

Mat á áfallapoli vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa gagnvart ákomu sets og fokefna

Skýrsla Náttúrustofu Suðausturlands og Landgræðslunnar til Ofanflóðasjóðs



Assessment of the ecological resilience of ecosystems in the vicinity of the river Skaftá towards deposition of sediments during and after glacial outburst floods

Report to the Icelandic Avalanche and Landslide Fund by the Southeast Iceland Nature Research Centre and the Soil Conservation Service of Iceland



NÁTTÚRUSTOFA
SUÐAUSTURLANDS



Landgræðslan

Mat á áfallapoli vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa gagnvart ákomu sets og fokefna

Skýrsla Náttúrustofu Suðausturlands og Landgræðslunnar til Ofanflóðasjóðs

Assessment of the ecological resilience of ecosystems in the vicinity of the river Skaftá towards deposition of sediments during and after glacial outburst floods

Report to the Icelandic Avalanche and Landslide Fund by the Southeast Iceland Nature Research Centre and the Soil Conservation Service of Iceland

In Icelandic with English abstract

Höfundar

Náttúrustofa Suðausturlands: Pálína Pálsdóttir, Rannveig Ólafsdóttir, Álfur Birkir Bjarnason, Lilja Jóhannesdóttir

Landgræðslan: Guðmundur Halldórsson

Faglegur ráðgjafi: Fanney Ósk Gísladóttir landfræðingur

Umbrot og hönnun

Arna Björk Þorsteinsdóttir

© Náttúrustofa Suðausturlands og Landgræðslan 2023

Vitnið í skýrsluna á eftirfarandi hátt:

Pálína Pálsdóttir, Rannveig Ólafsdóttir, Álfur Birkir Bjarnason, Lilja Jóhannesdóttir, Fanney Ósk Gísladóttir og Guðmundur Halldórsson (2023). *Mat á áfallapoli vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa gagnvart ákomu sets og fokefna*. Náttúrustofa Suðausturlands og Landgræðslan.

Forsíðumynd

Rykmistur í janúar við þjóðveg 1 í Eldhrauni. Ljósmynd. Pálína Pálsdóttir, 2021.

Dust mist in January on Highway 1 in the Eldhraun lava field. Photo. Pálína Pálsdóttir, 2021.

EFNISYFIRLIT

| | |
|---|----|
| ÁGRIP | iv |
| ABSTRACT | v |
| INNGANGUR | 1 |
| 1. UM JÖKULHLAUP Í SKAFTÁ | 2 |
| 1.1. Fyrri rannsóknir | 2 |
| 1.2. Skaftá | 5 |
| 1.3. Flutningur setefna með vindi og vindrof | 10 |
| 2. RANNSÓKNARSVÆÐIÐ | 10 |
| 2.1. Gróðurfar og gróðureyðing | 11 |
| 2.2. Set og áfok | 14 |
| 2.3. Landgræðsluaðgerðir á rannsóknarsvæðinu | 18 |
| 3. GÖGN OG AÐFERÐIR | 20 |
| 3.1. Landupplýsingagögn - val á gagnabekjum | 20 |
| 3.1.1. Vistgerðarkort Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) | 20 |
| 3.1.2. Loftmyndir frá Loftmyndum ehf. | 20 |
| 3.1.3. Gagnabekjur frá Landgræðslunni | 20 |
| 3.1.4. Gagnabekjur frá Veðurstofu Íslands | 21 |
| 3.1.5. Gagnabekjur frá Landmælingum Íslands | 21 |
| 3.2. Viðtöl við heimamenn - breyting vistkerfa síðustu áratugi | 21 |
| 3.3. Vettvangsferðir - sjónrænt mat og ljósmyndir | 21 |
| 4. NIÐURSTÖÐUR | 22 |
| 4.1. Ástand vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa | 22 |
| 4.1.1. Svæði 1 við Skálarafleggjara | 22 |
| 4.1.2. Svæði 2 austan við Brest ofan við Þjóðveg 1 | 26 |
| 4.1.4. Svæði 4 framan við bæinn Ytri-Ása | 35 |
| 4.1.5. Svæði 5 við Flögulón, austan megin | 39 |
| 4.1.6. Svæði 6 við Flögulón, vestan megin | 46 |
| 4.2. Áfallapol vistkerfa á áhrifasvæði Skaftár | 51 |
| 4.2.1. Breytingar svæða frá 2011 | 51 |
| 4.3. Samantekt úr viðtölum við heimamenn | 53 |
| 5. SAMANTEKT | 54 |
| 5.1. Aðferðafræði verkefnisins | 56 |
| 5.2. Áfallapol einstakra tegunda og gróðursamfélaga | 56 |
| 5.3. Samantekt á niðurstöðum úr drónamyndatökum og vistgerðarkortum | 56 |
| 5.4. Viðtöl við heimamenn | 57 |
| 6. UMRÆÐUR | 57 |
| 7. ÁLYKTANIR | 58 |
| ÞAKKIR | 59 |
| HEIMILDIR | 60 |
| VIÐAUKI 1 | 64 |

ÁGRIP

Skaftárhlaup bera með sér ógrynni af aur sem sest að verulegu leyti til á þeim svæðum sem flóðin ná yfir og getur valdið spjöllum á gróðri. Þegar aurinn þornar verður hann síðan uppspretta efna sem berast með vindi og vatni yfir nærliggjandi svæði með þeim afleiðingum að viðkvæm vistkerfi spillast og lífsgæði íbúa í nálægum byggðum rýrna. Í verkefninu *GróGos - Mat á hættu á síðkominni dreifingu fokefna frá eðju eftir Skaftárhlaup* var aflað upplýsinga um eiginleika vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa með tilliti til getu þeirra til að standast setákomu og hindra dreifingu fokefna að hlaupi loknu.

Rannsóknarsvæðið var áhrifasvæði Skaftárhlaupa í byggð frá Skaftárdal að norðan, að afleggjaranum að Hunkubökkum að austan og Flögulóni að vestan. Ríkjandi vistgerðir á svæðinu eru mosahraunavist, lynghraunavist og eyðihraunavist. Valin voru sex undirsvæði þar sem áfallapol einstakra vistgerða og plöntutegunda var metið með vettvangsrannsóknum og greiningu á drónamyndum. Niðurstöðurnar voru síðan bornar saman við vistgerðarkort frá sömu svæðum, byggð á loftmyndum frá 2011. Mosahraunavist hafði gefið mikið eftir á árabílinu frá 2011 til 2022 sem bendir til þess að áfallapol hennar sé lítið, en lynghraunavist hafði gefið mun minna eftir og hefur því greinilega meira áfallapol. Miðað við mikla útbreiðslu mosahraunvistar hefur stór hluti svæðisins mjög takmarkaða getu til að þola ákomu setefna og hindra dreifingu þeirra og inn í vistina sækja stórir áfoksgeirar. Svæði þar sem lynghraunavist er ríkjandi hafa verulegt áfallapol gagnvart ákomu setefna og þar eru ekki áberandi setgeirar. Víða er þó mikið álag á rofjaðra svæða þar sem lynghraunavist er ríkjandi og hætta á frekara rofi. Við rofjaðar var loðvíðir gjarnan ríkjandi og þolir greinilega verulega sandákomu og hindrar frekari dreifingu sands og annarra fokefna. Sama gildir um gulvíði og melgresi. Lúpína þolir einnig verulega sandákomu. Töluvert hefur verið lagt í uppgræðslu á svæðinu en vettvangskannanir bentu til þess að þær ættu víða undir högg að sækja en endurteknar áburðargjafir hafa víða gefið góða raun við að hamlá gegn slíku. Lögð var viðhorfskönnun fyrir íbúa svæðisins sem almennt töldu að gróðurfar á áhrifasvæði Skaftárhlaupa hefði breyst mikið en skiptar skoðanir voru á uppgræðsluaðgerðum en almennt samþykki um að tré, runnar og hávaxnar jurtir væru vel til þess fallin að lifa af flóð og binda set.

Byggt á þessum niðurstöðum eru lagðar fram tillögur um aðgerðir/tilraunir til að efla áfallapol vistkerfa við Skaftá gagnvart setákomu og síðkominni dreifingu setefna. Lögð er áhersla á efla almennar uppgræðsluaðgerðir og styrkja jafnframt þann gróður sem fyrir er, sérstaklega við rofjaðra og áfoksgeira. Einnig eru lagðar fram hugmyndir um að koma upp trjálundum til að takmarka vindstyrk og minnka uppfok fínefna inni á upptakasvæðum þeirra.

ABSTRACT

Glacial floods in the river Skaftá carry a large amount of mud that settles to a significant extent in the overflowed areas. The sediment can have detrimental effects on vegetation, and when the mud dries, it then becomes a source of substances transmitted by wind and water over the surrounding area. As a result, fragile vegetation ecosystems in the vicinity of floodplains are degraded and fine materials are blown over nearby settlements. In the project *GróGos - An assessment of the risk of late dispersal of sand and silt from sludge after floods in the river Skaftá*, information was obtained on the properties of ecosystems in the affected area of floods in the river Skaftá, considering their ability to withstand sedimentation and prevent the distribution of fine sediments after the floods.

The research area was the area affected by glacial floods in the river Skaftá, extending from Skaftárdalur to the north, the road to the farm Hunkubakki to the east and lagoon Flögulón to the west. The most prevalent habitat types in the area are Icelandic lava field moss heaths, Icelandic lava field shrub heaths and barren Icelandic lava fields. Six sites within the research area were defined to assess the resilience of ecosystems within them and how individual species resisted sediment deposition and their ability to hinder further sediment distribution. This was done through field surveys and analysis of drone images.

Results from these studies were then compared to habitat maps from the same areas. The conclusion was that in all cases the two approaches were quite well matched and therefore a habitat type map could be used to get a complete picture of the resilience of the whole area impacted by floods in the river Skaftá against sedimentation and the further distribution of the sedimentary materials.

Accordingly, a large part of the area has a very limited capacity to withstand the deposition of sedimentary materials and hinder their further distribution. This is especially true where moss is predominant but in such areas the progression of sediment fronts into the lava field have increased considerably in recent years. However, areas dominated by low shrubs have a significant resilience to deposition sedimentary materials, but even so they have declined in many places due to high stress. At the front of the eroded area, where eroded land meets vegetated land, woolly willow was very often dominating species and clearly tolerates significant sand deposition and accumulates sand. The same is true for tea-leaved willow and lyme grass, but both species are much less common at the erosion front. Also, lupin clearly tolerates significant sand deposition. The Soil Conservation Service has revegetated large areas to prevent land degradation in the area, but field surveys indicate that in many places these revegetation areas were under heavy stress due to sand deposition, but repeated fertilizer donations have been beneficial in hampering this. A structured questionnaire survey was used to get information from inhabitants who generally believed that vegetation in the area affected by floods in the river Skaftá had changed a lot. Opinions were divided on revegetation measures in the area so far but agreed that trees, shrubs, and tall herbs were well suited to survive flooding and bind sediments.

Based on these findings proposals have been compiled for actions to strengthen the resilience of ecosystems in the vicinity of the river Skaftá to sedimentation and late distribution of sediment materials. The focus should be on strengthening general reclamation measures as well as strengthening existing vegetation, especially at the erosion front and areas where the erosion front is advancing. Also are proposed ideas to establish groves of trees to limit wind strength and increase the uptake of fine sediment materials inside their source areas.

INNGANGUR

Í þessari skýrslu er greint frá niðurstöðum verkefnisins *GróGos - mat á hættu á síðkominni dreifingu fokefna frá eðju eftir Skaftárhlaup*. Markmið þess var að afla upplýsinga um gerð og ástand vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa og meta getu þeirra til að standast setákomu og hindra dreifingu fokefna að hlaupi loknu. Verkefnið er hluti af hættumati vegna eldgosa á Íslandi (GOSVÁ) sem styrkt er af Ofanflóðasjóði.

Hamfaraflóð hafa fylgt mannkyni frá örófi alda og endurspeglast í sagnaminni ólíkra þjóða á ólíkum svæðum. Slík flóð stafa ýmist af flóðum í ám eftir miklar rigningar og/eða ákafa leysingu þegar ár ryðja sig eða eru sjávarflóð sem tengjast miklum stormum og hárrí sjávarstöðu. Hvoru tveggja er vel þekkt hér á landi. Mestu flóð hér eru hinsvegar jökulhlaup sem orsakast af eldvirkni, annaðhvort flóð úr kötlum undir jöklum þar sem bráðnun af völdum eldvirkni fyllir katlana og veldur reglubundnum flóðum eða flóð eftir eldgos undir jökli. Slík flóð eru að mestu óþekkt utan Íslands. Lengi hefur tíðkast að verjast flóðum með því að reisa varnargarða og hér eru slíkir garðar algengir bæði við ár þar sem jökulhlaup geta orðið og aðrar ár. Vaxandi skilningur er á því að sú aðferðafræði sé ekki einhlít. Af þeim sökum er nú meiri áhersla lögð á notkun náttúrulegra lausna sem byggja á því að þrengja ekki að straumvötnum með varnargörðum heldur efla getu vistkerfa á vatnasviðum til að tempra flóð og draga úr neikvæðum afleiðingum þeirra (Nilsson *et al.* 2018).

Í venjulegu árferði ber Skaftá fram mikið magn af aur en í hlaupum vex framburður árinna gífurlega. Hlaupvatnið ber set og aur út fyrir venjulegan farveg árinna og þar sem jarðlög eru gljúp hripar vatnið niður en aurinn situr eftir. Með hverju hlaupinu sem líður hleðst setið upp, þéttir undirlagið og færir sig lengra út á gróin svæði. Í kjölfarið verður setið uppspretta fokefna sem spilla viðkvæmum vistkerfum í nágrenninu og hafa neikvæð áhrif á lífsgæði íbúa á svæðinu (mynd 1). Mikill áhugi er á því meðal heimamanna að draga úr þessum neikvæðu áhrifum Skaftárhlaupa með markvissri endurheimt vistkerfa á svæðum við Skaftá sem þola ákomu sets og hindra frekari dreifingu þess.



Mynd 1. Rykmistur við þjóðveg 1 í Eldhrauni. Ljós. Pálína Pálsdóttir, janúar 2021.

Figure 1. Dust mist on Highway 1 in the Eldhraun lava field. Ljós. Pálína Pálsdóttir, janúar 2021.

Verkefnið byggir á svipaðri vinnu og í verkefninu GróGos – mat á hættu á síðkominni dreifingu gosefna sem unnið var í nágrenni Heklu, en lokaskýrsla þess verkefnis kom út í mars 2017 (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2017). Þar voru fyrirbyggjandi gögn nýtt til að leggja mat á ástand vistkerfa m.t.t. þess hversu vel þau þola öskufall og hindra öskudreifingu. Síðan voru gögnin sannreynd með vettvangsrannsóknnum. Þó að sú rannsókn hafi fjallað um flutning eldfjallaösku og áhrif þess á gróður er margt í þeirri aðferðafræði sem hægt er að heimfæra á flutning setefna þegar kemur að því að meta getu vistkerfa til að standast slík áföll. Fjölmargir umhverfisþættir hafa áhrif þegar meta á líkur á flutningi setefna, einkum gróðurfar, gróðurþekja, landslag og hrjúfleiki yfirborðs. Helstu niðurstöður verkefnisins sýndu hvernig hægt væri að nýta fyrirbyggjandi gögn eins og vistgerðarkort og hæðarmódel til að flokka gróflega landið allt eftir því hversu viðkvæmt það er gagnvart öskufalli og flutningi ösku í kjölfar eldgosa. Flokkun sem slík er góður grunnur til að draga fram helstu áhættusvæði og leggja mat á hvar er mikilvægt að styrkja gróður eða hefja landgræðsluáðgerðir, sem forvörn fyrir hugsanlegt öskufall (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o. fl., 2017).

Vinna við núverandi verkefni byggði einnig fyrst og fremst á fyrirbyggjandi gögnum; loftmyndum af svæðinu, vistgerðarkorti NÍ, gervitunglamyndum og útbreiðslukorti Skaftárhlaupa frá Veðurstofu Íslands. Einnig voru teknar ljósmyndir úr tveimur mismunandi hæðum með flygildi til þess að greina gróður á afmörkuðum svæðum. Vistgerðarkort NÍ voru notuð til að flokka landið eftir ákveðnum vistgerðareiginleikum með hliðsjón af ljósmyndum teknum með flygildi og í vettvangsferðum ásamt loftmyndum af áhrifasvæði Skaftárhlaupa. Þannig var land á flóðasvæðum greint með tilliti til: (a) Getu vistkerfa til að þola ákomu sets sem berst með hlaupum og (b) getu til að hindra dreifingu fokefna frá setinu. Með slíkri greiningu er hægt að kortleggja hvaða vistkerfi á áhrifasvæði Skaftárhlaupa þola best setákomu með vatni og vindi, hvar þau eru í dag og hvar sé þörf á að efla eða endurheimta slík vistkerfi. Markmiðið er að niðurstöður verkefnisins nýtist til að gera vistheimtaraðgerðir á svæðinu markvissari þannig að þær henti betur til að draga úr neikvæðum áhrifum Skaftárflóða og aðgerðum verði beint inn á þau svæði þar sem þær skila mestum árangri. Verkefnið mun stuðla að: (a) minni spjöllum á einstæðum vistkerfum og (b) jákvæðum áhrifum á heilsufar og lífsgæði íbúa.

1. UM JÖKULHLAUP Í SKAFTÁ

1.1. Fyrri rannsóknir

Við mat á áfallapoli vistkerfa gagnvart seti frá jökulám þarf að huga að mörgum þáttum, eins og jafnan þegar verið er að skoða eða spá fyrir um þróun náttúrulegra ferla. Áhrif sets í Skaftárhlaupum á gróður á svæðinu geta verið margþætt en þau ráðast m.a. af rofmætti hlaupvatnsins, mismunandi þykkt sets, tímasetningu hlaupa, hrjúfleika yfirborðs, halla lands og flutningi jarðvegsefna með vindi og vatni í kjölfar hlaupanna. Mikið er til af rituðu efni hér á landi um hegðun Skaftár og Skaftárhlaupa en helst ber þó að geta hættumats vegna jökulhlaupa í Skaftá sem kom út árið 2018. Í kjölfar Skaftárhlaups í október 2015, sem náði hámarksrennsli um 3000 m³/s og þar með mesta hlaups í Skaftá sem þekkt er, ákváðu

stjórnvöld að fela Veðurstofunni að meta hættu vegna Skaftárhlaupa. Verkið er hluti af heildstæðara eldgosahættumati sem hefur verið nefnt GOSVÁ. Megintilgangur hættumats vegna Skaftárhlaupa er að gera samfélagið betur í stakk búið til þess að takast á við komandi Skaftárhlaup og draga úr tjóni af þeirra völdum (Davíð Egilsson o. fl., 2018; Emmanuel Pagneux o. fl., 2018a; Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson og Davíð Egilsson, 2018b; Esther Hlíðar Jensen o. fl., 2018a; Esther Hlíðar Jensen o. fl., 2018b; Magnús Tumi Guðmundsson o. fl., 2018; Matthías Ásgeir Jónsson o. fl., 2018).

Verkefnið sem hér um ræðir hefur það markmið að kortleggja áfallapol vistkerfa á hluta áhrifsvæðis Skaftárhlaupa með tilliti til ákomu sets og fokefna. Heilmikið hefur verið ritað um sandfok og eðli þess á Íslandi, sérstaklega síðustu árin. Ólafur Arnalds o.fl. (2016) gáfu yfirlit yfir ferlið og áhrif sandfoks góð skil, en þar kemur m.a. fram að sandfok hér á landi er að langstærstum hluta af gosrænum uppruna og að um 22.000 km² hérlendis flokkist sem sandeyðimörk í dag. Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir (2015) gerðu íslenskum jarðvegi góð skil með riti sínu *Að lesa og lækna landið* og mismunandi tegundum jarðvegsrofs. Íslensk eldfjallajörð loðir illa saman og er hætt við rofi. Jarðvegsrof eyðir efsta hluta yfirborðsins, moldinni, þar sem hringrás næringar og vatns eiga sér stað og verður m.a. af völdum vatns, vinda og frosts. Þegar vistkerfi verða fyrir miklu álagi, líkt og við síendurtekin jökulhlaup, eru líkur á að gróðursvörður opnast og verður enn berskjaldaðri fyrir roföflum vatns, vinds og frosts. Vistkerfi í lélegu ástandi hafa því oft ófrjósaman jarðveg, lélega vatnsheldni og litla framleiðslugetu.

Varðandi viðfangsefni þessa verkefnis, áhrif jökulsets á gróður, er ekki á miklum rannsóknum að byggja hérlendis, en töluvert er um erlendar rannsóknir sem fjalla um þetta efni. Þar á meðal eru rannsóknir á því hvernig gróður á flóðasvæðum hefur áhrif á dreifingu sets á flóðasvæðum og söfnun fínefna við gróðurtorfur (Nardin *et al.*, 2016; Gurnell & Bartoldi, 2022). Til eru allnokkrar rannsóknir um áhrif áfoks og ösku á gróður, og mætti mögulega heimfæra þær rannsóknir að mörgu leyti á flutning sets með vindi og áhrif þess á gróður. Tvær vöktunarrannsóknir eru í gangi hérlendis um áhrif áfoks á gróður, annars vegar við Háslón (Elín Fjóra Þórarinsdóttir, o.fl. 2020) og hins vegar við Blöndulón (Borgþór Magnússon o.fl., 2021). Rannsóknir við Blöndulón hafa staðið yfir síðan 1993 en hin síðari ár hefur verkefnið einna helst snúist um að kortleggja sandfok, meta áhrif þess á gróður og mótvægisáðgerðir gegn sandfoki. Sandur fýkur úr lónstæði Blöndulóns inn yfir aðliggjandi mólendi. Sandurinn safnast fyrir í lægðum en þúfnakollar standa víða upp úr. Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. (2009) könnuðu áhrif sandþykktar á gróðurþekju og tegundasamsetningu í áfoksgeira við Blöndulón. Í ljós kom að tegundum fækkaði og gróðurþekja minnkaði með aukinni sandþykkt, og rímar það vel við niðurstöður tilraunar Hörpu Kristínar Einarsdóttur (2007) frá Háslóni og Blöndulóni. Afar fáar tegundir þoldu 10 cm þykkann sand sem bendir til að þolmörk mólendisgróðurs við áfoki séu nærri þeirri sandþykkt. Lágplöntur, svo sem mosi og fléttur, hurfu þar sem sandþykktin var 2,5-5 cm. Flestar blómplöntur, hálfgrös og smárunnar hurfu þar sem sandþykktin var 5-10 cm. Grös (t.d. túnvingull) og runnar (loðvíðir, fjalldrapi og grasvíðir) þoldu áfokið best, stóðust þykkann sand eða juku þekju sína (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl., 2009).

Gróður á mörkum vatna- og þurrlendisvistkerfa gegnir mikilvægu hlutverki vistkerfaþjónustu, en það kallast sá ávinningur sem náttúrulegt umhverfi veitir mönnum. Meðal þessara hlutverka er vatnsmiðlun sem m.a. temprar flóð og þurrka, aukin vatns- og loftgæði, aukinn líffræðilegur fjölbreytileiki, vörn gegn jarðvegsrofi sem og stuðlar að jarðvegsmyndun og kolefnisbindingu (Riis o.fl., 2020). Þroskuð tré og gróður hafa meira þol gagnvart skyndilegum umhverfisbreytingum en græðlingar sem sýna sneggri viðbrögð við t.d. breyttri vatnshæð og setlagi (Walls o.fl. 2005). Við nýsáningu og gróðursetningu er því nauðsynlegt að velja staðsetningu af kostgæfni til að auka líkur á lifun. Endurheimt vistkerfa og/eða uppbygging vistkerfa með gróðursetningu svokallaðra trjáeyja (e. tree islands) hefur verið að ryðja sér til rúms að undanfögnu og hér hefur þessari aðferð verið beitt í stórum stíl við endurheimt birkis og víðis í nágrenni Heklu til að auka áfallaþol svæðisins gagnvart öskufalli (Aradóttir & Halldórsson, 2018). Þar er um ódýrari og náttúrulegri leið að ræða heldur en að gróðursetja mikið magn á stórum svæðum sem óvíst er hvort lifi af. Auk þess auka trjáeyjur hrjúfleika landslags og hjálpa þannig til við að binda agnir í lofti og vatni svo sem fræ og set (Holl o.fl., 2020). Erlendar rannsóknir hafa beinst að áfallaþoli ýmissa flóðaþolinna tegunda, svo sem hlýns, asks og eikar (Walls o.fl. 2005), ryðelris og stara (Ewing, 1996), gagnvart vatnságangi, flóðum og framburði. Niðurstöður leiddu í ljós að þó að tegundirnar þyldu flóð, jafnvel til lengri tíma, þá var ekki það sama að segja um framburð. Síðustu áratugi hefur notkun innlendra tegunda við uppgræðslur og landbætur farið vaxandi hér á landi (Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir, 2004) og er það í samræmi við ákvæði samnings Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni sem Ísland hefur verið aðili að síðan 1994. Í samningnum kveður auk þess m.a. á um að stuðla beri að vernd náttúrulegra búsvæða og vistkerfa, að endurheimta skuli illa farin vistkerfi og að koma skuli í veg fyrir innflutning erlendra tegunda sem ógna vistkerfum, búsvæðum eða tegundum (Sameinuðu þjóðirnar, 1992). Innlendar víðitegundir hafa töluvert verið rannsakaðar með tilliti til landgræðslu hér á landi (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006). Víðiplöntur eru öflugir landnemar á gróðursnauðu eða lítið grónu landi (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon, 1992; Gretarsdóttir o.fl., 2004) og eru þekktar fyrir jákvæð áhrif á aðrar tegundir sem vaxa í nágrenni þeirra, svo sem að smita birki af svepprót víðisins sem eykur vaxtar og lífsmöguleika birkisins (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1992), veita skjól og stuðla að snjósöfnun sem skiptir máli fyrir vatnsbúskap og áhrif á gróðurskilyrði í nágrenni þeirra sem og virka sem gildur sem safna fræjum, raka og næringarefnum (Tongway og Ludwig 1997).

Þegar meta á áfallaþol vistkerfa gagnvart jökulhlaupum er ekki hægt að komast hjá því að hafa loftslagsbreytingar í huga þar sem hnattræn hlýnun getur aukið áhættu fyrir sumar tegundir náttúruvár svo sem tíðni og umfang jökulhlaupa (Halldór Björnsson o.fl., 2018). Samkvæmt skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar (Halldór Björnsson o.fl., 2018) hafa langtíma hitafarsbreytingar á Íslandi verið um 4°C sem er mun meira en hnattrænar breytingar á sama tíma. Líklegt þykir að það hlýni áfram á Íslandi og hafsvæðinu umhverfis landið 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 hærri heildarúrkomu geti þurrkdögum einnig fjölgað (Halldór Björnsson o.fl., 2018). Sökum hnattrænnar hlýnunar munu leysingaflóð frá jöklum aukast verulega en einnig gætu líkur aukist á því að farið geti saman mikil úrkoma og leysing jökla sem valdið geta stærri flóðum en nú þekkjast en rannsóknir hafa sýnt að skyndileg aukning slíkra flóða hefur einnig orðið á fyrri hlýjum tímabilum (Halldór Björnsson o.fl., 2008; Knox, 2000). Með aukinni bráðnun jökla samfara hækkandi hitastigi, breytingu á úrkomu úr snjó í rigningu og aukinni úrkomuákefð, má því gera ráð fyrir auknum framburði frá íslenskum jökulám þegar líður á öldina. Þar með má reikna með að aukinn framburður verði í Skaftá. 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 hlaupunum fjölgi frekar en fækki. Hins vegar geta orðið breytingar á umfangi katlanna og þar með hversu mikið vatn þarf til að fylla þá sem gerir það að verkum að erfiðara getur verið að segja fyrir um hlaup (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl., 2018).

1.2. Skaftá

Skaftá er lindarskotin jökulá og kemur jökulþátturinn undan Skaftárkötlum í Vatnajökli (mynd 2.). Katlarnir eru tveir, Eystri- og Vestari- Skaftárketill. Undanfarin ár hefur jökulþátturinn vaxið úr 25 m³/s í 45 m³/s að meðaltali og stafar það að mestu af hörfun jökla sem fylgir loftslagsbreytingum (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018a). Undir kötlunum eru öflug jarðhitasvæði sem bræða ísinn og lægð myndast í yfirborðið. Bræðsluvatnið safnast fyrir undir lægðinni og hleypur fram þegar vatnsþrýstingur er orðinn hærri en jökullinn nær að halda. Vatnið leitar þangað sem fyrirstaðan er minnst, eftir farvegi Skaftár. Flóð í Skaftá eru af tvenns konar uppruna, annars vegar jökulhlaupin sjálf og hins vegar leysingaflóð sem stafa af úrkomu og hita (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018b). 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. Árstíðasveifla í leysingu og breytileiki í veðurfari sem orsaka aukið innrennsli ráða þannig nokkru um tímasetningu hlaupa og stjórna að hluta hversu langur tími líður á milli þeirra. Flest Skaftárhlaup verða því á sumrin. (Davíð Egilsson o.fl., 2018).

Skaftárhlaup hafa komið með nokkuð reglulegu millibili, á tímabilinu 1955-2010 komu hlaupin nánast árlega (Davíð Egilsson o.fl., 2018). Heimildir eru um hlaup í Skaftá fyrir 1955 en þau hafi einungis komið úr eystri katlinum og verið mun minni en þau sem síðar komu (Helgi Björnsson, 1977), líklega vegna þess að þá fóru þau um Langasjó og rennslið jafnaðist þar út og meginhluti aursins settist þar til (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson, 1996). Eystri ketillinn er stærri og hlaupin sem úr honum koma eru meiri en hlaup sem koma frá vestari katlinum (Helgi Björnsson, 1977; Snorri Zóphóníasson, 2002; Auður Atladóttir o.fl., 2013). Á síðustu 80 árum hafa Skaftárkatlar vaxið úr því að vera lítið jarðhitasvæði með samanlagt varmafl nokkur hundruð MW, yfir í að verða eitthvert öflugasta jarðhitasvæði landsins með heildarafl 1400-1600 MW. Vísbindingar síðustu ára benda til að aukin jarðhitavirkni í eystri katlinum, samfara víkkun hans, geti leitt til þess að hlaup þaðan verði sjaldnar en stærri og að vestari ketillinn bregðist við vaxandi virkni með tíðari hlaupum (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl., 2018).



Mynd 2. Farvegir Skaftár og Kúðaflióts. Ofan við Sveinstind flæmist Skaftá um aura og rennur í tveimur megin kvíslum niður að Tröllhamri en í hlaupum og miklum vatnavöxtum flæmist hún um hraunið austan við meginfarveginn. Kvíslarnar tvær sameinast aftur við Sveinstind og falla í einum farvegi niður fyrir Skaftárdal. Vatnasvið Skaftár ofan Skaftárdals er 1409 km² (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018a).

Neðan Skaftárdals skiptist Skaftá í tvær megin ár, Eldvatn að vestan og Skaftá að austan 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). Í Skaftárhlaupum ber Eldvatnið stærstan hluta flóðvatnsins og er stór hluti Eldhrauns fyrir ofan Þjóðveg þá umflotinn hlaupvatni (Davíð Egilsson o.fl., 2018). Eldvatn fellur í Flögulón og sameinast Tungufljóti og Hólmsá og rennur til sjávar sem Kúðafljót. Minnihluti flóðvatnsins, rennur fram austanmegin, sem Skaftá, í átt að Kirkjubæjarklaustri og til sjávar um Skaftárós. Þriðja kvíslin, Árkvíslar, rennur út á Eldhraun, hripar þar niður og kemur fram í lækjum í Landbroti og Meðallandi. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir 2023.

Figure 2. The channels of the river Skaftá and the river Kúðafljót. North of Sveinstindur the river Skaftá spreads over a wide area covered with gravel and flows in two main branches down to Tröllhamar. The two branches reunite at Sveinstindur and flow in one channel below Skaftárdalur. The catchment area of the river Skaftá above Skaftárdalur is 1409 km² (Esther Hlíðar Jensen *et al.*, 2018a). Below Skaftárdalur the river Skaftá divides into two main rivers: the river Skaftá to the west and the river Eldvatn to the east, but the structure of the alluvial fan of the river below Skaftárdalur controls the water flow into the two main rivers. This depends mainly on the sediment transport during floods in the river Skaftá (Snorri Zóphóníasson, 2015). During floods in the river Skaftá, most of the flood water flows through the river Eldvatn and a large part of the lava field Eldhraun north of Þjóðvegur 1 (Highway 1) is covered by flood water (Davíð Egilsson *et al.*, 2018). The river Eldvatn flows into the lagoon Flögulón and merges with the river Tungufljót and the river Hólmsá and flows to the sea as the river Kúðafljót. The minor part of the floodwater flows on the east side, as the river Skaftá, towards Kirkjubæjarklaustur, and into the sea at Skaftárós. The third channel, the river Árkvíslar, flows over the lava field Eldhraun, where it seeps down into the porous lava and later reappears in several streams in Landbrot and Meðalland. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir 2023.

Fylgni er á milli hámarksrennsli og tímans frá síðasta hlaupi. Í kjölfar lengsta hlés milli hlaupa 2010-2015 úr eystri katlinum kom mesta Skaftárhlaup sem vitað er um í október 2015 með rennsli um 3000 m³/s (Davíð Egilsson o.fl., 2018). Sumarið 2018 hljóp úr báðum Skaftáarkötlum samtímis og var það í fyrsta skipti sem vitað var að slíkt hafi gerst (Magnús Tumi Guðmundsson o.fl., 2018).

Vatnafræði Skaftársvæðisins er með því flóknara sem gerist á landinu og eru þar mörg samverkandi atriði sem hafa áhrif. Jarðfræði svæðisins er flókin og hefur mikil áhrif á grunnvatnsstrauma auk þess sem tímabundnar breytingar á rennsli og framburði sets á svæðinu hafa mikil áhrif á farveg Skaftár (Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir, 2005). Rennslið er sveiflukennt og ræðst oftast af veðurfari, ekki aðeins síðustu klukkustunda, heldur daga og vikna, jafnvel ára. Það koma vatnsrík og vatnsrýr ár, sem dæmi hefur vatnsríkasta árið mælst með 80% meiri meðalársrennsli en það vatnsrýrasta í Skaftá við Skaftárdal. Í miklum frostavetrum hefur rennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur farið niður í nærri 5 m³/s í langan tíma en aðra vetur geta verið langtíma hlýindi og rigningar. Þegar jörð er freðin og grunnvatnsstaða lág hafa vatnsveður og jökulhlaup lítil áhrif á rennsli linda, þar sem krapu getur frosið í lautum og lekt yfirborðið þéttist (Kristinn Einarsson, Freysteinn Sigurðsson og Snorri Zóphóníasson, 1997). Aurburður og vatnsrof

Í venjulegu árferði ber Skaftá fram mikinn aur en þessi aurburður er bergmylsna sem Skaftárjökull hefur sorfið upp úr undirlagi sínu. Um miðja 20. öld urðu umskipti þegar jökulhlaup í núverandi mynd hófust og hefur aurburður farið vaxandi síðan (Esther Hlíðar

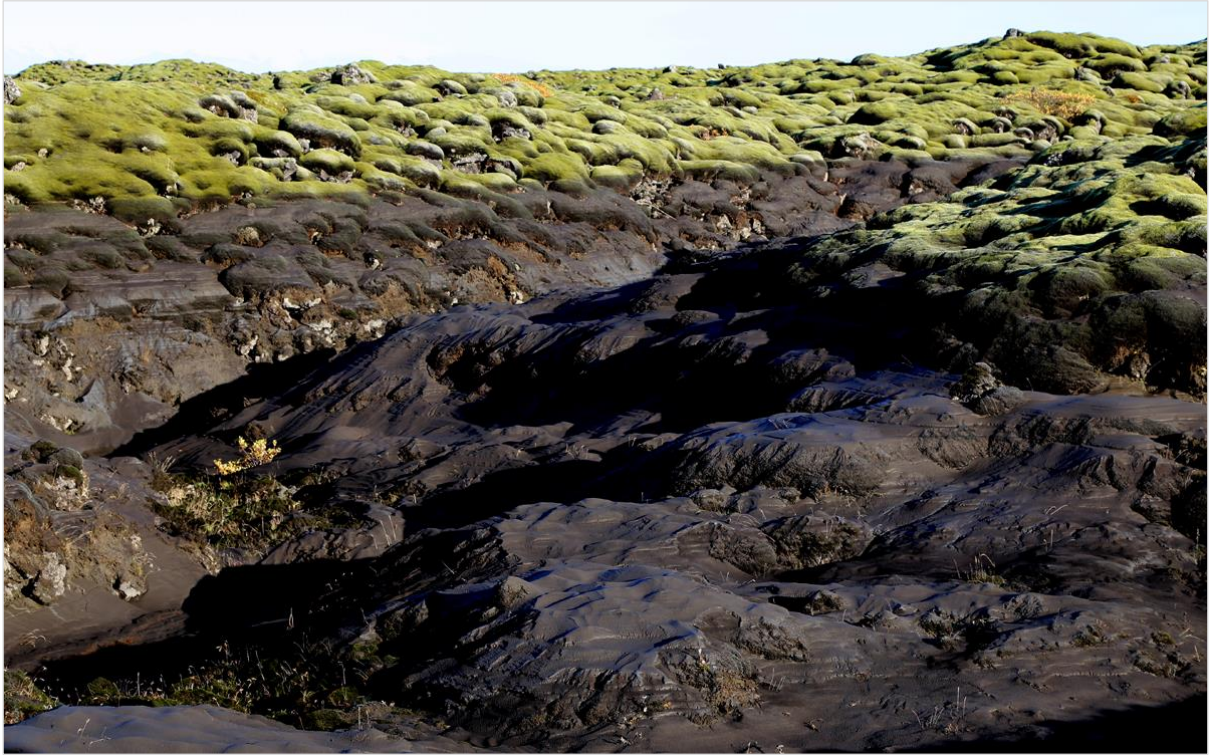
Jensen o.fl., 2018a). Aurburðurinn vex yfirleitt mjög ört við vaxandi rennsli eins og í leysingum og í hlaupum. Í Skaftárhlaupum berst fram gífurlegt magn af aur en halli og lögum landsins hefur mest áhrif á það hvar framburðurinn sest til eða hvar vatnsflaumurinn nær að rjúfa undirlagið og bera rofefni með sér. Þegar halli lands minnkar dregur úr straumhraða og aurinn fellur til botns og þannig myndast aurar niður eftir farveginum eða aurkeilur við endurtekin flóð. Hrjúfleiki yfirborðsins hefur einnig veruleg áhrif á straumhraða vatns. Ný hraun eru hrjúf en með aurburði fyllast dældir og glufur smám saman og hrjúfleikinn minnkar auk þess sem vatnið nær ekki að seytla niður í hraunið. Með þessu móti hafa síendurtekin hlaup sjálf áhrif á yfirborðið, flóðhraða og legu hlaupfarvegarins. (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018a og 2018b).

Aurburður skiptist í tvo flokka eftir kornastærð, *svifaur* sem berst upp hrærður með árvatni og *skriðaur* (stundum kallað botnskrið) sem berst fram eftir árbotninum. Svifaur skiptist svo í undirflokk eftir kornastærð; grófur svifaur (>0,02 mm) kallast sandur og mór og fínn svifaur (<0,02 mm) kallast méla og leir (Svanur Pálsson 1990; Svanur Pálsson, Snorri Zóphóníasson, Hrefna Kristmannsdóttir og Páll Jónsson, 1999). Mælingar hafa sýnt að framburður í einstökum hlaupum, sem standa yfir í nokkra daga, getur orðið álíka mikill og Skaftá ber fram á heilu ári án hlaupa. Framburður hlaupsins 2015 var sá langmesti sem mælst hefur til þessa, talið er að á bilinu 8,6-14,1 milljón tonn af svifaur hafi borist fram eða um 20-53% meira en í hlaupinu 1995 sem var stærsta mælda hlaup fram að því (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018b). Kornastærðargreining gaf til kynna að um 80% af svifaurnum við Sveinstind væru fínefni þ.e. kornastærð minni en 0,06 mm. Það tekur fínefna svifaur langan tíma að setjast og því þurfa að koma til "gildrur" ef efnið á ekki að flytjast allt til sjávar. Mestur hluti framburðar sem berst með Skaftárhlaupum sest til í hlaupfarveginum þegar hlaupvatn sjatnar en hluti hans berst til sjávar (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018b).

Setsöfnun á hálendinu er einkum bundin við aurkeiluna við Fögrufjöll og stöðuvatns sem er sunnan við keiluna. Samkvæmt mælingum á samanlögðum svif- og skriðaurframburði Skaftár við Sveinstind, síðustu 30 ár, hefur verið ályktað að a.m.k. 7,5 milljón tonn af efni fari af stað árlega frá jökuljaðrinum og af þeim verði 2 milljón tonn eftir í aurkeilunni við Fögrufjöll en 5,5 milljón tonn flytjast áfram niður farveginn (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018a).

Neðan Skaftárdals breiðir áin úr sér, vatn fer yfir stóran hluta Skaftáreldahrauns í hlaupum og skilur eftir sig aur og sand í gróðri. Þegar jökulár sem innhalda mikinn aur ná að renna fram á nútímahraun, hripar vatnið niður og skilur aurinn eftir sem smám saman fyllir allar glufur hraunnanna. Eldhraun hefur þést verulega frá sjötta áratug síðustu aldar og m.a. haft veruleg áhrif á grunnvatnsrennsli í Landbroti og Meðallandi.

Þykkt setlags ræður miklu um það hvort gróður lifir af eður ei. Eftir því sem þykktin er meiri verða afleiðingarnar meiri. Við Brest eru víða samfelld sandsvæði þar sem einungis melhólar standa upp úr en annars staðar, eins og t.d. við veginn að Skál, eru mosagrónir hraunbollar að fyllast af efni (mynd 3. Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóla Þórarinsdóttir 2016).



Mynd 3. Framburðarset í Eldhrauni eftir Skaftárhlaupið 2015. Ljós. Myndasafn Landgræðslunnar, október 2015.

Figure 3. Sediments transported by water into the lava field Eldhraun after the glacial flood in the river Skaftá in 2015. Photo: The Soil Conservation of Iceland, October 2015.

Vatnsrof verður m.a. þegar vatn rennur eftir yfirborðinu þar sem jarðvegur er ekki hulinn gróðri t.d. á illa grónu landi. Á þennan hátt getur flust gríðarlegt magn jarðvegs undan halla út í ár og vötn með tilheyrandi afleiðingum (Ólafur Arnalds og Ása L. Aradóttir, 2015). 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. Rofmáttur hlaupanna og framburðargeta þeirra ræðst mikið til af hámarksrennsli en heildarrúmtak hlaupanna ræður miklu um hve langt framburðurinn nær fram á hraunið. Á meðan flæðið út á hraunið er umfram það sem streymir í gegnum það safnast vatnið upp og teygir sig lengra og lengra. Vatnið í hrauninu eykst því þar til hlaupinu er nær lokið og áin er að mestu lögst aftur í farveg sinn (Davíð Egilsson o.fl., 2018).

Undanfarna áratugi hafa mannlegar aðgerðir átt stóran þátt í rennslisbreytingum kvísla úr Skaftá, þar sem ýmist er verið að hindra Skaftá í að renna út á hraunið eða veita vatni úr Skaftá og álum hennar út á hraunið. Fyrir ítarlegri fróðleik um vatnaveitingar í Eldhrauni er bent á skýrslu Snorra Zóphóniássonar frá árinu 2015 á áhrifum náttúrulegra breytinga og veitumannvirkja á vatnafar í Eldhrauni.

1.3. Flutningur setefna með vindi og vindrof

Það er ekki einungis þykkt setlags sem situr eftir í kjölfar hlaupa sem ákvarðar hvernig vistkerfum reiðir af heldur getur vindrof á milli hlaupa ekki síður valdið skaða á gróðri. Vindhraði stjórnar mestu um áfok og vindrof en aðrir þættir eins og kornastærðarsamsetning, hrjúfleiki yfirborðs, gróðurþekja og veðurfarsþættir hafa einnig áhrif (Rose, 1998; Zobeck o.fl., 2003). Efni berast með vindi á þrenns konar hátt; *skrið* (e. creep) er hreyfing stærstu kornanna eftir jörðu, *svif* (e. suspension) lýsir hreyfingu smæstu kornanna sem þyrlast hátt í loft og valda rykmekki í loftinu. Þau geta borist langar leiðir en valda yfirleitt ekki skaða á gróðri. Þriðji flutningsmátinn er *skopp* (e. saltation) sem lýsir hreyfingu stærri korna sem eru þó nógu smá til að takast á loft. Talið er að stærstur hluti fokefna berist með skoppi (Hudson, 1981) og að því fylgi einnig mesti rofkrafturinn. Jarðvegskorn takast á loft en skella síðan niður aftur og við áreksturinn losnar um fleiri korn sem stigmagnar rofið (Bagnold, 1941).

Sandur og leir úr sandsvæðum við Skaftá fýkur yfir gróður sem verður við það sandi orpin (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl., 2012). Á öllum þessum rofsvæðum eru megin rofgerðirnar fyrst og fremst sandur og áfok inn á gróin svæði og er útbreiðsla þeirra mjög mikil (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2016). Eftir því sem framboð fokefna eykst er meiri hætta á vindrofi og er það í samræmi við niðurstöður rannsóknar á vindrofi á landslagsskala sem gerð var á Hekluskógasvæðinu (Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2010).

Þegar þurrt og vindasamt er í veðri fara áfoksefni á ferð sem veldur því að mistur liggur yfir stóru svæði meðfram farvegi Skaftár, allt frá Skaftártungu, niður Eldhraun og að Kirkjubæjarklaustri. Þá tala heimamenn um að það sé mikið mor í loftinu þegar leirinn fýkur. Eftir Skaftárhlaupið 2015 var mikið uppfok á áhrifasvæði hlaupanna í byggð og hafði það t.d. neikvæð áhrif á loftgæði, umferðaröryggi og gróður (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir 2016; Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2019).

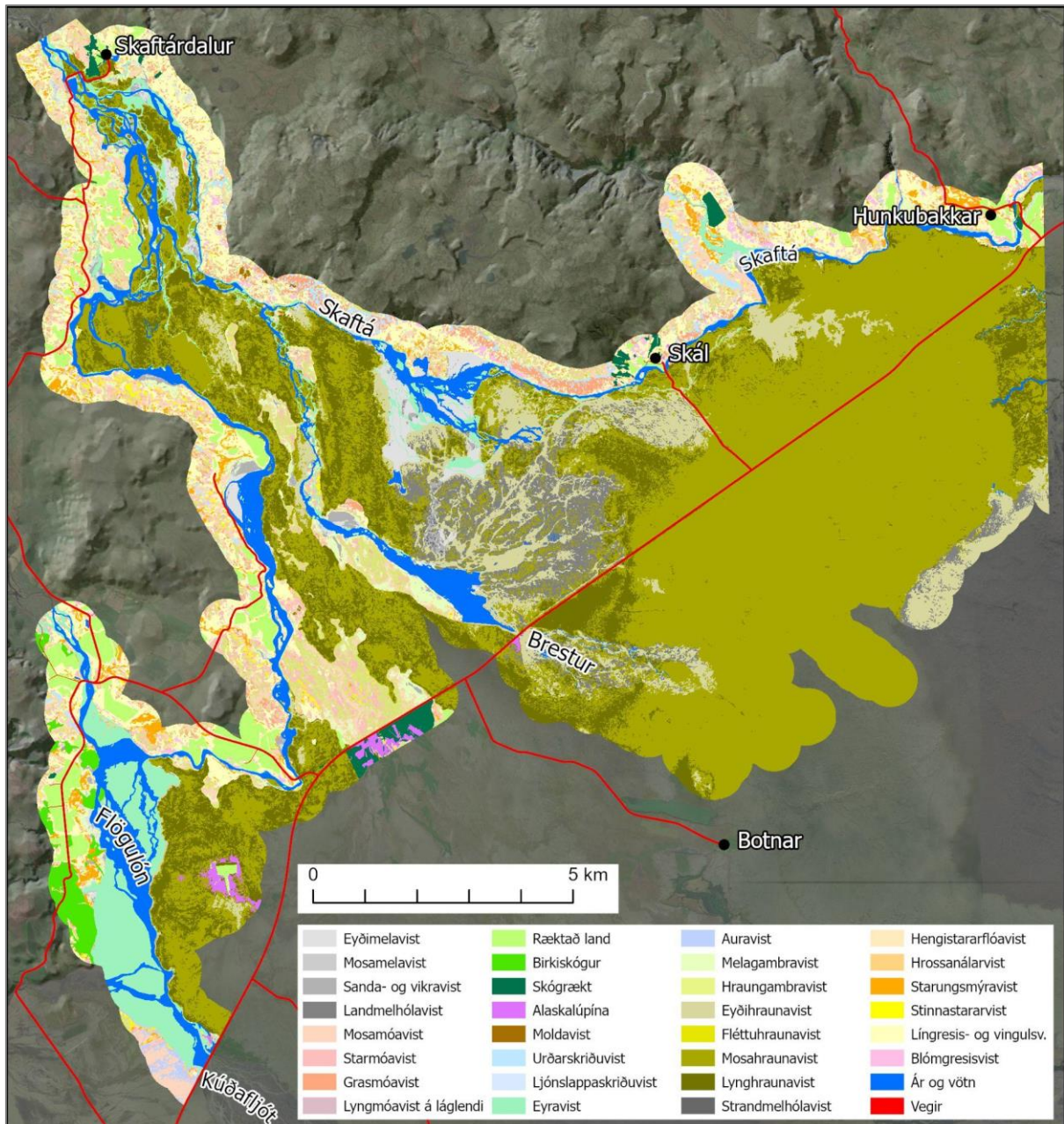
Landmótun mun halda áfram í Eldhrauni því auk þess gífurlega magns af sandi og leir sem nú er á svæðinu þá bætist sífellt meira við með framburði Skaftár. Magn fokefna inn á hraunið eykst eftir því sem Skaftá hleður meira undir sig og flæmist lengra inn á það. Varnir gegn landbroti á áhrifasvæði Skaftár eru gríðarlega kostnaðarsamt og umfangsmikið verkefni (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2012; Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2016). Áfram verður þörf á uppgræðslu á næstu áratugum til að verja byggð en nauðsynlegt er að horfa til nýrra og sjálfbærari leiða með náttúrumiðuðum lausnum.

2. RANNSÓKNARSVÆÐIÐ

Rannsóknarsvæðið er áhrifasvæði Skaftárhlaupa í byggð og afmarkast af Skaftárdal að norðan, afleggjaranum að Hunkubökkum að austan og Flögulóni að vestan. Afmörkunin tekur mið af því að á þessu svæði er mest útbreiðsla vatns í Skaftárhlaupum og mest álag á vistkerfin bæði í hlaupum og í kjölfar hlaupa. Einnig var horft til þess að þarna eru meiri líkur á árangri af vistheimtaraðgerðum vegna hæðar yfir sjávarmáli ásamt því að aðgengi er betra þarna heldur en víða á hálendinu.

2.1. Gróðurfar og gróðureyðing

Samkvæmt vistgerðakortum Náttúrufræðistofnunar Íslands eru ríkjandi vistgerðir á rannsóknarsvæðinu mosahraunavist og lynghraunavist, auk þess er eyðihraunavist talsvert útbreidd (mynd 4). Fjölbreytni í gróðurfari er ekki mikil á svæðinu en hraungambri og lyngróður er áberandi ásamt loðvíði, gulvíði, melgresi, lúpínu og afmörkuðum birkisvæðum.



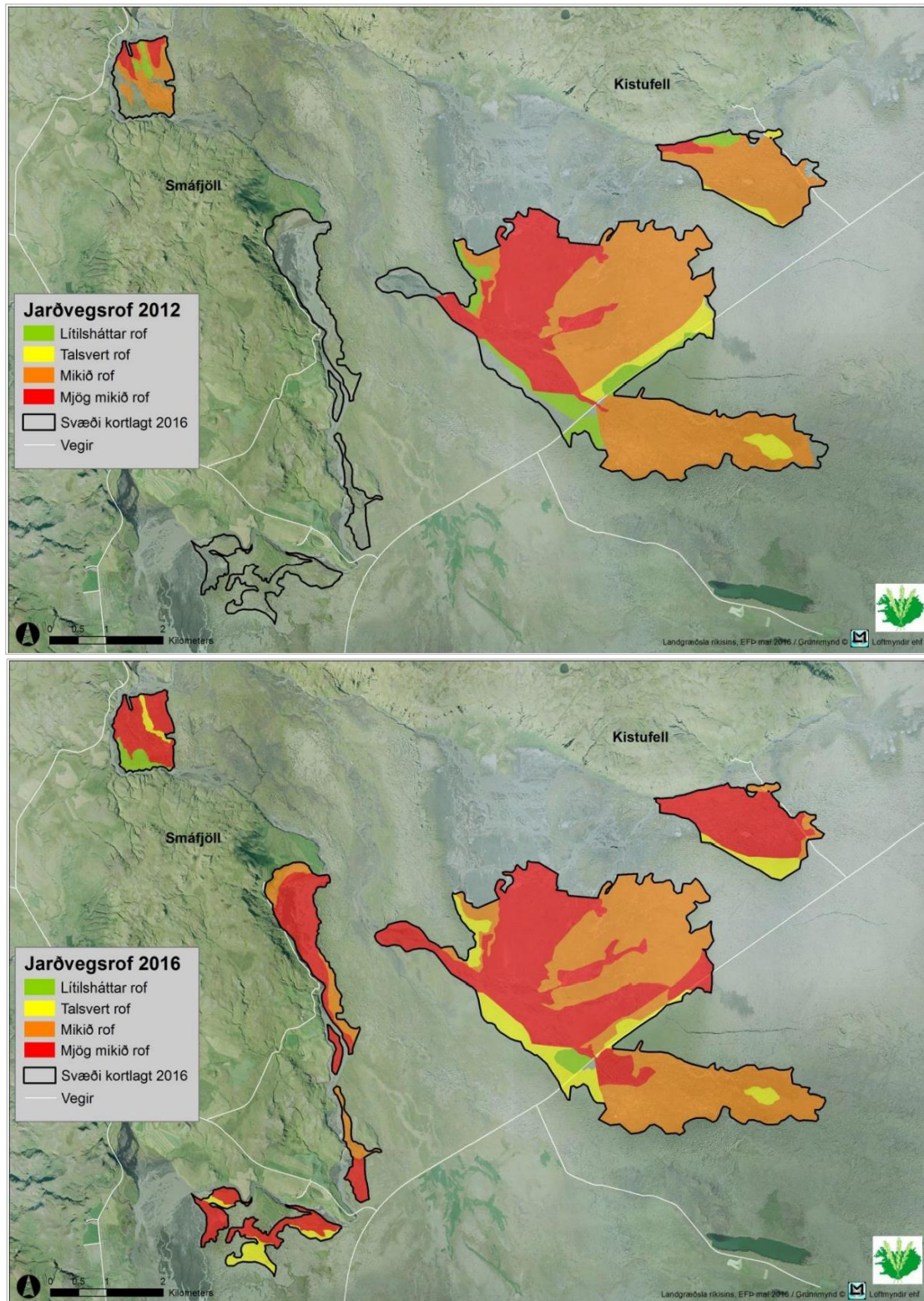
Mynd 4. Yfirlit vistgerða á rannsóknarsvæðinu. Norðurmörk svæðisins eru við Skaftárdal, austurmörk við afleggjarann að Hunkubökkum og vesturmörk við Flöguþón. Að öðru leyti afmarkast svæðið til vesturs og norðurs við útbreiðslusvæði hlaupsins frá árinu 2015 að viðbættu 500m jaðarsvæði. Vistgerðir eru mun fjölbreyttari í jaðri svæðisins, þ.e. á því svæði sem hlaupvatn rann ekki yfir, t.d. norðan Skaftár og vestan Eldvatns. Sá hluti svæðisins sem hlaupvatnið 2015 fór yfir og svæðið milli hlaupvatnsfarveganna, einkennist af mosahraunavist, lynghraunavist og eyðihraunavist.

Vistgerðarkortið er unnið á grundvelli myndar frá RapidEye gervitungli frá 9. ágúst 2011 (Jón Gunnar Ottósson, o.fl., 2016). Grunnmynd: Imagery © 2021 Maxar. Kortagerð: Fanney Ósk Gísladóttir 2023.

Figure 4. Overview of habitat types in the research area. The northern boundary of the area is at Skaftárdalur, the eastern boundary at the road to the farm Hunkubakkar and the western boundary at the lagoon Flöglón. In other respects, the area is bounded to the west and north by the spread of the flood, with the addition of a 500m perimeter. Habitat types are much more diverse at the edge of the area, i.e. in the area over which flood water did not flow, e.g. north of the river Skaftá and west of the river Eldvatn. The part of the area overflowed by the flood water in 2015 and the area between the flood waterways, is characterized by Icelandic lava field moss heaths (i.s. mosahraunavist), Icelandic lava field shrub heaths (i.s. lynghraunavist) and Barren Icelandic lava fields (i.s. eyðihraunavist). The habitat map is processed on the basis of an image from RapidEye satellite 9. August 2011 (Jón Gunnar Ottósson, o.fl., 2016). Background image: Imagery © 2021 Maxar. Map: Fanney Ósk Gísladóttir 2023.

Miklar breytingar hafa orðið á gróðurfari og jarðvegsrofi á svæðinu síðustu áratugi, fyrst og fremst vegna aukins ágangs sands og jökulleirs frá Skaftá, bæði í sumarrennsli og vegna tíðra jökulhlaupa í Skaftá en einnig vegna vatnaveitinga út á Eldhraunið (Fanney Gísladóttir, 1997; Elín Fjóra Þórarinsdóttir, o.fl. 2012). Landgræðslan hefur áætlað að á síðastliðinni hálfri öld, eða síðan vart varð við Skaftárhlaup í núverandi mynd, hafi u.þ.b. 3000 hektarar af grónum svæðum við Skaftá farið undir sand og jökulleir (Gústav M. Ásbjörnsson o.fl., 2015). Gróðureyðing hefur verið mest í Eldhrauni og þar er nú talin ein örasta gróðureyðing á Íslandi (Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Gústav Ásbjörnsson og Sveinn Runólfsson, 2008). Jarðvegsrof og gróðurfar var kortlagt í hluta Eldhrauns af starfsmönnum Landgræðslunnar í september 2012. Samkvæmt niðurstöðum kortlagningarinnar (mynd 5a, efri mynd) var mjög mikið rof á tæplega 20% svæðisins og mikið rof á um 50% svæðisins árið 2012 (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2012).

Til að meta afleiðingar hlaupsins 2015 var sama svæði skoðað aftur í apríl 2016 og borið saman við jarðvegsrof 2012 (mynd 5b, neðri mynd). Munurinn á jarðvegsrofi var greinilegur þar sem svæði með mjög mikið rof árið 2016 mældust á 50% svæðisins og mikið rof á 39% svæðisins. Svæðið sem var kortlagt var um 2.347 hektarar en 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 5a-b. Jarðvegsrof í Eldhrauni skv. kortlagningu í a) efri mynd, september 2012 og b) neðri mynd, apríl 2016 miðað við hæstu einkunn rofkvarðans fyrir hvert svæði (sem spannar frá lítlisháttar rofi til mjög mikils rofs). Útlínur þeirra svæða sem kortlögð voru 2016 eru sýnd með svörtum línum en hluti þeirra var ekki kortlagður 2012 (úr Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóla Þórarinsdóttir, 2016).

Figures 5a-b. Soil erosion in the Eldhraun lava field based on mapping in a) upper image, September 2012, and b) lower image, April 2016 based on the maximum erosion character recorded for each area (ranging from slight erosion to intensive erosion). The borders of areas mapped in 2016 are shown by

a black line, but part of this was not mapped in 2012 (from Gústav M. Ásbjörnsson and Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2016). Texts in figure: Jarðvegsrof = Soil erosion. Lítilsháttar rof = Slight erosion. Talsvert rof = Considerable erosion. Mikið rof = Intensive erosion. Mjög mikið rof = Very intensive erosion.

2.2 Set og áfok

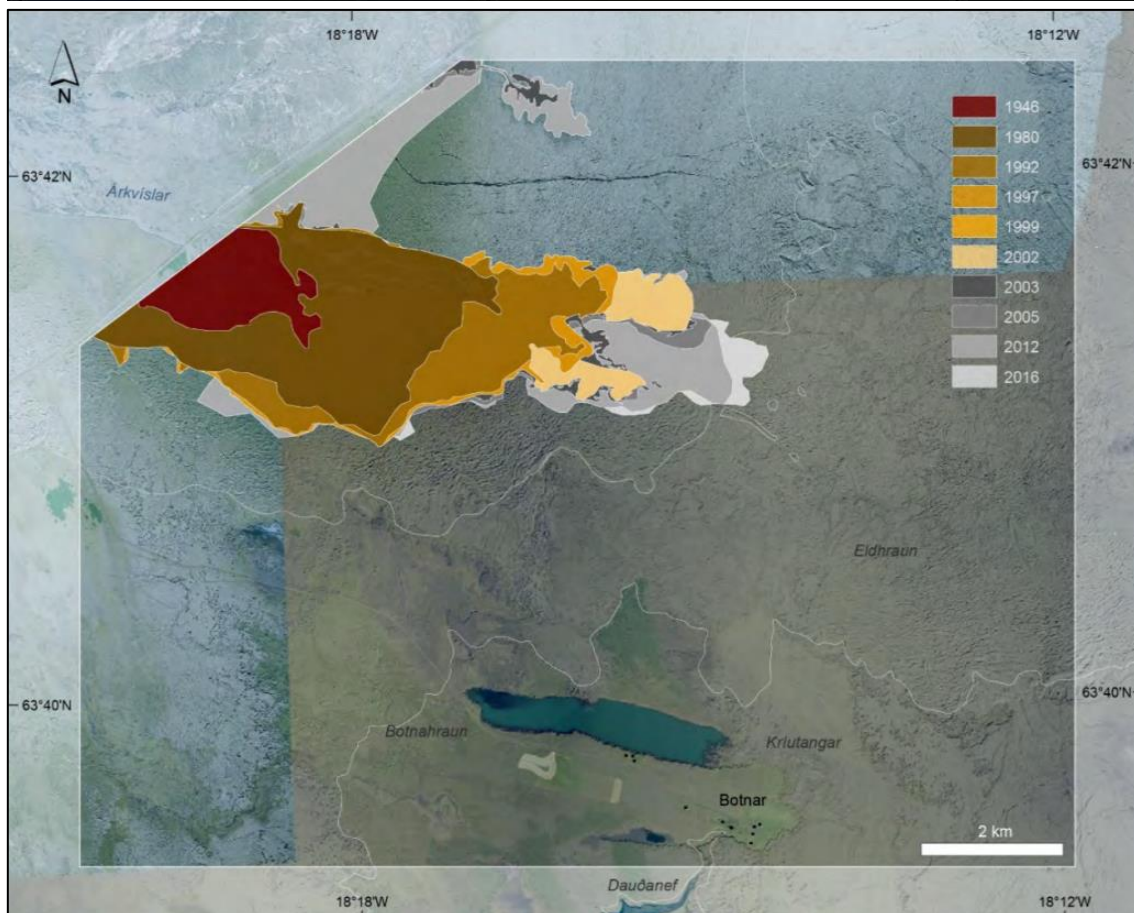
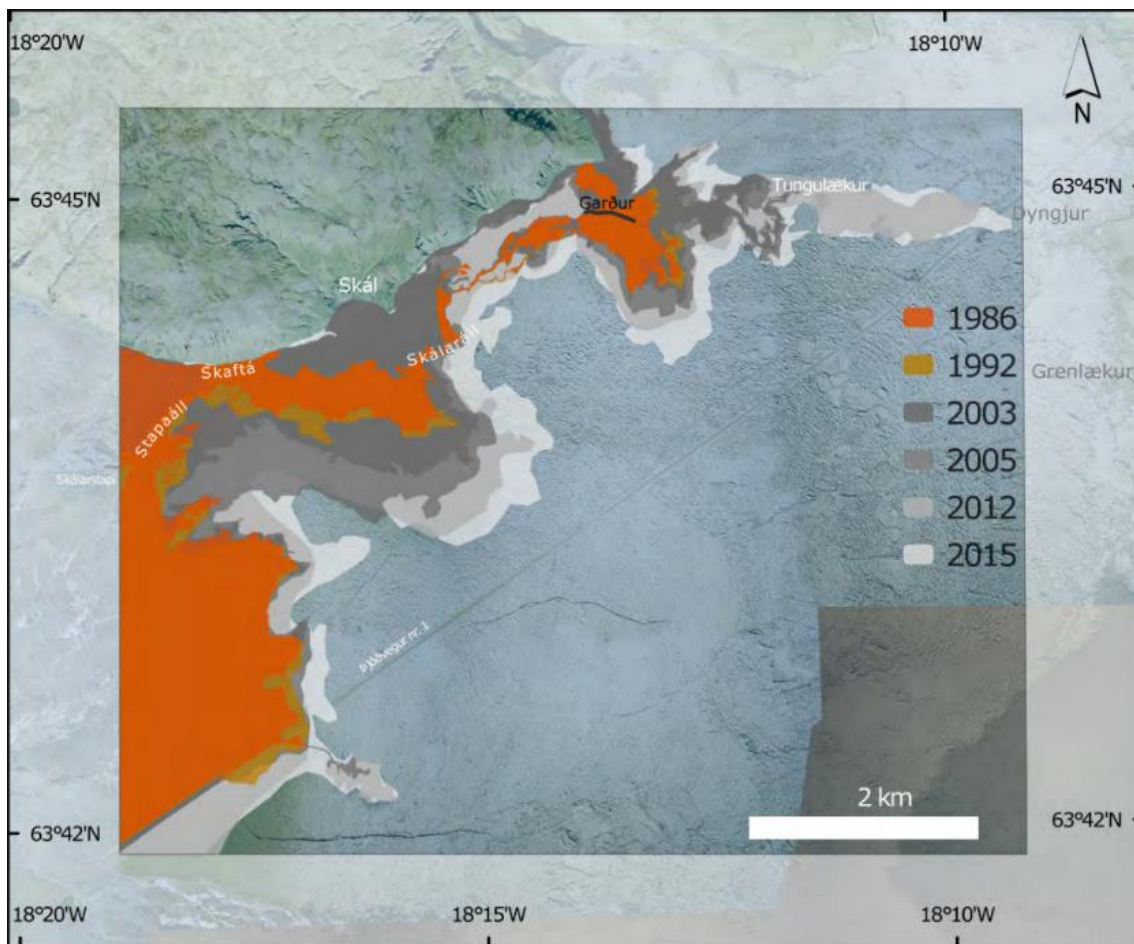
Setsöfnun innan rannsóknarsvæðisins er mest áberandi í Eldhrauni, sem fyllist smám saman af sandi þegar gruggugt flóðvatn leggst yfir hluta hraunsins. Í kjölfar flóðanna fýkur aur úr flóðafarvegnum og þéttir hraunið enn meir, (Snorri Zóphóniásson og Svanur Pálsson, 1996; Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl., 2008; Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018a). Á loftmynd af svæði austan við Skál, sést glögg að framburðarefni hafa fokið frá vatnsfarvegnum inn í mosavaxið hraunið (mynd 6).



Mynd 6. Áfok frá flóðafarvegi Skaftár við Skál, austast á rannsóknarsvæðinu. Flóðafarvegurinn er ljósgrár af jökulvatni og liggur út í mosann en áfok frá honum fergir mosann og gerir hann dökkan að sjá. Efst á myndinni eru tveir smærri áfoksgeirar frá farvegi Skaftár. Grunnmynd: Imagery © 2021 Maxar. Kortagerð. Fanney Gísladóttir, 2023.

Figure 6. Sand drifts from the floodplain of the river Skaftá by the farm Skál, easternmost on the research area. The flood channel is light grey of glacial water which flows into the moss. Sand drift from the flood plain covers the moss and makes it dark to see. At the top of the picture are two smaller sand drift fronts from the channel of the river Skaftá. Background image: Imagery © 2021 Maxar. Kortagerð. Fanney Gísladóttir, 2023.

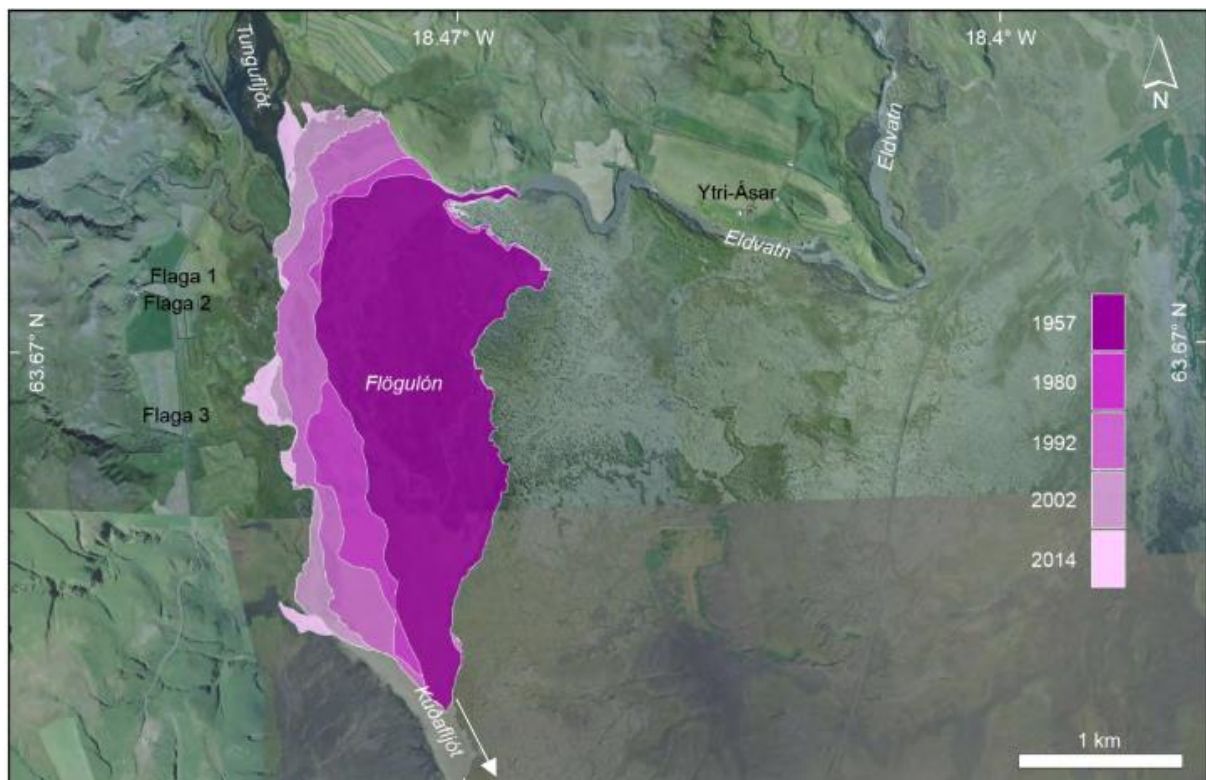
Á mynd 7a, efri mynd, má sjá þróun útbreiðslu sets út á Eldhraun og hvernig það sækir stöðugt fram, eftir því sem jökulvatnið þéttir farveginn. Frá árinu 1945 hefur setgeirinn sótt fram um 3 km út á Eldhraunið við Brest mynd 7b, neðri mynd, og um 3 km frá árinu 1986 við Skálarál (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a). Líkur benda til þess að setframburðurinn frá hlaupinu 2015 hafi þétt hraunið og hlaupvatnið því borist lengra fram (Davíð Egilsson o.fl. 2018).



Myndir 7a-b. a) efri mynd. 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) neðri mynd. Framrás sets á yfirborði hrauns við Brestur sunnan Þjóðvegjar. Gögn frá Landgræðslu ríkisins og Verkís (úr Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2018a).

Figures 7a-b. a) upper image. Progression of sediments at the river Skálarál towards the river Tungulækur. data processed from aerial photographs from the years 1986 and 1992, from Verkís 2003, from the Soil Conservation Service 2005 and 2012 analysis of Landsat satellite images from Ingibjörg Jónsdóttir University of Iceland 2015. b) lower image. Progression of sediments lava surface at the river Brestur south of Highway 1. Data from the Soil Conservation Service and Verkís (from Esther Hlíðar Jensen *et al.*, 2018a).

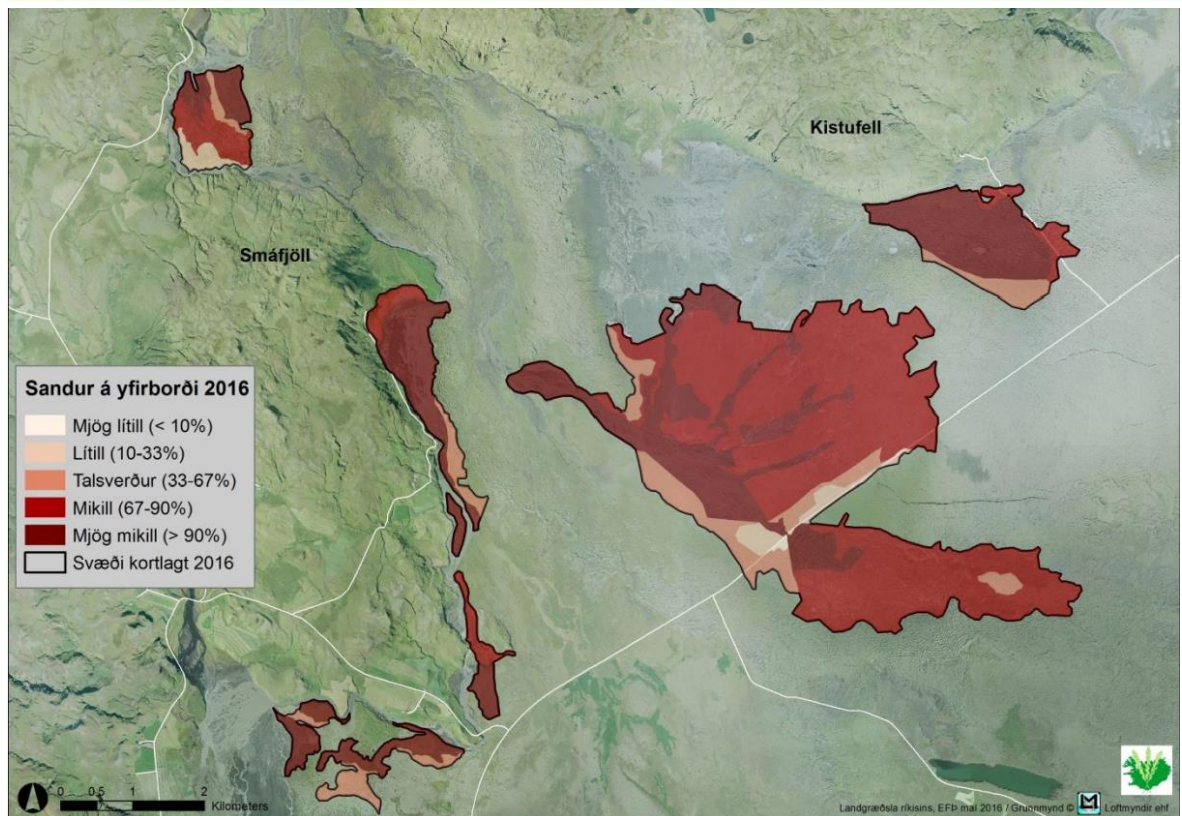
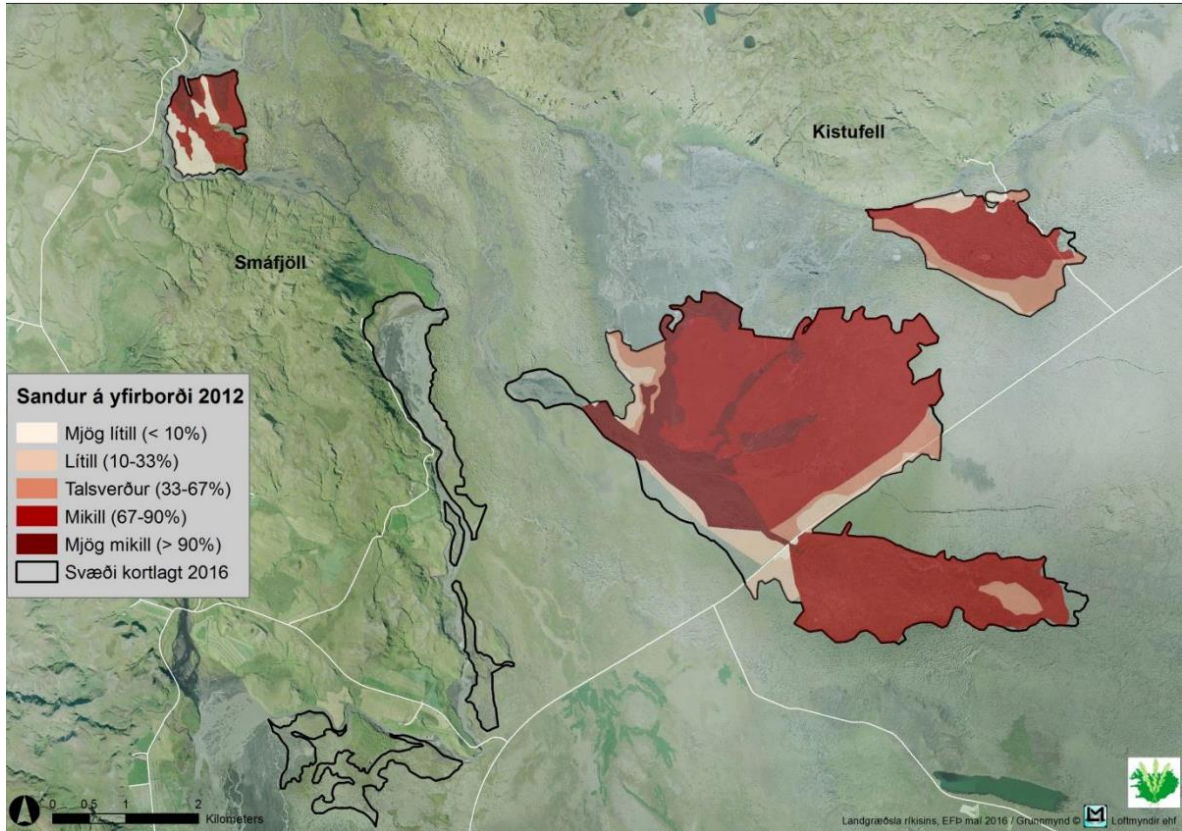
Aurkeilan í Flögulóni hefur einnig verið í stöðugri þróun en flatarmál keilunnar yfir árabilið 1957-2015 óx úr 2,4 km² í 3,7 km² (mynd 8. Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2018a).



Mynd 8. 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).

Figure 8. The development of the alluvial fan in the lagoon Flögulón during 1957-2014. Different colors show the distribution of the alluvial fan in the years the photos were taken. The sediment upload was towards west during the period as the lava field restricts spread towards east (from Esther Hlíðar Jensen *et al.*, 2018a).

Samhliða aukinni setsöfnun og jarðvegsrofi á svæðinu hefur hlutfall sands og annarra lausra efna á yfirborði hækkað frá 2012-2016 eins og sjá má á myndum 9a-b. (Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2016).



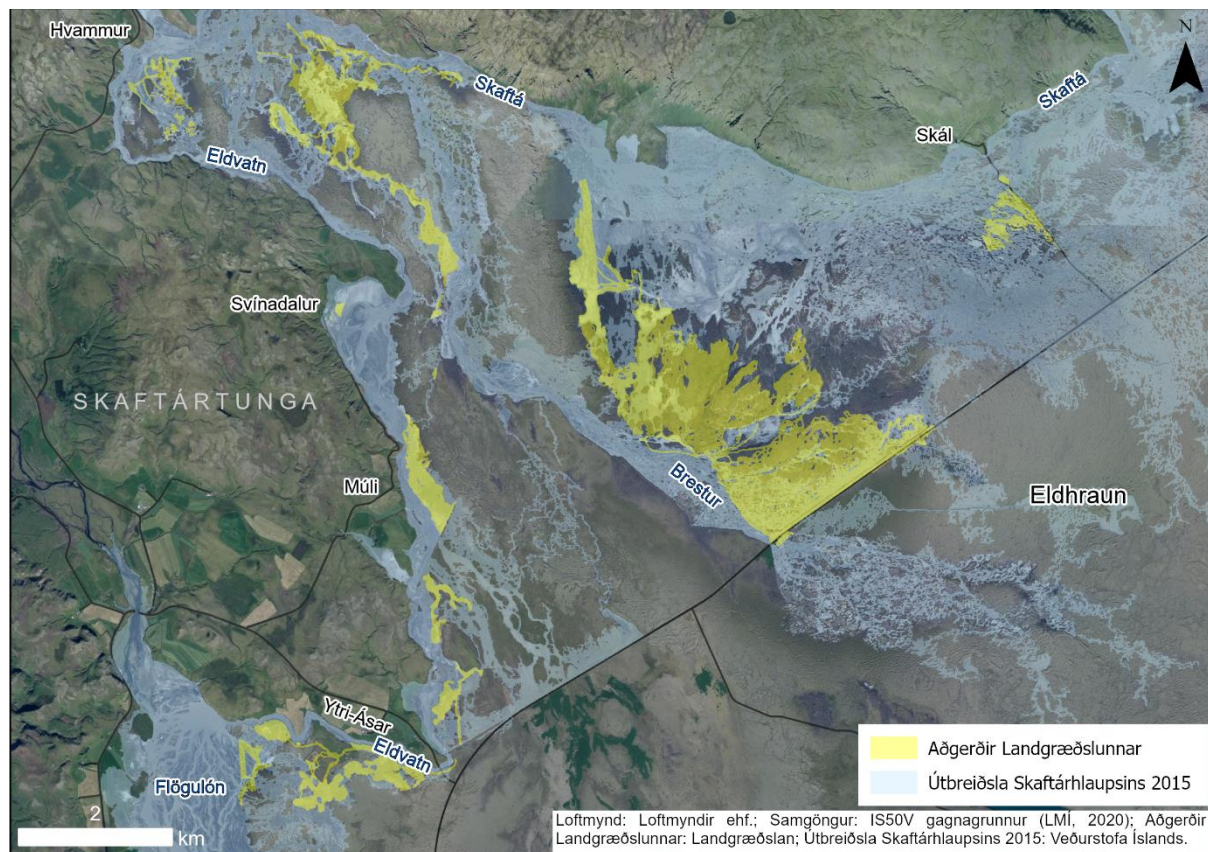
Myndir 9a-b. Sandur á yfirborði í Eldhrauni skv. kortlagningu í a) efri mynd, september 2012 og b) neðri mynd, apríl 2016. Útlínur þeirra svæða sem kortlögð voru 2016 eru sýndar með svörtum línum en hluti þeirra var ekki kortlagður 2012 (úr Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóla Þórarinsdóttir, 2016).

Figures 9a-b. Sand on the surface of Eldhraun lava field according to mapping in a) upper image, September 2012, and b) lower image, April 2016. The outlines of areas mapped in 2016 are shown by black lines, but part of these areas was not mapped in 2012 (from Gústav M. Ásbjörnsson and Elín Fjóra Þórarinsdóttir, 2016).

Sjálfvirkar veðurælingar í Eldhrauni sýna að vestlægar áttir (V-VNV-NV-NNV) eru ríkjandi á svæðinu en einnig austlægar (ANA-A-ASA). Norðvestlægar áttir eru ríkjandi á Kirkjubæjarklaustri þegar sandfok á sér stað og skyggni lélegt eða minna en 1 km. Upptakasvæði sandfoks og sandfoksatburðir hafa verið greind út frá gervitunglamyndum og reyndust augljósustu upptaka- og áhrifasvæðin vera á svæðinu kringum Brest, norðan við Þjóðveg 1 (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2019).

2.3 Landgræðsluáðgerðir á rannsóknarsvæðinu

Síðustu þrjú áratugin hafa Landgræðslan stundað viðamiklar landgræðsluáðgerðir innan rannsóknarsvæðisins, en meginþungi þeirra áðgerða átti sér stað eftir stóra Skaftárhlaupið 2015. Unnið hefur verið á yfir 2.000 hekturum lands með sáningum og áburðargjöf en stór hluti uppgræðslusvæðanna lendir undir vatni í hlaupum (mynd 10).



Mynd 10. Aðgerðir Landgræðslunnar á rannsóknarsvæðinu á árunum 1992-2021 ásamt útbreiðslu Skaftárhlaupsins 2015. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir 2023.

Figure 10. Revegetation operation areas by the Soil Conservation Service during the years 1992-2021, and the spread of the flood in the river Skaftá in 2015. Text in figure: Aðgerðir Landgræðslunnar = Revegetation operation areas by the Soil Conservation Service. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 = The spread of the flood in the river Skaftá in 2015. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir 2023.

Fyrir hlaupið haustið 2015 höfðu aðgerðir Landgræðslunnar náð yfir tæpa 300 hektara lands og fólust þær í sáningum til að hefða áfok og áburðargjöf til að styrkja gróður. Vorið 2016 var farið í miklar mótvægisáðgerðir vegna hlaupsins 2015. Sáð var rúmum 10 tonnum af grasfræi af ýmsum tegundum til að koma upp gróðri í setinu sem hlaupið hafði skilið eftir sig. Einnig var um 154 tonnum af áburði dreift með sáningum og á annan gróður til að styrkja hann í þeim tilgangi að auka viðnámsþol hans gegn áfoki í kjölfar hlaupsins. Í heildina var unnið á tæpum 890 hekturum vorið 2016, en stærstu aðgerðarsvæðin voru landssvæðið austan Brests, og meðfram farvegi Eldvatns. Árin eftir þessa fyrstu mótvægisáðgerð hafa einkennst af viðhaldsaðgerðum þar sem gróður hefur verið styrktur með áburðargjöf á 100-280 hekturum ár hvert. Eitthvað hefur verið um sáningar á svæðinu til að koma upp gróðri, en mest hafa þetta verið aðgerðir til að styrkja þann gróður sem er til staðar. Nánari skiptingu aðgerða er að finna í töflu 1.

Tafla 1. Uppgræðsluáðgerðir Landgræðslunnar á áhrifasvæði Skaftárhlaupa á árunum 1992-2022. Landgræðslan/Magnús Þór Einarsson 2023.

Table 1. Revegetation operations by the Soil Conservation Service on areas affected by floods in the river Skaftá during 1992-2022. The Soil Conservation Service/Magnús Þór Einarsson 2023.

| Ár | Fjöldi hektara | Áburður (kg) | Melgresisfræ (kg) | Grasfræ (kg) | Lúpínufræ (kg) | Hafrafræ (kg) |
|------------------|----------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|---------------|
| 1992-2015 | 289 | 67.430 | 3.270 | 241 | 24 | 170 |
| 2016 | 886 | 153.900 | 9.010 | 1.100 | - | - |
| 2017 | 280 | 68.400 | - | 160 | - | - |
| 2018 | 205 | 48.600 | - | 400 | - | - |
| 2019 | 272 | 45.600 | - | - | - | - |
| 2020 | 175 | 31.800 | - | - | - | - |
| 2021 | 233 | 46.800 | 275 | 320 | - | - |
| Samtals | 2.340 | 463.530 | 12.555 | 2.221 | 24 | 170 |

3. GÖGN OG AÐFERÐIR

Til að meta ástand og getu vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa m.t.t. setlags og flutnings sets með vatni vindi í kjölfar hlaupa var lagt upp með eftirfarandi:

- að nota fyrirbyggjandi landupplýsingagögn til að meta núverandi ástand vistkerfa
- að velja svæði til ítarlegra rannsókna á ástandi vistkerfa svo unnt væri að sannreyna fyrirbyggjandi gögn frá vistgerðarkortum og öðrum landupplýsingagögnum
- að nota loftmyndir til að greina gróður á rannsóknarsvæðum og bera saman við fyrirbyggjandi vistgerðargögn og landgræðsluaðgerðir
- taka viðtöl við heimamenn sem þekkja svæðið manna best til að fá upplýsingar um hvernig vistkerfi og ástand svæðisins hefur breyst síðustu áratugi.
- Að kortleggja hvaða vistkerfi þola best setákomu með vatni og vindi, og hvar væri æskilegt að vernda og efla slík vistkerfi þannig að þau skiluðu sem bestum árangri með tilliti til að draga úr álagi á vistkerfi og lífsgæði íbúa

Ákveðið var að takmarka gagnaöflun á vettvangi við sjónrænt mat og greiningu á ljósmyndum sem teknar voru úr mismunandi hæð.

3.1 Landupplýsingagögn - val á gagnabekjum

3.1.1. Vistgerðarkort Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ)

Náttúrufræðistofnun Íslands skilgreinir og flokkar íslenskar vistgerðir. Þær eru flokkaðar samkvæmt alþjóðlegum aðferðum og leggja grunn að skynsamlegri landnotkun, vernd náttúrunnar og sjálfbærri nýtingu náttúruauðlinda. Vistgerðarkortið sýnir útbreiðslu 105 vistgerða á landi, í ferskvatni og fjöru. Kortlagningin byggir að mestu leyti á fjarkönnun þar sem notaðar voru gervitunglamyndir frá RapidEye, SPOT og LANDSAT, ásamt loftmyndum. Vettvangsvinna var einnig hluti af kortlagningunni á árunum 1999-2016. Að auki voru notuð tiltæk landupplýsingagögn, svo sem gróðurkort, hæðarlíkön, vatnafar, úrkoma og útbreiðsla hrauna, skóga og ræktaðs lands. Nákvæmni kortsins miðast við mælikvarða 1:25.000. Vistgerðarkort sem nýtt voru í þessu verkefni byggja á RapidEye mynd sem var tekin 9. ágúst 2011. Skilgreiningu, flokkun og lýsigögn vistgerða er hægt að finna á [Vistgerðakort og mikilvæg fuglasvæði | Icelandic Institute of Natural History \(ni.is\)](#).

3.1.2. Loftmyndir frá Loftmyndum ehf.

Frá árinu 1996 hafa Loftmyndir ehf. árlega tekið myndir í eigin safn. Í safninu eru til myndir af öllu Íslandi og tímaseriur af ýmsum svæðum sem reglulega hefur verið flogið yfir. Flogið er í mismunandi flughæðum en greinihæfni og gæði myndanna er í beinu sambandi við flughæð. Loftmyndir ehf. viðhalda safni sínu og endurnýja myndir með reglubundnum hætti. Flogið er yfir allt dreifbýli/láglandi á 3-10 ára fresti og hálendi á 15-20 ára fresti. Notast var við aðgang að Myndkortapjóni Loftmynda ehf. sem innihélt loftmyndir af láglandi í Skaftárhreppi frá árunum 2014-2020.

3.1.3. Gagnabekjur frá Landgræðslunni

Frá árinu 2012 hefur Landgræðslan búið til gagnabekjur sem sýna landgræðsluaðgerðir á áhrifasvæði Skaftárhlaupa. Gagnabekjum Landgræðslunnar er safnað saman í gagnagrunn hjá

stofnunni og miðlað í kortavefsjá hennar sem er aðgengileg á heimasíðu stofnunarinnar www.land.is

3.1.4. Gagnaþekjur frá Veðurstofu Íslands

Notast var við gagnaþekju frá Veðurstofu Íslands sem sýnir líkanareiknaða útbreiðslu Skaftárhlaupsins 2015 miðað við áætlað írennsli vatns í Eldhrauni. Ekki voru til gagnaþekjur sem sýna útbreiðslu Skaftárhlaupa fyrir árin 2018 og 2021. Nánari upplýsingar um gerð þessarar gagnaþekju má finna á https://www.vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2018/VI_2018_016_rs.pdf.

3.1.5. Gagnaþekjur frá Landmælingum Íslands

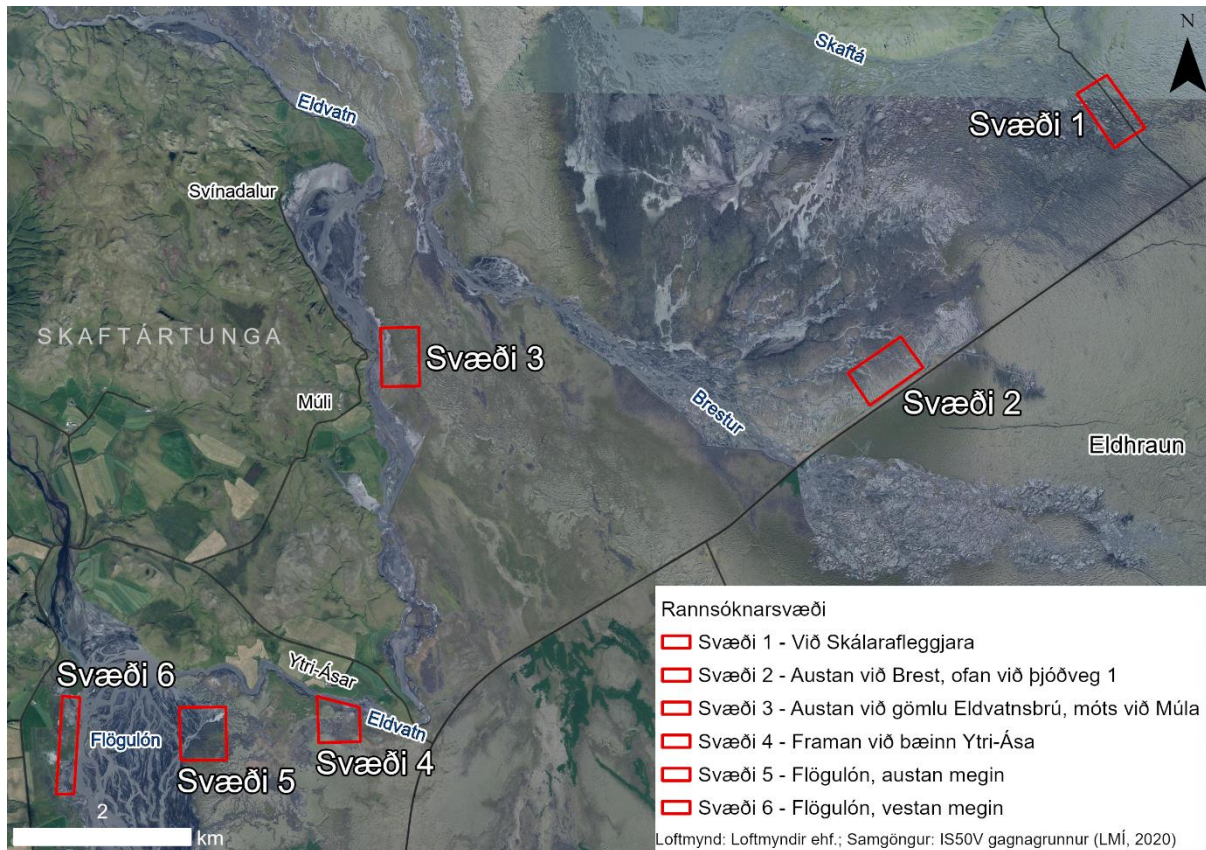
Notast var við gagnaþekjur frá LMÍ, ISSOV gagnagrunnur, lmi.is

3.2. Viðtöl við heimamenn - breyting vistkerfa síðustu áratugi

Tekin voru viðtöl við heimamenn á jörðum/svæðum sem hafa orðið fyrir miklum áhrifum af Skaftárhlaupum. Tilgangurinn var að fá hugmynd um þeirra upplifun af því hvernig gróðurfar á áhrifasvæði Skaftárhlaupa hefur breyst á síðustu áratugum, ásamt því að fá þeirra mat á viðkvæmni mismunandi vistkerfa og gróðurtegunda. Auk þess var spurt um árangur uppgræðsluáðgerða Landgræðslunnar gagnvart eðju og áfoki af völdum Skaftárhlaupa. Farið var í heimsókn til ábúenda á svæðinu en spurningalistinn var sendur í tölvupósti til þeirra sem voru brott fluttir eða ekki með fasta búsetu á svæðinu (Viðauki 1).

3.3. Vettvangsferðir - sjónrænt mat og ljósmyndir

Valin voru sex afmörkuð svæði innan rannsóknarsvæðisins til að meta ástand vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa og bera saman við þær upplýsingar sem fyrirbyggjandi gögn gáfu til kynna (mynd 11). Vettvangssvæðin voru valin með það í huga að það væri gott aðgengi að þeim, að þau væru á jaðri Skaftárhlaupa þannig að hluti þeirra fari undir vatn í hlaupum og að þau endurspegluðu gróðurfar við rofjaðar svæðisins. Vettvangsferðir voru farnar sumrin 2021 og 2022 og á hverju svæði voru teknar ljósmyndir úr lofti með flygildi, annars vegar í 30 m hæð og hins vegar í 200 m hæð. Myndir úr 30 m hæð voru notaðar til gróðurgreininga og myndir úr 200 m hæð voru bornar saman við loftmyndir frá Loftmyndum ehf. til að áætla þekju og rof. Svæðin voru nokkuð misstór að flatarmáli, allt frá 21,7 - 31,9 hektarar. Drónamyndir sem teknar voru úr 200 m hæð voru síðan einnig bornar saman við vistgerðarkort NÍ. Tilgangurinn var einkum að meta hvort unnt væri að nýta vistgerðarkort til að gera gróft kort af áfallaþoli vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa gagnvart ákomu sets og fokefna.



Mynd 11. Rannsóknarsvæðin sex á áhrifasvæði Skaftárhlaupa. Ástand vistkerfa var metið á hverju svæði út frá fyrirliggjandi kortagögnum, myndum frá drónum og í vettvangsferðum. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

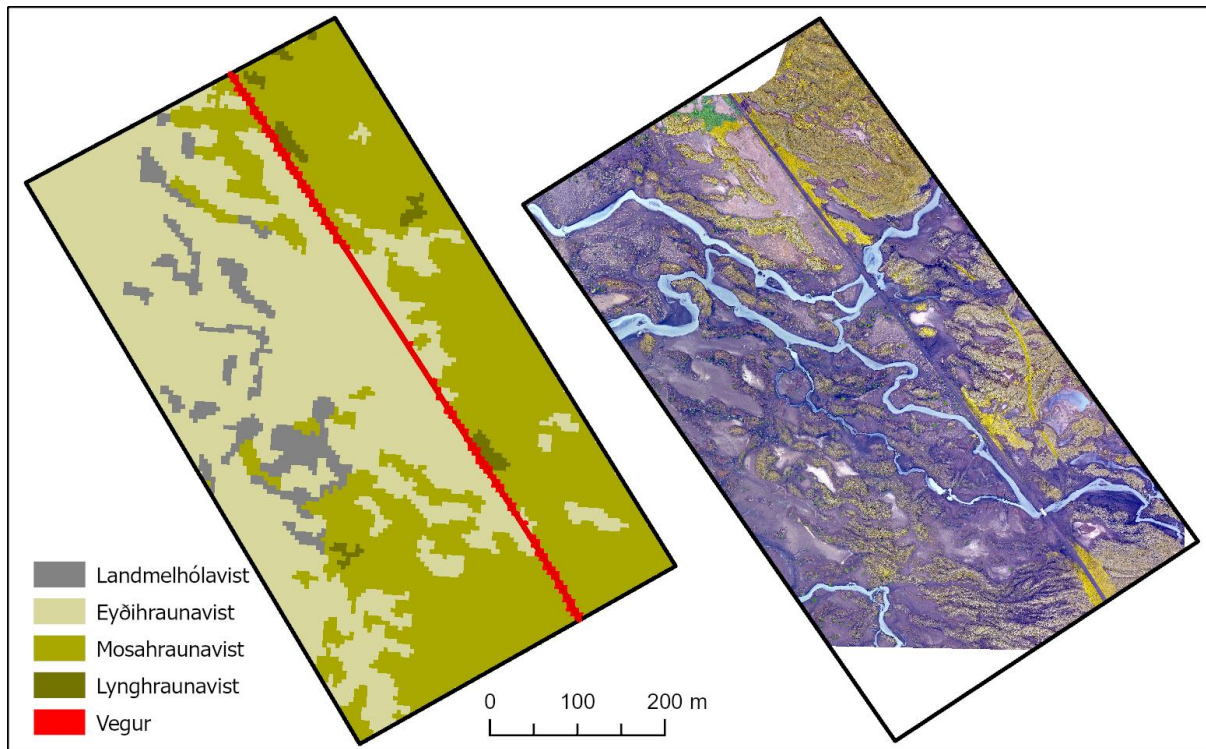
Figure 11. The six study areas in the area affected by floods in the river Skaftá. The state of ecosystems in each study area was assessed based on existing data from maps, photographs from drones, and field studies. The outline of each study area is shown by red lines. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

4. NIÐURSTÖÐUR

4.1 Ástand vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa

4.1.1. Svæði 1 við Skálarafleggjara

Afleggjari að bænum Skál liggur í gegnum Eldhraunið í norðurátt frá Þjóðvegi 1 og er austasta svæðið í rannsókninni (mynd 11). Samkvæmt vistgerðarkorti NÍ voru helstu vistgerðir svæðisins eyðihraunavist og mosahraunavist ásamt lynghraunavist á stöku stað (mynd 12a). Nú er mosahraunavistin á undanhaldi og að mestu horfin vestan við veginn (mynd 12b).



Mynd 12. Samanburður tveggja mynda sem eru teknar með 11 ára millibili af sama stað, svæði 1 við Skálarafleggjara, norður er upp. a) mynd t.v. sýnir vistgerðarkort NÍ, byggt á RapidEye gervitunglmyndum frá 2011 og b) mynd t.h. er samsett drónamynd, frá 2022 tekin úr 200 m hæð. Hlaupvatn Skaftár rennur frá vestri til norðurs og austurs. Vegurinn veitir því eitthvað skjól hægra megin á myndinni. Gulgrænleitir blettir á drónamyndinni samsvara gróflega mosahraunavist á vistgerðarkortinu sem einkennist af þykku hraun- eða melagambra lagi á grófu hrauninu. Skærustu gulu litirnir eru af smárunnum, svo sem gul- og loðvíði. Mosahraunavistin hefur greinilega minnkað vestan við veginn og einungis hæstu hlutar hraunhólanna eru enn mosavaxnir. Eyðihraunavist (ljósgulbrún á vistgerðarkorti) hefur aukist á móti. Hér einkennist hún af sandorpnu, gróðurlausu hrauni. Landgræðsluaðgerðir eftir hlaupið 2015 eru á svæðinu en eru ekki greinilegar úr svona mikilli hæð. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljós. Pálína Pálsdóttir, 2022.

Figure 12. Comparison of two images of the same area, taken 11 years apart, in area 1 by the road to the farm Skál, north is up. a) image to the left shows habitat type map, based on 2011 RapidEye images and b) image to the right shows a composite drone image taken in summer 2022 at 200 m altitude for Area 1, by the road to the farm Skál, north is up. Floods from the river Skaftá flow from west to north and east. The road gives some shelter on the right side of the image. The yellowish-green spots in the aerial view correspond roughly to the *Icelandic lava field moss heaths* (is. mosahraunavist) on the habitat map, characterized by a thick layer of lava or the moss species *Racomitrium ericoides* on the rough lava. The strongest yellow colors are of low bushes, such as tea-leaved willow and woolly willow. The habitat type *Icelandic lava field moss heaths* has clearly declined to the west of the road, and only the highest parts of the lava hills are still covered with mosses. The habitat types of *Barren Icelandic lava fields* (is. eyðihraunavist, light amber on habitat map) has increased in contrast. Here it is characterized by sandy, vegetative lava. Land reclamation operations after the 2015 flood are in the area but are not clear from such a high altitude. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsdóttir, 2022.

Drónamyndir sýna að vatn úr Skaftá flæmist um svæðið í litlum álum (mynd 13a, efri). Þegar vex í Skaftá eykst í þessum álum sem flytja aur og sand út á hraunið. Vestan við afleggjarann eru víða þykkir setbollar en þeir eru minna áberandi eða ógreinilegir austan við afleggjarann.

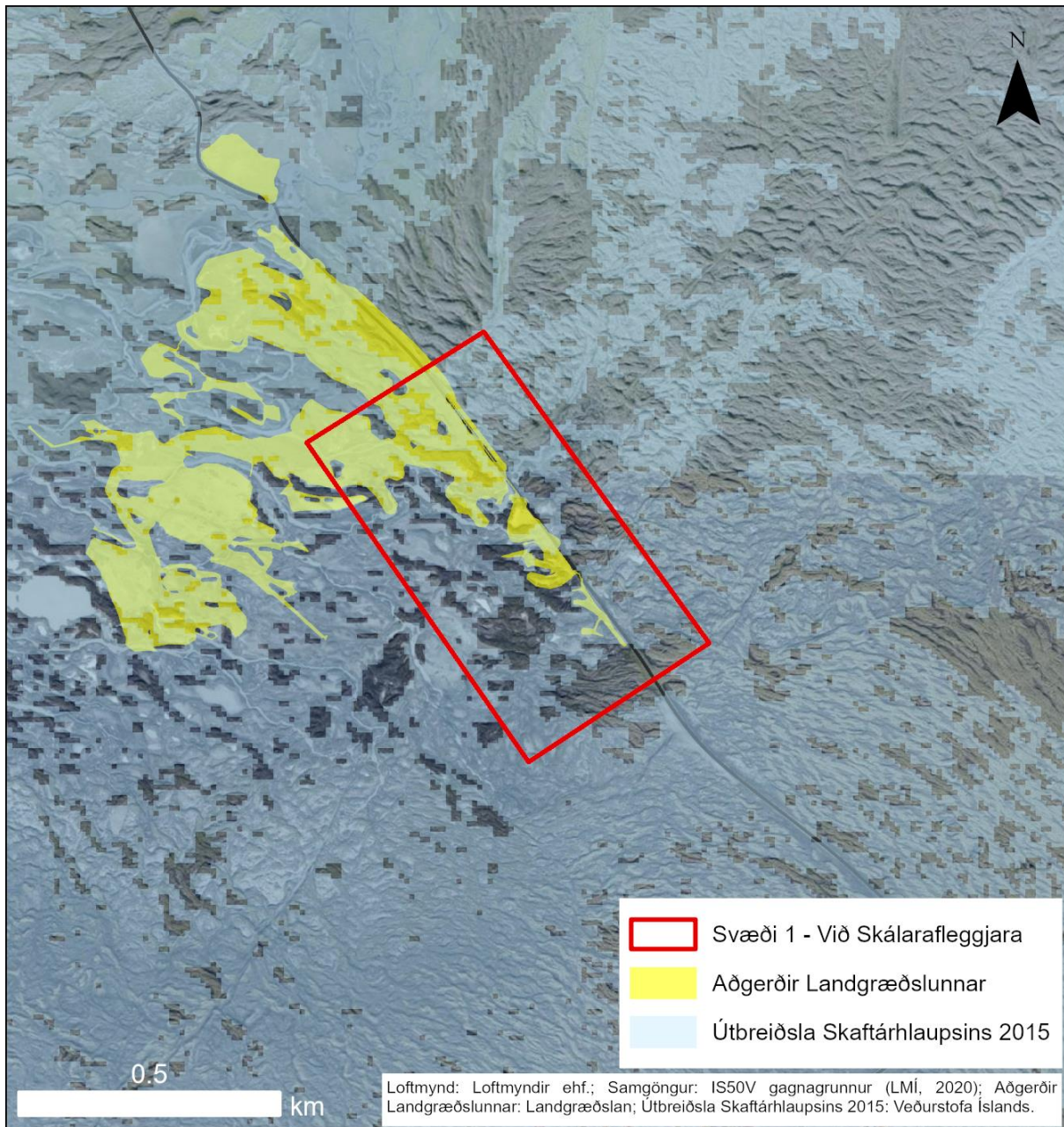
Það rímar við vistgerðargreiningu NÍ sem skilgreinir að mestu leyti eyðihraunavist vestan við veg og mosahraunavist austan við veg. Þar sem setið er þykkast vestan við veginn er mosinn á kafi og hraunholur fullar sem hefur gert það að verkum að hrjúfleiki hraunsins hefur minnkað. Mosi er ríkjandi tegund ásamt víðiflesjum sem safnað hafa í sig seti, lynggróðri, melgresi og stöku lúpínu. Víða má sjá loðvíði, gulvíði og melgresi í jaðrinum (mynd 13b, neðri).



Myndir 13a-b. Svæði 1 við Skálarafleggjara. a) efri mynd. Horft til suðurs í átt að Þjóðvegi 1. Vatn úr Skaftá flæmist þarna um í litlum álum, þykk setlag liggur ofan á hrauninu sem hefur valdið því að hrjúfleiki þess hefur minnkað. b) neðri mynd. Vestan við afleggjarann heim að Skál eru þykkir setbollar en víða má sjá loðvíði, gulvíði og melgresi í jaðrinum. Ljós. Pálína Pálsdóttir, júní og ágúst 2022.

Figure 13a-b. Area-1, by the road to the farm Skál. a) upper image. View towards south in the direction of Highway 1. Water from the river Skaftá is diverted into small streams, thick sediments are on top of the lava, which have reduced the roughness of the surface. b) lower image. West of the road to the farm Skál are thick sediment layers which have filled up ravines in the lava field, often vegetated by woolly willow, tea-leaved willow and lime grass at the periphery. Photo: Pálína Pálsdóttir, June and August 2022.

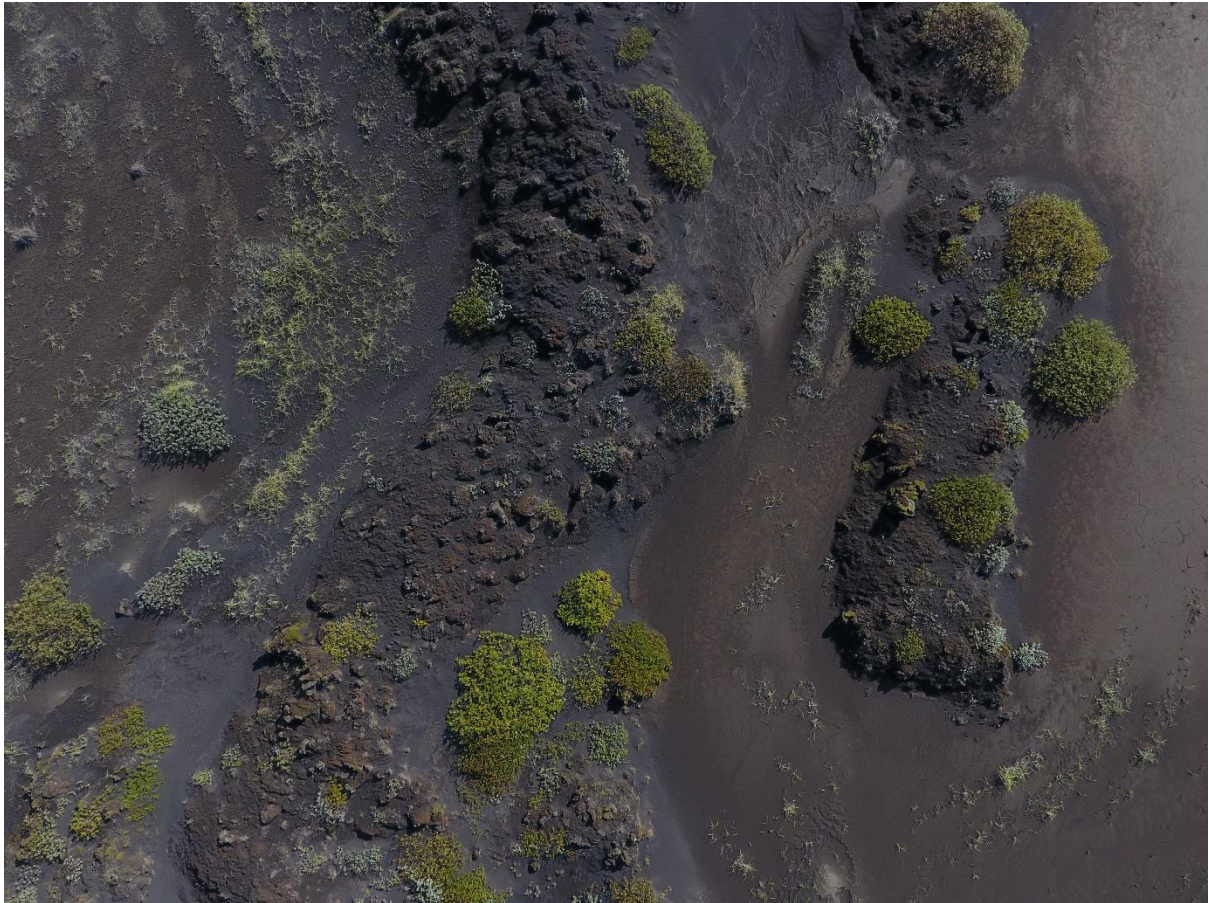
Í Skaftárhlaupinu 2015 fór hlaupvatn yfir stóran hluta þessa svæðis við Skálarafleggjara. Landgræðslan var með uppgræðsluaðgerðir, áburðargjöf og sáningu melgresis og grasfræs, á svæðinu árin 2016-2017 (mynd 14). Sáningarnar eru ennþá víða sýnilegar en þar sem þær hafa lent undir þykku setlagi virðast þær ekki hafa lifað af en loðvíði- og gulvíðirunnar eru greinilegir á loftmynd (mynd 15).



Mynd 14. Aðgerðir Landgræðslunnar og útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 á svæði 1 við Skálarafleggjara. Landgræðsluaðgerðir fólust í áburðargjöf og sáningu árin 2016-2017. Vatn flæðir yfir mest allt svæðið í hlaupum. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

Figure 14. The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service and the spread of the flood in the river Skaftá in 2015 on Area 1, by the road to the farm Skál. The revegetation operations consisted of fertilization and seeding during 2016-2017. Water flows over most of the area during flooding. Texts in figure: svæði 1 - við Skálarafleggjara = Area 2, by the road to the farm Skál. Aðgerðir Landgræðslunnar = The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service. Útbreiðsla

Skaftárhlaupsins 2015 = The spread of the flood in river Skaftá in 2015. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

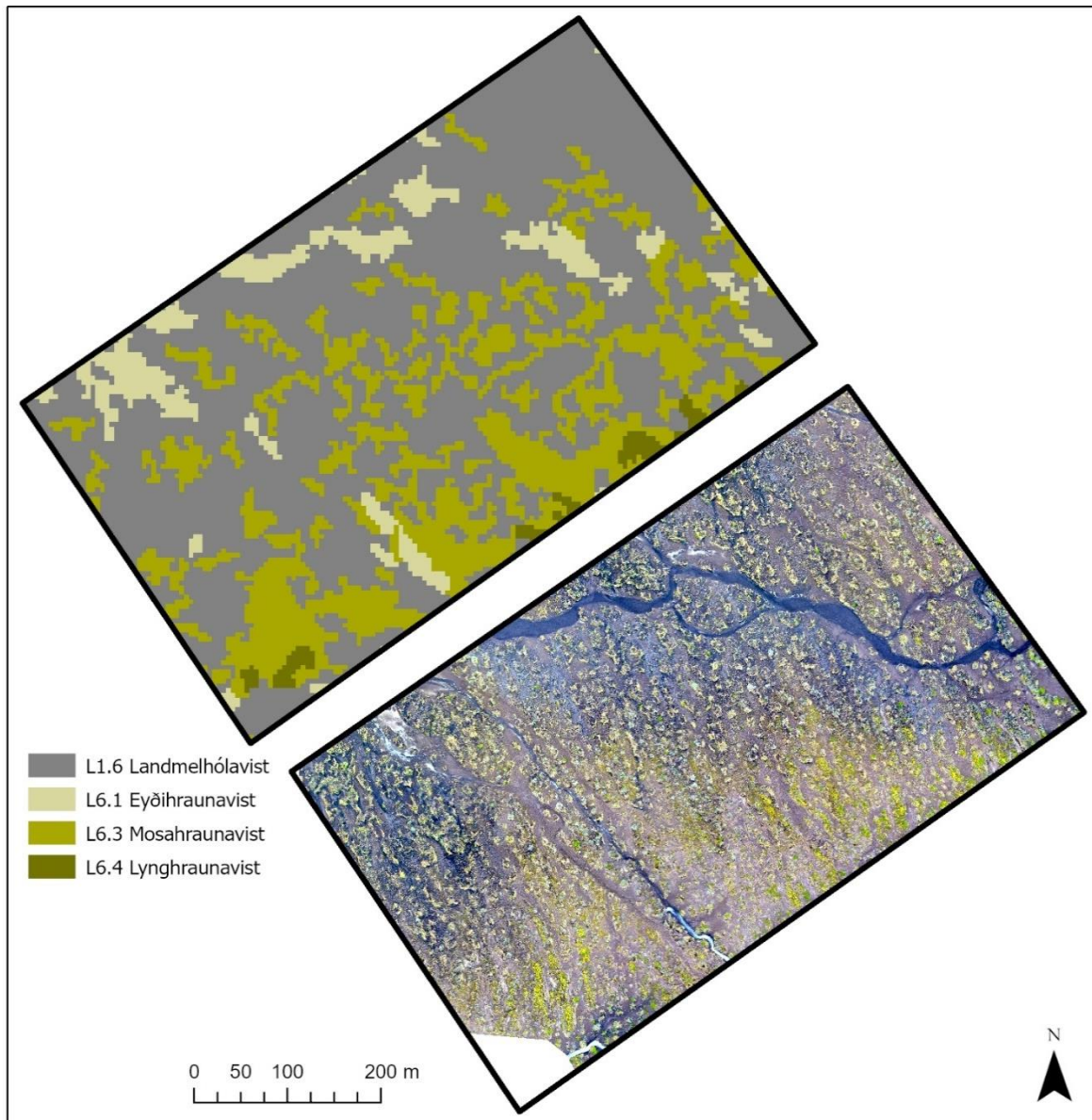


Mynd 15. Loftmynd tekin úr 30 m hæð vestan við Skálarafleggjara. Melsáningar (aðallega gulgrænar samsíða línur) eru sýnilegar bæði vinstra megin og hægra megin neðantil á myndinni en sumstaðar hafa þær kaffærst undir seti, sérstaklega hægra megin. Loðvíði- (grágrænn) og gulvíðirunnar (grænn) sjást vel, sérstaklega í jaðri hraunhryggjanna sem standa upp úr ársetinu. Efst milli hraunhryggjanna má sjá rótaflækjur sem hlaupvatnið hefur skolað ofan af. Ljós. Pálína Pálsdóttir, ágúst 2022.

Figure 15. Aerial view from 30 m west of the road to the farm Skál. Lyme grass revegetation efforts (mostly yellowish-green parallel lines) are visible both on the left and right sides in the lower part of the image, but in some places, they have submerged under sediment, especially on the right. Bushes of woolly willow (grayish green) and tea-leaved willow (green) are clearly visible, especially on the edge of the lava ridges that protrude from the river sediment. At the top between the lava ridges, you can see bare roots which the flood water has exposed. Photo: Pálína Pálsdóttir, August 2022.

4.1.2. Svæði 2 austan við Brest ofan við Þjóðveg 1

Brestur er manngerður lækjarfarvegur sem rennur samsíða Þjóðvegi 1 í Eldhrauni en fer svo um rör undir Þjóðveginn og til suðurs. Vatnið er að uppruna úr Skaftá og fæðir að einhverju marki lindarlæki sem koma undan hrauninu í Meðallandi og Landbroti. Vistgerðarkort NÍ sýnir að helstu vistgerðir á svæðinu voru mosahraunavist og landmelhólavist ásamt eyðihraunavist og lynchraunavist á stöku stað (mynd 16a). Nú hefur hlutfall eyðihraunavistar/landmelhólavistar hækkað einkum á kostnað mosahraunavistar (mynd 16b).



Mynd 16a-b. Samanburður tveggja mynda sem eru teknar með 11 ára millibili af sama stað, svæði 2 við Brest ofan Þjóðveggar 1. a) efri mynd, sýnir vistgerðarkort NÍ, byggt á RapidEye myndum frá 2011 og b) neðri mynd, sýnir samsetta drónamynd frá 2022, tekin úr 200m hæð. Hlaupvatn Skaftár rennur fremur hægt frá norðvestri til austurs og suðausturs. Meirihluti svæðisins er landmelhólavist sem einkennist af melhólum með árseti á milli. Melhólarnir sjást vel um alla myndina sem ljósgular eða ljósbrúnar dopper. Suðaustan til eykst þekja mosa, sérstaklega melagambra sem er sterk gulur á drónamyndinni og einkennir mosahraunavist hér. Inn á milli eru blágrænar og grænar dopper sem eru loðvíði- og gulvíðirunnar. Útbreiðsla mosahraunavistar virðist hafa dregist saman norðan til en landmelhólavist komið í staðinn. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljósm. Pálína Pálsdóttir, 2022.

Figure 16. Comparison of two images of the same area taken 11 years apart, area 2 at the river Brestur above Highway 1. a) upper image, shows habitat type map based on 2011 RapidEye images and b) lower image, shows composite drone image (taken in summer 2022 at 200m altitude). The flood water of the river Skaftá flows from north-west to east and south. Most of the area is covered with *Icelandic inland dunes* (is. Landmelhólavist) characterized by lyme grass hummocks with river sediments in between. The hummocks are clearly visible throughout the image as light yellow or light brown dots. In the southeast, the cover of mosses increases, especially *Racomitrium ericoides*, which is distinctive yellow in the aerial view and characterizes the *Icelandic lava field moss heath* (is. Mosahraunavist). In

between, there are blue-green and green dots, which are the woolly willow and the tea-leaved willow, respectively. The spread of the *Icelandic lava field moss heath* seems to have decreased from the north but has been replaced by *Icelandic inland dunes*. Map Fanney Ósk Gíslasdóttir, 2023. Photo Pálína Pálsdóttir, 2022.

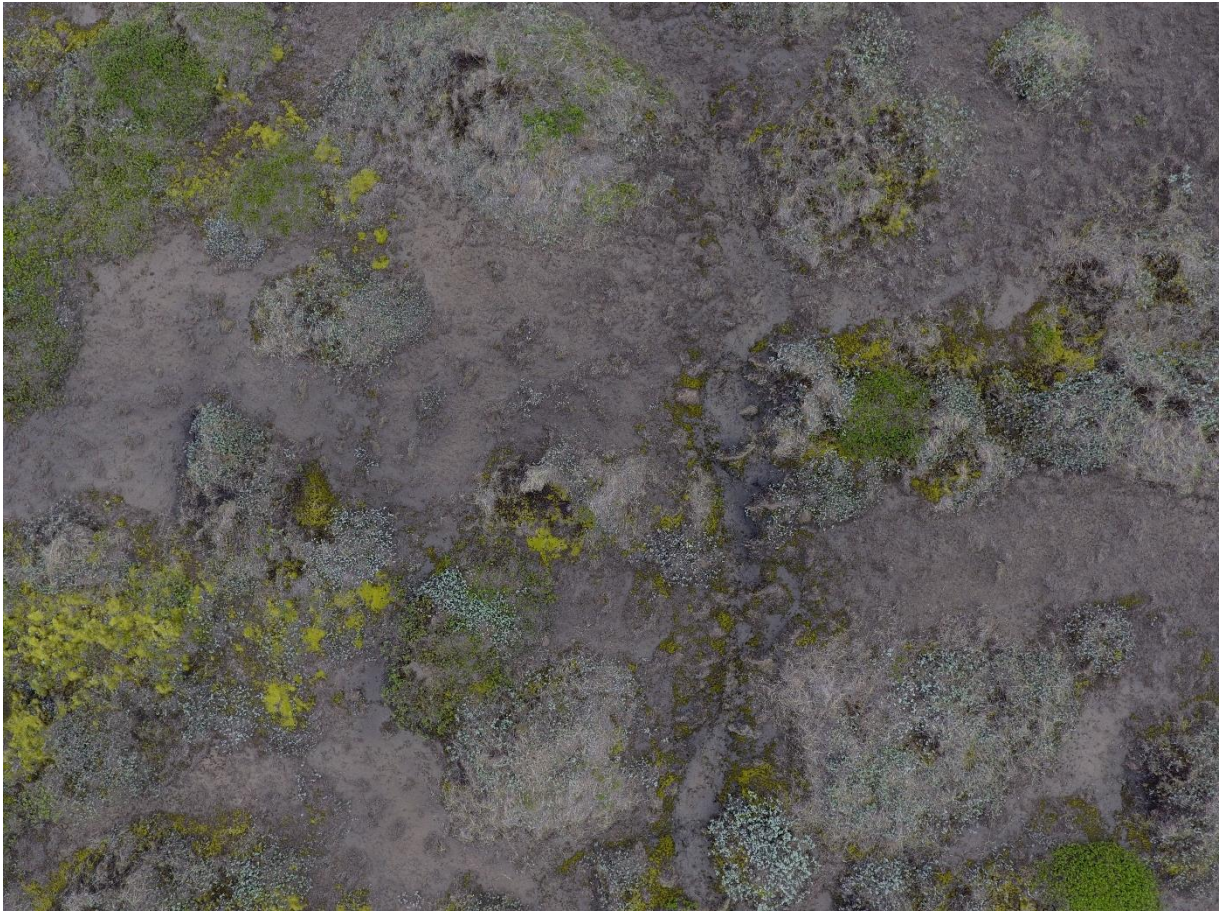
Í hlaupum eykst flæði í Bresti og breiðir þá vatnið úr sér á stóru svæði norðan við þjóðveg. Á loftmyndum má greina lækjarfarvegi á yfirborði en síendurtekinn setburður hefur þétt hraunið og minnkað hrjúfleika svæðisins (mynd 17a). Loðvíðir og gulvíðir eru áberandi og hafa safnað í sig miklu seti. Melgresi er einnig áberandi á útbreiðsluáðri hlaupvatnsins (mynd 17b). Loftmyndir af svæðinu sýna að mikið er af lausu sandefni á yfirborði og gróðurþekjan er slitrótt (mynd 18).

Myndir 17a-b. Svæðið við Brest, norðan þjóðvegs. a) Efri mynd. Horft til vesturs, Brestur rennur samsíða þjóðvegi 1 á löngum kafla. Norðan við Brest er mikið af lausu sandefni á yfirborði þar sem Skaftárhlaup



breiða úr sér. b) Neðri mynd. Sandhlaðnar víðiflesjur og melgresi er algeng sjón á þessu svæði. Ljós. Pálína Pálsdóttir, júní og ágúst, 2022.

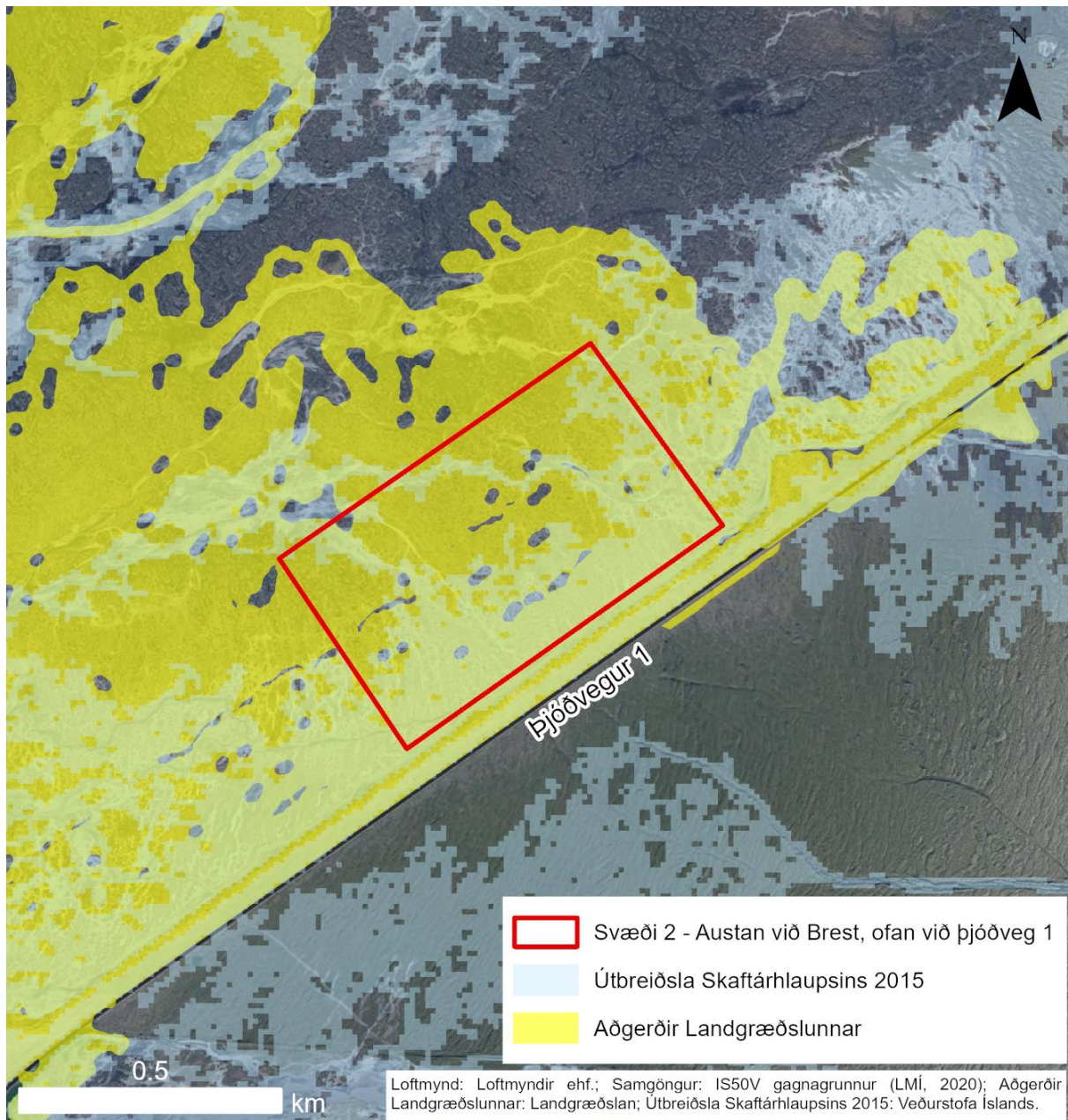
Figures 17a-b. The area by the river Brestur, north of Highway 1. a) upper image. Viewed to the west, the river Brestur flows parallel Highway 1 on a long section. North of the river Brestur there is a lot of loose sand on the surface on areas which are submerged during floods the river Skaftá. b) lower image. Patches of willows and lime grass loaded with sand are common in this area. Photo: Pálína Pálsdóttir, June and August 2022.



Mynd 18. Loftmynd tekin úr 30 m hæð við Brest norðan Þjóðveggar 1. Mikið er af lausum sandefnum á yfirborði og gróðurþekjan er slitrótt. Loðvíðir (gráblár), gulvíðir (grænn) og melgresi (ljósgrá svæði) eru ríkjandi tegundir og safna í sig seti. Einnig sést melagambri (gulgrænn) Ljós. Pálína Pálsdóttir, júní 2022.

Figure 18. Aerial view from 30 m at the river Brestur north of Highway 1. There is a lot of loose sand on the surface and the vegetation cover is fragmentary. Woolly willow (grayish blue), tea-leaved willow (green), and lyme grass (light grey areas) are the dominant species and accumulate sediment. The moss species *Racomitrium ericoides* (yellow green) is also seen. Photo: Pálína Pálsdóttir, June 2022.

Í Skaftárhlaupinu 2015 fór hlaupvatn fyrir stóran hluta þessa svæðis. Landgræðslan var með viðamiklar landgræðsluaðgerðir á öllu svæðinu árin 2016-2018 og 2021 en aðgerðirnar fólust fyrst og fremst í áburðargjöf til að styrkja þann gróður sem var fyrir á svæðinu (mynd 19).

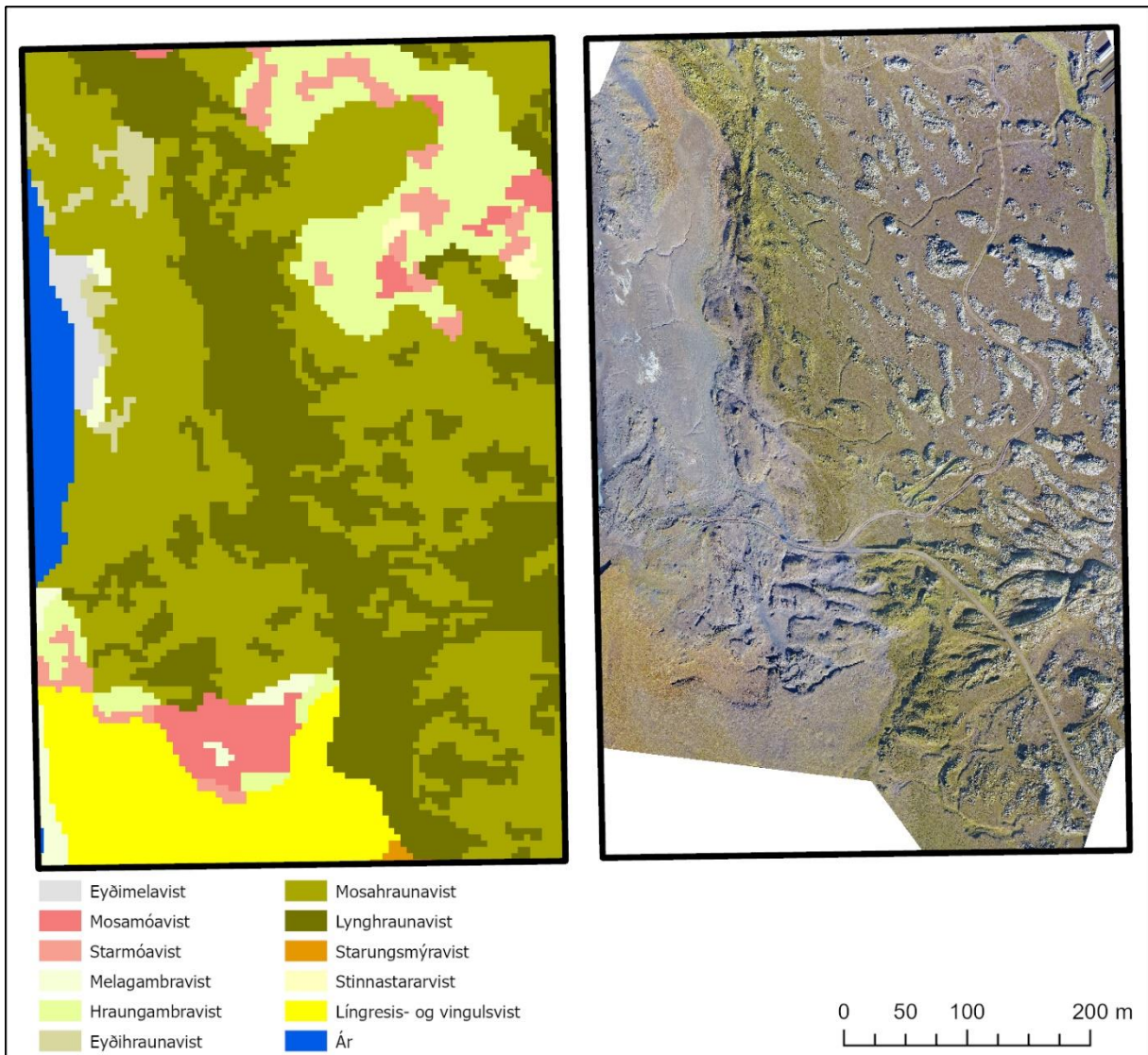


Mynd 19. Aðgerðir Landgræðslunnar og útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 á svæði 2 við Brest. Landgræðsluaðgerðir ná yfir allt svæðið og hafa fyrst og fremst falið í áburðargjöf til að styrkja þann gróður sem fyrir er. Vatn flæðir yfir meirihluta svæðisins í hlaupum. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

Figure 19. The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service and the spread of the flood in the river Skaftá in 2015 on Area 2 at the river Brestur. Revegetation operations cover the whole area and have consisted primarily of application of fertilizer to support existing vegetation. Water flows over most of the area during floods. Texts in figure: Svæði 2 - Austan við Brest, ofan við Þjóðveg 1 = Area 2 - East of the river Brestur, above Highway 1. Aðgerðir Landgræðslunnar = The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 = The spread of the flood in river Skaftá in 2015. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

4.1.3. Svæði 3 austan við gömlu Eldvatnsbrúna, móts við Múla

Vistgerðarkort NÍ sýnir að helstu vistgerðir á svæðinu voru lynghraunavist og mosahraunavist (mynd 20a). Næst farvegi Eldvatnsins voru vistgerðir eins og eyðimelavist, eyðihraunavist og melagambravist en eftir því sem komið er fjær farveginum voru vistgerðir eins og língresis- og vingulsvist, melagambravist, starmóavist, mosamóavist, hraungambravist og starungsmýravist. Mynd 20b sýnir að nú hefur gróður og jarðvegur greinilega horfið af allbreiðu svæði næst Eldvatni, bæði eftir Skaftárhlaup og áfok í kjölfar þeirra. Mosahraunavist hefur rýrnað mikið á svæðinu en lynghraunavist heldur velli (mynd 20b).



Mynd 20. Samanburður tveggja mynda sem eru teknar með 11 ára millibili af sama stað, svæði 3 austan við gömlu Eldvatnsbrúna, móts við Múla, norður er upp. a) mynd til vinstri, sýnir vistgerðarkort NÍ byggt á RapidEye gervitunglamyndum frá 2011 og b) mynd til hægri, sýnir samsetta drónamynd frá 2022 tekna úr 200m hæð. Skaftá rennur við vesturjaðar mynda úr norðri til suðurs og flæðir yfir bakka sína í hlaupum. Á miðri mynd er hraunhryggur með norður-suður stefnu. Ofan á honum er lynghraunavist og hann virðist verja mosahraunavistina austan við og aðrar vistgerðir fyrir flóðvatninu og sandfoki frá eyðimelavistinni sem nú ríkir vestast á svæðinu. Vestan við hrygginn var mosahraunavist árið 2011 en er nú mun eyðilegra og sjá má hvernig hlaupvatnið hefur flætt yfir lægðina næst bakkanum. Við suðurhluta myndarinnar sést áfoksgeiri inn í hraunið þar sem ekki hefur

flætt vatn. Língresis- og vingulsvistin þar fyrir sunnan virðist veita nokkra mótspyrnu. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljósmynd. Pálína Pálsadóttir, 2022.

Figure 20. Comparison of two images of the same area, taken 11 years apart. Area 3 opposite the farm Múli, north is up. a) image to the left, shows habitat type map based on 2011 RapidEye images and b) image to the right, shows a composite drone image taken in summer 2022 at 200m altitude. The river Skaftá flows at the western edge of the image from north to south and overflows its banks in runs. In the middle of the image is a lava ridge with a north-south direction. Covering the top of the lava ridge is the habitat type Icelandic lava field shrub heaths (is. Lynghraunavist) and it seems to protect the Icelandic lava field moss heath (is. Mosahraunavist) to the east and other habitat types from the floodwaters and deposition of sand and silt from the habitat type Barren Icelandic lava fields (is. Eyðihraunavist) that now prevails to the west of the area. To the west of the ridge was Icelandic lava field moss heath in 2011 but is now much more desolate and you can see how the flood water has covered the basin closest to the bank. At the southern part of the image, you can see sand encroaching into the lava where no water has flowed. The Boreo-subalpine *Agrostis* grassland (is. Língresis- og vingulsvist) in the south seem to offer some resistance. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsadóttir, 2022.

Í Skaftárhlaupinu 2015 fór hlaupvatn yfir hluta af svæðinu (mynd 21). Landgræðslan var með uppgræðslu-aðgerðir, sáningar og áburðargjöf, á svæðinu næst farveginum árið eftir. Því hefur svo verið fylgt eftir með áburðar-gjöf síðustu ár (mynd 22).

Mynd 21. Gulur litur sýnir útbreiðslu hlaupvatnsins innan svæðis 3. Á þessu svæði sjást skýrt afleiðingar hlaupsins. Svæði sem flokkaðist sem mosahraunavist á vistgerðarkorti er nú gróðurlítið og mjög sendið. Hraunbrúnin austan við, þar sem er greinilegur hlaupjaðar, er einkum vaxinn loðvíði (mynd 20b). Mikið er af lausu efni ofan í farveginum og á svæðinu þar sem hlaupvatnið hefur runnið yfir og því mikill sandburður inn á jaðarinn og víðirinn augljóslega farinn að gisna næst honum. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljósmynd. Pálína Pálsadóttir, 2022.

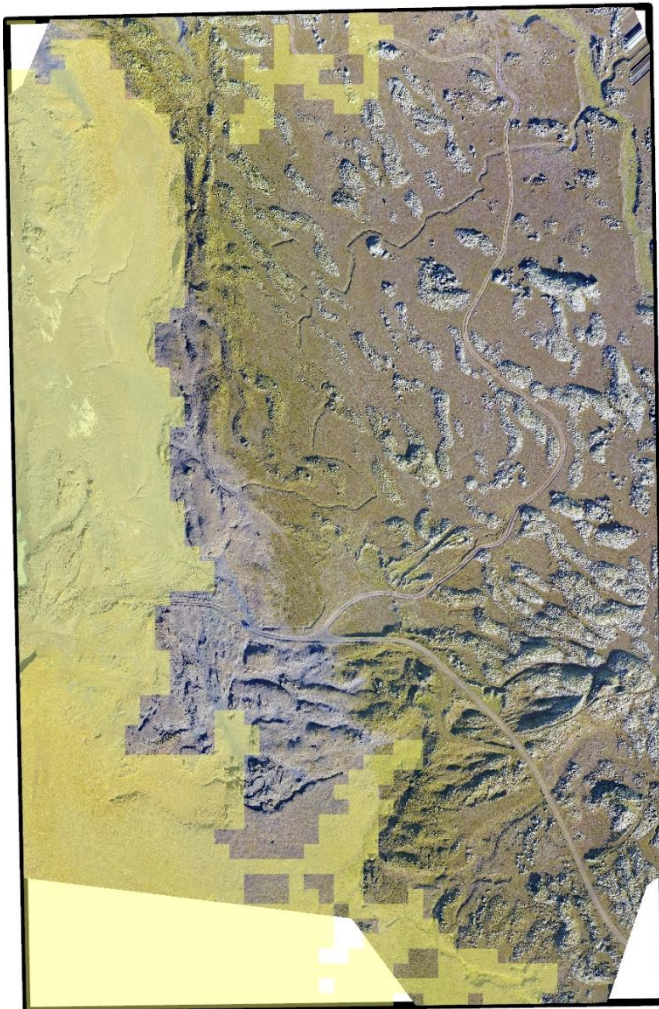
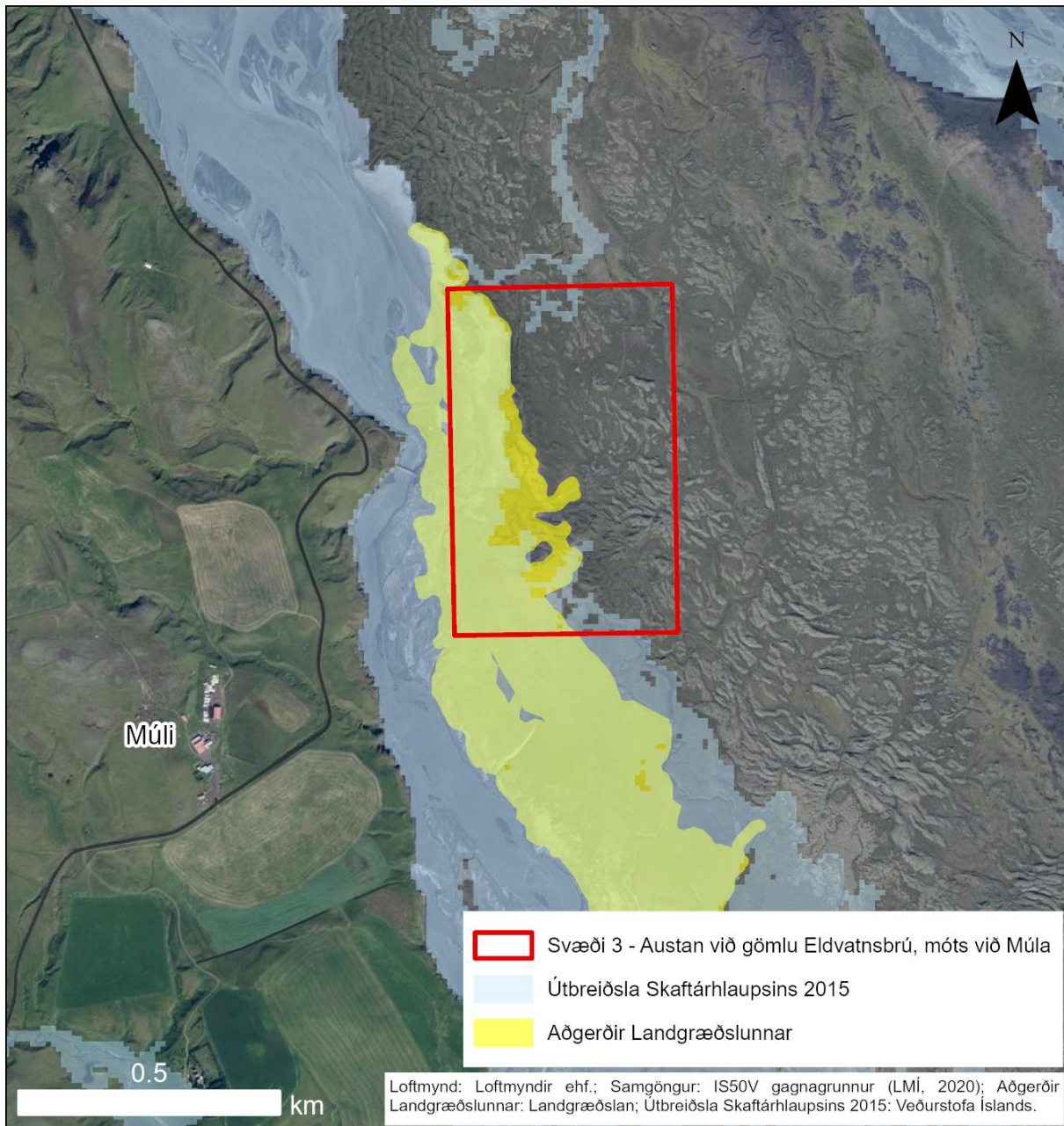


Figure 21. Yellow colour indicates the distribution of the flood water within Area 3. In this area, you can clearly see the consequences of the flood. An area that was classified as *Icelandic lava field moss heath* (is. Mosahraunavist) on a habitat map is now low in vegetation and very sandy. The lava edge to the east, where there is a distinct margin of the flood, is mainly covered with woolly willow (Figure 20b). There is a lot of loose material in the channel and in the area which the flood water has covered, so there is a lot of sand transport into the periphery of the flood and the willows closest to it are obviously beginning to degrade. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsadóttir, 2022.



Mynd 22. Aðgerðir Landgræðslunnar og útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 á svæði 3 - austan við gömlu Eldvatnsbrúna, móts við Múla. Landgræðsluaðgerðir fólust í áburðargjöf og sáningum næst farveginum á árunum 2016 og 2021. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

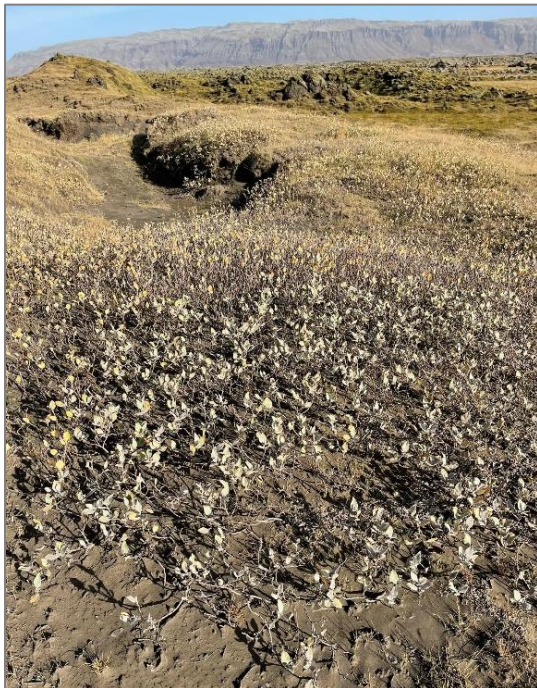
Figure 22. Revegetation operations by the Soil Conservation Service and the spread of the flood in the river Skaftá in 2015 in area 3, east of the old bridge over the river Eldvatn, opposite the farm Múli. Land reclamation operations involved fertilizer and sowing closest to the channel in 2016 and 2021. Texts in figure: Svæði 3 - Austan við gömlu Eldvatnsbrúna, móts við Múla = Area 3 - East of the old bridge over the river Eldvatn, opposite the farm Múli. Aðgerðir Landgræðslunnar = The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 = The spread of the flood in river Skaftá in 2015. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

Sáningarnar eru sums staðar vel sýnilegar en eru greinilega undir miklu álagi vegna áfoks sets úr farveginum (mynd 23a) og sama gildir um loðvíði við rofjaðarinn (mynd 23b) enda er mikill setburður frá árfarveginum sem fýkur bæði yfir uppgræðslurnar og inn á rofjaðarinn (mynd 24).



Myndir 23a-b. Austan við gömlu Eldvatnsbrúna, móts við Múla.

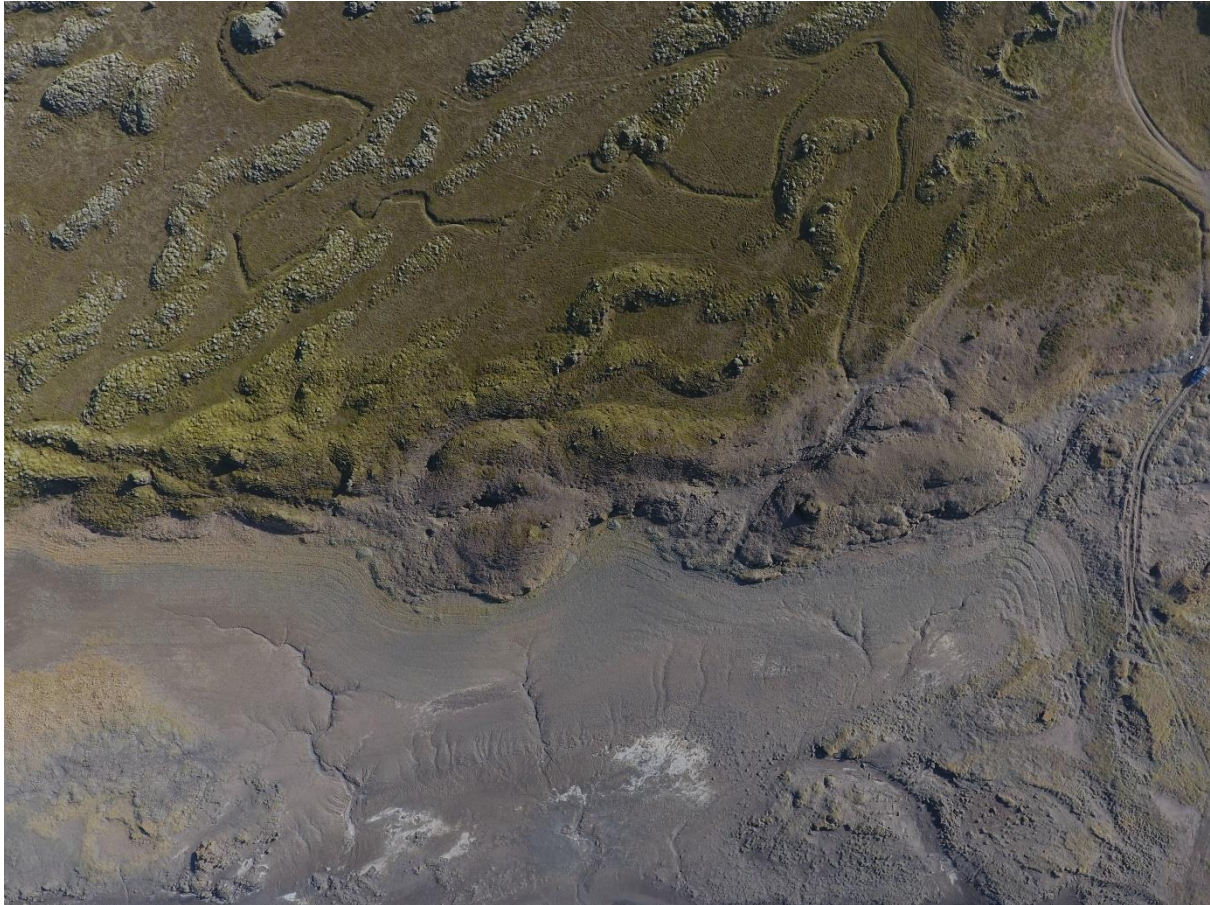
a) efri mynd. Austan við gömlu Eldvatnsbrúna er allbreitt svæði þar sem gróður hefur greinilega horfið af eftir Skaftárhlaup. Landgræðslan var með uppgræðslu-aðgerðir á því svæði árin 2016-2021 en mikill sandur berst inn á það og hefur kaffært uppgræðsluna að hluta til eins og sést neðst á myndinni. Ljós. Kristín Hermannsdóttir, júlí 2021.



b) neðri mynd. Austan við hlaupfarveg Eldvatnsins er hraunbrún sem er greinilegur rofjaðar, einkum vaxinn loðvíði. Neðst á myndinni sést loðvíðirinn hálfur á kafi í sandi og á greinilega í vök að verjast. Ljós. Rannveig Ólafsdóttir, september 2022.

Figures 23a-b. East of the old bridge over the river Eldvatn, opposite the farm Múli. a) upper image. East of the old bridge over the river Eldvatn is a wide area where the vegetation has clearly been totally degraded, after floods in the river Skaftá. The Soil Conservation Service revegetated the area during the years 2016-2021, but drift sand has partially submerged the new vegetation as shown at the bottom of the photo. Photo: Kristín Hermannsdóttir, July, 2021. b) lower image. East of the flood channel of the river Eldvatn is the edge of a lava field which forms the borderline of land degraded by floods, primarily vegetated by woolly willow. At the bottom of the image you can see that the woolly willow is half submerged in sand and is clearly seriously

weakened. Photo: Rannveig Ólafsdóttir, September 2022.

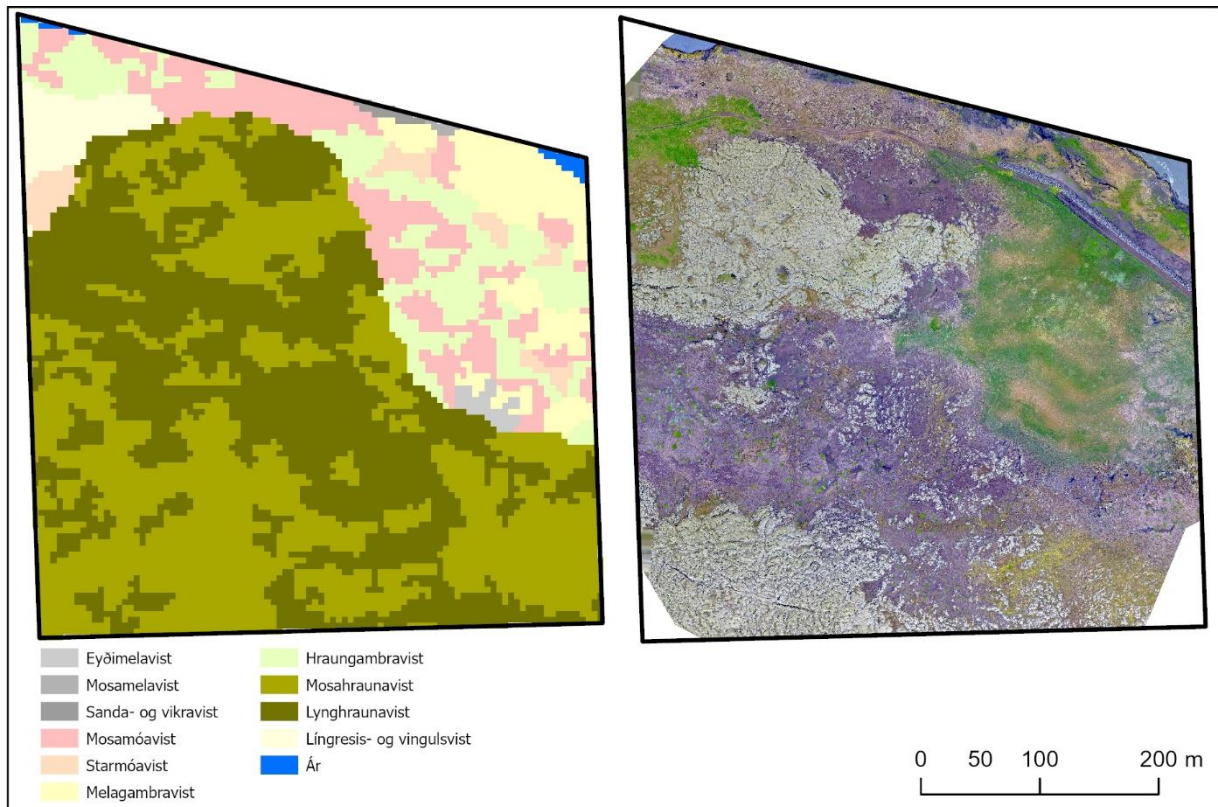


Mynd 24. Loftmynd tekin úr 200 m hæð við gömlu Eldvatnsbrúna á mótis við Múla. Norður er til vinstri. Mikill setburður er næst árfarveginum (neðst á myndinni) eftir síendurtekin hlaup. Þar hefur Landgræðslan stundað sáningar og áburðargjöf. Víðir er áberandi í hraunjaðrinum en lætur á sjá vegna áfoks. Greinilegur munur er á setburði árinna á flatlandinu og áfoki setsins inn á hraunkambinn upp myndina og til hægri. Ljós. Pálína Pálsdóttir, ágúst 2022

Mynd 24. Aerial view from 200 m altitude at the old bridge over the river Eldvatn, opposite the farm Múli. There is a lot of sedimentation closest to the riverbed (at the bottom of the image) after repeated floods. There, the Soil Conservation Service has been revegetating the degraded land by sowing and fertilizing. Willows are prominent at the edge of the lava field but are clearly weakened by the incoming sand. There is a clear difference between the sedimentation of the river in the flatlands and the sediment drift into the lava ridge up the image and to the right. Photo: Pálína Pálsdóttir, August 2022

4.1.4. Svæði 4 framman við bæinn Ytri-Ása

Sunnan við bæinn að Ytri-Ásum er land sem oft hefur farið undir vatn í Skaftárhlaupum. Samkvæmt vistgerðarkorti NÍ voru ríkjandi vistgerðir á svæðinu mosahraunavist og lynghraunavist. Næst farvegi Eldvatnsins var meiri fjölbreytileiki í vistgerðum en þar mátti m.a. finna starmóavist, língresis- og vingulsvist, hraungambrauvist, mosamóavist, melagambrauvist, eyðimelavist og vikravist (mynd 25a). Nú hefur mikil gróðureyðing orðið á þessu svæði, einkum í flóðinu 2015 og eftir það (mynd 25b).



Mynd 25. Samanburður tveggja mynda sem eru teknar með 11 ára millibili af sama stað, svæði 4 móts við Ytri-Ása, norður er upp. a) mynd t.v. sýnir, vistgerðarkort NÍ byggt á RapidEye gervitunglamyndum frá 2011 og b) mynd t.h. sýnir samsetta drónamynd sem er tekin sumarið 2022 úr 200m hæð. Eldvatn rennur við norðurjaðar myndarinnar úr austri til vesturs og flæðir yfir bakka sína í hlaupum. Á miðri mynd t.h. sést hvernig hlaupvatn hefur skilið eftir gráan farveg þar sem það rennur milli tveggja mosavaxinna ljósgrænna hraunhæða. Áður hefur þar verið samfelld mosahrauna- og lynghraunavist, sem er nú nær alveg horfin og eyðimelavist komin í staðinn. Ljósgrá svæði eru hraungambravist. Eftir hlaupið 2015 var farið í uppgræðsluáðgerðir á svæðinu sem sjást vel sem græn sliki í norðaustri. Uppgræðslan virðist í sæmilegu ástandi en gul og græn línuáferð hennar skýrist af áburðargjöf. Fyrir norðan uppgræðsluna hefur verið gerður varnargarður til að varna flóðvatni. Norðvestast á myndinni er língresis-og vingulsvist á hæð sem hlaupvatnið hefur ekki náð til. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljósmynd. Pálína Pálsdóttir, 2022.

Figure 25. Comparison of two images of the same area, taken 11 years apart. Area 4 opposite the farm Ytri-Ásar, north is up. a) image to the left, shows habitat type map based on 2011 RapidEye images and b) the image to the right, shows a composite drone image taken in summer 2022 at 200m altitude. The river Eldvatn flows at the northern edge of the image from east to west and flows over its banks during floods. In the middle of the image, you can see how flood water has left a grey channel as it flows between two mossy light green lava hills. In the past there has been a continuous moss lava and heather lava field. In the past there has been a continuous *Icelandic lava field moss heath* (is. mosahraunavist) and *Icelandic lava field shrub heath*, (is. lynghraunavist) which have now almost completely disappeared. Light grey areas are *Moss and lichen fjell field* (is. hraungambravist). After the 2015 flood, revegetation operations were carried out in the area, which are clearly visible as green areas in the northeast. The revegetation seems to be in relatively good condition, but its yellow and green line texture is explained by fertilizer administration. To the north of the revegetation, a levee has been built to prevent floodwaters. In the northwest part of the image is *Boreo-subalpine Agrostis grassland* (is. língresis- og vingulsvist) on a low hill that the flood water has not reached. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsdóttir, 2022.

Miklar skemmdir hafa orðið á mosa og öðrum gróðri á stóru svæði næst Skaftá vegna vatnsrofs og setburðar (mynd 26a). Inn á milli eru svo náttúrulegri blettir með mosagrónu hrauni og víða ber á loðvíði, gulvíði, lyngi og stöku lúpínu í hlaup-jaðrinum (mynd 26b).



Mynd 26a-b. Framan við bæinn Ytri-Ása.

a) efri mynd. Efst til vinstri á myndinni sést landbrot Skaftár á túnum á Ytri-Ásum handan við ána. Uppgræðslusvæði Landgræðslunnar, neðar á myndinni, eru greinilega illa farin eftir flóð og sandfok. Í bakgrunni má sjá nýju brúna yfir Eldvatn.

b) neðri mynd. Neðst á myndinni sést hvernig lággróður hefur drepist undir setlagi sem er væntanlega eftir flóðið 2015. Ljós. Rannveig Ólafsdóttir, júní 2022.



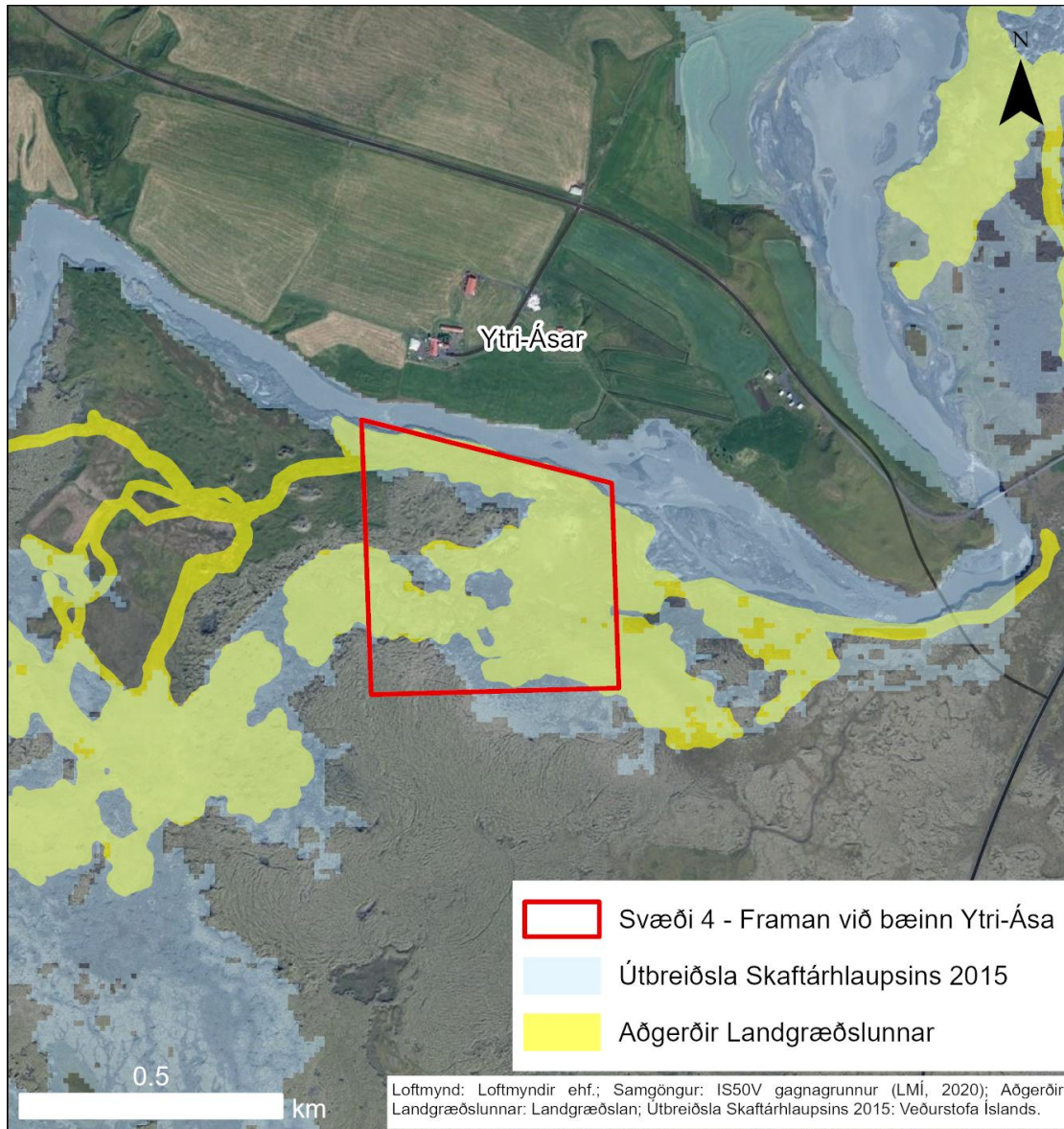
Figures 26a-b. Opposite the farm Ytri-Ásar.

a) upper image. At the top left of the image, one can see the landfall, caused by floods in the river Skaftá, in the hayfields of the farm Ytri-Ásar across the river. The land revegetation operation areas seen further down in the image are clearly devastated by flooding and sand drift. In the background you can see the new bridge over the river Eldvatn.

b) lower image. At the bottom of the image, you can see that low vegetation has died under a sedimentary layer which was most likely deposited during the 2015 flood. Photo: Rannveig Ólafsdóttir, June 2022.

Landgræðslan hefur verið með uppgræðsluaðgerðir á svæðinu við bæinn Ytri-Ása, bæði sáningar og áburðargjöf eftir hlaupið 2015 (mynd 27) og er það víða orðið vel gróið yfir að líta. Þá hefur einnig verið gerður varnargarður meðfram Eldvatninu skammt ofan við svæðið sem

hefur varið uppgræðslunnar að einhverju leyti. Í Skaftárhlaupinu 2015 fór hlaupvatn yfir stóran hluta svæðisins og víða eru svæði sem ekki hafa ennþá náð sér á strik eftir það. Víða er talsvert af lausum sandefnum á yfirborði innan um úfynn hraungrunninn, annars staðar eru vel gróin uppgræðslusvæði (mynd 28).



Mynd 27. Aðgerðir Landgræðslunnar og útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 á svæði 4, framman við bæinn Ytri-Ása. Landgræðslan hefur verið með aðgerðir á svæðinu frá árinu 1992 en mikið hefur mætt á svæðinu í hlaupum. Eftir Skaftárhlaupið 2015 urðu miklar skemmdir á gróðri. Í kjölfarið var ráðist í umfangsmiklar landgræðsluaðgerðir árin 2016-2021 sem fólust í áburðar-gjöf og sáningum. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

Figure 27. Revegetation operations by the Soil Conservation Service and the spread of the flood in river Skaftá in 2015 in area 4, opposite the farm Ytri-Ásar. Soil Conservation Service has had operations in the area since 1992, but the area is under a heavy stress by repeated floods. After the flood in the river Skaftá in 2015, vegetation was severely damaged. Subsequently, extensive land reclamation operations were carried out in 2016-2021, which involved fertilizer and sowing. Texts in figure: Svæði 4 - framman við bæinn Ytri-Ása = Area 4 - Opposite the farm Ytri-Ásar. Aðgerðir Landgræðslunnar = The

revegetation operation areas of the Soil Conservation Service. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 = The spread of the flood in river Skaftá in 2015. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

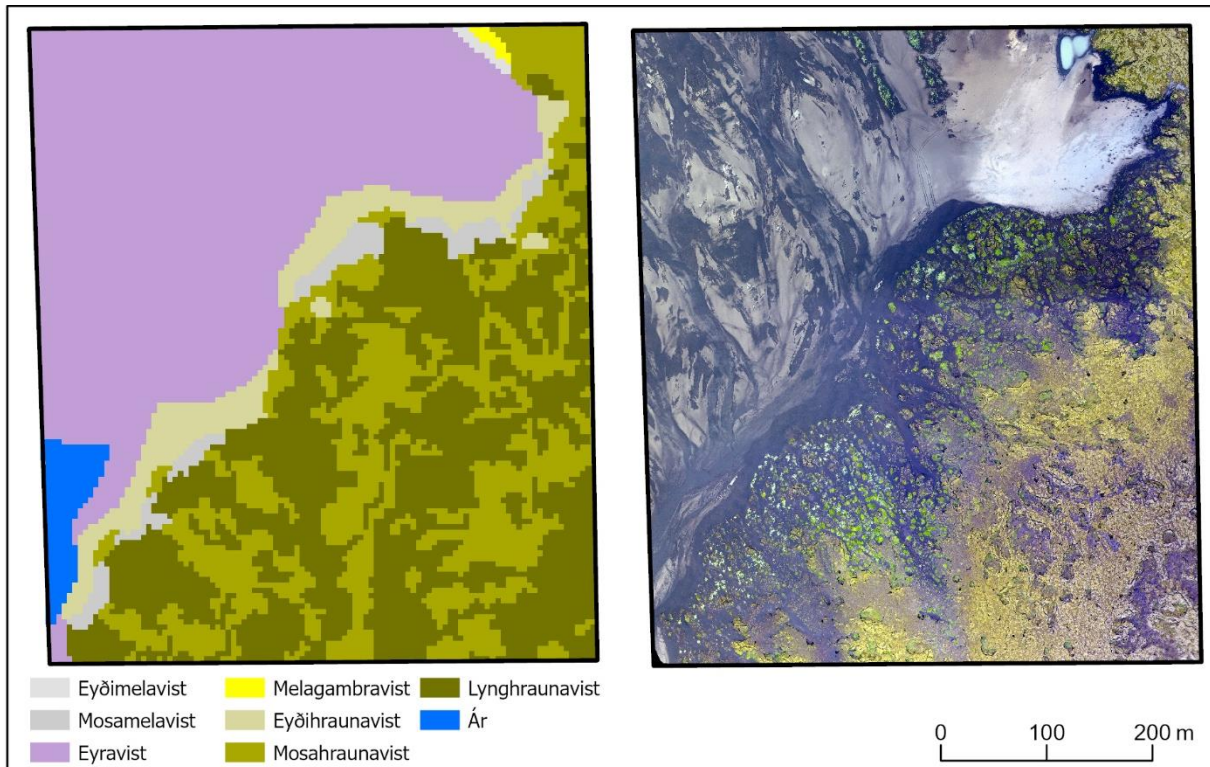


Mynd 28. Loftmynd tekin úr 200 m hæð af svæðinu fyrir framan Ytri-Ása. Skörp skil sjást í grængráum mosanum þar sem hlaupvatn hefur runnið og skilur eftir sig dökkgrátt set. Uppgræðslur eru víða í góðu ástandi en varnargarður meðfram Eldvatninu skammt ofan við svæðið hefur varið uppgræðslurnar að einhverju leyti. Ljós. Pálína Pálsdóttir, júní 2022.

Figure 28. Aerial view from 200 m of the area opposite the farm Ytri-Ásar. A sharp boundary is seen in the moss where flood water has flowed. Revegetated areas are mostly in good condition, but a levee along the river Eldvatn just above the area has protected some of the revegetation area. Photo: Pálína Pálsdóttir, júní 2022.

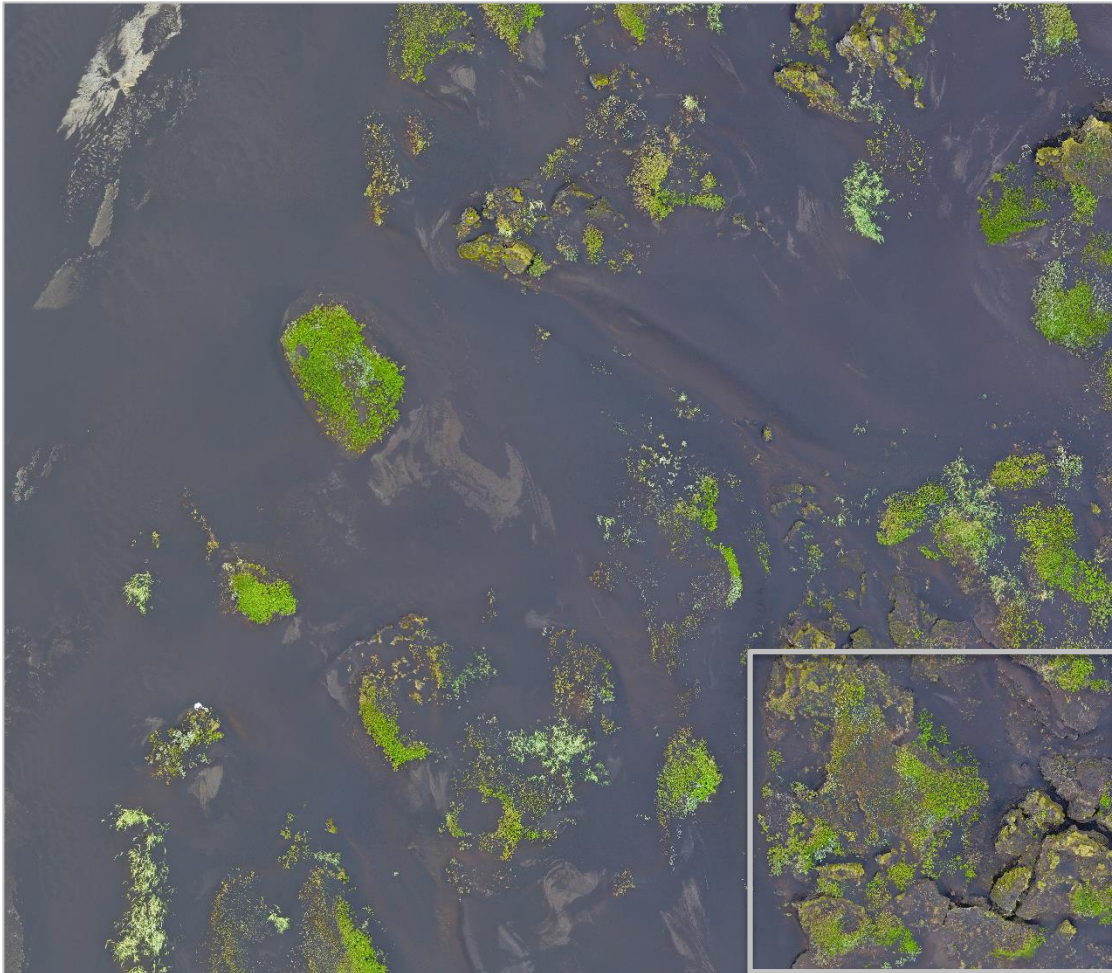
4.1.5. Svæði 5 við Flögulón, austan megin

Flögulón er þar sem Tungufljót og Eldvatn (vestasta kvísl Skaftár) sameinast en aðeins sunnar bætist Hólmsá við. Saman mynda þessar ár upptök Kúðafljóts. Farið var að Flögulóni beggja vegna, en austan megin við það er stór sandauðn sem liggur lágt og flæðir yfir í hverju Skaftárhlaupi. Austan við sandauðnina tekur hraun við. Samkvæmt vistgerðarkorti NÍ voru helstu vistgerðir á svæðinu eyrarvist, næst Flögulóni, en mosahraunavist og lynchraunavist inn í hrauninu. Í hraunjaðrinum mátti finna eyðihraunavist, mosamelavist, eyðimelavist, og melagambravist (mynd 29a). Nú hefur töluverð gróðureyðing orðið á svæðinu (mynd 29b).



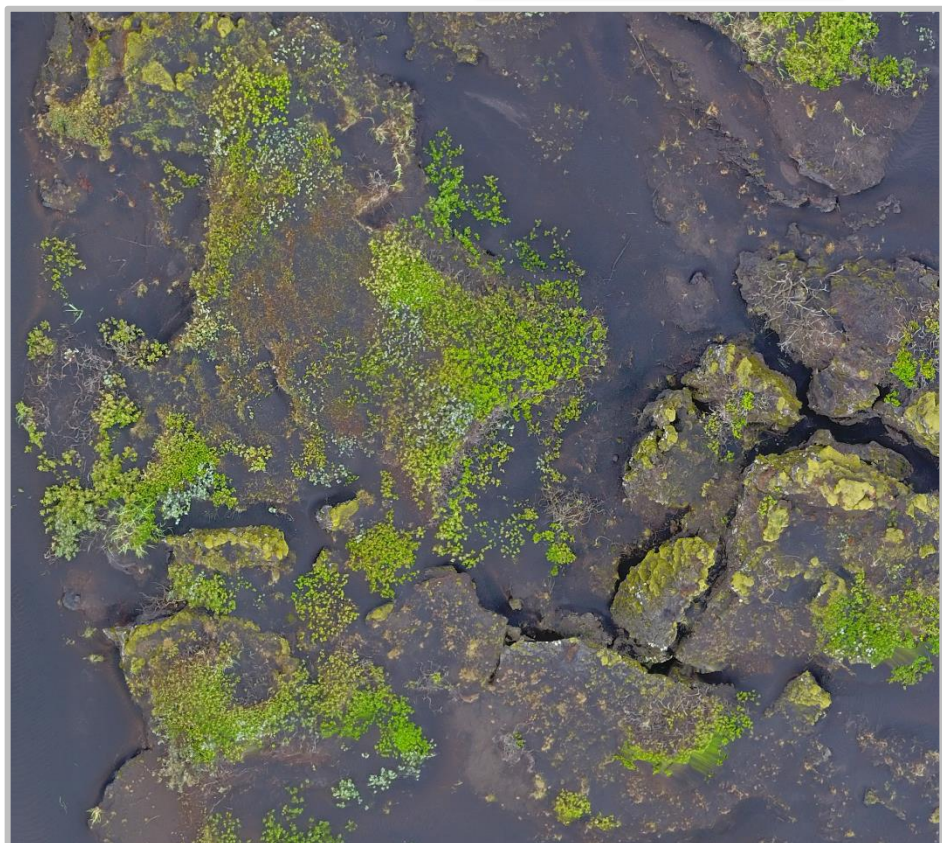
Mynd 29. Samanburður tveggja mynda sem eru teknar með 11 ára millibili af sama stað, svæði 5, austan við Flögulón, norður er upp. a) mynd t.v., sýnir vistgerðarkort NÍ byggt á RapidEye gervitunglamyndum frá 2011 og mynd t.h., sýnir samsetta drónamynd frá 2022 tekin úr 200m hæð. Eldvatn rennur saman við Tungufljót í Flögulóni norðvestan við myndina og myndar Kúðafljót. Þar sem Eldvatn rennur út í Flögulón fyllist það af jökulleir og árseti og myndar aurkeilu í austanvert lónið. Á norðvesturhluta beggja mynda er svæði sem er sendið, flatt og ógróið að mestu, þar eru leifar af uppgræðslum með melgresi. Þetta svæði flokkast undir eyravist. Ljósu dílarnir við jaðar ógróna svæðisins eru melhólar. Þar fyrir innan eru grænir dílar sem eru gulvíðirunnar. Gulbrún svæði til hægri og neðan til á myndinni eru hraungambri. Loðvíðir greinist ekki á myndinni, enda er hann að mestu kaffærður af sandi. Í hlaupum rennur hlaupvatn frá lóninu inn á hraunið í suðaustri og fyllir lægðir af árseti. Mikið magn lauss efnis á svæðinu veldur síðan áfoki til suðausturs. Vel sést hvernig sandurinn smeygir sér milli hæða í hrauninu. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljós. Pálína Pálsdóttir, 2022.

Figure 29 Comparison of two images of the same area, taken 11 years apart, in area 5, east of the lagoon Flögulón, north is up. a) image to the left, shows habitat type map (based on 2011 RapidEye images) and b) image to the right, shows composite drone image taken in summer 2022 at 200m altitude. The river Eldvatn merges with the river Tungufljót in the lagoon Flögulón, northwest of the image to form the river Kúðafljót. As Eldvatn flows into Flögulón, it is filled with glacial mud and river sediments and forms a mud cone in the east side of the lagoon. In the northwestern part of both figures there is an area that is sandy, flat, and largely unvegetated, but there are remnants of lime grass revegetation efforts. This area is classified as the habitat type *Unvegetated or sparsely vegetated shores* (is. Eyrarvist). The white dots at the edge of the unvegetated area are lime grass hummocks. Inside are green dots that are tea-leaved willow bushes. Amber areas to the right and bottom of the image are the moss species *Racomitrium lanuginosum*. Woolly willows are not visible in the image, as they are mostly submerged with sand. During floods, flood water flows from the lagoon into the lava field in the south-east and fills depressions with river sediments. Large amounts of loose material in the area cause sand drift to the southeast. The flow of sand between lava ridges is clearly visible on the figure. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsdóttir, 2022.



Í hvössum norðan-áttum verður mikið áfok úr sandauðninni og laus efni berast yfir gróið land austan við Flögulón sem er orðið sandi orpið svo ekki er annar gróður eftir en brúskar af víði og melgresi (mynd 30a-b).

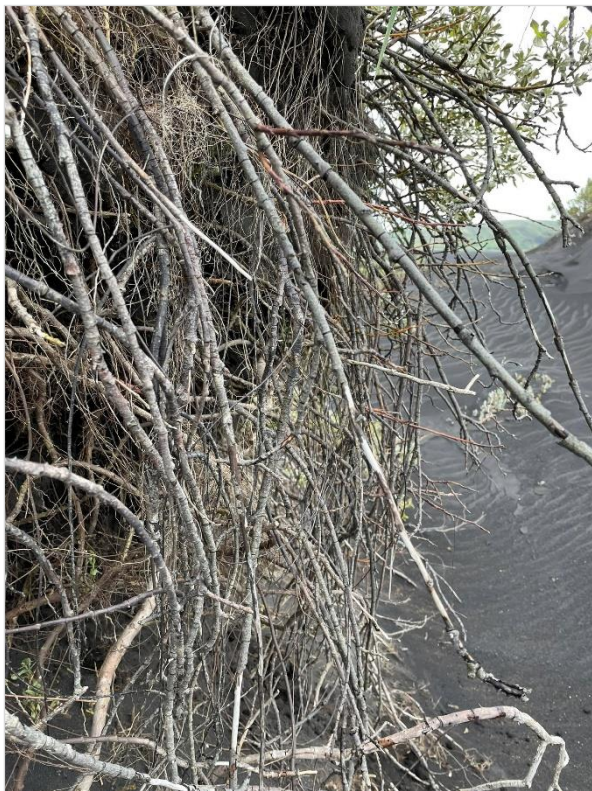
Myndir 30a-b. Samsett drónamynd frá sumri 2022 tekin úr 30m hæð, af svæði 5 austan við Flögulón. a) efri mynd, yfirlitsmynd



og b) neðri mynd, nærmynd af inn römmuðu svæði í neðra hægra horni efri myndar, norður er upp. Norðvestast á yfirlitsmyndinni er allur gróður horfinn. Það sést að hlaupvatnið hefur runnið þaðan inn á svæðið og skilið eftir set. Einnig sést hvernig gróðureyjarnar stýra straumi vatnsins. Grænu gróðurblettirnir eru gulvíðir sem er víða nokkuð sterklegur en einnig má sjá kaffærðan, veiklulegan gulvíði og loðvíði sem grænar smádoppur í sandinum. Loðvíðir er gráleitari á myndinni, t.d. inni í stóru gulvíðieyjunni norðvestan megin á myndinni. Melgresi er ljósgrænir eða grágrænir brúskar hér og hvar. Þar sem það myndar þéttar eyjar virðist melgresið sterklegt en það er einnig að finna sem stakar plöntur sem mæðir meira á. Hraunið á þessu svæði er að mestu sandorpið en þar sem það stendur upp úr sandinum er það ýmist grábrúnt eða með þunnu lagi af mela- eða hraungambra sem á erfitt uppdráttar vegna áfoks. Á nærmyndinni (b) sést betur munurinn á gulvíði og loðvíði, auk stakra melgresiplantna ef vel er að gáð. Á miðri mynd er mosinn ofan á hrauninu að gefa undan vegna áfoks og þar eru smágerðari grastegundir að hasla sér völl í sandinum. Utan í hrauninu sjást berar rætur víðiplantnanna sem hlaupvatn og vindur hafa svipt hulunni ofan af. Einnig sést að aðrar plöntutegundir eru viðkvæmari fyrir flæði vatns, rofafi vinda og/eða söfnun setefna en víðirinn og melgresið. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljósmynd Pálína Pálsdóttir, 2022.

Figures 30a-b. Combined drone image taken in summer 2022 at 30m, of area 5, east of the lagoon Flögulón. a) upper image, overview, and b) lower image, close-up view of the framed area in the lower right corner of upper image, north is up. Northwest on the overview image all vegetation has been eroded. From there, it is possible to see that the flood water flows into the area, leaving sediment behind. You can also see how vegetation clusters regulate the flow of the water. The green vegetation spots are tea-leaved willows, which are in many places quite strong, it is also possible to see submerged, weakened willows as green dots in the sand. Woolly willows are more greyish in the image, e.g. inside the large tea-leaved willow cluster on the northwest side of the image. Lime grass is light green or greyish-green patches. Where it forms dense clusters, the lime grass appears robust, but it is also found as single plants that are under more strain. The lava in this area is mostly sandy, but as it protrudes from the sand, it is either greyish brown or has a thin layer of mosses that are under heavy pressure from sand drift. The close-up in the image below shows more clearly the difference between the tea-leaved willow and the woolly willow, as well as individual lime grass plants if you look carefully. In the middle of the image, the moss on top of the lava is giving way due to sand drift, and there are low growing grass species gaining ground in the sand. Outside the lava, one can see the roots of the willow plants, which flood water and wind have stripped bare. It is also clear that other plant species are vulnerable to water flow, wind erosion or sediment accumulation compared to the willows and the meadows. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsdóttir, 2022.

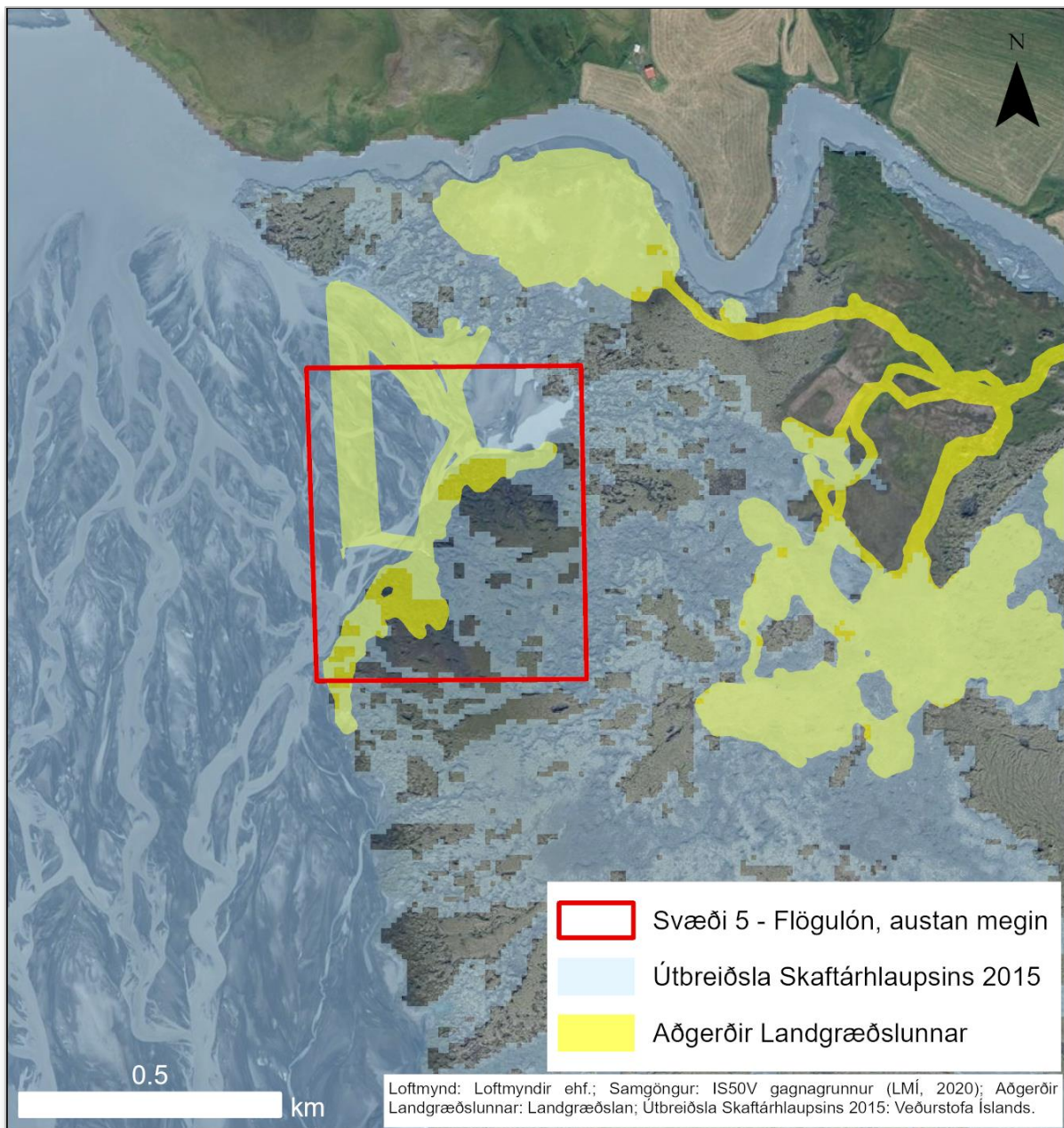
Mikið mæðir á víðinum fyrir austan Flögulón og þar er loðvíðir að fara á kaf í sand og mikið álag á gulvíði (myndir 31a-b). Í hraunbrúninni er víðir áberandi í stórum hnausum og stöku birkihrísla, hvoru tveggja með opin rótarkerfi þeim megin sem snýr að ánni (mynd 31c). Í Skaftárhlaupum heldur þessi hraunbrún við og þess vegna hefur aurkeilan austan við Flögulón ekki stækkað. Hinsvegar mæðir mikið á svæðinu neðan við hraunbrúnina og gróður á landgræðslusvæðum á greinilega erfitt uppdráttar (mynd 31d).



Myndir 31a-d. Austan við Flögulón. a) mynd efst t.v. Loðvíðir að kaffærast í sandi, melbrúskur ofarlega til vinstri. b) mynd efst t.h. Sandlæna ryðst á milli gulvíðibrúska, ofarlega á myndinni má sjá loðvíðibrúska, annar gróður virðist horfinn. c) mynd neðst t.v. Berar víðirætur, greinilegt merki um að víðirinn er að gefa eftir. d) mynd neðst t.h. Leifar af landgræðslusáningu sem er að fara á kaf í sand. Ljós. Rannveig Ólafsdóttir, júní 2022.

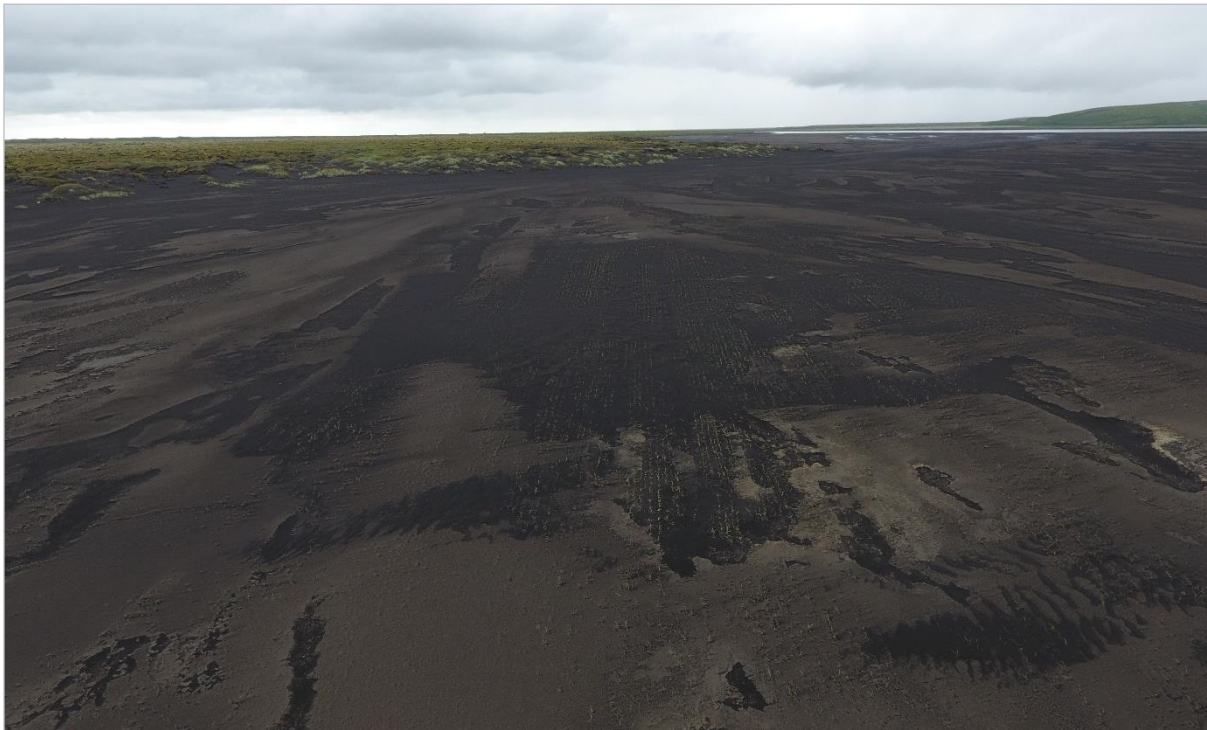
Figures 31a-d. East of the lagoon Flögulón. a) upper image to the left. Woolly willow nearly submerged in sand, lime grass tuft in the upper left. b) upper image to the right. Sand erosion front between clusters of tea-leaved willows, at the top of the image you can see clusters of woolly willows, other vegetation seems to have disappeared. c) lower image to the left. Bare roots of a willow, a clear sign that the willow is yielding. d) lower image to the right. The remnants of land reclamation seeding, nearly totally submerged in sand. Photo. Rannveig Ólafsdóttir, June 2022.

Í Skaftárhlaupinu 2015 fór hlaupvatn yfir stóran hluta svæðisins. Landgræðslan hefur verið með uppgræðsluaðgerðir á svæðinu, sáningar á grasfræi og melgresi, og áburðargjöf árin 2020-2021 (mynd 32). Einhverjar sáningar eru ennþá sjáanlegar en þær hafa orðið fyrir miklum skaða sökum vatnsrofs og áfoks sets úr Flögulóni (mynd 33). Sandur berst einnig inn á hraunið og þar er gróðurþekja orðin slitrótt (mynd 34).



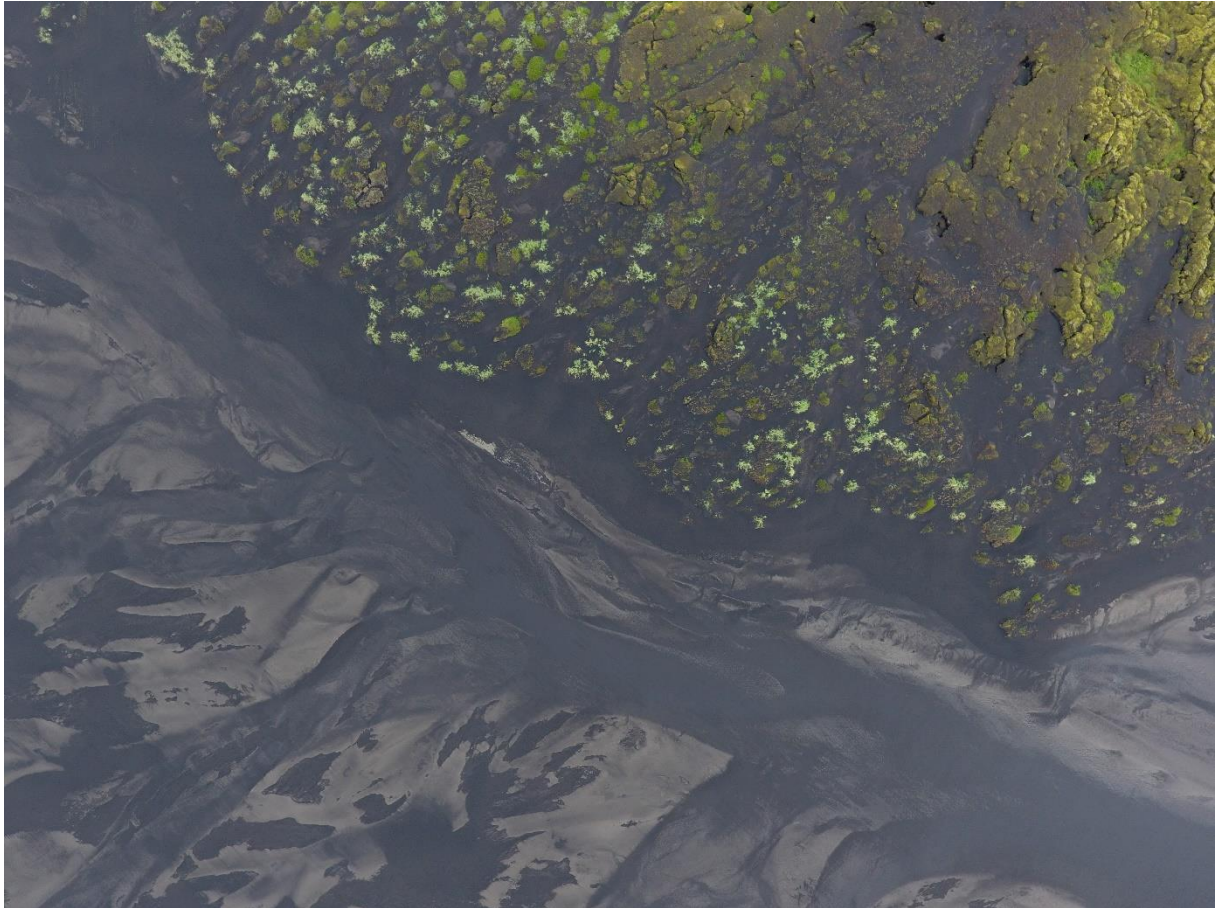
Mynd 32. Aðgerðir Landgræðslunnar og útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 á svæði 5, austan við Flögulón. Landgræðsluaðgerðir fólust í sáningum og áburðargjöf á árunum 2020 - 2021. Vatn fer um stóran hluta svæðisins. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands /Pálína Pálsdóttir, 2023.

Figure 32. The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service and the spread of the flood in river Skaftá in 2015 in area 5, east of the lagoon Flögun. Land revegetation operations involved sowing and fertilization during the years 2020 - 2021. Water overflows much of the area. Texts in figure: Svæði 5 - Flögun, austan megin = Area 5 - The lagoon Flögun, east side. Aðgerðir Landgræðslunnar = The revegetation operation areas of the Soil Conservation Service. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 = The spread of the flood in river Skaftá in 2015. Map: Náttúrustofa Suðausturlands /Pálína Pálsdóttir, 2023.



Mynd 33. Loftmynd af grassáningum austan við Flögun. Rákirnar á miðri myndinni eru eftir sáningarvélina og þar má greina leifarnar sáningunni. Þarna eiga sáningar greinilega erfitt uppdráttar vegna vatnsrofs og áfoks. Ljós. Pálína Pálsdóttir, júní 2022.

Figure 33. Aerial view of revegetation operation area east of the lagoon Flögun. The stripes in the middle of the image are by the sowing machine and there you can see the remains of the revegetation operation. The revegetation area is clearly under heavy pressure from water erosion and sand drift. Photo: Pálína Pálsdóttir, June 2022.

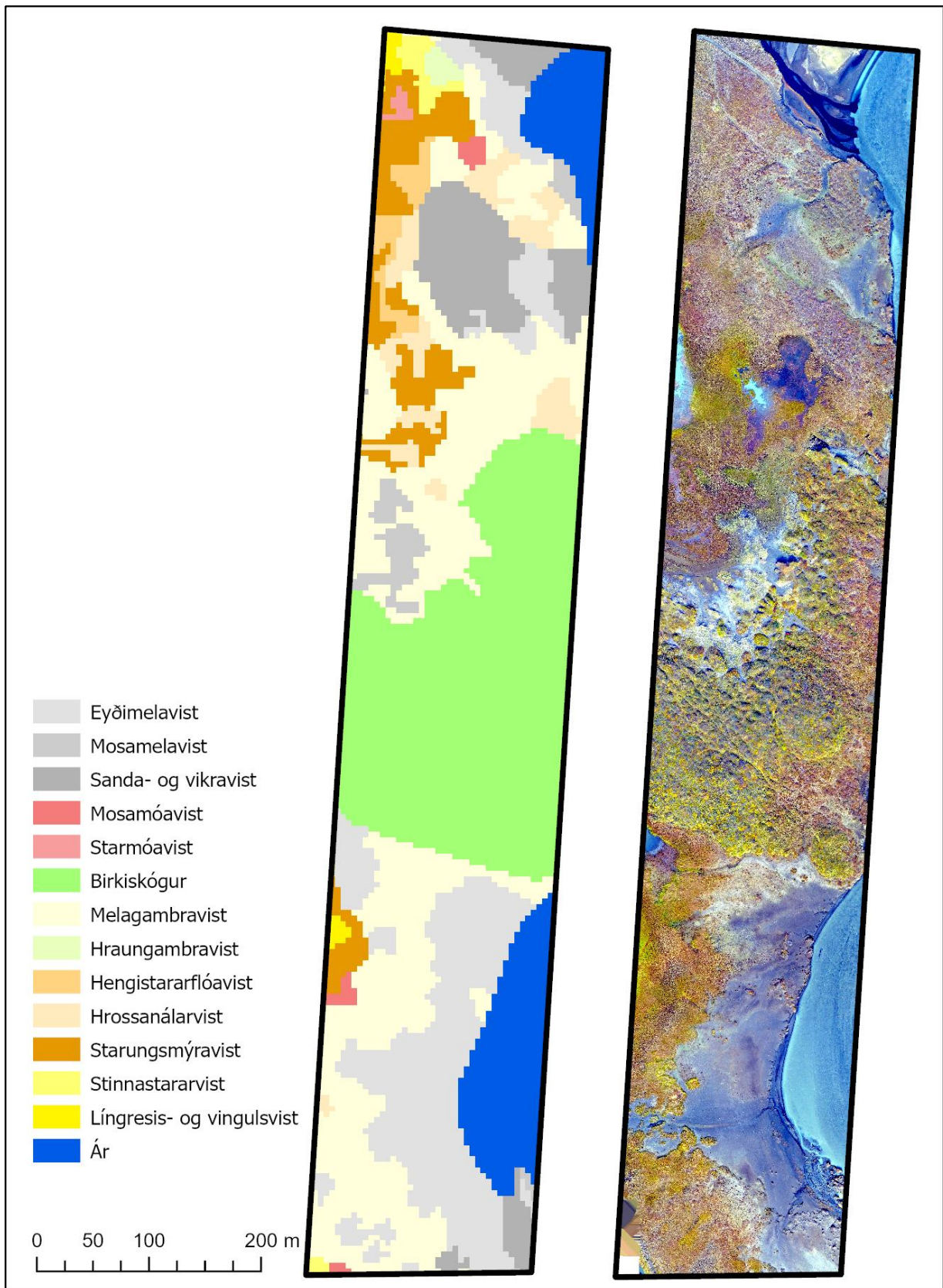


Mynd 34. Loftmynd, tekin úr 200 m hæð af svæði 5, austan Flögulóns. Norður er um það bil til vinstri. Greinilega sést hvernig vatnið ber árset inn á milli hæða í hrauninu en á hæðunum stendur gróðurinn betur. Efst á myndinni má sjá litbrigði í gulleitum hraungambranum. Þar sem hann er gráleitari og út í brúnt er mosinn að gefa eftir undan áfoki. Ljós. Pálína Pálsdóttir, júní 2022.

Figure 34. Aerial image, taken from 200 m from area 5, east of the lagoon flögulón. North is about to the left. You can clearly see how the water carries river sediments in between the lava ridges of the lava, but on the ridges the vegetation is stronger. At the top of the image, you can see shades of the yellowish moss species *Racomitrium lanuginosum*. Where it is greyer and brownish, the moss is giving way to sand drift. Photo: Pálína Pálsdóttir, June 2022.

4.1.6. Svæði 6 við Flögulón, vestan megin

Vestan við Flögulón er gróskumikið svæði og hrjúflekinn mikill. Samkvæmt vistgerðarkorti Ní voru helstu vistgerðir á svæðinu birkiskógur, þar sem landið er hærra, en melagambravist og eyðimelavist þar sem hlaupvatn fer yfir. Þá mátti einnig finna vistgerðir eins og sanda- og vikravist, hraungambravist, língresis- og vingulsvist, stinnastaravist, starmóavist, hengistararflóavist, mosamóavist, mosamelavist og hrossanálarvist (mynd 35a). Litlar breytingar hafa orðið á svæðinu og gróður virðist að mestu halda í horfinu (mynd 35b).



Mynd 35. Samanburður tveggja mynda sem eru teknar með 11 ára millibili af sama stað, svæði 6 vestan við Flögulón, norður er upp. a) mynd t.v. sýnir vistgerðarkort NÍ byggt á RapidEye myndum frá 2011 og mynd b) sýnir samsetta drónamynd tekna sumarið 2022 úr 200m hæð. Eldvatn rennur saman við Tungufljót í Flögulóni norðaustan við myndirnar og myndar Kúðafljót. Kúðafljót rennur frá norðri til suðurs austan við myndina. Megináll fljótsins sést efst og neðst á myndinni en hann brýtur úr

bakkanum. Fjölbreytilegar vistgerðir eru á svæðinu, m.a. þrött mikið birkikjarr fyrir miðri mynd með víðirunnum og öðru lyngi. Á svæðinu er meiri jarðvegur en á öðrum svæðum rannsóknarinnar, sem flest eru á hrauni. Tiltölulega litlar breytingar hafa orðið á svæðinu milli útgáfu vistgerðakortsins og loftmyndanna sem sýnir að einhverju leyti viðnámsþol vistkerfisins. Samt sem áður sjást gráir og ljósir sandorpnir blettir sem fyllast af árseti þegar flæðir yfir þá. Kortagerð Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Ljósmynd. Pálína Pálsdóttir, 2022.

Figure 35. Comparison of two images of the same area, taken 11 years apart, area 6 west of the lagoon Flöglón, north is up. a) image to the left, shows habitat type map based on 2011 RapidEye images and b) image to the right, shows composite drone image, taken in summer 2022 at 200m altitude. The river Eldvatn merges with the river Tungufljót in the lagoon Flöglón to the northeast of the image and forms the river Kúðafljót, which flows from north to southeast of the image. The main channel of the river, which can be seen at the top and bottom of the image, causes landfall in the riverbank. There are a variety of habitat types in the area, including a vigorous birch cluster in the middle of the image with willow bushes and other heather species. The area has more soil than in other areas of the study, most of which are on lava. There has been relatively little change in the area between the release of the habitat type map and the aerial photographs, which indicates the resilience of the ecosystem. However, grey and light sandy spots are visible that fill with river sediment as they overflow. Map Fanney Ósk Gísladóttir, 2023. Photo Pálína Pálsdóttir, 2022.

Víðir vex alveg niður að árbakkanum en birki fjær ánni þar sem hæst stendur í landi og ekki flæðir. Trén eru sjálfsáð en talsvert er af náttúrulegu birkikjarri í Skaftártungu. Nokkru ofar eru tún og ræktarlönd sem tilheyra Flögu (mynd 36a). Gróðurþekja og tegundafjölbreytni verður að teljast góð á þessu svæði miðað við það sem tíðkast með farvegi Skaftár (mynd 36b). Á loftmyndum má þó greina bletti inni á milli ýmist með sandglompum eða þar sem lónar vatn frá ánni (mynd 37). Í hlaupum flæðir yfir mestallt svæðið og í hlaupinu 2015 náði vatn yfir stóran hluta túnanna að Flögu. Á hverju ári verður aukin upphleðsla af aur í Flöglóni en aurkeilan hefur stækkað gríðarlega til vesturs á síðustu áratugum. Eftir því sem aurkeilan stækkar brotnar meira og meira land af bakkanum vestan megin.



Myndir 36a-b. Land vestan Flöglóns. a) t.v. Horft til suðurs yfir Flöglón og gróskumikið svæðið vestan við það. Enn ofar eru tún sem tilheyra Flögu. b) t.h. Þéttvaxinn gulvíðir og birki á svæðinu vestan

Flögulóns, sandorpnir blettir inn á milli. Ljós. Pálína Pálsdóttir t.v., ágúst 2022 og Rannveig Ólafsdóttir t.h., september 2022.

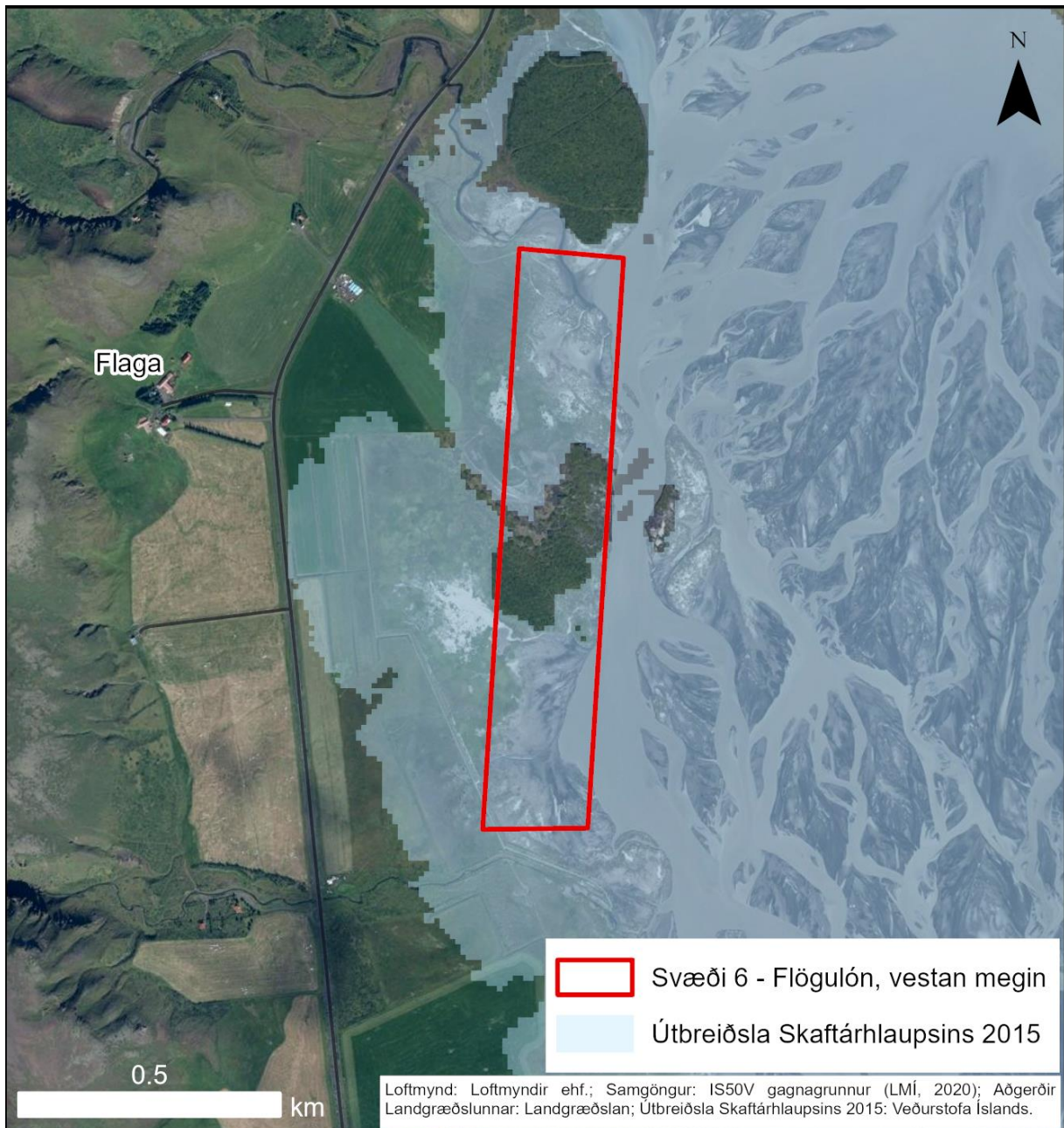
Figure 36a-b. West of the lagoon Flögulón. a) to the left. Looking over the lagoon Flögulón and the lush area to the west of it. Further up are the fields from the farm Flaga. b) to the right. Dense tea-leaved willow and birch in the area west of the lagoon Flögulón, sandy spots in between. Photos: Pálína Pálsdóttir, to the left, August 2022 and Rannveig Ólafsdóttir to the right, September 2022.



Mynd 37. Loftmynd tekin úr 200 m hæð vestan við Flögulóns. Norður er til hægri. Svæðið er að mestu vel gróið víði og birkikjarri, en næst lóninu eru sandorpnir blettir inn á milli. Ljós. Pálína Pálsdóttir, ágúst 2022.

Figure 37. Aerial photograph taken from 200 m west of the lagoon Flögulón. The area is mostly well-vegetated with willow and birch bushes, but closest to the lagoon are sandy patches in between. Photo: Pálína Pálsdóttir, August 2022.

Í Skaftárhlaupinu 2015 fór hlaupvatn um allt svæðið að undanskildum birkihólma sem stendur hærra í landinu. Engar landgræðsluaðgerðir hafa átt sér stað á þessu svæði (mynd 38).



Mynd 38. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins 2015 á svæði 6, vestan Flögulóns. Vatn fór yfir allt svæðið nema birkihólma sem stendur hærra í landinu. Engar landgræðsluaðgerðir hafa átt sér stað á svæðinu. Kortagerð Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

Figure 38. The spread of the flood in the river Skaftá in 2015 in area 6, west of the lagoon Flögulón. During the flood the entire area of area 6 was under water, except for a low hill covered with birch. No revegetation operations have taken place in the area. Map: Náttúrustofa Suðausturlands/Pálína Pálsdóttir, 2023.

4.2. Áfallapol vistkerfa á áhrifasvæði Skaftár

Á svæðum 1, 2, 3 og 5 eru vistkerfi sem öll eru í hnignun hvað varðar getu þeirra til að þola ákomu sets með hlaupum og til að hindra dreifingu fokefna frá setinu. Þessi svæði eru staðsett undan upptakasvæðum fokefna og ríkjandi norðan rofáttum. Einnig flæðir vatn með setburði yfir langstærstan hluta svæðanna í hlaupum. Þau eru því undir miklu álagi bæði vegna setlags og áfoks. Miklar landgræðsluaðgerðir hafa átt sér stað á þessum svæðum. Uppgræðslur eru sum staðar sýnilegar en lélegar eftir mikinn setburð síðustu hlaupa. Áburðargjöf hefur líklega haft jákvæð áhrif á þann gróður sem er enn til staðar, aðallega víðir og melgresi.

Svæði 4 er í heldur stöðugra ástandi en þar hafa uppgræðslur náð sér ágætlega á strik. Varnargarðar meðfram Eldvatninu skammt ofan við svæðið hafa varið uppgræðslurnar að einhverju leyti. Þarna eru þó ennþá illa farin svæði eftir síendurtekin hlaup. Mesta álagið á þetta vistkerfi er vegna vatnsrofs og sets sem fylgir hlaupum en minna álag er vegna áfoks á þessu svæði. Vatn flæðir yfir hluta svæðisins í hlaupum en þar sem ekki hefur flætt yfir eru vistkerfi í nokkuð stöðugu ástandi með mosabekju, lyng og víði.

Svæði 6 sker sig úr að því leyti að þar eru sterk vistkerfi með hávaxnari gróðri, víði- og birkikjarri. Svæðið er í skjóli frá upptakasvæði fokefna sem er sunnan við svæðið og því mæðir ekki mikið á gróðri í norðan áttinni. Í hlaupum flæðir vatn yfir svæðið sem skilur eftir sig set. Gróðurinn er því heppilegur til að hindra að setefni fari af stað að loknu hlaupi. Gríðarlegt álag er á þessu svæði vegna vatnsrofs en síðustu áratugi hefur aurkeilan stækkað og áin brýtur sífellt meira úr bökkum þessa gróðursæla svæðis.

4.2.1. Breytingar svæða frá 2011

Tafla 2 sýnir breytingar á þekju sem orðið hafa á svæðunum frá árinu 2011 fram til 2022. Mestar breytingar á þekju urðu á svæði 4 þar sem þekja beggja vistgerða féll frá 25-50% niður í < 5% þekju (tafla 2), en þær stafa fyrst og fremst af flóðinu 2015 sem eyddi jarðvegi og gróðri af miklum hluta svæðisins (myndir 25t.h. og 26a efri). Næstmestar breytingar urðu á svæði 5, þar hafa orðið miklar breytingar á þekju mosahraunavistar og verulegar breytingar á þekju lynghraunavistar (tafla 2), enda er svæðið undir miklu álagi frá öllum þremur álagsþáttum, vatni, vindi og seti (tafla 3). Minnstar breytingar urðu á svæðum 1-3, þar urðu verulegar breytingar á þekju mosahraunavistar, en ekki merkjanlegar breytingar á þekju lynghraunavistar (tafla 2). Álag á svæðum 1-2 er svipað, á hvorugu svæðinu er mikið vatnsrof, en á svæði 3 er vatnsrof en ekki álag frá seti (tafla 3). Á svæði 3 má rekja breytingar á mosahraunavist fyrst og fremst til flóðsins 2015 sem lagðist yfir verulegan hluta svæðisins (mynd 21). Á svæði 6 urðu ekki merkjanlegar breytingar. Þar er stór hluti svæðisins þakinn birki- og gulvíðikjarri. Svæðið er í skjóli fyrir vindrofi og hluti þess liggur það hátt að þar er ekki álag frá seti. Á hluti svæðisins er setálag (tafla 3), en gróður virðist ekki skaðast af því. Aftur á móti brýtur áin úr bökkum sínum í hlaupum.

Heildarniðurstaða þessa samanburðar er sú að lynghraunavist hafi meira álagsþol en mosahraunavist, sem kemur raunar ekki óvart. Ríkjandi æðplöntur í lynghraunavist eru krækilyng, holtasóley og beitilyng (Jón Gunnar Ottósson, o.fl. 2016). Á svæðum 1-5 var hins vegar mikið af víði á svæðum sem teljast til lynghraunavistar. Á myndum sést að það er fyrst

og fremst víðirinn sem stendur eftir þar sem álag á vistgerðina er mikið (myndir 31a-b). Álagsþol lynghraunavistar á rannsóknasvæðinu í heild fer því væntanlega eftir því hversu mikið þar er af víði, einkum og sér í lagi við rofjaðarinn þar sem mest mæðir á.

*Tafla 2. Breytingar á útbreiðslu lykilvistgerða frá 2011 til 2022. Stjórnur sýna áætlaða þekju samkvæmt vistgerðarkorti byggðu á loftmynd frá 2011 og drónamyndum sem teknar voru sumarið 2022. * = þekja < 5%, ** = þekja 5-25%, *** = þekja 25-50%, **** = þekja > 50%. Sendin svæði eru vistgerðirnar eyðihraunavist, landmelhólavist, eyðimelavist og eyravist.*

Table 2. Changes in the coverage of key habitat types from 2011 to 2022. Stars show estimated coverage according to a habitat type map based on an aerial image taken in 2011 and drone images taken in the summer of 2022. * = Cover < 5%, ** = cover 5-25%, *** = cover 25-50%, **** = cover > 50%. Sandy areas are the habitat types of Barren Icelandic lava fields (is, eyðihraunavist), Icelandic inland dunes (i.s landmelhólavist), Sparsely- or un-vegetated habitats on mineral substrates not resulting from recent ice activity (is. eyðimelavist) and Unvegetated or sparsely vegetated shores (is. eyravist).

| | Ár | Mosahraunavist | Lynghraunavist | Sendin svæði | Birkiskógur |
|----------------|------|----------------|----------------|--------------|-------------|
| Svæði 1 | 2011 | **** | * | *** | |
| | 2022 | ** | * | **** | |
| Svæði 2 | 2011 | *** | * | * | |
| | 2022 | ** | * | *** | |
| Svæði 3 | 2011 | *** | ** | * | |
| | 2022 | ** | ** | ** | |
| Svæði 4 | 2011 | *** | *** | * | |
| | 2022 | * | * | *** | |
| Svæði 5 | 2011 | *** | *** | *** | |
| | 2022 | * | ** | **** | |
| Svæði 6 | 2011 | | | ** | *** |
| | 2022 | | | ** | *** |

Tafla 3. Samantekt á álagspoli gróðurs vegna vatnsrofs, vindrofs og setlags á öllum rannsóknarsvæðunum. Grænt: Lítið álag. Vistkerfið er í stöðugu/góðu ástandi til að takast á við álag. Gult: Talsvert álag. Vistkerfið er undir talsverðu álagi. Rautt: Mikið álag. Vistkerfið er undir mjög miklu álagi og illa farið af þess sökum. Einnig er gróflega tekin saman geta gróðurs til að hindra framgang rofafla á svæðunum.

Table 3. Summary of vegetation resilience due to water erosion, wind erosion and sediment in all study areas. Green: Low load. The ecosystem is in a stable/good state to cope with stress. Ochre: Considerable stress. The ecosystem is under considerable stress. Pink: Serious stress. The ecosystem is under very high pressure and devastated as a result. It also roughly summarizes the ability of vegetation to hinder the progress of erosion forces in the areas. Other texts in table: Svæði = Area, Álag vegna vatnsrofs = Stress due to water erosion. Álag vegna vindrofs = Stress due to wind erosion. Álag vegna setlags = Stress due to sediment. Geta til að hindra vatnsrof = Resilience towards water erosion. Geta til að hindra vindrof = Resilience towards wind erosion.

| | Svæði 1 | Svæði 2 | Svæði 3 | Svæði 4 | Svæði 5 | Svæði 6 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| Álag vegna vatnsrofs | Talsvert | Talsvert | Mikið | Mikið | Mikið | Mikið |
| Álag vegna vindrofs | Mikið | Mikið | Mikið | Talsvert | Mikið | Lítið |
| Álag vegna setlags | Mikið | Mikið | Talsvert | Talsvert | Mikið | Talsvert |
| Geta til að hindra vatnsrof | Lítill | Lítill | Lítill | Nokkur | Lítill | Lítill |
| Geta til að hindra vindrof | Lítill | Lítill | Nokkur | Nokkur | Lítill | Mikil |

4.3 Samantekt úr viðtölum við heimamenn

Viðhorfskönnun sem lögð var fyrir heimamenn (sjá viðauka 1) leiddi í ljós að heilt á litið töldu allir viðmælendur að gróðurfar á áhrifasvæði Skaftárhlaupa hefði breyst frekar mikið til mjög mikið, bæði í byggð og inni á hálendinu. Hins vegar voru skiptar skoðanir á landgræðsluaðgerðum á svæðinu hingað til og töldu flestir viðmælendur að þær yrðu áhrifameiri ef hlaupvatni Skaftár væri stýrt þannig að það flæddi ekki yfir uppgræðslurnar. Í þessum tilgangi voru flestir viðmælendur hlyntir gerð varnargarða og fyrirhleðslna. Misjafnt var hvort viðmælendur teldu að áfok eða kaffæring í eðju hefðu neikvæðari áhrif á gróður en voru sammála um að hvort tveggja hefði neikvæð áhrif og hamlaði uppgræðslu og vexti gróðurs á svæðinu. Allir viðmælendur töldu aðgerða þörf til að stemma stigu við þessari þróun.

Viðmælendur höfðu fjölbreyttar skoðanir á gróðursamsetningum og nytsemi ákveðinna tegunda. Allir viðmælendur sem það nefndu voru sammála um að mosar væru viðkvæmastir fyrir áfoki og áhrifum flóða en að tré, runnar og hávaxnar jurtir væru vel til þess fallin að lifa af og nýttast við bindingu og landgræðslu. Margir viðmælendur sögðu birki of viðkvæmt fyrir áfoki til að þrífast á svæðinu en að víðir, melgresi og alaskalúpína væru þrautseigari gagnvart áfokinu. Þá nefndu viðmælendur ýmsar aðrar tegundir, bæði innlendar og erlendar sem þau töldu henta á svæðin eða hluta af svæðunum. Þar má nefna elri, lerki, alaskaösp, beringspúnt

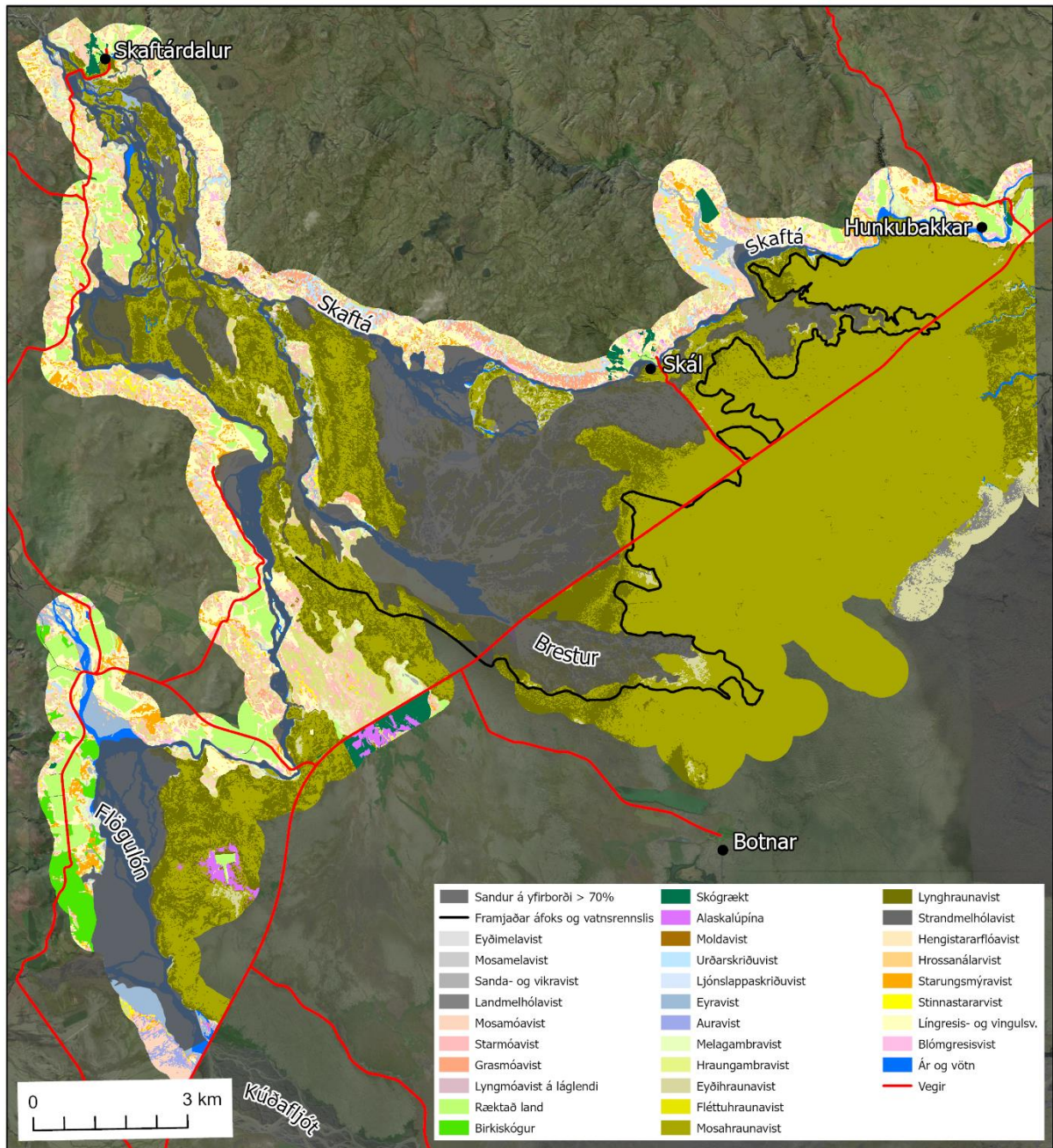
og vallarfoxgras. Viðmælendur höfðu flestir orð á því að þær plöntur sem verða fyrir valinu í uppgræðslum ættu að vaxa hratt, þola áfok og kaffæringu í eðju, skilja eftir sig sinu eða mikinn lífmassa og mynda þannig jarðvegslag að lokum.

Spurningalistanum sem slíkum var ekki alltaf svarað en það urðu í öllum tilfellum fróðlegar og gagnlegar umræður um viðfangsefnið sem tekið var tillit til í niðurstöðum.

5. SAMANTEKT

Verkefninu GróGos - Mat á hættu á síðkominni dreifingu fokefna frá eðju eftir Skaftárhlaup var ætlað að afla upplýsinga um gerð vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa og meta getu þeirra til að standast setákomu og hindra dreifingu fokefna að hlaupi loknu. Upplýsingum var safnað í vettvangsferðum, úttektum á sérstökum rannsóknasvæðum, með drónamyndum, viðtölum við heimamenn og fyrirbyggjandi gögnum.

Rannsóknarsvæðið var áhrifasvæði Skaftárhlaupa í byggð og afmarkaðist af Skaftárdal að norðan, afleggjaranum að Hunkubökkum að austan og Flögulóni að vestan. Vistgerðarkort af svæðinu, sem er byggt á gögnum frá 2011, sýnir að þá voru mosahraunavist og lynghraunavist með mesta útbreiðslu á svæðinu en eyðihraunavist var einnig útbreidd (mynd 4). Stór hluti svæðisins fór undir hlaupvatn í hlaupinu 2015 (mynd 10). Mikið set, sem berst inn á svæðið með flóðum og dreifist síðan með vatni og vindi, spillir lífsgæðum íbúa á svæðinu og einstökum vistkerfum. Setgeirar hafa sótt mikið fram á svæðinu að undanfögnu, einkum inn í Eldhraunið, eins og sést á mynd 39 þar sem grá svæði eru vistgerðir með yfir 70% sandþekju árið 2011, en svört lína sýnir framrás áfoksgeira fram til 2021 (mynd 39). Athygli vekur að þessir áfoksgeirar ná einnig yfir veruleg svæði þar sem lynghraunavist var ríkjandi árið 2011 (mynd 39). Landgræðslan hefur verið með miklar aðgerðir á svæðinu undanfarnir 30 ár (mynd 10) og hafa þær alls náð til 2.340 ha svæðis. Sáningar voru langmestar árið 2016 en eftir það hafa aðgerðir einkum falist í áburðargjöf á eldri sáningar til að styrkja gróður (tafla 1.).



Mynd 39. Útbreiðsla ársets og sands á yfirborði Eldhrauns í kjölfar Skaftárhlaupa. Grá svæði tákna yfirborð með meira en 70% sandþekju. Byggt á vistgerðarkorti frá 2011, kortlagningu Landgræðslunnar frá 2006 og 2018 og Maxar gervitunlamynd frá 2021. Svört lína afmarkar framjaðar áfoks og aurburðar árinna. Grunnmynd: Imagery © 2021 Maxar. Kortagerð. Fanney Gísladóttir, 2023.

Figure 39. Distribution of river sediments and sand on the Eldhraun lava field, brought on by floods in the river Skaftá. Gray areas have more than 70% sand coverage. Based on surveys from 2006 and 2018 by the Soil Conservation Service and Maxar satellite image from 2021. The black line denotes the edge of aeolian and fluvial deposition. Imagery © 2021 Maxar. Map: Fanney Gísladóttir, 2023.

5.1 Aðferðafræði verkefnisins

Gerðar voru ítarlegar rannsóknir á sex völdum rannsóknasvæðum og þær síðan tengdar við vistgerðarkort af heildarsvæðinu til að meta getu vistkerfa á svæðinu til að standast setákomu og hindra dreifingu fokfna að hlaupi loknu. Reynt var að meta áfallaþol einstakra plöntutegunda og samfélaga með vettvangsskoðunum og út frá drónamyndum úr mismunandi hæð. Einnig var stuðst við fyrirliggjandi rannsóknir og mat heimamanna. Niðurstöður byggðar á samanburði á rannsóknnum frá einstökum rannsóknasvæðum og vistgerðarkortum fyrir sömu svæði bentu til þess að þessi aðferðafræði gæti hentað til að meta áfallaþol alls svæðisins.

5.2 Áfallaþol einstakra tegunda og gróðursamfélaga

Vettvangskannanir, drónamyndir og viðtöl við heimamenn bentu eindregið til þess að lággróður hefði lágt áfallaþol gagnvart ákomu setefna og síðkominni dreifingu þeirra sem er í samræmi við aðrar rannsóknir (sjá t.d. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, o.fl., 2009). Mosahraunavist sem er einráð á stærstum hluta Eldhraunsins hefur samkvæmt þessu mjög lágt áfallaþol, enda hefur hún greinilega víða gefið mikið eftir af völdum ákomu setefna og áfoks. Sáningar Landgræðslunnar virtust einnig víða hafa beðið verulegan hnekki af sömu ástæðum. Athygli vakti að loðvíði var víða að finna í rofjaðrinum og var greinilegt að hann safnar í sig sandi og þolir töluverða sandákomu en jafnframt er ljóst að ef sandákoma er mikil gefur hann eftir á endanum. Melgresi og gulvíðir þola einnig sandákomu vel (sjá t.d. myndir 17a-b). Almennt bentu niðurstöður verkefnisins til þess að lynghraunavist hafi allgott þol gagnvart sandákomu, en mikilvægt að víðir sé til staðar. Þar sem er mikið álag getur lynghraunvist gefið eftir, eins og sést á mynd 39. Loftmyndir úr 200 m hæð reyndust vel til að greina áfallaþol einstakra svæða og vistgerða. Nákvæmari upplýsingar um áfallaþol einstakra tegunda fengust með myndum úr 30 m hæð þar sem auðveldara er að greina einstakar tegundir plantna.

5.3 Samantekt á niðurstöðum úr drónamyndatökum og vistgerðarkortum

Allgóð samsvörun fannst á milli drónamynda og vistgerðarkorta fyrir einstök svæði þar sem ítarlegar rannsóknir voru gerðar, eins og sést til dæmis á mynd 13 frá svæði 1. Samkvæmt vistgerðarkortinu eru mosahraunavist og eyðihraunavist nær einráð á svæðinu. Greina má skilin á milli þessara vistgerða á drónamyndinni, en útbreiðsla mosahraunavistarinnar hefur greinilega strjálást mikið, einkum vestan vegar sem liggur í gegnum svæðið. Þessi breyting skýrist væntanlega af því að vistgerðarkortið byggir á gervitunglamynd frá árinu 2011 en drónamyndin var tekin árið 2022. Á þessu tímabili höfðu orðið nokkur Skaftárhlaup, þar á meðal hlaupið mikla 2015. Drónamyndin veitir því mikilsverðar upplýsingar um breytingar á svæðinu frá 2011 til 2022. Samanburður á drónamyndum og vistgerðarkortum sýndi í öllum tilvikum svipaða mynd, en munur þar á milli var hins vegar mismikill eftir svæðum. Á svæði 6 er þessi munur til dæmis lítill, enda einkennist svæðið af sterkum vistkerfum sem hafa mikið áfallaþol (mynd 37).

5.4 Viðtöl við heimamenn

Viðmælendur töldu mikilvægt að hlaupvatni Skaftár væri stýrt með varnargörðum svo það flæddi ekki yfir landgræðslusvæði. Þeir voru sammála um að mosar væru viðkvæmastir fyrir áfoki og áhrifum flóða en að tré, runnar og hávaxnar jurtir væru vel til þess fallin að lifa af, til dæmis víðir, melgresi og alaskalúpína, en birki væri viðkvæmt fyrir áfoki og hentaði því illa. Viðmælendur töldu ýmsar aðrar tegundir henta vel, til dæmis elri, lerki, alaskaösp, beringspuntur og vallarfoxgras. Enn fremur bentu þeir á að þær plöntur sem verða fyrir valinu í uppgræðslum þyrftu að vaxa hratt, þola áfok og kaffæringu í eðju, skilja eftir sig sinu eða mikinn lífmassa og mynda þannig jarðvegslag að lokum.

6. UMRÆÐUR

Niðurstöður þessa verkefnis, aðrar rannsóknir og reynsla heimamanna benda til þess að sá hluti svæðisins þar sem mosahraunavist er ríkjandi hafi mjög lágt viðnámsþol gagnvart setákomu og áfoki. Lynghraunavist sem einnig er mjög útbreidd virðist hafa verulegt viðnámsþol, en á víða undir högg að sækja og getur gefið eftir sé álag mikið. Loðvíðir virðist gegna lykilhlutverki við að vernda rofjaðra á svæðum þar sem lynghraunavist er ríkjandi og safnar einnig í sig miklum sandi. Melgresi og gulvíðir gegna svipuðu hlutverki þar sem þær tegundir er að finna. Það er verulegt áhyggjuefni að stórir setgeirar hafa brotist inn í Eldhraunið þar sem mosahraunavist er ríkjandi og ef fram fer sem horfir munu setgeirar í Eldhrauni stækka með hverju hlaupinu eftir því sem hraunið þéttist af seti. Svæðið kring um Brest, milli Skaftár og Þjóðveggar 1 er eitt helsta upptaksvæði sandfoks í Eldhrauninu. Þjóðvegurinn þjónaði að einhverju leyti hlutverki varnargarðs en nú er setgeirinn kominn langt suður fyrir hann þar sem er að mestu leyti gropið hraun með gamburmosa ríkjandi, stöku víði og afmörkuðum svæðum af birki og lúpínu. Við Skál rennur úr Skaftá í litlum álum og vatnið hripar svo niður í hraunið og kemur fram í lindarlækjum í Landbroti. Í Skaftárhlaupum flæðir yfir hraunið við afleggjarann og nær vatnið sífellt lengra út á hraunið með hverju hlaupinu eftir því sem hraunið þéttist af seti. Vegurinn var lengi vel nógu hár til að stöðva framrás hlaupvatnsins en eftir að hraunið þéttist af seti er hlaupvatn farið að berast austur fyrir afleggjarann líka sem veldur því að setgeirinn fer ört stækkandi.

Við teljum að mikilvægt sé að greina hvar álag sé mest á svæðinu og beina aðgerðum að þeim svæðum. Þar þyrfti að efla landgræðsluaðgerðir en jafnframt að styrkja gróðursamfélög við rofjaðra til að koma í veg fyrir frekari sókn áfoksgeira inn á svæðið. Þar virðist loðvíðir gegna miklu hlutverki og rannsóknir hafa sýnt sig að hann eykur vöxt og fræmyndun sé á hann borið (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir, 2006). Þar sem er mikið álag af sandi er þó óvíst að þetta dugi til. Sáning melgresis framan við rofjaðar gæti tekið mesta álagið af víðinum og styrkt álagspól gróðursamfélagsins við rofjaðarinn. Á svæðum þar sem loðvíðir eða aðrar áfallspólnar tegundir eru ekki, eins og þar sem áfoksgeirar hafa brotist inn í Eldhraunið, þarf að grípa til annarra aðgerða. Þar er mikilvægt að efla sáningar á melgresi og öðrum grastegundum sem

þola sandákomu. Hugsanlegt væri að fylgja þessu eftir með gróðursetningu víðis við rofjaðarinn.

Slíkar aðgerðir við rofjaðarinn munu hins vegar ekki stöðva fok fínefna frá víðáttumiklum setsvæðum yfir á nærliggjandi svæði, sem er eitt af markmiðum þessa verkefnis. Landgræðsluaðgerðir hafa dregið úr slíku, en þar sem svæðið er undir miklu álagi hafa uppgræðslur iðulega skemmst eða jafnvel eyðilagst með öllu. Mikilvægt er þó að efla slíkar aðgerðir, en jafnframt reyna nýjar leiðir til að draga úr vandanum. Erlendar rannsóknir benda til að svokallaðar “trjáeyjar” geti gegnt þar einhverju hlutverki. Þar er um að ræða litla trjálundi á flóðasvæðum. Slíkar trjáeyjar hafa áhrif á streymi flóðvatns og fínefni sem berast með þeim safnast gjarnan saman í og við þær (Nardin *et al.*, 2016; Gurnell & Bartoldi, 2022). Foksandur safnast líka í gróðureyjar, eins og sést glögglega þar sem melgresis- eða víðibrúskar eru á svæðum þar sem laus sandur er á ferð (sjá t.d. myndir 18a-b). Alþekkt er að hávaxinn gróður hefur mikil áhrif á vind og gætu því “trjáeyjar” hugsanlega dregið úr myndun morstróka upp af setsvæðum.

Markmið þessa verkefnis var að afla upplýsinga um gerð og ástand vistkerfa á áhrifasvæði Skaftárhlaupa og meta getu þeirra til að standast setákomu og hindra dreifingu fokfna að hlaupi loknu. Heildarniðurstaða verkefnisins er sú að á vesturhluta svæðisins, þar sem lynghraunavist er útbreidd, sé verulegt áfallaþol gagnvart setákomu og sandfoki, en á austurhluta þess, þar sem mosahraunavist er ríkjandi, sé áfallaþol lítið. Við vesturjaðar Eldhrauns sækja setgeirar hratt fram, sem hefur neikvæð áhrif á lífsgæði fólks og ógnar sérstæðum vistgerðum. Ástæða er til að óttast að hlýnandi loftslag muni valda meiri flóðum í Skaftá og því muni þessi vandi fara vaxandi á komandi áratugum. Ljóst er að grípa þarf til umfangsmikilla og markvissra aðgerða ef unnt á að vera að draga úr þeirri hættu sem þetta skapar. Samþætting hefðbundinna landgræðsluaðgerða og styrking náttúrulegra vistkerfa gæti skipt þar verulegu máli.

7. ÁLYKTANIR

- Vistkerfi á hlaupsvæði Skaftár eru undir miklu álagi vegna jökulhlaupa og síðkominnar dreifingar setefna
- Hröð framrás áfoksgeira inn í Eldhraunið er mikið áhyggjuefni. Mosahraunavist, sem þar er ríkjandi, hefur mjög lítið áfallaþol gagnvart setákomu og sandfoki. Hrjúft yfirborð hraunsins tefur framrás áfoksgeiranna en það er nauðsynlegt að grípa til markvissra aðgerða til að stöðva þessa þróun
- Lynghraunvist, sem er víða ríkjandi utan Eldhrauns, hefur verulegt áfallaþol gagnvart setákomu og sandfoki, en er víða að gefa eftir sökum mikils álags.
- Af einstökum innlendum tegundum virðast loðvíðir, gulvíðir og melgresi hafa mest áfallaþol. Loðvíðir er víða ríkjandi í rofjöðrum á svæðum utan Eldhrauns og gegnir greinilega miklu hlutverki við að hindra ágang sands
- Mikilvægt er að efla almennar landgræðsluaðgerðir á svæðinu en leita jafnframt leiða til að efla náttúrulegt áfallaþol vistkerfa á svæðinu.

- Þörf er á að greina hvar álag er mest og styrkja gróðursamfélög í rofjaðri, til dæmis með áburðargjöf á víði þar sem hann er til staðar.
- Þar sem áfoksgeirar sækja inn í svæði þar sem áfallaþolin gróðursamfélög eru ekki þarf að grípa til markvissra aðgerða við rofjaðar, t.d. sáningu melgresis ásamt gróðursetningu runna-/trjátegunda sem styrki enn frekar áfallaþol jaðarsins. Þar sem álag er mest gæti þurft að fylgja þessum aðgerðum eftir með uppsetningu foggirðinga.
- Brýnt er að efla rannsóknir á því hvernig unnt sé að draga úr foki fínefna af setsvæðum yfir nálæg vistkerfi og byggðir. Til dæmis væri áhugavert að koma upp trjáeyjum á upptakasvæðum morstróka, en erlendar og innlendar rannsóknir benda til þess að slíkar eyjar safni í sig lausu efni og dragi úr vindhraða.
- Mikilvægt er að allar aðgerðir taki tillit til þess að þarna eru svæði sem njóta verndar sökum sérstæðrar náttúru.
- Mikilvægt er að kynna skýrsluna heimamönnum og öðrum aðilum sem þetta varðar og taka ákvarðanir um aðgerðir í samráði við þá.

ÞAKKIR

Höfundar þakka stjórn Ofanflóðasjóðs fyrir að veita styrk til þessa verkefnis. Kristín Hermannsdóttir stýrði verkefninu fyrir hönd Náttúrustofu Suðausturlands frá byrjun og þar til hún hvarf til annarra starfa í byrjun apríl 2022 og Lilja Jóhannesdóttir tók við hennar hlutverki. Færum við henni okkar bestu þakkir fyrir hennar þátt við mótun og stýringu verkefnisins. Esther Hlíðar Jensen veitti upplýsingar varðandi flóð í Skaftá, Elín Fjóra Þórarinsdóttir veitti ráðgjöf við greiningu á landfræðigögnum, Magnús Þór Einarsson lagði til upplýsingar um aðgerðir Landgræðslunnar á rannsóknasvæðinu og tók þátt í að móta ályktanir verkefnisins og Arna Björk Þorsteinsdóttir, landfræðingur sá um umbrot skýrslunnar. Öllu þessu fólki þökkum við kærlega fyrir þeirra þátt í verkefninu. Öllum þátttakendum í viðhorfskönnun meðal heimamanna þökkum við fyrir greinargóðar upplýsingar.

HEIMILDIR

Aradottir, A. L., and Halldorsson G, 2018. Colonization of woodland species during restoration—seed or safe site limitation? *Restoration Ecology*, 26, 73–78.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12645/full>

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.

Bagnold, R. A. 1941. *The Physics of Blown sand and desert dunes*. William Morrow and Company, New York. 265 bls.

Borgþór Magnússon, Járngerður Grétarsdóttir, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmar Metúsalemsson. 2021. Blöndulón: Vöktun á strandrofi, áfoki og gróðri Áfangaskýrsla 2020-2021. NÍ-21005. Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2021/036). Náttúrufræðistofnun Íslands.

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. 2010. Landscape scale measurements of wind erosion of volcanic materials in the Hekla area. M.S. ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands.

Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Fanney Ósk Gísladóttir, Arna Björk Þorsteinsdóttir, Sigmundur Helgi Brink og Guðmundur Halldórsson. 2017. Kortlagning á áfallapoli vistkerfa í nágrenni Heklu með tilliti til öskufalls. Skýrsla til Ofanflóðasjóðs. Landgræðsla ríkisins og Landbúnaðarháskóli Íslands.

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 Fjóra Þórarinsdóttir, Guðrún Schmidt og Ágústa Helgadóttir. 2020. Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Háslóns Áfangaskýrsla 2020. LV-2020-039. Landsvirkjun.

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

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.

Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilsson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Snorri Zóphóníasson, 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 Zóphóníasson, 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.

- Esther Hlíðar Jensen, Ingibjörg Jónsdóttir, Einar Sveinbjörnsson, Haraldur Sigbórsson, Pavla Dagsson Waldhauserová. 2019. Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar
- Ewing, K. 1996. Tolerance of four wetland plant species to flooding and sediment deposition. *Environmental and experimental botany* (vol. 36) no 2, 131-146
- Faney Gísladóttir 1997. *Veiting jökulvatns á Eldhraun, saga aðgerða og afleiðingar*. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.
- Gretarsdóttir, J., Aradóttir, A.L., Vandvik, V., Hedegaard, E. og Birks, H.J.B. 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology* 12: 268-278
- Gurnell, A. M., & Bertoldi, W. 2022. The impact of plants on fine sediment storage within the active channels of gravel-bed rivers: A preliminary assessment. *Hydrological Processes*, 36 (7), e14637. <https://doi.org/10.1002/hyp.14637>
- Gústav M. Ásbjörnsson, Sveinn Runólfsson, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigurjón Einarsson og Guðmundur Stefánsson. 2015. *Viðbragðsáætlun - Afleiðingar Skaftárhlaups 2015*. Skýrsla LR-2015/18
- Gústav M. Ásbjörnsson og Elín Fjóla Þórarinsdóttir 2016. Úttekt á jarðvegsrofi, aðgerðir Landgræðslunnar 2016 vegna afleiðinga Skaftárhlaupa og framkvæmdaáætlun fyrir árið 2017. Skýrsla LR-2016/13. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.
- 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*. Reykavík: Umhverfisstofnun.
- 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.
- Harpa Kristín Einarisdóttir, 2007. Áhrif áfoks á gróður. Ritgerð til meistaraþrófs í umhverfisfræði, Háskóli Íslands. 43 bls.
- Helgi Björnsson 1977. The cause of jökulhlaups in the Skaftá river, Vatnajökull. *Jökull*, 27, 71-78
- Holl, K.D., Reid, J.L., Cole, R.J., Oviedo-Brenes, F., Rosales, J.A., Zahawi, R.A. 2020. Applied nucleation facilitates tropical forest recovery: *Lessons learned from a 15-year study*. *Journal of applied ecology*, 57, 2316-2328.
- Hudson, N. 1981. Soil conservation. Batsford Academic and Educational, London
- Knox, J. C., 2000. Sensitivity of modern and Holocene floods to climate change. *Quaternary Science Reviews*, 19, 439-457. ISSN 0277-3791, [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00074-8](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00074-8)
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. 299 s. https://atlas.lmi.is/NI_Data/. Sótt í nóvember 2022.
- Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir. 2005. Niðurstöður aurburðarmælinga í Skaftá árið 2004. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2005/013. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Kristinn Einarsson, Freysteinn Sigurðsson og Snorri Zóphóníasson. 1997. Rennslisættir vatns í Landbroti og Meðallandi. Helstu niðurstöður rannsókna 1993-96. Orkustofnun, Reykjavík.

Kristín Svavarsdóttir & Ása L. Aradóttir, 2006. Áhrif áburðar á stærð, blómgun og fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis. Í: Innlendar víðitegundir líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu (ritstj. Kristín Svavarsdóttir). Landgræðsla ríkisins.

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 H. Jóhannsson & Ása L. Aradóttir, 2004. Innlendar tegundir til landgræðslu og landbóta. Fræðaging landbúnaðarins 2004, 103-107.

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.

Nardin, W., Edmonds, D.A., and Fagherazzi, S. 2016. Influence of vegetation on spatial patterns of sediment deposition in deltaic islands during flood. *Advances in Water Resources*, 93 (1-4), <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.01.001>.

Nilsson, Christer & Riis, Tenna & Sarneel, J. & Svavarsdóttir, Kristín. (2018). Ecological Restoration as a Means of Managing Inland Flood Hazards. *BioScience*. 68. 89-99. 10.1093/biosci/bix148.

Ólafur Arnalds, Pavla Dagsson-Waldhauserova og Haraldur Olafsson. 2016. The Icelandic volcanic aeolian environment: Processes and impacts – A review, í *Aeolian Research*; 20, bls. 176-195.

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

Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Guðrún Gísladóttir & Sigurður H. Magnússon, 2009. Áhrif sandfoks á mólendisgróður við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn* 78: 125–137.

Rose, C. W. 1998. Modeling Erosion by Wind and Water. Í: *Methods for Assessment of Soil Degradation* (ritstj. Lal, R., Blum, W.H., Valentine, C. and Stewart, B.A.). CRC Press, bls 57-58.

Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F.C., Manolaki, P., Bruno, D., Dejarano, M.D., Clerici, N., Fernandes, M.R., Franco, J.C., Pettit, N., Portela, A.P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-Gonzalez, P.M., Dufour, S. 2020. Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience* 70: 501-514

Sameinuðu þjóðirnar. 1992. Samningur um líffræðilega fjölbreytni, Ríó de Janeiró. Sótt 24. janúar 2023 af <https://www.cbd.int/convention/>

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon. 1992. Áhrif víðis á landnám birkis á skóglausu svæði. *Náttúrufræðingurinn* 61: 95-108.

Snorri Zóphóníasson 2002. Rennsli í Skaftárhlaupum 1955-2002. Reykjavík: Orkustofnun, vatnamælingar. Greinargerð SZ-2002-01.

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

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.

Svanur Pálsson. 1990. Svifaur í Skeiðarárhlaupum. Í Vatnið og landið bls. 247-256. Orkustofnun, Reykjavík.

Svanur Pálsson, Snorri Zóphóníasson, Hrefna Kristmannsdóttir og Páll Jónsson. 1999. Grímsvatnahlaupið 1996. Orkustofnun, Reykjavík

Tongway, D.J. og Ludwig, J.A. 1997. The conservation of water and nutrients within landscapes. Í *Landscape ecology: Function and management* (ritsj. Ludwig, J., Tongway, D., Freudenberger, D., Noble, J. og Hodgkinson, K.) bls 13-22. CSIRO Publishing, Australia

Walls, R.L., Wardrop, D.H. og Brooks, R.P. (2005). The impact of experimental sedimentation and flooding on the growth and germination of floodplain trees. *Plant Ecology* 176: 203-213

Zobeck, T.M., Sterk, G., Funk, R., Rajot, J.L., Stout, J.E. og Van Pelt, R.S. (2003). Measurement and data analysis method for field-scale wind erosion studies and model validation. *Earth Surface Processes and Landforms* 28: 1163-1188.

VIÐAUKI 1

Spurningalisti - GróGos

1. Grunnupplýsingar
 - a. Fullt nafn:
 - b. Bújörð:
 - c. Tími búsetu:

2. Frá því að þú manst eftir, hefur gróðurfar á áhrifasvæði Skaftárhlaupa breyst?
 - a. Mjög mikið
 - b. Frekar mikið
 - c. Hvorki né
 - d. Frekar lítið
 - e. Mjög lítið

Athugasemdir:

3. Hver af eftirtöldum gróðurflokkum telur þú að standi sig best gagnvart eðjunni sem fylgir Skaftárhlaupum? Raðaðu frá 1-7 (1 er best og 7 er verst).
 - a. Moslendi
 - b. Mólendi
 - c. Kjarr- og skóglendi
 - d. Graslendi
 - e. Ræktað land
 - f. Votlendi
 - g. Alaskalúpína
 - h. Ef eitthvað annað, hvað?

Athugasemdir:

4. Hver af eftirtöldum gróðurflokkum telur þú að standi sig best gagnvart áfoki að loknum Skaftárhlaupum? Raðaðu frá 1-7 (1 er best og 7 er verst).
 - a. Moslendi
 - b. Mólendi
 - c. Kjarr- og skóglendi
 - d. Gras- og blómlendi
 - e. Ræktað land
 - f. Votlendi
 - g. Alaskalúpína
 - h. Ef eitthvað annað, hvað?

Athugasemdir:

5. Hver af þessum neðangreindu gróðurtegundum telur þú að sé líklegust til þess að þola eðjuna sem fylgir Skaftárhlaupum? Raðaðu frá 1-7 (1 er best og 7 er verst).
- Víðir
 - Birki
 - Alaskalúpína
 - Melgresi
 - Mosi
 - Gróður í úthaga
 - Gróður í túnum
 - Ef eitthvað annað, hvað?

Athugasemdir:

6. Hver af þessum neðangreindu gróðurtegundum telur þú að sé líklegust til þess að þola áfok næstu 2-3 ár eftir Skaftárhlaup? Raðaðu frá 1-7 (1 er best og 7 er verst).
- Víðir
 - Birki
 - Alaskalúpína
 - Melgresi
 - Mosi
 - Gróður í úthaga
 - Gróður í túnum
 - Ef eitthvað annað, hvað?

Athugasemdir:

7. Hver af neðangreindum gróðurtegundum telur þú að sé líklegustu til þess að ná sér aftur strik árið eftir að hafa orðið fyrir eðju af völdum Skaftárhlaupa? Raðaðu frá 1-7 (1 er best og 7 er verst).
- Víðir
 - Birki
 - Alaskalúpína
 - Melgresi
 - Mosi
 - Gróður í úthaga
 - Gróður í túnum
 - Ef eitthvað annað, hvað?

Athugasemdir:

8. Hvernig finnast þér uppgræðslur Landgræðslunnar hafa staðið sig gagnvart eðjunni sem kemur frá Skaftárhlaupum? Hér má tilgreina ákveðna staði eða örnefni sem viðkomandi þekkir vel til.

- a. Mjög vel
- b. Vel
- c. Hvorki né
- d. Illa
- e. Mjög illa

Hvernig uppgræðslur telur þú að standi sig best (melgresi, grasfræsblanda, annað)?

9. Telur þú að uppgræðslur Landgræðslunnar geti heft áfok að loknum Skaftárhlaupum?

- a. Já
- b. Að einhverju leyti
- c. Nei

Hvers vegna:

10. Hvaða landgræðsluaðgerðir myndir þú vilja sjá á áhrifasvæði Skaftárhlaupa til þess að sporna við útbreiðslu eðjunnar og minnka áfok af hennar völdum?

11. Er eitthvað annað sem þú vilt koma á framfæri?



NÁTTÚRUSTOFA
SUÐAUSTURLANDS



Landgræðslan