



Gróðurbreytingar 2006–2017
við Lagarfljót og Jökulsá á Dal
á Úthéraði, áhrif
Kárahnjúkavirkjunar

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2018-096

Dags: Desember 2018

Fjöldi síðna: 64

Upplag:
Rafrænt

Dreifing:

- Birt á vef LV
 Opin
 Takmörkuð til

Titill: Gróðurbreytingar 2006–2017 við Lagarfljót og Jökulsá á Dal á Úthéraði, áhrif Kárahnjúkavirkjunar.

Höfundar/fyrirtæki: Guðrún Óskarsdóttir / Náttúrustofa Austurlands og Sigurður H. Magnússon / Náttúrufræðistofnun Íslands - NA-180183

Verkefnisstjóri: Hákon Aðalsteinsson / Ásrún Elmarsdóttir

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Árið 2006 hófst vöktun á gróðri og grunnvatnsstöðu á Úthéraði. Markmiðið var að rannsaka áhrif breytinga á vatnafari Lagarfljóts og Jökulsár á Dal í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar á fyrrnefnda þætti. Í upphafi var vöktunin unnin af Náttúrufræðistofnun Íslands en Náttúrustofa Austurlands tók við umsjón verkefnisins árið 2017.

Niðurstöður sýna að breytingar hafa orðið á gróðri. Breytingarnar eru mismunandi eftir svæðum, tengjast breyttri grunnvatnsstöðu en mótast einnig að aðstæðum. Á svæðum við Lagarfljót hefur land blotnað og þekja votlendistegunda hefur aukist. Við Jökulsá á Dal bendir til að land hafi þornað að einhverju leyti og þar hefur dregið úr þekju votlendistegunda.

Lykilorð: Úthérað, Lagarfljót, Jökulsá á Dal, gróðurvöktun, gróður, grunnvatnsstaða, vatnshæð, Kárahnjúkavirkjun.

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

LV-2018-096
NA-180183



Gróðurbreytingar 2006–2017 við Lagarfljót og Jökulsá á Dal á Úthéraði, áhrif Kárahnjúkavirkjunar





NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

- Egilsstaðir
 Neskaupstaður

Skýrsla nr:
NA-180183

Dags (mánuður, ár):
Desember 2018

Dreifing: Opin

Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill):
Gróðurbreytingar 2006–2017 við Lagarfljót og Jökulsá á Dal á Úthéraði, áhrif Kárahnjúkavirkjunar

Síðufjöldi: 64

Fjöldi viðauka: 6

Mynd á kápu: Flæður og Vatnsskarð

Ljósmynd: Sigurður H. Magnússon

Höfundar: Guðrún Óskarsdóttir og Sigurður H. Magnússon

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Náttúrufræðistofnun Íslands

Útdráttur:

Í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar urðu umfangsmiklar breytingar á vatnafari Lagarfljóts og Jökulsár á Dal sem talið var að gætu haft áhrif á gróður í nágrenni fljótanna á láglandssvæðum Úthéraðs. Með virkjuninni hækkaði vatnshæð í Lagarfljóti en lækkaði í Jökulsá á Dal. Árið 2006 hóf Náttúrufræðistofnun Íslands að beiðni Landsvirkjunar vöktun á gróðri og grunnvatnsstöðu á sjö svæðum á Úthéraði sem talin voru líklegust til að verða fyrir áhrifum, fimm svæðum við Lagarfljót og tveimur við Jökulsá á Dal. Árið 2012 höfðu komið fram vísbendingar um gróðurbreytingar á tveimur svæðanna við Lagarfljót og var gróður endurmældur þar þá um sumarið. Sumarið 2017 var gróður á öllum vöktunarnarsvæðum endurmældur og fyrsta endurtekning allrar rannsóknarinnar þar með framkvæmd, þá í samstarfi við Náttúrustofu Austurlands.

Á vöktunarsvæðunum eru alls 34 reitir á sniðum sem liggja út frá fljótunum. Reitirnir eru staðsettir í mismunandi gróðurlendum, sumir í mjög blautum mýrastararmýrum, aðrir í þurrum fjalldrapa- og víðimóa og enn aðrir á sandflesjum. Auk gróðurmælinga árin 2006, 2012 og 2017 hafa ýmsir rannsóknarþættir verið kannaðir í reitunum árin 2006, 2008–2014 og 2017. Meðal þeirra eru skráningar á beitarummerkjum og mælingar á grunnvatnsstöðu. Við úrvinnslu gagna voru einnig notaðar niðurstöður Landsvirkjunar um vatnshæð í fljótunum og grunnvatnsstöðu á sniðum út frá þeim.

Í kjölfar virkjunar jókst meðalvatnshæð í Lagarfljóti við Hól um 0,53 m að meðaltali og grunnvatnsstaða í nágrenni þess hækkaði. Samband fannst milli vatnshæðar í Lagarfljóti og vatnsstöðu í fjórum gróðurreitum. Verulega dró úr sumarrennsli Jökulsár á Dal í kjölfar virkjunar og vatnshæð í júní–ágúst þar sem hún rennur um land Húseyjar lækkaði um 0,66 m en mismunandi var eftir jarðvegsgerð hversu langt áhrifin náðu. Á þeim ellefu árum sem liðu milli fyrstu og nýjustu úttektar vöktunarinnar urðu talsverðar breytingar á gróðri, en þó mismunandi eftir svæðum. Á svæðum við Lagarfljót jókst þekja votlendistegunda eins og mýrastarar, tjarnastarar og klóffu víðast hvar en þekja þurrlandistegunda eins og mosajafna, krækilyngs og vingla minnkaði. Á svæðum við Jökulsá á Dal var þessu öfugt farið og þar dró auk þess úr þekju barnamosa þar sem þeir fundust en þeir eru rakakærir. Mælingar á gróðri auk mælinga á öðrum þáttum svo sem grunnvatnsstöðu, landbroti og gróðurhæð virðast endurspegla áætluð áhrif Kárahnjúkavirkjunar og vera í samræmi við aðrar rannsóknir á umhverfi svæðisins.

Miðað við niðurstöður þessarar rannsóknar má ætla að gróður muni halda áfram að breytast enn um sinn. Því verður að teljast eðlilegt að áfram verði fylgst með gróðurbreytingum við fljótin og rannsóknum haldið áfram. Þar sem gróðurbreytingar eru ekki hraðfara má ætla að hæfilegt sé að endurmæla gróður næst árið 2026 eða 2027.

Lykilorð:
Gróðurvöktun, Úthérað, Lagarfljót, Jökulsá á Dal, gróður, vatnshæð, vatnsstaða

ISSN nr:
2547-7439 (prentuð útgáfa)
2547-7447 (rafræn útgáfa)

Yfirfarið:
Kristín Ágústsdóttir, Náttúrustofu Austurlands

ISBN nr:
978-9935-9440-4-7 (prentuð útgáfa)
978-9935-9440-5-4 (rafræn útgáfa)

English summary

The Kárahnjúkar hydropower plant is by far the largest of its kind in Iceland. It has greatly affected the water levels of the glacial rivers below the main reservoir, Háslón. Water from the river Jökulsá á Dal has been moved to Lagarfljót river which has resulted in year-round risen water levels in Lagarfljót while summer-flow in Jökulsá á Dal has been reduced. In this study, the effects of those water level changes on vegetation near the rivers were monitored, close to where the rivers meet the sea in Úthérað area, Northeast Iceland.

The study started in 2006 with vegetation measurements in seven areas, five by Lagarfljót and two by Jökulsá á Dal, with 34 sites in total. In 2012, there were indications of vegetation changes in parts of the research area near Lagarfljót so measurements there were repeated. In the summer of 2017 measurements were repeated in all research areas. Additionally, data from water level measurements in the two rivers and groundwater level measurements in their vicinity were used to study the correlation between water level and vegetation changes in the area.

Since the activation of Kárahnjúkar power plant, average water levels in Lagarfljót in the research area by the farm Hóll have risen 0,53 m. The water levels correlated with groundwater level measurements in four of the study sites. Water levels in Jökulsá á Dal from June to August were 0,66 m lower after Kárahnjúkar than before but the size of the river's impact area varied with soil type. Since the study started in 2006, the study sites' vegetation has changed but the changes are different between sites. Increased cover of wetland species such as *Carex nigra*, *Carex rostrata* and *Eriophorum angustifolium* was seen at Lagarfljót sites while the cover of species that prefer drier soil such as *Selaginella selaginoides*, *Empetrum nigrum* and *Festuca* sp. decreased. At Jökulsá á Dal sites opposite affects were seen which suggest that the water level there has declined since before Kárahnjúkar. Vegetation measurements, water level measurements and other factors of this study all seem to reflect the expected impacts of Kárahnjúkar and are in accordance with other environmental research in the area.

From the study's results, it is estimated that the vegetation near Lagarfljót and Jökulsá á Dal will continue to be affected by the recent water level changes and the vegetation is predicted to change further in the next few years. Therefore, it is important to continue the study for the time being.

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Rannsóknarsvæðið á Úthéraði	3
Vöktunarsvæði	5
Aðferðir	9
Þættir vöktunar sem einungis voru mældir í upphafi	10
Þættir vöktunar sem mældir voru reglulega	11
Aðrir þættir rannsóknar	12
Úrvinnsla	12
Vatnshæðarmælingar Landsvirkjunar	12
Gróður	15
Niðurstöður	15
Vatnshæð í Lagarfljóti og Jökulsá á Dal og grunnvatnsstaða	15
Eiginleikar lands og jarðvegs	17
Gróðurþekja, beit og landbrot	18
Gerðir gróðurs	21
Samband gróðurs og umhverfispátta	22
Helstu gróðurbreytingar í reitum	25
Breytingar við Lagarfljót	25
Breytingar við Jökulsá á Dal	29
Hæð gróðurs	31
Umræður	32
Vatnsstaða og gróðurbreytingar við Lagarfljót	32
Vatnsstaða og gróðurbreytingar við Jökulsá á Dal	35
Aðrar breytingar	36
Framhald vöktunar	37
Þakkir	38
Heimildir	39
1. viðauki. Hnit reita.	42
2. viðauki. Tegundalisti.	43
3. viðauki. Meðalgróðurþekja 2017.	45
4. viðauki. Ummerki flóða.	51
5. viðauki. Hæð gróðurs.	52
6. viðauki. Ljósmyndir.	53

Myndaskrá

1. mynd. Rannsóknarsvæðið á Úthéraði, vöktunarsvæði fyrir gróður og mælistöðvar Landsvirkjunar fyrir vatns-hæð. / The study area, vegetation monitoring sites and water level monitoring sites. 4
2. mynd. Vöktunarsvæðið Engi við Ekru við Lagarfljót og gróðurreitir. / The study sites at Lagarfljót's southmost study area by Ekra farm. 6
3. mynd. Vöktunarsvæðið Geirastaðakvísl við Lagarfljót og gróðurreitir. / The study sites at Lagarfljót's study area by Geirastaðakvísl-stream. 7
4. mynd. Nyrstu vöktunarsvæðin Flæður, Kílamýri og Hvalbeinsrandarsandur við Lagarfljót og gróðurreitir. / The study sites at Lagarfljót's northmost study area. 7
5. mynd. Vöktunarsvæðin Laufengi og Krókstjörn við Jökulsá á Dal og gróðurreitir. / The study area by the river Jökulsá á Dal and study sites. 9
6. mynd. Mælistöðvar Landsvirkjunar fyrir vatnshæð og grunnvatnsstöðu. / Water level monitoring sites. 14
7. mynd. Meðalvatnshæð Jökulsá á Dal (t.v.) og Lagarfljóts við Hól (t.h.) fyrir og eftir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar. Tímabil vatnsstöðumælinga í reitum árin 2006–2017 er litað með gráu (frá 24. júlí til 3. október). Ártölin við skiptingu í fyrir og eftir virkjun eru ekki þau sömu fyrir bæði fljótin. Fyrir Lagarfljót er miðað við 30. nóv 2007 þegar byrjað var að veita vatni úr Háslóni yfir í Fljótsdal en fyrir Jökulsá á Dal er miðað við 28. sep 2006 þegar lokað var fyrir náttúrulegt rennsli árinna við Kárahnjúka (Egill Axelsson, 2012). Gögn voru fengin frá Landsvirkjun (Landsvirkjun, 2018b). / Mean water level of the river Jökulsá á Dal (left) and river Lagarfljót (right) before and after Kárahnjúkavirkjun. The periods when water level measurements were carried out at the study sites is colored gray (July 24th–October 3rd). In Lagarfljót the before-and-after changing point is November 30th, 2007 but in Jökulsá á Dal it is September 28th, 2006. 16
8. mynd. Dýpt á grunnvatn í rannsóknarreitum á Úthéraði 2006 (sumar), 2008–2014 (haust) og 2017 (sumar). Sýnt er miðgildi þessara níu mælinga og hámark og lágmark þeirra í hverjum reit. Samband milli vatnshæðar í Lagarfljóti (V434)/Jökulsá á Dal (V427) og grunnvatnsstöðu í reitum við Lagarfljót/Jökulsá á Dal var reiknað með aðhvarfsgreiningu og niðurstöður táknaðar með grænum ($p < 0,05$) og bláum lit ($p > 0,05$). / Median groundwater level at the vegetation study sites (min and max are showed with black lines). Correlation between the two rivers' water level and adjacent study sites' groundwater level was calculated with linear regression and results represented in green ($p < 0,05$) and blue ($p > 0,05$). 16
9. mynd. Mæld fjarlægð frá reit UT1 og UT10 að brún Lagarfljóts árin 2006 og 2017. Í báðum tilvikum var fjarlægðin mæld hornrétt frá miðlínu reitar á fimm metra fresti eftir öllum reitnum. / Distance from study sites UT1 and UT10 to Lagarfljót's riverbank, measured in 2006 and 2017. 21
10. mynd. TWINSPAN-flokkun reita á Úthéraði gróðurmældir árin 2006 og 2017 (og árið 2012 á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri). Sýndar eru fyrstu skiptingarnar og einkennistegundir fyrir hverja skiptingu. Árið 2006 er táknað með ljósbláu lettri, árið 2012 með gráu lettri og árið 2017 með dökkbláu lettri. Reitir sem staðsettir eru neðst í hverjum flokki flokkuðust næst efstu reitum næsta flokks til hægri. / TWINSPAN-classification of the study sites in 2006 (light blue), 2017 (dark blue) and a part of the sites in 2012 (gray). 22
11. mynd. Niðurstöður hnitunargreiningar á þekju tegunda og tegundahópa í öllum reitum. Á hnitunarmyndinni eru TWINSPAN-flokkarnir afmarkaðir (flokkarnir raðast eins og á 10. mynd á bls. 22, þ.e. flokkurinn lengst til vinstri (gullitaður) er líka lengst til vinstri á 10. mynd og það sama á við um hina flokkana). / Results of DCA ordination for the cover of plants in all study sites. The TWINSPAN-classes like they are represented in figure 8 are circled. 23
12. mynd. Niðurstöður hnitunargreiningar þar sem miðgildi vatnsstöðu 2006–2017 í reitum er sýnd með tölustaf og táknuð með stærð hringja hvers reits. / Results of DCA ordination where the median groundwater level from 2006–2017 is represented by size. 24
13. mynd. Niðurstöður hnitunargreiningar fyrir tegundir. Sýndar eru þær 100 tegundir sem mest áhrif hafa á hnitunina. Lengd örva og stefna sýna fylgni milli breytu og ása. / Results of DCA ordination for species. The 100 species with the greatest effect on the ordination are shown. Length and direction of arrows show correlation between environmental factors and the first two axes. 25

14. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og gulstarar (t.h.) í reitum á Engi við Ekru árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði á y-ás er mismunandi milli grafa. / Average cover of *Carex nigra* (left) and *Carex lyngbyei* (right) at study sites in the Engi við Ekru area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale on the y-axis differs between graphs. 26
15. mynd. Meðalþekja melagambra (t.v.) og vingla (t.h.) í reitum UT10–UT13 árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. / Average cover of *Racomitrium ericoides* (left) and *Festuca* sp. (right) at study sites in the Geirastaðakvísl area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. 27
16. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og mosa (t.h.) í reitum við Flæður og Flæðakíl árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. / Average cover of *Carex nigra* (left) and mosses (right) at study sites in the Flæður og Flæðakíll area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. 27
17. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og túnvinguls (t.h.) í reitum við Kílamýri árin 2006, 2012 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði á y-ás er mismunandi milli grafa. / Average cover of *Carex nigra* (left) and *Festuca richardsonii* (right) at study sites in the Kílamýri area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale on the y-axis differs between graphs. 28
18. mynd. Meðalþekja lífrænnar jarðvegsskánar (t.v.) og túnvinguls (t.h.) í reitum við Hvalbeinsrandarsand árin 2006, 2012 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði á y-ás er mismunandi milli grafa. / Average cover of biological soil crust (left) and *Festuca richardsonii* (right) at study sites in the Hvalbeinsrandarsandur area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale on the y-axis differs between graphs. 29
19. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og barnamosa (t.h.) í reitum við Krókstjörn árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði er mismunandi milli grafa. / Average cover of *Carex nigra* (left) and *Sphagnum* sp. (right) at study sites in the Krókstjörn area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale differs between graphs. 30
20. mynd. Meðalþekja fjallavíðis (t.v.) og loðvíðis (t.h.) í reitum við Laufengi árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áráanna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. / Average cover of *Salix arctica* (left) and *S. lanata* (right) at study sites in the Laufengi area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. 30
21. mynd. Meðalhæð gróðurs í reitum árin 2006, 2012 og 2017. Marktækur munur á gróðurhæð milli áráanna 2006 og 2017 er sýndur fyrir neðan hvern reit (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$). / Average vegetation height at study sites in 2006, 2012 and 2017. Significant difference between vegetation height in 2006 and 2017 is shown below each site (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$). 31
22. mynd. Ljósmyndir af reit UT10 (t.v.) og smáreit 1 (t.h.) árið 2006 (efri) og 2017 (neðri). Ljós. SHM. / Photos of study site UT10 in Geirastaðakvísl area (left) and one of its vegetation measuring frames (right) in 2006 (top) and 2017 (bottom). 33
23. mynd. Ljósmyndir af reit UT17 (t.v.) og smáreit 1 (t.h.) árið 2006 (efri) og 2017 (neðri). Ljós. SHM. / Photos of study site UT17 in Hvalbeinsrandarsandur area (left) and one of its vegetation measuring frames (right) in 2006 (top) and 2017 (bottom). 34
24. mynd. Ljósmyndir af reit UT14 (t.v.) og smáreit 8 (t.h.) árið 2006 (efri) og 2017 (neðri). Ljós. SHM. / Photos of study site UT14 in Laufengi area (left) and one of its vegetation measuring frames (right) in 2006 (top) and 2017 (bottom). 36

Töfluskra

1. tafla. Þættir vöktunar á áhrifum Kárahnjúkavirkjunar á gróður á Úthéraði. / Different aspects of the monitoring of Kárahnjúkar hydro power plant's effect on vegetation in Úthérað. 3
2. tafla. Lýsing á gróðurfari reita á fimm vöktunarsvæðum við Lagarfljót á Úthéraði (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). / Study sites by Lagarfljót river and their vegetation type. 8
3. tafla. Lýsing á gróðurfari reita á vöktunarsvæðum við Jökulsá á Dal á Úthéraði (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). / Study sites by the river Jökulsá á Dal and their vegetation type. 9
4. tafla. Yfirlit yfir mælingar í reitum árin 2006–2017. / Factors measured in the study and years of measurement. 10
5. tafla. Jarðvegsgerðir á rannsóknarsvæðinu og lýsing hvorrar gerðar. / Soil types found in the research area. 10
6. tafla. Flokkar fyrir mat á raka í jarðvegi. / Categories for estimating the quantity of soil moisture at the study sites. 11
7. tafla. Flokkar ummerkja um beit, teðslu og rask sem notaðir voru í rannsókninni, auk lýsingar á hverjum flokki. / Categories for estimating the level of grazing, quantity of manure and disturbance at the study sites. 11
8. tafla. Braun-Blanquet kvarði sem var notaður við þekjumælingar. / Braun-Blanquet cover scale was used for vegetation assessments. 12
9. tafla. Yfirlit yfir vatnsstöðumælingar í grunnvatnsholum við Jökulsá á Dal, Lagarfljót og í landi Húseyjar á árunum 2000–2016. / Months of each year that water level measurements were carried out besides the river Jökulsá á Dal, river Lagarfljót and at the Húseyjar-farm land. 13
10. tafla. Niðurstöður hæðarmælinga frá 2014 (Landsvirkjun, 2014) og mælinga á ýmsum umhverfispáttum frá 2006 (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007) í hverjum reit. / Results of measurements of various environmental factors conducted at the study sites. 18
11. tafla. Þekja alls gróðurs og þekja háplantna, mosa, fléttna og lífrænnar jarðvegsskánar á vöktunarsvæðunum sjö á Úthéraði árin 2006 og 2017. / Total vegetation cover and the cover of vascular plants, mosses, lichens and biological soil crust at the study sites in 2006 and 2017. 19
12. tafla. Fjöldi háplöntutegunda árin 2006 og 2017 og ummerki eftir beit, rask og teðslu árin 2006, 2009–2014 og 2017 á vöktunarsvæðunum sjö á Úthéraði. / Number of vascular plants in 2006 and 2017, estimated level of grazing and disturbance and quantity of manure in 2006, 2009–2014 and 2017 at the study sites. 20

Inngangur

Straumvatnsvistkerfi eru meðal þeirra vistkerfa í heiminum sem eru undir einna mestum áhrifum mannsins en þau eru nýtt í allt frá framleiðslu drykkjarvatns til raforkuframleiðslu (Malmqvist og Rundle, 2002; Nilsson o.fl., 2005). Maðurinn hefur byggt að meðaltali eina stóra (≥ 45 m háa) stíflu á dag síðustu 140 árin (Bai o.fl., 2016) og hver og ein þeirra veldur margskonar röskun á umhverfi og lífríki (Schmutz og Sendzimir, 2018). Virkjun vatnsfalla hefur í för með sér miklar breytingar á vatnakerfum þeirra og vistkerfum sem þeim eru háð (Nilsson o.fl., 2005). Miðlunarlón eru mynduð og undir þau fer land auk þess sem í þeim verða miklar vatnsborðssveiflur. Neðan við lón breytist rennsli, aurburður og flóðamynstur. Vatnshæð hækkar í ám sem vatni er veitt í og lækkar í þeim sem veitt er úr (Egill Axelsson, 2012). Áur sem áður barst eftir farveginum sest til botns í lónum. Afrennsli úr lónum er því ekki eins mettað aurburði sem hefur áhrif á rofmátt þess, það hefur meiri tilhneigingu til að taka til sín efni og grafa sig niður í farveginum (Sigmundur Einarsson og Þorleifur Eiríksson, 2016). Auk þess minnka vatnsborðssveiflur ána sem veldur því að farvegir þrengjast (Braatne o.fl., 2007). Áhrif vatnsaflsvirkjana á umhverfið eru margvísleg og ná m.a. yfir lífríki vatnsfalla, gróðurlendi í nágrenni þeirra og dýralífs. Umhverfisáhrif vatnsaflsvirkjana hafa verið rannsökuð ítarlega erlendis (Malmqvist og Rundle, 2002; Schmutz og Sendzimir, 2018) en einnig nokkuð hérlandis (t.d. Sigurður H. Magnússon, 2016; Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson, 2017; Hilmar J. Malmquist o.fl., 2001).

Hér á landi hafa rannsóknir leitt í ljós að fiskar og aðrar lífverur straumvatna verða fyrir beinum áhrifum frá vatnsaflsvirkjunum (Sigmundur Einarsson og Þorleifur Eiríksson, 2016). Stíflur brjóta upp búsvæði (e. fragmentation) og hindra ferðir lífvera og flutning eftir farveginum. Undir vatnsborðinu geta ýmsar breytingar orðið sem ekki eru endilega áberandi í fyrstu, til dæmis geta breyttar vatnsborðssveiflur truflað hrygningu og klak og breytt kornastærð árfarvegs sem haft getur áhrif á lífsskilyrði botndýra (Sigmundur Einarsson og Þorleifur Eiríksson, 2016; Hilmar J. Malmquist o.fl., 2001). Breytingar á aurburði geta auk þess haft áhrif á framboð næringarefna, rýni, hitastig og frumframleiðni (Hilmar J. Malmquist o.fl., 2001; Ingi Rúnar Jónsson o.fl., 2017; Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason, 2017).

Hvað varðar gróður og dýralíf á landi eru miðlunarlónin stærstu áhrifavaldar vatnsaflsvirkjana er þau færa á kaf land sem áður var búsvæði þessara lífvera (Arnór P. Sigfússon, 2016; Sigurður H. Magnússon o.fl., 2001). Lón, önnur mannvirki og framkvæmdir tengdar virkjunum valda auk þess raski sem leiðir m.a. til breytinga á varp- og burðarsvæðum (Halldór Walter Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson, 2017; Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2015).

Virkjun straumvatna getur valdið verulegum gróðurbreytingum vegna breyttrar grunnvatnsstöðu og rofs úr bökkum (Borgþór Magnússon, 1998; Sigurður H. Magnússon 2016). Áhrifin eru sterkust næst ánum en dvína með aukinni fjarlægð frá bakka (Egill Axelsson, 2012). Vatnsborðssveiflur straumvatna móta einnig gróðurfar þar sem þeirra gætir og eru vistfræðileg áhrif vatnsaflsvirkjana einkum talin stafa af breyttu flóðamynstri (Nilsson o.fl., 1997; Nilsson o.fl., 2005). Flóð flytja fræ og set upp á árbakka (Jansson o.fl., 2000) og þegar komið er í veg fyrir náttúrulegar sveiflur er um leið komið í veg fyrir eða dregið mjög úr þessum framburði.

Kárahnjúkavirkjun er langstærsta vatnsaflsvirkjun landsins (Landsvirkjun, 2018a). Við virkjunina urðu umfangsmiklar breytingar á vatnafari neðan Háslóns þegar farið var að veita vatni úr lóninu yfir í Fljótsdal, þ.e. frá Jökulsá á Dal í Jökulsá í Fljótsdal (Egill Axelsson, 2008). Þann 28. september 2006 var lokað fyrir náttúrulegt rennsli Jökulsár á Dal við Kárahnjúka og virkjunin var síðan gangsett 30. nóvember 2007. Þetta hafði mikil áhrif á rennsli fljótanna tveggja. Miðað við árin 2000–2017 nánast

tvöfaldaðist dagsmeðaltal rennslis við Lagarfoss með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar, eða úr 116 m³/s fyrir virkjun í 231 m³/s eftir virkjun (Veðurstofa Íslands, 2017). Þessar breytingar urðu til þess að vatnshæð Lagarfljóts hækkaði en vatnshæð Jökulsár á Dal lækkaði að sama skapi (Egill Axelsson, 2012). Áður en framkvæmdir hófust var áætlað að með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar yrðu töluverðar breytingar á náttúru sem mikilvægt væri að fylgjast með (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl., 2001; Sigurður H. Magnússon o.fl., 2001).

Við rannsóknir á áhrifum vatnshæðarbreytinga á gróður er mikilvægt að hafa upplýsingar um vatnshæð og grunnvatnsstöðu. Í Lagarfljóti hefur vatnshæð verið mæld í áratugi bæði við Lagarfljótsbrú og við Lagarfoss (Landsvirkjun, 2018b). Eins hefur Landsvirkjun látið rannsaka vatnshæð og grunnvatnsstöðu á fleiri stöðum í og við Lagarfljót og Jökulsá á Dal frá því áður en Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (Egill Axelsson, 2008; 2012; 2017a; Landsvirkjun, 2018b). Mælakerfið nær frá nesjunum utan við Fljótsdalsmúla út að Héraðsflóa með bæði vatnsborðsstöðvum í fljótunum og grunnvatnssniðum í nágrenni þeirra (Egill Axelsson, 2012).

Í rannsókn Náttúrufræðistofnunar Íslands á áhrifum Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við Lagarfljót 1976–2014 var breytingum á gróðri og umhverfi lýst (Sigurður H. Magnússon, 2016). Rannsóknarsvæðið náði frá nesjunum utan við Fljótsdalsmúla í suðri, að Lagarfossi í norðri. Rannsóknin sýndi að vatnshæðarbreytingar í Lagarfljóti í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar hafa verið mismiklar milli svæða. Syðst á rannsóknarsvæðinu hækkaði vatnsborð Jökulsár í Fljótsdal að meðaltali um 0,35 m á meðan vatnsborðssveiflur minnkuðu úr 1 m að jafnaði niður í 0,5 m (Egill Axelsson, 2012). Vegna Kárahnjúkavirkjunar lækkaði hins vegar vatnsstaðan við Lagarfoss um 0,34 m að meðaltali, en hún hafði áður hækkað með tilkomu Lagarfossvirkjunar. Sú lækkun hefur breytt gróðri þar í átt til fyrri horfs en sunnar á rannsóknarsvæðinu hefur land blotnað enn frekar eftir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar (Sigurður H. Magnússon, 2016). Þar hafa rakakærustu tegundirnar orðið ríkjandi í votlendi, deiglendi breyst í mýri og þurrlendi jafnvel breyst í deiglendi. Breytingar á vatnsbúskap Lagarfljóts í kjölfar virkjananna hafa í heild haft mikil áhrif á gróður á svæðum sem lægst liggja við fljótið og valdið því að nokkurt land hefur farið undir vatn eða eyðst við rof á bökkum (Sigurður H. Magnússon, 2016).

Vegna Kárahnjúkavirkjunar hóf Náttúrufræðistofnun Íslands að beiðni Landsvirkjunar einnig vöktun gróðurs og umhverfisþátta á áhrifasvæði fljótanna tveggja fyrir neðan Lagarfoss á Úthéraði sumarið 2006 (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). Þá um sumarið var gróður mældur og upplýsingum safnað um ýmsa umhverfisþætti áður en vatnsborðsbreytinga af völdum Kárahnjúkavirkjunar varð vart (1. tafla). Með þann grunn er með endurmælingum mögulegt að greina breytingar og meta magn og gerð þeirra. Frá upphafi vöktunar hefur verið farið á rannsóknarsvæðið nær árlega og ýmsir umhverfisþættir mældir og metnir (1. tafla). Áætlað var að mæla gróður á u.þ.b. 10 ára fresti og gera grein fyrir helstu breytingum út frá niðurstöðum vatnshæðarmælinga Landsvirkjunar. Árið 2012 var orðið ljóst að vatnsborð í Jökulsá á Dal hafði lækkað minna en reiknað var með en vatnsborð í Lagarfljóti hins vegar hækkað meira en áætlað var. Því óskaði Landsvirkjun eftir því við Náttúrufræðistofnun að gróður yrði mældur á hluta rannsóknarsvæðisins þá um sumarið og var það gert (Sigurður H. Magnússon og Ásta Eyþórsdóttir, 2013). Sumarið 2017 var gróður síðan endurmældur á öllu rannsóknarsvæðinu í samræmi við vöktunaráætlun (1. tafla) (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). Niðurstöðum þeirrar rannsóknar eru gerð skil í þessari skýrslu auk þess sem þær verða bornar saman við fyrri mælingar á gróðri og vatnshæð.

Markmið rannsóknarinnar sem hér er greint frá eru:

- a) Að fylgjast með og skrá breytingar á gróðri á áhrifasvæðum Lagarfljóts og Jökulsár á Dal á Úthéraði vegna Kárahnjúkavirkjunar.
- b) Að setja þær breytingar í samhengi við breytingar á vatnshæð og flóðamynstri fljótanna tveggja.

1. tafla. Þættir vöktunar á áhrifum Kárahnjúkavirkjunar á gróður á Úthéraði. / Different aspects of the monitoring of Kárahnjúkar hydro power plant's effect on vegetation in Úthérað.

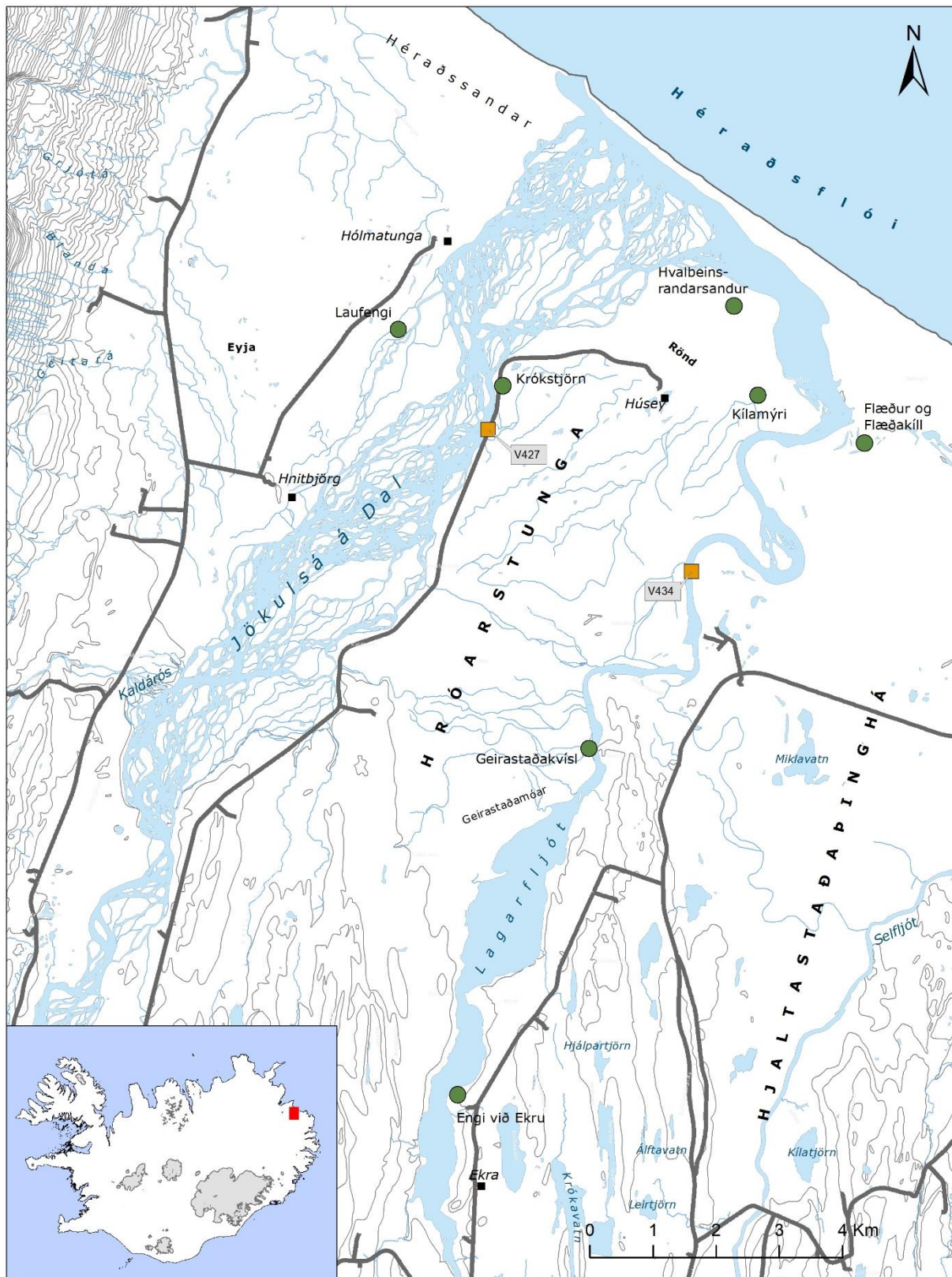
Þættir vöktunar	Ár	Tilvísanir
Tillögur um vöktun og undirbúningur	2004	Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005
Rannsóknaráætlun 2006–2007	2005	Sigurður H. Magnússon, 2005
Grunnrannsókn, mælingar á gróðri og umhverfisþáttum	2006	Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007
Yfirferð rannsóknarreita og mælingar á umhverfisþáttum	2008–2014	
Endurmælingar á gróðri og umhverfisþáttum á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri, mat áhrifa	2012	Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir, 2013
Endurmælingar á gróðri og umhverfisþáttum á öllum svæðum, mat áhrifa og tillögur að framhaldi	2017	

Rannsóknarsvæðið á Úthéraði

Úthérað er um 200 ferkílómetra slétta sem stendur í minna en 20 m h.y.s. milli Selfljóts og Jökulsárlíðar upp af Héraðsflóa (1. mynd). Sléttan er víðast hvar vel gróin, þar er einna mest af votlendi og fjalldrapamóa en lítt gróið land má einkum finna á Héraðssandi og á áreyrum jökulanna (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). Jökulárnar Lagarfljót og Jökulsá á Dal renna um sléttuna og rannsóknarsvæðið á Úthéraði skiptist þeirra á milli.

Rannsóknarsvæðið við Lagarfljót nær frá Lagarfossi að ármótum Lagarfljóts og Jökulsár á Dal við Héraðsflóa (1. mynd). Á syðsta hluta svæðisins er fljótið breitt og straumhraði lítill, víða aðbratt að fljótinu en láglendissvæði eru á nokkrum stöðum (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005; Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). Norðar þrengist farvegurinn og straumhraði eykst. Bakkar fljótsins eru allhár þar sem það bugðast um hallalítið landið. Þegar komið er út á Héraðssand er farvegurinn hins vegar síbreytilegur eftir vatnshæð. Þar eru flatar sandstrendur við fljótið sem liggja lágt yfir vatnsyfirborði.

Rannsóknarsvæðið við Jökulsá á Dal nær frá Kaldárós og Geirastaðakvísl að ósum árinna við Héraðsflóa (1. mynd). Á syðsta hluta svæðisins eru flatar, lítt grónar áreyrar en norðar taka við allhár grónir bakkar og nyrst eru sandsvæði með malar- og sandeyrum (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005; Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). Sums staðar er halli árinna nokkur og þar er því talsverður straumur og bakkar árinna eru einnig mismunandi eftir stöðum, aðliggjandi gróðri og jarðvegsgerð.



2018, Elín Guðmundsdóttir.
Byggt á IS50v frá Landmælingum Íslands (2013, 2017).

- Vöktunarsvæði fyrir gróður
- Mælistöðvar fyrir vatnshæð

1. mynd. Rannsóknarsvæðið á Úthéraði, vöktunarsvæði fyrir gróður og mælistöðvar Landsvirkjunar fyrir vatnshæð. / The study area, vegetation monitoring sites and water level monitoring sites.

Vöktunarsvæði

Rannsóknarsvæðið á Úthéraði er tvenns konar. Annars vegar er land við Lagarfljót þar sem búast mátti við að vatnsborð myndi hækka og land blotna og hins vegar land við Jökulsá á Dal þar sem reikna mátti með að vatnsborð lækkaði og land hugsanlega þornaði að einhverju leyti. Árið 2004 var allt rannsóknarsvæðið skoðað og síðan settar fram tillögur að vöktunarsvæðum (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005) (1. tafla). Í kjölfarið var gefin út rannsóknaráætlun fyrir árin 2006–2007 þar sem tilnefnd voru tíu vöktunarsvæði (Sigurður H. Magnússon, 2005). Sjö þeirra eru við Lagarfljót, þ.e. nes austan við Kirkjubæ, Engi við Ekru, svæði við mynni Geirastaðakvíslar, Grænanes, Flæður, Kílamýri og Hvalbeinsrandarsandur. Þrjú svæðanna eru við Jökulsá á Dal, þ.e. svæði við Krókatjörn, Laufengi og aurar við Jökulsá. Ákveðið var að fresta rannsóknum á aurunum við Jökulsá. Við nánari skoðun sumarið 2006 kom í ljós að land liggur það hátt bæði í Grænanesi og á nesinu austur af Kirkjubæ að ólíklegt er að miklar breytingar verði þar á gróðri vegna hækkunar vatnsborðs. Þessum tveimur svæðum var því sleppt. Vöktunarsvæði urðu því að endingu sjö (1. mynd á bls. 4).

Árið 2006 voru lögð út gróðursnið á vöktunarsvæðunum sjö (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007), eitt snið ef svæðið var einsleitt eða lítið en tvö á stærstu og misleitustu svæðunum. Sniðin voru lögð þvert á landhalla frá fljótunum eða kílum sem út frá þeim ganga til að ná yfir land sem liggur lágt og líklegt er að breytist að gróðurfari við vatnsborðsbreytingar og upp í land sem lá heldur hærra þar sem minni líkur voru á að gróður breyttist. Þrír reitir (25 x 4 m) voru síðan lagðir þvert á sniðin til að leitast við að hafa umhverfisaðstæður sem einsleitastar innan hvers reits. Til að staðsetja reiti á sniði var land fyrst flokkað eftir gróðri og landgerð í þrjár megingerðir og reitir staðsettir á sniðið tilviljanakennt, einn innan hvernar gerðar. Með þessu móti var gert mögulegt að meta hversu langt frá fljótsbakka áhrif vatnsborðsbreytinga ná á hverjum stað og hvers konar gróðurlendi hafa orðið fyrir áhrifum.

Alls voru sniðin 11 að tölu. Við Geirastaðakvísl var lagður út einn aukareitur þannig að í heildina eru 34 reitir vaktaðir í rannsókninni.

Lagarfljót

Vöktunarsvæðin við Lagarfljót liggja öll fremur lágt, ýmist á bökkum fljótsins (Engi, Geirastaðakvísl), við kila sem ganga út frá því (Flæður og Kílamýri) eða á sandeyrum meðfram fljótinu (Hvalbeinsrandarsandur) (2.–4. mynd).

Engi við Ekru – Við engið er eitt snið með þremur reitum (UT1–UT3) (2. mynd). Svæðið er lágrent og hallar til norðvesturs og land er að mestu gróið fram á bakka. Vegna þess hve lágt það liggur var búist við að land myndi þar blotna og votlendisgróður aukast með hækkaðri vatnsstöðu í Lagarfljóti (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005). Reitir UT1 og UT2 eru í mýrarstarar-gulstarmýri (2. tafla) en reitur UT3 er í mýrarstarmýri með fjalldrapa.

Geirastaðakvísl – Við Geirastaðakvísl eru fjórir reitir. Þrír þeirra (UT10–UT12) eru á sniði sem liggur þvert á Lagarfljót, UT10 næst því og UT12 fjærst, en einn stakur reitur (UT13) liggur síðan hornrétt á fljótið og við farveg Geirastaðakvíslar (3. mynd). Reit UT13 var bætt við til þess að fá upplýsingar af landi sem lægst lá en slíkt land er ekki stórt að flatarmáli á þessum stað og því þótti ekki ástæða til að leggja út sérstakt snið til viðbótar. Gróður er nokkuð mismunandi milli reita með túnvingulsfitjum neðst og lyngmóa efst (2. tafla). Í tillögum Sigurðar H. Magnússonar og Gunnars Guðna Tómassonar um vöktun gróðurs (2005) var tekið fram að þegar hátt var í fljótinu vatnaði upp á svæðið sem lægst liggur og því var búist við að í kjölfar virkjunar gæti gróður eyðst af allra lægstu svæðunum en eyrar sem hærra liggja gróið hraðar upp en ella og votlendisgróður aukist í deiglendi.

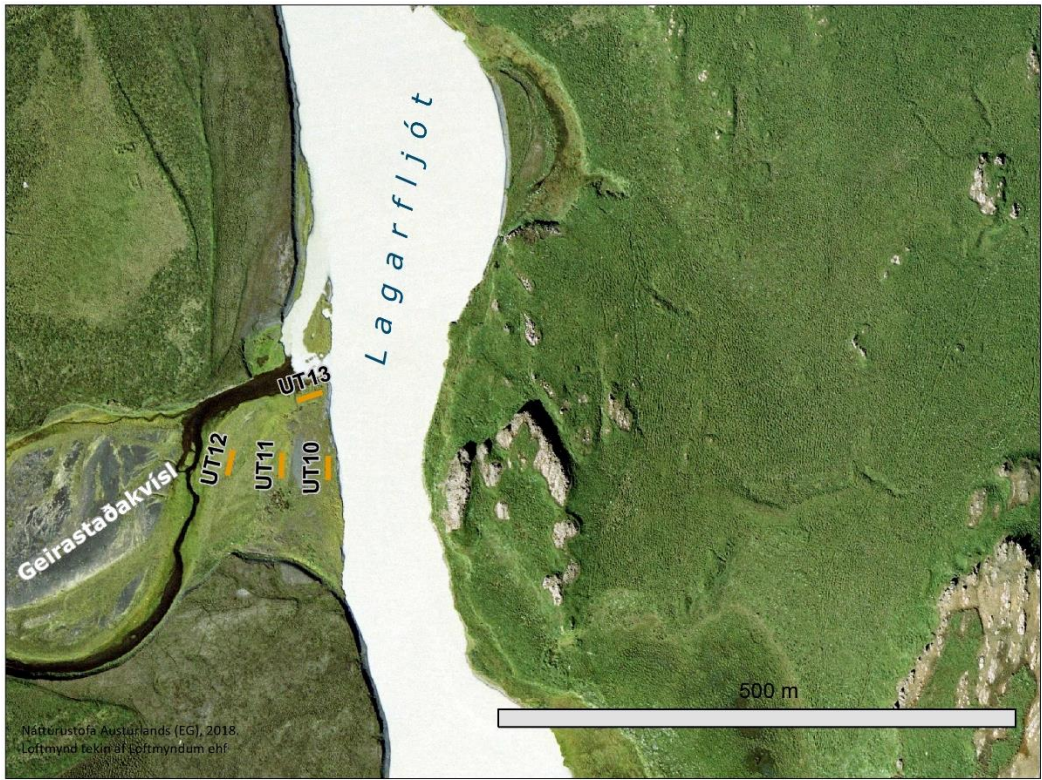
Flæður – Við Flæður eru tvö snið með sex reitum (UT4–UT6 og UT7–UT9) (4. mynd). Neðstu reitirnir á hvoru sniði UT4 og UT7 eru í mýrastararflóa, miðjureitirnir UT5 og UT8 eru í mýrastararmýri og tveir hæstu á hvoru sniði UT6 og UT9 eru í deiglendi með hrossnál og víði (2. tafla). Við framsetningu tillagna um vöktun (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005) var tekið fram að þegar hátt væri í fljótinu væri vatnsborð kílsins í beinu sambandi við fljótið. Því voru taldar líkur á að hækkun vatnsborðs af völdum Kárahnjúkavirkjunar myndi auka votlendisgróður á kostnað deiglendisgróðurs, en að áhrifin myndu væntanlega ekki vera jöfn yfir allt svæðið.

Kílamýri – Í Kílamýri norðan Lagarfljóts eru einnig tvö snið en þau liggja ekki samsíða eins og sniðin við Flæður heldur ganga þau út frá Silungakíl annað til norðurs (UT29–UT31) en hitt (UT32–UT34) nánast til austurs (4. mynd). Neðstu og blautustu reitirnir á báðum sniðum eru í mýrastararmýri og sama er að segja um miðjureitina. Efstu og þurrustu reitirnir eru í annars vegar í mýrastararmýri með víði (UT31) og graslendi með smárunnum og hrossanál (UT34) (2. tafla). Silungakíllinn opnast út í Lagarfljót og vatnsborð hans sveiflast með vatnshæð fljótsins. Því var gert ráð fyrir því að votlendisgróður myndi aukast í kjölfar virkjunar á lægstu svæðum mýrarinnar (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005). Þó var ekki talið víst að gróðurbreytingar myndu ná yfir stór svæði vegna þess hve háir sumir bakkar kílanna voru.

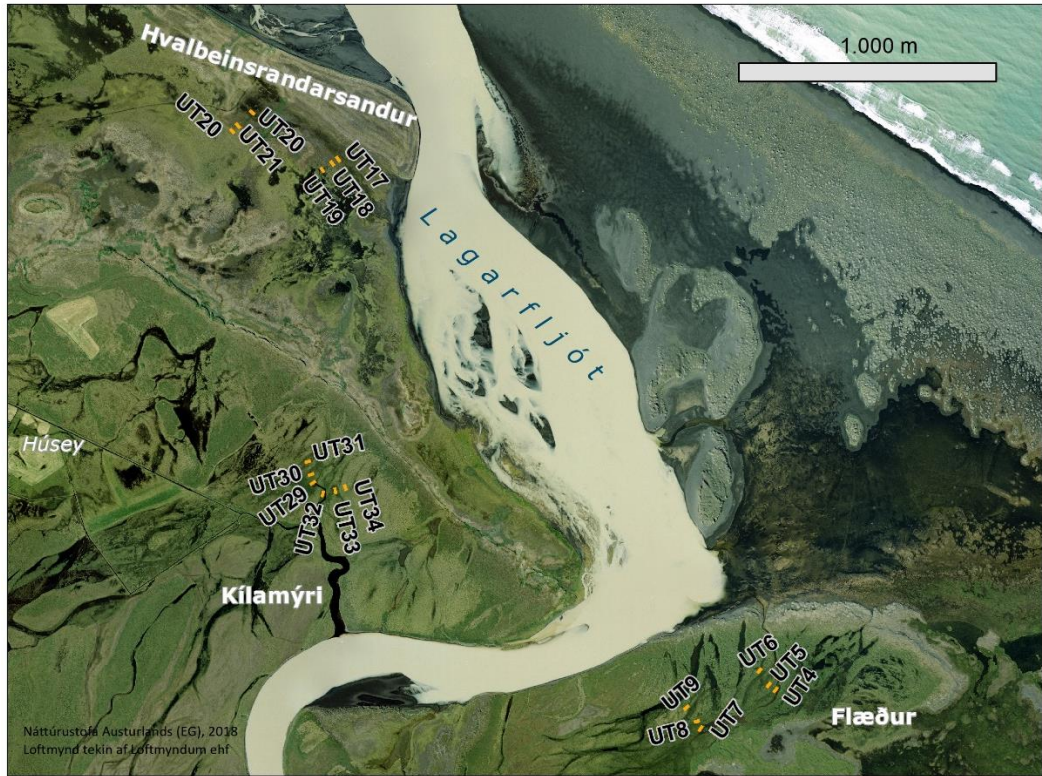
Hvalbeinsrandarsandur – Að lokum eru tvö snið (UT17–UT19 og UT20–UT22) á Hvalbeinsrandarsandi (4. mynd). Eins og staðarheitið gefur til kynna eru þeir allir á sandflesju fyrir utan UT22 sem er í landi sem er lýst sem fjalldrapa- og víðimóa (2. tafla). Sandurinn er í lægð sem hefur verið grædd upp og hefur gróður verið í nokkuð hraðri framvindu síðastliðin ár. Í flóðum hefur Lagarfljót flætt inn í lægðina og vegna þess hve lágt hún liggur var talið líklegt að hækkun í fljótinu myndi hafa áhrif á gróður hennar sem var talinn viðkvæmur vegna lítið þróaðrar rótarmottu og lítils landsnáms eiginlegra votlendis- tegunda (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005).



2. mynd. Vöktunarsvæðið Engi við Ekru við Lagarfljót og gróðurreitir. / The study sites at Lagarfljót's southmost study area by Ekra farm.



3. mynd. Vöktunarsvæðið Geirastaðkvísl við Lagarfljót og gróðurreitir. / The study sites at Lagarfljót's study area by Geirastaðkvísl-stream.



4. mynd. Nyrstu vöktunarsvæðin Flæður, Kílamýri og Hvalbeinsrandarsandur við Lagarfljót og gróðurreitir. / The study sites at Lagarfljót's northmost study area.

2. tafla. Lýsing á gróðurfari reita á fimm vöktunarsvæðum við Lagarfljót á Úthéraði (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). / Study sites by Lagarfljót river and their vegetation type.

	Snið	Reitur	Gróðurgerð
Engi við Ekru	1	UT1	Mýrastarar-gulstarmýri
	1	UT2	Mýrastarar-gulstarmýri
	1	UT3	Mýrastararmýri með fjalldrapa
Geirastaða- kvísl	1	UT10	Graslendi með smárunnum
	1	UT11	Deiglendi með hrossanál og vingli
	1	UT12	Beitilyngs, krækilyngs og bláberjalyngsmói
		UT13	Túnvingulsfitjar
Flæður og	1	UT4	Mýrastarar-gulstararfloí
Flæðakíll	1	UT5	Mýrastararmýri með víði
	1	UT6	Deiglendi með hrossanál og víði
	2	UT7	Mýrastararfloí
	2	UT8	Mýrastararmýri með fjallavíði og fjalldrapa
	2	UT9	Deiglendi með hrossanál og víði
Kílamýri	1	UT29	Mýrastararmýri
	1	UT30	Mýrastararmýri með víði
	1	UT31	Mýrastararmýri með víði
	2	UT32	Mýrastararmýri
	2	UT33	Mýrastararmýri
	2	UT34	Graslendi með smárunnum og hrossanál
Hvalbeins- randarsandur	1	UT17	Túnvinguls-skriðlíngrís-sandflesja
	1	UT18	Loðvíðis-túnvinguls-sandflesja
	1	UT19	Grávíðis-loðvíðis-melagambraflesja
	2	UT20	Túnvinguls-skriðlíngrís-sandflesja
	2	UT21	Túnvinguls-skriðlíngrís-sandflesja
	2	UT22	Fjalldrapa- og víðimói

Jökulsá á Dal

Vöktunarsvæðin við Jökulsá á Dal eru annars vegar á áreyrum vestan árinna (Laufengi) og hins vegar í gamalgrónu landi austan ár við Krókstjörn (5. mynd).

Krókstjörn – Tvö snið (sex reitir) eru við Krókstjörn (UT23–UT25 og UT26–UT28). Svæðið er ólíkt öðrum vöktunarsvæðum að því leyti að land er hæst næst ánni en lækkar þegar fjær dregur. Reitirnir sem liggja efst í landinu á syðra sniðinu (UT23 og UT24) eru í mýrastararmýri með fjalldrapa en sá lægsti (UT25) er blautari og tjarnastör áberandi (3. tafla). Á nyrðra sniðinu er reitur UT26 þurrastur en hann er í fjalldrapa- og víðimóa, miðjureiturinn (UT27) er í mýrastararmýri með fjalldrapa, en sá sem liggur neðst í landinu (UT28) er blautastur, er í mýrastararmýri á tjarnarbakka með einsleitum gróðri (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007).

Almennt var talið að áhrif Kárahnjúkavirkjunar á gróður yrðu lítil austan Jökulsár þar sem næst ánni eru víðast hvar þurrlendi en landhalli til norðausturs við Krókstjörn var talinn geta valdið því að grunnvatnsstreymi myndi minnka frá ánni inn undir gróðurlendið með lækkaðri vatnsstöðu (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005). Það myndi valda útbreiðslu þurr- og deiglendisgróðurs á kostnað votlendisgróðurs en erfitt var að spá fyrir um magn og útbreiðslu mögulegra breytinga á grunnvatnsstreymi og stærð áhrifasvæðis því óljós fyrirfram.

Laufengi – Vestan Jökulsár á Dal var lagt út eitt snið (5. mynd). Tveir austustu reitirnir (UT14 og UT15) eru á allþurrum áreyrum sem virtust vera að gróa upp sem fjalldrapa- og víðimói (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2007). Vestasti reiturinn er í mýrastararmýri með fjalldrapa og því mjög ólíkur hinum reitunum tveimur (3. tafla). Land vestan Jökulsár Dal á Úthéraði er flatt og grunnvatnsstaða sennilega að mestu háð úrkomu nema á blautasta landinu í votlendiskílum allra næst ánni, milli Hnitbjarga og Hólmatungu (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson, 2005).



5. mynd. Vöktunarsvæðin Laufengi og Krókstjörn við Jökulsá á Dal og gróðurreitir. / The study area by the river Jökulsá á Dal and study sites.

3. tafla. Lýsing á gróðurfari reita á vöktunarsvæðum við Jökulsá á Dal á Úthéraði (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). / Study sites by the river Jökulsá á Dal and their vegetation type.

	Snið	Reitur	Gróðurgerð
Krókstjörn	1	UT23	Mýrastararmýri með fjalldrapa
	1	UT24	Mýrastararmýri með fjalldrapa
	1	UT25	Mýrastararmýri með tjarnastör
	2	UT26	Fjalldrapa- og víðimói
	2	UT27	Mýrastararmýri með fjalldrapa
	2	UT28	Mýrastararmýri
Laufengi	1	UT14	Fjalldrapa- og víðimói
	1	UT15	Fjalldrapa- og víðimói
	1	UT16	Mýrastararmýri með fjalldrapa

Aðferðir

Mælingar á gróðri og jarðvegi á vöktunarsvæðunum sjö fóru fyrst fram árið 2006 (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007). Tvö svæði voru endurmæld árið 2012 og mælingar voru síðan endurteknaðar á öllum svæðum árið 2017.

Við fyrstu gróðurmælingar voru snið staðsett og þrjú reitir (25 x 4 m) lagðir niður á hvert snið sem merktir voru með tréhælum. Tréhælar voru settir niður á miðlínu við hvorn enda reits og einn hæll síðan settur í miðju reitsins. Í hvern reit voru lagðir út átta smáreitir (1 x 0,33 m) sem staðsettir voru tilviljanakennt. Hnit reita má sjá í 1. viðauka.

Í grunnrannsókninni voru allir þættir vöktunarinnar mældir (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007), fyrir utan hæð reita yfir sjávarmáli (4. tafla). Ákveðnir þættir vöktunarinnar hafa síðan verið mældir reglulega til þess að fylgjast með breytingum. Þeir umhverfisþættir sem aðeins voru mældir í upphafi voru ekki taldir breytast að ráði á rannsóknartíma.

4. tafla. Yfirlit yfir mælingar í reitum árin 2006–2017. / Factors measured in the study and years of measurement.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Þýfing	x											
Halli	x											
Jarðvegsgerð	x											
Jarðvegspykkt	x											
Kolefni, nitur og sýrustig í jarðvegi	x											
Raki jarðvegs	x											
Hæð yfir sjávarmáli									x			
Grunnvatnsstaða	x		x	x	x	x	x	x	x			x
Ummerki um beit, teðslu, rask og flóð	x			x	x	x	x	x	x			x
Gróðurþekja	x						x*					x
Hæð gróðurs	x						x*					x
Landbrot	x											x

*Mælt á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri

Þættir vöktunar sem einungis voru mældir í upphafi

Þýfing hvers reits var mæld með því að strengja snúru eftir honum endilöngum og u.þ.b. 2 m út fyrir hann til beggja enda og taka hana síðan niður á þremur stöðum með um 6,25 m millibili þannig að hún snerti hæstu þúfnakolla. Þannig voru búin til alls fjögur bil í hverjum reit þar sem þúfnahæð reits var síðan ákvörðuð með því að mæla frá snúru í dýpstu lægð á milli þúfna á hverju bili og taka meðaltal mælinga allra bila, líkt og gert var við gróðurrannsóknir á Auðkúluheiði (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon, 1992).

Halli reita var mældur með einföldum hallamæli og hallastefna ákvörðuð með áttavita. Við skráningu á hallastefnu var áttum skipt í *N*, *NA*, *A*, *SA*, *S*, *SV*, *V* og *NV* en *O* skráð ef halli var enginn.

Jarðvegsgerð var metin í hverjum smáreit og flokkuð samkvæmt aðferðum sem notaðar voru við flokkun lands í vistgerðir (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Þeir flokkar sem komu fyrir í reitum rannsóknarinnar eru taldir upp í 5. töflu ásamt lýsingu á hverjum flokki.

5. tafla. Jarðvegsgerðir á rannsóknarsvæðinu og lýsing hvorrar gerðar. / Soil types found in the research area.

Jarðvegsgerð	Lýsing
Lífræn jörð	Votlendisjarðvegur þar sem lífræn efni ráða eiginleikum jarðvegs, kolefnisinnihald >12% en getur þó verið mun lægra eða allt niður í 6–8%
Áfoksjörð	Brúnn þurrlendisjarðvegur, nær yfir stóran hluta jarðvegs í mólendi og vallendi, heldur miklu vatni
Eyrarjörð	Kolefnisrýr, fremur grófkorna jarðvegur, efni er að mestu aðflutt með vatni
Sandjörð	Kolefnisrýr sandjarðvegur, oftast á þurrlendi, sandlag á yfirborði >12 cm þykkt Sandjörð tilheyrir einnig sendnir melar, þ.e. melar með >12 cm þykku sandlagi undir yfirborði, svo og vikrar þar sem kornastærð er að uppistöðu <2 mm

Jarðvegspykkt var mæld í hverjum smáreit með því að reka járnstein í miðju hans uns komið var niður á þétt eða fast undirlag. Með teininum var þó ekki unnt að mæla meiri þykkt en 110 cm.

Kolefni, nitur og sýrustig í jarðvegi var mælt í jarðvegssýnum sem tekin voru í hverjum reit. Sýni voru tekin með 5,2 cm víðum jarðvegsbor úr efstu 10 cm jarðvegsins við 1., 3., 6. og 8. smáreit hvers reits. Sýnum hvers smáreits var síðan slegið saman í eitt samsýni (*e. composite sample*) sem sett var í bréfpoka og þurrkað við herbergishita. Fyrir efnagreiningu voru jarðvegssýni sigtuð í gegnum sigti með 2 mm möskvastærð og að því loknu geymd í lokuðum plastdósum fram til efnagreiningar. Kolefni og

nitur var mælt í kolefnis- og niturmælitæki (*Elementar Vario MAX CN*). Sýrustig var mælt með sýrustigsmæli með glerelektróðu. Fyrir sýrustigsmælingu voru sýni bleytt upp með eimuðu vatni (hlutfall 1:1), þau hrist og látin standa í 2–4 klst. Hluti af hverju sýni var þurrkaður við 100–102°C í einn sólarhring til þess að ákvarða magn þurrefnis.

Raki í jarðvegi var metinn í hverjum smáreit með hjálp flokka sem taldir eru upp í 6. töflu.

6. tafla. Flokkar fyrir mat á raka í jarðvegi. / Categories for estimating the quantity of soil moisture at the study sites.

Jarðvegsflokkar	Lýsing
Flói	Blautasta landið, þar er vatnsstaða yfirleitt há þannig að víða sér í opið vatn, um er að ræða staði þar sem gróður og önnur ummerki benda til hárrar vatnsstöðu, s.s. í flóum, pollum, við smátjarnir, lækjarsytrur og smálæki og vatn fyllir rými sem er á milli jarðvegskorna
Mýri	Land þar sem allajafna sést ekki í vatn á yfirborði en vatn er þó yfirleitt ekki langt undir því, jarðvegur er oftast blautur og vatn fyllir að miklum hluta rýmið milli jarðvegskorna
Deigt land	Millistig milli þess sem kallast blautt og þurrt, grunnvatn liggur yfirleitt nokkuð undir yfirborði, jarðvegur er deigur viðkomu og vatn fyllir aðeins að nokkru leyti það holrúm sem er á milli jarðvegskorna
Þurrt land	Land þar sem grunnvatn liggur að jafnaði talsvert undir yfirborði, efstu lög jarðvegsins eru í litlu sambandi við grunnvatn og jarðvegur er hvorki blautur né deigur viðkomu

Þættir vöktunar sem mældir voru reglulega

Grunnvatnsstaða í hverjum reit var mæld um miðjan ágúst árið 2006, í byrjun október árið 2008, í seinni hluta september árin 2009–2014 og um miðjan ágúst 2017. Til þess að mæla grunnvatnsstöðu var grafin 7 cm víð hola niður fyrir grunnvatnsborð í lægstu laut innan 1 m fjarlægðar frá miðju reits og sett í hana 7 cm vítt götött „polypropylene“ plaströr. Grunnvatnsstaðan var síðan mæld með því að mæla hversu djúpt var á vatnið í rörinu.

Ummerki um beit, teðslu og rask voru metin í hverjum reit á sama tíma og grunnvatnsstaða var mæld (fyrir utan árið 2008 þegar ummerkin voru ekki metin). Ummerkin voru flokkuð í fjóra flokka; engin, nokkur, veruleg og mikil. Nánari skýringar á mati á ummerkjum beitar, teðslu og rasks má sjá í 7. töflu. Auk þess var skráð hvort **flóðför** og/eða **flóðaleir** væri til staðar inni í reit en þar sem erfitt reyndist að meta þau ummerki og tengja við gróður voru þær upplýsingar ekki notaðar við úrvinnslu gagna.

7. tafla. Flokkar ummerkja um beit, teðslu og rask sem notaðir voru í rannsókninni, auk lýsingar á hverjum flokki. / Categories for estimating the level of grazing, quantity of manure and disturbance at the study sites.

	Engin	Nokkur	Veruleg	Mikil
Beit	Ekkert eða nánast ekkert bitið í reit - nánast ekkert af gróðri fjarlæggt	Bitið á nokkrum stöðum en lítið fjarlæggt	Bitið þannig að verulegur hluti ársvaxtar hefur verið fjarlægður	Ummerki í nánast öllum reitnum og meiri hluti ársvaxtar fjarlægður
Teðsla	Engin eða nánast engin teðsla í reit	Ein kúaklessa eða mótsvarandi magn af öðrum skít í reit	Tvær til fjórar kúaklessur eða mótsvarandi magn af öðrum skít í reit	Fimm eða fleiri kúaklessur eða mótsvarandi magn af öðrum skít í reit
Rask	Nánast ekkert traðk og/eða rót (gæsabor) sjáanlegt í reit	Traðk og/eða rót á örfáum stöðum í reit	Traðk og/eða rót víða í reit en gróðurþekja að miklu leyti heil	Yfirborð mikið traðkað og/eða upprótað af fiðurfé

Gróðurþekja í smáreitum var mæld á öllum vöktunarsvæðum dagana 9.–22. ágúst 2006, 14.–18. og 21.–22. ágúst 2017 og á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamáryri dagana 24.–25. júlí 2012. Hlutfallsleg heildargróðurþekja, þekja háplantna, mosa og fléttna var metin sjónrænt. Þá var einnig metin hlutfallsleg þekja allra háplöntutegunda, þekja lífrænar jarðvegsskánar, barnamosa (*Sphagnum sp.*), mela-, hraun- og hærugambra (*Racomitrium ericoides*, *R. lanuginosum*, *R. canescens*), breyskjufléttna

(*Stereocaulon* sp.), kræðufléttna (*Cetraria/Cetrariella* sp.) og engjaskófa (*Peltigera* sp.). Heildargróðurþekja var metin í hundraðshlutum (prósentum) en við þekjumatið var annars notaður þekjukvarði Braun-Blanquet (Goldsmith og Harrisson, 1976) (8. tafla). Allar viðbótartegundir háplantna sem fundust utan smáreita voru einnig skráðar. Tegundaheiti íslenskra háplantna miðuðust við Plöntuhandbók Harðar Kristinssonar (2010).

8. tafla. Braun-Blanquet kvarði sem var notaður við þekjumælingar. / Braun-Blanquet cover scale was used for vegetation assessments.

Kvarði	Þekjubil (%)	Miðgildi þekjubils (%)
•	0–0,5	0,25
+	0,5–1	0,75
1	1–5	3
2	5–25	15
3	25–50	37,5
4	50–75	62,5
5	75–100	87,5

Hæð gróðurs í öllum fjórum hornum hvers smáreits var mæld á sama tíma og gróðurþekjumat í þeim fór fram. Auk þess var mesta hæð allra víðitegunda fyrir utan grasvíði mæld í hverjum smáreit. Við mat á gróðurhæð var ekki miðað við allra hæstu strá heldur hæð hæstu blaða eða sprota.

Landbrot var mælt á tveimur stöðum (UT1 og UT10) árin 2006 og 2017, á sömu tímum og aðrar mælingar í þeim reitum. Mælingar á landbroti voru gerðar með því að mæla fjarlægð frá miðlínu reits að fljótsbakka á sex stöðum við 0, 5, 10, 15, 20 og 25 m.

Aðrir þættir rannsóknar

Hæð reita yfir sjávarmáli var mæld dagana 24. og 25. september árið 2014. Upplýsingar um hæðarmælingar voru fengnar frá Landsvirkjun (Landsvirkjun, 2014). Mælingarnar voru gerðar við vatns-hæðarmælirör, u.þ.b. í miðjum reitunum.

Yfirlitsmyndir voru teknar af öllum reitum sem mældir voru árin 2006, 2012 og 2017 og voru myndirnar teknar frá sitt hvorum enda reitanna, 6 m frá jaðri þeirra. Þá voru einnig teknar ljósmyndir af fyrsta og síðasta smáreit í hverjum reit.

Árið 2006 voru reitir merktir með þremur tréhælum, einn við upphaf reits, einn í miðjum reit og einn við enda reits. Í vettvangsferðum síðan þá hefur brotnum tréhælum verið skipt út fyrir nýja tréhæla eftir þörfum.

Úrvinnsla

Vatnshæðarmælingar Landsvirkjunar

Landsvirkjun veitti aðgang að gögnum frá vatnsborðsstöðvum sem Veðurstofa Íslands hefur rekið í Lagarfljóti og Jökulsá á Dal og grunnvatnssniðum sem liggja út frá fljótunum. Upplýsingarnar voru fengnar úr Wiski gagnagrunni Landsvirkjunar (Landsvirkjun, 2018b). Vatnsborðsstöðin í Lagarfljóti (mælir V434) er við Hól, þar sem fljótið bugðast til vesturs milli Geirastaðakvísar og Kílamýrar, en stöðin í Jökulsá (mælir V427) er skammt suður af Krókstjörn í landi Húseyjar (6. mynd). Mælingar í vatnsborðsstöðinni í Jökulsá hófust árið 2000 og vatnshæð var mæld sjálfvirkt á klukkutíma fresti til loka september 2013 þegar ákveðið var að hætta mælingum vegna þess að breytilegt var hvar áin valdi sér farveg og mælistöðin því ekki líkleg til að gera vatnsborði skil (Egill Axelsson, munnleg heimild 4.

desember 2018). Mælingar í vatnsborðsstöðinni í Lagarfljóti hófust árið 2003 og stóðu enn yfir þegar þetta var ritað (ágúst 2018). Samband vatnshæðarmælinga í fljótunum og grunnvatnsstöðumælinga í reitum var kannað með línulegri aðhvarfsgreiningu. Samband var aðeins kannað fyrir þá daga sem vatnsstaða var mæld í reitum (árin 2006, 2008–2014 og 2017) og tekið skal fram að gagnasafnið var aðeins minna fyrir Jökulsá á Dal þar sem mælingar með mæli V427 ná aðeins fram til ársins 2013.

Grunnvatnssnið voru lögð þvert á fljótin tvö, sniðið við Lagarfljót (holur LAG1–LAG4) við vatnsborðsstöð fljótsins og sniðið við Jökulsá (holur DAL1–DAL7) rétt fyrir norðan hana (6. mynd). Landeigendur mældu reglulega handvirkt vatnsstöðu í öllum grunnvatnsholum (9. tafla) en auk þess var stafrænum skráningartækjum komið fyrir í holum LAG3 (2010–2013), LAG4 (2003–2010) og DAL5 (2003–2013) sem mældu á klukkutíma fresti. Stafrænum mælingum í þessum grunnvatnsholum var hætt árið 2013 vegna þess að vatnsborðsbreytingar í þeim réðust af úrkomu og leysingum (Egill Axelsson, munnleg heimild 4. desember 2018). Hlé var gert á handvirkum mælingum eftir árið 2011 en síðan var mælt aftur árin 2015–2016. Punktælingar úr grunnvatnsholum endurspeglar reyndar ekki alltaf hæstu og lægstu vatnshæð né gefa endilega rétt meðaltal (Egill Axelsson, munnleg heimild 6. júlí 2018). Þess vegna er nauðsynlegt að taka mið af vatnavöxtum og umhverfisþáttum við úrvinnslu mælinganna. Það var gert í skýrslu Egils Axelssonar um áhrif Kárahnjúkavirkjunar á vatnsborð og grunnvatn á láglandi á Héraði (2012) þar sem gildi frá því fyrir og eftir gangsetningu virkjunar eru borin saman. Aðlöguð gildi úr skýrslu Egils voru notuð í þessari rannsókn.

Frá 2013 hefur grunnvatnsstaða einnig verið mæld í fjórum grunnvatnsholum á Hvalbeinsrandarsandi (Egill Axelsson, 2015). Holurnar eru staðsettar á línu sem liggur þvert á gróðursniðin tvö á sandinum, frá bökkum Lagarfljóts í suðaustri (HUS1) að sniði 1 (HUS2), milli sniða 1 og 2 (HUS3) og örlítið framhjá sniði 2 (HUS4). Í öllum holunum hefur grunnvatnsstaða verið mæld handvirkt (9. tafla). Frá árinu 2014 hefur grunnvatnsstaða í HUS1 einnig verið mæld á klukkutíma fresti með stafrænu skráningartæki. Landsvirkjun veitti einnig aðgang að gögnum frá þessum mælingum árin 2013–2016 en þegar þetta er ritað (ágúst 2018) voru gögn frá 2016 óyfirfarin og ætti að taka með fyrirvara.

9. tafla. Yfirlit yfir vatnsstöðumælingar í grunnvatnsholum við Jökulsá á Dal, Lagarfljót og í landi Húseyjar á árunum 2000–2016. / Months of each year that water level measurements were carried out besides the river Jökulsá á Dal, river Lagarfljót and at the Húseyjar-farm land.

Grunnvatnsholur við Jökulsá á Dal (DAL1–DAL7)		Grunnvatnsholur við Lagarfljót (LAG1–LAG4)		Grunnvatnsholur í landi Húseyjar (HUS1–HUS4)	
Ár	Mánuðir mælinga	Ár	Mánuðir mælinga	Ár	Mánuðir mælinga
2000	júl–des	2000	júl–des	2013	sep–des
2001	jan–des	2001	jan–des	2014	apr–maí/júl og sep–des
2002	jan–mar	2002	jan–mar	2015	apr–nóv
2003	feb	2004	apr	2016	maí–nóv
2004	apr	2005	ágú–nóv		
2005	ágú–okt/nóv	2006	ágú–sep/okt		
2006	ágú–sep	2009	júl–okt		
2009	júl–okt	2010	jún–sep/okt		
2010	jún–sep/okt	2011	maí/jún–ágú/sep		
2011	jún–ágú/sep*	2015	apr/jún–nóv		
2015	jún–nóv	2016	maí–nóv		
2016	maí–nóv				

* Í DAL1 var ekki mælt eftir árið 2011 því landbrot eyðilagði holuna.



2018, Elin Guðmundsdóttir.
Byggt á IS50v frá Landmælingum Íslands (2013, 2017).

- Mælistöðvar fyrir vatnshæð
- Mælistöðvar fyrir grunnvatnsstöðu

6. mynd. Mælistöðvar Landsvirkjunar fyrir vatnshæð og grunnvatnsstöðu. / Water level monitoring sites.

Gróður

Þekja einstakra háplöntutegunda, mosa og fléttna í hverjum smáreit var áætluð út frá miðgildi þekjubils (8. tafla). Þær tölur voru síðan notaðar til að reikna meðalþekju tegunda og tegundahópa í hverjum reit. Hver mælieining náði því yfir alla smáreiti í hverjum reit (samtsals 2,64 m² svæði). Við úrvinnslu var byggt á þekju einstakra háplöntutegunda í reitum en eftirfarandi tegundahópar voru auk þess meðhöndlaðir eins og tegundir: lífræn jarðvegsskán, barnamosi, melagambri, breyskjufléttur, kræðufléttur og engjaskófir. Fyndist háplöntutegund eingöngu utan smáreita var þekja hennar látin jafngilda því að hún kæmi fyrir í einum smáreit með minnstu þekju, þ.e. 0,25/8 sem er 0,03% þekja. Fyrir hvern reit var heildarfjöldi háplöntutegunda og meðalhæð gróðurs einnig reiknuð. Dýpt á grunnvatn var fundin með því að draga 10 cm (hæð rörs yfir yfirborð) frá mældri vatnsstöðu og bæta við hálfri þúfnahæð við þá tölu. Með þessu móti er nokkun veginn miðað við meðalhæð lands því rörin voru sett í laut milli þúfna í miðjum reit. Þar sem grunnvatnsstaða er háð tíðarfari og tíma árs var fyrir hvern reit fundið miðgildi allra mælinga sem gerðar hafa verið árin 2006–2017.

Gróðurfarslegur skyldleiki milli reita og ára var kannaður og samband milli gróðurs og umhverfisþátta skoðað. Gróðurgögn úr einstökum reitum voru borin saman með flokkun (e. classification) og DCA hnitunargreiningu (e. ordination). Við flokkunina var notað forritið TWINSpan, útgáfa 2.3, notað (Hill & Šmilauer, 2005). Í báðum tilvikum var byggt á meðalþekju einstakra háplöntutegunda í reitum, þekju lífrænar jarðvegsskánar, barnamosa (*Sphagnum* sp.), mela-, hraun- og hærugambra (*Racomitrium ericoides*, *R. lanuginosum*, *R. canescens*), breyskjufléttna (*Stereocaulon* sp.), kræðufléttna (*Cetraria/Cetrariella* sp.) og engjaskófa (*Peltigera* sp.). Í flokkuninni voru notuð voru skurðgildin 0, 2, 5, 10 og 20 en að öðru leyti voru notaðar sjálfgefna stillingar forritsins. Við hnitunargreiningu var forritið CANOCO notað, útgáfa 5.1 (ter Braak, 2013). Eftirfarandi umhverfisþættir voru skoðaðir: Staða grunnvatns í reit (miðgildi mælinga 2006–2017), hæð reits yfir sjó, kolefni í jarðvegi, sýrustig í jarðvegi, þúfnahæð, fjöldi háplantna í reit, hæð gróðurs, heildarþekja gróðurs, háplöntuþekja, mosaþekja, fléttuþekja og þekja lífrænnar jarðvegsskánar.

Meðalhæð gróðurs fyrir hvern reit var reiknuð og meðalhæð víðitegunda fyrir hvern reit var reiknuð með því að taka meðaltal af hæð þeirra í þeim smáreitum sem þær fundust. Munur á hæð gróðurs milli ára og reita kannaður með tvíhliða fervikagreiningu. Við fervikagreininguna var notað forritið R, útgáfa 3.2.2 (R Core Team, 2015) í viðmóti *RStudio* (RStudio Team, 2016). Í öllum tölfræðiprófum var miðað við 95% marktæknimörk ($p=0,05$).

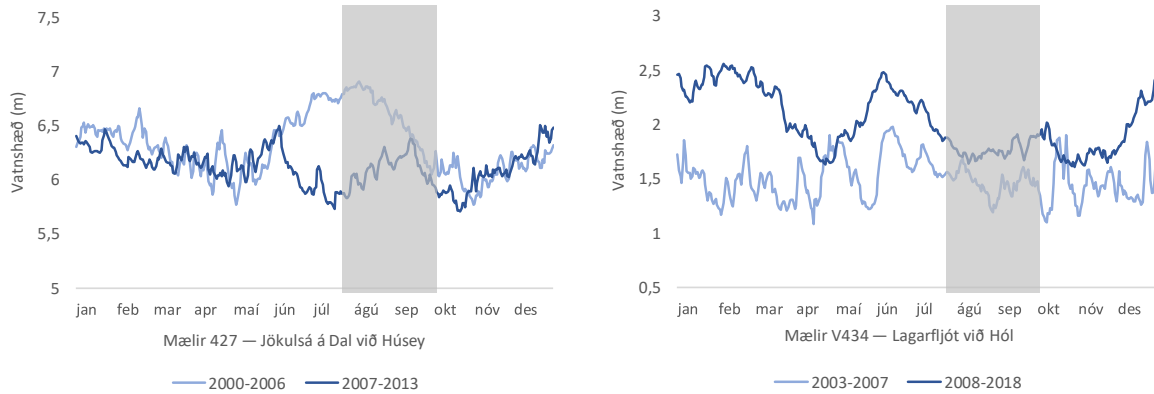
Niðurstöður

Vatnshæð í Lagarfljóti og Jökulsá á Dal og grunnvatnsstaða

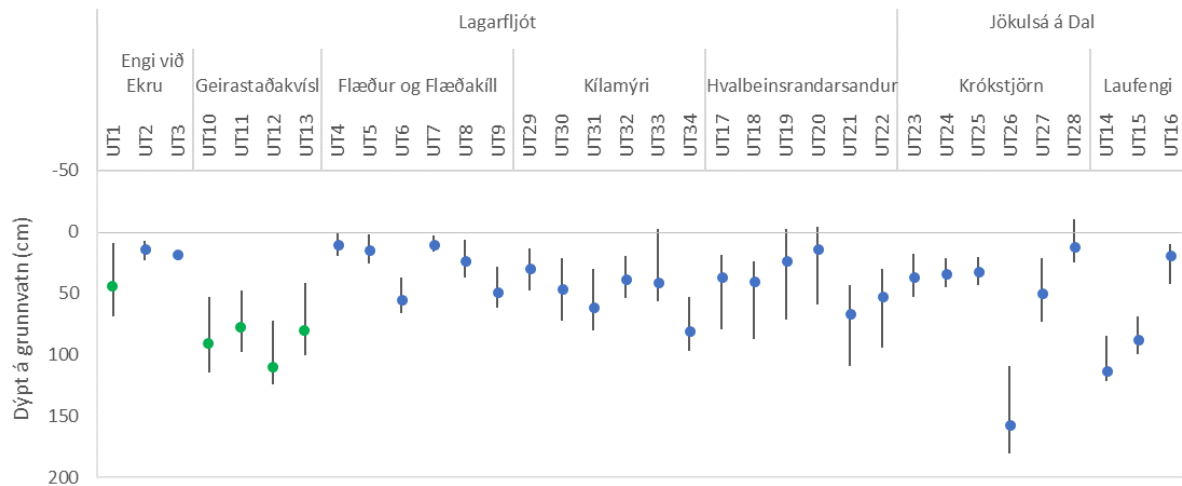
Niðurstöður mælinga Landsvirkjunar á vatnshæð í og grunnvatnsstöðu við Lagarfljót og Jökulsá á Dal eru settar fram í skýrslum og minnisblöðum Egils Axelssonar (2008; 2012; 2015; 2017a; 2017b) en þeim verður einnig að nokkru gerð skil hér. Niðurstöður handvirkra mælinga í grunnvatnsholum árin 2015–2016 voru í samræmi við niðurstöður árána 2009–2011 (Egill Axelsson, 2017a).

Mælingar frá vatnsborðsstöðum sýna að vatnsborð Lagarfljóts (við Hól) var að meðaltali 0,53 m hærra eftir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar en áður (7. mynd). Helstu breytingar á meðalvatnshæð Jökulsár á Dal (við Húsey) eftir tilkomu virkjunar voru þær að vatnsborð reis ekki yfir sumarmánuðina eins og áður (7. mynd). Eftir virkjun var því mestan munur að sjá á vatnshæð yfir sumarið, vatnshæð á tímabilinu júní til ágúst var að meðaltali 0,66 m lægri eftir virkjun en fyrir virkjun, en vatnshæð aðra mánuði ársins var

svipuð og fyrir virkjun (0,06 m lægri eftir virkjun). Marktækt samband fannst á milli grunnvatnsstöðumælinga í reitum UT1 og UT10–UT13 og vatnshæðarmælinga í mæli V434 í Lagarfljóti ($p < 0,05$) þar sem grunnvatnsstaða í reitum hækkaði með aukinni vatnshæð (8. mynd).



7. mynd. Meðalvatnshæð Jökulsár á Dal (t.v.) og Lagarfljóts við Hól (t.h.) fyrir og eftir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar. Tímabil vatnsstöðumælinga í reitum árin 2006–2017 er litað með gráu (frá 24. júlí til 3. október). Ártölin við skiptingu í fyrir og eftir virkjun eru ekki þau sömu fyrir bæði fljótin. Fyrir Lagarfljót er miðað við 30. nóv 2007 þegar byrjað var að veita vatni úr Háslóni yfir í Fljótsdal en fyrir Jökulsá á Dal er miðað við 28. sep 2006 þegar lokað var fyrir náttúrulegt rennsli árinna við Kárahnjúka (Egill Axelsson, 2012). Gögn voru fengin frá Landsvirkjun (Landsvirkjun, 2018b). / Mean water level of the river Jökulsá á Dal (left) and river Lagarfljót (right) before and after Kárahnjúkavirkjun. The periods when water level measurements were carried out at the study sites is colored gray (July 24st–October 3rd). In Lagarfljót the before-and-after changing point is November 30th, 2007 but in Jökulsá á Dal it is September 28th, 2006.



8. mynd. Dýpt á grunnvatn í rannsóknarreitum á Úthéraði 2006 (sumar), 2008–2014 (haust) og 2017 (sumar). Sýnt er miðgildi þessara níu mælinga og hámark og lágmark þeirra í hverjum reit. Samband milli vatnshæðar í Lagarfljóti (V434)/Jökulsá á Dal (V427) og grunnvatnsstöðu í reitum við Lagarfljót/Jökulsá á Dal var reiknað með aðhvarfsgreiningu og niðurstöður táknaðar með grænum ($p < 0,05$) og bláum lit ($p > 0,05$). / Median groundwater level at the vegetation study sites (min and max are showed with black lines). Correlation between the two rivers' water level and adjacent study sites' groundwater level was calculated with linear regression and results represented in green ($p < 0,05$) and blue ($p > 0,05$).

Mælingar á stöðu grunnvatns á grunnvatnssniðum Landsvirkjunar sem liggja sitt hvorum megin fljótanna tveggja sýna hversu langt út frá fljótunum áhrif vatnshæðar þeirra ná (6. mynd á bls. 14). Grunnvatnsholur LAG1–LAG4 eru staðsettar við Hól og liggja á sniði út frá vatnshæðarmæli V434 til vesturs og austurs. Grunnvatnshola LAG1 er rétt vestan við Lagarfljót, vatnsstaða hennar fylgir vatnshæð í fljótinu náíð og hefur hækkað um 0,66 m að meðaltali síðan fyrir virkjun. Í holu LAG2, sem er um 400 m vestan við fljótið, var vatnsstaða að meðaltali 0,1 m hærri en fyrir virkjun. Fyrir austan fljót ná áhrifin lengra, náíð samband er milli vatnshæðar og grunnvatnsstöðu í holu LAG3 sem er í um 350 m fjarlægð frá Lagarfljóti en í holu LAG4, sem er í yfir tveggja kílómetra fjarlægð frá fljótinu, eru áhrifin engin og vatnsstaða háð úrkomu.

Grunnvatnsholur DAL1–DAL7 eru staðsettar við Húsey og liggja á sniði frá bökkum fljóts til vesturs (DAL1–DAL5) og austurs (DAL6–DAL7), rétt norðan við vatnshæðarmæli V427. Grunnvatnshola DAL1 liggur rétt vestan við vestari ál Jökulsár á Dal og DAL4 er í rúmlega 700 m fjarlægð frá honum. Grunnvatnsstaða í DAL1–DAL4 fylgir vatnshæð árinna og hefur lækkað um 0,30–0,35 m að meðaltali síðan fyrir virkjun. Í holu DAL5, sem er í yfir tveggja kílómetra fjarlægð frá vestari álnum, eru áhrifin engin. Grunnvatnshola DAL6 liggur rétt austan við meginál Jökulsár en þar sem jarðvegur þeim megin er þéttur eru lítil tengsl milli vatnshæðar í ánni og grunnvatnsstöðu sem er að meðaltali 0,1 m lægri en fyrir virkjun. Þegar komið er um 250 m í austur frá meginálnum, þar sem hola DAL7 liggur, er grunnvatnsstaða alveg óháð vatnshæð árinna.

Niðurstöður grunnvatnsmælinga í landi Húseyjar gáfu til kynna að hola HUS1 endurspegli líklegast vatnsborðsbreytingar í Lagarfljóti. Vatnsstaða þar lækkaði snögglega um 0,4 m eftir að ósinn út í Héraðsflóa, sem hafði verið að færast norður, var færður til baka rúmlega 3 km til suðausturs í júní 2014. Með því var leið Lagarfljóts til sjávar greikkuð en það var gert í kjölfar vatnavaxta í fljótinu þá fyrr um árið sem ollu flóði á Hvalbeinsrandarsandi (Egill Axelsson, 2015).

Eiginleikar lands og jarðvegs

Gögn sem fengust við mælingar hinna ýmsu umhverfisþátta í reitunum gefa nákvæmar upplýsingar um umhverfisaðstæður og sýna breytileika reita (10. tafla). Allir reitirnir eru í minna en átta metra hæð yfir sjávarmáli, reitir við Flæður og Flæðakíl, í Kílamýri og á Hvalbeinsrandarsandi liggja lægst í um 2 m h.y.s. en reitirnir við Jökulsá á Dal eru allir í um eða yfir 6 m h.y.s. Reitirnir eru langflestir á sléttu eða hallalitlu landi fyrir utan reit UT3 sem liggur í brekkurótum. Þúfnahæð er frá 4–29 cm, að meðaltali lægst á Hvalbeinsrandarsandi en hæst á Engi við Ekru (10. tafla).

Eiginleikar jarðvegs voru mældir árið 2006, í flestum tilvikum mældust þeir svipaðir milli reita hvers sniðs en nokkurn breytileika var að sjá milli svæða, bæði í jarðvegsgerð og þykkt. Kolefni í jarðvegi var um eða undir 1% á Hvalbeinsrandarsandi en fór hæst í tæplega 20% í reit UT1 á Engi við Ekru (10. tafla). Þar mældist magn niturs einnig mest (0,9%) en það var lægra en 0,5% í langflestum reitum. Hlutfall kolefnis og niturs var á bilinu 5–31, lægst á Hvalbeinsrandarsandi þar sem sýrustig mældist hæst, en sýrustig í reitum var á bilinu pH 5,2–7,5 (10. tafla).

10. tafla. Niðurstöður hæðarmælinga frá 2014 (Landsvirkjun, 2014) og mælinga á ýmsum umhverfisþáttum frá 2006 (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007) í hverjum reit. / Results of measurements of various environmental factors conducted at the study sites.

	Snið	Reitur	Hæð yfir sjó (m)	Halli (°) og stefna	Jarðvegs-gerð*	Jarðvegs-bykkt (cm)	Jarðvegs-raki**	Þúfna-hæð (cm)	Kolefnis-magn (%)	Nitúr-magn (%)	C/N	pH
Lagarfljót												
Engi við Ekru	1	UT1	4,0	1 V	L	>110	M	17	19,5	0,9	23	6,1
	1	UT2	4,2	0 0	L	>110	M	21	4,0	0,2	17	5,2
	1	UT3	5,3	8 NV	L	74	M	26	9,5	0,4	21	5,5
Geirastaða-kvísl	1	UT10	4,1	2 A	E	5	Þ	14	0,4	0,0	10	6,7
	1	UT11	4,1	1 N	SA	36	Þ	10	0,8	0,1	14	6,8
	1	UT12	4,5	1 NA	A	15	Þ	8	2,3	0,1	16	6,6
		UT13	4,0	2 N	AS	33	Þ	7	0,6	0,1	13	6,5
Flæður og Flæðakíll	1	UT4	1,9	0 0	L	>110	F	11	5,8	0,3	18	5,9
	1	UT5	1,9	1 A	LS	89	DM	18	2,3	0,1	18	6,0
	1	UT6	2,3	1 0	S	93	DÞ	22	1,0	0,0	22	6,0
	2	UT7	1,9	1 SA	L	84	F	9	15,9	0,7	24	5,3
	2	UT8	2,0	0 0	LS	58	D	14	4,1	0,2	18	6,1
	UT9	2,2	0 0	SL	59	DÞ	16	1,8	0,1	17	6,2	
Kílamýri	1	UT29	1,9	3 SA	L	97	M	9	4,1	0,3	16	5,3
	1	UT30	2,1	1 SA	L	68	D	11	4,0	0,3	16	6,0
	1	UT31	2,2	0 0	L	66	DÞ	13	2,7	0,2	14	5,9
	2	UT32	1,9	0 0	L	81	M	4	4,5	0,3	16	6,0
	2	UT33	1,9	0 0	L	83	DM	10	3,6	0,3	14	5,9
	2	UT34	2,3	1 SA	A	91	Þ	15	2,2	0,1	17	6,4
Hvalbeins-randar-sandur	1	UT17	1,8	1 N	S	>110	D	5	0,1	0,0	6	7,4
	1	UT18	1,9	1 N	S	>110	Þ	6	0,1	0,0	8	7,0
	1	UT19	1,8	1 NV	S	>110	D	8	0,9	0,1	16	6,3
	2	UT20	1,7	0 0	S	58	D	6	0,1	0,0	5	7,5
	2	UT21	2,2	1 S	S	68	Þ	10	0,2	0,0	9	7,0
	2	UT22	2,1	1 S	S	59	Þ	8	1,1	0,1	18	6,4
Jökulsá á Dal												
Krókstjörn	1	UT23	6,4	1 NA	L	>110	M	18	4,1	0,2	28	6,2
	1	UT24	6,5	1 NA	L	>110	M	15	6,3	0,2	31	6,0
	1	UT25	6,3	0 0	L	>110	M	25	10,9	0,4	31	5,9
	2	UT26	7,3	2 A	A	>110	Þ	16	2,0	0,1	23	6,6
	2	UT27	6,5	2 A	LA	>110	D	21	4,0	0,2	26	6,2
	2	UT28	6,1	1 SA	L	>110	M	8	7,4	0,3	25	5,4
Laufengi	1	UT14	6,2	1 V	A	60	Þ	10	0,5	0,0	14	6,9
	1	UT15	6,2	1 NV	AS	31	Þ	8	0,8	0,0	18	6,9
	1	UT16	6,5	0 0	L	54	M	29	14,4	0,6	25	6,2

*L=lífræn jörð, Á=áfoksjörð, E=eyrarjörð, S=sandjörð

**F=Flói, M=Mýri, D=Deigt land, Þ=Þurr land

Gróðurþekja, beit og landbrot

Reitir rannsóknarsvæðisins voru flestir vel grónir, árið 2017 var gróðurþekja 100% í um 75% reitanna en lægst fór hún í 60% í reit UT17 (11. tafla). Þekja gróðurs í neðstu reitunum á Hvalbeinsrandarsandi (UT17–UT18 og UT20–UT21) jókst verulega milli athugunarára þar sem hún var 9–69% árið 2006 en 60–98% árið 2017 og munaði þar mest um lífræna jarðvegsskán sem hafði aukist verulega. Þekja háplantna og mosa var í langflestum tilvikum meginhluti gróðurþekjunnar, árið 2017 voru neðri reitir Hvalbeinsrandarsands þeir einu á rannsóknarsvæðinu þar sem þekja lífrænar jarðvegsskánar var meira áberandi. Á flestum öðrum vöktunarsvæðum þöktu háplöntur og mosi hvor um sig meira en 50% yfirborðs. Fléttur fundust í u.þ.b helmingi reitanna bæði árin en þekja þeirra var í öllum tilvikum um eða undir 5%. Mest var um lífræna jarðvegsskán á Hvalbeinsrandarsandi og jókst þekja hennar þar í flestum tilvikum milli ára, mest úr 0,8% árið 2006 upp í 58% árið 2017 í reit UT18 (11. tafla).

11. tafla. Þekja alls gróðurs og þekja háplantna, mosa, fléttna og lífrænnar jarðvegsskánar á vöktunarsvæðunum sjö á Úthéraði árin 2006 og 2017. / Total vegetation cover and the cover of vascular plants, mosses, lichens and biological soil crust at the study sites in 2006 and 2017.

	Snið	Reitur	Heildargróður- þekja (%)		Háplöntuþekja (%)		Mosaþekja (%)		Fléttuþekja (%)		Þekja jarðvegs- skánar (%)	
			2006	2017	2006	2017	2006	2017	2006	2017	2006	2017
Lagarfljót												
	1	UT1	100	100	72	56	75	88	0	0	0	0
Engi við Ekru	1	UT2	100	100	69	69	84	53	0	0	0	0
	1	UT3	100	100	78	63	88	72	2,3	0,1	0	0
	1	UT10	86	89	21	26	56	75	1,1	0,7	7,5	1,7
Geirastaða- kvísl	1	UT11	90	100	78	35	13	88	0	1	0	0,4
	1	UT12	100	100	53	38	75	88	3,1	3,8	0	0
	1	UT13	97	92	81	56	15	47	0,1	0	0	0,2
Flæður og Flæðakíll	1	UT4	96	100	59	88	75	38	0	0	0	0
	1	UT5	100	100	78	88	75	50	0,4	0	0	0
	1	UT6	100	100	78	88	57	56	1,9	2	0	0
	2	UT7	100	100	59	81	69	37	0	0	0	0
	2	UT8	100	100	66	81	88	75	0,4	0	0	0
Kílamýri	2	UT9	100	100	63	56	72	88	1,6	0,1	0	0
	1	UT29	100	100	72	75	84	63	0	0	0	0
	1	UT30	100	100	66	66	81	81	0,4	0	0	0
	1	UT31	100	100	63	69	88	84	0	0	0	0
	2	UT32	100	100	69	78	78	22	0	0	0	0
	2	UT33	100	100	69	66	78	81	0	0	0	0
Hvalbeins- randar- sandur	2	UT34	100	100	59	41	75	88	1,6	3,6	0	0
	1	UT17	9	60	12	18	1	3	0	0	0	48
	1	UT18	26	84	21	22	1	10	0	0,4	0,8	58
	1	UT19	100	100	38	47	75	84	1	0,4	8,3	0,4
	2	UT20	62	98	18	32	26	7	0	0	15	66
	2	UT21	69	96	26	41	13	4	2,1	1,7	32	53
	2	UT22	100	100	47	38	88	78	0,8	0,8	0	1,1
Jökulsá á Dal												
Krókstjörn	1	UT23	100	100	75	78	66	63	0,5	5	0	0
	1	UT24	100	99	75	75	59	69	0,6	0	0	0
	1	UT25	100	100	66	63	72	59	0	0	0	0
	2	UT26	100	100	88	88	31	15	1,2	2,3	0	0
	2	UT27	100	100	84	69	78	59	0	1,1	0	0
	2	UT28	100	100	53	59	88	88	0	0	0	0
Laufengi	1	UT14	100	100	59	53	56	63	0,6	0,4	2	0
	1	UT15	100	95	63	47	38	66	2,5	3,7	6,2	1,9
	1	UT16	100	95	56	53	84	66	1,9	0,1	0	0

Í úttekt ársins 2017 fundust alls 96 háplöntutegundir í gróðurreitunum 34. Það eru tíu færri tegundir en fundust í reitum árið 2006, átta tegundir fundust aðeins árið 2017 en 18 aðeins árið 2006. Auk þess fannst sauðamergur í úttekt ársins 2012 á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri (í reit UT22) en hann fannst ekki hin úttektarárin. Alls hafa því fundist 115 háplöntutegundir í reitum rannsóknarinnar á Úthéraði. Lista yfir háplöntutegundir, latnesk heiti þeirra og fundarár hverrar tegundir er að finna í 2. viðauka. Árið 2017 fundust í einstökum reitum fæst átta háplöntutegundir (UT28) og mest 43 tegundir (UT10) (12. tafla). Líkt og árið 2006 var tegundaauði jafnan meiri í þurrari reitum og minni í blautari reitum. Mest var hún í gras- og mólendisreitum (UT10–UT13 og UT15) en minnst í mýrastarmýrum og -flóum (UT7, UT28 og UT33).

Árið 2017 var merki um beit einungis að finna við Engi og Geirastaðakvísl (12. tafla) en ummerki um beit hafa fundist víðar fyrri athugunarár, sérstaklega í reitunum við Laufengi þar sem á árunum 2006 og 2009–2014 var oftast skráð nokkur beit. Ummerki um rask beitardýra og teðslu fylgdust yfirleitt að og voru mest áberandi í reitunum við Geirastaðakvísl en fundust í flestum reitum allavega eitt hvert athugunarárið. Af teðslu sást mest af gæsa- og kindaskít (12. tafla).

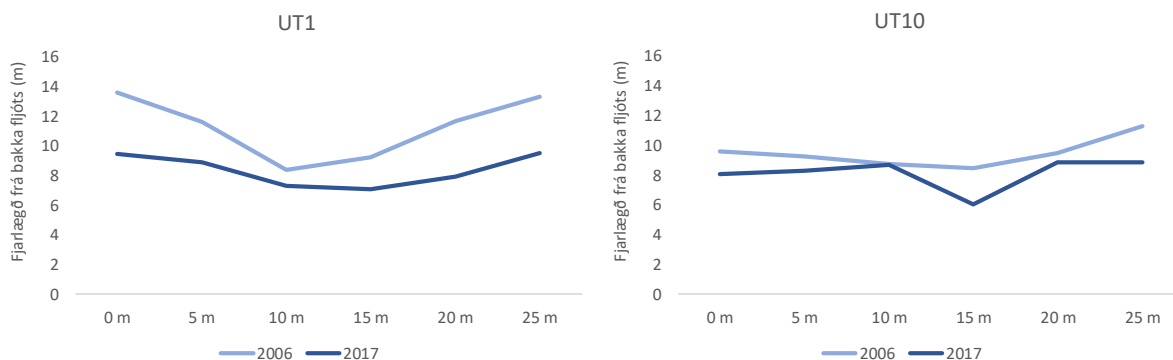
12. tafla. Fjöldi háplöntutegunda árin 2006 og 2017 og ummerki eftir beit, rask og teðslu árin 2006, 2009–2014 og 2017 á vöktunarsvæðunum sjö á Úthéraði. / Number of vascular plants in 2006 and 2017, estimated level of grazing and disturbance and quantity of manure in 2006, 2009-2014 and 2017 at the study sites.

Snið	Reitur	Fjöldi tegunda		Beit*	Rask*	Teðsla*	Teðsluvaldur**	
		2006	2017	2006, '09–'14 og '17	2006, '09–'14 og '17	2006, '09–'14 og '17		
Lagarfljót								
Engi við Ekru	1 UT1	20	16	V/V/M/M/V+/V+/V/N	V/N/E/N/N/N/N/N	V/V/M/N/V/V/V/M	GÁS	
	1 UT2	17	15	E/V/V/N/N+/V-/V-/N	E/N/E/E/E/N/N/E	V/N/N/N/N/E/N/N	GÁS	
	1 UT3	29	31	E/E/E/E/E/E/E/N	E/E/E/E/E/E/E/E	E/N/E/E/E/E/N/N	GÁ	
Geirastaðakvísl	1 UT10	39	43	N/E/N/N/N+/V/V/N	E/E/N/N/N+/N/N/E	E/N/N/N/V/V/V-/N	GS	
	1 UT11	35	32	N/E/V/N/V/V/V/N	E/E/N/N/N/N/N/E	V/N/N/N/V/V/V/N	GS	
	1 UT12	30	36	N/N/N/N/N+/N+/N	E/N/N/N/N+N+/N/E	V/N/N/N/N+/N+/N+/N	SG	
	UT13	40	36	M/M/M/M/M/M/M/V	V/N/N/V/N/N/N/E	M/N/V/N/V/V/V/V	GS	
Flæður og Flæðakíll	1 UT4	15	17	N/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/E/E/E	V/N/E/E/N/E/E/E+	G	
	1 UT5	23	25	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/E/E/E		
	1 UT6	25	22	N/E/E/E/E/E/E/E	E/N/E/E/E/E/E/E	E/N/N/E/E/E/E/E	GS	
	2 UT7	15	15	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/E/N/E	V/E/N/E/N/E/N/E	GÁ	
	2 UT8	26	19	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/E/E/E	E/N/E/E/E/E/E/E	GÁ	
Kílamýri	2 UT9	28	20	E/E/E/N/E/E/E/E	V/E/E/E/E/E/E/E	V/N/N/E/N/N/E/E	GS	
	1 UT29	21	21	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/N/N/N+/V-/N	V/E/E/E/E/E/E/N	GÁ	
	1 UT30	18	22	E/E/E/E/N/E/E/E	E/E/N/E/N/N/N/E	E/E/N/E/N/E/N/E	GH	
	1 UT31	22	19	N/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/N/V-/N	V/E/E/E/N/E/E/E	G	
	2 UT32	18	15	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/E/E/E	E/N/N/E/E/E/E/N	GÁ	
	2 UT33	12	11	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/N/N/E/N	E/E/N/E/E/E/E/E	G	
Hvalbeinsrandar-sandur	2 UT34	26	26	E/E/E/E/E/E/E/E	V/E/E/E/E/E/N+/E	E/E/N/E/E/E/E/E	G	
	1 UT17	20	31	E/E/E/E/E/E/E/E	V/E/E/N/N/N/N/N	E/E/E/E/N/N/N/E	G	
	1 UT18	27	31	E/E/E/E/E/E/E/E	V/N/E/E/N/N/N/N	E/E/E/E/N/N/N/N	GH	
	1 UT19	23	21	E/E/N/E/N/E/E/E	V/E/V/N/N/N/N/E	V/N/N/E/N/N/E/E	GH	
	2 UT20	17	22	E/E/E/E/N/N/E/E	V/E/E/V/N/V/N/E	E/E/E/E/N+N+/N/N	G	
	2 UT21	27	25	V/E/E/E/E/E/E/E	V/E/E/V/N/V/N+/E	V/N/N/E/N/E/E/E	G	
Jökulsá á Dal	2 UT22	31	27	E/E/E/E/N+/E/E/E	V/N/N/N/N+/N+/N+/N	V/N/N/N/V/V/E/V	GH	
	Krókstjörn	1 UT23	23	27	N/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/V/E/E/E/E	V/E/E/N/E/E/N/E	GH
		1 UT24	17	21	N/E/E/E/E/N/E/E	E/E/E/V/E/E/E/E	E/N/E/N/N/N/E/N	GSHÁ
		1 UT25	21	19	E/E/E/E/E/N/E/E	E/E/E/N/E/N/N/E	E/E/E/N/N/N/N/E	GS
		2 UT26	30	25	E/E/E/E/E/E/N/E	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/N/N/N	GSH
		2 UT27	21	22	E/E/E/E/E/E/N/E	E/E/E/E/E/E/E/E	E/E/E/E/E/N/N/E	G
		2 UT28	6	8	E/E/E/N/E/E/E/E	E/E/E/N/E/E/N/E	V/E/E/E/N/N/N/E	HG
	Laufengi	1 UT14	25	25	E/E/N/N/N/N/V-/E	E/E/V/N/N+/N/N/N	E/N/V/V/N/N/V-/N	SG
		1 UT15	37	30	N/N/N/N/N/V-/E	E/E/N/E/N+/N+N+/N	V/N/V/V/N/N/V-/N	SG
		1 UT16	17	16	N/E/E/E/N/E/N/E	E/E/E/E/E/E/E/E	V/E/N/E/N/N/N/E	GS

* E=Engin, N=Nokkur, V=Veruleg, M=Mikil

** G=Gæs, Á=Álft, S=Sauðfé, H=Hross

Landbrot mældist milli áranna 2006 og 2017 við reit UT1 á Engi við Ekru og reit UT10 við Geirastaðakvísl (9. mynd). Við Engi reyndist landbrot vera að meðaltali 26 cm á ári en við Geirastaðakvísl um 13 cm á ári.



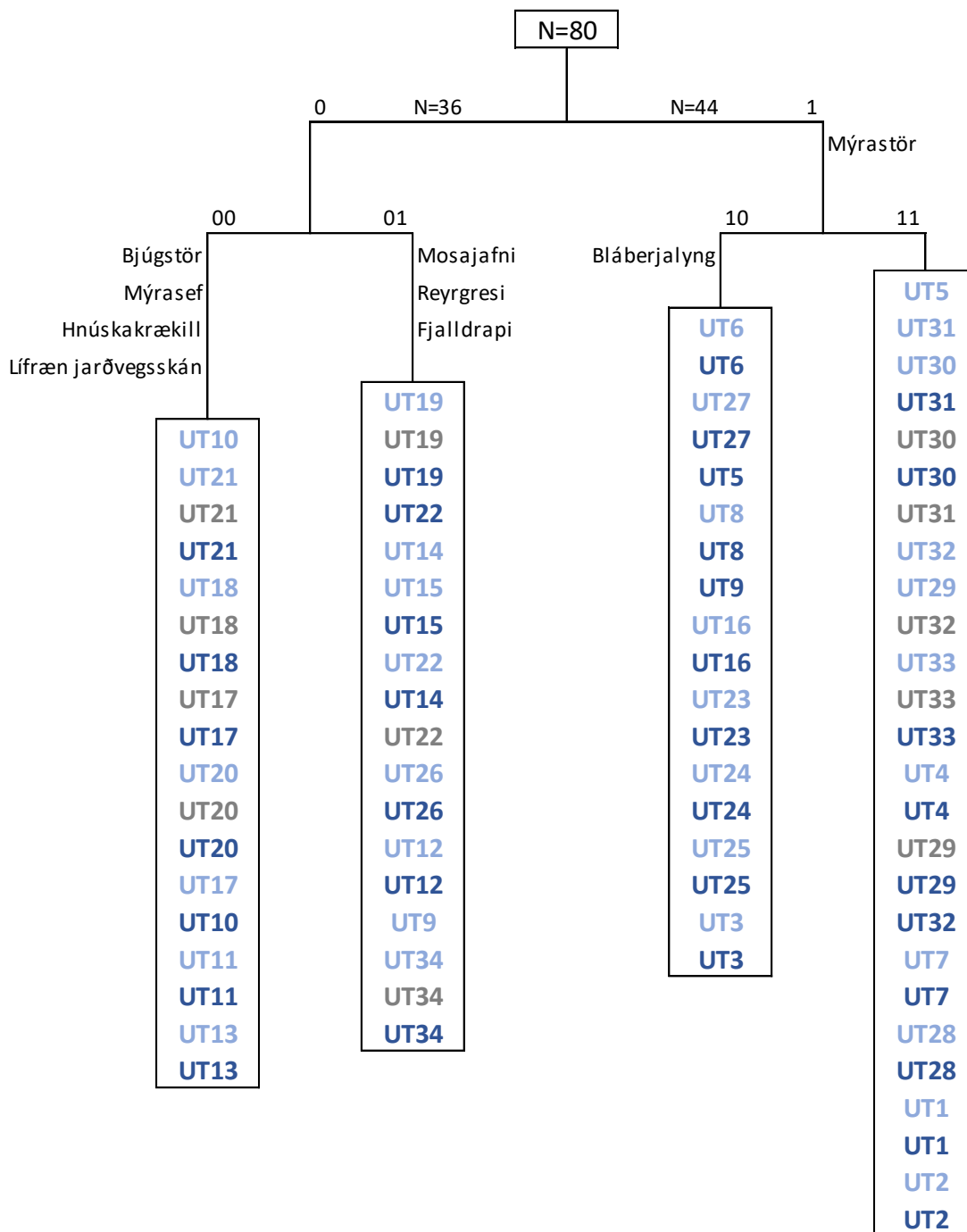
9. mynd. Mæld fjarlægð frá reit UT1 og UT10 að brún Lagarfljóts árin 2006 og 2017. Í báðum tilvikum var fjarlægðin mæld hornrétt frá miðlínu reitar á fimm metra fresti eftir öllum reitnum. / Distance from study sites UT1 and UT10 to Lagarfljóti's riverbank, measured in 2006 and 2017.

Gerðir gróðurs

Samkvæmt TWINSPAN-flokkuninni sem byggir á þekju og tegundasamsetningu háplantna skiptast reitirnir á Úthéraði í tvær megingerðir (10. mynd). Önnur gerðin er votlendisgróður þar sem mýrastör er áberandi og við frekari skiptingu sést að þekja hennar var hvað mest í reitum næst Flæðakíl (UT4 og UT7), í Kílamýri (UT29 og UT32–UT33), við Krókstjörn (UT28) og við Engi (UT1–UT2) auk nyrstu reitum Kílamýrar (UT30–UT31). Dýpt á grunnvatn í þessum reitum (miðgildi áranna 2006, 2008–2014 og 2017) var á bilinu 10–60 cm (8. mynd á bls. 16) og fjöldi háplantna í reit árið 2017 var á bilinu 8–22 (12. tafla). Bláberjalyng var hvað mest áberandi í deiglundum reitum við Flæður (UT5–UT6 og UT8–UT9), í votlendi við Laufengi (UT16), mýrarreitum við Krókstjörn (UT23–UT25 og UT27) og fjærst Lagarfljóti við Engi (UT3) (10. mynd). Dýpt á grunnvatn í þeim reitum var á bilinu 15–55 cm (8. mynd á bls. 16) og fjöldi háplantna í reit árið 2017 var meiri en í mýrastarreitunum, eða á bilinu 19–31 (12. tafla).

Hin megingerð reita einkennist af tegundum sem finnast í heldur þurrara landi og við frekari skiptingu má sjá að mólendis- og runnagróður var gjarna ríkjandi í reitum á áreyrum við Laufengi (UT14–UT15), mólendi við Jökulsá á Dal (UT26), í lyngmóa við Geirastaðakvísl (UT12) og í efstu reitunum á Hvalbeinsrandarsandi og Kílamýri (UT19, UT22 og UT34) (10. mynd). Dýpt á grunnvatn í þessum reitum var á bilinu um 23–157 cm (8. mynd á bls. 16) og fjöldi háplantna í reit árið 2017 var á bilinu 21–36 (12. tafla). Hinir reitir þessarar megingerðar voru staðsettir á allvel- til fullgrónu landi við vesturbakka Lagarfljóts hjá Geirastaðakvísl (UT10–UT11 og UT13) og á lítt- til miðlungsgrónu landi neðarlega á Hvalbeinsrandarsandi (UT17–UT18 og UT20–UT21) (10. mynd) þar sem dýpt á grunnvatn var 14–91 cm (8. mynd á bls. 16) og fjöldi háplantna í reit árið 2017 var á bilinu 22–43 (12. tafla).

Meðalþekju einstakra háplantna í reitum sumarið 2017 má sjá í 3. viðauka.



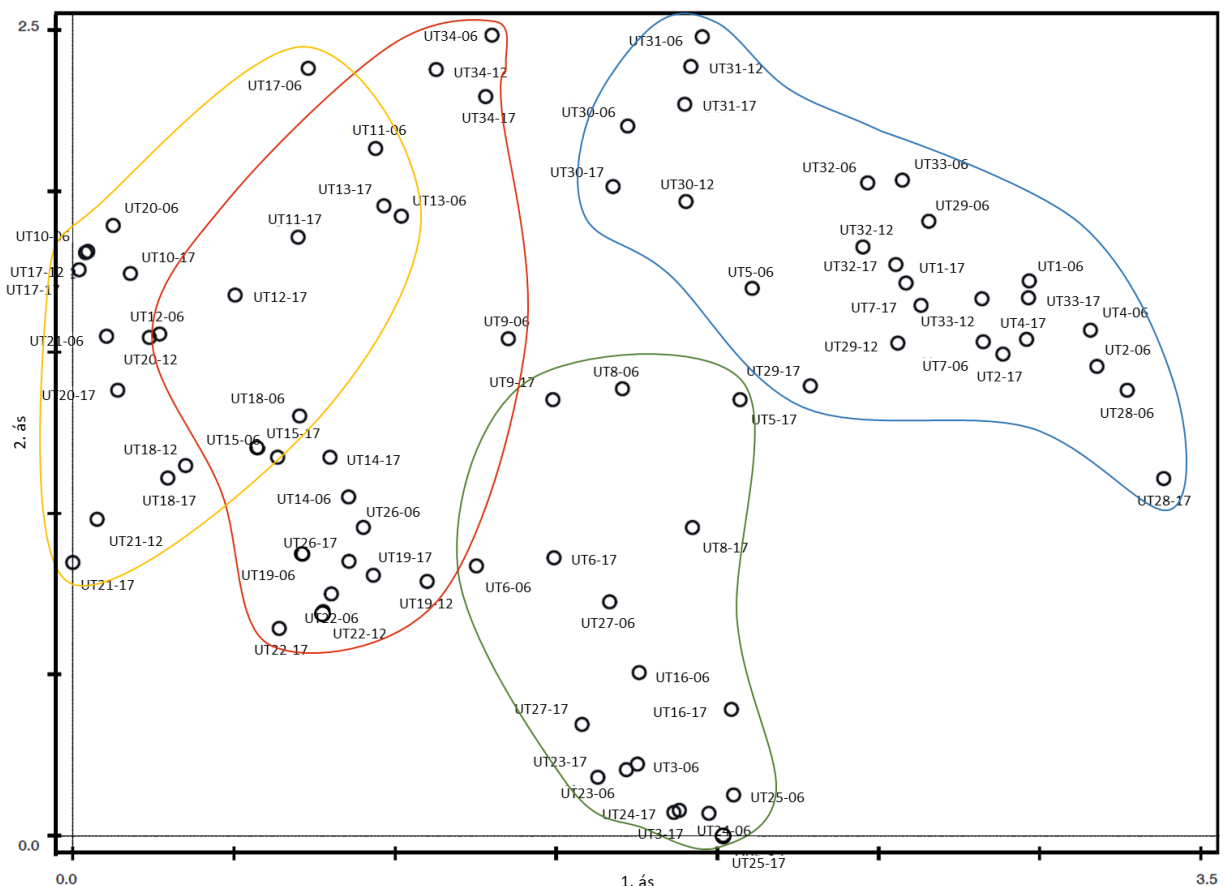
10. mynd. TWINSpan-flokkun reita á Úthéraði gróðurmeðildir árin 2006 og 2017 (og árið 2012 á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri). Sýndar eru fyrstu skiptingarnar og einkennistegundir fyrir hverja skiptingu. Árið 2006 er táknað með ljósbláu lettri, árið 2012 með gráu lettri og árið 2017 með dökkbláu lettri. Reitir sem staðsettir eru neðst í hverjum flokki flokkuðust næst efstu reitum næsta flokks til hægri. / TWINSpan-classification of the study sites in 2006 (light blue), 2017 (dark blue) and a part of the sites in 2012 (gray).

Samband gróðurs og umhverfispáttu

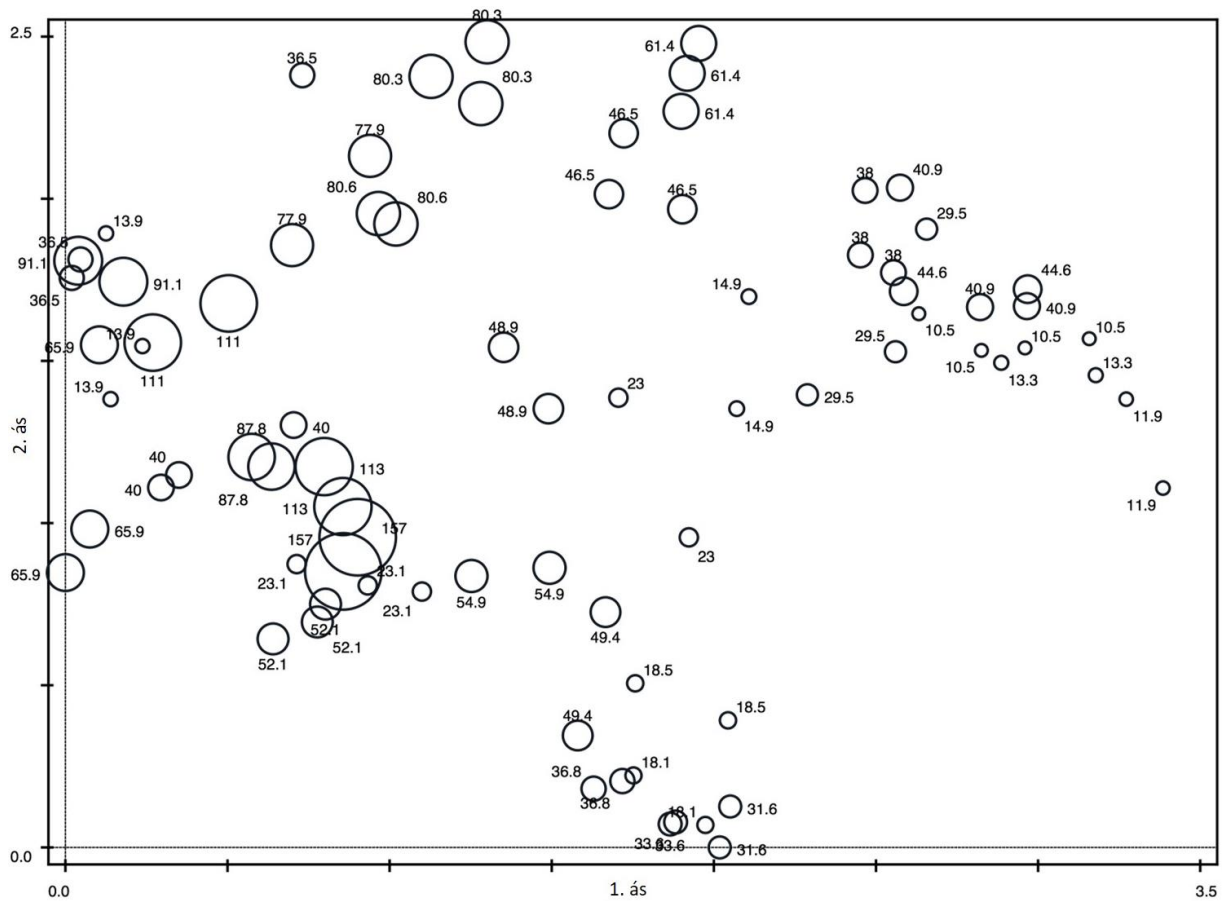
Við hnitunargreiningu útskýrði fyrsti ás hnitakerfisins stærstan hluta gróðurbreytileikans en eigingildi hans var 0,46. Eigingildi annarra ása voru 0,27; 0,16 og 0,09. Við hnitunargreiningu raðast reitir sem hafa svipað gróðurfar nálægt hver öðrum í hnitakerfinu og því lengra sem er á milli reita þar því ólíkari eru þeir.

Hnitamynd fyrstu ásanna tveggja sýnir að gróðurmyndstrið endurspeglar í stórum dráttum framvindu-
 stig og raka í jarðvegi (11. og 12. mynd), líkt og TWINSPAN-flokkunin. Vinstra megin á myndinni raðast
 reitir frá Hvalbeinsrandarsandi, Geirastaðakvísl og af eyrum vestan við Jökulsá, þ.e. Laufengi. Þessir
 reitir eru allir á frumstigum framvindu en hins vegar mjög misblautir og margir þessara reita hafa
 mikinn mólendisbrag. Lengra til hægri á myndinni er gróður þróaðri og land grónara. Þar eru t.d.
 þurrustu reitirnir við Flæðakíl og í Kílamýri (11. og 12. mynd). Mesta votlendið er síðan að finna til hægri
 á myndinni og eru þar tvær megingerðir. Annars vegar eru blautustu reitirnir á Engi við Ekru, við
 Flæðakíl og við Krókstjörn (11. og 12. mynd). Algengar tegundir þar voru mýrastör, gulstör, fergin,
 engjarós, lófótur, hófsóley og mýradúnurt (13. mynd). Hins vegar eru reitir þar sem smárunnar eins og
 bláberjalyng og gulvíðir finnast í allmiklum mæli ásamt barnamosum og stórum á borð við tjarnastör,
 hengistör og vetrarkvíðastör (13. mynd). Þetta land er aðallega að finna við Krókstjörn en einnig á Engi
 við Ekru (efsti reiturinn) og í votlendi vestan við Laufengi vestan við Jöklu. Þrátt fyrir að blautari reitir
 raðist að jafnaði lengra til hægri í hnitakerfinu skal tekið fram að fylgni milli grunnvatnsstöðu og fyrstu
 tveggja ása hnitunargreiningarinnar er ekki sterk.

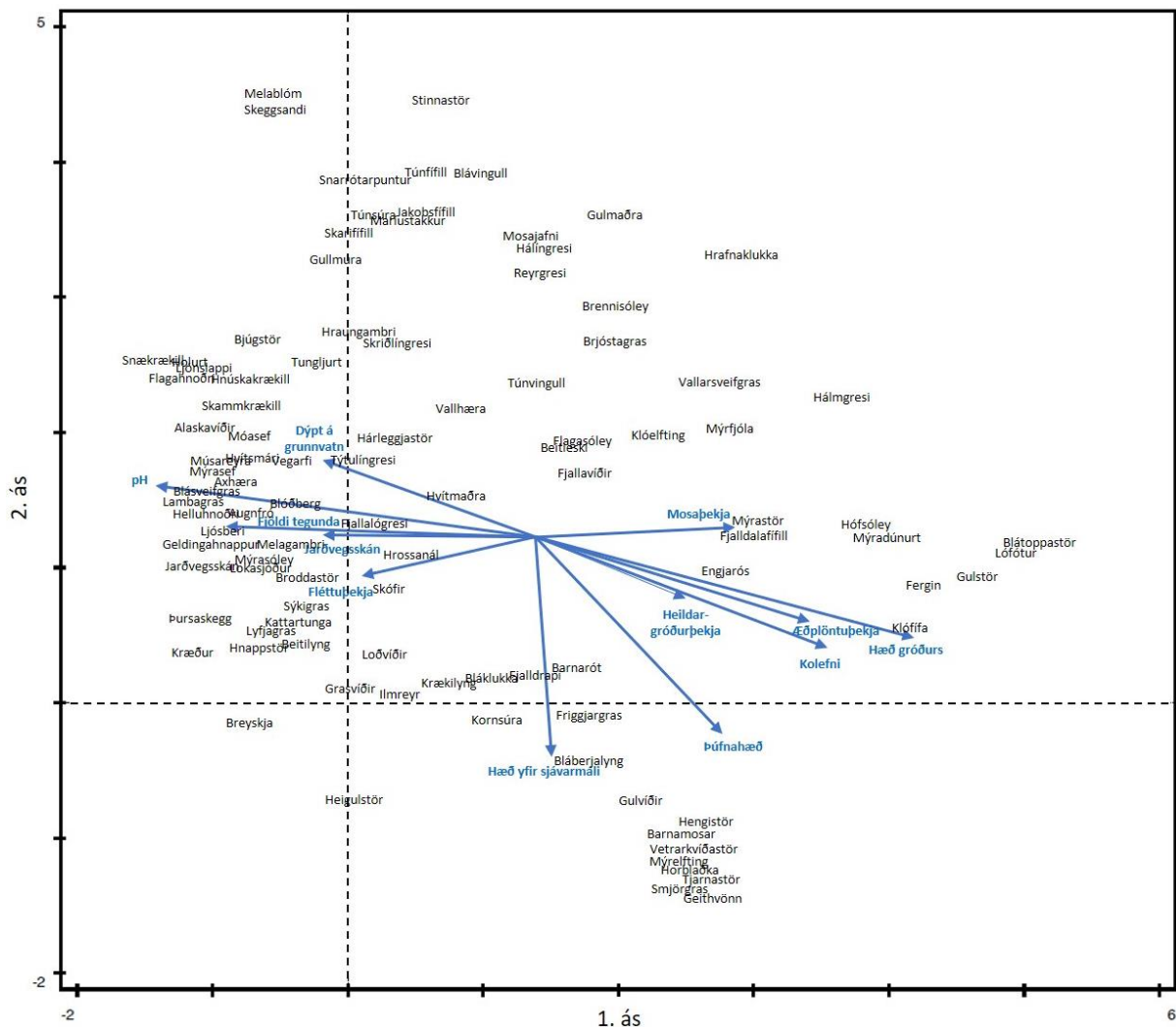
Meðalþekju einstakra háplantna í reitum sumarið 2017 má sjá í 3. viðauka.



11. mynd. Niðurstöður hnitunargreiningar á þekju tegunda og tegundahópa í öllum reitum. Á hnitunarmyndinni
 eru TWINSPAN-flokkarnir afmarkaðir (flokkarnir raðast eins og á 10. mynd á bls. 22, þ.e. flokkurinn lengst til
 vinstri (gullitaður) er líka lengst til vinstri á 10. mynd og það sama á við um hina flokkana). / Results of DCA
 ordination for the cover of plants in all study sites. The TWINSPAN-classes like they are represented in figure 8 are
 circled.



12. mynd. Niðurstöður hnitunargreiningar þar sem miðgildi vatnsstöðu 2006-2017 í reitum er sýnd með tölustaf og táknuð með stærð hringja hvers reits. / Results of DCA ordination where the median groundwater level from 2006-2017 is represented by size.



13. mynd. Niðurstöður hnitunargreiningar fyrir tegundir. Sýndar eru þær 100 tegundir sem mest áhrif hafa á hnitunina. Lengd örva og stefna sýna fylgni milli breytu og ása. / Results of DCA ordination for species. The 100 species with the greatest effect on the ordination are shown. Length and direction of arrows show correlation between environmental factors and the first two axes.

Helstu gróðurbreytingar í reitum

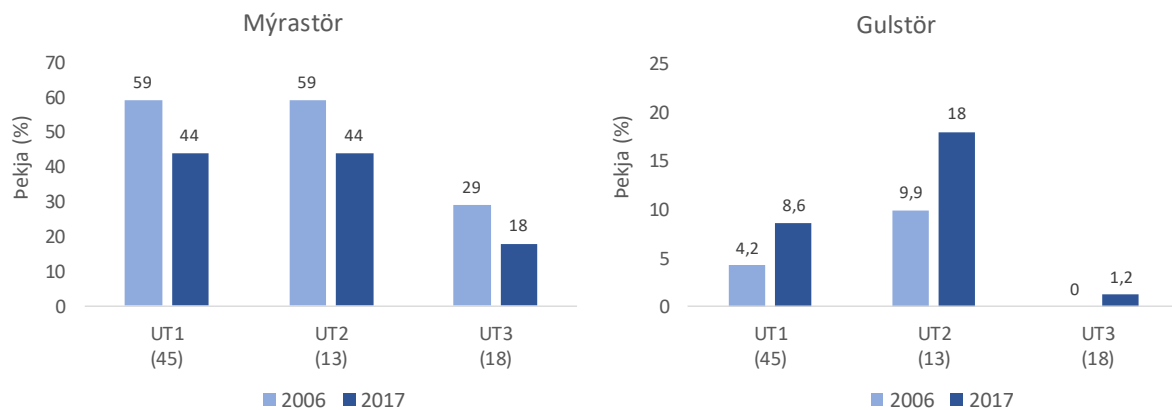
Í undirköflunum hér að neðan er helstu breytingum sem sást á gróðri einstakra reita milli ára lýst. Þar sem rýnt er í breytingar einstakra háplöntutegunda í reitum var marktækniþrófum ekki beitt heldur niðurstöðurnar aðeins skoðaðar sjónrænt. Sérstaklega eru könnuð áhrif á tegundir (og tegundahópa) sem eru þekjumiklar og/eða eru líklegar til að breytast við hækkaða eða lækkaða vatnstöðu svo sem mýrastör, gulstör og vinglar auk mosa.

Breytingar við Lagarflijót

Engi við Ekru

Af reitunum þremur á Engi við Ekru var gróður í reitum UT1 og UT2 svipaður og breytingar milli ára fylgdust að en gróður í reit UT3, sem staðsettur er aðeins ofar í rótum brekku, var frábrugðinn hinum reitunum (10. og 11. mynd á bls. 22 og 23). Helstu breytingar sem sást á gróðri milli ára voru þær að þekja ríkjandi tegundar, mýrastarar, minnkaði í öllum reitum en þekja rakakærari starategundar, gulstarar, um það bil tvöfaldaðist (14. mynd).

Af öðrum tegundum minnkaði þekja fjalldrapa (23%–6%) og krækilyngs (15%–10%) í reit UT3 en þekja geithvannar jókst úr nánast 0% í tæplega 9%. Þessar tegundir fundust ekki eða aðeins í litlum mæli í reitum UT1 og UT2. Í þeim reitum, nær Lagarfljóti, urðu breytingar á nokkrum grastegundum milli ára sem fundust ekki eða fundust aðeins í litlum mæli í reit UT3. Skriðlíngresi jókst úr 0,1% að meðaltali upp í 3,5%, túnvingull úr 1,1% upp í 2,1% en hálmgresi minnkaði úr 1,1% niður í 0,2% í reitum UT1 og UT2. Þekja barnamosa, sem fannst aðeins í reit UT3, hélst stöðug í rúmlega 20% milli ára.

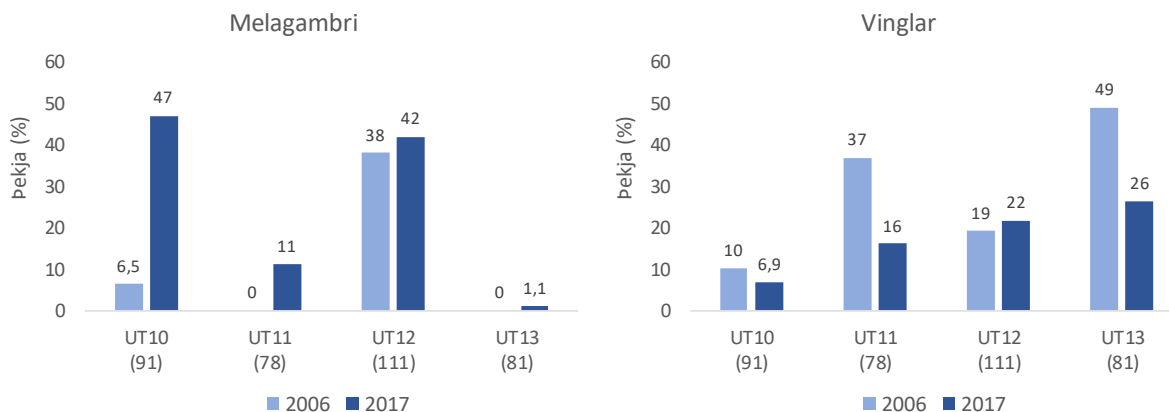


14. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og gulstarar (t.h.) í reitum á Engi við Ekru árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áranna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði á y-ás er mismunandi milli grafa. / Average cover of *Carex nigra* (left) and *Carex lyngbyei* (right) at study sites in the Engi við Ekru area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale on the y-axis differs between graphs.

Geirastaðakvísl

Af reitunum fjórum við Geirastaðakvísl voru þrír (UT10, UT11 og UT13) allvel grónir og flokkuðust í sama TWINSPAN-flokk (10. mynd á bls. 22) en reitur UT12 var örlítið frábrugðinn hinum, fullgróinn í lágbýfðum lyngmóa. Þær þrjár tegundir sem höfðu að meðaltali mestu þekjuna á sniðinu (þó hún væri mismikil milli reita) voru melagambri, túnvingull og blávingull. Þekja melagambra jókst í öllum reitum, en mismikið þó (15. mynd). Samanlögð þekja tún- og blávinguls fór heldur minnkandi milli ára í UT11 og UT13 en breyttist ekki mikið í UT10 og UT12 (15. mynd).

Aðrar helstu breytingar á þekju einstakra tegunda voru á þekju krækilyngs og blóðbergs sem minnkaði í reitum þar sem þær fundust (UT10, UT12 og UT13), krækilyng úr 3,7% í 0,8% að meðaltali og blóðberg úr 5,8% í 0,3%. Árið 2006 voru ummerki um flóð í reit UT13 en árið 2017 var engin flóðför að finna. Ummerki um flóð sem sáust í reitum við rannsóknir eru skráð í 4. viðauka.

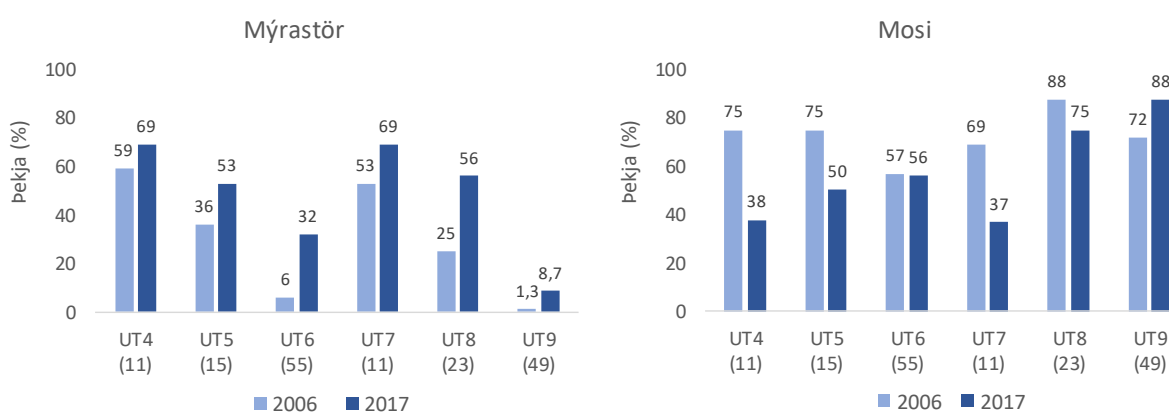


15. mynd. Meðalþekja melagambra (t.v.) og vingla (t.h.) í reitum UT10–UT13 árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi árána 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. / Average cover of *Racomitrium ericoides* (left) and *Festuca sp.* (right) at study sites in the Geirastaðakvísl area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name.

Flæður og Flæðakíll

Við Flæður og Flæðakíll var mýrastör og mosar, aðrir en þeir sem greindir voru til tegunda, mest áberandi. Í öllum reitum á báðum sniðum jókst meðalþekja mýrastarar umtalsvert (16. mynd). Engir gamburmosar fundust á sniðinu en heilarþekja allra mosa minnkaði í flestum reitum milli ára (16. mynd). Barnamosar, sem eru rakakærir, fundust aðeins í reit UT8 og höfðu um 5% þekju bæði árin.

Tún- og blávingull fundust í reitum UT8 og UT9 en þekja beggja vinglana minnkaði mikið milli ára, úr 7,2% í 2,4% að meðaltali. Kræki- og bláberjalyng fannst í reitum UT6 og UT8 og þekja krækilyngs minnkaði (21%–11%) en þekja bláberjalyngs jókst milli ára (12%–20%). Mosajafni fannst árið 2006 í reitum UT5, UT8 og UT9 (<0,3%) en árið 2017 fannst hann hvergi á svæðinu.

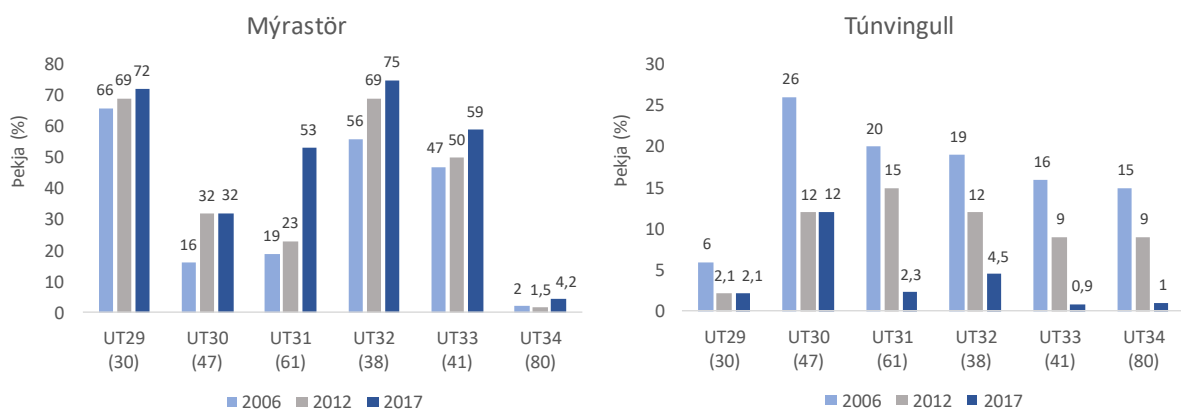


16. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og mosa (t.h.) í reitum við Flæður og Flæðakíll árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi árána 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. / Average cover of *Carex nigra* (left) and mosses (right) at study sites in the Flæður og Flæðakíll area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name.

Kílamýri

Gróður á sniðunum tveimur í Kílamýri var rannsakaður árin 2006, 2012 og 2017. Mosar og mýrastör voru ríkjandi líkt og í reitunum við Flæður og Flæðakíl. Í öllum sex reitum jókst meðalþekja mýrastarar umtalsvert milli ára (17. mynd). Þekja mosa, sem ekki voru greindir til tegunda, breyttist að jafnaði ekki mikið milli ára nema í reit UT32 þar sem hún minnkaði úr 78% árið 2006 niður í 22% árið 2017. Af öðrum háplöntutegundum var túnvingull mest áberandi árið 2006 en þekja hans minnkaði talsvert á milli ára (17. mynd).

Þekja hrafnaklukku minnkaði á milli ára í öllum reitum, úr 2,3% að meðaltali árið 2006 í 0,3–0,4% árin 2012 og 2017. Fjallavíðir fannst í reitum UT29, UT31–UT32 og UT34 og þekja hans jókst milli ára í öllum þeim reitum, frá 1,8% að meðaltali árið 2006 til 2,0% árið 2012 og 5,0% árið 2017. Loðvíðir fannst í litlum mæli árin 2006 og 2012 í UT29 (0,03% meðalþekja) en árið 2017 var þekja hans þar 1,9% að meðaltali auk þess sem hann hafði numið land í reit UT30 og hafði þar 6,6% meðalþekju. Mosajafni fannst árið 2006 í reitum UT30, UT31 og UT34 en árin 2012 og 2017 fannst hann bara í UT34 og þekja hans fór minnkandi milli ára. Öll þau þrjú ár sem gróður var mældur í Kílamýri fundust ummerki flóða í reitunum sem neðst liggja í landinu. Árið 2006 voru flóðför í reit UT29 en árin 2012 og 2017 í reit UT32.

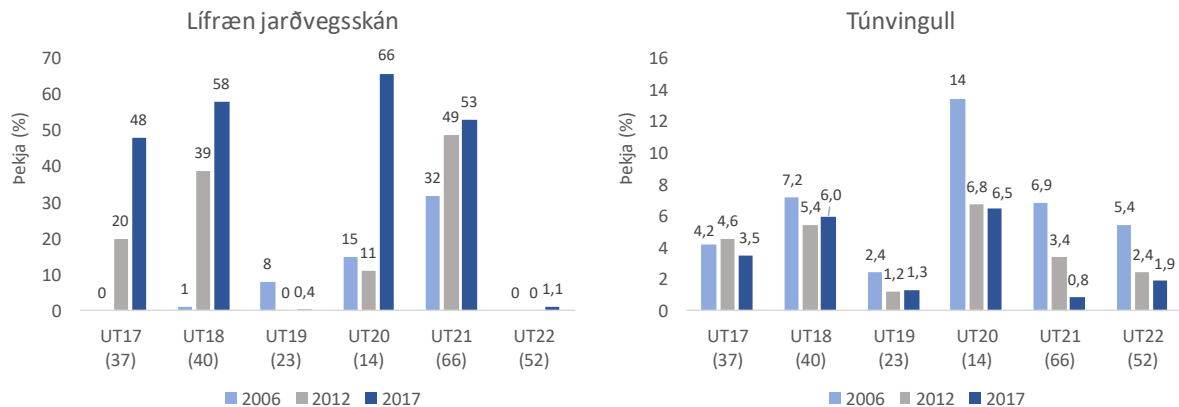


17. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og túnvinguls (t.h.) í reitum við Kílamýri árin 2006, 2012 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi árána 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði á y-ás er mismunandi milli grafa. / Average cover of *Carex nigra* (left) and *Festuca richardsonii* (right) at study sites in the Kílamýri area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale on the y-axis differs between graphs.

Hvalbeinsrandarsandur

Gróður á sniðunum tveimur á Hvalbeinsrandarsandi var rannsakaður árin 2006, 2012 og 2017, líkt og gróður á sniðum við Kílamýri. Neðstu reitir sniðanna tveggja á Hvalbeinsrandarsandi (UT17–UT18 og UT20–UT21) greru talsvert upp milli ára, enda hafði verið unnið að uppgræðslu með sáningu og áburðargjöf fyrir árið 2006 (Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir, 2013). Á sniði 1 jókst gróðurþekjan úr 10% í reit UT17 og 25% í reit UT18 árið 2006 upp í 60% og 85% árið 2017 og á sniði 2 jókst gróðurþekja reita UT20 og UT21 úr 65% að meðaltali upp í 97%. Mest áberandi breytingar sem sáust var aukin þekja lífrænnar jarðvegsskánar í þessum tveimur reitum hvors sniðs (18. mynd). Líkt og í Kílamýri minnkaði þekja túnvinguls í öllum reitum (18. mynd) en breytingar á þekju annarra háplöntutegunda voru mismunandi milli reita.

Reitir UT19 og UT22 voru þegar fullgrónir árið 2006 og helstu breytingar sem sáust þar samanborið við árið 2017 var aukin meðalþekja bláberjalyngs (3,9%–15%) og loðvíðis (13%–19%) á meðan meðalþekja fjalldrapa (10%–4%), krækilyngs (12%–3%) og fjallavíðis (8%–2%) minnkaði milli ára í þeim reitum. Þekja krækilyngs jókst þó úr 1,2% í reit UT18 og 0,7% í reit UT21 upp í 2,9% og 26% árið 2017. Þekja skriðlíngresis jókst mikið í reit UT20 (2,9%–11%) en dróst aftur á móti saman í UT21 (13%–0,5%).

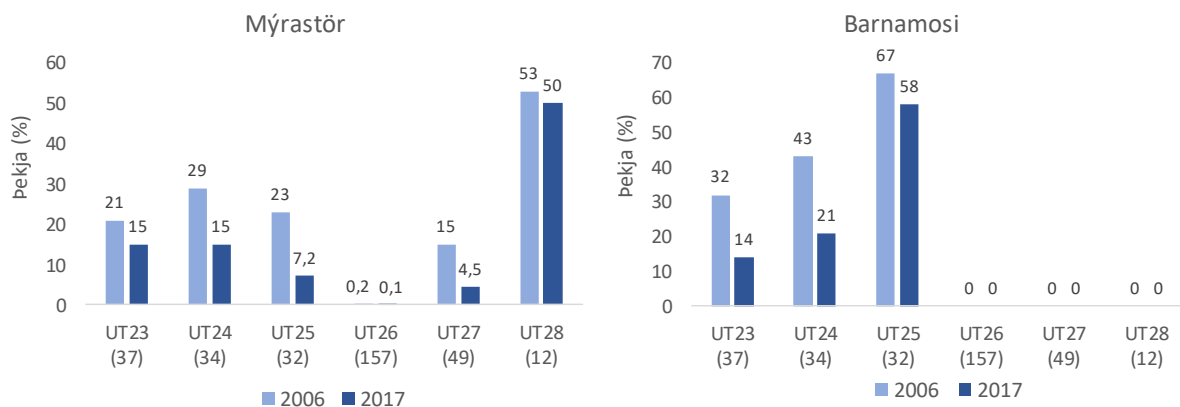


18. mynd. Meðalþekja lífrænnar jarðvegsskánar (t.v.) og túnvinguls (t.h.) í reitum við Hvalbeinsrandarsand árin 2006, 2012 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi áranna 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði á y-ás er mismunandi milli grafa. / Average cover of biological soil crust (left) and *Festuca richardsonii* (right) at study sites in the Hvalbeinsrandarsandur area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale on the y-axis differs between graphs.

Breytingar við Jökulsá á Dal

Krókstjörn

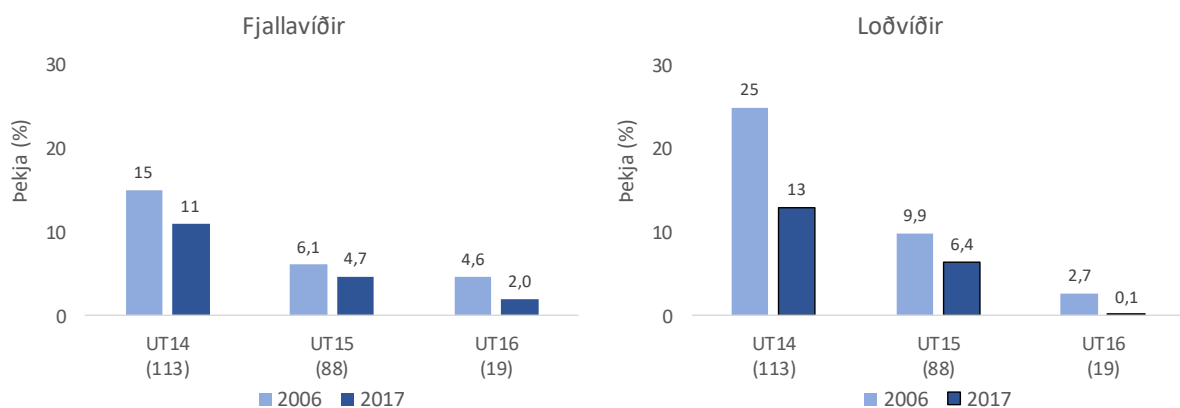
Í öllum reitum á báðum sniðum við Krókstjörn minnkaði meðalþekja mýrastarar (19. mynd). Meiri breytingar milli ára í þekju einstakra háplöntutegunda var að sjá á sniði 1 en á sniði 2, þar jókst meðalþekja krækilyngs (11%–18%) og bláberjalyngs (35%–51%) en þekja barnamosa, sem fundust eingöngu á sniði 1, minnkaði í öllum reitum þess sniðs (19. mynd). Á sniði 2 minnkaði meðalþekja blóðbergs (16%–7,2%) og brjóstagrass (5,6%–1,2%) í reitum UT26 og UT27 þar sem þessar tegundir fundust en í reit UT28 jókst þekja klóffu (1,6%–8,4%) á meðan þekja hálmgresis minnkaði (3%–0,8%).



19. mynd. Meðalþekja mýrastarar (t.v.) og barnamosa (t.h.) í reitum við Krókstjörn árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi árána 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. Kvarði er mismunandi milli grafa. / Average cover of *Carex nigra* (left) and *Sphagnum sp.* (right) at study sites in the Krókstjörn area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name. The scale differs between graphs.

Laufengi

Á sniðinu við Laufengi voru runnarnir fjalldrapi, fjallavíðir og loðvíðir áberandi en gulvíðir hafði um eða undir 1% þekju. Fjalldrapi hafði mjög svipaða þekju í öllum reitum sniðsins, um 20% að meðaltali árið 2006 og um 15% árið 2017. Fjallavíðir og loðvíðir höfðu báðir mesta þekju í reit U14 og minnsta í UT16 bæði árin en þekja þeirra minnkaði milli ára í öllum reitum (20. mynd). Þekja melagambra jókst í reitum UT14 og UT15 þar sem hann fannst (3%–13%) en barnamosi sem fannst í UT16 árið 2006 með 1% þekju fannst þar ekki árið 2017. Þekja lífrænnar jarðvegsskánar og túnvinguls minnkaði í reitum UT14 og UT15 þar sem þessar tegundir fundust (4–1% og 10%–2% að meðaltali) en þekja blávinguls og beitilyngs jókst þar milli ára (0,6%–4% og 0,2%–5% að meðaltali). Bláberjalyng fannst nánast eingöngu í reit UT16 og þekja þess minnkaði þar milli ára úr 38% í 18%.

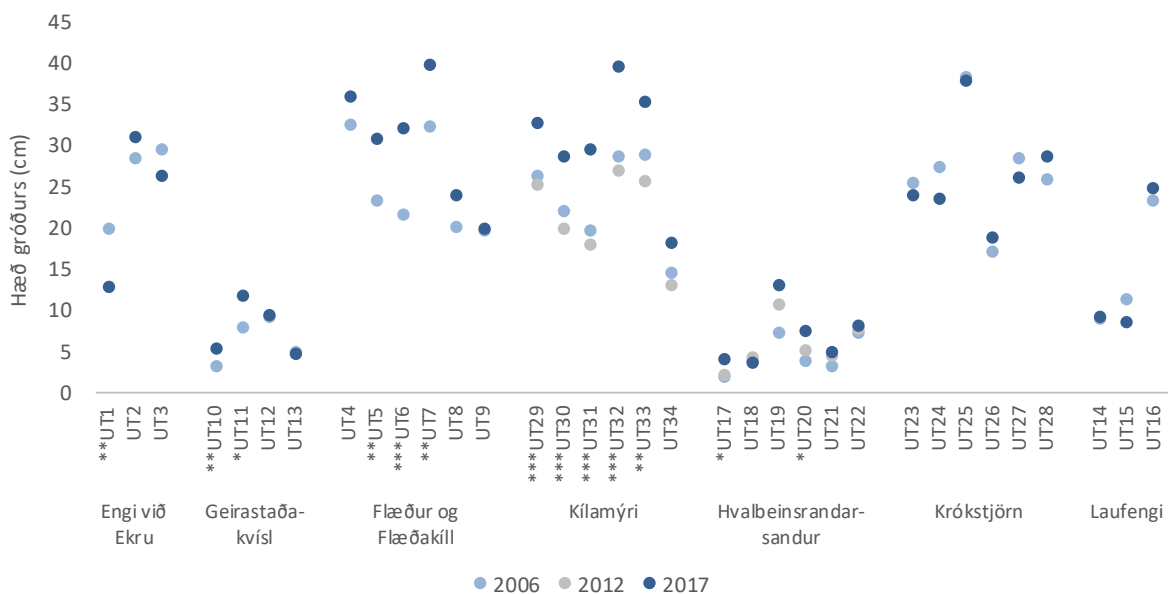


20. mynd. Meðalþekja fjallavíðis (t.v.) og loðvíðis (t.h.) í reitum við Laufengi árin 2006 og 2017. Dýpt á grunnvatn (miðgildi árána 2006, 2008–2014 og 2017) er innan sviga til að sýna mun á vatnsstöðu milli reita. / Average cover of *Salix arctica* (left) and *S. lanata* (right) at study sites in the Laufengi area in 2006 and 2017. Median groundwater level is shown in brackets under each site name.

Hæð gróðurs

Meðalhæð gróðurs, sem reiknuð var út frá mældri hæð í öllum fjórum hornum allra smáreita, var mismunandi bæði milli vöktunarsvæða og innan þeirra (21. mynd). Á Engi við Ekru var gróðurhæð svipuð í reitum UT2 og UT3 og breyttist ekki mikið milli ára ($p>0,05$) en gróður í UT1 var lægri árið 2017 en árið 2006 ($p<0,01$). Nokkur beit var skráð í öllum þremur reitunum árið 2017 en meiri teðsla og meira rask var skráð í UT1 en í UT2 og UT3 (sjá 11. töflu). Við Geirastaðakvísl var gróðurhæð lægri en á Engi við Ekru. Lægst var hún í UT13 en þar var einnig skráð veruleg beit og teðsla (sjá 11. töflu). Munur á hæð gróðurs milli ára sást í UT10 ($p<0,01$) og UT11 ($p=0,03$). Við Flæður og Flæðakíl sást munur á gróðurhæð milli ára í UT5–UT7 ($p<0,01$). Í Kílamýri var gróður hærri árið 2017 en árin 2006 og 2012 ($p<0,01$), fyrir utan í reit UT34 þar sem ekki var marktæk breyting á gróðurhæð milli ára 2006 og 2017 ($p=0,11$). Breytingar á gróðurhæð árin 2006 og 2012 í Kílamýri voru ekki marktækar ($p>0,05$). Á Hvalbeinsrandarsandi var gróður víðast hvar lágvaxinn (21. mynd). Breytingar á hæð gróðurs milli ára var venjulega ekki að sjá en þó var gróður hærri árið 2017 en árið 2006 í reitunum næst Lagarflióti, UT17 ($p=0,02$) og UT20 ($p=0,03$). Við Krókstjörn og Laufengi urðu ekki breytingar á hæð gróðurs milli ára ($p>0,05$).

Hæð víðis breyttist að jafnaði ekki mikið milli ára í þeim reitum sem hann fannst ($p>0,05$). Alaskaviðir fannst í fyrsta sinn á rannsóknarsvæðinu árið 2017, hann fannst við Geirastaðakvísl í reit UT10 og var 8 cm á hæð. Mestu breytingar milli ára á hæð loðvíðis og gulvíðis voru skráðar á Kílamýri í reit UT29, þar mældist loðvíðir 7 cm á hæð árið 2006 en 26 cm árið 2017 og gulvíðir sem fannst ekki á svæðinu árið 2006 mældist 17 cm á hæð árið 2017. Í Kílamýri voru einnig skráðar breytingar á hæð fjallavíðis sem mældist 13 cm lægri í reit UT30 en 13 cm hærri í UT31 árið 2017 en árið 2006. Við Krókstjörn í reit UT25 skráðist auk þess 13 cm hár fjallavíðir árið 2017 þar sem enginn hafði fundist árið 2006. Niðurstöður gróðurhæðarmælinga má sjá í 5. viðauka.



21. mynd. Meðalhæð gróðurs í reitum árin 2006, 2012 og 2017. Marktækur munur á gróðurhæð milli ára 2006 og 2017 er sýndur fyrir neðan hvern reit (* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$). / Average vegetation height at study sites in 2006, 2012 and 2017. Significant difference between vegetation height in 2006 and 2017 is shown below each site (* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$).

Umræður

Niðurstöðurnar sýna að gróðurbreytingar hafa átt sér stað á rannsóknartíma, en þær eru misjafnar og mismiklar eftir svæðum. Að hluta ráðast þær af breyttri grunnvatnsstöðu en þær mótast mjög af aðstæðum á hverjum stað. Hnitunargreining og TWINSpan-flokkun sýna t.d. að tegundasamsetning reita er sterklega tengd framvindustigi og jarðvegsgerð (11. mynd á bls. 23). Reitir á Hvalbeinsrandarsandi sem eru á sendnum jarðvegi og margir hverjir á fyrstu stigum framvindu skilja sig t.d. mjög mikið frá gamalgrónu landi á lífrænum jarðvegi á bökkum Lagarfljóts svo sem á Engi, á Flæðum og í Kílamýri jafnvel þótt vatnsstaða þar sé svipuð. Þetta veldur því að fylgni milli grunnvatnsstöðu og fyrstu tveggja ása hnitunargreiningarinnar er minni en ella en yfirleitt er sterkt samband á milli vatnsstöðu og samsetningar gróðurs (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008, Sigurður H. Magnússon 2016, Zelnik, I., og Čarni, A. 2008).

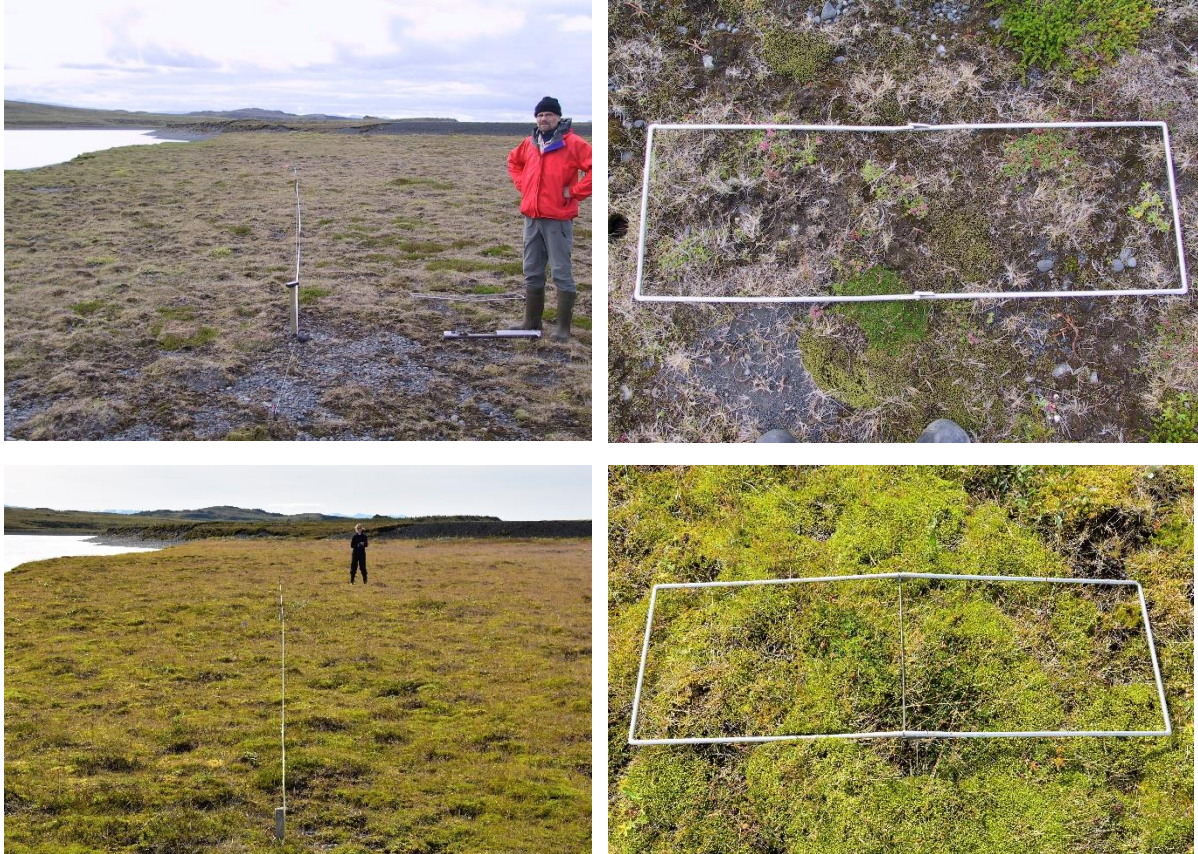
Vatnsstaða og gróðurbreytingar við Lagarfljót

Vatnshæð við Lagarfljót hefur hækkað umtalsvert í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar, samanber 0,53 m meðalhækkun við Hól (við mæli V343) (Landsvirkjun, 2018b). Þessi hækkun hefur áhrif á grunnvatnsstöðu lands í næsta nágrenni fljótsins en mismunandi er hversu langt áhrifin ná og fer það eftir legu og gerð lands (Egill Axelsson, 2012). Þegar grunnvatnsstaða lands rís geta innan fárra ára komið fram breytingar á gróðri og þekja rakakærra tegunda aukist verulega, ef önnur skilyrði eins og t.d. frædreifing eru uppfyllt (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson, 2008). Þá er mismunandi milli plöntutegunda sem hafa misvitt þolsvið, hvernig þær svara hækkingu vatnsstöðu. Mýrastör t.d., sem hefur verið mjög áberandi í blautum reitum á Úthéraði, getur vaxið við vítt rakabil þó hún þrífist best í blautu landi á meðan tjarnastör og gulstör þola verr rakasveiflur og kunna best við sig í mjög blautu landi (Visser o.fl., 2000; Sigurður H. Magnússon o.fl., 1998; Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson, 2008).

Í reitnum næst Lagarfljóti á Engi við Ekru (UT1) var marktækt samband milli vatnsstöðu mælda í röri og vatnshæðar í Lagarfljóti mælda við Hól (V434), þ.e. með aukinni vatnshæð mældist hærri grunnvatnsstaða. Vatnsborð í Lagarfljóti hækkaði frá því fyrir virkjun en meðalþekja mýrastarar á sniðinu við Ekru fór úr um 50% árið 2006 niður í 35% árið 2017. Þó mýrastör breiðist venjulega út þegar land blotnar (Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir, 2013) og þoli talsverðar rakasveiflur þá getur hún þó látið undan síga í mjög blautu landi fyrir ennþá rakakærari tegundum eins og gulstör (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson, 2008). Gulstör tvöfaldaði meðalþekju sína í reit UT1 á tímabilinu, úr 4,7% í 9,3%. Þekja skriðlínsgresis, sem vex oftast í raka og jafnvel í tjarnastæðum (Hörður Kristinsson, 2010), jókst einnig í reitum UT1 og UT2, úr 0,1% að meðaltali í rúmlega 3,5%. Skriðlínsgresi fannst hvorugt árið í reit UT3 en þar höfðu rakakærir barnamosar talsverða þekju og hún hélst óbreytt milli ára.

Í öllum reitunum við Geirastaðakvísl var marktækt samband milli vatnsstöðumælinga og vatnshæðar Lagarfljóts við Hól, þó sterkara í reitum nær Lagarfljóti (UT10–UT11 og UT13; $p < 0,01$) en í reitnum fjærst því (UT12; $p = 0,03$). Aukin vatnshæð í Lagarfljóti leiddi því til hækkaðrar grunnvatnsstöðu í öllum reitum við Geirastaðakvísl. Gróðurbreytingar sem voru hvað mest áberandi milli ára voru aukin þekja mosa í öllum reitum sem jókst úr 40% að meðaltali upp í 75%. Þekja mosa á öðrum vöktunarsvæðum breyttist að meðaltali ekki eins mikið milli ára og þessi mikla aukning mosa við Geirastaðakvísl kom því á óvart. Hún gæti mögulega tengst miklu beitarálagi en ummerki um gæsir og sauðfé voru einna mest áberandi þar af öllum vöktunarsvæðunum. Ásýnd lands við Geirastaðakvísl breyttist töluvert milli ára

(22. mynd) en þó svæðið hafi verið gróskumeira að sjá árið 2017 en árið 2006 breyttist heildargróðurþekja ekki mikið. Þekja smárunna og tún- og blávinguls, sem kunna einna best við sig á þurru landi (Inga Vala Gísladóttir og Hlynur Óskarsson, 2011; Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson, 2008), fór að meðaltali minnkandi milli ára í öllum reitum nema í þeim hæsta, UT12. Þessar breytingar gætu þó mögulega verið merki um aukið beitarálag.



22. mynd. Ljósmyndir af reit UT10 (t.v.) og smáreit 1 (t.h.) árið 2006 (efri) og 2017 (neðri). Ljós. SHM. / Photos of study site UT10 in Geirastaðakvísl area (left) and one of its vegetation measuring frames (right) in 2006 (top) and 2017 (bottom).

Á sniðunum sex nálægt árósum Lagarfljóts (við Flæður og Flæðakíl, í Kílamýri og á Hvalbeinsrandarsandi) bentu gróðurbreytingar til þess að land hafi blotnað eftir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar. Þekja mýrastarar jókst t.d. að einhverju leyti í öllum reitum við Flæður og í Kílamýri en þekja vingla, mosajafna og hrafnaklukku, sem eru deig- og þurrlendistegundir (Inga Vala Gísladóttir og Hlynur Óskarsson, 2011; Sigurður H. Magnússon og Ásta Eyþórsdóttir, 2013), minnkaði aftur á móti í þeim reitum sem þær fundust. Gróðurúttekt var einnig gerð árið 2012 í Kílamýri (Sigurður H. Magnússon og Ásta Eyþórsdóttir, 2013) og voru niðurstöðurnar þá sambærilegar við niðurstöður ársins 2017. Gróðurbreytingar voru svipaðar milli reita hvers sniðs en votlendisgróður var meira áberandi öll athugunarár á neðstu og blautustu reitunum á meðan þurrlendistegundir voru þekjumeiri ofarlega á sniðunum. Til dæmis fannst mosajafni, sem er rakafællinn, bara á miðreitum eða efstu og þurrustu reitum hvers sniðs og árið 2017 var hann horfinn úr öllum reitum nema UT34, sem er í talsvert þurrara landi en hinir reitirnir.

Gróðurfar á Hvalbeinsrandarsandi var mjög frábrugðið hinum svæðunum við árósa Lagarfljóts, sem kennd eru við kíl. Reitirnir á sandinum röðuðust flestir í TWINSPAN-flokkinn sem sýndur er lengst til vinstri á 10. mynd á bls. 22 á meðan hinir reitirnir röðuðust flestir í flokkinn lengst til hægri. Hvalbeinsrandarsandur var aðeins að hluta til gróinn árið 2006 en á sandinum var verið að vinna að uppgræðslu þegar rannsóknin hófst þá um sumarið (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007) en ekki hefur verið borið á reitina eftir það. Árið 2017 var heildargróðurþekja 60%–80% á minnst gróna hlutanum (UT17 og UT18) en u.þ.b. 100% í öðrum reitum. Aukin þekja lífrænnar jarðvegsskánar átti stærstan hlut í aukinni heildargróðurþekju (23. mynd). Aukin þekja bláberjalyngs í efstu reitum hvors sniðs (UT19 og UT22), krækilyngs í miðreitunum (UT18 og UT21) og skriðlíngresis í neðstu reitunum (UT17 og UT20) var einnig áberandi en skriðlíngresi kann best við sig í blautu landi þó það hafi vítt þolsvið (Hörður Kristinsson, 2010). Þekja túnvinguls minnkaði hins vegar í öllum reitunum á Hvalbeinsrandarsandi milli ára. Þessar niðurstöður eru í samræmi við niðurstöður sem fengust í gróðurúttekt á sandinum árið 2012 (Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir, 2013). Þá hafði heildargróðurþekja aukist mikið frá 2006, gróðurþekja rakasækinna tegunda hafði einnig aukist en dregið úr þekju þurrlendistegunda sem bendir til þess að grunnvatnsstaða hafi hækkað og framvinda orðið í kjölfar uppgræðsluaðgerða (23. mynd). Ljósmyndir af fyrsta smáreit allra reita við Lagarfljót árin 2006 og 2017 má sjá í 6. viðauka.



23. mynd. Ljósmyndir af reit UT17 (t.v.) og smáreit 1 (t.h.) árið 2006 (efri) og 2017 (neðri). Ljós. SHM. / Photos of study site UT17 in Hvalbeinsrandarsandur area (left) and one of its vegetation measuring frames (right) in 2006 (top) and 2017 (bottom).

Eftir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar jókst rennsli í Lagarfljóti og ofan á það bættist að ós þess færðist til sem gerði fljótinu erfitt fyrir að ná til sjávar og þess vegna flæddi Lagarfljót gjarnar inn á Hvalbeinsrandarsand í vatnavöxtum en fyrir virkjun (Egill Axelsson, 2015). Í júní 2014 var eldri ós Lagarfljóts opnaður aftur og við það lækkaði vatnsyfirborðið og hætta á flóðum á sandinum ætti því að vera minni en hún var á tímabilinu 2007–2014 (Egill Axelsson, 2015; 2017b). Ummerki flóða hafa í þessari rannsókn einungis einu sinni verið skráð innan reita á Hvalbeinsrandarsandi, þ.e. í reit UT21 haustið 2014, en við skráningu á flóðfari utan reita haustið 2011 sást að vatn hafði fyllt lægð á sandinum þá um vorið sem þýðir að líklegast hafði einnig flætt yfir þá reiti sem lægst liggja (Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir, 2013).

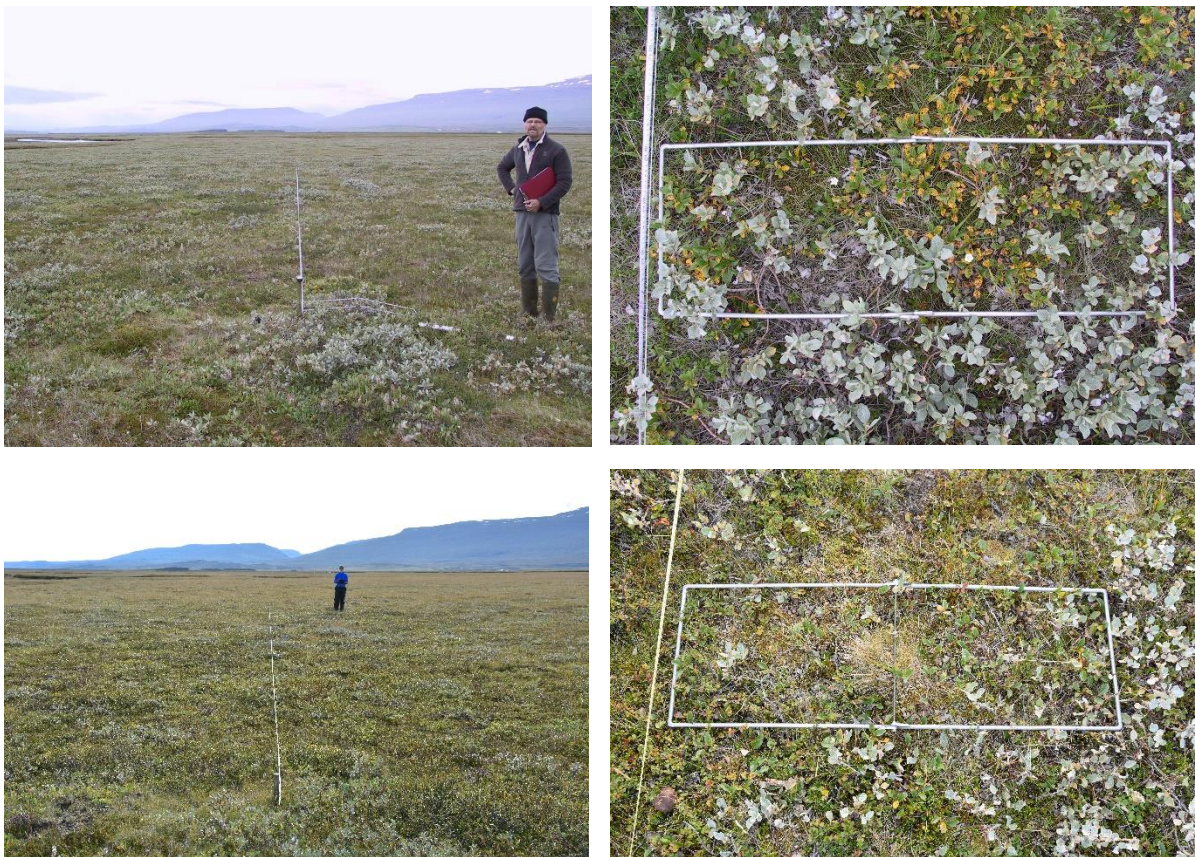
Vatnsstaða og gróðurbreytingar við Jökulsá á Dal

Í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar urðu breytingar á rennsli Jökulsár á Dal (Egill Axelsson, 2012). Vatnsborð í ánni lækkaði að meðaltali um 0,22 m yfir árið. Mestu munaði á vatnshæð yfir sumarið því komið hefur verið í veg fyrir náttúrulega vatnavexti vegna leysinga frá jökli og vatnsyfirborð í júní–ágúst eftir virkjun er að meðaltali 0,66 m lægra en áður (Landsvirkjun, 2018b). Þessi lækkun í fljótinu hefur leitt til lækkunar á meðalvatnsstöðu lands í næsta nágrenni fljótsins en hversu langt áhrifin ná er háð legu og gerð lands (Egill Axelsson, 2012). Þegar grunnvatnsstaða lands fellur verða plöntutegundir með þröngt þolsvið fyrir meiri áhrifum heldur en tegundir með vítt þolsvið. Mýrastör og túnvingull eru dæmi um algengar tegundir á rannsóknarsvæðinu sem þola vel breytilegt rakastig en þrengra þolsvið hafa t.d. barnamosar og blávingull (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson, 2008; Inga Vala Gísladóttir og Hlynur Óskarsson, 2011).

Mælingar Landsvirkjunar á vatnshæð í Jökulsá á Dal og í grunnvatnsholum í nágrenni árinna sýna að austan við ána, þar sem vöktunarsvæðið við Krókstjörn liggur, hafa litlar breytingar orðið á grunnvatnsstöðu í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar vegna þétts jarðvegs (Egill Axelsson, 2012; 2017a). Í grunnvatnsholunni DAL6, sem er í svipaðri fjarlægð frá bökkum árinna og gróðurreitirnir sem liggja henni næst, var meðalvatnsstaða 0,20 m lægri yfir sumarmánuðina á athugunarárum eftir virkjun heldur en fyrir virkjun (Landsvirkjun, 2018b). Í grunnvatnsholunni DAL7, sem er í svipaðri fjarlægð frá bökkum árinna og gróðurreitirnir sem fjær eru, var nánast enginn munur á meðalgildum fyrir og eftir virkjun en tekið skal fram að í báðum holunum voru mælingar í júní og júlí fyrir virkjun bara gerðar árin 2000 og 2001 og fjöldi gilda því takmarkaður. Niðurstöður gróðurmælinga á sniðunum í Krókstjörn benda til þess að land gæti hafa þornað að einhverju leyti, meðalþekja mýrastarar minnkaði úr 24% í 15% og þekja barnamosa (á sniði 1) úr 47% í 31%. Meiri breytileiki var milli reita á sniði 2 en sniði 1 og þar var reiturinn fjærst ánni (UT28) greinilega blautastur og litlar gróðurbreytingar var að sjá milli ára. Reitirnir á sniði 1 voru keimlíkari en þar var aftur á móti hægt að greina meiri breytingar á þekju einstakra háplöntutegunda milli ára en á sniði 2. Þekja fjalldrapa, gul- og loðvíðis virtist fara minnkandi milli ára en þekja bláberja- og krækilyngs virtist aukast.

Áhrif vatnsborðsbreytinga í Jökulsá á Dal í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar virðast ná töluvert lengra út frá bökkum árinna vestan megin við hana en austan megin (Egill Axelsson, 2012; 2017a). Mögulega gætir einhverra áhrifa vatnsborðslækkunar á vöktunarsvæðinu á Laufengi en það er staðsett nokkurn veginn mitt á milli tveggja grunnvatnshola Landsvirkjunar. Meðalvatnsstaða yfir sumarið í þeirri holu sem liggur nær ánni (DAL4) var 0,27 m lægri eftir virkjun en áður. Engan mun á meðalvatnsstöðu fyrir og eftir virkjun var hins vegar að finna í grunnvatnsholunni sem er fjær ánni (DAL5) en aftur skal tekið fram að fjöldi gilda er takmarkaður. Niðurstöður gróðurmælinga á sniðinu við Laufengi benda til þess að land gæti hafa þornað að einhverju leyti líkt og við Krókstjörn. Talsverður munur er á gróðurfari í

reitum UT14 og UT15 annars vegar og UT16 hins vegar þar sem sá síðastnefndi er í votlendi en hinir tveir á þurrari áreyrum. Í öllum þremur reitum virtist þekja runna þó hafa minnkað milli ára (24. mynd), líkt og við Krókstjörn. Aðrar áberandi breytingar milli ára á þekju einstakra tegunda í reit UT16 var ekki að sjá fyrir utan að meðalþekja bláberjalyngs fór úr 38% niður í 18% og barnamosar, sem höfðu þar 1% meðalþekju árið 2006 fundust ekki árið 2017. Í reitum UT14 og UT15 jókst hins vegar þekja melagambra og háplöntutegundanna blávinguls, beitilyngs og vallhæru umtalsvert, en þær teljast allar til þurrlendis-tegunda (Inga Vala Gísladóttir og Hlynur Óskarsson, 2011). Meðalþekja lífrænnar jarðvegsskánar og túnvinguls minnkaði hins vegar. Ljósmyndir af fyrsta smáreit allra reita við Jökulsá á Dal árin 2006 og 2017 má sjá í 6. viðauka.



24. mynd. Ljósmyndir af reit UT14 (t.v.) og smáreit 8 (t.h.) árið 2006 (efri) og 2017 (neðri). Ljós. SHM. / Photos of study site UT14 in Laufengi area (left) and one of its vegetation measuring frames (right) in 2006 (top) and 2017 (bottom).

Aðrar breytingar

Munur á hæð gróðurs í reitum bendir til þess að gróðurhæð stjórnist, allavega að einhverju leyti, af grunnvatnsstöðu, gróðurgerð og beit. Gróður var jafnan hærri því blautara sem landið var og þar sem gróðurhæð hækkaði milli ára hafði land víðast hvar blotnað í kjölfar virkjunar. Þær breytingar sáust í allnokkrum reitum nálægt Lagarfljóti, sérstaklega á Flæðum og við Flæðakíl og í Kílamýri. Gróður var yfirleitt lægstur í reitum við Geirastaðakvísl og á Hvalbeinsrandarsandi. Ummerki um beit, teðslu og rask voru yfirleitt ekki veruleg. Flestar athugasemdir voru skráðar á reitunum við Engi og Geirastaðakvísl og sennilegt er að beit hafi áhrif á gróðurhæð á einhverjum af þeim reitum. Landið við Engi er

friðað fyrir sauðfjárbreit en þar eru gæsir og álfir og talsverð ummerki eftir þessa fugla voru skráð í reit UT1 flest athugunarár en þar lækkaði gróður einnig milli ára. Gildi fyrir hæð víðis voru í flestum reitum fá og enginn marktækur munur fannst á hæð víðis milli áráanna 2006 og 2017. Í átta reitum fjölgaði skráðum víðitegundum á milli ára, oftast um eina tegund en mest í UT10 við Geirastaðakvísl þar sem víðitegundum fjölgaði úr núll árið 2006 í þrjár árið 2017. Í tveimur reitum fækkaði skráðum víðitegundum á milli ára, í UT21 á Hvalbeinsrandarsandi úr þremur í tvær og í UT14 við Laufengi úr tveimur í eina. Sauðfé sækir í víði og þessi hækkun og útbreiðsla víðis sem sást víðast hvar er í samræmi við fækkun sauðfjár síðastliðinna áratuga (Matvælastofnun, 2018) og niðurstöður rannsókna á áhrifum beitarfriðunar á víði (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon, 1992; Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon, 1995).

Víðast hvar urðu ekki miklar breytingar á heildarþekju gróðurs sem var 100% í flestum reitum bæði árin 2006 og 2017, fyrir utan á Hvalbeinsrandarsandi en þar jókst gróðurþekja mikið milli ára. Þekja mosa jókst í öllum reitum við Geirastaðakvísl en minnkaði yfirleitt milli ára í þeim votlendisreitum sem næst voru Lagarfljóti. Ekki voru þekjubreytingar á þeim mosum sem mældir voru sérstaklega svo vandasamt er að meta hvort þær breytingar séu vegna hækkaðrar grunnvatnsstöðu. Erfitt var einnig að lesa í breytingar á fjölda háplöntutegunda en fjöldinn jókst mest í reit UT17 sem var græddur upp og minnkaði mest í UT9 en þar bentu gróðurbreytingar til þess að land hafi blotnað á tímabilinu. Breytingar á þeim þáttum umhverfisins sem mældir voru virðast því endurspeglar í stórum dráttum breytingar á vatnsbúskap svæðisins.

Fyrir tilkomu Kárahnjúkavirkjunar voru gerðar mælingar á bökkum við Lagarfljót og Jökulsá á Dal (Gunnar Guðni Tómasson og Hrafnhildur Brynjólfssdóttir, 2005). Kom þá í ljós að landbrot var talsvert á flatlendinu þar sem fljótið bugðast á leið út til hafs. Landbrot var aðeins rannsakað á tveimur stöðum í þessari rannsókn og út frá þeim verður ekki ályktað um áhrif Kárahnjúkavirkjunar á landbrot. Mælingar á þessum tveimur stöðum sýna landbrot er til staðar.

Framhald vöktunar

Svo virðist sem áætluð áhrif Kárahnjúkavirkjunar á gróður í nágrenni Lagarfljóts og Jökulsár á Dal (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2007) hafi í grófum dráttum staðist. Gróðurfurfar við bakka Lagarfljóts hafði meiri votlendisblæ árið 2017 en fyrir virkjun, þekja rakakærra tegunda fór vaxandi milli ára og í fjórum reitum fannst samband milli grunnvatnsstöðu og vatnshæðarmælinga Landsvirkjunar í Lagarfljóti. Þróun gróðurs í nágrenni Jökulsár á Dal virðist hafa verið í öfuga átt. Vandasamt er að lesa í breytingar á þekju fárra háplöntutegunda því gróðurbreytingar geta verið ýmsum þáttum háðar sem getur verið erfitt að koma auga á á svo skömmum tíma.

Miðað við niðurstöður þessarar rannsóknar má ætla að gróður muni halda áfram að breytast enn um sinn. Því verður að teljast eðlilegt að áfram verði fylgst með gróðurbreytingum við árnar og rannsóknum haldið áfram. Þar sem gróðurbreytingar eru ekki hraðfara má ætla að hæfilegt sé að endur-mæla gróður næst árið 2026 eða 2027. Verði ákveðið að halda rannsóknum áfram er æskilegt að fara árlega til að mæla vatnshæð í reitum, kanna ástand reita, laga hornhæla og meta beit. Samkvæmt áætlun um vöktun sem sett var fram árið 2005 var gert ráð fyrir að fylgjast með breytingum á strönd við Héraðsflóa, m.a. með notkun loftmynda en reiknað var með að með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar myndi ströndin ganga inn og gróður eyðast þessu samhliða á Héraðssandi (Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson 2005). Æskilegt væri að endurskoða þessar áætlanir og kanna hvort þetta hafi gengið eftir.

Þakkir

Egill Axelsson og Helga P. Finnsdóttir hjá Landsvirkjun veittu aðgang að gögnum frá vatnshæðarmælingum Landsvirkjunar í Lagarfljóti og Jökulsá á Dal og grunnvatnsstöðumælingum í nágrenni þeirra. Auk þess veitti Egill ýmsar gagnlegar upplýsingar varðandi vatnshæðar- og rennslismælingar. Pálmi Sigurðsson hjá Orkusölnunni og Óðinn Þórarinsson hjá Veðurstofunni veittu aðgang að gögnum frá rennslismælingum Orkusölnunnar við Lagarfossvirkjun. Jón Búi Xuyi hjá Landsvirkjun sá um hæðarmælingar á reitum. Elín Guðmundsdóttir hjá Náttúrustofu Austurlands annaðist kortagerð. Örn Þorleifsson bóndi í Húsey og Hákon Aðalsteinsson hjá Landsvirkjun veittu ýmsar gagnlegar upplýsingar. Öllum sem lagt hafa verkefninu lið eru færðar bestu þakkir fyrir.

Heimildir

- Arnór P. Sigfússon. 2016. *Áhrif virkjana á Þjórsár- og Tungnaárvæði á fugla og spendýr*. Unnið af Verkis fyrir Landsvirkjun. Reykjavík: Landsvirkjun (LV–2016–011).
- Bai, X., S. van der Leeuw, K. O'Brien, F. Berkhout, F. Biermann, E. S. Brondizio, C. Cudennec, J. Dearing, A. Duraiappah, M. Glaser, A. Revkin, W. Steffen og J. Syvitski. 2016. Plausible and desirable futures in the Anthropocene: A new research agenda. *Global Environmentla Change*, 39, 351-362.
- Borgþór Magnússon. 1998. Endurheimt votlendis hafin á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn*, 68, 3–16.
- Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson. 2017. *Vöktun á gróðri og strönd við Blöndulón. Áfangaskýrsla 2016*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ-17001).
- Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon. 1992. *Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði*. Fjölrit RALA nr. 159. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Braatne, J.H., S.B. Rood, L.A. Goater og C.L. Blair. 2008. Analyzing the impacts of dams on riparian ecosystems: A review of research strategies and their relevance to the Snake River through Hells Canyon. *Environmental Management*, 41, 267–281.
- Egill Axelsson. 2008. *Vatnsborðs- og grunnvatnsmælingar í Fljótsdal og á Héraði fyrir Kárahnjúka-virkjun*. Reykjavík: Landsvirkjun (LV–2008/033).
- Egill Axelsson. 2012. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á vatnsborð og grunnvatn á láglendi á Héraði*. Reykjavík: Landsvirkjun (LV–2012–099).
- Egill Axelsson. 2015. *Grunnvatnsmælingar í Húsey*. Minnisblað 28.1.2015. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Egill Axelsson. 2017a. *Grunnvatnsmælingar í Fljótsdal og á Úthéraði 2015 og 2016*. Minnisblað 30.3.2017. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Egill Axelsson. 2017b. *Grunnvatnsmælingar í Húsey 2016*. Minnisblað 21.3.2017. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Goldsmith, F.B. og C.H. Harrison. 1976. Description and analysis of vegetation. Í Chapman, S.B. (ritstj.), *Methods in Plant Ecology* (bls. 85–155). Oxford: Blackwell Sci. Publ.
- Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson, Halldór Walter Stefánsson og Kristinn H. Skarphéðinsson. 2001. *Kárahnjúkavirkjun. Áhrif breytinga á vatnafari Jökulsár á Dal og Lagarfljóts á gróður, fugla og seli*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–01005).
- Gunnar Guðni Tómasson og Hrafnhildur Brynjólfsdóttir. 2005. *Mælingar á bökkum við Lagarfljót neðan Lagarfoss og Jökulsá á Dal við Húsey. Grunnástand fyrir tilkomu virkjunar*. Reykjavík: Landsvirkjun (LV–2005/087).
- Halldór Walter Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson. 2017. *Heiðagæsarannsóknir á vatnasviði Kárahnjúkavirkjunar árið 2016*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands (NA–170166).
- Hill, M.O. og P. Šmilauer. 2005. *TWINSPAN for Windows version 2.3*. Huntingdon og Ceske Budejovice: Centre for Ecology and Hydrology og University of South Bohemia.

- Hilmar J. Malmquist, Guðni Guðbergsson, Ingi Rúnar Jónsson, Jón S. Ólafsson, Finnur Ingimarsson, Erlín E. Jóhannsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sesselja G. Sigurðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Iris Hansen og Sigurður S. Snorrason. 2001. *Vatnalífriki á virkjanaslóð. Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjunar ásamt Laugarfellsveitu, Bessastaðaárveitu, Jökulsárveitu, Hafursveitur og Hraunaveitu á vistfræði vatnakerfa*. Unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun. Reykjavík: Landsvirkjun (LV-2001/025).
- Hörður Kristinsson. 2010. *Íslenska plöntuhandbókin*. Reykjavík: Mál og menning.
- Inga Vala Gísladóttir og Hlynur Óskarsson. 2011. Athugun á hentugleika WIV-votlendisvísitölunnar við íslenskar aðstæður. *Fræðaping landbúnaðarins*, 8, 320–323.
- Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason. 2017. *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts og Gilsár 2016*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun (HV 2017-034).
- Ingi Rúnar Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jónína Herdís Ólafsdóttir og Iris Hansen. 2017. *Rannsóknir á hryggleysingjum á fjörusteinum í Lagarfljóti 2014*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun (HV 2017-016).
- Jansson, R., C. Nilsson og B. Renöfält. 2000. Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology*, 81, 899–903.
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir (ritstj.). 2016. *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofunnar nr. 54. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- 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*. Skoðað í desember 2017 á <http://www.lmi.is/wpcontent/uploads/2013/10/Almskilm.pdf>
- Landmælingar Íslands. 2017. *Gjaldfrjáls vektorgögn IS50v – útgáfur 24122015 og 24122017*. Sótt í desember 2017 á niðurhalssíðu LMÍ: <https://www.lmi.is/wpcontent/uploads/2017/12/nidurhalssida.pdf>
- Landsvirkjun. 2014. *Landmælingar 24.–25. september 2014*. Hæðarmælingar gróðurreita á Úthéraði. Hnitatafla.
- Landsvirkjun. 2018a. *Aflstöðvar*. Skoðað 31.05.2018 á <https://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/aflstodvar>
- Landsvirkjun. 2018b. *Wiski gagnagrunnur*, 20.03.2018 – M00328.
- Malmqvist, B. og S. Rundle. 2002. Threats to the Running Water Ecosystems of the World. *Environmental Conservation*, 29, 134–153.
- Matvælastofnun. 2018. *Samtölur búfjár*. Skoðað í júlí 2018 á <http://mast.is/default.aspx?pageid=647aa097-b558-452c-99de-8994d03bf7c7>
- Nilsson, C., R. Jansson og U. Zinko. 1997. Long-Term Responses of River-Margin Vegetation to Water-Level Regulation. *Science*, 276, 798–800.
- Nilsson, C., C.A. Reidy, M. Dynesius og C. Revenga. 2005. Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems. *Science*, 308, 405–408.
- R Core Team. 2015. *R: A language and environment for statistical computing (R version 3.2.2)*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir. 2015. *Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005–2013, mat á áhrifum virkjunar*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Egilsstaðir: Náttúrustofa Austurlands (NA-150154).
- RStudio Team. 2016. *RStudio: Integrated Development for R (Version 1.1.383)*. RStudio, Inc., Boston, MA. URL <http://www.rstudio.com/>.

- Schmutz, S. og J. Sendzimir (ritstj.). 2018. *Riverine Ecosystem Management. Science for Governing Towards a Sustainable Future (AQEC, Vol. 8)*. Cham, Sviss: Springer International Publishing AG.
- Sigmundur Einarsson og Þorleifur Eiríksson. 2016. *Um áhrif virkjana á náttúru og menningarminjar*. Unnið fyrir Faghóp 1 í Rammaáætlun 3. Reykjavík: RORUM ehf. og Náttúruminjasafn Íslands (NMSI 2016 002).
- Sigurður H. Magnússon. 2005. *Kárahnjúkavirkjun. Áhrif vatnsborðsbreytinga á gróður á Úthéraði. Rannsóknaráætlun 2006–2007*. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–05 002, VST:2000.034/SK-10. 38 bls.).
- Sigurður H. Magnússon. 2016. *Áhrif Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við Lagarfljót 1976–2014*. Unnið fyrir Orkusöluna ohf. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–16001).
- Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir. 2013. *Gróðurbreytingar 2006–2012 á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri í landi Húseyjar á Úthéraði*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–13006).
- Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon. 1995. *Uppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994*. Fjölrit Rala nr. 180. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Sigurður H. Magnússon, Bryndís Marteinsdóttir og Kristbjörn Egilsson. 2007. *Kárahnjúkavirkjun – gróðurvöktun á Úthéraði. Áhrif vatnsborðsbreytinga í Jökulsá á Dal og Lagarfljóti*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–07012).
- Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson, Hörður Kristinsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson. 2001. *Kárahnjúkavirkjun. Áhrif Háslóns á gróður, smádýr og fugla*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–01004).
- Sigurður H. Magnússon og Gunnar Guðni Tómasson. 2005. *Kárahnjúkavirkjun: Áhrif vatnsborðsbreytinga á gróður og landbrot á Úthéraði – Tillögur um vöktun*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–05002).
- Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson. 2008. *Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–2004*. Unnið fyrir Rarik ohf. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–08002).
- Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson og Eypór Einarsson. 1998. *Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–1994*. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ–98019).
- ter Braak, C.J.F. og P. Šmilauer 2012. *CANOCO reference manual and user's guide : software for ordination (version 5.0)*. Ithaca, New York: Microcomputer Power.
- Veðurstofa Íslands. 2017. *Gagnabanki Veðurstofu Íslands*, afgreiðsla nr. 2018-08-24/01.
- Visser, E.J.W., G.M. Bogemann, H.M. Van de Steeg, R. Pierik, og C. Blom. 2000. Flooding tolerance of *Carex* species in relation to field distribution and aerenchyma formation. *New phytologist*, 148, 93–103.
- Zelnik, I., & Čarni, A. (2008). Distribution of plant communities, ecological strategy types and diversity along a moisture gradient. *Community Ecology*, 9(1), 1–9.
<http://doi.org/10.1556/ComEc.9.2008.1.1>

1. viðauki. Hnit reita.

Staðsetning rannsóknarreita á Úthéraði. Hnit sýna upphafspunkt (núllpunkt) reita.

	Snið	Reitur	LAT	LON
Lagarfljót				
	1	UT1	65.53516	-14.36266
Engi við Ekru	1	UT2	65.53491	-14.36228
	1	UT3	65.53442	-14.36152
Geirastaða- kvísl	1	UT10	65.58250	-14.30790
	1	UT11	65.58255	-14.30886
	1	UT12	65.58261	-14.30988
		UT13	65.58305	-14.30792
	1	UT4	65.62273	-14.20601
	1	UT5	65.62291	-14.20651
Flæður og	1	UT6	65.62328	-14.20761
Flæðakill	2	UT7	65.62158	-14.21254
	2	UT8	65.62175	-14.21286
	2	UT9	65.62232	-14.21357
Kílamýri	1	UT29	65.63110	-14.24353
	1	UT30	65.63136	-14.24363
	1	UT31	65.63181	-14.24381
	2	UT32	65.63076	-14.24291
	2	UT33	65.63082	-14.24198
	2	UT34	65.63091	-14.24113
	1	UT17	65.64212	-14.23943
	1	UT18	65.64200	-14.23998
Hvalbeins- randarsandur	1	UT19	65.64179	-14.24086
	2	UT20	65.64399	-14.24634
	2	UT21	65.64356	-14.24764
	2	UT22	65.64338	-14.24819
Jökulsá á Dal				
Krókstjörn	1	UT23	65.63267	-14.32956
	1	UT24	65.63252	-14.32848
	1	UT25	65.63251	-14.32772
	2	UT26	65.63504	-14.33120
	2	UT27	65.63489	-14.32908
	2	UT28	65.63481	-14.32772
	1	UT14	65.64328	-14.36187
Laufengi	1	UT15	65.64390	-14.36330
	1	UT16	65.64481	-14.36522

2. viðauki. Tegundalisti.

Háplöntutegundir sem skráðar hafa verið innan reita á Úthéraði og fundarár þeirra. Árið 2012 voru tegundir aðeins skráðar á tveimur vöktunarsvæðum af sjö.

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	2006	2012	2017
<i>Achillea millefolium</i>	Vallhumall			x
<i>Agrostis capillaris</i>	Hálingresi	x		x
<i>Agrostis stolonifera</i>	Skriðlingresi	x	x	x
<i>Agrostis vinealis</i>	Týtulíngresi	x	x	x
<i>Alchemilla alpina</i>	Ljónslappi	x		x
<i>Alchemilla faeroënsis</i>	Maríuvöttur	x		x
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Maríustakkur	x		x
<i>Angelica sylvestris</i>	Geithvönn	x		x
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Ilmreyr			x
<i>Arabidopsis petraea</i>	Melablóm	x		
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Sortulyng	x		
<i>Arenaria norvegica</i>	Skeggsandi	x		x
<i>Armeria maritima</i>	Geldingahnappur	x	x	x
<i>Bartsia alpina</i>	Smjörgras	x		x
<i>Betula nana</i>	Fjalldrapi	x	x	x
<i>Bistorta vivipara</i>	Kornsúra	x	x	x
<i>Botrychium lunaria</i>	Tungljurt	x		x
<i>Calamagrostis stricta</i>	Hálmgresi	x	x	x
<i>Calluna vulgaris</i>	Beitilyng	x	x	x
<i>Caltha palustris</i>	Hófsóley	x	x	x
<i>Campanula rotundifolia</i>	Bláklukka	x		x
<i>Cardamine pratensis</i> subsp. <i>angustifolia</i>	Hrafnaklukka	x	x	x
<i>Carex bicolor</i>	Hvitstör	x		
<i>Carex bigelowii</i>	Stinnastör		x	x
<i>Carex capillaris</i>	Hárleggjastör	x		x
<i>Carex capitata</i>	Hnappstör	x	x	x
<i>Carex chordorrhiza</i>	Vetrarkvíðastör	x		x
<i>Carex curta</i>	Blátoppastör	x	x	
<i>Carex dioica</i>	Sérbýlisstör	x		x
<i>Carex glareosa</i>	Heigulstör		x	x
<i>Carex limosa</i>	Flóastör	x		x
<i>Carex lyngbyei</i>	Gulstör	x	x	x
<i>Carex maritima</i>	Bjúgstör	x	x	x
<i>Carex microglochin</i>	Broddastör	x		
<i>Carex nigra</i>	Mýrastör	x	x	x
<i>Carex paupercula</i>	Keldustör	x		
<i>Carex rariflora</i>	Hengistör	x		x
<i>Carex rostrata</i>	Tjarnastör	x		x
<i>Cerastium alpinum</i>	Músareyra	x	x	x
<i>Cerastium fontanum</i>	Vegarfi	x	x	x
<i>Coeloglossum viride</i>	Barnarót	x	x	x
<i>Deschampsia alpina</i>	Fjallapuntur		x	x
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Snarrótarpuntur	x		x
<i>Draba norvegica</i>	Hagavorblóm	x		
<i>Dryas octopetala</i>	Holtasóley	x	x	
<i>Empetrum nigrum</i>	Krækilyng	x	x	x
<i>Epilobium palustre</i>	Mýradúnurt	x	x	x
<i>Equisetum arvense</i>	Klóelfting	x	x	x
<i>Equisetum fluviatile</i>	Fergin	x		x
<i>Equisetum palustre</i>	Mýrelfting	x		x
<i>Equisetum variegatum</i>	Beitieski	x	x	x
<i>Erigeron boreale</i>	Jakobsfífill	x		x
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Klófífa	x	x	x
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Hrafnaífífa	x		x
<i>Euphrasia frigida</i>	Augnfró	x	x	x

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	2006	2012	2017
<i>Festuca richardsonii</i>	Túnvingull	x	x	x
<i>Festuca vivipara</i>	Blávingull	x	x	x
<i>Galium boreale</i>	Krossmaðra	x		
<i>Galium normanii</i>	Hvítmaðra	x	x	x
<i>Galium verum</i>	Gulmaðra	x	x	x
<i>Gentiana nivalis</i>	Dýragras	x	x	
<i>Gentianella aurea</i>	Gullvöndur	x		
<i>Gentianella campestris</i>	Mariuvöndur			x
<i>Geum rivale</i>	Fjalldalaffill	x	x	x
<i>Hierochloa odorata</i>	Reyrgresi	x	x	x
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lófótur	x		x
<i>Juncus alpinus</i>	Mýrasef	x	x	x
<i>Juncus arcticus</i>	Hrossanál	x	x	x
<i>Juncus trifidus</i>	Móasef	x		x
<i>Juncus triglumis</i>	Blómsef	x		
<i>Kobresia myosuroides</i>	Pursaskegg	x	x	x
<i>Leontodon autumnalis</i>	Skariffill	x		x
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Sauðamergur		x	
<i>Lomatogonium rotatum</i>	Blástjarna	x		x
<i>Luzula multiflora</i>	Vallhæra	x	x	x
<i>Luzula spicata</i>	Axhæra	x		x
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Horblaðka	x		x
<i>Parnassia palustris</i>	Mýrasóley	x	x	x
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Lyfjagras	x	x	x
<i>Plantago maritima</i>	Kattartunga	x	x	x
<i>Platanthera hyperborea</i>	Friggjargras	x	x	x
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	x	x	x
<i>Poa pratensis</i>	Vallarsveifgras	x	x	x
<i>Potentilla crantzii</i>	Gullmura	x	x	x
<i>Potentilla palustris</i>	Engjarós	x	x	x
<i>Ranunculus acris</i>	Brennisóley	x		x
<i>Ranunculus reptans</i>	Flagasóley	x	x	x
<i>Rhinanthus minor</i>	Lokasjóður	x	x	x
<i>Rumex acetosa</i>	Túnsúra	x		x
<i>Sagina nivalis</i>	Snækrækil		x	x
<i>Sagina nodosa</i>	Hnúskakrækil	x	x	x
<i>Sagina procumbens</i>	Skammkrækil	x	x	x
<i>Salix alaxensis</i>	Alaskavíðir	x	x	x
<i>Salix callicarpaea</i>	Fjallavíðir	x	x	x
<i>Salix herbacea</i>	Grasvíðir	x	x	x
<i>Salix lanata</i>	Loðvíðir	x	x	x
<i>Salix phylicifolia</i>	Gulvíðir	x	x	x
<i>Saxifraga casespitosa</i>	Þúfusteinbrjótur	x		
<i>Saxifraga hirculus</i>	Gullbrá	x		
<i>Sedum acre</i>	Helluhnoðri	x	x	
<i>Sedum villosum</i>	Flagahnoðri	x	x	x
<i>Selaginella selaginoides</i>	Mosajafni	x	x	x
<i>Silene acaulis</i>	Lambagras	x	x	x
<i>Silene uniflora</i>	Holurt	x	x	
<i>Taraxacum spp</i>	Túnfífill		x	x
<i>Thalictrum alpinum</i>	Brjóstagras	x	x	x
<i>Thymus praecox</i>	Blóðberg	x	x	x
<i>Tofieldia pusilla</i>	Sýkigras	x	x	x
<i>Trifolium repens</i>	Hvítsmári	x	x	x
<i>Trisetum spicatum</i>	Fjallalógresi	x	x	x
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Bláberjalyng	x	x	x
<i>Viola canina</i>	Týsfjóla	x		
<i>Viola epipsila</i>	Birkifjóla	x		
<i>Viola palustris</i>	Mýrfjóla	x	x	x
<i>Viscaria alpina</i>	Ljósberi	x	x	x

3. viðauki. Meðalgróðurþekja 2017.

Meðalgróðurþekja einstakra plöntutegunda (%) í reitum á vöktunarsvæðunum sjö á Úthéraði.

		Engi við Ekru			Geirastaðakvísl				Flæður og Flæðakíll					
		UT1	UT2	UT3	UT10	UT11	UT12	UT13	UT4	UT5	UT6	UT7	UT8	UT9
<i>Achillea millefolium</i>	Vallhumall	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis capillaris</i>	Hálingresi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	Skríðlingresi	5,7	1,4	-	2,2	7,2	0,8	17,6	0,2	+	-	0,8	-	-
<i>Agrostis vinealis</i>	Týtulingresi	-	-	-	0,8	8,3	1,7	2,3	-	0,1	-	-	0,2	0,2
<i>Alchemilla alpina</i>	Ljónslappi	-	-	-	2,7	-	x	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Alchemilla faeroënsis</i>	Mariuvöttur	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Mariustakkur	-	-	-	-	x	-	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Angelica sylvestris</i>	Geithvönn	-	x	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Ilmreyr	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0,1	-	-	0,1
<i>Arenaria norvegica</i>	Skeggsandi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armeria maritima</i>	Geldingahnappur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bartsia alpina</i>	Smjörgras	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula nana</i>	Fjalldrapi	-	-	5,7	+	0,1	1,4	-	-	19,4	13,3	-	6,7	9,9
<i>Bistorta vivipara</i>	Kornsúra	-	-	0,4	+	0,6	0,3	2,2	-	0,1	-	-	-	-
<i>Botrychium lunaria</i>	Tungljurt	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis stricta</i>	Hálmgresi	0,1	0,2	x	-	-	-	-	0,7	0,1	-	0,7	0,1	0,2
<i>Calluna vulgaris</i>	Beitilyng	-	-	-	0,1	-	7,9	-	-	-	+	-	-	-
<i>Caltha palustris</i>	Hófsóley	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula rotundifolia</i>	Bláklukka	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine pratensis</i>	Hrafnaklukka	0,4	0,2	+	+	+	-	0,2	0,3	0,1	+	1,0	0,2	0,2
<i>Carex bigelowii</i>	Stinnastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex capillaris</i>	Hárleggjastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex capitata</i>	Hnappstör	-	-	-	0,2	1,2	0,3	0,5	-	+	+	-	-	0,3
<i>Carex chordorrhiza</i>	Vetrarkvíðastör	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex dioica</i>	Sérbýlisstör	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex glareosa</i>	Heigulstör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex limosa</i>	Flóastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex lyngbyei</i>	Gulstör	8,6	17,9	1,2	-	-	-	-	19,1	-	-	-	-	-
<i>Carex maritima</i>	Bjúgstör	-	-	-	0,3	0,3	-	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Carex nigra</i>	Mýrastör	43,8	44,1	17,8	0,1	0,4	0,2	1,3	68,8	53,1	31,9	68,8	56,3	8,7
<i>Carex rariflora</i>	Hengistör	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	Tjarnastör	-	0,4	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium alpinum</i>	Músareyra	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium fontanum</i>	Vegarfi	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Coeloglossum viride</i>	Barnarót	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia alpina</i>	Fjallapunktur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Snarrótarpunktur	-	-	-	-	0,4	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Empetrum nigrum</i>	Krækilyng	-	-	9,9	0,6	-	2,0	+	-	0,1	21,9	-	0,1	5,1
<i>Epilobium palustre</i>	Mýradúnurt	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Equisetum arvense</i>	Klóelfting	0,2	0,1	0,1	-	0,4	-	0,2	+	+	0,1	0,1	-	-
<i>Equisetum fluviatile</i>	Fergin	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-
<i>Equisetum palustre</i>	Mýrelfting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum variegatum</i>	Beitieski	-	0,1	0,3	+	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
<i>Erigeron boreale</i>	Jakobsffill	-	-	-	0,2	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Klófífa	0,1	0,3	0,8	-	-	-	-	0,2	0,3	-	1,0	0,6	-
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Hrafnafífa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Euphrasia frigida</i>	Augnfró	-	-	-	x	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca richardsonii</i>	Túnvingull	1,5	2,7	0,5	4,5	15,0	2,6	26,3	0,9	0,6	0,3	+	1,0	0,7
<i>Festuca vivipara</i>	Blávingull	-	-	-	2,4	1,1	19,1	0,4	-	0,4	0,3	-	0,8	6,9
<i>Galium normanii</i>	Hvítmaðra	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+

- fannst ekki í reitnum

+ meðalþekja í smáreitum <0,05%

x fannst í reit utan smáreita

		Engi við Ekrú			Geirastaðakvísl				Flæður og Flæðakill					
		UT1	UT2	UT3	UT10	UT11	UT12	UT13	UT4	UT5	UT6	UT7	UT8	UT9
<i>Galium verum</i>	Gulmaðra	-	-	-	-	+	+	0,4	-	+	0,8	-	+	1,5
<i>Gentianella campestris</i>	Mariuvöndur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geum rivale</i>	Fjalldalafífill	6,4	5,2	+	x	0,4	-	2,8	-	-	-	-	-	-
<i>Hierochloe odorata</i>	Reyrgresi	-	-	-	-	1,8	0,6	-	0,1	+	-	-	-	-
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lófótur	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	+	-	-
<i>Juncus alpinus</i>	Mýrasef	-	-	-	+	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus arcticus</i>	Hrossanál	-	-	-	-	1,1	0,1	0,1	-	0,1	2,4	-	0,4	1,3
<i>Juncus trifidus</i>	Móasef	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kobresia myosuroides</i>	Pursaskegg	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leontodon autumnalis</i>	Skarífífill	x	-	-	0,2	0,1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Lomatogonium rotatum</i>	Blástjarna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luzula multiflora</i>	Vallhæra	0,1	-	0,2	1,3	0,4	1,1	0,2	+	0,1	0,1	-	+	x
<i>Luzula spicata</i>	Axhæra	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Horbldáka	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parnassia palustris</i>	Mýrasóley	-	-	0,1	-	+	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Lyfjagras	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago maritima</i>	Kattartunga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platanthera hyperborea</i>	Friggjargras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	Vallarsveifgras	1,2	0,3	-	0,1	0,1	+	0,3	0,2	+	-	x	+	0,1
<i>Potentilla crantzii</i>	Gullmura	-	-	-	0,1	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potentilla palustris</i>	Engjarós	0,4	0,4	0,1	-	-	-	-	x	-	-	+	-	-
<i>Ranunculus acris</i>	Brennisóley	0,1	-	-	0,1	x	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus reptans</i>	Flagasóley	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinanthus minor</i>	Lokasjóður	-	-	-	0,1	x	0,1	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	Túnsúra	-	-	-	+	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina nivalis</i>	Snækrækill	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina nodosa</i>	Hnúskakrækill	-	-	-	x	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina procumbens</i>	Skammkrækill	-	-	-	0,2	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Salix alaxensis</i>	Alaskavíðir	-	-	-	0,2	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Salix callicarpaea</i>	Fjallavíðir	-	-	0,4	+	4,7	1,3	0,2	4,8	28,5	16,3	7,8	21,7	24,8
<i>Salix herbacea</i>	Grasvíðir	-	-	-	-	0,1	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix lanata</i>	Loðvíðir	-	-	4,6	0,5	1,9	0,4	0,6	-	-	5,3	x	4,8	4,7
<i>Salix phylicifolia</i>	Gulvíðir	-	-	1,9	0,4	x	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Sedum villosum</i>	Flagahnoðri	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Selaginella selaginoides</i>	Mosajafni	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene acaulis</i>	Lambgras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taraxacum spp</i>	Túnfífill	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalictrum alpinum</i>	Brjóstagras	-	-	0,1	x	0,4	1,0	-	-	0,9	1,8	-	0,4	1,9
<i>Thymus praecox</i>	Blóðberg	-	-	-	0,7	-	0,3	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tofieldia pusilla</i>	Sýkigras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens</i>	Hvítmári	-	-	-	2,3	0,3	0,4	0,8	-	-	-	-	-	-
<i>Trisetum spicatum</i>	Fjallalógresi	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Bláberjalyng	-	-	19,1	0,2	0,1	0,2	0,2	-	x	33,5	-	5,1	8,8
<i>Viola palustris</i>	Mýrfjóla	-	-	+	-	-	-	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,2	-
<i>Viscaria alpina</i>	Ljósberi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- fannst ekki í reitnum

+ meðalþekja í smáreitum <0,05%

x fannst í reit utan smáreita

		Kílamýri						Hvalbeinsrandarsandur					
		UT29	UT30	UT31	UT32	UT33	UT34	UT17	UT18	UT19	UT20	UT21	UT22
<i>Achillea millefolium</i>	Vallhumall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis capillaris</i>	Hálingresi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	Skríðlingresi	0,3	0,9	5,4	0,2	0,2	3,2	6,0	0,5	0,3	10,5	0,5	0,2
<i>Agrostis vinealis</i>	Týtulingresi	-	1,8	-	-	-	0,2	-	0,2	0,1	-	0,5	0,7
<i>Alchemilla alpina</i>	Ljónslappi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchemilla faeroënsis</i>	Mariuvöttur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Mariustakkur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Angelica sylvestris</i>	Geithvönn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Ilmreyr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
<i>Arenaria norvegica</i>	Skeggsandi	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Armeria maritima</i>	Geldingahnappur	-	-	-	-	-	-	0,3	0,1	-	x	x	x
<i>Bartsia alpina</i>	Smjörgras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula nana</i>	Fjalldrapi	-	-	x	-	-	-	-	2,3	1,1	-	1,4	7,2
<i>Bistorta vivipara</i>	Kornsúra	0,4	-	-	-	-	-	+	0,5	0,5	-	0,1	2,4
<i>Botrychium lunaria</i>	Tungljurt	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis stricta</i>	Hálmgresi	0,6	0,2	1,8	1,3	3,0	0,2	-	-	x	-	-	-
<i>Calluna vulgaris</i>	Beitilyng	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	2,4	0,9
<i>Caltha palustris</i>	Hófsóley	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula rotundifolia</i>	Bláklukka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine pratensis</i>	Hrafnaklukka	0,3	0,3	0,7	0,3	0,2	0,4	0,1	-	+	+	-	-
<i>Carex bigelowii</i>	Stinnastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex capillaris</i>	Hárleggjastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Carex capitata</i>	Hnappstör	-	-	-	-	-	1,6	-	+	0,4	-	-	1,5
<i>Carex chordorrhiza</i>	Vetrarkvíðastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex dioica</i>	Sérbylistör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex glareosa</i>	Heigulstör	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,6
<i>Carex limosa</i>	Flóastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex lyngbyei</i>	Gulstör	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex maritima</i>	Bjúgstör	-	-	-	-	-	-	0,3	+	-	0,8	-	-
<i>Carex nigra</i>	Mýrastör	71,9	31,9	53,4	75,0	59,4	4,2	+	x	1,5	0,3	-	0,1
<i>Carex rariflora</i>	Hengistör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex rostrata</i>	Tjarnastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium alpinum</i>	Músareyra	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	+	-
<i>Cerastium fontanum</i>	Vegarfi	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Coeloglossum viride</i>	Barnarót	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia alpina</i>	Fjallapuntur	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Snarrótarpuntur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Empetrum nigrum</i>	Krækilyng	-	-	0,1	-	-	-	x	2,9	-	x	26,3	6,0
<i>Epilobium palustre</i>	Mýradúnurt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum arvense</i>	Klóelfting	0,1	+	0,3	+	0,2	+	+	0,1	0,1	0,2	-	-
<i>Equisetum fluviatile</i>	Fergin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum palustre</i>	Mýrelfting	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum variegatum</i>	Beitieski	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3
<i>Erigeron boreale</i>	Jakobsfífill	-	+	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Klófífa	0,5	-	-	0,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Hrafnaífífa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euphrasia frigida</i>	Augnfró	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3	-	1,0	0,2	0,1
<i>Festuca richardsonii</i>	Túnvingull	2,1	12,0	2,3	4,5	0,9	1,0	3,5	6,0	1,3	6,5	0,8	1,9
<i>Festuca vivipara</i>	Blávingull	-	5,3	9,6	-	-	23,4	0,4	0,1	-	-	0,1	0,3
<i>Galium normanii</i>	Hvítmaðra	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

- fannst ekki í reitnum

+ meðalþekja í smáreitum <0,05%

x fannst í reit utan smáreita

		Kílamýri						Hvalbeinsrandarsandur					
		UT29	UT30	UT31	UT32	UT33	UT34	UT17	UT18	UT19	UT20	UT21	UT22
<i>Galium verum</i>	Gulmaðra	-	2,3	x	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Gentianella campestris</i>	Mariuvöndur	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Geum rivale</i>	Fjalldalaffill	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hierochloe odorata</i>	Reyrgresi	0,2	1,3	-	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lófótur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus alpinus</i>	Mýrasef	-	-	-	-	-	-	0,2	+	-	0,7	-	-
<i>Juncus arcticus</i>	Hrossanál	+	-	0,4	-	-	2,7	0,1	0,3	6,0	5,3	-	0,1
<i>Juncus trifidus</i>	Móasef	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kobresia myosuroides</i>	Þursaskegg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	0,1
<i>Leontodon autumnalis</i>	Skariffill	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Lomatogonium rotatum</i>	Blástjarna	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Luzula multiflora</i>	Vallhæra	-	1,2	1,0	-	-	1,0	+	0,2	0,1	+	0,4	0,1
<i>Luzula spicata</i>	Axhæra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Horblaðka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parnassia palustris</i>	Mýrasóley	-	-	-	-	-	-	0,2	-	x	1,6	0,2	+
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Lyfjagras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
<i>Plantago maritima</i>	Kattartunga	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	+
<i>Platanthera hyperborea</i>	Friggjargras	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	+	-
<i>Poa pratensis</i>	Vallarsveifgras	0,3	0,7	0,7	0,5	x	0,2	0,2	+	0,2	+	-	x
<i>Potentilla crantzii</i>	Gullmura	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Potentilla palustris</i>	Engjarós	x	4,1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus acris</i>	Brennisóley	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus reptans</i>	Flagasóley	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinanthus minor</i>	Lokasjóður	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0,2	+	-
<i>Rumex acetosa</i>	Túnsúra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina nivalis</i>	Snækrækill	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Sagina nodosa</i>	Hnúskakrækill	-	-	-	-	-	-	0,3	+	-	0,1	-	-
<i>Sagina procumbens</i>	Skammkrækill	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix alaxensis</i>	Alaskavíðir	-	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-
<i>Salix callicarpaea</i>	Fjallavíðir	3,8	8,2	5,6	1,9	-	8,8	0,9	4,3	3,8	0,4	-	0,2
<i>Salix herbacea</i>	Grasvíðir	-	-	-	-	-	-	x	-	0,6	-	-	0,7
<i>Salix lanata</i>	Loðvíðir	1,9	6,6	x	-	-	-	0,4	8,5	24,8	9,0	5,3	12,0
<i>Salix phylicifolia</i>	Gulvíðir	0,8	-	-	x	-	-	-	-	0,4	0,8	-	-
<i>Sedum villosum</i>	Flagahnoðri	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Selaginella selaginoides</i>	Mosajafni	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	+
<i>Silene acaulis</i>	Lambagras	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	x	-
<i>Taraxacum spp</i>	Túnffill	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Thalictrum alpinum</i>	Brjóstagrass	-	0,2	2,3	-	-	2,7	-	-	-	-	-	-
<i>Thymus praecox</i>	Blóðberg	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,2	+
<i>Tofieldia pusilla</i>	Sýkigras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Trifolium repens</i>	Hvítsmári	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	1,9	-
<i>Trisetum spicatum</i>	Fjallalógresi	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Bláberjalyng	-	-	-	-	-	-	-	x	10,5	-	-	17,8
<i>Viola palustris</i>	Mýrfjóla	0,3	0,1	+	+	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Viscaria alpina</i>	Ljósberi	-	-	-	-	-	-	0,1	+	-	-	-	-

- fannst ekki í reitnum

+ meðalþekja í smáreitum <0,05%

x fannst í reit utan smáreita

		Krókstjörn						Laufengi		
		UT23	UT24	UT25	UT26	UT27	UT28	UT14	UT15	UT16
<i>Achillea millefolium</i>	Vallhumall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis capillaris</i>	Hálingresi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	Skríðlingresi	-	-	-	-	-	-	2,7	1,8	-
<i>Agrostis vinealis</i>	Týtulingresi	0,1	0,2	-	3,0	0,3	-	0,8	1,5	-
<i>Alchemilla alpina</i>	Ljónslappi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchemilla faeroënsis</i>	Mariuvöttur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Mariustakkur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Angelica sylvestris</i>	Geithvönn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Ilmreyr	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-
<i>Arenaria norvegica</i>	Skeggsandi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armeria maritima</i>	Geldingahnappur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bartsia alpina</i>	Smjörgras	0,2	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula nana</i>	Fjalldrapi	12,0	16,3	17,8	26,3	17,8	x	16,3	15,0	14,8
<i>Bistorta vivipara</i>	Kornsúra	1,0	0,4	0,4	0,1	-	-	-	+	0,2
<i>Botrychium lunaria</i>	Tungljurt	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis stricta</i>	Hálmgresi	x	0,1	0,3	-	-	0,8	-	-	0,2
<i>Calluna vulgaris</i>	Beitilyng	-	-	-	11,1	-	-	3,1	6,8	-
<i>Caltha palustris</i>	Hófsóley	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula rotundifolia</i>	Bláklukka	x	-	-	0,4	0,5	-	-	-	-
<i>Cardamine pratensis</i>	Hrafnaklukka	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Carex bigelowii</i>	Stinnastör	-	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Carex capillaris</i>	Hárleggjastör	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Carex capitata</i>	Hnappstör	x	-	-	-	+	-	-	+	x
<i>Carex chordorrhiza</i>	Vetrarkvíðastör	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex dioica</i>	Sérbýlisstör	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex glareosa</i>	Heigulstör	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex limosa</i>	Flóastör	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Carex lyngbyei</i>	Gulstör	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex maritima</i>	Bjúgstör	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex nigra</i>	Mýrastör	15,0	15,0	7,2	0,1	4,5	50,0	0,3	0,1	23,4
<i>Carex rariflora</i>	Hengistör	-	0,1	-	-	-	-	-	-	1,8
<i>Carex rostrata</i>	Tjarnastör	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium alpinum</i>	Músareyra	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium fontanum</i>	Vegarfi	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Coeloglossum viride</i>	Barnarót	0,1	-	-	x	x	-	-	-	-
<i>Deschampsia alpina</i>	Fjallapuntur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Snarrótarpuntur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Empetrum nigrum</i>	Krækilyng	26,3	20,6	6,8	31,9	13,5	-	21,9	18,7	2,1
<i>Epilobium palustre</i>	Mýradúnurt	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum arvense</i>	Klóelfting	-	-	-	0,4	-	-	0,3	0,2	-
<i>Equisetum fluviatile</i>	Fergin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum palustre</i>	Mýrelfting	3,1	0,6	1,3	-	0,1	0,1	-	-	0,5
<i>Equisetum variegatum</i>	Beitieski	0,1	0,2	0,1	0,1	-	-	0,2	0,2	0,2
<i>Erigeron boreale</i>	Jakobsfífill	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Klófífa	0,1	0,9	0,4	-	-	8,4	-	-	0,3
<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	Hrafnafífa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euphrasia frigida</i>	Augnfró	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca richardsonii</i>	Túnvingull	0,3	0,1	0,1	2,4	1,0	-	1,9	3,0	-
<i>Festuca vivipara</i>	Blávingull	-	+	-	1,6	x	-	2,6	5,4	-
<i>Galium normanii</i>	Hvítmaðra	0,1	-	-	0,6	+	-	-	-	-

- fannst ekki í reitnum

+ meðalþekja í smáreitum <0,05%

x fannst í reit utan smáreita

		Krókstjörn						Laufengi		
		UT23	UT24	UT25	UT26	UT27	UT28	UT14	UT15	UT16
<i>Galium verum</i>	Gulmaðra	-	-	-	0,6	+	-	-	-	-
<i>Gentianella campestris</i>	Mariuvöndur	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Geum rivale</i>	Fjalldalaffíll	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hierochloe odorata</i>	Reyrgresi	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	-
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lófótur	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus alpinus</i>	Mýrasef	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus arcticus</i>	Hrossanál	0,8	-	0,1	0,2	0,1	x	+	+	-
<i>Juncus trifidus</i>	Móasef	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kobresia myosuroides</i>	Þursaskegg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leontodon autumnalis</i>	Skariffíll	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lomatogonium rotatum</i>	Blástjarna	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luzula multiflora</i>	Vallhæra	0,6	0,3	x	+	0,1	-	1,1	0,8	-
<i>Luzula spicata</i>	Axhæra	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Horblaðka	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parnassia palustris</i>	Mýrasóley	-	-	-	x	-	-	0,1	0,1	-
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Lyfjagras	-	-	-	-	-	-	x	0,1	-
<i>Plantago maritima</i>	Kattartunga	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platanthera hyperborea</i>	Friggjargras	0,2	0,1	-	-	-	-	-	x	-
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	Vallarsveifgras	x	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Potentilla crantzii</i>	Gullmura	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potentilla palustris</i>	Engjarós	0,1	0,7	3,6	-	-	0,4	-	-	1,0
<i>Ranunculus acris</i>	Brennisóley	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus reptans</i>	Flagasóley	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinanthus minor</i>	Lokasjóður	-	-	-	0,1	-	-	+	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	Túnsúra	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina nivalis</i>	Snækrækil	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina nodosa</i>	Hnúskakrækil	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina procumbens</i>	Skammkrækil	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix alaxensis</i>	Alaskaviðir	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix callicarpaea</i>	Fjallaviðir	0,4	-	0,4	4,5	0,4	-	10,9	4,7	2,0
<i>Salix herbacea</i>	Grasviðir	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Salix lanata</i>	Loðvíðir	1,9	1,4	0,8	6,8	x	-	12,6	6,4	0,1
<i>Salix phylicifolia</i>	Gulvíðir	6,8	3,9	1,0	-	10,5	x	x	0,4	1,9
<i>Sedum villosum</i>	Flagahnoðri	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Selaginella selaginoides</i>	Mosajafni	-	-	-	-	-	-	+	x	-
<i>Silene acaulis</i>	Lambagras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taraxacum spp</i>	Túnfífill	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalictrum alpinum</i>	Brjóstagras	0,4	+	0,4	0,7	1,2	-	-	x	-
<i>Thymus praecox</i>	Blóðberg	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-
<i>Tofieldia pusilla</i>	Sýkigras	-	-	-	-	-	-	+	0,2	-
<i>Trifolium repens</i>	Hvítsmári	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trisetum spicatum</i>	Fjallalógresi	+	x	-	-	0,2	-	x	+	-
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Bláberjalyng	53,1	56,3	44,4	31,9	46,9	-	0,8	0,2	17,8
<i>Viola palustris</i>	Mýrfjóra	0,2	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Viscaria alpina</i>	Ljósberi	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- fannst ekki í reitnum

+ meðalþekja í smáreitum <0,05%

x fannst í reit utan smáreita

4. viðauki. Ummerki flóða.

Ummerki um flóð í reitum á Úthéraði, metin árin 2006, 2009–2014 og 2017.

	Snið	Reitur	Flóðför*	Flóðaleir**
			2006, '09-'14 og '17	2006, '09-'14 og '17
Lagarfljót				
Engi við	1	UT1	-/-/+/-/-/+/-	E/E/N/E/E/E/L/E
Ekru	1	UT2	-/-/+/-/-/+/-	E/E/L/E/E/E/L/E
	1	UT3	-/-/-/-/-/+/-	E/E/E/E/E/E/N/E
Geirastaða- kvísl	1	UT10	-/-/+//+//+/-/+/-	E/E/L/L/E/E/N/E
	1	UT11	-/-/-/-/+/-/+/-	E/E/E/E/E/E/N/E
	1	UT12	-/-/-/-/+/-/+/-	E/E/E/E/E/E/N/E
		UT13	+/-/+//+//+/-/+/-	L/E/L/L/E/E/N/E
	1	UT4	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
Flæður og	1	UT5	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT6	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
Flæðakíll	2	UT7	-/-/-/-/+/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT8	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT9	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT29	+/-/+/-/-/+/-	E/E/L/E/E/E/N/E
Kílamýri	1	UT30	-/+/-/-/-/+/-	E/E/E/E/E/E/L/E
	1	UT31	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT32	-/+//+//+//+//+	E/E/L/E/E/E/N/E
	2	UT33	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT34	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
Hvalbeins- randar- sandur	1	UT17	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT18	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT19	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT20	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT21	-/-/-/-/+/-/+/-	E/E/E/E/E/E/L/E
	2	UT22	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
Jökulsá á Dal				
Krókstjörn	1	UT23	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT24	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT25	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT26	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT27	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	2	UT28	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
Laufengi	1	UT14	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT15	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E
	1	UT16	-/-/-/-/-/-/-	E/E/E/E/E/E/E/E

* + til staðar, - ekki til staðar

** E=Enginn, L=Lítill, N=Nokkur

5. viðauki. Hæð gróðurs.

Meðalhæð gróðurs í hornum reita og víðis í reitum á Úthéraði (cm). Meðalhæð víðis var reiknuð út frá hæð í þeim smáreitum þar sem víðir fannst. Auk þessara víðitegunda sem hér eru nefndar fannst alaskavíðir (8 cm) í reit UT10 árið 2017.

	Snið	Reitur	Gróður í reitum			Fjallavíðir			Loðvíðir			Gulvíðir		
			2006	2012	2017	2006	2012	2017	2006	2012	2017	2006	2012	2017
Lagarfljót														
	1	UT1	20		13									
Engi við Ekru	1	UT2	29		31									
	1	UT3	30		26	15		12	15		22	11		18
	1	UT10	3		5			4			8			9
Geirastaða- kvísl	1	UT11	8		12	10		6	9		7			
	1	UT12	9		9	6		7	7		9			
		UT13	5		5			4			7			
	1	UT4	33		36	14								
	1	UT5	23		31	18								
Flæður og Flæðakíll	1	UT6	22		32	19					22			
	2	UT7	32		40	16								
	2	UT8	20		24	12			17			17		
	2	UT9	20		20	18			16			22		
	1	UT29	26	25	33	15	17	18	7		26		13	17
Kílamýri	1	UT30	22	20	29	26	9	14	25	19	28			
	1	UT31	20	18	30	16	21	28						
	2	UT32	29	27	40	9	17	14						
	2	UT33	29	26	35									
	2	UT34	15	13	18	15	12	15						
	1	UT17	2	2	4		3	4		5	5			
	1	UT18	4	4	4	5	7	4	15	8	11			
Hvalbeins- randarsandur	1	UT19	7	11	13	6	6	8	14	18	19			12
	2	UT20	4	5	8	3	4	6		6	9			8
	2	UT21	3	5	5	7	6	6	4	7	7			
	2	UT22	7	8	8	5	6	6	13	14	14			
Jökulsá á Dal														
	1	UT23	25		24	11		11	21		19	20		22
	1	UT24	27		24				17		18	23		17
Krókstjörn	1	UT25	38		38			13	16		20	20		17
	2	UT26	17		19	13		14	24		26			
	2	UT27	28		26	12		14				22		25
	2	UT28	26		29									
	1	UT14	9		9	11		9	22		17	13		
Laufengi	1	UT15	11		8	7		7	14		10	14		10
	1	UT16	23		25	11		11	14		13			12

6. viðauki. Ljósmyndir.

Myndir sem teknar voru af fyrsta smáreit í hverjum reit árin 2006 og 2017.



Smáreitur 1 í reit UT1 á Engi við Ekru árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT1 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT2 á Engi við Ekru árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT2 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT3 á Engi við Ekru árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT3 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT4 við Flæður og Flæðakíl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT4 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT5 við Flæður og Flæðakíl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT5 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT6 við Flæður og Flæðakíl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT6 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT7 við Flæður og Flæðakíl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT7 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT8 við Flæður og Flæðakíl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT8 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT9 við Flæður og Flæðakíl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT9 in 2006 (left) and 2017 (right).



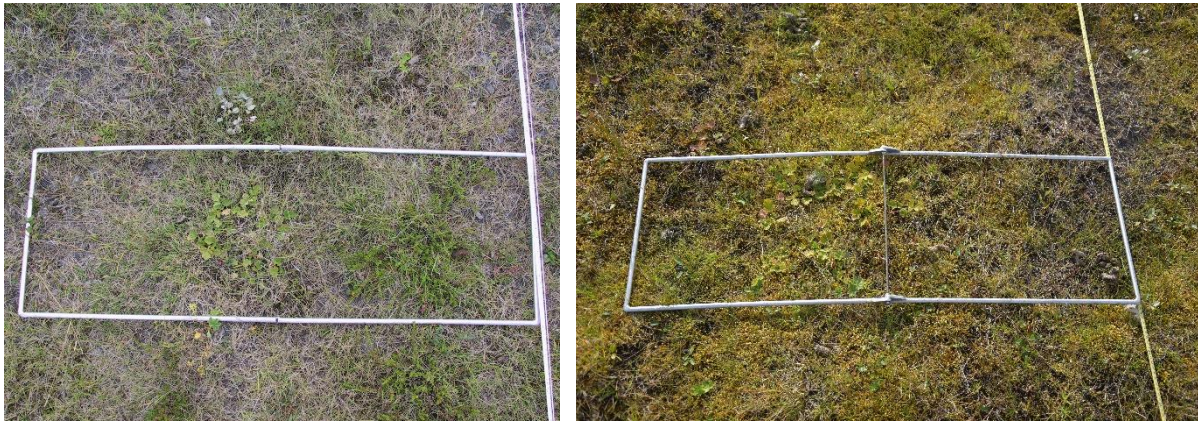
Smáreitur 1 í reit UT10 við Geirastaðakvísl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT10 in 2006 (left) and 2017 (right).



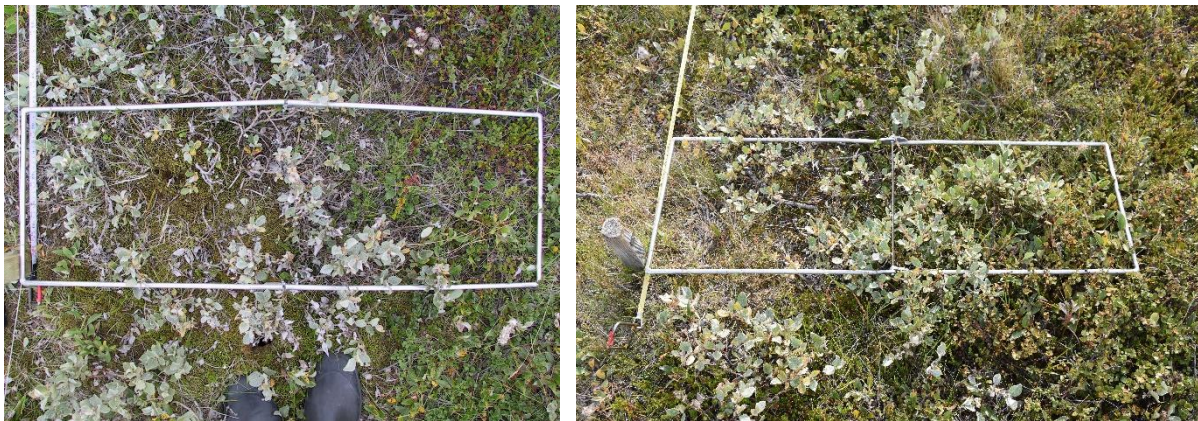
Smáreitur 1 í reit UT11 við Geirastaðakvísl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT11 in 2006 (left) and 2017 (right).



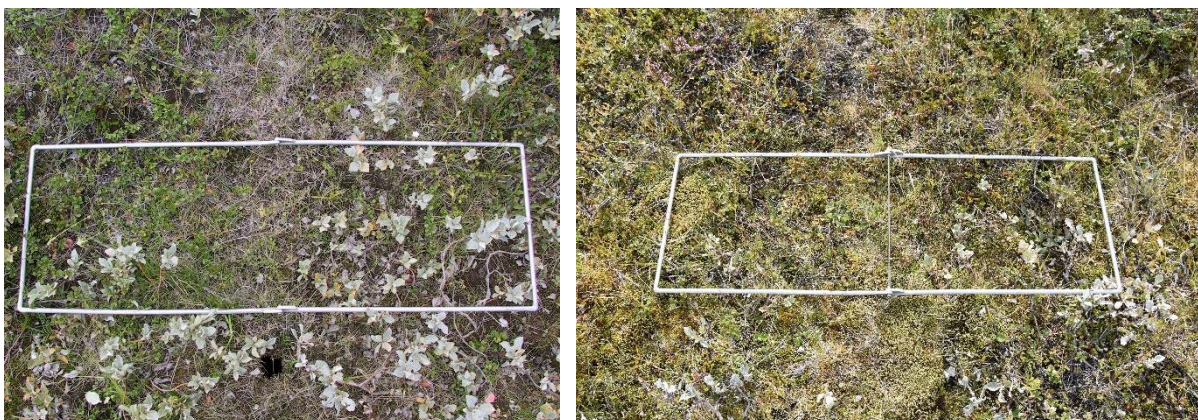
Smáreitur 1 í reit UT12 við Geirastaðakvísl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT12 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT13 við Geirastaðakvísl árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT13 in 2006 (left) and 2017 (right).



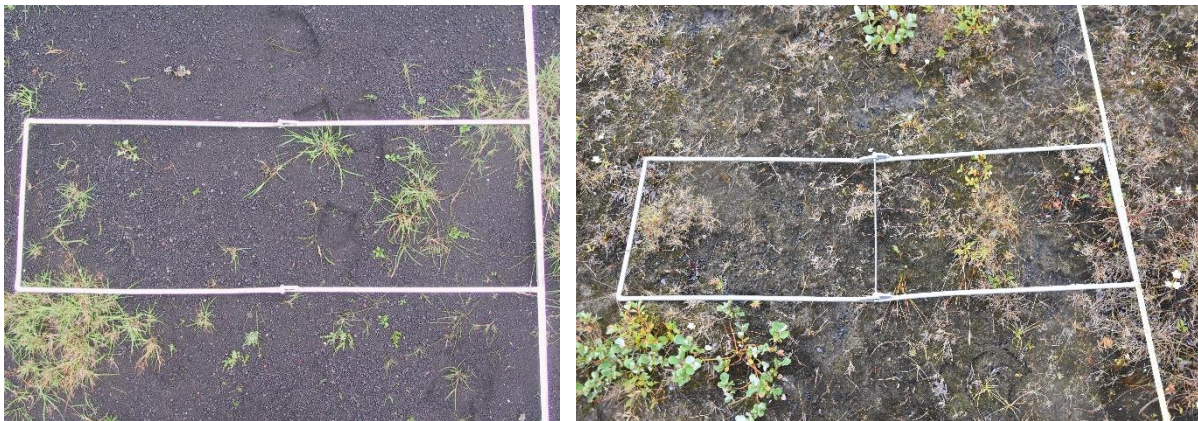
Smáreitur 1 í reit UT14 við Laufengi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT14 in 2006 (left) and 2017 (right).



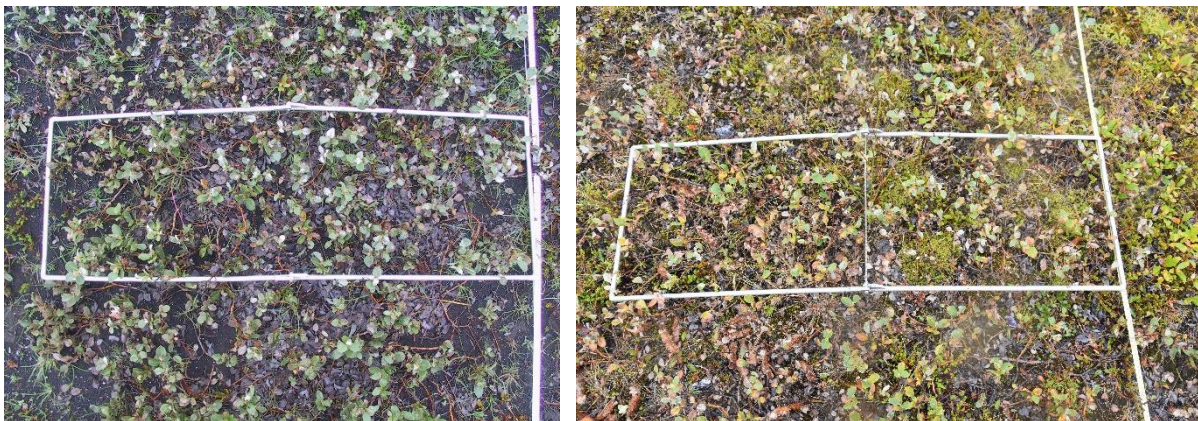
Smáreitur 1 í reit UT15 við Laufengi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT15 in 2006 (left) and 2017 (right).



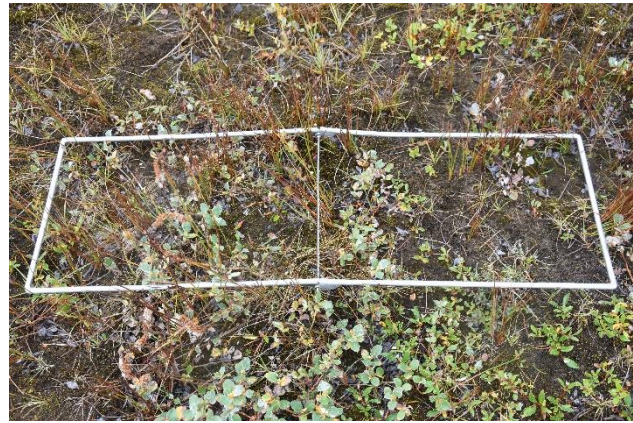
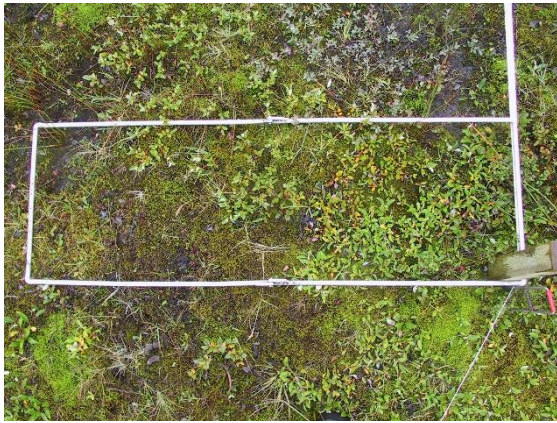
Smáreitur 1 í reit UT16 við Laufengi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT16 in 2006 (left) and 2017 (right).



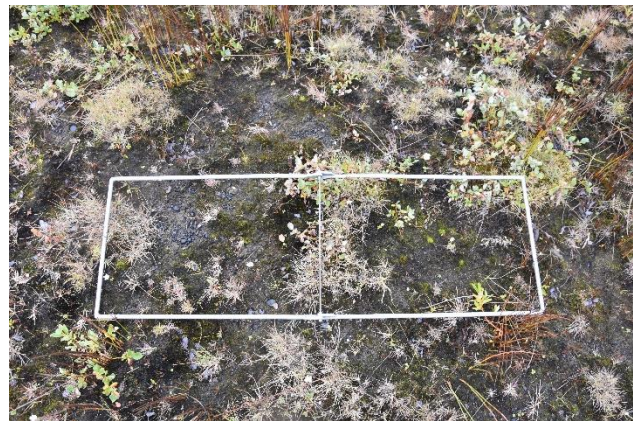
Smáreitur 1 í reit UT17 á Hvalbeinsrandarsandi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT17 in 2006 (left) and 2017 (right).



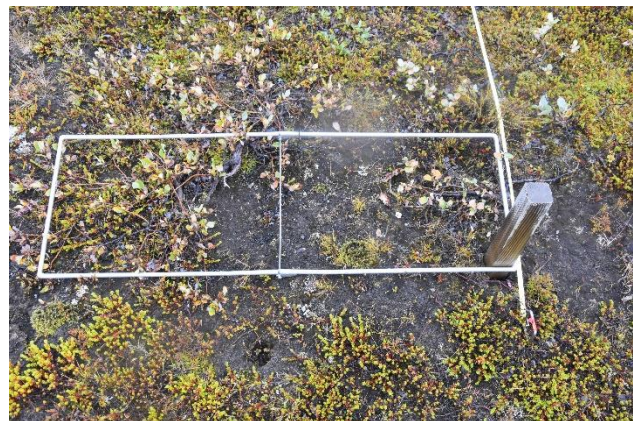
Smáreitur 1 í reit UT18 á Hvalbeinsrandarsandi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT18 in 2006 (left) and 2017 (right).



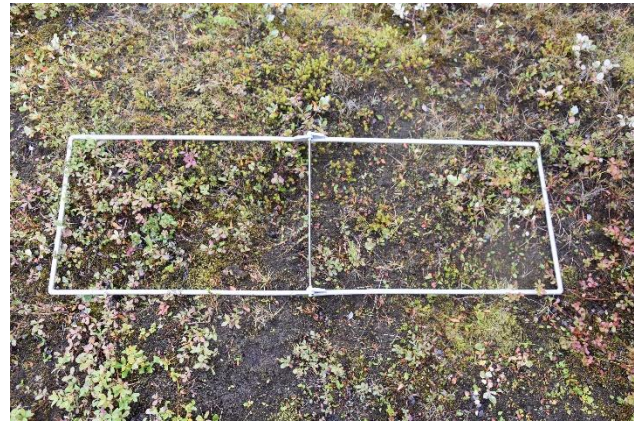
Smáreitur 1 í reit UT19 á Hvalbeinsrandarsandi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT19 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT20 á Hvalbeinsrandarsandi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT20 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT21 á Hvalbeinsrandarsandi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljós. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT21 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT22 á Hvalbeinsrandarsandi árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósm. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT22 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT23 við Krókstjörn árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósm. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT23 in 2006 (left) and 2017 (right).



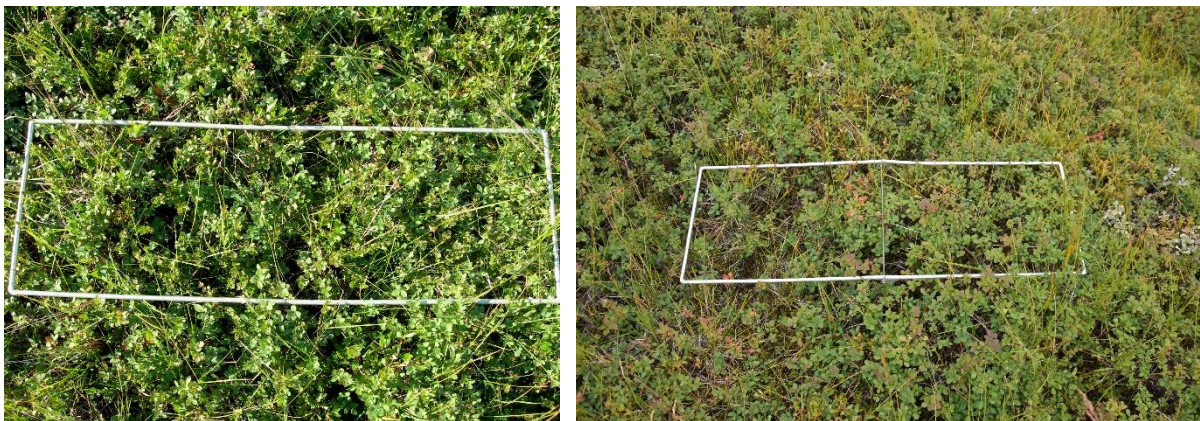
Smáreitur 1 í reit UT24 við Krókstjörn árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósm. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT24 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT25 við Krókstjörn árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT25 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT26 við Krókstjörn árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT26 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT27 við Krókstjörn árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT27 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT28 við Krókstjörn árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT28 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT29 í Kílamýri árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT29 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT30 í Kílamýri árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT30 in 2006 (left) and 2017 (right).



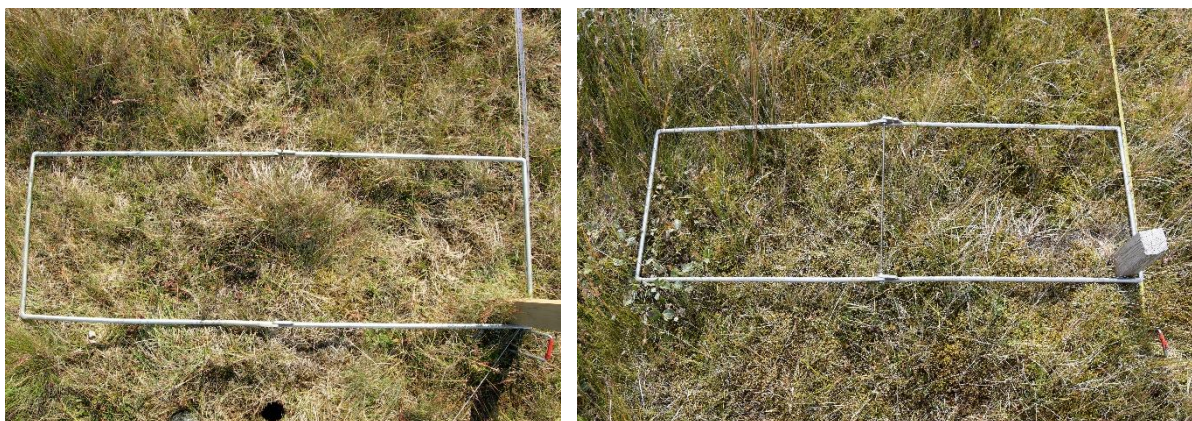
Smáreitur 1 í reit UT31 í Kílamýri árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT31 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT32 í Kílamýri árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT32 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT33 í Kílamýri árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT33 in 2006 (left) and 2017 (right).



Smáreitur 1 í reit UT34 í Kílamýri árið 2006 (t.v.) og 2017 (t.h.). Ljósmynd. SHM. / Vegetation measuring frame nr. 1 at site UT34 in 2006 (left) and 2017 (right).

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 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

