



Könnun á nokkrum skriðuhættustöðum í Hörgársveit

Skafti Brynjólfsson

Unnið fyrir Ofanflóðasjóð



**Könnun á nokkrum
skriðuhættustöðum í Hörgársveit**

Skafti Brynjólfsson

Unnið fyrir Ofanflóðasjóð


NÍ-20002 Akureyri, febrúar 2020



NÁTTÚRUFRAÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Þverbrekkunjúkur og framhlaupið Þverbrekkuhraun. Ljós. Halldór G. Pétursson, 8. september 2008.

ISSN 1670-0120

	Náttúrufræðistofnun Íslands Urriðaholtsstræti 6–8 210 Garðabæ Sími 590 0500 http://www.ni.is	Náttúrufræðistofnun Íslands Borgum við Norðurslóð 600 Akureyri Sími 590 0500 http://www.ni.is
Skýrsla nr. NÍ-20002	Dags, Mán, Ár Febrúar 2020	Dreifing Opin
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Könnun á nokkrum skriðuhættustöðum í Hörgársveit	Upplag 14	Fjöldi síðna 22
		Kort / Mælikvarði
		Höfundar Skafti Brynjólfsson
Unnið fyrir Ofanflóðasjóð		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur Við Kambhól og Miðland í Hörgársveit eru ummerki um og sagnir af talsverðum skriðuföllum, þ.e. aurskriður sem nokkuð oft hafa farið nærri mannvirkjum, á mannvirki, yfir vegi og skemmt haga og tún. Á báðum stöðum er um að ræða laus jarðlög, ýmist eldra skriðuset eða jökulruðning sem verður óstöðugur, t.d. í miklum leysingum eða við langvarandi rigningar. Skriðufallasagan á báðum stöðum gefur ástæðu til að gæta sérstakrar varúðar í mikill bleytutíð og ígrunda vel allar nýbyggingar. Ekki fundust vísbendingar um óstöðug berglög og möguleg berghlaup eins og jafnvel var óttast að væri raunin ofan Kambhóls. Því virðist stöðugleiki berglaga góður og mjög litlar líkur á berghlaupum úr Hrossahjalla ofan Kambhóls. Ekki er hægt að útiloka berghlaup úr Þverbrekkuhnjúk þó líkur séu taldar mjög litlar nema fyrir tilstuðlan t.d. stórs jarðskjálfta. Með tilliti til skriðufalla er Kambhóll talinn verst settur af þeim bæjum sem enn eru í byggð á svæðinu.		
Lykilorð Ofanflóð, skriðuföll, aurskriður, Hörgársveit, jarðfræði, jarðvá	Yfirfarið María Harðardóttir	

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	7
2 MIÐLAND Í ÖXNADAL	7
2.1 Inngangur	7
2.2 Lýsing á aðstæðum	9
2.3 Umræður	11
2.4 Niðurstaða	12
3 ÞVERBREKKUHNJÚKUR Í ÖXNADAL	12
3.1 Inngangur	12
3.2 Lýsing á aðstæðum	13
3.3 Umræður	15
3.4 Niðurstaða	15
4 HROSSAHJALLI – KAMBHÓLL Í ARNARNESHREPPI	15
4.1 Inngangur	15
4.2 Lýsing á aðstæðum	17
4.3 Umræður	19
4.4 Niðurstaða	21
5 LOKAORÐ	21
6 HEIMILDASKRÁ	22

1 INNGANGUR

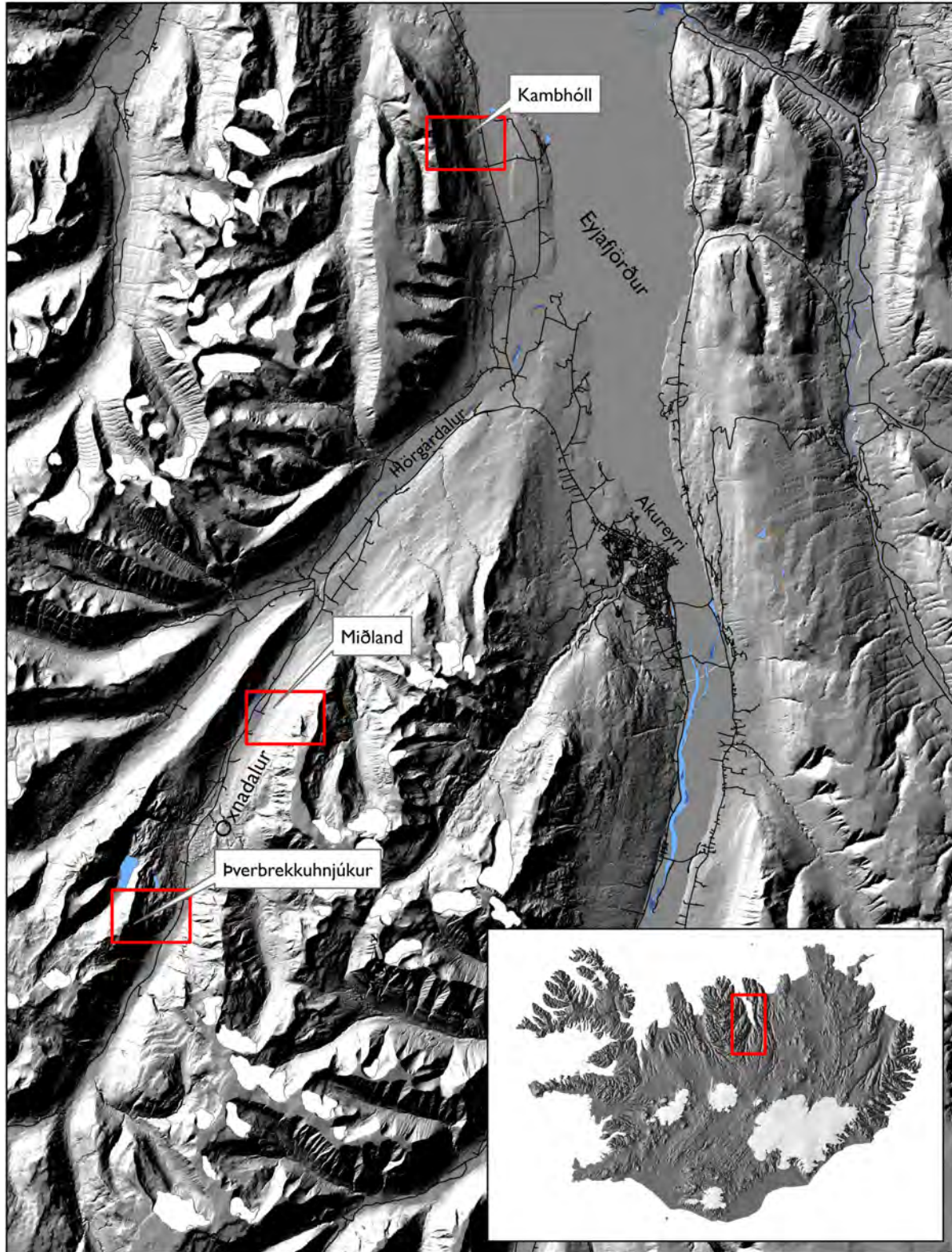
Náttúrfraeðistofnun Íslands (NÍ) og Veðurstofa Íslands (VÍ) starfa saman við rannsóknir, kortlagningu og vöktun skriðufalla á Íslandi. Undanfarin ár hafa orðið nokkur stór skriðuföll og berghlaup hérlandis sem vakið hafa sérstaka eftirtekt sérfræðinga og almennings. Vöktun og kortlagning er þegar í gangi á nokkrum stöðum þar sem stærri skriðuföll eða berghlaup eru talin möguleg. Sum stór skriðuföll síðustu ára eru talin tengjast loftlagsbreytingum og jafnvel bráðnandi sífrera í fjöllum og er aukin þörf á rannsóknum og vöktun því tengdu. Tekinn hefur verið saman listi yfir tugi staða þar sem kunnugt er um hreyfingar á nútíma þar sem möguleg hætta er til staðar (Náttúrfraeðistofnun Íslands og Veðurstofa Íslands, óbirt gögn). Í ljósi aukinnar skriðufallavirkni síðustu árin er talið æskilegt að heimsækja slíka staði og kanna sérstaklega.

Gögn Náttúrfraeðistofnunnar Íslands og nýleg könnun á hættu vegna ofanflóða í Öxnadal og Hörgárdal benda til að hætta geti verið af skriðuföllum við sérstakar aðstæður á eða nærri nokkrum bæjum. Stofnunin óskaði eftir stuðningi Ofanflóðasjóðs til að gera nánari jarðfræðiathuganir og frumkönnun á hreyfingum jarðlaga og mögulegum skriðuföllum þriggja staða þar sem talið var að mætti vænta stórra skriðufalla, þ.e. lítil berghlaup eða stórar aurskriður við Kambhól, stórar aurskriður tengdar sífrera ofan eyðibýlisins Miðlands, og berghlaup á þjóðveg nr. 1 úr Þverbrekkuhnjúk (1. mynd). Vilji er hjá Náttúrfraeðistofnun Íslands til að gera slíka forkönnun á aðstæðum nokkurra svæða árlega á komandi árum. Verkefnið „sérstök ofanflóð“ er því forathugun á ákveðnum stöðum þar sem jarðfræðingar vita um óstöðugleika jarðlaga sem mögulega geta endað með skriðuföllum. Tilgangurinn er að staðfesta og kanna ummerki og orsakir nýlegra hreyfinga jarðlaga og kanna hvort hættuleg eða stór skriðuföll geti oðið á næstu misserum á slíkum stöðum. Eftir atvikum væri ýmist gerð tillaga að frekari vöktun og kortlagningu, eða ekki frekari athugunum að svo stöddu.

2 MIÐLAND Í ÖXNADAL

2.1 Inngangur

Miðland er eyðibýli neðarlega í Öxnadal við Eyjafjörð, sem stendur undir Heljarskál syðst í Landafjalli (1. mynd). Óvíst er hve mikið húsin eru nýtt þessi árin. Skriðuföll er þekkt úr Heljarskál en á árunum 1713–1939 eru alls skráð fimm skriðuföll í landi Miðlands í ofanflóðagagnagrunni Náttúrfraeðistofnunar Íslands og Veðurstofu Íslands. Auk þeirra eru nokkur skriðuföll til viðbótar og landspjöll skráð í landi næstu bæja, þ.e. Efstalands og Neðstalands. Skriðuföll sem áttu upptök sín í brún Heljarskálar árið 1934 þóttu sérstaklega mikil og ógnvænleg, þá hvísluðust skriðutungurnar um sunnaverða aurkeiluna og lokuðu gamla þjóðveginum á rúmlega 100 m kafla um 50 m sunnan íbúðarhússins (Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016). Vangaveltur hafa verið uppi um hvers eðlis stór urðarbingur í mynni Heljarskálar sé, og hvort í honum leynist grafinn jökulís eða sífreri og þá hvort af honum geti stafað hætta á stórum skriðuföllum, t.d. vegna áhrifa hlýnandi loftslags á mögulegan ís og sífrera í mynni Heljarskálar. Jarðfræðileg ummerki á svæðinu sýna að skriðuföll eru tíð úr Heljarskál en þau eru mjög ólík að stærð og krafti; þau stærstu hafa náð alveg niður í Öxnadalsá. Á þessum slóðum liggur þjóðvegur nr. 1 austan megin Öxnadalsár, eins og Miðland. Stór skriðuföll úr Heljarskál gætu ógnað öryggi og raskað samgöngum á þjóðveginum, auk þess að ógna húsunum að Miðlandi.



1. mynd. Yfirlitskort sem sýnir afstöðu svæðanna þriggja, Kambhóls, Miðlands og Þverbrekkuhjúks, sem eru til athugunar (grunn gögn korts, Landmælingar Íslands)

2.2 Lýsing á aðstæðum

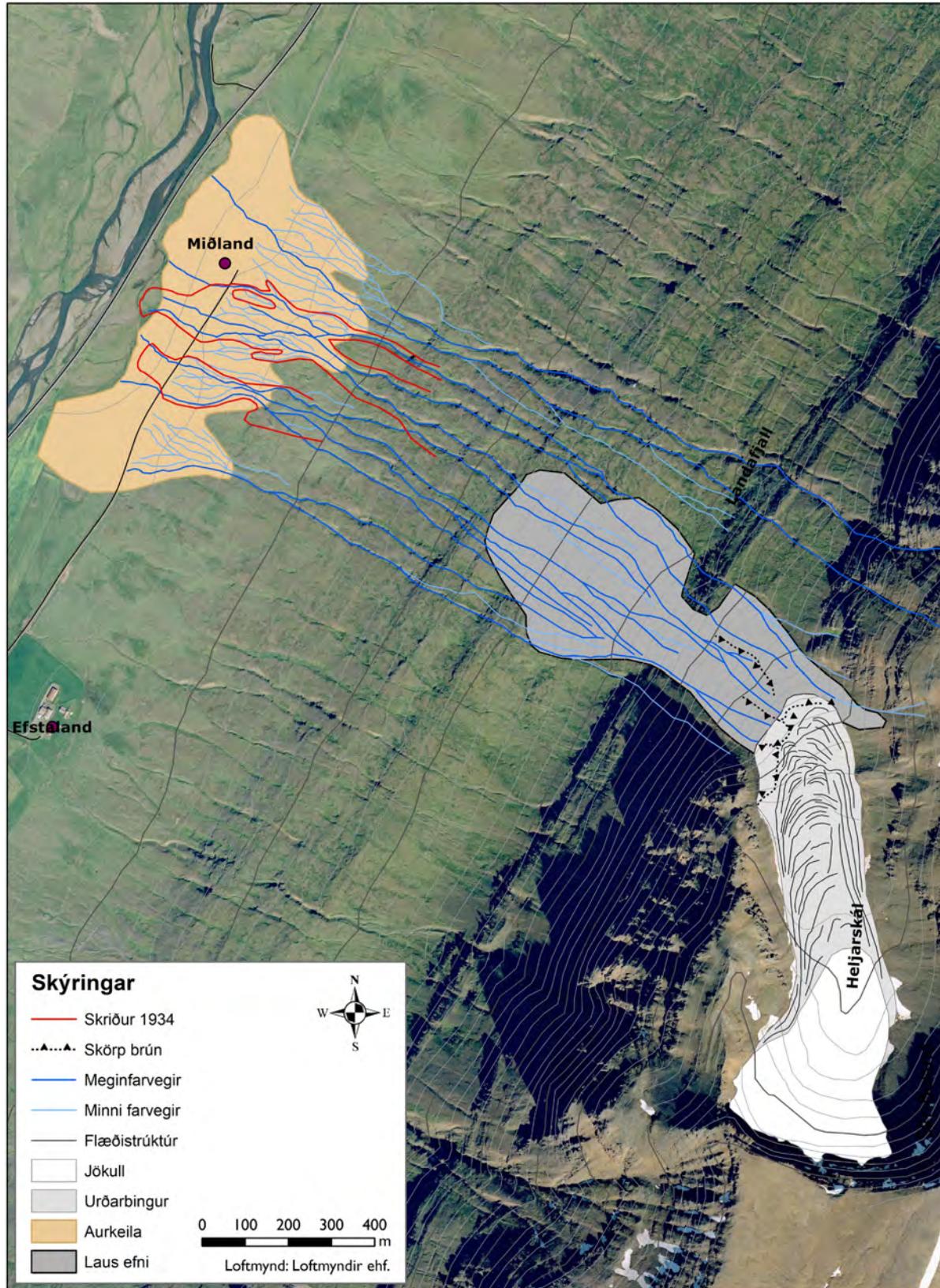
Miðland stendur á stórri aurkeilu sem hefur hlaðist upp við skriðuföll og framburð með ám og lækjum ofan úr hlíðinni (2.–3. mynd) eftir að jökull hörfaði úr Öxnadal í lok síðasta jökulskeiðs. Ummerki fornra skriðufalla og grjóthruns eru víða sýnileg á aurkeilunni sem er þó að mestu grasi gróin. Auk margra minni gróinna farvega eru þrír til fjórir meginfarvegir niðri á keilunni langstærstir, nokkrir metrar í þvermál og á dýpt. Í kringum þá hafa víða hlaðist upp hrannir af grófu skriðuseti, t.d. við skriðuföllin 1934. Stórgrýti, um 0,5–2 m í þvermál, stendur víða upp úr gróðurhulunni og tengist það fornum skriðuföllum og grjóthruni. Skammt ofan húsanna að Miðlandi eru nokkrir þvergarðar hlaðnir úr grjóti og grunnir skurðir, að öllum líkindum til að hlífa húsum og túnblettum fyrir ágangi skriðufalla og vatnavaxta. Aldur varnavirkjana er óþekktur en af ummerkjum að dæma má ætla að þau hafi verið reist talsvert fyrir skriðuföllin 1934. Af þessu má vera ljóst að bændur að Miðlandi hafa í aldanna rás búist við og líklega orðið fyrir miklum áföllum vegna skriðufalla, að minnsta kosti í næsta nágrenni húsa sinna, en engar sagnir eru um tjón á fólki eða mannvirkjum.

Neðan til í fjallshlíðinni, ofan aurkeilunnar, er gróður ósamfelldur og jarðvegur bæði þunnur og sundurslitinn ofan á nokkuð samfelldri jökulruðningshulu. Ofan við miðja hlíð er lítill gróður og jarðvegsþekja svo til engin, þar sjást hraunlög víða í gegnum jökulruðning sem víðast hvar er þunnur. Fyrir ofan miðja hlíð er jökulruðningur þunnur og slitróttur, en þar er veðrunarset og skriðuset jafn algengt á yfirborði.

Í um 750 m hæð yfir sjávarmáli (m h.y.s) opnast Heljarskál, sem er um 1000 m löng og 500 m breið jökulgrafin hvilft í norðanvert Landafjall. Skálarbotninn er hulinn stórgrýtisurð sem teygir sig fram í mynni skálarinnar. Jökull fyllir innsta hluta skálarinnar (3. mynd). Þykkust er urðin



2. mynd. Heljarskál í Landafjalli ofan Miðlands sem sést neðst til hægri á myndinni. Ljós. Brynjólfur Sveinsson, 19. júlí 2011.



3. mynd. Kort sem lýsir aðstæðum við og ofan Miðlands í Öxnadal.

að minnsta kosti 30–40 metrar, á stöku stað hefur urðarhulan runnið til og hreinn ís komið í ljós sem bendir til að stór hluti rúmmáls urðarinnar sé staðnaður jökulís. Jarðmyndanir eins og þessi, þ.e. jöklar huldur urð og grjótjöklar, eru algengar á Tröllskaga og verða til þegar fannir eða smájöklar smám saman hyljast urð við jafnt og þétt hrun lausefna úr hamraveggjum og bröttum hlíðum (Helgi Björnsson 1991, Tanarro o.fl. 2018). Stórir farvegir sem liggja niður hlíðina undan stórgrýtisurðinni eru grafnir niður í 5–15 m þykkt lausefni, sem er að mestu leyti jökulruðningur og skriðuset ættað úr skarpri og brattri frambrún urðarinnar í mynni Heljarskálar. Vatn sprettur fram efst í farvegnum og þar eru ummerki um talsvert vatnsrennsli nýlega. Þetta bendir til að vatn renni í einhverskonar farvegum eða göngum inni í eða undir urðarbingnum í mynni Heljarskálar. Líklega eykst vatnsrennsli og þrýstingur um kerfið í miklum leysingum eða bleytutíð, sem getur þá haft áhrif á stöðugleika lausefnanna. Efsti hluti fjallshlíðarinnar, norðan og sunnan Heljarskálar, er skriðurunninn og þröngir farvegir skera klettabeltin efst í hlíðinni og skila skriðu- og veðrunarseti í hlíðina neðan við.

2.3 Umræður

Möguleg hætta á stórum skriðuföllum skýrist af fremsta hluta stórgrýtisurðarinnar sem liggur fram á brún í mynni Heljarskálar (4. mynd). Stórgrýtisurðin er að minnsta kosti nokkur þúsund ára gamalt fyrirbæri. Á yfirborði urðarinnar eru byggingarform sem myndast við flæði eða framskrið hennar á löngum tíma. Einnig er yfirborðið talsvert gróið mosum og grösum fremst sem bendir til lítilla eða mjög hægfara hreyfinga undanfarið, talsverðs stöðugleika og aldurs landformsins. Nær jöklinum í skálarbotninum er urðin nánast gróðurvana en þar er hún óstöðug vegna hreyfinga og misbráðnunar jökulíssins undir urðinni. Sambærilegum landformum á Tröllaskaga hefur verið lýst og þau aldursgreind a.m.k. 3000–4000 ára gömul (Skafti Brynjólfsson o.fl. 2017, Tanarro o.fl. 2018). Hreyfingar slíkra urða á Tröllaskaga eru ágætlega þekktar og tengjast ýmist flæði eða aflögun nokkuð einsleits jökulíss sem hefur hulist urðarkápu eða leysinga- og regnvatni sem frýs í urðunum og fyllir holrými þeirra af ís. Á tímabilum hagfelldum jöklum, eins og t.d.



4. mynd. Séð niður að Miðlandi (lengst til vinstri á miðri mynd) ofan af stórgrýtisurðinni í mynni Heljarskálar. Ljós. Skafti Brynjólfsson, 12. september 2018.

litlu ísöld, bæta jöklar við sig. Þá getur þrýstingur á urðir sem þessa mögulega aukist og valdið auknu en hægfara framskriði, sem flytur þá aukið set og ís, t.d. að brekkubrúnum eins og í Heljarskál. Við hlýnandi loftslag dregur úr framgangi eða hann stöðvast, um leið eykst ísleysing í urðunum, sem getur valdið auknum hreyfingum og óstöðuguleika á setinu sjálfu. Þar sem urðir teygja sig fram á skálarbrúnir eða niður í brattlendi eins og í Heljarskál geta setmassar orðið sérstaklega óstöðugir við aukna ísleysingu.

Ekki er að sjá ummerki um miklar hreyfingar á yfirborði urðarinnar í Heljarskál síðustu árin. Þó eru víða fingerðar litlar sprungur sem sjást bæði í gróðurþekju og finu seti. Sums staðar má sjá að yfirborðið er missigið um sprungurnar og bendir það fyrst og fremst til hægfara bráðnunar á ískjarna urðarinnar en yfirborðssetlögin hníga ójafnt niður við rúmmáls minnkun ískjarnans. Ekki er að sjá neinar stórar, vel opnar sprungur sem gætu tengst togspennu og framskriði í urðinni. Í og við frambrún urðarinnar er almennt mikill bratti og þrepagangur fremst í urðinni bendir til að litlar setfyllur sígi reglulega undan brattanum. Fersk rofsár efst í stóru farvegunum og fremst í urðinni sýna einnig að setið hrynur og skriður reglulega undan brattanum en ekki eru merki um að mjög stórar setfyllur séu á hreyfingu.

2.4 Niðurstaða

Hætta á stórum skriðuföllum er ekki yfirvofandi. Hætta á stórum skriðuföllum virðist nær eingöngu stafa af lausu jarðlögum við mynni Heljarskálar og efst í stóru meginfarvegunum. Ekki eru merki um sprungur í berggrunni og berghlaupahættu. Skriðuhætta skapast helst í tengslum við skarpar og miklar leysingar eða vegna hreyfinga og eða skarpra ísleysinga í stórgrýtisurðinni í mynni Heljarskálar. Stór skriðuföll vegna leysinga eða mikilla rigninga verða alltaf möguleg á meðan stórgrýtisurðin og önnur lausefni hanga efst í hlíðinni við mynni Heljarskálar. Ekki er hægt að útiloka að við hlýnandi loftslag, óháð stökum dögum með sérstökum leysingum eða vatnavöxtum, myndist veikleikar í ísnum inni í stórgrýtisurðinni og umtalsvert magn efnis geti sprungið fram úr henni og valdið talsvert stærri skriðuföllum en urðu árið 1934. Ekki er talin ástæða til sérstakrar vöktunar eða eftirfylgni meðan ekki er föst búseta á Miðlandi. Þjóðvegurinn er líklega ekki í hættu nema í stærstu atburðum. Kæmi til nýbygginga á svæðinu þyrfti að huga sérstaklega að staðsetningu mannvirkja miðað við lýsingar og umræður að ofan og leggja í frekari kortlagningu á hættu af völdum skriðufalla.

3 ÞVERBREKKUHNJÚKUR Í ÖXNADAL

3.1 Inngangur

Berghlaup úr tertíerjarðlagastafla landsins eru algengust í nágrenni gamalla megineldstöðva og eru talin tengjast óreglu í jarðlagastaflanum, t.d. brotahreyfingum, sprungum, berggöngum, súrum berglögum og súrum eða ummynduðum millilögum sem eru tilkomin vegna virkni eldstöðvanna forðum daga (Haukur Jóhannesson 1991).

Í skýrslu um könnun á ofanflóðahættu í Öxnadal og Hörgárdal voru berghlaup kortlögð en eðli og möguleg hættu vegna þeirra ekki könnuð sérstaklega (Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016). Berghlaup hafa fallið úr Þverbrekkuhnjúk norðanverðum (5. mynd) og úr flestum fjallshlíðum beggja vegna Öxnadals (6. mynd), en fjöldi berghlaupa í utanverðum Öxnadal er með því mesta sem þekktist á litlu landsvæði hérlendis. Aldur berghlaupanna er óþekktur, þó líklegast séu þau að minnsta kosti nokkur þúsund ára gömul. Nokkrar sprungur eru þekktar í jarðlagastafla



5. mynd. Þverbrekkuhnjúkur sundurskorinn af giljum sem mörg hver eru í grunninn sprungur tengdar megineldstöðinni, framhlaupsurðin er í forgrunni neðan brattasta hluta fjallsins. Ljós. Halldór G. Pétursson, 8. september 2008.

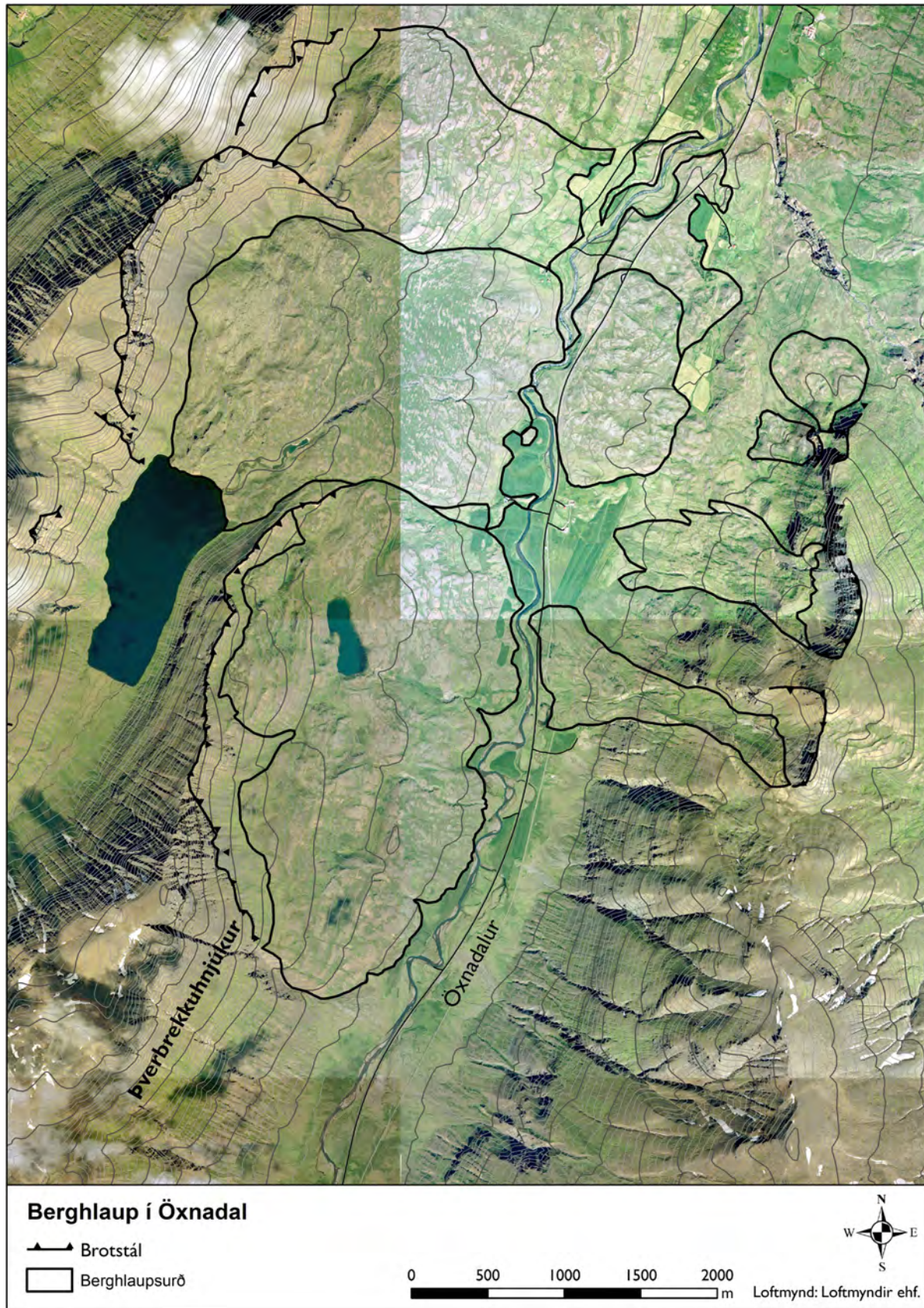
fjallsins og óljósar sagnir um sprungur nærri brún uppi á toppi fjallsins, en megintilgangur könnunarinnar var að kanna ástand sprungnanna í Þverbrekkuhnjúk.

Stórar aurskriður eru fátíðar í Þverbrekkuhnjúk og hafa ekki verið til sérstakra vandræða. Hættumat vegna slíkra ofafnflóða í Öxnadal liggur fyrir (Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016) og er ekki til skoðunar nú. Öll byggð hefur lagst af undir fjallinu en sumarhús er nokkru framar í dalnum við eyðibýlið Varmavatnshóla sunnan Þverbrekkuhnjúks. Möguleg berghlaup úr fjallinu væru því líklega eingöngu ógn við þjóðveg 1 og þá umferð sem þar fer um.

3.2 Lýsing á aðstæðum

Þverbrekkuhnjúkur er um 1160 m hátt fjall við vestanverðan Öxnadal og skilur þverdalinn Vatnsdal inn af Hraundranga frá megin dalnum, Öxnadal. Hnúkurinn er brattur og formfagur og einkennist af hrikalegum klettabeltum norðan til og bröttum veðruðum og skriðurunnum hlíðum sunnan til. Í neðri hluta fjallsins sunnan Þverbrekkuhrauns er allt að nokkurra metra þykkur jökulruðningur frá lokum síðasta jökulskeiðs, ruðningurinn er sundurskorin af vatnsfarvegum en virðist stöðugur í hlíðinni. Hamraveggirnir efst og yst eru sundurskornir af djúpum gilrennum sem flestar eru grafnar af vatni í far gamalla misgengja og sprungna tengdum Öxnadalseldstöðinni (Haukur Jóhannesson 1991). Ekki er að sjá hreyfingu á þessum fornu brotalínunum.

Öxnadalseldstöðin er átta til níu miljón ára gömul megineldstöð, staðsett utarlega í Hóladal sem er þverdalur austanmegin í Öxnadal, gegnt Hrauni í Öxnadal. Askja eldstöðvarinnar er um 6 km í þvermál og var miðja hennar um 5 km austur eða norðaustur af Þverbrekkuhnjúk. Súrt og ísúrt berg er áberandi í fjöllum í nágrenni öskjunnar, þykk túff- og flykrubergslög eru rekjanleg



6. mynd. Kort sem sýnir brotalinur og sýnilegar berghlaupaurðir miðsvæðis í Öxnadal. Þarna radast berghlaup óvenju þétt, sem líklegast skýrist af mikilli óreglu og breytileika í jarðlagastaflanum við megineldstöðina í Öxnadal (Loftmynd, Loftmyndir ehf.).

um Öxnadal, Vatnsdal og allt norður eftir Hörgárdal. Hallabreytingar berglaga í staflanum eru miklar og tengjast fornri öskju eldstöðvarinnar auk þess sem berggrunnurinn er almennt mjög brotinn og misgenginn (Haukur Jóhannesson 1991, Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016). Þessi mikla óregla jarðlagastaflans er líklega meginskýring margra og stórra berghlaupa á svæðinu en allt orsakast það af virkni megineldstöðvarinnar til forna. Á svæðinu hafa fallið á meðal stærstu berghlaupa á Tröllaskaga sem sum liggja hvert ofan í annað og er þéttleiki berghlaupa á landinu óvíða ef nokkursstaðar meiri (Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016). Berghlaupið úr Drangafjalli er um 10 km² að flatarmáli og berghlaup úr Þverbrekkuhjúk um 9 km² (6. mynd).

3.3 Umræður

Niðurstaða um mögulega hættu á berghlaupum úr Þverbrekkuhjúk byggir fyrst og fremst á fjarkönnun og sögnum fjallgöngufólks. Sprungur í jarðlagastaflanum í austurhlíð fjallsins og uppi á toppnum virðast stöðugar og því ekki talin ástæða til sérstakrar vöktunar. Náttúrufræðistofnun Íslands tekur þátt í gerð berggrunnskorts af Eyjafirði á árunum 2019–2023 og þá verða sprungurnar skoðaðar nánar á vettvangi með tilliti til ferskleika ásýndar þeirra og ummerkja um nýlegar hreyfingar. Rétt er að minna á að berghlaup hafa fallið víða í hlíðum Öxnadals og niðurstaðan sem hér er kynnt á aðeins við Þverbrekkuhjúk.

3.4 Niðurstaða

Loftmyndatúlkun og könnun á aðstæðum neðst í fjallinu benda ekki til nýrra hreyfinga, myndun nýrra sprungna eða yfirvofandi hættu á berghlaupum. Ekki skyldi þó útiloka möguleg berghlaup eða stórar skriður, sér í lagi á svæði þar sem óregla í jarðlagastaflanum er mikil, sérstaklega við snarpa jarðskjálfta og í sérstöku bleytu- eða leysingaárferði. Slíkir atburðir eru ekki taldir líklegir og myndu helst ógna öryggi á þjóðvegi 1 undir fjallinu.

4 HROSSAHJALLI – KAMBHÓLL Í ARNARNESHREPPI

4.1 Inngangur

Undir Hrossahjalla austan í Kötluhfjalli við Eyjafjörð eru nokkrir bæir í byggð. Að undanskildum Kambhóli hefur mannvirkjum undir Hrossahjalla ekki verið talin stafa mikil ógn af skriðuföllum. Engu að síður eru merki um hreyfingar víða í hlíðinni neðan hjallans, en mest og nýjlegust eru þau ofan og utan Kambhóls. Nokkur lítil berghlaup hafa fallið úr hjallanum (7. og 11. mynd) en lítið er vitað um eðli, orsakir og aldur þeirra fyrir utan að vera talin forn. Nokkrar mögulegar orsakir berghlaupanna hafa verið ræddar, t.d. óstöugleiki vegna undangraftrar jökulsins sem fyllti fjörðinn fyrir meira en 10.000 árum, sveiflur í stöðu grunnvatns sem virðist að minnsta kosti sumstaðar spretta fram undan hjallanum eða leirkennd óstöðug lög í berglagastafla hjallans sem virkað gætu sem skriðfletir við ákveðnar aðstæður (Náttúrufræðistofnun Íslands, óbirt gögn, Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016). Líklegt verður að teljast að berghlaupin séu til komin vegna samverkana allra þessara þátta.

Auk berghlaupa eru ummerki um skriðuföll á síðustu öldum og til eru heimildir um þau, ýmist sem fallið hafa úr berghlaupaurðunum sjálfum eða jarðvegsþekjunni neðan hjallans (Náttúrufræðistofnun Íslands, óbirt gögn, Ofanflóðagagnagrunnur Náttúrufræðistofnunar Íslands og Veðurstofu Íslands). Stærstu skriðuföllin sem þekkt eru urðu skammt norðan og ofan núverandi húsa að Kambhóli, annars vegar árið 1873 þegar stór skriða lagði í eyði jörðina Ytri

Kambhól, og svo álíka stór skriða árið 1940. Báðar skriðurnar áttu upptök í berghlaupsurðinni rétt neðan Hrossahjalla. Svo virðist sem fyllur af berghlaupaseti hafi farið af stað og skafið með sér jarðveg og annað lausefni í hlíðinni neðan við og borið urð og drullu niður á jafnsléttu neðan og aðeins nokkra tugi metra norðan núverandi húsa. Orsök beggja skriðanna er talin kröftugar leysingar og þá líklega vatnsmettuð jörð eða hár grunnvatnsþrýstingur, en líklegt þykir að kröftugt grunnvatnsflæði undan berglögum í hjallanum hafi átt þátt í að metta jarðlög vatni og leitt til myndunar skriðflata (Sveinn Brynjólfsson o.fl. 2016). Síðast féllu skriður úr berghlaupinu ofan Kambhóls í rigningu og leysingum í byrjun júlí árið 2014. Þær voru litlar miðað við stóru skriðurnar og að mestu bundnar við farvegi en ummerki sjást ágætlega ennþá. Hinsvegar féllu tvær litlar skriður og ein stærri þann 12. ágúst 2019 í norðan úrhellisrigningu. Þær voru blanda af aur- og jarðvegsskriðum og féllu utan berghlaupanna og voru upptökin í miðri hlíð neðan Hrossahjalla og sunnan Skriðulands (7. mynd). Engin merki voru um hreyfingar í berghlaupaurðunum þá þrátt fyrir mikla vatnavexti í hlíðinni (8. mynd).

Skriðuföllum og aðstæðum á svæðinu var lýst í skýrslu um könnun á ofanflóðaaðstæðum í Öxnadal og Hörgárdal (Sveinn Brynjólfsson ofl. 2016). Sökum skorts á jarðfræðiathugunum er skilningur á eðli berghlaupa og skriðufalla úr Hrossahjalla takmarkaður. Megintilgangur vettvangsferðar um Hrossahjalla í júní 2019 var að bæta við jarðfræðiathugunum. Áhersla var lögð á að skoða upptakasvæði berghlaupanna þriggja ofan Kambhóls og upptök nýlegra aurskriðna í nyrsta berghlaupinu (8. mynd) og byggja eftirfarandi lýsingar, umræður og niðurstöður mest á þeim athugunum.



7. mynd. Skriðan frá 12. ágúst 2019 skammt sunnan Skriðulands. Hrossahjalli er klettabeltið um miðja hlíð og eitt berghlaupanna fjögurra vel greinilegt beint ofan Skriðulands. Ljós. Skafti Brynjólfsson, 3. október 2019.



8. mynd. Engar hreyfingar urðu í berghlaupinu ofan Kambhóls, þrátt fyrir vatnavexti og að lækir spryttu fram í hlíðinni neðan Hrossahjalla í rigningunum 11.–12. ágúst. Ljós. Skafti Brynjólfsson, 12. ágúst 2019.

4.2 Lýsing á aðstæðum

Hrossahjalli er um 5,5 km langur bergstallur sem liggur norður-suður eftir um það bil miðri vesturhlíð Kötlufjalls. Efri hluti fjallsins, hlíðin ofan Hrossahjalla, heitir Efra Fjall. Ofan Kambhóls er hjallinn í 500–600 m hæð yfir sjó en fjallið er um 900 m hátt. Uppi á hjallanum er víðast jarðvegsþekja, allt að 1 m þykk og að mestu gróin. Litlar aurkeilur eru neðan flestra farvega, myndaðar af framburði lækja og skriðuföllum ofan úr Efra Fjalli. Víða eru staksteinar sem borist hafa með snjóflóðum niður á miðjan hjallann og lengra. Auk þess eru keilur mótaðar, og jafnvel að talsverðu leyti myndaðar af snjóflóðum, undir virkustu snjóflóðafarvegnum í Efra Fjalli, t.d. beint ofan og norðan Kambhóls. Hlíðin þar fyrir ofan, Efra Fjall, er ýmist veðraður berggrunnur eða hulin tiltölulega þunnu veðrunar- og skriðuseti og ekki talin hætta á stórum skriðuföllum úr henni niður á og yfir Hrossahjalla.

Efst í brekkunni neðan Hrossahjalla er víðast skriðuset, ýmist hrunefni úr klettum og eða jökulruðningur og jarðvegur sem hefur blandast við skriðuföll af ýmsum stærðum. Neðar einkennist hlíðin neðan Hrossahjalla af 1–3 m þykkum jökulruðningi sem víðast er hulin gróðri og fremur þunnum jarðvegi. Sumstaðar er þunnt niður á berggrunn og standa klettasnasir og samfelld klettabelti út úr jarðvegshulunni hér og þar. Gömul skriðuör og farvegir sjást mjög víða í gróður- og jarðvegshulunni undir hjallanum en þau eru bæði ferskust ásýndar, stærst og mest áberandi í og neðan berghlaupanna.

Berghlaupin eru um 0,15–0,035 km² að flatarmáli, þó er óvíst hve langt nákvæmlega niður í hlíð þau féllu, en athuganir benda til að upphaflega hafi þau ekki fallið niður fyrir miðja hlíð.

Öll falla þau úr um 20 m þykku stórstuðluðu basalhraunlagi sem einkennir brotstál þeirra. Þunnt, rautt millilag sést á stöku stað í staflanum neðan þykka hraunlagsins en að öðru leyti eru hvorki merki um sérstök súr eða leirkennd millilög, né óstöðugleika í staflanum. Greinileg merki erum um nýlegar síðhreyfingar í nyrstu berghlaupsurðinni, sérstaklega efst miðsvæðis. Þar er urðin talsvert óstöðug, gropin og víða eru ferskar sprungur í urðinni, auk þess sem holur og gjótur sjást víða með hnallungum og grjótum (9. mynd).

Sérstaka athygli vakti að engin merki eru um að grunnvatn komi fram undan þykka hraunlaginu í brotstáli berghlaupanna. Hinsvegar renna lækir ofanjarðar uppi á Hrossahjalla og fram af þykka hraunlaginu ofan í berghlaupaskálarnar (10. mynd). Þar hverfa lækirnir jafn harðan ofan í berghlaupaurðirnar og eru skálarnar mjög þurrar að öðru leyti. Upptök skriðufallanna við Kambhól 1873 og 1940 hafa verið ofarlega í nyrstu berghlaupsurðinni. Þar eru nokkurra metra djúp rofsár umhverfis þá staði þar sem lækir spretta aftur fram í urðinni neðan berghlaupsskálarinnar. Í rofsárunum og hér og þar í lækjarfarvegum sést að lækirnir renna á berggrunni undir urðinni. Það sýnir að berghlaupaurðirnar eru ekki mjög þykkar, líklega víða á bilinu 3–6 m og ná varla 10 m þykkt þar sem mest er. Ummerki skriðufallanna 2014 eru greinileg ofan og norðan Kambhóls sem og nýlegar skriðuurðir í hlíðarfætinum og rofsár uppi í berghlaupaurðinni.



9. mynd. Efst í Berghlaupsurðinni ofan Kambhóls eru ferskar sprungur og holur niður í urðina sem vitna til um nýlegar hreyfingar og óstöðugleika urðarinnar. Ljós. Brynjólfur Sveinsson, 14. júní 2019.



10. mynd. Í berghlaupsskálinni ofan Kambhóls eru lækir sem koma fram af Hrossahjalla en hverfa af yfirborði ofan í grofnar berghlaupaurðirnar neðan hjallans. Ljós. Brynjólfur Sveinsson, 14. júní 2019.

4.3 Umræður

Ofan Kambhóls og Skriðulands eru manngerðir skurðir og lágir garðar sem líklega hafa átt að varna því að vatnavextir, framburður og skriðuföll skemmdu tún og mannvirki. Því hefur mönnum líklega lengi verið kunnugt um hættu af slíku og bendir til að vatnavextir með framburði og eða skriðuföll séu fremur tíð á svæðinu. Það samræmist vel skriðufallasögu sem skráð er í ofanflóðagrunn Náttúrufræðistofnunar Íslands og Veðurstofu Íslands og ummerkjum eldri skriðufalla sem sjást víða í hlíðinni undir Hrossahjalla.

Ekki er að sjá teikn um berghlaupahættu. Bergstaflinn í Hrossahjalla virðist stöðugur en hvorki fundust merki um sprungur né súr leirkennd lög í hjallanum. Ennfremur sáust ekki merki um að grunnvatn, sem gæti verið varasamt í miklum leysingum, kæmi nokkurstaðar undan hraunlögum í brotsárunum. Það er þó ekki útilokað því laust efni liggur víðast hvar upp að hraunlögum efst í berghlaupaskálunum og getur falið slíkt vatnsrennsli. Líklega eru berghlaupin gömul og hafa sennilega fallið í kjölfar fargléttingar þegar ísaldarjökullinn hörfaði úr Eyjafirði. Fersk ásýnd berghlaupsins norðan og ofan Kambhóls annarsvegar og ofan Skriðulands hinsvegar skýrist því líklega af síðhreyfingum innan upprunalegra berghlaupaurða. Þær síðhreyfingar og nýleg skriðuföll úr berghlaupunum tengjast líklega vatnsflæði af Hrossahjalla ofan í berghlaupsskálarnar.

Í sérstakri bleytutíð eða miklum leysingum, t.d. eftir snjópunga vetur er líklegt að vatnsþrýstingur byggist upp í berghlaupaurðunum og þær mettist vatni sem að lokum getur leitt til þess að hluti urðarinnar springur fram með skriðufalli og vatnavöxtum í ákveðnum farvegum. Síðhreyfingarnar í berghlaupaurðinni ofan Kambhóls eru mestar rétt norðan bæjarins. Þar voru líklega upptök stóru skriðufallanna 1873 og 1940 og meginþungi skriðufallanna því rétt norðan húsanna. Engu að síður virðast skriðuföll hæglega geta náð til nyrstu húsanna tveggja og þá sérstaklega ef upptök þeirra verða sunnar í berghlaupaurðinni (11.–12. mynd).



11. mynd. Fjögur berghlaup hafa fallið úr Hrossahjalla, auk fjölda stærri og minni aurskriða.



12. mynd. Horft niður eftir skriðufarvegum og urðum á milli bæjanna Fagraskógar til vinstri og Kambhóls til hægri. Ljós. Brynjólfur Sveinsson, 14. júní 2019.

4.4 Niðurstaða

Hætta af nýjum berghlaupum úr Hrossahjalla er talin hverfandi. Berghlaupin neðan Hrossahjalla eru talin gömul og hafa þau fallið vegna óstöðugleika í kjölfar fargléttingar á hlíðinni þegar ísaldarjökullinn hörfaði úr Eyjafirði. Ekki er að sjá merki um óstöðugleika, s.s. vatnsflæði, sprungumyndanir eða súr millilög í jarðlagastaflanum í Hrossahjalla. Fersk ásýnd berghlaupanna ofan Kambhóls og Skriðulands er tilkomin vegna síðhreyfinga innan berghlaupaurðanna.

Áfram má vænta skriðufalla úr berghlaupaurðunum. Nýleg skriðuföll úr þeim tengjast líklega vatnsrennsli fram af hjallabrúninni sem hripar beint ofan í urðirnar og byggir upp vatnsprýsting í berghlaupaurðunum í miklum leysingum og eða langvarandi bleytutíð.

Talið er að skriðuföll geti farið nærri mannvirkjum á Kambhóli og jafnvel á þau í einhverjum tilvikum, eftir því hvar upptök þeirra í berghlaupaurðinni verða. Rétt er að fylgjast með og eftir atvikum vara við ástandi lækja og vatnsmettunar jarðvegs í hlíðinni ofan Kambhóls, og jafnvel víðar undir Hrossahjalla, í mikilli bleytutíð og skörpum leysingum.

5 LOKAORÐ

Athugun á svæðunum þremur bendir til að mjög lítil hætta sé á berghlaupum. Talsverð hætta getur skapast af skriðuföllum bæði við Miðland og Kambhól. Beina þarf athygli að hlíðinni undir Hrossahjalla í miklum rigningum, bleytutíð og skörpum leysingum. Þar er talið mögulegt að stærri skriðuföll geti náð að mannvirkjum og valdið tjóni. Ákveðin óvissa er varðandi urðarbing á brún Heljarskálar ofan Miðlands. Ískjarni virðist vera í urðinni í mynni Heljarskálar sem hlýnandi

loftslag getur hæglega haft áhrif á og valdið frekari óstugleika. Tekinn hefur verið saman listi yfir tugi staða þar sem kunnugt er um stór, forn skriðuföll og nýlegar hreyfingar þeim tengdum og þar sem hætta á frekari skriðuföllum er talin geta verið til staðar (Náttúrufræðistofnun Íslands og Veðurstofa Íslands, óbirt gögn). Í ljósi aukinna skriðufallavirkni síðustu ára er talið æskilegt að heimsækja slíka staði og gera könnun á aðstæðum og mögulegri hættu, svipað og fjallað er um í þessari skýrslu.

6 HEIMILDASKRÁ

Helgi Björnsson 1991. Jöklar á Tröllaskaga. Í *Fjalllendi Eyjafjarðar að vestanverðu: árbók Ferðafélags Íslands*, bls. 21–38. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.

Haukur Jóhannesson 1991. Yfirlit um jarðfræði Tröllaskaga (Miðskaga). Í *Fjalllendi Eyjafjarðar að vestanverðu: árbók Ferðafélags Íslands*, bls. 39–56. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.

Tanarro, L.M., D. Palacios, N. Andrés, J.M. Fernandés, J.J. Zamorano, Þ. Sæmundsson og S. Brynjólfsson 2019. Unchanged surface morphology in debris-covered glaciers and rock glaciers in Tröllaskagi peninsula (northern Iceland). *Science of Total Environment* 648: 218–235. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.460

Ofanflóðagrunnur Náttúrufræðistofnunnar Íslands og Veðurstofu Íslands.

Skafti Brynjólfsson 2018. Preliminary results based on 24 new ³⁶Cl exposure datings reveals asynchronous deglacial history of Tröllaskagi peninsula, central north Iceland [ágrip]. *NGWM2018 Abstract Volume*, bls. 157. Kaupmannahöfn: Dansk Geologisk Forening. https://2dggf.dk/xpdf/NGWM2018-Abstract_Volume_20180103.pdf [skoðað 4.2.2020]

Sveinn Brynjólfsson, Brynjólfur Sveinsson og Halldór G. Pétursson 2016. *Könnun á ofanflóðum í Öxnadal og Hörgárdal*. Veðurstofa Íslands, VÍ 2016-009. Reykjavík: Veðurstofa Íslands