandsvæðum við Skaftá yfir gróður sem verður við það sandi orpinn (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2012).

Varnir gegn landbroti á áhrifasvæði Skaftár eru kostnaðarsamt og umfangsmikið verkefni. Sumarið 2016 greip Landgræðslan til verulegra uppgræðsluáðgerða í byggð, en þá veitti ríkissjóður 40 milljón krónum til sáninga þar sem gróður hafði eyðst og til þess að draga úr uppfoki. Helstu áðgerðir voru í landi Ása, í Eldhrauni, við Skál og í landi Múla, Ár og Svínadals. Í áðgerðaáætlun Landgræðslunnar fyrir 2017 og 2018 var lagt til að fylgja eftir áðgerðum frá 2016 með áburðargjöf og viðgerðum á sáningum. Sökum takmarkaðs árangurs áðgerða 2016 var lagt til að ekki verði unnið á þeim hluta Eldhrauns sem er innan áhrifasvæðis vatnaveitinga (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóla Þórarinsdóttir 2016).

Landmótun mun halda áfram í Eldhrauni því auk þess gífurlega magns af sandi og leir sem nú er á svæðinu þá bætist sífellt meira við með framburði Skaftár. Magn fokefna inn á hraunið eykst því eftir því sem Skaftá hleður meira undir sig og flæmist lengra inn á það. Áfram verður þörf á uppgræðslu á næstu áratugum til að verja byggð (Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl. 2012).

3.2 Aurburður og áfok

Aurburður og áfok af völdum jökulvatna geta haft áhrif á samgöngur, heilsufar, gróður og vistkerfi. Fyrir uppgræðsluna á Mýrdalssandi olli sandfok oft röskun á samgöngum en í dag er það fátítt. Aftur á móti eru svæði í dag í Eldhrauni þar sem skyggni er oft lítið vegna sandfoks en Skaftá hefur borið fram mikið laust efni í hraunið sem fýkur auðveldlega þegar hreyfir vind (mynd 48a og 48b).

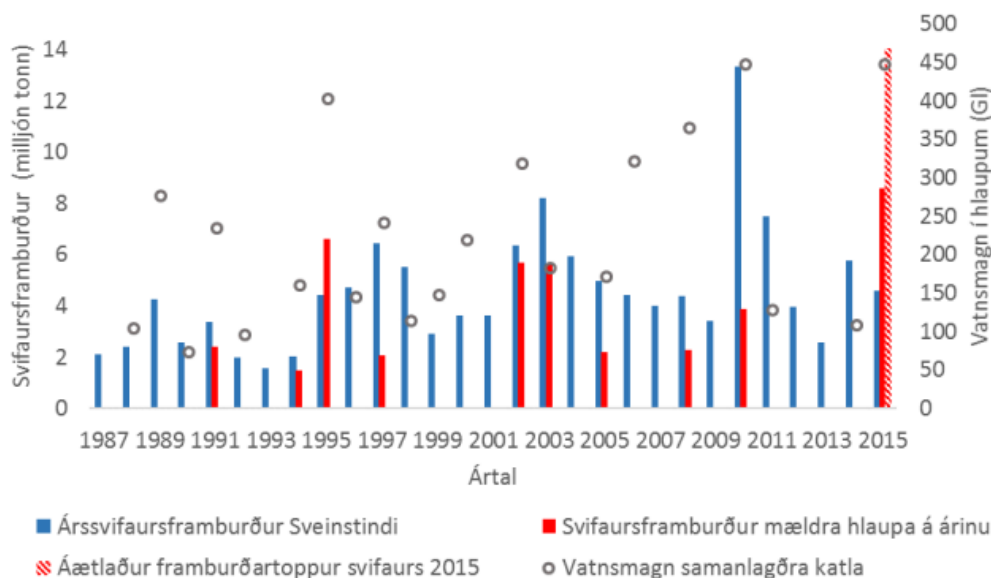


Myndir 48a-b. Mikið er af lausu efni í Eldhrauni sem Skaftá hefur borið fram en það fýkur auðveldlega þegar hreyfir vind. a) Eldhraun fyrir ofan þjóðveg 1 við heimreiðina að bænum Skál. b) Eldhraun fyrir ofan þjóðveg 1 við Brest. Ljósmyndasafn Landgræðslunnar, 2015.

Eftir þurra og vindasama daga fara áfoksefni á ferð sem veldur því að mistur liggur yfir stóru svæði meðfram farvegi Skaftár, allt frá Skaftártungu, niður Eldhraun og að Kirkjubæjarklaustri. Svifaur í hlaupum úr Skaftárkötlum hefur að langmestu leyti verið af tveimur kornastærðarflokkum, mó (0,02-0,2 mm) og mélu (0,002-0,02 mm) sem er afar fíngert efni (Snorri Zóphaniásson og Svanur Pálsson 1996). Möguleiki er á að menn og skepnur eigi við öndunarerfiðleika í viðvarandi áfoki, sér í lagi einstaklingar sem eru veikir fyrir, til dæmis með

öndunarfærasjúkdóma. Fáar rannsóknir hafa þó verið gerðar á því en betra er að varast að vera lengi úti í miklu áfoksmistri.

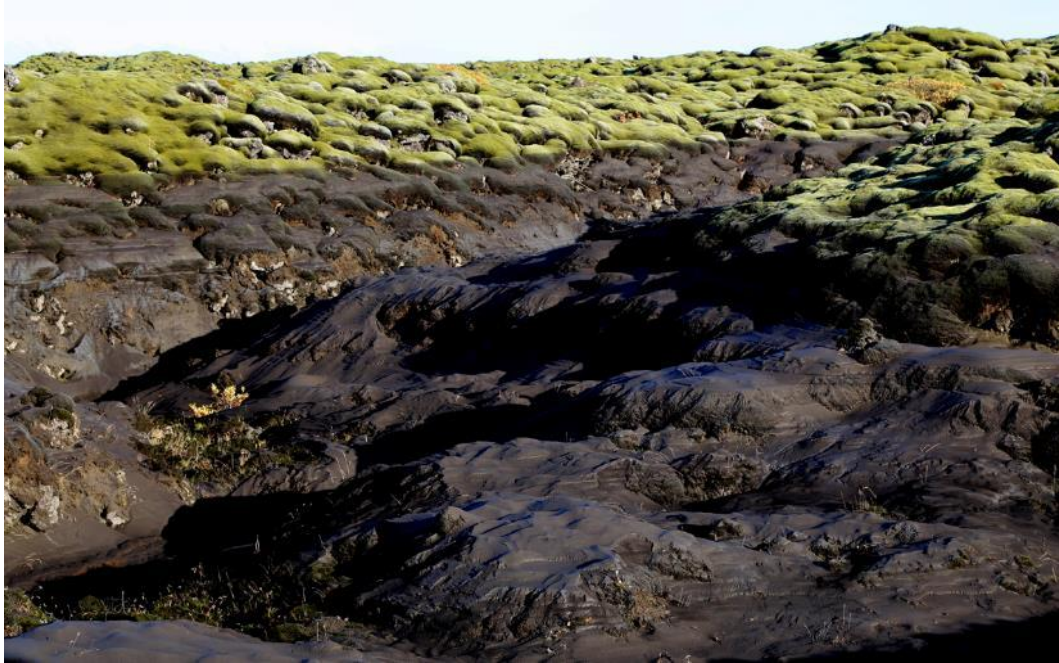
Árin 1995-2015 mældust um 5,5 milljón tonn af svifaursframburði við Sveinstind ef frá er talinn framburður svifaurs í hlaupum (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018b). Heildarframburður svifaurs í Skaftárhlaupinu 1995 var um 6,6 milljónir tonna og var það meiri framburður en áður hafði mælst í Skaftárhlaupum (mynd 49). Þar sem að hlaupið 1995 fór einnig í Hverfisfljót og Djúpá, auk Skaftár, skiptist hlutur svifaurs þannig að 4 milljón tonna fór í Skaftá, 2,2 í Hverfisfljót og 0,4 milljón tonn í Djúpá (Snorri Zóphóniásson og Svanur Pálsson 1996). Þá er ekki talinn með grófur sandur og botnskrið og ekki heldur allt það efni sem hlaðið hefur upp gífurlega aurkeilu milli Fögrufjalla og Tröllhamars. Í stórum jökulhlaupum í Skaftá er vatnsmagn meira en 200 Gl og getur framburður slíkra hlaupa verið allt að 2,5 milljón tonn. Í einstaka tilfellum getur framburður verið um eða yfir 7 milljón tonn (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).



Mynd 49. Árlegur framburður svifaurs við Sveinstind (dökkbláar súlur) ásamt svifaursframburði í hlaupum þar sem sýni hafa verið tekin (rauðar súlur). Áætlaður hámarksframburðartoppur svifaurs í hlaupi 2015 (rauðstrikuað súla). Mikil óvissa er um heildarmagn framburðar í hlaupinu 2015 sjá rauða og rauðstrikuaða súlu. Samanlagt vatnsmagn í hlaupum frá báðum kötlum er einnig merkt á grafið (gráir hringir) (úr Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018b).

Í Skaftárhlaupinu 2015 er talið að 8,6-14,1 milljón tonn af svifaufur hafi borist fram eða um 20-53% meira en í hlaupinu 1995 sem var stærsta melda hlaup fram að því. Það er nærri því að vera 1,5-2 sinnum meira en meðal ársframburður Skaftár (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018b). Mestur hluti framburðar sem berst með Skaftárhlaupum sest til í hlaupfarveginum þegar hlaupvatn sjatnar en hluti hans berst til sjávar. Rannsóknir hafa staðfest að framburður sest til í hrauninu alla leið niður farveginn (mynd 50). Útbreiðsla sets í hlaupinu 2015 var meiri en í fyrri hlaupum og um 20 km² af grónu svæði varð fyrir áhrifum hlaupsets (Esther Hlíðar Jensen

o.fl. 2018b). Aurburður vegna Skaftárhlaupa eykur áfok og hefur það aukist mikið á undanförunum árum (Áfangaskýrsla Skaftárnefndar 1995; Fanney Gísladóttir 1997).

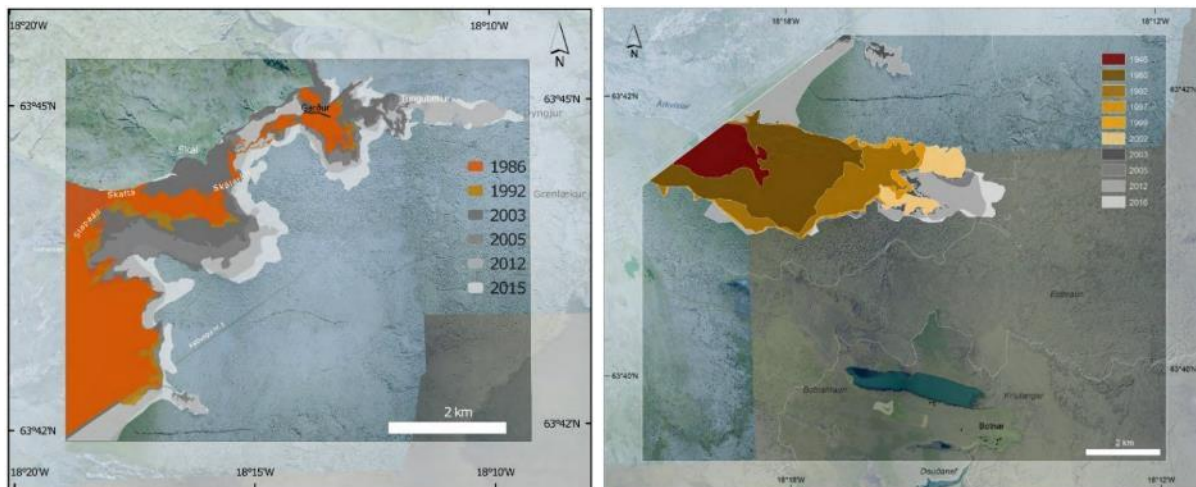


Mynd 50. Framburðarset í Eldhrauni eftir Skaftárhlaup. Ljós. Myndasafn Landgræðslunnar, október 2015.

Árin 1998-2000 var rannsakaður uppruni áfoks á hálendinu austan Skaftár (hraunið milli Skaftár og Lakagíga, frá jökli suður að Sveinstindi, í Skaftáreldahrauninu sunnan við Úlfarsdalsskers, við Valgerðarsléttu og áfoksgeira við Hverfisfljót norðan Laufbalavatns (mynd 26). Í ljós kom að foksandur var að mestu leyti staðbundin Skaftáreldagjóska frá 1783 og set frá hámarksframrás jökulsins en ekki komin frá Skaftáraurum. Því má segja að áfok hafi sáralítið aukist þar á þeim tíma frá því að Skaftárhlaup hófust um 1955 (Ingibjörg Kaldal 2002). Hins vegar er það óumdeilt að hinn mikli framburður Skaftár hefur mjög mikil áhrif á þróun farveganna í Eldhrauni þar sem hann fyllir í gropin og sprungin hraunin og stíflar rennislíðið með tímanum.

Nái jökulár sem innihalda mikinn aur að renna fram á nútímahraun hripar vatnið niður og smám saman fyllir aurinn allar glufur hraunanna. Á endanum stíflast flestar rennislíðiðir og jökulárnar einangra sig með þessum hætti frá undirliggjandi grunnvatnsgeymi (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Eldhraunið hefur þétt verulega frá sjötta áratug síðustu aldar. Á mynd 51a má sjá þróun í útbreiðslu sets út á Eldhraun. Það sækir stöðugt fram eftir því sem jökulvatnið þéttir farveginn. Frá árinu 1945 hefur setgeirinn sótt fram um 3 km út á Eldhraunið við Brest (mynd 51b) og um 3 km frá árinu 1986 við Skálarál, og er nú farinn að nálgast upptakakvísar Tungulækjar (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Þétting hraunsins kemur til með að hafa áhrif á lindarlæki Landbrots og Meðallands og lífríki þeirra. Þetta eru náttúruleg ferli en það er

mannanna að ákveða að hve miklu leyti við viljum reyna að sporna við þróuninni með byggingu mannvirkja eða inngripa í náttúruleg ferli.



Myndir 51a-b. a) Framrás aurs við Skálarál í átt að Tungulæk. Gögn unnin eftir Loftmyndum frá árunum 1986 og 1992, frá Verkís 2003, frá Landgræðslunni 2005 og 2012 og greiningu Landsat gervitunglamynda frá Ingibjörgu Jónsdóttur HÍ 2015. b) Framrás sets í yfirborði hrauns við Brest sunnan þjóðvegum. Gögn frá Landgræðslunni og Verkís (úr Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

3.3 Breytingar á vatnafari í Eldhrauni – áhrif og afleiðingar

Undanfarna áratugi hafa mannlegar aðgerðir átt stóran þátt í rennslisbreytingum kvíslanna við Skaftá, þar sem ýmist er verið að hindra Skaftá í að renna út á hraunin eða veita vatni úr Skaftá og álum hennar út á hraunin. Aðgerðirnar hafa einkum átt að gegna þrenns konar tilgangi. Vegagerðin hefur hlaðið garða til varnar samgöngumannvirkjum, bændur í Landbroti og Meðallandi hafa opnað fyrir vatnsrennsli og gert veitugarða út á hraunið í þeim tilgangi að auka rennsli í lindarlækjum. Þá hefur Landgræðslan gert fyrirhleðslur við Árkvíslar, í samstarfi við Vegagerðina, til að hefta rennsli jökulvatns inn á tiltekin svæði og til varnar gegn sandfoki og gróðurskemmdum (Fanney Gísladóttir 1997).

Miklar breytingar hafa verið gerðar á vatnsrennsli í Eldhrauni á Út-Síðu og erfitt er að segja til um afleiðingarnar sem þær hafa því vandasamt er að mæla slíkt. Lokun fyrir áflæði frá Skaftá á Eldhraun skerti einkum írennsli sumarvatns og hlaupvatns. Miðað við árin 1994-1996 skerðir full lokun írennsli um 4 m³/s eða 10% grunnvatnsrennslisins. Auknar íveitur hlaupvatns og jökulvatns á hraunin leiða hins vegar að lokum til þéttingar á farvegum áflæðisvatns, eyðileggja núverandi gróðurfeld þeirra, breyta ásýnd og fara loks fram af hraunbrúnunum og flæða þar um víða með jökulgormi og sandburði. Íveitur jökulvatns hafa að vísu allar þessi endalok, aðeins eftir mislangan tíma. Þéttir farvegir jökulvatnanna leka lítið og drægi því fljótlega úr stöðugu lindarennslí frá þeim líka. Auk þess myndi áfok stóraukast með þar til heyrandi vandræðum á vegum, gróðurspjöllum og almennum óþægindum nærlendis (Freysteinn Sigurðsson 1997).

Í kjölfar stóra hlaupsins haustið 2015 breyttist rennsli Skaftár út á hraunið töluvert (Veiðimálastofnun 2016) og vorið 2016 nær vatnsstaða í lindarlækjum Landbrots og Meðallands sögulegu lágmarki. Að Botnum í Meðallandi er stundað bleikjueldi sem nýtir 60kW smávirkjun á bænum. En vegna lágrar vatnsstöðu Fljótsbotns var einungis hægt að nýta rafmagn frá henni hluta úr degi. Á Seglbúðum er einnig vatnsknúin rafstöð í Grenlæk, en vegna vatnsleysis var hún ekki í rekstri í fyrsta sinn í 90 ára sögu hennar (Veiðimálastofnun 2016). Þá var grunnvatnsstaða í borholum orðin það lág að stefndi í vandræði með búskap, ferðaþjónustu og annan rekstur.

Það er athyglisvert að aðeins nokkrum mánuðum eftir stærsta Skaftárhlaup sögunnar verði mesta vatnsleysi sögunnar í lindarlækjum sem eru fóðraðir að mestu á vatni úr Skaftá. Hafa ber þó í huga að úrkoma er stór hluti lindavatnsins, líklega um þriðjungur, og því ekki hægt að skrifa vatnspurrð í lindunum eingöngu á vatnastýringar. Purrrkatíð hafði verið yfir meðallagi og jók eflaust vatnsskortinn sumarið 2016.

Samhliða langri sögu vatnaveitinga úr Skaftá og árekstri mismunandi hagsmunaaðila hafa komið upp mýmörg deilu- og kærumál sem sum hafa orðið að dómsmáli. Vonir eru bundnar við að hægt verði að samræma andstæðar óskir, annarsvegar Landgræðslunnar og Vegagerðarinnar sem vilja sem minnst yfirborðsrennsli niður á Eldhraun og hins vegar nokkurra heimamanna um sem mest rennsli út á hraunið. Sameiginlegt markmið þessara aðila er að finna lausn á aurburðarvandamálinu (mynd 52) sem fylgir rennsli jökulvatns út á hraunin, án þess að til rennslisrýrnunar komi í lindum og lækjum (Fanney Gísladóttir 1997).



Mynd 52. Aur í Eldhrauni eftir Skaftárhlaup 2008. Ljós. Oddur Sigurðsson, október 2008. Myndasafn Veðurstofu Íslands.

3.4 Áhrif á dýralíf

Jökulhlaup og eldgos hafa veruleg áhrif á vatnsföll í Skaftárhreppi sem veldur meðal annars að árfarvegir eru víða óstöðugir og breytast hratt. Líf í ám svæðisins er fjölbreytt, allt frá líflitlum jökulám og til frjósamra lindáa.

Skaftá og Kúðafljót eru mikilvæg hrygningar- og uppeldissvæði sjóbirtings. Árnar nýtast sem gönguleið í og úr sjó og hugsanlega sem vetrardvalasvæði. Sjóbirtingur heldur sig mest í jökulvatni í göngu sinni úr sjó upp vatnakerfið og nýtir þannig jökullitað vatnið sem vörn gegn afráni. Sjóbirtingur hrygnir í talsverðum mæli í Kúðafljóti og uppeldi seiða er þar á stórum svæðum (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012). Hins vegar er lítið uppeldi laxfiska í Skaftá sjálfri en í þverám og þverlækjum hennar eru aðal hrygningar- og uppeldissvæði urriðaseiða.

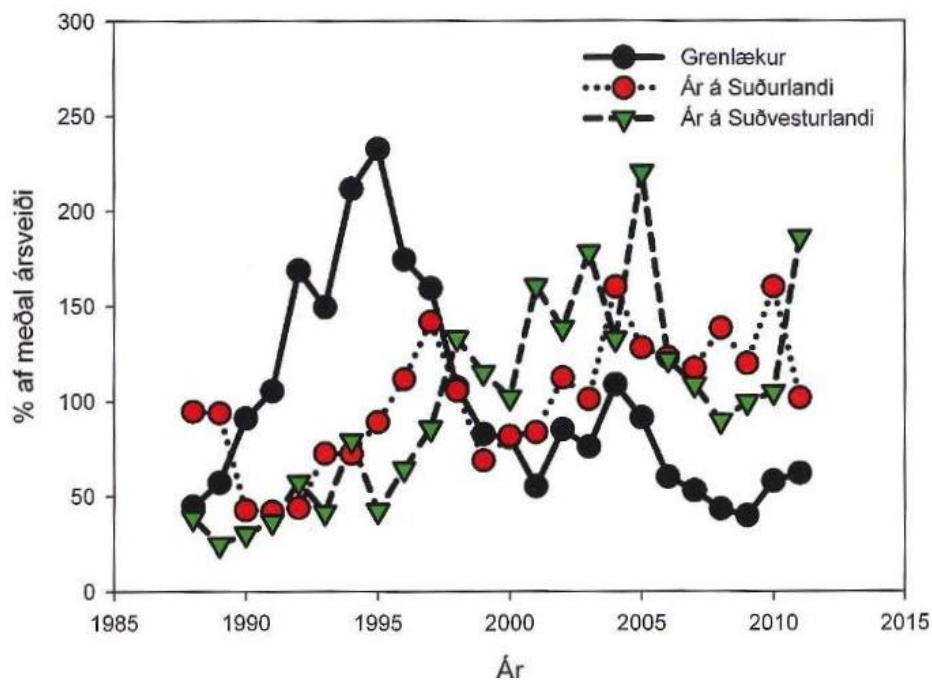
Gerð botns hefur mikla þýðingu varðandi lífsskilyrði en gróf og fjölbreytt botngerð skapar aukin búsvæði fyrir smádýr sem er fæða seiða (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001a). Sandskrið og aurburður í jökulám takmarka möguleika þörunga til að þrífast og er lífræn framleiðsla í Skaftá takmörkuð vegna þessa. Aurburður er mikill í Skaftá og svifaurinn í vatninu takmarkar magn sólarljós í ánni. Orka til uppbyggingar lífvera er fengin úr sólarljósi og getur skerðing á því haft bein áhrif á frumframleiðni og þar með framleiðslu botndýra sem eru fæða fiska sem alast upp í ám. Mikill aur í vatni hefur líka áhrif á fæðuöflun því fiskar geta átt erfitt með að greina fæðu í grugguðu vatni (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001a).

Ekki liggja fyrir beinar rannsóknir á áhrifum Skaftárhlaupa á lífríki í Skaftá og Kúðafljóti. Í viðtali við Magnús Jóhannsson, fiskifræðing hjá Hafrannsóknastofnun, segir hann að í ljósi sögu Skaftárhlaupa sé ekki líklegt að þau hafi neikvæð áhrif á lífríki til lengri tíma en hlaupið hafi reglulega frá 1955 og lífríkið virðist almennt hafa staðið þau af sér. Hann telur líklegt að aurinn hafi mest áhrif, bæði bein áhrif á lífverurnar og óbein vegna þess að sólarljós nær ekki niður í vatnið en þau væru tímabundin. Þar sem helstu uppeldissvæði sjóbirtings eru í þverám Skaftár verða þeir ekki fyrir beinum áhrifum af hlaupinu. Sá hluti sjóbirtings sem er í jökulvatninu hörfar væntanlega niður ána undan flóðinu meðan það varir en ekki vitað til að fiskar hafi drepist vegna hlaupvatns úr Skaftá (Vísir 2015). Líklegt þykir að Skaftárhlaup hafi neikvæð áhrif á uppeldisaðstæður fiska í þeim árfarvegum sem hlaupið fer um en athygli vakti hátt hlutfall laxaseiða í rannsóknum sumarið 2000 í Skaftá og Ása-Eldvatni þrátt fyrir nýafstaðið hlaup (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001a).

Kvíslar úr Skaftá sem renna út á Eldhraunið eru mikilvægar fyrir vatnsbúskap lindarvatna svæðisins, s.s. Grenlækjar, Tungulækjar og Eldvatns (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012). Vatn vex töluvert í lindarlækjum sem eiga upptök undan Eldhrauninu við Skaftárhlaup og getur jökulvatn litað lækjarvatnið (Vísir 2015). Veiðitölur í lindarlækjunum gefa til kynna talsverðar sveiflur í stærð sjóbirtingsstofnanna. Ástæður þessara sveiflna eru ekki kunnar en margt bendir til þess að veðurfar og ástand og fæðuframboð í sjó séu áhrifaríkir þættir

varðandi nýliðun, vöxt og afkomu. Þá hefur óstöðugt umhverfi með reglulegum jökulhlaupum og tímabundin vatnspurrð lindarvatna haft áhrif á fiskstofna svæðisins (Magnús Jóhannsson o.fl. 2005).

Grenlækur er að upplagi frjósamur lindarlækur bæði hvað varðar smádýralíf og fiska en áin verið talin með betri sjóbirtingsám landsins. Talsverðar sveiflur hafa þó verið í veiðinni og hefur veiði minnkað töluvert frá því fyrir aldamót sem er þvert á það sem hefur gerst í nálægum ám (mynd 53).



Mynd 53. Sveiflur í heildarveiði urriða í Grenlæk í samanburði við aðrar ár á Suðausturlandi (Geirlandsá, Skaftá, Eldvatn, Tungufljót) og Suðvesturlandi (Ytri-Rangá/Hólsá, Ölfusá, Sog, Hróarholtslækur). Veiði á hverju ári er hér skráð sem prósentu af meðalveiði í hverri á yfir árabilið 1988-2011 (úr Vífill Oddsson og Stefán Óli Steingrímsson 2013).

Mögulegt er að sveiflur í vatnsrennsli og vatnspurrð hafi haft neikvæð áhrif á urriðann í Grenlæk. Hentugustu hrygningar- og uppeldissvæðin fyrir urriðann er að finna í efri hluta Grenlækjar en sá hluti er líklegastur til að verða fyrir vatnspurrð. Árið 1998 voru um 10 km af árfarvegi Grenlækjar (um 31% af heildarlengd) vatnslaus í allt að tvo mánuði (mynd 54a) og er talið að um 80%, af hagstæðustu búsvæðum urriðaseiðanna hafi þornað (Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Benóný Jónsson 2005). Við þetta lækkaði þéttleiki ferskvatnslífvera og nokkur fiskdauði varð (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999; Magnús Jóhannsson o.fl. 2005) en samkvæmt úttekt á ám í Skaftafellssýslu árið 2002 (Erla Björk Örnólfsdóttir o.fl. 2003) var botndýralíf í Grenlæk aftur orðið töluvert. Þetta sýnir að smádýralíf getur jafnað sig eftir vatnspurrð á nokkrum árum en það er líklega háð því að vatnsskortur og þurrkar endurtaki sig ekki með reglulegu millibili.

Sumarið 2016 þraut vatnsrennsli ofan til í Grenlæk og á neðri svæðum varð veruleg minnkun á rennsli (mynd 54b). Um 11 km af farvegi Grenlækjar var á þurru í um tvo mánuði (Magnús Jóhannsson o.fl. 2018). Þá voru öll helstu hrygningarsvæði sjóbirtings og stór hluti uppeldissvæða sjóbirtingsseiða í Grenlæk vatnslaus. Vatnspurrðin olli ekki langvarandi breytingum á efnasamsetningu vatnsins en hún hafði hins vegar neikvæð áhrif á vatnalíf. Mikil áhrif urðu á seiðabúskap lækjarins en engin urriðaseiði fundust um haustið þar sem vatn þraut. Lífríkið, þar með talið þörungar og smádýr sem eru fæða fisks, varð fyrir miklum skakkaföllum og hefur líklega stærstur hluti þess drepist á svæðunum þar sem vatn þraut (Magnús Jóhannsson o.fl. 2018).



Myndir 54a-b. a) Árið 1998 voru um 10 km af árfarvegi Grenlækjar vatnslaus í allt að tvo mánuði. Ljós. Guðni Guðbergsson, 1998. b) Sumarið 2016 þraut vatnsrennsli ofan til í Grenlæk og á neðri svæðum varð veruleg minnkun. Ljós. Magnús Jóhannsson, maí 2016.

Það er ljóst að veruleg skerðing á rennsli Skaftárvatns til frjósamra lindarvatna í Landbroti og Meðallandi hefur neikvæðar afleiðingar fyrir lífríki (mynd 55). Vatnsskortur hefur neikvæð áhrif á allar vatnalífverur, frá þörungum og smádýrum og allt upp í laxfiska og því ljóst að verði vatnslítill tímabil algengari kemur það líklega verulega niður á lífríki Grenlækjar og Tungulækjar (Magnús Jóhannsson o.fl. 2018).

3.5 Áhrif náttúruhamfara á búsetu í Skaftárhreppi

Íbúar í Skaftárhreppi hafa í gegnum aldirnar þurft að kljást við náttúruöflin en eldgos og öskuföll, jökulhlaup og sandágangur valda því að landið er í stöðugri mótun. Kötlugosið árið 1918 olli miklu fjárhagslegu og tilfinningalegu tjóni fyrir íbúa í Skaftárhreppi. Tjónið var þó mismikið eftir svæðum, verst var það í Skaftártungu, Álftaveri og Meðallandi þar sem mikið af túnum eyðilögðust vegna ösku, sands og jökulleðju. Þá misstu bændur heilmikið af búfenaði sínum ásamt eignum. Þetta leiddi til þess að margir sáu sér ekki fært að búa lengur á jörðum sínum og fluttu í þorp við sjávarsíðuna (Anna Lilja Oddsdóttir 2008). Skaftárhlaup hafa valdið uppfoki, landeyðingu og rykmengun sem hefur mjög neikvæð áhrif á íbúa og vegfarendur (Davíð Egilsson o.fl. 2018).



Mynd 55. Stórfoss í Grenlæk í þurrkunum vorið 2016. Hylurinn fyrir neðan fossinn er einn aðalveiðistaður árinna. Sama svæði má sjá á mynd 8, hún var tekin haustið eftir þurrkana þegar vatn var komið aftur í Grenlæk. Ljós. Magnús Jóhannsson, maí 2016.

Margvíslegt tjón varð á bæði landi, eignum og mannvirkjum í Skaftárhlaupinu haustið 2015. Mikið tjón varð á ræktuðu landi og beitolöndum á mörgum jörðum. Vatn flaut yfir og tók í sundur girðingar og vegi sem liggja að ræktuðu landi. Þá spilltist landgræðsla sem unnið hefur verið að til margra ára. Í kjölfar hlaupsins varð mikið uppfok á áhrifasvæði hlaupsins í byggð sem takmarkaði skyggni og hafði það verulega neikvæð áhrif á umferðaröryggi. Mikið tjón varð á brúnni yfir Eldvatn við Ása og viðgerðarkostnaður metinn hærri en sem nam váttryggingafjárhæð brúarinnar samkvæmt ársskýrslu Viðlagatryggingar 2015. Þá varð tjón á ljósleiðara sem liggur yfir Skaftá, milli Búlands og Skaftárdals og tjón á sumarhúsi. Heildartjónabætur sem lágu fyrir hjá Viðlagatryggingu Íslands vegna tjóna á mannvirkjum og lausafé námu ríflega 120 milljónum króna, bara vegna hlaupsins í Skaftá 2015 (Viðlagatrygging Íslands 2015).

Skaftárhlaupið 2015 var rennislismeira en dæmi eru um og olli miklu tjóni og röskun í byggð og á grónu landi. Hlaupið kom eftir rúmlega fimm ára hlé og er það lengsta hlé milli hlaupa frá því að reglulegar athuganir á Skaftárhlaupum hófust árið 1951. Þar sem um stærri atburð var að ræða en áður hafði sést og vísbendingar voru um að breytingar væru á mynstri Skaftárhlaupa var ákveðið í samráði við stjórnvöld að ráðist yrði í gerð hættumats til þess að meta hættu af völdum Skaftárhlaupa og draga saman helstu upplýsingar sem nauðsynlegar eru vegna viðbúnaðar við þeim. Megintilgangur þess var að gera samfélagið betur í stakk búið til þess að

takast á við næstu Skaftárhlaup og draga úr tjóni af þeirra völdum (Veðurstofa Íslands 2018). Veðurstofa Íslands vann að gerð hættumatsins í samvinnu við Jarðvísindastofnun Háskólans. Þar var m.a. farið yfir umfang Skaftárhlaupsins 2015 og reiknilíkan notað til að meta hvaða áhrif stærri Skaftárhlaup en það gætu haft á svæðið. Teknar voru saman upplýsingar um setframburð í sögulegu samhengi og setframburður í hlaupinu 2015 kannaður sérstaklega. Enn fremur var þróun Skaftárkatla undanfarin 80 ár könnuð en elstu gögn eru frá árinu 1938. Sérstakar skýrslur hafa verið teknar saman um þessa þætti og eru þær aðgengilegar á vef Veðurstofu Íslands www.vedur.is (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Við gerð hættumatsins varð lögð áhersla á að fá upplýsingar frá íbúum um það sem ylli þeim áhyggjum tengt Skaftárhlaupum og tillögur þeirra varðandi úrræði og viðbúnað. Þann 14. mars 2016 var haldinn íbúafundur í félagsheimilinu Tunguseli í Skaftártungu á vegum Almannavarna ríkislögreglustjóra, Veðurstofu Íslands, Háskóla Íslands og Landgræðslunnar þar sem verkáætlun um hættumat vegna Skaftárhlaupa var kynnt. Góð mæting var á fundinn og var m.a. rætt um viðbrögð og viðbragðstíma við upphaf Skaftárhlaups, landskemmdir vegna flóða, setmyndun, aurbleytur og fok. Spurningarlisti var lagður fyrir íbúa Skaftárhrepps í upphafi árs 2017, þar sem viðhorf þeirra til atburðanna 2015 var kannað og leitað álits þeirra á hvað þyrfti að bæta úr þegar slíkir atburðir standa yfir. Spurningalistinn var unnin í samstarfi Veðurstofu Íslands og Náttúrustofu Suðausturlands og sendur út um rúmu ári eftir að hlaupinu lauk. Af 470 íbúum Skaftárhrepps svöruðu 37 manns (tæp 8% íbúa), þar af voru tveir þriðjuhlutar á aldrinum 40 ára eða eldri. Karlar voru í nokkrum meirihluta svarenda eða 63% á móti 37% kvenna og voru 87% í sambúð.

Svarendur voru flestir búsettir í Landbroti eða 27%, tæp 19% á Klaustri og 19% á Síðu en minni svörun var frá öðrum svæðum. Dræm þátttaka íbúa kom nokkuð á óvart en mögulega hefði verið meiri svörun ef skemmra hefði verið liðið frá hlaupi. Mest er svörunin í Landbroti, en þar eru margir bæir og íbúar sem hafa ýmissa hagsmuna að gæta varðandi grunnvatnsrennsli og rennslisbreytingar tengdar Skaftá. Helstu niðurstöður frá svörum íbúa Skaftárhrepps:

- Flestir svarendur starfa í landbúnaði og er það helsti atvinnuvegur íbúa Skaftárhrepps.
- Helstu áhyggjur við upphaf flóðs eða hápunkt flóðs var af innviðum/mannvirkjum.
- Almennt taldi fólk breytingar á náttúrufari í kjölfar hlaupsins hafa neikvæð áhrif frekar en jákvæð.
- Lítið af jákvæðum áhrifum, en þó helst að aur hafi góð áhrif á sprettu ef í litlum mæli.
- Neikvæð áhrif voru af ýmsum toga og mjög misjafnt á milli hvaða hagsmuna fólk hafði; rykmengun, rennslisbreytingar, gróðurskemmdir o.fl.
- Almennt hafði hlaupið neikvæð áhrif á lífsgæði fólks til skamms tíma lítið frekar en jákvæð. Breyting á rennsli vatnsfalla, breyting á innviðum og rykmengun dró einna helst úr lífsgæðum. Eldvatnsbrúin og vegur sem fór í sundur var sérstaklega tilgreint.

- Almennt hafði hlaupið neikvæð áhrif á lífsgæði fólks til lengri tíma litið frekar en jákvæð. Rykmengun, breyting á rennsli vatnsfalla og grunnvatnsrennsli dró einna helst úr lífsgæðum.
- Það sem skiptir helst máli varðandi fyrstu viðbrögð við Skaftárhlaupi er að til staðar sé fjarskiptasamband; sjálfvirk sms og tilkynning á neti sem og hættumat sé til staðar.
- Það sem skiptir mestu máli varðandi fyrirbyggjandi aðgerðir í framtíðinni er að til sé hættumat með sviðsmyndum (en það var líka valið það sem skipti minnstu máli), lega og áhrif varnarmannvirkja, veituleiðir og uppbygging innviða svo sem val á vegstæðum skiptir miklu máli.

3.5.1 Samgöngur

Samgöngur í Vestur-Skaftafellssýslu voru öldum saman með þeim erfiðustu hér á landi. Náttúruöflin hafa valdið því að vegir hafa látið undan vatnságangi, blásið burt af söndum eða kaffærst undir sandi, ösku og hraunum. Skaftáreldahraun var lengi vel mikil hindrun en verstu farartálmarnir voru síbreytileg jökulvötn sem flæmdust um svarta sanda (Vera Roth 2018). Mikill aurburður er í jökulám og hlaða þær fljótt undir og við það flyst farvegurinn þar sem fyrirstaðan er minni (Helgi Björnsson 2009) en dæmi um þetta er syðri hluti Leirár sem er nú komin í Skálm. Annað nærtækt dæmi um breytileika jökuláa er hvernig Skeiðará fellur nú í Gígjukvísl og lengsta brú landsins, Skeiðarárbrú, stendur nú yfir þurrum farvegi, sem nokkurs konar minnisvarði um hverfuleika íslenskrar náttúru.

Samgöngum stendur mest ógn af jökulhlaupum. Jökulhlaup hafa ollið skemmdum og jafnvel tekið af nokkrar brýr á síðustu áratugum með tilheyrandi samgöngutrufnunum og fjárhagslegu tjóni. Jökulhlaup af völdum Kötlugosa sem falla til austurs á Mýrdalssand geta valdið tjóni á sjö brúm, þ.m.t. yfir Múlakvísl og Kúðafljót. Sé horft til vegakerfisins á áhrifasvæði Kötluhlaupa til austurs þá eru vegir á Mýrdalssandi allir í hættu. Þjóðvegur 1 liggur um Mýrdalssand á um 35 km kafla, Hrífunesvegur er á mögulegu flóðasvæði á um 5-6 km kafla og auk þess eru minni tengivegir einnig í hættu. Þá er um 13 km kafli af Meðallandsvegi og hringvegur í Álftaveri (um 15 km) á mögulegu flóðasvæði (Guðmundur Valur Guðmundsson 2018). Þegar Kötluflóð fjara út er einkennandi að eftir liggur jökuleðja og íshrannir, sumar hverjar margir metrar á hæð, sem hlaupin hafa skilið eftir sig (mynd 56). Jökuleðjan getur valdið ófærð á vegum og íshrannir og vatn valda með tímanum sandbleytum sem leiða til ófærðar um lengri tíma. Þannig hefur Mýrdalssandur oft á tíðum verið illfær um langan tíma í kjölfar Kötlugosa og valdið því að íbúar í sveitum austan við sandinn hafa orðið innlyksa (Anna Lilja Oddsdóttir 2008).

Breytingar á Vatnajökli geta valdið því að hluti hlaups frá Skaftárkötlum komi fram í Hverfisfljóti en brúarmannvirki í Fljótshverfi eru ekki miðuð við Skaftárhlaup. Hámarksrennsli Hverfisfljóts í hlaupinu 1995 var um 500 m³/s að meðtöldu grunnrennsli og náði vatnsborð árinna þá upp undir gólf brúarinnar. Ef rennsli Hverfisfljóts yrði meira en 500 m³/s yxi einnig

verulega í Öðulbrúará, Þverárvatni og Fossálum sem gæti valdið því að þjóðvegur 1 yrði í hættu (Veðurstofa Íslands 2013).



Mynd 56. Jakahrannir á Mýrdalssandi rúmum mánuði eftir að Kötluhlaup árið 1918 setti þær af sér. Maðurinn til vinstri á lægri jakanum er Brynjólfur Oddsson frá Þykkvabæjarklaustri og var hann 2,04 m á hæð. Lægri jakinn rís um 35 m yfir sandinn. Hærri jakinn, sem ætla má að hafi sporðreist, er nær og gæti verið 10 m hærri. Ljós. Kjartan Guðmundsson 1918 (úr Guðrún Larsen 2018).

Skaftártunga er staðsett á milli tveggja stórvatna, Hólmsár og Eldvatns, og gætu því samgönguferðleikar verið miklir verði hlaup slík að brýrnar taki af. Í Skaftárhlaupinu árið 2015 skoluðust undirstöður brúarstæðis Skaftártunguvegs við Eldvatn í burtu (myndir 57-58) svo brúin laskaðist (Matthías Ásgeir Jónsson o.fl. 2018). Þá fór Fjallabaksleið nyrðri undir vatn á nokkrum köflum við Hólaskjól og lokaðist. Við Skaftárdal flæddi vatnið yfir brúna á eystri kvíslinni og ruddi burt stórum varnargarði sem stýrir ánni undir brúna. Vegurinn að Svínadal fór á kaf ásamt veginum fyrir neðan Hvamm. Þá var flóðhæð norðan þjóðvegur við Dyngjur mæld 58,9 m.y.s. þannig að ekki vantaði mikið upp á að það flæddi yfir þjóðveginn eða aðeins um 0,8 m (Emmanuel Pagneux o.fl. 2018b).

Vorið 2016 varð mikið uppfok á lausum jarðvegsefnum í Eldhrauni í kjölfar Skaftárhlaupsins 2015. Það varð til þess að oft varð blint yfir þjóðveginn vegna áfoks sem olli truflun á umferð. Landgræðslan sá um sáningar og áburðargjöf á svæðinu í kjölfar hlaupsins en árangur aðgerðanna sást mjög fljótt og dró úr uppfoki og áhrifum áfoks í kjölfarið (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016).

Mynd 57. Brú yfir Eldvatn við Ása, byggð árið 1965. Þann 26. nóvember 1966 varð mikið flóð í ánni sem varð til þess að hólurinn með miðstöpli brúarinnar hvarf. Þann 14. febrúar 1967 gerði annað flóð sem gróf undan austurstöplinum og við það féll brúin. Brúin var endurbyggð árið 1967. Myndin afhent úr Myndsporum. Eigandi Sigrún Gísladóttir.



Mynd 58. Brú yfir Eldvatn við Ása, byggð árið 1967. Myndin er tekin í Skaftárhlaupinu 2015. Í hlaupinu skuluðust undirstöður brúarstæðisins í burtu svo brúin laskaðist. Ljós. Ingibjörg Eiríksdóttir, október 2015.

3.5.2 Landbúnaður

Í Skaftárhreppi er stunduð sauðfjár-, hrossa- og nautgriparækt auk mjólkurframleiðslu en hefðbundinn landbúnaður er ein af aðal atvinnugreinum og undirstaða byggðar í hreppnum. Bleikjueldi, heimavinnsla kjötafurða og kornrækt og -vinnsla er stunduð í nokkrum mæli og garðyrkja, einkum gulrófnarækt í smáum stíl. Nálægð við jökla og eldstöðvar hefur mótað landnýtingu á liðnum öldum. Miklar andstæður eru í gróðurfari á svæðinu en þar er að finna

gróðursælar og grösugar sveitir sem afmarkast af víðfeðmum söndum. Veðurfarsleg skilyrði til búskapar eru almennt góð, tiltölulega hár sumarhiti, mikil úrkoma og mildir vetur.

Á árum áður var bændasamfélagið fremur einhæft á þessu svæði þar sem tæknivæðing var lítil sem engin og afkoman réðist af því hversu vel landið gaf af sér. Bændur voru því viðkvæmir fyrir hvers kyns áföllum sem drógu úr afkomumöguleikum þeirra. Kötlugosin hafa í gegnum tíðina valdið miklu tjóni og eytt gróðri og byggð í nágrenni Kötlu. Í gosinu 1918 komu bændur í Skaftártungu, Álftaveri og Meðallandi verst út. Í Skaftártungu var það öskufall sem olli mestu tjóni og tók það sumar jarðir mörg ár að ná sér aftur. Í Álftaveri og Meðallandi olli jökulhlaupið mestum skemmdum á jörðunum en túnin voru sum hver þakin ösku, sandi og jökuleðju. Þá urðu heimahagar og önnur beitolönd einnig fyrir barðinu á flóðinu. Ekkert manntjón varð í gosinu en um nokkur hundruð sauðfjár ásamt á fjórða tug hrossa féllu. Þetta leiddi til þess að margir sáu sér ekki fært að búa lengur á jörðum sínum. Mikið sandfok og ágangur vatna hefur ógnað byggð á þessu svæði um langan tíma. Talið er að búskapur hafi verið stundaður víðar en með tímanum hafi jökulhlaupin gengið á byggðina (Anna Lilja Oddsdóttir 2008).

Fjölmörg landgræðslusvæði eru í Skaftárhreppi en mikil jarðvegs- og gróðureyðing hefur fylgt í kjölfar þeirra náttúruhamfara sem þar hafa átt sér stað (Landgræðsla ríkisins 2015). Landgræðsluáætlanir sem gerðar hafa verið leggja áherslu á stöðvun jarðvegseyðingar, uppgræðslu, eftirlit með ástandi gróðurs og jarðvegs, stjórn landnýtingar, fræðslu, ráðgjöf, rannsóknnum og upplýsingamiðlun. Árangurinn byggist á samstarfi fjölmargra aðila, ekki síst bænda og annarra íbúa á viðkomandi svæðum. Nokkrir bændur í Skaftárhreppi taka þátt í verkefninu „Bændur græða landið“ með Landgræðslunni en tilgangur þess er að styrkja bændur til landgræðslu á jörðum sínum (Sigprúður Jónsdóttir og Guðríður Baldvinsdóttir 2000). Þrátt fyrir ötult starf í landgræðslu eru náttúruöflin sífellt að verki og erfið viðfangs. Nýlegt dæmi um eyðingu gróðurlendis var þegar syðri hluti Leirár breytti um farveg og skemmdi heimalandsuppgræðslur bænda (Sigurjón Einarsson og Gústav M. Ásbjörnsson 2014).

Víða hefur verið unnið að uppgræðslu á afréttalöndum í Skaftárhreppi, en gróðurfar á þeim hefur mótast mjög af nábyli við jökla, jökulvötn og eldfjöll, en einnig af landnýtingu liðinna alda. Álftaversafréttur, sem er um 208 km² að stærð, er að stórum hluta gróðurýrir melar og eru þar víða samfelld sandsvæði. Gróður hefur þó á undanförunum árum verið í framför en Búnaðarfélag Álftavers hefur í samstarfi við Landgræðsluna unnið mikið uppgræðslustarf á afréttinum (mynd 66). Skaftártunguafréttur er 969 km² að stærð og gróðurfar á hluta hans er rýrt og viðkvæmt m.a. vegna hæðar yfir sjávarmáli. Þá eru einnig sandsvæði út frá farvegum Skaftár sem ógna gróðurlendi. Syðsti hluti afréttarins er meira gróinn heldur en nyrðri hluti hans og heimamenn hafa unnið að uppgræðslu rofabarða og mela. Á Síðuafrétti, sem er austan við Skaftá og er 947 km², á sér stað jarðvegs- og gróðureyðing nyrst á afréttinum, út frá Vatnajökli og Skaftá. Þar hafa heimamenn einnig unnið að uppgræðslu á rofsvæðum og melum (Landgræðsla ríkisins 2015).

Aðgerðir Landgræðslunnar og Landgræðslufélags Skaftárhrepps hafa verið mestar og brýnastar á svæðum þar sem jökulhlaup eru tíð (mynd 59a, Davíð Egilsson o.fl. 2018). Í Skaftárhlaupinu 2015 varð verulegt tjón á gróðri í landi Ása í Skaftártungu þar sem Skaftá braust að hluta til út úr farvegi sínum og yfir gróið land (mynd 59b). Í landi Múla og Á á Síðu brustu gamlir varnargarðar þannig að vatn og framburður barst yfir uppgróna farvegi og gróður, ýmist með vatni eða vindi. Þá safnaðist mikill framburður fyrir í gamalli melsáningu í landi Svínadals. Einnig barst vatn og framburður yfir gróið land með bökkum Flögulóns og Kúðaflijóts. Landgræðslan sá um aðgerðir vegna afleiðinga Skaftárhlaupa á árinu 2016 með því að styrkja gróður og sá í svæði þar sem gróður hafði eyðst (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016). Viðlagatrygging hefur kostað stóran hluta uppgræðsluaðgerða en bændur hafa líka í mörgum tilfellum tekið þátt í kostnaði við aðgerðir í heimalöndum þeirra (Landgræðsla ríkisins og Landgræðslufélag Skaftárhrepps, 1996).



Myndir 59a-b. a) Uppgræðsluaðgerðir Landgræðslunnar í Eldhrauni í kjölfar Skaftárhlaupsins 2015. Ljós. Myndasafn Landgræðslunnar. b) Skaftárhlaupið 2015 braust að hluta til út úr farvegi sínum og fór meðal annars yfir gróðurlendi í landi Ása í Skaftártungu. Ljós. Oddur Sigurðsson, október 2015. Myndasafn Veðurstofu Íslands.

3.5.3 Ferðapjónusta

Ferðapjónusta er ein af stærstu atvinnugreinum í Skaftárhreppi. Þar má finna vinsælar náttúruperlur sem ferðamenn sækjast eftir að skoða og því getur atvinnulíf orðið fyrir talsverðu tjóni fari samgöngur úr skorðum (mynd 60). Þar sem náttúruhamfarir geta varað allt frá nokkrum dögum upp í mánuði og ár er ekki sjálfgefið að hægt sé, né öruggt að hefja uppbyggingu strax (Guðmundur Valur Guðmundsson 2018).

Helstu áhrif af Skaftárhlaupum fyrir utan rof og setmyndun eru rykmistur, sandfok og skert loftgæði sem hefur bæði áhrif á íbúa og ferðapjónustu. Til þess að aðstæður versni ekki í næstu hlaupum er mikilvægt að hefta áfok, einkum í Eldhrauni og nágrenni þess. Rykið sem lagðist yfir Kirkjubæjarklaustur og nágrenni eftir hlaupið 2015 dró verulega úr loftgæðum og byrgði vegfarendum sýn, en var þó að mestu horfið um átta mánuðum eftir hlaup. Mögulegt er að ferðamönnum fækki á svæðinu meðan á hlaupum stendur og blástur á seti valdi skertum

loftgæðum. Hins vegar sýndi Eyjafjallajökulsgosið að ferðamannastraumur getur aukist þegar frá líður og mikill áhugi er að skoða áhrif slíkra frumkrafta þegar hættuástandi linnir. Gera má ráð fyrir að ferðapjónusta í tengslum við náttúruskoðun aukist í framtíðinni en hugsanlegt er að hluti slíkrar ferðapjónustu verði í tengslum við afleiðingar hlaupa (Davíð Egilsson o.fl. 2018).



Myndir 60a-b. a) Þann 9. júlí 2011 kom hlaup úr sigkötlum í Mýrdalsjökli sem hreif með sér brúna yfir Múlakvísl. Ekki var hægt að hefja uppbyggingu nýrrar brúar strax sem varð til þess að samgöngur fóru úr skorðum og talsvert tjón varð á atvinnulífi. Ljós. Þórir N. Kjartansson, júlí 2011. b) Rykmistur við Þjóðveg 1 í Eldhrauni. Ljós. Kristín Hermannsdóttir, júní 2019.

Nýting náttúruauðlinda í framtíðinni er háð því að þær séu notaðar af skynsemi og ekki sé gengið á landsins gæði. Hinn íslenski eldfjallajarðvegur (andosol) er sérstakur, hann getur bundið mikið af vatni en um leið skortir hann samloðun sem er ein af ástæðum þess að íslenskum jarðvegi er einkar hætt við rofi. Margskonar landnýting getur leitt til rask á vistkerfum en þar má m.a. nefna traðk og utanvegaakstur sem tengjast ferðamennsku en tiltölulega lítið rask getur valdið miklum og varanlegum skemmdum á viðkvæmu landi (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir 2015). Það er því mikilvægt að skipuleggja landnotkun til að koma í veg fyrir eyðileggingu og ákveða hvaða áfangastaðir ferðamanna þarfnast aðgangsstýringar og stýra umferð um þá með umhverfisleg og félagsleg þolmörk og öryggi ferðamanna að leiðarljósi (atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið 2015).

4 Horft til framtíðar

4.1 Áhrif loftslagsbreytinga á jökulvötn

Rannsóknir sýna að frá lokum síðasta jökulskeiðs, eða í rúm 10 þúsund ár, hafa langtímahitafarsbreytingar (þ.e. breytingar á meðalhita ef litið er til áratuga eða alda) á Íslandi verið um 4°C sem er mun meira en hnattrænar breytingar á sama tíma. Frá því að samfelldar mælingar hófust fyrir miðja 19. öld hefur hlýnað sem nemur um 0,8°C á öld. Líklegt er að það hlýni áfram á Íslandi og hafsvæðinu umhverfis það og að árin 2046-2055 verði að meðaltali á bilinu 1,3-2,3°C hlýrri en árin 1986-2005. Meiri óvissa er um úrkomubreytingar en gera má ráð fyrir að úrkoma aukist um a.m.k. 1,5% fyrir hverja gráðu sem hlýnar. Í sumum reiknilíkönum er aukningin allt að 4,5% fyrir hverja gráðu. Vísbendingar eru því um að úrkomuákefð geti aukist og þrátt fyrir aukna heildarúrkomu geti þurrkadögum einnig fjölgað (Halldór Björnsson o.fl. 2018).

Skipulagðar mælingar á legu jökulsporða hérlendis hafa farið fram frá árinu 1930 og hefur komið í ljós að sporðarnir bregðast fljótt við veðurfarsbreytingum. Afkoma allra jökla landsins hefur verið neikvæð á hverju ári frá 1995 (Halldór Björnsson o.fl. 2008). Gangi sviðsmyndir um loftslagsbreytingar eftir munu íslenskir jöklar halda áfram að minnka. Miklar breytingar hafa orðið á afrennslisleiðum frá jöklum, sem dæmi má nefna að nú rennur allt vatn sem kemur undan Skeiðarárjöklum í Gígjukvísl. Með hlýnandi loftslagi á næstu áratugum og þynningu jökla, má búast við því að vatnaskil færast til svo kílómetrum skiptir og munu upptök fallvatna við jökuljaðar einnig flytjast. Landslag undir jöklum ræður þá væntanlega meiru um rennslisleiðir vatns en nú er og munu sumar ár vaxa en aðrar minnka (Helgi Björnsson 2009).

Breytingar hafa einnig orðið við jökuljaðra, ný lón hafa myndast, sum eldri lón hafa stækkað og önnur horfið (Guðmundsson o.fl. 2019). Gera þarf ráð fyrir áframhaldandi breytingum á jökulám og jökullónum. Afrennsli frá jöklum mun aukast vegna aukinnar bráðunar, sérstaklega yfir sumartímann, auk þess sem það mun líklega hefjast fyrr að vori og ná lengra fram á haust. Vatnsmagnið mun ná hámarki upp úr miðri öldinni en þá hafa jöklar líklega rýrnað svo mikið að bráðnun byrjar að dragast saman á síðustu áratugum aldarinnar. Stöðugleiki vatnaskila Skaftár og Hverfisfljóts undir jökli hefur þegar verið kannaður sérstaklega en líklegt er að vatn sem kemur frá hluta núverandi vatnasviðs Skaftár fari smám saman yfir í Hverfisfljót á næstu áratugum og afrennsli þar aukist. Breytingar á afrennslisleiðum og aukið afrennsli frá jöklum getur haft veruleg áhrif á hönnunarforsendur samgöngumannvirkja. Meðan rennsli undir sumum brúarmannvirkjum getur aukist geta önnur brúarmannvirki staðið á þurru (Halldór Björnsson o.fl. 2018).

Loftslagsbreytingar geta einnig aukið áhættu fyrir sumar tegundir náttúruvár en meðal áhættuþátta sem huga þarf að eru tíðni og umfang jökulhlaupa og flóða frá jaðarlónum (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Leysingaflóð frá jöklum munu aukast verulega en einnig gætu

líkur aukist á því að farið geti saman mikil úrkoma og leysing jökla sem valdið gæti stærri flóðum en nú þekkjast (Halldór Björnsson o.fl. 2008). Skaftárhlaup eru líklegri til að verða þegar áköf úrkoma fellur á svæðið og katlarnir fyllast hratt. Af því má áætla að loftslagsbreytingar muni hafa áhrif á Skaftárhlaup og á meðan ísinn er nógu þykkur eru líkur á að hlaupum fjölgi frekar en fækki. Breytingar á umfangi katlanna og þar með hversu mikið vatn þarf til að fylla þá gerir það að verkum að erfiðara er að segja fyrir um hlaup og því þarf að fylgjast náið með kötlunum (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2018).

Þá eykst einnig eldgosahætta vegna aukinnar kvikuframleiðslu neðarlega í jarðskorpunni vegna farglosunar. Ef þessi kvika næði yfirborði gæti það aukið tíðni eldgosa eða valdið umfangsmeiri gosum (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Ef aukning verður á kvikuframleiðslu á svæðinu við Skaftárjökul vegna þynningar jökulsins mun það hafa áhrif á jarðhitasvæðið í Skaftárkötlum. Vísbendingar eru um að hlaup undan Skaftárjökli hafi tekið breytingum vegna breytinga á jarðhitasvæðinu en tenging þeirra breytinga við loftslagsbreytingar eru ekki þekktar (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2018).

Sú staðreynd að hin auknu flóð í Skaftá sem orðið hafa eftir 1955 stafi að mestu af breyttri virkni í kötlunum veldur því að spár um framtíðarþróun verða erfiðari. Ekki eru til leiðir til að spá hvernig breyting í virkni katlanna muni þróast á næstu árum og áratugum. Jarðhitabreytingar geta valdið enn stærri hlaupum en haustið 2015 en þær geta einnig virkað í hina áttina þ.e. að hlaupin minnki. Það er því mikilvægt að fylgjast með þróun Skaftárkatlanna með reglubundinni kortlagningu á yfirborði jökulsins í og við katlana og endurteknum íssjármælingum (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Gera má ráð fyrir auknum framburði jökuláa þegar líður á öldina vegna aukinnar bráðnunar jökla samfara hækkandi hita, breytingu á úrkomu úr snjó í rigningu og aukinni úrkomuákefð (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2018). Nokkur vísar er um að framburður í Skaftárhlaupum getur orðið meiri en áður og einnig geta framtíðarjökulhlaup rofið set frá fyrri hlaupum og hlaupvatnið náð meiri útbreiðslu á yfirborði vegna setfyllingar frá fyrri hlaupum (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018b).

4.2 Áhrif loftslagsbreytinga á nýtingu vatnsafls

Ekkert af jökulvötnunum í Skaftárhreppi hefur verið virkjað. Virkjanakostir í Skaftárhreppi sem fjallað er um í Rammaáætlun eru í Skaftá, Hverfisfljóti, Djúpa og Hólmsá. Þar eru nefndir þrír möguleikar til að nýta Skaftá til raforkuframleiðslu; Búlandsvirkjun (nr. 18), Skaftárveita án miðlunar í Langasjó (nr. 17) og Skaftárveita með miðlun í Langasjó (nr. 16) (sjá www.ramma.is)

Vatnsaflsvirkjanir hafa jafnan umtalsverð áhrif á náttúrulegan vatnabúskap straumvatna. Við stíflun straumvatna fer náttúrulegt rennismunstur þeirra úr skorðum, rennislisrýrnun verður iðulega um sumar en rennislisaukning að vetri til. Svipað gildir um miðlunar- og veitulón, þar breytist náttúrulegur gangur á vatnsmagni og vatnsborðssveiflur verða oft margfaldar á við

Það sem gerist undir náttúrulegum kringumstæðum. Miklar eðlisbreytingar geta átt sér stað í vatnsbúskap vatnakerfa með tilkomu virkjunarmannvirkja, svo sem breyting á vatnshita og efnainnihaldi og getur það haft mikil áhrif á lífríki kerfisins. Ásýnd vatnakerfanna getur einnig tekið miklum stakkaskiptum, aðallega vegna breytinga á vatnsmagni og þá sér í lagi vatnsþurrð í fossum, en einnig vegna breytinga í farvegum straumvatna og fjöruborði lóna vegna rofafla. Þá geta líka orðið breytingar á náttúrulegum lit vatnakerfa, einkum þegar jökulvötn eru virkjuð. Framangreindar breytingar á vatnsbúskap vatna í kjölfar virkjunar rjúfa vistfræðilega samfellu vatnasviðanna og breyta ekki aðeins eðli og gerð vatna og þurrlandisvistkerfa sem standa næst þeim, heldur einnig sjávarvistkerfa sem vötnin tengjast (Umhverfisstofa 2011).

Spár gera ráð fyrir að afrennsli frá jöklum muni aukast mjög á fyrri hluta 21. aldar en síðan minnka vegna rýrnunar þeirra. Með auknu afrennsli mun heildarvatnsafl landsins aukast og taka þarf tillit til þess við endurmat og hönnun virkjana. Búast má við verulegri en tímabundinni aukningu í vatnsafl landsins með hlýnandi veðurfari og þeirri aukningu sem spáð er í afrennsli. Núverandi orkukerfi gæti framleitt mun meiri orku í framtíðinni vegna aukningar í rennsli og breytinga á árstíðadreifingu þess. Heildarvatnsafl landsins var síðast metið 1981, en ef beitt er sömu aðferðafræði, reiknast vatnsafl tímabilsins 2071-2100 320 TWh/ári í samanburði við 220 TWh/ári á tímabilinu 1961-1990. Aukningin nemur 45% í reiknuðu vatnsafl. Þessi tala byggist á því að á 110 árum hlýni um tæpar 3°C líkt og spár gera ráð fyrir (Halldór Björnsson o.fl. 2008).

Það er ljóst af þessum reikningum að ef farið verður í virkjanaframkvæmdir í Skaftárhreppi verður veruleg aukning í vatnsorku með hlýnandi veðurfari og auknu afrennsli jökla, a.m.k. meðan gengur á vatnsforða jöklanna. Áður en farið er í slíkar framkvæmdir eru öll áhrif vandlega skoðuð af hópi fagfólks innan Rammaáætlunar. Skoða þarf hvort ávinningurinn sé meiri en fórnarkostnaðurinn enda ber okkur skylda til þess að skila landinu í svipuðu eða betra ástandi til komandi kynslóða.

4.3 Aðlögun að loftslagsbreytingum

Náttúruhamfarir af ýmsum toga hafa valdið íslensku þjóðinni búsigjum síðan land byggðist. Ekki er hægt að koma í veg fyrir slíkar náttúruhamfarir en með skipulegri áhættustýringu er hægt að draga úr tjóni og álagi vegna þeirra. Mikilvægt er að viðbragðsáætlanir taki tillit til þeirrar miklu ógnar sem stafar af jökulhlaupum á byggð, samgöngur og fjaraskipti í landinu, einkum til að koma í veg fyrir manntjón.

Veðurstofa Íslands annast vöktun vegna náttúruvárs og gefur út viðvaranir og spár um yfirvofandi hættu af völdum veðurs og veðurtengdra þátta, jarðskjálfta, eldgosa, hlaupa, vatnsflóða og ofanflóða. Hún sér um almennar kerfisbundnar vatnamælingar í ám, þ.m.t. mælingar á rennsli, vatnshæð, vatnshita, aurburði og öðrum eðlis- og efnafræðilegum eiginleikum vatns (Lög um Veðurstofu Íslands nr. 70/2008). Veðurstofa Íslands hefur þróað viðvörðunarkerfi til að fylgjast með fyrirboðum um hlaup, mæla hlaup og flóð sem ýmist eiga

upptök sín í eldstöðvum og jarðhitakerfum undir jökli, eða sem stafa af leysingum, miklum rigningum og jakastíflum. Viðvörðunarkerfið er samsett af GPS-mælistöðvum (mynd 61) og skjálftamælum. Í hverri GPS-mælistöð er rafrænt skráningartæki, þrýstiskynjari til að mæla vatnshæð og skynjari fyrir rafleiðni og vatnshita. Viðvaranir byggja á því að rafleiðni eða vatnshæð fari yfir fyrirfram ákveðin mörk (Veðurstofa Íslands á.á.). Núna er rekinn GPS mælir í fjarskiptasambandi í eystri Skaftárkatlinum. Hann gefur upplýsingar um hvenær íshellan fer að síga og varar þannig við náttúruvá með meiri fyrirvara (Snorri Zóphóníasson 2018).



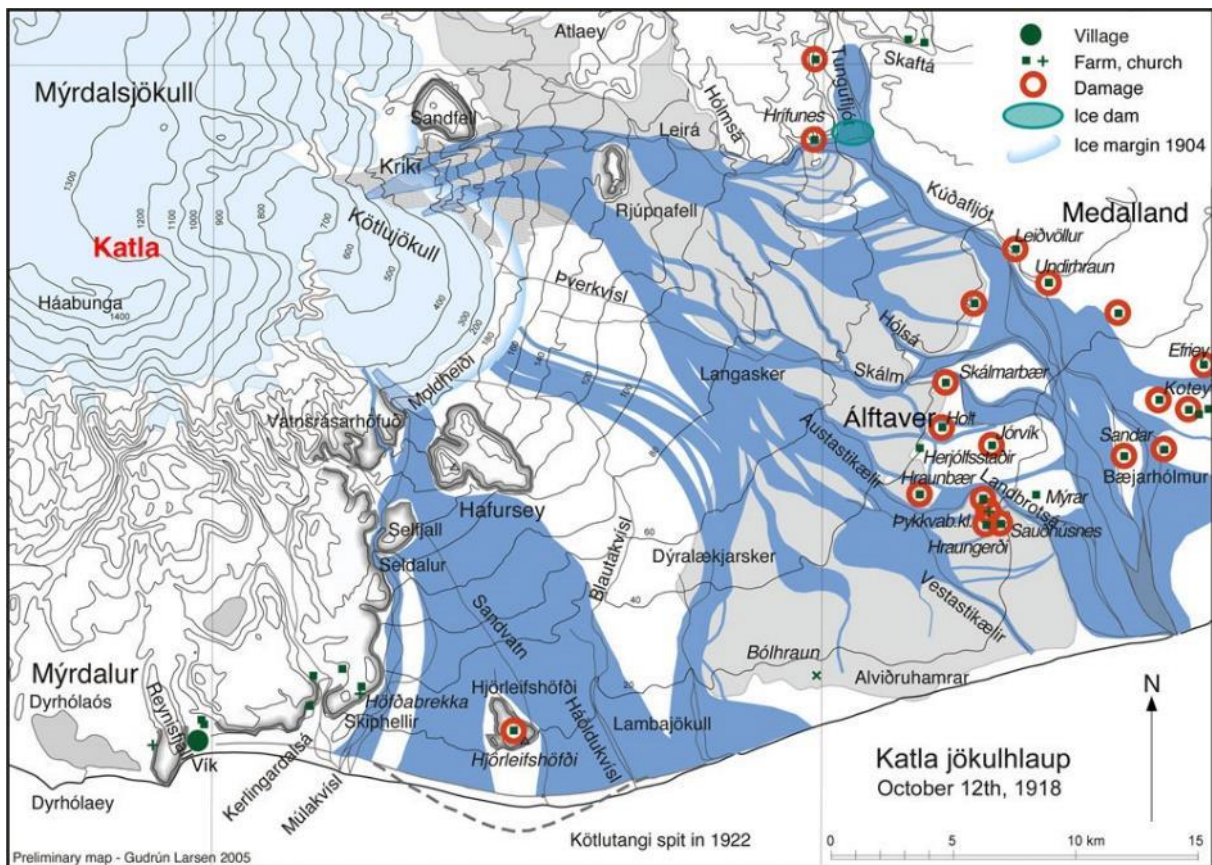
Mælingar sem bárust jafnóðum til náttúruvávaktar Veðurstofunnar frá GPS-mælistöð um breytingar á yfirborðshæð eystri skaftárketilsins urðu til þess að viðvörðunartími í Skaftárhlaupinu 2015 voru tveir til þrjú dagar áður en hlaupvatn náði niður að Skaftárdal. Sambærileg viðvörðun vegna óróa á skjálftamælum sást nokkrum klukkustundum eftir að hlaupið lagði af stað úr katlinum (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Mynd 61. GPS-mælistöð við sunnanverðan Mýrdalsjökul. Ljósmynd Halldór Geirsson, maí 2000. Myndasafn Veðurstofu Íslands.

Veðurstofa Íslands hefur það hlutverk að vera í beinu sambandi við Almannavarnir ríkislögreglustjóra vegna náttúruvá, hættuástands og áhættumats í þeim tilgangi að bæta öryggi almennings og eigna (Veðurstofa Íslands á.á.). Almannavarnir voru stofnaðar með lögum frá Alþingi nr. 94/1962. Í nýjustu lögum um almannavarnir nr. 82/2008 er markmið þeirra að undirbúa, skipuleggja og framkvæma ráðstafanir sem miða að því að koma í veg fyrir og takmarka, eftir því sem unnt er, að almenningur verði fyrir líkams- eða heilsutjóni, eða umhverfi eða eignir verði fyrir tjóni, af völdum náttúruhamfara eða af mannavöldum, farsóttu eða hernaðaraðgerða eða af öðrum ástæðum og veita líkn í nauð og aðstoð vegna tjóns sem hugsanlega kann að verða eða hefur orðið. Stefnumótun í almannavörnum og öryggismálum er mörkuð af Almannavarna- og öryggismálaráði til þriggja ára í senn. Verkefni fyrir hamfarir felast í áhættugreiningu, vöktun og mati á áhættu og mótvægisáðgerðum. Áhættuskoðun almannavarna og viðbragðsáætlanir eru dæmi um verkefni fyrir hamfarir, en einn helsti þáttur í viðbúnaði almannavarna er gerð viðbragðsáætlana, æfingar og þjálfun viðbragðsaðila (Almannavarnir 2017; Lög um almannavarnir nr. 82/2008).

Allt frá því að lögum um almannavarnir var breytt og náttúruvá varð hluti af því sem skipulag almannavarna ná yfir hefur eldstöðin Katla verið áherslumál (Víðir Reynisson 2018). Kötluhlaup ná gífurlegu rennsli (100-300 þús. m³/s) á nokkrum klukkustundum sem er margfalt

hámark hlaupsins á Skeiðarársandi 1996, en meginflóðið hefur staðið í aðeins 10-20 klukkustundir. Í 18 af 20 eldgosum sem rakin hafa verið til Mýrdalsjökuls frá landnámstíð (870 e. Kr.) hafa jökulhlaupin fallið í suðaustur niður Mýrdalssand (mynd 62). Þau hafa flætt suður vestan við Hafursey og Hjörleifshöfða og undan miðju jökulsins og austur í Álftaver, Skálm og Landbrotsá en þau stærstu hafa einnig komið fram í Krika og þaðan í Leirá og Hólmsá. Með nútíma skjálftamælum er vonast til þess að greina megi gosóróa fyrr, staðsetja gosstöðvar og meta hvert jökulhlaupið falli. Veðurstofa Íslands og Jarðvísindastofnun Háskólans fylgjast með jarðskjálftum og jarðskorpuhreyfingum sem stafa af kvikuhreyfingum í rótum eldstöðvarinnar (Helgi Björnsson 2009). Með aukinni þekkingu á eldstöðinni og öflugu eftirlitskerfi hafa viðbragsáætlanir verið uppfærðar reglulega. Það er þó ekki einungis þekking á eldstöðinni sem hefur breyst heldur er samfélagið sem nú stendur frammi fyrir Kötlu allt annað en var áður. Stærsta breytingin er tengd fjölgun ferðamanna en umferð hefur aukist og gríðarlegur fjöldi ferðamanna fer um hættusvæði Kötlu á hverjum degi allt árið um kring. Stöðug þróun samfélagsins verður því áfram áskorun á almannavarnir (Víðir Reynisson 2018).



Larsen, G. 2010. Katla - Tephrochronology and eruption history. In: A. Schomacker, J. Krüger, and K. Kjær (eds): The Mýrdalsjökull ice cap, Iceland: glacial processes, sediments and landforms on an active volcano. *Development in Quaternary Science* 13, 23-49. Elsevier, Amsterdam.

Mynd 62. Hlaupfarvegir, breytingar og tjón af völdum jökulhlaupsins í Kötlu árið 1918 (úr Guðrún Larsen 2018).

Mikilvægi fjarskipta þegar kemur að almannavörnum og rýmingu almennings á hættusvæðum hefur alltaf verið mikið. Með þróun fjarskiptatækninnar hefur mikilvægið aukist jafnt og þétt

og er nú svo komið að boð um rýmingu eru send með SMS skilaboðum í farsíma sem eru staðsettir innan skilgreinds rýmingarsvæðis. Það er því afar mikilvægt að þekja farsímakerfanna sé slík að tryggð sé að boð um rýmingu komist til skila tímanlega. Enn eru svæði hér á landi sem ekki hafa nægilega gott samband til þess að tryggja megi að boð á neyðarstundu berist tímanlega til íbúa á hættusvæðum. Ekki er hægt að fullyrða að nægilega tryggð samband sé alls staðar á rýmingarsvæði Kötlu og er því ljóst að það þarf að gera frekari mælingar og rannsóknir til þess að tryggja að SMS berist tímanlega til allra á svæðinu (Þorleifur Jónasson 2018). Niðurstöður úr svörum íbúa Skaftárhrepps í spurningalista sem sendur var út ári eftir Skaftárhlaupið 2015 (sjá kafla 3.5, bls 66-67) sýndu að fjarskiptasamband var eitt af því sem skipti íbúa helst máli varðandi fyrstu viðbrögð við Skaftárhlaupum.

Landgræðslan er þekkingar- og þjónustustofnun en markmið hennar eru verndun og endurheimt gróðurs ásamt því að tryggja sjálfbæra nýtingu lands. Stofnunin starfar samkvæmt lögum um landgræðslu nr. 155/2018. Helstu hlutverk Landgræðslunnar eru sandgræðsla þ.e. hefting jarðvegsrofs og sandfoks, græðsla gróðurlausra og gróðurlítilla landsvæða, gróðurvernd, gróðurefirlit og varnir gegn landbroti af völdum fallvatna, sem ógna eða valda tjóni á landi eða mannvirkjum. Aðgerðir til að hefta landbrot af völdum vatnsfalla geta verið fólgnar í bakkavörnum, gerð varnargarða, eða öðrum aðgerðum sem fela í sér lagfæringu á rennsli áa eða árfarvegum. Bakkavarnir hafa oft á tíðum minni áhrif á rennsli áa og eru minna áberandi í umhverfinu en varnargarðar. Varnargarðar geta á hinn bóginn verið nauðsynlegir þar sem ár bera undir sig framburð og flæmast út fyrir farvegi sína. Landgræðslan hefur unnið í nánú samstarfi við Vegagerðina um framkvæmd varna gegn landbroti. Ef varnaraðgerðum er ætlað að verja bæði gróðurlendi og samgöngumannvirki hafa þessar stofnanir skipt með sér kostnaði. Við forgangsröðun verkefni er lögð áhersla á varnaraðgerðir þar sem ræktuðu landi, byggingum eða öðrum mannvirkjum stafar hættu af ágangi vatna (Landgræðslan á.á.; Lög um landgræðslu nr. 155/2018).

Landgræðslan hefur séð um uppgræðsluáðgerðir í kjölfar Skaftárhlaupa en markmið þeirra hefur verið að draga úr áhrifum hlaupanna í byggð. Vorið 2016 var mikið uppfok á áhrifasvæði hlaupanna í byggð og hafði það m.a. neikvæð áhrif á loftgæði, umferðaröryggi og gróður. Ríkið veitti fjármagn til aðgerða í byggð og voru því skipulagðar aðgerðir til þess að styrkja gróður, sá í svæði þar sem gróður hafði eyðst og sá í ný svæði til þess að draga úr uppfoki og verja gróin svæði fyrir áfoki og draga þar með úr enn frekara tjóni. Í heild náðu aðgerðirnar til tæplega 700 hektara svæðis og nam heildarkostnaður við stöðumat, áætlunargerð og framkvæmdir tæplega 44 m.kr. Einnig voru gerðar uppgræðsluáætlanir fyrir árin 2017 og 2018 til þess að fylgja aðgerðunum eftir. Ef ekkert verður að gert mun sandsvæði í Eldhrauni stækka á næstu árum með ófyrirséðum afleiðingum á byggðina (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016).

Ein mikilvægasta mótvægisáðgerð vegna náttúruvár er að taka tillit til áhættu og hættumats við skipulag og ákvarðanatöku um landnotkun en það getur dregið verulega úr tjóni vegna

jökulhlaupa. Réttar ákvarðanir um vegakerfið, varnargarða og ferðamannastaði geta skipt sköpum um afleiðingar og áhrif flóða. Íbúar Skaftárhrepps vita vel af Skaftárhlaupum og áhrifum þeirra en aukin ferðamennska á svæðinu kallar á að upplýsingagjöf sé góð þannig að viðbrögð og þekking á flóðum sé sem best. Brýnt er að viðhalda góðri samvinnu milli íbúa sveitarfélagsins, sveitarstjórnar, sérfræðinga, hagsmunaaðila, s.s. Vegagerðarinnar og viðbragðsaðila þannig að þekking á Skaftárhlaupum og kötlunum sjálfum og þróun þeirra haldi áfram að aukast. Þannig má framvegis tryggja góðar mótvægisáðgerðir og viðbrögð við Skaftárhlaupum. Góður viðbragðstími og markviss vöktun er afgerandi varðandi skipulegan viðbúnað við Skaftárhlaupum (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

4.4 Hver bætir tjón?

Nú þegar hafa loftslagsbreytingar haft áhrif á rekstur váttryggingafélaga í formi tjóna, m.a. af völdum flóða en gert er ráð fyrir aukinni tíðni og alvarleika tjóna af völdum loftslagsbreytinga víða um heim (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Náttúruhamfaratrygging Íslands (NTÍ) er váttryggingafélag í eigu íslenska ríkisins, sem rekið er samkvæmt lögum nr. 55/1992, og hefur það hlutverk að váttryggja vegna tjóns af völdum náttúruhamfara. NTÍ váttryggir gegn beinu tjóni af völdum eldgosa, jarðskjálfta, skriðufalla, snjóflóða og vatnsflóða. NTÍ vinnur í nánú samstarfi við Veðurstofu Íslands, Almannavarnardeild ríkislögreglustjóra, sveitarfélög og fleiri, til að meta og undirbúa mögulega aðkomu hennar að tjónsatburðum í framtíðinni. Stjórn NTÍ er einnig heimilt að veita fé til rannsókna og til að styrkja framkvæmdir sem ætlað er að varna eða draga úr tjóni af völdum náttúruhamfara (Hulda Ragnheiður Árnadóttir 2018; lög um Náttúruhamfaratryggingu Íslands nr. 55/1992).

Bjargráðasjóður er bótasjóður sem rekinn er samkvæmt lögum nr. 49/2009. Sjóðurinn er sjálfstæð stofnun í eigu Bændasamtaka Íslands og ríkisins og er eignarhlutur hvors aðila 50%. Bjargráðasjóði er skipt upp í tvær deildir, almenna deild og búnaðardeild. Almenna deildin veitir fjárhagsaðstoð til einstaklinga og félaga sem hafa orðið fyrir meiri háttar tjóni af völdum náttúruhamfara, s.s. tjóni á gjaldskyldum fasteignum, girðingum, túnum og rafmagnslínunum sem tengist landbúnaði, á heyi sem notað er við landbúnaðarframleiðslu og vegna uppskerubrests af völdum óvenjulegs kals, kulda, ópurrrka eða þurrka. Búnaðardeild ber að bæta meiri háttar tjón hjá einstaklingum og félögum vegna sjúkdóma, óvenjulegs veðurfars og slysa þegar orsök eru ekki vegna gáleysi eiganda eða umsjónarmanns og eðlilegar varnir voru við hafðar. Bætt er fyrir tjóni á búfé, afurðum búfjár og uppskeru. Bjargráðasjóður bætir ekki tjón sem nýtur almennrar tryggingaverndar eða hægt er að fá bætt með öðrum hætti. Þá er bjargráðasjóð heimilt að styrkja fyrirbyggjandi áðgerðir til að koma í veg fyrir tjón sem honum ber að bæta (Halldór Björnsson o.fl. 2018; lög um Bjargráðasjóð nr. 49/2009).

Samantekt

Í þessari skýrslu, sem er unnin af Náttúrustofu Suðausturlands fyrir umhverfis- og auðlindaráðuneytið, eru fyrirbyggjandi gögn og heimildir um jökulvötn í Skaftárhreppi og áhrifum þeirra á náttúru og samfélag tekin saman. Jökulvötnunum er lýst og tæpt á jökulhlaupum og afleiðingum þeirra.

Í byrjun október árið 2015 kom jökulhlaup úr eystri Skaftárkatli í Vatnajökli og reyndist það vera rennslismesta Skaftárhlaup síðan mælingar hófust árið 1951, eða um 3.000 m³/sek. Hlaupið olli tjóni á samgöngumannvirkjum og gróðurlendi og flæmdist yfir víðáttumikil svæði á leið sinni til sjávar. Það skildi eftir gríðarlegt magn af jökulaur og sandi sem hefur valdið ýmis konar óþægindum vegna uppfoks, sem á sér stað á vindasömum dögum.

Skaftárhreppur er eitt landmesta og strjálbýlasta sveitarfélag landsins. Umhverfið er afar virkt jarðfræðilega séð, tíð eldsumbrot, óstöðugleiki jökla, jökulhlaup og sandágangur valda því að landið er í stöðugri mótun. Gróður- og jarðvegseyðing á sér langa sögu í Skaftárhreppi og eru samtvinnaðar sögu náttúruhamfara. Vatnsmiklar jökulár flæmast um með miklum framburði og brjóta landið þannig að íbúar svæðisins hafa átt í baráttu við að leggja vegi og brýr og verja land sitt til ræktunar. Góður árangur hefur náðst í uppgræðslu frá því að fyrst var hafist handa en baráttan hefur verið nær stöðug síðan.

Vatnakerfi í Skaftárhreppi hafa flest afrennsli um stórar sem eru jökulblandaðar en þó mismikið eftir árstíðum. Þverár þeirra eru flestar dragár og svo eru stór og smá lindarvötn á svæðinu sem flest eiga uppruna sinn undan Eldhrauninu og eru að hluta jökulvatn úr Skaftá sem hefur síast í gegnum hraunlögin (Magnús Jóhannsson 2011).

Landbrot er mikið af völdum fallvatna í Skaftárhreppi. Víða hafa verið gerðir varnargarðar til að beina ánum í ákveðinn farveg og til að koma í veg fyrir frekara landbrot en unnið hefur verið að fyrirhleðslum við flestar eða allar ár í hreppnum. Gróðurskaði og jarðvegsrof er í einhverjum mæli meðfram farvegum nær allra jökulvatna í Skaftárhreppi, mest er niður með Skaftá frá jökulrótum og niður í Kúðafliót annars vegar og suður fyrir Kirkjubæjarklaustur hins vegar (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2008).

Jökulhlaupum fylgja breytingar á landi, jafnan fer mikið land undir vatn og hlaupin bera með sér mikinn aur og leir sem situr í jarðveginum þar sem þau flæða yfir. Afleiðinga hlaupanna gætir því oft löngu eftir að þeim lýkur. Uppsöfnun aurs í áfoksgeira getur svo valdið aukinni hættu á uppblæstri og gróðureyðingu bæði á láglandi og á afréttum. Í vindi fara þessi lausu efni af stað og hefur áhrif á gróður, vistkerfi og jafnvel heilsufar fólks og samgöngur. Jökulhlaup hafa skemmt og jafnvel tekið af brýr á síðustu áratugum með tilheyrandi truflunum á samgöngum og fjárhagslegu tjóni. Nýleg dæmi þar sem þjóðvegur 1 hefur rofnað sýna að áhrif á atvinnulíf og ferðaþjónustu geta verið talsverð (Guðmundur Valur Guðmundsson 2018). Bændur hafa þurft að verja land sitt fyrir tjóni af völdum jökulvatna en þeir hafa átt í

farsælu samstarfi við Landgræðsluna en aðgerðir hennar hafa verið umfangsmiklar á svæðinu (Landgræðsla ríkisins og Landgræðslufélag Skaftárhrepps 1996).

Sviðsmyndir um loftslagsbreytingar spá fyrir aukinni hlýnun og úrkomu og þar af leiðandi hraðari bráðnun jökla sem hefur mikil áhrif á jökulvötn (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Búast má við því að vatnaskil færast til svo kílómetrum skiptir og upptök fallvatna við jökuljaðar muni einnig flytjast (Helgi Björnsson 2009). Afrennsli frá jökulum mun aukast og ná hámarki upp úr miðri 21. öldinni en byrjar svo að dragast saman. Slíkar breytingar hafa veruleg áhrif á hönnunarforsendur samgöngumannvirkja (Halldór Björnsson o.fl. 2018).

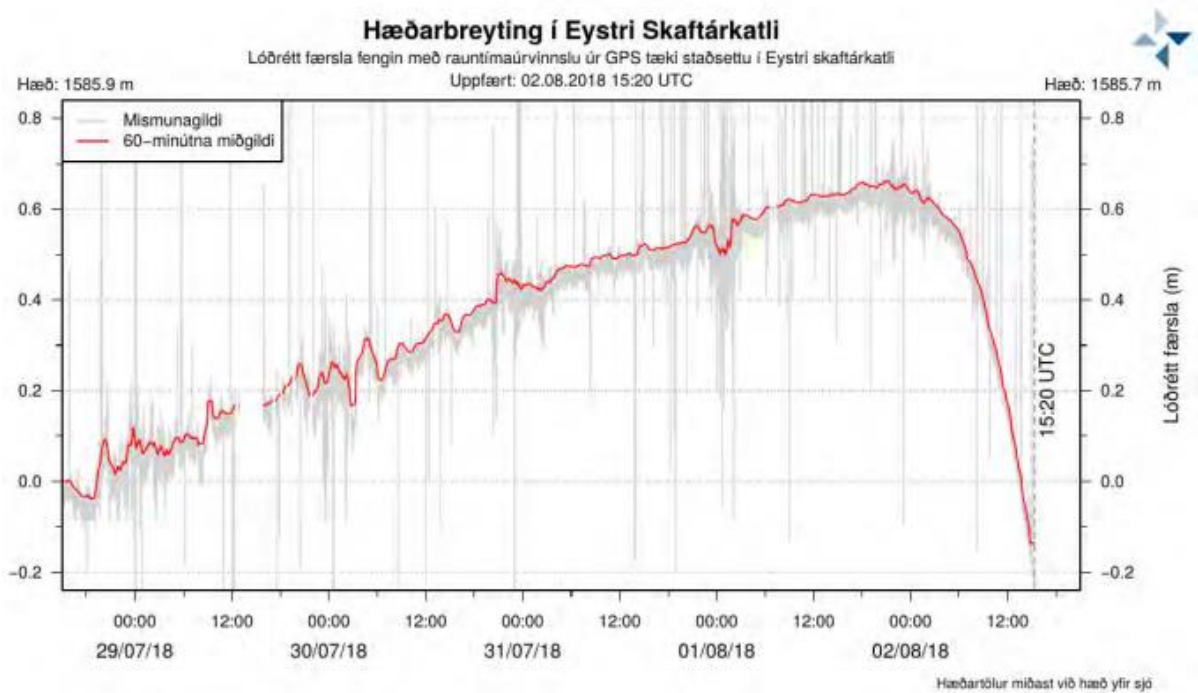
Loftslagsbreytingar geta aukið tíðni og umfang jökulhlaupa og flóða frá jaðarlónum, einnig eykst eldgosahætta vegna farglosun jökla (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Gera má ráð fyrir auknum framburði jökuláa þegar líður á öldina með aukinni bráðnun jökla samfara hækkandi hita, breytingu á úrkomu úr snjó í rigningu og aukinni úrkomuákefð (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl. 2018). Framtíðarjökulhlaup gætu einnig rofið set frá fyrri hlaupum og hlaupvatnið náð meiri útbreiðslu á yfirborði vegna setfyllingar í frá fyrri hlaupum (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018b).

Skaftárhlaupið 2015 var rennislismeira en dæmi eru um og olli miklu tjóni og röskun í byggð og á grónu landi. Þar sem um stærri atburð var að ræða en áður hafði sést og vísbendingum um að breytingar væru á mynstri Skaftárhlaupa var ráðist í gerð hættumats og áætlana um viðbúnað. Megintilgangurinn er að gera samfélagið betur í stakk búið til þess að takast á við Skaftárhlaup og draga úr tjóni af þeirra völdum. Veðurstofa Íslands vann að gerð hættumatsins í samvinnu við Jarðvísindastofnun Háskólands og unnið skýrslur sem eru aðgengilegar á vef Veðurstofu Íslands www.vedur.is (Davíð Egilsson o.fl. 2018). Þróað hefur verið viðvörunarkerfi vegna eldgosa og flóða sem er samsett af GPS-mælistöðvum og skjálftamælum. Veðurstofa Íslands er í beinu sambandi við Almannavarnir ríkislögreglustjóra sem sér um áhættugreiningu, vöktun og mat á áhættu og mótvægisáðgerðum (Almannavarnir, 2017; Lög um almannavarnir nr. 82/2008).

Ekki er hægt að koma í veg fyrir náttúruhamfarir en með skipulegri áhættustýringu er hægt að draga úr tjóni og álagi vegna þeirra. Mikilvægt er að taka tillit til hættumats og viðbragðsáætlana vegna ógnar sem stafar af jökulhlaupum á byggð, samgöngur og fjarskipti í landinu, einkum til að koma í veg fyrir manntjón. Samvinna á milli viðbragðsaðila er mikilvæg og að þekkingu sé miðlað á milli allra hlutaðeigandi aðila.

Viðauki: Skaftárhlaup 2018

Þegar unnið var að þessari skýrslu hófst nýtt hlaup í Skaftá, þann 3. ágúst 2018. Starfsfólki Veðurstofu Íslands var unnt var að sjá hlaupið fyrir með tveggja daga fyrirvara með vöktun á vatnsborði eystri Skaftárketilsins (mynd 63) (Davíð Egilsson o.fl. 2018). Hlaupið kom úr báðum Skaftárkötlunum samtímis en er þetta í fyrsta skipti svo vitað sé að slíkt gerist (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl., 2018).

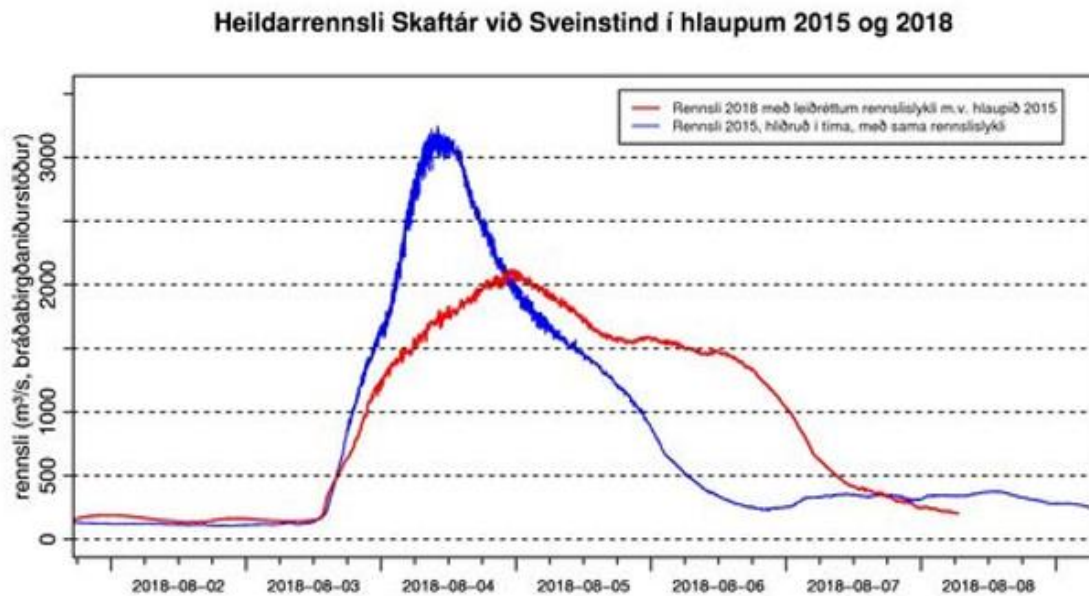


Mynd 63. Upphaf Skaftárhlaupsins í ágúst 2018 skv. GPS-mælingum í eystri Skaftárkatli (úr Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Hámarksrennsli í Skaftárhlaupinu 2018 er metið um $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ en í hlaupinu 2015 var það um $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ sem gerir það að rennismesta Skaftárhlaupi síðan mælingar hófust (mynd 64). Samanlagt rúmmál hlaupsins 2018 og grunnrennslis Skaftár meðan á hlaupinu stóð hefur verið metið um 500 Gl, þar af var hlaupið sjálft um 435 Gl. Samanlagt rúmmál hlaupsins 2015 og grunnrennslisins hefur verið metið um 425 Gl, þar af var hlaupið sjálft um 365 Gl. Skaftárhlaupið 2018 var því stærra að rúmmáli til en hlaupið 2015 (Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Útbreiðsla hlaupvatnsins var nokkurn veginn í samræmi við sviðsmyndir í hættumati sem unnið var af Veðurstofu Íslands í samvinnu við Jarðvísindastofnun Háskólans í kjölfar hlaupsins 2015 (sjá kafla 4.5). Hins vegar rann meira hlaupvatn við Dyngjur í Eldhrauni heldur en sviðsmyndir gerðu ráð fyrir og flæddi vatn yfir þjóðveginn sem gerði það að verkum að opna varð hjáleik um Meðallandsveg. Líkur benda til þess að setframburðurinn frá hlaupinu 2015 hafi þétt hraunið á þessum stað og hlaupvatnið því borist lengra fram. Sumarið fyrir hlaupið 2018 mátti sjá að gróður var kominn á sum þeirra svæða sem höfðu skemmst í hlaupinu 2015,

jafnvel á hálendinu þar sem þykkur sandur hafði sest til. Uppgræðsluaðgerðir Landgræðslunnar í Eldhrauni voru farnar að skila sér (Davíð Egilsson o.fl. 2018).



Mynd 64. Heildarrensli við Sveinstind í Skaftárhlaupum 2015 og 2018 eftir að leiðrétt hefur verið fyrir framhjárensli (úr Davíð Egilsson o.fl. 2018).

Heimildir

Almannavarnir (2017, 2. janúar). Verkefni almannavarna. Sótt af <https://www.almannavarnir.is/almannavarnir/tenglar/>.

Anna Lilja Oddsdóttir 2008. „Undur yfir dundu“; Áhrif Kötlugossins 1918 á byggð og samfélag í Vestur-Skaftafellssýslu. M.S. ritgerð. Raunvísindadeild. Háskóli Íslands, Reykjavík. Sótt af <http://hdl.handle.net/1946/3367>.

Arnór Sigurjónsson 1958. *Sandgræðslan; minnzt 50 ára starfs Sandgræðslu Íslands*. Reykjavík: Búnaðarfélag Íslands og Sandgræðsla ríkisins.

Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið 2015. *Vegvísir í ferðaþjónustu*. Reykjavík: Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytið.

Auður Atladóttir, Emmanuel Pagneux, Matthew J. Roberts, Oddur Sigurðsson, Bergur Einarsson, Gunnar Sigurðsson & Jórunn Harðardóttir 2013. *Handbók um Skaftárhlaup Viðbragðs-áætlun*. Skýrsla VÍ 2013-003. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Áfangaskýrsla Skaftárnefndar 1995. *Skaftá gróður og jarðvegseyðing af völdum jökulhlaupa*. Reykjavík: Skaftárnefnd.

Baldur Þór Þorvaldsson 2018. Brýr á Hólmsá í Skaftártungu og Kötlugosið 1918. *Vegagerðin; Framkvæmdafréttir*, 2018(9), 10-13. Sótt af [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/fr688-09-2018/\\$file/fr688-09-2018.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/fr688-09-2018/$file/fr688-09-2018.pdf).

Davíð Egilsson, Matthew J. Roberts, Emmanuel Pagneux, Esther Hlíðar Jensen, Magnús Tumi Guðmundsson, Tómas Jóhannesson, Matthías Ásgeir Jónsson, Snorri Zóphóníasson, Bogi B. Björnsson, Tinna Þórarinsdóttir og Sigrún Karlsdóttir 2018. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Samantekt*. Skýrsla VÍ 2018-016. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Gústav Ásbjörnsson og Sveinn Runólfsson 2008. *Yfirlit yfir sandsvæði og landbrot við Skaftá*. Skýrsla LR-2008/04. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.

Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Garðar Þorfinnsson, Guðný H. Indriðadóttir og Gústav M. Ásbjörnsson 2012. *Eldhraun á Út-Síðu í Vestur-Skaftafellssýslu. Úttekt á gróðurfari og jarðvegsrofi*. Skýrsla LR-2012/34. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.

Elín Heiða Valsdóttir 2002. Landgræðsluáætlun fyrir Skaftárhrepp 2002-2005. *Fræðaging landbúnaðarins, 2004*, 287-289.

Emmanuel Pagneux, Matthías Á. Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir, Bogi B. Björnsson, Davíð Egilsson og Matthew J. Roberts 2018a. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Hermun flóðasviðsmynda*. Skýrsla VÍ 2018-008. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson og Davíð Egilsson 2018b. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins haustið 2015*. Skýrsla VÍ 2018-004. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Erla Björk Örnólfsdóttir, Benóný Jónsson, Magnús Jóhannsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2003. *Botndýra- og seiðarannsóknir í vatnakerfi Skaftár og Kúðafljóts sumarið 2002*. Skýrsla VMST-R/0303. Reykjavík: Veiðimálastofnun.

Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilsson, Svava Björk Þorláksdóttir, Snorri Zóphóniásson og Gunnar Sigurðsson 2017. *Mælingar á aurburði og rennsli í Jökulkvísl árin 2015 og 2016*. Skýrsla LV-2017-126. Skýrsla ORK-1702. Skýrsla VÍ 2017/015. Reykjavík: Landsvirkjun, Orkusalan og Veðurstofa Íslands.

Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilsson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Snorri Zóphóniásson, Snorri Páll Snorrason, Ingibjörg Jónsdóttir, Ragnar H. Þrastarson, Oddur Sigurðsson og Matthew J. Roberts 2018a. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Mat á setflutningi með sögulegu yfirliti*. Skýrsla VÍ 2018-005. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilsson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Snorri Zóphóniásson, Ingibjörg Jónsdóttir, Matthías Á. Jónsson, Ragnar H. Þrastarson og Matthew J. Roberts 2018b. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Set í hlaupi haustið 2015*. Skýrsla VÍ 2018-006. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Faney Gísladóttir 1997. *Veiting jökulvatns á Eldhraun, saga aðgerða og afleiðingar*. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.

Finnur Pálsson, Eyjólfur Magnússon og Helgi Björnsson 2016. *Greinargerð um könnun á legu vatnaskila Skaftár og Hverfisfljóts og stöðugleika þeirra þegar jökullinn hörfar*. Greinargerð RH-06-2016. Reykjavík: Háskóli Íslands og Jarðvísindastofnun Háskólans.

Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson 1982. *Forkönnun virkjana og rennslismælingar við Markarfljót og Hólmsá í Skaftártungu*. Skýrsla OS82085/VOD39. Reykjavík: Orkustofnun.

Freysteinn Sigurðsson 1996. *Vatnafar á miðhálandinu. Yfirborðsvatn. Yfirlit vegna svæðisskipulags*. Greinargerð FS-96-05. Reykjavík: Orkustofnun.

Freysteinn Sigurðsson 1997. *Lindir í Landbroti og Meðallandi. Uppruni lindavatnsins*. Skýrsla OS-97021. Reykjavík: Orkustofnun.

Guðmundsson Sn., Björnsson H., Pálsson F., Sæmundsson Th. and Jóhannesson T. 2019 (in press). Terminus lagoons on the south side of Vatnajökull ice cap, SE-Iceland. *Jökull* 69.

Guðmundur Valur Guðmundsson 2018. Kötlugos 2018 – hver yrðu áhrif á samgöngur, vegi og brýr? [ágrip]. *Kötluráðstefna; 100 ár frá upphafi gossins 12. október 2018*. Reykjavík: Jarðfræðafélag Íslands.

Guðrún Larsen 2018. *Jökulhlaup til austurs og suðurs frá Mýrdalsjökli I*. Kötluhlaup eftir 1600: Umfang, hlaupleiðir, tjón og umhverfisbreytingar, ásamt viðaukum. Jarðvísindastofnun Háskólans, RH-13-2018, Reykjavík.

Gústav M. Ásbjörnsson, Sigurjón Einarsson og Sveinn Runólfsson 2009. *Gróðureyðing og landbrot með farvegi Skaftár*. Skýrsla LR-2009/12. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.

Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016. *Úttekt á jarðvegsrofi, aðgerðir Landgræðslunnar 2016 vegna afleiðinga Skaftárhlaupa og framkvæmdaáætlun fyrir árið 2017*. Skýrsla LR-2016/13. Gunnarsholt: n ríkisins.

Hagstofa Íslands 2018. Mannfjöldi eftir kyni, aldri og sveitarfélögum 1998-2018. Sveitarfélagaskipan hvers árs. Sótt af <http://px.hagstofa.is/>.

Halldór Björnsson, Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Anna K. Daníelsdóttir, Árni Snorrason, Bjarni D. Sigurðsson, Einar Sveinbjörnsson, Gísli Viggósson, Jóhann Sigurjónsson, Snorri Baldursson, Sólveig Þorvaldsdóttir og Trausti Jónsson 2008. *Hnatrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar*. Reykjavík: Umhverfiráðuneytið.

Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson 2018. *Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi – Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Haukur Jóhannesson, Kristján Sæmundsson, Snorri Páll Snorrason og Elsa G. Vilmundardóttir 2003. *Virkjun Hólmsár og Skaftár. Jarðfræði Skaftártungu*. Skýrsla LV-2003/103, ÍSOR-2003/001, RARIK-03008. Reykjavík: Landsvirkjun, Íslenskar orkurannsóknir og RARIK.

Haukur Tómasson og Elsa G. Vilmundardóttir 1967. The Lakes Stórisjór and Langisjór. *Jökull*, 17, 280–299.

Helgi Björnsson 1977. The cause of Jökulhlaups in the Skaftá river. *Jökull*, 27, 71-78.

Helgi Björnsson 2009. *Jöklar á Íslandi*. Reykjavík: Bókaútgáfan Opna.

Helgi Björnsson 2015. Brot af jarðsögu Brunasands. Í Helgi Magnússon, Júlíana Þóra Magnúsdóttir, Margrét Einarsdóttir, Þórhildur Jónsdóttir og Þórir N. Kjartansson (ritstj. ritraðar), *Dynskógar: rit Vestur-Skaftfellinga: 14. bindi* (bls. 9-20).

Hilmar Björn Hróðmarsson og Tinna Þórarinsdóttir 2018. *Flóð íslenskra vatnsfalla. Flóðagreining rennslisgraða*. Skýrsla VÍ 2018-003. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Hulda Ragnheiður Árnadóttir 2018. Ef Katla gýs, hvaða tjón fæst bætt [ágrip]. *Kötluráðstefna; 100 ár frá upphafi gossins 12. október 2018*. Reykjavík: Jarðfræðafélag Íslands.

Ingibjörg Kaldal 2002. *Skaftá – Athugun á áfoki. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 1995*. Skýrsla OS-2002/022. Reykjavík: Orkustofnun.

Jón Jónsson (1998, 12. júní). Vandamál í Eldhrauni. *Morgunblaðið*. Sótt af <https://www.mbl.is/greinasafn/grein/402981/>.

Jón Steingrímsson 1973. *Æfisagan og önnur rit*. Reykjavík: Helgafell.

Júlíus Sólnes (aðalritstjóri) 2013. *Náttúruvá á Íslandi*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson og Svenja N.V. Auhage 2012. *Helsingjar við Hólmsá*. Skýrsla NÍ-12008. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Landgræðslan (á.á.). Hlutverk og stefna Landgræðslunnar. Sótt af <https://www.land.is/hlutverkid-2/>.

Landgræðsla ríkisins 2015. *Héraðsáætlanir 2015. Suðurland*. Sótt af <https://www.land.is/wp-content/uploads/2018/01/6.-Su%C3%B0urland.pdf>.

Landgræðsla ríkisins og Landgræðslufélag Skaftárhrepps 1996. *Landgræðsluáætlun fyrir Skaftárhrepp 1996-2000*. Landgræðsla ríkisins og Landgræðslufélag Skaftárhrepps.

Landmælingar Íslands 2018. *Kortasjá*. Sótt af <https://kortasja.lmi.is/>.

Lög um almannavarnir nr. 82/2008.

Lög um Bjargráðasjóð nr. 49/2009.

Lög um landgræðslu nr. 155/2018.

Lög um Náttúruhamfaratryggingu Íslands nr. 55/1992.

Lög um Veðurstofu Íslands nr. 70/2008.

Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999. *Könnun á seiðaástandi í Grenlæk og Tungulæk vegna vatnspurrðar árið 1998*. Skýrsla VMST-S/99002X. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001a. *Vatnasvæði Skaftár og lindarvötn í Landbroti. Lífsskilyrði og útbreiðsla laxfiska*. Skýrsla VMST-S/01001X. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001b. *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Kúðafljóts árið 2000*. Skýrsla VMST-S/01002X. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Benóný Jónsson 2005. *Seiðarannsóknir og veiði í Grenlæk í Landbroti, í kjölfar vatnspurrðar árið 1998*. Skýrsla VMST-S/05004X. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson 2011. Sjóbirtingsstofnar í Skaftárhreppi. Í Anna Björg Siggeirsdóttir, Björgvin Salómonsson, Gylfi Júlíusson, Helgi Magnússon, Jóna S. Sigurbjartsdóttir, Júlíana Þ. Magnúsdóttir og Sigbór Sigurðsson (ritstj.), *Dynskógar: rit Vestur-Skaftfellinga: 12. bindi* (bls. 71-80).

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012. *Vatnalíf og veiðinytjar á áhrifasvæði fyrirhugaðar Búlandsvirkjunar*. Skýrsla VMST/12040. Skýrsla SO-2012-06. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson og Ingi Rúnar Jónsson 2014. *Fiskgöngur og seiðarannsóknir í Grenlæk árin 2011 til 2013*. Skýrsla VMST/14042. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson 2018. *Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni*. Skýrsla HV 2018-43. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.

Magnús Tumi Guðmundsson 2009. Vöttur: Sker í Skeiðarárjökli. *Jökull*, 59, 129-130.

Magnús Tumi Guðmundsson, Emmanuel Pagneux, Matthew J. Roberts, Ásdís Helgadóttir, Sigrún Karlsdóttir, Eyjólfur Magnússon, Þórdís Högnadóttir, Ágúst Gunnar Gylfason 2016. *Jökulhlaup í Örafum og Markarfljóti vegna eldgosa undir jökli. Forgreinng áhættumats*. Reykjavík: Jarðvísindastofnun Háskólans, Veðurstofa Íslands og Ríkislögreglustjóri.

Magnús Tumi Guðmundsson, Stefán Ármann Þórðarson, Guðrún Larsen, Þórdís Högnadóttir, Esther Hlíðar Jensen og Matthew Roberts 2017. Setflutningar og farvegabreytingar Leirár á Mýrdalssandi [ágrip]. *Ráðstefna Vegagerðarinnar, Hörpu, 27. október 2017*. Reykjavík: Jarðvísindastofnun Háskólans og Veðurstofa Íslands.

Magnús Tumi Guðmundsson, Eyjólfur Magnússon, Þórdís Högnadóttir, Finnur Pálsson og Christian Rossi 2018. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Skaftárkatlar, saga og þróun 1938-2018*. Skýrsla VÍ 2018-017. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Magnús Þór Einarsson 2018. Ásýnd eftir sandgræðslu í Mýrdal [ágrip]. *Kötluráðstefna; 100 ár frá upphafi gossins 12. október 2018*. Reykjavík: Jarðfræðafélag Íslands.

Matthías Ásgeir Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Davíð Egilsson, Tómas Jóhannesson og Matthew J. Roberts 2018. *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Kvörðun straumfræðilíkans*. Skýrsla VÍ 2018-007. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Morgunblaðið (2013, 10. ágúst). Leirá breytir um farveg og teygir úr sér. Sótt af https://www.mbl.is/frettir/innlent/2013/08/10/leira_breytir_um_farveg_og_teygir_ur_ser/.

Oddgeir Guðjónsson, Jón Guðmundsson og Júlíus Jónsson (ritnefnd) 1985. *Sunnlenskar byggðir VI. Skaftárþing*. Búnaðarsamband Suðurlands.

Oddur Sigurðsson og Bergur Einarsson 2005. *Jökulhlaupaannáll 1989-2004*. Skýrsla OS-2005/031. Reykjavík: Orkustofnun.

Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson og Arnór Árnason 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir 2015. *Að lesa og lækna landið*. Landvernd, Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands.

Ríkey Hlín Sævarsdóttir 2002a. *Berglektarkort af Skaftárvæðinu*. Skýrsla OS-2002/035. Reykjavík: Orkustofnun.

Ríkey Hlín Sævarsdóttir 2002b. *Sprungulekt af Skaftárvæðinu*. Skýrsla OS-2002/039. Reykjavík: Orkustofnun.

Sigurjón Einarsson og Gústav M. Ásbjörnsson 2014. *Breytingar á farvegum Leirár í Skaftárhreppi. Áhrif og mögulegar aðgerðir*. Skýrsla LR-2014/01. Landgræðsla ríkisins.

Sigurjón Rist 1956. *Tungulækur í Landbroti*. Skilagrein 119. Reykjavík: Raforkumálaskrifstofan.

Sigurjón Rist 1990. *Vatns er þörf*. Reykjavík: Bókaútgáfa Menningarsjóðs.

Sigprúður Jónsdóttir og Guðríður Baldvinsdóttir 2000. Uppgræðslustörf bænda. *Ráðunautafundur, 2000*, 89-92.

Skipulagsstofnun 2017. *Allt að 9,3 MW virkjun í Hverfisfljóti við Hnútu, Skaftárhreppi. Mat á umhverfisáhrifum*. Frummatsskýrsla. Sótt af <http://www.skipulag.is/>.

Snorri Baldursson 2014. *Lífríki Íslands: vistkerfi lands og sjávar*. Reykjavík: Forlagið - Opna.

Snorri Páll Snorrason/Almenna verkfræðistofan og Freysteinn Sigurðsson/Orkustofnun 2002. *Skaftárveita grunnvatnsrannsóknir fram til 2001*. Skýrsla LV-2002/056. Reykjavík: Landsvirkjun og Orkustofnun.

Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996. *Rennsli í Skaftárhlaupum og aur- og efnastyrkur í hlaupum 1994, 1995 og 1996*. Skýrsla OS-96066/VOD-07. Reykjavík: Orkustofnun.

Snorri Zóphóníasson 1997. *Grunnvatnsstaða og rennsli lækja í Landbroti og Meðallandi*. Skýrsla OS-97018. Reykjavík: Orkustofnun.

Snorri Zóphóníasson, Bjarni Kristinsson, Sigríður Árnadóttir og Jóna Finndís Jónsdóttir 2001. *Rennslisgögn úr vatnshæðarmæli 71 í Hverfisfljóti. Árin 1981-1997*. Skýrsla OS-2001/088. Reykjavík: Orkustofnun.

Snorri Zóphóníasson 2015. *Vatnafar í Eldhrauni. Náttúrulegar breytingar og áhrif veitumannvirkja*. Skýrsla VÍ 2015-003. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Snorri Zóphóníasson 2018. *Byggð á lifandi landsvæði. Eldfjöll, jökulár og aurkeilur*. Fyrirlestur fluttur hjá Karli 1, 7. febrúar 2018. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Stefán Ármann Þórðarson 2014. *Ytri-Rangá og Kúðafljót – Jarðfræði vatnsfalla og á hrif veðurfars á rennsli*. B.Sc. ritgerð, Jarðvísindadeild. Reykjavík: Háskóli Íslands. Sótt af <http://hdl.handle.net/1946/18448>.

Svanur Pálsson 2000. *Tengsl rennslis og efnastyrks í ám á Suðurlandi*. Skýrsla OS-2000/055. Reykjavík: Orkustofnun.

Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2001. *Framburður svifaurs í Skaftá*. Skýrsla OS-2001/068. Reykjavík: Orkustofnun.

Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2002a. *Framburður svifaurs í Hverfisfljóti við brú 1982-2000*. Greinargerð SvP-GVH-JHa-2002-01. Reykjavík: Orkustofnun.

Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2002b. *Framburður svifaurs í Djúpa í Fljótshverfi við brú 1969-2000*. Greinargerð SvP-GVH-JHa-2002-02. Reykjavík: Orkustofnun.

Sveinn Runólfsson 1988. Vormenn Íslands. Í Andrés Arnalds (ritstj.), *Græðum Ísland* (bls. 83-92). Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.

Umhverfisráðuneytið 2011. Náttúra Íslands: Einkenni, staða og æskilegar verndaraðgerðir. Í Aagot V. Óskarsdóttir (ritstj.), *Náttúruvernd. Hvítbók um löggjöf til verndar náttúru Íslands* (bls. 37-82). Reykjavík: Umhverfisráðuneytið.

Umhverfisstofnun 2016. Veiðidagbók 2016. Í Steinar Beck (ritstj.), *Veiðitölur 1995-2014: 21. árgangur*. Sótt af <http://ust.is/>.

Veðurstofa Íslands (2009, 16. mars). Jökulhlaup. Sótt af <http://www.vedur.is/>.

Veðurstofa Íslands (2013, 14. ágúst). Yfirvofandi Skaftárhlaup og möguleikar á hlaupi í Hverfisfljóti. Sótt af <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2721/>.

Veðurstofa Íslands 2016. *Ársskýrsla 2015*. Sigurlaug Gunnlaugsdóttir ritstjóri. Sótt af https://www.vedur.is/media/vedurstofan/utgafa/skyrslur/2015/VI_Arsskyrsla_vef.pdf.

Veðurstofa Íslands 2018. *Ársskýrsla 2017*. Sigurlaug Gunnlaugsdóttir ritstjóri. Sótt af https://www.vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2018/VI_Arsskyrsla_2017-vef.pdf.

Veðurstofa Íslands (á.á.). Vöktunarkerfi vegna flóða og hlaupa. Sótt af <https://www.vedur.is/vatnafar/voktunarkerfi/>.

Veiðifélag Grenlækjar og Geilar ehf. (Björn Líndal hdl.) gegn íslenska ríkinu (Einar K. Hallvarðsson hrl.) og Skaftárhreppi (Anton Björn Markússon hrl.). Héraðsdómur nr. E-4971/2014.

Veiðimálastofnun 2016. *Minnisblað. Vatnspurrð í lækjum í Landbroti. Vettvangsferð í Skaftárhrepp 25. maí 2016*. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Vera Roth 2018. *Fornar ferðaleiðir í Vestur-Skaftafellssýslu um aldamótin 1900*. Selfoss: Bókaútgáfan Sæmundur.

Viðlagatrygging Íslands 2015. *Ársskýrsla Viðlagatryggingar Íslands 2015*. Sótt af <https://www.mbl.is/media/70/9870.pdf>

Víðir Reynisson 2018. Beðið eftir Kötlu, áskoranir í undirbúningi almannavarna í síbreytilegu samfélagi [ágrip]. *Kötluráðstefna; 100 ár frá upphafi gossins 12. október 2018*. Reykjavík: Jarðfræðafélag Íslands.

Vífill Oddsson og Stefán Óli Steingrímsson 2013. *Matsgerð vegna mögulegs tjóns á lífríki Grenlækjar*. Reykjavík.

Vísir (2015, 6. október). Lífríkið stendur Skaftárhlaupið af sér. Sótt af <http://www.visir.is/g/2015151008728/lifrikid-stendur-skaftarhlaupid-af-ser->.

Þorleifur Jónasson 2018. Fjarskiptasamband á rýmingarsvæði Kötlu [ágrip]. *Kötluráðstefna; 100 ár frá upphafi gossins 12. október 2018*. Reykjavík: Jarðfræðafélag Íslands.