



## **Gróðurbreytingar í Skaftafelli í kjölfar friðunar og hlýnandi veðurfars**

*Vegetation changes in Skaftafell during 1979–2018*

**Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon,  
Kristbjörn Egilsson, Rannveig Thoroddsen,  
Járngerður Grétarsdóttir, Ingibjörg Eyþórsdóttir  
og Eyþór Einarsson†**

**Unnið í samvinnu við Vatnajökulsþjóðgarð**





## **Gróðurbreytingar í Skaftafelli í kjölfar friðunar og hlýnandi veðurfars**

**Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson,  
Rannveig Thoroddsen, Járngerður Grétarsdóttir, Ingibjörg Eypórsdóttir  
og Eypór Einarsson†**

Unnið í samvinnu við Vatnajökulsþjóðgarð

NÍ-22007

Garðabæ, nóvember 2022



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

*Mynd á kápu: Reitur 4 framan við Skaftafellsjökul árin 1979 og 2018, sjá nánar á bls. 38. – Plot 4 in front of receding Skaftafellsjökull in 1979 and 2018, see page 38.*

ISSN 1670-0120

	<b>Náttúrufræðistofnun Íslands</b> Urriðaholtsstræti 6–8 210 Garðabæ Borgum við Norðurslóð 600 Akureyri	Sími 590 0500 <a href="http://www.ni.is">http://www.ni.is</a> ni@ni.is	<b>Skýrsla nr.</b> NÍ-22007 <b>Dags, Mán, Ár</b> 9. nóvember 2022 <b>Dreifing</b> Opin
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill</b> Gróðurbreytingar í Skaftafelli í kjölfar friðunar og hlýnandi veðurfars			<b>Fjöldi síðna</b> 51 <b>Kort / Mælikvarði</b>
<b>Höfundar</b> Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson, Rannveig Thoroddsen, Járngerður Grétarsdóttir, Ingibjörg Eypórsdóttir og Eypór Einarsson†			<b>Verknúmer</b> 11600 <b>Málsnúmer</b>
<b>Unnið í samstarfi við</b> Vatnajökulsþjóðgarð			
<b>Útdráttur</b> <p>Í Skaftafelli í Öraefum hafa frá árinu 1979 staðið yfir rannsóknir á framvindu gróðurs. Þá var hafist handa við að setja þar niður fasta reiti og lauk því 1981. Reitirnir voru 53 að tölu, í 100 til 650 m h.y.s., framan við Skaftafellsjökul, í Skaftafellsheiði og Morsárdal, á ungum áraurum og jökulruðningi, hálfgrónum melum, í mólendi, birkikjarrlendi og deiglendi. Markmið rannsókna var að efla þekkingu á gróðri í Skaftafelli og að fylgjast með breytingum í kjölfar þess að þar dró úr sauðfjárbætur eftir stofnun þjóðgarðs 1967 og að land var girt 1978. Reitirnir voru endurmældir 1985–1987 og síðan aftur 2018, en þá höfðu þeir týnt tölunni og fækkað niður í 44. Niðurstöður sýna að fremur litlar breytingar höfðu orðið á gróðri milli fyrstu og annarrar mælingar en hins vegar miklar við hina þriðju árið 2018. Þá hafði birki aukist mjög að útbreiðslu og þekju, en einnig þekja bláberjalyngs, krækilyngs og alaskalúpínu. Gróðurbreytingar höfðu orðið í átt frá melagróðri, mólendi og kjarrlendi til gróskumeiri lyng- og blómskóga með færri tegundum æðplantna og minni fjölbreytni. Við þetta höfðu margar smávaxnar og beitarþolnar berangurstegundir látið undan síga. Færri en stórvaxnari tegundum sem einkenna friðað land og skógarbotna hafði hins vegar vaxið ásmegin. Dæmi um það voru gulvíðir, hvannir, blágresi, hrútaberjalyng og bugðupunktur. Gróðurbreytingar voru minni eftir því sem ofar dró í landi. Frá fyrstu til síðustu mælingar hafði tegundum æðplantna að jafnaði fækkað í reitum neðan 300 m h.y.s. en fjölgað í reitum ofan 450 m. Mest umskipti á gróðri í Skaftafelli urðu þar sem alaskalúpína hafði breiðst yfir hálfgróna mela með ungbirki við Bæjarstaðarskóg. Þar hafði vaxið upp birkiskógur sem um margt var tekinn að líkjast hinum gamla skógi. Friðun lands fyrir sauðfjárbætur, eftir þunga nýtingu á síðustu öld, teljum við höfuðorsök gróðurbreytinga í Skaftafelli frá um 1980 til 2018, en hlýnandi veðurfar á tímabilinu hefur vafalítið ýtt undir þær. Á næstu áratugum mun útbreiðsla birkis og skóglendis aukast í Skaftafelli á landi sem fær frið fyrir ágangi vatna. Líklegt er að alaskalúpína muni þar einnig margfalda útbreiðslu sína á aurum og í skriðurrunnum hlíðum og gjörbreyta gróðurframvindu. Við teljum hæfilegt að 15–20 ár líði milli mælinga á reitunum í Skaftafelli. Nauðsynlegt verði hins vegar að vitja um þá oftar til að viðhalda merkingum.</p>			
<b>Lykilorð</b> Skaftafell, gróðurframvinda, birki, bláberjalyng, krækilyng, alaskalúpína, sauðfjárbætur, loftslagsbreytingar			<b>Yfirfarið</b> María Harðardóttir



**EFNISYFIRLIT**

<b>1 INNGANGUR</b>	<b>7</b>
<b>2 RANNSÓKNASVÆÐI</b>	<b>8</b>
2.1 Veðurfar	9
2.2 Búskapur og fjárfjöldi	10
2.3 Skógur	11
2.4 Alaskalúpína	11
2.5 Þjóðgarður	12
2.6 Fyrri gróðurrannsóknir	12
<b>3 AÐFERÐIR</b>	<b>12</b>
3.1 Dreifing og fjöldi reita	12
3.2 Mælingar í reitum	13
3.3 Úrvinnsla	14
3.4 Tölfræði	14
<b>4 NIÐURSTÖÐUR</b>	<b>15</b>
4.1 Fjölbreytugreining gagna	18
4.1.1 Flokkun	18
4.1.2 Hnitun	21
<b>5 UMRÆÐUR</b>	<b>23</b>
5.1 Viðbrögð nokkurra lykiltegunda við sauðfjárbætur og friðun	24
5.1.1 Birki	24
5.1.2 Bláberjalyng	25
5.1.3 Krækilyng	25
5.1.4 Alaskalúpína	26
5.2 Almenn áhrif beitar á gróðurfar	26
5.3 Eru áhrif mismunandi eftir hæð yfir sjó?	27
5.4 Samspil beitar og loftslagsbreytinga	28
<b>6 ÞAKKIR</b>	<b>28</b>
<b>7 HEIMILDIR</b>	<b>29</b>
<b>8 ABSTRACT</b>	<b>35</b>
<b>9 VIÐAUKAR</b>	<b>36</b>
1. viðauki. Ljósmyndir	36
2. viðauki. Tegundalisti	48





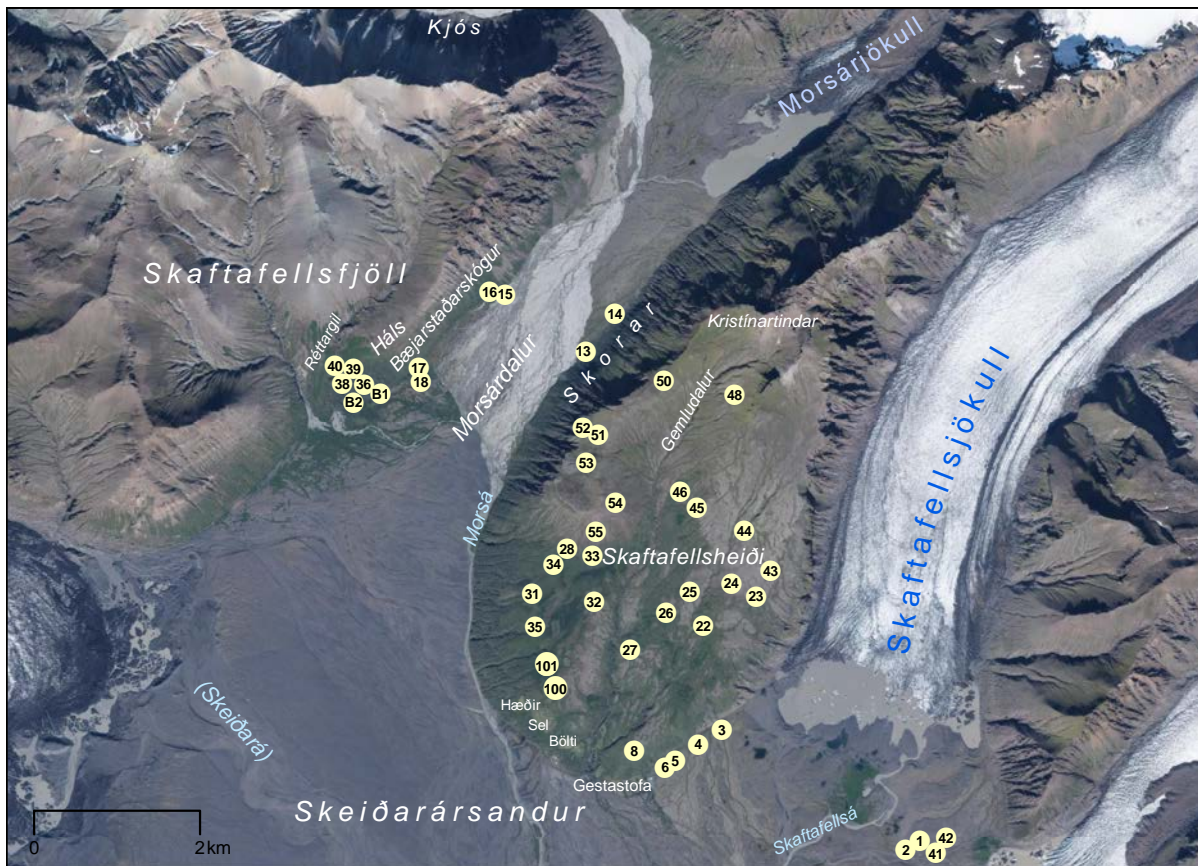
## 1 INNGANGUR

Þjóðgarður var stofnaður í Skaftafelli í Öräfum árið 1967 er íslenska ríkið keypti jörðina, en Alþjóðanáttúruverndarsjóðurinn (WWF) veitti til þess myndarlegan styrk sem reið baggamuninn. Skeiðarársandur var þó undanskilinn í kaupunum. Í Öräfum hafði eins og annarsstaðar á landinu verið stundaður búskapur um aldir, en við erfiðar aðstæður í nábýli við jökla, eldfjöll og stríð vatnsföll. Náttúran er þar mikilfengleg og blæs tíðum til orrustu svo af hlýst mikil röskun á lífríki og búskap. Eldgos og jökulflóð hafa grandað byggð og grónum grundum og fært framvindu endurtekið á upphafsstig. Þrátt fyrir það hefur síðustu aldir hlífiskjöldur haldist yfir býlum við brekkurætur, grónum heiðum og skógarteigum í hlíðum. Einhver bestu dæmin um þessi átök náttúruaflanna er að finna í Skaftafelli en þar er landslag og annað náttúrufar að margra dómi hvað stórbrotnast hér á landi.

Land í Skaftafelli bar þess merki er stofnað var til þjóðgarðsins að gengið hafði verið á gæði náttúrunnar með skógarhöggi og úthagabeit sauðfjár í gegnum aldirnar eins og í öðrum sveitum landsins. Árið 1978 var þjóðgarðurinn girtur af og dró þá mjög úr beit og lagðist hún af er búskapur var hætt á Skaftafellsbæjum upp úr 1985. Við þessar breytingar á landnýtingu í Skaftafelli vaknaði áhugi á að rannsaka gróður ýtarlegar en áður við mismunandi aðstæður, allt frá fyrstu stigum framvindu á nýju landi á aurum og við jökulsporða, til gamalgróins lands uppi í hlíðum og á heiðum. Jafnframt skyldi leggja grunn að langtímarannsóknum á gróðurbreytingum í kjölfar þess að land var friðað fyrir beit. Að samkomulagi varð milli Náttúruverndarráðs, sem þá fór með mál þjóðgarðsins, og Náttúrufræðistofnunar Íslands að stofnunin skyldi hefja og fylgja eftir slíkum rannsóknum. Árið 1979 var hafist handa og settir niður fyrstu gróðurreitirnir í Skaftafelli. Áfram var haldið 1980 og 1981 og lokið uppsetningu og gróðurmælingum í 53 föstum reitum innan þjóðgarðsins (Kristbjörn Egilsson og Eypór Einarsson, óbirt handrit Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 1988). Reitirnir voru endurmældir 1985–1987 og síðan aftur árið 2018.

Eins og algengt er um langtímarannsóknir koma nýir áhrifaþættir til sögunnar og nýjar spurningar vakna er á líður (de Bello o.fl. 2020) og á það við í rannsóknunum í Skaftafelli. Þegar þær hófust voru loftslagsmál ekki mikið í umræðunni, en veðurfar hér á landi hafði farið kólnandi frá því um miðja 20. öld. Eftir 1985 hófst snörp hlýnun sem ekki sér fyrir endann á (Halldór Björnsson o.fl. 2018), en áhrif hennar á gróður og lífríki á norðurslóðum hafa mjög verið til umfjöllunar og rannsökuð á undanföllum áratugum (Ingibjörg Svala Jónsdóttir o.fl. 2005, Elmendorf o.fl. 2012, Reynolds o.fl. 2015). Svipaða sögu er að segja um útbreiðslu og áhrif framandi plöntutegunda hér á landi. Þær voru ekki jafn mikið hitamál um 1980 og síðar varð (Sigurður H. Magnússon 1997, Karl Benediktsson 2015). Alaskalúpína var gróðursett í rofið land við Bæjarstaðarskóg árið 1954 og á næstu árum var henni einnig sáð þar. Dafnaði hún vel en dreifðist lítt út vegna sauðfjárbeitar (Guðjón Jónsson 1994). Útbreiðsla lúpínu og áhrif voru því lítil í þjóðgarðinum er gróðurrannsóknir Náttúrufræðistofnunar Íslands hófust þar, en það átti eftir að breytast (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2002, Þröstur Eysteinnsson 2011).

Í skýrslunni fjöllum við um gróðurrannsóknir Náttúrufræðistofnunar Íslands í Skaftafelli og niðurstöður þeirra en þær birtast hér í fyrsta sinn á prenti. Við reynum að varpa ljósi á hvaða breytingar hafa orðið á gróðri á svæðinu á tæplega 40 ára tímabili og hvaða þættir liggja að baki.



1. mynd. Staðsetning rannsóknareita í Skaftafelli. – Location of study plots in Skaftafell.

## 2 RANNSÓKNASVÆÐI

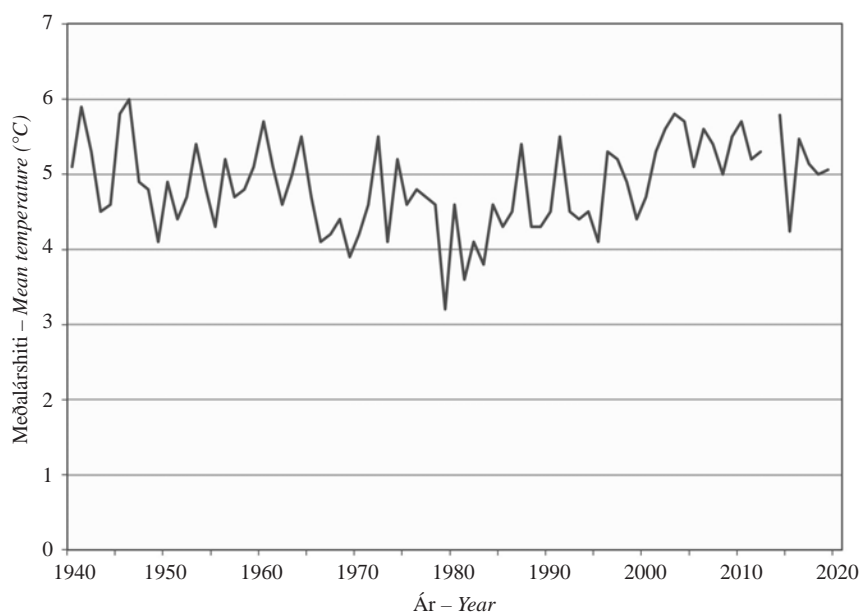
Skaftafell er vestast í Öræfum og markast af skriðjöklu Skaftafellsjökli í vestri og Skeiðarársandur í austri. Að baki er Vatnajökull en fram til sjávar breiðir úr sér hinn víðáttumikli Skeiðarársandur. Öræfajökull og fjallendi hans gnæfir yfir í austri og skýlir landi og byggð vestan hans. Skaftafellsbæirnir, Bölti og Hæðir, eru fremst í Skaftafellsheiði sem er syðsti hluti fjallendistungu milli Skaftafellsjökuls og Morsárdals (1. mynd). Tungan hækkar og mjókkar inn til jökuls. Efst í heiðinni er Gemludalur sem gengur inn undir Kristínartinda en þar er land komið í yfir 1000 m h.y.s. Innan þeirra taka við fjallseggjar og brattar hlíðar inn til jökuls. Morsárdalur er 2–3 km breiður. Botn hans er sléttur og myndaður af framburði Morsár og Skeiðarár. Handan Morsárdals eru Skaftafellsfjöll sem liggja að Skeiðarárjökli. Þau eru há, hlíðabrött og skriðurunnin, skorin af smádölum og giljum. Inn í fjallendið norðanvert gengur Kjós til norðvesturs úr botni Morsárdals. Í fjallendi og heiði Skaftafells er berggrunnur fjölbreyttur en þar skiptist á misgamalt gosberg, móberg, bólstraberg og setlög allt frá tertíer til síðari hluta ísaldar. Berg er ýmis basískt, ísúrt eða súrt. Neðan fjallendis og jökla taka við víðlendir jökulsandar, setlög mynduð á nútíma (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 2009).

Vatnajökull og umhverfi hans er land sífelldra breytinga. Jökullinn og skriðjökklar sem frá honum síga hafa ýmist vaxið og gengið fram eða rýrnað og hropað eftir því sem veðurfar hefur sveiflast yfir lengri tímabil. Jökulár flæmast um sanda og breyta farvegum sínum. Gríðarleg jökulhlaup, stundum samfara eldgosum, eru tíð og umbylta öllu er fyrir verður. Undirlendi fær því sjaldnast frið í langan tíma. Svo er um láglendi í Skaftafelli. Eftir langvarandi kuldatímabil Litlu ísaldar sem lauk í kringum 1900 tók að hlýna. Jöklar sem verið höfðu víðáttumeiri en áður hafði þekkst á síðari öldum tóku að hropa. Meðal vel þekktra dæma um það eru Skaftafellsjökull og Morsárjökull. Á tímabilinu 1905–2015 hropaði sá fyrrnefndi um 2,5 km en hinn síðarnefndi

um 1,5 km (Lee o.fl. 2018). Útfall Skeiðarár var til skamms tíma í austurjaðri Skeiðarárjökuls við Jökulfell. Þaðan féll áin til suðaustur um sandinn að Skaftafellsbrekkum og sveigði síðan til suðurs í átt til sjávar. Hlaup í Skeiðará höfðu mikil áhrif á land í Skaftafelli á seinni öldum (Sigurður Þórarinnsson 1974, Helgi Björnsson 2009). Í stærstu hlaupum fór vatn langt út fyrir farvegi og flæddi inn með brekkum neðan við Bæjarstaðarskóg, fyllti utanverðan Morsárdal að hlíðum Skaftafellsheiðar og buldi síðan á brekkum og landi allt austur fyrir bæi í Skaftafelli. Á síðustu öld urðu nærri 20 hlaup í Skeiðará (Sigurður Þórarinnsson 1974, Helgi Björnsson 2009). Við byggingu brúar yfir Skeiðará og gerð varnargarða ofan hennar upp úr 1970 var ánni bægt frá austasta hluta sandsins neðan bæja í Skaftafelli. Með rýrnum jökla hafa hlaup farið minnkandi á síðustu áratugum og dregið úr ágangi vatna (Helgi Björnsson 2009). Árið 2009 hvarf Skeiðará úr farvegi sínum við Jökulfell en vatn jókst til muna í Gígjukvísl sem er vestar á Skeiðarársandi.

## 2.1 Veðurfar

Í Öræfum er veðurfar milt og úrkomusamt og í því tilliti eru gróðurskilyrði hvað best hér á landi. Á Fagurhólsmýri stóðu veðurathuganir frá 1949 til 2007 (Veðurstofa Íslands). Yfir það tímabil var meðalárshiti 4,8 °C en meðalársúrkoma 1814 mm. Meðalhiti í júlí mældist 10,6 °C en 0,5 °C í janúar, í hlýjasta og kaldasta mánuði ársins. Í Skaftafelli hefur úrkoma verið mæld frá árinu 1965. Samanburður á gögnum frá Skaftafelli og Fagurhólsmýri sýnir að ársúrkoma í Skaftafelli (1550 mm) var um 260 mm minni en á Fagurhólsmýri þau ár sem mælt var á báðum stöðum (Veðurstofa Íslands). Öræfajökull veitir Skaftafelli skjól gegn úrkomuveðrum úr suðaustri en mun meira rignir sunnan og austan jökulsins en vestan hans. Á Kirkjubæjarklaustri og síðar á Stjórnarsandi hafa staðið yfir samfelldar veðurathuganir frá því fyrir 1940 og eru gögn þaðan sýnd hér til að glöggva sig á veðurfari sunnan Vatnajökuls fram á síðustu ár (2. mynd). Þar sést að veðurfar var fremur hlýtt fram til um 1960 er kólnunar tók að gæta. Hún stóð fram á miðjan níunda áratuginn er viðsnúningur varð. Á þessari öld hefur hiti haldist tiltölulega hár í flestum árum. Úrkoma á Kirkjubæjarklaustri var ríkuleg á ofangreindu tímabili en hún fór aldrei niður fyrir 1200 mm yfir árið (Veðurstofa Íslands).



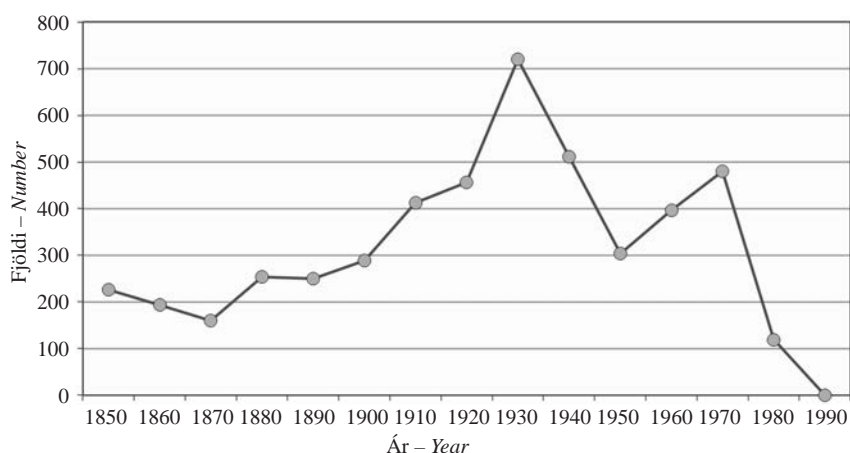
2. mynd. Meðalárshiti á Kirkjubæjarklaustri (1940–2012) og Stjórnarsandi (2014–2019), gögn frá Veðurstofu Íslands. – Mean annual temperature in study area during 1940–2019.



## 2.2 Búskapur og fjárfjöldi

Í Byggðasögu Austur-Skaftafellssýslu ritar Sigurður Björnsson frá Kvískerjum um Öräfí og greinir þar frá bæjum og þróun búskapar. Hann segir þar m.a. um Skaftafell, „Í nefndaráliti frá 11. maí 1849 segir: „Skaftafell bændaeign. Túnið er heldur stórt en snögg, fóðrar 3 kýr, engjar eru engar og sáralitar slægjur í bithaga. Hagar eru víðlendir en erfiðir. Jörðin álízt að geta framfleytt 2 kúm og 150 fjár. Fjörur miklar en ærið örðugar. Skógur er hér töluverður. Jörðin er á allan hátt örðug, en upprekstur mætti vera hér á sumrum fyrir 80 fjár.” (Sigurður Björnsson o.fl. 1976, bls. 82–83). Einbýli mun hafa verið í Skaftafelli fram á 19. öld og bæjarhús staðið undir brekkurótum. Um miðja öldina voru hús flutt upp í brekkur vegna ágangs Skeiðarár. Jörðinni hafði þá verið skipt í þrjá hluta sem búið var á, Bölta, Hæðir og Sel.

Allt frá miðri nítjándu öld liggja fyrir sundurliðaðar tölur um bústofn í Öräfum. Í Byggðasögu Austur-Skaftafellssýslu eru birtar tölur fyrir hvern bæ á tíu ára fresti frá 1850 til 1960 (Sigurður Björnsson o.fl. 1976). Við höfum uppfært þær tölur til 1990 fyrir bæina í Skaftafelli með upplýsingum úr forðagæsluskram sveitarinnar sem fengnar voru frá Þjóðskjalasafni Íslands. Hér eru sýndar heildartölur fyrir bæina Bölta, Hæðir og Sel yfir tímabilið 1850–1980 (3. mynd). Eins og á öðrum bæjum í Öräfum var sauðfé aðalbústofninn í Skaftafelli en fáeina nautgripi og hross héldu menn einnig. Um og eftir miðja nítjándu öld voru um 200 sauðfjár í Skaftafelli, þ.e. ær, sauðir og ásetningslömb. Um 1880 fór fé fjölgandi og mjög er kom fram á fyrri hluta tuttugustu aldar. Um 1930 var fjöldinn mestur, yfir 700 fjár. Upp úr 1930 fór að halla undan með búskap í Selinu og lagðist hann af árið 1946. Umtalsverð fækkun varð á fé í Skaftafelli í kjölfar stofnunar þjóðgarðsins. Í Bölta lagðist sauðfjárbúskapur af árið 1976 en þá um haustið var fé þaðan smalað úr heiðinni í síðasta sinn (Bjarni Jakobsson, munnlegar upplýsingar). Ragnar Stefánsson bóndi og þjóðgarðsvörður í Hæðum bjó hins vegar enn með 30 ær árið 1984. Ragnar og eiginkona hans, Laufey Lárusdóttir, fluttu frá Skaftafelli árið 1988 (Helga K. Einarsdóttir 1995). Undir 1990 var sauðfjárbúskapur því aflagður með öllu í Skaftafelli.



3. mynd. Heildarfjöldi sauðfjár í Skaftafelli 1850–1980, telur ær, sauði og ásetningslömb. – Number of winterfed sheep at Skaftafell farms during 1850–1990.

## 2.3 Skógur

Í Skaftafelli hefur birkiskógur líklega viðhaldist um árþúsundir. Er skógar tóku að eyðast í Skaftafellssýslum fyrr á öldum jókst ásókn í skóga í Skaftafelli til öflunar eldiviðar, raftviðar og kolagerðar. Í byrjun 18. aldar áttu flestar eða allar jarðir í Öræfum ítök í skóglendi Skaftafells og einnig jarðir í Suðursveit. Einnig má ætla að bændur vestan Skeiðarársands hafi gert til kola eða aflað þeirra frá Skaftafelli (Helga K. Einarsdóttir 1995, Ragnar Stefánsson 1978, Þórður Tómasson 1980). Með tíð og tíma gekk einnig á skóg í Skaftafelli. Á árabílinu 1835–1850 var svo komið að allur skógur í Bæjarstað var höggvinn niður til kolagerðar. Um áratug síðar var hann tekinn að vaxa upp að nýju og orðinn um mannhæðar hár (Helga K. Einarsdóttir 1995, Guðjón Jónsson 1996, Bjarni Diðrik Sigurðsson 2015). Er leið á öldina dró mjög úr nýtingu skógarins til kolagerðar. Skaftafellsbændur gerðu þó til kola í litlum mæli allt fram á miðja 20. öld (Ragnar Stefánsson 1978). Um aldamótin 1900 var Bæjarstaðarskógur orðinn um 4–5m hár. Árið 1935 stóð Skógrækt ríkisins fyrir því að skógurinn var girtur af og friðaður fyrir beit en þá var hann um 12 ha að flatarmáli. Er kom fram á miðja öldina höfðu hæstu tré í skóginum náð yfir 10 m hæð (Bjarni Diðrik Sigurðsson 2015). Árið 1977 var girðingin tekin niður en hennar var ekki lengur þörf er sauðfé tók að fækka í Skaftafelli eftir stofnun þjóðgarðsins. Á undanförunum áratugum hefur skógur dafnað og breiðst út í Skaftafelli. Samkvæmt gögnum frá Skógrækt ríkisins var birkiskóglendi í Skaftafell alls um að 14,5 km<sup>2</sup> (1450 ha) árið 2014 og hafði það nær þrefaldast að flatarmáli frá 1975 (Björn Traustason, munnlegar upplýsingar).

## 2.4 Alaskalúpína

Árið 1954 kom til sögunnar ný, stórvirk plöntutegund í gróðurríki Skaftafells. Rótarhnaus af alaskalúpínu var þá, að ráðum Skógræktar ríkisins, plantað í skarð eftir gamalt skriðuhlaup, ofarlega við austanverðan Bæjarstaðarskóg. Er vitjað var um plöntuna þremur árum seinna var hún hin gróskulegasta og með fjölda blómstöngla (Guðjón Jónsson 1994). Vafalítið hefur hún verið tekin að sá sér út árinu áður eða fyrr. Árið 1959 sendi Skógrækt ríkisins fræ af alaskalúpínu austur í Skaftafell og var því sáð í rof ofan við skóginn, innan girðingarinnar sem reist var 1935 (Guðjón Jónsson 1994). Erfiðlega gekk að halda girðingunni fjárlausri er frá leið og átti lúpínan erfitt uppdráttar framan af vegna beitar (Helga K. Einarsdóttir 1995). Breyting varð á er sauðfé tók að stórfækka eftir 1970. Í kjölfarið sótti lúpínan á og fór að breiðast út ofan og utan með Bæjarstaðarskógi. Sumarið 1982 féll mikil aurskriða úr Hálsi ofan skógarins og niður með Réttargili. Skriðan hljóp niður með gilinu vestan skógarins og einnig niður á milli skógartorfa þar austan við. Í skriðufarinu hreinsaðist gróður að mestu í burtu. Þar sem skriðan fór um var talsvert um lúpínu og bærust plöntuhlutur og fræ niður um skriðufarið. Í kjölfarið tók hún að breiðast meira um og mun hraðar en áður, einkanlega um aurana neðan við skóginn (Guðjón Jónsson 1994). Árið 1988 voru lúpínubreiður á aurunum 1,1 ha að flatarmáli en árið 2000 höfðu þær aukist í 23 ha samkvæmt kortlagningu (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2002). Reynt hefur verið að hefða útbreiðslu lúpínu í Skaftafelli með því að slá hana, reyta og beita sauðfé (Þröstur Eysteinnsson 2011, Ívar Guðlaugur Ingvarsson 2011) en lítið hefur miðað. Stig af stigi hefur útbreiðsla lúpínu aukist. Samkvæmt kortlagningu á lúpínu á landinu öllu árið 2017 (Sigurður Kristinn Guðjohnsen og Borgþór Magnússon 2019), var heildarflatarmál lúpínulands í Skaftafelli alls um 255 ha (2,6 km<sup>2</sup>), en þar af voru 168 ha vestan Morsár, 63 ha með farvegi Morsár og fyrrum Skeiðarár niður til þjóðvegur, en 25 ha framan við Skaftafellsjökul. Lúpína var þá einnig kominn niður fyrir fyrir þjóðveg í farvegi Skeiðarár en hún er ekki talin með hér að framan.

## 2.5 Þjóðgarður

Árið 1967 var stofnaður þjóðgarður í Skaftafelli. Um áratug fyrr höfðu hugmyndir um það kviknað hjá bændum í Skaftafelli og náttúrufræðingum er kynnst höfðu stórbrotnu náttúrufari svæðisins og hinum mótandi öflum að baki. Þar var Sigurður Þórarinsson jarðfræðingur fremstur í flokki en hann sat í Náttúruverndarráði um árabil og beitti sér mjög í málinu (Sigrún Helgadóttir 2021). Um 1960 hafði Skógrækt ríkisins sóst eftir að fá jörðina keypta í því augnamiði að hefja þar stórfellda skógrækt með innfluttum trjátegundum. Þær hugmyndir féllu í grýttan jarðveg hjá bændum í Skaftafelli og fleirum og hefur það vafalítið ýtt undir stofnun þjóðgarðsins (Helga K. Einaradóttir 1995, Ives 2007, Sigrún Helgadóttir 2021). Þjóðgarðurinn markaðist við land ofan þjóðveggar en mestur hluti Skeiðarársands var undanskilinn. Árið 1984 stækkaði þjóðgarðurinn við það að mörk hans voru færð mun lengra inn á jökul en áður var (Ives 2007). Við stofnun Vatnajökulsþjóðgarðs árið 2008 færðist Skaftafellsþjóðgarður undir hann. Sama ár var hinn nýi þjóðgarður tilnefndur af Íslands hálfu inn á Heimsminjaskrá Menningarmálastofnunar Sameinuðu þjóðanna (UNESCO) og var hann samþykktur inn á skrána (Snorri Baldursson o.fl. 2018).

## 2.6 Fyrri gróðurrannsóknir

Fyrstur til að rannsaka gróður í landi Skaftafells var Helgi Jónsson grasafræðingur en hann fór þar um í ferð sinni um Suður- og Suðausturland árið 1901. Beindi hann þar mest sjónum sínum að gróðri á Skeiðarársandi og í Bæjarstaðarskógi (Helgi Jónsson 1904). Eyþór Einarsson (1972, 1980) lýsti gróðri og flóru í Skaftafelli og gaf yfirlit um eldri rannsóknir og athuganir þar. Í Skaftafelli hafa verið skráðar um 220 tegundir æðplantna. Eyþór segir gróðurfar þar mjög fjölbreytt og endurspeglar óvenju margvíslega staðhætti. Í Skaftafelli sé að finna sýnishorn flestra höfuðgerða íslenskra gróðurlenda frá láglandi til háfjalla (Eyþór Einarsson 1980). Þegar jöklar tóku að hörfa í upphafi síðustu aldar gafst gott færi á að rannsaka landnám, framvindu gróðurs og jarðvegsmyndun á landi sem kemur undan jökli. Í Skaftafelli hafa verið gerðar allmiklar rannsóknir á þessu sviði á landi framan við Skaftafellsjökul. Þær voru hafnar af Svíum árið 1962 (Persson 1964) en hefur á seinustu árum verið fylgt eftir af íslenskum og erlendum fræðimönnum. Rannsóknirnar hafa gefið góða mynd af aldarlangri framvindu gróðurs og jarðvegsmyndun framan við jökulinn (Persson 1964, Vilmundardóttir o.fl. 2014, 2015, Glausen og Tanner 2019).

Árið 2016 lauk Náttúrufræðistofnun Íslands lýsingu og kortlagningu vistgerða á landinu öllu (Jón Gunnar Ottósson o.fl. 2016). Vistgerðir á landi, sem eru 64 að tölu (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016), voru að mestu kortlagðar með fjarkönnun. Á þeim hluta kortsins sem tekur til Skaftafells, utan vatna og jökla, greindust 22 vistgerðir sem féllu undir níu vistlendi. Land þetta innan marka Skaftafellsþjóðgarðs var alls um 145 km<sup>2</sup>, en af því voru skriður og klettur 53 km<sup>2</sup>, aurar 39 km<sup>2</sup>, melar og sandlendi 18 km<sup>2</sup>, birkiskógar 13 km<sup>2</sup>, moslendi 9 km<sup>2</sup>, mólendi 9 km<sup>2</sup>, lúpína 2 km<sup>2</sup>, graslendi 1 km<sup>2</sup> og votlendi 0,1 km<sup>2</sup>.

## 3 AÐFERÐIR

### 3.1 Dreifing og fjöldi reita

Í fyrsta áfanga rannsóknanna, árin 1979–1981, voru settir niður 53 fastir reitir í Skaftafelli og gróður í þeim skráður og mældur. Í öðrum áfanga, 1985–1987, var reitanna vitjað að nýju og mælingar í þeim endurteknar. Fundust þá allir reitirnir að einum undanskildum (Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson, óbirt handrit Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 1988). Leið nú

og beið en dráttur varð á að farið yrði í þriðja áfanga mælinga. Árin 2004 og 2012 var þó farið í Skaftafell til að kanna ástand reita (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2015). Merkingar á þeim voru yfirfarnar, ljósmyndir teknar og GPS-hnit tekin sem var nýmæli. Í þessum ferðum tókst ekki að finna alla reiti. Í einhverjum þeirra höfðu merkihælar gengið upp og horfið en aðrir voru komnir á kaf í gróður og tókst ekki að staðsetja með vissu. Þriðji áfangi rannsóknanna fór síðan fram árið 2018 en þá var farið í alla reiti sem eftir stóðu og gróður þeirra mældur. Alls voru það 46 reitir en af þeim höfðu tveir ekki fundist í öðrum áfanga mælinga. Það tókst því að mæla 44 reiti í þrígang í Skaftafelli og voru gögn úr þeim nýtt hér til úrvinnslu (1. mynd).

Af þessum 44 reitum voru átta (nr. 1–6, og 41–42) settir niður framan við Skaftafellsjökul á jökulruðning og aura sem jökullinn tók að hörfa af í lok 19. aldar (Lee o.fl. 2018). Reitir þessir eru í 90–100 m h.y.s., fjórir á jökulruðningi austan Skaftafellsár en aðrir fjórir á aurum og ruðningi undir Skaftafellsbrekkum, milli jökulsporðs og þjónustumiðstöðvar í þjóðgarðinum (1. mynd). Mislangt var liðið frá því jökull hörfaði af landi sem reitirnir eru á og var gróður þeirra eftir því. Þeir yngstu voru lítt grónir en í þá eldri var kominn mosi og strjálíngur af æðplöntum, einkum lyngtegundum, víði og jafnvel ungbirki.

Í Skaftafellsheiði voru flestir reitir, eða 26 (nr. 8, 22–28, 31–35, 43–46, 48, 50–5, 100–101), ofan skógar og birkikjarrs, frá um 190 m og upp í 650 m h.y.s. (1. mynd). Neðstu reitir á vesturhluta heiðarinnar voru innan við 500 m frá bæjarhúsum í Hæðum, en neðsti reitur að austan var á Bæjarskeri ofan þjónustumiðstöðvar þjóðgarðsins. Efstu reitir voru hins vegar um 5 km innar í heiðinni, í Flám og undir Skorarbrúnum í Gemludal neðan Kristínartinda. Reitir þessir voru á ýmist á lítt til hálfgrónum melum og moldum, í deiglendi, mólendi og á víðiflesjum.

Í Morsárdal voru sex reitir (nr. 13–18), tveir í hlíðarrótum undir Skorum í austanverðum dalnum, tveir gegnt þeim í vestanverðum dalnum undir Stóruskriðu og síðan aðrir tveir um 2 km utar með hlíðinni er dregur að Bæjarstaðarskógi (1. mynd). Reitirnir voru í 110–130 m h.y.s. Fjórir reitanna voru inni á dalnum rétt ofan jökulaura á dalbotninum. Utar í dalnum voru tveir reitir á ungunum jökulaur eftir Skeiðarárhlaup sem mætir þar framburði frá Morsárjökli. Þar var land orðið mosagróið og lyngtegundir, víðir og ungbirki komið í það. Innar á dalnum var land hins vegar gamalgrónara og lyngmói eða kjarrskógur þar sem reitir voru settir niður.

Við Bæjarstaðarskóg voru fjórir reitir (nr. 36, 38–40) allir á blásnum, hálfgrónum melum ofan eða milli skógartorfa í 170–200 m h.y.s., (1. mynd). Árið 1980 var land þarna talsvert farið að gróa (heildargróðurþekja í reitum 60–90%), í landið var kominn mosi, strjálíngur af melaplöntum, lyngtegundum, víði og ungbirki. Yfir efsta reitinn (nr. 40) féll skriða sumarið 1982, eyddi gróðri að mestu og merkihælar hurfu. Við mælingar árið 1986 var reynt að setja reitinn niður á sama stað og var hann mældur að nýju það ár og aftur 2018 eins og aðrir reitir. Engir reitir voru í upphafi þessara rannsókna settir í gamlan birkiskóg í Skaftafelli. Í rannsóknum Náttúrufræðistofnunar Íslands á vistgerðum birkiskóga voru hins vegar lagðir út og gróðurmældir tveir reitir í Bæjarstaðarskógi árið 2015 (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Reitirnir eru báðir í 150 m h.y.s., í hinum gamalgróna skógi og í nágrenni ofangreindra reita (1. mynd). Gögn úr þessum skógarreitum voru nýtt hér í úrvinnslu til að fá samanburð við annað land í Skaftafelli sem reitir höfðu verið lagðir út í.

### 3.2 Mælingar í reitum

Reitirnir í Skaftafelli voru 100 m<sup>2</sup> (10 × 10 m) að flatarmáli. Í hvert horn þeirra var rekinn niður um 70 cm langur og 7 cm þykkur hæl. Við fyrstu mælingar var hverjum reit skipt niður í 100 smáreiti (1 × 1 m) með því að strengja snæri langs og þvers yfir hann með 1 m bili. Síðan voru



10 smáreitir valdir af handahófi og gróður í þeim greindur og þekja metin samkvæmt þekjukvarða Hult-Sernander (Kristbörn Egilsson og Eypór Einarsson, óbirt handrit Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 1988). Æðplöntur voru greindar og þekja þeirra metin og sömuleiðis heildarþekja mosa og fléttna. Við hvern reit var aðstæðum lýst og ljósmyndir teknar. Sami háttur var hafður í öðrum áfanga mælinga árin 1985–1987, mældir voru sömu smáreitir og í upphafi. Í þriðja áfanga, árið 2018, var gerð breyting á til flýta fyrir mælingum. Þá voru átta af 10 smáreitum valdir af handahófi og mældir í hverjum reit. Í stað þess að afmarka alla smáreiti með snæri eins og áður var staðsetning þeirra mæld út frá grunnlínu reita með málböndum. Árið 2018 var bætt við mælingum á hæð gróðurs í öllum smáreitum með því að mæla mestu hæð plantna í hverju horni. Dýpt jarðvegs var jafnframt mæld 2018 með því að reka 115 cm langan járntein niður á fast, þ.e. grjót eða klöpp. Næði teinn ekki niður á fast var jarðvegsdýpt skráð sem 115 cm. Einnig voru þá fjögur jarðvegssýni tekin í hverjum reit úr efstu 10 cm jarðvegs með 5 cm víðum kjarnabor. Sýnum úr hverjum reit var blandað saman eftir töku. Hæð gróðurs hafði ekki verið mæld áður á þennan hátt í reitum og heldur ekki tekin sýni úr jarðvegi eða dýpt hans mæld.

Jarðvegssýni voru þurrkuð við herbergishita í rannsóknastofu í um þrjú mánuði. Eftir það voru þau hrist niður um 2 mm sigti. Efnagreiningar fóru fram hjá Efnagreiningum á Keldnaholti og var sýrustig, kolefni og köfnunarefni mælt í hverju sýni. Sýrustig var mælt í um 10 g af þurrum jarðvegi sem hafði verið vættur með 25 ml af afjónuðu vatni og hristur í um 30 mínútur, látið standa yfir nótt fyrir mælingu. Heildarkolefni og köfnunarefni var mælt í um 1,5–4 g af þurrum jarðvegi í greiningartækinu Vario MAX CN – Maco Elementar Analyzer (Elementar Analysensysteme GmbH). Í níu sýnum af 45 var þurrefni mælt til leiðréttingar fyrir öll sýnin.

### 3.3 Úrvinnsla

Við útreikninga á þekju tegunda eða flokka var notað miðgildi þekjubils í hverjum smáreit og meðaltal fundið fyrir hvern reit. Fyrir hvern reit var reiknað út frá þeim átta smáreitum þar sem gróður var mældur í úttektunum þremur. Viðbótartegundum sem fundust utan smáreitanna en innan stórreits var bætt við og gefið lægsta mögulega þekjugildi og miðað við að tegundin að hefði fundist í einum smáreit. Við tölfræðilega úrvinnslu og túlkun á gróðurgögnum var notuð fjölbreytugreining, bæði TWINSPAN-flokkun og DCA-hnitun, í forritinu PC-ORD 6 (McCune og Mefford 2011). Það var einnig notað til að reikna Shannon's-fjölbreytnivísi fyrir hvern reit út frá óumbreyttri þekju æðplöntutegunda. Fyrir hnitun og flokkun var þekjugildum tegunda hins vegar umbreytt með  $\log_{10}+1$ . Í gagnasafninu voru 44 reitir sem mældir höfðu verið í þrígang ( $44 \times 3 = 132$ ) og að auki tveir reitir úr Bæjarstaðarskógi sem teknir voru með til samanburðar, eða alls 134 reitir. Við hnitun gagna var fylgni nokkurra umhverfis- og gróðurbátta könnuð fyrir sömu reiti. Lengd friðunar fyrir beit var miðuð við tíma sem liðinn var frá því að þjóðgarðurinn var girtur af árið 1978.

### 3.4 Tölfræði

Einsþátta fervikagreining með Tukey „eftir á“ prófi var notuð til að kanna mun á TWINSPAN-flokkum reita fyrir sýrustig, kolefni og köfnunarefni í jarðvegi, hæð gróðurs, fjölda æðplöntutegunda, Shannon's-fjölbreytni og æðplöntuþekju. Fyrir greiningu var öllum breytum nema sýrustigi og fjölda æðplöntutegunda  $\log_{10}$ -umbreytt til að draga úr vægi skekktrar dreifingar. Tölfræðiútreikningar voru unnir með forritinu JMP 9.01 frá SAS (SAS Institute Inc. 2010).

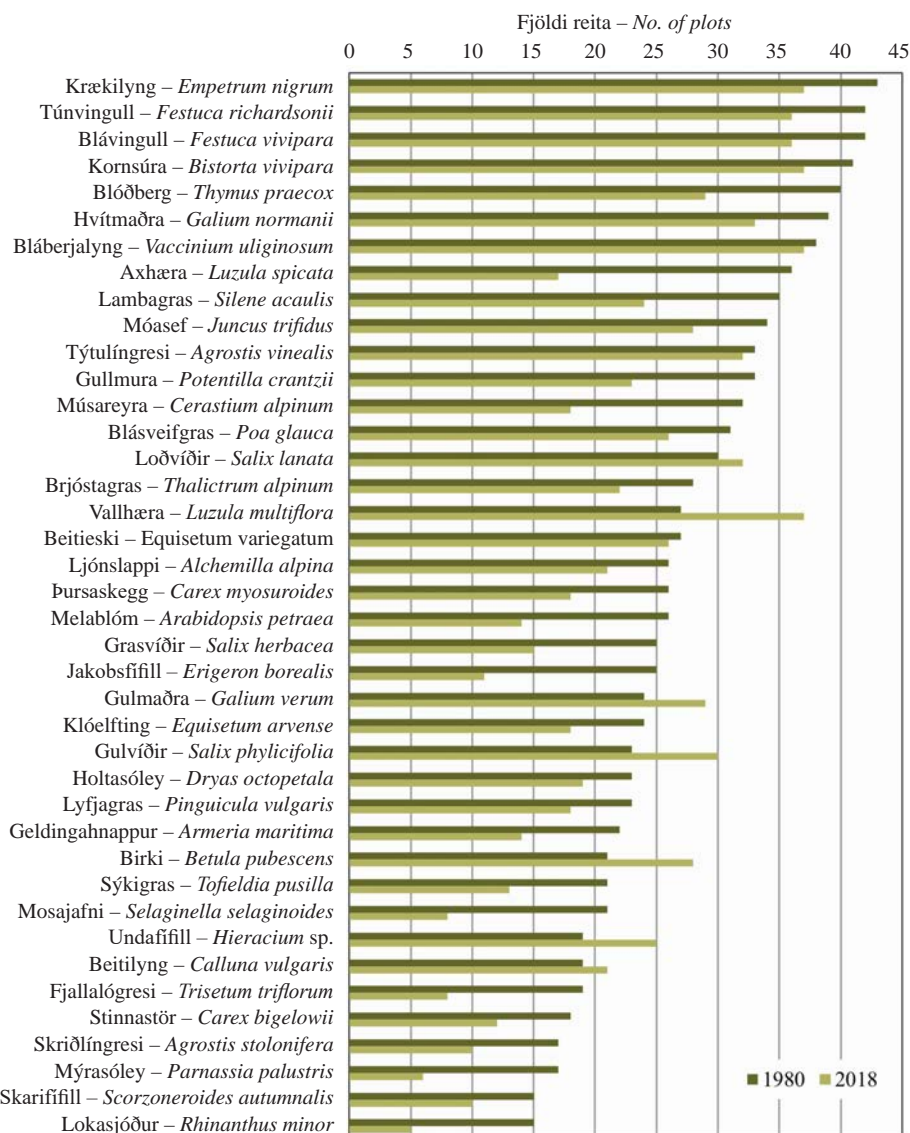
Munur á TWINSPAN-flokkum fyrir hæð yfir sjó, jarðvegsdýpt, mosaþekju, flétuþekju og þekju birkis var kannaður með Wilcoxon-prófi sem er óháð dreifingu (e. nonparametric test).



Samanburður einstakra flokka var gerður með Wilcoxon-raðsummuprófi. Þar sem bornir voru saman sex flokkar var notað  $p$ -gildið  $0,05/6 = 0,0083$ . Tegundafjöldi í reitum 1980 og 2018 var borinn saman með  $t$ -prófi fyrir þöruð gildi.

#### 4 NIÐURSTÖÐUR

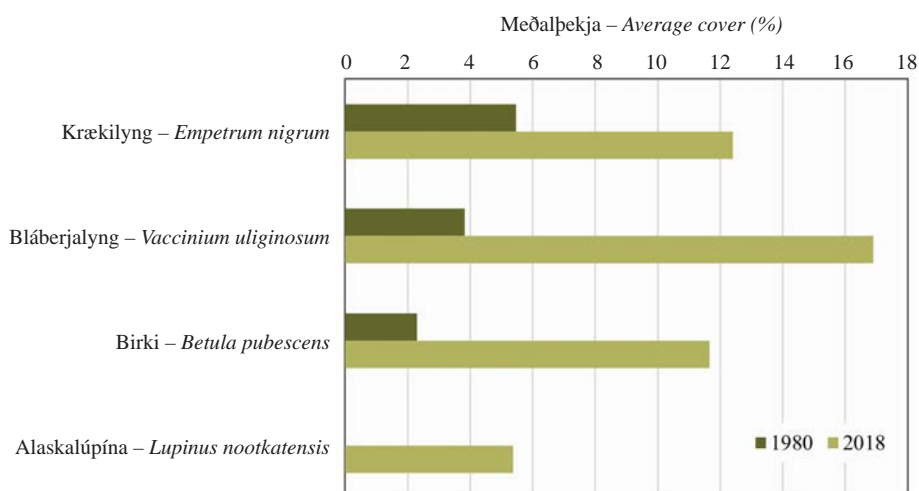
Í gróðurreitum í Skaftafelli voru alls skráðar 142 tegundir æðplantna á rannsóknatímabilinu. Fjöldi tegunda í reit (100 m<sup>2</sup>) var á bilinu 13–57. Ríkastir af tegundum (> 50) voru hálfgrónir mela- og flagareitir í Skaftafellsheiði og við Bæjarstaðarskóg. Fæstar voru tegundir (< 20) hins vegar í þéttgrónum reitum með birkiskógi, birkikjarri eða lúpínu og birki. Meðalfjöldi tegunda í reitum þegar þeir voru fyrst mældir um 1980 var  $34,7 \pm 1,4$  (staðalskekkja). Árið 2018 var hann fallinn niður í  $30,1 \pm 1,4$  og var um marktæka breytingu að ræða ( $p = 0,004$ ,  $n = 44$ ). Útbreiddastar tegunda við fyrstu mælingu voru krækilyng, túnvingull, blávingull, kornsúra, blóðberg, hvítmaðra, bláberjalyng, axhæra og lambagras. Á þessum tíma voru 40 tegundir skráðar í þriðjungi reita eða fleirum ( $\geq 15$ ), flestar þeirra algengar mela- og mólendistegundir (4. mynd).



4. mynd. Tegundir æðplantna sem fundust í a.m.k. þriðjungi reita ( $\geq 15$ ) í Skaftafelli um 1980 og staða þeirra 2018. Raðað eftir algengni tegundanna 1980. – Vascular plant species occurring in at least third of sampling plots ( $\geq 15$ ) in 1980 and their status in 2018. Species are in descending order of occurrence in 1980.

Árið 2018 voru hins vegar heldur færri tegundir, 37, skráðar í a.m.k. þriðjungi reita. Áfram voru flestar sömu tegundir í hópi hinna algengustu en myndin var þó ekki hin sama. Meirihluti tegundanna fannst nú í færri reitum en áður en nokkrar í mun fleiri. Dæmi um tegundir sem höfðu látið undan síga voru blóðberg, axhæra, lambagras, músareyra, melablóm, grasvíðir og geldingahnappur. Í hópi tegunda sem fundust í mun fleiri reitum en áður voru birki, gulvíðir, ætihvönn, túnfífill, túnsúra, smjörgras, vallhæra, barnarót, friggjargras og alskálúpína (gögn ekki sýnd fyrir allar).

Samanburður á meðalþekju tegunda í öllum reitum um 1980 og 2018 sýndi að um 40 tegundir höfðu aukist að þekju en hjá um 100 tegundum hafði hún minnkað. Um 1980 var krækilyng með mesta meðalþekju allra tegunda í reitum í Skaftafelli eða 5,5% en tegundir sem fylgdu þar næst á eftir voru bláberjalyng, kornsúra, blóðberg, túnvingull, hvítmaðra, birki, blávingull, axhæra og gulvíðir. Árið 2018 höfðu orðið miklar breytingar á. Þrjár af ofangreindum tegundum, þ.e. krækilyng, bláberjalyng og birki, auk alskálúpínu höfðu stóraukist og náðu 5% meðalþekju eða meir. Mest var aukning bláberjalyngs og birkis í prósentustigum talið (5. mynd). Tegundir sem næstar þeim komu 2018 voru gulvíðir, loðvíðir, mýrastör, ætihvönn og beitleyng.

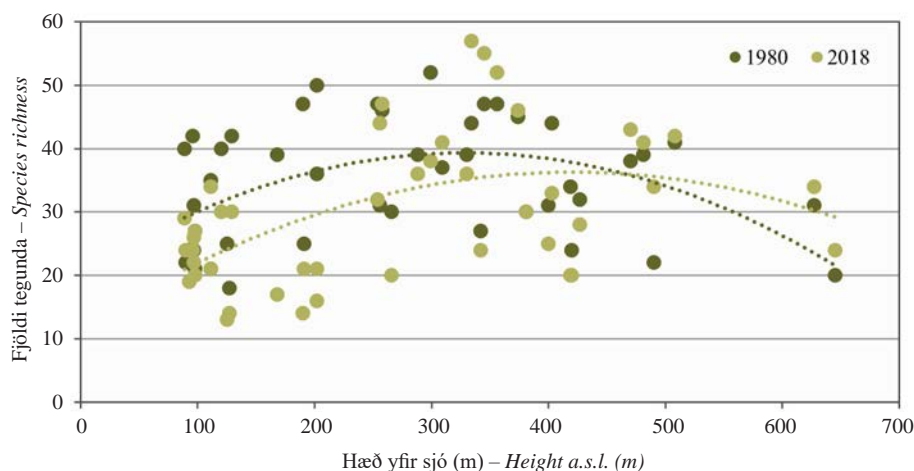


5. mynd. Tegundir æðplantna sem voru ríkjandi í gróðurþekju í reitum í Skaftafelli um 1980 og 2018 og náðu a.m.k. 5% meðalþekju í annarri hvorri úttektinni. – Dominant vascular plant species in vegetation cover in plots in Skaftafell in 1980 and 2018, reaching  $\geq 5\%$  average cover in either year. The species are *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum* and *Lupinus nootkatensis*.

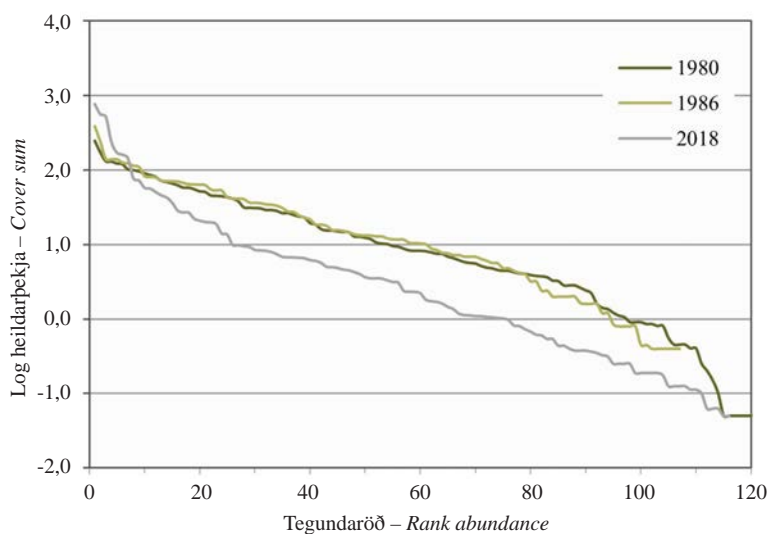
Þegar skoðaður er fjöldi tegunda í reitum og hæð þeirra yfir sjó sýndu gögnin tilhneigingu í þá átt að tegundafjöldi í reitum hafi við upphaf mælinga um 1980 farið vaxandi upp í 300–350 m h.y.s. en síðan farið lækkandi er ofar dró. Árið 2018 voru hins vegar komnar fram vísbendingar um að tegundum hefði fækkað í láglendisreitum en fjölgað í reitum sem hæst lágu, ofan 450 m h.y.s. (6. mynd).

Hér hefur aðeins verið gerður samanburður á niðurstöðum mælinga í Skaftafelli frá um 1980 og 2018 en lítill gaumur gefinn að niðurstöðum frá um 1986. Þetta var gert til að einfalda framsetningu og vegna þess að stuttur tími leið milli fyrstu og annarrar mælingar. Með því að bera saman ferla sem sýna röðun tegunda eftir þekju (e. rank abundance) (Avolio o.fl. 2019) og árum, frá þeirri efstu til hinnar lægstu, má fá vísbendingu um breytingar með tíma. Það var gert hér fyrir mælingatímanna þrjá (7. mynd). Í ljós kemur að ferlar fyrir árin 1980 og 1986 falla nánast saman en ferill fyrir árið 2018 sker sig frá hinum. Þetta sýnir að við fyrstu tvær mælingar

var meira jafnræði með tegundum en við þá síðustu. Jafnframt að mun meiri gróðurbreytingar urðu á seinni hluta tímabilsins sem var miklu lengra. Nokkrar tegundir höfðu aukist mjög að þekju og orðið meira ríkjandi en áður en mikill meirihluti hafði látið undan síga og breytti það lögum ferilsins.



6. mynd. Fjöldi æðplöntutegunda í reitum í Skaftafelli um 1980 og 2018 eftir hæð yfir sjó. Aðhvarfslínur, skv. 2. gráðu fjölliðu, sýna nálgun fyrir hvort ár ( $R^2 = 0.2337$  og  $0.2631$ ). – Richness of vascular plants in Skaftafell plots in 1980 and 2018 with height a.s.l. Trendlines, 2nd order polynomial, are shown for each year ( $R^2 = 0.2337$  og  $0.2631$ , respectively).



7. mynd. Tegundum æðplantna sem fundust í Skaftafelli raðað eftir lækkandi heildarþekju í öllum reitum og eftir árum. Lóðréttur ás sýnir  $\log_{10}$  gildi af þekju. – Rank abundance of vascular plant species in the Skaftafell plots in the different sampling years, log cover sum.



**H1: Mosamelar.** Hér voru reitir sem lágu fremur hátt í Skaftafellsheiði, sá neðsti í um 260 m h.y.s. upp af Hæðum en sá efsti í um 650 m h.y.s. upp undir Kristínartindum. Reitir í hópnum lágu hæst í landi að meðaltali. Á þessu landi var slitrótt þekja lágvaxinna æðplantna og mosa (einkum melagambra) og lítilsháttar af fléttum (1. tafla). Miðað við aðra hópa voru þeir þó ríkir af tegundum æðplantna og fjölbreytni var mikil. Að meðaltali fundust 36 tegundir í hverjum reit. Hæð gróðurs var aðeins um 2 cm að meðaltali. Jarðvegur var um 70 cm á dýpt og rýr af kolefnis- og köfnunarefnisinnihaldi. Af æðplöntum náði engin tegund umtalsverðri þekju en þær sem mest kvað að ( $\geq 2\%$  þekja) voru krækilyng, grasvíðir, kornsúra, túnvingull og blóðberg. Birki fannst ekki í þessum reitum. Meirihluta reita í hópnum hélst innan hans frá fyrstu til síðustu mælingar sem bendir til að fremur litlar gróðurbreytingar hafi orðið í þeim á tæplega 40 ára tímabili.

**H2: Aurar og víðimelar.** Um þriðjungur reita féll innan þessa hóps, annars vegar reitir niður á aurum undan Skaftafellsjökli og í Morsárdal, hins vegar reitir í neðri hluta Skaftafellsheiðar og í hlíðinni ofan við Bæjarstaðarskóg. Neðstu reitirnir lágu neðan við 100 m h.y.s., á aurum og jökulruðningi framan við Skaftafellsjökul en þeir hæstu voru í um 430 m h.y.s. í Skaftafellsheiði. Að meðaltali lágu reitir í þessum hópi um 200 m neðar í landi en mosamelareitirnir (H1). Land aura og víðimela var betur gróið en land í fyrri hópi, einkum af æðplöntum sem þöktu um tvo

**1. tafla.** Meðaltöl  $\pm$  staðalskekkja ( $\bar{x} \pm s.e.$ ) fyrir umhverfis og gróðurþætti í sex hópum sem TWINSPAN-flokkun dró fram við þriggja þrepa greiningu. Bókstafir aftan við meðaltöl gefa til kynna hvort munur er marktækur milli hópa, hann er það ef um mismunandi bókstafi er að ræða, ( $p < 0,05$ ). Gróðurhæð og jarðvegspættir voru aðeins mældir í reitum árið 2018. – *Means  $\pm s.e.$ , for environmental and vegetation parameters in the main six groups formed by TWINSPAN in three level classification. Capital letters indicate if differences are significant between groups, ( $p < 0,05$ ). Note that vegetation height and soil parameters were only measured in 2018.*

	Mosamelar <i>Upland gravel barrens</i>	Aurar og víðimelar <i>Glacial fore- lands and low- land barrens</i>	Mólendi og kjarrskógur <i>Heathland and dwarf Betula woodland</i>	Deiglendi <i>Moist upland grounds</i>	Lyngskógur <i>Dwarf-shrub rich Betula woodland</i>	Blómekógur <i>Forb-rich Betula woodland</i>
	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Fjöldi (n) =	33	48	25	20	2	6
Hæð yfir sjávarmáli, hæðarbil (m) – <i>Altitude range (m)</i>	256–645	89–427	89–427	266–490	125–127	150–202
Þekja % – <i>Cover</i>						
Æðplöntur – <i>Vascular plants</i>	57,2 $\pm$ 4,1A	65,2 $\pm$ 5,0A	83,7 $\pm$ 9,8AB	92,6 $\pm$ 6,4BC	156,8 $\pm$ 1,5ABC	169,7 $\pm$ 13,5C
Mosar – <i>Mosses*</i>	44,3 $\pm$ 3,6A	47,6 $\pm$ 3,6AD	57,3 $\pm$ 3,9BD	64,1 $\pm$ 3,6BC	33,0 $\pm$ 1,5ABC	58,6 $\pm$ 5,6ABC
Fléttur – <i>Lichens*</i>	2,8 $\pm$ 0,3A	3,8 $\pm$ 0,2B	4,8 $\pm$ 0,7AB	1,3 $\pm$ 0,3C	0,8 $\pm$ 0,5ACD	0,0 $\pm$ 0,0D
Birki – <i>Birch*</i>	0,0 $\pm$ 0,0A	3,1 $\pm$ 0,6B	13,7 $\pm$ 3,1C	0,6 $\pm$ 0,5A	18,3 $\pm$ 4,1CD	62,2 $\pm$ 8,9D
Fjöldi æðplöntutegunda – <i>Species richness</i>	35,9 $\pm$ 1,3A	36,3 $\pm$ 1,5A	26,4 $\pm$ 1,5B	27,0 $\pm$ 1,4B	13,5 $\pm$ 0,4B	16,5 $\pm$ 1,0B
Fjölbreytni H, æðplöntur – <i>Diversity</i>	3,1 $\pm$ 0,1A	3,0 $\pm$ 0,1A	1,9 $\pm$ 0,1C	2,4 $\pm$ 0,1B	1,4 $\pm$ 0,1C	1,6 $\pm$ 0,1C
Fjöldi (n) =	8	5	18	6	2	6
Gróðurhæð (cm) – <i>Vegetation hight (cm)</i>	1,9 $\pm$ 0,3A	4,0 $\pm$ 1,9AB	30,8 $\pm$ 13,3BC	23,4 $\pm$ 3,8C	90,6 $\pm$ 0,8CD	541,7 $\pm$ 84,4D
Jarðvegisdýpt (cm) – <i>Soil depth (cm)</i>	68,8 $\pm$ 4,2A	50,3 $\pm$ 5,1AB	29,6 $\pm$ 4,9B	104,9 $\pm$ 5,1C	45,3 $\pm$ 9,1AB	62,3 $\pm$ 15,3A
C %	1,52 $\pm$ 0,23A	0,88 $\pm$ 0,08A	2,61 $\pm$ 0,46A	5,69 $\pm$ 1,23B	9,46 $\pm$ 0,84B	5,24 $\pm$ 0,51B
N %	0,12 $\pm$ 0,02AB	0,08 $\pm$ 0,01A	0,12 $\pm$ 0,02A	0,33 $\pm$ 0,04C	0,38 $\pm$ 0,01BC	0,36 $\pm$ 0,03C
pH	6,55 $\pm$ 0,06A	6,66 $\pm$ 0,03A	6,17 $\pm$ 0,07BC	6,06 $\pm$ 0,10BC	5,65 $\pm$ 0,01C	6,29 $\pm$ 0,02AB

\*Nonparametric comparison, Wilcoxon



þriðju yfirborðs. Þekja mosa og fléttna var hins vegar áþekkt (1. tafla). Líkt og á mosamelum voru reitir aura og víðimela ríkir af tegundum og fjölbreytni var há. Gróðurhæð var nokkrum meiri en á mosamelum en þó aðeins um 4 cm að meðaltali. Engin tegund æðplantna náði hér mikilli þekju en þær sem mest var af að meðaltali voru krækilyng, blóðberg, bláberjalyng, birki og loðvíðir. Í meirihluta reita í hópnum fannst birki en meðalþekja þess var aðeins 3%. Þegar lítið er til reita í hópnum og mælitíma þeirra kom í ljós að langflestir þeirra héldust í honum í fyrstu og annarri mælingu en ekki í hinni þriðju. Það sýnir að breytingar hafa orðið á gróðurfari á aurum og víðimelum í Skaftafelli á síðustu áratugum. Jarðvegur á aurum og víðimelum var um 50 cm djúpur og innihald kolefnis og köfnunarefnis mjög lágt (1. tafla).

*H3: Mólendi og birkikjarr.* Flestir reitir hér voru frá síðasta mælitíma, þ.e. árinu 2018, en þeir töldust áður til aura og víðimela. Þetta voru reitir niður á aurum framan við Skaftafellsjökul og í Morsárdal, en einnig í Skaftafellsheiði og flestir þar neðantil. Hæðardreifing þeirra var hin sama og á reitum í fyrri hópi (H2), en að meðaltali lágu þeir rúmum 40 m neðar í landi (1. tafla). Hér var gróður mun hávaxnari og þekja meiri en í fyrri hópum. Gróðurhæð mældist að meðaltali yfir 30 cm. Þekja æðplantna var komin yfir 80%, þekja mosa nálgadist 60% og fléttur voru meiri en í öðrum hópum eða um 5%. Fjöldi æðplöntutegunda var hins vegar mun lægri og fjölbreytni sömuleiðis (1. tafla). Þetta kemur vel fram í þekjuhlutfalli tegunda en nokkrar þeirra höfðu hér náð umtalsverðri þekju. Þær sem mest var af voru krækilyng, bláberjalyng, birki, alaskalúpína og beitleyng. Birki fannst í flestum reitum og var meðalþekja þess um 14%. Í nokkrum reitum var tekið að myndast birkikjarr. Jarðvegur í mólendis- og birkikjarsreitum var grunnur, en ríkari af kolefni og súrustig lægra en á mosamelum, aurum og víðimelum (1. tafla).

*H4: Deiglendi.* Reitir í þessum hópi voru allir í röku landi í Skaftafellsheiði, í um 270–490 m h.y.s. Þeir lágu að meðaltali í 380 m h.y.s., næsthæstir reita einstakra gróðuruhópa. Gróður var hér með öðru yfirbragði en í fyrri hópum því hér fundust deig- og votlendistegundir í bland við þurrlendistegundir. Því er vart hægt að segja að um eiginlegar mýrar sé að ræða. Gróður deiglendisins var mun gróskumeiri og þéttari en á þurrlendi í sambærilegri hæð í Skaftafellsheiði. Þekja æðplantna mældist yfir 90% og þekja mosa um 65%. Lítið var hins vegar um fléttur (1. tafla). Gróðurhæð var tæpir 25 cm. Fjöldi æðplöntutegunda var áþekkur og í mólendi og birkikjarri en mun minni en á melum og aurum. Fjölbreytni í deiglendi var allhá en þó lægri en á melum og aurum. Tegundir æðplantna sem mest var af í deiglendinu voru bláberjalyng, gulvíðir, mýrastör, loðvíðir og krækilyng. Birki fannst lítið sem ekkert í deiglendisreitum en meðalþekja þess var innan við 1%. Jarðvegur í deiglendisreitum var yfir 1 m þykkur sem var mun meira en á öðru landi sem rannsakað var í Skaftafelli. Innihald kolefnis og köfnunarefnis í jarðvegi var og mun hærra en á melum, aurum og mólendi. Allir reitir í deiglendinu héldu hópinn frá fyrstu til síðustu mælingar sem sýnir að fremur litlar gróðurbreytingar hafa orðið þar, hvað varðar samsetningu tegunda.

*H5: Lyngskógur.* Aðeins tveir reitir féllu hér undir, báðir frá síðasta mælitíma 2018. Þeir voru á sama svæði, í um 125 m h y.s., á lágum hjalla í vestanverðum Morsárdal, innan við Bæjarstaðarskóg. Hjallinn er um 10 m ofan auranna í dalbotninum. Í reiti þessa var þá kominn lágvaxinn, gisinn birkiskógur með bláberjalyngi og fleiri lyngtegundum ríkjandi í botni. Gróður var lagskiptur, samanlögð þekja æðplantna yfir 150% og meðalhæð gróðurs yfir 90 cm, langtum meira en í hópum H1–H4. Þekja mosa og fléttna var á hinn bóginn minni (1. tafla). Fjöldi æðplantna í þessum lyngskógarreitum var um eða innan við helmingur þess sem var í hópum H1–H4 og fjölbreytni miklu minni. Æðplöntur með mesta þekju í þessum reitum voru bláberjalyng, krækilyng, birki, beitleyng og hrútaberjalyng. Þekja birkis var að meðaltali 18 % í reitunum tveimur. Jarðvegur var fremur grunnur en ríkur af kolefni og köfnunarefni.

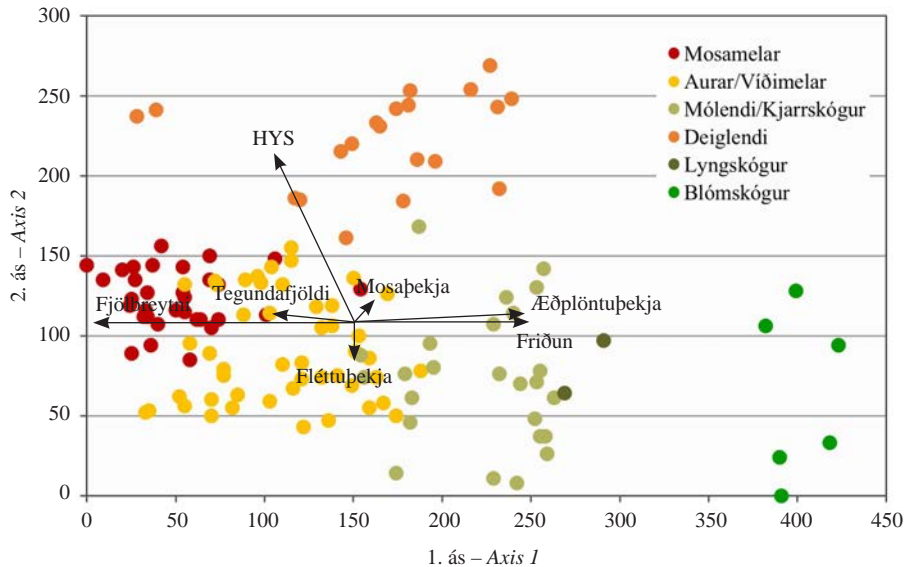
*H6: Blómskógur.* Þennan hóp mynduðu sex reitir sem voru í eða við Bæjarstaðarskóg, í um 150–200 m h.y.s. Allir voru þeir frá síðasta mælitíma. Annars vegar voru tveir reitir (B1 og B2) neðarlega í hinum gamalgróna birkiskógi, hins vegar fjórir reitir ofan skógarins þar sem birki hafði hækkað mikið eftir að lúpína nam land og myndast hafði hávaxinn skóg á síðustu áratugum. Í Twinspan-flokkuninni aðskildust þessir reitir á þriðja þrepi en þeim er hér slegið saman í umfjöllun. Reitirnir einkenndust af þéttu birki með yfir 60% þekju að meðaltali. Birkið var einnig mjög hávaxið eða 5 til 9 m. Mestri hæð náði það í gamla skóginum. Meðalhæð gróðurs í reitum blómskógarins var yfir 5 m. Eins og í lyngskóginum var gróður lagskiptur en samanlögð meðalþekja æðplantna var um 170%, mest allra reita í Skaftafelli. Í stað lyngtegunda í skógarbotni voru hér breiðblaða blómjurtir og grös ríkjandi. Þekja mosa í neðsta gróðurlagi var allmikil, tæp 60% en fléttur voru engar í skógarbotni. Líkt og í lyngskóginum var fjöldi æðplöntutegunda og fjölbreytni miklu lægri hér en í hópum H1–H4 (1. tafla). Ríkjandi tegundir æðplantna í blómskógareitunum voru birki, alaskalúpína, blágresi, bugðupunktur, og geithvönn. Jarðvegur í blómskógi var frekar þykkur og ríkur af kolefni og köfnunarefni.

Hugum nánar að mun á gamla skóginum og hinum yngri lúpínuskógi. Í reitum í gamla skóginum var birki með nær samfellda þekju og ríkjandi tegundir æðplantna í skógarbotni voru bugðupunktur, ilmreyr, vallelfting, gulvíðir, hagabruða, eski, hrútaberjalýng, brennisóley og geithvönn. Lúpína óx ekki í reitum gamla skóginum. Í lúpínuskógarreitunum var meðalþekja birkis 49%. Þar var lúpína hins vegar ríkjandi í undirgróðri og meðalþekja 34%. Aðrar tegundir sem mikið var af voru geithvönn, blágresi, bugðupunktur, ætihvönn, gulvíðir, hrútaberjalýng, vallelfting og brennisóley. Af tíu tegundum sem náðu 1% meðalþekju eða meir í gamla skóginum uxu sjö í lúpínuskóginum og náðu þeirri þekju. Lítil munur var á fjölda æðplöntutegunda og fjölbreytni milli gamla skógarins og yngri lúpínuskógar.

#### 4.1.2 Hnitun

Niðurstöður hnitunar sýna hversu líkir einstakir reitir voru að gróðursamsetningu og hve miklar breytingar höfðu orðið á þeim á tæplega 40 árum. Jafnframt gefa þær vísbendingu hvaða umhverfisþættir liggja að baki breytinganna. Þegar dreifing reita á hnitamynd (9. mynd) er skoðuð í samhengi við niðurstöður Twinspan-flokkunar kemur í ljós að út eftir fyrsta hnitunarási raðast reitir frá mosamelum, aurum og víðimelum, deiglendi, mólendi og kjarrskógi til lyng- og blómskógar. Ásinn endurspeglar framvindu frá melum og aurum til gróskumikils birkiskógar. Skil milli hópa verða meiri eftir því sem utar dregur á ásnunum, þar sem skógur tekur við af opnu landi. Á 2. ási eru það hins vegar reitir deiglendis sem aðgreinast frá öðrum hópum þegar kemur ofar á ásinn (9. mynd). Hann tengist því að hluta jarðvegsraka og gróðurmun milli þurrlendis til deiglendis. Þegar skoðað er hvernig breytileiki í umhverfis- og nokkrum gróðurþáttum fellur að dreifingu reita í hnitamyndinni (9. mynd) kemur fram að tími sem liðinn er frá friðun lands fyrir beit í Skaftafelli tengist eindregið 1. ási. Saman við friðun fer aukin þekja æðplantna, fækkun þeirra og minnkandi fjölbreytni. Hvorki mosar né fléttur sýna, hvað þekju varðar, mikla fylgni við 1. ás. Lega reita í landi, þ.e. hæð þeirra yfir sjó, sýnir meiri fylgni við 2. ás en þann fyrsta. Reitir sem liggja í efri hluta myndarinnar og til vinstri eru því herra í landi en reitir sem eru í neðri hluta hennar og til hægri (9. mynd).

Á hnitamyndinni má einnig sjá hvort einstakir reitir hafi færst til frá fyrstu til þriðju mælingar (10. mynd). Ef tilfærsla er lítil gefur það til kynna að gróðurbreytingar hafi verið litlar. Mikil tilfærsla gefur hins vegar hið gagnstæða til kynna. Rifjum hér upp að fyrsta mæling á reitum í Skaftafelli fór fram 1979–1981, önnur mæling 1985–1987 og hin þriðja 2018. Lítil tilfærsla varð á mosamelareitum í Skaftafellsheiði milli fyrstu og annarrar mælingar en verulegar og stefnubundnar frá annarri til þriðju mælingar. Þær voru þó mismiklar eftir reitum. Lengst til



9. mynd. Skipan reita í Skaftafelli frá öllum árum eftir 1. og 2. ási DCA-hnitunar. Litur aðgreinir reiti úr mismunandi hópum sem fundnir voru við TWINSpan-flokkun. Eigingildi ása voru 0,444 og 0,231. Tengsl tveggja umhverfisbreyta (lengd friðunar og h.y.s.) og valinna gróðurþátta við DCA-hnitunarniðurstöður reita. Stefna og lengd örva gefur til kynna í hvaða átt breyting verður og hve sterk tengslin eru. – DECORANA-ordination of the Skaftafell plots from the three sampling times. Different colors show plots of the six vegetation groups formed in the TWINSpan-classification. Axes eigenvalues were 0.444 and 0.231. Association of environmental variables (time from cessations of sheep grazing and height a.s.l.) and selected vegetation variables with plot DCA-ordination. Variables are: Friðun: Time from cessation of sheep grazing, HYS: height a.s.l, Fjölbreytni: diversity Shannon, Tegundafjöldi: species richness, Æðplöntuþekja: Cover of vascular plants, Mosabekja: Moss cover, Flétuþekja: Lichen cover.

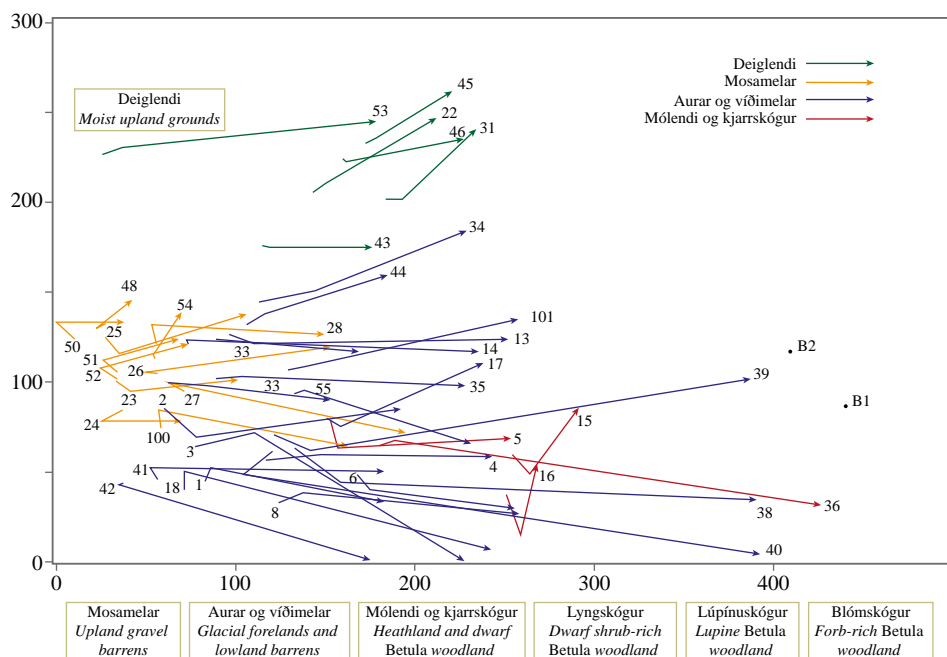
vinstri á myndinni voru melareitir sem lágu hátt uppi í heiðinni, þar á meðal reitir 48 og 50 sem voru hæstir allra, í yfir 600 m h.y.s. (1. mynd). Þessir reitir sýndu hlutfallslega litla tilfærslu með tíma og héldust í mosamelahópnum. Reitir lengra til hægri í mosamelahópnum lágu mun neðar í heiðinni. Þeir sýndu hins vegar flestir verulega tilfærslu og í sömu átt, þ.e. til víðimela og mólendis í þriðju mælingu (10. mynd).

Mjög mikil tilfærsla varð á reitum sem flokkuðust upphaflega til aura og víðimela (10. mynd). Eins og áður var hún lítil milli fyrstu og annarrar mælingar en tók stökk við hina þriðju. Þá skipast flestir reitirnir til mólendis og birkikjarris eða blómskóga. Langmestar urðu gróðurbreytingar í reitum sem alaskalúpína hafði breiðst yfir og vaxið um tveggja til þriggja áratuga skeið við Bæjarstaðarskóg (reitir 36, 38–40). Þar hafði vaxið upp birkiskógur sem tekinn var að líkjast gamalgróna skóginum, eins og fram hefur komið.

Aðeins einn reitur úr mólendi og birkikjarri hélt stöðu sinni frá fyrstu til síðustu mælingar en allmikil tilfærsla varð frá annari til þriðju mælingar (10. mynd). Aðrir reitir í þessum hópi voru áður flestir í aura- og víðimelahópi.

Í reitum deiglendis, sem flestir voru ofarlega í Skaftafellsheiði, urðu nokkrar og stefnubundnar breytingar frá annari til þriðju mælingar (10. mynd). Allir reitirnir héldu þó hópinn frá upphafi til enda. Ríkjandi tegundir, einkum bláberjalýng, mýrastör og loðvíðir juku þekju sína frá fyrstu til síðustu mælingar en algengar og smávaxnari tegundir létu undan síga. Reitur 53 skar sig frá öðrum deiglendisreitum við fyrstu og aðra mælingu en saman dró í hinni þriðju. Í upphafi





10. mynd. Hnikun einstakra reita með tíma samkvæmt niðurstöðum DCA-hnitunar. Örvar tengja sömu reiti frá fyrstu til síðustu mælingar og sýna stefnu gróðurbreytinga og hversu langt þær ganga. Litur örva gefur til kynna í hvaða gróðurhóp reitir féllu við upphaf mælinga í Skaftafelli um 1980, samkvæmt Twinspan-flokkun. Reitir merktir B eru úr Bæjarstaðarskógi og voru aðeins mældir við lok mælinga. Númer reita eru sýndar við örvar. – Plot positions changes with time according to DCA-ordination results. Arrows connect the same plots and indicate degree and direction of change. Arrow colors indicate initial grouping of plots according to Twinspan classification. Plots labelled B1 and B2 are from the old Bæjarstaður birch woodland and were only sampled at the end of the study period.

var yfirborð mjög rofið og bleytuflog í reitnum. Þar fundust m.a. blómsef, flagasef, naflagras og mýrasauðlaukur við fyrstu og aðra mælingu. Í þriðju mælingu hafði gróska aukist mjög í reitnum, flög lokað sér að mestu og hinar smávöxnu flagategundir fundust þar ekki lengur.

Lyngskógur var kominn í tvo reiti (15 og 16) við síðustu mælingu en áður flokkuðust þeir með mólendi og birkikjarri (10. mynd). Fremur lítil tilfærsla varð á þessum reitum frá annarri til þriðju mælingar og tegundasamsetning hélst lík og fyrr. Mikil aukning í þekju bláberjalyngs, birkis og fleiri tegunda hafði orðið þegar reitirnir voru mældir 2018.

Eins og fram hefur komið voru reitir ekki settir niður í birkiskógi þegar rannsóknirnar hófust í Skaftafelli um 1980 og því er ekki hægt að segja til um hvort einhverjar breytingar hafi orðið á gróðri þeirra undanfarna áratugi. Líklegt er þó að svo hafi verið. Reitirnir tveir (B1 og B2) sem mældir voru í Bæjarstaðarskógi árið 2015 gefa vísbendingu um hver eru lokastig framvindu frá melum og aurum til birkiskóglendis við góð skilyrði á láglandi á svæðinu (10. mynd). Bæjarstaðarskógi hinum gamalgróna má lýsa sem blómekógi en í honum eru blómjurtir og grös ríkjandi í skógarbotni og jarðvegur er moldarríkur og frjósamur (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016). Umhverfis gömlu skógartorfunar, á melum þar sem birki var tekið að nema land um 1980, hafði lúpína breiðst út. Þar hafði tæpum 40 árum síðar vaxið upp skógur sem, samkvæmt niðurstöðunum (reitir 36, 38–40), var tekinn að líkjast gamla skóginum að tegundasamsetningu (10. mynd).

Ljósmyndir sem teknar voru af reitum frá fyrstu til síðustu mælingar gefa margar góða mynd af þeim breytingum sem urðu á gróðri í Skaftafelli frá um 1980 til 2018. Við höfum valið hér

dæmi og sýnishorn af reitum þar sem myndir hafa verið teknar frá sama sjónarhorni. Fyrst eru sýndir reitir sem eru á ungu landi framan við Skaftafellsjökul, þá reitir innan úr Morsárdal og frá Bæjarstaðarskógi og að síðustu frá reitum í Skaftafellsheiði (sjá 1. viðauka).

## 5 UMRÆÐUR

Rannsóknir á gróðurbreytingum í föstum reitum í Skaftafelli eru meðal þeirra sem lengst hafa staðið hér á landi. Árið 1965 setti Eyþór Einarsson niður fasta reiti og hóf rannsóknir á landnámi gróðurs í jökulskerjum í Breiðamerkurjökli en þeim hefur verið fylgt eftir fram á þennan dag (Bjarni Diðrik Sigurðsson o.fl. 2020). Við Lagarfljót hafa farið fram rannsóknir á gróðri í föstum reitum frá árinu 1975 (Sigurður H. Magnússon 2016), við Blöndulón frá 1987 (Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2017), í Surtsey frá 1990 (Borgþór Magnússon o.fl. 2014), á Þingvöllum og á Auðkúluheiði frá 1995–1996 (Ingibjörg Svala Jónsdóttir o.fl. 2005), í högum víða um land frá 1997 (Borgþór Magnússon o.fl. 2006) og fleira mætti telja. Notkun fastra reita í gróðurrannsóknum á sér mun lengri sögu erlendis en hún er talin með mikilvægari aðferðum í plöntuvistfræði (de Bello o.fl. 2020). Sagan sýnir að erfitt getur reynst að standa við fyrirheit sem sett eru í byrjun og halda út. Oftar en ekki standa og falla slíkar rannsóknir með þeim er hófu þær og fylgdu eftir. Áherslur breytast með tímanum og langtímafjármögnun verkefna er sjaldnast tryggð. Því lengur sem rannsóknir standa og þeim mun oftar sem mælingar fara fram fást betri svör. Ófyrirséðir atburðir eða þróun, t.d. eldgos, veðursfarsbreytingar, landnám nýrra tegunda og gerbreytt landnýting, verða oft til þess að rannsóknir þar sem föstum reitum hefur verið komið fyrir taka nýja og óvænta stefnu. Færi gefst á samanburði við það sem áður var. Í rannsóknunum í Skaftafelli var ætlunin að mæla reiti á innan við 10 ára fresti (Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson, óbirt handrit Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 1988) en af því varð ekki. Þeir sem önnuðust gróðurmælingar í fyrstu tveimur áföngunum í Skaftafelli komu ekki eða lítt við sögu í mælingunum árið 2018. Því er líklegt að einhvers mannamunar gæti milli ára, einkanlega við beitingu á þeim kvarða sem notaður var við mat á þekju tegunda eða plöntuhópa. Við saum merki um það í gögnum okkar en teljum þó að það breyti litlu um þær meginniðurstöður sem fengust.

Rannsóknir okkar leiddu í ljós að fremur litlar og lítt stefnubundnar breytingar urðu á gróðri í Skaftafelli á þeim 6 árum sem liðu milli fyrstu og annarrar mælingar. Hins vegar kom fram að miklar og stefnubundnar breytingar höfðu orðið árið 2018 er nær 40 ár voru liðin frá upphafi rannsókna. Verði framhald á þessum rannsóknum teljum við í ljósi þessa að 15–20 ár megi líða milli mælinga, en að nauðsynlegt verði að vitja oftari um reiti til að viðhalda merkingum.

En hvaða breytingar urðu á gróðri í Skaftafelli frá um 1980 til 2018 og af hverju stafa þær? Í hnotskurn komu breytingarnar fram í stóraukinni útbreiðslu og þéttleika birkis, meiri og hávaxnari undirgróðri sem leiddi til fækkunar tegunda og minni fjölbreytni á láglendi, fjölgun tegunda og grónara landi í reitum sem hæst lágu og miklum umskiptum á landi sem lúpína hafði breiðst yfir. Að okkar mati eru höfuðorsakir breytinganna friðun lands fyrir sauðfjárbætur, hlýnandi veðurfar og aukin útbreiðsla alaskalúpínu. Lítum nú nánar á þetta.

### 5.1 Viðbrögð nokkurra lykiltegunda við sauðfjárbætur og friðun

#### 5.1.1 Birki

Með skógarhöggi var gengið mjög nærri skógi í Skaftafelli á fyrri hluta nítjándu aldar sem heimildir um Bæjarstaðarskóg vitna um (Guðjón Jónsson 1996, Bjarni Diðrik Sigurðsson 2015). Eftir aldamótin 1900 fjölgaði sauðfé mikið í Skaftafelli og var stofninn í hámarki um 1930. Ætla

má að mest af fénu hafi verið beitt úti árið um kring, en Agnar Koefed-Hansen, skógræktarstjóri (1932) hafði það eftir Gísla Kjartanssyni presti að Sandfelli að um 1915 hafi tíðkast að fara með 500 fjár yfir Morsá eftir sláturtíð á haustin og hafa þar fram til jóla. Þá var féð tekið heim en aftur farið með það um miðjan mars og því sleppt (Agnar Koefed-Hansen 1932). Fram yfir 1970 telst fé í Skaftafelli enn margt miðað við það sem áður var. Þessi þunga sauðfjárbétt hefur haft mikil áhrif á gróður og eru þau lík þeim sem komið hafa fram í rannsóknum á áhrifum beitar annarsstaðar á landinu og erlendis. Þekkt er að mikil beit sauðfjár og hjartardýra getur komið í veg fyrir endurnýjum birkis og fleiri trjátegunda af fræi (Pigott 1983, Putman o.fl. 1989, Atkinsson 1992). Jafnframt bítur sauðfé birkilauf þar sem það gengur í skógum (Anna G. Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993) og sprota og greinar þegar að sverfur (Þróstur Eysteinnsson 2011) svo trjástofnar verða lauf- og greinalausir þar sem féð nær til. Þegar beit tók að léttast á marki í Skaftafelli undir 1980 og sauðfjárbúskapur lagðist þar af um áratug síðar varð viðsnúningur. Birkiskógurinn tók að þétta sig og færast út að nýju. Í reitum okkar í Skaftafelli jókst meðalþekja birkis næstmest allra tegunda frá um 1980 til 2018 og reitum með birki fjölgaði til muna. Gögn frá Skógrækt ríkisins sem vitnað var í hér að framan sýna einnig mikla aukningu í útbreiðslu birkis í Skaftafelli undanfarna áratugi. Svipaða sögu er að segja um aukna útbreiðslu birkiskóga í Þórsmörk á síðustu árum (Behrend 2019, Hreinn Óskarsson og Björn Traustason 2018) og að nokkru leyti á landinu öllu (Arnór Snorrason o.fl. 2016). Þegar tekið er tillit til stærðar birkis má ætla að í lífmassa talið hafi vöxtur þess verið meiri en annarra tegunda í Skaftafelli á rannsóknatímabilinu.

### 5.1.2 Bláberjalyng

Við fyrstu sýn kom það okkur á óvart að bláberjalyng skyldi aukast að meðaltali mest allra tegunda að þekju í Skaftafelli yfir rannsóknatímabilið, en það var meðal tegunda sem fundust í hvað flestum reitum við upphaf og lok mælinga. Komið hefur fram í rannsóknum að bláberjalyng er bitið af sauðfé að sumarlagi (Anna G. Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993) og að hlutfall þess í gróðri minnkar með vaxandi beit (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992, Austrheim o.fl. 2008), þótt vart geti það talist með eftirsóttustu beitarplöntum (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992). Það er mat okkar að þung sauðfjárbétt í Skaftafelli, bæði að sumri og vetri, langt fram eftir síðustu öld hafi gengið nærri bláberjalyngi og að hin mikla aukning þess á undanförunum áratugum séu viðbrögð við friðun og hlýnandi veðurfari. Bláberjalyng er klónplanta (Jacquemart 1996) eins og aðrar lyngtegundir og margir aðrir hópar æðplantna sem finnast á norðurslóðum. Einstaklingur viðheldur sér með vexti hliðarsprota neðanjarðar og dæmi eru um að sama bláberjalyngsplantan nái yfir 5–10 m<sup>2</sup> svæði, samkvæmt rannsóknum frá Kanada (Calmes og Zasada 1982). Bláberjalyng getur því sýnt skjót viðbrögð eftir rask, t.d. mikla beit eða elda, og náð að vaxa tiltölulega fljótt upp að nýju og auka hlutdeild sína í gróðri (Henry og Gunn 1991, Járngerður Grétarsdóttir 2007, Damgaard o.fl. 2013). Fjölgun með blómgun og dreifingu fræs er einnig mikilvæg hjá lyngtegundum á norðurslóðum en er fremur talin koma við sögu í frumframvindu þar sem landnám nýrra eða raskaðra svæða á sér stað. Þegar planta hefur náð að komast upp af fræi tekur klónvöxtur við sem gerir henni kleift að skríða til hliðanna og auka yfirborðsþekju sína (Bienau o.fl. 2016, Manninen og Tovanen 2017). Það er því niðurstaða okkar að endurvöxtur gamalla bláberjalyngsplanta eftir friðun í Skaftafelli hafi verið mun mikilvægari við endurreisn tegundarinnar þar á rannsóknatímabilinu en uppvöxtur nýrra plantna af fræi. Bláberjalyng jók þekju sína mest í gamalgrónum reitum inni í Morsárdal og í Skaftafellsheiði, allt upp í 450 h.y.s.

### 5.1.3 Krækilyng

Krækilyng sem var útbreiddast allra tegunda í reitum í Skaftafelli við fyrstu mælingu jók meðalþekju sína einnig verulega rannsóknatímabilinu, þrátt fyrir að hafa horfið úr nokkrum

reitum. Eins og bláberjalyngið viðheldur það sér bæði með klónvexti og af fræi. Í Skaftafellsheiði varð víða mikil aukning í þekju krækilyngs allt upp í 450 m h.y.s. Einnig framan við Skaftafellsjökul, þar sem framvinda telst á fyrstu stigum, var þekja krækilyngs langmest við lok rannsóknatímabilsins. Krækilyng er harðgerður landnemi sem kemur snemma inn og lætur að sér kveða í framvindu á nýju landi eins og við hopandi jökla, á hraunum og aurum á láglandi (Person 1964, Vilmundardóttir o.fl. 2014). Þessa má geta að það var eina lyngtegundin sem hafði numið land í Surtsey árið 2021 en krækilyng fannst þar fyrst 1993 og hefur breiðst talsvert út þar síðan (Borgþór Magnússon o.fl. 2009). Krækilyng er mjög lítið bitið af sauðfé að sumarlagi (Ingvi Þorsteinsson 1980, Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992) en það er ríkt af fenól-efnasamböndum sem talin eru verja það gegn grasbítum og sjúkdómsvöldum og hemja vöxt annarra plöntutegunda er veita lynginu samkeppni (Väisänen o.fl. 2013). Mjög líklegt er að sauðfé hafi eitthvað bitið krækilyng að vetrarlagi í Skaftafelli þegar beitarálag var mikið. Ingólfur Davíðsson (1964) getur þess að krækilyng bítist nokkuð af sauðfé að vetri og þekkt er að það er meðal tegunda sem hreindýr nýta að vetri á heiðum Austanlands (Kristbjörn Egilsson 1983). Í beitolöndum hreindýra í Norður-Noregi þar sem krækilyng er ríkjandi af lyngtegundum hefur það látið undan á svæðum þar sem beit og umferð dýranna er mikil og er það talið stafa af traðki ekki síður en beit (Väisänen o.fl. 2013). Þar hefur jafnframt komið fram að krækilyng sýnir jákvæð viðbrögð við loftslagshlýnun og eykur hlutdeild sína í gróðri. Við Blöndulón hefur verið fylgst með gróðurbreytingum í mólendi frá árinu 1996. Þar kom í ljós að krækilyng, sem af æðplöntum var ríkjandi í mounum ásamt fjalldrapa, hafði aukist marktækt að þekju árið 2016. Gróðurbreytingarnar voru raktar til hlýnandi loftslags yfir tímabilið og minnkandi beitarálags (Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2017).

#### 5.1.4 Alaskalúpína

Alaskalúpína fannst ekki í nokkrum reit í Skaftafelli um 1980 en hún var hins vegar komin í þrjá reiti sex árum síðar og í sex reiti 2018. Allir voru þeir við Bæjarstaðarskóg, uppi í hlíð við skóginn eða á aurnum neðan hans í Morsárdal. Eins og bláberjalyng, birki og krækilyng skar lúpínan sig frá öðrum tegundum hvað varðar aukningu meðalþekju í reitum yfir rannsóknatímabilið. Í þeim reitum sem lúpína fannst 2018 í var þekja hennar 20–70%. Var hún bersýnilega tekin að láta undan þar sem hún hafði vaxið lengst, í um og yfir 30 ár, en þéttari í landi sem hún hafði breiðst um seinna niður á aurnum. Framvinda gróðurs í lúpínubreiðum í Skaftafelli er í meginatriðum lík því sem fram hefur komið í rannsóknum annarsstaðar í Örafum og á sunnanverðu landinu þar sem úrkoma er ríkuleg (Borgþór Magnússon o.fl. 2018). Lúpína eykur mjög frjósemi jarðvegs, gróskumiklar tegundir grasa og breiðblaða jurta taka að vaxa með henni en lágvaxnar, hægvaða plöntur hverfa úr landi svo tegundum fækkar og fjölbreytni minnkar. Lítið er um að birki og aðrar viðarkenndar tegundir nemi land í þéttum lúpínubreiðum en þær vaxa þar hins vegar vel hafi þær komist vel á legg áður en lúpína breiðist um, eins og sést í þessari rannsókn og víðar á landinu. Skýr merki um algjöra hörfun lúpínu af landi í Örafum við framvindu hafa ekki verið staðfest með rannsóknum. Það hefur hins vegar verið gert á nokkrum stöðum á sunnan- og suðvestanverðu landinu (Borgþór Magnússon o.fl. 2018). Á Kvískerjum sýndi lúpína ekki merki um hörfun á áraur þar sem hún hafði vaxið í um 35 ár. Þar sem birki nær að vaxa upp í lúpínu og mynda skóg með tímanum má hins vegar vænta að hún hverfi vegna dvínandi birtu í skógarbotni en lúpínur eru ljóselskar. Eins og fram hefur komið hefur alaskalúpína breiðst mjög hratt út í Skaftafelli, þrátt fyrir aðgerðir til að reyna að hefta útbreiðslu hennar. Fari fram sem horfir er þess að vænta á þessari og næstu öld að hún leggi undir sig neðanverðar fjallshlíðar og aura á svæðinu þar sem þéttur og hávaxinn gróður er ekki fyrir. Við það mun framvinda og gróðurfar gjörbreytast (Borgþór Magnússon o.fl. 2018, Sigurður Kristinn Guðjohnsen og Borgþór Magnússon 2019).



## 5.2 Almenn áhrif beitar á gróðurfar

Breytingar á gróðri í Skaftafelli eftir friðun lands þar fyrir sauðfjárbeit eru áþekkar þeim sem komið hafa fram í öðrum rannsóknum á áhrifum sauðfjárbeitar á gróður hér á landi og í nágrennalöndum (Putman o.fl. 1989, Damgaard o.fl. 2013, Austrheim o.fl. 2008, Ross o.fl. 2016). Gömul beitolönd sauðfjár hér á landi, sem ekki hafa orðið uppblæstri að bráð, einkennast af fremur lágvöxnum en tegundaríkum gróðri og beitarþolnum (Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984, Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992). Í mólendi eru smárunnar að jafnaði ríkjandi meðal æðplantna en algengustu tegundir eru krækilyng, bláberjalýng, fjalldrapi, grasvíðir og fjallavíðir, breytilegt þó eftir landshlutum. Af grasleitum tegundum er yfirleitt mest um vingla og língresi, stinnastör, móasef og þursaskegg en af tvíkímblaða jurtum, sem allar eru smávaxnar, er algengt að finnist lambagras, brjóstagras, kornsúru, blóðberg og geldingahnappur. Að jafnaði er lítið um hávaxna runna af gulvíði og loðvíði og birki er sjaldséd. Stórvaxnar breiðblaða jurtir, eins og hvannir, blágresi, burnirót og hrútaber sem sauðfé sækir í að bíta, finnast þar vart eða ekki. Samanburður á gróðri friðaðra hólma og nærliggjandi beitolanda hefur leitt þetta vel í ljós hér á landi (Hörður Kristinsson 1979, Inga Svala Jónsdóttir 1984, Anna Sigríður Valdimarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2013, Sigurður H. Magnússon og Hörður Kristinsson 2018). Þegar land er friðað eða beit minnkar til muna snýst þróunin við. Ef birki er til staðar eða í nágrenni, tekur það að vaxa upp að nýju og breiðast út (Behrend 2019), víðirunnar koma í land með tímanum (Borgþór Magnússon o.fl. 2021), stórvaxnar breiðblaða jurtir og grös. Gróður hækkar, gróska eykst til muna, smávaxnar tegundir verða undir í samkeppni og fjölbreytni minnkar. Slíkar breytingar taka áratugi eða árhundrað eftir gróðurskilyrðum, svo sem hæð lands yfir sjó og úrkomu. Í Skaftafelli komu breytingar í þessa átt vel fram í aukningu nokkurra fleiri tegunda en þegar hefur verið fjallað um, á borð við gulvíði, blágresi, ætihvönn, hrútaberjalýng, brennisóley og bugðupunt. Jafnframt komu þær fram í hnignun fjölda smávaxinna tegunda sem algengar eru í beitolöndum, þar á meðal voru kornsúra, blóðberg, lambagras, músareyra, melablóm, mýrasóley, mosajafni, axhæra, hárleggjastör og lógresi. Fróðlegt er að bera niðurstöður okkar saman við nýlegar rannsóknir á gróðri í Viðey í Þjórsá en eyjan er í líðlega 100 m h.y.s. (Anna Sigríður Valdimarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2013). Þar var borinn saman gróður eyjarinnar, sem er skógi vaxin og langfriðuð fyrir beit, og nálægt beitoland á norður- og suðurbakka Þjórsár. Eftirtektarvert er að margar tegundanna sem einkenna gróður Viðeyjar, en finnast lítið eða ekki í beitolandinu, eru hinar sömu og aukist höfðu að marki í Skaftafelli, þ.e. birki, gulvíðir, geithvönn, blágresi, hrútaberjalýng, brennisóley og bugðupuntur. Í Skaftafelli var meira um ætihvönn en geithvönn í reitum 2018, en geithvönn, sem óx þar í hinum gamla Bæjarstaðarskógi og var einnig komin í nýskóg í lúpínubreiðum. Að sama skapi eru margar þeirra tegunda sem einkenndu beitoland á bökkum Þjórsár hinar sömu og hafa látið undan síga í Skaftafelli á undanförunum áratugum, þ.e. smávaxnar mólendis- og melategundir (Anna Sigríður Valdimarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2013).

## 5.3 eru áhrif mismunandi eftir hæð yfir sjó?

Niðurstöður okkar frá Skaftafelli benda til að tegundum hafi heldur fjölgað í reitum sem hæst liggja og eru í um 450–650 m h.y.s., á gamalgrónum mosamelum í Skaftafellsheiði. Líklegt er að hlýnandi loftslag sé hér meginskýringin. Við batnandi loftslagsskilyrði færast gróðurmörk ofar í land með tímanum og tegundum fjölga. Til fjalla er samkeppni milli tegunda væntanlega minni en í þéttvaxnari og gróskumeiri samfélögum á láglandi. Jafnframt má reikna með að beitarálag af sauðfé hafi verið þar snöggum minna hátt uppi í Skaftafellsheiði en á lægra landi. Fyrri rannsóknir á gróðurbreytingum á lítt grónu landi á 12 svæðum víðsvegar um Ísland benda til þess að beitarfriðun hafi mun meiri áhrif á láglandi en á landi sem hærra liggur sem er í samræmi við það sem hér hefur komið fram (Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir 2007).

Á háfjallatindum Evrópu hefur plöntutegundum fjölgað á síðustu öld og er það rakið til hlýnandi loftslags (Bahn og Körner 2003). Niðurstöður rannsókna frá Skandinavíu á gróðurbreytingum og tegundafjölda plantna eftir hæð lands yfir sjó á tímum hlýnandi loftslags vísa hins vegar ekki allar í sömu átt hvað þetta varðar. Færsla plantna og breytingar á samfélögum hafa verið hægari en ætla hefði mátt miðað við hlýnun. Um flókið samspil er að ræða sem ræðst einkum af grósku, samsetningu og fjölbreytni samfélaga, beit, veðurtengdum þáttum og landslagi (Wilson og Nilson 2009, Virtanen o.fl. 2010, Løkken o.fl. 2019).

#### 5.4 Samspil beitar og loftslagsbreytinga

Það er mat okkar að þær gróðurbreytingar sem orðið hafa í reitum í Skaftafelli frá um 1980 til 2018 megi að stærstum hluta rekja til friðunar lands fyrir sauðfjárbreit en að hlýnandi loftslag á tímabilinu hafi ýtt undir þær. Rannsóknir hafa staðið yfir á áhrifum loftslagshlýunar og sauðfjárbreit á gróður birkikjarrendis í Dofrafjöllum í Noregi undanfarna tvo áratugi (Løkken o.fl. 2019). Niðurstöður þeirra sýndu að friðun lands fyrir beit var miklu áhrifaríkari og hafði meiri áhrif á vöxt og viðgang runnagróðurs, birki þar meðtalið, en hlýnun loftslags á tilraunátímabilinu. Þekkt er úr öðrum rannsóknum að grasbítar geta haft mikil áhrif viðgang runnagróðurs á norðurslóðum, haldið honum niðri og komið í veg fyrir að hann auki útbreiðslu sína við batnandi loftslagsskilyrði. Þar eru einkum sauðfé, hreindýr, sauðnaut, elgir, læmingjar, rjúpur og hérar nefnd til sögunnar (Myers-Smith o.fl. 2011, Post og Pedersen 2008).

Hér á landi hefur sauðfé lengstum verið afkastamest grasbíta á víðáttum landsins og haft mikil áhrif á gróðurfar. Allt fram á síðustu öld var fé beitt jafnt að sumri sem vetri, en heyöflun af ræktarlandi var lítil miðað við það sem varð er vélaöldin gekk í garð. Sauðfjáreign í landinu fyrr á öldum er talin hafa verið undir 400 þúsund fjár en hún óx mjög á 19. öld og fór þá yfir 500 þúsund á vetrarfóðrum. Fækkun varð hins vegar vegna harðinda og sjúkdóma á seinni hluta aldarinnar, en aftur tók fé að fjölga á 20. öld og náði stofninn hámarki árið 1977 er 896 þúsund fjár voru á vetrarfóðrum (Anna G. Þórhallsdóttir og Björn Þorsteinsson 2005). Frá þeim tíma varð mikil fækkun til 1995 er stofninn fór niður í 458 þúsund. Hést hann nærri því marki til 2015 er aftur fækkaði. Árið 2021 var stofninn fallinn niður í 386 þúsund fjár (Bændablaðið 2022). Áhrif breyttra beitarháttar og fækkunar fjár hafa komið fram í breytingum á gróðri víða um land. Rannsóknir á ástandi og gróðri beitolands á láglandi og afréttum um sunnan- og norðanvert landið sem staðið hafa frá því fyrir síðustu aldamót benda til að þekja og gróska gróðurs hafi aukist og ástand lands batnað, einkum þar sem land var nokkuð gróið fyrir en síður á lítt grónu landi (Borgþór Magnússon o.fl. 2006, Borgþór Magnússon 2016, Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2017, Sigurður H. Magnússon 2020). Þá hefur greining gervitunglamynda af Íslandi frá tímabilinu 1982–2010 leitt í ljós að gróska lands jókst mikið yfir tímabilið og mest á árunum 1982–1999 en þá fór saman mikil fækkun fjár og hlýnun loftslags (Raynolds o.fl. 2015). Niðurstöður okkar frá Skaftafelli sýna hve afgerandi áhrif sauðfjárbreit hefur haft þar á gróður og þann viðsnúning sem orðið hefur á síðustu áratugum. Endurspeglar þær hinar sömu, en í sterkari mynd, breytingar sem þessi árin koma fram á gróðri víða um land vegna minni beitar og hlýnandi veðurfars.

## 6 ÞAKKIR

Verkefnið var unnið í samvinnu við Náttúruverndarráð og síðar Vatnajökulsþjóðgarð. Það hefur hlotið styrki frá Vísindasjóði (forvera Rannís), Rannsóknasjóði Háskóla Íslands og Vinum Vatnajökuls. Auk höfunda hafa margir unnið að verkefninu í gegnum árin, einkum við vettvangsvinnu í Skaftafelli, en þau eru Ása L. Aradóttir, Ásrún Elmarsdóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Erling Ólafsson, Hrafnhildur Ævarsdóttir, Hrefna Rós Helgadóttir, María Harðardóttir, Pawel Wasowicz, Regína Hreinsdóttir, Robert Heuser, Sigmar Metúsalemsson, Sigrún Sigurbjörnsdóttir og Starri Heiðmarsson. Hans H. Hansen vann yfirlitsmynd af staðsetningu reita, Björn Traustason hjá Skógrækt ríkisins á Mógilsá veitti upplýsingar um útbreiðslu birkiskógar í Skaftafelli hin seinni ár og Bjarni Jakobsson um lok sauðfjárþúskaþar í Bölta. Við fyrstu og aðra úttekt á reitum í Skaftafelli bjuggu rannsóknamenn í góðu yfirlæti í Hæðum, hjá þeim Ragnari Stefánssyni (1914–1994) bónda og þjóðgarðsverði í Skaftafelli og konu hans Laufeyju Lárusdóttur. Þóra Ellen Þórhallsdóttir las yfir handrit og færði margt til betri vegar.

Eyþór Einarsson (f. 1929) grasafreðingur og deildarstjóri á Náttúrufræðistofnun Íslands lagði grunn að þessu verkefni og stjórnaði því fyrstu árin (11. mynd). Eyþór lést síðla árs 2021. Þessa ritgerð tileinkum við minningu hans.



11. mynd. Eyþór Einarsson velur svæði fyrir rannsóknareiti í Morsárdal í Skaftafelli sumarið 1979. Ljósmynd: Kristbjörn Egilsson. – Eyþór Einarsson (1929–2021), botanist and founder of the Skaftafell vegetation project setting out study plots in Morsárdalur in 1979. Photo: Kristbjörn Egilsson.



## 7 HEIMILDIR

- Anna G. Þórhallsdóttir og Björn Þorsteinsson 2005. Þróun búfjárhalds og gróðurfars í Hvítársíðu og Hálsasveit. *Fræðaðing landbúnaðarins* 2005: 195–202. <https://timarit.is/page/7488198#page/n195/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Anna G. Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993. Behaviour and plant selection. *Búvísindi* 7: 59–77.
- Anna Sigríður Valdimarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2013. Gróður í Viðey í Þjórsá. Áhrif beitarfriðunar. *Náttúrufræðingurinn* 83(1–2): 49–60. <https://timarit.is/page/6777947#page/n48/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Arnór Snorrason, Björn Traustason, Bjarki Þór Kjartansson, Lárus Heiðarsson, Rúnar Ísleifsson og Ólafur Eggertsson 2016. Náttúrulegt birki á Íslandi. Ný úttekt á útbreiðslu þess og ástandi. *Náttúrufræðingurinn* 86(3–4): 97–111. <https://timarit.is/page/6780240#page/n24/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Atkinson, M.D. 1992. *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. Biological Flora of the British Isles. No. 175. *Journal of Ecology* 80: 837–870. <https://doi.org/10.2307/2260870>
- Austrheim, G., A. Mysterud, B. Pedersen, R. Halvorsen, K. Hassel og M. Evju 2008. Large scale experimental effects of three levels of sheep densities on an alpine ecosystem. *Oikos* 117: 837–846. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16543.x>
- Avolio, M.L., I.T. Carroll, S.L. Collins, G.R. Houseman, L.M. Hallett, F. Isbell, S.E. Koerner, K.J. Komatsu, M.D. Smith og K.R. Wilcox 2019. A comprehensive approach to analyzing community dynamics using rank abundance curves. *Ecosphere* 10(10): e02881. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2881>
- Bahn, M. og Ch. Körner 2003. Recent increases in summit flora caused by warming in the Alps. *Ecological studies* 167: 437–441. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-18967-8\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-642-18967-8_27)
- Behrend, A.M. 2019. *Natural succession after heavy grazing pressure. A case study of the birch forests of Þórsmörk and Goðaland, southern Iceland*. Meistaraprófsritgerð við University of Copenhagen, Department of Geosciences and Natural Resource Management.
- Bienau, M.J., R. Lutz Eckstein, A. Otte og W. Durka 2016. Clonality increases with snow depth in the arctic dwarf shrub *Empetrum hermaphroditum*. *American Journal of Botany* 103(12): 2105–2114. <https://www.jstor.org/stable/26410886>
- Bjarni Diðrik Sigurðsson 2015. *Bæjarstaðarskógur í sögulegu samhengi*. Erindi flutt á ráðstefnu um Bæjarstaðarskóg, 26. september 2015, Hótel Skaftafelli, Freysnesi.
- Bjarni Diðrik Sigurðsson, Starri Heiðmarsson, Hálfðan Björnsson og Eypór Einarsson 2020. Gróðurframvinda á jökulskerjum í Breiðamerkurjökli í 80 ár. *Náttúrufræðingurinn* 90 (4–5): 225–240.
- Borgþór Magnússon 2016. Vöktun á ástandi úthaga 2015: gróska lands hefur aukist og ástand batnað undanfarna tvo áratugi. *Bændablaðið*, 28. árg., 16. tbl., 28. apríl. <https://www.bbl.is/folk/groska-lands-hefur-aukist-og-astand-batnad-undanfarna-tvo-aratugi> [skoðað 13.9.2022]
- Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2017. *Vöktun á gróðri og strönd við Blöndulón. Áfangaskýrsla 2016*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-17001. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <https://utgafa.ni.is/skyrslur/2017/NI-17001.pdf> [skoðað 13.9.2022]



- Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992. *Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði*. Fjölrit Rala nr. 159. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins. <https://timarit.is/page/7313751#page/n0/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon og Sturla Friðriksson 2009. Developments in plant colonization and succession on Surtsey during 1999–2008. *Surtsey Research* 12: 57–76. [https://surtsey.is/wp-content/uploads/2019/08/2009-XII\\_057-076\\_Developments-hi\\_01.pdf](https://surtsey.is/wp-content/uploads/2019/08/2009-XII_057-076_Developments-hi_01.pdf) [skoðað 13.9.2022]
- Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon og Bjarni D. Sigurðsson 2018. *Langtímaáhrif alaskalúpínu á gróður og jarðveg á Íslandi*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-18005. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <https://utgafa.ni.is/skyrslur/2018/NI-18005.pdf> [skoðað 13.9.2022]
- Borgþór Magnússon, Járngerður Grétarsdóttir, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Sigmar Metúsalemsson 2021. *Blöndulón: Vöktun á strandrofi, áfoki og gróðri. Áfangaskýrsla 2020–2021*. Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2021/036). <https://utgafa.ni.is/skyrslur/2021/NI-21005.pdf> [skoðað 13.9.2022]
- Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson og Bjarni D. Sigurðsson 2014. Plant colonization, succession and ecosystem development on Surtsey with reference to neighbouring islands. *Biogeosciences* 11(19): 5521–5537. <https://doi.org/10.5194/bg-11-5521-2014>
- Borgþór Magnússon, Björn H. Barkarson, Bjarni E. Guðleifsson, Bjarni P. Maronsson, Starri Heiðmarsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Sigurður H. Magnússon og Sigprúður Jónsdóttir 2006. Vöktun á ástandi og líffræðilegri fjölbreytni úthaga 2005. *Fræðaging landbúnaðarins* 2006: 221–232. <https://timarit.is/page/7488494#page/n221/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Bændablaðið, 28. árg. 16. tbl., 8. september 2022, bls 2. <https://www.bbl.is/media/1/bbl16.tbl.2022.web.pdf> [skoðað 15.9.2022]
- Calmes, M.A. og J.C. Zasada 1982. Some reproductive traits of four shrub species in the black spruce forest type of Alaska. *Canadian Field-Naturalist* 96(1): 35–40.
- Damgaard, C., M.P. Thomsen, F. Borchsenius, K.E. Nielsen og M. Strandberg 2013. The effect of grazing on biodiversity in coastal dune heathlands. *Journal of Coastal Conservation* 17(3): 663–670.
- de Bello, F., E. Valencia, D. Ward og L. Hallett 2020. Why we still need permanent plots for vegetation science. *Journal of Vegetation Science* 31: 679–685. <https://www.jstor.org/stable/42657053> [skoðað 13.9.2022].
- Elmendorf, S.H., G.H.R. Henry, R.D. Hollister, R.G. Björk, N. Boulanger-Lapointe, E.J. Cooper, J.H.C. Cornelissen, T.A. Day, E. Dorrepaal, T.G. Elumeeva, M. Gill, W.A. Gould, J. Harte, D.S. Hik, A. Hofgaard, D.R. Johnson, J.F. Johnstone, I.S. Jónsdóttir, J.C. Jorgenson, K. Klanderud, J.A. Klein, S. Koh, G. Kudo, M. Lara, E. Lévesque, B. Magnússon, J.L. May, J.A. Mercado-Díaz, A. Michelsen, U. Molau, I.H. Myers-Smith, S.F. Oberbauer, V.G. Onipchenko, C. Rixen, N.M. Schmidt, G.R. Shaver, M.J. Spasojevic, P.E. Þórhallsdóttir, A. Tolvanen, T. Troxler, C.E. Tweedie, S. Villareal, C-H. Wahren, X. Walker, P.J. Webber, J.M. Welker og S. Wipf 2012. Plot-scale evidence of tundra vegetation change and links to recent summer warming. *Nature Climate Change* 2: 453–457. <https://doi.org/10.1038/nclimate1465>

- Eyþór Einarsson 1972. Gróðurfar í Skaftafelli. *Náttúrufræðingurinn* 42: 122–130.
- Eyþór Einarsson 1980. *Flóra og gróður í Skaftafelli*. Lesarkir Náttúruverndarráðs 5. Reykjavík: Náttúruverndarráð.
- Glausen, T.G. og L.H. Tannner 2019. Successional trends and processes on a glacial foreland in Southern Iceland studied by repeated counts. *Ecological Processes* 8: 11. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0165-9>
- Guðjón Jónsson 1994. Bæjarstaður og alaskalúpínan. *Skógræktarritið* 1994: 27–33.
- Guðjón Jónsson 1996. Bæjarstaðarskógur í 140 ár. *Skógræktarritið* 1996: 113–124.
- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson 2018. Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi: skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. <https://www.vedur.is/media/loftslag/Skyrsla-loftslagsbreytingar-2018-Vefur-NY.pdf> [skoðað 13.9.2022]
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 2009. *Jarðfræðikort af Íslandi. 1:600:000. Berggrunnur*. 1. útg. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Helga K. Einarsdóttir 1995. *Ragnar í Skaftafelli. Endurminningar og frásagnir*. Reykjavík: Hörpuútgáfan.
- Helgi Björnsson 2009. *Jöklar á Íslandi*. Reykjavík: Bókaútgáfan Opna.
- Helgi Jónsson 1904. Vegetationen in Syd-Island. *Botanisk Tidskrift* 27: 1–82.
- Henry, G.H.R. og A. Gunn 1991. Recovery of tundra vegetation after overgrazing by caribou in Arctic Canada. *Arctic* 44(1): 38–42. <https://www.jstor.org/stable/40511051> [skoðað 13.9.2022]
- Hreinn Óskarsson og Björn Traustason 2018. *100 ára fríðun birkiskóga á Þórsmerkursvæðinu*. Erindi flutt á Hrafnabingi Náttúrufræðistofnunar Íslands, 31. október 2018, Garðabæ. <https://www.ni.is/greinar/31-oktober-2018-hreinn-oskarsson-og-bjorn-traustason-100-ara-fridun-birkiskoga-a> [skoðað 13.9.2022]
- Hörður Kristinsson 1979. Gróður í beitarfríðuðum hólum á Auðkúluheiði og Svartárbungum. *Týli* 9: 33–46.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn* 53: 19–40. <https://timarit.is/page/4260653#page/n18/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir, Borgþór Magnússon, Jón Guðmundsson, Ásrún Elmarsdóttir og Hreinn Hjartarson 2005. Variable sensitivity of plant communities in Iceland to experimental warming. *Global Change Biology* 11: 553–563. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.00928.x> [skoðað 13.9.2022]
- Ingólfur Davíðsson 1964. Gengið um beitolönd. Úr ríki náttúrunnar 49. grein: *Samtíðin* 31(9): 27. <https://timarit.is/page/5067033#page/n30/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Ingvi Þorsteinsson 1980. Gróðurskilyrði, gróðurfar, uppskera gróðurlenda og plöntuval búfjár. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 12(2): 85–99. <https://timarit.is/page/7321286#page/n86/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Ives, J. 2007. *Skaftafell í Örnefnum. Íslands þúsund ár*. Reykjavík: Ormstunga.

- Ívar Guðlaugur Ingvarsson 2011. *Útbreiðsla alaskalúpínu í Örafum í Austur-Skaftafellssýslu*. B.S.-ritgerð við Líf- og umhverfisvísindadeild, Verkfræði- og náttúruvísindasvið, Háskóla Íslands, Reykjavík. <http://hdl.handle.net/1946/8905> [skoðað 13.9.2022]
- Jacquemart, A-L. 1996. *Vaccinium uliginosum* L. Biological Flora of the British Isles. No. 193. *Journal of Ecology* 84: 771–785. <https://doi.org/10.2307/2261339>
- Járngerður Grétarsdóttir 2007. Endurnýjun plantna eftir sinubrunann á Mýrum. *Fræðaging landbúnaðarins* 5: 439–444. [https://www.researchgate.net/profile/Jarngerdur-Gretarsdottir/publication/237430123\\_Endurnyjun\\_plantna\\_eftir\\_sinubrunann\\_a\\_Myrum/links/0a85e52dd4414043af000000/Endurnyjun-plantna-eftir-sinubrunann-a-Myrum.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jarngerdur-Gretarsdottir/publication/237430123_Endurnyjun_plantna_eftir_sinubrunann_a_Myrum/links/0a85e52dd4414043af000000/Endurnyjun-plantna-eftir-sinubrunann-a-Myrum.pdf) [skoðað 13.9.2022]
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir, ritstj. 2016. *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. [https://utgafa.ni.is/fjолrit/Fjолrit\\_54.pdf](https://utgafa.ni.is/fjолrit/Fjолrit_54.pdf) [skoðað 13.9.2022]
- Karl Benediktsson 2015. Floral hazards: Nootka lupin in Iceland and the complex politics of invasive life. *Geografiska Annaler Series B, Human Geography* 97(2): 139–154. <https://doi.org/10.1111/geob.12070>
- Koefed-Hansen 1932. Bæjarstaðarskógur. *Vísir*, 247. tbl., 11. september. <https://timarit.is/page/1138789#page/n1/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]
- Kristbjörn Egilsson 1983. Fæða og beitolönd íslensku hreindýranna: rannsóknir vegna fyrirhugaðra virkjana í Jökulsá í Fljótsdal og Jökulsá á Dal á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands fyrir Orkustofnun og Rafmagnsveitur ríkisins/Landsvirkjun. Orkustofnun, OS-83073/VOD-07. Reykjavík: Orkustofnun. <http://hdl.handle.net/10802/20804> [skoðað 13.9.2022]
- Kristín Svavarsdóttir, Þórunn Pétursdóttir og Guðrún Gísladóttir 2002. Distribution dynamics of exotic Nootka lupin (*Lupinus nootkatensis*) on a braided river plain in Skaftafell National Park, Iceland. Í: E van Santen og G. D. Hill, ritstj. *Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles. Proceedings of the 10th International Lupin Conference, Laugarvatn, Iceland, 19–24 June 2002*, bls. 199–202. International Lupin Association, Auburn, USA. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20053017217> [skoðað 13.9.2022]
- Lee, R.E., J.C. Maclachlan og C.H. Eyles 2018. Landsystems of Morsárjökull, Skaftafellsjökull and Svínafellsjökull, outlet glaciers of Vatnajökull Ice Cap, Iceland. *Boreas* 47(4): 1199–1217. <https://doi.org/10.1111/bor.12333>
- Løkken, J.O., Hofgaard, A., Dalen, L. & Hytterborn, H. 2019. Grazing and warming effects on shrub growth and plant species composition in subalpine dry tundra: An experimental approach. *Journal of Vegetation Science* 30(4): 698–708. <https://doi.org/10.1111/jvs.12752>
- Manninen, O.H. og A. Tolvanen 2017. Sexual reproduction of clonal dwarf shrubs in a forest-tundra ecotone. *Plant Ecology* 218(6): 635–645. <https://doi.org/10.1007/s11258-017-0717-y>
- McCune, B. og M.J. Mefford 2011. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6.08. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software.
- Myers-Smith, I.H., B.C. Forbes, M. Wilmsking M. Hallinger, T. Lantz, D. Blok, K. Tape, M. Macias-Fauria, U. Sass-Klaassen, E. Lévesque, S. Boudreau, P. Ropars, L. Hermanutz, A. Trant, L. Siegwart Collier, S. Weijers, J. Rozema, S. Rayback, N. Schmidt og D. Hik 2011. Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities. *Environmental Research Letters* 6(4): 045509. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/045509>

- Person, Å. 1964. The vegetation at the margin of the receding glacier Skaftafellsjökull, Southeastern Iceland. *Botaniske Notiser* 117: 323–354.
- Pigott, C.D. 1983. Regeneration of Oak-Birch woodland following exclusion of sheep. *Journal of Ecology* 71: 629–646.
- Post, E. og C. Pedersen 2008. Opposing plant community responses to warming with and without herbivores. *PNAS* 105(34): 12353–12358. <https://doi.org/10.1073/pnas.0802421105>
- Putman, R.J., P.J. Edwards, C.E. Mann, R.C. How og S.D. Hill 1989. Vegetational and faunal changes in an area of heavily grazed woodland following relief of grazing. *Biological Conservation* 47(1): 13–32. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(89\)90017-7](https://doi.org/10.1016/0006-3207(89)90017-7)
- Ragnar Stefánsson 1978. Kolagerð í Skaftafelli. *Skógræktarritið* 1977–1978: 7–10. [https://www.skog.is/wp-content/uploads/2019/03/SRR\\_1977-1978\\_lr.pdf](https://www.skog.is/wp-content/uploads/2019/03/SRR_1977-1978_lr.pdf) [skoðað 13.9.2022]
- Raynolds, M., B. Magnússon, S. Metúsalemsson og S.H. Magnússon 2015. Warming, sheep and volcanoes: Land cover changes in Iceland evident in satellite NDVI trends. *Remote Sensing* 7(8): 9492–9506. <https://doi.org/10.3390/rs70809492>
- Ross, L.C., G. Austrheim, L.J. Asheim, G. Bjarnason, J. Feilberg, A.M. Fosaa, A.J. Hester, Ø. Holand, I.S. Jónsdóttir, L.E. Mortensen, A. Mysterud, E. Olsen, A. Skonhoft, J.D.M. Speed, G. Steinheim, B.A. Des Thompson og A.G. Thórhallsdóttir 2016. Sheep grazing in the North Atlantic region: A long-term perspective on environmental sustainability. *Ambio* 45: 551–566. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0771-z>
- SAS Institute Inc. 2010. *Using JMP 9*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sigrún Helgadóttir 2021. *Sigurður Þórarinnsson. Mynd af manni*. Reykjavík: Náttúruminjasafn Íslands.
- Sigurður Björnsson, Bjarni Bjarnason og Gísli Björnsson 1976. *Byggðasaga Austur-Skaftafellssýslu. III. Bindi*. Reykjavík: Bókaútgáfa Guðjóns Ó. Guðjónssonar.
- Sigurður Kristinn Guðjohnsen og Borgþór Magnússon 2019. *Útbreiðsla og flatarmál lúpínubreiða á Íslandi 2017*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-19001. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <https://utgafa.ni.is/skyrslur/2019/NI-19001.pdf> [skoðað 13.9.2022]
- Sigurður H. Magnússon 1997. Ágengar tegundir, einkenni og hegðun. Í: Auður Ottesen, ritstj. *Nýgræðingar í flórunni. Ráðstefna Félags garðyrkjumanna 21. og 22. febrúar 1997*, bls. 29–32.
- Sigurður H. Magnússon 2016. Áhrif Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við Lagarfljót 1976–2014. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16001. Unnið fyrir Orkusöluna ohf. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. <https://utgafa.ni.is/skyrslur/2016/NI-16001.pdf> [skoðað 13.9.2022]
- Sigurður H. Magnússon 2020. Sauðfjárbeit og gróðurbreytingar á afrétti Hrunamanna. *Bændablaðið*, 26. árg., 9. tbl., 7. maí. <https://www.bbl.is/media/1/9tbl.752020web.pdf> [skoðað 13.9.2022]
- Sigurður H. Magnússon og Hörður Kristinnsson 2018. Gróður í Bláfellshólma, Koðralækjarhólma og öðrum beitafriðuðum hólum. *Náttúrufræðingurinn* 88(1–2): 49–67. <https://timarit.is/page/7065803#page/n48/mode/2up> [skoðað 13.9.2022]



- Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir 2007. *Áhrif beitarfriðunar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 49. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands. [https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit\\_49.pdf](https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_49.pdf) [skoðað 13.9.2022]
- Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson 2015. Gróðurframvinda í Skaftafelli. Erindi flutt á Hrafnþingi Náttúrufræðistofnunar Íslands, 18. nóvember 2015, Garðabæ. <https://www.youtube.com/watch?v=EwxPFWZinVs&feature=youtu.be> [skoðað 13.9.2022]
- 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*, bls. 17–169. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Íslands 54. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. [https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit\\_54.pdf](https://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_54.pdf) [skoðað 13.9.2022]
- Sigurður Þórarinnsson 1974. *Vömin stríð. Saga Skeiðarárhlaupa og Grímsvatnagosa*. Reykjavík: Bókaútgáfa Menningarsjóðs.
- Snorri Baldursson, Hrafnhildur Hannesdóttir, Jónas Guðnason og Þorvaldur Þórðarson 2018. *Nomination of Vatnajökull National Park for inclusion in the World Heritage List*. Reykjavík: Vatnajökulspjóðgarður.
- Väisänen, M., F. Martz, E. Kaarlejärvi, R. Julkunen-Tiitto og S. Stark 2013. Phenolic responses of Mountain Crowberry (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) to global climate change are compound specific and depend on grazing by Reindeer (*Rangifer trandus*). *Journal of Chemical Ecology* 39(11–12): 1390–1399. <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0367-z>
- Veðurstofa Íslands. *Ársmeðaltöl fyrir stöð 745 – Fagurhólsmýri*. [https://www.vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod\\_745\\_Fagurholsmyri.ArsMedal.txt](https://www.vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod_745_Fagurholsmyri.ArsMedal.txt) [skoðað 13.9.2022]
- Vilmundardóttir, O.K., G. Gísladóttir og R. Lal 2014. Early stage development of selected soil properties along the proglacial moraines of Skaftafellsjökull glacier, SE-Iceland. *Catena* 121: 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.04.020>
- Vilmundardóttir, O.K., G. Gísladóttir og R. Lal 2015. Soil carbon accretion along an age chronosequence formed by the retreat of the Skaftafellsjökull glacier, SE-Iceland. *Geomorphology* 228: 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.08.030>
- Virtanen, R., M. Luoto, T. Rämä, K. Mikkola, J. Hjort, J.-A. Grytnes og H.J.B. Birks 2010. Recent vegetation changes at the high-latitude tree line ecotone are controlled by geomorphological disturbance, productivity and diversity. *Global Change and Biogeography* 19(6): 810–821. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00570.x>
- Wąsowicz, P. 2020. *Annotated checklist of vascular plants of Iceland*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 57. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands. DOI: 10.33112/1027-832X.57
- Wilson, S.D. og C. Nilsson 2009. Arctic alpine vegetation change over 20 years. *Global Change Biology* 15(7): 1676–1684. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01896.x>
- Þórður Tómasson 1980. *Skaftafell. Þættir úr sögu ættarseturs og atvinnuhátta*. Reykjavík: Bókaútgáfan Þjóðsaga.
- Þröstur Eysteinnsson 2011. Misheppnuð tilraun til að eyða lúpínu með sauðfjárbætt. *Skógræktarritið* 2011(2): 56–67. <https://www.skog.is/wp-content/uploads/2019/03/Rit2011-2-lr.pdf> [skoðað 13.9.2022]

## 8 ABSTRACT

### **Plant succession in Skaftafell Park following cessation of sheep grazing and warming of climate**

Vegetation study was started in Skaftafell National Park (now within Vatnajökull N.P.) in 1979 when the first permanent plots were established in the area. By 1981 over 50 plots had been set up and data on their vegetation sampled. The plots were at 100 to 650 m a.s.l., in the forelands of Skaftafellsjökull, in the Skaftafellsheiði upland and in Morsárdalur, on young, braided riverbeds and moraines, and on older eroded moss heaths, heathlands, birch shrubland and moist upland. The aim of the study was to monitor vegetation changes following an abrupt decline and cessation of sheep grazing after the foundation of the park in 1967 and the erection of a fence around the park in 1978. The plots were sampled for the second time during 1985–1987 and for the third time in 2018. Then 44 plots remained and could be accurately located. The results revealed that limited changes in vegetation occurred between the first and second sampling, while distinct changes were apparent after the third sampling in 2018. Birch (*Betula pubescens*) had greatly increased its distribution and cover and so had the cover of *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum nigrum* and the introduced *Lupinus nootkatensis*. In general, the direction of change in the vegetation was from barren forelands and heaths towards lush shrubland and birch woodland with a decline in species richness and diversity. Numerous small, grazing tolerant species of barren areas had become less abundant, while fewer species of higher stature, intolerant of grazing had gained ground. *Salix phylicifolia*, *Angelica archangelica*, *A. sylvestris*, *Geranium sylvaticum*, *Rubus saxatilis* and *Deschampsia flexuosa* are examples of the latter. The vegetation changes were greater in lower than in the higher areas. From the first to the third sampling, species richness had decreased within plots below 450 m a.s.l. but increased in plots above that height. The greatest changes detected in Skaftafell in 2018 had occurred where *Lupinus nootkatensis* had invaded eroded hillsides with abundant birch saplings by the old Bæjarstaður woodland. There, a dense birch woodland had developed with a ground flora resembling the old adjacent woodland. We conclude that cessation of sheep grazing in the Skaftafell area, following a period of heavy utilization in the last century, is the main force behind the observed vegetation changes during 1980 to 2018, enhanced by a warming climate. Further vegetation changes in the same direction are likely to continue in the coming decades in Skaftafell, with increased abundance and distribution of birch in areas not disturbed by glacial floods. Further spread of the introduced *Lupinus nootkatensis* will take place on braided riverbeds and barren hillsides with a great change in plant succession. It is feasible to sample the vegetation plots in Skaftafell at approximately 15–20 years intervals.



## 9 VIÐAUKAR

### 1. viðauki. Ljósmyndir af reitum í Skaftafelli, samanburður milli ára.



**Reitur 42** árin 1981 (efri) og 2018 (neðri), land í 100 m h.y.s., á jökulruðningi framan við Skaftafellsjökul, kom undan jökli á árunum 1930–1940. Reiturinn var mjög strjálgróinn árið 1981 en þá fannst innan hans 21 tegund æðplantna. Árið 2018 hafði hraungambri (*Racomitrium lanuginosum*) myndað nær samfellda mosaþembu í reitnum en af æðplöntum var mest af krækilyngi og beitleyngi, 20 tegundir æðplantna fundust þá innan hans. Reiturinn skipaði sér með aura- og víðimelareitum (H1) 1981 en mólendis- og kjarrskógarreitum (H3) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/María Harðardóttir. – **Plot 42** in 1981 (left) and 2018 (right), 98 m ASL, on Skaftafellsjökul foreland. Land became deglaciated during 1930–1940.





**Reitur 4** árin 1979 og 2018, land í 100 m h.y.s., á jökulruðningi og árframburði framan við Skaftafellsjökul, kom undan jökli upp úr aldamótunum 1900. Árið 1979 var mosapemba af hraungambra tekin að myndast í reitnum og lynggróður, víðitegundir og birki hafði fest rætur, 27 tegundir æðplantna fundust þá innan reits. Árið 2018 var reiturinn nær algróinn en ríkjandi tegundir æðplantna voru krækilyng, birki, sortulyng, beitilyng og bláberjalyng, fjöldi tegunda var hinn sami og fyrr. Reiturinn skipaði sér með aura- og víðimelareitum (H1) 1979 en mólendis- og kjarrskógarreitum (H3) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/María Harðardóttir. – **Plot 4** in 1979 and 2018, 98 M ASL, in front of Skaftafellsjökul. Land became deglaciated around 1900.





**Reitur 14** árin 1979 og 2018, land í 130 m h.y.s., við hlíðarrætur undir Skorum í austanverðum Morsárdal. Árið 1979 var land hér gróið, þéttur mosi í sverði og ríkt af mólendistegundum, birki lítt sýnilegt. Alls voru þá 42 tegundir æðplantna skráðar í reitnum. Árið 2018 var birki vaxið upp á landinu og skógur tekinn að myndast með þéttu bláberjalyngi í botni, krækilyngi og loðvíði. Tegundum í reitnum hafði þá fækkað niður í 30. Reiturinn skipaði sér með aura- og víðimelareitum (H1) 1979 en mólendis- og kjarrskógarreitum (H3) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/Borghór Magnússon. – **Plot 14** in 1979 and 2018, 129 m ASL, on the eastern site of Morsárdalur.





*Reitur 16* árin 1979 og 2018, land í 130 m h.y.s., við hlíðarrætur undir Stóruskriðu í vestanverðum Morsárdal. Árið 1979 var land hér gróið, mosi þéttur í sverði og nokkuð af lágvöxnu birki. Alls voru þá 18 tegundir æðplantna skráðar í reitnum. Árið 2018 hafði birki hækkað og þéttst og bláberjalyng var orðið alrikjandi í skógarbotni. Tegundum í reitnum hafði þá fækkað niður í 14. Reiturinn flokkaðist með mólendis- og kjarrskógarreitum (H3) 1979 en lyngskógum (H5) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/ Borgþór Magnússon. – **Plot 16** in 1979 and 2018, 127 m ASL, on the western site of Morsárdalur.





**Reitur 36** árin 1980 og 2018, land í 170 m h.y.s., í blásinni hlíð við vestanverðan Bæjarstaðarskóg. Árið 1980 var hlíðin tekin að gróa og ungbirki að vaxa upp. Allþéttur mosi var þá í reitnum, mólendistegundir og birki, 39 tegundir æðplantna voru þar skráðar. Árið 1986 hafði alaskalúpína breiðst yfir reitinn og landið um kring og árið 2018 var þar vaxinn upp hár birkiskógur með geithvönn, lúpínu, blágresi og bugðupunti ríkjandi í skógarbotni. Tegundum í reitnum hafði þá fækkað niður í 17. Reiturinn flokkaðist með mólendis- og kjarrskógarreitum (H3) 1980 en blómskógum (H6) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/Borghórn Magnússon. – **Plot 36** in 1980 and 2018, 168 m ASL, by Bæjarstaðarskógur, in 1986 Nootka lupin had colonized the area.





*Reitir B1 og B2 árið 2015, í hinum gamla Bæjarstaðarskógi í Morsárdal, en reitirnir voru aðeins mældir það ár. Land í 150 m h.ys. Hávaxinn birkiskógur með blómjurtum og grösum í botni. Ríkjandi tegundir í skógarbotni voru blágresi, hrútaberjalyng, brennisóley, vallengting, bugðupuntur og ilmreyr. Í þessum reitum voru skráðar 17 og 14 tegundir æðplantna. Reitir þessir flokkuðst sem blómskógur (H6). Ljós. Borgþór Magnússon. – Plots BST 1 and Bst 2 in 2015, 150 m ASL, in the old Bæjarstaður birch woodland.*





**Reitur 35** árin 1986 og 2018, land í 260 m h.y.s., í vestanverðri Skaftafellsheiði. Er reiturinn var settur niður og mældur 1980 var melur og grjót áberandi í yfirborði innan um mólendisbletti, 46 tegundir voru þá skráðar í reitnum, birki þar á meðal. Árið 2018 var landið orðið algróið og ungbirki áberandi, aðrar ríkjandi tegundir æðplantna voru bláberjalyng, krækilyng og sortulyng, 47 tegundir voru þá skráðar í reitnum. Reiturinn flokkaðist með aura- og víðimelareitum (H2) 1980 en mólendis- og kjarrskógarreitum (H3) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/Rannveig Thoroddsen. – **Plot 35** in 1986 and 2018, 258 m ASL, on Skaftafellsheiði upland.





*Reitur 27* árin 1986 og 2018, land í 290 m h.y.s., í miðhluta Skaftafellsheiðar. Melur með strjálengi af mosa og melagróðri, 35 tegundir voru skráðar í reitnum er hann var settur niður og fyrst mældur 1980. Árið 2018 hafði gróður þétt sig mjög í og við reitinn, einkum mosinn hraungambri, en af æðplöntum var mest af birki, krækilyngi, holtasóley og loðvíði. Þá voru 36 tegundir skráðar í reitnum. Hann flokkaðist með mosamelareitum (H1) 1980 en mólendis og kjarrskógareitum 2018 (H3). Ljós. Kristbjörn Egilsson/Borghór Magnússon. – **Plot 27** in 1986 and 2018, 288 m ASL, on Skaftafellsheiði upland.





*Reitur 23* árin 1980 og 2018, land í 370 m h.y.s., í austanverðri Skaftafellsheiði. Hálfgróinn melur með mosa og melagróðri, 45 tegundir voru skráðar í reitnum 1980. Árið 2018 hafði þekja mosa, einkum hraungambra, aukist til muna en æðplöntur voru strjálar. Af þeim var mest af krækilyngi, grasvíði, beitilyngi og blóðbergi. Fjöldi tegunda var hinn sami og 1980. Reiturinn skipaðist í hóp mosamela (H1) öll mælingarárin. Ljós. Kristbjörn Egilsson/Starri Heiðmarsson. – **Plot 23** in 1980 and 2018, 370 m ASL, in Skaftafellsheiði upland.





**Reitur 55** árin 1981 og 2018, land í 400 m h.y.s., í rofinni hlið í vestanverðri Skaftafellsheiði. Árið 1981 voru rofskellur áberandi í og við reitinn, þá voru skráðar 44 tegundir innan hans, birki þar á meðal. Árið 2018 hafði land gróið að mestu en ríkjandi tegundir æðplantna voru bláberjalyng, krækilyng, fjalldrapi, beitilyng og birki. Þá hafði tegundum fækkað niður í 33. Reiturinn skipaðist í hóp aura- og víðimelareita (H2) 1981 en mólendis- og kjarrskógarreita (H3) 2018. Ljós. Kristbjörn Egilsson/María Harðardóttir. – **Plot 55** in 1981 and 2018, 403 m ASL, on Skaftafellsheiði upland.





**Reitur 53** árin 1987 og 2018, land í 490 m h.y.s. í deiglendi við vesturjaðar Skaftafellsheiðar. Land með áberandi rofi og flagaskellum er reitur var settur niður 1981, þá voru skráðar í honum 28 tegundir. Árið 2018 hafði land lokað sér að mestu, ríkjandi tegundir æðplantna voru mýrelfting, mýrastör, klófffa og gulvíðir. Tegundum hafði þá fjölgað í 34. Reiturinn flokkaðist í deiglendishóp (H4) frá fyrstu til síðustu mælingar. Ljós. Kristbjörn Egilsson/Starri Heiðmarsson. – **Plot 53** in 1987 and 2018, 490 m ASL, on Skaftafellsheiði upland.





**Reitur 48** árin 1987 og 2018, land í 650 m h.y.s., í Gemludal efst í Skaftafellsheiði, hæsti reitur í Skaftafelli. Rofin mosabemba afmelagambra (*Racomitrium ericoides*) með strjálíngi af æðplöntum, hér voru skráðar 20 tegundir 1981. Árið 2018 var gróðursvipurinn líkur og fyrr, en mosi hafði þétt sig og rofablettir voru þó áberandi minni, ríkjandi tegundir æðplantna voru stinnastör, grasvíðir, krækilyng og kornsúra. Þá hafði tegundum í reitnum fjölgað í 24. Ljósmynd. Kristbjörn Egilsson/Starri Heiðmarsson. – **Plot 48** in 1987 and 2018, 645 m ASL, on Skaftafellsheiði upland. The highest plot of the study area.



**2. viðauki.** Listi yfir tegundir æðplantna sem skráðar voru í reitum í Skaftafelli. Nöfn tegunda eru samkvæmt Wasowicz (2020).

Ætt Tegund	Íslenskt ættarheiti Íslenskt tegundaheiti	1. tímabil 1979–1981	2. tímabil 1985–1987	3. tímabil 2018
<b>Selaginellaceae</b> Willk.	<b>Mosajafnaætt</b>			
1 <i>Selaginella selaginoides</i> (L.) P. Beauv. ex Schrank	Mosajafni	×	×	×
<b>Equisetaceae</b> Michx. ex DC	<b>Elftingaætt</b>			
2 <i>Equisetum arvense</i> L.	Klóelfting	×	×	×
3 <i>Equisetum palustre</i> L.	Mýrelfting	×	×	×
4 <i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	Vallelfting	×	×	×
5 <i>Equisetum variegatum</i> Schleich. ex Weber & Mohr	Beitieski	×	×	×
<b>Ophioglossaceae</b> Martinov	<b>Naðurtunguætt</b>			
6 <i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	Tungljurt	×	×	×
<b>Cupressaceae</b> Gray	<b>Sýprisætt</b>			
7 <i>Juniperus communis</i> L.	Einir	×		
<b>Tofieldiaceae</b> (Kunth.) Takht.	<b>Sýkigrasætt</b>			
8 <i>Tofieldia pusilla</i> (Michx.) Pers.	Sýkigras	×	×	×
<b>Juncaginaceae</b> Rich.	<b>Sauðlauksætt</b>			
9 <i>Triglochin palustris</i> L.	Mýrasauðlaukur	×	×	
<b>Orchidaceae</b> Juss	<b>Brönugrasætt</b>			
10 <i>Coeloglossum viride</i> subsp. <i>islandicum</i> (Lindl.) Kreutz	Barnarót	×	×	×
11 <i>Corallorhiza trifida</i> Châtel.	Kræklurót	×	×	×
12 <i>Neottia cordata</i> (L.) Rich.	Hjartatvíblaðka	×	×	×
13 <i>Platanthera hyperborea</i> (L.) Lindl.	Friggjargras	×	×	×
14 <i>Pseudorchis straminea</i> (Fernald) Soó	Hjónagras			×
<b>Juncaceae</b> Juss.	<b>Sefætt</b>			
15 <i>Juncus alpinoarticulatus</i> subsp. <i>alpestris</i> (Hartm.) Hämet-Ahti	Mýrasef		×	
16 <i>Juncus arcticus</i> Willd.	Hrossanál	×	×	×
17 <i>Juncus biglumis</i> L.	Flagasef	×	×	×
18 <i>Juncus bufonius</i> L.	Lækjasef	×		×
19 <i>Juncus trifidus</i> L.	Móasef	×	×	×
20 <i>Juncus triglumis</i> L.	Blómsef	×	×	×
21 <i>Luzula arcuata</i> (Wahlenb.) Swartz	Boghæra			×
22 <i>Luzula multiflora</i> subsp. <i>frigida</i> (Buchenau) V.I. Krecz.	Vallhæra	×	×	×
23 <i>Luzula spicata</i> (L.) DC.	Axhæra	×	×	×
<b>Cyperaceae</b> Juss	<b>Stararætt</b>			
24 <i>Carex bigelowii</i> subsp. <i>rigida</i> (Gooden.) W. Schultze-Motel	Stinnastör	×	×	×
25 <i>Carex capillaris</i> L.	Hárleggjastör	×	×	×
26 <i>Carex capitata</i> L.	Hnappstör	×	×	×
27 <i>Carex dioica</i> L.	Sérbylissstör	×	×	
28 <i>Carex maritima</i> Gunnerus	Bjúgstör	×	×	×
29 <i>Carex microglochin</i> Wahlenb.	Broddastör	×		
30 <i>Carex myosuroides</i> Vill.	Pursaskegg	×	×	×
31 <i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	Mýrastör	×	×	×
32 <i>Carex norvegica</i> Retz.	Fjallastör	×	×	
33 <i>Carex rariflora</i> (Wahlenb.) Sm.	Hengistör	×	×	×
34 <i>Carex rostrata</i> Stokes	Tjarnastör	×		
35 <i>Carex saxatilis</i> L.	Hraf nastör		×	×
36 <i>Carex vaginata</i> Tausch	Slíðrastör			×
37 <i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	Klófifa	×	×	×
38 <i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	Hrafnaífifa	×	×	×

Ætt Tegund	Íslenskt ættarheiti Íslenskt tegundaheiti	1. tímabil 1979–1981	2. tímabil 1985–1987	3. tímabil 2018
<b>Poaceae</b> Barnhart (= Gramineae Juss. nom. cons.)	<b>Grasætt</b>			
39 <i>Agrostis capillaris</i> L.	Hálfingresi	×	×	×
40 <i>Agrostis stolonifera</i> L.	Skriðlfingresi	×	×	×
41 <i>Agrostis vinealis</i> Schreb.	Týtulíngresi	×	×	×
42 <i>Anthoxanthum nipponicum</i> Honda	Ílmreyr	×	×	×
43 <i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	Bugðupuntur	×	×	×
44 <i>Deschampsia alpina</i> (L.) Roem. & Schult.	Fjallapuntur	×	×	
45 <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv. subsp. <i>cespitosa</i>	Snarrótarpuntur			×
46 <i>Festuca richardsonii</i> Hook.	Túnvingull	×	×	×
47 <i>Festuca vivipara</i> (L.) Sm.	Blávingull	×	×	×
48 <i>Hierochloe odorata</i> (L.) Wahlenb subsp. <i>odorata</i>	Reyrgresi	×	×	×
49 <i>Phleum alpinum</i> L.	Fjallafoxgras	×	×	×
50 <i>Poa alpina</i> L.	Fjallasveifgras	×	×	
51 <i>Poa annua</i> L.	Varpasveifgras	×		
52 <i>Poa glauca</i> Vahl	Blásveifgras	×	×	×
53 <i>Poa pratensis</i> L.	Vallarsveifgras	×	×	×
54 <i>Trisetum spicatum</i> (L.) K. Richt.	Fjallalógresi	×	×	×
<b>Ranunculaceae</b> Juss.	<b>Sóleyjarætt</b>			
55 <i>Ranunculus subborealis</i> Tzvelev	Brennisóley	×	×	×
56 <i>Thalictrum alpinum</i> L.	Brjóstagras	×	×	×
<b>Saxifragaceae</b> Juss.	<b>Steinbrjótsætt</b>			
57 <i>Micranthes nivalis</i> (L.) Small	Snæsteinbrjótur	×	×	
58 <i>Micranthes stellaris</i> (L.) Galasso, Banfi & Soldano subsp. <i>stellaris</i>	Stjörnusteinbrjótur		×	
59 <i>Saxifraga aizoides</i> L.	Gullsteinbrjótur	×		
60 <i>Saxifraga cespitosa</i> L. subsp. <i>cespitosa</i>	Þúfusteinbrjótur	×	×	×
61 <i>Saxifraga hirculus</i> L.	Gullbrá	×	×	×
62 <i>Saxifraga hypnoides</i> L.	Mosasteinbrjótur	×	×	
63 <i>Saxifraga oppositifolia</i> L. subsp. <i>oppositifolia</i>	Vetrarblóm	×	×	×
<b>Crassulaceae</b> J.St.-Hil.	<b>Hnoðraætt</b>			
64 <i>Rhodiola rosea</i> L. subsp. <i>rosea</i>	Burnirót	×	×	×
65 <i>Sedum acre</i> L.	Helluhnoðri	×	×	
66 <i>Sedum annuum</i> L.	Skriðuhnoðri	×		
67 <i>Sedum villosum</i> L.	Flagahnoðri	×	×	×
<b>Fabaceae</b> Lindl. (= Leguminosae Juss., nom. cons.)	<b>Ertublómaætt</b>			
68 <i>Lathyrus japonicus</i> Willd.	Baunagras	×	×	×
69 <i>Lupinus nootkatensis</i> Donn ex Sims	Alaskalúpína		×	×
70 <i>Trifolium repens</i> L.	Hvítsmári	×	×	×
<b>Rosaceae</b> Juss.	<b>Rósaætt</b>			
71 <i>Alchemilla alpina</i> L.	Ljónslappi	×	×	×
72 <i>Alchemilla filicaulis</i> Buser	Maríustakkur	×	×	×
73 <i>Dryas octopetala</i> L.	Holtasóley	×	×	×
74 <i>Fragaria vesca</i> L.	Jarðarber			×
75 <i>Potentilla crantzii</i> (Crantz) Beck ex Fritsch	Gullmura	×	×	×
76 <i>Rubus saxatilis</i> L.	Hrútaber	×	×	×
77 <i>Sibbaldia procumbens</i> L.	Fjallasmári	×	×	
<b>Betulaceae</b> Gray	<b>Bjarkætt</b>			
78 <i>Betula nana</i> L. subsp. <i>nana</i>	Fjalldrapi	×	×	×
79 <i>Betula pubescens</i> subsp. <i>tortuosa</i> (Ledeb.) Nyman	Birki	×	×	×
<b>Celastraceae</b> R. Br	<b>Beinviðarætt</b>			

Ætt Tegund	Íslenskt ættarheiti Íslenskt tegundaheiti	1. tímabil 1979–1981	2. tímabil 1985–1987	3. tímabil 2018
80 <i>Parnassia palustris</i> L. subsp. <i>palustris</i>	Mýrasóley	×	×	×
<b>Violaceae</b> Batsch	<b>Fjóluætt</b>			
81 <i>Viola palustris</i> L. subsp. <i>palustris</i>	Mýrfjóra	×	×	×
<b>Salicaceae</b> Mirb.	<b>Víðisætt</b>			
82 <i>Salix arctica</i> Pall	Fjallavíðir			×
83 <i>Salix herbacea</i> L.	Grasvíðir	×	×	×
84 <i>Salix lanata</i> L.	Loðvíðir	×	×	×
85 <i>Salix phylicifolia</i> L.	Gulvíðir	×	×	×
<b>Geraniaceae</b> Juss.	<b>Blágresisætt</b>			
86 <i>Geranium sylvaticum</i> L. subsp. <i>sylvaticum</i>	Blágresi	×	×	×
<b>Onagraceae</b> Juss.	<b>Eyrarrósaætt</b>			
87 <i>Chamerion latifolium</i> (L.) Holub	Eyrarrós	×	×	×
88 <i>Epilobium alsinifolium</i> Vill.	Lindadúnurt	×		
89 <i>Epilobium anagallidifolium</i> Lam.	Fjalladúnurt	×	×	
90 <i>Epilobium collinum</i> C.C. Gmel.	Klappadúnurt	×	×	×
91 <i>Epilobium hornemannii</i> Rchb. subsp. <i>hornemannii</i>	Heiðadúnurt			×
92 <i>Epilobium palustre</i> L.	Mýradúnurt	×	×	×
<b>Brassicaceae</b> Burnett (= Cruciferae Juss. nom. cons.)	<b>Krossblómaætt</b>			
93 <i>Arabidopsis petraea</i> (L.) V.I. Dorof	Melablóm	×	×	×
94 <i>Cardamine hirsuta</i> L.	Lambklukka			×
95 <i>Cardamine polemonioides</i> Rouy	Hrafnaklukka	×		×
96 <i>Draba</i> sp	Vorblóm	×		
<b>Plumbaginaceae</b> Juss.	<b>Gullintoppuætt</b>			
97 <i>Armeria maritima</i> (Miller) Willd. subsp. <i>maritima</i>	Geldingahnappur	×	×	×
<b>Polygonaceae</b> Juss.	<b>Súruætt</b>			
98 <i>Bistorta vivipara</i> (L.) Delarbre	Kornsúra	×	×	×
99 <i>Koenigia islandica</i> L.	Naflagras	×	×	×
100 <i>Rumex acetosa</i> subsp. <i>islandicus</i> (Á. Löve) Ö. Nilsson	Túnsúra	×	×	×
101 <i>Rumex acetosella</i> L.	Hundasúra	×	×	×
<b>Caryophyllaceae</b> Juss.	<b>Hjartagrasætt</b>			
102 <i>Arenaria norvegica</i> Gunnerus	Skeggsandi	×	×	×
103 <i>Cerastium alpinum</i> L. subsp. <i>alpinum</i>	Músareyra	×	×	×
104 <i>Cerastium cerastoides</i> (L.) Britton	Lækjafræhyrna		×	×
105 <i>Cerastium fontanum</i> Baumg. subsp. <i>fontanum</i>	Vegarfi	×	×	×
106 <i>Sabulina rubella</i> (Wahlenb.) Dillenb. & Kadereit	Melanóra	×	×	×
107 <i>Sagina nivalis</i> (Lindblom) Fr.	Snækrækil	×	×	
108 <i>Sagina nodosa</i> subsp. <i>borealis</i> G.E. Crow	Hnúskakrækil	×		×
109 <i>Sagina procumbens</i> L.	Skammkrækil	×	×	×
110 <i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq. subsp. <i>acaulis</i>	Lambgras	×	×	×
111 <i>Silene uniflora</i> Roth	Holurt	×	×	×
112 <i>Spergula arvensis</i> subsp. <i>sativa</i> (Mert. & W.D.J. Koch) Čelak.	Skurfa	×	×	×
113 <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Haugarfi	×		
114 <i>Viscaria alpina</i> (L.) G. Don	Ljósberi	×	×	×
<b>Montiaceae</b> Raf	<b>Grýtuætt</b>			
115 <i>Montia fontana</i> L.	Lækjagrýta	×		×

Ætt Tegund	Íslenskt ættarheiti Íslenskt tegundaheiti	1. tímabil 1979–1981	2. tímabil 1985–1987	3. tímabil 2018
<b>Ericaceae</b> Juss.	<b>Lyngætt</b>			
116 <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	Sortulyng	×	×	×
117 <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Beitilyng	×	×	×
118 <i>Empetrum nigrum</i> L.	Krækilyng	×	×	×
119 <i>Harrimanella hypnoides</i> (L.) Coville	Mosalýng	×	×	×
120 <i>Kalmia procumbens</i> (L.) Gift, Kron & P.F. Stevens ex Galasso, Banfi & F. Conti	Sauðamergur	×	×	×
121 <i>Pyrola minor</i> var. <i>conferta</i> (Fisch. ex Cham. & Schltld.) A.P. Khokhr.	Klukkublóm		×	×
122 <i>Vaccinium uliginosum</i> L. subsp. <i>uliginosum</i>	Bláberjalyng	×	×	×
<b>Rubiaceae</b> Juss.	<b>Möðruætt</b>			
123 <i>Galium normanii</i> O.C. Dahl	Hvítmaðra	×	×	×
124 <i>Galium verum</i> L.	Gulmaðra	×	×	×
<b>Gentianaceae</b> Juss.	<b>Mariúvandarætt</b>			
125 <i>Gentiana nivalis</i> L.	Dýragras	×	×	
126 <i>Gentianella amarella</i> subsp. <i>septentrionalis</i> (Druce) N.M. Pritch.	Grænvöndur	×		
<b>Boraginaceae</b> Juss.	<b>Munablómaætt</b>			
127 <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Gleym-mér-ei	×		×
<b>Plantaginaceae</b> Juss.	<b>Græðisúruætt</b>			
128 <i>Veronica alpina</i> L.	Fjalladepla	×	×	
129 <i>Veronica fruticans</i> Jacq.	Steindepla	×		
130 <i>Veronica officinalis</i> L.	Hárdepla			×
<b>Lentibulariaceae</b> Lindl.	<b>Blöðrujurtarætt</b>			
131 <i>Pinguicula vulgaris</i> L.	Lyfjagras	×	×	×
<b>Lamiaceae</b> Martinov (= Labiatae Juss. nom. cons.)	<b>Varablómaætt</b>			
132 <i>Thymus praecox</i> subsp. <i>arcticus</i> (Durand) Jalas	Blóðberg	×	×	×
<b>Orobanchaceae</b> Vent.	<b>Sníkjujurtætt</b>			
133 <i>Bartsia alpina</i> L.	Smjörgras	×	×	×
134 <i>Euphrasia wettsteinii</i> G. Gusarova	Augnfró	×	×	×
135 <i>Rhinanthus minor</i> L.	Lokasjóður	×	×	×
<b>Campanulaceae</b> Juss.	<b>Bláklukkuætt</b>			
136 <i>Campanula rotundifolia</i> L. subsp. <i>rotundifolia</i>	Bláklukka	×	×	×
<b>Asteraceae</b> Bercht. & J. Presl (= Compositae Giseke, nom. cons.)	<b>Körfulblómaætt</b>			
137 <i>Erigeron borealis</i> (Vierh.) Simmons	Jakobsfífill	×	×	×
138 <i>Hieracium</i> spp.	Undaflar	×	×	×
139 <i>Omalotheca supina</i> (L.) DC.	Grámulla	×	×	
140 <i>Scorzoneroidea autumnalis</i> (L.) Moench	Skarifífill	×	×	×
141 <i>Taraxacum</i> spp.	Túnflar	×	×	×
<b>Apiaceae</b> Lindl. (= Umbelliferae Juss., nom. cons.)	<b>Sveipjurtætt</b>			
142 <i>Angelica archangelica</i> L. subsp. <i>archangelica</i>	Ætihvönn	×		×
143 <i>Angelica sylvestris</i> L.	Geithvönn	×		×
	Samtals	128	116	116