



Úttekt á náttúrufari vegna fyrirhugaðrar Hagavatnsvirkjunar við sunnanverðan Langjökul

**Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgný Katrínardóttir,
Járngerður Grétarsdóttir, Kristján Jónasson,
Sigmar Metúsalemsson, Skafti Brynjólfsson,
Sunna Björk Ragnarsdóttir og Svenja N.V. Auhage**

Unnið fyrir Mannvit hf., f.h. Hagavatnsvirkjunar ehf.



**Úttekt á náttúrufari vegna fyrirhugaðrar
Hagavatnsvirkjunar við sunnanverðan Langjökul**

**Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgný Katrínardóttir,
Járngerður Grétarsdóttir, Kristján Jónasson, Sigmar Metúsalemsson,
Skafti Brynjólfsson, Sunna Björk Ragnarsdóttir og Svenja N.V. Auhage**

Unnið fyrir Mannvit hf., f.h. Hagavatnsvirkjunar ehf.

NÍ-20006

Garðabær, nóvember 2020



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Hagavatn framan Eystri-Hagafellsjökuls. Ljós. Oddur Sigurðsson, 20. júní 1999.

ISSN 1670-0120

	Náttúrufræðistofnun Íslands Urriðaholtstræti 6–8 210 Garðabæ Sími 590 0500 http://www.ni.is ni@ni.is	Náttúrufræðistofnun Íslands Borgum við Norðurslóð 600 Akureyri Sími 590 0500 http://www.ni.is ni@ni.is
Skýrsla nr. NÍ-20006	Dags, Mán, Ár Nóvember 2020	Dreifing Opin
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Úttekt á náttúrufari vegna fyrirhugaðrar Hagavatnsvirkjunar við sunnanverðan Langjökul		Upplag 17 Fjöldi síðna 68 Kort / Mælikvarði
Höfundar Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgný Katrínardóttir, Járngerður Grétarsdóttir, Kristján Jónasson, Sigmar Metúsalemsson, Skafti Brynjólfsson, Sunna Björk Ragnarsdóttir og Svenja N.V. Auhage		Verknúmer 12966
Unnið fyrir Mannvit hf., f.h. Hagavatnsvirkjunar ehf.		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur Vorið 2019 var leitað eftir því að Náttúrufræðistofnun Íslands tæki saman sögu Hagafellsjökla og kortlegði ummerki þeirra, uppfærði mat á gróðri á svæðinu m.t.t. landvistgerða og safnaði nýjum upplýsingum um fuglalíf byggðum á vettvangsúttekt. Þá var óskað eftir því að áhrif hækkaðrar grunnvatnsstöðu með tilkomu miðlunarlóns á gróðurfar og áfok yrðu metin út frá fyrirliggjandi rannsóknnum og skoðað hvort silungur fengi þrífist í Hagavatni eftir stækkun þess. Fyrirhuguð er vatnsaflsvirkjun, sem felur m.a. í sér stækkun Hagavatns úr 5 km² í 23 km² vegna miðlunarlóns og tilfærslu á ánni Far sem rennur úr vatninu. Vettvangsrannsóknir á fyrirhuguðu lónstæði og umhverfi þess fóru fram sumarið 2019. Vatnsborð Hagavatns hefur sveiflast eftir framgangi jökla sem stíflað hafa útfall vatnsins. Við hæstu stöðu er talið að útfall hafi ekki verið um skörð í Brekknafjöllum heldur vatnið hripað um lek nútímahraun og móbergslög í Hagavatnslægðinni. Jökulruðningur, lónaset og ársandar einkenna landmótunarsvæði jöklanna í dag en fjölbreyttar setmyndanir finnast innan þess. Jarðfræði svæðisins sunnan Langjökuls í heild er merkileg og sérstaðan talsverð á bæði lands- og heimsvísu. Flest þau landform og setmyndanir sem skapa svæðinu mesta sérstöðu færu undir áætlað Hagavatnslón. Um 1800 ha þurrlandis munu fara undir vatn en í lónstæði virkjunarinnar eru mjög lítið grónar vistgerðir umfangsmestar. Áætlað er þó að um 114 ha sæmilega gróins lands fari undir stækkað Hagavatn sem ásamt virkjunarmannvirkjum austan Brekknafjalla munu hafa áhrif á vistgerðir með töluvert verndargildi. Áhrif á gróður teljast því nokkuð neikvæð. Fuglalíf í fyrirhuguðu lónsstæði reyndist vera mjög rýrt. Sjö tegundir voru skráðar í punkttalningum og algengasti fuglinn var heiðlóa. Flestar tegundir eru algengar á landsvísu en kjói og tjaldur eru á válista. Við athuganir sáust alls 10 fuglategundir og er líklegt að gæsir og e.t.v. álfir sækir í gróður í rekjuvist á fartíma. Áhrif framkvæmdarinnar á fuglalíf eru metin lítil til nokkuð neikvæð því innan fyrirhugaðs lónsstæðis virðist vera viðkomustaður fyrir gæsir, auk þess sem á svæðinu eru válistategundir þó fjöldinn hafi verið lítill. Umtalsverðar vatnsborðssveiflur verða í miðlunarlóninu sem gerir gróðri erfitt fyrir að nýta aukinn raka á vaxtartíma. Eins munu fjörur lónstæðisins, þegar lágt er í lóni, verða uppspretta fokefna og óvíst hvort umfang þess verði minna en það sem nú er. Ósennilegt er að fiskur þrífist við þann framburð sem kemur í Hagavatn núna auk þess sem vatnsborðssveiflur og óstöðugleiki munu hafa neikvæð áhrif. Saga Hagavatns, áhrif breytinga þess á vatnabúskap og grunnvatnaðstæður á svæðinu lýsa óvissu um afleiðingar þess að raska núverandi stöðu Hagavatns. Full þörf hlýtur að vera á betri vitneskju um áhrif umfangsmikils uppstöðulóns á grunnvatnsaðstæður og vatnafar almennt sunnan Langjökuls og austan Brekknafjalla.		
Lykilorð Hagavatn, Langjökull, Hagavatnsvirkjun, jöklunarsaga, landmótun, setmyndanir, landform, grunnvatnsstaða, áfok, vistgerðir, gróður, fuglar, vatnalíf, mat á umhverfisáhrifum, landmótunarkort, bakvatnsáhrif, áfok, vistgerðakort	Yfirfarið María Harðardóttir	

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	7
2 ATHUGUNARSVÆÐI	7
2.1 Jöklunarsaga og vatnafar	8
2.2 Gróðurfar og sandsvæði	11
2.3 Fuglar	12
2.4 Fyrirhugaðar framkvæmdir Hagavatnsvirkjunar ehf.	12
3 AÐFERÐIR VIÐ ÖFLUN GAGNA	12
3.1 Jarðfræði	12
3.2 Gróðurfar; vistgerðir og flóra	13
3.3 Fuglar	14
3.4 Grunnvatnsborð, áfok og vatnalíf	14
4 NIÐURSTÖÐUR	16
4.1 Jarðfræði	16
4.1.1 Jöklunarsaga Eystri-Hagafellsjökuls	16
4.1.2 Jöklunarsaga Vestari-Hagafellsjökuls og Sandvatn hið forna	19
4.1.3 Saga Hagavatns	20
4.1.4 Landmótun og setmyndanir	22
4.2.5 Verndargildi	26
4.2 Gróðurfar; vistgerðir og flóra	27
4.2.1 Vistgerðir	27
4.2.2 Flóra	34
4.2.3 Verndargildi	36
4.3 Fuglar	38
4.3.1 Verndargildi	39
4.4 Grunnvatnsborð, áfok og vatnalíf	39
4.4.1 Grunnvatnsaðstæður og vatnabúskapur	39
4.4.2 Grunnvatnsbreytingar, lónborðssveiflur og áfok	40
4.4.3 Vatnalíf – silungur	45
5 UMRÆÐA OG ÁHRIF	46
5.1 Jarðfræði og jarðminjar	46
5.1.1 Jöklunarsaga	46
5.1.2 Landmótun og setmyndanir	47
5.2 Gróðurfar; vistgerðir og flóra	48
5.2.1 Mótægisaðgerðir	50
5.3 Fuglar	52
5.4 Grunnvatnsaðstæður og lónsborðssveiflur	52
5.4.1 Silungur	53
6 SAMANTEKT OG ÁBENDINGAR	53
7 ÞAKKARORÐ	55

8 HEIMILDIR	55
9 VIÐAUKAR	63
1. viðauki. Landmótun og setmyndanir framan Eystri-Hagafellsjökuls.	63
2. viðauki. Landmótun og setmyndanir framan Vestari-Hagafellsjökuls.	64
3. viðauki. Æðplöntutegundir á rannsóknarsvæðinu við Hagavatn	65
4. viðauki. Gerðargreining Hagavatns og sambærilegra vatnshlota samkvæmt stjórn vatnamála	68

1 INNGANGUR

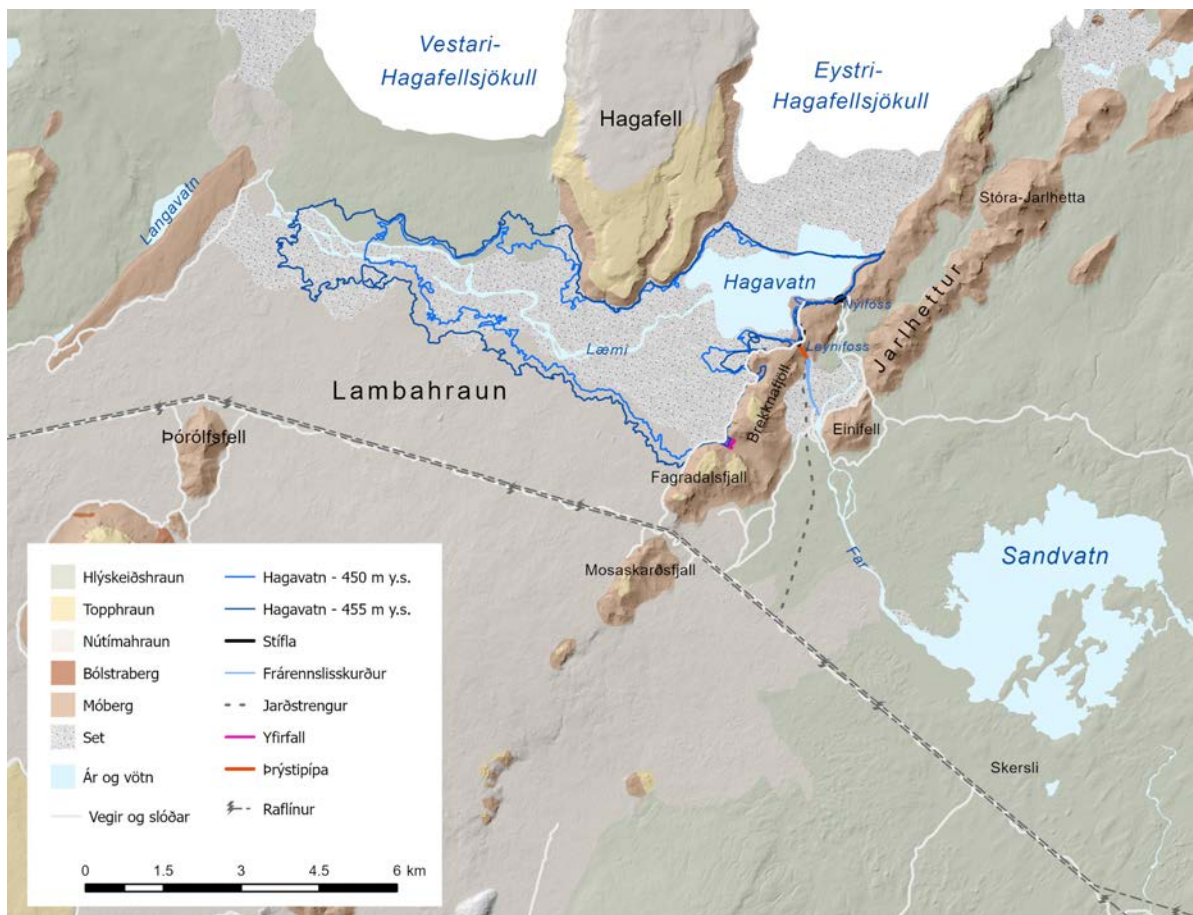
Vorið 2019 óskaði verkfræðistofan Mannvit hf., f.h. Hagavatnsvirkjunar ehf., eftir því við Náttúrufræðistofnun Íslands að stofnunin gerði úttekt á náttúrufari við Hagavatn og umhverfi þess sunnan Langjökuls. Úttektin er tilkomin vegna áforma um vatnsaflsvirkjun, sem felur m.a. í sér stækkun Hagavatns til myndunar miðlunarlóns og tilfærslu á ánni Far sem rennur úr vatninu. Rannsóknirnar eru liður í því að meta umhverfisáhrif framkvæmdarinnar skv. lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 en Mannvit hf. hefur lagt fram tillögu að matsáætlun fyrir hönd framkvæmdaaðila (Mannvit 2019).

Hugmyndin um vatnsaflsvirkjun við Hagavatn er ekki ný af nálinni. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur tvisvar áður unnið að rannsóknum í tengslum við fyrirhugaða virkjun. Annars vegar voru unnar rannsóknir á gróðri árið 1996 og niðurstöður birtar í skýrslu árið 1998 (Guðmundur Guðjónsson og Eva G. Þorvaldsdóttir 1998). Síðar var aftur unnið að rannsóknum og mati á verndargildi gróðurs og teknar saman fyrirbyggjandi upplýsingar um fugla á svæðinu árið 2008 og niðurstöður birtar í skýrslu ári síðar (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009). Í þeirri úttekt sem hér er dregin saman var óskað eftir uppfærðu mati Náttúrufræðistofnunar Íslands á gróðri á svæðinu, sérstaklega m.t.t. landvistgerða og nýjum upplýsingum um fuglalíf byggðum á vettvangsúttekt. Jafnframt var óskað eftir því að stofnunin tæki saman sögu Hagafellsjökla með áherslu á nýlegar sveiflur jöklanna og kortlegði ummerki þeirra. Að auki var sérstaklega óskað eftir mati á áhrifum hækkaðrar grunnvatnsstöðu með tilkomu miðlunarlóns, á gróðurfar og áfok og reynt að áætla umfang áhrifasvæðis. Þá skyldi stofnunin skoða hvort mögulegt væri að silungur fengi þrífist í Hagavatni eftir stækkun þess. Ákveðið var að áhrif stækkunar Hagavatns á sandfok og svifryksmengun frá svæðinu yrðu rannsökuð af Landbúnaðarháskóla Íslands (Mannvit 2019). Í skýrslunni er umfjöllun um áfok því fyrst og fremst miðuð út frá tengslum þess við jarðfræði, lífríki, grunnvatnsborð og lónsborðssveiflur. Eru síðustu tveir þættirnir metnir út frá fyrirbyggjandi rannsóknum frá öðrum miðlunarlönunum.

Mannvit og Náttúrufræðistofnun Íslands gerðu tvo samninga um verkið, annars vegar um lífríkisþætti, þann 23. maí 2019, og um jarðfræði þann 20. júní 2019. Rannsóknir fóru fram sumarið 2019 og var frumdrögum að skýrslu, með fyrirvara um breytingar, skilað í desember sama ár.

2 ATHUGUNARSVÆÐI

Athugunarsvæðið nær yfir fyrirhugað lónstæði og umhverfi þess í um 300 til 700 m hæð yfir sjávarmáli. Hagavatn er um 5 km² jökullón sem liggur í um 438 m hæð yfir sjávarmáli inni á miðhálandinu við suðurjaðar Langjökuls. Hagafell skagar suður úr Langjökli og skilur að skriðjöklana Eystri- og Vestari-Hagafellsjökul en Hagavatn er framan við eystri jökulinn. Um landslagslægðina sunnan og vestan núverandi Hagavatns, stundum kallað Hagavatnslægðin, flæmist Læmið, jökulá sem fellur frá vestari skriðjöklinum. Móbergshryggur afmarkar Hagavatnslægðina til austurs en í þeim eru Brekknafjöll, Fagradalsfjall og Mosaskarðsfjall en á milli þeirra liggur Mosaskarð. Lambahraun, basískt dyngjuhraun, rís aflíðandi til suðurs í átt að Eldborgum sem er toppgígur dyngjunnar. Í hrauninu vestanverðu rís móbergsfjallið Þórólfsfell og suður af því Hlöðufell. Til vesturs eru aflíðandi hlíðar dyngju frá hlýskeyði sem nefnist Skersli og stöku móbergsmýndanir. Hagavatnslægðin er í um 400–500 m hæð en umhverfis rísa hæstu fjöll í 800–900 m hæð. Austan Brekknafjalla liggur land nokkru lægra en við Hagavatn eða í um 300–350 m hæð. Austan úr Hagavatni fellur jökuláin Far um Nýjafoss niður á lægðina milli Brekknafjalla og Jarlhettna og rennur suður með Einifelli og fellur í Sandvatn nokkru austar (1. mynd).



1. mynd. Athugunarsvæðið við Hagavatn og umhverfi þess. Lónsborð Hagavatns við yfirfallshæð (455 m y.s.) er sýnt með dökkblárrí línu og lónsborð við lágstöðu (450 m y.s.) með ljósblárrí (gögn frá Mannviti ehf.). Í bakgrunni er berggrunnskort Náttúrufræðistofnunar Íslands af Vesturgosbeltinu (Náttúrufræðistofnun 2019a). Lambahraun fellur undir sérstaka vernd vistkerfa og jarðminja samkvæmt 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd og útbreiðsla þess er birt á kortasjá Náttúrufræðistofnunar Íslands (Náttúrufræðistofnun Íslands 2019a).

2.1 Jöklunarsaga og vatnafar

Langjökull, sem og aðrir jöklar landsins, hefur minnkað talsvert eftir að hafa náð hámarksútbreiðslu á nútíma í lok litlu ísaldar (Sigurðsson 1998, Björnsson og Pálsson 2008). Eystri-Hagafellsjökull skorðast af móbergshrygg í austri, sem liggur samsíða móbergshryggnum sem kenndur er við Jarlhattur, og síðan Hagafelli í vestri (1.–3. mynd). Framan jökulsins, vestan móbergsfjallgarðsins sem þarna kallast Brekknafjöll er fornt dalverpi sem lokast í suðvestri af Lambahrauni, nokkuð stórrí dyngju 10–11 km sunnan Hagafellsjökla. Hagavatn situr í dalverpinu og hefur verið til staðar í einhverri mynd í hundruð ára eða jafnvel nokkur þúsund ár. Stærð Hagavatns hefur síðustu aldir aðallega stjórnað af því hvort þykkt og útbreiðsla eystri jökulsins sé næg til að stífla útföllin, um Nýjafoss og Leynifoss, skörðin í Brekknafjöllum. Rannsóknir á hvarflögum á botni Hvítárvatns við austanverðan Langjökul, sýna að þangað hefur Langjökull veitt bræðsluvatni í að minnsta kosti 3000 ár (Larsen o.fl. 2011). Ekki er ósennilegt að á sama tíma hafi Langjökull náð að veita bræðsluvatni suðvestur í Hagavatnslægðina. Aldur Lambahrauns var nýlega ákvarðaður um 3700–4200 ár (Sinton o.fl. 2005, Eason og Sinton 2009), sem sýnir að landfræðilegar aðstæður fyrir myndun Hagavatns í daldráginu voru líklega fyrst til staðar fyrir um 4000 árum, eins og áður hafði verið áætlað með öskulagarannsóknum (Þórarinnsson 1949, Green 1952). Smám saman hefur dalverpið grynnt vegna upphleðslu setlaga er berast frá Hagafellsjöklu og bræðsluvatni þeirra.



2. mynd. Hagavatn framan Eystri-Hagafellsjökuls. Hagafell skilur eystri skriðjökulinn frá Vestari-Hagafellsjökli sem sést handan Hagafells. Frá Hagavatni fellur jökuláin Far um skarð í Brekknafjöllum og myndar þar fossinn Nýjafoss. Ljós. Oddur Sigurðsson, 20. júní 1999.

Vestari-Hagafellsjökull, líkt og eystri jökullinn, skorðast af Hagafelli annars vegar og grágrytisdyngjunni Skersli í vestri hins vegar (1.–2. mynd). Landmótun og setmyndanir framan jöklanna eru áþekkt þó ekki sé lón framan Vestari-Hagafellsjökuls í dag. Sandvatn (hið forna) var lón við suðvesturjaðar Vestari-Hagafellsjökuls þegar útbreiðsla hans var meiri og jökullinn myndaði landslagslægð til móts við hraunið framan jökulsins líkt og Eystri-Hagafellsjökull (Hart 1995, Gísli Sigurðsson 1998).

Báðir Hagafellsjökular eru framhlaupsjökular, þ.e. jökular sem skila uppsafnaðri ákomu niður á leysingasvæðin í óreglulegum snörpum framgangsfösum, en ekki jafnóðum í takt við afkomu sína líkt og jafngangsjökular gera. Báðir Hagafellsjökular hlupu fram um og yfir 1 km í tveimur þekktum framhlaupum vestari jökulsins og þremur framhlaupum eystri jökulsins (Theódórsson 1980, Sigbjarnarson 1976, Bennett o.fl. 2004, Björnsson o.fl. 2003). Rannsóknir á landmótunarumhverfi Hagafellsjökla, jöklunarsögu og eiginleikum bera vott um mjög virka landmótun framan þeirra. Framan eystri jökulsins er jökullónið Hagavatn sem setur mikinn svip á svæðið og hefur áhrif á landmótun og aðstæður almennt. Breytingar á aðstæðum jöklanna og nærumhverfi þeirra geta verið mjög hraðar, sérstaklega í tengslum við framhlaup jöklanna. Setframburður jökulánna eykst talsvert um nokkurra ára skeið í kjölfar framhlaupa jöklanna og upphleðsluhraði setlaga í og umhverfis Hagavatn því samfara.

Lónstærð Hagavatns sveiflast verulega í takt við gang og hop eystri jökulsins. Á a.m.k. síðustu 400 árum hefur Hagavatn nokkrum sinnum á skömmum tíma vaxið og minnkað á víxl um nokkra ferkílómetra. Lónið vex þegar útföll vatnsins um skörð í móbergshryggnum Brekknafjöllum stíflast við framgang jökulsins. Í kjölfarið hopar jökullinn, allt að nokkur hundruð metra árlega, sem



3. mynd. Hagavatn framan Eystri-Hagafellsjökuls er mjög gruggugt vegna framhlaups jökulsins. Brekknafjöll eru neðst til hægri, austan Hagavatns, og hluti móbergshryggjarins sem austurjaðar jökulsins liggur upp að. Samsíða og lengra norður liggur móbergshryggurinn kenndur við Jarlhettur. Ofarlega til hægri sér í Hvítárvatn. Ljós. Oddur Sigurðsson, 20. júní 1999.

veldur jökulhlaupum þegar lónvatnið sleppur aftur út um skörðin í Brekknafjöllum (1.–3. mynd). Hins vegar þegar vatnið er stærst eru engin útföll á yfirborði, rannsóknir benda til að affallsvatn lónsins hripi þá niður í lek hraunlög sunnan Hagafellsjökla sem aftur hefur áhrif á grunnvatnsstöðu og vatnafar í nágrenninu.

Jöklunarsaga Langjökuls hefur verið könnuð með rannsóknum á botnsetlögum í Hvítárvatni og gefur ágætis vísbendingar um sögu Hagafellsjökla á síðari hluta nútíma. Núverandi Langjökull er talinn hafa myndast fyrir um 5500 árum og verið talsvert minni en hann er í dag þar til talsverður vöxtur varð fyrir um 4200 árum og aftur fyrir 3000 árum (Geirsdóttir o.fl. 2013). Jökulræn hvarflög finnast ekki í Hvítárvatni (3. mynd) frá upphafsárum núverandi Langjökuls (Larsen o.fl. 2012). Það útilokar hins vegar ekki að leysingavatn hafi runnið til Hagavatnslægðarinnar frá Langjökli sem var nokkuð minni en í dag. Rannsóknir Larsens o.fl. (2011) sýna að jökulrænt set flutt með leysingavatni tók að safnast upp sem hvarflög á botni Hvítárvatns fyrir um 3000 árum og allt fram til dagsins í dag. Enn fremur sýna setkjarnarannsóknirnar að loftslag kólnaði smám saman síðustu 3000 árin. Fyrir um 1100–1500 árum var greinilegt tímabil talsvert aukinnar virkni skriðjöklanna og setframburðar til Hvítárvatns. Virkni skriðjöklanna var þó langmest og upphleðsla hvarfleirs einnig í Hvítárvatni á litlu ísöldinni á árunum 1250–1900 (Larsen o.fl. 2011). En líkt og Hagafellsjökla hafa Norðurjökull og Suðurjökull sem gengu út í Hvítárvatn náð hámarksútbreiðslu á nútíma í lok litlu ísaldarinnar, og þá jafnvel nokkrum sambærilegum hámarksstöðum á milli 1740 og 1890 (Larsen o.fl. 2011). Líklegt verður að teljast að í meginráttum sé saga Hagafellsjöklanna síðustu 3000 ár svipuð sögu Norðurjökuls og Suðurjökuls við Hvítárvatn.

2.2 Gróðurfar og sandsvæði

Umhverfi Hagavatns er lítið gróið og einkennist af miklum sandsvæðum. Í fyrri rannsókn Náttúrufræðistofnunar Íslands á gróðurfari við Hagavatn segir að gróður sé slitróttur og lítið um samfelld gróðurlendi. Víða eru ummerki um sandfok, gróðurþekja rofin og og gróðursvörður sendinn og opinn (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009). Þrátt fyrir erfið vaxtarskilyrði er gróður þó talinn nokkuð fjölbreyttur. Bersvæðisgróður er algengur en í austurhlíðum Brekknafjalla eru gróðurtorfur með allþykku jarðvegi og gróskumiklum gróðri. Lambahraun er lekt nútímahraun og nær allt undir gamla lónsbotn Hagavatns þar sem það skýtur upp kollinum hér og hvar í lónsetinu. Í gróðurúttekt Guðmundar o.fl. (2009) er Lambahrauni lýst sem mjög sandorpnu hrauni en að í lónsetinu séu bæði þurrar og blautar áreyrar þar sem vatn flæðir yfir og gróður myndi oft litla þekju. Í lægðinni við Hagavatn eru jafnframt melar og fersk jökulurð við jaðar skriðjökla. Hagafell stendur milli skriðjökla tveggja og er töluvert mosagróið. Svæðið er í heild mjög þurrlegt og lítið um deiglendi eða votlendi.

Við Hagavatn eru þekkt sandsvæði og uppfok títt en sunnan Langjökuls eru fleiri þekkt sandsvæði. Árið 2005 voru sandsvæði kortlögð af Landgræðslu ríkisins (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005) þar sem helstu rofsvæðum er lýst með flokkun eftir rofgerðum og flutningsleiðum sands með vindum og leysingavatni. Smærri sandsvæði eru við Sandkluftavatn, Söðulhóla, Hlöðuvelli og vestan Hlöðufells. Stærri sandsvæði eru svo norðan Skjaldbreiðar austan Sköflungsháls, á Rótarsandi og í Lambahrauni að jökulsporði Hagafellsjökla og Hagavatni. Mikil sanduppspretta er talin vera framan Vestari-Hagafellsjökuls, einkum úr Sandvatni hinu forna, og berst sandurinn til suðurs undan þurrum norðanáttum yfir Lambahraun allt suður á Rótarsand (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005).

Samkvæmt úttekt Landgræðslunnar árið 2005 telst sandur á yfirborði vera talsverður til mikill sunnan Hagafellsjökla og í Lambahrauni, land lítið gróið eða ógróið, og mjög mikið rof að miklu leyti (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005). Aflíðandi halli Lambafellshraunsins veitir framrás sandsins viðnám og deilir áfoksgeiranum sem myndast hefur til suðurs í Lambahrauni í tvennt. Stærri sandleiðin er um 10 km breið þar sem hún er mest og myndar áfoksgeira á milli Þórólfsfells og Eldborga. Hins vegar fer minni sandleið með vestanverðu Mosaskarðsfjalli. Læmið ber jafnframt með sér mikið efni austur með Hagafellsjökulum að Hagavatni. Í gamla lónsbotni Hagavatns, sem myndaðist er vatnið var mun stærra, er fínkorna, allþétt set sem hækkar grunnvatnsborð (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005). Við lónsbotninn næst Brekknafjöllum hafa farið fram melsáningar, líklega árið 1995, til að grípa foksand. Í úttektinni árið 2005 töldu Elín og Arna að uppfok frá lónsbotninum væri takmarkað vegna leirkennds lónsbotns og hærri grunnvatnsstöðu, því sáningarnar höfðu ekki safnað miklum foksandi.

Svæðið telst til afrétta Laugardals og Biskupstunga en jafnframt telst það til Úthlíðartorfu. Gróður- og jarðvegseyðing hefur til langs tíma verið alvarlegt vandamál á heiðunum sunnan Langjökuls (Friðrik G. Olgeirsson 2007, Greipsson 2012). Við upphaf átjándu aldar er þess getið í jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns að norðan Haukadals sé land mjög fordjarfað af sandfoki auk þess sem gengið hafi verulega á skógaritök inni á heiðinni og í nágrenni (Jarðabókin: sögulegur landfræðigrunnur um íslenska landnotkun, Árni Magnússon og Páll Vídalín 1918–1921 (frumútgáfa 1712). Á Haukadalsheiði er nú landgræðslusvæði sem nær norður að Farinu þar sem það rennur í Sandvatn og teygir sig norður með ánni til móts við Fagradalsfjall. Árið 1986 var ráðist í aðgerðir til að draga úr uppblæstri úr vatnsbotni Sandvatns þegar lágt var í vatninu með því að stífla útfall Sandár og nyrðra útfall Árbrandsár (Tungufljóts) og draga þar með úr

vatnsborðssveiflum Sandsvatns og uppfoki úr vatnsbotninum (Sveinn Runólfsson 1988). Á landgræðslusvæðinu hafa farið fram miklar grassáningar (Friðrik G. Olgeirsson 2007) og þar er þekja alaskalúpínu, sem notuð er í landgræðslu, nú umtalsverð (Sigurður Kristinn Guðjohnsen og Borgþór Magnússon 2019).

2.3 Fuglar

Í fyrri úttekt á svæðinu á árunum 2007–2008 var fuglalíf ekki skoðað sérstaklega en dregin sú ályktun að það væri rýrt sökum þess að svæðið er gróðursnautt og einkennist af áfoki og óstöðugu yfirborði. Taldar voru upp átta tegundir staðfesta eða líklegra varpfugla á eða í grennd við fyrirhugað lónstæði, engin mjög sjaldgæf en tvær þó á válista, rjúpa og hrafn. Aðrar tegundir voru sandlóa, heiðlóa, sendlingur, maríuerla, steindepill og snjótittlingur (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009).

2.4 Fyrirhugaðar framkvæmdir Hagavatnsvirkjunar ehf.

Í tillögu að matsáætlun er gert ráð fyrir að virkja Far, útfall Hagavatns, stækka vatnið og nota til miðlunar á rennsli í aflstöð Hagavatnsvirkjunar. Virkjunin mun framleiða afl allt að 9,9 MW eða um 83 Gwh á ári (Mannvit 2019). Samkvæmt tillögunni er gert ráð fyrir að stífla núverandi útfall Hagavatns um Nýjafoss með 25 m hárrí og 250 m langri stíflu annars vegar, og hins vegar gamla farveginn um Leynifoss með 15 háum og 300 m löngum stíflugarði. Þá er gert ráð fyrir steypu yfirfalli í 455 m hæð yfir sjávarmáli í skarði ofan Fagradals (sem einnig er nefndur Sanddalur), milli Fagradalsfjalls og Brekknafjalla. Mun yfirfallsvatn falla um Fagradal og í núverandi farveg Farsins austan Brekknafjalla sem er um 4 km suður af Nýjafossi í beinni loftlínu (Mannvit 2019). Með því myndast nýr vatnsfarvegur um Fagradal sem gróflega ályktað yrði um 3 km langur frá yfirfalli út í Far. Mesta lónshæð yrði 455 m y.s. og lónstærð 23 km² en lónsborðssveiflur eru áætlaðar að hámarki 5 m en í lágstöðu mun flatarmál lónsins dragast saman í 17 km² (Mannvit 2019). Stöðvarhús verður staðsett undir Brekknafjöllum á vesturbakka gamla farvegs útfallsins við Leynifoss. Þar verður jafnframt frárennslisskurður út í farveg Farsins, norðvestan við Einifell, en lengd hans er áætluð 1,2 km og botnbreidd um 6 m (Mannvit 2019).

3 AÐFERÐIR VIÐ ÖFLUN GAGNA

3.1 Jarðfræði

Í skýrslunni er umfjöllun um jöklunarsögu Hagafellsjökla, sögu Hagavatns og grunnvatnsaðstæður og vatnafar almennt byggð á fyrri rannsóknum og athugunum. Jarðfræðirannsóknir á svæðinu eru fremur fáar en gefa ágæta mynd, t.d. af sögu Eystri-Hagafellsjökuls og Hagavatns eftir árið 1890 sem var könnuð af nokkrum höfundum um miðja síðustu öld. Jöklajarðfræðirannsóknir fóru fram við báða jöklana kringum síðustu aldamót og vörpuðu þær nokkuð ítarlegu ljósi á gerð og myndunarferla ákveðinna landforma. Tvær rannsóknir fjölluðu sýnu mest um vatnafar og grunnvatnsaðstæður í tengslum við breytingar Hagavatns. Niðurstöður rannsókna og helstu umræður voru rýndar, þær teknar saman og til þeirra vitnað í jarðfræðiköflum og umræðum hér að aftan.

Í flestum fyrri rannsóknum er landmótunar- og setmyndunarumhverfi jöklanna lýst að einhverju leyti en engin þeirra kortleggur né lýsir því ítarlega í heild sinni. Kort sem lýsir landmótun og setmyndunum á svæðinu framan jöklanna í heild var unnið samhliða þessari skýrslu. Í

Hagavatnslægðinni voru svæðin utan og austan Hagavatns og utan Læmisins framan vestari jökulsins könnuð á vettvangi. Aðrir hlutar landmótunarkortsins eru byggðir á fjarkönnun þar sem mest var notast við loftmyndir Loftmynda ehf. auk lýsinga eldri rannsókna. Könnunarferð var farin um svæðið dagana 25.–27. júní 2019 með það að markmiði að staðfesta sumar eldri lýsingar, sérstaklega varðandi jöklunarsöguna, og sannreyna kortlagningu höfunda byggða á fjarkönnun. Engar tilraunir voru gerðar til að bæta öskulagatímatal og aldursgreiningar tengdar jöklunarsögunni, né vitneskju um áhrif sveiflna Hagavatns á grunnvatnsaðstæður en slíkt kallar á ítarlegri feltrannsóknir og kostnað þeim tengdum.

3.2 Gróðurfar; vistgerðir og flóra

Í gróðurúttektinni var fyrirliggjandi vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar Íslands á rannsóknarsvæðinu við Hagavatn yfirfarið og uppfært fyrir landvistgerðir. Þá var flórulesti úr fyrri úttekt (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009) uppfærður og endurskoðaður. Vistgerðir á öllu landinu hafa verið skilgreindar og kortlagðar með mælingum á vettvangi og fjarkönnun (Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016, Náttúrufræðistofnun Íslands 2018a). Með vistgerð er átt við svæði sem einkennist af ákveðum samfélögum plantna og dýra þar sem ólífrænir umhverfisþættir, s.s. loftslag, jarðvegur og raki, eru svipaðir. Vistgerðum er einnig skipað saman eftir skyldleika í 14 meginflokkum eða svokölluð vistlendi. Heildarútbreiðsla hvernar vistgerðar á landinu öllu hefur verið metin og frummat Náttúrufræðistofnunar á verndargildi þeirra var lagt fram árið 2016. Við mat á verndargildi vistgerða var litið til fágætis, tegundaauðgi, grósku og kolefnisforða í jarðvegi og verndargildi skipt í fjögur stig; lágt, miðlungs, hátt og mjög hátt (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður H. Magnússon 2016). Nýlega var verndargildi vistgerða endurmetið með tilliti til fleiri þátta en gert var í frummati (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019).

Auk þess að uppfæra mat á gróðurfari á svæðinu var óskað eftir að kannað yrði í úttektinni hvaða áhrif stækkun Hagavatns og hækkuð grunnvatnsstaða hefði í för með sér á gróðurfar og áfok í umhverfinu. Gróðurúttekt var því unnin fyrir nokkuð stærra svæði en skilgreint er sem rannsóknarsvæði í tillögum að matsáætlun (Mannvit 2019) í því skyni að gera grein fyrir landgerðum og gróðri í umhverfi lónsins. Svæðið sem haft var til athugunar nær frá jaðri Hagafellsjökla austur að móbergshryggnum Brekknafjöllum/Jarlhettum og suður með Farinu, útfalli Hagavatns. Þá var svæðið afmarkað til suðurs nokkru sunnan Mosaskarðs, áfram vestur um hraunsléttur Lambahrauns, vestur fyrir Þórólfsfell og aftur norður inn að Langjökli (1. mynd). Við úrvinnslu og túlkun gróðurgagna var þó lögð langmest áhersla á land í lónstæði og á framkvæmdasvæði virkjunarinnar.

Þann 27. ágúst 2019 var farið í vettvangsferð til að kanna gróður og aðstæður við Hagavatn. Vistgerðakort Náttúrufræðistofnunar var yfirfarið á staðnum, eins og tími gafst til í dagsferð, og vistgerðir staðfestar eða leiðréttar. Þá voru teknar ljósmyndir með GPS-staðsetningu í mismunandi vistgerðum sem nýttust við áframhaldandi úrvinnslu vistgerðarkortsins í landupplýsingakerfi. Auk yfirferðar á vistgerðarkorti var gróðurkort Náttúrufræðistofnunar Íslands af rannsóknarsvæðinu frá fyrri úttekt notað til stuðnings við gerð kortsins (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009).

Uppfært vistgerðakort af rannsóknarsvæðinu við Hagavatn var unnið í mælikvarðanum 1:25.000. Reiknað var út flatarmál vistgerða og vistlenda í lónstæðinu og á heildarsvæðinu. Flatarmál lónstæðis er 22,7 km² og úttektarsvæðisins í heild 113,1 km².

Gróðurþekja í einstökum vistgerðum, þ.e. hversu stórt hlutfall yfirborðs var með gróðri eða án, var ekki metin á vettvangi í úttektinni. Þegar unnið var að skilgreiningu vistgerða og þeim

lýst fóru fram slíkar mælingar á gróðurþekju í einstökum vistgerðum og í kjölfarið birtar upplýsingar um meðalgróðurþekju í þeim (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Umfjöllun um meðalgróðurþekju í vistgerðum byggir á þeim upplýsingum og því ber að túlka niðurstöður með þeim fyrirvara að mælingar voru ekki gerðar á staðnum.

Auk athugana á vistgerðum voru æðplöntutegundir sem fundust á svæðinu skráðar. Ekki var tækifæri til að kanna sérstaklega hvaða tegundir fundust í lónstæðinu annars vegar og í umhverfi Hagavatns hins vegar og því eiga upplýsingar um flóru við um rannsóknarsvæðið í heild. Þegar í hús kom var athugað hvort um viðbætur væri að ræða miðað við tegundalista frá gróðurkortlagningunni 2007 (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009) og listinn uppfærður samkvæmt því. Þá voru einnig sóttar upplýsingar í gagnasafn Náttúrufræðistofnunar Íslands um æðplöntur sem fundist hafa á svæðinu. Tegundaheiti æðplantna í flóruleistanum, sem hér er birtur, eru samkvæmt Wasowicz (2020). Auk þess að sýna hvaða æðplöntutegundir fundust á svæðinu sýnir flóruleistinn algengnimat miðað við landið í heild og í hvaða verndarflokk viðkomandi tegund fellur (Hörður Kristinsson o.fl. 2007). Verndargildið byggir á fjölda 10×10 km landsreita sem tegundin kemur fyrir í, fjölda fundarstaða, mælingum á stærð vaxtarsvæða og algengni tegundar á hverjum stað. Verndargildinu er skipt tíu matsflokka (1–10) þar sem sjaldgæfar tegundir fá hátt gildi en algengar tegundir lágt (Hörður Kristinsson o.fl. 2007).

Athugað var hvort tegund á flóruleistanum væri á válista (Náttúrufræðistofnun Íslands 2018b). Válistaflokkun æðplantna var unnin í samræmi við hættuflokka Alþjóðanáttúruverndar-sambandsins (IUCN) og var æðplöntulistinn yfirfarinn út frá nýjum viðmiðum árið 2018.

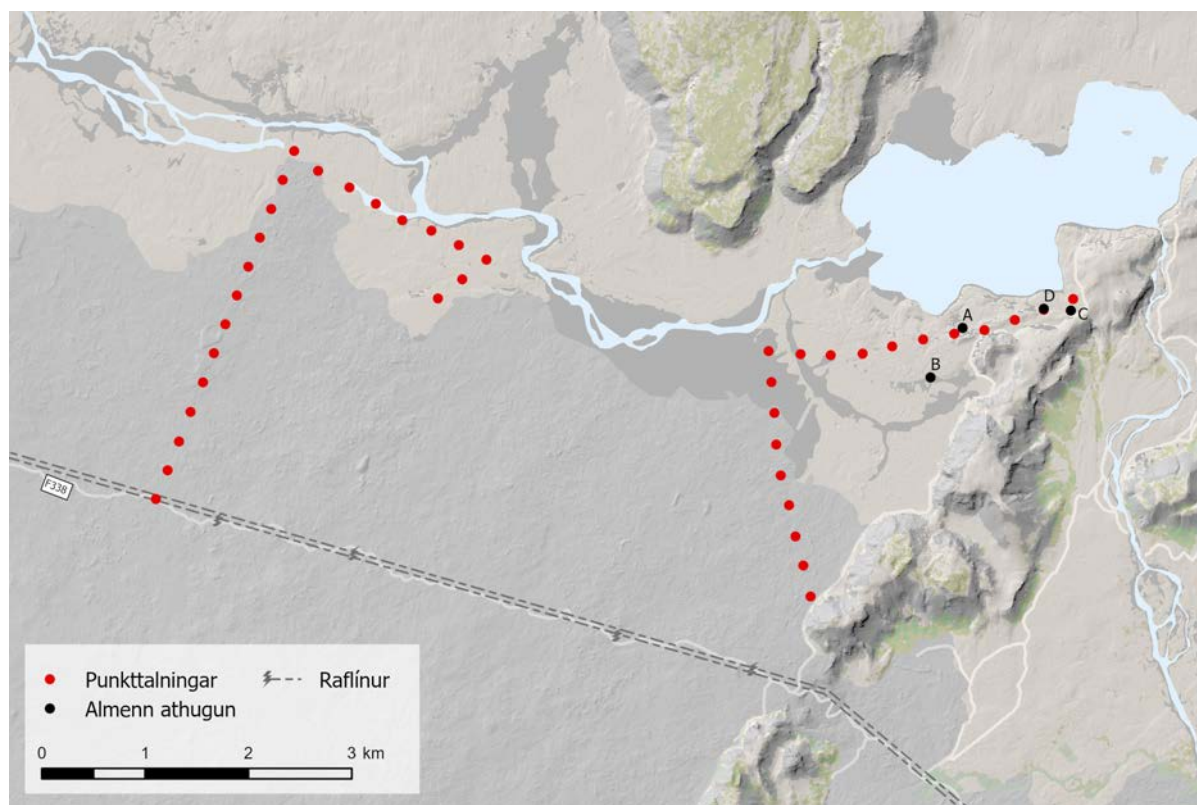
3.3 Fuglar

Fuglalíf á og í grennd við fyrirhugað lónstæði var kannað þann 24. júní 2019. Til að meta hlutfall algengustu tegunda og þéttleika mófugla voru gerðar punkttalningar. Tvö snið voru lögð út og á þeim var samtals 41 punktur með 300 m millibili (4. mynd) og gengu tveir talningarmenn á milli punkta með hjálp GPS-tækja. Athuganir á hverjum punkti stóðu yfir í fimm mínútur og voru skráðar á þar til gerð eyðublöð, þ.e. tegund, atferli með tilliti til þess hvort fugl væri talinn vera varpfugl eða ekki (söngur og annað varplegt látbragð) og fjarlægð fugla frá punkti. Einnig var afstaða teiknuð á kort til þess að forðast endurtalningar. Fyrir varpfugla var notuð einingin varpóðal, óháð því hvort þar eða aðeins annar fuglinn sást í talningunni. Talið var síðdegis þegar virkni fugla er meiri en um miðjan dag.

Fyrir punkttalningarnar var ekið upp með Farinu að Nýjafossi og skimað yfir Hagavatn auk þess sem vesturhluti fyrirhugaðs lónstæðis var kannaður (5. mynd).

3.4 Grunnvatnsborð, áfok og vatnalíf

Verkkaupi óskaði eftir því að Náttúrufræðistofnun Íslands myndi meta hvaða áhrif stækkun Hagavatns og hækkuð grunnvatnsstaða hefði á gróðurfar og áfok. Halli lands og jarðgrunnur (lekt jarðlaga) hafa mikil áhrif á umfang grunnvatnsbreytinga sem iðulega fylgja gerð nýrra lóna. Áhrif stækkunar Hagavatns á gróður og áfok eru hér skoðuð út frá fyrirbyggjandi rannsóknum frá öðrum miðlunarlónum og í samhengi við berggrunn og landhalla. Landhalli við strönd Hagavatns var kannaður lauslega út frá landhallakorti reiknuðu úr ArcticDEM landhæðarlíkaninu (Porter o.fl. 2018) í ArcMap 10.2 hugbúnaðinum. Jafnframt var óskað eftir því að stofnunin kannaði hvort mögulegt væri að silungur fengi þrifist í Hagavatni meðal annars m.t.t. til áhrifa af stækkun Hagavatns og hækkunar á grunnvatnsstöðu. Ekki var gert ráð fyrir vettvangsrannsóknum hvað þennan þátt varðar heldur yrði stuðst við fyrirbyggjandi rannsóknir, m.a. frá öðrum miðlunarlónum.



4. mynd. Punkttalningar fugla við Hagavatn.



5. mynd. Skimað eftir fugli á Hagavatni frá Nýjafossi. Ljós. Svenja N.V. Auhage, 24. júní 2019.

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Jarðfræði

4.1.1 Jöklunarsaga Eystri-Hagafellsjökuls

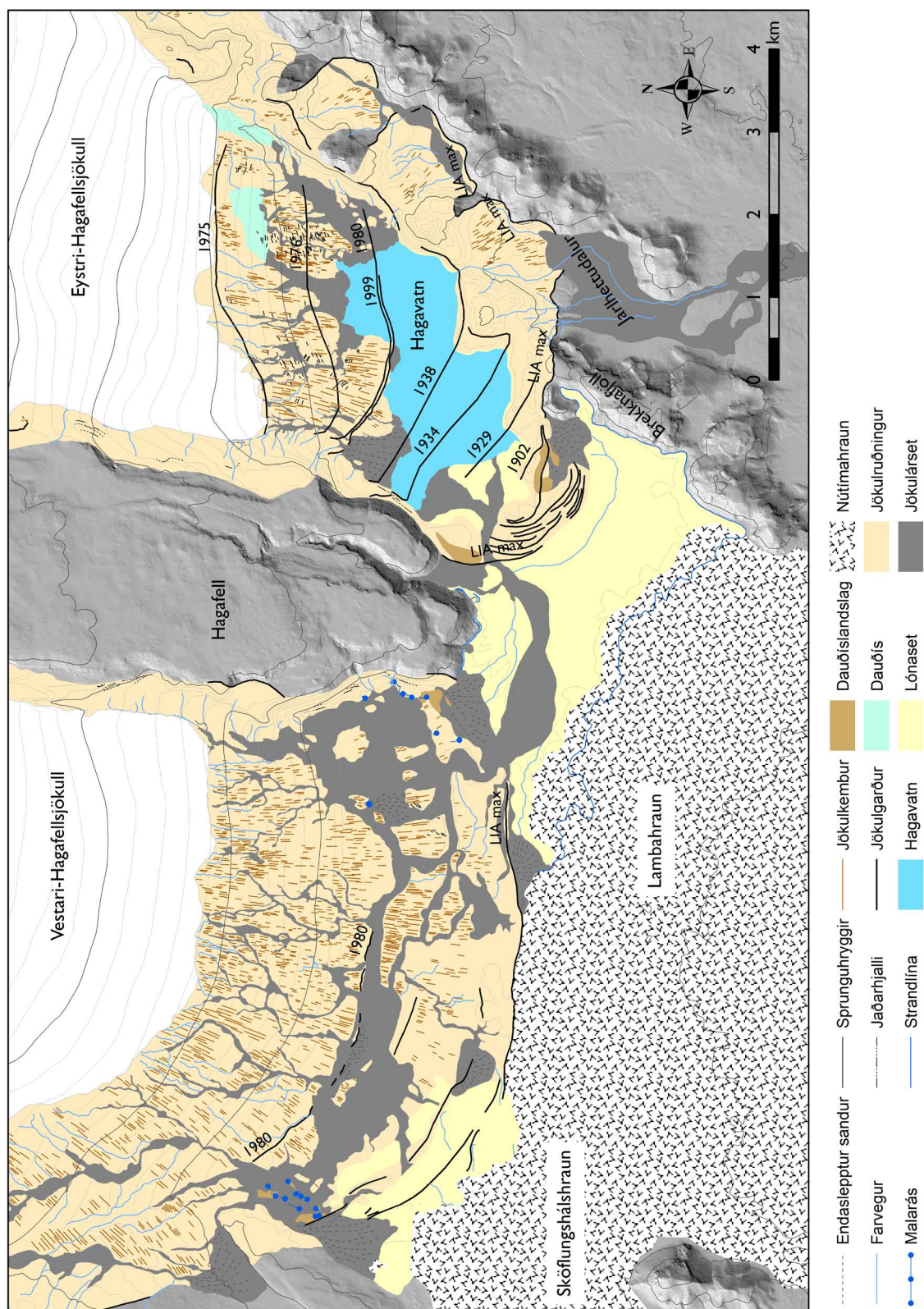
Sveiflur Hagafellsjökuls eystri fyrir jökulhlaupið 1929 eru nokkuð óvissar. Rannsóknir á hvarflögum og öskulögum í uppþornuðum botni Hagavatns auk sagna um jökulhlaup gefa þó ágæta mynd af nokkrum fornum stöðum og sveiflum jökulsins.

Í bökum gamla Hagavatns við hlíðarfót Brekknafjalla, austan fremstu jökulgarða frá hámarki eystri jökulsins, finnast hvarflög er jökullinn hefur aflagað og ýtt upp úr botni eystri hluta Hagavatns (6. mynd). Öskulög sem féllu á milli árána 850 og 900 eru þar á meðal og staðfesta tilvist Hagavatns um og fyrir landnám (Green 1952). Á þessum tíma er talið að útfall Hagavatns hafi verið um Nýjafoss með vatnsborð í um 439 m hæð og lónstærðin áþekk því sem var eftir jökulhlaupið 1939 (Þórarinnsson 1969). Eystri-Hagafellsjökull hefur því verið þó nokkuð minni á landnámsöld en við hámark litlu ísaldar en jökullinn gekk þó líklega fram um 10 km á þeim tíma (Þórarinnsson 1969). Áberandi árfarvegur um Nýjafoss niður í Jarlhettudal og vel þróuð árkeila neðan Nýjafoss benda sterklega til að þar hafi útfall Hagavatns verið um skeið og mun lengur en um Leynifossgljúfrið (1. og 6. mynd). Í ljósi sögu Hvítárvatns og Norður- og Suðurjökuls verður að teljast líklegt að saga Hagavatns og Hagafellsjökla spanni talsvert lengra aftur en á landnámsöld, jafnvel allt að 3000 ár.

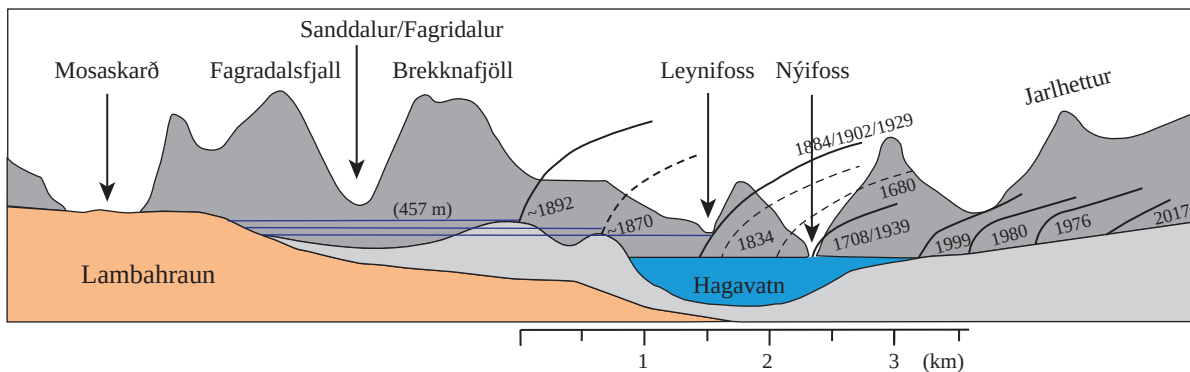
Árið 1680 eða litlu fyrr gekk jökullinn fram og stíflaði Nýjafoss í fyrsta skipti svo víst sé (1. tafla). Þá hefur vatnsborðið hækkað um 9,5 m og náð nýju útfalli um Leynifoss (7. mynd) og Hagavatn orðið um 6 km² stórt með lónshæð um 447 m. Þetta sést af því að minnsta kosti 12 hvarflög eru greinanleg undir öskulagi frá Heklugosi 1693, í sniði í vesturhluta vatnsbotnsins sem nú er þurr (Green 1952, Greipsson 2012). Hvarflögin leggjast beint ofan á Lambahraun og benda þá jafnframt sterklega til að Hagavatn hafi ekki náð þeirri stærð fyrr. Hvarflagarannsóknir Greens (1952) og öskulagatímatal Sigurðar (Þórarinnsson 1949) benda enn fremur til þess að Nýifoss hafi verið stíflaður mestan hluta tímans frá seinni hluta 17. aldar fram til 1939. Þó eru vísbendingar í Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns (1918–1921) um að jökullinn hafi hopað nóg

1. tafla. Yfirlit yfir helstu atburði í jöklunarsögu Eystri-Hagafellsjökuls frá litlu ísöld.

Atburður	Ár	Hlaupleið	Athugasemd
Framhlaup jökuls	1680		Nýifoss stíflast, líklega vegna framhlaups jökulsins
Jökulhlaup	1708	Nýifoss	Líklegast jökulhlaup um Nýjafoss
Afrennsli um Leynifoss	1835		Nýifoss talinn stíflaður af jökli, afrennsli um Leynifoss
Framhlaup jökuls	1880		Leynifoss stíflast, líklega vegna framhlaups jökulsins
Jökulhlaup	1884	Leynifoss	Staðfest jökulhlaup um Leynifoss
Framhlaup jökuls	1890		Jökull við hámarksstöðu, Leynifoss stíflaður af jökli
Jökulhlaup	1902	Leynifoss	Staðfest jökulhlaup um Leynifoss
Framhlaup jökuls	?		Leynifoss stíflaðist fljótlega af jökli eftir jökulhlaup 1902
Jökulhlaup	1929	Leynifoss	Stórt jökulhlaup
Jökulhlaup	1939	Nýifoss	Síðasta jökulhlaupið
Framhlaup jökuls	1976		Jökull hljóp um 1100 m, jaðar um 1600 m frá Nýjafossi
Framhlaup jökuls	1980		Jökull hljóp um 800 m, jaðar um 1000 m frá Nýjafossi
Framhlaup jökuls	1999		Jökull hljóp um 1200 m, jaðar um 800 m frá Nýjafossi
Hop jökuls 2000–2018	2018		Um 2300 m hop, jaðar rúma 3000 m frá Nýjafossi



6. mynd. Landmótunarkort sem sýnir setmyndanir og landform framan Hagafellsjökla, auk þess eru sýndar nokkrar þekktar stöður eystri jökulsins. Í 1. og 2. viðauka eru landmótunarkort í hærri upplausn af hvorum jökli fyrir sig.



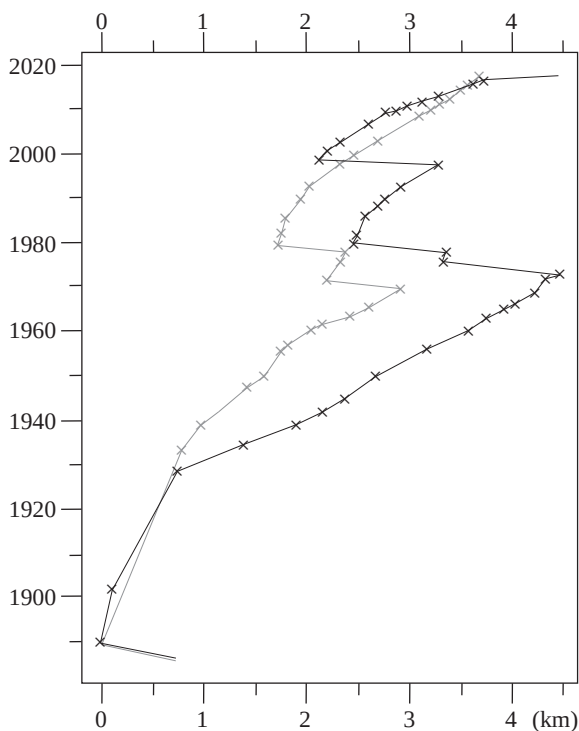
7. mynd. Þversnið af Hagavatnslægðinni framan Eystri-Hagafellsjökuls. Myndin sýnir stöðu jökuljaðarins og hvernig hún hefur stjórnað vatnsborðshæð Hagavatns og útfalli vatnsins um skörðin í Brekknafjöllum.

til að valda jökulhlaupi um Nýjafoss árið 1708 (1. tafla) en það ár varð mikið flóð í Tungufljóti (Þórarinnsson 1939). Guttormur (Sigbjarnarson 1967) taldi allt eins líklegt að hlaup úr minni lónum upp með austurjaðri Eystri-Hagafellsjökuls í Jarlhettudal gætu skýrt flóðin í Tungufljóti.

Byggt á öskulagatímatali og jarðvegsleifum undir jökulruðningi skammt innan ystu jökulgarða austan Brekknafjalla taldi Sigurður (Þórarinnsson 1966) fullvíst að Eystri-Hagafellsjökull hefði náði hámarksstærð á nútíma nokkru eftir árið 1730, mögulega annaðhvort kringum árið 1750 eða 1850.

Uppdráttur Íslands 1834–1835, kort eftir Björn Gunnlaugsson, gefur til kynna talsvert afrennsli frá Hagavatni sem líklega var um Leynifoss og bendir til að jökullinn hafi verið nokkuð frá hámarksstærð sinni um það leyti. Skömmu síðar eða um og fyrir 1880 hefur jökullinn gengið fram, því í kringum árið 1880 tók fyrir rennsli um Leynifoss og nálgadist jökullinn þá hámarksstærð sína.

Árið 1884 opnaðist fyrir rennsli um Leynifoss með jökulhlaupi (1. tafla), líklega í tengslum við tímabundna hörfun jökulsins. Fljótlega í kjölfarið hefur Eystri-Hagafellsjökull gengið fram á ný og lokað fyrir afrennsli um Leynifoss, en í kringum 1890 er vitað að jökullinn var við hámarksstöðu sína vestan Brekknafjalla.



8. mynd. Sveiflur Eystri-Hagafellsjökuls (svört lína) og Vestari-Hagafellsjökuls (grá lína) frá lokum litlu isaldar (Jöklarannsóknafélag Íslands).

Lýsingar heimamanna benda til að litlar breytingar hafi orðið á þeirri stöðu jökulsins fram undir aldamótin 1900 (Sigbjarnarson 1967). Hins vegar hopaði jökullinn um og upp úr 1900 nóg til þess að farvegurinn um Leynifoss opnaðist aftur með jökulhlaupi árið 1902 (Sigbjarnarson 1967). Líklega hefur jökullinn eitthvað gengið fram enn á ný, því í kjölfarið tók enn fyrir rennsli um Leynifoss þó ekki sé vitað nákvæmlega hvenær. Árið 1929 opnaðist Leynifoss endanlega í stóru jökulhlaupi. Á áratugunum upp úr 1900 var loftslag talsvert hlýnandi og jöklar almennt að hörfa nokkuð hratt á Íslandi (Sigurðsson og Jónsson 1995, Björnsson og Pálsson 2008). Aðeins 10 árum síðar varð annað stórt

jökulhlaup úr Hagavatni, þegar opnaðist fyrir afrennslið um Nýjafoss árið 1939 sem hefur ekki lokast síðan (Þórarinnsson 1939, Sigbjarnarson 1967; 1. tafla).

Eftir árið 1920 hefur Eystri-Hagafellsjökull hropað hratt með nokkrum undantekningum (8. mynd). Árið 1975 hófst framhlaup í jöklinum og haustið 1976 mældist gangur jökulsins rúmir 1100 m eftir um 4500 m samfelld hop frá hámarksstöðu sinni sem eru að jafnaði um 53 m ári (Theodórsson 1980, Greipsson 2012, Jökларannsóknafélag Íslands). Jökullinn hafði aðeins hropað nokkra tugi metra þegar jökullinn gekk fram um 800 m í nýju framhlaupi árið 1980 (Theodórsson 1980, Jökларannsóknafélag Íslands). Á árunum 1980-1998 hropaði jökullinn um 800 m eða um 45 m árlega. Þriðja og síðasta staðfesta framhlaupið varð árið 1999 þegar jökullinn gekk fram um 1200 m. Síðan þá hefur jökullinn hörfað um rúma 2300 m til ársins 2018 sem er meira en 120 m að jafnaði á ári (Greipsson 2012, Jökларannsóknafélag Íslands).

4.1.2 Jöklunarsaga Vestari-Hagafellsjökuls og Sandvatn hið forna

Nær ekkert er til af almennum upplýsingum né rannsóknum um jöklunarsögu Vestari-Hagafellsjökuls fyrir tíð reglubundinna sporðamælinga sem hófust þar fyrir tilstuðlan Jóns Eyþórssonar árið 1934 (8. mynd) (Eyþórsson 1963, Sigurðsson 1998).

Þegar Jón Eyþórsson (1935) hóf sporðamælingar við Vestari-Hagafellsjökul árið 1934 hafði jökullinn hropað tæpa 800 m frá hámarksstöðu sinni, sem talið er að jökullinn hafi náð í kringum 1890 (Eyþórsson 1963, Þórarinnsson 1943, 1966, Sigurðsson 1998). Ekki er ósennilegt að sambærilegri stöðu hafi verið náð oftár á 17. og 18. öld, en vel þekkt er að framhlaupsjökлар hafi náð hámarksstöðu sinni oftár en einu sinni í kringum hámark litlu ísaldar (Brynjólfsson o.fl. 2012, 2015, Ingólfsson o.fl. 2015). Hop vestari jökulsins hélt áfram óslitið og var um 1300 m frá 1934 til 1961 sem eru að jafnaði um 48 m árlega (Sigurðsson 1988, Hart 1995). Árið 1970 var hop jökulsins orðið tæpir 2200 m þegar framhlaup hófst í jöklinum sem gekk þá fram um 700 m á árunum 1971–1972 (Theodórsson 1980). Í kjölfarið hropaði jökullinn um 200 m þar til hann gekk fram rúma 700 m í öðru framhlaupi 1979–1980 (Theodórsson 1980). Í kjölfar seinna framhlaupsins hefur jökullinn hropað um 1850 m til ársins 2018, eða að meðaltali um 49 m á ári (Jökларannsóknafélag Íslands). Frá hámarksstöðu sinni til ársins 2018 hefur Vestari-Hagafellsjökull hropað um alls 3650 m, sem gerir um 29 m að jafnaði á ári að því gefnu að jökullinn hörfaði frá hámarksstöðu sinni árið 1890 (8. mynd).

Framan við suðvestanverðan Vestari-Hagafellsjökul er enn í dag vel greinanlegur gamall leir og siltbotn jökullónsins Sandvatns sem þar var fram á miðja 20. öld (6. mynd). Jane Hart (1995) lýsir suðurjaðri vatnsins sem nokkurn veginn samlægum hámarksstöðu jökulsins. Það bendir til að lónið hafi verið lítið á þeim tíma er útbreiðsla jökulsins var mest og hann fyllti að miklu leiti lægðina sem vatnið stóð annars í. Sandvatn er hins vegar dregið nokkurra ferkílómetra stórt inn á ýmis eldri landakort, t.d. á Uppdrætti Íslands 1834–1835 (Björn Gunnlaugsson 1844), dönsku herforingjaráðskortin (Hlöðufell, 1944) frá 1937–1938 og AMS kort Bandaríkjahers frá 1948 (Kálfstindur, 1948). Þegar þessi kort voru gerð var vestari jökullinn nokkuð frá hámarki sínu og nægt pláss fyrir jökullón í landslagslægðinni til móts við Lambahraun. Jökullinn var jafnframt nægilega stór til að hindra rennsli jökulvatnsins austur í Hagavatn. Sandvatn sést ekki á loftmynd frá 1960 né síðar en þá hafði jökullinn hörfað það mikið að greitt rennsli var fyrir jökulána Læmið framan jökulsporðsins til austurs í Hagavatn. Líftími Sandvatns við Vestari-Hagafellsjökul var líklega ekki mjög langur. Kortagögnin benda til að Sandvatn hafi verið til að minnsta kosti frá því um eða fyrir 1834 eða a.m.k. í um 120 ár. Líkt og Eystri-Hagafellsjökull er líklegt að vestari jökullinn hafi náð talsverðri útbreiðslu seint á 17. öld. Sé það raunin og miðað við sögu Hagavatns er mögulegt að Sandvatn hafi verið viðvarandi í rúm 250 ár, þó af

mismunandi stærð og legu eftir samspili landslags og útbreiðslu jökulsins hverju sinni. Frekari rannsóknir þarf til að varpa betur ljósi á sögu Sandvatns hins forna.

Jane Hart (1995) lýsti nokkrum bogalaga, allt að 5 m háum, jökulgörðum sem þá stungust upp úr annars sléttum þurrum lónsbotni Sandvatns og lónaset lagðist upp að. Af þessu má dæma að jökullinn gekk nokkrum sinnum út í vatnið eftir að hafa náð hámarksstöðu sinni. Í ljósi staðfesta framhlaupa jökulsins árin 1972 og 1980 (Theódórsson 1980) er líklegt að eldri garðarnir hafi einnig myndast við framhlaup jökulsins.

4.1.3 Saga Hagavatns

Breytingar Hagavatns og áhrif þeirra á nærumhverfið er mjög samofin jöklunarsögu Eystri-Hagafellsjökuls og ástæða til að gera betur grein fyrir þeim en gert er samhliða jöklunarsögunni að framan.

Stærð Hagavatns ræðst að miklu leyti af útbreiðslu Eystri-Hagafellsjökuls hverju sinni og hvort hann stíflar lægra útfallið um Nýjafoss eða hærra útfallið um Leynifossskarðið (7. mynd). Þegar útfall vatnsins er um Nýjafoss líkt og í dag er vatnsborðshæðin um 435 m en hefur lækkað smám saman við vatnsrof móbergsþröskuldans í skarðinu. Til að mynda var hæð vatnsborðsins talin um 439 m eftir jökulhlaupið árið 1939 (Sigbjarnarson 1967, Greipsson 2012). Við þessar aðstæður er flatarmál vatnsins um 5–6 km², sem líklega er raunin mestan hluta líftíma þess (Þórarinsson 1939, Sigbjarnarson 1967).

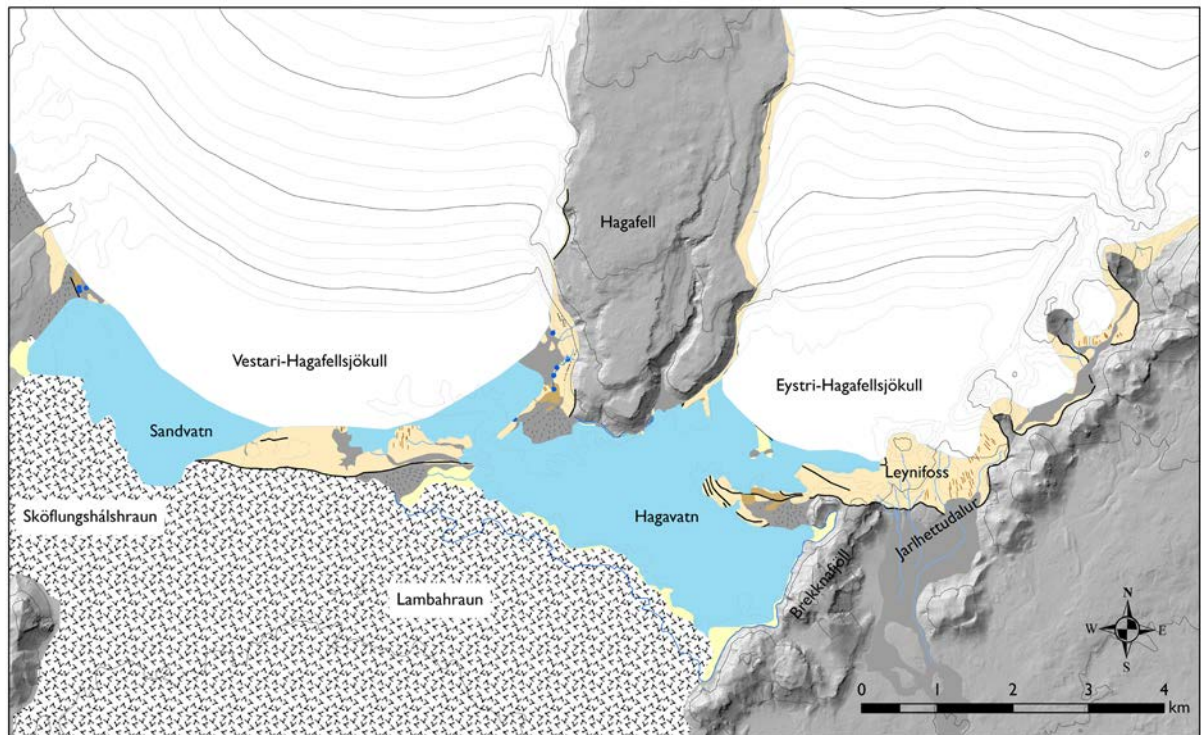
Vatnsborðið stígur um það bil 8–9 m þegar jökullinn stíflar affallið um Nýjafoss og útfallið flyst í Leynifossskarðið, t.d. var vatnsborðshæðin um 447 m og flatarmál Hagavatns um 10 km² þegar útfallið var um Leynifoss í kjölfar jökulhlaupsins árið 1929 (Sigbjarnarson 1967) (9. mynd). Hagavatn var líklega stærst þegar jökullinn stíflaði útfallið um Leynifoss, t.d. benda fyrri athuganir til að vatnið hafi verið um um 13 km² að stærð þegar jökullinn var við hámarksstöðu sína (Wright 1935, Þórarinsson 1939, Sigbjarnarson 1967) (10. mynd). Á svipuðum tíma var Vestari-Hagafellsjökull nærri hámarksstærð sinni og þakti nokkra ferkílómetra lands sem annars hefðu farið undir Hagavatn (6. mynd). Þannig hefur vestari jökullinn í raun varnað því að enn víðfeðmari lónsbotn væri til staðar í dag.

Nokkrar strandlínur finnast umhverfis Hagavatn (9. mynd), sérstaklega suðvestan og austan þess (6. mynd). Lægstu strandlínurnar eru 10–12 m ofan núverandi vatnsborðs og tengjast þeim tímabilum er afrennsli vatnsins var um Leynifoss (10. mynd). Hærri strandlínur eru 16–18 m ofan vatnsborðsins og tengjast þykkt og stöðu jökulsins skömmu fyrir jökulhlaupið 1929 (Wright 1935, Þórarinsson 1939). Hæð strandlínanna er ekki hægt að tengja neinu skarðanna í Brekknafjöllum en á þessum tíma var ekkert yfirborðsrennsli frá Hagavatni. Vestanvert í Brekknafjöllum eru áberandi og jafnframt hæstu strandlínur á svæðinu, 21–22 m ofan núverandi vatnsborðs, sem samsvara um 457 m hæð vatnsborðsins á þeim tíma en ummerki um hærri stöðu Hagavatns finnast ekki á vettvangi (Wright 1935, Þórarinsson 1939, Sigbjarnarson 1967, Bennett o.fl. 2000).

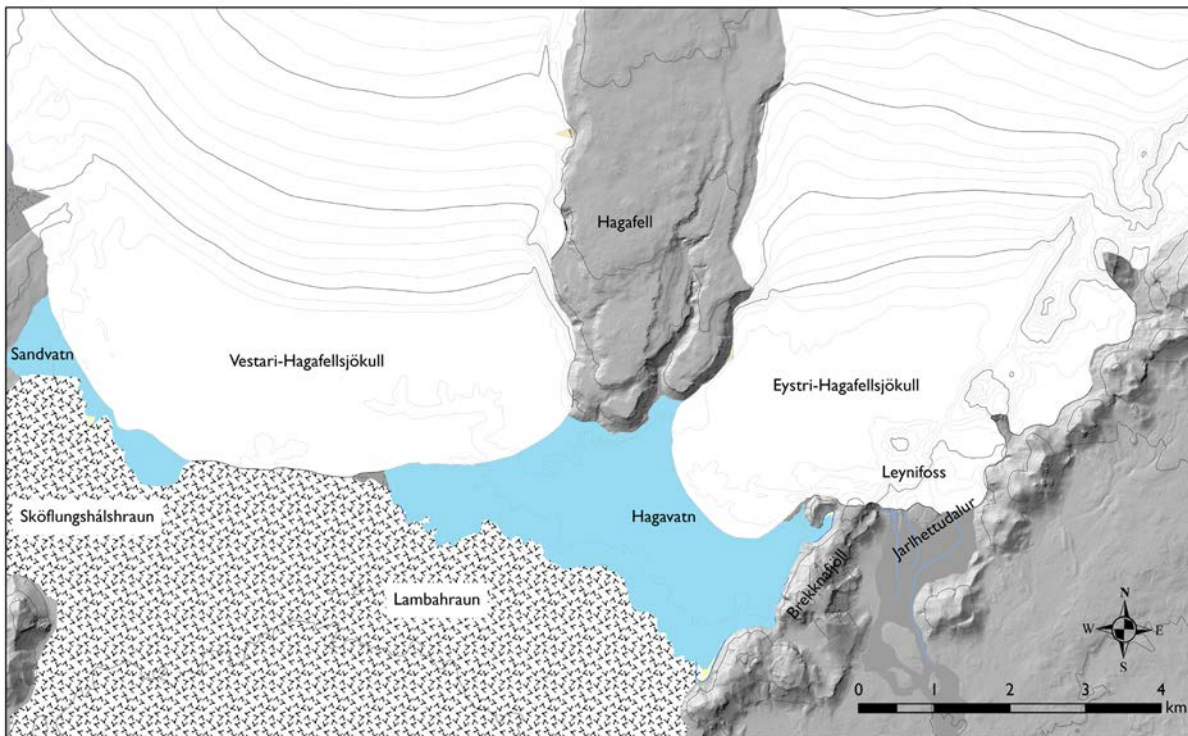
Næsta mögulega affall Hagavatns á yfirborði er um skarð niður í Fagradal sem er um 20 m hærra en skarðið við Leynifoss. Strandlínurnar í vestanverðum Brekknafjöllum samsvara strandlínunum suðvestan Hagavatnslægðarinnar og sýna að hæsta vatnsborð hefur verið 8–9 m neðan skarðsins við Fagradal (Wright 1935, Þórarinsson 1939, Sigbjarnarson 1967) (6. og 10. mynd). Auk þess eru hvorki ummerki um vatnsrof né setmyndanir eða vatnsrennsli í skarðinu við Fagradal og talið fullvíst að þangað hafi vatnsborðið aldrei náð meðan jökullinn stíflaði Leynifoss.



9. mynd. Horft yfir Læmið vestur til Hagafells. Í hliðarfæti Hagafells sjást láréttir setpallar sem eru strandlínur myndaðar við mun stærra Hagavatn þegar skörðin um Brekknafljöll voru stífluð af Eystri-Hagafellsjökli. Ljós. Brynjólfur Sveinsson, júní 2019.



10. mynd. Hagafellsjökklar, Hagavatn og Sandvatn eins og útbreiðsla er talin hafa verið við jökulhlaup 1929.



11. mynd. Hagavatn og Sandvatn framan Hagafellsjökla eins og útbreiðsla er talin hafa verið er jöklarnir voru í hámarksstöðu við lok litlu ísaldar, sennilega í kringum 1890.

Tvær meginástæður hafa verið nefndar til sögunnar, annars vegar mikið grunnvatnsflæði um hriplek nútímahraun og móbergslög í Hagavatnslægðinni, og hins vegar mögulegt rennsli frá Hagavatnslægðinni undir jökli yfir annaðhvort Nýjafoss- eða Leynifossskarðið, en engar staðfestar heimildir eru fyrir rennsli undir jökli um skörðin (Sigbjarnarson 1967). Ef rennsli var undir jökli um skörðin í Brekknafjöllum er engu að síður talið fullvíst að það hafi verið lítið og stærstur hluti affalls Hagavatns hafi verið um lek berglögin (Sigbjarnarson 1967).

Þannig hefur lekt Lambahrauns og móbergshryggjarins austan þess, Brekknafjalla, líklegast ráðið miklu um hámarkstærð Hagavatns. Grunnvatn frá Hagavatni er talið hafa komið fram að talsverðu leyti í Stóru-Grjótá sunnan núverandi Sandvatns á Haukadalsheiði. Rennsli árinna, sem er svo til þurr í dag, var metið um 10 m³/s á þeim tíma (Greipsson 2012). Jafnframt telur Guttormur Sigbjarnarson að mögulega hafi affall frá Hagavatni að mestu verið sem grunnvatnsflæði fyrstu misserin í sögu vatnsins, sem þá var af svipaðri stærð og legu og það er í dag. (Sigbjarnarson 1967). Jafnframt eru leiddar líkur að því að affall um Nýjafoss hafi fyrst orðið viðvarandi eftir að jökullinn fór að ganga út í Hagavatnslægðina á litlu ísöld. Þá hafi leirkenndur jökulruðningurinn í bland við annan framburð náð að þétta lek berglögin í og við lægðina þar sem Hagavatn situr í dag.

4.1.4 Landmótun og setmyndanir

Landmótunarkortið (6. mynd) sýnir helstu setmyndanir og landform sem tengjast jöklunarsögu Hagafellsjökla og eru enn varðveitt í landmótunarumhverfi jöklanna. Hærrí upplausn kortins er að finna á kortum í 1. og 2. viðauka í tengslum við nánari umfjöllun um hvorn jökul fyrir sig. Rof- og setmyndunarferli vinna að stöðugum breytingum landmótunarumhverfisins. Öflugastir eru jöklarnir sem umbylta öllu landi sem þeir fara yfir komi til nýs framhlaups. Lega og rennsli jökulanna eru sibreytileg en árnar rjúfa stöðugt setmyndanir og landform sem fyrir þeim verða um leið og þær byggja upp ársanda, keilur og fylla smám saman í drög og lægðir eins og t.d. Hagavatn sjálft.



12. mynd. Séð inn að Eystri-Hagafellsjökli og yfir austanvert Hagavatn. Í hliðinni til hægri sést greinileg jaðarstaða, jökulruðningurinn er gráleitur en móbergið dekkra og brúnleitar ofan við. Ljós. Skafti Brynjólfsson, júní 2019.

Þrjár setgerðir einkenna landmótunarsvæði jöklanna. Svæðin sem jökullinn hefur skriðið yfir eru yfirleitt þakin gráleitum jökulruðningi en til samanburðar hefur óraskað móberg brúnleitan eða rauðbrúnan veðrunalit og oftast auðvelt að greina þar á milli (12. mynd).

Jökulruðningurinn er mjög ríkur af fínefnum, leir, silt og sandi, þar sem jökullinn hefur skriðið yfir jökullónin, en mun grófari og ríkari af hnúllungum annarsstaðar. Á köflum er ruðningur svo fínkornóttur að varla nokkurt grjót finnst í honum líkt og við gamla Sandvatn framan vestari jökulsins (Hart 1995, Bennet o.fl. 2000).

Lónasetið er víðast lagskipt í sniðum, ýmist leir, silt eða sandur og aska (Green 1952, Þórarinnsson 1966). Kortlagt lónaset (6. mynd) endurspeglar ekki hámark yfirborðsflatarmáls fínustu setefnanna leirs og silts, því víða hefur vatn skolað til setefnum og yfirborð gamla lónsbotnsins að mestu sandur á köflum. Sunnan til er kortlagt lónaset ekki samfellt, heldur að talsverðu leyti klappir Lambahrauns sem stingast upp úr setinu. Syðsti hluti gamla lónsbotnsins er kortlagður sem hraun því á yfirborðinu eru hraunklappir Lambahrauns ríkjandi umfram lónaset.

Ársandar þekja orðið stóran hluta landmótunarumhverfis jöklanna. Talsverður munur er á einkennum ársandsins innan svæðisins, hátt hlutfall fínefna, silt og sands, eru t.d. ríkjandi í núverandi farvegi Læmisins. Ársandarnir eru mun grófari, oft sendin mól og gróf mól, þar sem árnar renna um jökulruðningsbreiður nær jöklunum og einnig í Jarlhettudal.

Hámarksstaða Hagafellsjökla á nútíma er víða nokkuð áberandi, bæði í felti og á loftmyndum, sem skörp lita- og veðrunaskil í móbergsfjöllunum, sem enda- og jaðargarðar meðfram jökultungunum í Jarlhettudal, eða gráleitur jökulruðningur sem liggur eins og teppi á brúnleitu móberginu (12. mynd).



13. mynd. Horft austur til nyrsta hluta Brekknafjalla. Í forgrunni er óreglulegt dauðislandslag en fjær sér í rennisléttan endasleptan ársand sem byggst hefur við jökuljaðar út í mun stærra Hagavatn líklega seint á 19. öld. Ljósm. Skafti Brynjólfsson, júní 2019.

Í Hagavatnslægðinni, framan núverandi Hagavatns, er 500–800 m breiður skeifulaga setbunki sem rís 10–23 m yfir umhverfi sitt og markar ystu stöðu Eystri-Hagafellsjökuls vestan Brekknafjalla. Í raun ægir þar saman öllum setgerðum og ýmsum landformum sem gerir lestur myndunarsögu landformsins flóknari. Líklega hefur jökullinn ýtt upp og aflagað stórum fleygum af setefnum í nokkrum framrásum seint á litlu ísöld, ýmist jökulruðningi, lagskiptu lónaseti eða ársandi (Þórarinsson 1966, Sigbjarnarson 1967, Bennett o.fl. 2000). Yst eru nokkrir 1–3 m háir og nokkurra tuga metra langir bogadregnir garðar myndaðir við jökuljaðarinn eða nokkru framan hans þegar jökullinn ýtti vatnsmettuðu lónasetinu upp í fellingar (Bennett o.fl. 2000). Miðsvæðis er yfirborð setbunkans ávalir hryggir og hólar sem vatn hefur runnið um og skolað til. Hagavatnsmegin á setbunkanum er óreglan mikil, jökulker, malarhjallar, og óreglulegt dauðislandslag ber vott um bráðnun jökulíss sem hafði grafið undir ársandi eða jökulruðningi (13. mynd). Víða skera vatnsfarvegir sundur setlögin og sundurskornir jökulgarðstubbbar sjást hér og þar. Austasti hluti setbunkans, næst Brekknafjöllum, er 400–500 m breiður endaslepptur sandur (e. ice contact delta) (1. viðauki). Það er í raun óseyri byggð við rennsli frá jökuljaðrinum út í mun stærra Hagavatn þess tíma, sem hallar afliðandi um 500 m suður yfir gamla lónbotninn og hylur fínustu setefnin. Jökulmegin er skörp endasleppt brún sandsins sem jökullinn lá upp að og garðsstubbum, jaðarhjöllum og óreglulegu dauðislandslagi ægir saman (Bennett o.fl. 2000).

Beggja vegna Hagafells eru ógreinilegir, sundurslitnir jaðarhjallar í mismunandi hæðum sem jökullinn hefur sett af sér eða myndast við vatnrennsli á mörkum jökuls og hlíðar og vitna um mismunandi legu og þykktir jökulsins. Nokkurra metra hár jökulgarður liggur nærri norðurbakka núverandi Hagavatns og myndaðist í framhlaupinu árið 1999, en í því eyddust ummerki framhlaupanna 1976 og 1980. Aðrar jaðarstöður Eystri-Hagavatnsjökulsins sem eru merktar inn á landmótunarkortið eru áætlaðar út frá mælingum og eldri lýsingum en ekki legu samfelldra jökulgarða (1. viðauki).

Jökulruðningurinn norðan Hagavatns og í Jarlhettudal er yfirleitt fremur grófur og sundurskorinn af fjölda vatnsfarvega, þó einungis stærstu farvegir og ársandar séu kortlagðir. Þarna er jökulruðningurinn mjög straumlínulagaður, þ.e. hann einkennist af lágreistum línulegum byggingaformum og allt að 1 m háum jökulkembum sem teygja sig nokkra tugi metra í skriðstefnu jökulsins.

Talsvert er af sprungufyllingum, þ.e. 0,5–2 m háum og nokkurra tuga metra löngum sethryggjum þvert á skriðstefnu jökulsins, á áhrifasvæði framhlaupsins 1999 (Bennett o.fl. 2004). Sprungufyllingar eru einkennandi landform fyrir framhlaupsjökla, og myndast þegar jökulsporðurinn skriður yfir og á endanum staðnæmist ofan á vatnsmettuðum jökulruðningi sem þrýstist undan fargi jökulsins upp í sprungur og holrými neðan í jökulsporðinum. Þegar ísinn leysir standa sprungufyllingarnar eftir sem sethryggir, u.þ.b. þvert á skriðstefnu jökulsins (Sharp 1988, Benn og Evans 1998).

Vatnsfarvegir eru víða áberandi á landmótunarsvæðum jöklanna og vitna t.d. um vatnsrennsli yfir móbergshrygginn niður í Jarlhettudal þegar jökullinn náði þar upp. Einnig eru víða farvegir grafnir í ársetssléttunum og jökulruðninginn, aðeins stærstu farvegir, ýmist þurrir eða virkir, eru kortlagðir.

Á milli jöklanna, beint sunnan Hagafells, er að mestu ársandur og uppþornaður lónsbotn Hagavatns (1. viðauki). Flatarmál fínasta lónasettsins fer þó minnkandi því Læmið kvíslast þar um, skolar fínasta efninu burt úr lónasetinu og setur af sér heldur grófari ársand. Eftir að jökullinn hropaði upp úr Hagavatni hefur Læmið borið mikið set frá Vestari-Hagafellsjökli til Hagavatns, sem smám saman grynnkar og minnkar flatarmál vatnsins. Á árunum 2000–2018 hefur t.d. hátt í 1500 m breið og allt að 500 m löng óseyri byggst út í suðvestanvert vatnið og minnkað flatarmál þess um 0,5 km² eða í kringum 10%. Þá er ótalinn upphleðsla óseyra í norðausturhluta vatnsins sem minnkuðu flatarmál vatnsins um nærri 0,15 km² á sama tíma.

Vestari-Hagafellsjökull

Landmótunarumhverfi Vestari-Hagafellsjökuls er í raun hægt að skipta upp í nokkur svæði sem hvert hefur sín megineinkenni. Yst ægir saman sendnum og almennt mjög fínkorna jökulruðningi, lónaseti, árseti og mishæðóttu en ávölu yfirborði Lambahrauns (2. viðauki). Slitróttir 1–3 m háir jökulgarðar sem marka ystu stöðu vestari jökulsins undir lok litlu ísaldar sjást bugðast eftir sumum hraunbungunum og í uppþornuðum lónsbotni gamla Sandvatns. Erfitt er að rekja samfelldar stöður vestari jökulsins þó ystu mörk séu ágætlega þekkt. Nokkrir jökulgarðar þar nærri benda til að jökullinn hafi náð fram undir hámarksstöðu sína oftar en einu sinni. Fínkorna botn Sandvatns hins forna er enn vel greinilegur suðvestantil á svæðinu. Þar leggst lónasetið yfir jökulruðning og landform sem styður þá vitneskju að Sandvatn hafi verið stærst þegar jökullinn var nokkru innan hámarksstöðu sinnar. Læmið rennur þvert til austurs gegnum landmótunarsvæðið og skilur í raun ytra svæðið frá innra svæðinu, það hefur rofið og skolað talsvert af jökulruðningsþekjunni en sett af sér ársanda í staðinn.

Innra svæðið skiptist í tvö keimlík svæði sem bera skýr merki kröftugrar setaflögunar undir jökli (Bennett o.fl. 2000) (2. viðauki). Utar eru jökulöldur algengar, um 1–2 m háar, 20–30 m langar og 10–20 m breiðar, flestar þeirra hafa byggst kringum hraunbungur og hóla sem mynda þá oft kjarna jökulaldanna. Á milli jökulaldanna finnast jökulkembur sem eru minna en 1 m á breidd og hæð en geta verið tugir metra á lengd. Yfirborð jökulruðningsins er einnig mjög straumlínulagað í skriðstefnu jökulsins, þ.e. alsett löngum lágreistum línulegum byggingaformum, þvert á syrpu lítilla jökulgarða sem finnast á þessu svæði (Hart 1995). Innar á svæðinu er mun minna um jökulöldur og þær almennt minni, yfirborðið er straumlínulagað og jökulkembur af svipaðri

stærð og utar leggjast ofan á jökulöldurnar. Í suðri afmarkast þetta svæði af um 2 m háum jökulgarði mynduðum í framhlaupi jökulsins 1980 (Theodórsson 1980, Hart 1995). Allt innra svæðið er þar að auki mjög sundurskorið af bæði þurrum og virkum farvegum leysingavatns frá jöklinum sem sameinast í Læminu á milli ytra og innra svæðisins.

Suðvestan undir Hagafelli eru endaslepptir ársandar sem byggst hafa út í Hagavatn og marka jaðarstöðu vestari jökulsins þegar hann var nærri hámarksstærð (2. viðauki). Frá þessari stöðu til norðurs, vestan undir Hagafelli, er einkar formfagur malarás myndaður við rennsli jökulár undir austurjaðri jökulsins. Tengt þessari hámarksstöðu bæði austan og vestan til er dauðislandslag á köflum, þ.e. jökulker, haugaruðningur og malarásbútar, sem benda til að jökuljaðarinn hafi hulist ársandi eða jökulruðningi sem ísinn bráðnaði undan að framgangi loknum. Jökulárnar hafa rofið mikið af setmyndunum og umbreytt í stóra ársanda á þessum slóðum. Í vesturhlíðum Hagafells eru setbunkar sem ýmist eru leifar jaðargarða eða malarhjalla sem mynduðust við vatnsrennsli á mörkum jökulsins og fjallshlíðarinnar og vitna til um þykkt jökulsins þar.

4.2.5 Verndargildi

Sé horft til jarðfræði svæðisins sunnan Langjökuls í heild er svæðið merkilegt og sérstaðan talsverð, bæði á lands- og heimsvísu. Sérstaðan felst í góðu aðgengi að fjölbreyttum jarðmyndunum, virkum landmótunarferlum af ólíkum toga og samspili þeirra sem varða myndun og mótun lands á litlu og vel aðgengilegu svæði. Líklega er óvída utan Íslands að finna virk landmótunarferli af svo ólíkum toga og samspil þeirra innan jafn afmarkaðs og aðgengilegs svæðis.

Þarna ægir saman ummerkjum jöklunarsögu ísaldarjökuls, síðar Langjökuls, og eldvirkni Vesturgosbeltisins. Ýmist er um að ræða ummerki eldvirkni undir ísaldarjöklunum eða nútíma eldvirkni og tengdum hraunum, virkum landmótunarsvæðum Hagafellsjökla og svo ummerkjum jökullóna og jökulhlaupa tengdum samspili þessara þátta. Saman varða þessi ummerki svo ágætlega framhlaupasögu Eystri-Hagafellsjökuls, sögu Hagavatns og myndunarsögu lands á Vesturgosbeltinu. Jarðsagan er ung, samspil ólíkra jarðfræðiferla hafa átt sér stað og eru enn í fullum gangi, svæðið er vel aðgengilegt og rannsóknar- og fræðslugildi svæðisins því talið mjög hátt.

Landmótunarsvæðin eru nokkuð dæmigerð fyrir framhlaupsjökla, þó er fjölbreytileiki þeirra og varðveisla nokkurra landforma í meira lagi miðað við flest virk landmótunarsvæði jökla landsins. Stór hluti landmótunarsvæðanna færi undir áætlað Hagavatnslón, meðal annars flest þau landform og setmyndanir sem skapa svæðinu mesta sérstöðu, t.d. malarásar auk jökulgarða og jarðalagasniða er varða sögu Hagavatns og framhlaupasögu jöklanna. Eins og á mörgum öðrum stöðum er neikvæðast að rjúfa heildarmynd landmótunarsvæðisins. Það gjaldfellir jarðfræðilegt virði og fræðslugildi svæðisins, svæðið sem eftir stæði yrði mun minna virði í faglegu og rannsóknarlegu tilliti. Einnig skerðist verulega aðgengi að svæðinu sunnan jöklanna sem mögulegt lón ýmist hylur eða lokar af milli lóns og jökuls.

Virk landmótunarferli og varðveisla jarðsögu svæðisins á nútíma eru einstök á landsvísu og fágæt á heimsvísu og hafa því mjög hátt verndargildi.

Eldvörp, eldhraun, gervigígar og hraunhellar sem mynduðust eftir að jökull hvarf af landinu á síðjökultíma njóta sérstakrar verndar samkvæmt 61. gr. laga um náttúruvernd nr. 60/2013 og forðast ber að raska þeim nema brýna nauðsyn beri til. Þeir hlutar Lambahrauns sem ekki eru algerlega huldir þykku seti falla undir þessa grein og teljast hafa hátt verndargildi.

Aðrar stakar jarðminjar á svæðinu hafa lágt til miðlungs verndargildi.

4.2 Gróðurfar; vistgerðir og flóra

4.2.1 Vistgerðir

Við gróðurúttektina var fyrirbyggjandi kort Náttúrufræðistofnunar Íslands af vistgerðum á svæðinu yfirfarið og uppfært í mælikvarðanum 1:25.000 og fylgir það í vasa aftast í skýrslunni (1. kort).

Gróðurfar í umhverfi Hagavatns

Miðað við afmörkun svæðisins sem notuð er í gróðurúttektinni er heildarflatarmál rannsóknarsvæðisins á gróðurfari við Hagavatn og umhverfi 113,1 km². Á svæðinu voru kortlögð tíu vistlendi og 31 landvistgerð, fyrir utan jökla og vötn (2. tafla). Ef fyrst er horft til flokkunar lands í vistlendi eru melar og sandlendi (L1) og hraunlendi (L6) langumfangmest (2. tafla). Stærstur hluti norður- og austurhluta svæðisins, næst jöklunum og fjalllendinu, eru melar og sandlendi en hraunlendi Lambahrauns þekur nær allan suðvesturhluta þess (1. kort). Eyrar (L4) eru aðallega í lónbotni gamla Hagavatns og moslendi (L5) er mest í Hagafelli. Í fjalllendinu, Hagafelli og Brekknafjöllum suður af Hagavatni, eru skriður og klettur (L3). Mólendi (L10), votlendi (L8), moldir (L2), skóglendi (L11, birkiskógur) og aðrar landgerðir (L14) (alaskalúpína (L14.4) þekja mun minna af rannsóknarsvæðinu og graslendi er ekki að finna þar samkvæmt vistgerðarkortlagningu (2. tafla, 1. kort).

Eyðihraunavist (L6.1) er langumfangsmesta vistgerðin og þekur um 35% svæðisins (2. tafla). Nær allur suðvesturhlutinn (Lambahraun) er eyðihraunavist (1. kort). Stærsti hluti landsins næst jöklunum, Hagafelli og Hagavatni á norður- og austurhluta svæðisins er eyðimelavist (L1.1) sem þekur um 23%. Einnig þekur sanda- og vikravist (L1.5) töluverðan hluta (7%) og eyravist (L4.1) (5%) er algeng um miðbikið. Aðrar vistgerðir ná yfir minna en 5% svæðisins hver um sig, og ár, vötn og jöklar þekja samanlagt rúmlega 7% heildarsvæðisins (2. tafla, 1. kort).

Eyðimelavist, sanda- og vikravist, eyravist og eyðihraunavist, sem eru fjórar umfangmestu vistgerðirnar á svæðinu, hafa aðeins um 4–13% meðalgróðurþekju samkvæmt mælingum sem hafa farið fram áður í samskonar vistgerðum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016) (2. tafla). Þessar vistgerðir þekja samanlagt um 70% af svæðinu. Ef horft er til vistgerða með minna en 10% meðalgróðurþekju nær slíkt land einnig yfir um 70% rannsóknarsvæðisins, en þar koma grasmelavist og ljónslappaskriðuvist inn í stað sanda- og vikravistar. Ef horft er til vistgerða með minna en 25% gróðurþekju að jafnaði er þetta sama hlutfall 80%. Af þessum tölum má sjá að umhverfi Hagavatns er að langstærstum hluta gróðurlítið land en þó finnast betur gróin svæði.

Umfangsmestu gróðurlendi á rannsóknarsvæðinu með yfir 50% gróðurþekju að jafnaði (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016) eru mosamelavist (L1.3) sem finnst aðallega suður af Hagavatni, lynghraunavist (L6.4) sem þekur töluvert samfelld svæði í Mosaskarði, melagambrovist (L5.2), hélumosavist (L5.1) og alaskalúpína sem finnst suðaustast á svæðinu neðan við Mosaskarð (2. tafla, 1. kort).

Umfangsmesta best gróna landið með yfir 90% meðalgróðurþekju (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016) er fléttuhraunavist (L6.2) sem er helst að finna á suðvesturhluta svæðisins. Einnig eru flestar mólendisvistgerðir (mólendi L10) og birkiskógur (L11) vel gróíð land en slíkt gróðurlendi er að finna í austurhlíðum Brekknafjalla og Fagradalsfjalli. Á svæðinu finnast einnig stöku blettir með rekjuvist (L8.2). Töluvert moslendi (L5) er í Hagafelli sem er einnig land með þokkalega gróðurþekju. Í heildina er svæðið mjög þurrlegt og lítið um votlendi. Eina votlendisvistgerðin á svæðinu er rekjuvistin en slíka bletti var að finna á stöku stað í lögðum milli jökulgarða sunnan Hagavatns og í gömlum farvegi Farsins austan Brekknafjalla (2. tafla, 1. kort).

2. tafla. Flatarmál (ha) og hlutfall (%) vistlenda og vistgerða af heildarrannsóknarsvæði við Hagavatn samkvæmt landupplýsingagögnum. Einnig kemur fram meðalgróðurþekja í vistgerðum samkvæmt mælingum í samskonar vistgerðum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016).

Vistgerð	Flatarmál vistlendis (ha)	Hlutfall vist- lendis af heildar- svæði (%)	Flatarmál vist- gerða (ha)	Hlutfall vist- gerða af heildar- svæði (%)	Meðal- gróðurþekja vistgerða
L1 Melar og sandlendi	4.469	40			
L1.1 Eyðimelavist			2.642	23,0	5,3
L1.2 Grasmelavist			386	3,0	8,7
L1.3 Mosamelavist			458	4,0	52,4
L1.4 Víðimelavist			156	1,0	24,5
L1.5 Sanda- og vikravist			792	7,0	13,4
L1.6 Landmelhólavist			34	0,3	19,9
L2 Moldir	2	0,02			
L2.1 Moldavist			2	0,02	36,4
L3 Skriður og klettur	552	5			
L3.1 Urðarskriðuvist			119	1,1	21,0
L3.2 Grasviðiskriðuvist			57	0,5	16,9
L3.3 Ljónslappaskriðuvist			376	3,0	3,5
L4. Eyrar	603	5			
L4.1 Eyra- og vikravist			578	5,0	3,7
L4.2 Auravist			26	0,2	62,8
L5 Moslendi	373	3			
L5.1 Hólumavist			130	1,2	64,8
L5.2 Melagambavist			199	1,8	74,3
L5.3 Hraungambavist			44	0,4	86,9
L6 Hraunlendi	4.298	38			
L6.1 Eyðihraunavist			3.944	35,0	9,1
L6.2 Fléttuhraunavist			82	0,7	91,1
L6.3 Mosahraunavist			67	0,6	81
L6.4 Lynghraunavist			204	2,0	78,9
L8 Votlendi	5	0,04			
L8.2 Rekjuvist			5	0,04	93,4
L10 Mólendi	80	1			
L10.1 Mosamóavist			12	0,1	97,1
L10.2 Flagmóavist			5	0,04	75,6
L10.3 Starmóavist			2	0,02	92,5
L10.5 Fléttumóavist			5	0,05	93,2
L10.6 Fjalldrapamóavist			2	0,01	96,0
L10.7 Lyngmóavist á hálendi			23	0,2	86,1
L10.8 Lyngmóavist á láglandi			29	0,3	94,4
L10.9 Víðimóavist			0,2	0,001	88,5
L10.10 Víðikjarrvist			2	0,02	97,0
L11 Skóglendi	3	0,03			
L11 Birkiskógur			3	0,03	93,9
L14 Aðrar landgerðir					
L14.4 Alaskalúpína	106	1	106	0,9	70,0
V1 Vötn			423	4,0	
V2 Ár			121	1,0	
L13.1 Jöklar og urðarjökla			276	2,0	
Jöklar, vötn og ár alls:	820 ha (8,2 km ²)				
Þurrlendi (landvistgerðir) alls:	10.491 ha (104,9 km ²)				
Heildarsvæði:	11.310 ha (113,1 km ²)				

3. tafla. Flatarmál (ha) og hlutfall (%) vistlenda og vistgerða af þurrlendi í lónstæði Hagavatnsvirkjunar samkvæmt landupplýsingagögnum. Einnig kemur fram meðalgróðurþekja í vistgerðum samkvæmt mælingum í samskonar vistgerðum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016) og verndargildi vistgerða samkvæmt frummati Náttúrufræðistofnunar Íslands (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður H. Magnússon 2016).

Vistgerð	Flatarmál vistlendis (ha)	Hlutfall vistlendis af þurrlendi (%)	Flatarmál vistgerða (ha)	Hlutfall vistgerða af þurrlendi (%)	Meðal- gróðurþekja vistgerða	Verndargildi vistgerða
L1 Melar og sandlendi	1059,8	58,3				
L1.1 Eyðimelavist			396,5	21,8	5,3	Lágt
L1.2 Grasmelavist			73,6	4,1	8,7	Lágt
L1.3 Mosamelavist			94,0	5,2	52,4	Lágt
L1.4 Víðimelavist			16,9	0,9	24,5	Lágt
L1.5 Sanda- og vikravist			444,6	24,5	13,4	Lágt
L1.6 Landmelhólavist			34,2	1,9	19,9	Lágt
L3 Skriður og klettar	4,3	0,2				
L3.1 Urðarskriðuvist			0,6	0,03	21	Miðlungs
L3.2 Grasvíðiskriðuvist			0,2	0,01	16,9	Lágt
L3.3 Ljónslappaskriðuvist			3,4	0,2	3,5	Lágt
L4. Eyrar	511,5	28,2				
L4.1 Eyravist			501,2	27,6	3,7	Lágt
L4.2 Auravist			10,3	0,6	62,8	Miðlungs
L5 Moslendi	8,0	0,4				
L5.1 Hélumosavist			0,2	0,01	64,8	Miðlungs
L5.2 Melagambrovist			7,5	0,4	74,3	Miðlungs
L5.3 Hraungambrovist			0,3	0,02	86,9	Lágt
L6 Hraunlendi	231,5	12,7				
L6.1 Eyðihraunavist			231,5	12,7	9,1	Lágt
L8 Votlendi	2,1	0,1				
L8.2 Rekjuvist			2,1	0,1	93,4	Miðlungs
L10 Mólendi	0,01	0,0003				
L10.1 Mosamóavist			0,005	0,0003	97,1	Miðlungs
V1 Vötn			366,4			
V2 Ár			94,1			
Þurrlendi (landvistgerðir) alls:	1.817 ha (18,2 km ²)					
Vötn og ár alls:	461 ha (4,6 km ²)					
Stærð lónstæðis alls:	2.278 ha (22,8 km ²)					

Gróðurfar í fyrirhuguðu lónstæði við Hagavatn

Miðað við hæsta vatnsborð fyrirhugaðs miðlunarlóns er lónstæði Hagavatnsvirkjunar tæpir 23 km² (Mannvit 2019) eða 2.278 ha miðað við uppdrætti af lónmyndun. Ár og vötn þekja alls um 20% af lónstæðinu eða 461 ha, þar af þekja ár 94 ha eða 4% og Hagavatn 366 ha eða 16% samkvæmt landupplýsingagögnum. Ef ár og vötn eru dregin frá er þurrlendi í lónstæðinu 1.817 ha (3. tafla).

Í lónstæðinu voru kortlögð sjö vistlendi sem skiptast í 17 landvistgerðir, fyrir utan jökla og vötn (3. tafla). Ef fyrst er horft til flokkunar lands í vistlendi eru melar og sandlendi (L1) umfangsmest og þekja um 58% af flatarmáli lónstæðisins miðað við þurrlendi. Mest er af slíku landi næst jöklunum og Hagavatni (1. kort). Eyrar (L4) eru einnig umfangsmiklar, sérstaklega um miðbik lónstæðisins og þekja um 28% þurrlendis. Þriðja umfangsmesta landgerðin (vistlendi) er hraunlendi (L6) sem þekur um 13% þurrlendis af suðurjaðri lónstæðisins og tilheyrir

Lambahrauni. Aðeins brot af landinu, eða minna en 1%, í fyrirhuguðu lónstæði flokkast sem skriður og klettur (L3), moslendi (L5), votlendi (L8) eða mólendi (L10) og ekkert graslendi finnst í lónstæðinu samkvæmt vistgerðarflokkuninni (3. tafla).

Stærstur hluti landsins í fyrirhuguðu lónstæði flokkast í heild sem melar og sandlendi. Þegar landið er skoðað út frá vistgerðum kemur í ljós að sanda- og vikravist (L1.5) þekur um 25% þurrlendis eða 445 ha, eyðimelavist (L1.1) 22% eða um 397 ha, mosamelavist (L1.3) um 5% eða 94 ha, grasmelavist (L1.2) 4% eða um 74 ha og landmelhólavist (L1.6) um 2% af þurrlendi lónstæðisins eða 34 ha (3. tafla). Jökulruðningurinn framan við Vestari-Hagafellsjökul, næst Hagafelli, vestan Brekknafjalla og Fagradals og ofan við Leynisfossstæðið er að stærstum hluta sanda- og vikravist og eyðimelavist (1. kort). Oft er um eyðimelavist að ræða á bungum en sendnara í hallanum og lögðum sem flokkast sem sanda- og vikravist. Báðar vistgerðirnar eru mjög lítið grónar (14. mynd, 3. tafla). Helstu æðplöntur í vistgerðum á svæðinu, auk stöku mosabletta, eru bersvæðistegundir eins og lambagras, geldingahnappur, fjallapuntur, axhæra, holurt, grasvíðir, melablóm, túnvingull og músareyra (15. mynd).

Suðvestur af Hagavatni eru jökulgarðar og þar er mikið um mosamelavist (1. kort). Mosamelar eru grýttir hallandi melar en betur grónir af mosa en eyðimelar (16. mynd). Mosinn melagambri er ríkjandi í vistgerðinni á svæðinu og með honum vaxa stöku æðplöntur, s.s. geldingahnappur, túnvingull og axhæra.

Grasmelavist er að finna norðan og sunnan Læmisins á jökulruðningnum vestan við Hagafell í vesturenda lónstæðisins (1. kort). Það er lítið gróið land, en eins og nafnið gefur til kynna grasgefnari melar en eyðimelar eða mosamelar og finefni meira áberandi í yfirborði (17. mynd).

Lengra suðvestur af Hagavatni, norðvestan undir Fagradalsfjalli, er sandsvæði sem flokkast sem landmelhólavist (1. kort). Þar eru melgresishólar þar sem unnið hefur verið að landgræðslu. Stórvaxið melgresið er ríkjandi og hefur safnað í sig miklum og þéttum brúnleitum foksandi. Með melgresinu vaxa örfáar æðplöntur sem einnig þola þurrkinn og óstöðugt umhverfið í sandinum, s.s. túnvingull, skriðlíngresi, holurt og geldingahnappur (18. mynd).

Eyravist (L4.1) er umfangsmesta vistgerðin í lónstæðinu og þekur um 28% af þurrlendi þess eða rúmlega 500 ha svæði (3. tafla). Miðbik lónstæðisins, þar sem jökuláin Læmið flæmist um, er að mestu leyti eyravist og einnig vestar meðfram farvegi árinna (1. kort). Þetta eru lítt grónar söndugar áreyrar eða flæður á gömlum lónbotni Hagavatns. Í bleytunni er gisinn gróður en helstu æðplöntur eru skriðlíngresi, klóelfting, fjallapuntur og holurt ásamt stöku skeggsanda, snækrækli, axhæru og mýradúnurt (19. mynd).

Í suðurjaðri fyrirhugaðs lóns er sandorpið hraun eða eyðihraunavist (L6.1) sem þekur um 13% af þurrlendi lónstæðisins eða um 232 ha (3. tafla, 1. kort). Þar er landið einnig lítið gróið, sandurinn laus í sér og mikil merki um áfok. Gróður er mjög gisinn en helstu æðplöntur eru bersvæðistegundir eins og geldingahnappur, holurt, skriðlíngresi, fjallapuntur, lambagras og túnvingull sem þola þurrar og harðar aðstæðurnar (20. mynd).

Aðrar vistgerðir þekja hver um sig minna en 1% af þurrlendi í lónstæðinu eða svæði innan við 20 ha hver. Stöku blettir eru með víðimelavist (L1.4) sem þekur alls um 17 ha eða 0,9% og auravist (L4.2) 10 ha eða 0,6% lónstæðisins (3. tafla, 1. kort). Rekjuvist (L8.2), sem er eina votlendisvistgerðin í lónstæðinu, þekur aðeins 2,1 ha samtals eða 0,1% þurrlendis, hún finnst á stöku stað sunnan Hagavatns. Rekjuvist er almennt vel gróin og algengar æðplöntur í henni á svæðinu eru skriðlíngresi, fjallapuntur, túnvingull, klóelfting, stöku gulvíðir og vætumosar (21. mynd).



14. mynd. Eyðimelavist og sanda- og vikravist við Hagavatn. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



15. mynd. Geldingahnappur, axhæra, holurt og mosabúfur í eyðimelavist. Mikil merki um áfok eru í gróðri á svæðinu. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



16. mynd. Mosamelavist við Hagavatn. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



17. mynd. Grasmelavist við Hagavatn. Ljós. Guðmundur Guðjónsson, 22. ágúst 2005.



18. mynd. Landmelhólavist við Hagavatn þar sem vel má sjá hvernig melgresið safnar í sig sandi. Túnvingull, skriðlíngresi og geldingahnappur þola einnig næringarsnautt umhverfið og foksandinn. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 27. ágúst 2019.



19. mynd. Eyrarvist við Hagavatn. Skriðlíngresi er mest áberandi í vistgerðinni á svæðinu. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



20. mynd. Eyðihraunavist við Hagavatn. Bersvæðistegundir eru ríkjandi í gróðri. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



21. mynd. Rekjuvist við Hagavatn. Algengar æðplöntur eru skriðlíngrasi, fjallapunktur og klóelfting auk vætumosa. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 27. ágúst 2019.

Allar umfangsmestu vistgerðirnar í lónstæðinu eru lítið grónar. Gróðurþekja í eyravist er um 4% að meðaltali, um 13% í sanda- og vikravist, um 5% eyðimelavist og um 9% í eyðihraunavist samkvæmt gróðurmælingum sem hafa farið fram áður í slíkum vistgerðum (Sigurður Magnússon o.fl. 2016) (3. tafla). Tölur fyrir meðalgróðurþekju í vistgerðunum eru þó væntanlega lægri en hér eru nefndar vegna mikils áfoks á svæðinu. Vistgerðirnar fjórar, eyravist, sanda- og vikravist, eyðimelavist og eyðihraunavist, auk grasmelavistar sem hefur aðeins um 9% meðalþekju (Sigurður Magnússon o.fl. 2016) og þekur 74 ha í lónstæðinu, ná yfir samanlagt um 1647 ha eða 91% af þurrlendi fyrirhugaðs lónstæðis. Ef horft er á vistgerðir með meðalgróðurþekju minni en 10% skv. fyrrgreindum mælingum (sanda- og vikravist þá undanskilin), þekja þær um 66% lónstæðisins miðað við þurrlendi. Ef miðað er við vistgerðir með minna en 25% gróðurþekju að jafnaði er þetta sama hlutfall um 94% eða 1703 ha (3. tafla).

Aftur á móti eru vistgerðir með yfir 50% meðalgróðurþekju mosamelavist sem þekur 94 ha (5,2% af þurrlendi lónstæðis, 53% meðalgróðurþekja), auravist sem þekur 10,3 ha (0,6% af þurrlendi, 63% meðalgróðurþekja), melagambravist (L5.2) sem þekur 7,5 ha (0,4% af þurrlendi, 74% meðalgróðurþekja) og rekjuvist sem þekur 2,1 ha (0,1% af þurrlendi, 93% meðalgróðurþekja)(3. tafla). Aðrar vel og þokkalega grónar vistgerðir þekja minna en 1 ha hver. Þó ber að hafa áfram í huga að gróðurþekja í vistgerðum á svæðinu er þó væntanlega lægri en meðalþekja samskonar vistgerða annars staðar vegna mikils áfoks á svæðinu. Samanlagt er umfang lands í lónstæðinu með 50% eða meiri meðalgróðurþekju, samkvæmt fyrrnefndum mælingum, um 114 ha eða 6,3% af þurrlendi.

Tvær þokkalega grónar vistgerðir í lónstæðinu, mosamelavist og auravist, þekja samtals 104 ha (3. tafla). Þetta eru vistgerðir með 40–45% þekju mosa að jafnaði en með þunnan jarðveg (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Jarðvegur í mosamelavist er yfirleitt melajörð eða klapparjörð en áfoksjörð í litlum mæli. Hann er fremur næringarsnauður og með lágt kolefnisinnihald. Jarðvegur í auravist er einnig þunnur og flokkast sem eyrarjörð, melajörð eða sandjörð með mjög lágt kolefnisinnihald (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016).

Gróðurfar við framkvæmdasvæði virkjunarinnar utan lónstæðis

Staðsetning fyrirhugaðra virkjunarmannvirkja eru bæði við Hagavatn og austan Brekknafjalla. Meðal annars er ráðgert að byggja stíflur við Hagavatn, við útfall Farsins ofan við Nýjafoss, ofan við Leynifossstæðið og yfirfall ofan við Fagradal (Sanddal). Einnig er gert ráð fyrir stöðvarhúsi í austurhlíðum Brekknafjalla nokkru neðan við Leynifossstæðið og frárennslisskurði að Farinu niðri á aurnum og hugsanlega jarðstreng (Mannvit 2019).

Í umhverfi fyrirhugaðra stíflna við Hagavatn, ofan Brekknafjalla, flokkast landið að mestu leyti sem eyðimela- og sanda- og vikravist sem er lítið gróið land (1. kort). Í Fagradal, þar sem yfirfall verður hugsanlega staðsett efst í mynni dalsins (Mannvit 2019) er einnig aðallega um að ræða eyðimelavist og sanda- og vikravist og lítill fláki af melagambravist (22. mynd).

Austan Brekknafjalla, þar sem áætlað er að stöðvarhús, frárennslisskurður, vegur og fleiri mannvirki munu liggja, er land aftur á móti grónara (23. mynd). Neðst í fjallshlíðum eru gróðurtorfur með þykkum þurrlendisjarðvegi sem aðallega eru lyngmóavist á láglandi (L10.8) (24. mynd) og í gamla farvegi Farsins, nokkru fyrir neðan Leynifossstæðið, er rekjuvist á töluverðum fláka (1. kort). Lengra suður með hlíðinni, í Buðlungabrekkum á mótis við Fagradal, eru leifar af birkikjarri, eða birkiskóglendi (L11) sem þekur rúma 3 ha (25. mynd). Niðri á sléttunni fyrir neðan Brekknafjöll er fyrirhugaður vegur að stöðvarhúsi og hugsanlega verður einnig lagður þar jarðstrengur (Mannvit 2019). Á því svæði er land að stærstum hluta eyðimela-, sanda- og vikra- eða mosamelavist (1. kort).

4.2.2 Flóra

Á rannsóknarsvæðinu í heild hafa nú verið skráðar 115 æðplöntutegundir, að meðtöldum ættkvíslum túnfífla og undafífla en þær voru ekki greindar til tegunda. Tvær tegundir, klófífa og hundasúra, bættust við í gróðurúttektinni. Ólíklegt er þó að þær séu nýjar á svæðinu, mun líklegra er að ekki hafi verið til skráningar á þeim fyrr. Endurskoðaðan æðplöntulista af svæðinu við Hagavatn og umhverfi má sjá í 3. viðauka.

Langflestar tegundir sem fundust á rannsóknarsvæðinu finnast víðast hvar á landinu og eru yfirleitt mjög algengar þar sem þær koma fyrir (3. viðauki). Á rannsóknarsvæðinu við Hagavatn voru tegundir sem einkenna bersvæði eins og geldingahnappur, túnvingull, axhæra, holurt



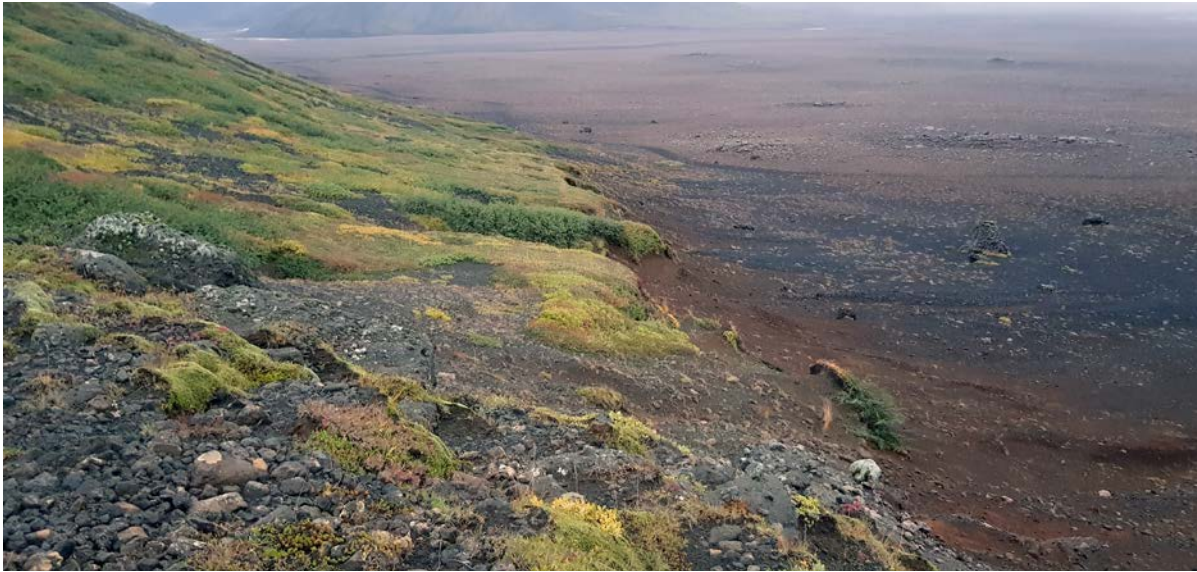
22. mynd. Horft niður eftir Fagradal (Sanddal), í austurátt. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



23. mynd. Mynd tekin ofan við Leynifossstæðið og séð niður eftir gamla farvegi Farsins. Gróðurtorfur austan í Brekknafjöllum til hægri á mynd. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.



24. mynd. Lyngmói neðan Leynifossstæðisins í grennd við fyrirhugað stöðvarhús. Ljós. Kristbjörn Egilsson, 21. september 2007.



25. mynd. Leifar af birkikjarri í Buðlungabrekkum. Gróðurtorfurnar með birkikjarrinu og lyngmóanum eru í halla og jarðvegur skolast úr opnum rofabörðum niður hliðina. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.

og grasvíðir algengar. Einnig var mikið af skriðlíngresi, bæði á áreyrum í gömlum lónbotni Hagavatns og á áfokssvæðum, og fjallapunti sem er algeng grastegund til fjalla. Plöntutegundir voru misalgengar í vistgerðum á svæðinu (sjá kafla 4.2.1.

4.2.3 Verndargildi

Vistgerðir

Lónstæði Hagavatnsvirkjunar

Flestar umfangsmestu vistgerðirnar í lónstæðinu, þ.e. eyrarvist, sanda- og vikravist, eyðimelavist og mosamelavist eru algengar á landsvísu. Eyðimelavist er útbreiddust allra vistgerða á landinu og mjög algeng á miðhálandinu. Mosamelar eru útbreiddir og aðallega á heiðum og fjöllum á blágrýtissvæðum. Eyðihraunavist er hins vegar lítt útbreidd á landinu og finnst á ungum, lítt grónum hraunum og eldri hraunum þar sem gróðurframvinda er hæg sökum sandfoks. Landmelhólavist er fágæt vistgerð á landsvísu og finnst á sandfokssvæðum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Aðrar vistgerðir sem hér eru nefndar þekja hver um sig minna en 1% af þurrlandi í lónstæðinu.

Við mat á verndargildi vistgerða var litið til fágætis, tegundaauðgi, grósku og kolefnisforða í jarðvegi (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður H. Magnússon 2016). Þannig var t.d. verndargildi gróskumikilla votlendisvistgerða og fágætra birkiskóga metið hátt en algengra melavistgerða lágt. Nokkrar vistgerðir sem finnst í lónstæðinu hafa miðlungs verndargildi skv. frummati Náttúrufræðistofnunar (3. tafla)(Jón Gunnar Ottósson og Sigurður H. Magnússon 2016). Það eru urðarskriðuvist, auravist, hélumosavist, melagambrovist, rekjuvist og mosamóavist. Við uppfært mat á verndargildi vistgerða, við val á svæðum á náttúruminjasrá, raðaðist rekjuvist efst vistgerðanna sex með verndargildi 15 en verndargildi allra landvistgerða var lægst 3 og hæsta verndargildi 38 (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019).

Áðurnefndar sex vistgerðir þekja alls 20,7 ha af lónstæðinu eða 1,1% af þurrlandi þess. Þar af er auravist umfangsmest og þekur 10,3 ha, melagambrovist 7,5 ha, og rekjuvist 2,1 ha. Mosamóa-, urðarskriðu- og hélumosavist þekja minna en 1 ha hver (3. tafla, 1. kort). Auravist er allútbreidd

vistgerð á landinu og finnst í öllum landshlutum en er mest á framburðarsléttum sem eru að gróa upp. Þetta eru fremur þurrar og hallalitlar áreyrar. Það skiptast á allvel grónir farvegir og berari hryggir. Vistgerðin er allrík af tegundum, land er með lágvöxnum frumherjagróðri þar sem gamburmosar eru ríkjandi en æðplöntur og fléttur strjálur (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Melagambravist er allútbreidd á landinu, helst á úrkomusömum svæðum á hálendi, einkum um sunnan og suðaustanvert landið. Þetta er allvel til fullgróið moslendi í hlíðum, brekkum og á ölduóttu landi á úrkomusömum eða rökum svæðum til fjalla. Gróðurlag er þunnt og gróður lágvaxinn og gróskulítill (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Rekjuvist er votlendisvistgerð og er lítið útbreidd á landsvísi en er þó fremur algeng á miðhálendinu. Um er að ræða allvel gróið, rakt og hallalítið mosaríkt land til heiða og fjalla, oft með smálækjum og bleytum, gróður er lágvaxinn, æðplöntuþekja gisin en mosar allþéttir. Mýrargróður er í lægðum en mólendisgróður á þurrari rimum og þúfum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016).

Þrjár af sex vistgerðum, sem nefndar voru að framan, eru á endurskoðuðum lista Bernarsamningsins um vistgerðir sem þarfnast verndar en Ísland á aðild að samningnum (Council of Europe 2019). Þetta eru urðarskriðuvist, hélumosavist og rekjuvist. Urðarskriðuvist finnst í bröttu fjalllendi í öllum landshlutum. Hélumosavist er útbreidd á landinu og finnst mest á snjóþungum og rökum svæðum um allt hálendi landsins þar sem hreyfing á yfirborði er lítil (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016).

Allar aðrar vistgerðir í lónstæðinu hafa lágt verndargildi og þekja alls 1796,4 ha eða 98,9% af þurrlendi lónstæðis samkvæmt landupplýsingagögnum (3. tafla). Tvær umfangmiklar vistgerðir, sanda- og vikravist og eyðihraunavist, hafa lágt verndargildi (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður H. Magnússon 2016) en eru þó á lista Bernarsamningsins. Þessar vistgerðir eru algengar hérlendis en hlutfallslega óalgengar ef litið er til heildarsvæðisins sem samningurinn nær yfir.

Vistgerðir utan lónstæðis, í umhverfi Hagavatnsvirkjunarinnar

Austan Brekknafjalla, á eða í nálægð við framkvæmdasvæði virkjunarinnar (Mannvit 2019), eru nokkrar vistgerðir sem hafa töluvert verndargildi. Neðst í Buðlungabrekkum er að finna fláka með birkikjarri (birkiskóglendi) sem þekur rúma 3 ha (1. kort, 25. mynd). Birkiskógar á landinu hafa hátt verndargildi skv. mati Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2016 og eru á lista Bernarsamnings yfir vistgerðir sem þarfnast verndar (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður Magnússon 2016, Council of Europe 2019). Vistgerðir birkiskóga eru þrjár og var verndargildi þeirra metið frá 18 til 24 (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019). Einnig njóta vistfræðilega mikilvægir birkiskógar sérstakrar verndar samkvæmt 61. gr. náttúruverndarlaga (Lög um náttúruvernd nr. 60/2013). Í framkvæmdalýsingu er gert ráð fyrir steypu yfirfalli efst í Fagradal og frá yfirfallinu mun flóðvatnið renna beint út í Far, sunnan við Einifell (Mannvit 2019). Neðst í brekkunum, sem liggja á mótis við Fagradal, eru gróðurtorfurnar með birkikjarrinu.

Nokkru norðar í austurhlíðum Brekknafjalla eru gróðurtorfur með lyngmóavist á láglandi. Lyngmóavist hefur einnig hátt verndargildi, er á lista Bernarsamningsins og fékk verndargildið 21 við endurmat verndargildis vistgerða en verndargildi vistgerða lágu á bilinu 3–38 (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður Magnússon 2016, Council of Europe 2019, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019). Gróðurtorfurnar með birkikjarrinu og lyngmóanum eru í halla og skolast jarðvegur úr opnum rofabörðum niður hlíðina (23. og 25. mynd).

Í gömlum farvegi Farsins neðan við Leynifossstæðið er nokkur fláki með rekjuvist, en slíkt votlendi hefur miðlungs verndargildi og er einnig á lista Bernarsamnings (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður Magnússon 2016, Council of Europe 2019). Rekjuvistin er á svæði þar sem frárennslisskurður er fyrirhugaður er beinir ánni Farinu aftur í farveg sinn (Mannvit 2019).

Ef litið er til annara áhrifa af virkjun þá verður töluvert landsvæði ýmist undir vatni eða á þurru vegna lónborðssveifla í miðlunarlóni virkjunarinnar eða um 600 ha (6 km²) miðað við 23 km² lón hæstu stöðu og 17 km² lón í lægstu stöðu. Stærstur hluti þessa svæðis er í vesturenda lónsins (1. kort). Gróðurlendi í næsta umhverfi flokkast mestmegnis í algengu vistgerðirnar, eyðimela-, sanda- og vikra-, eyðihrauna- og eyrarvist, en einnig er nokkuð um fléttuhraunavist á svæðinu. Fléttuhraunavist er fágæt vistgerð á landsvísu og finnst helst á ungum hraunum sunnanlands þar sem gróðurframvinda er skammt á veg komin og á hraunum inn til landsins norðanlands þar sem útkoma er lítil. Hún hefur miðlungs verndargildi samkvæmt frummati Náttúrufræðistofnunar Íslands (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016) en fékk verndargildið 5 við val á svæðum á náttúruminjaskrá 2019 en verndargildi eftir matið lágu á bilinu 3–38 (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019).

Flóra

Æðplöntutegundir á svæðinu finnast langflestar víðast hvar á landinu og eru yfirleitt mjög algengar á sínum vaxtarstöðum eins sjá má á táknum þeirra í tegundalistanum (3. viðauki). Nokkrar tegundir eru ekki alveg eins algengar en finnast þó nokkuð víða og í nokkrum eða miklum mæli. Engin tegund er flokkuð sem sjaldgæf á landsvísu (■□, sjá skýringar á táknum í 3. viðauka). Verndargildi tegunda á listanum er hæst 2 en verndargildi er eins og áður segir á bilinu 1–10 þar sem sjaldgæfar tegundir frá hátt gildi en algengar lágt (Hörður Kristinsson o.fl. 2007). Engin tegund er á valista æðplantna (Náttúrufræðistofnun Íslands 2018b).

4.3 Fuglar

Fuglalíf á fyrirhuguðu lónstæði og næsta nágrenni reyndist vera mjög rýrt. Ekki varð vart við einn einasta fugl á 31 punkti af 41 og fjöldinn því ekki nægur til að hægt væri að reikna út þéttleika fugla á svæðinu. Fugla var einungis að finna við Hagavatn, Læmið og hraunjaðarinn að sunnanverðu. Algengasti fuglinn var heiðlóa en hennar varð vart á sex punktum. Sandlóa sást á tveimur punktum í grennd við Hagavatn og má gera ráð fyrir að hana sé víðar að finna við vatnið. Tjaldur, lóupræll, spói, kjói og sílamáfur voru skráðir á einum punkti hver (4. tafla).

Í rekjuvist við sunnanvert Hagavatn (punktar A, B og D á 4. mynd) fannst mikið af gæsaskít í talningum 24. júní og líka í rannsóknarferð plöntuvistfræðinga 27. ágúst (26. mynd). Einnig fannst álfarhræ (punktur A, 4. mynd) og rjúpnaskítur (punktar C og D, 4. mynd) þann 27. ágúst. Á Hagavatni sjálfu sáust himbrimi og toppandarkolla en ólíklegt þykir að um varpfugla hafi verið að ræða. Við vegslóðann sunnan vatnsins var sandlóa með unga og sunnan fyrirhugaðs lónstæðis mátti heyra í snjótittlingum. Einnig má gera ráð fyrir að rjúpa, sendlingur, steindepill og e.t.v. hrafn verpi í nálægum fjöllum og hlíðum (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009).

4. tafla. Fuglategundir sem sást í punkttalningum, fjöldi óðala, tíðni punkta með óðulum og staða á valista. Sílamáfur var ekki varplegur og því er hann hafður í sviga.

Tegund	Fjöldi óðala	Tíðni punkta með óðal (%)	Staða á valista
Tjaldur	1	2	Í nokkurri hættu (VU)
Heiðlóa	6	15	
Sandlóa	2	5	
Lóupræll	1	2	
Spói	1	2	
Kjói	1	2	Í hættu (EN)
Sílamáfur	(1)		



26. mynd. Rekjuvist er að finna á nokkrum stöðum í sunnanverðu lónstæðinu en töluverð ummerki eftir gæsir voru í vistgerðinni. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.

4.3.1 Verndargildi

Flestar tegundir varpfugla í fyrirhuguðu lónstæði teljast algengar á landsvísi. Kjói er þó á válista (í hættu EN) og einnig tjaldur (í nokkurri hættu) en einn fugl af hvorri tegund fannst í grennd við Læmið þar sem það liggur suður af Vestari-Hagafellsjökli.

4.4 Grunnvatnsborð, áfok og vatnalíf

4.4.1 Grunnvatnsaðstæður og vatnabúskapur

Við sunnanverðan jaðar Langjökuls eru mörg nútímahraun og almennt mjög lek jarðlög sem virðast hafa veruleg áhrif á vatnabúskap svæðisins (Sinton o.fl. 2005, Eason og Sinton 2009, Náttúrufræðistofnun Íslands 2019a) (1. og 6. mynd). Þegar Langjökull var hvað stærstur við lok litlu ísaldar átti leysingavatn greiðari aðgang að lekum jarðlöggunum en í dag vegna fremri stöðu jökulsins. Talið er að þá hafi leysingavatn frá sunnanverðum Langjökli að mestu hripað niður í lek berglögin og flætt sem grunnvatn, að miklu leyti til Brúarár og Sogsins (Sigbjarnarson 1967). Talsverðar breytingar virðast hafa orðið á grunnvatnsaðstæðum þegar jökuljaðrarnir hörfuðu frá ferskum nútímahraunum, á undirlag sem þeir hafa núið og smurt jökulruðningi síðastliðnar aldir.

Rennsli í Soginu minnkaði nokkuð á svipuðum tíma og Langjökull tók að hörfa og jökullónin við Hagafellsjökla ýmist minnkuðu eða hurfu (Sigbjarnarson 1967). Við fremri stöðu jöklanna fór bræðsluvatnið um hriplek nútíma hraunlögin, eftir hop jöklanna fer bræðsluvatn Hagavatnsjökla hinsvegar um svæði sem jöklarnir hafa nokkrum sinnum gengið út yfir og þétt með botnruðningi ásamt öðrum setmyndunum (6. mynd). Megnið af grunnvatnsflæðinu frá Hagavatni virðist ávallt hafa leitað í ár austan Brekknafjalla. Í kjölfar jökulhlaupsins 1929 þegar Hagavatn minnkaði í um 6 km² og stóð eingöngu orðið á svæði sem Eystri-Hagafellsjökull hafði gengið nokkrum sinnum út yfir og líklega þétt með framrásum sínum, þurrkaðist Stóra-Grjótá nánast upp og rennsli minnkaði verulega í öðrum minni ám á Haukadalsheiði (Sigbjarnarson 1967, Greipsson 2012).

Stækki Hagavatn aftur umfram ystu jökulstöður eru líkur á að grunnvatnsflæði frá Hagavatnslægðinni aukist til muna. Þá er líklegt að affall Hagavatns verði að stórum hluta, jafnvel öllu leyti, um lek berglögin líkt og áður var. Við þær aðstæður kennir sagan okkur að rennsli til Sandvatns á

Haukadalsheiði getur minnkað verulega (Magnússon og Vídalín 1712, Greipsson 2012). Þegar Eystri-Hagafellsjökull stíflaði útföll Hagavatns um skörðin í Brekknafjöllum og affall vatnsins var mikið til um lek berglögin, lækkaði verulega í Sandvatni á Haukadalsheiði. Við það urðu stór svæði af leirkenndum botni Sandvatns og árfarvegur Farsins berskjölduð fyrir veðri og vindum á litlu ísöld og fram á 20. öldina. Verst var ástandið jafnan að vori áður en vatnsborð Sandvatns hækkaði aftur við aukið rennsli Farsins í leysingum (Árni Magnússon og Páll Vídalín 1918–1921 (frumútgáfa 1712), Greipsson 2012). Setmyndanir og aðstæður sem sveiflur Eystri-Hagafellsjökuls og jökulhlaup þeim tengdum um farveg Farsins í Sandvatn sköpuðu eru enn til staðar. Hinsvegar stendur Hagavatn í dag á þéttum botni og flæði um Nýjafoss er býsna stöðugt, sem skapar náttúrulegt jafnvægi í rennsli Farsins. Nýjar jökulstíflur, sem og aðrar stíflur, í skörðum Brekknafjalla munu líklega endurtaka söguna í einhverri mynd. Vatnabúskapur Sandvatns gæti raskast og sveiflur í rennsli Farsins aukist og á ný gætu skapast auknar aðstæður fyrir uppfok úr leirkenndum botni Sandvatns og ekki síst farvegi Farsins. Þó gripið hafi verið til aðgerða við lok 20. aldar til að minnka náttúrulegar sveiflur í vatnsborðshæð Sandvatns og hefta sandfok þaðan, er ekki annað að sjá en talsverð óvissa ríki um áhrif vatnsmiðlunar í Hagavatnslægðinni á rennsli Farsins og þá aðstæður í farvegi þess og mögulega við Sandvatn einnig.

Vegna mikillar lektar berglaga undir sunnanverðum hluta fyrirhugaðs miðlunarlóns og af sögunni að dæma eru líkur á að afrennsli lónsins verði að miklu leyti sem grunnvatnsrennsli og þá er væntanlega mikilvægt að vita hve hátt hlutfall af bræðsluvatni jöklanna renni undan sem grunnvatn og hve mikið vatn verði til aflögu. Þá vakna eðlilega upp spurningar um hve mikið vatnsframboð verði frá lóninu og hvort mögulega geti reynst erfitt að ná og viðhalda ásættanlegum lónhæðum ef mikið grunnvatnsrennsli um botn lónsins yrði raunin.

Talsverðan tíma virðist taka fyrir lónbotninn að þéttast ef ekki kemur til áhrifa framgangs jökla og setmyndana því tengdu. Sú ályktun byggist helst á því að að jafnaði var lítið eða ekkert yfirborðsrennsli frá Hagavatni í um 150 ár þegar Hagavatn var hvað stærst, 10–13 km² að flatarmáli og vatnsborðshæðin í um 450–457 m hæð. Líklega vegna þess að syðri hluti vatnsins náði vel út fyrir ystu jökulstöður og grunnvatnsrennsli var mikið frá syðri hluta vatnsins á óþétu Lambahrauni (Sigbjarnarson 1967, Greipsson 2012).

Sagan sýnir einnig að stíflun skarðanna í Brekknafjöllum, með mjög auknu grunnvatnsrennsli frá Hagavatni og sveiflukenndu yfirborðsrennsli Farsins um skörðin í Brekknafjöllum, valdi verulegu ójafnvægi í vatnabúskap Sandvatns á Haukadalsheiði. Þetta er talin ein af nokkrum meginástæðum mikils sandfoks á Suðurlandi og gríðarlegri jarðvegseyðingu á Haukadalsheiði á 18. og 19. öld (Greipsson 2012). Vegna óvissu um hvort þær aðgerðir sem gripið hefur verið til við Sandvatn dugi til að draga úr neikvæðum áhrifum af sveiflum í rennsli Farsins í tengslum við fyrirhugaða vatnsmiðlun yrði að kanna þá þætti til hlítar.

4.4.2 Grunnvatnsbreytingar, lónborðssveiflur og áfok

Fyrri hugmyndir um virkjun Farsins hafa meðal annars byggst á þeim rökum að draga megí úr uppfoki með því að stækka Hagavatn og sökkva þar með sanduppsprettum (Mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 63/1993 vegna stækkunar Hagavatns: niðurstöður frumathugunar og úrskurður Skipulagsstjóra ríkisins. Mat 86, 25. júlí 1996). Eins hefur verið gert ráð fyrir að næst vatninu muni land blotna vegna hækkaðrar grunnvatnsstöðu sem enn myndi stækka svæðið þar sem draga myndi úr uppfoki (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009). Hér á landi hefur verið unnið að ýmsum rannsóknum sem fjalla um grunnvatnsbreytingar við miðlunarlón og áhrif þeirra á gróður sem og áfok frá strandsvæðum þeirra. Eru eftirfarandi umfjöllun og ályktanir byggðar á þeim.

Bakvatnsáhrif miðlunarlóna og áhrif á gróður

Helstu þættir sem hafa áhrif á grunnvatnsborð eru jarðgrunnur, landslag og úrkoma (Earle 2019). Grunnvatn flæðir undan halla lands en grunnvatnsborð nálgast yfirborð lands er neðar dregur í hlíðum. Þar sem það sker yfirborðið kemur það fram sem vötn og tjarnir, lindir og ár. Við gerð nýrra vatna og lóna hækkar grunnvatnsborð í grennd við þau, svokölluð bakvatnsáhrif, en hve langt áhrifin ná upp frá strönd vatnsins ræðst af landhalla, kornastærð lausra jarðlaga og gegndræpi og gerð jarðgrunns (Earle 2019, Davíð Egilsson 2016). Ýmsar rannsóknir hafa farið fram hér á landi á bakvatnsáhrifum á gróður, m.a. vegna Kvíslaveitna, Lagarfossvirkjunar og Kárahnúkvirkjunar (Guðrún Óskarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2018, Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008, Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994). Þá hefur grunnvatnsborð og áhrif þess á gróður verið vaktað við Blöndulón frá árinu 1993. Niðurstöður rannsókna við Blöndulón eru m.a. birtar í samantektarskýrslum (s.s. Borgþór Magnússon 2003, Borgþór Magnússon, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Victor Helgason 2009). Benda rannsóknir til að hækkað vatnsborð Lagarfljóts og tilkoma Blöndulóns hafi umtalsverð áhrif á grunnvatnsborð og gróðursamsetningu næst vatni. Þá er miðað við að hækkuð grunnvatnsstaða hafi áhrif á gróður sé grunnvatnsborð innan við metra frá yfirborði og byggir það á reynslu frá Blöndulóni og Lagarfljóti og (Borgþór Magnússon 2003, Borgþór Magnússon og Ásrún Elmarsdóttir 1999, Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson 1998).

Umfang áhrifasvæðisins er mjög háð landhalla og kornastærð jarðlaga. Við Blöndulón sýndu mælingar fram á samband milli hækkaðs grunnvatnsborðs og landhalla. Þar sem land var mjög hallalítið, eða <1%, gætti bakvatnsháhrifa 500–1000 m frá strönd lónsins. Á landi með halla 1–1,5% gætti áhrifa allt að 160 m frá lóni en með auknum landhalla dró mjög úr áhrifasvæði hækkaðs grunnvatnsborðs (Borgþór Magnússon 2003). Þar sem gróft árset var ofan á berggrunni og landhalli mjög lítill hækkaði grunnvatnsstaða lengst upp frá lóninu eða allt að 1 km. Við Lagarfljót gætti bakvatnsáhrifa frá fljótinu allt að 800 m inn til landsins þar sem gróft árset er í jarðgrunni (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008). Áhrifin hverfa svo í brekkurótum er landhalli eykst.

Fyrirhugað lónstæði Hagavatns er að stórum hluta á gömlum vatnsbotni Hagavatns og Sandvatns hins forna en við hæstu lónstöðu mun sunnanverð strönd vatnsins liggja að miklu leyti á Lambahrauni (1. mynd). Sé miðað við lónborð í hæstu stöðu er hallalítið land upp af lónborði á gamla vatnsbotni Sandvatns og Hagavatns, í vestanverðu lónstæðinu, en þar er halli yfirleitt á bilinu 0–2,5%. Þar sem Lambahraun gengur inn í lónstæðið sunnanvert er halli lands meiri eða 2,5–7%, sem þó er breytilegt eftir örlandslagi innan hraunsins. Við norðurströnd lónsins er hallalítið land við Hagafell vestanvert sem og smærri svæði við austan- og suðaustanvert lónið. Út frá landhalla að dæma er mögulegt að bakvatnsáhrifa muni gæta í jarðlögum á þessum svæðum þegar miðlunarlónið er í hástöðu.

Hins vegar eru áhrif hækkaðs grunnvatnsborðs á gróður, og raunar uppfok líka, háð því hvenær miðlunarlón fyllist að sumri. Í tilviki Blöndulóns er lónið í lægstu stöðu í lok apríl en að meðaltali lækkar lónborð um 9 m yfir vetrartímann (Landsvirkjun 2019, Blöndustöð). Lónið fyllist yfir sumarið og er lónhæð mest síðsumars eða að hausti (Borgþór Magnússon o.fl. 2009). Röð gróðurmælinga sýnir að land blotnar aðeins á mjóu belti umhverfis lónið sem veldur því að eindregnar þurrlendistegundir láta undan en deiglendistegundir sækja inn. Áhrifin teljast sem dæmi neikvæð á þurrlendistegundirnar geldingahnapp, lambagras og blóðberg (Borgþór Magnússon 2003, Borgþór Magnússon o.fl. 2009). Þær tegundir sem í raun geta hagnýtt sér blotnun lands næst lóninu eru smávaxnar, skammlífar deiglendistegundir á borð við naflagras og flagahnoðra. Landnám votlendistegunda er lítið þar sem Blöndulón fyllist seint að hausti og komið er fram yfir vaxtartímabil plantna (Borgþór Magnússon o.fl. 2009). Fyrir stækkun

Blöndulóns fylltist lónið fyrr að sumri og við það varð vart við landnám deig- og votlendistegunda eins og klóffu, flagasefs, hálmgresis og sérbylisstarar í mólendi sem blotnað hafði upp (Ásrún Elmarsdóttir og Borgþór Magnússon 1997, Borgþór Magnússon og Ásrún Elmarsdóttir 1999). Svipuð reynsla er frá Stóraversvatni við Kvíslaveitur (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994). Við Lagarfljót gætir mun minni vatnshæðarsveiflna en í miðlunarlónum (Guðrún Óskarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2018, Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008). Því er grunnvatnsborð stöðugra yfir vaxtartímabil plantna og geta eindregnar votlendistegundir fært sér aukinn jarðraka í nyt. Almennt jókst hlutfall votlendistegunda á borð við mýrastör, gulstör og tjarnastör í gróðurþekju og í vissum tilvikum jókst þekja rakasækinna mosategunda.

Aðstæður við Blöndulón og Hagavatn eru um margt sambærilegar en bæði yrðu miðlunarlón mynduð í jökulám í um 500 m h.y.s. á miðhálandinu. Þó skilur að í nokkrum mikilvægum þáttum. Berggrunnur Blöndulóns er þétt basalt frá kvarter og tertíer sem víðast hvar er hulinn jökulruðningi en fyrir koma belti af jökulsárseti (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1982, 1991). Lónstæði Hagavatns samanstendur hins vegar af ungu, gropnu hrauni Lambahrauns, móbergi og bólstrabergi frá síðasta jökulskeiði og basískum og ísúrum hraunlögum frá síðari hluta ísaldar (Náttúrufræðistofnun Íslands 2019b; 1. mynd). Líkur eru á að vatn muni hripa niður um gropið Lambahraunið og flæða sem grunnvatn úr Hagavatnslægðinni og því er vandasamt að draga ályktanir af reynslunni frá Blöndulóni á sínum þetta berggrunni. Rannsóknir á vatnasviði Þjórsár- og Tungnaár sýna að með tilkomu Hágöngulóns hefur grunnvatnsflæði til Þórisvatns aukist en Hágöngulón liggur að hluta á gegndræpu nútímahrauni (Davíð Egilsson 2016). Fjarlægð er mikil á milli vatnanna tveggja, eða um 35 km í beinni loftlínu, sem sýnir hve áhrif miðlunarlóna á grunnvatnsflæði geta verið víðtæk þar sem lekt jarðlaga er mikil. Sama rannsókn á grunnvatni í borholum á Þjórsár- og Tungnaársvæðinu segir frá því að við gerð Krókslóns og Hrauneyjalóns, sem liggja á og við nútímahraun, kom upp umtalsverður leki í lónbotnum. Mælingar gefa þó til kynna hægfara þéttingu lónbotns er jökulaur sest til í botninum (Davíð Egilsson 2016) en aflstöðvar við lónin voru gangsettar á árunum 1978–1981 eða fyrir um fjórum áratugum (Landsvirkjun 2019b, 2019c). Umtalsverður aurburður er í Hagavatn (Erla Björk Þorgeirsdóttir og Kristinn Einarsson 2013) sem mun að líkindum hafa áhrif á hve hratt lónstæðið þéttist vegna setsöfnunar í holrými Lambahrauns. Erfitt er þó að segja til um hvort og hve langan tíma það tekur lónstæðið að þéttast vegna setmyndunar.

Ólíkt umhverfi Blöndulóns, þar sem gróður einkennist af mólendi með þykkri brúnjörð, jarðvegi þurrlendis (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson 2009), er gróður strjáll við Hagavatn og jarðvegur sendinn eða malarkenndur (sandjörð og malarjörð) með litlu magni lífrænna efna eða leirsteinda sem myndast við jarðvegsmyndun. Slíkt efni hefur litla vatnsrýmd og umtalsverða lekt sem takmarkar áhrif hárpúkrafta á hækkingu grunnvatnsborðs upp frá lóninu.

Að framansögðu er ljóst að mikil óvissa ríkir um áhrifasvæði hækkaðs grunnvatnsborðs á umhverfi Hagavatns. Er það fyrst og fremst vegna þess að hluti berggrunns í lónstæðinu er gropið nútímahraun. Þá eru sendnar vistgerðir ríkjandi umhverfis lónstæðið og ólíklegt að þær muni auka á leiðni grunnvatns upp að yfirborði. Muni grunnvatnsborð hækka meðfram ströndum miðlunarlónsins yrði það einkum þar sem jöklar hafa áður gengið yfir landið og þétt undirlagið. Til að gróður geti fært sér hærri vatnsstöðu í nyt þarf lónið að fyllast á vaxtartímabili gróðurs, sem er á tímabilinu frá júní fram í miðjan ágúst. Ekki liggur fyrir í gögnum framkvæmda aðila hvenær áætlað er að miðlunarlónið muni fyllast að sumri. Vegna þessara óvissuþátta er lítið hægt að fullyrða um áhrifasvæði hækkaðrar grunnvatnsstöðu meðfram hesta lónborði né heldur hvort gróður meðfram lóni geti hagnýtt hærri vatnsstöðu. Þá er ótalin sú óvissa sem fylgir mögulegu grunnvatnsflæði um lek jarðlög úr Hagavatnslægðinni.

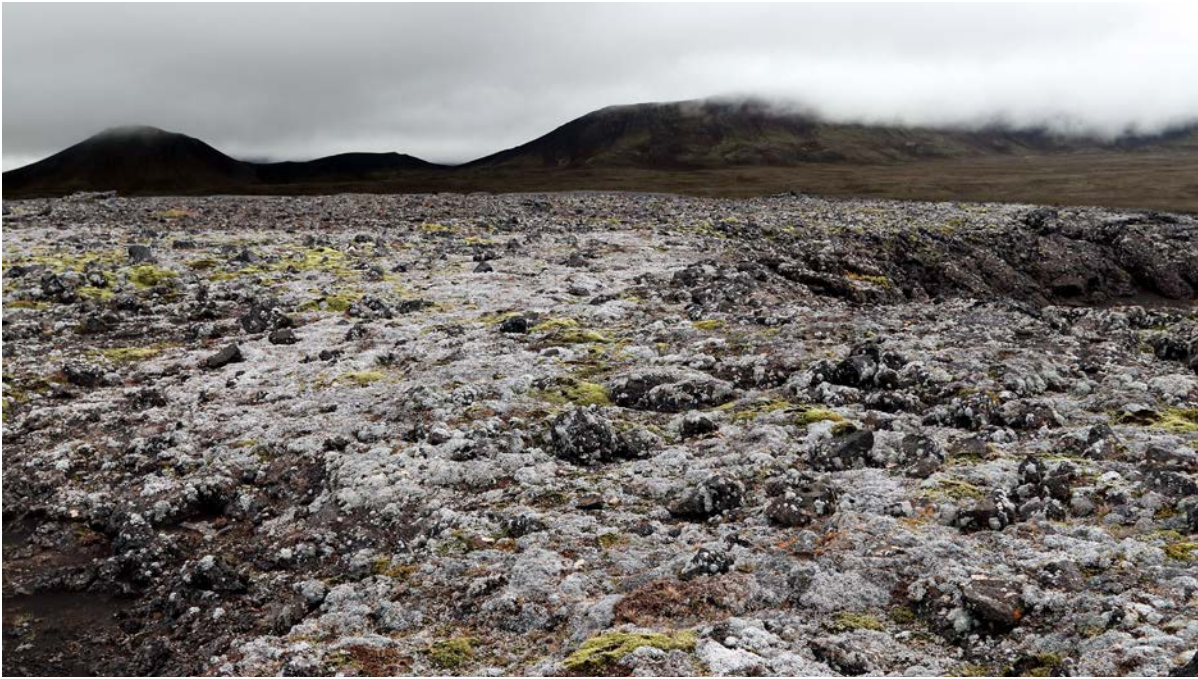
Lónsborðssveiflur og vindrof úr lónsbotni

Í sjálfu lónstæðinu eru uppsprettur fínafna sem vindur getur rofið og flutt til lengri og skemmri vegalengdir. Í nágrenni lónstæðisins eru jafnframt aðrar mögulegar sanduppsprettur sem tengjast hopi Hagavatnsjökla, farvegum jökuláa og gömlu lónbotnum Sandvatns hins forna og Hagavatns eins og fram hefur komið í umfjöllun um setmyndanir (6. mynd). Vistgerðakort sýnir að stór hluti svæðisins eru lítið grónar vistgerðir með lausum jarðefnum á yfirborði, s.s. sanda- og vikravist, melavistir og eyðihraunavist. Með stækkun Hagavatns myndi stór hluti gamla lónbotnsins með áreyrum og melum færast á kaf. Á móti kemur að lónsveifla er áætluð 5 m og við lágstöðu lónsins munu um 6 km² (600 ha) lónbotnsins verða á þurru (1. mynd). Jafngildir það 26% flatarmáls miðlunarlónsins en þetta er meira flatarmál en flatarmál finustu setefnanna í gömlu lónbotnunum í dag. Fjörur verða einkum á þurru sunnan lónsins en mest þó í því vestanverðu framan Vestari-Hagafellsjökuls á gamla lónbotni Sandvatns hins forna. Einnig verða talsverðar fjörur á þurru við norðanvert lónið við Hagafell en óvissa er um lónborð suður af Austari-Hagafellsjökli.

Reynslan frá Blöndulóni sýnir að hætta á uppfoki úr fjörum er fyrir hendi snemmsumars þegar fjörur eru orðnar snjó- og íslausar og lágt er í lóni. Slíkar aðstæður eru einkum frá maí fram í júlí og velta á vatnsbúskap lónsins. Þurrir og snarpir vindar úr suðlægum áttum með vindhraða um og yfir 20 m/sek valda mestu uppfoki úr fjörum Blöndulóns (Borgþór Magnússon o.fl. 2009, Vilmundardóttir o.fl. 2010). Við Háslón eru það þurrar, vestlægar áttir sem einkum valda uppfoki úr fjörum (Elín Fjóra Þórarinsdóttir o.fl. 2019).

Dýpt Blöndulóns, miðlunarrýmd og lónhæðarsveiflur eru töluvert meiri en í fyrirhuguðu miðlunarlóni Hagavatnsvirkjunar enda tekur það meirihluta sumars fyrir lónið að fyllast eftir miðlun vetrarins. Meðalrennsli til Blönduvirkjunar er 39 m³/sek sem er mun meira en 10 m³/sek í virkjuðu rennsli Hagavatnsvirkjunar. Miklu máli skiptir að þekkt sé hvenær miðlunarlón Hagavatnsvirkjunar fyllist að sumri til að meta uppfokshættu úr fjörum lónsins. Þar sem Blöndulón og Hagavatn eru í álíka hæð yfir sjávarmáli mætti telja líklegt að lónin leggi á svipuðum tíma árs og sömuleiðis verði fjörur snjó- og íslausar á svipuðum tíma. Út frá þessu má ætla að uppfok verði viðvarandi úr lónbotni þegar lón er í lágstöðu að sumri og þá einkum úr fjörum við sunnan- og vestanvert lónstæðið þar sem norðlægir vindar eru þekkt rofátt sunnan Langjökuls (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005, Gísladóttir o.fl. 2005). Þær vindáttir eru jafnframt nokkuð tíðar fyrri hluta sumars og er sumarið 2019 til marks um það. Jafnframt er þekkt að sandfok eigi sér stað í suðlægum áttum þótt þær beri yfirleitt með sér úrkomu (Gísladóttir o.fl. 2005). Við þær aðstæður gæti áfok átt sér stað inn á gróðurtorfur ofan efstu strandlínu Hagavatns í sunnanverðu Hagafelli.

Við Blöndulón hafa myndast allnokkrir áfoksgeirar í stórþýfðum fjalldrapamóa en hrjúfleiði móans (þúfur og runnar) tefur framrás sandgeiranna þar sem sandur þarf að fylla í „hrufurnar“ til að geta stækkað útbreiðslu sína (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2009). Blöndulón telst enn vera á rofskeiði og enn bætist við sandur í lónbotninn sem að mestu er gjóska sem rofnar úr jarðvegi við bakka lónsins þótt verulega hafi hægt á rofi úr bökkum (Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2017, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2011, Vogt 1978). Sunnan Hagavatns er fátt sem tefur framrás sands nema þá helst sprungur og örlandslag í Lambahrauni sem nú þegar er verulega fyllt sandi. Lambahraun, NNV af Þórólfsfelli, er að hluta gróið fléttuhraunavist. Er það SSV af lónbotninum sem mest verður á þurru við lágstöðu lónsins og mögulega getur uppfok úr fjörum haft neikvæð áhrif á gróður í þessum hluta hraunsins (27. mynd). Elín Fjóra og Arna Björk (2005) bentu jafnframt á að gæta þyrfti að framrás sands meðfram Brekknafjöllum og Mosaskarðsfjalli vestanverðum en þar væri möguleg sandleið niður



27. mynd. Fléttuhraunavist suðvestur af fyrirhuguðu lónstæði Hagavatns. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 27. ágúst 2019.



28. mynd. Lynghraunavist í Mosaskarði. Hér er Lambahraun gróið lyng- og mosagróðri. Ljós. Járngerður Grétarsdóttir, 27. ágúst 2019.

á láglendari svæði. Í Mosaskarði er lynghrauna- og mosahraunavist sem er rofin og sandorpin í jöðrum sem veita að Hagavatni (28. mynd). Mögulegt er að sandgangur frá fjörum aukist á þetta gróðurlendi komi til stækkunar vatnsins þar sem grynningar eru í lónstæðinu suðaustanverðu næst Breknafjöllum.

Þótt Hagavatn verði stækkað og það sökkvi þar með sanduppsprettum að hluta mun vatnsmiðlun yfir vetrartímann og 5 m áætluð lónborðssveifla valda því að um fjórðungur lónbotns verði á

þurru snemmsumars. Óvíst er hvenær lónhæð nær hástöðu um sumar en reynslan frá Blöndulóni sýnir að hætta er á áfoki úr fjörum frá lokum maí fram í júlí. Ekki er ólíklegt að sandfok yrði með svipuðu móti úr fjörum fyrirhugaðs miðlunarlóns þar sem sandur safnast í vik og á grynningum. Möguleiki er á að sandfok aukist staðbundið upp frá lóninu. Þá veldur lekur berggrunnur lónstæðisins mikilli óvissu um vatnsborðssveiflur.

4.4.3 Vatnalíf – silungur

Ekki er vitað til þess að fiskur finnist í Hagavatni en rétt er að geta þess að ekki hafa farið fram rannsóknir á vettvangi til að kanna þetta sérstaklega (Magnús Jóhannsson, Hafrannsóknastofnun, munnleg heimild, 2. des. 2019). Ljóst er að þörf er á frekari rannsóknum á lífríki, svifaur og efnastyrk í vatni bæði ofan og neðan fyrirhugaðrar stíflu til þess að hægt verði að leggja gott mat á hvernig lífsskilyrði eru til staðar fyrir fiska og hvernig það mun breytast við vatnamiðlun.

Hagavatn flokkast samkvæmt gerðargreiningu stjórnar vatnamála sem jökulvatn á ungu bergi þar sem jökulþekja á vatnasviði er meiri en 8% (4. viðauki; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019). Það sama gildir um Hvítárvatn sunnan undir Langjökli sem er náttúrulegt jökulvatn og einnig t.d. miðlunarlónin Sultartangalón, Blöndulón og Háslón en fyrrnefnd vötn eru einnig á ungu bergi og djúp. Háslón er hálendisvatn samkvæmt gerðargreiningu, þ.e. í meira en 600 m h.y.s., meðan Hvítárvatn, Hagavatn, Sultartangalón og Blöndulón teljast vötn á láglendi (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019). Við gerðargreiningu eru jökulvötn öll flokkuð saman í eina vatnagerð þar sem jökulþáttur er talinn hafa meiri áhrif heldur en aðrir þættir, þ.e. hæð yfir sjó, berggrunnur eða hlutfall votlendis á vatnasviði (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019). Hafa þarf í huga að ekki hefur verið skilgreint hvaða vatnshlot falla í flokkinn mikið breytt vatnshlot líkt og kveður á um í lögum um stjórn vatnamála nr. 26/2011. Viðbúið er þó að miðlunarlónin falli í þann flokk vegna breytinga á eðlisefnafræðilegum, vistfræðilegum eða vatnsformfræðilegum eiginleikum vatnsins. Það gerir það að verkum að samanburð á mikið breyttum jökulvötnum við náttúruleg jökulvötn þarf að taka með fyrirvara.

Jökulsá á Dal var eitt af þeim vatnsföllum hérlandis sem mestan aurburð höfðu en nú safnast svifaurinn að mestu fyrir í Háslóni, finni aurinn sest fyrir í Lagarfljóti (Eydís Salome Eiríksdóttir 2016). Þetta skýrir að mestu af hverju fiskur finnst nú í Jökulsá á Dal sem ekki gerði áður þar sem áin er fiskgeng upp að stíflu við Háslón (Ingi R. Jónsson og Friðþjófur Árnason 2011). Háslón sjálft er mjög aurugt en Jökulsá er nú bergvatnsá stóran hluta úr ári. Að sama skapi hefur fiskveiði minnkað í Lagarfljóti (Ingi R. Jónsson og Friðþjófur Árnason 2011) en þar safnast nú saman finni svifaur þegar straumhraðinn minnkar (Eydís Salome Eiríksdóttir 2016). Bleikja finnst í Blöndulóni en skilyrði fyrir tegundina eru talin rýr og stofninn lítill sé miðað við önnur vötn á Auðkúluheiði sem ekki eru á veituleið (Guðni Guðbergsson og Eydís Heiða Njarðardóttir 2010). Í Sultartangalóni veiddist töluvert bæði af bleikju og urriða stuttu eftir tilkomu þess en þar hefur fiskveiði farið minnkandi, í síðustu rannsókn veiddist eingöngu smávaxin bleikja en enginn urriði (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2017).

Bleikja finnst í Hvítárvatni (Magnús Jóhannsson 1987) en frárennsli Hvítárvatns endar í Hvítá. Hvítárvatn er fremur aurugt en þar er hlutfall leirs í svifaur fremur lágt (Hákon Aðalsteinsson 1978). Í Hagavatni hefur svifaur mælst yfir 3 kg/m³ við framhlaup jökuls sem er mikið magn framburðar sem myndi standa fiskum fyrir þrífum (Erla Björk Þorgeirsdóttir og Kristinn Einarsson 2013). Þetta tímabundna en mikla magn svifaurs, ásamt náttúrulega breytilegu vatnsyfirborði, er einnig talið standa smádýralífi fyrir þrífum sem mundi hafa áhrif á fæðuframboð fiska í Hagavatni (Hilmar J. Malmquist 2009). Hlaup úr Hagavatni hafa haft áhrif á laxagöngur allt niður í Hvítá og Ölfusá. Hagafellsjökla skriða óreglulega fram og valda aurflóði í Hagavatni en

slíkt gerðist fimm sinnum á síðustu öld. Jökuláhrif í Hagavatni eru mikil og takmarkað ljós sem berst niður í vatnbolinn sem hefur áhrif á lífræna framleiðslu sem er ólíkt flestum vötnum sem ekki eru jökulskotin þar sem frumframleiðni er meira háð uppleystum næringarefnum en ljósi.

Í nýjum miðlunarlónum, þar sem náttúruleg vötn hafa verið stækkuð og gróður fer undir nýtt lón, er þekkt að næringarefni í vatninu aukast sem getur við réttar aðstæður haft jákvæð áhrif á lífræna framleiðslu og viðkomu fiskistofna, í það minnsta meðan nóg er af að taka. Í tilviki Hagavatnslóns er lónstæðið að mestu leyti lítið gróið land, jarðvegur ungur og kolefnissnauður og því takmörkuð uppspretta næringarefna innan þess.

Hvítárvatn og Hagavatn eru að mörgu leyti lík vötn og flokkast þannig saman skv. gerðargreiningu sem bendir til þess að þau séu vistfræðilega lík og ætti svipað lífríki að geta þrífist á báðum stöðum. Magn svifaus er lítið þekkt í Hagavatni en er þó líklega meira en í Hvítárvatni sem hefur áhrif á það lífríki sem getur þrífist í Hagavatni. Ósennilegt er að fiskur þrífist við þann framburð sem kemur í Hagavatn núna miðað við Hvítárvatn nema þá tímabundið. Einnig er ljóst að sá gróður sem fer undir fyrirhugað miðlunarlón er ekki mikill og mun hafa mjög tímabundin áhrif á næringu í vatninu/lóninu auk þess sem vatnborðssveiflur og óstöðugleiki mun hafa neikvæð áhrif. Að þessu sögðu er þó ekki hægt að segja til með vissu um áhrif Hagavatnsvirkjunar á möguleika þess að bleikja eða urriði fái þrífist á svæðinu nema með frekari rannsóknum þar sem lífríki Hagavatns, Farsins og Sandvatns er að mestu óþekkt.

5 UMRÆÐA OG ÁHRIF

5.1 Jarðfræði og jarðminjar

5.1.1 Jöklunarsaga

Samhengi sögulegra heimilda og hvarf- og öskulagarannsókna sýna að sveiflur Hagafellsjökla hafa verið talsverðar síðustu aldir. Óvíst er hvort sveiflur þeirra hafi alla tíð verið tengdar framhlaupavirkni eins og staðfest var með athugunum í tilfellum tveggja og þriggja síðustu framgangsfasa vestari og eystri jöklanna (Sigbjarnarson 1976, Hallgrímsson 1980, Björnsson og Pálsson 2008).

Hagafellsjökla náðu hámarksútbreiðslu á tímabilinu frá því um 1750–1890 (Þórarinnsson 1966). Hvenær nákvæmlega er óvíst en lýsingar heimamanna benda til að jökullinn hafi a.m.k. verið við hámarksstöðu í kringum 1890 (Sigbjarnarson 1967). Hins vegar er vel þekkt að jökla landsins, ekki síst framhlaupsjökla, hafi hlaupið mun oft en skráðar heimildir gefa til kynna og náð svipaðri hámarksútbreiðslu nokkrum sinnum seint á litlu ísöld, t.d. skriðjökla Drangajökuls (Brynjólfsson o.fl. 2015), Suðurjökull í vestanverðum Langjökli (Larsen o.fl. 2015) og Eyjabakkajökull (Striberger o.fl. 2011). Því er talið að endurtekinn framgangur Hagafellsjökla á litlu ísöld hafi verið framhlaup frekar en bein svörun jökulsporðanna við hagfelldari afkomu jöklanna, en þá hafa framhlaup myndað jökulgarðana sem tengjast ekki skráðum framhlaupum og stíflað skörðin um Brekknafjöll. Hins vegar, er mikið hop Hagafellsjökla síðastliðin 100 ár í raun óháð óreglulegum framhlaupum jöklanna og bein afleiðing verri afkomu þeirra vegna hlýnandi veðurfars.

Jökulhlaup úr Hagavatni eru þá í raun afleiðing framhlaupa eystri jökulsins sem stífluðu útföll vatnsins um skörðin í Brekknafjöllum. Mögulega hafði jökullinn ekki alltaf hopað mikið þegar hljóp úr vatninu, sérstaklega í minni hlaupum líkt og árið 1902. Í einhverjum tilfellum gæti hafa hlaupið þegar rúmmál Hagavatns var nægt til að fleyta jökulsporðinum svo að hlaupvatn slyppi út um skörðin þar til jökullinn seig aftur og stíflaði útfallið. Þetta er þó ekki raunin í stærstu

jökulhlaupunum árin 1929 og 1939 en lýsingar benda eindregið til þess að þá hafi jökulsporðurinn hupað að skörðunum og það valdið hlaupunum (Þórarinnsson 1939, Sigbjarnarson 1967). Á hvorn vegin sem er, þá er fullvíst að jökulhlaupin urðu vegna ójafnvægis á milli stærðar og rúmmáls jökulsins annars vegar og Hagavatns hins vegar.

Möguleg framhlaup jöklanna, stærð og áhrif þeirra í framtíðinni er erfitt að segja mikið um. Líklega munu jöklarnir hlaupa fram á nokkurra áratuga fresti á meðan ákoma er til staðar á söfnunarsvæði ofan til á jöklunum. Verði hinsvegar óhagstæðustu jöklaspár að veruleika eru allar líkur á því að Langjökull í núverandi mynd heyri sögunni til innan 200 ára (Björnsson og Pálsson 2008). Hlaupi Hagafellsjöklar fram á ný mun framburður jökulræns sets með leysingavatni aukast verulega um tíma eins og sýnt hefur verið fram á með rannsóknnum á botnsetskjörnum bæði úr Leginum og Hvítárvatni (Striberger o.fl. 2011, Larsen o.fl. 2015). Að öðru leyti ættu möguleg framhlaup næstu áratugi helst að hafa mótandi áhrif á nærumhverfi jökuljaðranna og vera fjarri því að stífla núverandi affall Hagavatns og raska þannig jafnvægi þess.

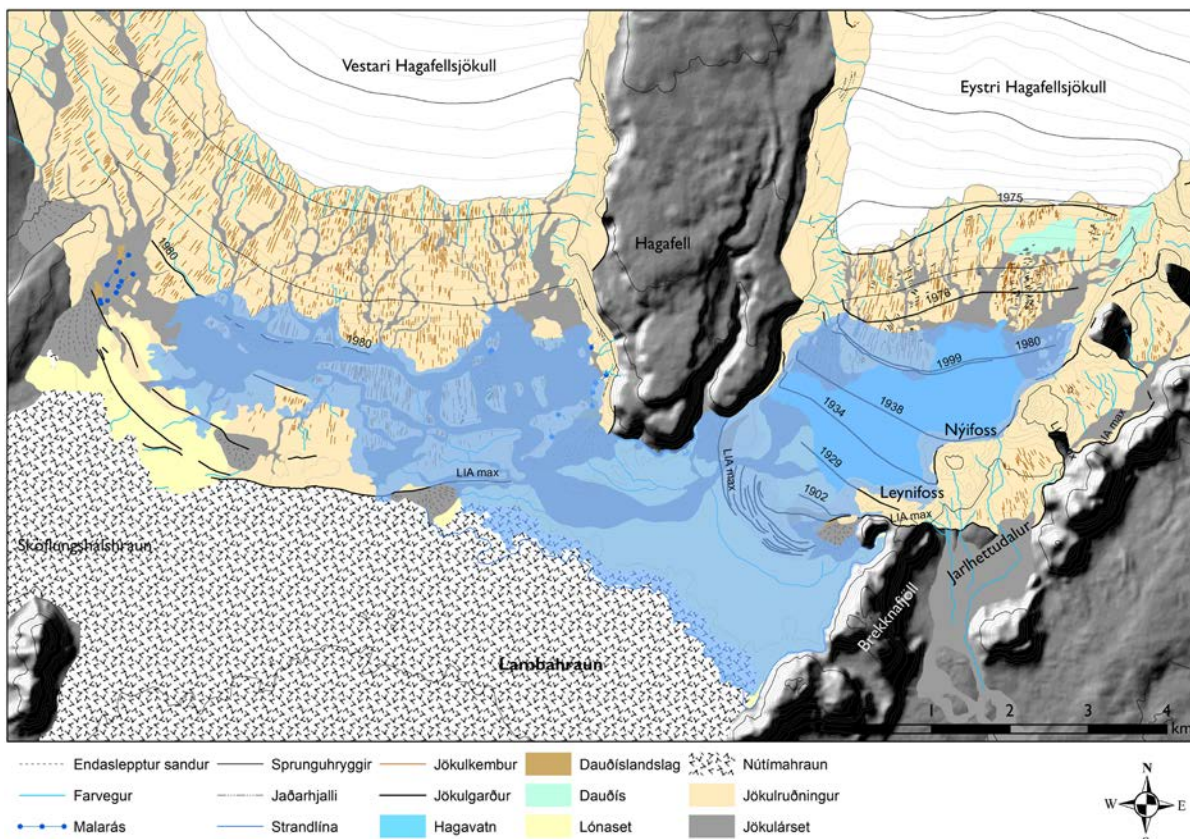
Flestar rannsóknir benda til talsverðar rýrnunar jökla vegna hlýnandi loftslags næstu áratugi, þar er Langjökull engin undantekning. Má því ljóst vera að árfarvegir og lón taki miklum breytingum og flytjist til eftir samspili jökulstöðu og landslags hverju sinni. Ársandar og breiður af finu lónaseti sem geta verið uppsprettur fokefna munu því líklega myndast á nýjum stöðum við hratt hopandi jökuljaðra næstu áratugi. Eðlilega hafa hraðar umhverfisbreytingar, eins og nú eiga sér stað, talsverð áhrif á umhverfið þar til nýtt jafnvægi náttúrulegra ferla næst. Hraði, umfang og kraftur umhverfisbreytinga sem fylgja hörfun jökla eru það mikil að vandséð er nokkur leið til að sporna við tímabundnum neikvæðum áhrifum þeirra.

5.1.2 Landmótun og setmyndanir

Stór hluti landmótunarsvæðisins fer undir áætlað miðlunarlón sunnan Hagafellsjökla (29. mynd) og áhrif á landmótunarsvæði jöklanna því mikil. Landmótunarumhverfi jöklanna er fjölbreytt og hefur mörg einkenni sem áður hefur verið lýst framan íslenskra framhlaupsjökla (6. mynd, 1.–2. viðauki). Jökulgarðar, jökulkembur, jökulöldur og sprungufyllingar eru nokkuð algeng framan jöklanna, en sprungufyllingar eru landform sem nær eingöngu myndast í framhlaupsjöklum og er stundum notað til að staðfesta forn framhlaup jökla (Sharp 1988, Kjær o.fl. 2008, Brynjólfsson o.fl. 2012, 2014, Jónsson o.fl. 2014 Schomacker o.fl. 2014, Ingólfsson o.fl. 2015). Sprungufyllingarnar finnast við báða Hagafellsjöklana og koma vel heim og saman við fyrri athaganir manna á framhlaupavirkni þeirra.

Erfitt getur reynst að skilja á milli setgerða á loftmyndum, sérstaklega á mörkum fremstu jökulstaða og gömlu lónbotnanna, en landform og byggingarform á yfirborði setgerðanna hjálpa mjög til. Útbreiðsla setgerða á landmótunarkortinu er til viðmiðunar og byggð á setmyndunarferlinu en ekki grófleika setgerðanna. Ítarlegri feltkortlagningu þarf til að kortleggja nákvæmlega útbreiðslu hverrar setgerðar, sérstaklega við hámarksstöður jöklanna. Auk þess þarf að hafa í huga að kornastærð og eiginleikar hverrar setgerðar eru breytileg eins og nefnt hefur verið að ofan. Mögulegt vatns- og vindrof ræðst því ekki af kortlagðri setgerð einni saman, heldur einnig breytilegum eiginleikum hennar á hverjum stað fyrir sig. Til dæmis eru stór svæði kortlögð sem jökulruðningur sem sumstaðar hefur mjög hátt hlutfall fínafna, sérstaklega þar sem jökullinn gekk yfir lónbotnana og fína ársanda, og því mögulegt að uppfok eigi sér stað á slíkum stöðum.

Jökulárnar rjúfa stöðugt aðrar setgerðir og setja um leið af sér mismunandi grófa ármöl, á köflum fínt sendið set, sem t.d. hylur orðið talsverðan hluta eldri lónbotna og dregur mögulega smám saman úr uppfoki þar.



29. mynd. Fyrirhugað miðlunarlón Hagavatnsvirkjunar leggst yfir talsverðan hluta landmótunarsvæðis Hagafellsjökla. Hér er sýnt lónborð við fyrirhugaða yfirfallshæð 455 m y.s. (Mannvit 2019) sem unnið er úr landhæðarlíkani ArcticDEM (Porter o.fl. 2018).

Austast við ystu stöður Vestari-Hagafellsjökuls er varðveittur afar formfagur malarás (6. mynd og 2. viðauki), en sjaldgæft er að finna samfellda malarása við sporða jökla landsins í dag. Í raun eru samfelldir malarásar fremur sjaldgæf sjón á Íslandi, bæði rjúfa jökulárnar þá oft auk þess að vera yfirleitt gott byggingarefni og hafa margir verið nýttir sem slíkir síðustu áratugi. Minni sundurslitnir malarásbútar eru einnig kortlagðir beggja vegna vestari jökulsins en gætu jafnframt verið leifar svokallaðra krákustígsása. Krákustígsásar myndast þegar vatn rennur og flytur set af yfirborði ofan í jökulsprungur við jaðra sprunginna framhlaupsjökla við lok hlaupfasa þeirra. Þeir varðveitast yfirleitt illa vegna ágangs jökulánna og hefur aðeins verið lýst á Íslandi við Eyjabakkajökul og Brúarjökul í norðanverðum Vatnajökli (Kjær o.fl. 2008, Schomacker o.fl. 2014, Ingólfsson o.fl. 2015).

Tilvist Hagavatns og breytingar þess í tengslum við sveiflur jöklanna er forsenda myndunar strandlína og endaslepptra sanda en það eykur fjölbreytni landmótunarumhverfisins og skapar því sérstöðu miðað við önnur landmótunarsvæði framhlaupsjökla landsins. Landmótunarumhverfið er í heild nokkuð dæmigert fyrir framhlaupsjökla, þó fjölbreytni þess sé rífleg og nokkur ofangreind atriði skapi því ákveðna sérstöðu. Þá hefur Lambahraun hátt verndargildi og nýtur sérstakrar verndar skv. 61. gr. laga um náttúruvernd nr. 60/2013. Fyrirhuguð virkjun myndi þó ekki raska því nema að mjög litlu leyti.

5.2 Gróðurfar; vistgerðir og flóra

Áform um virkjun gera ráð fyrir að Hagavatn verði stækkað úr um 5 km² í 23 km² eða um u.þ.b. 18 km². Til samanburðar er flatarmál fyrirhugaðs Hagavatnslóns sambærilegt við Sultartangelón

sem er 20 km². Að auki verða aðrar framkvæmdir á svæðinu, s.s. bygging stöðvarhúss, lagning frárennslisskurðs, vegakerfis og raflína eða jarðstrengja (Mannvit 2019). Umhverfi Hagavatns er nú mikið til óraskað land í heild sinni, fyrir utan vegslóða og raflínur í útjaðri svæðisins í Lambahrauni. Framkvæmdirnar sem fyrirhugaðar eru á svæðinu munu því óhjákvæmilega raska stóru landflæmi auk breytinga á ám og Hagavatni sjálfu.

Áhrif af fyrirhugaðri Hagavatnsvirkjun leiða til umfangsmikilla breytinga hvað varðar landvistgerðir. Áhrifin taka til stórs svæðis en samkvæmt áætlun fara alls um 1817 ha af þurrlendi undir áætlað miðlunarlón Hagavatnsvirkjunar við stækkun Hagavatns, miðað við uppdrætti af lónmyndun, og einnig verða framkvæmdir utan lónsins (Mannvit 2019). Á móti kemur að land í lónstæði fyrirhugaðrar virkjunar og umhverfi Hagavatns er mjög lítið gróið. Í lónstæðinu eru stærstu vistgerðirnar eyravist, sanda- og vikravist, eyðimelavist og eyðihraunavist sem hafa að meðaltali aðeins 4–13% gróðurþekju, samkvæmt mælingum í samskonar vistgerðum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Þessar fjórar umfangsmestu vistgerðir, auk grasmelavistar sem hefur 9% meðalgróðurþekju skv. heimildum, ná samanlagt yfir langstærstan hluta lónstæðisins eða 91% þess. Að auki er líklegt að gróðurþekja í vistgerðum á svæðinu sé minni en meðaltalstölurnar gefa til kynna þar sem ummerki um áfok í gróðri voru mjög algeng. Koma þessar niðurstöður heim og saman við niðurstöður Guðmundar o.fl. (2009) í fyrri gróðurúttekt á svæðinu. En betur gróið land finnst einnig í lónstæðinu, þó í mun minni mæli sé. Þannig fara um 114 ha af sæmilega grónu landi (samanlögð stærð allra vistgerða í lónstæðinu með yfir 50% meðalgróðurþekju skv. fyrrnefndum mælingum) undir vatn í lónstæðinu. Þetta eru að langmestu leyti vistgerðirnar mosamelavist, auravist og melagambravist sem er að mestu leyti rýrt mosavaxið land með þunnum jarðvegi (Sigurður H. Magnússonar o.fl. 2016).

Í lónstæðinu eru nokkrar vistgerðir sem hafa miðlungsverndargildi, samkvæmt mati Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2016 (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður Magnússon 2016), og þekja um 1% af lónstæðinu eða alls tæplega 21 ha lands. Þeirra umfangsmestar eru auravist sem þekur 10,3 ha og melagambravist 7,5 ha. Einnig eru nokkrar vistgerðanna í lónstæðinu á lista Bernarsamningsins yfir vistgerðir sem þarfnast verndar (Council of Europe 2019). Þær þekja þó lítið svæði í lónstæðinu en þetta eru rekjuvist (2,1 ha), hélumosavist (0,2 ha) og urðarskriðuvist (0,6 ha). Af þeim raðast rekjuvist hæst við nýtt mat á verndargildi (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019).

Á og við framkvæmdasvæði virkjunarinnar utan lónstæðisins finnast vistgerðir sem hafa hátt verndargildi samkvæmt mati Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2016 og 2019 og eru á lista Bernarsamningsins frá 2019 yfir vistgerðir sem þarfnast verndar en þetta eru lyngmóavist á láglandi, birkiskógar (birkikjarr) og rekjuvist (Jón Gunnar Ottósson og Sigurður Magnússon 2016, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2019, Council of Europe 2019). Austan Brekknafjalla, á bygginga- og framkvæmdasvæðinu, eru gróðurtorfur með lyngmóavist og rekjuvist sem ber að vernda eins og kostur er. Einnig er að finna birkikjarr nokkru sunnar neðst í Buðlungabrekkum og nærri framkvæmdasvæðinu sem gæti hugsanlega orðið fyrir vatnságangi vegna flóðvatns frá yfirfalli niður Fagradal. Kjarrið, sem og gróður almennt í torfunum, er væntanlega leifar stærri gróðurlenda og gæti haft mikilvægt hlutverk sem fræuppspretta fyrir sjálfsáningu staðarbirkis og annarra tegunda á svæðinu ef aðstæður leyfa eða breytast í þá átt t.d. í kjölfar uppgræðsluadgerða. Tekið er undir orð Guðmundar Guðjónssonar o.fl. (2009) sem ræddu að æskilegt væri að sneiða hjá því að raska þessum gróðurlendum eins og kostur er við allar framkvæmdir á svæðinu, við byggingar og önnur mannvirki, og vernda gróðurtorfur fyrir ágangi vatns sé þess kostur.

Æðplöntutegundir á svæðinu finnast langflestar víðast hvar á landinu og eru algengar í sínum búsvæðum. Þær hafa allar lágt verndargildi og engin þeirra er á valista æðplantna.

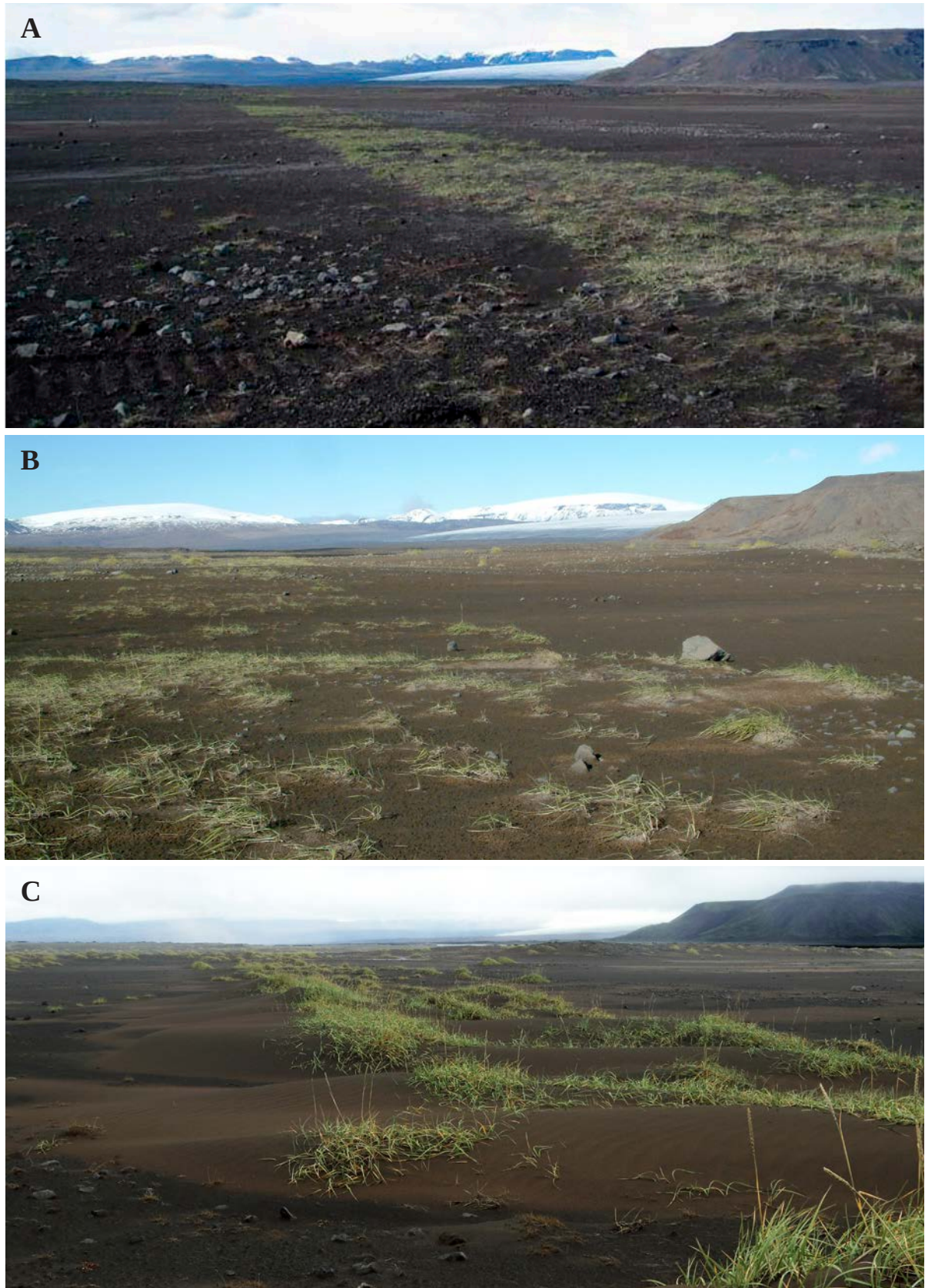
Mosamelavist og auravist eru umfangsmestu sæmilega grónu vistgerðirnar í lónstæðinu og þekja samanlagt 104 ha. Þetta eru vistgerðir sem yfirleitt eru með um 40-45% mosapækju og með mjög þunnan og næringarsnauðan jarðveg með lágt kolefnisinnihald (Sigurður Magnússon o.fl. 2016). Það hafa ekki verið hagstæðar aðstæður til jarðvegsmyndunar og uppsöfnunar lífrænna efna innan lónstæðisins vegna virkra landmótunarferla og almennt erfiðra gróðurfarslegra aðstæðna á hálendu svæði framan jökla. Þar sem gróðurþekja er mikið til mosi og lífrænn jarðvegur þessara vistgerða er svo þunnur mun væntanlega lítil næring bætast í vatnið í formi næringarefna frá gróðri og jarðvegi þegar landið fer undir vatn.

Að framansögðu er það mat höfunda að áhrif Hagavatnsvirkjunar séu nokkuð neikvæð á gróður. Þurrlandi í lónstæði virkjunarinnar er 1817 ha og áhrifasvæðið því mjög stórt, auk framkvæmdasvæða utan lónstæðis. Svæðið er í töluverðri hæð yfir sjávarmáli, eða frá um 300–500 m y.s. Það er vaxið gróðri sem er viðkvæmur fyrir raski, s.s. mosum og hálendisgróðri sem lifir við gróðurfarslega erfiðar aðstæður. Stærstur hluti svæðisins mun ekki ná upphaflegu ástandi að nýju eftir framkvæmdir, þ.e. áhrifin munu vara allan líftíma framkvæmdarinnar. Á móti kemur að svæðið er í heild sinni gróðurlítið. Meirihluti landsins eru vistgerðir með lágt verndargildi, þótt stöku vistgerðir séu með hærra gildi en þær þekja takmarkað svæði. Æðplöntur sem finnast á svæðinu eru algengar um allt land og verndargildi þeirra lágt. Framkvæmdin mun hafa bein áhrif þar sem hún mun eyða gróðri á svæðinu þó takmarkaður sé en það finnast betur grónir blettir hér og þar. Vegna stærðar lónsins safnast sæmilega gróið land, sem fer undir vatn, saman í rúmlega 100 ha. Framkvæmdin kann að hafa einhver óbein áhrif á gróður, s.s. vegna aukinnar umferðar og mögulegra breytinga á áfoki og grunnvatnsstöðu.

5.2.1 Mótvægisáðgerðir

Þegar um er að ræða myndun miðlunarlóna við virkjunarframkvæmdir hefur í mörgum tilvikum verið unnið að mótvægisáðgerðum með uppgræðslu lands í stað þess sem fer undir vatn. Hugmyndir af því tagi, auk hefðbundinnar uppgræðslu með sáningu grasfræs og/eða áburðargjöf, gætu t.d. falið í sér að stöðva rof á jarðvegi austan í Brekknafjöllum og vernda gróðurtorfur sem eftir eru, bæði birkikjarr og lyngmóa og takast jafnvel á við endurheimt slíkra gróðurlenda á svæðinu. Til eru ýmsar upplýsingar um uppgræðsluáðferðir sem notaðar hafa verið, t.d. við virkjunarframkvæmdir á öðrum hálendisvæðum og safnast hefur í reynslubankann hjá ýmsum aðilum gegnum tíðina. Ef um uppgræðslu áfokssvæða er að ræða, eða áðgerðir til að hamla sandflutningi á svæðinu, mætti einnig horfa til reynslu af melgresissáningum á svæðinu norðvestan undir Fagradalsfjalli en þar hefur melgresið safnað töluverðum foksandi og myndað melhóla (30. mynd a–c).

Hálendisgróður lifir við krefjandi aðstæður og erfið lífsskilyrði. Hægt niðurbrot lífrænna efna og hæg jarðvegsmyndun er vegna svalara veðurfars en á láglandi. Gróðurfarslegar aðstæður fela m.a. í sér svalara veðurfar og styttra vaxtartímabil, frostlyftingu og minna næringarefnaframboð. Það er því mikilvægt að hlífa hálendisgróðri eins og hægt er og stuðla að endurheimt hans eftir framkvæmdir, s.s. við byggingar, stíflur, vegkanta, frágang efnistökunáma o.fl. Við framkvæmdir er æskilegt að halda sem mest upp á gróðurtorfur og lífrænan jarðveg ef slíku landi þarf að raska og leggja aftur í vegkanta og rask í kringum byggingar og framkvæmdasvæði. Efníð, þ.e. gróðurtorfur, jarðvegur og mosi, sem hirða má úr mosaríku landi fyrir framkvæmdir, eru verðmætur efniviður með staðargróðri sem hægt er að nota við frágang eftir framkvæmdir þar sem aðstæður bjóða upp á slíkt (Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 2011, Magnea Magnússdóttir 2013, Ása L. Aradóttir og Steinunn Garðarsdóttir 2019, Námur.is 2017).



30. mynd. Árangur melsáninga sunnan Læmisins við Fagradalsfjall (1995). a) 2005: 10 ár liðin frá sáningu (Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005). Ljós. Arna Björk Þorsteinsdóttir, 2005. b) 2007: 12 ár liðin frá sáningu (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009). Ljós. Kristbjörn Egilsson, 21. september 2007. c) 2019: 24 ár liðin frá sáningum árið 2019. Ljós. Olga Kolbrún Vilmundardóttir, 27. ágúst 2019. Melurinn safnar í sig foksandi sem berst frá gamla vatnsbotni Hagavatns og safnast einkum sunnan megin melhólanna. Í baksýn er Hagafell hægra megin ásamt Vestari-Hagafellsjökli.

5.3 Fuglar

Fuglalífíð á athugunarsvæðinu er almennt mjög rýrt og er fugla helst að finna við jaðar fyrirhugaðs lónstæðis. Það eru líklega helst varpsvæði sandlóa sem munu fara undir vatn en gera má ráð fyrir að nokkur óðul séu að finna í kringum vatnið. Aftur á móti geta þær mögulega með tímanum nýtt strandlengju hins nýja lóns. Sökum fuglafæðar telst framkvæmdin ekki hafa mikil áhrif á varpfugla á svæðinu. Framkvæmdin er enn fremur ekki líkleg til að hafa veruleg áhrif á þær válistategundir sem kunna að verpa í nálægum fjöllum og hlíðum, þ.e. rjúpu, sendling, snjótittling og hrafn.

Miðað við ummerki sunnan Hagavatns þá virðist nokkur fjöldi gæsa sækja í rekjuvistina þar á fartíma. Þau svæði munu að miklu leyti fara undir vatn og óvíst er hvaða afleiðingar það mun hafa á hæfi svæðisins fyrir gæsir.

Á heildina eru áhrif framkvæmdarinnar metin lítil til nokkuð neikvæð á fuglalíf og vegur þar mest að innan fyrirhugaðs lónstæðis virðist vera viðkomustaður fyrir gæsir. Auk þess fundust tegundir sem eru á válista þó að fjöldinn hafi verið lágur. Tekið skal fram að hér er þó ekki lagt mat á möguleg áhrif sem breytt grunnvatnsflæði gæti haft í för með sér á fuglalíf á nærliggjandi svæðum, s.s. við Sandvatn.

5.4 Grunnvatnsaðstæður og lónsborðssveiflur

Í ljósi eldri rannsókna og athugana benda grunnvatnsaðstæður og vatnabúskapur almennt á svæðinu til að uppistöðulón sunnan Hagafellsjökla geti haft veruleg áhrif á þessa þætti á stóru svæði suður af Langjökli. Saga Hagavatns, áhrif breytinga þess á vatnabúskap og umhverfisaðstæður almennt á svæðinu lýsa í raun mikilli óvissu um afleiðingar þess að raska núverandi stöðu Hagavatns. Höfundum er ekki kunnugt um ítarlegar rannsóknir á þessum þáttum, en full þörf hlýtur að vera á betri vitneskju um áhrif umfangsmikils uppstöðulóns á grunnvatnsaðstæður og vatnafar almennt sunnan Langjökuls og austan Brekknafjalla.

Óvíst er hvernig lek berglög munu hafa áhrif á grunnvatnsborð og bakvatnsáhrif komi til stækkunar Hagavatns. Það á einkum við sunnanvert lónið þar sem það liggur á Lambahrauni. Eins er óvíst hvort og þá hve langan tíma það tekur lónbotn að þéttast vegna setsöfnunar. Mikil lekt Lambahrauns og óvissa um hvort og hve lengi það yrði að þéttast skapar enn fremur óvissu um hvenær að sumri lónið fyllist að jafnaði fyrstu árin og jafnvel áratugina. Til að blotnun næst lóni geti haft jákvæð áhrif á áfok og gróður þurfa miðlunarlón að fyllast snemma að sumri og skarast verulega við vaxtartíma plantna. Miðað við reynslu frá Blöndulóni, mun hætta á uppfoki vera fyrir hendi við Hagavatn snemmsumars eða frá lokum maímánaðar fram í júlí.

Samkvæmt áætlun Mannvits (2019) mun vatnsmiðlun yfir veturinn þegar innrennsli er lítið valda því að um 6 km² lands (600 ha) verða á þurru að vori og fram eftir sumri. Allar líkur eru á að svæðið verði mikið til þakið fínkorna, lausu lónaseti, sem er óvarið fyrir vindrofi eins og dæmin frá Blöndulóni og Háslóni hafa sýnt fram á. Flatarmál þess svæðis er svipað að flatarmáli og kortlagt fínkorna lónaset í gömlu lónbotnum Sandvatns hins forna og Hagavatns, sem í dag er að líkindum mikil fokuppspretta (6. mynd), en aðeins hluti lónbotns gamla Sandvatns er innan fyrirhugaðs miðlunarlóns (29. mynd). Af því má álykta að með tilkomu miðlunarlóns verði til ný uppspretta fokefna sem er af sambærilegri stærð og svæðið með fínkorna lónasetinu. Í þessu samhengi virðist ávinningur af tilkomu miðlunarlónsins því geta verið minni en áætlað er.

5.4.1 Silungur

Þar sem ekki hefur farið fram rannsókn á lífríki Hagavatns er erfitt að segja til um þær aðstæður sem gætu skapast í uppistöðulóni og hvaða áhrif það hefði á lífvænleika silungs í lóninu sem og neðar í vatnakerfinu. Þær sveiflur sem eiga sér stað á vatnsborði og jökulaur standa fiskum líklegast fyrir þrífum við núverandi aðstæður. Þegar gróður fer undir vatn við myndun uppistöðulóns eykst magn næringarefna tímabundið sem getur skapað betri aðstæður fyrir fiska til styttri tíma lítið en þar sem gróður og lífrænn jarðvegur er lítill í lónstæði er líklegast að það komi til með að hafa lítil áhrif.

6 SAMANTEKT OG ÁBENDINGAR

Niðurstöður og ályktanir skýrslunnar byggja bæði á vettvangsathugunum, túlkun gervitunglamynda og loftmynda og niðurstöðum annarra rannsókna frá Hagavatni, nágrenni þess og öðrum sambærilegum svæðum. Niðurstöður benda til þess að framkvæmdin spilli að miklu leyti heildarmynd jarðfræði svæðisins og rýri verulega vísindalegt gildi þess en verðmæti heildarmyndarinnar byggjast á samspili ólíkra þátta myndunar og mótunar lands sem enn eru í fullum gangi og nær óspilt á svæðinu. Fyrst og fremst er um að ræða jarðmyndanir og jarðsögulega heild mótuð af samspili eldvirkni og jökla við endurtekin jökulskeið og hlýskeið. Sérstaða er talin talsverð eða mikil á heimsvísu og líklega óvíða eða hvergi jafn gott aðgengi að slíku svæði. Landmótun Hagafellsjökla á nútíma er metin með mjög hátt verndargildi. Fyrirhuguð virkjun myndi eyða stórum hluta landmótunarsvæðisins framan jöklanna (29. mynd), þar á meðal eru landform eins og malarásar, jökulkembur, jökulöldur, umfangsmiklir sandar og að auki jökulgarðar og jarðlagasnið sem eru lykilþættir fyrir jarðsögu svæðisins á nútíma. Með því að rjúfa þessa heildarásýnd landmótunar og jarðsögu svæðisins á nútíma yrði vísindalegt gildi svæðisins um leið skert verulega.

Niðurstöður benda til þess að áhrif Hagavatnsvirkjunar séu nokkuð neikvæð á gróður en umfang framkvæmdarinnar er þess eðlis að hún leiðir til umtalsverðra breytinga á grunnástandi svæðisins hvað landvistgerðir varðar. Þurrlandi í lónstæði virkjunarinnar er 1817 ha og áhrifasvæðið því mjög stórt, auk framkvæmdasvæða utan lónstæðis. Stærstur hluti svæðisins mun ekki ná upphaflegu ástandi að nýju eftir framkvæmdir, og áhrifin munu því vara allan líftíma framkvæmdarinnar. Á móti kemur að landið í lónstæði og umhverfi Hagavatns er að stærstum hluta lítið gróið en vegna stærðar lónsins safnast sæmilega gróið land, sem fer undir vatn, saman í rúmlega 100 ha. Svæðið er í töluverðri hæð yfir sjávarmáli, eða 300–500 m y.s. Það er vaxið gróðri sem er viðkvæmur fyrir raski, s.s. mosum og hálendisgróðri sem lifir við gróðurfarslega erfiðar aðstæður. Umhverfið er vindasamt og ríkt af fínkorna, lausum setefnum en þessar aðstæður hamla sjálfgræðslu lands. Verndargildi vistgerða og plöntutegunda er yfirleitt fremur lágt en einna hæst er það hjá vistgerðum sem finnast í gróðurtorfum í austanverðum Brekknafjöllum. Þá eru áhrif framkvæmdarinnar metin nokkuð neikvæð á fuglalíf. Líklega munu breytingar á áfoki hafa sitt að segja um áhrif virkjunarinnar. Það fer eftir því um hversu mikið áfok er að ræða úr lónbotnum fornu jökullónanna, þar sem lónstæði Hagavatnsvirkjunar er nú, og hvernig áfoki verður háttáð þegar lágt er í lóninu vegna vatnsmiðlunar.

Að lokum er þarft að benda á eftirfarandi óvissuþætti um umhverfisáhrif lónsins:

- Fyrirhugað lónstæði liggur að hluta á leku nútímahrauni. Í ljósi sögulegrar samantektar má áætla að við þær aðstæður aukist grunnvatnsflæði á stóru svæði sunnan Hagafellsjökla og hafi talsverð eða mikil áhrif á grunnvatnsborð, mýrar, tjarnir og rennsli í ám, t.d. Brúará og Grjótá á Haukadalsheiði, en jafnframt má búast við minna afrennsli frá Hagavatni á yfirborði. Þetta getur dregið úr rennsli Farsins til Sandvatns og mögulega aukið á uppfok úr vatnsbotninum lækki í Sandvatni og farvegi Farsins.
- Hagavatn, og líklegast grunnvatnsborð einnig, hefur verið í náttúrulegu jafnvægi síðan 1939. Mikil uppbygging mannvirkja hefur átt sér stað á Suðurlandi og við hálendisbrúnina á því tímabili. Ekki er gerð nokkur tilraun í skýrslunni til að áætla nákvæmlega mögulegar grunnvatnsbreytingar né meta möguleg áhrif þeirra á mannvirki og innviði. Höfundar telja þarft að rannsaka nánar möguleg áhrif uppistöðulóns á grunnvatnsrennsli og vatnabúskap almennt á stóru svæði sunnan Hagafellsjökla.
- Án sérstakra aðgerða, og þá líklega umfangsmikilla aðgerða, verður að taka tillit til sögunnar og gera ráð fyrir að talsverður hluti affallsvatns frá uppistöðulóninu fari sem grunnvatn um lek hraunlögin á botni þess. Frekari könnun á áhrifum þessara þátta, t.d. á vatnsmiðlun og fyllingartíma lónsins hlýtur að vera mjög æskileg.
- Framhlaupsjökla og áhrif framhlaupa á vatnsmiðlun/mannvirki er ekki útilokuð en talin ólíkleg miðað við spár um hlýnandi loftslag og frekari hörfun jökla.
- Eigi bakvatnsáhrif miðlunarlónsins að gagnast gróðri þyrfti það að fyllast snemmsumars þannig að það skarist að verulegu leyti við vaxtartíma plantna. Ekki liggur fyrir hvenær hæstu lónstöðu verður náð að sumri og óvíst hvaða áhrif lekur berggrunnur hefur á fyllingartíma lónsins. Þá getur lekur berggrunnur við suðurströnd fyrirhugaðs miðlunarlóns dregið úr mögulegum bakvatnsáhrifum upp frá strönd þess. Því er margt óljóst um umfang og eðli bakvatnsáhrifa á umhverfi miðlunarlónsins.
- Lækkað lónborð vegna vatnsmiðlunar yfir vetrartímann mun valda því að um 6 km² lands, líklega þakið lónaseti, verði á þurru að vori og fram eftir sumri. Umtalsverðar líkur eru á áfoki úr þurrum lónbotninum snemmsumars eins og reynslan frá öðrum miðlunarlónum á hálendinu hefur sýnt. Niðurstöður úttektarinnar benda til að með tilkomu miðlunarlónsins verði til nýjar uppsprettur fokefna, líklega svipaðar að umfangi og þær sem þegar finnast innan lónstæðisins.
- Í skýrslunni er ekki gerð tilraun til þess að meta möguleg áhrif sem breytt grunnvatnsflæði gæti haft í för með sér á fuglalíf á nærliggjandi svæðum, til að mynda við Sandvatn.
- Ósennilegt er að fiskur þrífist við þann framburð sem kemur í Hagavatn núna nema þá tímabundið. Þörf er á frekari rannsóknum á áhrifum Hagavatnsvirkjunar á möguleika þess að bleikja eða urriði fái þrífist á svæðinu þar sem lífríki Hagavatns, Farsins og Sandvatns er að mestu óþekkt.

7 ÞAKKARORÐ

Oddur Sigurðsson hlýtur þakkir fyrir afnot af ljósmyndum, Magnús Jóhannsson fyrir yfirllestur á kafla um vatnalíf – silungur, Borgþór Magnússon fyrir yfirllestur á köflum um bakvatnsáhrif og sandfok úr fjörum og Halldór G. Pétursson fyrir yfirllestur á köflum um jarðfræði og grunnvatnsaðstæður.

8 HEIMILDIR

Army Map Service 1948. *Kálfstindur*, kortablað 5620 II, 1:50000. Washington, D.C. : Army Map Service.

Árni Magnússon og Páll Vídalín 1918–1921. *Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns*. 2. bindi. Kaupmannahöfn, Danmörku: Hið íslenska fræðafélag. (Frumútgáfa 1712) <http://jardabok.com/client/pdf/%C3%81rness%C3%BDsla.pdf> [skoðað 29.5.2020]

Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 2011. *Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendissvæðum*. Rit Lbhí nr. 29. Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands. <http://hdl.handle.net/10802/6864> [skoðað 12.6.2020]

Ása L. Aradóttir og Steinunn Garðarsdóttir 2019. *Vegvist: vistvænar lausnir við frágang á vegsvæðum*. Verkefni stutt af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar. Skýrsla vegna styrks 2018. Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands. [https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/vistvaenar_launsir_fragangur_vegsv_skyrsla/\\$file/Vistv%C3%A6nar%20lausnir%20vi%C3%B0%20fr%C3%A1gang%20%C3%A1%20vegsv%C3%A6%20um.pdf](https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/vistvaenar_launsir_fragangur_vegsv_skyrsla/$file/Vistv%C3%A6nar%20lausnir%20vi%C3%B0%20fr%C3%A1gang%20%C3%A1%20vegsv%C3%A6%20um.pdf) [skoðað 21.02.2020]

Ásrún Elmarsdóttir og Borgþór Magnússon 1997. *Gróðurbreytingar við Blöndulón: áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1995–1997*. Fjölrit RALA nr. 191. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Benn, D.I. og D.J.A. Evans 2010. *Glaciers and glaciation*. London: Hodder Education.

Bennett, M.R., D. Huddart og T. McCormick 2000. An integrated approach to the study of glaciolacustrine landforms and sediments: a case study from Hagavatn, Iceland. *Quaternary Science Reviews* 19: 633–665. DOI: 10.1016/S0277-3791(99)00013-X

Bennett, M.R., D. Huddart, R.I. Waller, N.G. Midgley, S. Gonzalez og A. Tomio 2004. Styles of ice-marginal deformation at Hagafellsjökull-Eystri, Iceland during the 1998/99 winter-spring surge. *Boreas* 33: 97–107. DOI: 10.1111/j.1502-3885.2004.tb01132.x

Björn Gunnlaugsson 1844. *Íslandskort: uppdráttur Íslands*. Reykjavík: Hið íslenska bókmenntafélag.

Björnsson, H. og F. Pálsson 2008. Icelandic glaciers. *Jökull* 58: 365–386. http://earthice.hi.is/sites/jardvis.hi.is/files/Pdf_skjol/Jokull58_pdf/jokull58-bjornssonpalsson.pdf [skoðað 20.5.2020]

Björnsson, H., F. Pálsson, O. Sigurðsson og G.E. Flowers 2003. Surges of glaciers in Iceland. *Annals of Glaciology* 36: 82–90. DOI: 10.3189/172756403781816365

Borgþór Magnússon 2003. *Grunnvatn, gróður og strandmyndun við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1998–2002*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, RALA024/UM-015. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2003/044. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

- Borgþór Magnússon og Ásrún Elmarsdóttir 1999. *Frá Blöndulóni að Norðlingaöldu: breytingar á jarðvatnsstöðu og gróðri við miðlunarlón*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 010/UM-004. Unnið fyrir Landsvirkjun.
- Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2017. *Vöktun á gróðri og strönd við Blöndulón: áfangaskýrsla 2016*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-17001. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017/042. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2017/NI-17001.pdf> [skoðað 12.6.2020]
- Borgþór Magnússon, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Victor Helgason 2009. *Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd við Blöndulón*. Lokaskýrsla 1993–2009. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09017. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2009/120. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2009/NI-09017.pdf> [skoðað 12.6.2020]
- Brynjólfsson, S., Ó. Ingólfsson og A. Schomacker 2012. Surge fingerprinting of cirque glaciers at Tröllaskagi peninsula, north Iceland. *Jökull* 62: 151–166.
- Brynjólfsson, S., A. Schomacker og Ó. Ingólfsson, 2014. Geomorphology and the Little Ice Age extent of the Drangajökull ice cap, NW Iceland, with focus on its three surge-type outlets. *Geomorphology* 213, 292–304
- Brynjólfsson, S., A. Schomacker, E.R. Guðmundsdóttir og Ó. Ingólfsson 2015. A 300 year surge history of the Drangajökull ice cap, northwest Iceland, and its maximum during the Little Ice Age. *Holocene* 25(7): 1076–1092. DOI: 10.1177/0959683615576232
- Council of Europe 2019. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats: Resolution No. 4 (1996) listing endangered natural habitats requiring specific conservation measures*. rm.coe.int/16807469e7 [skoðað 12.12.2019]
- Davíð Egilsson 2016. *Greining á grunnvatnsmælingum á Þjórsár- og Tungnaárvæði 2015*. Veðurstofa Íslands, VÍ-2016-002. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2016-038. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. https://www.vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2016/VI_2016-002.pdf [skoðað 12.6.2020]
- Earle, S. 2019. *Physical Geology*. 2nd Edition. Victoria, Bresku Kólumbíu, Kanada: BCcampus. <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed> [skoðað 12.6.2020]
- Eason, D. og J. Sinton 2009. Lava shields and fissure eruptions of the Western Volcanic Zone, Iceland: Evidence for magma chambers and crustal interaction. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 186(3): 331–348. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2009.06.009

- Elín Fjóla Þórarinsdóttir og Arna Björk Þorsteinsdóttir 2005. *Kortlagning sandfoks sunnan Langjökuls*. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins.
- Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Guðrún Schmidt, Þorsteinn Kristinsson og Ágústa Helgadóttir 2019. *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Háslóns. Áfangaskýrsla 2019*. Landgræðslan, Lr-2019/09. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2019-064. <http://gogn.lv.is/files/2019/2019-064.pdf> [skoðað 13.6.2020]
- Erla Björk Þorgeirsdóttir og Kristinn Einarsson 2013. *Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. Áfanga rammaáætlunar Kaffi 6.37 R3139A: Hagavatnsvirkjun*. OS-2013/01. Reykjavík: Orkustofnun. <https://orkustofnun.is/gogn/Rammaaetlun/2015-01-20/Kaffi-6-37-R3139A-Hagavatnsvirkjun.pdf> [skoðað 29.5.2020]
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2016. *Weathering and riverine fluxes in pristine and controlled river catchments in Iceland*. Doktorsritgerð við jarðvísindadeild Háskóla Íslands. <https://skemman.is/bitstream/1946/23831/1/Eyd%20Salome%20Eir%20adksd%20b3ttir.final.prenta%20b0.loka%20batg%20a1fa.pdf> [skoðað 29.11.2019]
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Gerður Stefánsdóttir og Sunna Björk Ragnarsdóttir 2019. *Endurskoðun á gerðargreiningu staum- og stöðuvatnshlota*. Veðurstofa Íslands, VÍ-2019-002, Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-19003, Hafrannsóknastofnun, HV-2019-28. Unnið fyrir Umhverfisstofnun. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2019/NI-19003.pdf> [skoðað 12.6.2020]
- Eypórsson, J. 1935. On the variations of glaciers in Iceland, some studies made in 1931. *Geografiska Annaler* 1–2: 121–137.
- Eypórsson, J. 1963. Variations of Icelandic glaciers 1930–1960. *Jökull* 23: 31–33.
- Friðrik G. Olgeirsson 2007. *Sáðmenn sandanna: saga landgræðslu á Íslandi 1907–2007*. Hella: Landgræðsla ríkisins.
- Gedetisk Institut 1944. *Hlöðufell*, kortablað 46, 1:100000. Kaupmannahöfn: Gedetisk Institut.
- Geirsdóttir, Á., G.H. Miller, D.J. Larsen og S. Ólafsdóttir 2013. Abrupt Holocene climate transitions in the northern North Atlantic region recorded by synchronized lacustrine records in Iceland. *Quaternary Science Reviews* 70: 48–62. DOI: 10.1016/j.quascirev.2013.03.010
- Gísladóttir, F.O., O. Arnalds og G. Gísladóttir 2005. The effect of landscape and retreating glaciers on wind erosion in south Iceland. *Land degradation and development* 16: 177–187. DOI: 10.1002/ldr.645
- Gísli Sigurðsson 1998. *Fjallajarðir og Framafréttir Biskupstunga*. Árbók Ferðafélags Íslands 1998. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.
- Green, R. 1952. Sedimentary sequence in the Hagavatn basin. *Jökull* 2: 10–16. <https://jokulljournal.is/pdfs/1952.pdf> [skoðað 20.5.2020]

- Greipsson, S. 2012. Catastrophic soil erosion in Iceland: impact of long-term climate change, compounded natural disturbances and human driven land-use changes. *Catena* 98: 41–54.
- Guðmundur Guðjónsson og Eva Þorvaldsdóttir 1998. *Gróðurfar og gróðurkort af nágrenni Hagavatns. Könnun vegna fyrirhugaðrar stækkunar vatnsins*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-98001. Unnið fyrir Landgræðslu ríkisins. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/1998/NI-98001.pdf> [skoðað 20.5.2020]
- Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn H. Skarphéðinsson 2009. *Gróður og fuglar við Hagavatn*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09010. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2009/NI-09010.pdf> [skoðað 20.5.2020]
- Guðni Guðbergsson og Eydís Heiða Njarðardóttir 2010. *Fiskstofnar á vötnum á Auðkúluheiði. Samanburður á ástandi innan og utan veituleiðar Blönduvirkjunar*. Veiðimálastofnun, VMST/10046. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/126. <http://gogn.lv.is/files/2010/2010-126.pdf> [skoðað 29.11.2019]
- Guðrún Óskarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2018. *Gróðurbreytingar 2006–2017 við Lagarfljót og Jökulsá á Dal á Úthéraði, áhrif Kárahnjúkavirkjunar*. Náttúrustofa Austurlands, NA-180183. Unnið fyrir Landsvirkjun. https://www.na.is/images/stories/utgefid/2017-2018/NA-180183_Grodurbreytingar_a_Utheradi.pdf [skoðað 12.6.2020]
- Hart, J.K. 1995. Recent drumlins, flutes and lineations at Vestari-Hagafellsjökull, Iceland. *Journal of Glaciology* 41(139): 596–605. DOI: 10.3189/S0022143000034912
- Hákon Aðalsteinsson 1978. *Umhverfisrannsóknir við Lagarfljót VI: gegnsæi og framleiðni í Leginum*. Reykjavík: Orkustofnun. <https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/1978/Umhverfisrannsaknir-vid-Lagarfljot-VI-gegnsaei-og-framleidni-i-Leginum.pdf> [skoðað 29.11.2019]
- Hilmar J. Malmquist 2009. *Verðmætatamat, fiskur og smádyr*. Erindi flutt á 17. fundi faghóps 1 í 2. áfanga Rammaáætlunar, 22. október 2009. <http://www.ramma.is/media/verdmatamat/Eink-og-rok-fiskar-vatnsafl-29des.pdf> [skoðað 29.11.2019]
- Hörður Kristinnsson, Eva G. Þorvaldsdóttir og Björgvin Steindórsson 2007. *Vöktun válistaplantna 2002–2006*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 50. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_50.pdf [skoðað 20.5.2020]
- Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1982. *Blönduvirkjun: jarðgrunnur á lónstæði og mat á áhrifum lónsins á jarðvegseyðingu*. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, OS82005/VOD02. Reykjavík: Orkustofnun. <https://rafhladan.is/handle/10802/21201> [skoðað 12.6.2020]
- Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 1991. Jarðfræði Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiðar. Í Ingvi Þorsteinsson, ritstj. *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981–1989*. Fjölrit RALA nr. 151, bls. 13–16. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Ingi R. Jónsson og Friðþjófur Árnason 2011. *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts, Jökulsár á Dal, Fögruhlíðarár og Gilsár 2010*. Veiðimálastofnun, VMST/11019. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2011/044. https://rafhladan.is/bitstream/handle/10802/8229/Skra_0047659.pdf?sequence=1 [skoðað 29.11.2019]
- Ingólfsson, Ó., A. Schomacker, Í.Ö. Benediktsson, K.H. Kjær, S. Brynjólfsson, S.A. Jónsson, N.J. Korsgaard og M. Johnson 2015. Glacial geological studies of surge-type glaciers in Iceland: research status and future challenges. *Earth Science Reviews* 152: 37–69. DOI: 10.1016/j.earscirev.2015.11.008

- Jarðabókin: sögulegur landfræðigrunnur um íslenska landnotkun.* <http://jardabok.com/client/pdf/Arnessysla.pdf> [skoðað 15.12.2019]
- Jón Gunnar Ottósson og Sigurður H. Magnússon 2016. Inngangur. Í Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. *Vistgerðir á Íslandi*, bls. 8–16. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_54.pdf [skoðað 22.10.2019]
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_54.pdf [skoðað 22.10.2019]
- Jónsson, S.A., A. Schomacker, Í. Benediktsson, Ó. Ingólfsson og M.D. Johnson 2014. The drumlin field and the geomorphology of the Múlajökull surge-type glacier, central Iceland. *Geomorphology* 207: 213–220.
- Jökларанnsóknafélag Íslands. *Sporðaköst*. <http://spordakost.jorfi.is> [skoðað 8.6.2020]
- Kjær, K.H., N.J. Korsgard og A. Schomacker 2008. Impact of multiple glacier surges: a geomorphological map from Brúarjökull, East Iceland. *Journal of Maps*: 5–20. DOI: 10.4113/jom.2008.91
- Larsen, D., Á. Geirsdóttir og G.H. Miller 2015. Precise chronology of Little Ice Age expansion and repetitive surges of Langjökull, central Iceland. *Geology* 43(2): 167–170. DOI: 10.1130/G36185.1
- Larsen, D., G.H. Miller, Á. Geirsdóttir og T. Thordarson 2011. A 3000-year varved record of glacier activity and climate change from the proglacial lake Hvítárvatn, Iceland. *Quaternary Science Reviews* 30: 2715–2731. DOI: 10.1016/j.quascirev.2011.05.026
- Larsen, D., G.H. Miller, Á. Geirsdóttir og S. Ólafsdóttir 2012. Non-linear Holocene climate evolution in the North Atlantic: a high-resolution, multi-proxy record of glacier activity and environmental change from Hvítárvatn central Iceland. *Quaternary Science Reviews* 39: 14–25. DOI: 10.1016/j.quascirev.2012.02.006
- Landsvirkjun 2019a. *Aflstöðvar: Blöndustöð*. <https://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/aflstodvar/blondustod> [skoðað 12.6.2020]
- Landsvirkjun 2019b. *Aflstöðvar: Sigöldustöð*. <https://www.landsvirkjun.is/Fyrirtaekid/Aflstodvar/Sigoldustod/> [skoðað 12.6.2020]
- Landsvirkjun 2019c. *Aflstöðvar: Hrauneyjafossstöð*. <https://www.landsvirkjun.is/Fyrirtaekid/Aflstodvar/Hrauneyjafossstod> [skoðað 12.6.2020]
- Lög um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000. <https://www.althingi.is/lagas/nuna/2000106.html> [skoðað 15.12.2019]
- Lög um náttúruvernd nr. 60/2013. <https://www.althingi.is/lagas/nuna/2013060.html> [skoðað 12.12.2019]
- Magnea Magnúsdóttir 2013. *Mosapembur. Áhrifrask og leiðir til endurheimtar*. MS-ritgerð við Landbúnaðarháskóla Íslands, Reykjavík. <http://hdl.handle.net/1946/16758> [skoðað 12.6.2020]
- Magnús Jóhannsson 1987. *Fiskrannsóknir í Hvítárvatni*. Veiðimálastofnun, VMST-S/87001. Reykjavík: Veiðimálastofnun. https://www.hafogvatn.is/static/research/files/vmsts_87001_fiskrannsoknir_hvitarvatni.pdf [skoðað 29.11.2019]
- Mannvit 2019. *Hagavatnsvirkjun: allt að 9,9 MW vatnsaflsvirkjun í Bláskógabyggð*. Mat á umhverfisáhrifum. Tillaga að matsáætlun. Reykjavík: Mannvit.

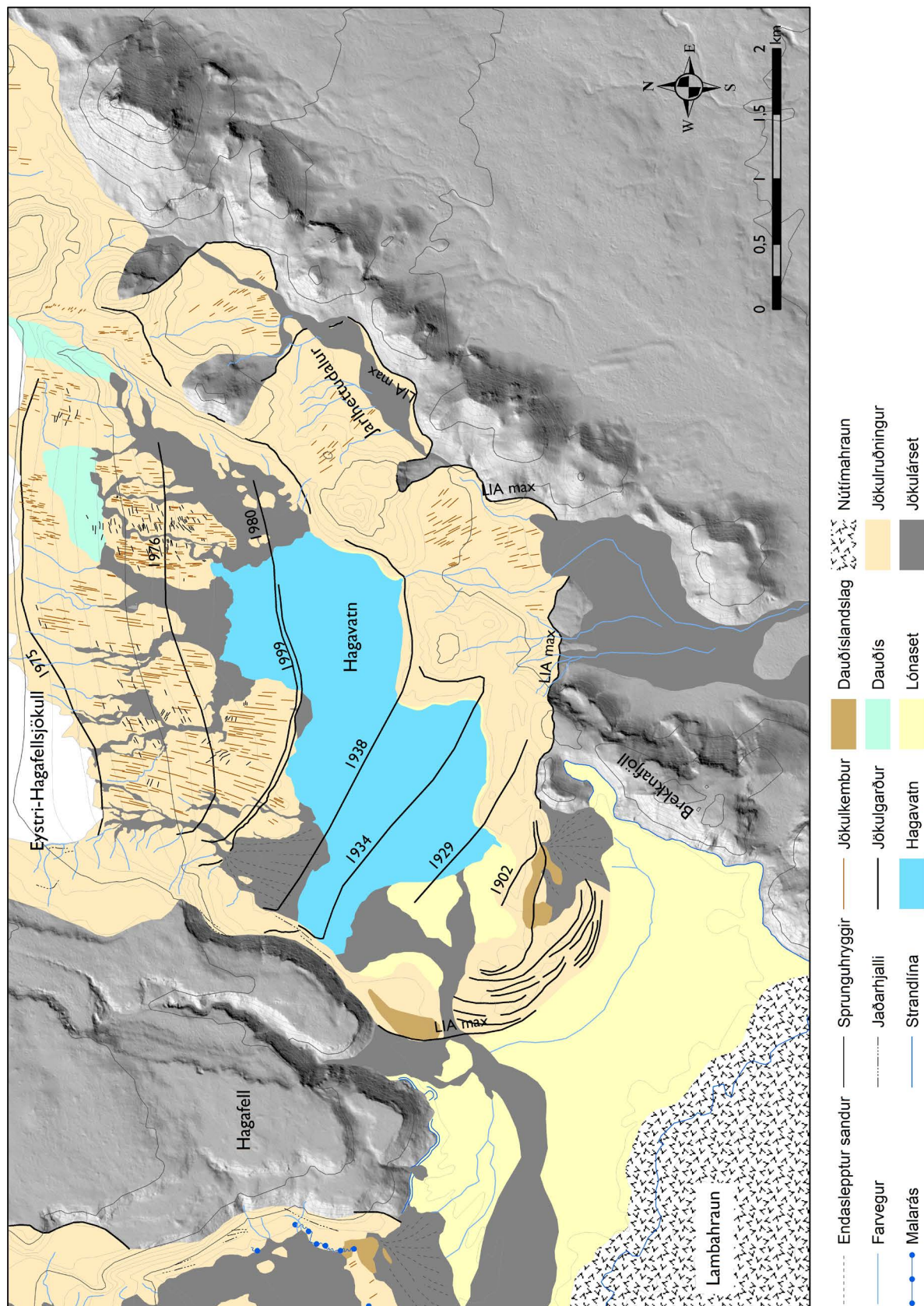
- Mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 63/1993 vegna stækkunar Hagavatns: niðurstöður frumathugunar og úrskurður Skipulagsstjóra ríkisins. Mat 86, 25. júlí 1996. <https://www.skipulag.is/media/attachments/Umhverfismat/55/MAT86.PDF> [skoðað 12.6.2020]
- Namur.is 2017. *Efnisvinnsla & frágangur: uppgræðsla og vistheimt*. <http://www.namur.is/efnisvinnsla-og-fragangur/uppgraedsla> [skoðað 1.3.2020]
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2018a. *Vistgerðakort af Íslandi*. 2. útgáfa. Mælikvarði 1:25 000. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2018b. *Válisti æðplantna*. <https://www.ni.is/midlun/utgafa/valistar/plontur/valisti-aedplantna> [skoðað 22.10.2019]
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2019a. *Jarðfræði Íslands: kortasjá NÍ*. Vesturgosbeltið – berggrunnskort. <https://jardfraedikort.ni.is> [skoðað 10.3.2020]
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2019b. *Sérstök vernd náttúruvafyrirbæra: kortasjá NÍ*. Eldhraun á nútíma. <https://serstokvernd.ni.is> [skoðað 20.5.2020]
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Guðrún Gísladóttir og Sigurður H. Magnússon 2009. Áhrif sandfoks á mólendis-gróður við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn* 78(3–4): 125–137.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Þröstur Þorsteinsson, Borgþór Magnússon og Guðrún Gísladóttir 2011. Landbrot og mótun strandar við Blöndulón. *Náttúrufræðingurinn* 81(1): 17–30.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Ásrún Elmarsdóttir, Borgþór Magnússon, Guðmundur Guðmundsson, Ingvar Atli Sigurðsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Kristján Jónasson, Lovísa Ásbjörnsdóttir, Marianne Jensdóttir Fjeld, Sigmar Metúsalemsson, Starri Heiðmarsson, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Trausti Baldursson 2019. *Framkvæmdaáætlun náttúruvafyrirbæra 2018: svæðaval og ávinningur verndar*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-19008. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2019/NI-19008.pdf> [skoðað 29.5.2020]
- Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson 2009. Íslenskt jarðvegskort. *Náttúrufræðingurinn* 78(3–4): 107–121.
- Porter, C., P. Morin, I. Howat, M.J. Noh, B. Bates, K. Peterman, S. Keeseey, M. Schlenk, J. Gardiner, K. Tomko og M. Willis 2018. *ArcticDEM. Harvard Dataverse, 1*. <https://dataverse.harvard.edu/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.7910/DVN/OHHUKH> [skoðað 29.5.2020]
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Benóný Jónsson, Jónína Herdís Ólafsdóttir 2017. *Vatnalífsrannsóknir í Sultartangalóni árið 2016*. Hafrannsóknastofnun, HV 2017-023. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2017-089. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun. <https://www.hafogvatn.is/static/research/files/hv2017-023.pdf> [skoðað 2.12.2019]
- Schomacker, A., Í.Ö. Benediktsson og Ó. Ingólfsson 2014. The Eyjabakkajökull glacial landsystem, Iceland: geomorphic impact of multiple surges. *Geomorphology* 218: 98–107. DOI: 10.1016/j.geomorph.2013.07.005
- Sharp, M. 1988. Surging glaciers: geomorphic effects. *Progress in physical geography* 12: 533–559.
- Sigbjarnarson, G. 1967. The changing level of Hagavatn and glacial resession in this century. *Jökull* 17: 263–279.
- Sigbjarnarson, G. 1976. Hagafellsjökull eystri hlaupinn. *Jökull* 26: 94–96.

- Sigurðsson, O. 1998. Glacier variations in Iceland 1930–1995. *Jökull* 45: 3–25. <http://www.jokulljournal.is/40-49/J45p3-25.pdf> [skoðað 20.5.2020]
- Sigurðsson, O. og T. Jónsson 1995. Relation of glacier variations to climatic changes in Iceland. *Annals of Glaciology* 21: 263–271.
- Sigurður Kristinn Guðjohnsen og Borgþór Magnússon 2019. *Útbreiðsla og flatarmál lúpínubreiða á Íslandi 2017*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-19001. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2019/NI-19001.pdf> [skoðað 29.5.2020]
- Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008. *Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–2004*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-08002. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/2008/NI-08002.pdf> [skoðað 12.6.2020]
- Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson 1998. *Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–1994*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-98019. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. <http://utgafa.ni.is/skyrslur/1998/NI-98019.pdf> [skoðað 12.6.2020]
- Sigurður H. Magnússon, Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir, Sigmar Metúsalemsson og Hans H. Hansen 2016. Vistgerðir á landi. Í: Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54, bls. 17–169. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Sinton, J., K. Grönvold og K. Sæmundsson 2005. Postglacial eruptive history of the Western Volcanic Zone, Iceland. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 6(12): 1–34. DOI: 10.1029/2005GC001021
- Striberger, J., S. Björk, Í.Ö. Benediktsson, I. Snowball, C. Uvo, Ó. Ingólfsson og K.H. Kjær 2011. Climatic control of the surge periodicity of an Icelandic outlet glacier. *Journal of Quaternary Research* 26: 561–565. DOI: 10.1002/jqs.1527
- Sveinn Runólfsson 1998. Landgræðsluáveitur. Í Andrés Arnalds, ritstj. *Græðum Ísland*, bls. 187–192. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins. <https://land.is/wp-content/uploads/2018/01/20.-Landgr%C3%A6%C3%B0slu%C3%A1veitur-Sveinn-Run%C3%B3lfsson.pdf> [skoðað 29.5.2020]
- Theódórsson, T. 1980. Hagafellsjökklar taka á rás. *Jökull* 30: 75–77.
- Vilmundardóttir, O.K., B. Magnússon, G. Gísladóttir og T. Thorsteinsson 2010. Shoreline erosion and aeolian deposition along a recently formed hydro-electric reservoir, Blöndulón, Iceland. *Geomorphology* 114(4): 542–555.
- Vogt, H. 1978. An ecological and environmental survey of the humic man-made lakes in Finland. *Aqua Fennica* 8: 12–24.
- Wasowicz, P. 2020. *Annotated checklist of vascular plants of Iceland*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 57. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_57.pdf [skoðað 18.6.2020]
- Wright, G. 1935. The Hagavatn gorge. *The Geographical Journal* 86(3): 218–230. DOI: 10.2307/1786021
- Póra Ellen Þórhallsdóttir 1994. Áhrif miðlunarlóns á gróður og jarðveg í Þjórsárverum. Reykjavík: Líffræðistofnun Háskóla Íslands.

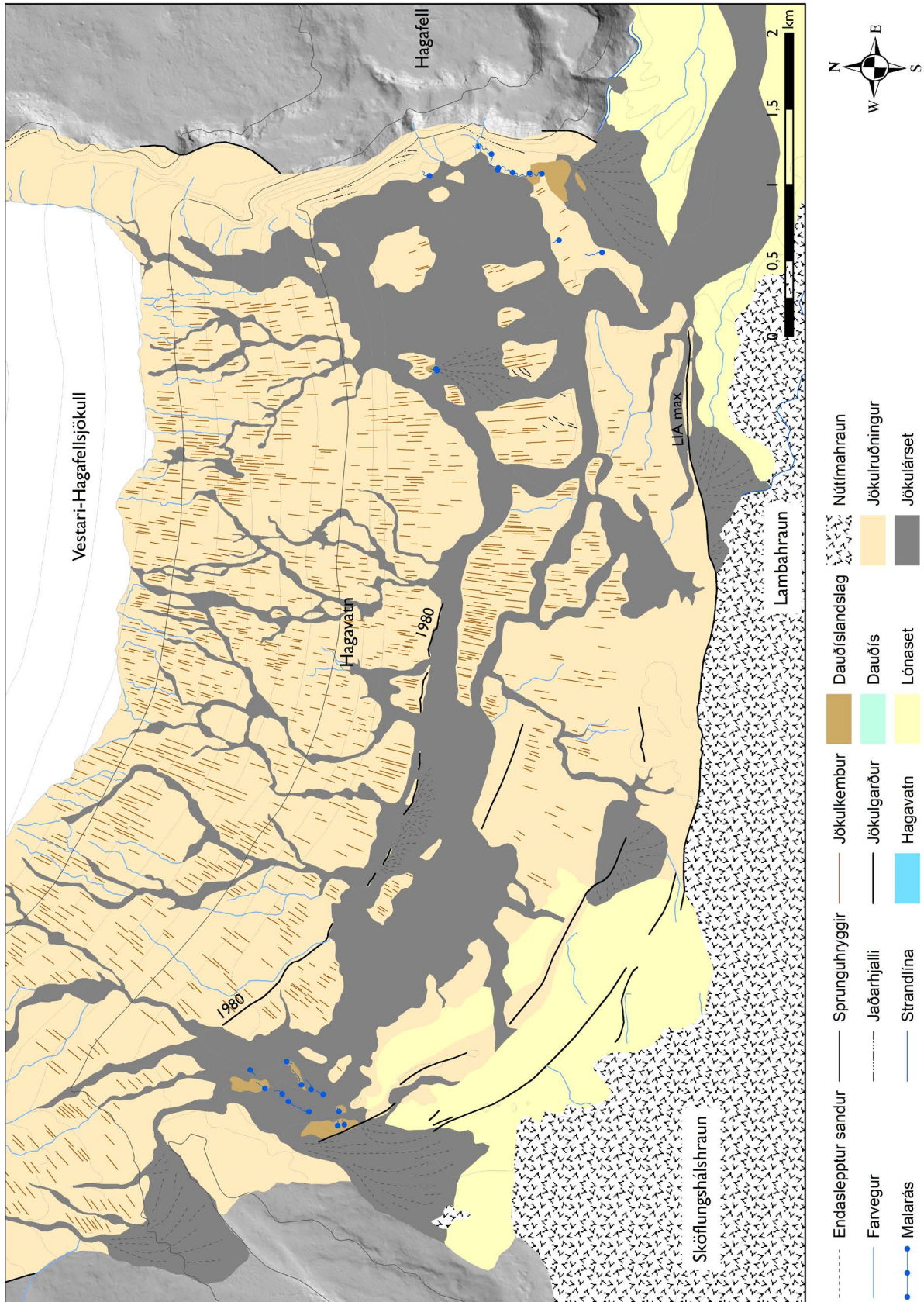
- Þórarinnsson, S. 1939. The ice dammed lakes of Iceland with particular reference to their value as indicators of glacier oscillations. *Geografiska Annaler* 21: 216–242.
- Þórarinnsson, S. 1943. Vatnajökull scientific results of the Swedish-Icelandic investigation 1936-37-38. *Geografiska Annaler* 1–2: 1–54.
- Þórarinnsson, S. 1949. Some tephrochronological contribution to the volcanology and glaciology of Iceland. *Geografiska Annaler* 31: 239–256. DOI: 10.1080/20014422.1949.11880809
- Þórarinnsson, S. 1966. The age of the maximum postglacial advance of Hagafellsjökull Eystri. *Jökull* 16: 207–210.

9 VIÐAUKAR

1. viðauki. Landmótun og setmyndanir framan Eystri-Hagafellsjökuls.



2. viðauki. Landmótun og setmyndanir framan Vestari-Hagafellsjökuls.



3. viðauki. Æðplöntutegundir á rannsóknarsvæðinu við Hagavatn

Listinn er endurskoðaður flóru-listi frá fyrri úttekt á sama svæði árið 2007 (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2009). Einnig var athugað hvort bæst hafi við skráningar í gagnagrunn Náttúrufræðistofnunar Íslands á svæðinu síðan 2007. Skráningar plantna eru úr eftirtöldum 5×5 km reitum í reitakerfi Náttúrufræðistofnunar Íslands: 425–435, 425–440, 430–435, 435–435, 435–440, 440–440 en engar skráningar eru í reitum 430–440.

Tegundir sem fundust til viðbótar í vettvangsferð 27. ágúst 2019 eru merktar með stjörnu (*) en viðbætur úr gagnagrunni eftir endurskoðun lista með tveimur stjörnum (**). Nánari skýringar á verndargildi og táknum varðandi algengnimat má sjá í Hörður Kristinsson o.fl. (2007). Heiti tegunda eru samkvæmt Pawel Wasowicz (2020).

- Algeng hringinn í kring um landið í miklu magni
- Finnst hringinn í kring um landið, en ekki mikið af henni
- Finnst víða um landið, en afar strjál, eða mjög lítið á hverjum stað
- Finnst í sumum landshlutum, algeng á því svæði
- Finnst í sumum landshlutum, en í fremur litlu magni
- Finnst dreifð á hluta landsins, en afar strjál eða sjaldgæf, vantar í suma landshluta
- Aðeins á einu eða fáum svæðum, en algeng þar sem hún er
- Aðeins á einu eða fáum svæðum, fremur lítið af henni þar sem hún finnst
- Aðeins á einum eða fáum stöðum, mjög sjaldgæf eða lítið af henni

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengnimat	Verndargildi
<i>Agrostis capillaris</i>	Hálingresi	■■■■□□□	1
<i>Agrostis stolonifera</i>	Skriðlíngresi	■■■■□□□	1
<i>Agrostis vinealis</i>	Týtulíngresi	■■■■□□□	1
<i>Alchemilla alpina</i>	Ljónslappi	■■■■□□□	1
<i>Alchemilla filicaulis</i>	Mariustakkur	■■■■□□□	1
<i>Anthoxanthum nipponicum</i>	Ilmreyr	■■■■□□□	1
<i>Arabidopsis petraea</i>	Melablóm	■■■■□□□	1
<i>Arabis alpina</i>	Skriðnablóm	■■■■□□□	1
<i>Arenaria norvegica</i>	Skeggsandi	■■■■□□□	1
<i>Armeria maritima</i> ssp. <i>maritima</i>	Geldingahnappur	■■■■□□□	1
<i>Avenella flexuosa</i>	Bugðupuntur	■■■■□□□	1
<i>Bartsia alpina</i>	Smjörgras	■■■■□□□	1
<i>Betula nana</i> ssp. <i>nana</i>	Fjalldrapi	■■■■□□□	1
<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>tortuosa</i>	Birki	■■■■□□□	1
<i>Bistorta vivipara</i>	Kornsúra	■■■■□□□	1
<i>Botrychium lunaria</i>	Tungljurt	■■■■□□□	1
<i>Calamagrostis neglecta</i> ssp. <i>groenlandica</i>	Hálmgresi	■■■■□□□	1
<i>Calluna vulgaris</i>	Beitilyng	■■■■□□□	1
<i>Carex bigelowii</i> ssp. <i>rigida</i>	Stinnastör	■■■■□□□	1
<i>Carex maritima</i>	Bjúgstör	■■■■□□□	1
<i>Carex myosuroides</i>	Þursaskegg	■■■■□□□	1
<i>Carex nigra</i>	Mýrastör	■■■■□□□	1
<i>Carex saxatilis</i>	Hrafnastör	■■■■□□□	1
<i>Cerastium alpinum</i> ssp. <i>alpinum</i>	Músareyra	■■■■□□□	1
<i>Cerastium cerastoides</i>	Lækjafræhyrna	■■■■□□□	1
<i>Cerastium fontanum</i> ssp. <i>fontanum</i>	Vegarfi	■■■■□□□	1
<i>Chamerion latifolium</i>	Eyrarós	■■■■□□□	2
<i>Coeloglossum viride</i>	Barnarót	■■■■□□□	1
<i>Cystopteris fragilis</i> **	Tófugras	■■■■□□□	1
<i>Deschampsia alpina</i>	Fjallapuntur	■■■■□□□	1
<i>Deschampsia cespitosa</i> ssp. <i>cespitosa</i>	Snarrótarpuntur	■■■■□□□	1

3. viðauki. Framhald.

<i>Latneskt heiti</i>	<i>Íslenskt heiti</i>	<i>Algengnimat</i>	<i>Verndargildi</i>
<i>Draba rupestris**</i>	Hagavorblóm	■■■□□	1
<i>Dryas octopetala</i>	Holtasóley	■■■□□	1
<i>Empetrum nigrum</i>	Krækilyng	■■■□□	1
<i>Epilobium alsinifolium</i>	Lindadúnurt	■■■□□	1
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	Fjalladúnurt	■■■□□	1
<i>Epilobium lactiflorum</i>	Ljósadúnurt	■■■□□	2
<i>Epilobium palustre</i>	Mýradúnurt	■■■□□	1
<i>Equisetum arvense</i>	Klóelfting	■■■□□	1
<i>Equisetum hyemale</i>	Eski	■■■□□	2
<i>Equisetum pratense</i>	Vallelfting	■■■□□	1
<i>Equisetum variegatum</i>	Beitieski	■■■□□	1
<i>Eriophorum angustifolium*</i>	Klófífa	■■■□□	1
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Hrafnafífa	■■■□□	1
<i>Euphrasia</i> spp.	Augnfró	■■■□□	1
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>richardsonii</i>	Túnvingull	■■■□□	1
<i>Festuca vivipara</i>	Blávingull	■■■□□	1
<i>Galium boreale</i>	Krossmaðra	■■■□□	2
<i>Galium normanii</i>	Hvítmaðra	■■■□□	1
<i>Galium verum</i>	Gulmaðra	■■■□□	1
<i>Gentiana nivalis</i>	Dýragras	■■■□□	1
<i>Geranium sylvaticum</i> ssp. <i>sylvaticum</i>	Blágresi	■■■□□	1
<i>Harrimanella hypnoides**</i>	Mosalyng	■■■□□	1
<i>Hieracium</i> spp.	Undafíflar		
<i>Hierochloë odorata</i> ssp. <i>odorata</i>	Reyrgresi	■■■□□	1
<i>Juncus trifidus</i>	Móasef	■■■□□	1
<i>Juncus triglumis</i>	Blómsef	■■■□□	1
<i>Juniperus communis</i>	Einir	■■■□□	2
<i>Kalmia procumbens</i>	Sauðamergur	■■■□□	2
<i>Koenigia islandica</i>	Naflagras	■■■□□	1
<i>Lepidotheca suaveolens**</i>	Hlaðkolla		
<i>Leymus arenarius</i>	Melgresi	■■■□□	1
<i>Lupinus nootkatensis</i>	Alaskalúpína		
<i>Luzula arcuata</i>	Boghæra	■■■□□	2
<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>multiflora</i>	Vallhæra	■■■□□	1
<i>Luzula spicata</i>	Axhæra	■■■□□	1
<i>Micranthes nivalis</i>	Snæsteinbrjótur	■■■□□	1
<i>Micranthes stellaris</i> ssp. <i>stellaris</i>	Stjörmusteinbrjótur	■■■□□	1
<i>Montia fontana</i>	Lækjagrýta	■■■□□	1
<i>Omalotheca supina</i>	Grámulla	■■■□□	1
<i>Oxyria digyna</i>	Ólafssúra	■■■□□	1
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Lyfjagras	■■■□□	1
<i>Platanthera hyperborea</i>	Friggjargras	■■■□□	1
<i>Poa alpina</i>	Fjallasveifgras	■■■□□	1
<i>Poa annua</i>	Varpasveifgras	■■■□□	1
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	■■■□□	1
<i>Poa pratensis</i>	Vallarsveifgras	■■■□□	1
<i>Potentilla anserina</i> ssp. <i>anserina</i>	Tágamura	■■■□□	1
<i>Potentilla crantzii</i>	Gullmura	■■■□□	1
<i>Pyrola minor</i> var. <i>conferta</i>	Klukkublóm	■■■□□	1
<i>Ranunculus subborealis</i>	Brennisóley	■■■□□	1
<i>Rhodiola rosea</i> ssp. <i>rosea</i>	Burnirót	■■■□□	2
<i>Rubus saxatilis</i>	Hrútaber	■■■□□	1
<i>Rumex acetosa</i> ssp. <i>islandicus</i>	Túnsúra	■■■□□	1
<i>Rumex acetosella*</i>	Hundasúra	■■■□□	1
<i>Sabulina rubella</i>	Melanóra	■■■□□	1
<i>Sagina nivalis</i>	Snækrækil	■■■□□	2
<i>Salix arctica</i>	Fjallavíðir	■■■□□	1
<i>Salix herbacea</i>	Grasvíðir	■■■□□	1
<i>Salix lanata</i>	Loðvíðir	■■■□□	1
<i>Salix phylicifolia</i>	Gulvíðir	■■■□□	1

3. viðauki. Framhald.

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Algengnimat	Verndargildi
<i>Saxifraga cespitosa</i> ssp. <i>cespitosa</i>	Þúfusteinbrjótur	■■■■□□□	1
<i>Saxifraga oppositifolia</i> ssp. <i>oppositifolia</i>	Vetrarblóm	■■■■□□□	1
<i>Saxifraga rivularis</i> ssp. <i>rivularis</i>	Lækjasteinbrjótur	■■■■□□□	1
<i>Scorzoneroidea autumnalis</i>	Skarífífill	■■■■□□□	1
<i>Sedum acre</i>	Helluhnoðri	■■■■□□	1
<i>Sedum villosum</i> **	Flagahnoðri	■■■■□□□	1
<i>Selaginella selaginoides</i>	Mosajafni	■■■■□□□	1
<i>Sibbaldia procumbens</i> **	Fjallasmári	■■■■□□□	1
<i>Silene acaulis</i> ssp. <i>acaulis</i>	Lambgras	■■■■□□□	1
<i>Silene uniflora</i>	Holurt	■■■■□□□	1
<i>Stellaria media</i>	Haugarfi	■■■■□□□	1
<i>Taraxacum</i> spp.	Fífill	■■■■□□□	
<i>Thalictrum alpinum</i>	Brjóstagrass	■■■■□□□	1
<i>Thymus praecox</i> ssp. <i>arcticus</i>	Blóðberg	■■■■□□□	1
<i>Tofieldia pusilla</i>	Sýkigras	■■■■□□□	1
<i>Triglochin palustris</i> **	Mýrasauðlaukur	■■■■□□□	1
<i>Trisetum spicatum</i>	Fjallalógresi	■■■■□□□	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Aðalbláberjalyng	■■■■□□□	1
<i>Vaccinium uliginosum</i> ssp. <i>uliginosum</i>	Bláberjalyng	■■■■□□□	1
<i>Veronica alpina</i>	Fjalladepla	■■■■□□□	1
<i>Veronica fruticans</i>	Steindepla	■■■■□□□	1
<i>Viola canina</i>	Týsfjóla	■■■■□□□	1
<i>Viola palustris</i> ssp. <i>palustris</i>	Mýrfjóla	■■■■□□□	1
<i>Viscaria alpina</i>	Ljósberi	■■■■□□□	1
Samtals 115 tegundir/taxa			

4. viðauki. Gerðargreining Hagavatns og sambærilegra vatnshlota samkvæmt stjórn vatnamála.

Vatn	Flokkur	Formgerð	Aldur berggrunns	Dýpi	Hæð yfir sjó
Blöndulón	LIL2321	Jökulvatn (jökulþekja á vatnasviði $\geq 8\%$)	Ungt berg (11 þús. – 0,8 millj. ára)	Djúpt (meðaldýpi ≥ 3 m)	Láglendi (h.y.s. <600 m)
Hagavatn	LIL2321	Ungt berg (11 þús. – 0,8 millj. ára)	Djúpt (meðaldýpi ≥ 3 m)	Láglendi (h.y.s. <600 m)	Láglendi (h.y.s. <600 m)
Háslón	LIH2321	Jökulvatn (jökulþekja á vatnasviði $\geq 8\%$)	Ungt berg (11 þús. – 0,8 millj. ára)	Djúpt (meðaldýpi ≥ 3 m)	Láglendi (h.y.s. <600 m)
Hvítárvatn	LIL2321	Jökulvatn (jökulþekja á vatnasviði $\geq 8\%$)	Ungt berg (11 þús. – 0,8 millj. ára)	Djúpt (meðaldýpi ≥ 3 m)	Hálendi (h.y.s. >600 m)
Sultartangalón	LIL2321	Jökulvatn (jökulþekja á vatnasviði $\geq 8\%$)	Ungt berg (11 þús. – 0,8 millj. ára)	Djúpt (meðaldýpi ≥ 3 m)	Láglendi (h.y.s. <600 m)
		Jökulvatn (jökulþekja á vatnasviði $\geq 8\%$)	Ungt berg (11 þús. – 0,8 millj. ára)	Djúpt (meðaldýpi ≥ 3 m)	Láglendi (h.y.s. <600 m)