LV-2018-095

Landsvirkjun

# Gróðurvöktun á Vesturöræfum

## Samanburður á samsetningu og þekju gróðurs árin 2007 og 2017

**Lykilsíða**

Landsvirkjun

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Skýrsla LV nr:** | LV-2018-095 | **Dags:** | Nóvember 2018 |
| **Fjöldi síðna:** 28 | **Upplag:** Rafrænt | **Dreifing:** | ☒ **Birt á vef LV**<br>☒ **Opin**<br>☐ **Takmörkuð til** |

**Titill:** Gróðurvöktun á Vesturöræfum. Samanburður á samsetningu og þekju gróðurs árin 2007 og 2017.

**Höfundar/fyrirtæki:** Guðrún Óskarsdóttir / Náttúrustofa Austurlands - NA-180182

**Verkefnisstjóri:** Hákon Aðalsteinsson / Ásrún Elmarsdóttir

**Unnið fyrir:** Landsvirkjun

**Samvinnuaðilar:**

**Útdráttur:** Náttúrustofa Austurlands hefur vaktað gróðurfar á Snæfellsöræfum og Fljótsdalsheiði og hófst vöktunin árið 2006. Markmið rannsóknanna er að kanna langtímabreytingar á gróðri vegna hugsanlegra áhrifa Kárahnjúkavirkjunar og þá einkum Hálslóns.

Á Snæfellsöræfum fóru rannsóknir fram í Kringilsárrana og á Vesturöræfum. Niðurstöður mælinga á Vesturöræfum sýndu litlar breytingar á gróðri á milli áranna 2007 og 2017. Heildargróðurþekja breyttist lítið en þó mátti sjá mun á þekju víðitegunda. Ástand gróðurs benti ekki til aukins beitarálags og gróðurstuðull gaf til kynna meiri grósku á árunum 2014-2017 en árin á undan.

**Lykilorð:** Gróðurvöktun, Vesturöræfi, Snæfellsöræfi, gróður, gróðurstuðull, NDVI, gróðursamsetning, tegundasamsetning.

**ISBN nr:**

Samþykki verkefnisstjóra Landsvirkjunar

LV-2018-095
NA-180182

Landsvirkjun

# Gróðurvöktun á Vesturöræfum

## Samanburður á samsetningu og þekju gróðurs árin 2007 og 2017

Nóvember 2018

NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

☐ Egilsstaðir
☒ Neskaupstaður

| **Skýrsla nr:** NA-180182 | **Dags (mánuður, ár):** Nóvember 2018 | **Dreifing:** Opin á www.na.is |
|---|---|---|

**Heiti skýrslu:**
Gróðurvöktun á Vesturöræfum
Samanburður á samsetningu og þekju gróðurs árin 2007 og 2017
***Technical Report:***
*Vegetation monitoring in Vesturöræfi close to Kárahnjúkar power station in 2007 and 2017*

**Síðufjöldi:** 26
**Fjöldi korta:** Kort eru myndir í skýrslu
**Fjöldi viðauka:** 2
**Ljósmynd á kápu:**
Snæfell
Ljósmynd: Skarphéðinn G. Þórisson

**Höfundar:** Guðrún Óskarsdóttir

**Unnið fyrir:** Landsvirkjun

**Samvinnuaðilar:**


**Útdráttur:**
Náttúrustofa Austurlands vaktar ástand gróðurs í rannsóknarreitum á Snæfellsöræfum (42) og Fljótsdalsheiði (30) vegna hugsanlegra áhrifa Kárahnjúkavirkjunar, einkum Hálslóns. Rannsóknarreitir á Snæfellsöræfum eru í Kringilsárrana (14) og á Vesturöræfum (28). Meginmarkmiðið er að kanna langtímabreytingar á gróðri.

Verkefnið hófst í Kringilsárrana árið 2006, sama ár og byrjað var að safna vatni í Hálslón. Árið 2007 var ástand gróðurs í reitum á Vesturöræfum metið og árið 2017 voru mælingar þar endurteknar. Einnig voru breytingar á gróðurstuðli (NDVI) frá 2000 til 2017 skoðaðar til þess að athuga hvort þær gæfu einhverjar vísbendingar um breytingar á grósku og þekju gróðurs á tímabilinu.

Bein áhrif Hálslóns sáust ekki við samanburð á þekju og tegundasamsetningu gróðurs á Vesturöræfum milli mælinganna tveggja. Þær gróðurbreytingar sem sáust á milli áranna 2007 til 2017 bentu ekki til aukins beitarálags. Þekja grávíðis og grasvíðis jókst og æðplöntutegundum fjölgaði. Heildargróðurþekja breyttist lítið. Ekki var að sjá neinar augljósar breytingar á grósku út frá þróun gróðurstuðuls á svæðinu síðustu 18 árin en gildi stuðulsins síðustu fjögur ár rannsóknar voru þó með hæsta móti.

Mun minni breytingar sáust á gróðri milli ára á Vesturöræfum en í Kringilsárrana og á Fljótsdalsheiði. Vesturöræfi eru víðfeðm og að miklu leyti vel gróin en í ljósi nýlegra og yfirstandandi breytinga á beitarálagi svæðisins auk nálægðar við Hálslón er mikilvægt að halda áfram að vakta gróður á svæðinu.


**English summary on next page**


| **Lykilorð:** | **ISSN nr:** |
|---|---|
| Gróðurvöktun, Vesturöræfi, Snæfellsöræfi, gróður, gróðurstuðull, NDVI, gróðursamsetning, tegundasamsetning. | 2547-7439 (prentuð útgáfa)<br>2547-7447 (rafræn útgáfa) |
| **Yfirfarið:**<br>Kristín Ágústsdóttir, Náttúrustofu Austurlands | **ISBN nr:**<br>978-9935-9440-2-3 (prentuð útgáfa)<br>978-9935-9440-3-0 (rafræn útgáfa) |

## English summary

The East Iceland Nature Research Centre monitors vegetation close to Kárahnjúkar power station to study the possible impacts of the hydropower project, especially Hálslón reservoir. The monitoring sites are spread over possible impact areas, 14 are located just west of the reservoir (Kringilsárrani area), 28 are located east of it (Vesturöræfi area) and 30 northeast of it, a little further away than the others (Fljótsdalsheiði area). The primary objective of the study is to monitor any possible long-term changes in vegetation.

The study began in Kringilsárrani in 2006, the same year as the reservoir started to fill. In 2007 the research sites in Vesturöræfi were visited for the first time and their vegetation studied. In 2017 those sites were visited again, and the study repeated. In addition, changes in Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) over the years from 2000 to 2017 were studied to see if they would indicate any changes in greenness of vegetation before and after the construction of the hydropower plant.

The results of the vegetation monitoring in Vesturöræfi in 2007 and 2017 did not indicate any obvious direct impacts from Hálslón reservoir or indirect impacts from changed grazing pressure due to increased numbers of Pink-footed geese and changes in reindeer grazing areas. The cover of *Salix arctica* and *S. herbacea* and species richness increased in the time of the study. Overall vegetation cover did not change much. No obvious changes in NDVI from 2000 to 2017 were noticed in the area but the four most recent years had the highest average NDVI.

Vegetation changes during the time of the study were much less significant in Vesturöræfi than in Kringilsárrani and Fljótsdalsheiði. Vesturöræfi is vast and its vegetation is generally lush but considering recent and ongoing changes in grazing pressure as well as the area's proximity to Hálslón reservoir it is important to keep monitoring the vegetation in the area.

**Keywords**: Vegetation monitoring, vegetation, NDVI, vegetation composition, species composition.

## Efnisyfirlit


Inngangur ..... 1
Aðferðir ..... 1
Gagnasöfnun ..... 3
Gróðurstuðull ..... 4
Úrvinnsla ..... 6
Þekja og tegundafjöldi ..... 6
Tegundasamsetning og áhrif umhverfisbreyta ..... 6
Gróðurstuðull ..... 7
Niðurstöður ..... 7
Ásýnd svæðis ..... 7
Gróðurlendi og helstu eiginleikar gróðurs ..... 9
Gróðurfar og tegundasamsetning ..... 12
Breytileiki í tegundasamsetningu og áhrif umhverfisbreyta ..... 12
Breytingar á gróðursamsetningu milli ára ..... 15
Gróðurstuðull ..... 18
Umræður ..... 20
Gróðurbreytingar á milli ára ..... 20
Mögulegar ástæður gróðurbreytinga ..... 20
Bein áhrif Hálslóns ..... 20
Óbein áhrif Hálslóns ..... 21
Ályktanir ..... 23
Þakkir ..... 23
Heimildir ..... 24


## Viðaukar


1. viðauki. Hnitaskrá.
2. viðauki. Tegundalisti.

# Myndaskrá

1. mynd. Rannsóknarsvæðið á Vesturöræfum, rannsóknarreitir og gróðurlendi. Skyggðu reitirnir voru ekki hafðir með í rannsókninni. /The study area, study sites and vegetation types (from top in legends: Heathland, mossland, grassland, shrubland/forest, wetland, land with little or no vegetation, damaged land, uncategorized, water). Shaded sites were excluded from the study. ..... 2

2. mynd. Rannsóknarsvæðið á Vesturöræfum og svæði þar sem gögn um gróðurstuðul voru sótt. Gögn á skyggðum svæðum voru ekki höfð með við úrvinnslu. Kortið sýnir einnig þekju gróðurs og staðsetningu rannsóknarreita. /Areas in Vesturöræfi for which NDVI-data were explored (in red). Shaded areas were excluded due to their dissimilarity to the other areas' vegetation. The map also shows vegetation cover and the study sites..... 5

3. mynd. Séð yfir Kárahnjúka og Hálslón, frá melhæð norðaustan við lónið. Mynd: Líneik Anna Sævarsdóttir. /View over Kárahnjúkar area and Hálslón reservoir, seen from a sparsely vegetated hill northeast of the reservoir. ..... 8

4. mynd. Votlendi á Vesturöræfum með Snæfell í bakgrunni. Mynd: Skarphéðinn G. Þórisson. /Wetland in Vesturöræfi area and Mt. Snæfell in the distance..... 8

5. mynd. Meðalgróðurhæð (t.v.) og meðaljarðvegsdýpt (t.h.) í reitum árin 2007 og 2017, skipt eftir gróðurlendum. Gróðurhæð var ekki mæld í reitum 26 og 27 árið 2017 vegna þess hve strjáll gróður var. /Average vegetation hight (left) and average soil depth (right) in 2007 and 2017. Study sites are divided into groups by vegetation type (from top: sparsely vegetated land, heathland and wetland)..... 10

6. mynd. Fjöldi æðplöntutegunda (t.v.) og heildargróðurþekja (t.h.) árin 2007 og 2017, skipt eftir gróðurlendum. /Total number of vascular plant species (left) and overall vegetation cover (right) in 2007 and 2017. Study sites are divided into groups by vegetation type. ..... 11

7. mynd. Niðurstöður PCA hnitunargreiningar á þekju 29 æðplöntutegunda í öllum melareitum. Reitir eru táknaðir með brúnum punktum og merktir með tölustaf (f. árið 2007) og brúnar örvar benda frá 2007 til 2017. Hlutfallsleg fylgni milli ása hnitakerfisins og umhverfisbreyta ($p<0,05$) er sýnd með svörtum örvum. Eigingildi: PC1=6,63; PC2=5,38. /Results of PCA ordination on the cover of 29 vascular plant species in all sparsely vegetated sites. Study sites are represented with brown points and labelled with the site's number (for the year 2007). Brown arrows are drawn from the 2007 to 2017. Correlation between the PCA axes and environmental variables ($p<0.05$) are shows with black arrows. Eigenvalues: PC1=6.63; PC2=5.38..... 13

8. mynd. Niðurstöður PCA hnitunargreiningar á þekju 29 æðplöntutegunda í öllum mólendisreitum. Reitir eru táknaðir með grænum punktum og merktir með tölustaf (f. árið 2007) og grænar örvar benda frá 2007 til 2017. Hlutfallsleg fylgni milli ása hnitakerfisins og umhverfisbreyta ($p<0,05$) er sýnd með svörtum örvum. Eigingildi: PC1=7.24; PC2=5.09. /Results of PCA ordination on the cover of 29 vascular plant species in all heathland sites. Study sites are represented with green points and labelled with the site's number (for the year 2007). Green arrows are drawn from the 2007 to 2017. Correlation between the PCA axes and environmental variables ($p<0.05$) are shows with black arrows. Eigenvalues: PC1=7.24; PC2=5.09..... 14

9. mynd. Niðurstöður PCA hnitunargreiningar á þekju 15 æðplöntutegunda í öllum votlendisreitum. Reitir eru táknaðir með bláum punktum og merktir með tölustaf (f. árið 2007) og bláar örvar benda frá 2007 til 2017. Hlutfallsleg fylgni milli ása hnitakerfisins og umhverfisbreyta ($p<0,05$) er sýnd með svörtum örvum. Eigingildi: PC1=5,80; PC2=2,58. /Results of PCA ordination on the cover of 15 vascular plant species in all wetland sites. Study sites are represented with blue points and labelled with the site's number (for the year 2007). Blue arrows are drawn from the 2007 to 2017. Correlation between the PCA axes and environmental variables ($p<0.05$) are shows with black arrows. Eigenvalues: PC1=5.80; PC2=2.58..... 15

10. mynd. Meðalþekja tegundahópa í hverju gróðurlendi árin 2007 og 2017. Á mel voru 10 reitir, í mó-/moslendi 9 og í vot-/deiglendi 9. /Average cover of each species group (from bottom and up: non-vascular plants, forbs, grasses, sedges, dwarf shrubs and ferns) stacked together for all study sites in each vegetation type in 2007 and 2017. From left to right: sparsely vegetated land (n=10), heath-/mossland (n=9) and wetland (n=9). ..... 16

11. mynd. Meðalþekja grasvíðis og grávíðis, sýnd í mismunandi gróðurlendum árin 2007 og 2017. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna. Kvarði á y-ás er mismunandi milli súlurita. /Average cover of Salix herbacea

(left) and S. arctica (right), shown for each vegetation type (from left: sparsely vegetated land (n=10), heath-/mosshland (n=9) and wetland (n=9)). The scale on the y-axis is different between the two graphs. ..... 18

12. mynd. Gróðurstuðulsgildi (NDVI) fyrir svæðið næst Hálslóni yfir hásumar á árunum 2000-2017 (ORNL DAAC, 2008). Fjögur meðalgildi, hvert fyrir fimm hágildi gróðurstuðuls eru á bakvið hvern kassa. Svarta línan sýnir miðgildið. /Maximum NDVI of the study area closest to Hálslón reservoir over the summer (July-August) in the years 2000-2017. Each box represents four averages of five measurements. Black line shows the median. ..... 19

13. mynd. Meðaltal gróðurstuðuls (NDVI) fyrir hvert hásumar á rannsóknarsvæðinu frá árinu 2000 til ársins 2017 (ORNL DAAC, 2008). /Annual average of maximum NDVIs in the study area over the summer (July-August) in 2000-2017. Blue line represents the area furthest away from Hálslón reservoir and green line the area closest. ..... 19

## Töfluskrá

1. tafla. Breyttur Hult-Sernander kvarði var notaður við þekjumælingar. /Adjusted Hults-Sernander cover scale was used for vegetation assessments. ..... 3

2. tafla. Gerð gróðurlendis í 28 reitum á Vesturöræfum (Gerður Guðmundsdóttir, 2008), meðaljarðvegsdýpt og meðalgróðurhæð hvers reits, heildarfjöldi æðplöntutegunda og heildargróðurþekja í hverjum reit árið 2017. /Vegetation types, average soil depth, average vegetation hight, total number of vascular plant species and overall vegetation cover of 28 study sites in 2017. ..... 9

## Inngangur

Að beiðni Landsvirkjunar vaktar Náttúrustofa Austurlands ástand gróðurs á Snæfellsöræfum og Fljótsdalsheiði vegna hugsanlegra áhrifa Kárahnjúkavirkjunar, einkum Hálslóns. Komið var upp 72 rannsóknarreitum á árunum 2006-2008 í Kringilsárrana (14) og á Vesturöræfum (28) sem tilheyra Snæfellsöræfum og á Fljótsdalsheiði (30). Meginmarkmiðið er að nema langtíma-breytingar á gróðri. Hér er gerð grein fyrir samanburði á gróðri í rannsóknarreitum á Vestur-öræfum árin 2007 og 2017.

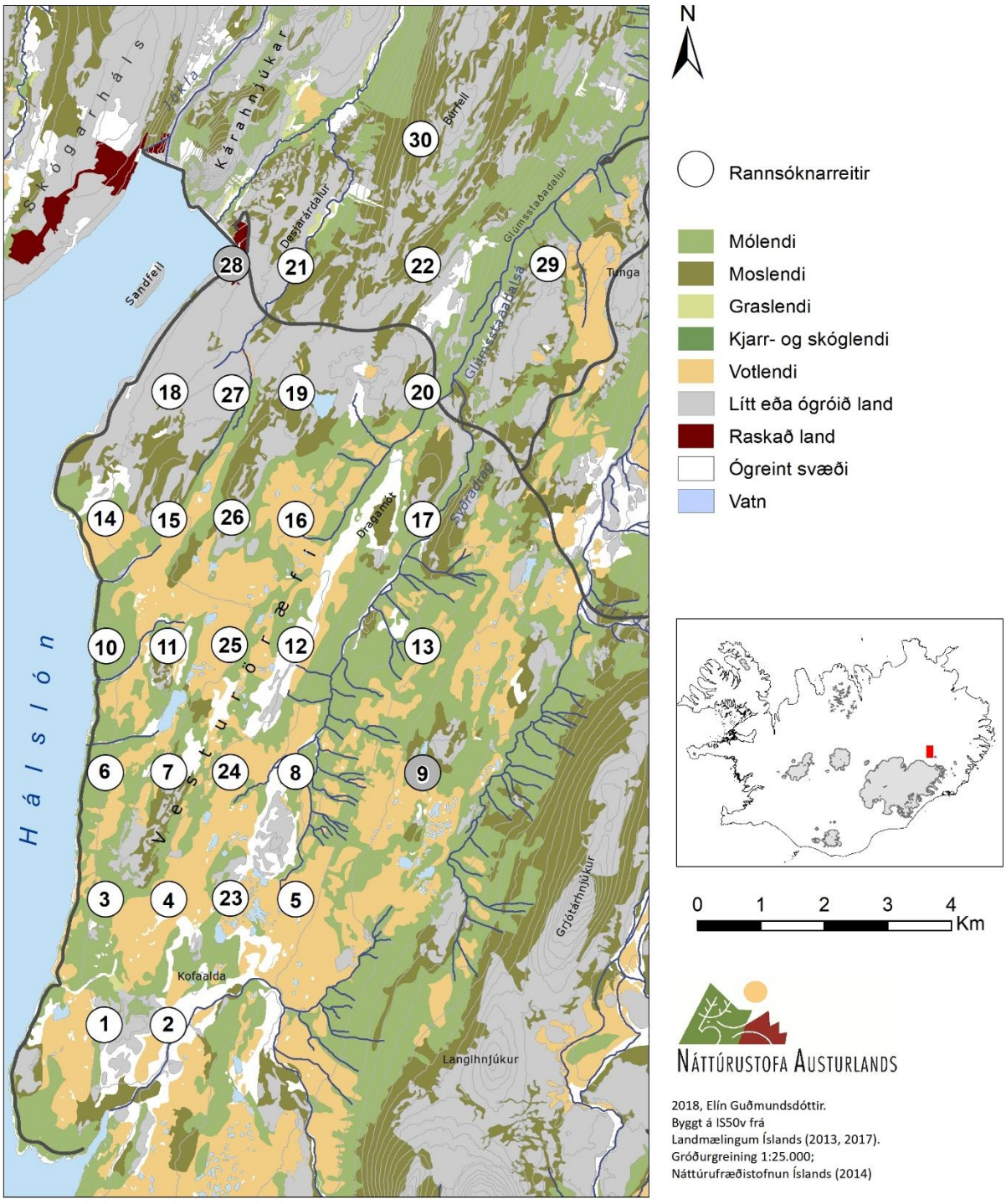
Verkefnið hófst í Kringilsárrana árið 2006, sama ár og byrjað var að safna vatni í Hálslón, og var gróður þar endurmældur árið 2015 (Guðrún Óskarsdóttir, 2016). Árið 2007 var reitum til gróðurvöktunar einnig komið upp á Vesturöræfum og ástand gróðurs þeirra metið. Rannsóknarreitir á Fljótsdalsheiði voru settir upp árið 2008 og endurmældir árið 2016 (Guðrún Óskarsdóttir o.fl., 2017). Rannsóknarsvæðið á Vesturöræfum liggur rétt austan við Hálslón og þar er hætta á áfoki úr bökkum í suðvestan roki við ákveðin skilyrði (Ólafur Arnalds o.fl., 2010). Meginmarkmið þessarar rannsóknar á Vesturöræfum er að vakta möguleg áhrif þessa áfoks á gróður en einnig að varpa ljósi á hugsanlegar gróðurbreytingar vegna loftslagshlýnunar eða breytinga á beitarálagi (Gerður Guðmundsdóttir, 2008).

Rannsóknarreitir á Vesturöræfum voru skoðaðir í annað sinn árið 2017, 10 árum eftir fyrstu úttekt, og ástand þeirra metið á sama hátt og gert var árið 2007. Auk rannsóknarreita voru gervihnattamyndir af Vesturöræfum notaðar til að reikna út gróðurstuðul (NDVI) svæðisins í upphafi þessa verkefnis (Gerður Guðmundsdóttir, 2008) en gróðurstuðull segir til um grósku svæðis (Tucker, 1979). Stungið var upp á að taka gervihnattamyndir annað hvert ár á fyrstu árum vöktunar til að fylgjast með mögulegum breytingum á gróðurþekju og ef litlar eða engar breytingar yrðu á gróðurstuðli milli mynda yrðu mælingar á rannsóknarreitum endurteknar með löngu millibili, eða á um 10 ára fresti. Undanfarið hefur aðgengi að gagnabönkum með ýmsar breytur úr gervitunglamyndum aukist verulega og nú er orðið mögulegt að sækja gögn um gróðurstuðul beint af netinu (ORNL DAAC, 2008). Því hefur ekki verið talið nauðsynlegt að endurtaka töku gervihnattamynda.

Hér er gerð grein fyrir niðurstöðum rannsókna sumarið 2017 og þær bornar saman við rannsóknir sumarsins 2007. Velt er upp mögulegum áhrifum Kárahnjúkavirkjunar á gróður á Vesturöræfum, s.s. vegna áfoks úr bökkum Hálslóns. Möguleg óbein áhrif eru einnig könnuð, eins og hvort greina megi breytingar á gróðri vegna stofnbreytinga og dreifingu gæsa og hreindýra á svæðinu.

## Aðferðir

Við upphaf verkefnis voru 30 reitir valdir út frá korti af Vesturöræfum og þeir einkenndir með tölustöfum frá 1 og upp í 30 (1. mynd). Tveir reitir duttu út við fyrstu úttekt sem farin var dagana 24.-27. júlí 2007, reitur 9 vegna fjarlægðar frá vegi og reitur 28 vegna þess að hann var innan framkvæmdasvæðis (Gerður Guðmundsdóttir, 2008). Reitirnir 28 sem eftir stóðu eru dreifðir um rannsóknarsvæðið (1. mynd). Hver reitur er 10 x 10 m að stærð og innan hvers reits eru 10 smáreitir (0,5 x 0,5 m) sem staðsettir voru að handahófi árið 2007. Hnit rannsóknarreita má sjá í 1. viðauka.




*1. mynd. Rannsóknarsvæðið á Vesturöræfum, rannsóknarreitir og gróðurlendi. Skyggðu reitirnir voru ekki hafðir með í rannsókninni. /The study area, study sites and vegetation types (from top in legends: Heathland, mossland, grassland, shrubland/forest, wetland, land with little or no vegetation, damaged land, uncategorized, water). Shaded sites were excluded from the study.*

## Gagnasöfnun

Farið var á Vesturöræfi dagana 17.-20. júlí 2017 til gagnasöfnunar. Í smáreitum var hlutfallsleg þekja einstakra æðplöntutegunda innan ramma metin sjónrænt. Þekja allra mosategunda var metin sameiginlega sem ein heild og sömu aðferð var beitt við þekjumat flétta. Auk þess var þekja lífrænnar jarðvegsskánar metin sér sumarið 2017 en hún var metin með mosum sumarið 2007. Þekja skíts var einnig metin 2017 en bæði athugunarárin var þekja ógróins yfirborðs og grjóts metin og ljósmynd tekin af hverjum smáreit. Við þekjumatið var notaður kvarði með mismunandi þekjubilum (1. tafla). Kvarðinn er afbrigði af Hult-Sernander þekjukvarða (Sjörs, 1956) og þekjubilin eru misstór til þess að reyna að taka sem best tillit til breytileika í algengi og þekju mismunandi plöntutegunda.

*1. tafla. Breyttur Hult-Sernander kvarði var notaður við þekjumælingar. /Adjusted Hults-Sernander cover scale was used for vegetation assessments.*

| Þekjubil (%) | Miðgildi þekjubils (%) |
|---|---|
| < 1 | 0,5 |
| 1 - 6,25 | 3,6 |
| 6,25 - 12,5 | 9,4 |
| 12,5 - 25 | 18,8 |
| 25 - 50 | 37,5 |
| 50 - 100 | 75 |

Til viðbótar við mat á þekju var hæð hæstu æðplantna mæld til þess að fá upplýsingar um gróðurhæð í reitunum. Gróðurhæð var metin þannig að meðalhæð fjögurra hæstu sprota í hverjum fjórðungi smáreits var reiknuð og fyrir hvern smáreit var síðan reiknað meðaltalið af þessum fjórum meðaltölum. Fyrir hvern reit var síðan reiknuð meðalgróðurhæð allra tíu smá-reitanna. Gróðurhæð var ekki mæld í reitum 26 og 27 árið 2017 vegna þess hve strjáll gróður var.

Jarðvegsdýpt var einnig mæld en það var gert með því að stinga mjórri stöng niður í miðju hvers smáreits þar til hún stöðvaðist á föstu undirlagi. Jarðvegsdýpt var mæld með sama hætti árið 2007 en stöngin sem notuð var þá var styttri og breiðari svo mælingar eru ekki sambærilegar milli ára. Nýja stöngin er 120 cm löng en þar sem hún fór dýpra ofan í jarðveginn en gamla stikan náði (86 cm) var jarðvegsdýpt skráð sem >86 cm.

Árið 2007 voru reitir afmarkaðir með tréhælum og smáreitir með flöggum. Appelsínugul flögg voru notuð í suðvesturhornum smáreita en gul í hinum hornunum til þess að auðvelda samanburð ljósmynda sem teknar voru af smáreitunum á mismunandi tímum. Náttúrustofa Austurlands hefur síðan þá haldið reitamerkingum reglulega við svo að ganga megi að reitunum vísum og flöggum sem hafa týnst hefur verið skipt út fyrir ný flögg. Árið 2017 var flöggum smáreita skipt út fyrir tréhæla þar sem þeir hafa reynst betur og enst lengur. Þá voru hvítir tréhælar notaðir í suðvesturhornum en rauðir í hinum.

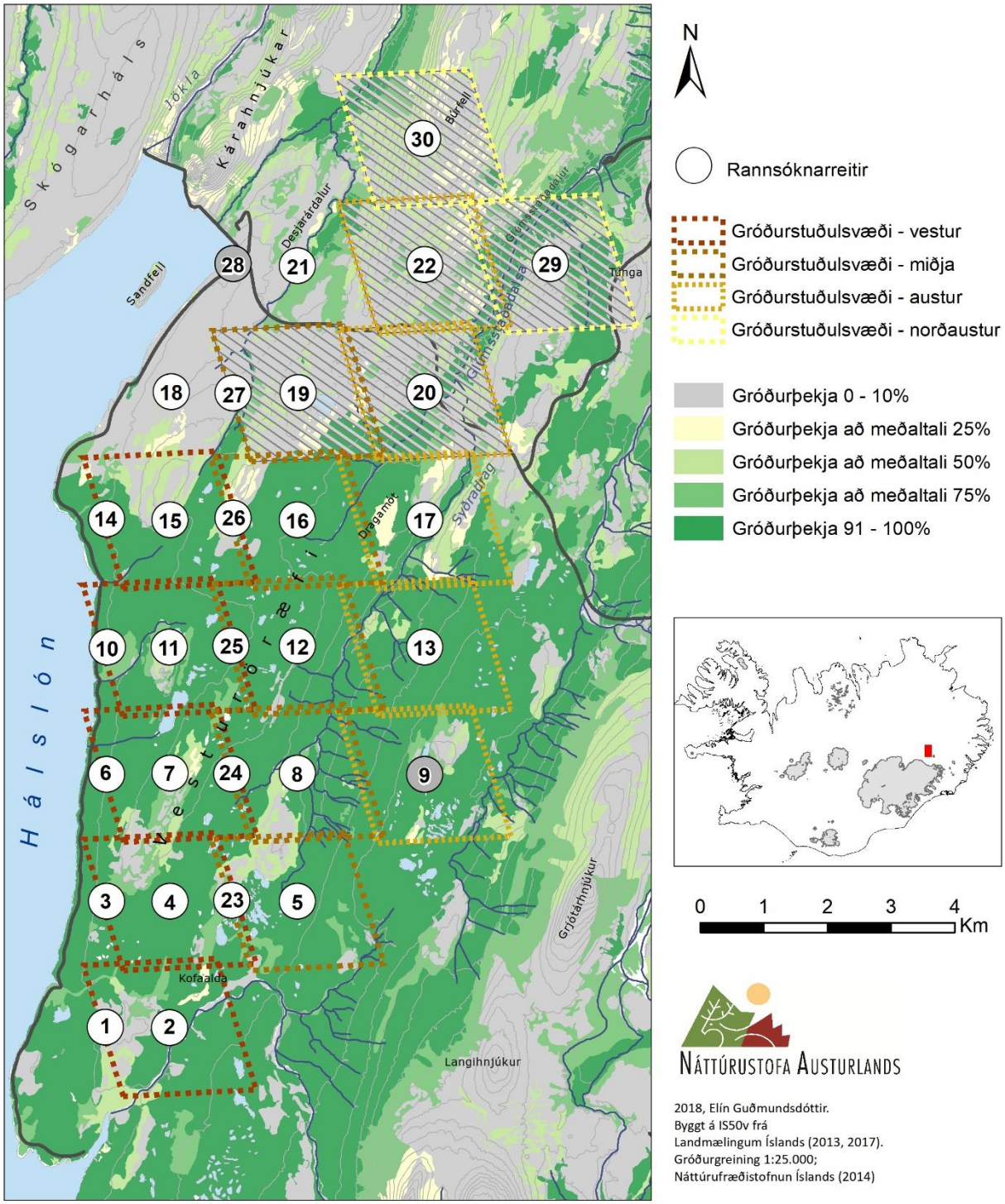
Á vettvangi sumarið 2017 unnu Guðrún Áslaug Jónsdóttir, Guðrún Óskarsdóttir, Kristín Ágústsdóttir, Líneik Anna Sævarsdóttir og Skarphéðinn G. Þórisson. Veður var svalt, skýjað eða léttskýjað með golu en hélst þó þurrt að mestu.

**Gróðurstuðull**

Gróðurstuðull (e. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)) er mælikvarði á blaðgrænu (og þar með grósku gróðurs) á yfirborði jarðar og er reiknaður út frá gervitunglagögnum. Gildi stuðulsins geta verið frá -1 til +1. Ef gildi svæðis er neikvætt er þar engan gróður að finna (t.d. vatn og jökull) á meðan hækkandi jákvæð gildi tákna meiri grósku (Tucker, 1979). Gildi frá 0,3-0,8 eru algeng fyrir gróið land á Íslandi yfir hásumar (Raynolds o.fl., 2014).

Gögn um gróðurstuðul á rannsóknarsvæðinu frá árinu 2000 fram til ársins 2017 (ORNL DAAC, 2008) voru skoðuð til þess að athuga hvort einhverjar breytingar á grósku væri að sjá milli ára. Gögnin byggja á 16 daga meðaltalsgildum í 250 x 250 m reitum (svokallað MOD13Q1 gagnasett). Sótt voru fyrirframreiknuð hágildi gróðurstuðuls á ákveðnum ferhyrndum svæðum sem komust hvað næst því að ná yfir alla reitina á Vesturöræfum (2. mynd) og þar með endurspegla gróðurfar svæðisins sem best.

Svæðunum á Vesturöræfum var skipt upp í fjóra klasa í samræmi við landfræðilega dreifingu þeirra, frá vestri (næst Hálslóni, þar sem hætta á áfoki er hvað mest) til austurs (fjær Hálslóni), auk tveggja svæða við norðausturhorn rannsóknarsvæðisins. Gögn voru sótt fyrir 17 svæði sem hvert var 1,25 x 1,25 km að stærð með hnit valdra reita fyrir miðju. Hnit reita nr. 2, 4, 7, 11 og 15 voru fyrir miðju vestustu svæðanna, hnit reita nr. 5, 8, 12, 16 og 19 fyrir miðju miðsvæðanna, hnit reita nr. 9, 13, 17, 20 og 22 fyrir miðju austustu svæðanna og hnit reita nr. 29 og 30 fyrir miðju svæðanna á norðausturhorni rannsóknarsvæðisins (2. mynd). Þar sem gróðurfar fimm nyrstu svæðanna var frábrugðið syðri svæðum (og ekki alveg samræmanlegt innan þeirra heldur) var þeim sleppt við úrvinnslu gagna.




*2. mynd. Rannsóknarsvæðið á Vesturöræfum og svæði þar sem gögn um gróðurstuðul voru sótt. Gögn á skyggðum svæðum voru ekki höfð með við úrvinnslu. Kortið sýnir einnig þekju gróðurs og staðsetningu rannsóknarreita. /Areas in Vesturöræfi for which NDVI-data were explored (in red). Shaded areas were excluded due to their dissimilarity to the other areas' vegetation. The map also shows vegetation cover and the study sites.*

## Úrvinnsla

Við úrvinnslu gagna úr vettvangsvinnu var kannað hvort hægt væri að greina breytingar á gróðurþekju, fjölda tegunda og tegundasamsetningu milli athugunarára. Fyrir samanburð var reitunum skipt niður í þrjú gróðurlendi; lítið gróinn eða ógróinn melur, hálfgróið til vel gróið mó- og moslendi og vel gróið votlendi (mýrar, flóar og deiglendi).

### Þekja og tegundafjöldi

Til að meta breytingar á þekju frá 2007 til 2017 var miðgildi þekjukvarðans í hverjum smáreit notað til að reikna meðalþekju hverrar tegundar í hverjum reit. Hver mælieining náði því yfir alla smáreiti í hverjum reit (alls 10 smáreitir, hver 0,25 $m^2$ að stærð). Fyrir hvern reit var lögð saman þekja allra æðplöntutegunda í hverjum tegundahóp, þ.e. allra blómjurta, grasa, smárunna, byrkninga (elftinga, jafna og tungljurta) og hálfgrasa (stara, sefa, fífa og hæra). Auk þess var þekja mosa, flétta og lífrænnar jarðvegsskánar tekin saman í einn hóp (lággróður) fyrir úrvinnslu gagna að mestu leyti en þekja flétta var einnig skoðuð sér. Þá var heildarfjöldi æðplöntutegunda og heildargróðurþekja reiknuð með því að leggja saman allar skráðar tegundir og þekju alls lifandi gróðurs í hverjum reit. Heildarþekjan getur með þessari aðferð verið meiri en 100% þar sem gróður er gjarnan lagskiptur.

Samanburður meðaltala á milli ára var gerður með pöruðu *t*-prófi. Skoðaður var heildarfjöldi tegunda, heildargróðurþekja og samanlögð meðalþekja í einstökum tegundahópum. Þá var einnig skoðuð meðalþekja þeirra æðplöntutegunda sem voru með meira en 2% meðalþekju í meira en 2 reitum, a.m.k. annað árið, eða fundust bæði árin í meira en helmingi reitanna. Þar að auki var skoðuð þekja vatns, skíts og ógróins yfirborðs. Til þess að athuga hvort gögnin sem unnið var með uppfylltu skilyrði normaldreifingar var notast við Shapiro-Wilk próf auk þess sem dreifing gilda í hverju gagnasetti var skoðuð með lýsandi tölfræði. Gögnum var umbreytt með kvaðratrót eða logra eftir þörfum. Wilcoxon rank próf var notað í þeim tilfellum sem gögnin uppfylltu ekki skilyrði um normaldreifingu þrátt fyrir umbreytingu. Niðurstöður *t*-prófa voru táknaðar með bókstafnum *t* og niðurstöður Wilcoxon rank prófa voru táknaðar með bókstafnum *V*. Í öllum tölfræðiprófum var miðað við 95% marktæknimörk ($p$=0,05) og tölfræðiúrvinnsla var unnin í *R*, útgáfu 3.2.2 (R Core Team, 2015) í viðmóti *RStudio* (RStudio Team, 2016).

### Tegundasamsetning og áhrif umhverfisbreyta

Hnitunargreining var notuð til að skoða breytingar á tegundasamsetningu reita milli ára og breytileika milli reita. Jafnframt var reynt að meta möguleg áhrif nokkurra umhverfisbreyta á tegundasamsetninguna. Fyrir hnitunargreiningu var gögnunum skipt í þrennt eftir því gróður-lendi sem reitirnir voru staðsettir í (melur, mó-/moslendi og vot-/deiglendi). Fyrst var ólínuleg hnitunargreining (e. Detrended correspondence analysis (DCA)) (Lepš & Šmilauer, 2006) notuð til að meta hvaða hnitunargreiningaraðferð hentaði breytileika gagnanna. DCA greiningu var beitt á meðalþekju 29 æðplöntutegunda í öllum reitum á mel og í mó-/moslendi en á meðalþekju 15 æðplöntutegunda í öllum vot- og deiglendisreitum. Við val á tegundum fyrir fjölbreytugreiningu var stuðst við þekju og algengi tegunda. Tegundir sem fundust í 5 eða fleiri reitum bæði árin samanlagt voru valdar. Árið 2017 var ekki alltaf mögulegt að greina hærur til tegunda svo þær voru sameinaðar. Aðrar tegundir sem aðeins var mögulegt að greina til ættkvíslar voru ekki hafðar með í hnitunargreiningunni. Skriðlíngresi og hálmgresi voru heldur ekki höfð með þar sem þessar tegundir höfðu mögulega verið rangt skráðar í einhverjum reitum.

Eftir DCA greininguna var línuleg hnitunargreining (e. principal component analysis (PCA)) (Lepš & Šmilauer, 2006) á sömu tegundagögnum notuð til þess að meta breytingar á tegundasamsetningu milli reita og ára og kanna möguleg áhrif umhverfisbreyta. Fylgni nokkurra umhverfisbreyta við ása PCA hnitunarinnar var könnuð; fjöldi æðplöntutegunda, ár vettvangsathugana, samanlögð þekja nokkurra tegundahópa (smárunna, blómjurta, byrkninga, grasa, hálfgrasa og lággróðurs), þekja skíts og ógróins yfirborðs (heildargróðurþekja var notuð í staðinn fyrir þekju ógróins yfirborðs við hnitunargreiningu á votlendisgögnunum þar sem ógróið yfirborð sást þar varla). Við framsetningu PCA hnitunarinnar voru til einföldunar bara sýndar þær tegundir sem komu fyrir í a.m.k. helmingi allra reita bæði árin samanlagt. Fyrir fjölbreytugreiningar var gögnum umbreytt með kvaðratrót.

Tölfræðiúrvinnsla var unnin í *R*, útgáfu 3.2.2 (R Core Team, 2015) í viðmóti *RStudio* (RStudio Team, 2016) og viðbótarpakkinn *Vegan* (Oksanen o.fl., 2015) var notaður við fjölbreytugreiningar.

**Gróðurstuðull**

Við úrvinnslu gagna var kannað hvort munur væri á gróðurstuðli milli ára á svæðinu næst Hálslóni frá því áður en framkvæmdir hófust við Kárahnjúka og fram til ársins 2017. Einnig var kannað hvort munur væri á gróðurstuðli milli þess svæðis og svæðanna sem eru aðeins fjær lóninu. Reitirnir sem eru næst Hálslóni, reitirnir fjærst og reitirnir þar á milli voru teknir saman í þrjá hópa til að fá eitt meðalgildi fyrir hvert svæði. Gildi hásumars (fjögur 16 daga hágildi frá júlí og ágúst) voru síðan notuð við úrvinnslu gagna.

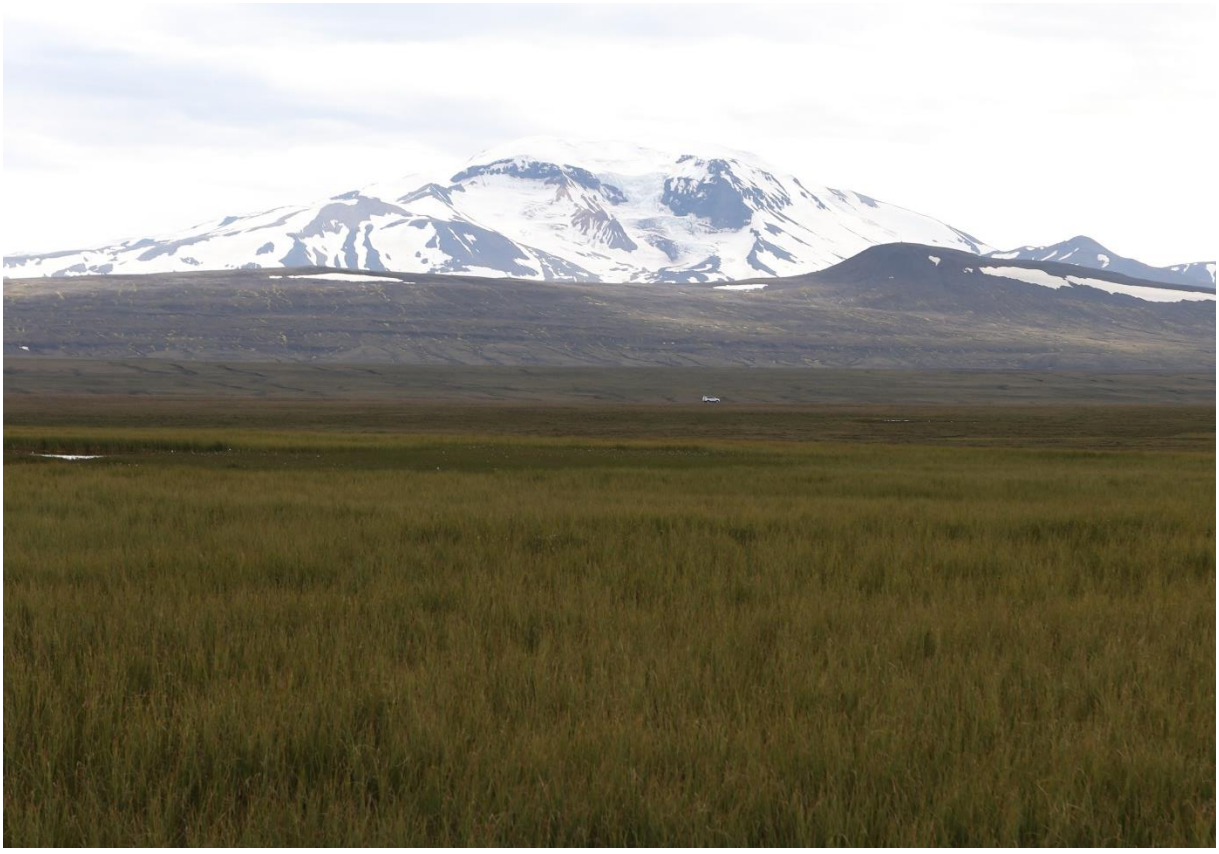
Munur á gildum gróðurstuðuls næst Hálslóni milli ára var kannaður með einþátta fervikagreiningu. Munur á gildum gróðurstuðuls milli svæða var kannaður með *t*-prófi. Í öllum tölfræðiprófum var miðað við 95% marktæknimörk ($p$=0,05) og tölfræðiúrvinnsla var unnin í *R*, útgáfu 3.2.2 (R Core Team, 2015) í viðmóti *RStudio* (RStudio Team, 2016).

## Niðurstöður

### Ásýnd svæðis

Vesturöræfi eru víðáttumikil (3. og 4. mynd) og rannsóknarsvæðið nær frá Hálslóni 4-6 km í austur, frá Kofaöldu í suðri og að Búrfelli í norðri. Gróðurlendum svæðisins var lýst í fyrri áfangaskýrslu þessa verkefnis (Gerður Guðmundsdóttir, 2008). Þar var Vesturöræfum lýst sem víðáttumiklu svæði sem einkenndist af lítið grónum melum nyrst (3. mynd) en stórum mó- og votlendisvæðum sunnar (4. mynd) með melöldum inn á milli og átti sú lýsing enn vel við sumarið 2017. Meðalhiti við Kárahnjúka yfir hásumarið síðastliðin 20 ár hefur verið 6-9°C og enga áberandi þróun veðurfars er að sjá þar yfir það tímabil (*gögn úr gagnasafni Veðurstofu Íslands*).

*3. mynd. Séð yfir Kárahnjúka og Hálslón, frá melhæð norðaustan við lónið. Mynd: Líneik Anna Sævarsdóttir. /View over Kárahnjúkar area and Hálslón reservoir, seen from a sparsely vegetated hill northeast of the reservoir.*



*4. mynd. Votlendi á Vesturöræfum með Snæfell í bakgrunni. Mynd: Skarphéðinn G. Þórisson. /Wetland in Vesturöræfi area and Mt. Snæfell in the distance.*

## Gróðurlendi og helstu eiginleikar gróðurs

Rannsóknarreitirnir eru staðsettir í mismunandi gróðurlendum, tíu þeirra á mel, níu í mó- eða moslendi og níu í vot- eða deiglendi (2. tafla).

*2. tafla. Gerð gróðurlendis í 28 reitum á Vesturöræfum (Gerður Guðmundsdóttir, 2008), meðaljarðvegsdýpt og meðalgróðurhæð hvers reits, heildarfjöldi æðplöntutegunda og heildargróðurþekja í hverjum reit árið 2017. /Vegetation types, average soil depth, average vegetation hight, total number of vascular plant species and overall vegetation cover of 28 study sites in 2017.*

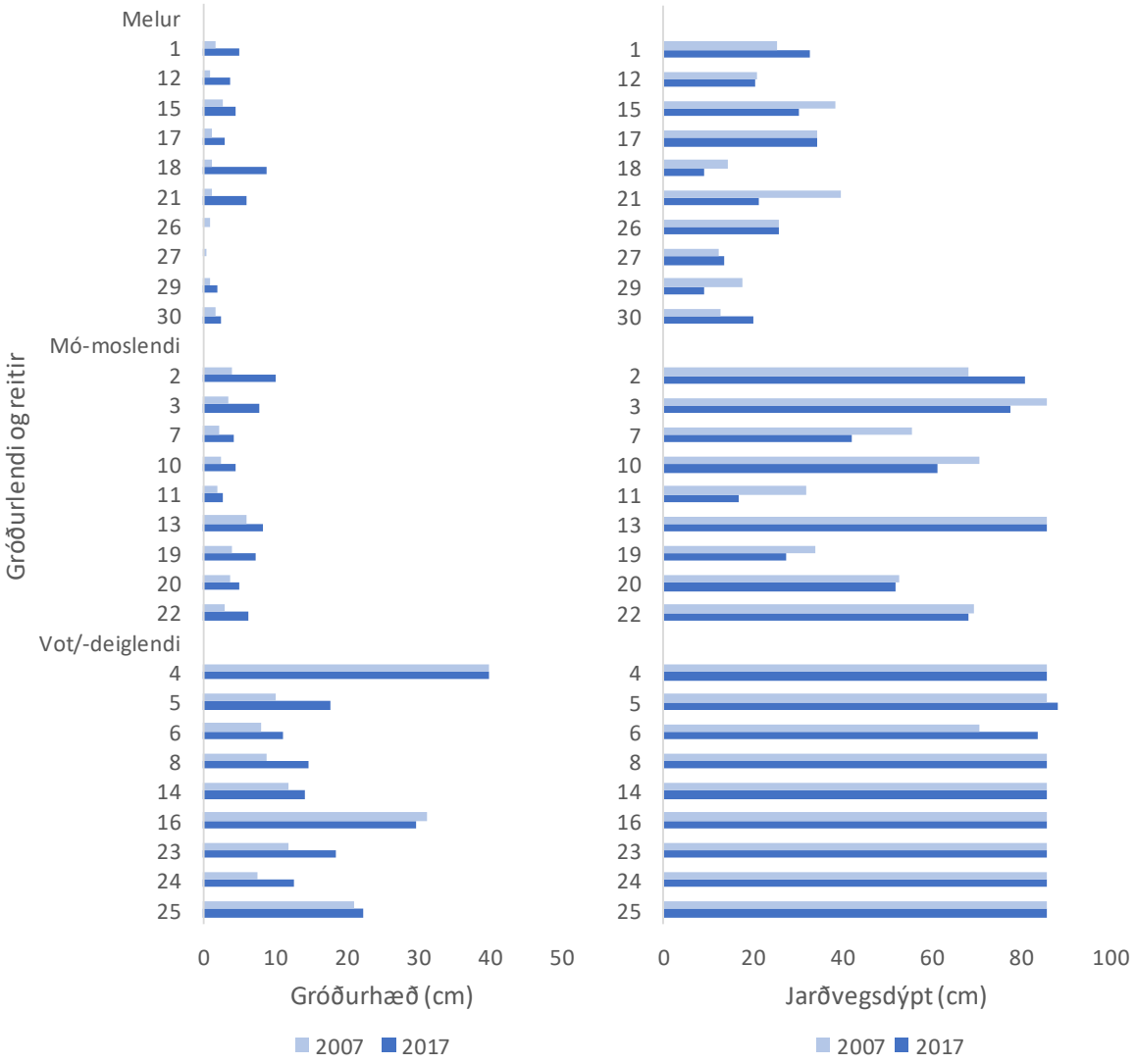
| | Reitur | Gróðurlendi/-þekja | Jarðvegs-dýpt (cm) | Gróður-hæð (cm) | Fjöldi æðplöntu-tegunda | Heildargróður-þekja (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Melareitir | 1 | Lítið gróinn melur | 33* | 5 | 23 | 43 |
| | 12 | Lítið gróinn melur | 21* | 4 | 21 | 33 |
| | 15 | Lítið til hálfgróinn melur | 31* | 4 | 25 | 87 |
| | 17 | Lítið gróinn melur | 35* | 3 | 24 | 22 |
| | 18 | Ógróinn melur | 9* | 9 | 18 | 66 |
| | 21 | Ógróinn melur | 21* | 6 | 12 | 54 |
| | 26 | Lítið gróinn moldarmelur | 26* | ** | 14 | 4 |
| | 27 | Ógróinn melur | 14* | ** | 15 | 3 |
| | 29 | Lítið gróinn melur | 9* | 2 | 22 | 12 |
| | 30 | Lítið til hálfgróinn melur | 20* | 3 | 30 | 85 |
| Mólendisreitir | 2 | Gróið mólendi | 81 | 10 | 22 | 133 |
| | 3 | Vel gróið mólendi | 78 | 8 | 25 | 79 |
| | 7 | Hálfgróið rofið moslendi | 42 | 4 | 22 | 40 |
| | 10 | Gróið rofið mólendi | 62 | 5 | 27 | 146 |
| | 11 | Hálfgróið mosaflag | 17* | 3 | 17 | 80 |
| | 13 | Vel gróið mólendi | 86 | 8 | 19 | 151 |
| | 19 | Hálfgróið sendið mólendi | 28* | 7 | 17 | 108 |
| | 20 | Hálfgróinn mosagróður | 52* | 5 | 23 | 139 |
| | 22 | Gróinn rofinn mói | 69 | 6 | 29 | 130 |
| Votlendisreitir | 4 | Vel gróinn flói | 86 | 40 | 10 | 140 |
| | 5 | Vel gróið deigt mólendi | 86 | 18 | 21 | 111 |
| | 6 | Vel gróið deigt mólendi | 84 | 11 | 18 | 161 |
| | 8 | Vel gróin mýri | 86 | 15 | 19 | 104 |
| | 14 | Vel gróið deigt mólendi | 86 | 14 | 17 | 155 |
| | 16 | Vel gróinn flói | 86 | 30 | 9 | 112 |
| | 23 | Vel gróin mýri | 86 | 19 | 9 | 126 |
| | 24 | Vel gróin mýri | 86 | 13 | 11 | 114 |
| | 25 | Vel gróinn flói | 86 | 22 | 8 | 116 |

* Jarðvegsdýpt mældist aldrei meiri en hámarksdýpt mælistangar (86 cm).

** Gróðurhæðarmælingar ekki gerðar.

Meðalgróðurhæð náði sjaldnast 10 cm í mólendis- og melareitum (2. tafla). Gróður í votlendisreitum var hins vegar talsvert hærri og var að meðaltali milli 11 og 40 cm. Meðalgróðurhæð mældist í langflestum tilvikum hærri árið 2017 en árið 2007 (5. mynd) en óvíst er hvort aðferðir hafi verið alveg fullkomlega sambærilegar milli ára. Því verður að fara varlega í samanburð á gróðurhæð milli ára sem var þess vegna ekki kannaður með marktækniprófi. Meðalgróðurhæð árið 2007 var þó einnig hæst í votlendisreitunum og lægst í melareitunum, líkt og árið 2017.

Jarðvegsdýpt mældist í flestum reitum mjög svipuð árin 2007 og 2017 (5. mynd). Marktæknipróf voru heldur ekki gerð í þessu tilviki þar sem mælitæki voru ekki fullkomlega sambærileg milli ára. Bæði árin mældist meðaljarðvegsdýpt mest í votlendisreitum og minnst í melareitum.

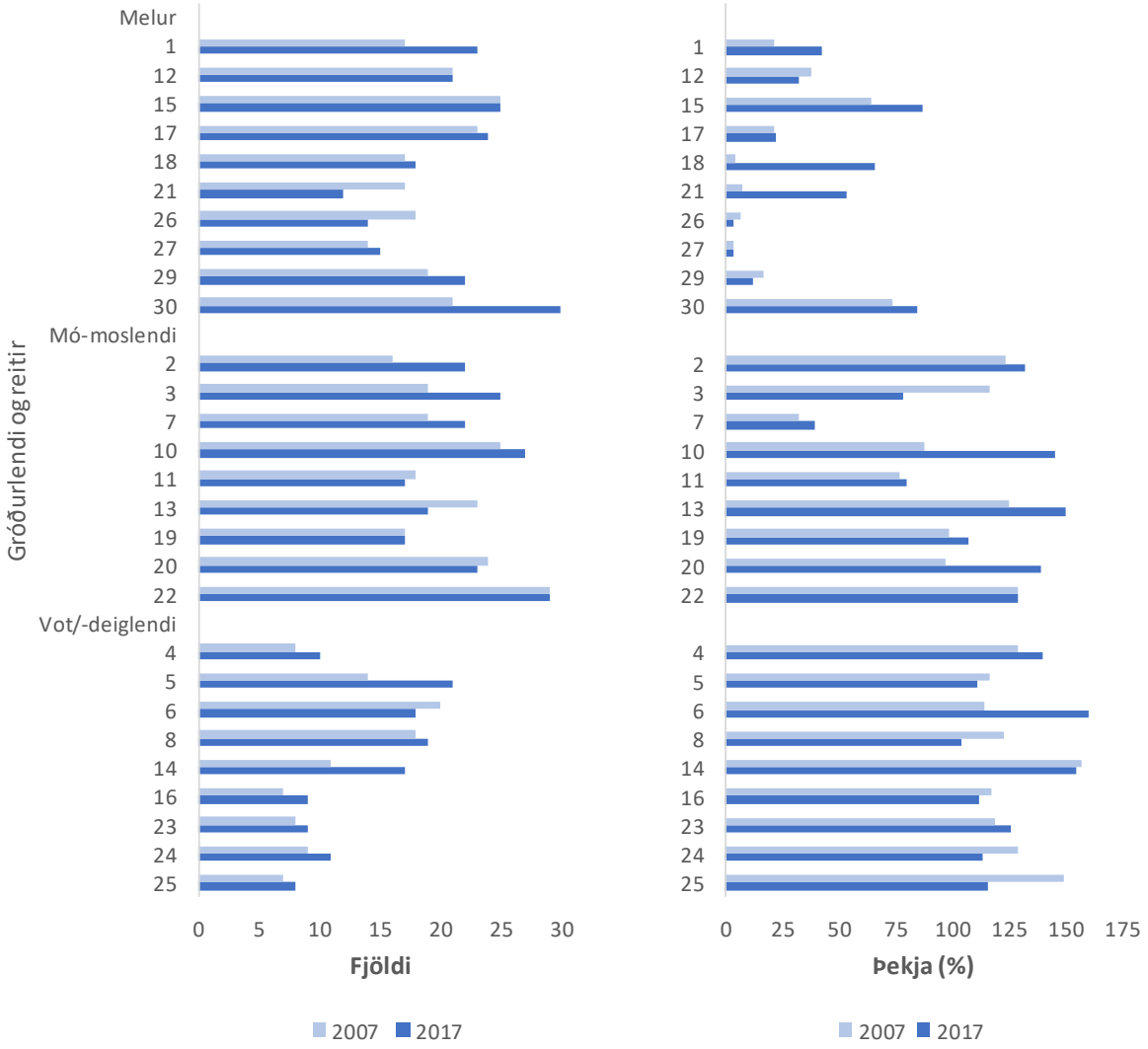



*5. mynd. Meðalgróðurhæð (t.v.) og meðaljarðvegsdýpt (t.h.) í reitum árin 2007 og 2017, skipt eftir gróðurlendum. Gróðurhæð var ekki mæld í reitum 26 og 27 árið 2017 vegna þess hve strjáll gróður var. /Average vegetation hight (left) and average soil depth (right) in 2007 and 2017. Study sites are divided into groups by vegetation type (from top: sparsely vegetated land, heathland and wetland).*

Fjöldi æðplöntutegunda var að meðaltali meiri árið 2017 en árið 2007 ($t$=-2,39; $p$=0,02). Árið 2007 fundust samtals 75 æðplöntutegundir í rannsóknarreitum en árið 2017 fundust 83 æðplöntutegundir. Æðplöntutegundum fjölgaði milli ára í átta af níu votlendisreitum, sex af tíu melareitum en í fjórum af níu mólendisreitum. Mest fjölgaði tegundum úr 21 í 30 í votlendisreit nr. 30 og úr 14 í 21 í votlendisreit nr. 5. Mest fækkaði hins vegar tegundum úr 17 í 12 í melareit nr. 21 og úr 23 í 19 í mólendisreit nr. 13. Bæði árin fundust að meðaltali fæstar tegundir í votlendisreitum en flestar í mólendisreitnum (6. mynd). Allar æðplöntur sem

skráðar voru innan reita á Vesturöræfum í þessari rannsókn má sjá í 2. viðauka ásamt latnesku heiti þeirra.

Heildargróðurþekja, eða samanlögð þekja alls lifandi gróðurs, var að meðaltali örlítið lægri árið 2017 en árið 2007 í votlendisreitum, örlítið hærri árið 2017 en árið 2007 í mólendisreitum og talsvert hærri í melareitum (6. mynd). Stærstan hlut í aukinni gróðurþekju á mel mátti rekja til tveggja reita (nr. 18 og 21) sem eru staðsettir innan svæðis sem Landgræðslan hefur verið að græða upp frá árinu 2009 með áburðargjöf (Rúnar Ingi Hjartarson, 2017). Munur á heildargróðurþekju milli ára var þrátt fyrir það ekki marktækur, hvorki við samanburð á hverju gróðurlendi fyrir sig (melur: $V$=13; $p$=0,16; mólendi: $V$=7; $p$=0,07; votlendi: $V$=27; $p$=0,65) né fyrir allt rannsóknarsvæðið ($V$=141; $p$=0,16). Vegna lagskiptingar gróðurs getur heildargróðurþekja verið meiri en 100%.




*6. mynd. Fjöldi æðplöntutegunda (t.v.) og heildargróðurþekja (t.h.) árin 2007 og 2017, skipt eftir gróðurlendum. /Total number of vascular plant species (left) and overall vegetation cover (right) in 2007 and 2017. Study sites are divided into groups by vegetation type.*

## Gróðurfar og tegundasamsetning

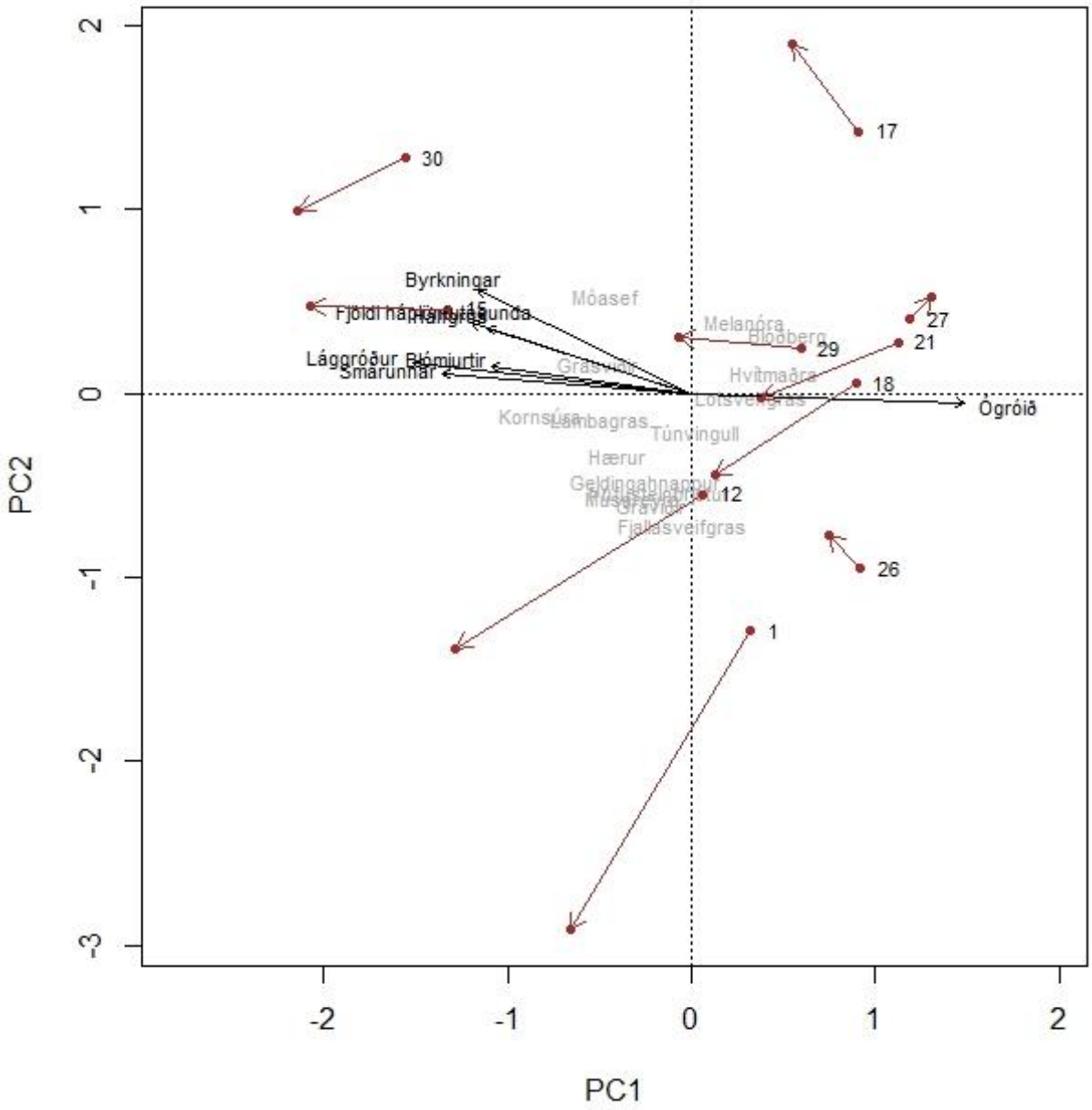
### Breytileiki í tegundasamsetningu og áhrif umhverfisbreyta

DCA hnitunargreining á þekju algengustu æðplöntutegunda í hverju gróðurlendi benti til þess að PCA hnitunargreining hentaði breytileika gagnasafnanna. PCA greiningar á reitum gróðurlendanna þriggja sýndu í flestum tilvikum lítinn mun á tegundasamsetningu reita milli ára (7., 8. og 9. mynd) enda fannst ekki fylgni milli ása PCA hnitakerfanna og breytunnar *ár vettvangsathugana* (melur: $r$=0,10; $p$=0,42; mólendi: $r$=0,01; $p$=0,91; votlendi: $r$=0,01; $p$=0,88).

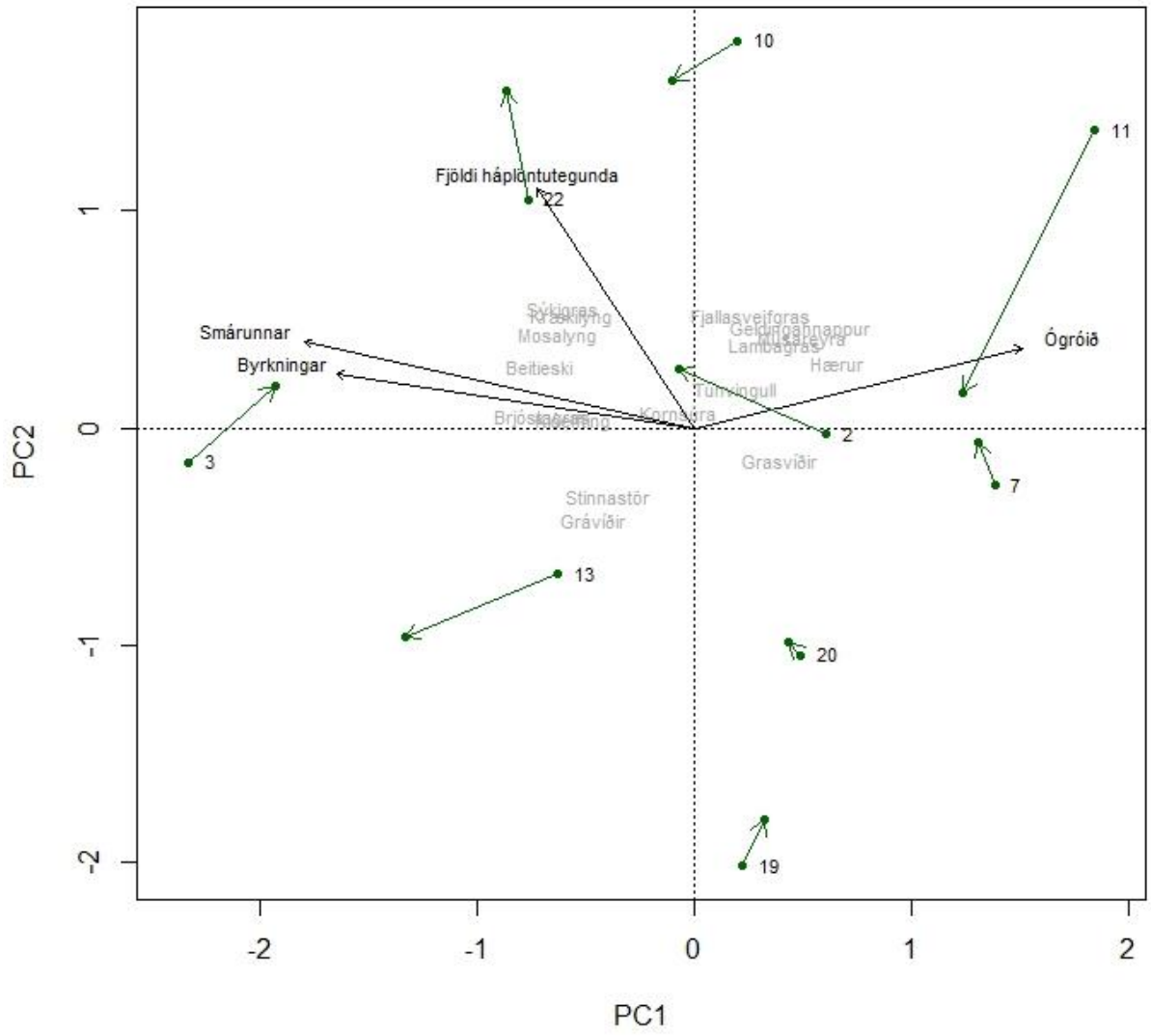
Samkvæmt PCA greiningu á melareitum var þó í sumum tilfellum talsverður munur á tegundasamsetningu reita milli ára þar sem nokkrir reitir færðust niður og til vinstri í PCA hnitakerfinu. Á 7. mynd má sjá að þekja ógróins yfirborðs eykst til hægri eftir fyrsta ás hnitakerfisins (PC1). Þeir reitir sem voru hvað lengst til hægri árið 2007 (nr. 18 og 21) voru komnir nær miðju árið 2017 og ef 6. mynd er skoðuð sést að heildargróðurþekja í þessum tveimur reitum jókst talsvert á þessu tímabili en það voru einmitt reitirnir sem borið hafði verið á (Rúnar Ingi Hjartarson, 2017). Reitir 1 og 12 höfðu svipaða færslu í hnitakerfinu og ábornu reitirnir enda minnkaði þekja ógróins yfirborðs þar nokkuð milli ára (þó svo að heildargróðurþekja hafi ekki breyst mikið í reit 12 þá virtist þekja lífrænnar jarðvegsskánar hafa aukist milli ára við samanburð ljósmynda). Reitir 26 og 27 voru nánast ógrónir og voru því einnig langt til hægri í hnitakerfinu en gróðurþekja þar breyttist ekki mikið milli ára sem endurspeglast í lítilli færslu innan hnitakerfisins á 7. mynd. Þegar hnitakerfið er skoðað skal þó hafa í huga að ásarnir tveir útskýrðu aðeins um 42% breytileika gagnasafnsins sem gefur til kynna að auk umhverfisbreytanna sem hér voru skoðaðar séu aðrir þættir sem hafi töluverð áhrif.

PCA greining á mólendisreitum sýndi í langflestum tilvikum lítinn mun á tegundasamsetningu reita milli ára og ekkert skýrt mynstur gróðurbreytinga sást (8. mynd). Fyrstu tveir ásar hnitakerfisins útskýrðu um 42% breytileika gagnasafnsins, líkt og PCA greining melareitanna. Meðalþekja flétta í mólendisreitum fór úr 2,5% árið 2007 niður í 1,5% árið 2017 sem mátti aðallega rekja til rýrnunar flétta í reitum 2 og 22 sem samanburður ljósmynda staðfesti. Meðalgróðurþekja í mólendisreitum hækkaði þó úr tæplega 100% upp í rúmlega 110%.

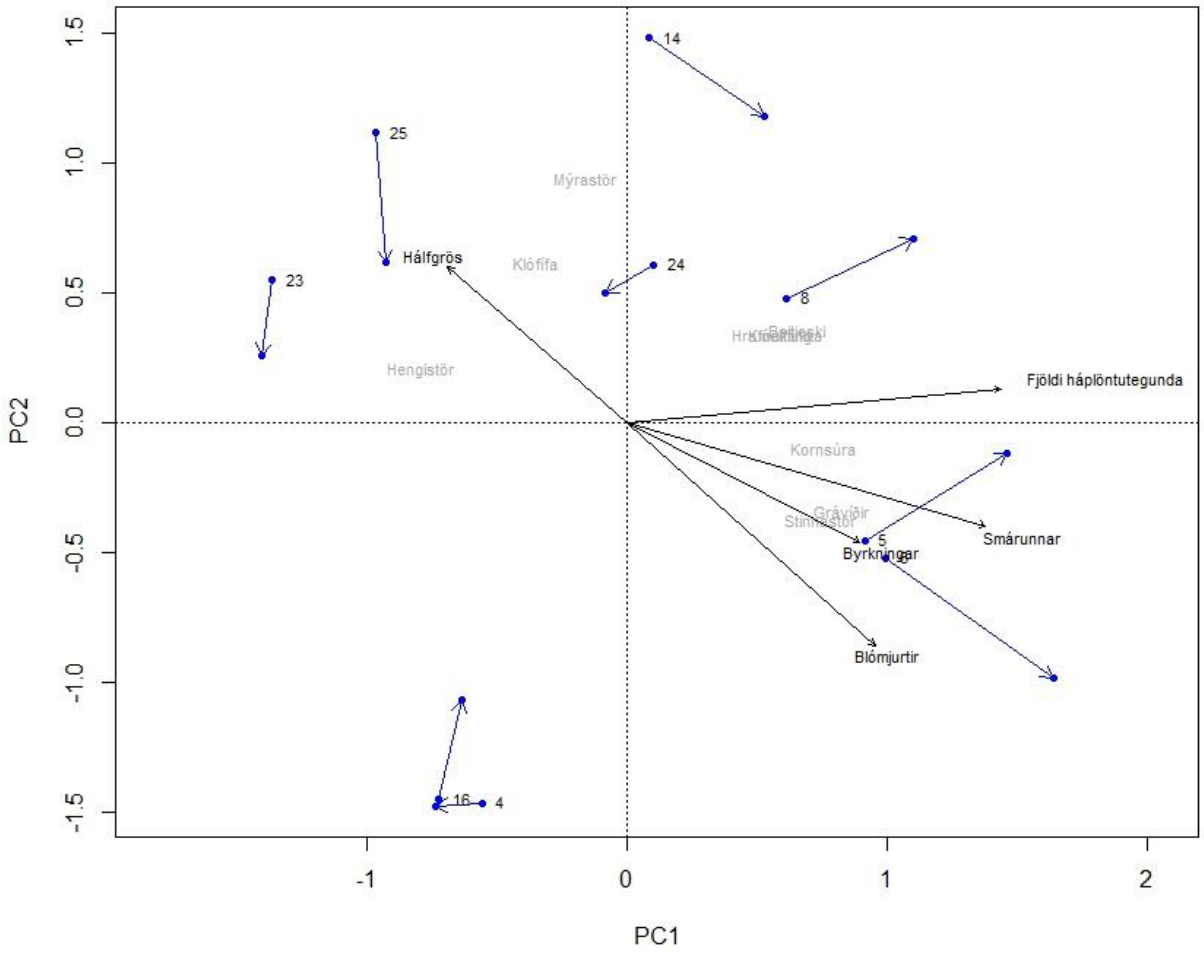
Líkt og PCA greining á mólendisreitum sýndi greining á votlendisreitum lítinn mun á tegundasamsetningu flestra reita milli ára (9. mynd). Fyrstu tveir ásar hnitakerfisins útskýrðu um 56% breytileika gagnasafnsins fyrir votlendisreiti sem er aðeins meira en sást í hinum tveimur PCA greiningunum. Talsverðan breytileika í gögnunum má þó rekja til annarra þátta en þeirra sem koma fram á 9. mynd en hnitunargreiningin veitir engu að síður yfirsýn yfir mismunandi tegundasamsetningu reita. Til dæmis var þekja mýrastarar mest í reit 14 sem var staðsettur efst í hnitakerfinu en mýrastör var einmitt staðsett efst allra tegunda á 9. mynd.




*7. mynd. Niðurstöður PCA hnitunargreiningar á þekju 29 æðplöntutegunda í öllum melareitum. Reitir eru táknaðir með brúnum punktum og merktir með tölustaf (f. árið 2007) og brúnar örvar benda frá 2007 til 2017. Hlutfallsleg fylgni milli ása hnitakerfisins og umhverfisbreyta (p<0,05) er sýnd með svörtum örvum. Eigingildi: PC1=6,63; PC2=5,38. /Results of PCA ordination on the cover of 29 vascular plant species in all sparsely vegetated sites. Study sites are represented with brown points and labelled with the site's number (for the year 2007). Brown arrows are drawn from the 2007 to 2017. Correlation between the PCA axes and environmental variables (p<0.05) are shows with black arrows. Eigenvalues: PC1=6.63; PC2=5.38.*




*8. mynd. Niðurstöður PCA hnitunargreiningar á þekju 29 æðplöntutegunda í öllum mólendisreitum. Reitir eru táknaðir með grænum punktum og merktir með tölustaf (f. árið 2007) og grænar örvar benda frá 2007 til 2017. Hlutfallsleg fylgni milli ása hnitakerfisins og umhverfisbreyta (p<0,05) er sýnd með svörtum örvum. Eigingildi: PC1=7.24; PC2=5.09. /Results of PCA ordination on the cover of 29 vascular plant species in all heathland sites. Study sites are represented with green points and labelled with the site's number (for the year 2007). Green arrows are drawn from the 2007 to 2017. Correlation between the PCA axes and environmental variables (p<0.05) are shows with black arrows. Eigenvalues: PC1=7.24; PC2=5.09.*




*9. mynd. Niðurstöður PCA hnitunargreiningar á þekju 15 æðplöntutegunda í öllum votlendisreitum. Reitir eru táknaðir með bláum punktum og merktir með tölustaf (f. árið 2007) og bláar örvar benda frá 2007 til 2017. Hlutfallsleg fylgni milli ása hnitakerfisins og umhverfisbreyta ($p<0,05$) er sýnd með svörtum örvum. Eigingildi: PC1=5,80; PC2=2,58. /Results of PCA ordination on the cover of 15 vascular plant species in all wetland sites. Study sites are represented with blue points and labelled with the site's number (for the year 2007). Blue arrows are drawn from the 2007 to 2017. Correlation between the PCA axes and environmental variables ($p<0.05$) are shows with black arrows. Eigenvalues: PC1=5.80; PC2=2.58.*

## Breytingar á gróðursamsetningu milli ára

### *Þekja einstakra tegundahópa*

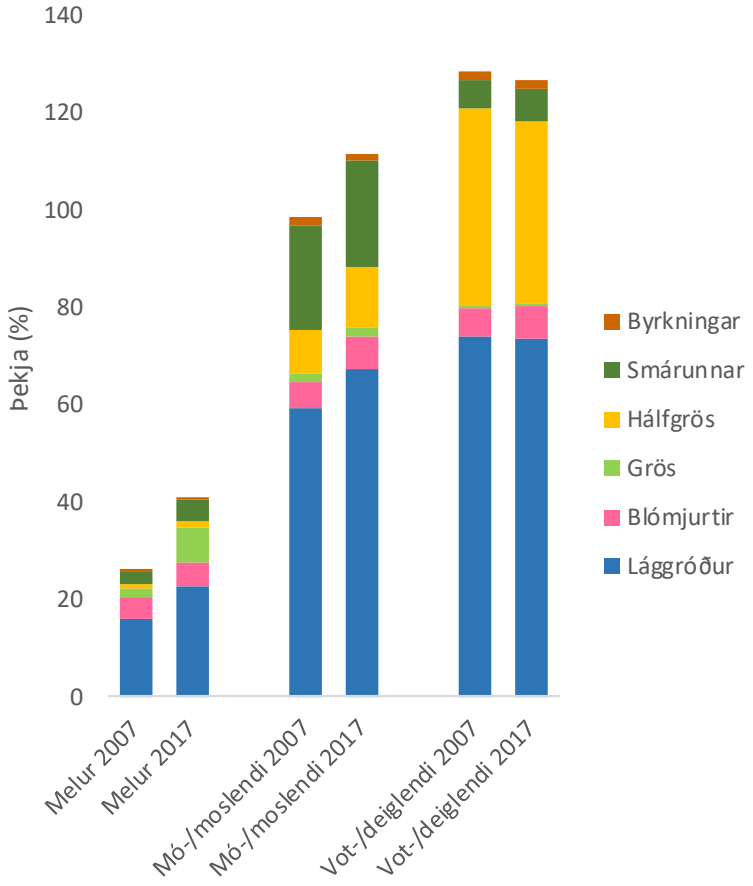
Breytingar í meðalþekju tegundahópa voru nokkuð misjafnar á milli ára innan hvers gróðurlendis og einnig á rannsóknarsvæðinu í heild. Meðalþekja gróðurs í hverjum tegundahóp breyttist ekki mikið milli ára í votlendisreitunum (10. mynd). Samanlögð þekja allra æðplantna jókst úr 10% upp í 18% í melareitunum en breyttist lítið í mólendisreitunum og munur á þekju æðplantna á rannsóknarsvæðinu milli ára var ekki marktækur ($V$=151; $p$=0,25). Breytingar á þekju æðplantna í melareitum voru ekki prófaðar sér þar sem langstærstan hluta aukinnar þekju milli ára mátti rekja til reita 18 og 21 sem græddir voru upp á tímabilinu (Rúnar Ingi Hjartarson, 2017).

Þekja lággróðurs jókst örlítið milli ára í mela- og mólendisreitum (10. mynd) en sá munur var ekki marktækur, hvorki þegar aðeins þau gróðurlendi voru tekin fyrir (melur: $V$=9; $p$=0,12;

mólendi: *V*=12; *p*=0,25) né þegar lággróður alls rannsóknarsvæðisins var prófaður (*V*=98; *p*=0,23). Með lággróðri teljast mosar, fléttur og lífræn jarðvegsskán en mosar voru í langflestum tilvikum langstærsti hluti lággróðursins, að meðaltali um 40% á rannsóknarsvæðinu bæði árin á meðan fléttur voru að meðaltali um 1% bæði árin og jarðvegsskán um 10% það ár sem hún var metin sér. Innan hvers þessara hópa sáust ekki miklar breytingar á þekju milli ára en þó minnkaði þekja fléttna í mólendisreitum úr 2,5% niður í 1,5% á tímabilinu. Sá munur var þó ekki marktækur, hvorki þegar aðeins mólendisreitir voru teknir fyrir (*V*=22; *p*=0,62) né þegar allir reitirnir voru prófaðir (*V*=123; *p*=0,26).

Þekja smárunna jókst talsvert í melareitum og einnig örlítið í öðrum gróðurlendum (10. mynd) og var munurinn á milli ára marktækur (*t*=-2,66; *p*=0,01). Þekja grasa jókst einnig mikið í melareitum og örlítið í öðrum gróðurlendum (*V*=98; *p*=0,02) en langstærstan hluta aukinnar þekju grasa á mel mátti rekja til áburnefndrar uppgræðslu sem náði yfir reiti 18 og 21 (Rúnar Ingi Hjartarson, 2017) og ef þeir reitir voru ekki hafðir með þá var munur milli ára ekki marktækur (*V*=98; *p*=0,051).

Þekja hálfgrasa jókst örlítið í mólendisreitum en minnkaði að sama skapi í votlendisreitum (10. mynd) og munur á þekju milli ára var ekki marktækur (*t*=-1,86; *p*=0,07). Meðalþekja byrkninga hélst almennt stöðug í 0,1% á mel og 1,5-2% í mó- og votlendi (*V*=120; *p*=0,32). Þekja blómjurta var að meðaltali svipuð í öllum gróðurlendum og breyttist ekki mikið milli ára (*t*=-0,97; *p*=0,34) (10. mynd).




*10. mynd. Meðalþekja tegundahópa í hverju gróðurlendi árin 2007 og 2017. Á mel voru 10 reitir, í mó-/moslendi 9 og í vot-/deiglendi 9. /Average cover of each species group (from bottom and up: non-vascular plants, forbs, grasses, sedges, dwarf shrubs and ferns) stacked together for all study sites in each vegetation type in 2007 and 2017. From left to right: sparsely vegetated land (n=10), heath-/mossland (n=9) and wetland (n=9).*

***Þekja algengra æðplöntutegunda***

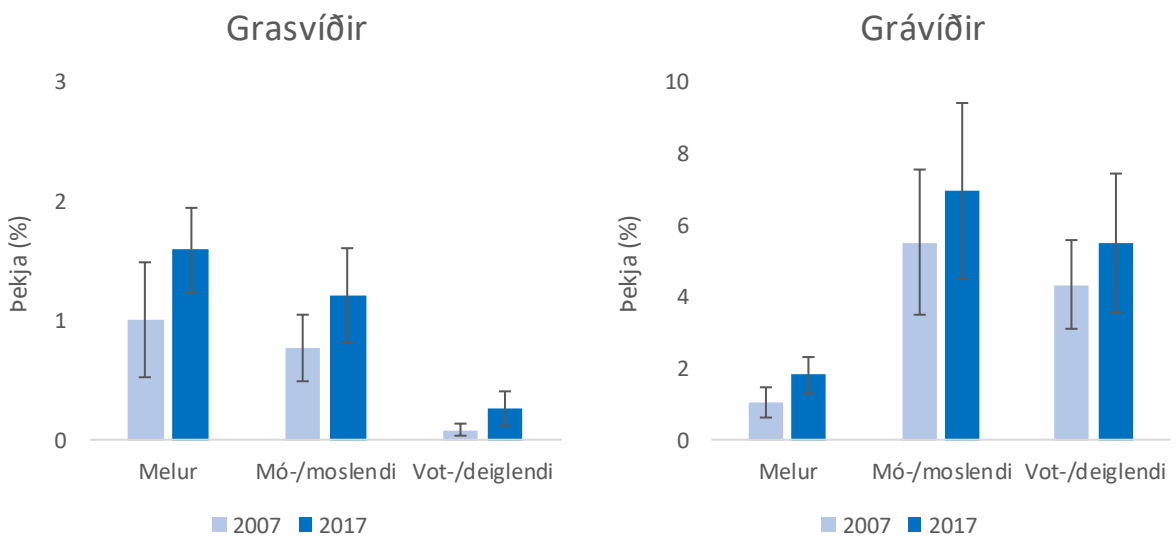
Af þeim 88 æðplöntutegundum sem hafa fundist innan reita á Vesturöræfum voru aðeins 10 með meira en 2% meðalþekju í fleiri en tveimur reitum, a.m.k. annað árið, en í þessum tölum eru ekki tekin með þau tilvik sem einungis var mögulegt að greina plöntur til ættkvíslar. Auk þeirra voru fimm tegundir til viðbótar taldar hér með algengum æðplöntutegundum þar sem þær fundust í meira en helmingi reitanna bæði árin.

Af þessum algengu æðplöntutegundum voru fjórar blómjurtir, þ.e. geldingahnappur, kornsúra, lambagras og músareyra. Þessar tegundir fundust víða á Vesturöræfum en höfðu litla meðalþekju. Meðalþekja kornsúru í hverjum reit var gjarnan milli 1% og 5% en meðalþekja hinna þriggja oftast <1% og lítill munur sást á þekju þeirra milli ára (geldingahnappur: $V$=103; $p$=0,94; kornsúra: $t$=-0,93; $p$=0,36; lambagras: $V$=123; $p$=0,11; músareyra: $V$=70; $p$=0,96).

Fjórar starir voru einnig á meðal algengustu æðplantnanna, þ.e. hengistör, mýrastör, stinnastör og tjarnastör. Hengistör, mýrastör og tjarnastör fundust aðeins í votlendisreitum, hengistör og tjarnastör höfðu þar að meðaltali rétt tæplega 10% þekju bæði árin en þó meðalþekja þeirra hafi nánast staðið í stað milli ára (hengistör: $V$=14; $p$=1; tjarnastör: $V$=3; $p$=1) var þekjan og breytingar á henni mjög mismunandi milli reita og gildi ef til vill of fá til að geta sagt til um eðli breytinga sem virtust auk þess ekki hafa neina augljósa stefnu. Mýrastör hafði 20% meðalþekju í votlendisreitum árið 2007 og 15% árið 2017 en sá munur var ekki marktækur ($V$=30; $p$=0,11). Stinnastör var nokkuð algeng bæði í mólendis- og votlendisreitum, meðalþekja hennar hækkaði lítillega í báðum gróðurlendum milli ára en munurinn var ekki marktækur (mólendi: $V$=6; $p$=0,055 votlendi: $V$=9; $p$=0,79). Marktækur munur á þekju þessara tveggja tegunda milli ára fannst heldur ekki þegar öll gróðurlendi voru prófuð saman (mýrastör: $V$=36; $p$=0,12; stinnastör: $V$=46; $p$=0,16).

Þrjár tegundir sem flokkuðust til smárunna á Vesturöræfum, grasvíðir, grávíðir og krækilyng, voru meðal algengustu æðplantna á Vesturöræfum. Krækilyng hafði tæplega 15% meðalþekju í mólendisreitum en <1% í öðrum reitum og munur á þekju milli ára var ekki marktækur, hvort sem prófaðir voru allir reitir eða bara mólendisreitir (allir reitir: $V$=65,5; $p$=0,78; mólendisreitir: $t$=0,91; $p$=0,39). Grasvíðir og grávíðir fundust í öllum gróðurlendum og meðalþekja þeirra beggja jókst marktækt milli ára (11. mynd) (grasvíðir: $V$=39; $p$=0,01; grávíðir: $t$=-2,61; $p$=0,01).

Tegundirnar axhæra (hálfgrös), beitieski og klóelfting (byrkningar) höfðu venjulega litla meðalþekju en fundust þó víða og höfðu svipaða þekju í öllum gróðurlendum milli ára (axhæra: $V$=55; $p$=0,80; beitieski: $V$=94; $p$=0,19; klóelfting: $V$=58; $p$=0,40). Grastegundin túnvingull fannst allsstaðar nema í allra blautustu reitunum. Í langflestum þessum reitum var meðalþekja hans milli 0,3% og 3% en í tveimur melareitum við norðausturbakka Hálslóns (nr. 18 og 21) jókst þekja túnvinguls úr <1% upp í 25-30% vegna áburðargjafar sem hefur átt sér stað á þessu svæði frá árinu 2009 (Rúnar Ingi Hjartarson, 2017). Það gerði það að verkum að tölfræðipróf sýndu marktækan mun á þekju túnvinguls milli ára ef allir reitir voru prófaðir ($V$=53; $p$=0,02) en ef þessir tveir reitir voru ekki hafðir með var munurinn ekki marktækur ($V$=53; $p$=0,055).




*11. mynd. Meðalþekja grasvíðis og grávíðis, sýnd í mismunandi gróðurlendum árin 2007 og 2017. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna. Kvarði á y-ás er mismunandi milli súlurita. /Average cover of Salix herbacea (left) and S. arctica (right), shown for each vegetation type (from left: sparsely vegetated land (n=10), heath-/mosshland (n=9) and wetland (n=9)). The scale on the y-axis is different between the two graphs.*

### *Aðrar breytingar*

Þekja vatns á yfirborði var metin bæði athugunarárin en hafa verður í huga að vatnsstaða er háð veðurfari. Vatn sást á yfirborði í reit 4 árið 2007 og hafði þar rúmlega 2% þekju en vatn sást í reitum nr. 4, 8 og 16 árið 2017 og hafði 1-4% þekju. Allir þessir reitir voru í votlendi, reitir nr. 4 og 16 í flóa en reitur nr. 8 í mýri.

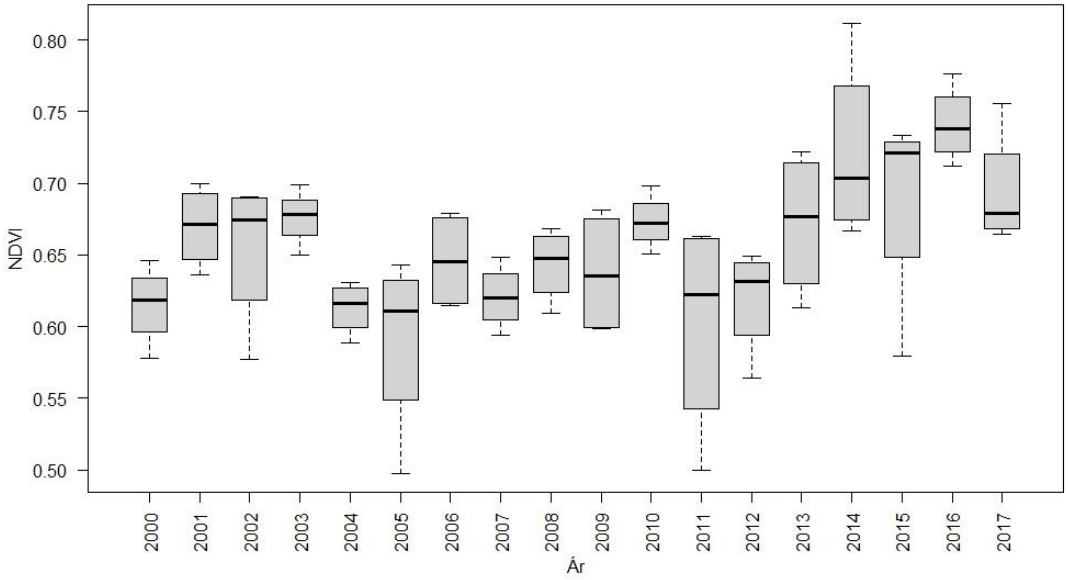
Þekja skíts var metin sumarið 2017 en hún getur gefið hugmynd um beitarálag svæðis. Skítur var skráður í 11 reitum og hafði að meðaltali 0,05-0,25% þekju. Fimm reitanna voru í votlendi, fimm í mólendi og einn á mel. Hreindýraskítur var skráður í tveimur mólendisreitum, gæsaskítur í fimm reitum sem voru dreifðir um öll gróðurlendin og rjúpnaskítur fannst í einum mólendisreit en annars var skíturinn ekki greindur frekar.

Þekja ógróins yfirborðs er óháð lagsskiptingu gróðurs og er því ekki alveg andstæða heildargróðurþekju. Í votlendisreitum sást hvergi í ógróið yfirborð og í mó- og moslendisreitum var þekja ógróins yfirborðs oftast minni en 5%, fyrir utan í reitum nr. 7 og 11 en þeir voru báðir í hálfgrónu moslendi. Þekja ógróins yfirborðs var meiri í melareitunum, yfirleitt milli 50% og 75%, en minnkaði þó á milli ára í nokkrum reitum um allt að 30%, m.a. á þeim svæðum sem voru grædd upp með áburðargjöf á tímabilinu. Þekja ógróins yfirborðs var marktækt minni árið 2017 en árið 2007 ($V$=90; $p$=0,02) þegar uppgræddir reitir voru hafðir með í útreikningum en munurinn var ekki marktækur þegar þeir voru ekki hafðir með ($V$=63; $p$=0,07).

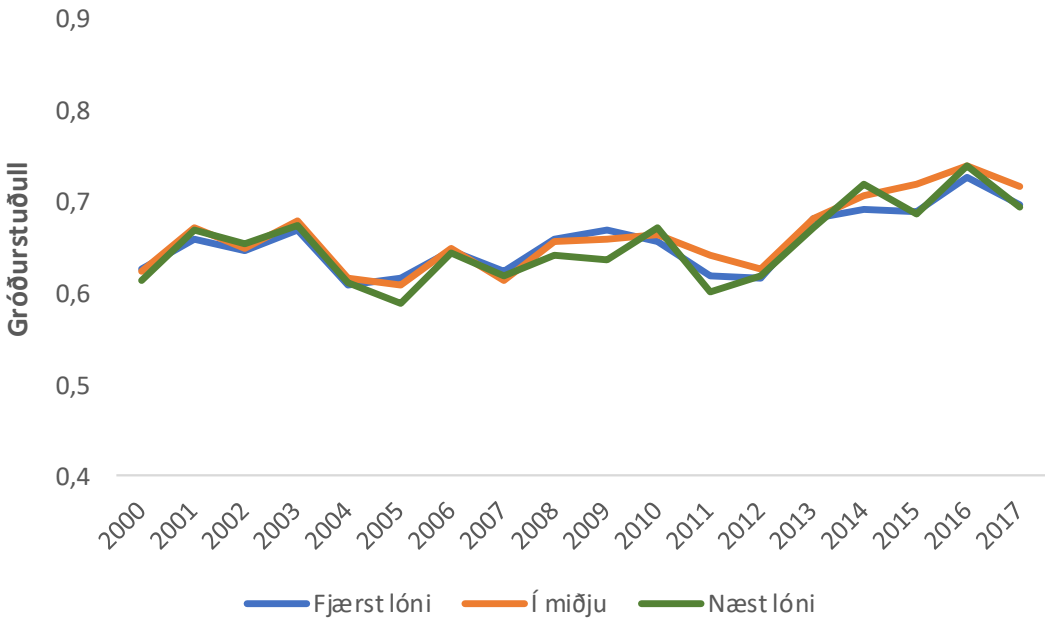
## Gróðurstuðull

Ekki var að sjá neina augljósa þróun grósku á svæðinu næst Hálslóni síðastliðin 18 ár samkvæmt NDVI gögnum frá rannsóknarsvæðinu (12. mynd) fyrir utan að gildi árin 2014-2017 voru öll að meðaltali hærri en árin á undan, hæst árin 2014 og 2016 (13. mynd). Gildi gróðurstuðuls næst lóni árið 2016 voru marktækt hærri en gildi þeirra sex ára sem mældust með lægstu meðalgildin (2000, 2004-5, 2007, 2011 og 2012; $p$<0,05) og gildi ársins 2014 voru marktækt

hærri en gildi þeirra tveggja ára sem mældust með lægstu meðalgildin (2005 og 2011; $p<0,05$). Meðalársgildi gróðurstuðuls á svæðunum fjær Hálslóni voru í öllum tilvikum svipuð gildunum sem mældust næst því (13. mynd) (milli: $t=-1,01$; $p=0,32$; fjærst: $t=-0,31$; $p=0,76$).




*12. mynd. Gróðurstuðulsgildi (NDVI) fyrir svæðið næst Hálslóni yfir hásumar á árunum 2000-2017 (ORNL DAAC, 2008). Fjögur meðalgildi, hvert fyrir fimm hágildi gróðurstuðuls eru á bakvið hvern kassa. Svarta línan sýnir miðgildið. /Maximum NDVI of the study area closest to Hálslón reservoir over the summer (July-August) in the years 2000-2017. Each box represents four averages of five measurements. Black line shows the median.*




*13. mynd. Meðaltal gróðurstuðuls (NDVI) fyrir hvert hásumar á rannsóknarsvæðinu frá árinu 2000 til ársins 2017 (ORNL DAAC, 2008). /Annual average of maximum NDVIs in the study area over the summer (July-August) in 2000-2017. Blue line represents the area furthest away from Hálslón reservoir and green line the area closest.*

## Umræður

### Gróðurbreytingar á milli ára

Helstu breytingar á gróðri í rannsóknarreitum á Vesturöræfum milli áranna 2007 og 2017 fólust í auknum meðalfjölda æðplöntutegunda og aukinni þekju smárunna í öllum gróðurlendum. Aukin þekja grasvíðis og grávíðis átti stærstan þátt í aukinni þekju smárunna milli ára. Engar marktækar breytingar sáust þó á heildargróðurþekju, né samanlagðri þekju æðplantna annars vegar og lággróðurs hins vegar milli ára. Flestar æðplöntutegundir sem fundist hafa á rannsóknarsvæðinu eru algengar á landsvísu en þrjár tegundir sem fundust þar árið 2007 hafa meginútbreiðslu norðaustanlands, dvergstör, hvítstör og finnungsstör (Hörður Kristinsson, 2010). Dvergstör er nokkuð algeng norðaustanlands og hún fannst aftur á Vesturöræfum árið 2017, hvítstör er fremur sjaldgæf en fannst einnig bæði árin en finnungsstör, sem er sjaldgæf stör sem finnst einkum á hálendinu norðan jökla, fannst ekki í úttekt ársins 2017.

Ekki var hægt að greina augljósa þróun í grósku á Vesturöræfum út frá NDVI gróðurstuðlinum fyrir og eftir myndun Hálslóns. Veður, einkum hiti, hefur áhrif á gildi gróðurstuðulsins (Halldór Björnsson o.fl., 2018; Raynolds o.fl., 2015). Meðalhitastig hið sama sumar og gróðurstuðull er mældur getur þó ekki skýrt allan breytileikann því þrátt fyrir að gróðurstuðull hafi t.d. mælst í hærra lagi á Vesturöræfum árið 2015 var sumarið svalt og fór seint af stað á Kárahnjúkasvæðinu (*gögn úr gagnasafni Veðurstofu Íslands*). Þá þarf að líta til annarra þátta eins og þróun loftslags síðastliðinna ára og áratuga og beitarálags (Halldór Björnsson o.fl., 2018) og hafa í huga að gróðurbreytingar geta verið lengi að koma fram (Ingibjörg S. Jónsdóttir o.fl., 2005).

### Mögulegar ástæður gróðurbreytinga

Ástæður gróðurbreytinga eru að líkindum margþættar og háðar flóknu samspili umhverfisþátta og manngerðra þátta. Megintilgangurinn með vöktun gróðurs á Snæfellsöræfum og þ.á.m. Vesturöræfum er að fylgjast með hugsanlegum áhrifum Hálslóns á gróðurfar, bæði beinum áhrifum, s.s. áfoki og breyttri vatnsstöðu og óbeinum áhrifum, s.s. færslu beitarhaga hreindýra og gæsa. Hér er gerð grein fyrir helstu mögulegu áhrifaþáttum á gróður á Vesturöræfum á þessu tíu ára tímabili.

#### Bein áhrif Hálslóns

Jarðvegsdýpt var mæld í reitum bæði árið 2007 og árið 2017 en hafa ber í huga að mæliaðferðir voru ekki fullkomlega sambærilegar milli ára. Litlar breytingar sáust á jarðvegsdýpt milli ára með þeim aðferðum sem notaðar voru. Ólíklegt er að mælanlegur munur á jarðvegsdýpt komi fram á aðeins tíu árum á svæðum þar sem ekki er annað hvort áfok eða einhvers konar jarðvegsrof. Nánast ekkert rof á sér alla jafna stað þar sem gróðurhula verndar jarðveginn (Ólafur Arnalds o.fl., 1997) líkt og er á stórum hluta Vesturöræfa. Mikil hætta á áfoki úr bökkum Hálslóns getur skapast við viss veðurfarsskilyrði þegar lítið er í lóninu (Ólafur Arnalds o.fl., 2010). Til þess að reyna að sporna við áfoki og neikvæðum áhrifum þess hafa ýmsar gróðurstyrkingar verið framkvæmdar, t.d. hefur Landgræðsla ríkisins séð um uppgræðslu með áburðargjöf sem nær inn á rannsóknarsvæðið að hluta en á árunum 2009-2017 var borið á fjórum sinnum með tilbúnum áburði þar sem rannsóknarreitur 18 er staðsettur og þrisvar þar sem reitur 21 stendur (Rúnar Ingi Hjartarson, 2017).

Áfok við austurströnd Hálslóns hefur verið vaktað af Landgræðslu ríkisins frá því árið 2014. Tvö áfokssvæði eru við austurströnd Hálslóns, við Lindarbungu og Kofaöldu og eru þau hvort um sig yfir 1 ha að stærð (Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl., 2014). Litlar breytingar hafa sést á áfoksþykkt í mælireitum Landgræðslu ríkisins við austurströnd Hálslóns frá árinu 2014 (Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl., 2016). Engin ummerki um nýtt áfok fundust þar sumarið 2017 og uppgræðsla með áburðargjöf hefur náð að binda eldra fokefni (Elín Fjóla Þórarinsdóttir o.fl., 2017).

Landsvirkjun hefur stundað grunnvatnsrannsóknir á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar frá 1998. Með tilkomu Hálslóns hefur grunnvatnsstaða austan við það hækkað á afmörkuðu svæði á melunum við norðausturhorn þess (Egill Axelsson, 2013). Á Vesturöræfum eru víðáttumikil og tilölulega slétt votlendi og vatnsstaða liggur víða hærra en yfirborð Hálslóns. Áhrif lónsins á grunnvatnsstöðu þar eru því talin mjög takmarkandi (Kolbeinn Árnason, 2014). Meira vatn sást í yfirborði við úttekt rannsóknarreita árið 2017 en árið 2007 en sumarið 2007 var frekar þurrt á meðan úrkoma var um og yfir meðallagi árið 2017 á Austurlandi (Veðurstofa Íslands, 2008; 2017; 2018).

Bein áhrif Hálslóns á gróður á Vesturöræfum milli áranna 2007 og 2017 eru ekki augljós.

**Óbein áhrif Hálslóns**

Helstu áhrif á gróður sem vænta má vegna tilkomu Kárahnjúkavirkjunar eru að líkindum óbein áhrif, t.d. vegna skerðingar á beitilöndum með tilkomu Hálslóns og þar af leiðandi aukin sókn í önnur nærliggjandi svæði. Á Vesturöræfum bíta m.a. hreindýr, heiðagæsir og sauðfé. Heiðagæsum hefur fjölgað mjög á svæðinu undanfarin ár (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson, 2017) og hreindýrum einnig (Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2018) en fjöldi sauðfjár í Fljótsdalshrepp hefur hins vegar verið minni síðan fé var skorið niður þar árið 1989 en áður (Matvælastofnun, 2018; Einar E. Sæmundsen o.fl., 2014).

***Hreindýrabeit***

Vesturöræfi hafa um langt skeið verið aðal sumarhagar hreindýra á Íslandi. Fá hreindýr héldu reyndar til á Vesturöræfum yfir sumar á árunum 2002-2010, eða frá því áður en framkvæmdir við Kárahnjúka hófust og á fyrstu rekstrarárum, en frá 2010 hefur fjöldinn farið vaxandi. Í júlítalningum árið 2010 fundust rúmlega 200 dýr á Vesturöræfum sem voru um 15% dýra í Fljótsdalshjörð á þeim tíma (Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2011) en árið 2016 fundust um 700 dýr á Vesturöræfum eða rúmur helmingur Fljótsdalshjarðar (Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2017). Í júlí 2017 voru þau svo orðin yfir 1400 á Vesturöræfum og fjöldinn orðinn nánast sá sami og hann var árið 2000 (Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir, 2018).

Hreindýr eru tækifærissinnar í fæðuöflun og bíta mest þann gróður sem mest framboð er af hverju sinni (Kristbjörn Egilsson, 1983). Það er breytilegt eftir því hvar og á hvaða árstíma hreindýr bíta hver meginfæða þeirra er. Í rannsókn á magainnihaldi hreindýra árunum 1980-1981 á Snæfellsöræfum kom í ljós að í sumarbeitilandi þeirra á Vesturöræfum nýta þau helst stinnastaramóa með smárunnum, grávíðiflesjur, snjódældir og votlendi (Kristbjörn Egilsson, 1983). Meginuppistaðan í fæðu dýranna á Vesturöræfum yfir sumar voru einkímblöðungar 48% (þar af stinnastör 29%) og runnar 35% (þar af grávíðir 22% og grasvíðir 12%). Ólíkt öðrum jórturdýrum á Íslandi geta hreindýr melt fléttur og nýtt sér þær sem mikilvægan orkugjafa

(Bernes o.fl., 2015). Þau bíta flétturnar þó einkum að vetri til og í rannsókn Kristbjörns Egilssonar (1983) á magainnihaldi hreindýra voru engar fléttur í vömb dýra á Snæfellsöræfum yfir sumartímann.

Ástæður skyndilegra breytinga á sumarhögum hreindýra þegar þau færðu sig frá Vesturöræfum yfir á Fljótsdalsheiði á árunum 2002-2010, en hófu þá að færa sig aftur til baka, eru ekki augljósar. Á tímabilinu 2008 til 2016 minnkaði þekja hálfgrasa, lyngs og smárunna á Fljótsdalsheiði (Guðrún Óskarsdóttir o.fl., 2017). Sú rýrnun tengist sennilega beit hreindýra þar sem þessir tegundahópar voru stór hluti af fæðu dýranna á Fljótsdalsheiði allan ársins hring í rannsókn Kristbjörns Egilssonar (1983). Aukin þekja smárunna á Vesturöræfum milli áranna 2007 og 2017 bendir þó til þess að endurkoma dýranna á svæðið á síðustu árum sé ekki farin að hafa áhrif á gróður, a.m.k. ekki enn um sinn.

***Gæsabeit***

Augljós ummerki á gróðri um aukna gæsabeit á Vesturöræfum milli áranna 2007 og 2017 fundust ekki sem er áhugavert í ljósi þess að þéttleiki heiðagæsa á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar hefur farið vaxandi síðastliðin ár (Halldór W. Stefánsson & Skarphéðinn G. Þórisson, 2017). Heiðagæsir verpa víða á Snæfellsöræfum. Fjöldi talinna heiðagæsahreiðra á vöktunarsniðum Náttúrustofu Austurlands á Vesturöræfum meira en þrefaldaðist á árunum 2005-2013 en varpþéttleiki er þó háður tíðarfari og sveiflast töluvert á milli ára og árin 2014 og 2016 var hann svipaður og hann var árið 2005 á þessum sniðum (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson, 2017).

Gæsir eru grasbítar og samkvæmt rannsóknum í Þjórsárverum árin 1971-1974 og í Eyvafeni árið 2002 sækja þær í beitieski og kornsúruhnýði snemma vors en þegar gróður fer að grænka einbeita þær sér meira að grávíði og yfir sumarið eru það einkum starir og grös sem þær bíta (Arnþór Garðarsson, 1976; Borgþór Magnússon o.fl., 2004). Á haustin sækja þær í rætur kornsúru og ber (Jóhann Óli Hilmarsson, 2011). Þekja kornsúru á Vesturöræfum breyttist ekki mikið milli athugunarára, kornsúrublöð voru ekki áberandi bitin og ummerki um kornsúruplokk eftir gæsir sáust ekki í júlí 2017. Slík ummerki sáust þó hér og þar á Vesturöræfum í september 2017 þegar starfsfólk Náttúrustofunnar rannsakaði þar gæsabeit (*Náttúrustofa Austurlands, óbirt gögn*) en voru mun meira áberandi í úttekt á gróðri í Kringilsárrana sumarið 2015 (Guðrún Óskarsdóttir, 2016). Þekja beitieskis, stara og grasa á Vesturöræfum breyttist ekki marktækt milli ára en þekja grávíðis jókst. Ætla mætti að þessar breytingar bendi til þess að gæsabeit hafi ekki haft neikvæð áhrif á gróður á Vesturöræfum milli áranna 2007 og 2017.

***Sauðfjárbeit***

Á meðan hreindýrum og heiðagæsum sem nýta Vesturöræfi til beitar á sumrin hefur fjölgað síðastliðin ár er fjöldi sauðfjár á svæðinu mun minni nú en þegar mest var á áttunda og níunda áratug síðustu aldar (Matvælastofnun, 2018). Þessar tegundir geta lent í samkeppni um ákjósanleg sumarbeitarlönd þar sem meginuppistaða í fæðu þeirra allra yfir þann tíma eru grös og starir (Kristbjörn Egilsson, 1983; Arnþór Garðarsson, 1976; Anna Guðrún Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson, 1993). Þar sem gróðurbreytingar eru gjarnan lengi að koma fram (Ingibjörg S. Jónsdóttir o.fl., 2005) er ekki ómögulegt að fækkun sauðfjár undir lok síðustu aldar hafi að einhverju leyti komið upp á móti fjölgun gæsa og hreindýra á Vesturöræfum það sem af er þessari öld.

## Ályktanir

Litlar gróðurbreytingar urðu í rannsóknarreitum á Vesturöræfum milli áranna 2007 og 2017 en samkvæmt NDVI mælingum hefur gróska verið meiri árin 2014-2017 en fyrri ár. Mun minni breytingar sáust á gróðri milli ára á Vesturöræfum en í Kringilsárrana og á Fljótsdalsheiði. Ekki er alveg ljóst í hverju þessi munur á milli svæðanna liggur en að líkindum er um samspil nokkurra þátta að ræða. Vesturöræfi eru víðfeðm og að miklu leyti vel gróin en í ljósi nýlegra og yfirstandandi breytinga á beitarálagi svæðisins auk nálægðar við Hálslón er mikilvægt að halda áfram að vakta gróður á svæðinu.

## Þakkir

Guðrún Áslaug Jónsdóttir, Kristín Ágústsdóttir, Líneik Anna Sævarsdóttir og Skarphéðinn G. Þórisson unnu að gagnasöfnun sumarið 2017. Elín Guðmundsdóttir annaðist kortagerð og Kristín Ágústsdóttir veitti gagnlegar upplýsingar. Halldór Björnsson hjá Veðurstofu Íslands veitti aðgang að upplýsingum um veðurfar við Kárahnjúka. Öllum sem lagt hafa verkefninu lið eru færðar bestu þakkir fyrir samstarfið.

## Heimildir


Anna Guðrún Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson. 1993. Behaviour and plant selection. *Icelandic Agricultural Sciences, 7,* 59-77.

Arnþór Garðarsson. 1976. *Þjórsárver. Framleiðsla gróðurs og heiðagæsar.* Reykjavík: Orkustofnun (OS-ROD-7624).

Bernes, C., Bråthen, K.A., Forbes, B.C., Speed, J.D.M. & Moen, J. 2015. What are the impacts of reindeer/caribou (*Rangifer tarandus* L.) on arctic and alpine vegetation? A systematic review. *Environmental Evidence, 4*, 26 s.

Borgþór Magnússon, Guðmundur A. Guðmundsson & Sigurður H. Magnússon. 2004. *Gróður og fuglar í Eyvafeni og nágrenni.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ-04005).

Egill Axelsson. 2013. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á grunnvatnsstöðu við Hálslón og á Fljótsdalsheiði.* Skýrsla Landsvirkjunar. Reykjavík: Landsvirkjun (LV-2013-077).

Einar E. Sæmundsen, Óskar Örn Gunnarsson, Margrét Ólafsdóttir og Lilja Kristín Ólafsdóttir. 2014. *Fljótsdalshreppur. Aðalskipulag 2014-2030. Forsendur og umhverfisskýrsla.* Landmótun/ Fljótsdalshreppur.

Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir, Jóhann Þórsson og Guðrún Schmidt. 2014. *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Hálslóns.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins (LR-2014/19).

Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Ágústa Helgadóttir og Jóhann Þórsson. 2016. *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Hálslóns. Áfangaskýrsla 2016*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins (LR-2016/20).

Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Ágústa Helgadóttir og Jóhann Þórsson. 2017. *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Hálslóns.* Áfangaskýrsla 2017. Unnið fyrir Landsvirkjun. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins (LR-2017/19).

Gerður Guðmundsdóttir. 2008. *Gróðurvöktun á Vesturöræfum með notkun gervitunglamynda*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands (NA-080082).

Guðrún Óskarsdóttir. 2016. *Gróðurvöktun í Kringilsárrana. Samanburður á samsetningu og þekju gróðurs árin 2006 og 2015.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands (NA-160158).

Guðrún Óskarsdóttir, Elín Guðmundsdóttir, Kristín Ágústsdóttir & Skarphéðinn G. Þórisson. 2017. *Gróðurvöktun á Fljótsdalsheiði. Samanburður á samsetningu og þekju gróðurs árin 2008 og 2016.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands (NA-170170).

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

Halldór W. Stefánsson & Skarphéðinn G. Þórisson. 2017. *Heiðagæsarannsóknir á vatnasviði Kárahnjúkavirkjunar árið 2016.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands (NA-170166).

Hörður Kristinsson. 2010. *Íslenska plöntuhandbókin.* Reykjavík: Mál og menning.

Ingibjörg S. 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.

Jóhann Óli Hilmarsson. 2011. *Íslenskur fuglavísir*. Reykjavík: Mál og menning.

Kolbeinn Árnason. 2014. *Breytingar á grunnvatns- og jarðvatnsborði á áhrifasvæði Kárahnjúka-virkjunar. Mælingar með samanburði á gervitunglamyndum frá 2002, 2010 og 2012*. Skýrsla Landsvirkjunar. Reykjavík: Landsvirkjun (LV-2014-021).

Kristbjörn Egilsson. 1983. *Fæða og beitilönd íslensku hreindýranna.* Rannsóknir vegna fyrirhugaðra virkjana í Jökulsá í Fljótsdal og Jökulsá á Dal á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands fyrir Orkustofnun og Rafmagnsveitur ríkisins/Landsvirkjun. Unnið af Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir Orkustofnun og Rafmagnsveitur ríkisins/Landsvirkjun. Reykjavík: Orkustofnun (OS-83073/VOD-07).

Landmælingar Íslands. 2013. *Leyfi, samkvæmt 31. gr. upplýsingalaga nr. 140/2012 og lögum um landmælingar og grunnkortagerð nr. 103/2006, fyrir gjaldfrjáls gögn frá Landmælingum Íslands.* Sótt 01.11.2016 á http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/10/Leyfi-fyrir-gjaldfrj%C3%A1ls-g%C3%B6gn-LM%C3%8D-Almennir-skilm%C3%A1lar.pdf

Landmælingar Íslands. 2017. *IS50v vektorgögn.* Sótt 12.3.2018 á http://atlas.lmi.is/LmiData/index.php

Lepš, J. & Šmilauer, P. 2006. *Multivariate Analysis of Ecological Data. Course Materials*. České Budějovice: University of South Bohemia.

Matvælastofnun. 2018. *Samtölur búfjár.* Skoðað í júlí 2018 á http://mast.is/default.aspx?pageid=647aa097-b558-452c-99de-8994d03bf7c7

Náttúrufræðistofnun Íslands. 2014. *Gróðurkort af Miðhálendi Íslands 1:25.000 NI_G25v_midhalendi_01.* Sótt 18.11.2016 á http://www.ni.is/midlun/utgafa/kort/grodurkort

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H. & Wagner, H. 2015. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2. 3-1. http://CRAN.R-project.org/package=vegan

ORNL DAAC. 2008. *MODIS Collection 5 Global Subsetting and Visualization Tool*. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. http://dx.doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1241. Sótt dagana 4. október 2016 og 16. febrúar 2017.

Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir & Kristín Svavarsdóttir. 2010*. Gróðurrannsóknir vegna hættu á áfoki frá Hálslóni.* Rit LbhÍ nr. 27. Samstarfsverkefni Landbúnaðarháskóla Íslands, Landgræðslu ríkisins og Landsvirkjunar. Hvanneyri: Landbúnaðarháskóli Íslands.

Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason. 1997. *Jarðvegsrof á Íslandi*. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins & Rannsókn-astofnun landbúnaðarins.

R Core Team. 2015. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

Raynolds, M., Magnusson, B., Methusalemsson, S. & Magnusson, S. 2014, september. *MODIS NDVI trend in Iceland.* Erindi flutt á Circumpolar Remote Sensing Symposium, Reykjavík. Skoðað í júlí 2018 á https://alaska.usgs.gov/science/geography/CRSS2014/presentations/Raynolds_MODIS_NDVI.pdf

Raynolds, M., Magnusson, B., Methusalemsson, S. & Magnusson, S. 2015. Warming, Sheep and Volcanoes: Land Cover Changes in Iceland Evident in Satellite NDVI Trends. *Remote Sensing, 7,* 9492-9506.

RStudio Team. 2016. *RStudio: Integrated Development for R (Version 1.1.383)*. RStudio, Inc., Boston, MA. URL http://www.rstudio.com/

Rúnar Ingi Hjartarson. 2017. *Gróðurstyrking við Hálslón og á Hraunum, Fljótdalsheiði. Framkvæmdir og framvinda 2017.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Gunnarsholt: Landgræðsla ríkisins (LR-2017/22).

Sjörs, H. 1956. *Nordisk växgeografi.* Stockholm: Skandinavian University books.

Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir. 2011. *Tillaga um veiðikvóta og ágangssvæði 2011 og vöktun Náttúrustofu Austurlands 2010.* Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands (NA-110109).

Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir. 2017. *Vöktun Náttúrustofu Austurlands 2016 og tillaga um veiðikvóta og ágangssvæði 2017.* Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands (NA-70167).

Skarphéðinn G. Þórisson & Rán Þórarinsdóttir. 2018. *Vöktun Náttúrustofu Austurlands 2017 og tillaga um veiðikvóta og ágangssvæði 2018.* Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands (NA-180177).

Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of the Environment, 8*, 127-150.

Veðurstofa Íslands. 2008. *Tíðarfarsyfirlit. Árið 2007*. Skoðað í júlí 2018 á http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/1126

Veðurstofa Íslands. 2017. *Tíðarfarsyfirlit. Tíðarfar í júlí 2017*. Skoðað í júlí 2018 á http://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-juli-2017

Veðurstofa Íslands. 2018. *Tíðarfarsyfirlit. Tíðarfar ársins 2017*. Skoðað í júlí 2018 á http://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-arsins-2017-1

## 1. viðauki. Hnitaskrá.

Staðsetning SV-horns rannsóknarreita á Vesturöræfum.

| Reitur | LAT | LON |
|---|---|---|
| 1 | 64,82542 | -15,8255 |
| 2 | 64,8249 | -15,8043 |
| 3 | 64,84312 | -15,8231 |
| 4 | 64,84267 | -15,8021 |
| 5 | 64,84177 | -15,76 |
| 6 | 64,86103 | -15,821 |
| 7 | 64,86073 | -15,7999 |
| 8 | 64,85982 | -15,7578 |
| 10 | 64,87895 | -15,8185 |
| 11 | 64,87852 | -15,7982 |
| 12 | 64,87773 | -15,7556 |
| 13 | 64,87667 | -15,7135 |
| 14 | 64,89702 | -15,8167 |
| 15 | 64,89642 | -15,7957 |
| 16 | 64,8955 | -15,7535 |
| 17 | 64,89458 | -15,7113 |
| 18 | 64,91448 | -15,7932 |
| 19 | 64,91342 | -15,751 |
| 20 | 64,91263 | -15,7091 |
| 21 | 64,93133 | -15,7492 |
| 22 | 64,93055 | -15,7069 |
| 23 | 64,84235 | -15,7816 |
| 24 | 64,86018 | -15,7795 |
| 25 | 64,87822 | -15,7776 |
| 26 | 64,89623 | -15,7747 |
| 27 | 64,91385 | -15,7727 |
| 29 | 64,92977 | -15,6651 |
| 30 | 64,94833 | -15,7054 |

## 2. viðauki. Tegundalisti.

Tegundir æðplantna sem skráðar hafa verið innan reita á Vesturöræfum.

| Latneskt heiti | Íslenskt heiti | Latneskt heiti | Íslenskt heiti |
|---|---|---|---|
| *Agrostis capillaris* | Hálíngresi | *Festuca richardsonii* | Túnvingull |
| *Agrostis stolonifera* | Skriðlíngresi | *Festuca vivipara* | Blávingull |
| *Agrostis vinealis* | Týtulíngresi | *Galium normanii* | Hvítmaðra |
| *Anthoxanthum odoratum** | Ilmreyr | *Gentiana nivalis* | Dýragras |
| *Arenaria norvegica** | Skeggsandi | *Juncus arcticus ssp. Intermedius* | Hrossanál |
| *Armeria maritima* | Geldingahnappur | *Juncus biglumis* | Flagasef |
| *Bartsia alpina* | Smjörgras | *Juncus trifidus* | Móasef |
| *Betula nana** | Fjalldrapi | *Juncus triglumis** | Blómsef |
| *Bistorta vivipara* | Kornsúra | *Kobresia myosuroides* | Þursaskegg |
| *Calamagrostis stricta* | Hálmgresi | *Koenigia islandica* | Naflagras |
| *Cardamine nymanii* | Hrafnaklukka | *Luzula arcuata* | Fjallhæra |
| *Cardaminopsis petraea* | Melablóm | *Luzula spicata* | Axhæra |
| *Carex bicolor* | Hvítstör | *Menyanthes trifoliata* | Horblaðka |
| *Carex bigelowii* | Stinnastör | *Minuartia biflora*** | Fjallanóra |
| *Carex capillaris** | Hárleggjastör | *Minuartia rubella* | Melanóra |
| *Carex curta* | Blátoppastör | *Minuartia stricta* | Móanóra |
| *Carex glacialis* | Dvergstör | *Omalotheca supina* | Grámulla |
| *Carex lachenalii* | Rjúpustör | *Parnassia palustris* | Mýrasóley |
| *Carex maritima* | Bjúgstör | *Pedicularis flammea* | Tröllastakkur |
| *Carex microglochin*** | Broddastör | *Phleum alpinum* | Fjallafoxgras |
| *Carex nardina*** | Finnungsstör | *Pinguicula vulgaris* | Lyfjagras |
| *Carex nigra* | Mýrastör | *Poa alpina* | Fjallasveifgras |
| *Carex norvegica* | Fjallastör | *Poa flexuosa* | Lotsveifgras |
| *Carex rariflora* | Hengistör | *Poa flexuosa** | Blásveifgras |
| *Carex rostrata* | Tjarnastör | *Poa pratensis* | Vallarsveifgras |
| *Carex rufina** | Rauðstör | *Potentilla palustris* | Engjarós |
| *Carex rupestris** | Móastör | *Rhinanthus minor** | Lokasjóður |
| *Cassiope hypnoides* | Mosalyng | *Rumex acetosa* | Túnsúra |
| *Cerastium alpinum* | Músareyra | *Salix arctica* | Grávíðir |
| *Cerastium fontanum*** | Vegarfi | *Salix herbacea* | Grasvíðir |
| *Comastoma tenellum** | Maríuvendlingur | *Saxifraga caespitosa* | Þúfusteinbrjótur |
| *Deschampsia alpina** | Fjallapuntur | *Saxifraga hirculus* | Gullbrá |
| *Draba norvegica* | Hagavorblóm | *Saxifraga hypnoides** | Mosasteinbrjótur |
| *Dryas octopetala* | Holtasóley | *Saxifraga oppositifolia* | Vetrarblóm |
| *Eguisetum fluviatile* | Fergin | *Sedum villosum* | Flagahnoðri |
| *Empetrum nigrum* | Krækilyng | *Selanginella selaginoides* | Mosajafni |
| *Equisetum arvense* | Klóelfting | *Silene acaulis* | Lambagras |
| *Equisetum hyemale* | Eski | *Taraxacum spp.* | Túnfífill |
| *Equisetum palustre* | Mýrelfting | *Thalictrum alpinum* | Brjóstagras |
| *Equisetum variegatum* | Beitieski | *Thymus praecox* | Blóðberg |
| *Erigeron borealis*** | Jakobsfífill | *Tofieldia pusilla* | Sýkigras |
| *Eriophorum angustifolium* | Klófífa | *Trisetum spicatum* | Fjallalógresi |
| *Eriophorum scheuchzeri* | Hrafnafífa | *Vaccinium uliinosum* | Bláberjalyng |
| *Euphrasia frigida* | Augnfró | *Veronica alpina* | Fjalladepla |

* Tegund var aðeins skráð árið 2017

**Tegund var aðeins skráð árið 2007

Náttúrustofa Austurlands

Mýrargötu 10 ● 740 Neskaupstaður ● Sími 477-1774 ● Fax 477-1923 ● Netfang: na@na.is
Tjarnarbraut 39B ● 700 Egilsstaðir ● Sími: 471-2813 og 471-2774 ● www.na.is

# Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavik
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00