



# Áhrif Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við Lagarfljót 1976–2014

Sigurður H. Magnússon

Unnið fyrir Orkusöluna ohf.





**Áhrif Lagarfossvirkjunar og  
Kárahnjúkavirkjunar á gróður og  
landbrot við Lagarfljót 1976–2014**

**Sigurður H. Magnússon**

Unnið fyrir Orkusóluna ohf.

NÍ-16001      Garðabær, maí 2016



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

*Mynd á kápu: Landbrot í Klausturnesi hefur aukist talsvert með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar.*

ISSN 1670-0120

	Urriðaholtsstræti 6-8 212 Garðabæ Sími 590 0500 Fax 590 0595 <a href="http://www.ni.is">http://www.ni.is</a> ni@ni.is	Borgum við Norðurlóð 602 Akureyri Sími 460 0500 Fax 460 0501 <a href="http://www.ni.is">http://www.ni.is</a> nia@ni.is
<b>Skýrsla nr.</b> 16001	<b>Dags, Mán, Ár</b> Maí 2016	<b>Dreifing</b> Opin
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill</b> Áhrif Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við Lagarfljót 1976–2014		<b>Upplag</b> 10 <b>Fjöldi síðna</b> 96 <b>Kort / Mælikvarði</b>
<b>Höfundar</b> Sigurður H. Magnússon	<b>Verknúmer</b> 3160 <b>Málsnúmer</b> 2014090015	
<b>Unnið fyrir</b> Orkusöluna ohf.		
<b>Samvinnuaðilar</b>		
<b>Útdráttur</b> Í skýrslunni er greint frá niðurstöðum rannsókna sem Náttúrufræðistofnun Íslands vann á árunum 1975–2014 á láglandum svæðum ofan við Lagarfoss við Lagarfljót. Megintilgangur þeirra er að kanna áhrif Lagarfossvirkjunar og síðar Kárahnjúkavirkjunar á gróður við fljótið og á landbrot. Auk þess að varpa ljósi á tengsl milli vatnsstöðu í fljóti og grunnvatnsstöðu í jarðvegi og skýra áhrif breyttrar beitar á gróður.  Gróður hefur verið mældur á um 10 ára fresti í um 60 reitum á 10 svæðum sem ná yfir um 50 km meðfram fljótinu, frá Dagverðargerði inn í Klausturnes. Reitunum var valinn staður í mismunandi fjarlægð frá fljóti og á misblautu landi. Landbrot hefur verið mælt frá reitum og sérstökum sniðum.  Með tilkomu Lagarfossvirkjunar breyttist vatnshæð og flóðamynstur í Lagarfljóti. Vatnsborð hækkaði að meðaltali um 1,88 m við Lagarfoss en um 0,28 m við Lagarfljótsbrú. Vegna Kárahnjúkavirkjunar 2007 breyttist vatnshæð í fljótinu enn frekar. Við Lagarfoss lækkaði vatnsborð um 0,34 m en við Lagarfljótsbrú hækkaði það um 0,14 m auk þess dró mikið úr vatnsborðsveiflum.  Mælingar benda til þess að eftir Kárahnjúkavirkjun hafi grunnvatnsstaða á láglandum svæðum við fljótið heldur lækkað á ystu svæðunum en hækkað ofar við fljótið og vatnsborðsveifla minnkað.  Frá 1975 hefur land tapast í fljótið við landbrot, einna mest við Dagverðargerði og Rangá I. Mest hefur það mælst 60–70 cm á ári. Ef eingöngu er miðað við þau svæði þar sem landbrot hefur verið mælt má gróflega ætla að á árunum 1975–2014 hafi um 7 ha af landi tapast í fljótið á um 12 km strandlengju.  Við Lagarfljót hafa orðið allmiklar gróðurbreytingar sem rekja má til virkjananna tveggja og til minni sauðfjárbeitar. Vegna Lagarfljótsvirkjunar blotnaði land, einkum frá Dagverðargerði inn fyrir Egilsstaði. Svæði vaxin flóagróðri blotnuðu og eindregnar flóategundir eins og tjarnastör, gulstör, vetrarkvíðastör og horblaðka urðu ríkjandi í gróðri. Deiglendi breyttist sums staðar í mýri og dæmi voru um að þurrlandi hafi blotnað og breyst í deiglendi. Kárahnjúkavirkjun er farin að hafa áhrif á gróður. Lækkun vatnsborðs á ystu svæðunum hefur breytt gróðri í átt til fyrra horfs en land hefur blotnað enn frekar og valdið frekari gróðurbreytingum í Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi.  Áhrif minni beitar eru víða mjög mikil, einkum í Skógargerði, Finnsstaðanesi, Egilsstaðanesi og í Vallanesi. Trjákenndar plöntur eins og víðir og á síðari árum birki hafa aukist mikið.		
<b>Lykilorð</b> Lagarfljót, Lagarfljótsvirkjun, Kárahnjúkavirkjun, vatnsborðsbreytingar, grunnvatnsstaða, háplöntur, hnitunargreining, landbrot, vöktun.	<b>Yfirfarið</b> MH	



**EFNISYFIRLIT**

<b>ÁGRIP</b>	<b>7</b>
<b>1 INNGANGUR</b>	<b>11</b>
<b>2 RANNSÓKNARSVÆÐI</b>	<b>12</b>
<b>3 AÐFERÐIR</b>	<b>14</b>
3.1 Val á rannsóknarsvæðum	14
3.2 Mælingar á gróðri og umhverfisþáttum	14
3.2.1 Gróður	14
3.2.2 Umhverfi	18
3.2.3 Landbrot	19
3.2.4 Ljósmyndir	20
3.2.5 Efnagreining jarðvegssýna	20
3.3 Úrvinnsla	20
3.3.1 Vatnshæð í fljóti og reitum	20
3.3.2 Hæð yfir sjó, þúfnahæð og þykkt jarðvegs	21
3.3.3 Gróður og umhverfisþættir	21
<b>4 NIÐURSTÖÐUR</b>	<b>22</b>
4.1 Vatnshæð í Lagarfljóti	22
4.2 Landbrot	22
4.3 Grunnvatnsstaða í reitum og tengsl við vatnshæð í fljóti	27
4.4 Gróður á rannsóknarsvæðunum	28
4.5 Beit og önnur meðferð lands	32
4.6 Gróðurbreytingar 1976–2014	33
4.6.1 Breytt vatnsstaða – hliðrun eftir 1. hnitunarási	33
4.6.2 Áhrif beitar og friðunar – hliðrun eftir 2. hnitunarási	37
4.6.3 Útbreiðsla og vöxtur víðis og birkis	38
4.6.4 Þekja mosa og fléttna	39
4.6.5 Fjöldi háplöntutegunda í reitum og breytingar með tíma	40
4.6.6 Hæð gróðurs	41
4.6.7 Gróðurbreytingar á einstökum svæðum frá 1976 til 2014	42
<b>5 UMRÆÐA</b>	<b>58</b>
5.1 Landbrot og bakkavarnir	58
5.2 Veðurfar	59
5.3 Breytingar á vatnsstöðu og áhrif á gróður	60
5.3.1 Áhrif Lagarfossvirkjunar	60
5.3.2 Áhrif Kárahnjúkavirkjunar	60
5.4 Áhrif breyttrar beitar	61
5.5 Umhverfismat – hvernig stóðust spár?	62
5.5.1 Valþjófsstaður – Gilsáreyri	62
5.5.2 Gilsáreyri – Lagarfljótsbrú	62
5.5.3 Lagarfljótsbrú – Lagarfoss	63
5.6 Ályktanir	64
5.7 Framhald rannsókna	64
<b>6 ÞAKKIR</b>	<b>65</b>
<b>7 HEIMILDIR</b>	<b>65</b>

<b>8 VIÐAUKAR</b>	<b>69</b>
1. viðauki. Hæð hæstu plantna víðis og birkis í rannsóknarreitum, mæld í smáreitum	69
2. viðauki. Ljósmyndir	71
Landbrot	71
Gróðurbreytingar	76
Hrossabeit	94



## ÁGRIP

Í skýrslunni er greint frá niðurstöðum rannsókna sem Náttúrufræðistofnun Íslands hefur unnið á láglandum svæðum við Lagarfljót, ofan við Lagarfoss. Rannsóknirnar hófust árið 1975 og hafa því staðið í tæp 40 ár. Þær voru í fyrstu unnar fyrir Rafmagnsveitur ríkisins en hin síðari ár fyrir Orkusöluna ohf. Megintilgangur þeirra var í upphafi að kanna áhrif Lagarfossvirkjunar á gróður við fljótið og síðar á landbrot úr bökkum. Einnig að varpa ljósi á tengsl vatnsborðs í fljótinu við grunnvatnsstöðu í jarðvegi og að skýra áhrif breyttrar beitar á gróður. Þegar Kárahnjúkavirkjun var tekin í notkun í nóvember 2007 breyttust enn aðstæður við Lagarfljót og miða rannsóknirnar eftir það einnig að því að meta áhrif þeirrar virkjunar á framangreinda þætti.

### Aðferðir

Til að fylgjast með breytingum á gróðri og umhverfi voru lagðir út um 60 rannsóknareitir á 10 svæðum við fljótið, þ.e. í Dagverðargerði, á Rangá I, Rangá II og Skógargerði, í Finnsstaðanesi, Egilsstaðanesi, Vallanesi, á Gilsáreyri, Hjarðarbóli, í Melanesi og Klausturnesi, en alls ná svæðin yfir um 50 km meðfram fljótinu. Reitunum var valinn staður í mismunandi fjarlægð frá fljóti og á misblautu landi.

Gróður hefur verið mældur í reitunum með um 10 ára millibili, fyrst sumarið 1975 og síðast 2014. Meðal annars hefur verið mæld þekja einstakra háplöntutegunda og þekja mosa og fléttna. Í reitunum hafa einnig verið mældir ýmsir aðrir þættir svo sem gróðurhæð, þúfnahæð, jarðvegsþykkt og sýrustig og kolefni í jarðvegi. Í allmörg ár hefur beit og teðsla verið metin að hausti og grunnvatnsstaða mæld í reitum.

Frá upphafi hafa upplýsingar fengist um landbrot með mælingum frá nokkrum reitum að fljótsbakka. Eftir 2004 hefur auk þess verið fylgst með landbroti frá sérstökum landbrotsniðum sem sett voru niður á allmörgum stöðum við fljótið. Alls hefur verið mælt á 10 svæðum; í Steinsvaðsflóa, Dagverðargerði, Rangá I, Rangá II, Skógargerði, Finnsstaðanesi, Egilsstaðanesi, við Hjarðarból, í Melanesi og Klausturnesi.

### Vatnshæð í Lagarfljóti

Langtímamælingar við Lagarfoss og við Lagarfljótsbrú sýna að við virkjun Lagarfoss árið 1975 og vegna vatnsmiðlunar í fljótinu sem þá hófst breyttist vatnafar og flóðamynstur í fljótinu. Vatnsborð hækkaði að meðaltali um 1,88 m við Lagarfoss en um 0,28 m við Lagarfljótsbrú. Hækkunin varð bæði að sumri og vetri, einkum þó að vetrinum.

Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar breyttist vatnshæð í fljótinu enn frekar. Við Lagarfoss lækkaði vatnsborð að meðaltali um 0,34 m. Við Lagarfljótsbrú hækkaði vatnsborð hins vegar um 0,14 m. Þar var breytingin mjög misjöfn eftir mánuðum. Mest var hækkunin í maí og september, eða um 0,25 m en breytingin var lítil mánuðina okt.-des. Vegna virkjananna tveggja hefur vatnshæð við Egilsstaði því hækkað um 0,42 m að jafnaði yfir árið frá því sem áður var. Þegar Kárahnjúkavirkjun hóf starfsemi minnkaði vatnsborðssveifla í fljótinu verulega.

### Landbrot og bakkavarnir

Talsvert land hefur tapast í fljótið við landbrot frá því Lagarfossvirkjun var tekin í notkun árið 1975. Einna mest hefur það verið verið við Dagverðargerði, Rangá I og Finnsstaðanes en þar hefur landbrot mest mælt 60–70 cm á ári. Nokkurt landbrot hefur einnig mælt við Steinsvaðsflóa, Rangá II, Egilsstaðanes, Hjarðarból og Klausturnes, en lítið annars staðar.

Bakkavarnir sem settar hafa verið við fljótið hafa gefið góða raun og hafa þær nánast stöðvað landbrot svo sem við Finnsstaðanes og á nokkrum stöðum í Klausturnesi.

Breytingar á vatnshæð með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar virðast hafa haft nokkur áhrif á landbrot. Það hefur sennilega minnkað í Steinsvaðsflóa en þar lækkaði vatnshæð allmikið. Hins vegar hefur ekki dregið úr landbroti við Dagverðargerði og Rangá I og virðist það heldur hafa aukist ofar með fljótinu við Hjarðarból og í Klausturnesi.

Ef eingöngu er miðað við þau svæði þar sem landbrot hefur verið mælt má gróflega áætla að á árunum 1975–2014 hafi um 7 ha af landi tapast í fljótið á um 12 km strandlengju.

### **Vatnshæð í fljóti og grunnvatnsstaða í reitum**

Mælingar benda til þess að við Kárahnjúkavirkjun hafi orðið allmiklar breytingar á grunnvatnsstöðu á láglandum svæðum við fljótið. Fyrir virkjunina var greinilegt samband milli vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og grunnvatnsstöðu í reitum á svæðunum frá Dagverðargerði inn í Vallanes. Eftir virkjun breytist þetta því vatnshæð við Lagarfljótsbrú sýnir nú sterkust tengsl við grunnvatn í reitum ofar með fljótinu, þ.e. frá Egilsstaðnesi inn í Melanes. Niðurstöður gefa til kynna að grunnvatnsveifla í reitum hafi minnkað eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa. Áhrif eru einkum áberandi á svæðunum frá Rangá II suður í Vallanes.

Í kjölfar Kárahnjúkavirkjunar virðist grunnvatn að hausti hafa lækkað á ystu svæðunum, þ.e. frá Dagverðargerði og inn í Skógargerði en hækkað á svæðum ofar með farveginum, einkum næst fljótinu.

### **Gróðurbreytingar**

Allmiklar gróðurbreytingar hafa orðið á láglandissvæðum við Lagarfljót á þeim tæpu 40 árum sem rannsóknirnar hafa staðið. Þær má að miklu leyti rekja til virkjananna tveggja og til minni sauðfjárbeitar eða friðunar fyrir beit.

### **Áhrif virkjana**

Vegna Lagarfljótsvirkjunar blotnaði land og gróður breyttist, einkum á svæðunum frá Dagverðargerði inn fyrir Egilsstaði og merki um þetta mátti sjá í minna mæli innar með fljótinu, svo sem í Vallanesi og Klausturnesi. Þar sem áhrifin voru mest voru breytingar ekki endilega háðar því hversu land var blautt í upphafi því að gróður breyttist á allvíðu rakabili, allt frá mjög blautu landi upp í deiglendi og jafnvel þurrlendi. Svæði vaxin flóagróðri blotnuðu enn frekar og eindregnar flóategundir eins og tjarnastör, gulstör, vetrarkvíðastör og horblaðka urðu ríkjandi í gróðri. Deiglendi breyttist sums staðar í mýri, einkum snarrótargraslendi í mýrastararmýri, og dæmi voru um að þurrlendi hafi blotnað og breyst í deiglendi.

Eftir að Kárahnjúkavirkjun kom til sögunar hefur gróður breyst enn frekar. Á ystu svæðunum, Dagverðargerði að Skógargerði, virðist land heldur hafa þornað og gróður breyst nokkuð í átt til fyrra horfs. Í Finnsstaðnesi og Egilsstaðnesi hefur land blotnað enn frekar og gróður breyst í samræmi við það. Í Finnsstaðnesi er land sums staðar orðið það blautt að eindregnar votlendistegundir eins og tjarnastör og gulstör eru orðnar ríkjandi í gróðri.

Á öðrum svæðum innar með fljótinu eru áhrif Kárahnjúkavirkjunar á gróður almennt frekar lítil. Í Klausturnesi benda gróðurbreytingar til þess að land hafi þornað sem rekja má til dælingar vatns úr skurðakerfi út í Jökulsá í Fljótsdal.

### Áhrif breyttrar beitar

Gróðurbreytingar sem tengjast minni sauðfjárbeit eða beitarfriðun eru sums staðar verulegar við Lagarfljót og í mörgum tilvikum engu minni en þær sem rekja má til vatnsborðsbreytinga. Áhrif minni beitar eru einna greinilegust í Skógargerði, Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi og síðasta áratuginn einnig í Vallanesi. Á öllum þessum stöðum hefur ásýnd lands breyst gríðarlega, aðallega vegna þess að trjákenndar plöntur eins og víðir og á síðari árum birki hafa aukist og setja mikinn svip á land. Vegna minni beitar eða friðunar hefur gróður sums staðar hækkað marktækt eins og í Finnsstaðanesi og Vallanesi. Þá hefur mosapekja víða minnkað sem að miklu leyti er rakið til meiri grósku öflugra háplöntutegunda eins og snarrótarþunns sem sums staðar, t.d. í Vallanesi og í reitum í Skógargerði, hefur breiðst mikið út og eflst.

Í Klausturnesi og utan brúar við Hjarðarból hefur hrossabeit verið mikil hin síðari ár. Sums staðar í nesinu hefur hún verið það mikil að ástand lands flokkast sem slæmt eða jafnvel mjög slæmt samkvæmt kvarða sem notaður hefur verið til að meta ástand hrossahaga.

### Ályktanir

Lagarfossvirkjun og Kárahnjúkavirkjun hafa breytt vatnafari í Lagarfljóti mikið og er það nú mjög frábrugðið því náttúrlega mynstri sem ríkti áður en virkjað var. Víðast hvar hefur vatnsborð hækkað og sveiflur yfir árið stórminnkað.

Virkjanirnar hafa haft mikil áhrif á gróður á þeim svæðum sem lægst liggja við fljótið. Þær hafa einnig valdið því að nokkurt land hefur farið undir vatn, eyðst við rof frá bökkum eða spillst við malarburð upp á gróið land. Bakkavarnir hafa gefið góða raun. Til þess að koma í veg fyrir frekari skemmdir er nauðsynlegt að verja bakka þar sem landbrot er mest.

Verulegar gróðurbreytingar hafa orðið við fljótið sem rekja má til minni beitar eða friðunar fyrir sauðfjárbeit og má reikna með að þær haldi áfram á komandi árum.

### Framhald rannsókna

Í ljósi þess að enn má búast við talsverðum breytingum á gróðri af völdum Kárahnjúkavirkjunar og að um meiri háttar breytingar á vatnafari í fljótinu er að ræða verður að telja eðlilegt að þessum rannsóknum verði að einhverju leyti haldið áfram enn um sinn.



## 1 INNGANGUR

Með virkjun Lagarfoss í Lagarfljóti árið 1975 urðu talsverðar breytingar á vatnshæð og rennsli í fljótinu. Við fossinn var þá reist um 100 m löng stífla og fljótið ofan hennar nýtt til vatnsmiðlunar (Orkusalan). Vatnshæð var stjórnað með lokum frá hausti og fram á vor (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998).

Við miðlunina urðu breytingar á vatnshæð og vatnafari og því þótti líklegt að gróður breyttist á svæðum sem lægst liggja við fljótið. Að beiðni Rafmagnsveitna ríkisins tók Náttúrufræðistofnun Íslands að sér árið 1975 að rannsaka gróður á láglandustu svæðunum ofan stíflunnar og fylgjast með breytingum sem þar kynnu að verða (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998).

Í því skyni voru lagðir út yfir 60 gróðurreitir á helstu láglandissvæðin ofan við fossinn frá Dagverðargerði og inn í Fljótsdal. Gróður var fyrst mældur í reitunum árin 1975–1976 (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977). Mælingar hafa síðan verið endurteknaðar 1983–1984, 1993–1995 og 2004. Niðurstöður þessara rannsókna hafa verið birtar í fimm skýrslum sem unnar voru fyrir Rafmagnsveitur ríkisins (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977, 1983, 1985; Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998; Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008).

Haustið 2007 urðu enn verulegar breytingar á aðstæðum við fljótið þegar Kárahnjúkavirkjun tók til starfa en þá var farið að veita vatni úr Háslóni í Lagarfljót. Fór rennslið frá virkjuninni smám saman vaxandi fram á vor 2008 er virkjunin var komin í fullan rekstur (Egill Axelsson 2012). Í október sama ár var Jökulsárveita tekin í notkun en þá var farið að veita vatni frá Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá til Fljótsdalsstöðvar (Egill Axelsson 2012). Við aukið rennsli í Lagarfljóti varð mögulegt að stækka Lagarfossvirkjun. Hafist var handa við framkvæmdir og var stærri og aflmeiri virkjun tekin í notkun í október 2007 (Orkusalan).

Við umhverfismat sem unnið var vegna virkjananna var reiknað með að vatnshæð myndi hækka víðast hvar með fljótinu og rennslismynstur breytast frá því sem áður var (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl. 2001). Til þess að draga úr áhrifum Kárahnjúkavirkjunar var beitt ýmsum mótvægisáðgerðum, m.a. var fleygað úr klapparhafti við Lagarfoss, skurðakerfi hreinsað í Klausturnesi og vatni dælt úr skurðunum um stíflu upp í Jökulsá í Fljótsdal til að lækka grunnvatn (Egill Axelsson 2012). Auk þess hafa bakkar Jökulsár sums staðar verið teknir niður og græddir upp til að draga úr landbroti (Minnisblað Þróunarsviðs Landsvirkunar: Umhverfisáhrif KAR á láglandi – Mótvægisáðgerðir vegna landbrots, 2015).

Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar breyttust aðstæður því talsvert, einkum vegna meira rennslis og hækkaðs vatnsborðs í Lagarfljóti. Því þótti ástæða til að mæla gróður í rannsóknarreitum Náttúrufræðistofnunar Íslands við fljótið enn á ný og fóru mælingar fram sumarið 2014. Auk þess var landbrot kannað sérstaklega á fleiri stöðum en áður hafði verið gert.

Þekkt er að vatnsaflsvirkjanir með stíflum og vatnsmiðlun hafa margháttað umhverfisáhrif (Nilsson o.fl. 1991, Nilsson o.fl. 1997, Jansson o.fl. 2000, Braatne o.fl. 2008). Við miðlunarlón verða miklar sveiflur á vatnsborði og nýjar strandlínur myndast. Neðan við lón leiðir miðlun til stöðugra vatnsborðs í ám sem síðan veldur því að strandsvæði við farvegi þrengjast og mjókka. Fossar og flúðir hverfa og gerbreyting verður á flóðamynstri og framburði í ánum.

Vistfræðileg áhrif eru einkum talin stafa af breyttu flóðamynstri og vegna uppskiptingar (e. fragmentation) árfarvega sem stíflur valda (Nilsson o.fl. 1997, Malmqvist og Rundle 2002,

Nilsson o.fl. 2005). Stíflur draga t.d. úr flutningi tegunda, sets og lífræns efnis. Ef dregur úr flóðum minnkar framburður og þar með flutningur fræs og sets upp á árbakka. Þetta leiðir til þess að tegundum fækkar því að minnkað rask, minni fræflutningur og stöðugra vatnsborð stuðlar allt að fækkun tegunda; fáar vel aðlagðar og öflugar tegundir verða þá oft einráðar í gróðri.

Rannsóknir á láglandissvæðum við Lagarfljót hafa nú staðið yfir í tæp 40 ár eða lengur en nokkrar aðrar sambærilegar rannsóknir hafa staðið hér á landi. Áhrif vatnsmiðlunar á gróður hafa einkum verið rannsökuð í Þjórsárverum (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1993, 1994) og við Blöndulón (Borgþór Magnússon 1995, Ásrún Elmarsdóttir og Borgþór Magnússon 1997, Borgþór Magnússon 2003, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2007, Borgþór Magnússon o.fl. 2009). Þessi svæði eru á hálendinu og aðstæður því nokkuð aðrar en við Lagarfljót.

Í skýrslunni er greint frá því hvernig vatnshæð hefur breyst við Lagarfljót ofan við Lagarfoss á þeim tæpu 40 árum sem liðin eru frá því að Lagarfossvirkjun tók til starfa. Jafnframt er gerð grein fyrir helstu breytingum sem orðið hafa á gróðri í tíð Lagarfossvirkjunar og þær bornar saman við breytingar sem orðið hafa eftir að rekstur Kárahnjúkavirkjunar hófst.

Einnig er leitast við að varpa ljósi á eftirfarandi atriði:

- a) Tengsl vatnsstöðu í fljóti við grunnvatnsstöðu í reitum.
- b) Samband grunnvatnsstöðu í reitum og tegundasamsetningar gróðurs.
- c) Áhrif breyttrar beitar á gróður.
- d) Áhrif virkjana á landbrot og strandmyndun.

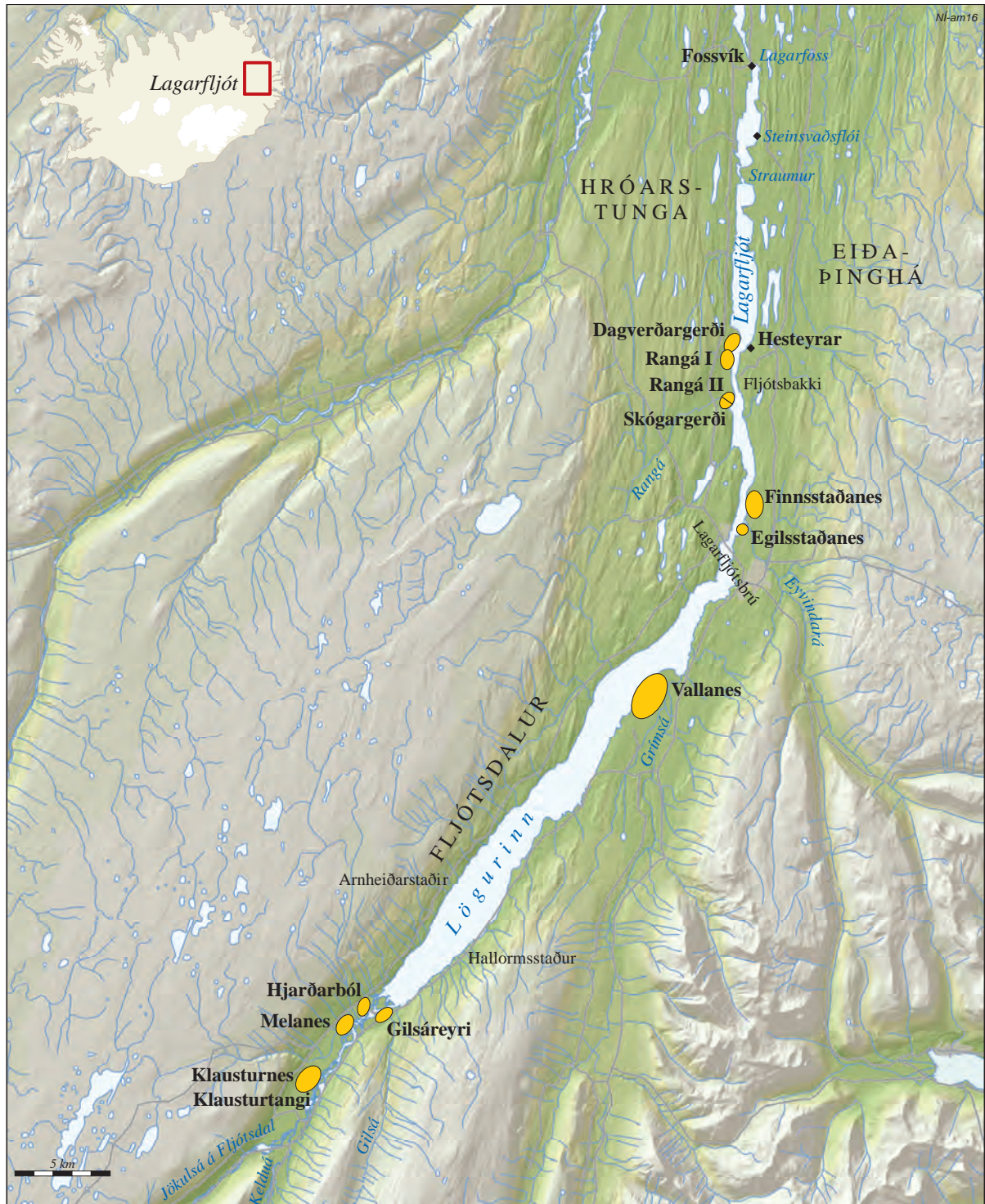
## 2 RANNSÓKNARSVÆÐI

Rannsóknarsvæðið nær frá Lagarfossi í norðri suður að Klausturtanga í Fljótsdal og spannar því um 65 km vegalengd (1. mynd). Fljótið er hallalítið á þessu svæði, einkum innan við Egilsstaði, en þar hefur það verið flokkað sem stöðuvatn (Sigurjón Rist 1975). Berggrunnur á svæðinu er þéttur, myndaður af 7–11 milljóna ára gömlum jarðlagastafla (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1998). Fljótið er misdjúpt. Við óshólma Jökulsár á Fljótsdal er það grunnt því að áin ber stöðugt með sér aur sem sest þar til. Norðan við óshólmana vex dýpi mikið og er mest um 111 m á móts við Arnheiðarstaði um 7,5 km norðan við ósana (Sigurjón Rist 1975). Við Egilsstaði og norðan þeirra er fljótið mun grynnra og jafnvel svo að þar eru vöð sem notuð voru fyrir á öldum (Gunnar Gunnarsson 1944).

Lagarfljót er misbreitt, mesta breidd þess er um 2800 m á móts við Arnheiðarstaði, nokkuð utan við Hallormsstað, en mjóst er það um 100 m við Straum, 5,5 km innan við Lagarfoss (1. mynd) (Sigurjón Rist 1975). Farvegur fljótsins er yfirleitt vel afmarkaður en halli að því er misjafn. Á nokkrum stöðum eru láglandissvæði við fljótið sem myndast hafa við framburð vatnsfalla sem í það renna og við þykknun jarðvegs. Þar er að finna ýmis landform, svo sem forna farvegi (bjúgvötn, lænur og siki og þurra gróna farvegi), flóðagarða og misvel grónar eyrar (Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979). Flóðagarðarnir sem yfirleitt liggja samsíða fljótinu mynda sums staðar allbreiðar, ávalar bungur á bökkum. Garðarnir myndast við að set sest á bakkana í flóðum og við uppfok af áreyrum (Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979). Á flóðagörðum er jarðvegur því að jafnaði sendinn og þurrari en innan við garðana.



Helstu láglandissvæði utan við Egilsstaði eru fimm talsins (1. mynd). Við Lagarfoss er frekar lítið svæði í Fossvík austan við fossinn, annað svæði er austan fljóts milli Straums og Stóra-Steinsvaðs. Þá er lítið svæði í hvilft á Hesteyrum utan við bæinn á Fljótsbakka. Norðan fljótsins er yst allstórt svæði milli Dagverðargerðis og Skógargerðis en innst er síðan langstærsta svæðið, Finnsstaðanes og Egilsstaðanes við ósa Eyvindarár. Innan við Egilsstaði eru einnig fimm láglandissvæði. Yst er Vallanes, stórt láglandissvæði austan fljóts við ósa Grímsár. Allmiklu sunnar er Gilsáreyri, lítið láglandissvæði sömuleiðis austan fljótsins á aurkeilu við Gilsá. Að



1. mynd. Rannsóknarsvæðin við Lagarfljót, merkt með gulum lit. Önnur láglandissvæði við fljótið eru merkt með svörtum tígli.

norðanverðu við fljótið eru síðan þrjú meira og minna samfelld svæði, Melanes, Klausturnes og Valþjófsstaðanes, við óshólma Jökulsár í Fljótssdal (1. mynd).

Gróður svæðanna er nokkuð fjölbreytilegur enda er þar að finna votlendi, deiglendi og þurr-  
lendi. Allvíða hefur þurrasta landið verið ræktað, einkum við Egilsstaði, á Vallanesi, Melanesi  
og í Klausturnesi. Land hefur einnig verið ræst fram og sums staðar ræktað (Einar Gíslason og  
Ingvi Þorsteinsson 1978).

Miðað við gróðurkort sem gert var árið 1975, áður en breytingar urðu á vatnafari í fljótinu vegna  
virkjana, voru helstu gróðurlendin á blautasta landinu mýrastararmýri og vetrarkvíðastararflói. Í  
deiglendi var hrossanálarjaðar algengastur en á þurrasta landinu var graslendi, þursaskeggsmói  
ásamt gulvíðikjarri með grösum stærst að flatarmáli (Einar Gíslason og Ingvi Þorsteinsson 1978).

Láglandissvæðin eru öll í svipaðri hæð yfir sjó, eða 20–23 m. Þrátt fyrir þetta er þar nokkur  
munur á veðurfari. Meðalhiti er lægstur nyrst en hækkar síðan nokkuð eftir því sem sunnar kemur.  
Miðað við hitalíkan Veðurstofu Íslands sem byggist á gögnum frá 1960–1990 er meðalárshiti  
við Lagarfoss 2,4°C; janúarhiti -2,7°C og júlíhiti 9,6°C. Fyrir Skriðuklaustur er meðalárshiti  
3,6°C; janúarhiti -2,2°C og júlíhiti 10,9°C (Halldór Björnsson 2003).

Samkvæmt úrkomulíkani Veðurstofu Íslands sem byggist á gögnum frá 1971–2000 er  
meðalársúrkoma við Lagarfoss 850 mm en 730 mm á Skriðuklaustri (Crochet o.fl. 2007).

### **3 AÐFERÐIR**

#### **3.1 Val á rannsóknarsvæðum**

Árið 1975 voru valin átta svæði til rannsókna á gróðri við fljótið, þ.e. Dagverðargerði, Rangá  
I, Rangá II og Skógargerði, Finnsstaðanes, Egilsstaðanes, Vallanes, Melanes og Klausturnes  
(1. mynd). Við valið var einkum tvennt haft í huga, þ.e. að nokkrar líkur væru á að gróður yrði  
fyrir áhrifum af breyttri grunnvatnsstöðu og að yfirlit fengist yfir gróðurbreytingar sem víðast  
með fljótinu. Svæðin eru öll fremur flöt og spanna tæpa 50 km af þeim 65 km sem áhrifa var  
helst að vænta. Árið 1976 var Gilsáreyri bætt við því að ástæða þótti til að fylgjast einnig með  
breytingum þar. Árið 2001 var enn einu rannsóknarsvæði bætt við, þ.e. á móts við Hjarðarból  
og Brekku norðan fljóts, í þeim tilgangi að vakta gróðurbreytingar sem þar kynnu að verða með  
tilkomu nýs vegar og brúar sem byggð var yfir Jökulsá á þeim stað árið 2001 (Einar Hafliðason,  
munnl. heimild 2007 samkv. Brúaskrá).

#### **3.2 Mælingar á gróðri og umhverfisþáttum**

##### **3.2.1 Gróður**

Á árunum 1975–1976 voru lagðir út alls 67 (10×10 m) reitir á rannsóknarsvæðunum. Fjöldi  
reita á hverju svæði var misjafn. Fæstir voru á Gilsáreyri (3) en flestir á Finnsstaðanesi (12)  
(1. tafla). Reitir voru staðsettir þannig að gróður væri nokkuð einsleitur innan reita en reynt að  
koma þeim þannig fyrir að þeir spönnuðu sem mestan breytileika í gróðurfari hvers svæðis.  
Væri því við komið voru þeir lagðir út u.þ.b. hornrétt á Lagarfljót.

Í september 2001 voru lagðir út fimm nýir reitir við Hjarðarból og Brekku, þrír innan við nýja  
veginn yfir Jökulsá í Fljótssdal í landi Hjarðarbóls en tveir utan vegar í landi Brekku (1. mynd).  
Í þessari skýrslu verða þeir allir kenndir við Hjarðarból.



**1. tafla.** Yfirlit yfir helstu einkenni reita; gróðurlendi, hæð yfir sjó, halla, hallastefnu, þykkt jarðvegs, þúfnahæð og staðsetningu. Flokkun í góðurlendi í einstökum reitum 2014 byggja á niðurstöðum gróðurmælinga sumarið 2014. Upplýsingar í töflunni eru að hluta úr skýrslum Sigurðar H. Magnússonar o.fl. (1998 og 2008).

Reitur	Gróðurlendi 1975	H.v.s. (m)	Halli (gráður)	Halla-stefna	Jarðvegs-þykkt (cm)	Þúfna-hæð (cm)	Fjarl. (m) frá næstu á/vatni*	Staðsetning	Gróðurlendi 2014
<b>Dagverðargerði</b>									
A	Snarrótargraslendi	22,1	1	NV	>110	19	29	L Á flóðagarði	Snarrótargraslendi
B	Mýrastararmýri	22,0	0	O	>110	29	77	L Skammt innan v. flóðagarð	Mýrastararmýri
C	Mýrastararflói	22,2	0	O	>110	9	330	L Milli brekkuróta og fljóts	Tjarnarstararflói
D	Mýrastararmýri	21,8	2	A	>110	26	380	L Milli brekkuróta og fljóts	Mýrastör-víðir
P	Mýrastararmýri	21,8	2	A	>110	13	34	L Á flóðagarði	Mýrastararmýri
X	Mýrastararmýri	21,9	0	O	>110	27	230	L Milli brekkuróta og fljóts	Mýrastararmýri
Y	Mýrastararmýri	22,0	0	O	>110	27	420	L Undir brekkurótum	Mýrastör-víðir
<b>Rangá I</b>									
A	Snarrótargraslendi	21,9	1	V	>110	33	38	L Á flóðagarði	Mýrastararmýri
B	Þursaskeggsmói	23,2	3	A	>110	47	70	L Á mólendishrygg	Krækilyng-fjalldr.-bláberjal.
C	Mýrastararmýri	22,8	1	A	>110	19	260	L Milli brekkuróta og fljóts	Mýrastararmýri
D	Graslendi	21,9	1	V	>110	32	19	L Á flóðagarði	Reitur ónýtur
E	Mýrastararmýri	22,2	0	O	>110	15	110	L Skammt innan v. flóðagarð	Mýrastararmýri
F	Mýrastararmýri	22,2	1	A	>110	21	180	L Milli brekkuróta og fljóts	Mýrastararflói
X	Mýrastararmýri	23,2	1	A	>110	19	450	L Í hallamýri undir brekkurótum	Mýrastör-víðir
Y	Vetrarkvíðastararflói	22,7	1	A	>110	12	250	L Milli brekkuróta og fljóts	Reitur ónýtur
<b>Rangá II (RII) og Skógargerði (S)</b>									
RII A	Jaðar	22,7	2	A	>110	15	47	R Á lágri bungu	Grös-starir
RII B	Snarrótargraslendi	21,5	0	O	49	10	17	R Undir brekkurótum	Snarrótargraslendi
RII C	Mýrastararmýri	20,8	1	SA	67	7	37	R Á flötu nesi v. Rangá	Mýrastararmýri
S A	Mýrastararmýri	21,7	3	A	>110	14	12	L Á bakka Rangár	Mýrastör-víðir
S B	Jaðar	22,1	1	N	52	11	8	R Á bakka Rangár	Snarrót-víðir
S C	Snarrótargraslendi	21,1	1	NA	53	12	10	R Á bakka Rangár	Snarrót-víðir
<b>Finnsstaðanes</b>									
A	Mýrastararmýri	21,1	1	A	95	19	53	L Á flóðagarði	Gulvíðir-starir-grös
B	Mýrastararmýri	21,3	0	O	>110	28	36	L Á flóðagarði	Gulvíðir-starir-grös
C	Mýrastararmýri	21,3	0	O	>110	20	90	L Utan í lágum flóðagarði	Gulvíðir-starir-grös
D	Víðikjarr	21,3	1	A	84	13	140	L Á flóðagarði	Loðvíðir-gulvíðir-grös
F	Mýrastararmýri	21,1	1	A	>110	30	100	K Í flatir mýri við kíll	Mýrastararflói-gulvíðir
G	Mýrastararmýri	21,3	0	O	>110	26	60	K Í flatir mýri við kíll	Mýrastararflói-gulvíðir
H	Mýrastararmýri	21,2	0	O	>110	35	180	K Í flatir mýri milli kils og fljóts	Mýrastararflói-gulvíðir
I	Gulstarungsfloi	20,7	0	O	>110	16	70	K Í flóa við kíll	Gulstarar-mýrastararflói
J	Gulstarungsfloi	21,1	0	O	>110	21	220	K Undir brekkurótum	Gulstararflói
K	Mýrastararmýri	21,2	0	O	>110	18	930	L Undir brekkurótum	Tjarnarstararflói
<b>Egilsstaðanes</b>									
A	Víðikjarr	21,3	4	A	>110	13	7	L Á flóðagarði	Gulvíðir-grös
D	Víðikjarr	21,4	4	A	>110	22	19	L Á flóðagarði	Gulvíðir-grös
E	Mýrastararmýri	21,1	1	V	>110	13	150	L Í lægð við enda kils	Mýrastör-víðir
F	Víðikjarr	21,4	1	NA	>110	10	130	L Á bakka við kíll	Gulvíðir-grös

\* B = Bessastaðaá, G = Grimsá, J = Jökulsá á Fljótsdal, K = kíll við Finnsstaði, L = Lagarfliót, R = Rangá

## 1. tafla. framh.

Reitur	Gróðurlendi 1975	H.v.s. (m)	Halli (gráður)	Halla- stefna	Jarðvegs- þykkt (cm)	Þúfna- hæð (cm)	Fjarl. (m) frá næstu á/ vatni*	Staðsetning	Gróðurlendi 2014
<b>Vallanes</b>									
C	Jaðar	21,4	1	S	>110	14	20	G Á bakka Grímsár	Gulvíðir-starir-grös
E	Jaðar	21,7	0	O	>110	29	100	L Í flötu mólendi við fljót	Graslendi
F	Graslendi	21,5	0	O	>110	27	160	L Í flötum grasmóa við fljót	Grös-starir
G	Mýrastararmýri	21,4	0	O	>110	10	100	L Í flatri mýri við fljót	Mýrastararmýri
H	Þursaskeggsmói	21,4	0	O	90	31	50	L Í flötu mólendi við fljót	Þursaskegg
J	Snarrótargraslendi	22,6	0	O	>110	35	800	L Í graslendi	Snarrótargraslendi
K	Mýrastararmýri	21,8	3	SV	>110	11	800	L Í hallamýri við tjörn	Mýrastararmýri
L	Mýrastararmýri	23,7	2	V	>110	27	640	L Í hallalítilli mýri	Grös-starir
<b>Gilsáreyri</b>									
A	Graslendi	22,0	2	S	>110	11	110	J Á hæð við kíll	Graslendi
B	Graslendi	22,0	1	SV	>110	12	110	J Á harðbala við Jökulsá	Graslendi
C	Graslendi	21,5	3	S	>110	10	160	J Á harðbala við Jökulsá	Graslendi
<b>Hjarðarból</b>									
A	Graslendi með loðvíði	22,1	1	A	46	15	33	J Á framburðarkeilu við Jökulsá	Mýrastör-víðir
B	Graslendi-víðir- hrossanál	22,2	2	A	41	17	90	J Á framburðarkeilu	Hrossanál-starir-grös
C	Mýrastararmýri	21,4	2	A	86	14	52	J Á framburðarkeilu við Jökulsá	Mýrastararmýri
D	Graslendi m. hrossanál	21,1	0	O	53	24	30	J Á bakka Jökulsár	Grös-starir
E	Mýrastararmýri	21,2	0	O	>110	13	75	J Milli brekkuróta og Jökulsár	Mýrastararmýri
<b>Melanes</b>									
A	Jaðar	22,1	0	O	65	16	100	B Skammt innan við árbakka	Reitur ónýtur
B	Mýrastararmýri	22,1	0	O	>110	22	100	B Í framræstri mýri	Mýrastararmýri
C	Mýrastararmýri	22,3	0	O	>110	30	320	B Í framræstri mýri v. brek- kurætur	Mýrastararmýri
D	Mýrastararmýri	21,7	1	A	113	25	210	J Í framræstri hallamýri	Mýrastör-víðir
E	Mýrastararmýri	22,1	1	A	49	18	310	J Í framræstri hallamýri	Hrossanál-starir-grös
<b>Klausturnes</b>									
A	Jaðar	23,0	1	A	54	18	50	J Í grunnum slakka	Graslendi
B	Mýrastararmýri	22,6	1	A	>110	8	450	J Í framræstri mýri	Reitur ónýtur
C	Mýrastararmýri	23,0	0	O	>110	28	690	J Í framræstri mýri	Mýrastararmýri
D	Graslendi	22,4	0	O	>110	30	33	J Á bakka Jökulsár	Graslendi
E	Mýrastararmýri	22,9	0	O	>110	32	360	J Í framræstri mýri	Mýrastör-mýrelfting
F	Mýrastararmýri	22,7	0	O	>110	30	640	J Í framræstri mýri	Mýrastör-mýrelfting

\* B = Bessastaðá, G = Grímsá, J = Jökulsá á Fljótssdal, K = kíll við Finnsstaði, L = Lagarfljót, R = Rangá

Í flestum reitum hefur gróður verið mældur sex sinnum (2. tafla). Árið 1975 var mælt í 64 reitum. Ári síðar voru mælingar endurteknar og þá mælt í fyrsta sinn í reitum á Gilsáreyri. Árið 1983 var gróður mældur í níu reitum á fjórum svæðum og 1984 var mæling endurtekin og þá mælt í 56 reitum. Merkingar fimm reita höfðu þá glatast og einn eyðilagst vegna landbrots (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985). Sumrin 1993–1995 var gróður mældur í 57 reitum. Þrjú reitir höfðu þá eyðilagst á Egilsstaðanesi og Finnsstaðanesi vegna stækkunar flugvallarins á Egilsstöðum. Einn reitur í Vallanesi fannst ekki en hins vegar kom einn reitur í Dagverðargerði í leitirnar að nýju sem ekki hafði fundist árið 1984 (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985). Árið 2004 var gróður mældur í öllum reitunum 57 sem mældir voru sumrin 1993–1995

**2. tafla.** Yfirlit yfir gróðurmælingar í rannsóknarreitum við Lagarfliót. Sýndur er tími mælinga og fjöldi reita sem mældur var á hverjum tíma. Þau gögn sem notuð voru við útreikninga eru skyggð í töflunni.

Rannsóknarreitir	1975	1976	1983	1984	1993	1994	1995	2004	2014
Dagverðargerði	8	8	2	5	7			7	7
Rangá I	8	8	2	8	8			8	6
Rangá II og Skógargerði	7	7		6	6			6	6
Finnsstaðanes	12	12	3	9		10		10	10
Egilsstaðanes	8	8	2	5		4		4	4
Vallanes	10	10		9			8	8	8
Gilsáreyri		3		3		3		3	3
Hjarðarból								5	5
Melanes	5	5		5			5	5	4
Klausturnes	6	6		6			6	6	5
Reitir samtals	64	67	9	56	21	17	19	62	58
Tímabil gróðurmælinga	20/6–26/8	29/6–18/8	16/7–19/8	16/7–15/8	14/7–22/7	19/7–2/8	19/7–1/8	19/7–28/7	6/8–13/8

en einnig í fimm nýjum reitum við Hjarðarból. Loks var gróður mældur sumarið 2014 og þá í 58 reitum en þá höfðu tveir reitir eyðilagst á Rangá I, annar hafði horfið í fljótið vegna landbrots (reitur D) en hinn skemmst vegna breytinga á lækjarfarvegi og ágangs hrossa (reitur Y). Auk þess höfðu tveir aðrir reitir skemmst. Í Melanesi hafði heyi verið dreift yfir reit A og honum raskað það mikið með dráttarvél að þýðingarlaust var að mæla þar. Í Klausturnesi hafði verið hreinsað upp úr skurðum og uppmokstri jafnað yfir einn reit (B) og hann því ónothæfur.

**3. tafla.** Þekjukvarði Hults-Sernanders lítið breyttur. Sýndur er sá kvarði sem notaður var við mælingarnar.

Kvarði	Bil %	Miðgildi þekjubils %
+	< 1,0	0,5
1	1,0–6,3	3,6
2	6,3–12,5	9,4
3	12,5–25,0	18,8
4	25,0–50,0	37,5
5	50,0–100,0	75,0

Öll árin fóru gróðurmælingar fram um og eftir mitt sumar þegar plöntur höfðu yfirleitt náð góðum þroska og áður en gróður var tekinn að falla (2. tafla). Í meginatriðum hefur sömu aðferðum verið beitt við mælingar. Í upphafi var hverjum reit skipt niður í 100 (1 m<sup>2</sup>) smáreit. Af þeim voru 10 valdir af handahófi til mælinga. Í hverjum smáreit voru háplöntur greindar til tegunda og þekja þeirra metin með sjónmati. Heildarþekja mosa og fléttna var einnig metin. Við þekjumat var notaður þekjukvarði Hults-Sernanders (Sjörs 1956) eftir að honum hafði verið breytt lítils háttar (3. tafla). Við endurmælingar hefur gróður ætíð verið mældur í sömu smáreitum. Undantekning frá þessu var reitur B á Rangá II en við mælingar sumarið 2004 var grunnlínu reits snúið af misgáningi um 90 gráður og því var ekki mælt þar í sömu smáreitum og áður.

Við fyrstu greiningar í reitum var mosum safnað en eftir 1984 var því hætt. Reynslan sýndi að mosar breyttu fremur litlu um niðurstöður en greining þeirra er á fárra færi og tímafrek (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985).

Á árunum 1983–1984 kom í ljós að víðir hafði aukist talsvert á nokkrum svæðum. Því var hæð hæstu sprota gulvíðis, loðvíðis og fjallavíðis mæld í hverjum smáreit árin 1993–1995. Einungis voru mældar plöntur sem voru 4 cm eða hærrí. Þetta var síðan endurtekið 2004 og 2014. Sumarið 2004 var hæð birkis einnig mæld en það var þá farið að nema land í fáeinum reitum. Þessar birkimælingar voru endurteknar sumarið 2014.

Sumarið 2004 var hæð gróðurs í hverjum smáreit metin og flokkuð í eftirfarandi flokka: 0–5 cm, 6–10 cm, 11–20 cm, 21–30 cm, 31–40 cm o.s.frv. Við mat á gróðurhæð var ekki miðað við allra hæstu strá- eða blaðenda heldur var reynt að meta meðalhæð lengstu sprota í hverjum reit. Þetta var endurtekið 2014 en þá með nokkuð öðrum hætti því að gróðurhæð var nú mæld í öllum fjórum hornum smáreits og miðað við hæstu blaðsprota í hverju horni.

Sumarið 2004 voru auk þess ýmsir aðrir þættir mældir í reitunum sem ekki höfðu verið mældir áður (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008). Sumar þessara mælinga voru endurteknar 2014 en aðrar ekki. Hér verður einungis gerð grein fyrir þeim þáttum sem mældir voru bæði 2004 og 2014 eða fyrr og notaðir eru við úrvinnslu í þessari skýrslu.

### 3.2.2 Umhverfi

#### **Þúfnahæð**

Haustið 1997 var þúfnahæð í öllum reitum (57 reitir) mæld. Strengdar voru tvær snúrur í kross milli hornhæla reits og u.þ.b. tvo m út fyrir hælana. Snúrurnar voru láttnar nema við hæstu þúfnakolla og þúfnahæð fundin á fjórum stöðum í hverjum reit, þ.e. á milli reitarmiðju og hornhæls, með því að mæla frá snúru í dýpstu lægð á milli þúfna í hverjum fjórðungi. Sumarið 2004 var þúfnahæð mæld með sömu aðferð í nýju reitunum fimm við Hjarðarból.

#### **Jarðvegur**

Við gróðurmælingar í reitum árin 1993–1995 voru tekin sýni úr efstu 10 cm jarðvegsins í hverjum reit (57 reitir) til ákvörðunar á sýrustigi og kolefni í jarðvegi. Við sýnatöku var hverjum reit skipt í fjóra jafnstóra (5×5 m) ferninga. Af þeim voru tveir valdir; annars vegar sá sem fjær var fljóti og til vinstri og hins vegar sá sem nær var fljótinu og til hægri, miðað við að baki væri snúið í fljótið. Í hvorum ferningi voru síðan tekin þrjú slembivalin sýni, alls sex sýni úr reit. Sýnum var síðan slegið saman í eitt heildarsýni og þau þurrkuð við herbergishita og geymd uns efnagreining fór fram.

Sumarið 2004 voru einnig tekin jarðvegssýni úr nýju reitunum fimm við Hjarðarból. Notuð var eftirfarandi aðferð: Lögð var út hornalína frá hægra nærhorni reits í vinstra fjærhorn miðað við að baki væri snúið í fljótið og horft að reit. Meðfram línunni voru síðan tekin sex sýni með 5,2 cm breiðum jarðvegsbor úr efstu 10 cm jarðvegsins í 1, 3 og 5 m fjarlægð frá hornunum. Sýnum úr hverjum reit var slegið saman og þau þurrkuð við herbergishita og geymd þannig þar til efnagreining fór fram.

Sumarið 2004 var jarðvegsþykkt mæld í reitunum með því að járnteinn var rekinn niður í miðju hvers smáreits uns komið var niður á þétt eða fast undirlag. Með teininum var þó ekki unnt að mæla meiri þykkt en 110 cm.

#### **Grunnvatnsstaða**

Til þess að unnt væri að kanna samband grunnvatnsstöðu og gróðurs í reitum var haustið 1997 boruð hola í hvern reit niður fyrir grunnvatnsborð með 7 cm breiðum jarðvegsbor. Holan var boruð í lægstu laut innan 1 m frá miðju reits. Haustið 1999 voru sett 7 cm víð, götuð (grá polypropylene) plaströr í allar holur til að auðvelda mælingar. Þar sem því var viðkomið voru rör látin ná 10 cm upp fyrir jarðvegssyfirborð. Grunnvatnsstaða var mæld að hausti (19. sept.–13. okt.) árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Auk þess var grunnvatnsstaða mæld að sumri þegar gróður var mældur bæði árin 2004 og 2014. Alls hefur grunnvatnsstaða því verið mæld 16 sinnum í reitunum. Rör voru sett í reitina við Hjarðarból haustið 2002 og hefur grunnvatnsstaða þar verið mæld á sama hátt og í öðrum reitum, alls 12 sinnum.

## Beit og teðsla

Í fyrstu fimm skiptin sem gróður var mældur í reitum, þ.e. á árunum 1975–1995, voru beitarummerki skráð. Notað var mjög gróft mat og gróður skráður sem lítið bitinn, talsvert bitinn eða mikið bitinn. Ef beitarummerki voru afar lítil eða engin var það yfirleitt ekki skráð. Frá og með haustinu 2000 var þetta gert með kerfisbundnari hætti, en niðurstöður fyrri rannsókna í reitum sýndu að breytingar á búfjárbreit við fljótið hafa haft veruleg áhrif á gróður (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Farið var í reitina í lok september eða byrjun október þegar grunnvatnsstaða var mæld og beit og teðsla eftir skepnur metið. Miðað var við eftirfarandi flokkun:

### Beit

- Engin beit – ekkert bitið í reit eða einungis á örfáum stöðum, nánast ekkert af gróðri fjarlæggt með beit.
- Lítil beit – bitið hefur verið á nokkrum stöðum (gripið hefur verið niður í gróður og bitið ofan af plöntum) en lítið af gróðri fjarlæggt.
- Nokkur beit – bitið hefur verið af gróðri þannig að verulegur hluti gróðurs hefur verið fjarlægður, gróður oft rjóðurbittinn.
- Mikil beit – beitarummerki nánast í öllum reitnum og mestur hluti gróðurs bitinn, gróður snöggur, svarðlag þunnt.

### Teðsla

- Engin eða nánast engin teðsla í reit.
- Lítil teðsla – ein kúaklessa eða samsvarandi af hrossaskít, sauðataði eða fuglaskít í reit.
- Nokkur teðsla – tvær til fjórar kúaklessur eða samsvarandi af hrossaskít, sauðataði eða fuglaskít í reit.
- Mikil teðsla – fimm eða fleiri kúaklessur eða samsvarandi af hrossaskít, sauðataði eða fuglaskít í reit.
- Ekki skipti máli hvort um gamla eða nýja teðslu var að ræða. Ef skítur sást á yfirborði var hann flokkaður sem teðsla.

### 3.2.3 Landbrot

Þegar rannsóknirnar hófust árið 1975 var megináhersla lögð á að kanna gróður í reitunum en ekki hugað sérstaklega að landbroti. Þegar reitirnir voru lagðir út árið 1975 var fjarlægð sumra þeirra frá næsta ár- eða fljótsbakka mæld svo að auðveldara væri að finna þá síðar. Fljótlega kom í ljós að landbrot hafði sums staðar aukist með tilkomu Lagarfossvirkjunar. Til þess að fá upplýsingar um landbrot var fjarlægð reita að bakka því endurmæld þegar gróður var kannaður í reitunum. Var það gert þannig að málband var strengt frá nærhornum reits samsíða reitahliðum að brún vatnsbakka. Ef bakkinn var brotinn var mælt að fyrsta rofi í heilli gróðurþekju í bakkanum.

Til þess að fá nákvæmari upplýsingar um landbrot við fljótið bæði innan rannsóknarsvæðanna og utan þeirra voru lögð út 12 sérstök landbrotssnið (Lb1–Lb12) árið 2004. Nyrsta sniðið var lagt út við Fossvík við Lagarfoss en það syðsta innst í Klausturnesi (5. mynd).

Hvert snið var sett upp sem 20×10 m rétthyrndur reitur sem lagður var út samsíða fljóti, um 10 m frá bakka og afmarkaður með hælum í hvert horn. Fjarlægð frá sniði að bakka var síðan mæld með því að strengdar voru snúrur á hælana og mælt með málbandi á fimm stöðum (með



5 m bili) hornrétt frá langhlið sniðs. Sumarið 2004 var mælt bæði frá reitum og sniðum. Þessar mælingar voru síðan endurteknar haustið 2008, 2011 og 2014. Ekki var unnt að mæla landbrot á öllum stöðum. Við Fossvík skemmdist sniðið (Lb1) vegna framkvæmda við Lagarfossvirkjun. Sniðin við Eyrarland (Lb9 og Lb10) reyndist einnig þýðingarlaust að mæla því að þar hafði bakkinn verið tekinn niður og græddur upp til að hindra landbrot. Ekki var heldur hægt að mæla landbrot á sniði Lb8 við Rangá II árið 2014 en þar hafði bakkinn verið nýttur til sláttar og hælur horfið.

### 3.2.4 Ljósmyndir

Frá því að rannsóknirnar hófust hafa verið teknar ljósmyndir af reitum, fyrst 1975, þá 1984 og síðan á árunum 1993–1995, 2004 og loks 2014. Teknar voru yfirlitsmyndir af hverjum reit og í flestum tilfellum einnig nærmyndir af völdum smáreitum. Einnig hafa verið teknar myndir af bökkum við fljótið og öðru sem áhugavert hefur þótt.

### 3.2.5 Efnagreining jarðvegssýna

Eftir að jarðvegssýni höfðu verið tekin voru þau þurrkuð við herbergishita. Þau voru þá sigtuð í gegnum sigti með 2 mm möskvastærð. Að því loknu voru þau geymd í lokuðum plastdósum uns efnagreining fór fram. Mælt var sýrustig og magn kolefnis. Sýrustig var mælt með sýrustigsmæli með glerelektroðu. Sýni voru þá bleytt upp með eimuðu vatni (hlutfall 1:1), þau hrist og látin standa í 2–3 klst. og sýrustig síðan mælt. Kolefni var mælt í kolefnismælitæki (Leco carbon determinator CR 12, Leco Corp., Michigan U.S.A.). Hluti af hverju sýni var þurrkaður við 105°C í einn sólarhring til þess að ákvarða magn þurrefnis.

## 3.3 Úrvinnsla

### 3.3.1 Vatnshæð í fljóti og reitum

Vatnshæð í Lagarfljóti hefur verið mæld á tveimur stöðum í marga áratugi. Í Steinsvaðsflóa við Lagarfoss hefur hún verið mæld frá 1949 og við Lagarfljótsbrú við Egilsstaði frá 1948. Við Lagarfljótsbrú hefur hæðarviðmið ekki verið það sama öll árin og er vatnshæð mæld fyrir 1957 því ekki fyllilega sambærileg við seinni mælingar (Sigurjón Helgason og Loftur Þorsteinsson 1977). Þar sem tilgangur rannsókna var m.a. að kanna áhrif virkjana á gróður og landbrot við fljótið var vatnshæð reiknuð út fyrir þrjú tímabil; i) tímabilið er Lagarfossvirkjun tók til starfa (1957–1973), ii) tímabilið er Lagarfossvirkjun var rekin ein og sér (1975–2007) og iii) eftir að Kárahnjúkavirkjun var tekin í notkun (2008–2014). Árinu 1974 var sleppt því að þá stóðu yfir miklar framkvæmdir við byggingu Lagarfljótsvirkjunar. Kárahnjúkavirkjun tók formlega til starfa 30. nóvember 2007 (Egill Axelsson 2012). Vatnshæðarútreikningar fyrir síðasta tímabilið ná frá 1. desember 2007 til og með 30. september 2014 en við vinnslu þessarar skýrslu voru vatnshæðargögn ekki tiltæk fyrir allt árið 2014. Rétt er að geta þess að á árunum 2005 til 2006 var unnið að stækkun Lagarfossvirkjunar og jafnframt fleygað úr klapparhafti ofan við flóðgáttir virkjunarinnar (Egill Axelsson 2012).

Við útreikning á vatnsstöðu í fljótinu voru notuð dagsgildi. Fundin voru meðaltöl fyrir hvern mánuð og hvert ár þessi þrjú tímabil, bæði við Lagarfoss og við Lagarfljótsbrú.

Við útreikninga á grunnvatnsstöðu í reitum var hálfri þúfnahæð bætt við dýpt á grunnvatn. Þótti það betur lýsa vaxtarskilyrðum plantna í hverjum reit en ef eingöngu væri miðað við grunnvatnsholur sem voru staðsettar í dýpstu laut á milli þúfna í miðju reits.

Samband vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu í reitum var kannað með línulegri

aðhvarfsgreiningu. Notuð voru dagsgildi þá daga sem dýpt á grunnvatn var mæld í viðkomandi reit. Sambandið var kannað bæði fyrir vatnshæð við Lagarfljótsbrú og Lagarfoss.

### 3.3.2 Hæð yfir sjó, þúfnahæð og þykkt jarðvegs

Hæð yfir sjó í einstökum reitum var áætluð út frá kortum með 1 m hæðarlínunum sem unnin voru af Forverki hf. fyrir Rafmagnsveitur ríkisins af láglandissvæðum við Lagarfljót á árunum 1975–1976 (Forverk hf. 1977).

Þúfnahæð var reiknuð sem meðaltal innan reits. Jarðvegsþykkt var fundin sem meðaltal í smáreitum. Tekið skal fram að við mælingu var ekki unnt að mæla jarðveg sem var þykkari en 110 cm. Væri þykktin meiri var hún metin sem 115 cm. Var þetta talið viðunandi þar sem rætur flestra tegunda eru ekki svo djúpstæðar.

### 3.3.3 Gróður og umhverfisþættir

Við úrvinnslu voru notuð gögn úr þeim reitum sem oftast hafa verið mældir og auk þess úr reitunum fimm við Hjarðarból, samtals úr 62 reitum.

Notaðar voru niðurstöður gróðurmælinga frá fimm tímum, þ.e. 1976, 1983–1984, 1993–1995, 2004 og 2014. Á árunum 1983 og 1984 voru flestir reitanna gróðurmældir seinna árið, nokkrir bæði árin en fjórir aðeins fyrra árið. Til úrvinnslu voru valdar niðurstöður frá 1984 auk niðurstaðna úr þeim fjórum reitum sem aðeins voru gróðurmældir árið 1983. Einn reitur (DagC) fannst ekki árið 1984 og fjórir reitir voru ekki mældir árið 2014 vegna skemmda (KlauB, MelA, Rang1D og Rang1Y). Alls urðu gróðurmælingartilvik sem notuð voru við útreikninga því 290 að tölu, þ.e. summa af fjölda reita sinnum fjöldi gróðurmælinga í reit.

Þekja þeirra breyta sem metnar voru samkvæmt þekjukvarða Hults-Sernanders var fundin út frá miðgildi þekjubils (3. tafla) í hverjum smáreit og síðan reiknuð meðaltöl fyrir hvern reit. Um er að ræða þekju einstakra háplöntutegunda, heildarþekju mosa og fléttna. Fjöldi háplöntutegunda í reit var reiknaður sem summa allra tegunda sem fundust á hverjum tíma í hverjum reit, þ.e. bæði í smáreitum og utan þeirra. Hæð gróðurs í reit var reiknuð sem meðaltal smáreita.

Tegundasamsetning, skyldleiki gróðurs og gróðurbreytingar í einstökum reitum voru kannaðar með hnitunargreiningu (e. ordination). Við hnitunina var byggt á gögnum úr öllum 62 reitunum ásamt endurmælingu á þeim, alls 290 mælingar. Notað var forritið CANOCO, útgáfa 5 (ter Braak og Šmilauer 2012). Valin var DCA-aðferð og var byggt á þekju allra háplöntutegunda sem fundust í reitasafninu á mælingarárunum. Þar eð greining þráðsefs og blendings af þráðsefi og hrossanál hafði greinilega ekki verið rétt í öllum tilvikum var þeim slegið saman fyrir úrvinnslu. Þá var öllum þekjugildum umbreytt þannig að tekin var af þeim lógaritmi ( $\log_{10}(\text{þekja}+1)$ ) og notuð aðferð sem dregur úr vægi sjaldgæfra tegunda. Að öðru leyti voru notaðar sjálfgefnar stillingar forritsins.

Í greiningunni var einnig kannað samband á milli niðurstöðu hnitunarinnar og níu mismunandi gróður- og umhverfisþátta. Þeir voru: þekja mosa og fléttna, fjöldi háplöntutegunda, hæð yfir sjó, þúfnahæð, jarðvegsþykkt, sýrustig og kolefnisinnihald í jarðvegi og vatnsstaða að hausti. Fyrsttöldu breyturnar þrjár hafa allar verið mældar á sama tíma og þekja háplantna í reitunum. Allar hinar breyturnar nema sú síðasta hafa verið mældar á öðrum tímum og aðeins einu sinni hver. Til þess að unnt væri að kanna samband þeirra og niðurstaðna hnitunargreiningarinnar voru sömu gildin notuð fyrir hvern reit í öll þau skipti sem gróður hefur verið mældur í þeim. Sem dæmi má taka að þúfnahæð sem var 9 cm í reit A í Dagverðargerði var notuð í greiningunni

sem gildi fyrir þann reit í öll fimm skiptin sem gróður hefur verið mældur. Hvað varðar vatnsstöðu að hausti var hún mæld sjö sinnum á árunum 1997–2004 og síðan sjö sinnum eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa, þ.e. árin 2008–2014. Við greininguna var miðgildi vatnsstöðu í reit fyrri árunna sjö notað sem umhverfisbreyta fyrir fyrstu fjórar gróðurmælingarnar. Miðgildi vatnsstöðu seinni árunna sjö var hins vegar notað fyrir síðustu gróðurmælingu, þ.e. 2014.

Breytingar á þekju mosa milli ára og svæða voru metnar með fjölþáttafervikagreiningu fyrir endurmælingar (e. MANOVA repeated measures) eftir að gildum hafði verið umbreytt með  $\log_{10}(1+x)$ . Í þessa greiningu voru aðeins notaðir þeir reitir sem mældir höfðu verið öll árin, þ.e. 1976, 1983–1984, 1993–1995, 2004 og 2014, alls 52 reitir. Breytingar á fjölda tegunda milli ára og svæða var könnuð með sama hætti eftir umbreytingu með kvaðratrót. Breytingar á hæð gróðurs sem mæld hefur verið tvisvar (2004 og 2014) voru kannaðar með fervikagreiningu fyrir þöruð gildi eftir  $\log_{10}$  umbreytingu. Tölfræðigreiningar voru unnar með forritinu JMP 9.01 frá SAS (SAS Institute Inc. 2010).

## 4 NIÐURSTÖÐUR

### 4.1 Vatnshæð í Lagarfljóti

Vatnshæðarmælingar við Lagarfoss og Lagarfljótsbrú sýna að allmiklar breytingar urðu á vatnshæð í fljótinu með tilkomu Lagarfossvirkjunar. Þessar breytingar komu greinilega fram á báðum stöðum. Fyrir virkjun var vatnstaða lægst í fljótinu að vetrinum, þ.e. í mánuðunum nóvember til apríl (2. mynd). Í maí tók vatnsborð að hækka og náði yfirleitt hámarki í vorflóðum í júní. Með tilkomu Lagarfossvirkjunar breyttist þetta verulega. Vatnsborð hækkaði bæði við Lagarfoss og við Lagarfljótsbrú, sérstaklega að vetrinum. Meðalvatnshæð við Lagarfoss var 18,23 m fyrir virkjun en við Lagarfljótsbrú 20,14 m. Eftir virkjun voru þessar tölur 20,11 og 20,43 m. Vatnsborð hafði því hækkað að jafnaði um 1,88 m við Lagarfoss en 0,28 m við Lagarfljótsbrú. Virkjunin leiddi einnig til þess að sveifla í vatnsborði minnkaði við Lagarfoss (3. mynd).

Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar breyttist vatnshæð í fljótinu enn frekar. Við Lagarfoss lækkaði vatnsborð í öllum mánuðum og var lækkunin að meðaltali 0,34 m. Lækkunin var nokkuð svipuð alla mánuði ársins. Við Lagarfljótsbrú hækkaði vatnsborð hins vegar og var vatnsstaða að meðaltali 20,57 m y.s. eða um 0,14 m hærri en áður. Breytingin var þó mjög misjöfn eftir mánuðum. Mest var hækkunin í maí og september, eða um 0,25 m, en breytingin var lítil mánuðina okt.–des.

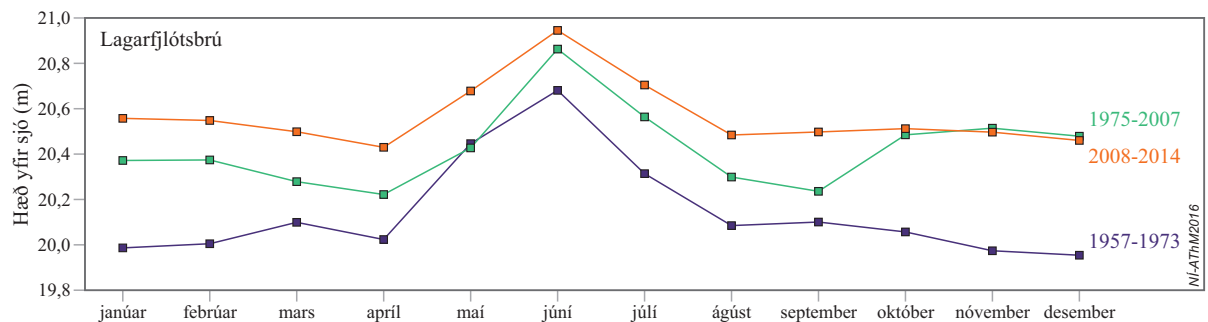
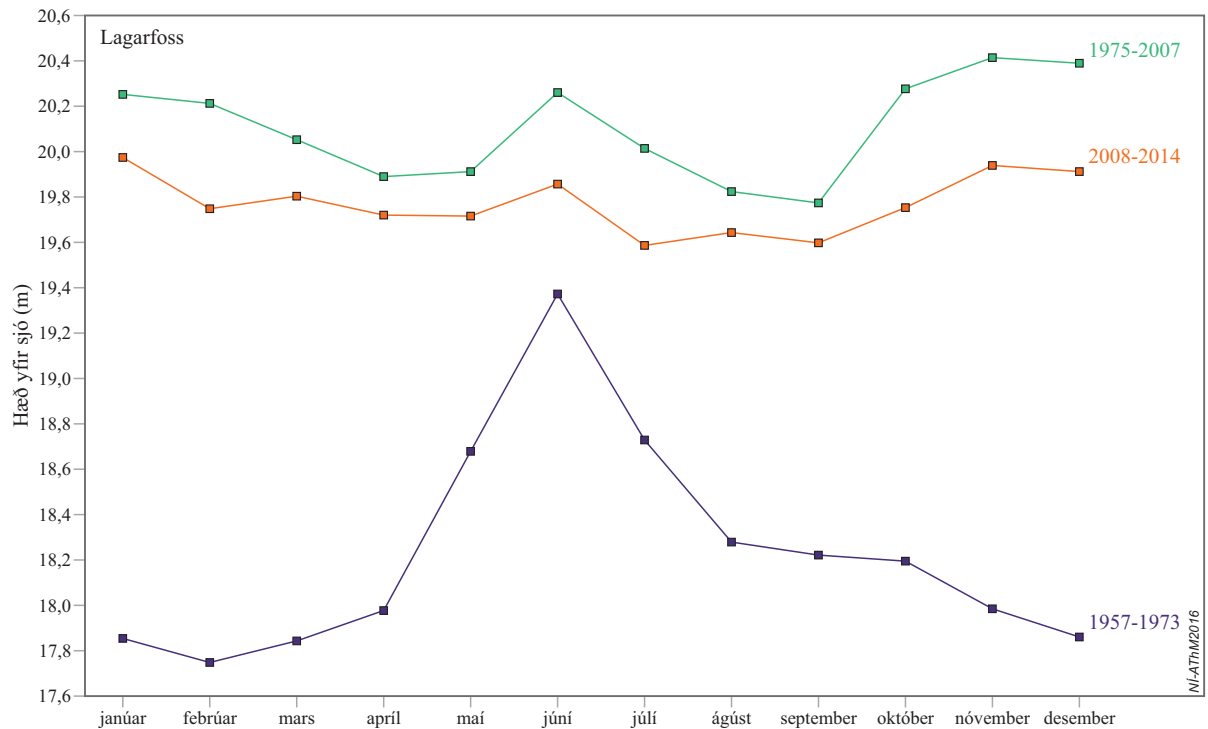
Þótt Lagarfossvirkjun hefði dregið úr sveiflum í vatnsborði við Lagarfoss gerði Kárahnjúkavirkjun það enn frekar. Þessi áhrif eru einnig mjög greinileg við Lagarfljótsbrú (3. mynd). Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar hefur bæði dregið mikið úr flóðum og vatnshæð jafnast mikið yfir árið.

Þegar heildaráhrif virkjananna tveggja á vatnshæð í fljótinu eru skoðuð sést að tvennt hefur einkum breyst, þ.e. vatnsborð hefur hækkað og vatnsborðssveifla minnkað. Við Egilsstaði hefur vatnsborð hækkað mest yfir vetrarmánuðina nóv.–feb. (0,51–0,58 m) en minnst á vorleysinga-tímanum maí–júní (0,23–0,26 m) (2. mynd). Vegna virkjananna tveggja hefur vatnshæð við Egilsstaði hækkað um 0,42 m að jafnaði yfir árið.

### 4.2 Landbrot

Í þessari rannsókn hefur verið fylgst með landbroti bæði með mælingum frá reitum út á bakka fljótsins og eftir 2004 einnig frá sérstökum landbrotssniðum (4. mynd). Hér verður fjallað um landbrot á einstökum svæðum og verða þau tekin fyrir frá norðri til suðurs.





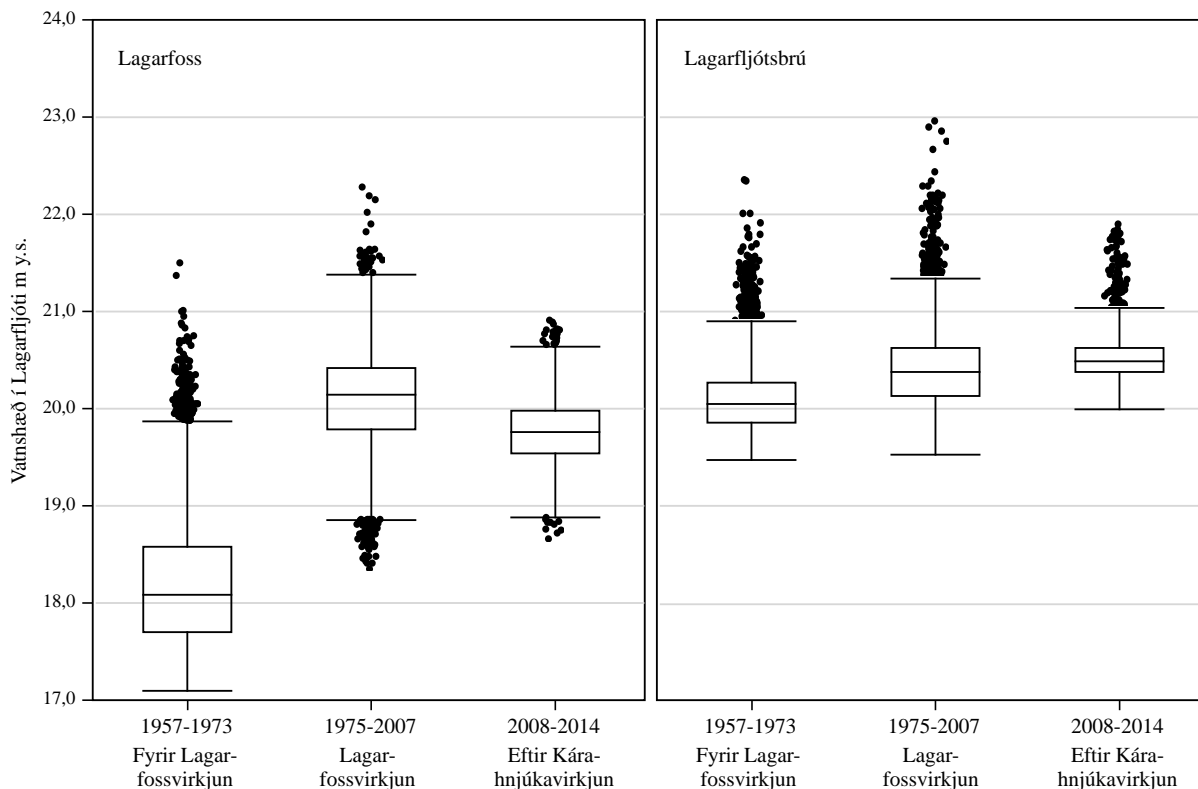
2. mynd. Meðalvatnshæð eftir mánuðum í Lagarfljóti við Lagarfoss og Lagarfljótsbrú skipt upp eftir virkjanatímabilum; fyrir virkjun við Lagarfoss (1957-1973), er Lagarfossvirkjun var rekin ein og sér (1975-2007) og eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008-2014).

### Fossvík og Steinsvaðsflói

Á þessu svæði voru lögð út þrjú snið árið 2004, eitt við Fossvík og tvö við Steinsvaðsflóa (4. mynd). Sniðið við Fossvík eyðilagðist fljótt vegna framkvæmda við stækkun Lagarfossvirkjunar og því fengust engar upplýsingar frá þeim stað. Í Steinsvaðsflóa var landbrotið 2004–2008, þ.e. fyrir Kárahnjúkavirkjun, 18–23 cm á ári. Eftir virkjunina dró verulega úr því og var það að jafnaði á þessum tveimur sniðum tæpir 5 cm á ári (1. ljósmynd).

### Dagverðargerði og Rangá I

Í Dagverðargerði og á Rangá I hefur verið fylgst með landbroti á um 1,5 km kafla á bakka fljótsins (4. mynd). Fyrir 2004 var mælt frá fimm reitum og reyndist það vera á bilinu 14–61 cm/ár, misjafnt eftir stöðum. Frá 2004 var landbrot bæði mælt frá reitum og frá þremur sniðum. Árin 2004–2008 var það á bilinu 21–50 cm/ár (meðaltal 35 cm, n = 6). Frá 2008 til 2011 mældist það 26–56 cm á ári (meðaltal 35 cm, n = 6). Á síðasta tímabilinu, þ.e. 2011–2014, var það 13–79 cm/ár (meðaltal 46 cm, n = 7) (2.–3. ljósmynd).



3. mynd. Vatnshæð við Lagarfoss og Lagarfljótsbrú frá 1957 til 2014 skipt upp eftir tímabilum; fyrir virkjun við Lagarfoss (1957-1973) ( $n=6.209$ ), er Lagarfossvirkjun var rekin ein og sér (1975-2007) ( $n=12.022$ ) og eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008-2014) ( $n=2.496$ ). Vatnshæðin er sýnd sem kassarit sem gefa til kynna dreifingu mæligilda. Lárrett strik í kassa táknar miðgildi, lengd kassa sýnir á hvaða bili helming mæligilda er að finna þar sem þau eru þéttust.

Ef einungis eru teknir þeir reitir þar sem landbrot hefur verið mælt frá upphafi, þ.e. frá 1975 (Dag A, B, D; Rangá I), kemur fram að á 39 árum hefur bakki fljótsins eyðst sem nemur 13 m við reit A á Rangá I upp í 22 m við reit D á Rangá I sem þýðir að landbrotið hefur verið að jafnaði 33–57 cm á ári.

### Rangá II og Skógargerði

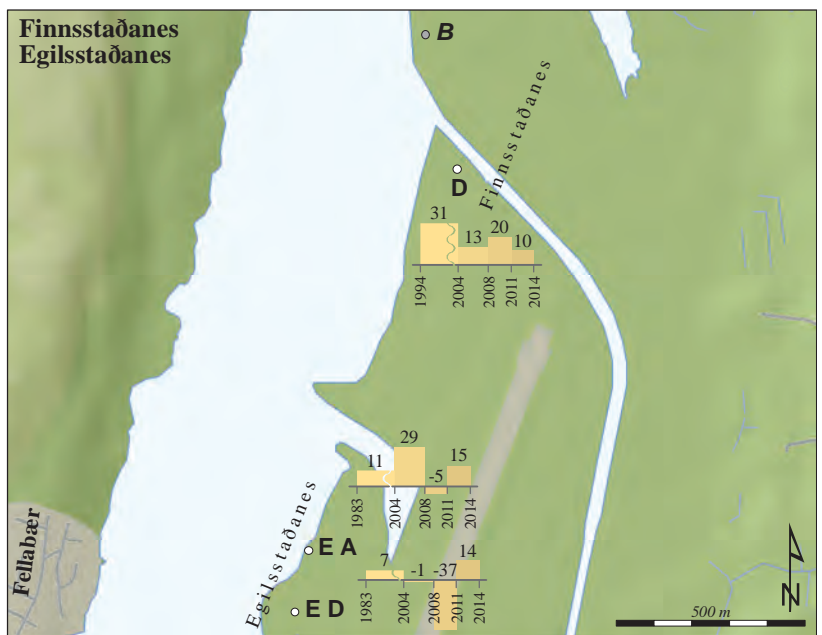
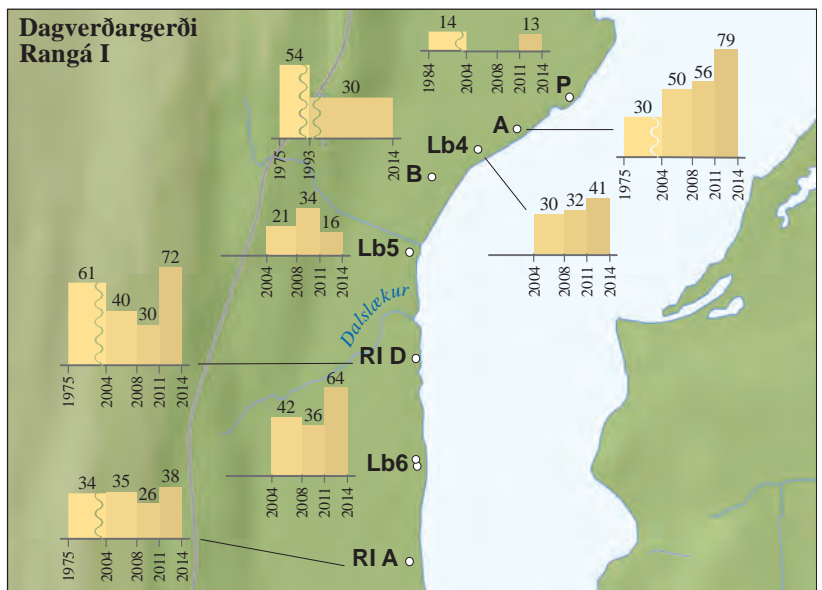
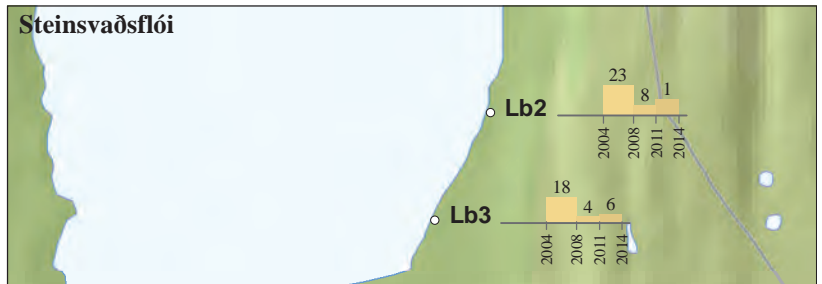
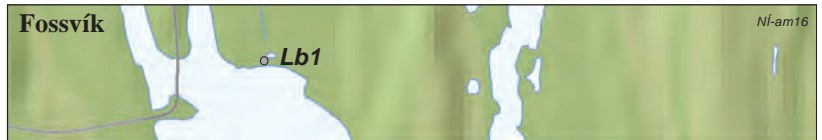
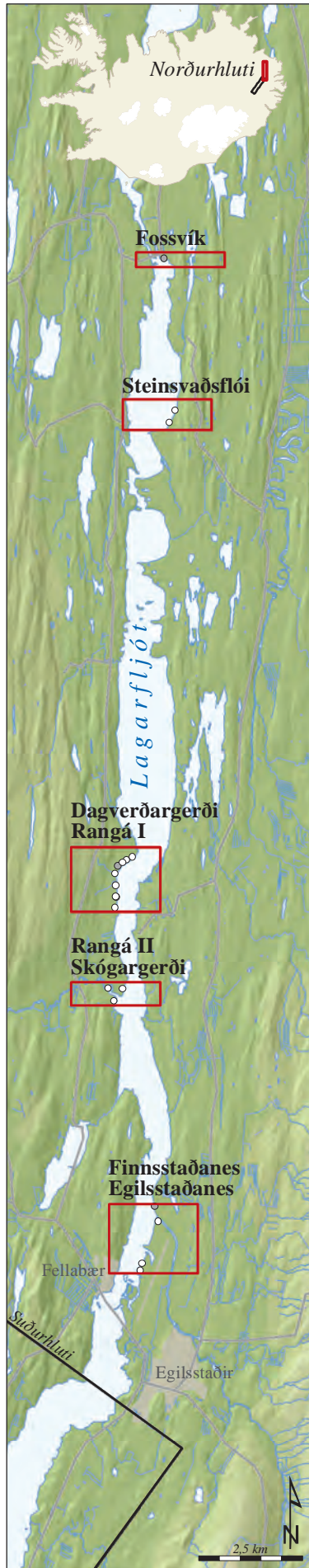
Á þessu svæði hefur landbrot verið mælt frá 1984 við tvo reiti í Skógargerði (4. mynd). Er annar á bakka Rangár en hinn við Lagarfljót. Auk þess hefur landbrot verið mælt árin 2004–2011 frá sniði Lb7 sem lagt var út á bakka Lagarfljóts.

Miðað við þær mælingar sem fyrir liggja er landbrot við reitina tvo í Skógargerði nánast ekkert en það hefur mælst um 2 cm á ári að jafnaði frá því að mælingar hófust árið 1984. Landbrot við sniðið á bakka fljótsins var meira, eða 28 cm á ári tímabilið 2004–2008 en 19 cm á ári tímabilið 2008–2011 (4. mynd). Þetta þýðir að af bakkanum hafa brotnað um 1,7 m á þessum átta árum.

### Finnsstaðanes og Egilsstaðanes

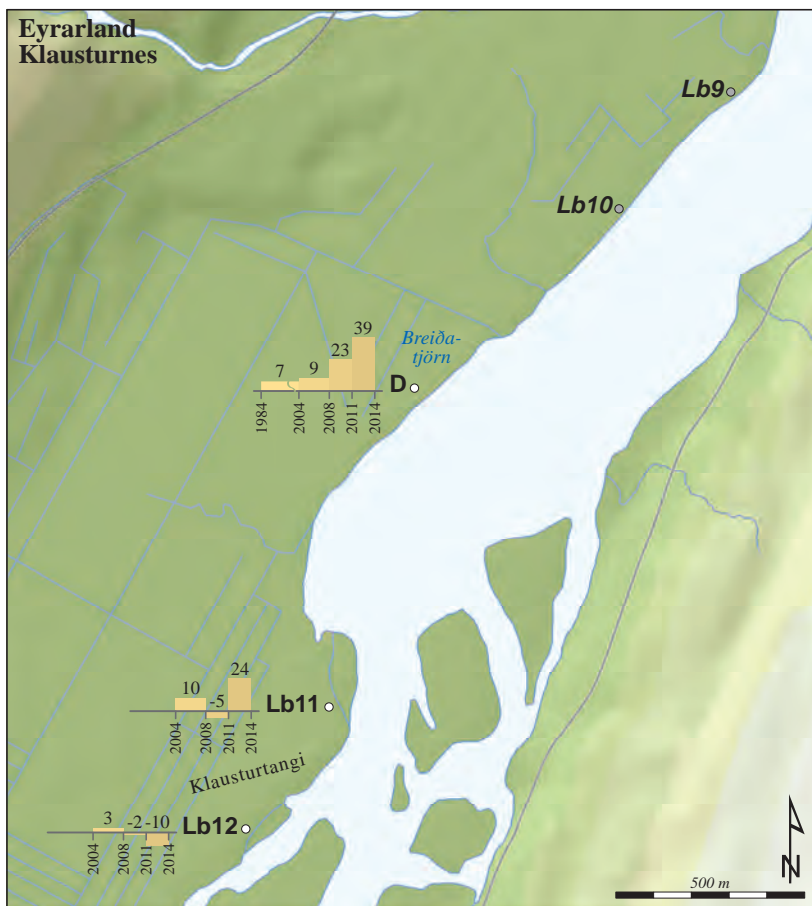
Landbrot hefur verið mælt við tvo reiti (B og D) á Finnsstaðanesi og við tvo reiti (A og D) á Egilsstaðanesi (4. mynd). Tekið skal fram að vegna stækkunar flugvallarins á Egilsstöðum árið

4. mynd. Yfirlit yfir landbrot við reiti og landbrotssnið (Lb) á mismunandi tímum sýnt með stöplaritum. Tölur ofan stöpla sýna landbrot í cm á ári.





4. mynd. Framh.



1988 urðu gerbreytingar á aðstæðum en þá var farvegur Eyvindarár færður til norðurs, auk þess sem vegur með rofvrörn var lagður eftir bakka fljótsins utan við nýjan farveg árinna (4. ljósmynd). Það þýddi m.a. að landbrot stöðvaðist utan nýja farvegarins og reitur C í Finnsstaðanesi er nú innan árinna en var utan hennar áður (4. mynd).

Áður en rofvrörnin var sett upp var landbrot við reit B í Finnsstaðanesi 77 cm á ári frá 1975–1984. Við reit D í nesinu hefur landbrot verið mælt frá 1994 og hefur bakkinn brotnað sem nemur 4,5 m til 2014, eða um 22 cm á ári. Landbrot við reitina á Egilsstaðanesi er mun minna. Við reit A var landbrot 3,8 m tímabilið 1983–2014, eða um 12 cm á ári, en við reit D var það aðeins 0,8 m á sama tímabili, eða 2 cm að jafnaði á ári. Ekki er hægt að sjá að neinar markverðar breytingar hafi orðið á landbroti með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar við þessa reiti.

### **Hjarðarból og Melanes**

Landbrot hefur verið mælt frá 2004 við tvo reiti við Hjarðarból (A og D) og við eitt snið á Melanesi (Lb8) (4. mynd).

Við reit D á Hjarðarbóli, sem er utan brúarinnar yfir fljótið, hefur land ekki eyðst heldur hefur gerst hið gagnstæða, land hefur frekar gróið upp (8. ljósmynd). Enginn bakki hefur myndast og því var ekki hægt að mæla þessa landvinninga með þeirri aðferð sem notuð var.

Við reit A á Hjarðarbóli hefur nokkuð gengið á bakkann síðan mælingar hófust eða um 1,3 m á 10 árum, eða 13 cm á ári að jafnaði.

Við landbrotssniðið á Melanesi (Lb8) var landbrot lítið en þar eyddust 30 cm af bakkanum á þeim 10 árum sem mælingar náðu til, eða 3 cm á ári.

### **Eyrrarland og Klausturnes**

Við Eyrrarland voru árið 2004 lögð út tvö landbrotssnið (Lb9 og Lb10) (4. mynd). Hvorugt þeirra var hægt að endurmæla því að bakkinn hafði verið tekinn niður og græddur upp. Aðgerðin hafði greinilega tekist bærillega því að ekki var að sjá neitt landbrot þegar sniðin voru skoðuð haustið 2008 (9. ljósmynd).

Í Klausturnesi hefur landbrot verið mælt við reit D frá 1984 (4. mynd). Á þeim 30 árum sem mælingar ná til eyddust samtals af bakkanum 3,6 m, eða 12 cm að jafnaði á ári. Greinilegt er að á þessum stað hefur landbrot aukist eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (10. ljósmynd).

Í Klausturnesi voru árið 2004 lögð út tvö landbrotssnið (4. mynd). Við ytra sniðið (Lb11) hafði bakkinn færst til sem nemur 1 m til ársins 2014, eða um 10 cm að jafnaði á ári. Hvað varðar innra sniðið (Lb12) þá mældist landbrot þar neikvætt frá 2004–2014 sem nemur 22 cm sem þýðir að bakkinn hefur færst nokkuð í átt að ánni. Bæði sniðin eru undir áhrifum af mótvægisadgerðum. Við Lb11 hefur verið ýtt upp varnargarði úti í ánni sem hlífir bakkanum. Syðra sniðið hafði verið klætt gróðri, a.m.k. að hluta. Mæling var því alls ekki marktæk en sýnir að mótvægisadgerðin hafði haft áhrif.

### **4.3 Grunnvatnsstaða í reitum og tengsl við vatnshæð í fljóti**

Grunnvatnsstaða í reitum sem mæld hefur verið að hausti á árunum 1997–2004 og síðan 2008–2014 var talsvert mismunandi í reitum innan svæða. Einna mestur munur var á reitum í Dagverðargerði, Rangá I og Egilsstöðum en þar gat munað um og yfir 100 cm á grunnvatnsstöðu

einstakra reita (5. mynd). Einna minnstur munur var hins vegar á Gilsáreyri og Hjarðarbóli en þar var munur á grunnvatnsstöðu í einstökum reitum innan við 20 cm (5. mynd).

Vatnshæð í fljótinu við Lagarfljótsbrú sýndi að jafnaði mun sterkari tengsl við grunnvatnsstöðu í reitum en vatnshæð við Lagarfoss. Átti það bæði við um vatnshæð áður en og eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (5. mynd). Fyrir Kárahnjúkavirkjun fundust marktæk tengsl milli vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og grunnvatnsstöðu í 31 reit, en eftir virkjunina í 18 reitum. Við Lagarfoss fundust marktæk tengsl milli vatnshæðar og grunnvatnsstöðu í 22 reitum fyrir Kárahnjúkavirkjun og í 5 reitum eftir virkjunina.

Mælingar á grunnvatnsstöðu í reitum að hausti fyrir og eftir Kárahnjúkavirkjun benda til þess að allmiklar breytingar hafi orðið við virkjunina. Breytingarnar eru mismunandi eftir svæðum og eftir staðsetningu reita. Bæði hefur grunnvatnsstaða og sveifla hennar breyst.

Þegar niðurstöður eru skoðaðar er rétt að hafa í huga að grunnvatnsstaða í reitum byggist aðeins á sjö mælingum fyrir Kárahnjúkavirkjun (mælt 1997, 1999–2004) og sjö mælingum eftir að virkjunin tók til starfa (2008–2014) (5. mynd). Ef tekið er meðaltal af vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú þá daga sem grunnvatnsmælingar í reitum fóru fram var vatnshæðin fyrir Kárahnjúkavirkjun í 20,35 m h.y.s. en eftir virkjun í 20,46 m h.y.s., eða 0,11 m hærrí. Samsvarandi tölur á vatnshæð við Lagarfoss voru 20,00 m og 19,57 m, eða 0,43 m lægri á síðara tímabilinu.

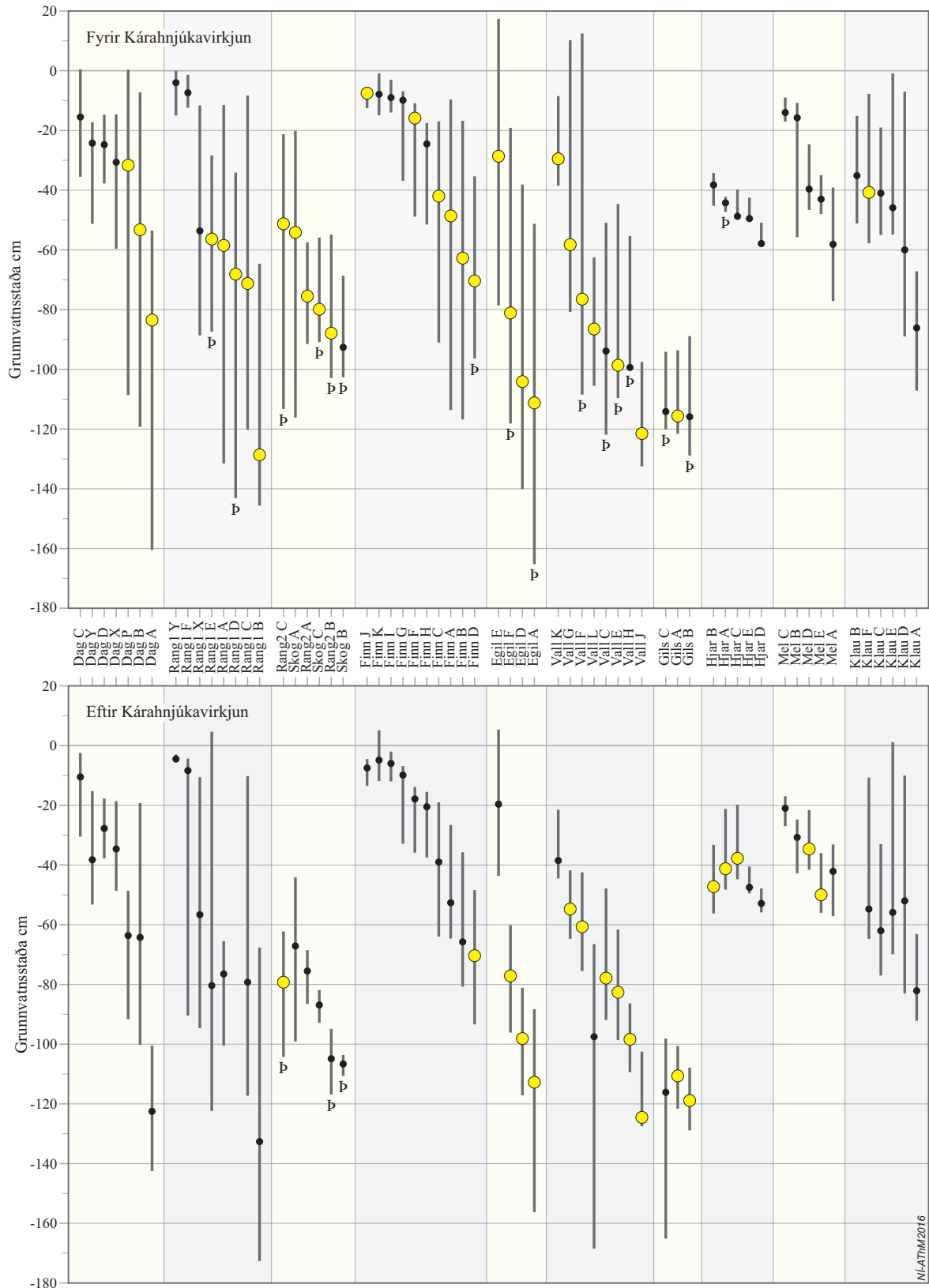
Á nyrstu svæðunum, þ.e. Dagverðargerði, Rangá I, Rangá II og Skógargerði, mældist í langflestum reitum dýpra niður á grunnvatn að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa en fyrir þann tíma. Þessi lækkun grunnvatns kemur einkum fram í reitum sem liggja næst fljótinu en síður í þeim sem liggja fjær og nálægt brekkurótum (16. og 19. mynd). Þegar komið er suður í Finnsstaðanes og Egilsstaðanes breytist þetta því að þar gefa mælingar til kynna að vatnsstaða hafi ýmist hækkað (átta reitir), sé svipuð (þrír reitir) eða hafi lækkað (þrír reitir) (21. mynd). Þegar komið er inn í Vallanes mælist vatnsstaða hærrí (1–16 cm) í þeim reitum sem næstir eru fljótinu en lægri (3–11 cm) í þeim er fjær liggja (24. mynd). Á Gilsáreyri og Hjarðarbóli eru áhrifin mismunandi. Á Hjarðarbóli mælist grunnvatnsstaða hærrí í öllum reitum nema einum eftir virkjun við Kárahnjúka (HjarB) en á Gilsáreyri mælist hækkan í einum reit (A) en lækkan í tveimur (B og C) (26. mynd). Á Melanesi benda mælingar til að að grunnvatnsstaða í reitum næst fljótinu (A og D) hafi hækkað en hins vegar lækkað í reitum fjær fljóti (B, C og E) (29. mynd). Í Klausturnesi, innsta svæðinu, er mynstrið svipað og í Melanesi því að þar benda mælingar til að grunnvatnsstaða hafi hækkað í reitum næst fljóti (A og D) en lækkað fjær fljóti (31. mynd).

Mælingar á grunnvatnsstöðu í reitum benda til þess að sveifla hafi víða minnkað með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar (5. mynd). Þessi áhrif koma fram á nánast öllum svæðum í þeim reitum sem liggja næst fljótinu og er einkum áberandi á svæðunum frá Rangá II suður í Vallanes en á þessum kafla fljótsins dregur úr grunnvatnssveiflu í nánast öllum reitum. Ef teknir eru allir reitir (60) óháð staðsetningu var vatnsborðssveifla í þeim að meðaltali 53 cm fyrir Kárahnjúkavirkjun en 39 cm eftir virkjunina.

#### **4.4 Gróður á rannsóknarsvæðunum**

Í reitunum 62 sem í þessari skýrslu eru teknir til skoðunar voru alls skráðar 142 tegundir háplantna.

Algengustu háplöntutegundirnar á svæðunum eru mýrastör, túnvingull og kornsúra en þær fundust í yfir 90% reita öll árin sem mælt var. Mýrastör var hins vegar sú tegund sem langmest



5. mynd. Staða grunnvatns miðað við yfirborð í rannsóknarreitum fyrir og eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa. Mælt var einu sinni að hausti; fyrir virkjun: 1997, 1999–2003 (21.–27. sept.) og 2004 (11.–13. okt.); eftir virkjun: 2008 (29. sept.–1. okt.), 2009–2014 (19.–26. sept.). Sýnt er miðgildi þessara sjö mælinga og hámark og lágmark þeirra í hverjum reit. Svæðum er raðað eftir fjarlægð frá sjó og innan svæða er reitum raðað eftir miðgildi. Samband milli vatnshæðar í fljóti við Lagarfliótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit var metið með aðhvarfsgreiningu (e. regression); gult,  $p < 0,05$ ; svart, ekki marktækt. „P“ merkir að mæliholan hafi verið þurr í eitthvert skipti er mælt var.



kvað að á nánast öllum svæðum en þekja hennar var yfir 30% í yfir 24 reitum öll árin. Meðalþekja hennar miðað við alla reiti var á bilinu 29,4–36,0 misjafnt eftir árum. Þekja annarra tegunda var mun minni. Þær tegundir sem næstar henni komust, reiknað út frá meðalþekju í öllum reitum, voru engjarós (meðalþekja breytileg eftir árum 3,9–6,9%), snarrótarpunktur (3,5–6,8%), hálingresi (2,5–8,4%) og túnvingull (3,9–5,5%).

Hnitunargreining sýndi að fyrsti ás hnitunarinnar spannar langstærstan hluta þess breytileika sem fyrstu fjórir ásarnir greina en eigingildi hans var 0,39 (6. mynd). Eigingildi hinna ásanna þriggja voru 0,16; 0,09 og 0,08. Þess skal getið að eigingildi er tala á milli 0 og 1. Því hærrí sem talan er þeim mun mikilvægari er viðkomandi ás í hnituninni. Hnitunargreiningin sýndi einnig að gróðurbreytileikinn á fyrsta ási spannar 3,6 einingar en 2,0 einingar á öðrum ási. Fjarlægð á milli punkta (reita) á slíkum myndum gefur til kynna hversu líkur gróðurinn er í einstökum reitum. Því styttra sem er á milli punkta þeim mun líkari er gróðurinn en ólíkari eftir því sem fjarlægðin er meiri. Almennt má segja að ef fjarlægð á slíku grafi er fjórar einingar eða meira þá séu fáar eða engar tegundir sameiginlegar með viðkomandi reitum (Gould og Walker 1999).

Af þeim breytum sem kannaðar voru í hnituninni sýndu grunnvatnsstaða, pH í jarðvegi, fjöldi tegunda og magn kolefnis í jarðvegi sterkast samband við gróðurmynstrið eins og það kemur fram á fyrstu tveimur ásum hnitunarinnar (6. mynd). Veikast samband við gróðurmynstrið sýndu hins vegar þekja mosa og þúfnahæð. Þá kom einnig fram að grunnvatnsstaða (dýpt á grunnvatn), fjöldi tegunda og magn kolefnis í jarðvegi falla nokkurn veginn samsíða 1. ási hnitunarinnar og að nokkru leyti einnig sýrustig. Allar þessar breytur eru sterklega tengdar ásum. Fylgnistuðull grunnvatnsstöðu að hausti við hann var 0,81 ( $r^2 = 0,66$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 290$ ). Samsvarandi stuðull fyrir pH var 0,78 ( $r^2 = 0,61$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 290$ ), fyrir kolefni -0,73 ( $r^2 = 0,54$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 290$ ) og fyrir fjölda háplöntutegunda 0,70 ( $r^2 = 0,50$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 290$ ).

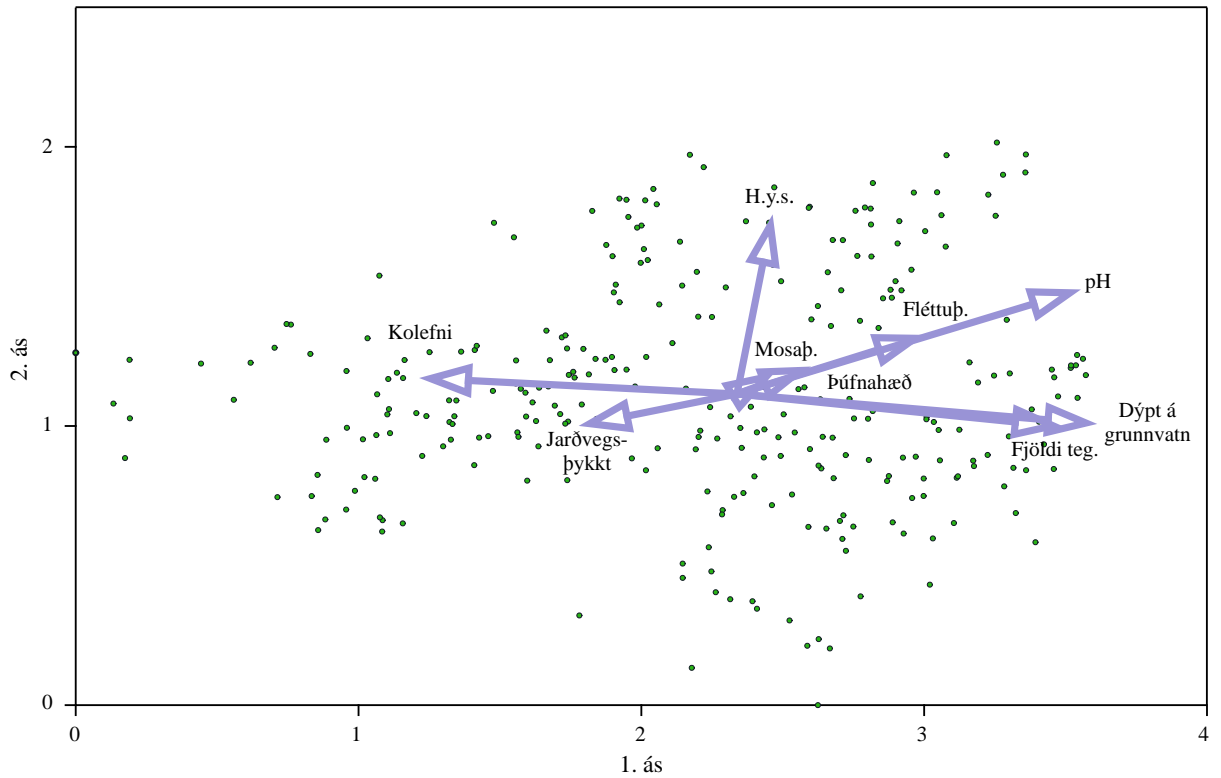
Að jafnaði er land blautast í þeim reitum sem liggja lengst til vinstri á hnitamyndinni, kolefnis-magn hæst, jarðvegur súrastur og háplöntutegundir fæstar. Þá er einnig ljóst að þekja fléttna er afar lítil í blautasta landinu en eykst að jafnaði eftir því sem land er þurrara.

Þegar skoðað er samband breyta við 2. ásin er hæð yfir sjó sterkast tengd honum en fylgnistuðull hæðar við ásin er 0,49 ( $r^2 = 0,24$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 290$ ).

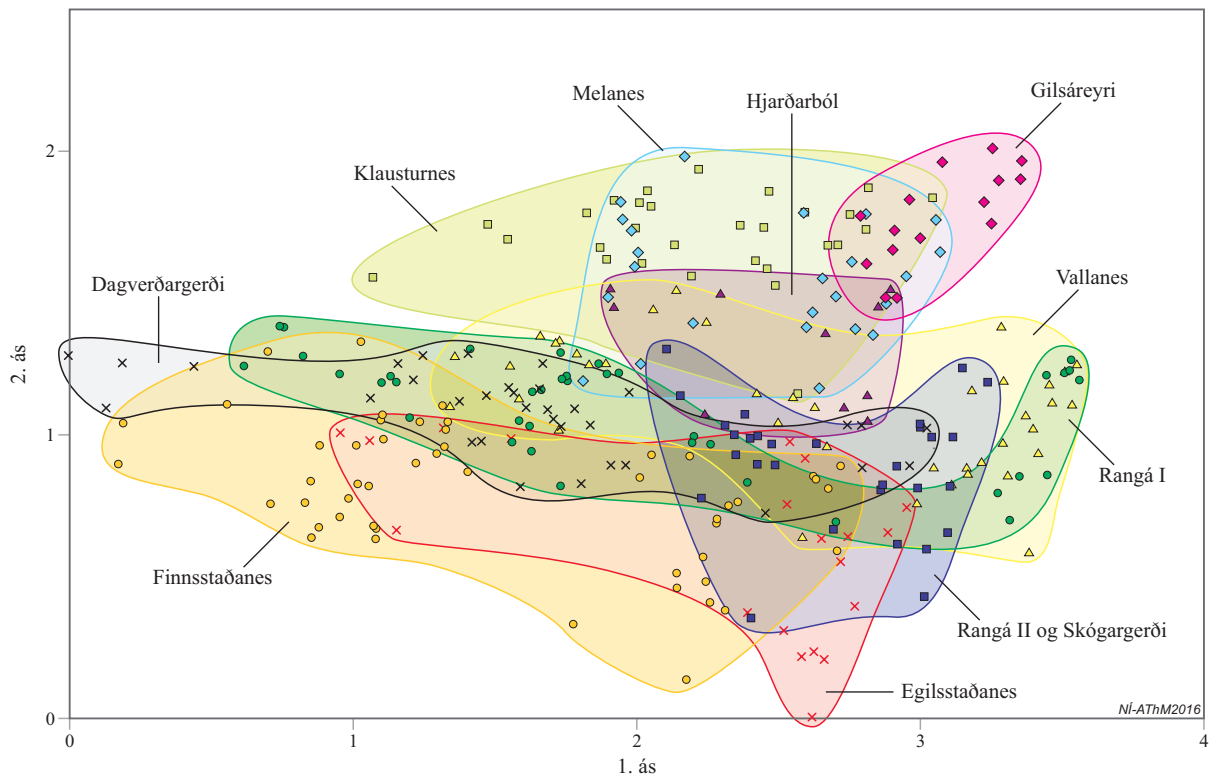
Hnitunargreining sýndi að talsverður munur er á gróðri í reitum innan svæða enda er sums staðar mikill munur á grunnvatnsstöðu milli reita. Einna mestur breytileiki er á gróðri reita í Dagverðargerði, á Finnsstaðanesi og á Rangá I (7. mynd). Hins vegar er einna minnstur gróðurfarslegur munur á reitum á Gilsáreyri og Hjarðarbóli. Miðað við hnitunargreiningu er blautasta landið í Finnsstaðanesi (reitur K) og í Dagverðargerði (reitur C) en á báðum þessum svæðum er land sums staðar forblautt. Þurrasta landið er hins vegar að finna á Rangá I (reitur B), í Vallanesi (reitur H) og á Gilsáreyri (reitur C).

Hnit einstakra tegunda á fyrstu tveimur ásunum sýna vel breytileika gróðursins í reitunum (8. mynd). Lengst til vinstri á myndinni eru eindregnar votlendistegundir eins og flóastör, horblaðka, tjarnastör, gulstör og vetrarkvíðastör ásamt fleiri tegundum sem vaxa aðeins á mjög blautu landi. Lengst til hægri á ásum eru hins vegar tegundir sem eru einkennandi fyrir þurrlandi, eins og holtasóley, blóðberg, lambagras, móasef o.fl. Þegar dreifing á 2. ási er skoðuð sést að neðarlega á ásin raðast tegundirnar fjalldalafífill, gulvíðir, maríustakkur brennisóley og geithvönn en ofarlega á honum eru hins vegar tegundir eins og mýradúnurt, krossmaðra, augnfró og vegarfi.

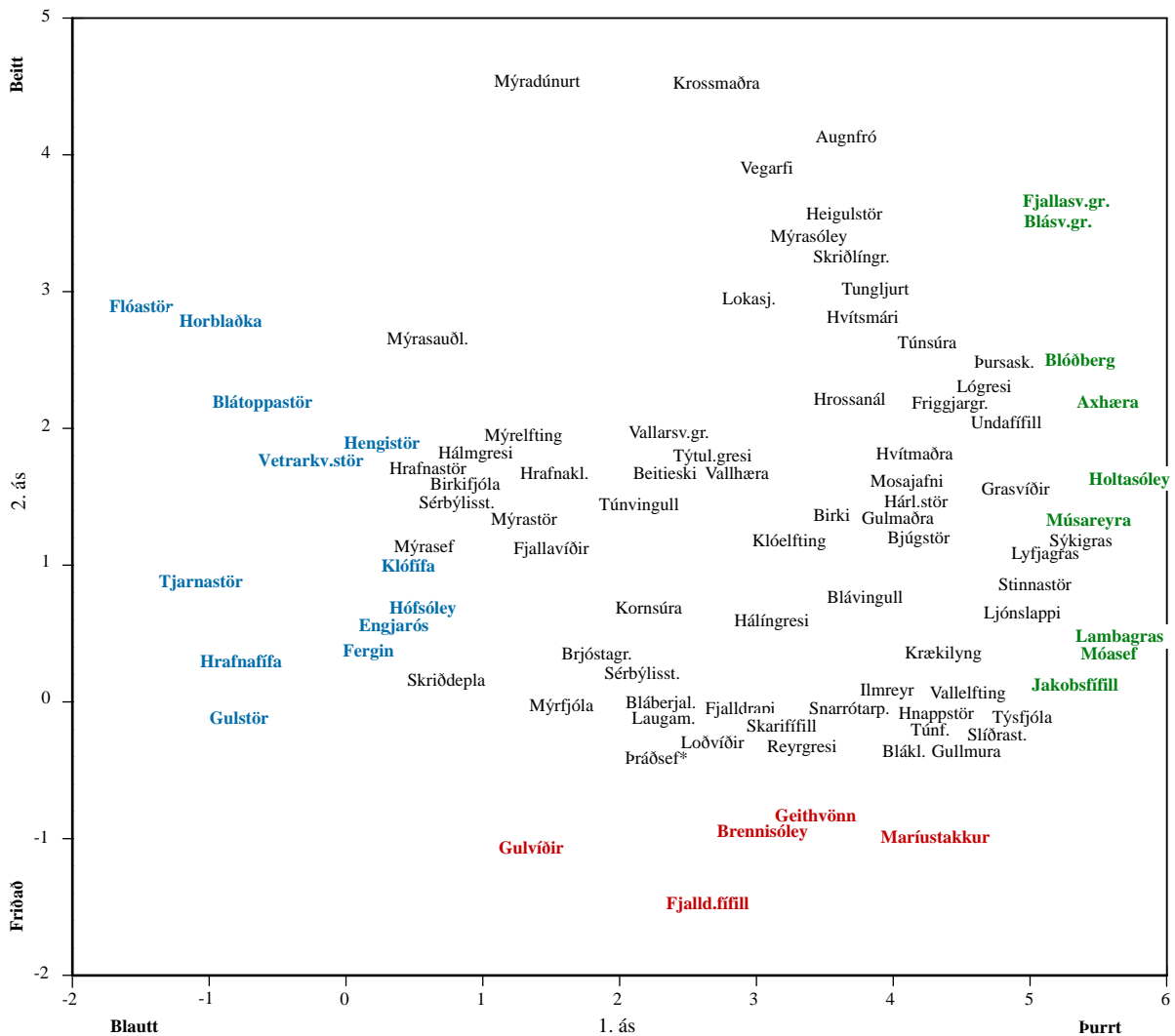




6. mynd. Niðurstaða DCA-hnitunar fyrir reiti (punktar) byggð á þekju allra háplöntutegunda. Samband níu breyta og hnitunar er táknað með örnum. Lengd örva og stefna sýna fylgni milli breytu og ása. Hæð yfir sjó = H.y.s., sýrustig í jarðvegi = pH.



7. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar fyrir reiti. Reitir á hverju svæði eru afmarkaðir með línum og litum.



8. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar fyrir tegundir. Sýnd eru hnit þeirra tegunda sem voru skráðar í sex tilvikum eða fleiri, annað hvort í mismunandi reitum eða við endurmælingar. Eindregnar votlendis- tegundir eru sýndar með bláum lit en ótvíræðar þurrlandis- tegundir með grænum. Tegundir sem aukast einna mest við beitarfriðun eru merktar með rauðum lit.

#### 4.5 Beitt og önnur meðferð lands

Þau gögn sem fyrir liggja sýna að frá því að rannsóknirnar hófust við Lagarfljót fyrir um 40 árum hefur beitt breyst mikið á flestum svæðanna (4. tafla). Mesta breytingin er að sauðfjárbætt hefur víðast hvar minnkað mikið. Um 1975 voru nánast öll svæðin nýtt til beittar fyrir sauðfé en árið 2014 var sauðfjárbætt að einhverju ráði aðeins á svæðunum á Rangá II og í Melanesi. Þessi breyting hefur átt sér stað á allöngum tíma bæði með því að land hefur verið algerlega friðað fyrir sauðfé og að dregið hefur úr beitt. Þau svæði sem eru friðuð fyrir sauðfjárbætt eru Skógargærði (frá 1976), Egilsstaðanes (1986), Vallanes (1987) og Finnsstaðanes (1988). Sauðfjárbætt er nú orðin mjög lítil eða nánast engin á Rangá I (1995). Á Gilsáreyri hefur land verið friðað frá 2001 utan við nýja veginn yfir Jökulsá (reitir A og B). Á svæðinu innan vegar við Hjarðarból hefur einnig dregið úr sauðfjárbætt frá því sem áður var (reitir A, B og C). Þar hefur land að mestu verið friðað fyrir sauðfé frá 1990 (4. tafla).

Nautgripum hefur aðeins verið beitt að ráði á tveimur svæðum, þ.e. í Finnsstaðanesi og Vallanesi (4. tafla). Líkt og með sauðfjárbættina hefur dregið verulega úr nautgripabætt með árunum. Í

Finnsstaðanesi var beit hætt um 1992 en í Vallanesi fundust ummerki um nautgripabeit í reitum til ársins 2009 (4. tafla).

Um hrossabeit gegnir öðru máli en beit sauðfjár og nautgripa. Í Dagverðargerði hefur hrossabeit verið mjög lítil frá 2002 og í Vallanesi voru ummerki hrossabeitar orðin mjög lítil árið 2013. Á nokkrum svæðum hefur hrossabeit hins vegar verið mjög breytileg eða aukist verulega með árunum. Dæmi um hið fyrra er Egilsstaðanes en þar voru talsverð ummerki hrossabeitar árin 2000–2011. Á Rangá I voru allnokkur ummerki um hrossabeit í sumum reitum frá 2010 og í Melanesi varð einnig talsvert vart við ummerki hrossabeitar frá 2000. Langmest er hrossabeitin hins vegar í reitunum við Hjarðarból (reitir D og E) utan við nýja veginn yfir Jökulsá en þó einkum í Klausturnesi. Þar var beitarálagið í þremur reitum það mikið að nauðsynlegt reyndist að girða þá af til þess að unnt væri að greina þar gróður (57. og 60. ljósmynd).

Ummerki eftir gæs var að finna á öllum svæðunum en mjög víða mátti sjá gæsaskít og rask, einkum þar sem gæsir höfðu borað eftir rótum plantna og tætt upp mosa. Sums staðar voru mikil ummerki um gæsabeit, gróður snöggur og svörður þéttur. Þetta var sérstaklega áberandi á bökkum fljótsins í Egilsstaðanesi.

Beit er ekki aðeins misjöfn eftir svæðum heldur einnig innan svæða (4. tafla, 9. mynd). Ef eingöngu er miðað við síðustu 15 árin eru beitarummerki minnst í Finnsstaðanesi og á Gilsáreyri en langmest í Klausturnesi og í reitunum tveimur utan vegar við Hjarðarból (D og E). Þá er ljóst að beitin fer mjög eftir því hversu blautt landið er (9. mynd) en beit er greinilega minnst á blautasta landinu. Athygli vekur að þrír reitir á mörkum flóa og mýrar eru mikið bitnir af hrossum á árunum 2000–2004. Við nánari skoðun sést að þessir reitir eru í þungbeittu hrossahólfi (reitur E í Klausturnesi) við tjörn (reitur K í Vallanesi) og kíl (reitur E í Egilsstaðanesi). Tveir þeir síðasttöldu eru við vatnsból sem væntanlega skýrir mikil beitarummerki á þessum stöðum.

## 4.6 Gróðurbreytingar 1976–2014

### 4.6.1 Breytt vatnsstaða – hliðrun eftir 1. hnitunarási

Niðurstöður hnitunargreiningar sýna að vatnsstaða í reitum er sterklega tengd staðsetningu á 1. ási hnitunarinnar (6. mynd). Ef reitur hliðrast til vinstri á grafinu milli mælinga (lægri gildi á 1. ási) sýnir það að samsetning og þekja tegunda hefur breyst í átt til gróðurs sem einkennir blautara land. Hliðrist reitur hins vegar til hægri (hærri gildi á 1. ási) gefur það til kynna að land hafi þornað og gróður breyst í samræmi við það. Ef gert er ráð fyrir línulegu sambandi milli grunnvatnsstöðu í reit að hausti og staðsetningar á 1. ási ( $\text{vatnsstaða} = -17,2 + 34,3 \times \text{hnit á 1. ási}$ ) svarar gróðurbreyting sem nemur einni einingu á ásnum til vinstri til þess að grunnvatnsstaða hafi hækkað um 34 cm og land blotnað. Hafi reitur hliðrast til hægri (hærri gildi á 1. ási) bendir gróðursamsetningin til að grunnvatnsstaða hafi lækkað jafnmikið.

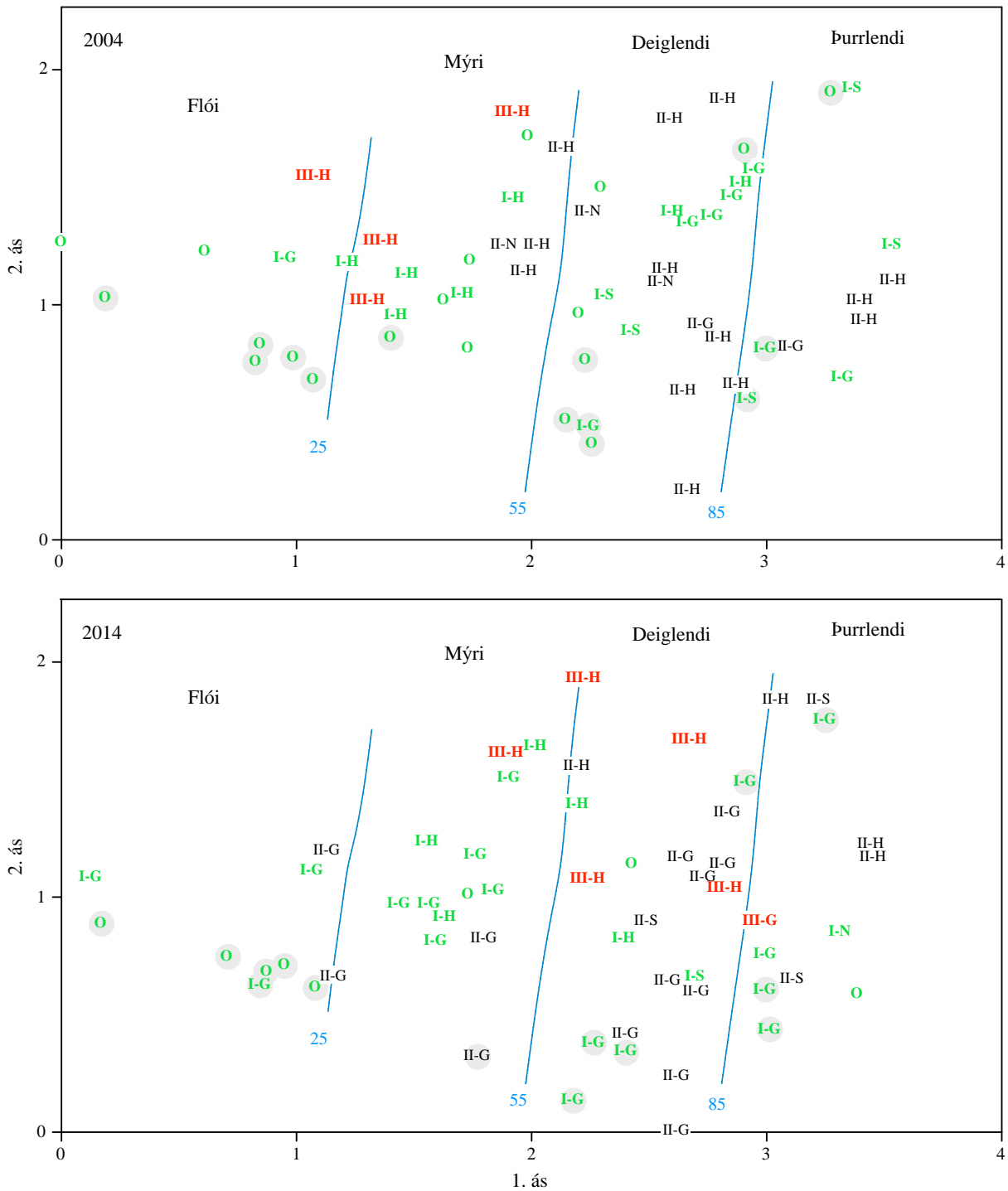
Með tilkomu Lagarfossvirkjunar og síðar Kárahnjúkavirkjunar urðu verulegar breytingar á vatnafari í Lagarfljóti og viðbúið að þess sæist stað í gróðri svæðanna. Breytingar á gróðri koma glögglega fram þegar hliðrun reita eftir 1. ási hnitunarinnar er skoðuð (10. mynd). Frá 1976–2004 voru það alls 19 reitir sem hliðruðust um 0,2 einingar eða meira til lægri gilda á 1. ásnum en það svarar til 7 cm hækkunar grunnvatns að hausti eða meira. Þótt talsverður munur væri á reitum innan svæða kom þetta einkum fram á nyrstu svæðunum, þ.e. í Dagverðargerði (reitir A, C, P, Y), Rangá I (A, C, E, F, Y), Skógargerði (A, B, C), Finnsstaðanesi (F, G, I, K) og Egilsstaðanesi (E). Einnig varð vart við slíkar breytingar í Vallanesi (reitur K) og í Klausturnesi (E).

**4. tafla.** Yfirlit yfir beit á rannsóknartímanum. I = lítil beit, II = nokkur beit, III = mikil beit (rautt). Ef ekkert er skráð merkir það að beitin hafi verið engin eða óveruleg. Beit og teðsla var metin í reitum árin 2000–2004 og 2008–2014. Grátt merkir að beit hafi ekki verið metin, rannsóknir ekki hafnar eða reitir ónýtir. Í töflunni er sýnt hvaða skepnur hafa lagt mest til teðslunnar í hverjum reit (grænt). G = gæsir, H = hross, N = nautgripir, S = sauðfé. Upplýsingar frá árunum 1975–1995 eru úr skýrslu Sigurðar H. Magnússonar o.fl. (1998).

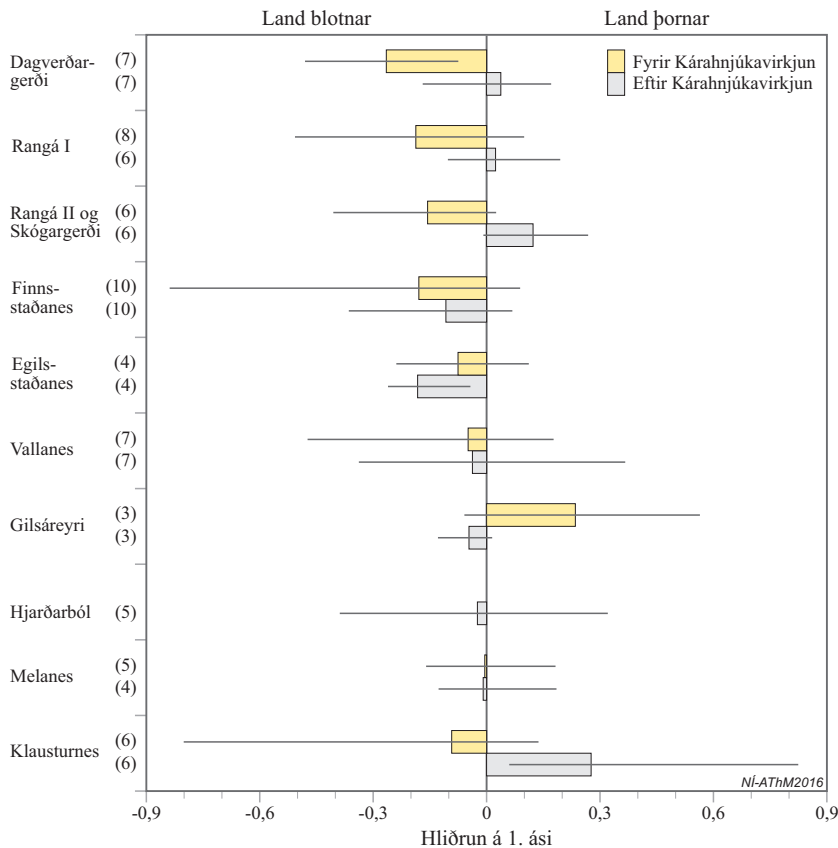
Reitur	Beit og önnur meðferð lands 1975–1995	Flokkun beitar					Teðsla		Flokkun beitar					Teðsla			
		'00	'01	'02	'03	'04	'00-04	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'08-14		
<b>Dagverðargerði</b>																	
A	Í byrjun var 10 og 20 hrossum beitt haust og vetur (Málfríður Einarasdóttir, munnl. uppl.), en úr beit dró með tíma (Pétur Stefánsson, munnl. uppl.).	I	II	I		I	HS	II	II	III		I	I	II	GH		
B	Árin 1992–1995 töluverð sauðfjárbeit yfir sumarið (Aðalsteinn Hákonarson, munnl. uppl.). Sumurinn 1975 og 1976 var nokkrum vetrungum beitt á landið. Talsvert af grágæs og álfum á svæðinu.	I	I	I			HS		I	I		I			G		
C									I						G		
D			I				H	I			I				G		
P			II	I			HG	II		II		I	I	II	GH		
X			I	I			HS					I		I	GH		
Y			I				HG	I		I		I	I	I	G		
<b>Rangá I</b>																	
A	Til 1987 land nýtt f. sauðfé, yfirleitt frá sept. til nóv. Árið 1987 var fé skorið niður; fjárlost til 1991. Á árunum 1992–1995 var allmargt fé á svæðinu að sumrinu (Aðalsteinn Hákonarson, munnl. uppl.). Beit annarra gripa lítill en sumarið 1976 voru nokkrir nautgripir þarna á beit (Hólmfríður Björnsdóttir, munnl. uppl.).											I	I		I	I	HG
B						I	GS	I		II	II	I	I	II			GH
C								I		I	I	I	I	I			GH
D			I			I	GS	II		II	I		II				GH
E												I	I	I	I		GH
F						I	G					I	II	I	I		G
X												I		I	I		HG
Y												I	I	III	II		HG
<b>Rangá II (R) og Skógarg. (S)</b>																	
RII A	Á Rangá II var sauðfé beitt frá réttum þar til það var tekið á gjöf. Fé skorið niður 1987 og var fjárlost í nokkurn tíma, þá tók við haust- og vorbeit (Þórarinn Hallsson, munnl. uppl.). Girt var í gegnum miðjan reit A árið 1976. Í Skógargærði var nokkur sauðfjárbeit til 1978, friðað síðan (Víkingur Gíslason, munnl. uppl.). Sina brennd í reit A árið 1993.					I	S	I	I	I	I	I	I	I	I		S
RII B		I	I	I	I	II	GS	II	II	II	II	II	II	II	II		SG
RII C		I	I		I	I	S	II	I	I	I	II	II	II			SG
SA												I				I	G
SB						I	G	I				I	I	I			GS
SC						I	SG	I						I	I		SG
<b>Finnsstaðanes</b>																	
A	Fram undir 1988 var um 30 kúm og 20-30 geldneytum beitt að sumri. Eftir það var beitt þar um 20 geldneytum. Beit nautgripa hætti um 1992.		I				G			I	I						G
B												I	I	I			G
C	Sauðfé var beitt aðallega að vori og hausti til 1988, fjárlost síðan. Hluti af nesinu var nytjaður til heyskapar. Síðast var slegið þar um 1990 (Hallbjörn Jóhannsson og Jón Árnason, munnl. uppl.).									II		I	I	I		I	G
D		I	I	I	I	II	HG	II	I	II				I	I	II	G
F																	
G														I			G
H																	
I																	
J																	
Z																	

## 4. tafla. Framh.

Reitur	Beit og önnur meðferð lands 1975–1995	Flokkun beitar					Teðsla	Flokkun beitar							Teðsla		
		'00	'01	'02	'03	'04	'00-04	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'08-14		
<b>Egilsstaðanes</b>																	
A	Nautgripabeit, yfirleitt snemma hausts. Einnig haustbeit lamba til 1986 (Ingimar Sveinsson, munnl. uppl.). Engin búffjárbeit 1988–1995 (Gunnar Jónsson, munnl. uppl.).	I	I	II	I	II	H			I	I	II	I	II	G		
D		I	II	II	I	II	H	II		I	I	II	I	II	G		
E		II	II	III	III	II	HG	I	I	II	II	I	I	I	G		
F		II	II	II	II	II	H	II	I	II	II	II	I	II	G		
<b>Vallanes</b>																	
C	Til 1982 um 30 hrossum beitt á nesið. Sauðfé (160–260 vetrarfóðrað) beitt vor og haust. Að sumri um 14 kýr og 14 geldneyti (Ásmundur Þórisson, munnl. uppl.). Sina brennd nánast á öllu nesinu 1984 og 1985. Frá 1983 nautgripir (20–30) að sumrinu, einnig um 25 hross – flestum beitt allt árið. Árin 1983-87 var um 40 kindur beitt að sumri, síðan fjárlost. (Tryggvi Sigurbjörnsson, munnl. uppl.). Mikið af grágæs seinni hluta sumars.	II		II	II	I	NH						I	II	GS		
E		II				I	HN		I					I	NG		
F		I				I	G		I				I		G		
G		II				I	NH	I	I					I	HN		
H		II	II			II	HN	II		I		I	I	I	HG		
J		II	II	I	I	I	HN										
K		II	III	II	III		HN										
L		II	II	I	I		NH										
<b>Gilsáreyri</b>																	
A	Sauðfjárbeit haust og vor. Fjárlost 1989-1992. Árin 1993–1994 var fé fátt, hefur fjölgað nokkuð.											I	I		I	G	
B	Ath. land friðað utan við nýja veginn frá 2001 (reitir A og B) (Hjörtur Kjerúlff, munnl. uppl.).									I	I	I	I			G	
C		I	I			I	GS	I	I	I	I	I	I	I	II	SG	
<b>Hjarðarból</b>																	
A	Reitir A, B og C tilheyra Hjarðarbóli. Sauðfé beitt að hausti og stundum að vori - land beitarfriðað frá 1990. Reitir C er á gömlu túni sem slegið var til skamms tíma (Gunnar Þórarinnsson, munnl. uppl.).					I	I	GS	I	I	I	I	I	I	II	GS	
B								GS	I	I	I	I	I	I	II	GS	
C															I	GS	
D	Reitir E og D tilheyra Brekku; eru á aflögðu túni sem síðast var slegið 1988. Hrossum beitt haust og vetur til 2001 (Hallgrímur Þórhallsson, munnl. uppl.).							I	HG	II	II	I	I	I	II	III	HG
E								I	H	II	II	II	II	II	II	III	HG
<b>Melanes</b>																	
A	Landið er innan túngirðingar. Fyrir 1974 var þar talsverð sauðfjárbeit en þá voru ær látar bera þarna. Síðan dró mikið úr beit. Frá 1988 hefur fé verið beitt að haustinu, yfirleitt frá mánaðamótum okt./nóv. og þar til það hefur verið tekið á gjöf (Eyjólfur Ingvason, munnl. uppl.).	I	I	I	I	I	HG	I	I		II	I	I			HG	
B		I		II	I	II	HG	I	I		I	I	I	I		HG	
C										I		I	I		I	HS	
D		I	I	I	I	I	GS	II	I	I	I	I	I	I		GS	
E		I	I	I	I	I	GS	II	I	I	I	I	I		I	GS	
<b>Klausturnes</b>																	
A	Lítill beit var á svæðinu fyrri hluta rannsóknatímans. Fé var þó beitt í júní og að haustinu.	I			II	II	HG	II	II	II			I	I	I	HG	
B	Lítillsháttar hrossabeit þar til Íshestar fara að nýta landið 1991 en þá jókkst beitin verulega. Hestum þeirra var beitt með hléum frá miðjum júní út ágúst (Jón Björnsson og Skarph. Þórisson, munnl. uppl.).	I		II			H									HG	
C	Reitir D, E og F voru girtir með rafmagnsgirðingu árið 1993. Sina var brennd í reit A árið 1984.					I	II	H	II	III	III	II	II	III	III	III	HG
D		I	I					HG	III	III	II	II	III	III	III		HG
E				II		III		H	II	III	III	III	III	III	III	I	HG
F						III		H		III	III	II	III	III	III		HS



9. mynd. Samband hnitunar árin 2004 (efri mynd) og 2014 (neðri mynd) og beitar í reitum. Við hnit hvers reits er sýnd hámarksbeit í reit árin 2000–2004 (efri mynd) og árin 2008–2014 (neðri mynd) metin að hausti. O = engin beit (grænt), I = lítil beit (grænt), II = nokkur beit (svart), III = mikil beit (rautt). Seinni talan gefur til kynna hvaða skepna hafi að öllum líkindum verið að verki og er þar einkum miðað við teðslu í reitnum. G = gæs, H = hross, N = nautgripir, S = sauðfé. Land fríðað fyrir búfjárbreit er merkt með gráum deplum. Bláar línur sýna reiknaða vatnshæð í reitum og grófa skiptingu í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



10. mynd. Gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar grunnvatnsstöðu á rannsóknarsvæðunum við Lagarfjót. Sýnd er meðalhliðrun reita á 1. hnitunarási 1976-2004 (fyrir Kárahnjúkavirkjun) og 2004–2014 (eftir Kárahnjúkavirkjun). Lárétt strik tákna lágmark og hámark á hverju svæði. Svæðum er raðað eftir fjarlægð frá sjó. Innan sviga er fjöldi reita.

Hliðrunar af þessari stærðargráðu en í hina áttina, sem bendir til þess að land hafi þornað, varð hins vegar aðeins vart í þremur reitum, þ.e. í reit L í Vallanesi og reitum B og C á Gilsáreyri. Tekið skal fram að við reit L í Vallanesi hafði land verið ræst fram við reitinn eftir að rannsóknirnar hófust og því eðlilegt að grunnvatnsstaða lækkaði af þeim sökum.

Niðurstöður gróðurmælinga sumarið 2014 sýna að Kárahnjúkavirkjun hefur haft áhrif á gróður á láglandssvæðum við fljótið en viðbrögð gróðurs eru ólík eftir svæðum. Á nyrstu svæðunum, þ.e. í Dagverðargerði, á Rangá I, Rangá II og í Skógargerði, benda gróðurbreytingar til þess að land hafi þornað en þar hliðrast margir reitir til hærri gilda á 1. ási (10. mynd). Í Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi virðist land hins vegar hafa blotnað enn frekar og þess má einnig sjá merki í Vallanesi og á Gilsáreyri. Í Klausturnesi hefur aftur á móti orðið mikill viðsnúningur því að þar hafa flestir reitir hliðrast til hærri gilda á 1. ási sem þýðir að land hefur þornað. Minnt skal á að í Klausturnesi hefur vatni verið dælt úr skurðakerfinu í nesinu sem mótvægisáðgerð við hækkun vatnsborðs í Jökulsá í Fljótisdal vegna Kárahnjúkavirkjunar.

#### 4.6.2 Áhrif beitar og friðunar – hliðrun eftir 2. hnitunarási

Almennt má segja að á rannsóknarsvæðunum hafi sauðfjárbeit minnkað mikið á þeim tæpu 40 árum sem rannsóknirnar ná til (4. tafla). Af niðurstöðum hnitunargreiningarinnar má ætla að 2. ásin endurspegli í stórum dráttum áhrif friðunar fyrir beit, einkum sauðfjárbeit, á tegundasamsetningu og þekju (8. mynd). Aðgreining tegunda á ásnum sýnir m.a. að tegundir eins og gulvíðir, loðvíðir, fjalldalafíll og geithvönn hafa allar þungamiðju neðarlega á ásnum. Þetta eru allt tegundir sem eru eftirsóttar af sauðfé og eiga erfitt uppdráttar á beittu landi og aukast yfirleitt þar sem dregur úr beit eða land er friðað.



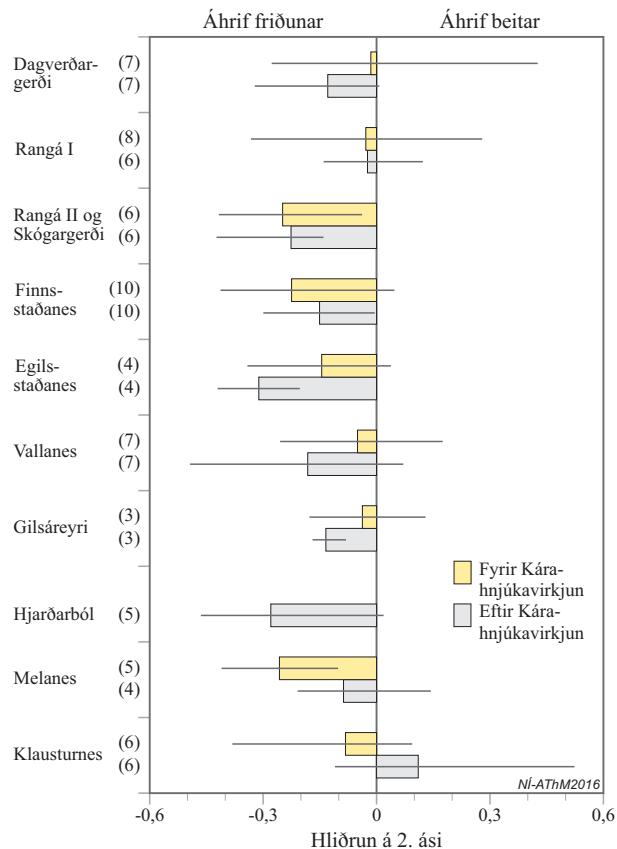
Hnitunargreining sýnir einnig að á flestum svæðum hefur gróður breyst stefnubundið þannig að reitir hafa hliðrast niður á við á ásum (11.–12. mynd). Alls eru það 46 reitir sem hafa hliðrast meira en sem nemur 0,1 einingu til lægri gilda á ásum en aðeins fjórir reitir sem hafa hliðrast í gagnstæða átt sem nemur meira en 0,1 einingu. Í 12 reitum er hliðrunin hins vegar lítil eða sem nemur minna en 0,1 einingu í hvora átt. Þá er ljóst að þessi breyting er ekki háð vatnsstöðu því að hún verður nokkuð jafnt á blautu landi sem þurru (12. mynd).

Hvað varðar breytingar á 2. ási er talsverður munur á milli svæða. Mest hafa reitir hliðrast í Skógargærði (0,58 einingar), Egilsstaðanesi (0,46 einingar) og Finnsstaðanesi (0,38 einingar) en öll þessi svæði hafa verið friðuð fyrir sauðfjárbreit í langan tíma. Nokkur hliðrun á 2. ási hefur einnig orðið á Rangá II og Melanesi eða sem nemur 0,36 og 0,32 einingum. Einkennandi fyrir marga þá reiti sem mest hliðrast er að þar hafa gulvíðir, loðvíðir og fjalldalaffill aukist mikið og sums staðar hálíngresi, snarrótarpuntur, reyrgresi og geithvönn.

Þegar hliðrun á 2. ási er skoðuð á einstökum svæðum eftir tímabilum, þ.e. fyrir tíma Kárahnjúkavirkjunar (1976–2004) og eftir (2004–2014) kemur fram að í stórum dráttum hafa þessar breytingar haldið áfram síðasta áratuginn (11. mynd). Áhrif friðunar hafa t.d. heldur aukist frá 2004 í Dagverðargærði, Egilsstaðanesi, Vallanesi og á Gilsáreyri. Þessu er hins vegar öfugt farið í Klausturnesi en þar hefur hrossabeit aukist mikið síðustu áratugin (4. tafla).

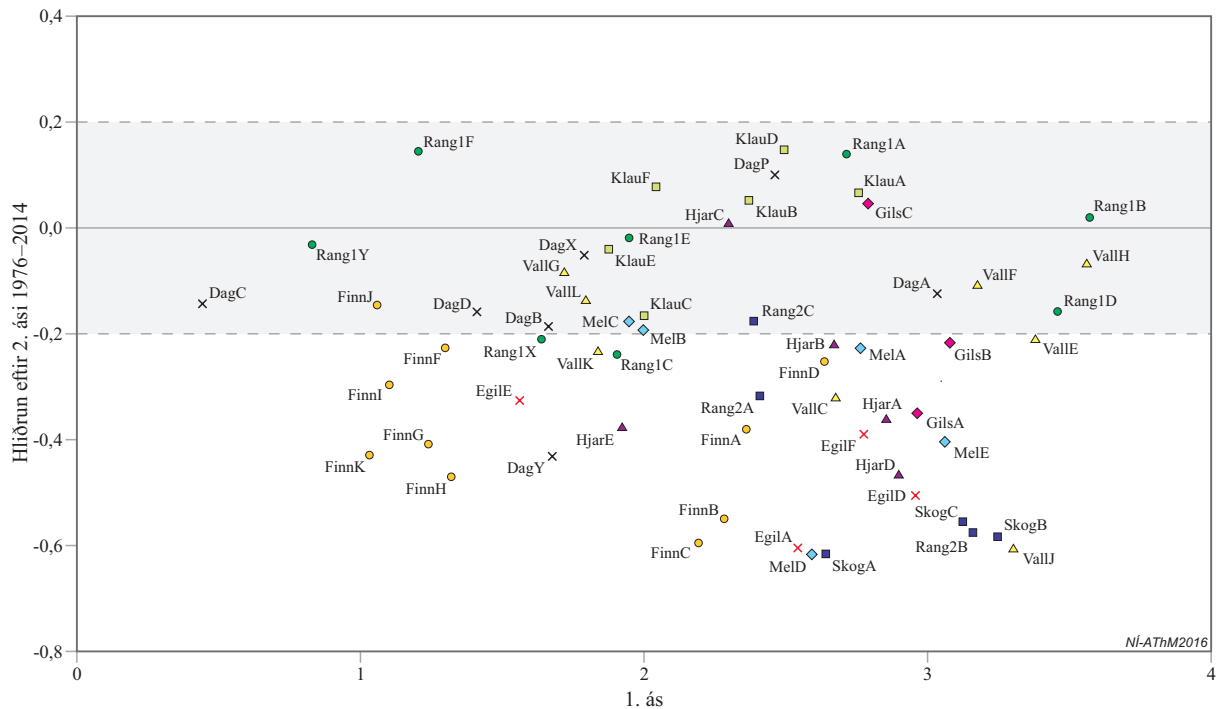
#### 4.6.3 Útbreiðsla og vöxtur víðis og birkis

Útbreiðsla víðis og birkis er breytileg eftir svæðum (1. viðauki). Fjallavíðir er einna algengastur á nyrstu svæðunum, þ.e. í Dagverðargærði, Rangá I og II og í Skógargærði, en hann er einnig nokkuð algengur sunnar, þ.e. á Hjarðarbóli og Melanesi. Loðvíðir er einkum á Rangá II, í Skógargærði, á Finnsstaðanesi, Hjarðarbóli og Melanesi. Gulvíðir er hins vegar langalgengastur í Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi. Birki finnst enn sem komið er í litlum mæli á sex svæðum. Allar þessar tegundir hafa breiðst út og eflst á rannsóknartímanum, einkum loðvíðir og gulvíðir. Breytingarnar eru þó mjög mismiklar og eru greinilega mestar þar sem land er friðað fyrir sauðfjárbreit eða beit er lítil, svo sem í Finnsstaðanesi, Egilsstaðanesi og í Skógargærði. Á þessum svæðum og raunar miklu víðar hafa þessar tegundir hækkað mikið og hafa sums staðar breytt ásýnd lands gríðarlega (30., 36. og 42. ljósmynd). Í Egilsstaðanesi og Finnsstaðanesi voru hæstu gulvíðiplöntur í reitum orðnar yfir 140 cm árið 2014 og höfðu hækkað mikið á þeim 20 árum sem liðin voru frá því að fyrst var farið að mæla þær. Þótt birki sé enn ekki mjög útbreitt er það í talsverðri sókn og víða vex það vel. Árið 2004 var hæsta melda birkiplantan 57 cm á hæð í reit A í Skógargærði en árið 2014 var hæsta birkitréð orðið 130 cm í reit C í Vallanesi.



11. mynd. Meðalhliðrun reita á 2. hnitunarási 1976–2004 (fyrir Kárahnjúkavirkjun) og 2004–2014 (eftir Kárahnjúkavirkjun). Lóðrétt strik tákna lágmark og hámark á hverju svæði. Svæðum er raðað eftir fjarlægð frá sjó. Innan sviga er fjöldi reita.





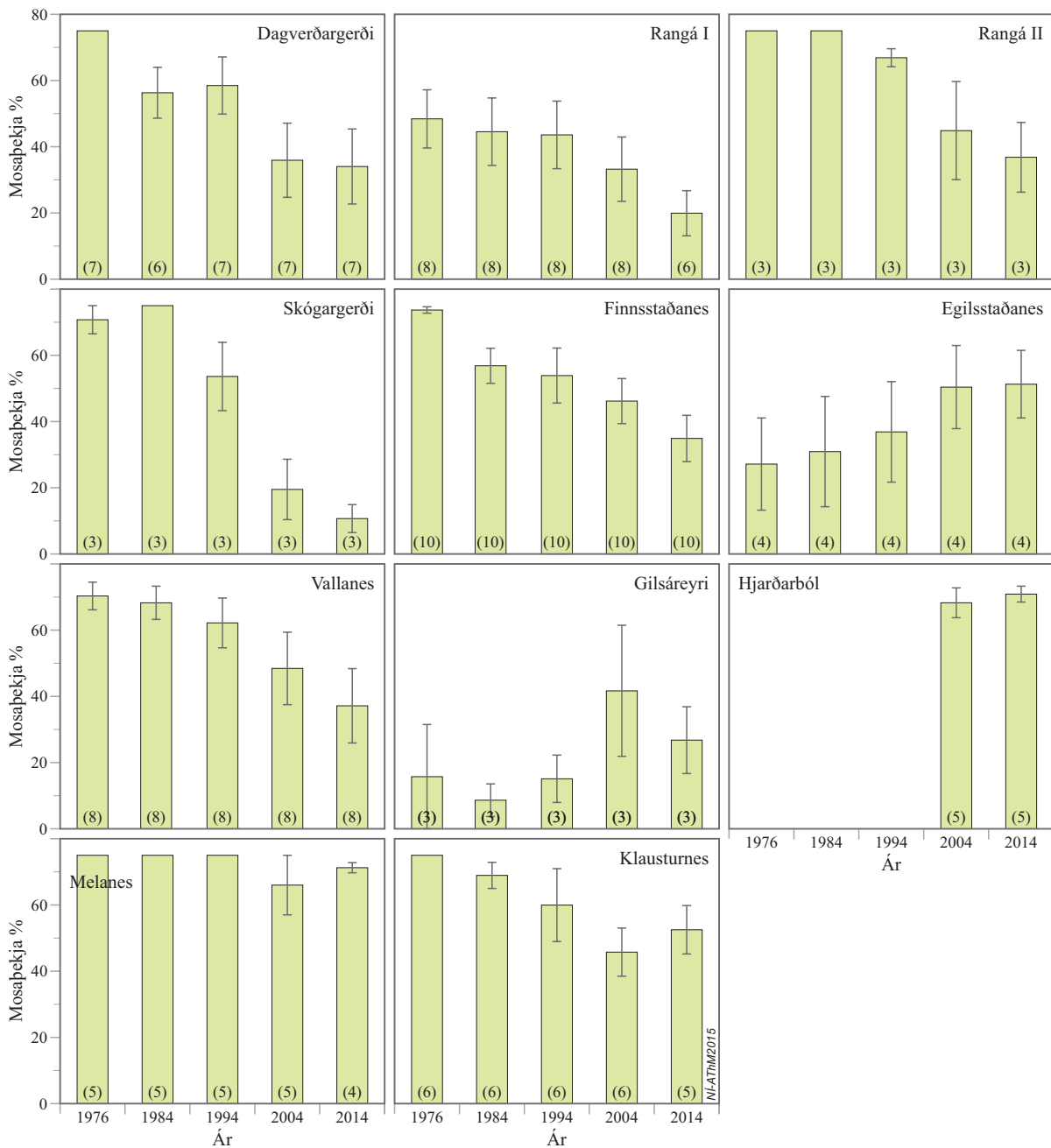
12. mynd. Gróðurbreytingar sem að stórum hluta tengjast breytingum á beit. Á láréttum ási er sýnd staðsetning reita árið 1976 sá lóðrétti sýnir hliðrun reita á 2. hnitunarási 1976–2014. Hliðrun niður á við endurspeglar minni beitaráhrif, einkum sauðfjár.

#### 4.6.4 Þekja mosa og fléttna

Heildarþekja mosa var víðast hvar mjög mikil við upphaf mælinga árið 1976 (13. mynd). Í Dagverðargerði, Rangá II, Skógargerði, Vallanesi, Melanesi og Klausturnesi var þekja mosa t.d. um 75% í nánast öllum reitum sem er það mesta sem mælist með þeim kvarða sem notaður var. Talsvert minni mosapekja var þá í reitum í Egilsstaðanesi (4–68%) og þó einkum á Gilsáreyri (0–47%). Tölfræðigreining á þekju mosa sýndi að marktækur munur var á mosapekju milli svæða  $F(9; 42) = 2,48; p = 0,023$ . Ekki var marktækur munur milli ára  $F(4, 39) = 2,30; p = 0,076$  þótt ekki munaði þar miklu. Samspil ára og svæða var hins vegar hámarktækt  $F(9; 42) = 6,28; p < 0,0001$ . Tekið skal fram að í þessa greiningu eru einungis teknir þeir reitir sem mældir voru öll árin, alls 54 reitir.

Þetta sýnir að breytingar á mosapekju eru mjög misjafnar eftir svæðum en á flestum þeirra minnkaði þekja mosa mjög mikið. Á það t.d. við um Dagverðargerði, Rangá I, Rangá II, Finnsstaðanes og Vallanes en þar helmingaðist mosapekjan frá 1976 til 2014. Í reitunum þremur í Skógargerði, þar sem breytingin var mest, var meðalþekja mosa 71% við upphaf mælinga árið 1976 en var komin niður í 11% árið 2014. Í Egilsstaðanesi var aftur á móti um greinilega aukningu á þekju mosa að ræða en þar jókst meðalþekja mosa í reitunum fjórum á nesinu úr 27% í 51% á rannsóknartímanum.

Þekja fléttna var víðast hvar lítil og miklu minni en þekja mosa. Þekjan var mest yfir 4% í þremur reitum, þ.e. reit B á Rangá I, í reit E í Vallanesi og í reit E á Melanesi sem allir eru frekar þurrir. Á rannsóknartímanum dró yfirleitt úr þekju fléttna, einkum í reitum í Skógargerði, Vallanesi og í Klausturnesi.

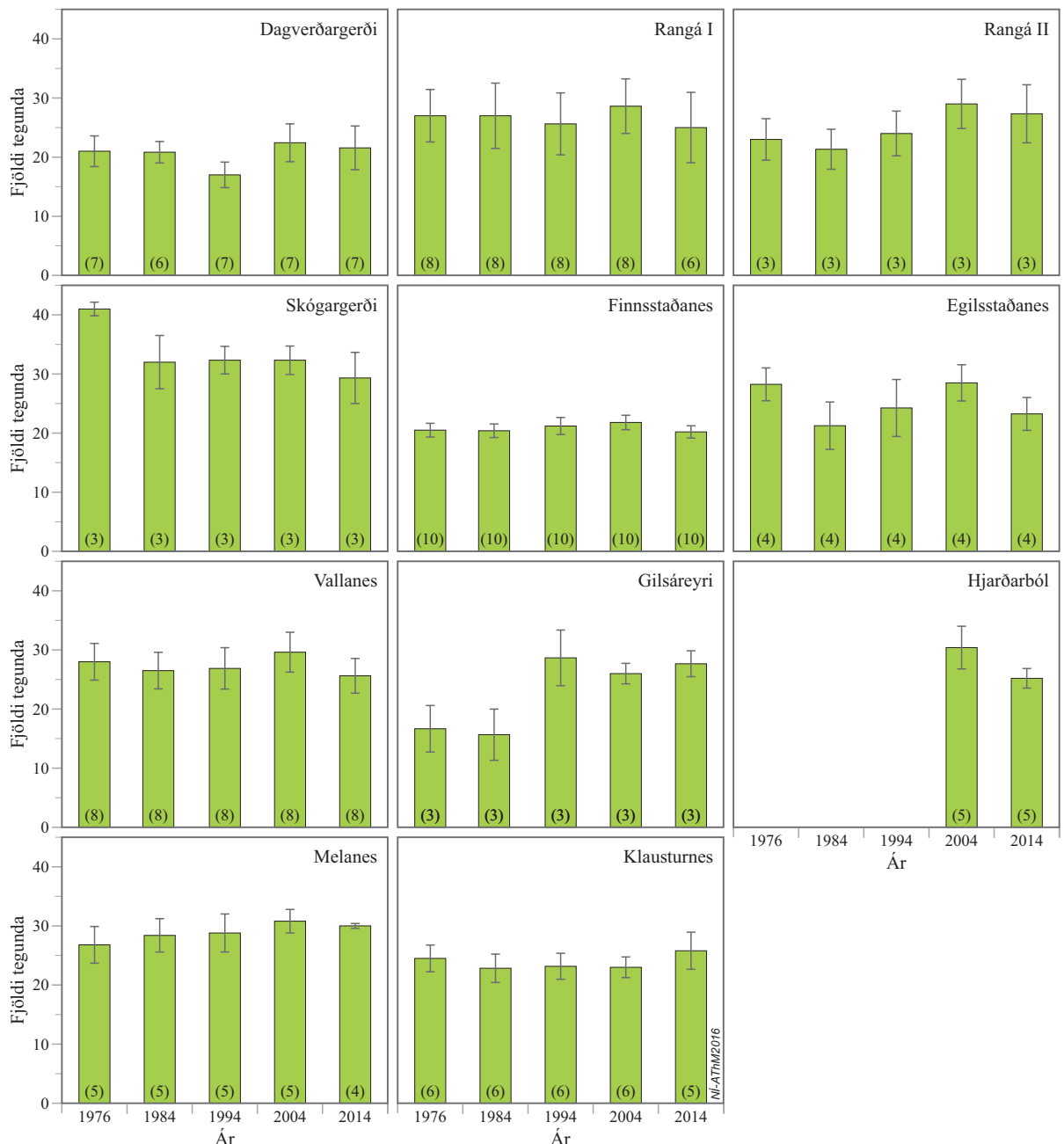


13. mynd. Meðalþekja mosa á einstökum svæðum á rannsóknartímanum, 1976–2014. Lóðrétt strik tákna staðalskekkju, fjöldi reita á hverju svæði er sýndur innan sviga. Athuga ber að hámarksþekja sem fæst með þeim mælikvarða sem notaður var við mælingarnarn er 75%.

#### 4.6.5 Fjöldi háplöntutegunda í reitum og breytingar með tíma

Mikill munur var á fjölda háplöntutegunda í einstökum reitum. Fæstar tegundir, eða aðeins sjö, voru skráðar í reit C á Gilsáreyri árið 1984 og jafnmargar í reit C í Dagverðargerði árið 2014. Flestar tegundir, eða 57, voru hins vegar skráðar í reit B á Rangá I árið 2004.

Ekki var marktækur munur á fjölda háplöntutegunda milli svæða (14. mynd)  $F(9; 42) = 1,33$ ;  $p = 0,250$ . Hins vegar reyndist marktækur munur milli ára  $F(4, 39) = 23,68$ ;  $p < 0,0001$  og á samspili ára og svæða  $F(9, 42) = 6,72$ ;  $p < 0,0001$ . Tekið skal fram að í þessa greiningu voru einungis teknir þeir reitir sem mældir voru öll árin, alls 52 reitir. Tegundum hefur fjölgað mikið í reitum á Gilsáreyri en fækkað verulega í reitum í Skógargerði (14. mynd). Sem dæmi um breytingar má nefna að á rannsóknartímanum fjölgaði tegundum í reit C á Gilsáreyri eða úr

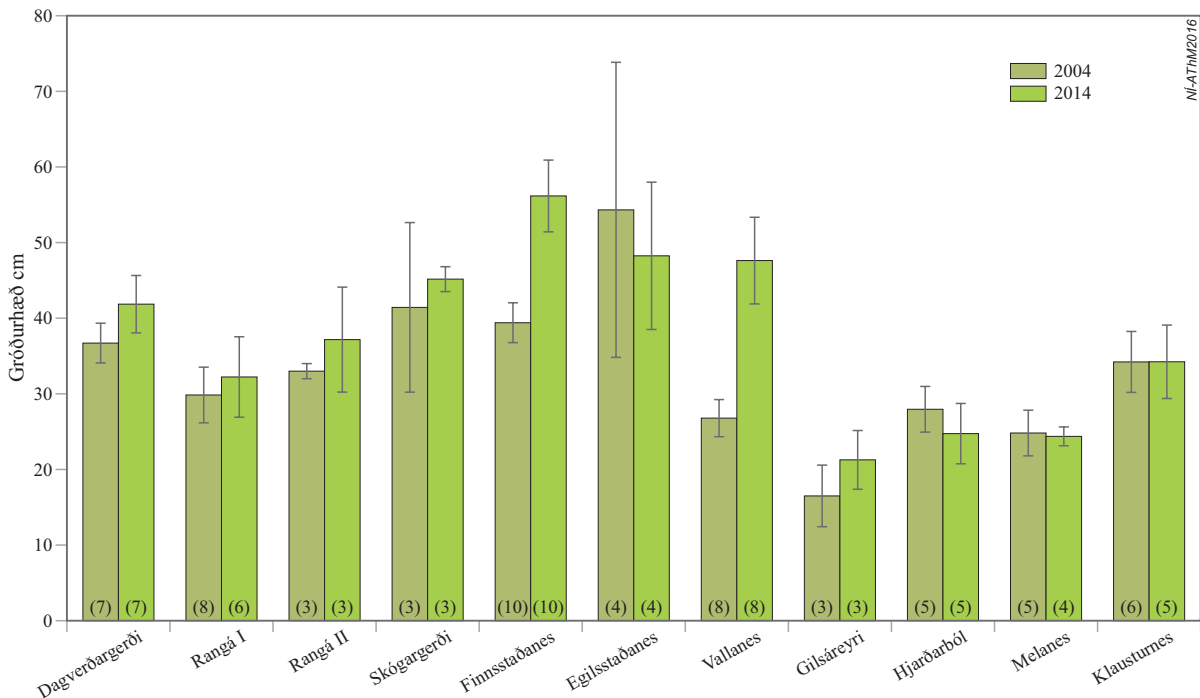


14. mynd. Meðalfjöldi háplöntutegunda á einstökum svæðum 1976-2014. Lóðrétt strik tákna staðalskekkju, fjöldi reita á hverju svæði er sýndur innan sviga.

9 í 32 og í reit A í Dagverðargerði úr 28 í 38. Mesta fækkun varð hins vegar í reitum C og A í Skógargerði en þar voru samsvarandi tölur 39–22 og 41–29.

#### 4.6.6 Hæð gróðurs

Gróðurhæð hefur verið mæld í reitunum tvisvar sinnum, fyrst árið 2004 og síðan aftur 2014. Marktækur munur var á svæðum,  $F(10; 47)=3,40$ ;  $p=0,002$  en gróður var hæstur í Egilsstaðanesi og Finnsstaðanesi en lægstur í reitunum á Gilsáreyri (15. mynd). Einnig var marktækur munur á milli ára,  $F(1; 47) = 7,01$ ;  $p=0,011$ , en á tveimur svæðanna, þ.e. í Finnsstaðanesi og í Vallanesi, hækkaði gróður verulega á þeim 10 árum sem liðu á milli mælinga, eða að jafnaði um 17 cm í Finnsstaðanesi og um 21 cm í Vallanesi. Samspil milli svæða og ára var einnig marktækt  $F(10; 47) 2,30$ ;  $p = 0,027$  sem þýðir að hæð gróðurs var breytileg eftir svæðum og árum.



15. mynd. Meðalhæð gróðurs á rannsóknarsvæðunum árin 2004 og 2014. Lóðrétt strik tákna staðals-  
kekku, fjöldi reita á hverju svæði er sýndur innan sviga.

#### 4.6.7 Gróðurbreytingar á einstökum svæðum frá 1976 til 2014

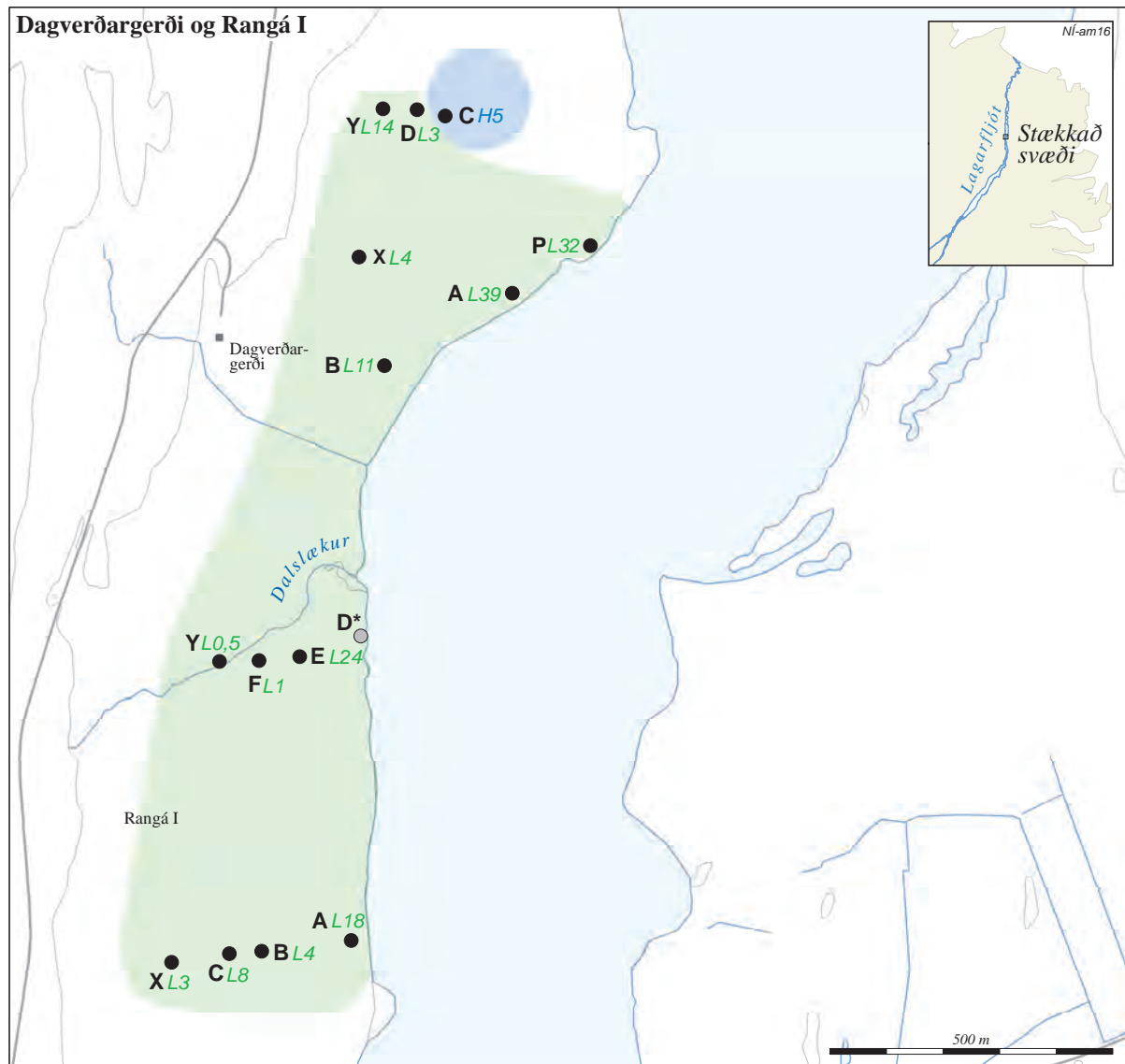
##### Dagverðargerði

Í Dagverðargerði voru lagðir út sjö rannsóknarreitir á um 20 ha svæði milli fljótsins og brekkuróta (16. mynd). Miðað við kort sem gerð voru á árunum 1975–1976 með 1 m hæðarlínunum er munur á hæsta og lægsta reit aðeins um 0,4 m (h.y.s. 21,8–22,2 m) (Forverk hf. 1977) (1. tafla). Þrátt fyrir þetta spönnuðu reitirnir við upphaf rannsókna talsverðan mun í raka, eða frá mýrarstararfloa (reitur C) þar sem land var blautast yfir í snarrótargraslendi (reitur A) þar sem þurrast var (16.–17. mynd, 1. tafla).

Samkvæmt mælingum var grunnvatnsstaða að hausti hæst í reitunum sem liggja næst brekkurótum og fjærst fljóti (C, Y, D og X). Bæði fyrir og eftir Kárahnjúkavirkjun var grunnvatnsstaða tiltölulega há í þessum reitum og grunnvatnssveifla lítil (5. mynd). Grunnvatnsstaða var hins vegar lægst í reitunum á bakka fljótsins (A, B og P) og þar sveiflaðist grunnvatnsstaða einnig mest. Mælingar á grunnvatnsstöðu að hausti benda til þess að hún hafi lækkað nokkuð eftir Kárahnjúkavirkjun í nánast öllum reitum (16. mynd).

Á rannsóknartímanum hafa orðið talsverðar breytingar á gróðri í reitunum og greinilegt að land hefur blotnað nánast alls staðar og sums staðar verulega. Kemur þetta fram í því að flestir reitir hafa hliðrast til vinstri á 1. ási hnitunar. Breytingarnar koma fram í því að á deigu og allblautu landi (A, P, Y og D) hafa deiglendistegundir svo sem snarrótarpunktur hörfað en votlendistegundir eins og mýrastör og engjarós aukist verulega. Á blautasta landinu (C) hefur mýrastör sem þar var ráðandi við upphaf rannsókna hörfað mikið en í hennar stað hafa komið tjarnastör og engjarós sem báðar vaxa einkum á forblautu landi.

Niðurstöðurnar sýna einnig að á síðustu árum hefur gróðurbreytingin í nokkrum reitum (A, X, Y og C) gengið að hluta til baka sem bendir til þess að land hafi þornað nokkuð (17. mynd).



16. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum í Dagverðargerði og á Rangá II. Reitir eru merktir með bókstöfum og punktum. Mismunandi litir punkta tákna samband vatnshæðar við Lagarfliótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Hækkun H (blár flötur), lækkun L (grænn flötur). Ónýtur reitur er merktur með stjörnu.

Gróðurbreytingar sem rekja má til minnkandi beitar, þ.e. hliðrun niður á 2. ási hnitunar, eru frekar litlar í Dagverðargerði (11. mynd). Slíkar breytingar eru þó greinilegar í reit Y þar sem bæði fjallavíðir og loðvíðir hafa aukist. Svipað er að segja um reit D en þar jókst loðvíðir talsvert frá 2004. Merki friðunar á gróður mátti einnig sjá í reit A en þar höfðu bæði birki og geithvönn numið land, einkum síðustu 10 árin (13.–15. ljósmynd).

### Rangá I

Reitirnir átta á Rangá I voru lagðir út á tvö snið, nánast hornrétt á fljótið, á svæði sem er um 30 ha að flatarmáli. Gróflega reiknað út frá 1 m hæðarlínunum á korti er hæðarmunur reita um 1,3 m (h.y.s. 21,9–23,2 m) (Forverk hf. 1977) (1. tafla). Lægstir eru reitir A og D sem eru á bakka fljótsins en hæst liggja reitir B og X sem báðir eru á syðra sniði. Sá fyrnefndi er á þurrlandisholti um 190 m frá fljótinu en hinn er í mýrastararmýri skammt neðan við brekkurætur um 350 m frá núverandi fljótsbakka.

Reitirnir á Rangá I spanna verulegan mun í raka (18. mynd). Þurrastir voru reitur D sem var lagður út í graslendi á bakka fljótsins og reitur B sem áður er getið en hann var lagður út í þursaskeggsmóa á holti sem stendur nokkuð upp fyrir næsta nágrenni sitt. Blautustu reitirnir F og Y, sem eru báðir á nyrðra sniðinu, voru lagðir út í mýrastarmýri og vetrarkvíðastararflóa (1. tafla). Reitir D og Y eyðilögðust á rannsóknartímanum.

Mælingar að hausti sýndu að grunnvatn stóð mjög mishátt í reitum. Hæst stóð grunnvatn í reitum Y og F en dýpst var á grunnvatn í reit B (5. mynd). Þær benda einnig til þess að grunnvatnsstaða hafi lækkað í reitunum eftir Kárahnjúkavirkjun (16. mynd).

Breytingar sem rekja má til hækkunar vatnsstöðu eru misjafnar eftir reitum. Litlar breytingar urðu á gróðri í þurrustu reitunum (B og D) en þær urðu einna mestar í reitum A, E og C. Sem dæmi má nefna að í reit A dró verulega úr þekju snarrótarþunns á rannsóknartímanum, eða úr 75% árið 1976 í 17% árið 2014. Á sama tíma jókst þekja mýrastarar úr 5% í 60% og reyrgresis úr 3% í 22%.

Eftirtektarvert er að gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar vatnsstöðu hafa að hluta til gengið til baka einkum frá 2004. Kemur þetta sérstaklega fram í reitum A, E og F sem bendir til að land hafi þornað að nýju (18. mynd).

Gróðurbreytingar sem rekja má til minni beitar má greina í sumum reitanna. Koma þær einkum fram í reitum D, C og X (18. mynd). Þar hafa tegundir eins og fjalldalafífill (reitur D) og fjalla-víðir (reitur C og X) aukist talsvert á rannsóknartímanum.

## **Rangá II og Skógargerði**

Reitirnir á Rangá II og í Skógargerði liggja á um 9 ha svæði á bökkum Rangár eða skammt frá henni og eru þeir allir við túnjaðra eða nálægt ræktuðu landi (19. mynd). Hæðarmunur á reitum er nokkur, eða 1,9 m (h.y.s. 20,8–22,7 m) (1. tafla). Reitirnir spanna frekar lítinn mun í raka en þegar rannsóknin hófst árið 1976 tilheyrðu þeir ýmist þurrlandi eða deiglendi (1. tafla, 20. mynd).

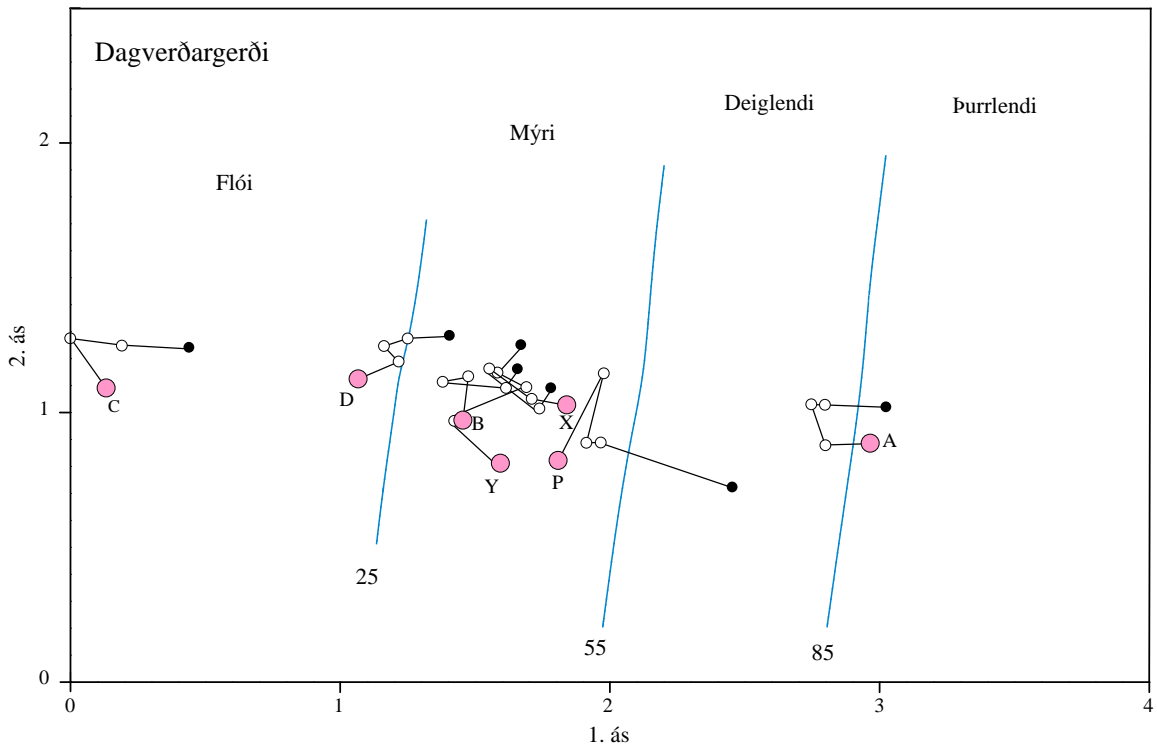
Mælingar á grunnvatnsstöðu að hausti endurspeglar þetta og sýna að grunnvatn liggur hvergi hátt og ekki er mikill munur á reitum (5. mynd). Þær benda aftur á móti til þess að grunnvatnsstaða hafi heldur lækkað eftir Kárahnjúkavirkjun (19. mynd).

Bæði á Rangá II og í Skógargerði hafa orðið talsvert miklar breytingar á gróðri á rannsóknartímanum. Breytingar sem rekja má til hækkunar vatnsborðs eru frekar litlar og virðast áhrif hækkaðrar vatnsstöðu hafa að nokkru leyti gengið til baka síðustu áratuginu (20. mynd). Hins vegar hafa orðið verulegar breytingar á gróðri sem rekja má til friðunar eða minni beitar. Þetta er sérstaklega áberandi í reitunum í Skógargerði. Í reit A í Skógargerði hefur t.d. fjalldalafífill (2–26%), loðvíðir (0–12%), geithvönn (0–6%) og gulvíðir (0–6%) aukist mikið sem rekja má til friðunar fyrir sauðfjárbreit. Í reitum B og C hafa loðvíðir, snarrótarþunns og hálíngresi aukist, væntanlega vegna friðunar. Á Rangá II hafa orðið breytingar á gróðri sem tengjast minni sauðfjárbreit en þar hefur m.a. loðvíðir aukist (reitur C) og sömuleiðis þekja hálíngresis (reitir A, B og C).

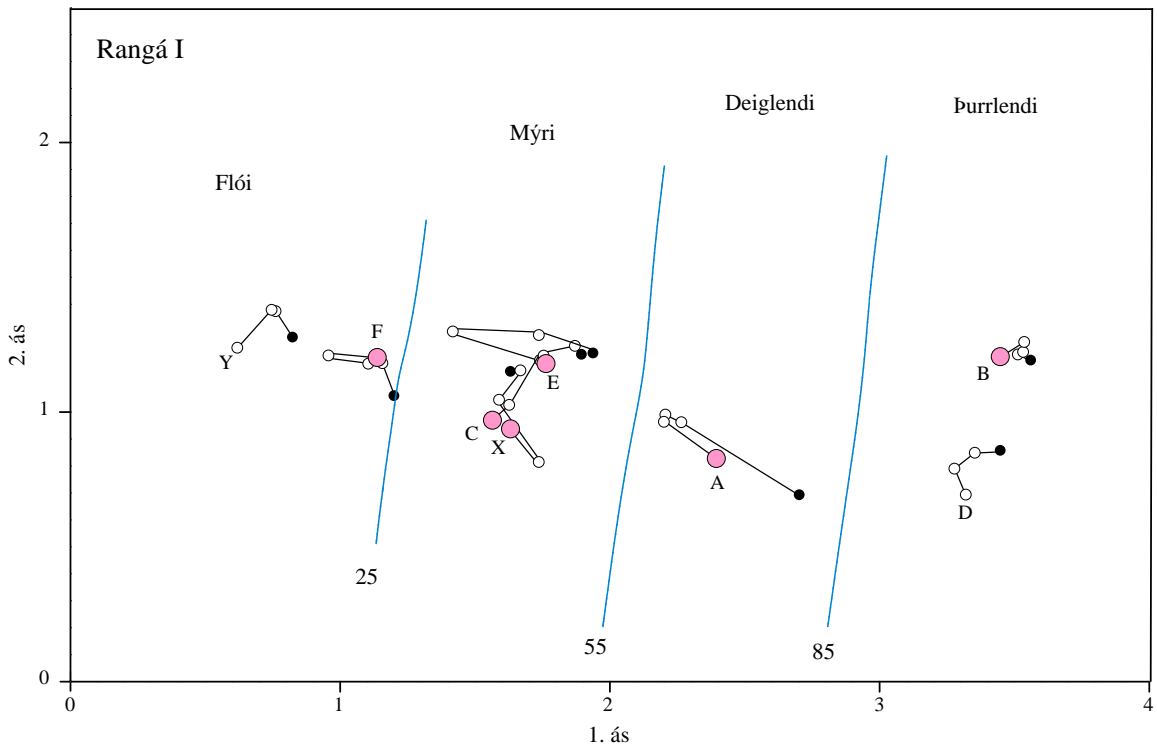
## **Finnsstaðanes**

Frá upphafi rannsókna hefur gróður verið mældur í 10 reitum í Finnsstaðanesi. Eru þeir dreifðir um nesið á um 100 ha svæði (21. mynd). Hæðarmunur á reitunum er lítil, eða aðeins um 0,6 m (h.y.s. 20,7–21,3 m) enda nesið afar flatt. Við upphaf rannsókna spönnuðu reitirnir talsverðan rakamun, eða frá deiglendi (reitur D) yfir í mjög blautan flóa (reitur K) (1. tafla, 22. mynd).

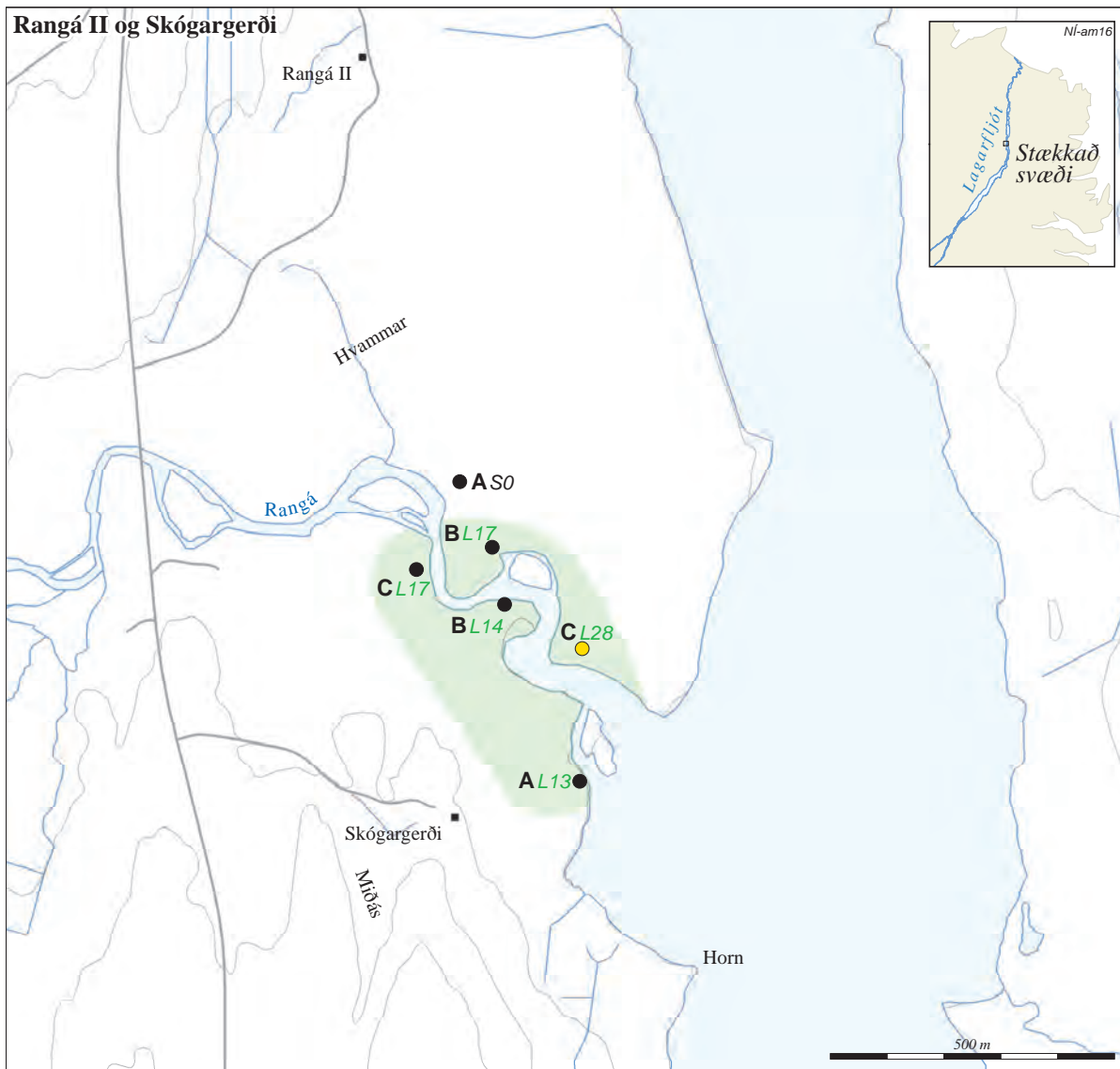




17. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita í Dagverðargerði. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línun. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknuð með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



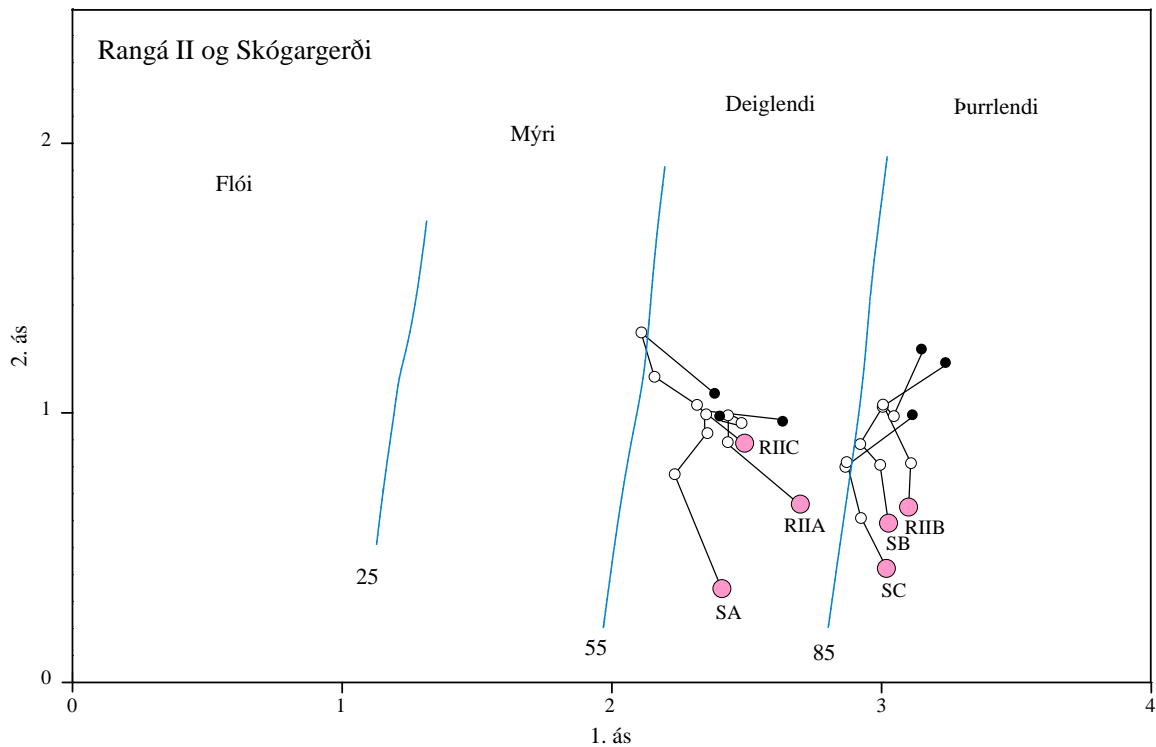
18. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita á Rangá I. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línun. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknuð með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



19. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum á Rangá II og í Skógargærði. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu; gult,  $p < 0,05$ ; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Lækkun L (grænn flötur), óbreytt SO.

Blautustu reitirnir (J, K, I og G) eru allir við kíl sem gengur inn í nesið frá norðri, eða í lægð í framhaldi af honum á milli Eyvindarár og brekkuróta. Í þessum reitum stendur grunnvatn að hausti mjög hátt og er það yfirleitt 10 cm undir yfirborði eða minna (5. mynd). Þurrustu reitirnir (D, B og A) eru allir á bakka fljótsins. Þar sveiflast grunnvatnsyfirborð hlutfallslega mikið. Niðurstöður mælinga benda til þess að grunnvatnsstaða hafi ýmist hækkað eða staðið í stað í flestum reitum í Finnsstaðanesi eftir Kárahnjúkavirkjun og einnig að grunnvatnssveifla hafi minnkað (21. mynd).

Á rannsóknatímanum hafa orðið miklar breytingar á gróðri í neginu sem rekja má til vatnsborðshækkunar. Koma þær einkum fram þar sem land var blautt en síður þar sem þurrast var (reitir D, A og B) (22. mynd). Breytingarnar lýsa sér með því að hvarvetna sækja votlendistegundir í sig veðrið á meðan þær sem eru verr aðlagaðar hárrí vatnsstöðu á hverjum stað hörfa. Sem



20. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita á Rangá II og í Skógargærði. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línunum. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknuð með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.

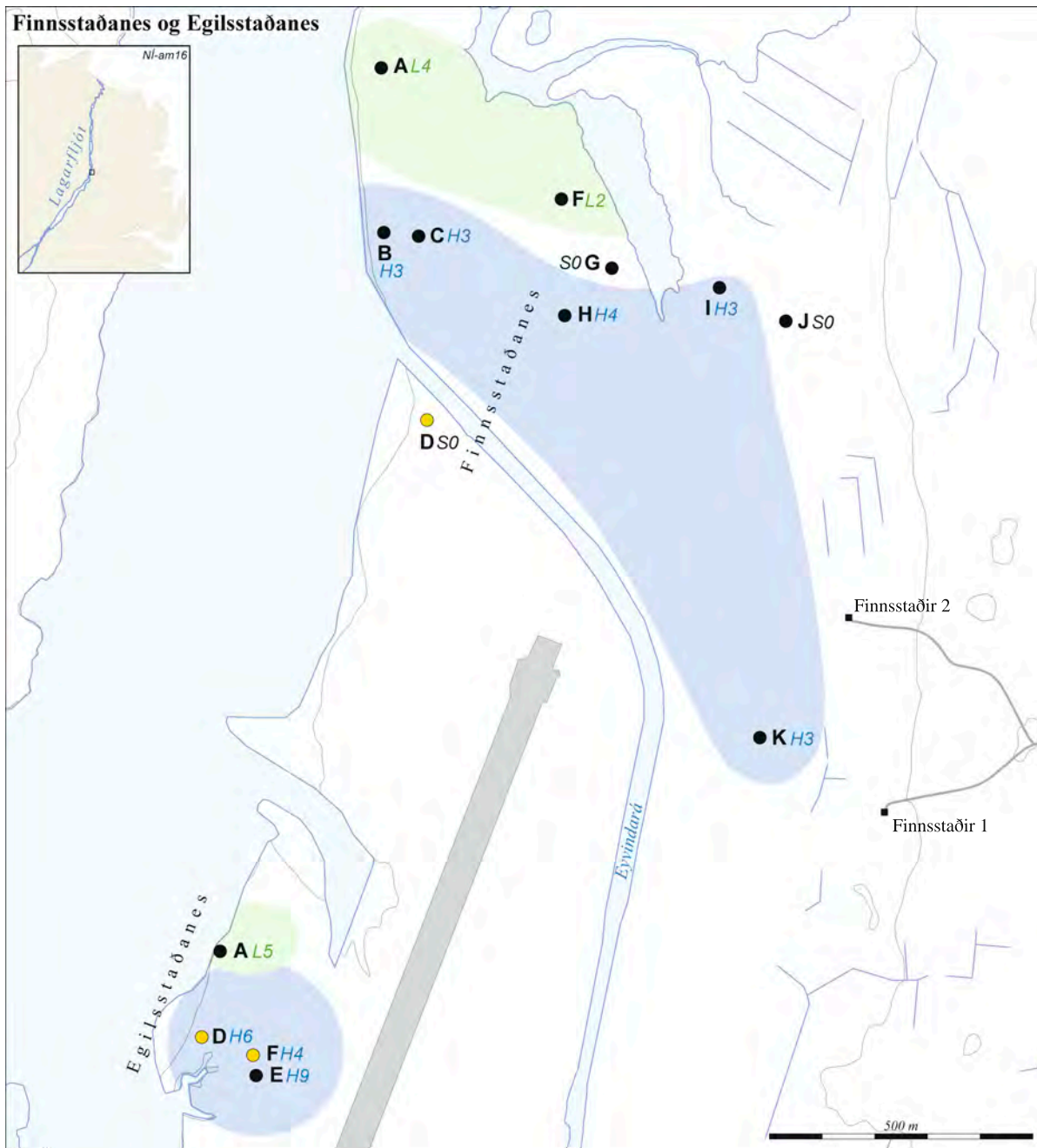
dæmi má taka að þar sem land var blautast (reitur K) minnkaði þekja horblöðku úr 64% í 6% og vetrarkvíðastarar úr 9% í 2% á rannsóknartímanum en í staðinn jókst þekja tjarnastarar verulega eða úr 0% í 42%. Í nánast öllum öðrum reitum í nesinu dró mikið úr þekju mýrastarar (reitir I, G, J, F, H, C, B og A) en jafnframt jókst þekja tegunda eins og tjarnastarar, gulstarar og fergins.

Gróðurbreytingar sem rekja má til beitarfriðunar eru miklar í Finnsstaðanesi og blasa þær við þegar horft er yfir nesið (34.–36. ljósmynd). Alls staðar nema í allra blautasta landinu hafa víðitegundir, einkum þó gulvíðir, aukist mikið og ásýnd lands er því algerlega breytt frá því sem var við upphaf rannsókna. Þá hefur fjalldalafíll aukist í mörgum reitum (A, B, C, D, H og J) sem að stórum hluta er afleiðing friðunar fyrir sauðfjárbreit.

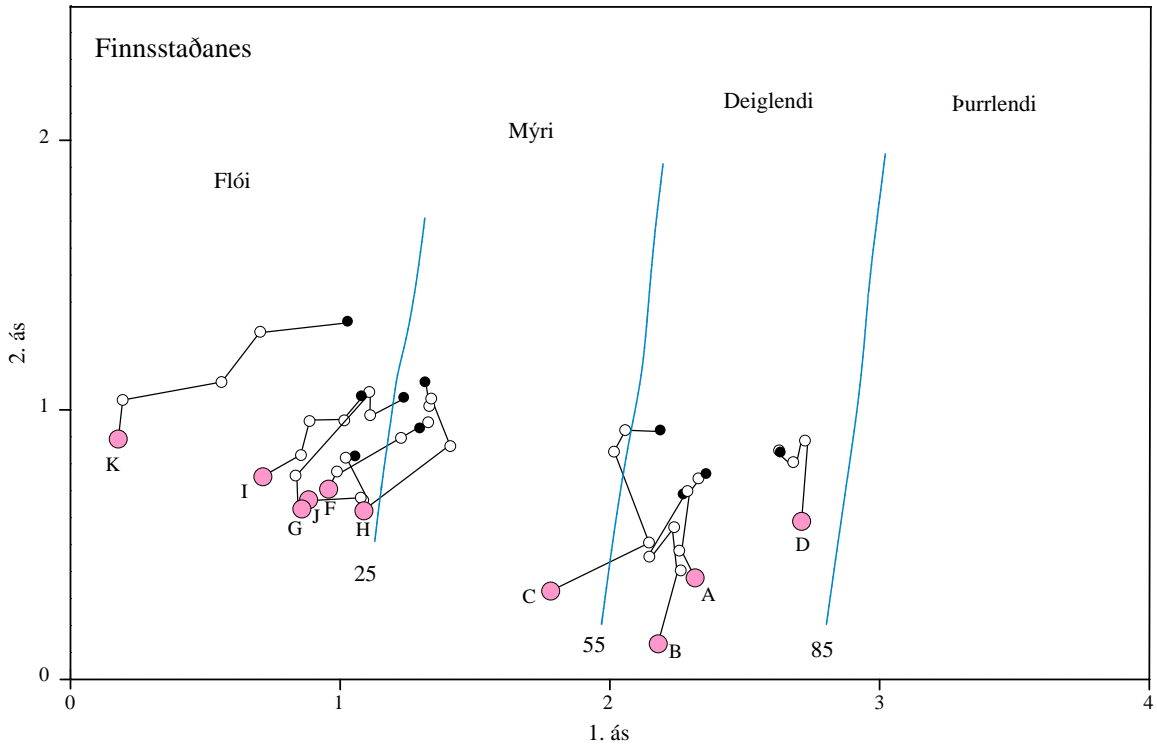
### Egilsstaðanes

Á Egilsstaðanesi hefur gróður verið mældur í fjórum reitum frá upphafi rannsókna og eru þeir allir á litlu svæði ( $\approx 2,5$  ha) við fljótið vestan við flugvöllinn (21. mynd). Þrír reitanna (A og D) voru lagðir út í víðikjarri á bakka Lagarflióts eða skammt frá honum (F) en einn (E) í mýrastarmýri við enda kils sem gengur þarna út frá fljótinu til austurs. Miðað við kort sem gerð voru á árunum 1975–1976 með 1 m hæðarlínunum er munur á hæsta og lægsta reit aðeins um 0,3 m (Forverk hf. 1977) (1. tafla). Í ljósi þess að allir reitirnir eru stutt frá fljóti og grunnvatn í góðum tengslum við vatnshæð í fljótinu má ætla að hæðarmunur reita sé meiri, eða 0,8–0,9 m (5. mynd).

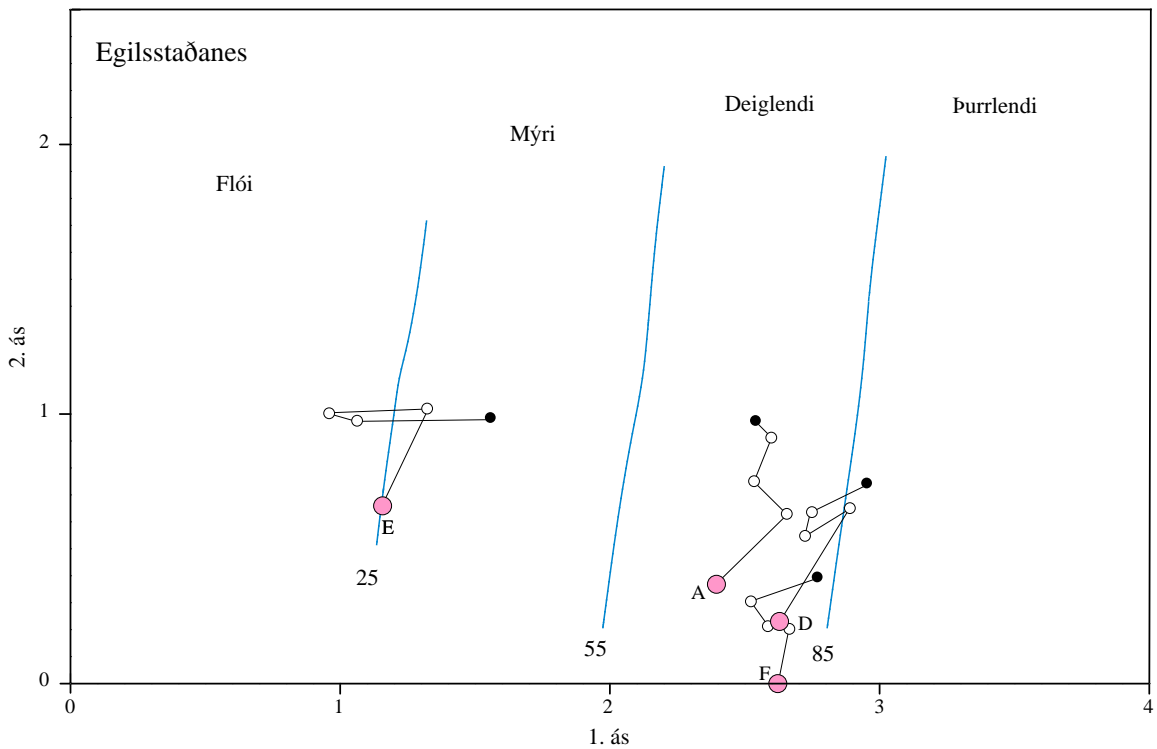
Miðað við niðurstöður gróðurmælinga spanna reitirnir allmikinn mun í raka. Þrír reitanna tilheyrðu þurrlendi eða deiglendi (D, F, A) en einn (E) flokkast sem mýri (23. mynd). Í mýrareitnum



21. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum í Finnsstaðanesi og í Egilsstaðanesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu; gult,  $p < 0,05$ ; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Hækkun H (blár flötur), lækkun L (grænn flötur), óbreytt SO.



22. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita í Finnsstaðanesi. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línunum. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknuð með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



23. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita í Egilsstaðanesi. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línunum. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknuð með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.

stendur grunnvatn langhæst eða 20–30 cm undir yfirborði (5. mynd). Í hinum reitunum hefur dýpt á grunnvatn oft mælst yfir 80 cm. Grunnvatnsmælingar sýna einnig að vatnsborð sveiflast mikið í öllum reitunum. Þær benda jafnframt til þess að grunnvatnsstaða hafi heldur hækkað og að sveifla hafi minnkað mikið eftir Kárahnjúkavirkjun (5. og 21. mynd).

Hnitunargreining sýnir að stefnubundin gróðurbreyting hefur átt sér stað í öllum reitum á rannsóknartímanum því að þeir hafa allir hliðrast til vinstri en þó einkum niður á hnitamynd (23. mynd). Það merkir að land hafi blotnað nokkuð en þó aðallega að gróður hafi breyst vegna friðunar fyrir sauðfjárbreit.

Sem afleiðing friðunar hefur gulvíðir aukist að þekju og hækkað mikið (1. viðauki, 40.–45. ljósmynd). Árið 2014 höfðu hæstu gulvíðiplöntur í smáreitum t.d. náð 170 cm hæð. Í þurrustu reitunum (D, F, A) höfðu fjalldalafífill og túnvingull einnig aukist mikið en á móti hafði dregið úr þekju hvítmára og snarrótarþunts. Þetta má bæði rekja til friðunar og hækkaðrar vatnsstöðu. Í blautasta reitnum (E) voru greinilegar breytingar sem rekja má til þess að land hafi blotnað því að þar hafði dregið úr þekju mýrastarar (úr 75% í 58%) en þekja engjarósar aukist (úr 4% í 8%).

### **Vallanes**

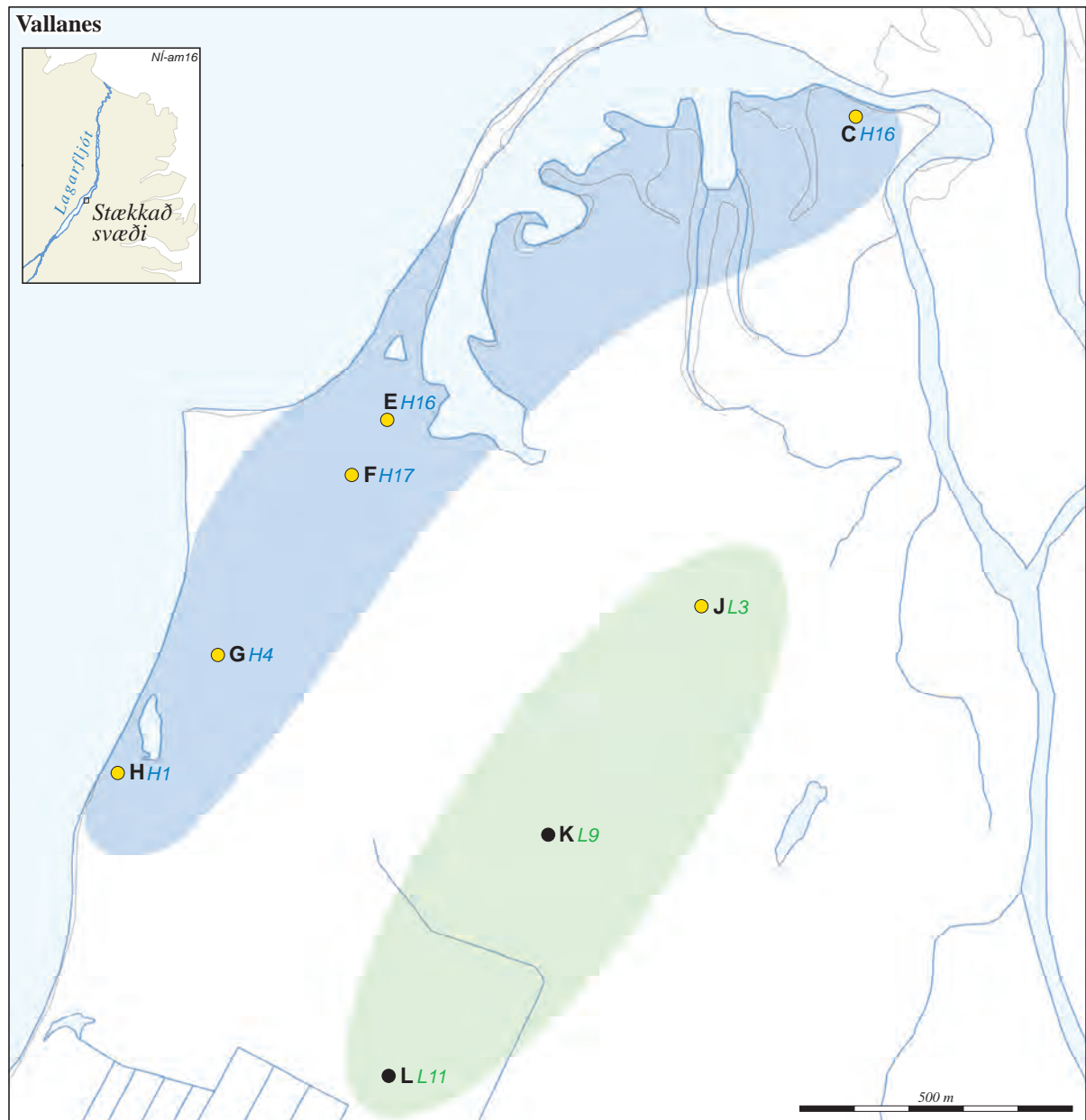
Í Vallanesi hefur gróður verið mældur í átta reitum sem lagðir voru þar út á tvær línur nokkurn veginn samsíða fljótinu á um 140 ha svæði (24. mynd). Er önnur 20–60 m frá fljótinu en hin í 640–800 m fjarlægð. Miðað við kort Forverks (1977) er hæðarmunur á reitum meiri en á öðrum svæðum, eða 2,3 m (h.y.s. 21,4–23,7 m) (1. tafla). Niðurstöður gróðurmælinga sýna að reitirnir spanna allt frá þurrlendi yfir í mýri (25. mynd).

Mælingar á grunnvatnsstöðu að hausti sýna að dýpt á grunnvatn er mjög misjöfn (5. mynd). Það liggur hæst í reit K (30–40 cm) sem er við litla tjörn í austurhluta nessins en dýpst er á vatn í mólendi í reit J (≈120 cm) en báðir þessir reitir eru um 800 m frá fljóti. Mælingar benda til þess að sveifla í grunnvatni hafi minnkað í flestum reitum með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar (5. mynd). Einnig að vatnsborð hafi frekar hækkað í reitum næst fljóti samanborið við þá sem eru lengra frá því (24. mynd).

Allmiklar breytingar hafa orðið á gróðri á rannsóknartímanum en þær eru mjög misjafnar eftir reitum. Sumar tengjast breytingum á vatnsstöðu meðan aðrar tengjast minnkandi beit. Í reit L hafa orðið miklar breytingar sem benda til þess að land hafi þornað sem skýrist af því að árið 1980 var land þarna ræst fram (Ásmundur Þórisson, munnl. upplýsingar 1998). Þar hefur t.d. þekja mýrastarar minnkað mikið (úr 75% í 54%) og engjarós algerlega horfið (þekja úr 5% í 0%). Í þeirra stað hafa einkum komið hálíngresi og túnfífill. Af niðurstöðum hnitunargreiningar að dæma eru breytingar í öðrum reitum sem tengja má við vatnsstöðu ekki mjög greinilegar þegar á allt tímabilið er litið. Í reit F hefur þekja mýrastarar aukist talsvert á rannsóknartímanum (úr 5 í 20%) og svipað í reit C (úr 11% í 24%) sem bendir til að land hafi blotnað. Í reit K hefur gróður breyst talsvert milli mælinga en ekki er þar um stefnubundna breytingu að ræða.

Meginbreytingin á gróðri í Vallanesi tengist minnkandi beit og hefur ásýnd lands breyst mikið hin síðari ár. Í mjög mörgum reitum hafa grastegundir aukist enda er land þarna víða mjög gróskumikið. Breytingin lýsir sér einkum í því að hálíngresi hefur aukist í sumum reitum (K, L og H). Sama er að segja um reyrgresi (reitir C, F og J), blávingul (reitir F og E), túnvingul (reitir J) og snarrótarþunt (reitir J). Snarrótarþuntur er sums staðar orðinn mjög öflugur í nesinu og í austurhluta þess eru nú stórir flákar með mjög gróskumiklum snarrótarþunti sem



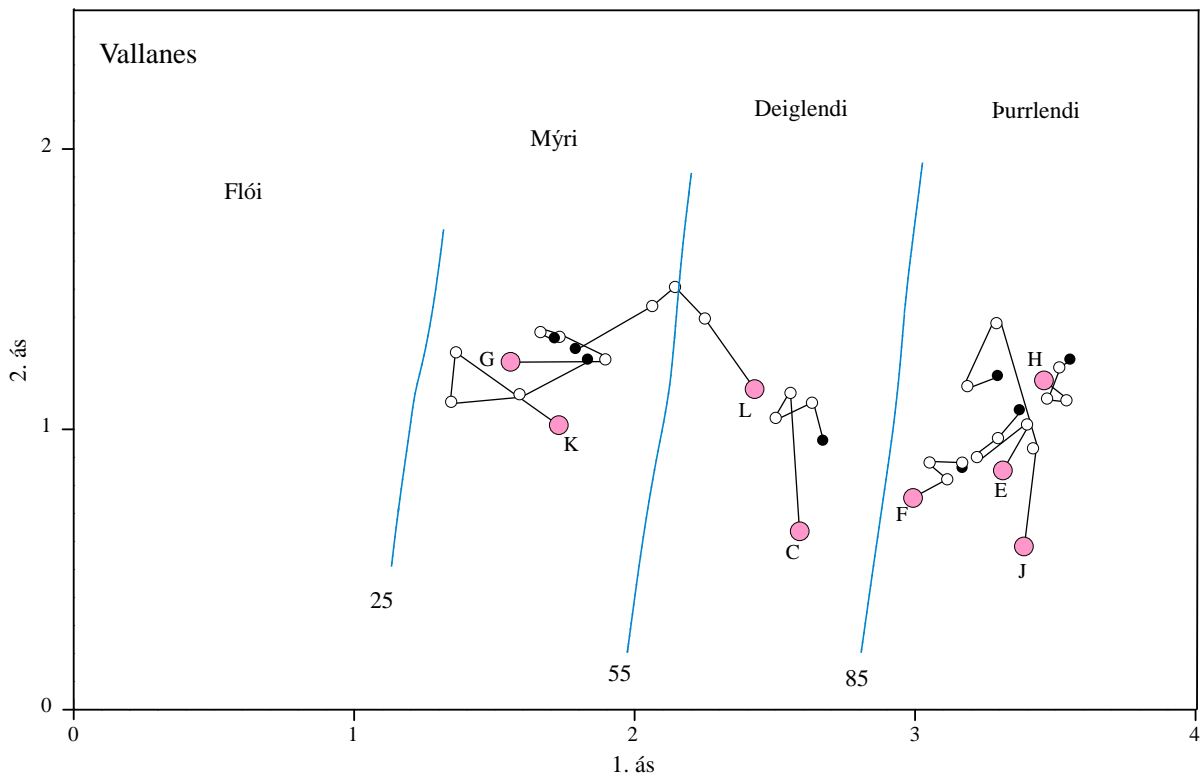


24. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum í Vallanesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfliótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu; rautt,  $p < 0,05$ ; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Hækkun H (blár flötur), lækkun L (grænn flötur).

nær meðalmanni nánast í mitti. Þá má einnig nefna að í reit C á bakka Grímsár voru sumarið 2014 öflugar birki- og gulvíðiplöntur sem náð höfðu yfir 130 cm hæð. Báðar þessar tegundir eru að breiðast út í nesinu (46.–48. ljósmynd). Mælingar á gróðurhæð 2004 og 2014 sýna að gróður hefur hækkað mikið í reitunum í Vallanesi eða að meðaltali úr 27 cm í 48 cm (15. mynd).

### Gilsáreyri

Reitirnir þrír á Gilsáreyri eru á frekar litlu svæði (200×600 m) á framburðarkeilu frá Gilsá (26. mynd). Þeir eru allir í svipaðri hæð (h.y.s. 21,5–22,0 m) (1. tafla) og eru tveir þeirra (A og B) nú á friðuðu landi norðan nýja vegarins yfir Jökulsá en einn (C) á beittu landi sunnan vegar. Samkvæmt hnitunargreiningu eru allir reitirnir frekar þurrir (27. mynd) enda er grunnvatn að



25. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita í Vallanesi. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línunum. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknuð með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.

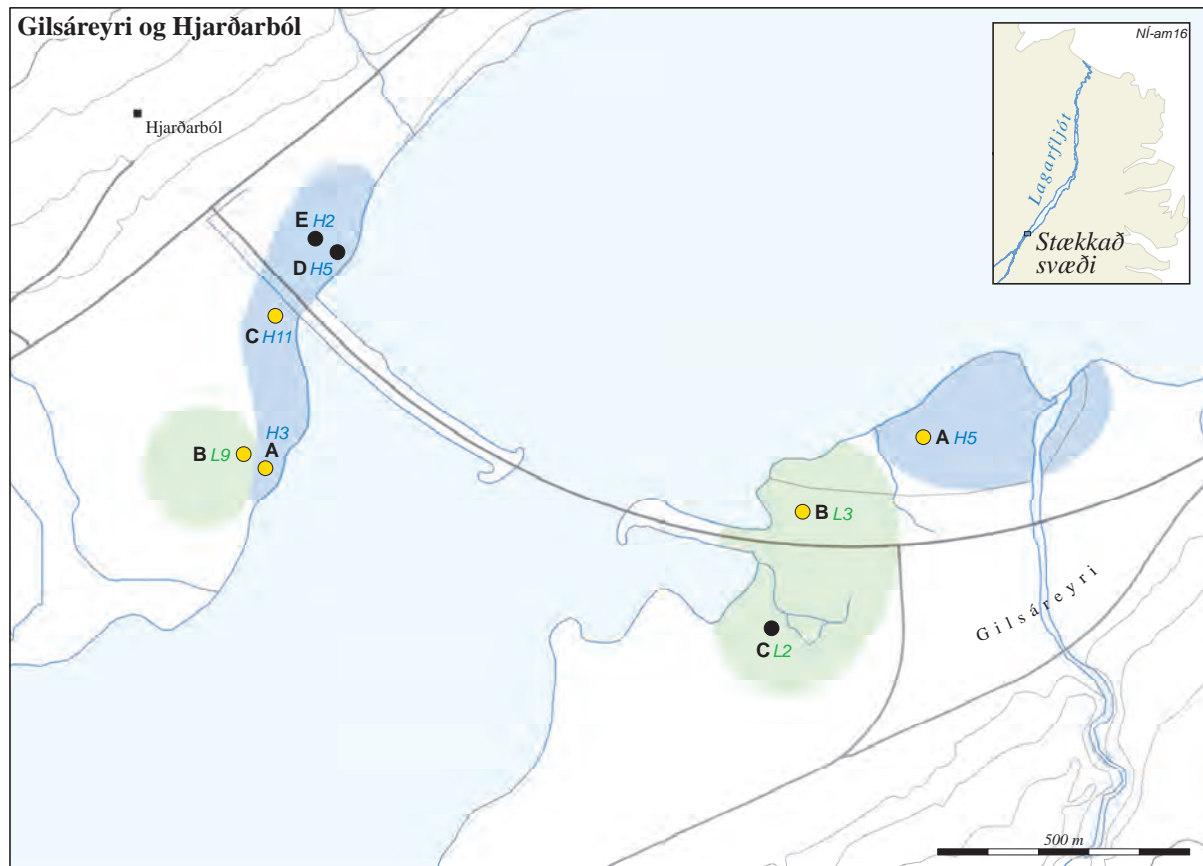
hausti um 110 cm undir yfirborði (5. mynd). Mælingar á stöðu grunnvatns í reitunum benda ekki til þess að miklar breytingar hafi orðið eftir Kárahnjúkavirkjun, hvorki til hækkunar, lækkunar né í sveiflu.

Á rannsóknartímanum hafa orðið talsverðar gróðurbreytingar í reitunum. Þær eru aftur á móti ekki stefnubundnar. Reitir B og C hafa hliðrast nokkuð til hægri á 1. ási sem bendir til að land hafi þar heldur þornað (27. mynd). Í báðum þessum reitun hafa túnvingull og hvítmári aukist mikið og þar hefur land verið að gróa upp. Reitur A hefur hliðrast nokkuð niður á við á 2. ási sem tengist væntanlega beitarfriðun. Reiturinn var mun betur gróinn í upphafi en hinir reitirnir og þar hefur þekja hálingresis aukist en þekja túnvinguls og hvítmára minnkað. Einnig hafa bæði ætihvönn og heithvönn numið þar land.

### Hjarðarból

Við Hjarðarból voru árið 2001 lagðir út fimm reitir til að vakta gróðurbreytingar sem þar kynnu að verða vegna nýs vegar og brúar yfir Jökulsá. Reitirnir eru á hallandi landi á um 8 ha svæði (26. mynd). Miðað við kort Forverks (1977) spanna þeir um 1,1 m hæðarmun (h.y.s. 21,1–22,2 m) (1. tafla). Hnitunargreining bendir til þess að þrír þeirra (A, D og B) séu við mörk deiglendis og þurrlendis en tveir (E og C) í nokkuð blautara landi (28. mynd).

Grunnvatnsstaða er áþekkt í reitunum, en grunnvatn að hausti var yfirleitt 40–60 cm undir yfirborði (5. mynd) og grunnt á mól (40–60 cm) í þeim öllum nema reit E (>110 cm) (1. tafla). Grunnvatnssveifla í reitunum var yfirleitt lítil (5. mynd).



26. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum á Gilsáreyri og við Hjarðarból. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfliótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu;  $p < 0,05$ ; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Hækkun H (blár flötur), lækkun L (grænn flötur).

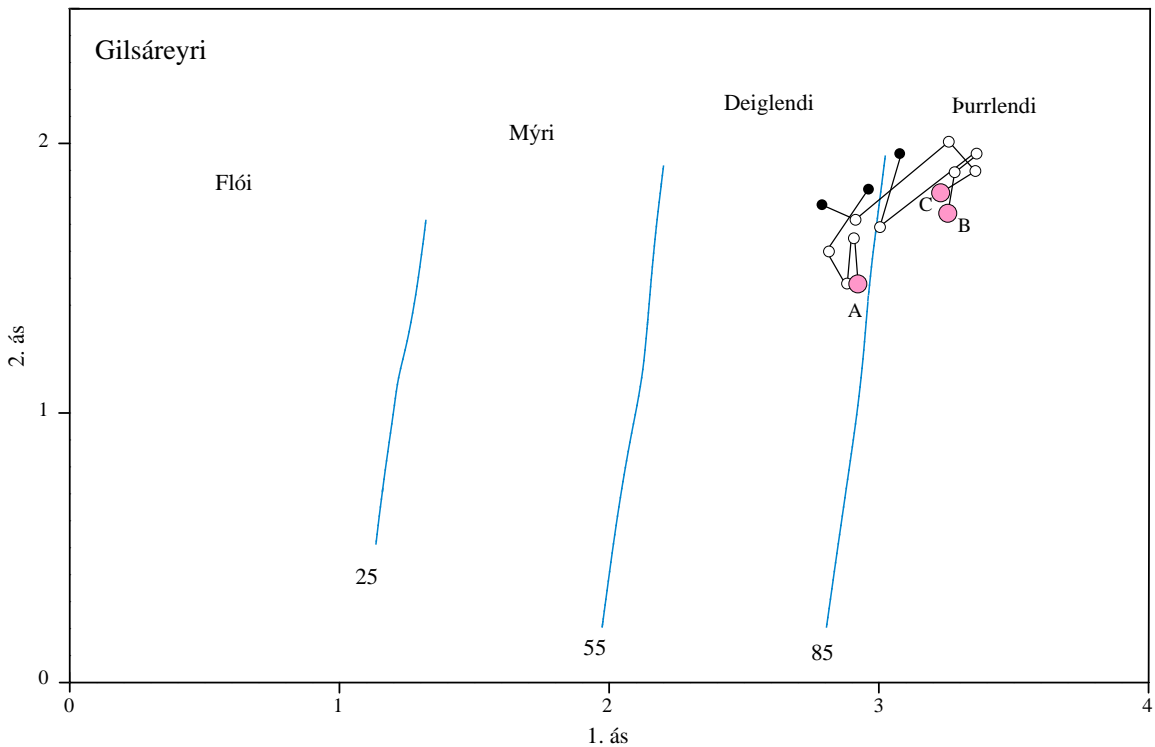
Á þeim 10 árum sem liðu á milli mælinga (2004–2014) hafa orðið nokkrar breytingar á gróðri (28. mynd). Í reit C jókst þekja mýrelftingar (úr 3% í 13%) og í reitum A, B og D jókst þekja mýrastarar, um 5–14%, misjafnt eftir reitum. Jafnframt minnkaði þar þekja hvítmára og kornsúru.

Af öðrum breytingum má nefna að þekja túnvinguls minnkaði nokkuð (reitir B, C, D og E). Þá er ljóst að minni sauðfjárbreit hefur haft sín áhrif því að þekja fjallavíðis (reitir A og B) og loðvíðis (reitur D) jókst og einnig var birki farið að nema land í tveimur reitum (A og B).

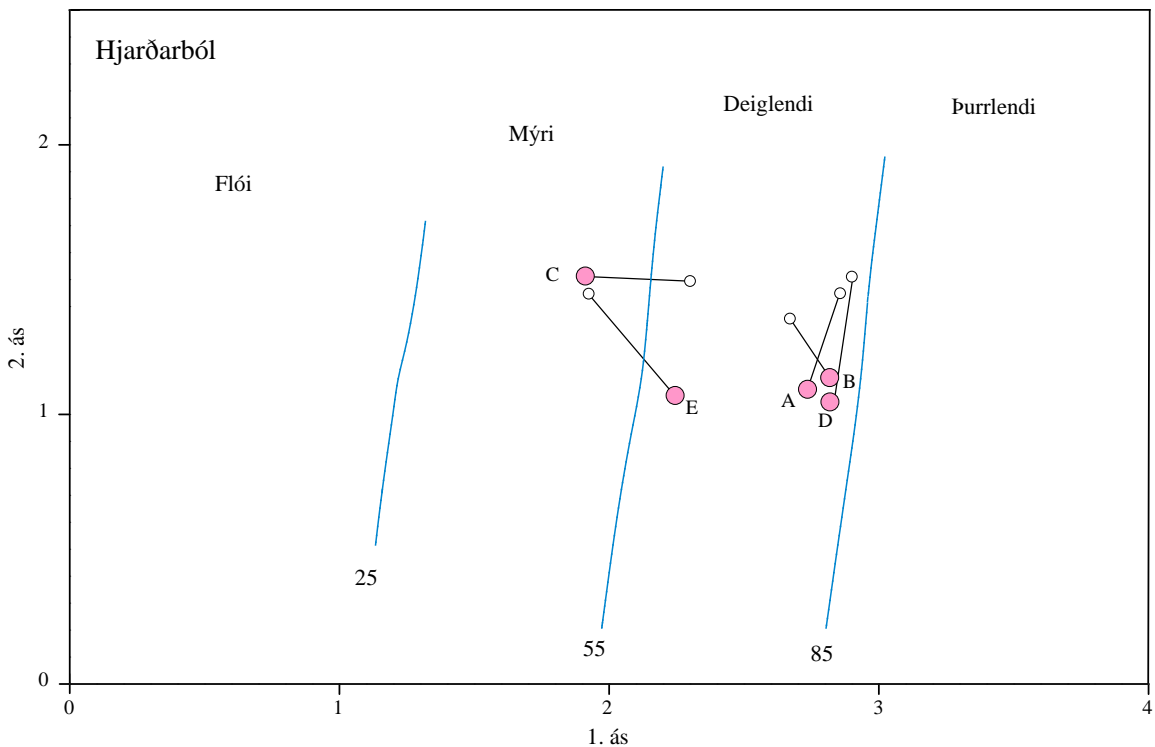
### Melanes

Í Melanesi hefur verið fylgst með gróðri í fimm reitum en þeir eru á um 30 ha svæði á hallandi landi milli þjóðveggar og Jökulsár (29. mynd). Miðað við kort Forverks (1977) er munur á hæsta og lægsta reit um 60 cm (h.y.s. 21,7–22,3 m) (1. tafla). Dýpt á grunnvatn að hausti er nokkuð mismunandi, eða frá 10–20 cm í reit C upp í um 50–70 cm í reit A (5. mynd). Mælingar benda til þess að vatnsstaða hafi hækkað nokkuð í reitunum næst árbakkanum (A og D) eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa og jafnframt að vatnsborðssveifla hafi minnkað (5. og 29. mynd).

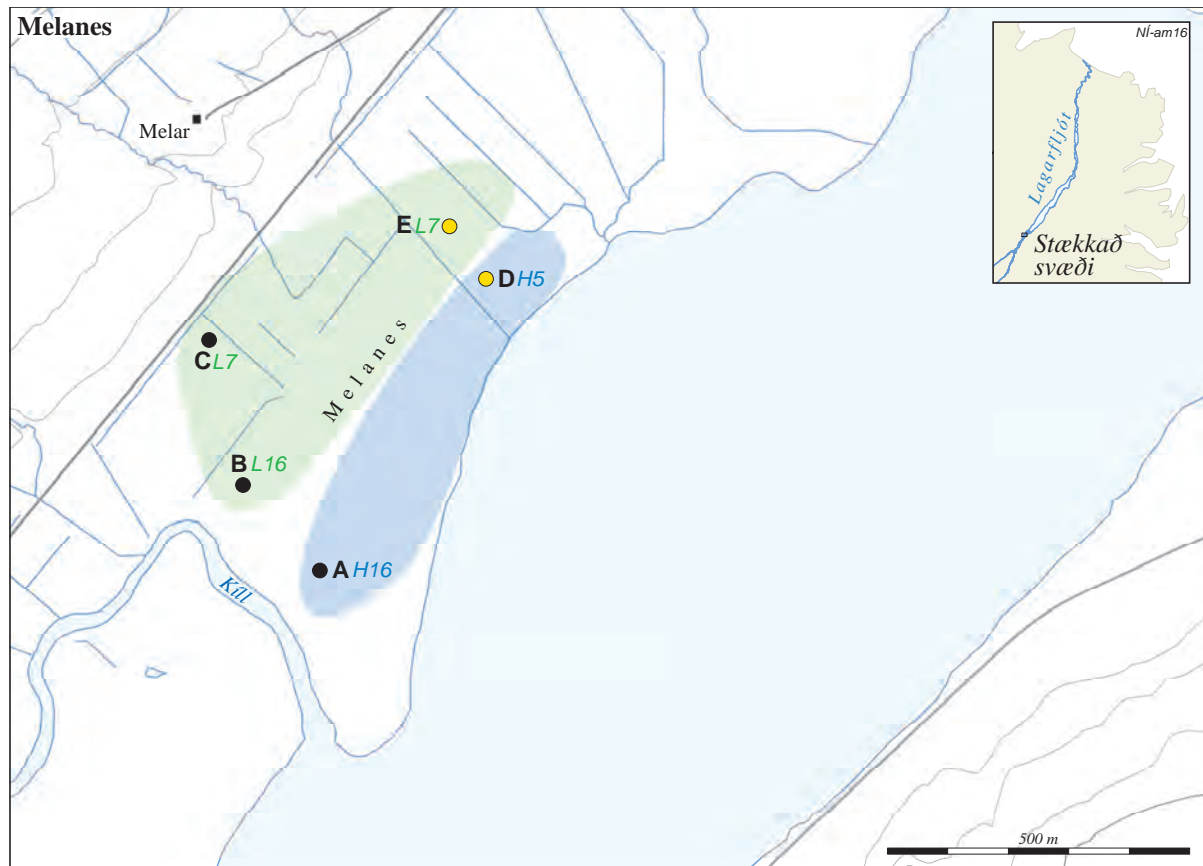
Í Melanesi eru gróðurbreytingar sem rekja má til breytinga á grunnvatnsstöðu frekar litlar. Gróðurbreytingar sem tengjast breytti beit eru hins vegar greinilegar í flestum reitum, en þær



27. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita á Gilsáreyri. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línun. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknud með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



28. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita við Hjarðarból. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línun. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknud með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



29. mynd. Kort af rannsóknarsvæðinu í Melanesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfliótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu; gult,  $p < 0,05$ ; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Hækkun H (blár flötur), lækkun L (grænn flötur).

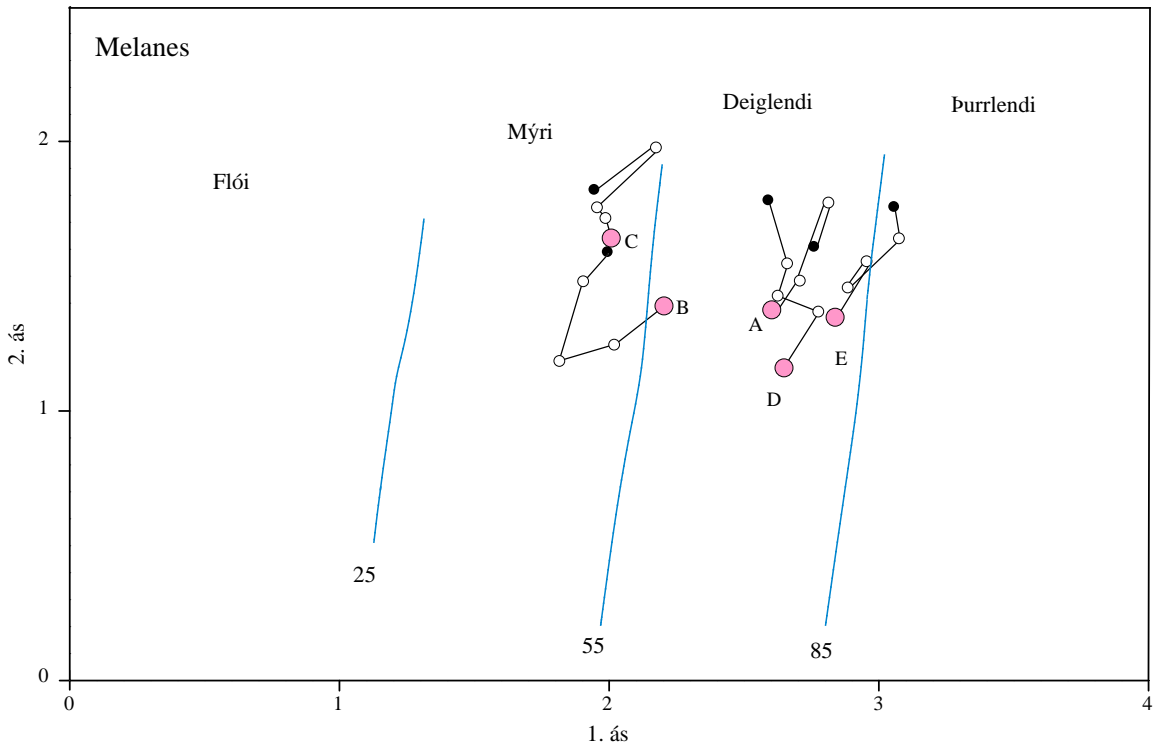
koma fram sem stefnubundin hliðrun reita niður eftir 2. ási hnitunar (30. mynd). Í reitum A, B, D og E hefur þekja víðitegundanna fjallavíðis og/eða loðvíðis verið að aukast sem bendir til minnkandi sauðfjárbeitar. Birki og gulvíðir hafa sums staðar numið land sem gefur það sama til kynna. Einnig hefur þekja grasa aukist talsvert, t.d. túnvingull og/eða blávingull í reitum E, B og C, og þekja týtulíngresis í reit A og reyrgresis í reit D.

### Klausturnes

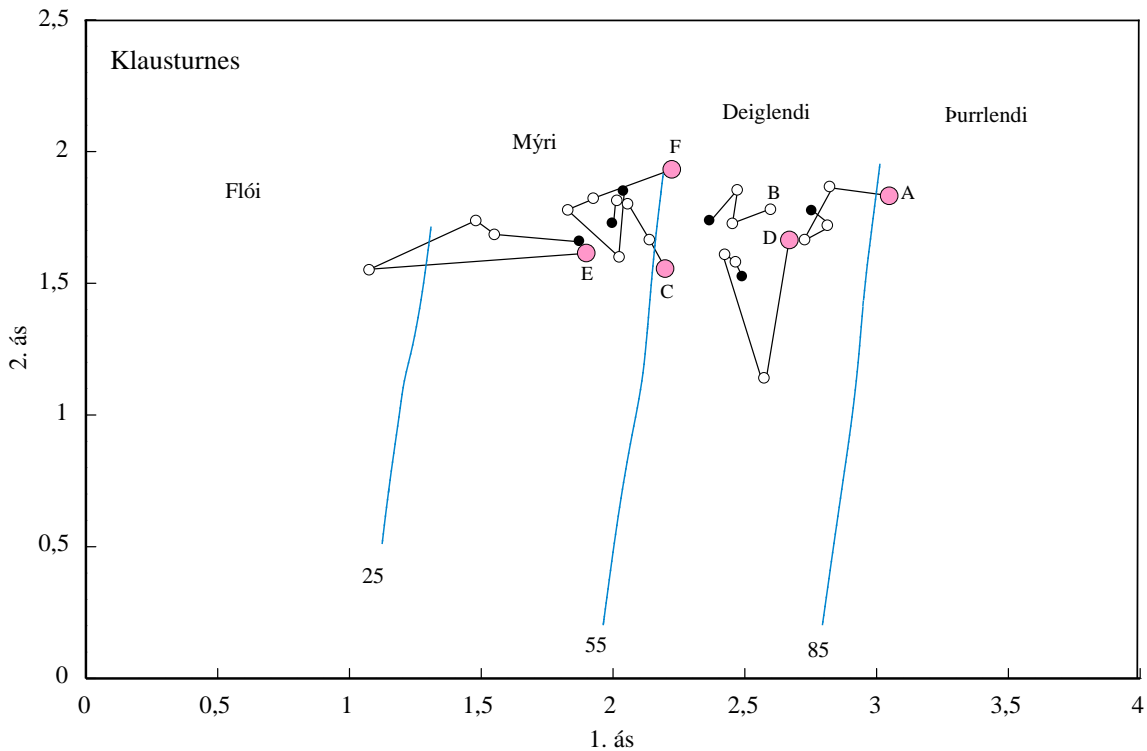
Gróður hefur verið rannsakaður í sex reitum sem lagðir voru út á um 70 ha af framræstu og flötu landi í Klausturnesi (31. mynd). Miðað við kort Forverks (1977) er munur á hæsta og lágsta reit um 60 cm (h.y.s. 22,4–23,0 m) (1. tafla). Samkvæmt niðurstöðum hnitunargreiningar er í reitunum deiglendis- og mýrargróður (32. mynd).

Grunnvatnsstaða að hausti er misjöfn milli reita. Einna grynnt hefur verið á vatn í reitum B, F, C og E sem allir eru inni í framræsta landinu og talsvert frá bakka Jökulsár, en dýpst í reitum A og D sem eru stutt frá ánni (5. mynd). Við Kárahnjúkavirkjun varð greinileg breyting á vatnsstöðu því að vatn hækkaði í reitum næst ánni en lækkaði inni á framræsta landinu (31. mynd).

Á rannsóknartímanum hafa talsverðar gróðurbreytingar orðið í nesinu. Þær eru bæði misjafnar eftir reitum og sveiflukenndar enda hafa ekki aðeins orðið miklar breytingar á vatnsstöðu heldur

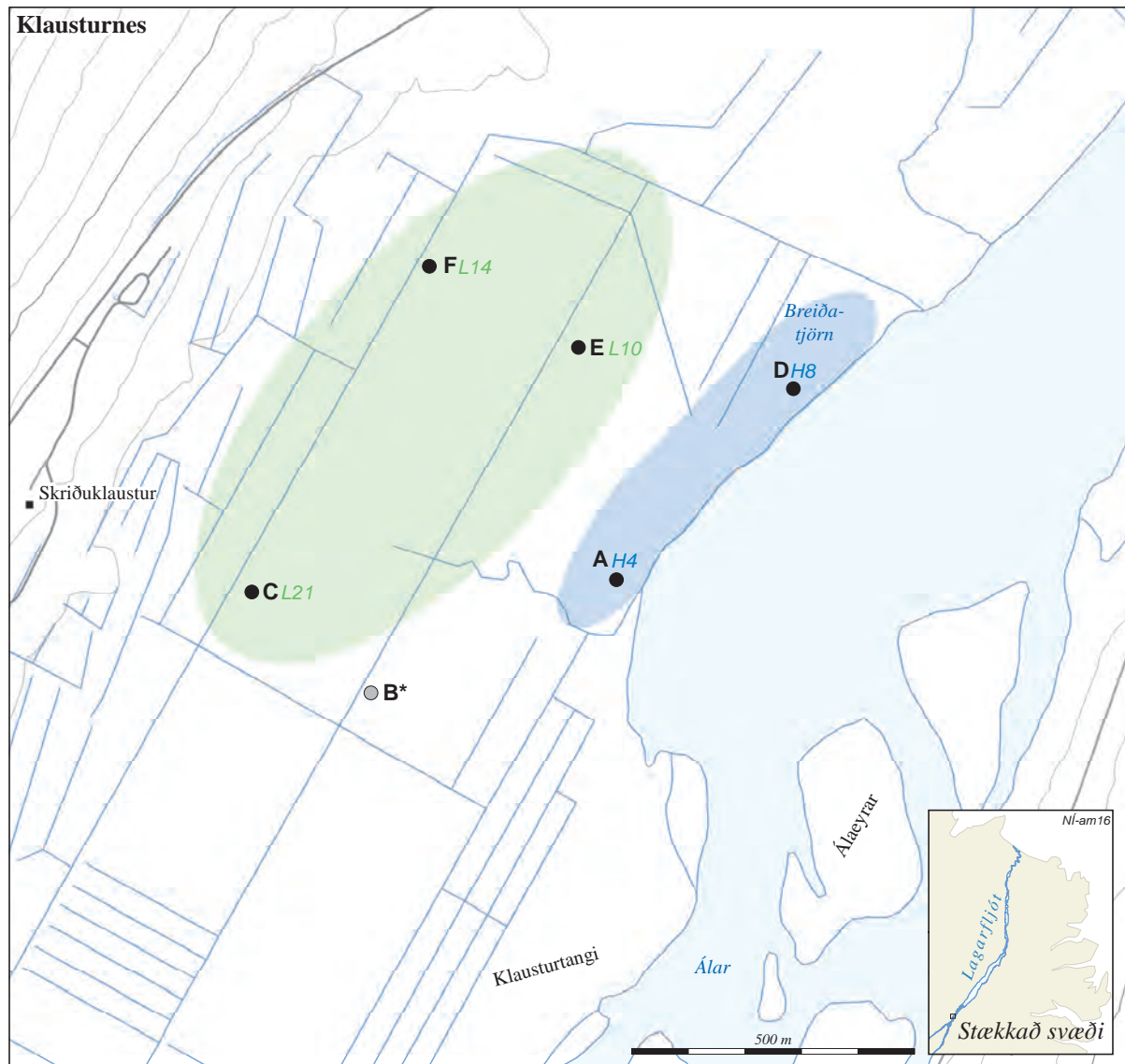


30. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita í Melanesi. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línun. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknud með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.



32. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunargreiningar reita í Klausturnesi. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línun. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en bleikur árið 2014. Önnur ár eru táknud með opnum hringjum. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Bláar línur sýna vatnsstöðu reiknaða út frá grunnvatnsstöðu í reitum. Land er flokkað gróflega í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.





31. mynd. Kort af rannsóknarsvæðinu í Klausturnesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfliótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa (2008–2014) metið með aðhvarfsgreiningu; svart, ekki marktækt. Breyting á grunnvatnsstöðu að hausti í reitum eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar er gefin upp í cm (skáletrað). Miðað er við miðgildi mælinga árin 1997, 1999–2004 og 2008–2014. Hækkun H (blár flötur), lækkun L (grænn flötur). Ónýtur reitur er merktur með stjörnu.

hefur hrossabeit verið breytileg og aukist mikið síðustu árin. Mestar hafa breytingarnar orðið í reit E. Þar þróaðist gróður fyrst úr mýragróðri yfir í flóagróður og nú síðasta áratuginn (2004–2014) aftur til baka. Gróður í reitnum er nú í stórum dráttum orðinn svipaður að samsetningu og hann var við upphaf rannsókna (31 mynd). Þar jókst t.d. þekja vetrarkvíðastarar í upphafi, sem er mikil votlendistegund, úr 4% árið 1976 í 32% árið 1994. Árið 2014 hafði þekja hennar minnkað aftur og var þá aðeins 3%. Þegar á allt tímabilið er litið má segja að þurrlandisgróður hafi aukist í nesinu. Kemur þar einkum tvennt til. Annars vegar hefur þekja margra grastegunda aukist, einkum hálingresis (reitir D, F, C og E), túnvinguls (reitir A, D og B) og týtulíngresis (reitir A). Hins vegar hefur þekja mýrastarar víða minnkað (A, B, F og E) en þekja mýrelftingar aukist (reitir A, D, F og E).

## 5 UMRÆÐA

Rannsóknir á láglandissvæðunum við Lagarfljót hafa nú staðið yfir í tæp 40 ár og hefur megináhersla þeirra verið að kanna áhrif Lagarfossvirkjunar á gróður og að nokkru leyti einnig landbrot við fljótið og nú hafa áhrif Kárahnjúkavirkjunar bæst við. Á svo löngum tíma má reikna með að ýmsir aðrir þættir geti haft áhrif, svo sem breytt loftslag og landnýting af ýmsu tagi.

### 5.1 Landbrot og bakkavarnir

Frá því að Lagarfossvirkjun tók til starfa árið 1975 hefur talsvert land tapast við landbrot. Við því mátti búast, einkum á þeim svæðum þar sem vatnsborð hækkaði mest og bakkar voru sandríkir og því viðkvæmir. Þótt það hafi ekki verið mælt í þessari rannsókn má reikna með að í kjölfar Lagarfossvirkjunar hafi gróður skemmst næst Lagarfossi bæði vegna þess að land fór undir vatn og við landbrot því að þar hækkaði vatnsborð að jafnaði um 1,88 m (2. mynd). Mælingar við Steinsvaðsflóa frá 2004, u.þ.b. 4 km innan við fossinn, sýna að þar eyddust um 20 cm á ári af votlendisbakka fyrir tíma Kárahnjúkavirkjunar en verulega dró úr brotinu eftir virkjun (4. mynd) enda lækkaði vatnsborð þá við Lagarfoss að jafnaði um 34 cm (2. mynd).

Af ljósmyndum af nesinu norðaustan við bæinn í Dagverðargerði má sjá að nokkurt land hefur tapast undir vatn og gróður eyðst (11.–12. ljósmynd). Hins vegar er ekki ljóst hversu mikið þetta hefur verið. Mælingar á móts við reitina í Dagverðargerði og Rangá I, sem eru þarna nokkuð innar og ná yfir meira en 1500 m af bakka fljótsins, sýna að á tæplega 40 árum hafa eyðst 13 til 22 m af bakkanum (16. mynd). Þótt landbrot á einstökum stöðum sé breytilegt virðist það heldur hafa aukist á þessu svæði með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar. Árin 2011–2014 mældist landbrot t.d. óvenjumikið en það var á bilinu 64–79 cm á ári á þremur stöðum. Svo mikið landbrot hefur hvergi mælst áður við reiti við fljótið nema í Finnsstaðanesi (við reit A), en á árunum 1984–1993 mældist rof þar 77 cm á ári (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008). Niðurstöður Landgræðslu ríkisins, sem mat landbrot við Lagarfljót sumarið 2012, eru hins vegar aðrar fyrir þetta svæði því að við Dagverðargerði og Rangá I var landbrot talið lítils háttar. Einnig var ströndin þar flokkuð sem sandströnd (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Sigurjón Einarsson 2012), sem alls ekki er raunin (2.–3. ljósmynd).

Landbrot á öðrum svæðum var yfirleitt mun minna en við Dagverðargerði og Rangá I. Við Rangá II mældist þó talsvert landbrot á einum mælistaðanna (Lb7), eða 28 cm á ári fyrir Kárahnjúkavirkjun (2004–2008) en 19 cm á ári eftir virkjun (2008–2011) (4. mynd). Við Finnsstaðanes var vegur lagður eftir bakka fljótsins árið 1988 sem tók fyrir landbrot við nesið (4. ljósmynd) (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008). Við reitina vestan við flugvöllinn á Egilsstöðum var landbrot frekar lítið en viðvarandi og hefur mest mælst um 30 cm á ári. Á þessu svæði hefur nú verið ráðist í bakkavarnir, bæði við hólmana utan brúar vestan við flugvöllinn og innan brúar við túnið á Egilsstöðum (Minnisblað Þróunarsviðs Landsvirkunar: Umhverfisáhrif KAR á láglandi – Mótvægisáðgerðir vegna landbrots, 2015) en sumarið 2014 var þar töluvert landbrot (5. ljósmynd).

Landbrot og aðrar breytingar á strönd ofar með farveginum eru misjafnar. Við Vallanes hafa á rannsóknartímanum orðið breytingar þótt ekki sé þar landbrot. Þar hefur fljótið kastað upp mól sem sums staðar hefur gengið upp á gróið land (6.–7. ljósmynd). Ætla má að þetta sé að stórum hluta vegna breytinga sem tengjast virkjununum tveimur.

Bakkavarnir sem settar hafa verið upp t.d. við Eyrarland og á Klausturtanga í Klausturnesi hafa

**5. tafla.** Áætlað tap á landi við Lagarfjót metið út frá mælingum á landbroti á sjö svæðum við fljótið, sjá einnig 4. mynd.

Svæði	Mælistaðir	Áætlað árlegt rof 1975–2014 (cm)	Heildarrof (m)	Lengd bakka (km)	Tapað land (ha)
Steinsvaðsflói	Lb1 og Lb2	11,1	4,3	1,0	0,4
Dagverðargerði og Rangá I	DagA og B; Rang1 A og D	42,5	16,6	2,0	3,3
Rangá II	Lb7	16,9	6,6	1,3	0,9
Egilsstaðanes utan Lagarfjótubrúar	FinnD, EgilA & D	12,4	4,8	2,3	1,1
Vallanes	Metið af ljósmyndum	3,9	1,5	2,2	0,3
Hjarðarból og Melanes	HjarA, Lb8	7,5	2,9	1,9	0,6
Klausturnes, Breiðatjörn að Klausturtanga	KlauD, Lb11	10,8	4,2	1,3	0,5
			<b>Alls</b>	<b>12,0</b>	<b>7,2</b>

skilað allgóðum árangri því að landbrot er þar lítið (4. mynd). Í Klausturnesi eru hins vegar svæði þar sem landbrot er talsvert og hefur það aukist verulega eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa. Á móts við Breiðatjörn hafði landbrot t.d. aukist við virkjunina og var orðið 23–39 cm á ári en var áður 7–9 cm á ári fyrir Kárahnjúkavirkjun (4. mynd og 10. ljósmynd). Nýja brúin yfir Jökulsá í Fljótsdal við Hjarðarból virðist hafa haft áhrif á landbrot því að innan hennar mældist það mest 36 cm á ári (reitur A) en utan hennar gréri land hins vegar upp (reitur D, 8. ljósmynd).

Þótt landbrot hafi verið mælt í þessari rannsókn á allmörgum stöðum og einnig metið af öðrum (Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Sigurjón Einarsson 2012) er ekki þekkt hversu mikið land hefur tapast af þeim sökum eða farið undir vatn í kjölfar virkjananna tveggja. Ef eingöngu er miðað við þau svæði þar sem landbrot hefur verið mælt má gróflega ætla að á árunum 1975–2014 hafi um 7 ha af landi tapast í fljótið á um 12 km strandlengju (5. tafla). Langmest hefur tapast á svæðinu við Dagverðargerði og Rangá I eða yfir 3 ha en þar eru mælingar einnig nákvæmastar. Annars staðar er óvissa meiri. Sums staðar er sennilega um vanmat að ræða eins og við Steinsvaðsflóa. Telja má líklegt að landbrot á svæðunum frá Lagarfossi og inn fyrir Straum hafi verið allmikið eftir að Lagarfossvirkjun tók til starfa og sennilega meira en hér er metið fyrir Steinsvaðsflóa. Landbrot er hins vegar ofmetið á innstu svæðunum, þ.e. milli Hjarðarbóls og Klausturtanga. Þá er vert að nefna að bakkar fljótsins sem einkum hafa orðið fyrir barðinu á landbroti eru yfirleitt frjósamasta landið sem er jafnframt mest nýtt af búfé og af gæsum til beitar og að því leyti verðmætt land (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008).

Til viðmiðunar má nefna að við Blöndulón hafa verið gerðar mælingar á rofi úr bökkum frá árinu 1997, eftir að lónið náði fullri stærð. Þar hefur komið í ljós að rof var mest fyrstu árin en dregið hefur úr því seinni ár. Að meðaltali hafa brotnað 35–40 cm úr bökkum á ári, en á einstökum mælistöðum hefur mesta rof náð allt að 3–6 m á ári, þegar saman hafa farið mjög hátt vatnsborð lónsins og stórviðri að hausti (Olga K. Vilmundardóttir o.fl. 2010, Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2015).

## 5.2 Veðurfar

Hlýnandi loftslag á rannsóknartímanum hefur væntanlega stuðlað að breytingum á gróðri við fljótið en mælingar á Egilsstöðum og Hallormsstað sýna að ársmeðalhiti hefur hækkað um rúma eina gráðu frá því um 1970. Áratuginn 1965–1974, þ.e. áður en Lagarfossvirkjun hóf starfsemi, var meðalárshiti á Egilsstöðum t.d. 2,7°C. Árin 1975–1984 var hann 2,9°C, 1985–1994

3,4°C, 1995–2004 3,6°C og 2005–2014 3,9°C. Á Hallormsstað er svipaða sögu að segja en þar voru samsvarandi tölur 3,2°C (1965–1974), 3,4°C (1975–1984), 3,9°C (1985–1994), 4,1°C (1995–2004) og 4,3°C (2005–2014) (Tölvuskeyti frá Veðurstofu Íslands með gögnum fyrir Egilsstaði og Hallormsstað).

Erfitt er að meta hver áhrifin hafa verið á gróður en reikna má með að hækkaður hiti hafi aukið vöxt og bætt vaxtarskilyrði og fræmyndun margra tegunda, einkum trjákenndra plantna svo sem víðis og birkis sem efldust verulega á mörgum svæðum á rannsóknartímanum (1. viðauki).

### 5.3 Breytingar á vatnsstöðu og áhrif á gróður

#### 5.3.1 Áhrif Lagarfossvirkjunar

Við Lagarfossvirkjun hækkaði vatnsborð í fljótinu allmikið, einkum á svæðinu frá Lagarfossi upp fyrir Egilsstaði og var hækkunin langmest að vetrinum (2. mynd). Þetta leiddi til þess að lægsta landið blotnaði upp og gróður breyttist, sums staðar verulega. Gerð hefur verið grein fyrir þessum breytingum í fyrri skýrslum (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998, Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008) og koma þær einnig fram í þessari rannsókn (10. mynd).

Í stórum dráttum má segja að breytingarnar séu ekki endilega háðar því hversu land var blautt í upphafi því að gróður breyttist á allvíðu rakabili, allt frá mjög blautu landi upp í deiglendi og jafnvel þurrlandi. Svæði vaxin flóagróðri blotnuðu enn frekar og eindregnar flóategundir eins og tjarnastör, gulstör, vetrarkvíðastör og horblaðka urðu ríkjandi í gróðri. Deiglendi breyttist sums staðar í mýri, einkum snarrótargraslendi í mýrastarmýri, og dæmi voru um að þurrlandi hafi blotnað og breyst í deiglendi (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008).

Eins og við var að búast var sterkast samband milli vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu í þeim reitum sem eru næst fljótsbakkanum (5. mynd). Sums staðar, eins og í Vallanesi, mátti þó greina marktækt samband milli vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu langt frá bakka eða í allt að 800 m fjarlægð. Skýrist það af því að nesið er myndað af grófum og gegndræpum framburði Grímsár en ofan á honum er allþykkt lag af lífrænum jarðvegi og áfoksjarðvegi (Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008).

#### 5.3.2 Áhrif Kárahnjúkavirkjunar

Eins og við var búast hefur Kárahnjúkavirkjun breytt vatnshæð og rennslismynstri í Lagarfljóti til viðbótar breytingum af völdum Lagarfossvirkjunar. Vatnsborðsbreytingar í fljótinu koma að hluta fram í grunnvatnsstöðu í reitum. Á ystu svæðunum Dagverðargerði, Rangá I, Rangá II og Skógargerði benda bæði mælingar á grunnvatni að hausti og gróðurmælingar til þess að land hafi heldur þornað eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa. Áhrifin eru einna mest næst fljótinu en mælast víðar (16.–18. mynd). Athyglisvert er að gróður hefur breyst tiltölulega hratt sennilega vegna þess að flestar deiglendis- og þurrlandistegundir hafa verið til staðar og því átt auðvelt með að nýta sér breyttar aðstæður og breiðst út að nýju þegar aðstæður leyfðu.

Í Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi er annað uppi á teningnum því að þar sýna bæði mælingar á grunnvatni og gróðri að land hefur haldið áfram að blotna (10., 21.–23. mynd). Í Finnsstaðanesi hafa eindregnar votlendistegundir eins og tjarnastör og gulstör t.d. aukist verulega, einkum austan við flugvöllinn, niður undan bænum á Finnsstöðum (62. ljósmynd). Vatnsstaða er á blettum það há að þar gætu jafnvel myndast tjarnir ef vatnsborð hækkar meira. Þó er rétt að geta þess að sums staðar í nesinu flýtur rötarmotta ofan á vatni líkt og finna má í Pollengi í Biskupstungum og víðar (Jónatan Hermannsson, munnlegar upplýsingar). Hækkun vatnsborðs



við slíkar aðstæður hefur því væntanlega ekki eins mikil áhrif á gróður þar sem rótarmottan sveiflast eftir vatnshæðinni.

Í Vallanesi, á Gilsáreyri, Hjarðarbóli og í Melanesi er ekki að sjá miklar gróðurbreytingar af völdum Kárahnjúkavirkjunar, enda háttar þar þannig til að land liggur hvergi mjög lágt og halli er víða nokkur að fljóti. Í Klausturnesi breyttist gróður í flestum reitum í samræmi við lækkaða vatnsstöðu sem vafalaust má rekja til dælingar úr skurðakerfinu út í Jökulsá.

#### 5.4 Áhrif breyttrar beitar

Gróðurbreytingar sem tengjast beit eða beitarfriðun eru sums staðar verulegar við Lagarfljót og í mörgum tilvikum engu minni en þær sem rekja má til vatnsborðsbreytinga (10.–11. mynd). Þá er ljóst að breytingar af völdum friðunar hafa haldið áfram síðasta áratuginn, þ.e. eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa. Áhrif minni beitar eru einna greinilegust í Skógargerði, Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi og síðasta áratuginn einnig í Vallanesi. Á öllum þessum stöðum hefur ásýnd lands breyst gríðarlega, aðallega vegna þess að trjákenndar plöntur eins og víðir og nú á síðari árum birki hafa aukist og setja mikinn svip á land (28.–36. og 40.–48. ljósmynd).

Eins og fjölmargar rannsóknir hafa sýnt getur beit haft mikil áhrif á gróður (Hörður Kristinsson 1979, Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984, Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992, Anna Guðrún Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993, Anna Guðrún Þórhallsdóttir 2003, Björn Þorsteinsson og Anna Guðrún Þórhallsdóttir 2010, Ross o.fl. 2016). Fara áhrifin gjarna eftir því hvaða skepnur koma við sögu og hversu þung beitin er (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992, Anna Guðrún Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993). Hross hafa t.d. lítinn áhuga á birki og víði sem sauðfé sækist eftir (Ingvi Þorsteinsson 1980, Anna Guðrún Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993, Anna Guðrún Þórhallsdóttir 2003). Þegar dregið er úr beit eða land friðað verða því oft miklar gróðurbreytingar. Tegundir sem áður voru bitnar ná að vaxa upp og hækka. Í mörgum tilvikum fækkar tegundum við minni beit eða friðun (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992, Speed o.fl. 2013), m.a. vegna þess að þær sem eru öflugastar í samkeppni ná að ryðja öðrum úr vegi, t.d. með því að skyggja á lágvaxnar tegundir og spilla spírunar- og uppvaxtarstöðum. Dæmi um þetta allt má finna á rannsóknarsvæðunum við Lagarfljót. Í Skógargerði, þar sem land hefur verið friðað frá 1978, hefur snarrótarpuntur sums staðar orðið mjög ráðandi og valdið því að mosi á erfitt uppdráttar í þéttu grasinu og háplöntutegundum hefur fækkað (13. mynd, 25.–27. ljósmynd). Sama er einnig að gerast í Vallanesi en þar hefur snarrótarpuntur breiðst út og er sums staðar orðinn mjög öflugur og hefur valdið rýrnun mosabekju og fækkun tegunda. Ætla má að minni mosabekja í reitum við Lagarfljót sé að stórum hluta afleiðing minna beitarálags eða friðunar. Þetta á þó ekki við í öllum tilvikum því að þar sem land er blautast, svo sem (í reitum F, G, I, J og K) í Finnsstaðanesi og (í reit C) í Dagverðargerði eru orsakir mikillar minnkunar mosabekju sennilega allt eins hækkuð vatnsstaða. Að friðun fyrir beit hafi valdið þessu er heldur ólíklegt því að eins og fram hefur komið í þessari rannsókn (9. mynd) og öðrum er beit yfirleitt lítil á mjög blautu landi (Ross o.fl. 2016).

Á rannsóknarsvæðunum við Lagarfljót hefur hrossabeit sums staðar verið mikil, einkum hin síðari ár í Klausturnesi og utan brúar við Hjarðarból. Það er vel þekkt að beit hrossa getur haft mikil áhrif á gróður og jarðveg (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1990). Ekki er þó ljóst að hve miklu leyti mikil hrossabeit hefur haft áhrif á niðurstöður gróðurmælinga á þessum svæðum. Til þess að draga úr áhrifum beitarinnar voru reitir á mest beittu svæðunum í Klausturnesi (reitir D, E og F) girtir af með rafmagnsgirðingum árið 1993 (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Girðingum var hins vegar illa við haldið og voru þær orðnar gagnslitlar

árið 2004 þegar reitirnir voru mældir. Þessir reitir voru svo friðaðir aftur sumarið 2014 með rafmagnsgirðingum til þess að unnt væri að mæla þar gróður.

Beitin hefur sums staðar verið það mikil að ástand lands flokkast sem slæmt eða jafnvel mjög slæmt samkvæmt kvarða sem gerður hefur verið í þeim tilgangi að auðvelda mönnum að meta ástand hrossahaga (63.–67. ljósmynd) (Borgþór Magnússon o.fl. 1997).

## **5.5 Umhverfismat – hvernig stóðust spár?**

Þegar Kárahnjúkavirkjun var í undirbúningi fór framkvæmdin í umhverfismat þar sem meðal annars Náttúrufræðistofnun Íslands mat hver yrðu áhrif virkjunarinnar á gróður við Lagarfljót (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl. 2001). Til grundvallar var lögð áætluð vatnshæð í fljótinu (Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 2001) og niðurstöður fyrri rannsókna á gróðri í föstum reitum við fljótið, þ.e. þeim sem fjallað er um í þessari rannsókn. Það er því áhugavert að skoða hvort þessar spár hafa gengið eftir. Við spánnar var gert ráð fyrir að virkjunin yrði framkvæmd í tveimur áföngum og síðan nefndar nokkrar mótvægisáðgerðir sem ætlaðar voru til að draga úr áhrifum virkjunarinnar, m.a. að lækka klapparhaft við Lagarfoss, rýmka farveg við Straum og að dýpka hann á um 11 km kafla á móts við Egilsstaði. Af þessu þrennu hefur einungis klapparhaftið verið lækkað. Fallið var frá áfangaskiptingu (Egill Axelsson 2012) og verður hér á eftir eingöngu miðað við áætluð áhrif eftir annan áfanga virkjunarinnar en það er nokkurn veginn eins og virkjunin er rekin nú.

### **5.5.1 Valþjófsstaður – Gilsáreyri**

Líkan Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen (VST) (2001) gerði ráð fyrir að vatnsborð myndi hækka nokkuð á þessum kafla í ánni. Miðað við sumarmánuðina júní, júlí og ágúst var reiknað með 3, 11 og 25 cm hækkun en við Gilsáreyri (Hólma) yrði hækkun mun minni, eða 1, 3 og 7 cm. Mælingar eftir 2001 sýna hins vegar talsvert meiri hækkun með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar, eða 35 cm miðað við allt árið við Valþjófsstaðanes. Sams konar mælingar við Hólma sem staðið hafa frá 2004 sýna hækkun um 31 cm (Egill Axelsson 2012).

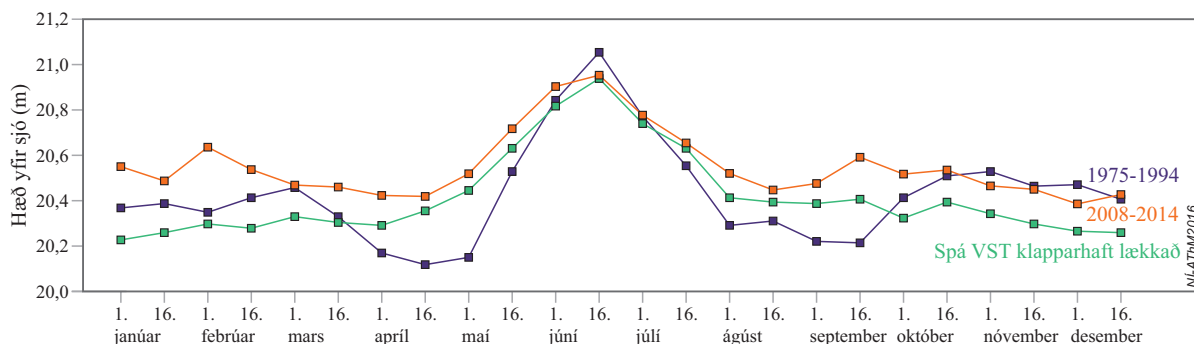
Samkvæmt umhverfismatinu var gert ráð fyrir að hækkun vatnsborðs hefði einna mest áhrif í framræsta mýrlendinu í Klausturnesi. Þar myndi land blotna og votlendisgróður breiðast út. Einnig myndi landbrot aukast, a.m.k. tímabundið (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl. 2001). Hvað varðar landbrotið hefur það gengið eftir en gróðurbreytingar í Klausturnesi hafa ekki orðið eins og spáð var en þar var einmitt gripið til ráðstafana með dælingu úr skurðakerfinu sem greinilega hefur komið í veg fyrir að land blotnaði. Þar hefur einmitt gerst hið gagnstæða – land hefur þornað og gróður breyst í samræmi við það (10. mynd). Á hinum svæðunum á þessum kafla árinna er ekki að sjá veruleg áhrif á gróður af hækkun vatnsborðs enn sem komið.

### **5.5.2 Gilsáreyri – Lagarfljótsbrú**

Miðað við líkөн VST (2001) um vatnshæð í fljótinu við Lagarfljótsbrú, að því gefnu að klapparhaft við Lagarfoss væri lækkað, átti vatnshæð að breytast nokkuð innan ársins (33. mynd). Sumarmánuðina júní–ágúst var gert ráð fyrir litlum breytingum en hins vegar myndi vatnsborð lækka í október–mars um u.þ.b. 10–15 cm en hækka um 15–20 cm síðla vetrar (apríl–maí) og snemma hausts (sept.).

Mælingar við Lagarfljótsbrú 2008–2014 sýna að þetta hefur ekki gengið eftir því að vatnsborð hefur hækkað talsvert meira en gert var ráð fyrir, aðallega að vetrinum (33. mynd).





33. mynd. Meðalvatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú samkvæmt mælingum 1975–1994 (svört lína) og áætluð vatnshæð í fljótinu eftir að Kárahnjúkavirkjun tæki til starfa og klapparhaft hefði verið lækkað við Lagarfoss (græn lína). Athuga skal að tölurnar eru áætlaðar út frá línuritum í skýrslu VST (2001). Til samanburðar er sýnd vatnshæð í fljótinu eins og hún varð samkvæmt mælingum við Lagarfossbrú eftir að Kárahnjúkavirkjun var gangsett. Þ.e. 2008–2014. Miðað er við mæligildi 1. og 16. hvers mánaðar.

Miðað við þær forsendur sem gefnar voru var ekki gert ráð fyrir miklum gróðurbreytingum á þessum kafla í fljótinu og sama var að segja um landbrot.

Þrátt fyrir hærri vatnsstöðu sýna gróðurmælingar sumarið 2014 að í Vallanesi hefur gróður ekki breyst mikið af þeim sökum (10. mynd), sennilega vegna þess að land stendur hvergi mjög lágt. Hins vegar benda athuganir við Egilsstaði til þess að landbrot hafi heldur aukist (5. ljósmynd).

### 5.5.3 Lagarfljótsbrú – Lagarfoss

Samkvæmt spá VST (2001) fyrir þennan hluta fljótsins mátti gera ráð fyrir að vatnshæð breyttist nokkuð við Lagarfljótsbrú eins og fram kemur í kaflanum hér á undan. Við Dagverðargerði var reiknað með að vatnsborð myndi hækka að jafnaði um u.þ.b. 10 cm en lækka örlítið við Lagarfoss (0–2 cm). Draga myndi úr vatnsborðssveiflum (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl. 2001).

Miðað við þetta var því spáð að gróður myndi lítið breytast vegna virkjunarinnar. Þó var óvissa um hver áhrif yrðu ef land næði ekki að þorna eins mikið og áður snemma vors (apríl–maí) og síðsumars (sept.). Reiknað var með að draga myndi úr þeim gróðurbreytingum sem Lagarfossvirkjun kom af stað eða að þær myndu stöðvast (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl. 2001). Talið var að landbrot yrði svipað og áður.

Nú er hins vegar komið í ljós að vatnsborð hefur hækkað að jafnaði um 14 cm við Lagarfljótsbrú en lækkað um 34 cm við Lagarfoss (3. mynd).

Forsendur eru því talsvert breyttar frá því að spá um gróðurbreytingar var gerð. Niðurstöður mælinga 2014 benda til þess að land hafi blotnað meira en spáð var í Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi en þornað nokkuð á ytri svæðunum frá Skógargerði til Dagverðargerðis. Gróðurbreytingar eru hins vegar nokkurn veginn í samræmi þær breytingar sem urðu á vatnshæðinni.

Þegar lítið er á öll svæðin má af framansögðu með allsterkum rökum segja að spá Náttúrufræðistofnunar Íslands um gróðurbreytingar (Guðmundur A. Guðmundsson o.fl. 2001) hafi staðist betur miðað við þær forsendur sem gefnar voru en spá VST um breytingar á vatnshæð í fljótinu (Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 2001).

## 5.6 Ályktanir

Vatnsborðsbreytingar vegna virkjananna tveggja, Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar, hafa breytt vatnafari í Lagarfljóti mikið og er það nú frábrugðið því náttúrulega mynstri sem ríkti áður en virkjað var. Víðast hvar hefur vatnsborð hækkað og sveiflur yfir árið stórminnkað. Við Lagarfljótsbrú hefur vatnsborð t.d. hækkað vegna virkjananna um 42 cm að jafnaði yfir árið.

Rannsóknin sýnir einnig að virkjanirnar hafa haft veruleg áhrif á gróður á þeim svæðum sem lægst liggja við fljótið. Við hækkað vatnsborð aukast votlendistegundir á kostnað deiglendis- og þurrlendistegunda. Þessara breytinga verður fljótt vart en þær geta tekið áratugi. Niðurstöðurnar benda einnig til þess að ef vatnsborð lækkar á ný breytist gróður á tiltölulega fáum árum aftur í átt til fyrra horfs.

Virkjanirnar hafa ekki aðeins valdið gróðurbreytingum heldur hefur nokkurt land farið undir vatn, eyðst við rof frá bökkum eða spillst við sand- og malarburð upp á gróið land.

Telja verður fullvíst að áhrif Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við fljótið séu ekki að fullu komin fram. Ætla má að gróður muni því breytast á næstu árum og áratugum á láglandis-svæðum við fljótið og landbrot halda áfram þar sem bakkar eru óvarðir og viðkvæmir fyrir rofi.

Nú hafa bakkar verið varðir með góðum árangri á nokkrum stöðum. Enn eru þó stór svæði þar sem landbrot er verulegt, svo sem við Dagverðargerði, Rangá I og II og við Klausturnes. Þar þyrfti nauðsynlega að grípa til aðgerða. Að öðrum kosti munu bakkar halda áfram að brotna enn um sinn og frjósamt land á bökkum eyðast.

Verulegar gróðurbreytingar hafa orðið við fljótið sem rekja má til minni beitar eða friðunar fyrir sauðfjárbreit. Þessar breytingar taka marga áratugi og því má gera ráð fyrir að gróðurfar muni af þessum sökum breytast á komandi árum. Væntanlega mun trjákenndur gróður, svo sem víðir og birki, aukast mikið einkum ef loftslag verður svipað og verið hefur eða fer hlýnandi.

## 5.7 Framhald rannsókna

Rannsóknirnar við Lagarfljót hafa nú staðið í hartnær 40 ár og því edlilegt að metið sé hvort nú skuli látið staðar numið eða hvort rannsóknum skuli haldið áfram enn um sinn.

Í ljósi þess að enn má búast við talsverðum breytingum á gróðri af völdum Kárahnjúkavirkjunar og að um meiri háttar breytingar á vatnafari í fljótinu er að ræða verður að telja edlilegt að þessum rannsóknum verði haldið áfram. Hæfilegt væri að endurmæla gróður árið 2024, þegar 10 ár verða liðin frá síðustu mælingu. Ekki er nauðsynlegt að mæla áfram í öllum reitum. Vel mætti hugsa sér að sleppa reitunum á Gilsáreyri en þeir standa það hátt að lítilla breytinga er þar að vænta af völdum Kárahnjúkavirkjunar. Verði hrossabeit eitthvað svipuð og verið hefur að undanförunu í Klausturnesi og utan brúar við Hjarðarból er öllum rannsóknum þar sjálfhætt því að þýðingarlítið er að mæla gróður undir svo miklu beitarálagi nema til að kanna áhrif hrossabeitar.

Nú hefur vatnsstaða í reitum verið könnuð að hausti í allmörg ár og því hafa fengist allgóðar upplýsingar um grunnvatnsstöðu í einstökum reitum. Frekari mælingar munu sennilega ekki bæta miklu við nema þá ef settir yrðu sírítar í einhverja reiti til að fá nánari upplýsingar um samfelldar breytingar á grunnvatnsstöðu.

Hvað varðar landbrot er mjög æskilegt að fylgjast áfram með því ef ekki verður ráðist í frekari bakkavarnir þar sem landbrotið er mest.

Verði ákveðið halda þessum rannsóknum áfram er nauðsynlegt að fara a.m.k. annað hvert ár til að kanna ástand reita, laga hornhæla og meta beit.

## 6 ÞAKKIR

Við mælingar hafa auk höfundar unnið Ingibjörg Eyþórsdóttir (1975–1995), Ragnheiður Erla Bjarnadóttir (1975), Oddur Eiríksson (1975–1976), Einar Hjörleifsson (1983), Ellý R. Guðjohnsen (2004 og 2014), María Ingimarsdóttir (2004), Pálína Héðinsdóttir (2004), Ásrún Elmarsdóttir (2011 og 2014) og Rannveig Thoroddsen (2014). Kristbjörn Egilsson hefur unnið að rannsóknunum frá upphafi allt til ársins 2010. Skarphéðinn Þórisson fylgdist í allmörg ár með rafmagnsgirðingum sem settar voru kringum nokkra reitanna árið 2003. Hallgrímur Þórhallsson setti upp og tók niður rafmagnsgirðingar sumarið 2014. Anette T. Meier teiknaði flestar myndanna, útbjó kort í skýrsluna og bjó ljósmyndir til prentunar. Borgþór Magnússon las yfir handrit og færði margt til betri vegar. RARIK ohf., Vatnamælingar Orkustofnunar, Vegagerðin, Veðurstofa Íslands, Landsvirkjun, landeigendur og ýmsir fleiri hafa veitt margs konar upplýsingar og aðstoð sem nýst hefur við rannsóknina. Öllum eru færðar bestu þakkir.

## 7 HEIMILDIR

Anna Guðrún Þórhallsdóttir 2003. Áhrif beitar á gróðurfur og landslag. *Ráðunautafundur*. Reykjavík: Búnaðarfélag Íslands.

Anna Guðrún Þórhallsdóttir og Ingvi Þorsteinsson 1993. Behaviour and plant selection. *Búvísindi* 7: 59–77.

Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979. *Umhverfissrannsóknir við Lagarfliót VII: jarðvatnsathuganir*. Reykjavík: Rafmagnsveitur ríkisins.

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

Björn Þorsteinsson og Anna Guðrún Þórhallsdóttir 2010. *Gróðurfarsúttekt á Húsafellsskógi og Geitlandi 2010*. Fjölrit Náttúrustofu Vesturlands nr. 18. Stykkishólmur: Náttúrustofa Vesturlands

Borgþór Magnússon 1995. *Gróðurbreytingar í mólendi við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1993–1994*. Fjölrit Rala nr. 182. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins.

Borgþór Magnússon 2003. *Grunnvatn, gróður og strandmyndun við Blöndulón: áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1998–2002*. RALA 024/UM-015. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2003/044. Reykjavík: Landsvirkjun.

Borgþór Magnússon og Sigmar Metúsalemsson 2015. *Blöndulón: vöktun á strandrofi og áfoki. Áfangaskýrsla 2014*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NI-15004. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2015/055. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.

- Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1990. *Áhrif búffjárbeitar á gróður framræstrar mýrar í Sölvholti í Flóa*. Fjölrit RALA nr. 147. Reykjavík: Rannsóknarstofnun landbúnaðarins.
- Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992. *Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði*. Fjölrit RALA nr. 159. Reykjavík: Rannsóknastofnun Landbúnaðarins.
- Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir og Björn H. Barkarson 1997. *Hrossahagar: aðferð til að meta ástand lands*. Reykjavík: Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Landgræðsla ríkisins.
- Borgþór Magnússon, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Victor Helgason 2009. *Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd við Blöndulón: lokaskýrsla 1993–2009*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-09017. Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2009/120). Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- 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.
- Crochet, P., T. Jóhannesson, T. Jónsson, O. Sigurðsson, H. Björnsson, F. Pálsson og I. Barstad 2007. Estimating the spatial distribution of precipitation in Iceland using a linear model of orographic precipitation. *J. of Hydrometeorol.* 8(6): 1285–1306.
- Einar Gíslason og Ingvi Þorsteinsson 1978. *Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót IX: Gróðurkort*. Reykjavík: Rafmagnsveitur ríkisins.
- Egill Axelsson 2012. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á vatnsborð og grunnvatn á láglandi á Héraði*. Landsvirkjun, LV-2012-099. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Elín Fjóra Þórarinsdóttir og Sigurjón Einarsson 2012. *Skráning á landbroti á bökkum Lagarfljóts og Jökulsár í Fljótsdal*. Landgræðsla ríkisins, Lr-2012/21. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2012-109. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977. *Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót III: Grasafræðirannsóknir á láglandissvæðum við Lagarfljót*. Reykjavík: Rafmagnsveitur ríkisins.
- Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1983. *Grasafræðirannsóknir á láglandissvæðum við Lagarfljót sumarið 1983*. Náttúrufræðistofnun Íslands, óbirt handrit.
- Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985. *Grasafræðirannsóknir á láglandissvæðum við Lagarfljót sumarið 1984*. Reykjavík: Rafmagnsveitur ríkisins.
- Forverk hf. 1977. *Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót II: landmælingar og kortagerð*. Skýrsla samin af Forverki hf., Orkustofnun og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf. Reykjavík: Rafmagnsveitur ríkisins.
- Gould, W.A. og Walker, M.D. 1999. Plant communities and landscape diversity along a Canadian Arctic river. *Journal of Vegetation Science* 10: 537–548.
- Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson, Halldór Walter Stefánsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2001. *Kárahnjúkavirkjun: Áhrif breytinga á vatnafari Jökulsár á Dal og Lagarfljóts á gróður, fugla og seli*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-01005. Unnið fyrir Landsvirkjun. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.

- Gunnar Gunnarsson 1944. *Fljótsdalshérað*. Árbók Ferðafélags Íslands 1944. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.
- Halldór Björnsson 2003. *The annual cycle of temperature in Iceland*. Veðurstofa Íslands, 03037. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1998. *Jarðfræðikort af Íslandi. 1:500.000. Höggun*. 1. útg. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Hörður Kristinsson 1979. Gróður í beitarfriðuðum hölmum á Auðkúluheiði og í Svartárbungum. *Týli* 9: 33–46.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn* 53: 19–40.
- Ingvi Þorsteinsson 1980. Gróðurskilyrði, gróðurfar, uppskera og plöntuval búfjár. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 12: 85–99.
- Jansson, R., C. Nilsson og B. Renöfalt 2000. Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology* 81: 899–903.
- Malmqvist, B. og S. Rundle 2002. Threats to the Running Water Ecosystems of the World. *Environmental Conservation* 29: 134–153.
- Nilsson, C., A. Ekblad, M. Gardfjell og B. Carlberg 1991. Long-Term Effects of River Regulation on River Margin Vegetation. *Journal of Applied Ecology* 28: 963–987.
- 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.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2007. *Blöndulón: vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd*. *Áfangaskýrsla 2006*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07007. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2007/047. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon, Guðrún Gísladóttir og Þorsteinn Þorsteinsson 2010. Shoreline erosion and aeolian deposition along a recently formed hydro-electric reservoir, Blöndulón, Iceland. *Geomorphology* 114: 542–555.
- Orkusalan. Virkjanir. <https://www.orkusalan.is/um-orkusoluna/#box-3> [skoðað 8.3.2016]
- Ross L.C., G. Austrheim, L-J Asheim, G. Bjarnason, J. Feilberg, A.M. Fosaa, A.J. Hester, Ø. Holand, I.S. Jónsdóttir, L.E. Mortensen, A. Myrsetrud, E. Olsen, A. Skonhoft, J.D.M. Speed, G. Steinheim, Des B.A. Thompson, A.G. Thórhallsdóttir 2016. Sheep grazing in the North Atlantic region: A long-term perspective on environmental sustainability. *Ambio* 45(2): 1–16. DOI 10.1007/s13280-016-0771-z
- SAS Institute Inc. 2010. *Using JMP 9*. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc.
- Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990. Studies in the grazing of a drained lowland fen in southern Iceland. II. Plant preferences of horses during summer. *Búvísindi* 4: 109–124.
- Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson 2008. *Gróðurbreytingar við Lagarfjót 1976–2004*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-08002. Unnið fyrir RARIK ohf. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.



- Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson 1998. *Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–1994*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-98019. Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Sigurjón Helgason og Loftur Þorsteinsson 1977. *Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót X: athuganir á vatnsborðssveiflum*. Reykjavík: Rafmagnsveitur ríkisins.
- Sigurjón Rist 1975. *Stöðuvötn*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Sjörs, H. 1956. *Nordisk växtgeografi*. Stockholm: Scandinavian University Books.
- Speed, J.D.M., G. Austrheim og A. Mysterud 2013. The response of plant diversity to grazing varies along an elevational gradient. *Journal of Ecology* 101(5): 1225–36. doi:10.1111/1365-2745.12133
- 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.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 2001. *Kárahnjúkavirkjun: áhrif á vatnafar*. VST 2000–0304/01. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV–2001/004. Reykjavík: Landsvirkjun.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1993. Effects of Winter Inundation on Tundra Vegetation in Iceland: Implications for Hydroelectric Development in the Arctic. *Arctic and Alpine Research* 25: 220–227.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994. *Áhrif miðlunarlóns á gróður og jarðveg í Þjórsárverum*. Líffræðistofnun Háskólans. Reykjavík: Líffræðistofnun Háskólans.



## 8 VIÐAUKAR

**1. viðauki.** Hæð hæstu plantna víðis og birkis í rannsóknarreitum, mæld í smáreitum. Hæð víðis var mæld þrisvar, þ.e. 1993–1995, 2004 og 2014 en hæð birkis tvisvar. Hæð var aðeins mæld ef plöntur voru hærri en 4 cm. X táknar að tegund hafi fundist utan smáreita og því ekki mæld. Skyggðir fletir tákna að viðkomandi reitur hafi verið ónýtur.

Reitur	Fjallavíðir						Loðvíðir						Gulvíðir						Birki					
	1976	1983–1984	1993–1995	2004	2014		1976	1983–1984	1993–1995	2004	2014		1976	1983–1984	1993–1995	2004	2014		1976	1983–1984	1993–1995	2004	2014	
<b>Dagverðargerði</b>																								
A																								
B																								
C																								
D	x	x	4	30	61													x						
P	x	x	4	x							x				4	x	x							
X	x	x	4	20	46					15	x	x	x			42								20
Y	x	x	4	28	48		x		20	52							39							
<b>Rangá I</b>																								
A																								
B	x	x	4	14	18																			
C	x	x	4	15	22																			
D	x	x	4	x																				
E	x	x	4	24	35																			
F	x	x	4	21	19				23	51														
X	x	x	4	26	36	x			28	28	x													
Y	x	x	4	22					15						18									
<b>Rangá II (RII) og Skógargerði (S)</b>																								
RII A																								
RII B		x	4	x	x					x	x													
RII C	x	x	4	23	12				4	31	28							x						
SA	x	x	4	65	23						99					x	127					57	77	
SB	x	x	4		12	x	x	4	40	45							21							
SC		x				x	x	4	28	57														
<b>Finnsstaðanes</b>																								
A				13	8	x	x	20	50	72	x	x	47	125	140									
B				33		x	x	25	53	82	x	x	50	103	120									
C									29		x	x	52	134	145									
D						x	x	22	43	30			26	38	67									
F											x	x	43	65	83									
G								30			x	x	50	100	112									
H											x	x	40	75	118									
I				30		x	x	5	52	x		x	20	40	84									
J		x				x		25	50	42	x	x	30	37	48									
K	x	x							x		x		17	26	29									

1 tafla. Framh.

Reitur	Fjallaviðir							Loðviðir							Gulvíðir							Birki						
	1976	1983-1984	1993-1995	2004	2014	1976	1983-1984	1993-1995	2004	2014	1976	1983-1984	1993-1995	2004	2014	1976	1983-1984	1993-1995	2004	2014	1976	1983-1984	1993-1995	2004	2014			
<b>Egilsstaðanes</b>																												
A						×	×	65	48	×	×	×	170	200	160													
D						×	×	97	95	120	×	×	125	146	120													
E											×	×		11	62													
F				8		×	×	37	48	39	×	×	160	166	170													
<b>Vallanes</b>																												
C											×	×	50	64	137						24	130						
E					×																				×			
F			4	13	40																							
G																				×								
H				×	×																							
J																												
K									×	×																		
L	×	×																										
<b>Gilsáreyri</b>																												
A																												
B																								×	103			
C																							×		6			
<b>Hjarðarból</b>																												
A					22				70	34														×	52			
B				20	25				23	35				23	×									34	108			
C																												
D				18	57				27	42				16	×													
E					×				×						×													
<b>Melanes</b>																												
A	×		5	9	■	×	×	15	18	■				■											■			
B				5	17	×	×	20	26	21															×			
C																												
D				×	8	×	×	45	68	65				43	15													
E			15	15	15	×	×	15	13	×														×	×			
<b>Klausturnes</b>																												
A																												
B	×	×		4	7	■				■				■											■			
C																												
D																												
E																												
F																												

## 2. viðauki. Ljósmyndir

### Landbrot



1. Ljósmynd. Landbrotssnið Lb2 við Steinsvaðsflóa. Frá 2008 hefur landbrot verið mjög lítið eða 1–8 cm á ári. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 10. ágúst 2014.



2. Ljósmynd. Mikið landbrot hefur verið við reit A í Dagverðargerði síðustu árin. Frá 2008 hefur það verið 56–79 cm á ári. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 7. ágúst 2014.





3. Ljósmynd. Landbrot við reit A á Rangá I hefur verið allmikið frá upphafi mælinga árið 1975, eða 26–38 cm á ári. Ljós. Ásrún Elmarsdóttir, 7. ágúst 2014.



4. Ljósmynd. Vegur og bakkavörn á austurbakka Lagarfjóts við Finnsstaðanes, lagður árið 1988. Þarna hafid verið mikið landbrot en fyrir það tók er vegurinn var lagður. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 20. sept. 2011.





5. ljósmynd. Landbrot við túnið á Egilsstöðum. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 10. ágúst 2014.



6. ljósmynd. Við Vallanes hefur fljótið kastað upp mól og sandi og myndað talsverðan hrygg sem sums staðar hefur gengið inn á gróið land. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 24. okt. 2013





7. ljósmynd. Við Vallanes hefur fljótið kastað upp mól og sandi og myndað talsverðan hrygg sem sums staðar hefur gengið inn á gróið land. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 24. okt. 2013.



8. ljósmynd. Horft út eftir norðurbakka fljótsins í átt að Brekku af nýja veginum yfir Jökulsá við Gilsáreyri. Eftir að vegurinn var lagður hefur land við bakkann utan vegar gróið talsvert upp. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 23. sept. 2013.





9. ljósmynd. Bakkavörn við Eyrarland við landbrotssnið Lb10. Hér hefur bakkinn verið klæddur gróðurtorfum sem komið hefur í veg fyrir landbrot. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 29. sept. 2008.



10. ljósmynd. Landbrot við reit D í Klausturnesi. Þarna hefur landbrot aukist talsvert eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa. Árin 1984–2008 var landbrot 7–9 cm á ári en frá 2008–2014 hefur það verið 23–39 cm á ári. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 12. ágúst 2014.



## Gróðurbreytingar



11.–12. ljósmynd. Breytingar við Dagverðargerði 1975–2014. Þótt vatnshæð sé ólík í fljótinu á þessum myndum má merkja að bakkinn hefur breyst og tjarnir stækkað. Ljós. Eyþór Einarsson (efri mynd), ágúst 1975 og Sigurður H. Magnússon (neðri mynd), 6. ágúst 2014.





13.–15. ljósmynd. Gróðurbreytingar í reit A í Dagverðargerði 1975–2014. Í reitnum, sem liggur á flóðagarði við fljótið, hafa orðið verulegar breytingar. Fyrstu áratuginu voru greinileg merki um að land hefði blotnað. Þekja snarrótarpunts sem var ríkjandi minnkaði en mýrastör jókst að sama skapi. Eftir að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa snerist þetta við því snarrót hefur aukist á ný en þekja mýrastarar minnkað. Auk þess hefur hálingresi aukist en þekja mosa minnkað. Birki og geithvönn hafa nú numið land í reitnum, greinileg merki friðunar.





16.–18. ljósmynd. Reitur P í Dagverðargerði er á flóðagarði á bakka fljótsins. Á rannsóknartímanum hefur land blotnað og breyst úr deiglendi í mýri. Þekja mýrastarar jókst mikið en þekja snarrótarpunts minnkaði. Mosi, sem var mikill í reitnum, hefur nánast horfið. Á neðstu mynd má sjá viðibrúska sem hafa aukist í kjölfar minni sauðfjárbeitar.





19.–21. ljósmynd. Reitur C í Dagverðargerði. Í reitnum, sem liggur í lægð milli flóðagarðs og brekkuróta, hafa orðið miklar breytingar á gróðri vegna hækkaðrar vatnsstöðu. Þekja mýrastarar hefur minnkað mikið en á móti hefur þekja tjarnastarar aukist en hún þrífst vel á mjög blautu landi.





22.–24. ljósmynd. Reitur B á Rangá II. Í reitnum, sem er á norðurbakka Rangár skammt frá ósum, hafa orðið talsverðar gróðurbreytingar sem einkum má rekja til minni sauðfjárbeitar. Veruleg aukning hefur orðið á þekju hálingresis. Á myndunum má greina að víðir hefur aukist í landinu.





25.–27. ljósmynd. Reitur B í Skógargerði. Í reitnum, sem liggur á suðurbakka Rangár skammt frá ósum, hafa orðið breytingar sem einkum má rekja til minnkandi sauðfjárbeitar. Veruleg aukning hefur orðið á þekju snarrótarpunts, hálingresis og loðviðis. Háplöntutegundum hefur fækkað (úr 43 í 37) og þekja mosa minnkað mikið (úr 62% í 6%).





28.–30. ljósmynd. Gróðurbreytingar í reit A í Skógargerði. Í reitnum, sem liggur á bakka Lagarfjóts neðan við bæinn í Skógargerði, hafa orðið verulegar breytingar á gróðri sem einkum má rekja til friðunar fyrir sauðfjárbreit. Þekja fjalldalafíls, gulvíðis og loðvíðis hefur aukist og geithvönn hefur numið land. Háplöntutegundum hefur fækkað (úr 41 í 29) og þekja mosa minnkað (úr 75% í 19%).





31.–33. ljósmynd. Reitur D á Finnsstaðanesi er á bakka Lagarflióts norðvestan við Egilsstaðaflugvöll. Litlar breytingar hafa orðið sem rekja má til breytinga á vatnshæð en nokkrar sem orsakast hafa af friðun lands fyrir sauðfjárbeit. Aukning loðvíðis og gulvíðis er þar einna mest áberandi.





34.–36. ljósmynd. Reitur B á Finnsstaðanesi er í deiglendi á bakka Lagarfjóts. Miklar breytingar hafa orðið á gróðri sem einkum má rekja til friðunar fyrir sauðfjárbeit. Bæði loðvíðir og gulvíðir hafa aukist mikið í reitnum og setur gulvíðirinn nú mikinn svip á svæðið.





37.–39. ljósmynd. Reitur K á Finnsstaðanesi; dæmi um land í nesinu sem breyst hefur mjög mikið að gróðurfari vegna hækkaðrar grunnvatnsstöðu. Í reitnum, sem liggur í lægð undir brekkurótum skammt neðan við Finnsstaði I, hafa eindregnar votlendistegundir eins og gulstör, tjarnastör og engjarós eflst mikið á kostnað mýrastarar, horblöðku og vetrarkvíðastarar.





40.–42. ljósmynd. Reitur A á Egilsstaðanesi. Í reitnum, sem liggur á bakka Lagarfljóts við Egilsstaðaflugvöll, hefur land eyðst talsvert við landbrot en þar hafa einnig orðið breytingar á gróðri sem aðallega má rekja til friðunar fyrir sauðfjárbreit. Mikil aukning hefur orðið á gulviði og fjalldalaffli og nokkur á túnvingli og hálingresi. Hins vegar hefur dregið úr þekju hvítmára. Mosapækja hefur aukist nokkuð.





43.–45. ljósmynd. Reitur E á Egilsstaðanesi. Gróður í reitnum, sem liggur í lægð við enda kils við fljótið við Egilsstaðaflugvöll, hefur breyst talsvert frá því mælingar hófust. Þær má bæði rekja til breyttra beitarháttar og vatnshæðar í fljótinu. Dregið hefur úr þekju mýrastarar en þekja engjarósar aukist sem bendir til að land hafi blotnað. Gulvíðir hefur aukist sem rekja má til friðunar fyrir sauðfjárbeit.





46.–48. ljósmynd. Reitur K á Vallanesi. Í reitnum, sem er við tjörn um 800 m frá fljótinu, hafa orðið nokkrar gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu. Þekja engjarósar hefur aukist en á móti hefur dregið úr þekju mýrastarar. Áhrif friðunar fyrir sauðfjárbreit má m.a. sjá í nágrenni reitsins en þar er bæði birki og víðir að vaxa upp.





49.–51. ljósmynd. Reitur C á Gilsáreyri er um 160 m frá Jökulsá á Fljótsdal. Talsverðar gróðurbreytingar hafa orðið í reitnum sem aðallega má rekja takmarkaðrar sauðfjárbeitar og áfoks frá ánni. Á rannsóknartímanum hefur land gróið mikið upp og tegundum fjölgað. Þekja hvítmára og túnvinguls hefur aukist mikið.





52.–54. ljósmynd. Reitur E á Melanesi. Reiturinn er í hallamýri um 300 m frá Jökulsá á Fljótsdal. Nokkrar breytingar hafa orðið á gróðri sem einkum má rekja til minni sauðfjárbeitar. Þekja kornsúru og fjallavíðis hefur aukist en mýrastarar hefur minnkað.





55.–57. ljósmynd. Reitur D á Klausturnesi. Reiturinn er í graslendi við Breiðutjörn um 30 m frá bakka Jökulsár í Fljótsdal. Gróðurbreytingar hafa verið sveiflukennndar en hrossabeit hefur verið mjög mismikil. Síðasta áratuginn (2004-2014) hefur þekja mýrelftingar, hálingresis og hvítmára aukist en þekja snarrótarpunts minnkað.





58.–60. ljósmynd. Reitur E í Klausturnesi er í framræstri mýri um 360 m frá Jökulsá á Fljótisdal. Hrossabeit hefur verið mikil frá 2004. Eini reiturinn í nesinu þar sem gróðurbreytingar sýndu að land hafi blotnað verulega. Síðasta áratuginn (2004–2014) hefur þetta snúist við því land hefur þornað aftur í kjölfar þess að farið var að dæla úr skurðakerfinu út í Jökulsá - þekja vetrarkvíðastarar hefur minnkað en hálíngresis aukist.





61. Ljósmynd. Í Vallanesi hefur snarrótarpuntur víða aukist mikið á síðustu árum. Yfirlit yfir reit J. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 9. ágúst 2014.



62. Ljósmynd. Yfirlit yfir gróður við reit K í Finnsstaðanesi. Miklar breytingar hafa orðið vegna hækkunar vatnsborðs. Fyrir miðri mynd eru stórir flákar með tjarnarstör og gulstör; tegundir sem þrífast einna best á forblautu landi. Engjarós er áberandi í forgrunni og fjær til hægri. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 20. sept. 2011.



## Hrossabeit



63.–64. ljósmynd. Séð yfir hluta af Klausturnesi. Mikil hrossabeit hefur verið sums staðar í nesinu frá því um 1991. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 29. sept. 2014.





65. ljósmynd. Áhrif hrossabeitar við reit D í Klausturnesi. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 23. sept. 2013.



66. ljósmynd. Áhrif hrossabeitar við reit E í Klausturnesi. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 23. sept. 2013.





67. ljósmynd. Áhrif hrossabeitar við reit F í Klausturnesi. Ljósm. Sigurður H. Magnússon, 23. sept. 2013.