



Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–2004

Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson

Unnið fyrir RARIK ohf.



Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–2004

Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson

Unnið fyrir RARIK ohf.

NÍ-08002

Reykjavík, september 2008



NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Séð yfir láglendisvæðið við Dagverðargerði. Ljós. Sigurður H. Magnússon, 2004.

ISSN 1670-0120

		Reykjavík <input checked="" type="checkbox"/> Akureyri <input type="checkbox"/>
Skýrsla nr. NÍ-08002	Dags, Mán, Ár September 2008	Dreifing X Opin Lokuð
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–2004		Upplag 160 Fjöldi síðna 97 Kort / Mælikvarði
Höfundar Sigurður H. Magnússon og Kristbjörn Egilsson		Verknúmer R0004760 Málsnúmer 2004070004
Unnið fyrir RARÍK ohf.		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur <p>Greint er frá niðurstöðum rannsóknar sem gerð var á árunum 1975–2004 á gróðri, jarðvegi, grunnvatnsstöðu og beit í 57 fóstum reitum á 10 láglandissvæðum við Lagarfljót ofan við Lagarfoss. Landbrot var einnig mælt á 13 stöðum við fljótið. Við úrvinnslu gagna var beitt DCA-hnitunargreiningu til þess að kanna breytileika í gróðri og til að meta tengsl ýmissa umhverfisþátta og gróðurbreyta við tegundasamsetningu háplantna.</p> <p>Á svæðunum er að finna allt frá mjög blautu votlendi upp í þurrlandi. Mýrastör var langalgengust og þekjumeist allra háplöntutegunda. Tegundasamsetning og þekja margra tegunda var tengd grunnvatnsstöðu í jarðvegi. Tegundir voru færstar þar sem land var blautast en þeim fjölgar eftir því sem land er þurrara. Sýrustig í jarðvegi var lægst og jarðvegur kolefnisríkastur þar sem land var blautast en sýrustig hækkar og kolefnismagn minnkar á þurrara landi.</p> <p>Með virkjun Lagarfoss árið 1975 breyttist vatnafar og flóðamynstur í fljótinu. Vatnsborð hækkaði að meðaltali um 190 cm við Lagarfoss en um 30 cm inn við Lagarfljótsbrú. Hækkunin varð að sumri en einkum þó að vetri.</p> <p>Talsverðar breytingar urðu á gróðri sem rekja má annars vegar til hækkaðs vatnsborðs, breytts flóðamynsturs og landbrots en hins vegar til minnkandi sauðfjárbeitar.</p> <p>Gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu voru langmestar utan við Lagarfljótsbrú og komu þar fram á blautu, deigu og allþurru landi. Þar sem vatnsborð hækkaði mest drapst gróður að mestu. Svæði vaxin flóagróðri blotnuðu enn frekar og eindregnar flóategundir eins og tjarnastör, gulstör, vetrarkvíðastör og horblaðka urðu ríkjandi í gróðri. Innan við Lagarfljótsbrú voru þessar breytingar litlar.</p> <p>Áhrif minnkandi sauðfjárbeitar voru mjög greinileg, einkum utan við Lagarfljótsbrú en þar var mikil aukning á gulvíði, loðvíði og grávíði. Aukning birkis síðasta áratuginn (1995–2004) er af sama toga. Víðast hvar minnkaði heildarþekja mosa og fléttna sem rakin var til aukinnar hæðar og meiri þéttleika háplantna vegna minnkandi beitar og hlýnandi loftslags.</p> <p>Landbrot var mest utan við Egilsstaði en úr því hefur dregið hin síðari ár. Leiddar voru líkur að því að við landbrotið og þær gróðurbreytingar sem urðu af völdum vatnsborðshækkunar í fljótinu hafi talsverður hluti af besta beitalandinu á bökkum fljótsins tapast.</p> <p>Í skýrslunni er fjallað um þær breytingar á gróðri og landbroti sem kunna að verða með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar og lagðar fram tillögur um framhald rannsókna.</p>		
Lykilorð Lagarfljót, Lagarfljóstsvirkjun, vatnsborðsbreytingar, grunnvatnsstaða, háplöntur, hnitunargreining, landbrot, vöktun.		Yfirfarið BB

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	7
1 INNGANGUR	10
2 RANNSÓKNARSVÆÐIÐ VIÐ LAGARFLJÓT	12
3 AÐFERÐIR	14
3.1 Val á rannsóknarsvæðum	14
3.2 Mælingar á gróðri og umhverfi	14
3.2.1 Gróður	14
3.2.2 Umhverfi	17
3.2.3 Ljósmyndir	20
3.2.4 Efnagreining jarðvegssýna	20
3.3 Úrvinnsla	21
3.3.1 Vatnshæð	21
3.3.2 Hæð yfir sjó, þúfnahæð og jarðvegsþykkt	21
3.3.3 Gróður og umhverfi	21
4 NIÐURSTÖÐUR	23
4.1 Vatnshæð í Lagarfljóti	23
4.1.1 Samband vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu í reitum	27
4.2 Gróður og umhverfisþættir	28
4.2.1 Tengsl grunnvatnsstöðu í reitum við gróður og aðra umhverfisþætti	32
4.3 Beit og önnur landnýting	34
4.4 Gróðurbreytingar 1976–2004	39
4.4.1 Áhrif breyttrar vatnsstöðu – hliðrun eftir 1. ási	39
4.4.2 Áhrif beitar - hliðrun eftir 2. ási	41
4.4.3 Breytingar á hæð víðis og birkis	42
4.4.4 Breytingar á þekju mosa og fléttna	45
4.4.5 Breytingar á tegundafjölda	45
4.5 Gróðurbreytingar á einstökum svæðum frá 1976 til 2004	46
4.5.1 Dagverðargerði	46
4.5.2 Rangá I	48
4.5.3 Rangá II og Skógargerði	50
4.5.4 Finnsstaðanes	52
4.5.5 Egilsstaðanes	54
4.5.6 Vallanes	55
25. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Vallanesi. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.	57
4.5.7 Gilsáreyri	57
26. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum á Gilsáreyri og við Hjarðarból. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; gult, $p < 0,05$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd.	58
4.5.8 Hjarðarból	59
4.5.9 Melanes	59
4.5.10 Klausturnes	61
4.6 Landbrot	63

5 UMRÆÐA	65
5.1 Breytt vatnsstaða og áhrif hennar	65
5.2 Gróðurbreytingar ganga mishratt	67
5.3 Gróðurbreytingar stöðvast eða snúast við	67
5.4 Breytingar á kolefni og sýrustigi í jarðvegi	67
5.5 Áhrif breyttrar beitar	67
5.6 Þekja mosa og fléttna minnkar	68
5.7 Beit mismikil eftir raka	69
5.8 Breytingar á fjölda háplöntutegunda	69
5.9 Landbrot mest á ytri svæðum	69
5.10 Framtíðarhorfur	70
5.11 Framhald rannsóknar	70
6 ÞAKKIR	72
7 HEIMILDIR	73

ÁGRIP

Í skýrslunni er greint frá niðurstöðum rannsóknar sem gerð var á gróðri, jarðvegi, grunnvatnsstöðu og beit á 10 láglandissvæðum við Lagarfjót á árunum 1975–2004 fyrir Rafmagnsveitur ríkisins (nú RARIK ohf.). Meginmarkmið rannsóknarinnar var að kanna þær gróðurbreytingar sem rekja má til virkjunar fljótsins við Lagarfoss árið 1975. Einnig að varpa ljósi á tengsl vatnsstöðu í fljótinu og grunnvatnsstöðu í jarðvegi og skýra áhrif breyttrar beitar á gróður við fljótið.

Gróður var rannsakaður í 57 fóstum gróðurreitum; í Dagverðargerði (7), á Rangá I (8), Rangá II og Skógargerði (6), á Finnsstaðanesi (10), Egilsstaðanesi (4), Vallanesi (8), Gilsáreyri (3), Melanesi (5) og Klausturnesi (6). Í reitunum, sem liggja í 20,7–24,0 m h.y.s., hefur gróður verið mældur á um 10 ára fresti frá 1975, síðast sumarið 2004. Að auki voru þá mældir fimm nýir reitir við Hjarðarból í Fljótsdal. Þeir voru lagðir út árið 2001 að beiðni Vegagerðarinnar til að vakta gróðurbreytingar sem þar kunna að verða vegna nýs vegar og brúar yfir Jökulsá. Auk mælinga á gróðri hafa ýmsir þættir verið kannaðir, svo sem beit, sýrustig og magn kolefnis í jarðvegi og grunnvatnsstaða. Ennfremur var landbrot mælt á 13 stöðum við ár- og vatnsbakka við fljótið. Við úrvinnslu gagna var beitt DCA-hnitunargreiningu til þess að kanna breytileika í gróðurfari og fylgni við ýmsa umhverfisþætti og gróðurbreytur.

Á rannsóknarsvæðunum er að finna allt frá mjög blautu votlendi upp í þurrlandi. Mýrastör er langalgengasta tegundin og hafði jafnframt mesta þekju allra háplantna. Hnitunargreining sýndi að tegundasamsetning og þekja einstakra háplöntutegunda er nátengd grunnvatnsstöðu í jarðvegi. Tegundir eru fæstar þar sem blautast er en þeim fjölgar eftir því sem land þornar. Í blautasta landinu vaxa einkum gulstör, hrafnafífa, tjarnastör og horblaðka en á þurrustu stöðunum hafa lambagras, blóðberg, jakobsfífill, sýkigras og fjallasveifgras sína meginútbreiðslu. Sýrustig og kolefni í jarðvegi tengjast grunnvatnsstöðu og er sýrustig að meðaltali lægst og jarðvegur kolefnisríkastur þar sem blautast er en sýrustig hækkar og kolefni minnkar eftir því sem land verður þurrara.

Með virkjun Lagarfoss árið 1975 breyttist vatnafar og flóðamynstur í fljótinu. Vatnsborð hækkaði að meðaltali um 190 cm við Lagarfoss en um 30 cm inn við Lagarfjósbrú. Hækkunin varð bæði að sumri og vetri, einkum þó að vetrinum. Flóð náðu auk þess hærra en áður, sérstaklega að sumri, en lág vatnshæð varð hins vegar fátíðari að vetrinum en hún var fyrir virkjun.

Mælingar á grunnvatnsstöðu í reitum sýndu að sterkara samband er á milli hennar og vatnshæðar við Lagarfjósbrú en við Lagarfoss. Grunnvatnsstaða á svæðunum frá Dagverðargerði að Vallanesi sveiflast víða marktækt eftir vatnshæð við Lagarfjósbrú. Vatnshæð á svæðum í Fljótsdal sýndi hins vegar yfirleitt litla samsvörun við vatnshæð við brúna.

Staðsetning í landi ræður miklu um hver áhrif vatnsborðs í fljótinu eru á grunnvatnsstöðu í jarðvegi. Að jafnaði var sambandið sterkast á flóðagörðum við fljótið en minnst nálægt brekkurótum. Áhrif fljótsins geta þó sums staðar náð langt frá bökkum þess, eða 800 m eða meira.

Talsverðar breytingar urðu á gróðri á þeim þremur áratugum sem rannsóknin nær yfir. Þær benda eindregið til þess að meginorsakir þessara breytinga séu annars vegar áhrif frá virkjuninni, þ.e. hækkað vatnsborð, breytt flóðamynstur og landbrot, en hins vegar minnkandi sauðfjárbreit. Áhrifa af breyttri vatnsstöðu gætti strax á fyrsta áratugnum eftir að

virkað var árið 1975. Áhrifa minnkandi beitar varð þá einnig vart en þau hafa þó verið mest síðustu tvo áratugin, þ.e. 1984–2004.

Gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar vatnsstöðu í Lagarfljóti eru langmestar á svæðunum utan við Lagarfljótsbrú. Mestar eru þær í Dagverðargerði, nokkru minni á Rangá I, Rangá II-Skógargerði og á Finnsstaðanesi og allnokkrar á Egilsstaðanesi. Á öðrum svæðum hafa breytingar sem rekja má til hækkunar vatnsborðs verið litlar þótt þeirra hafi orðið vart staðbundið í Vallanesi. Þar sem breytingarnar eru mestar svara þær til yfir 25 cm hækkunar á grunnvatnsborði.

Gróðurbreytingarnar voru ekki háðar því hversu land var blautt í upphafi en verulegar breytingar urðu á allvíðu rakabili, allt frá mjög blautu landi upp í deiglendi og þurrlendi. Þar sem vatnsborð hækkaði mest drapst gróður að mestu. Svæði vaxin flóagróðri blotnuðu enn frekar og eindregnar flóategundir eins og tjarnastör, gulstör, vetrarkvíðastör og horblaðka urðu ríkjandi í gróðri. Deiglendisgróður breyttist sums staðar í mýragróður, einkum snarrótargraslendi í mýrastararmýri, og dæmi voru um að þurrlendi hafi blotnað og breyst í deiglendi.

Gróðurbreytingar sem rekja má til hækkunar grunnvatns voru að jafnaði mestar fyrstu 20 árin (1976–1994). Síðasta áratuginn (1995–2004) hafa þær sums staðar stöðvast eða jafnvel gengið nokkuð til baka. Leiddar eru líkur að því að þetta stafi af um 20 cm lægri vatnsstöðu í fljótinu sumarmánuðina júní og júlí síðasta áratuginn samanborið við tvo hina fyrri.

Á flestum svæðanna hefur búfjárbreit breyst verulega. Seinni hluta rannsóknartímans voru nánast öll svæðin utan við Egilsstaði friðuð fyrir búfjárbreit en svæðin þar fyrir innan hafa flest verið talsvert beitt, bæði af sauðfé en þó einkum af hrossum. Áhrif minnkandi sauðfjárbreit voru mjög greinileg, einkum á ytri svæðunum. Mikil aukning varð þar á gulvíði, loðvíði og grávíði. Aukning á birki síðasta áratuginn (1995–2004) er af sama toga. Víðast hvar minnkaði heildarþekja mosa og fléttna sem rakin var til aukinnar hæðar og meiri þéttleika háplantna vegna minnkandi beitar og hlýnandi loftslags. Niðurstöðurnar sýna einnig að beit er mjög mismikil eftir stöðum innan svæða og benda sterklega til þess að sauðfé og gæsir nýti blautasta landið lítið sem ekkert til beitar.

Landbrot var mismikið eftir svæðum, mest utan við Egilsstaði, einkum í Dagverðargerði og á Rangá I. Þar má ætla að á 30 árum hafi um 10 m spilda af flóðagarðinum næst bakkanum tapast í fljótið. Niðurstöður mælinga benda til að verulega hafi dregið úr landbroti síðasta áratuginn (1995–2004). Leiddar eru líkur að því að við landbrotið og þær gróðurbreytingar sem urðu af völdum vatnsborðshækkunar í fljótinu hafi talsverður hluti af besta beitilandinu á bökkum fljótsins tapast.

Í skýrslunni er fjallað um framtíðarhorfur. Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar er gert ráð fyrir að vatnsborð inn við Klausturnes hækki um 8–42 cm í júní–ágúst en út við Egilsstaði á vorin (15. mars–15. júní) og á haustin (ágúst–sept.) um 10–30 cm. Flóðatoppur í júní verður hins vegar lægri og sömuleiðis vatnshæð fyrri hluta vetrar (nóv.–des.). Miðað við þessar forsendur má fullyrða að gróður muni breytast en hversu mikið er ekki ljóst. Þótt vatnsborðshækkun sé að meðaltali fremur lítil er líklegt að megináhrifin verði af jöfnun vatnsborðsins. Breytingarnar munu að öllum líkindum einnig auka landbrot í fyrstu því öldugangur við bakka nær þá yfir lengra tímabil ársins en áður og rofmáttur öldunnar verður meiri með herra vatnsborði.

Lagðar eru fram tillögur um framhald rannsókna. Lagt er til að gróður verði næst mældur árið 2014 en þá verða 7 ár liðin frá því að Kárahnjúkavirkjun hóf starfsemi. Þá er einnig æskilegt að mæla sýrustig og magn kolefnis í jarðvegi. Lagt er til að árlegar mælingar á grunnvatnsstöðu í einstökum rannsóknarreitum verði teknar upp aftur. Einnig er ástæða til að

setja upp sjálfvirka grunnvatnsmæla í nokkrum reitum til að mæla grunnvatnsstöðuna árið um kring og kanna betur tengsl hennar við vatnsborð fljótsins. Beit verði metin árlega að hausti um leið og vatnshæð í reitum er mæld.

Ljóst er að sums staðar við Lagarfljót hefur talsvert land eyðst við landbrot sem rekja má til virkjunar við Lagarfoss. Mælingar á landbroti hafa verið mjög takmarkaðar. Til þess að bæta þar nokkuð úr voru sumarið 2004 lögð út ný mælisnið á 12 stöðum við fljótið, allt frá Valþjófsstaðanesi að Lagarfossi. Til þess að kanna landbrot er lagt til að þessi mælisnið verði endurmæld árlega til ársins 2014. Landbrot verði þá einnig mælt við alla reiti þar sem landbrot hefur verið mælt hingað til. Einnig er hugsanlegt að nota loftmyndir til þess að fylgjast með landbroti.

Hrossabeit hefur sums staðar verið talsverð á rannsóknarsvæðunum. Til þess að koma í veg fyrir að hross hafi allt of mikil áhrif á gróðurframvindu voru nokkrir reitir girtir af á Klausturnesi árið 1993. Viðhald girðinga hefur hin síðari ár verið slakt. Þar sem hrossabeitin er mest er nauðsynlegt að friða reiti að öðrum kosti verður erfitt að meta áhrif vatnsborðsbreytinga á gróður.

1 INNGANGUR

Hér á landi hafa á undanförunum áratugum verið reistar allmargar vatnsaflsvirkjanir til framleiðslu á raforku. Við margar þeirra hefur reynst nauðsynlegt að miðla vatni með stíflum og uppistöðulónum til þess að jafna rennsli eins og tíðkast við vatnsaflsvirkjanir víðast hvar annars staðar í heiminum. Vatni er yfirleitt safnað í uppistöðulón frá vori til hausts og það síðan nýtt til að viðhalda jöfnu rennsli til raforkuframleiðslu að vetrinum. Vatnshæð er því að jafnaði hæst um veturnætur en lægst í lok vetrar (Hákon Aðalsteinsson 1986).

Almennt má segja að miðlun vatns af þessu tagi hafi margháttuð áhrif (t.d. Nilsson o.fl. 1991, Nilsson o.fl. 1997, Jansson o.fl. 2000, Braatne o.fl. 2008). Við miðlunarlón geta sums staðar orðið miklar sveiflur á vatnsborði, nýjar strandlínur myndast, jafnvel á landi þar sem áður var þurrlandi. Annars staðar við árnar leiðir þetta til stöðugra vatnsborðs sem veldur því að strandsvæði við farveginn þrengjast og mjókka. Fossar og flúðir hverfa og gerbreyting verður á flóðamynstri og framburði í ánum.

Vatnsmiðlanir geta því haft veruleg áhrif á gróður við lón, á árbökkum og eyrum. Samsetning gróðurs breytist og í mörgum tilvikum fækkar einnig tegundum (Nilsson o.fl. 1997, Jansson o.fl. 2000, Leyer 2005). Kemur þar margt til: Tegundir eru misvel aðlagðar hárrí vatnsstöðu og allar breytingar á vatnshæð og flóðamynstri eru því líklegar til að hafa misjöfn áhrif á lífsmöguleika ólíkra tegunda. Með tilkomu uppistöðulóna dregur úr framburði sem hefur áhrif á framboð næringarefna á árbökkum. Breytt flóðamynstur er einnig líklegt til að hafa áhrif á gróður en almennt má segja að plöntur séu einna viðkvæmastar fyrir hárrí vatnsstöðu að sumrinu þegar þær eru í mestum vexti (Nilsson 1981, Siebel og Blom 1998). Fækkun tegunda getur m.a. stafað af minni dreifigetu plantna með ám sem virkjaðar hafa verið í samanburði við þær sem renna óhindrað (Johansson og Nilsson 2002).

Eitt þeirra fljóta sem virkjað hefur verið hér á landi með stíflugerð og vatnsmiðlun er Lagarfljót. Virkjunin var tekin í notkun í febrúar 1975 en þá hafði verið reist stífla við Lagarfoss í því skyni að nýta fljótið ofan hennar til vatnsmiðlunar (Lagarfossvirkjun tók til starfa, RARIK 1996). Að tilstuðlan þáverandi Náttúruverndarráðs og að beiðni Rafmagnsveitna ríkisins hófust árið 1975 ýmsar rannsóknir á lífríki við Lagarfljót í þeim tilgangi að unnt yrði að meta áhrif virkjunarinnar síðar. Náttúrufræðistofnun Íslands hafði umsjón með þessum rannsóknum og var falið að rannsaka gróður en ljóst var að láglandustu svæðin við fljótið myndu fara undir vatn eða blotna að hluta til (Eypór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977, Eypór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1983, Eypór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985, Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998).

Til þess að fylgjast með gróðurbreytingum við fljótið voru árið 1975 valin 9 svæði til rannsókna þar sem einkum mátti búast við breytingum á gróðri. Lagðir voru út 67 fastir rannsóknarreitir og gróður mældur í þeim árin 1975 og 1976. Mælingar í reitum hafa síðan verið endurteknar þrisvar sinnum, 1983–1984, 1993–1995 og síðan 2004. Niðurstöður rannsóknarinnar til 1995 hafa verið birtar í nokkrum skýrslum sem unnar hafa verið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins (Eypór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977, 1983, 1985, Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Gróðurrannsóknirnar við Lagarfljót ná því yfir um 30 ára tímabil sem er einsdæmi fyrir rannsóknir af þessu tagi hér á landi en áhrif vatnsmiðlunar á gróður hafa einkum verið rannsökuð í Þjórsárverum (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1993, 1994) og við Blöndulón (Borghór Magnússon 1995, Ásrún Elmarsdóttir og Borghór Magnússon 1997,

Borgþór Magnússon 2003, Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2007). Þessi svæði eru á hálendinu og aðstæður því nokkuð aðrar en við Lagarfljót.

Í upphafi rannsóknarinnar við Lagarfljót var meginmarkmiðið að rannsaka flóru og gróðurfur við fljótið og kanna þær gróðurbreytingar sem kynnu að verða með tilkomu Lagarfossvirkjunar (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977). Rannsóknin hefur ekki aðeins leitt í ljós að sums staðar hafa orðið verulegar breytingar á gróðri vegna hækkaðrar vatnsstöðu í fljótinu heldur einnig að breytingar á búfjárbreit hafa víða haft umtalsverð áhrif (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Einnig hafa rannsóknirnar sýnt að vatnsstaða í jarðvegi er afar mikilvægur þáttur þegar skýra skal tegundasamsetningu á einstökum stöðum. Til þess að fá nánari upplýsingar um þessa þætti voru mælingar á árunum 1997–2004 ekki aðeins gerðar á gróðri heldur einnig á grunnvatnsstöðu auk þess sem beit var metin nákvæmar en áður.

Í skýrslunni er greint frá því hvernig gróður á láglandissvæðum við Lagarfljót hefur breyst á þeim tæpu 30 árum sem liðin eru frá því að Lagarfossvirkjun tók til starfa. Meginmarkmið rannsóknarinnar er að kanna þær gróðurbreytingar sem rekja má til virkjunarinnar en einnig er leitast við að varpa ljósi á eftirfarandi atriði:

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

2 RANNSÓKNARSVÆÐIÐ VIÐ LAGARFLJÓT

Þau svæði sem einkum voru talin verða fyrir áhrifum af Lagarfossvirkjun eru lágland nes og bakkar (h.y.s. 20–23 m) með Lagarfljóti og Jökulsá á Fljótsdal (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977). Þau ná frá Lagarfossi í norðri að Klausturnesi í Fljótsdal í suðri og spanna því um 65 km vegalengd (1. mynd). Á þessu svæði er halli í Lagarfljóti lítill, einkum innan Lagarfljótsbrúar enda hefur fljótið ofan hennar verið flokkað sem stöðuvatn (Sigurjón Rist 1975). Berggrunnur er þéttur, myndaður af 7–11 milljón ára gömlum jarðlagastafla (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmudsson 1998). Fljótið er mjög misdjúpt. Við óshólma Jökulsár á Fljótsdal er það grunnt enda ber áin stöðugt með sér aur sem sest þar til. Þegar óshólum sleppir dýpkar fljótið mikið og er dýpst um 111 m á móts við Hafursá um 7,5 km norðan við ósana (Sigurjón Rist 1975). Við Egilsstaði og norðan þeirra er fljótið mun grynna en þar eru nokkur vöð sem fyrrum voru riðin (Gunnar Gunnarsson 1944).

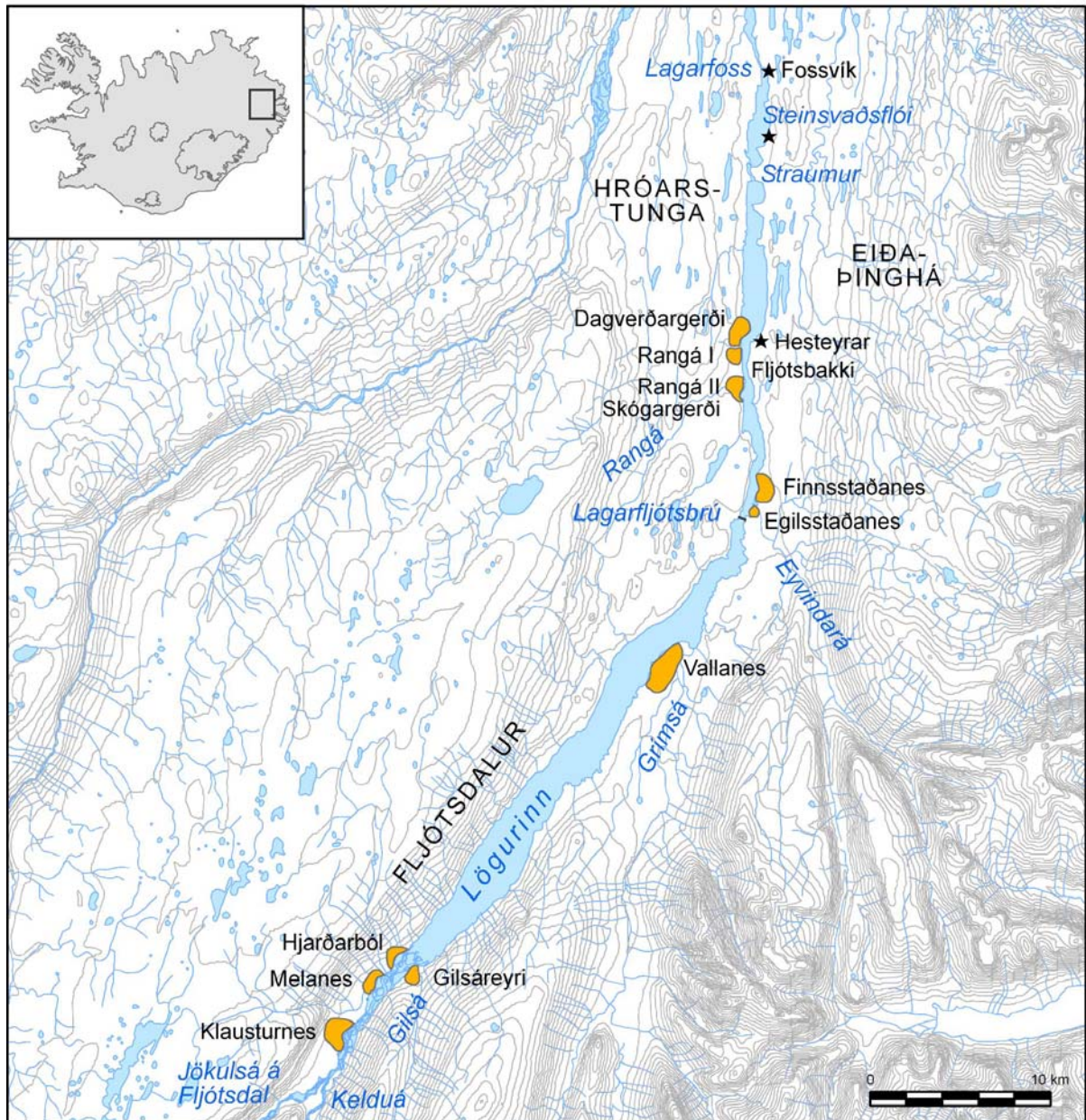
Lagarfljót er misbreitt, mest um 2900 m á móts við Arnheiðarstaði, um 7 km utan við óshólma Jökulsár á Fljótsdal en mjóst um 100 m við Straum, 5,5 km innan við Lagarfoss (1. mynd) (Sigurjón Rist 1975).

Farvegur fljótsins er víðast hvar vel afmarkaður en halli að fljótinu er misjafn. Á nokkrum stöðum hefur myndast láglandi við fljótið, bæði við framburð þess og ána sem í það renna en einnig við uppsöfnun lífrænna efna í jarðvegi. Þessi setlög eru ung og hafa myndast á síðastliðnum 15–20 þúsund árum (Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979). Á láglandi við fljótið finnast ýmis landform svo sem fornir árfarvegir (bjúgvötn, síki og þurrir grónir farvegir), flóðagarðar og misvelgrónar eyrar (Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979). Flóðagarðarnir liggja yfirleitt samsíða fljótinu eða með þverám þess og mynda víða allbreiðar ávalar bungur á bökkum. Þeir 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 fremur sendinn og oft þurrari en á því landi sem liggur innan við garðana enda eru þeir yfirleitt heldur hærri.

Helstu láglandissvæði utan við Egilsstaði eru fimm (1. mynd). Yst er frekar lítið svæði í Fossvík austan við Lagarfoss, annað austan fljóts milli Straums og Stóra-Steinsvaðs, hið þriðja er á Hesteyrum norðan við bæinn á Fljótsbakka. Norðan fljóts er neðst allstórt svæði milli Dagverðargerðis og Skógargerðis. Innst er síðan langstærsta svæðið, Finnstaðanes og Egilsstaðanes við ósa Eyvindarár. Innan við Egilsstaði eru tvö stór láglandissvæði. Að austanverðu er Vallanes við ósa Grímsár en að norðanverðu Melanes, Klausturnes og Valþjófsstaðanes við óshólma Jökulsár á Fljótsdal. Austan fljótsins er einnig Gilsáreyri, fremur lítið láglandissvæði á framburðarkeilu við ósa Gilsár (1. mynd).

Gróður á þessum láglandissvæðum er nokkuð misjafn, votlendi þar sem land er lægst en deiglendi og þurrlandi þar sem hærra er. Allvíða hefur þurrlandið verið ræktað, einkum á Egilsstaðanesi, Vallanesi, Melanesi og Klausturnesi. Land hefur einnig verið ræst fram og sums staðar ræktað (Einar Gíslason og Ingvi Þorsteinsson 1978).

Miðað við gróðurkort sem gert var við Lagarfljót árið 1975 voru helstu gróðurlendin á blautasta landinu mýrastarmýri og vetrarkvíðastarfloi. Í deiglendi var hrossanálarjaðar algengastur en á þurrasta landinu hafði graslendi, þursaskeggsmói ásamt gulvíðikjarri með grösom mesta útbreiðslu (Einar Gíslason og Ingvi Þorsteinsson 1978).



1. mynd. Staðsetning rannsóknarsvæðanna við Lagarfljót, merkt með gulum lit. Önnur láglandissvæði við fljótið eru merkt með stjörnu, sjá einnig texta.

Þótt rannsóknarsvæðið sé allt í svipaðri hæð yfir sjó (20–23 m) er veðurfar innan þess nokkuð breytilegt. Meðalhiti er lægstur nyrst en hækkar nokkuð eftir því sem sunnar dregur. Miðað við hitalíkan Veðurstofu Íslands sem byggir á gögnum frá 1961–1990 var meðalhiti í janúar við Lagarfoss $-2,1^{\circ}\text{C}$ en á Skriðuklaustri $-1,9^{\circ}\text{C}$. Samkvæmt sama líkani var meðalhiti í júlí, heitasta mánuði ársins, $10,4^{\circ}\text{C}$ við Lagarfoss en $10,9^{\circ}\text{C}$ á Skriðuklaustri (Halldór Björnsson 2003). Miðað við úrkomulíkan frá Veðurstofu Íslands var ársúrkomman árin 1971–2000 687 mm við Lagarfoss en 791 mm á Skriðuklaustri (Crochet o.fl. 2007).

3 AÐFERDIR

3.1 Val á rannsóknarsvæðum

Til þess að fylgjast með áhrifum Lagarfossvirkjunar á gróður voru árið 1975 valin átta rannsóknarsvæði meðfram Lagarfljóti, þ.e. Dagverðargerði, Rangá I, Rangá II og Skógargerði, Finnsstaðanes, Egilsstaðanes, Vallanes, Melanes og Klausturnes (1. mynd). Við valið var einkum miðað við tvennt. Í fyrsta lagi að velja land sem líklegt væri til að breytast að gróðurfari vegna breyttrar grunnvatnsstöðu og í öðru lagi að fá yfirlit yfir breytingarnar sem víðast með fljótinu. Svæðin eru öll fremur flöt og lágland og spanna tæpa 50 af þeim 65 km þar sem áhrifa mátti helst vænta. Ári síðar var Gilsáreyri bætt við en einnig þótti ástæða til að fá upplýsingar um breytingar þar.

Árið 2001 var einnig bætt við nýju rannsóknarsvæði við Hjarðarból og Brekku norðan fljóts. Tilgangur þessa var að vakta gróðurbreytingar sem þar kunna að verða með tilkomu nýs vegar og brúar sem byggð var yfir Jökulsá á þessum stað árið 2001 (Einar Hafliðason, munnl. heimild 2007 samkv. Brúaskrá).

3.2 Mælingar á gróðri og umhverfi

3.2.1 Gróður

Á árunum 1975–1976 voru lagðir út alls 67 (10 x 10 m) reitir á rannsóknarsvæðunum níu. Fjöldi reita á hverju svæði var misjafn. Fæstir voru á Gilsáreyri en flestir á Finnsstaðanesi (1. tafla). Reitir voru staðsettir þannig að gróður væri sem einsleitastur 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 látnir snúa samsíða Lagarfljóti.

Í september 2001 voru lagðir út fimm reitir á nýja svæðið við Hjarðarból og Brekku, þrír innan við veginn í landi Hjarðarbóls en tveir utan vegar í landi Brekku (1. mynd). Í þessari skýrslu verða reitir þessir kenndir við Hjarðarból (reitir A–E) þótt tveir séu í landi Brekku.

1. tafla. Yfirlit yfir helstu einkenni reita; gróðurlendi, hæð yfir sjó, halla, hallastefnu, þykkt jarðvegs, þúfnahæð og staðsetningu.

Gróðurlendi við upphaf rannsóknna	H.y.s. m	Halli gróður	Hallastefna	Jarðvegs-þykkt cm	Þúfnahæð cm	Fjarl. m frá næstu á/vatni*	Staðsetning
Dagverðargerði							
A Snarrótargraslendi	22,1	1	NV	>110	19	29	L Á flóðagarði
B Mýrastararmýri	22,0	0	O	>110	29	77	L Skammt innan við flóðagarð
C Mýrastararflói	22,2	0	O	>110	9	330	L Milli brekkuróta og fljóts
D Mýrastararmýri	21,8	2	A	>110	26	380	L Milli brekkuróta og fljóts
P Mýrastararmýri	21,8	2	A	>110	13	34	L Á flóðagarði
X Mýrastararmýri	21,9	0	O	>110	27	230	L Milli brekkuróta og fljóts
Y Mýrastararmýri	22,0	0	O	>110	27	420	L Undir brekkurótum
Rangá I							
A Snarrótargraslendi	21,9	1	V	>110	33	38	L Á flóðagarði
B Þursaskeggsmói	23,2	3	A	>110	47	70	L Á mólendishrygg
C Mýrastararmýri	22,8	1	A	>110	19	260	L Milli brekkuróta og fljóts
D Graslendi	21,9	1	V	>110	32	19	L Á flóðagarði
E Mýrastararmýri	22,2	0	O	>110	15	110	L Skammt innan við flóðagarð
F Mýrastararmýri	22,2	1	A	>110	21	180	L Milli brekkuróta og fljóts
X Mýrastararmýri	23,2	1	A	>110	19	450	L Í hallamýri undir brekkurótum
Y Vetrarkviðastararflói	22,7	1	A	>110	12	250	L Milli brekkuróta og fljóts

Gróðurlendi við upphaf rannsóknna	H.v.s. m	Halli gráður	Hallastefna	Jarðvegsþykkt cm	Þúfnahæð cm	Fjarl. m frá næstu á/vatni*	Staðsetning
Rangá II (RII) og Skógargærði (S)							
RII A Jaðar	22,7	2	A	>110	15	47	R Á lágri bungu
RII B Snarrótargraslendi	21,5	0	O	49	10	17	R Undir brekkurótum
RII C Mýrastararmýri	20,8	1	SA	67	7	37	R Á flötu nesi við Rangá
S A Mýrastararmýri	21,7	3	A	>110	14	12	L Á bakka Rangár
S B Jaðar	22,1	1	N	52	11	8	R Á bakka Rangár
S C Snarrótargraslendi	21,1	1	NA	53	12	10	R Á bakka Rangár
Finnsstaðanes							
A Mýrastararmýri	21,1	1	A	95	19	53	L Á flóðagarði
B Mýrastararmýri	21,3	0	O	>110	28	36	L Á flóðagarði
C Mýrastararmýri	21,3	0	O	>110	20	90	L Utan í lágum flóðagarði
D Viðikjarr	21,3	1	A	84	13	140	L Á flóðagarði
F Mýrastararmýri	21,1	1	A	>110	30	100	K Í flatri mýri við kíl
G Mýrastararmýri	21,3	0	O	>110	26	60	K Í flatri mýri við kíl
H Mýrastararmýri	21,2	0	O	>110	35	180	K Í flatri mýri milli kils og fljóts
I Gulstarungsflooi	20,7	0	O	>110	16	70	K Í flóa við kíl
J Gulstarungsflooi	21,1	0	O	>110	21	220	K Undir brekkurótum
K Mýrastararmýri	21,2	0	O	>110	18	930	L Undir brekkurótum
Egilsstaðanes							
A Viðikjarr	21,3	4	A	>110	13	7	L Á flóðagarði
D Viðikjarr	21,4	4	A	>110	22	19	L Á flóðagarði
E Mýrastararmýri	21,1	1	V	>110	13	150	L Í lægð við enda kils
F Viðikjarr	21,4	1	NA	>110	10	130	L Á bakka við kíl
Vallanes							
C Jaðar	21,4	1	S	>110	14	20	G Á bakka Grímsár
E Jaðar	21,7	0	O	>110	29	100	L Í flötu mólandi við fljót
F Graslendi	21,5	0	O	>110	27	160	L Í flötum grasmóa við fljót
G Mýrastararmýri	21,4	0	O	>110	10	100	L Í flatri mýri við fljót
H Þursaskeggsmói	21,4	0	O	90	31	50	L Í flötu mólandi við fljót
J Snarrótargraslendi	22,6	0	O	>110	35	800	L Í flötu graslendi milli Grímsár og fljóts
K Mýrastararmýri	21,8	3	SV	>110	11	800	L Í hallamýri við tjörn
L Mýrastararmýri	23,7	2	V	>110	27	640	L Í hallalítilli mýri
Gilsáreyri							
A Graslendi	22,0	2	S	>110	11	110	J Á hæð við kíl
B Graslendi	22,0	1	SV	>110	12	110	J Á sendnum harðbala við Jökulsá
C Graslendi	21,5	3	S	>110	10	160	J Á sendnum harðbala við Jökulsá
Hjarðarból							
A Graslendi með loðviði	22,1	1	A	46	15	33	J Á hallalítilli framburðarkeilu við Jökulsá
B Graslendi m. víði og hrossanál	22,2	2	A	41	17	90	J Á hallalítilli framburðarkeilu
C Mýrastararmýri	21,4	2	A	86	14	52	J Á hallalítilli framburðarkeilu við Jökulsá
D Graslendi m. hrossanál	21,1	0	O	53	24	30	J Á bakka Jökulsár
E Mýrastararmýri	21,2	0	O	>110	13	75	J Milli brekkuróta og Jökulsár
Mèlanes							
A Jaðar	22,1	0	O	65	16	100	B Skammt innan við árbakka
B Mýrastararmýri	22,1	0	O	>110	22	100	B Í framræstri mýri
C Mýrastararmýri	22,3	0	O	>110	30	320	B Í framræstri mýri undir brekkurótum
D Mýrastararmýri	21,7	1	A	113	25	210	J Í framræstri hallamýri
E Mýrastararmýri	22,1	1	A	49	18	310	J Í framræstri hallamýri
Klausturnes							
A Jaðar	23,0	1	A	54	18	50	J Í grunnum slakka
B Mýrastararmýri	22,6	1	A	>110	8	450	J Í framræstri mýri
C Mýrastararmýri	23,0	0	O	>110	28	690	J Í framræstri mýri
D Graslendi	22,4	0	O	>110	30	33	J Á bakka Jökulsár
E Mýrastararmýri	22,9	0	O	>110	32	360	J Í framræstri mýri
F Mýrastararmýri	22,7	0	O	>110	30	640	J Í framræstri mýri

* B = Bessastaðaá, G = Grímsá, J = Jökulsá á Fljótssdal, K = kíl við Finnsstaði, L = Lagarfjót, R = Rangá.

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

Ár	1975	1976	1983	1984	1993	1994	1995	2004
Dagverðargerði	8	8	2	5	7			7
Rangá I	8	8	2	8	8			8
Rangá II og Skógargerði	7	7		6	6			6
Finnsstaðanes	12	12	3	9		10		10
Egilsstaðanes	8	8	2	5		4		4
Vallanes	10	10		9			8	8
Gilsáreyri		3		3		3		3
Hjarðarból								5
Melanes	5	5		5			5	5
Klausturnes	6	6		6			6	6
Reitir samtals	64	67	9	56	21	17	19	62
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

Í reitunum hefur gróður verið mældur sex sinnum (2. tafla). Árið 1975 var mælt í 64 reitum. Mælingar voru síðan endurteknaðar 1976 og þá mælt í fyrsta sinn í reitunum á Gilsáreyri. Árið 1983 var gróður mældur í 9 reitum á fjórum svæðum. Ári síðar 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). Sumurin 1993–1995 var farið um öll svæðin og gróður mældur í 57 reitum. Þrjú reitir höfðu þá eyðilagst á Egilsstaðanesi og Finnsstaðanesi vegna stækkunar flugvallarins á Egilsstöðum. Einn reitur á 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). Sumarið 2004 var gróður svo mældur í öllum reitunum 57 sem mældir voru sumurin 1993–1995 en einnig í nýju reitunum fimm við Hjarðarból.

Í öll skiptin hefur sömu aðferð verið beitt við gróðurmælingarnar. Í upphafi var hverjum reit skipt niður í 100 (1 m²) smáreit. Af þeim voru 10 valdir af handahófi og þeir merktir með litlum tréhælum svo unnt væri að finna þá síðar. Í hverjum smáreit voru háplöntur greindar til tegunda og þekja þeirra metin með sjónmati. Þá var heildarþekja mosa og flétna einnig metin. Við þekjumatið var notaður þekjukvarði Hults-Sernanders (Sjörs 1956) eftir að honum hafði verið breytt lítilsháttar (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.

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

Mælingar á gróðri fóru yfirleitt fram um og eftir mitt sumar þegar plöntur höfðu náð góðum þroska en áður en gróður var tekinn að sölna (2. tafla). Við fyrstu greiningar í reitum var mosum einnig safnað en eftir 1984 var því hætt. Mosasýni hafa verið greind til tegunda að undanskildum þeim sem safnað var 1984. Ástæða þess að mosum hefur ekki verið safnað hin síðari ár er að reynsla frá fyrri mælingum sýndi að þeir breyta fremur litlu um niðurstöður en greining þeirra er á fárra færi og kostnaðarsöm (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985).

Við mælingar árin 1983–1984 kom í ljós að víðir hafði aukist mikið á nokkrum svæðum. Til þess að fá nánari upplýsingar um vöxt víðis en unnt var að fá með þekjumælingum einum saman var hæð gulvíðis, loðvíðis og grávíðis mæld í reitunum á árunum 1993–1995 og síðan aftur árið 2004¹. Sumarið 2004 var hæð birkis einnig mæld en það var þá farið að nema land í fáeinum reitum. Í hverjum smáreit var hæð hæsta sprota mæld miðað við jarðvegsyfirborð en einungis ef sprotar voru 4 cm eða hærri.

Sumarið 2004 voru nokkrar viðbótarmælingar í reitunum mældar sem veita fyllri upplýsingar um gróður þeirra og ýmsar aðstæður. Þessar viðbótarmælingar gera auk þess mögulegt að flokka reitina í vistgerðir ef ástæða þykir til þess síðar. Við þessar mælingar var tekið mið af þeim aðferðum sem þróaðar hafa verið á Náttúrufræðistofnun Íslands við flokkun lands í vistgerðir (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002).

Metin var heildarþekja gróðurs í hverjum smáreit og þekja mosategundanna melagambra (*Racomitrium ericoides*) og hraungambra (*R. lanuginosum*). Þekja barnamosa (*Sphagnum*) var einnig metin og þekja engjaskófa, sem eru fléttur af ættkvíslinni *Peltigera*, og breiskjufléttna sem tilheyra ættkvíslinni *Stereocaulon*. Þekja fjallagrasa (*Cetraria islandica*), melakræðu (*C. muricata*) og mundagrasa (*C. delisei*) var einnig metin í heild og verða þessar fléttutegundir hér eftir kallaðar kræðufléttur. Einnig var metin þekja lágplöntuskáran en það er þunn gróðurskán á yfirborði sem mynduð er af ýmsum tegundum lágplantna, svo sem mosum, fléttum og þörungum. Heildargróðurþekjan var metin í hundraðshlutum (prósentum) en við þekjumatið var annars notaður þekjukvarði Hults-Sernanders (3. tafla).

Sumarið 2004 var hæð gróðurs í hverjum smáreit einnig 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.

3.2.2 Umhverfi

Til þess að fá upplýsingar um þær aðstæður sem ríkja við fljótið og haft geta áhrif á gróður voru í reitunum mældir ýmsir umhverfisþættir. Sumir þeirra hafa aðeins verið mældir einu sinni en aðrir oft. Við margar þessara mælinga var tekið mið af aðferðum sem hingað til hafa verið notaðar við flokkun lands í vistgerðir hér á landi (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002).

Þúfnahæð - Haustið 1997 var farið í alla reiti (57) og hæð þúfna mæld. Beitt var svipaðri aðferð og notuð hefur verið við gróðurrannsóknir á Auðkúluheiði (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992). Strengdar voru tvær snúrur í kross milli hornhæla reits og u.þ.b. tvo m út fyrir hælana. Voru snúrurnar látnar nema við hæstu þúfnakolla. Þúfnahæð var ákvörðuð á fjórum stöðum í hverjum reit, þ.e. á milli reitarmiðju og hornhæls, með því að

¹ Tegundaheiti háplantna miðast við Plöntuhandbók Harðar Kristinssonar (1986), mosa við skrá Bergþórs Jóhannssonar (2003) og tegundaheiti fléttna við lista Harðar Kristinssonar (2008).

mælt var frá snúru í dýpstu lægð á milli þúfna. Sumarið 2004 var sama aðferð notuð til að mæla þúfnahæð í nýju reitunum fimm við Hjarðarból.

Halli og hallastefna - Sumarið 2004 var halli í hverjum reit mældur með einföldum hallamæli og hallastefna ákvörðuð með áttavita samkvæmt eftirfarandi flokkun: N, NA, A, SA, S, SV, V, NV eða O ef halli var enginn.

Lega reits í landi - Sumarið 2004 voru reitir flokkaðir eftir legu í landi. Miðað var við eftirfarandi fjóra flokka: botn, topp, hlið og jafnlendi. Þessi flokkun gefur upplýsingar um legu reits miðað við nánasta umhverfi sitt.

- Botn = Reitur í gildragi eða í greinilegri lægð.
- Toppur = Reitur á hól eða hæð.
- Hlið = Reitur utan í hól eða hæð, eða í brún lautar, bakka eða skornings.
- Jafnlendi = Allt land annað en botn, toppur eða hlið.

Tekið skal fram að þótt land sé flokkað sem jafnlendi getur það verið í halla. Hér er því ekki miðað við landslag í stórum mælikvarða heldur aðeins smærri drætti. Við þessa flokkun var reynt að meta hvernig snjó myndi leggjast yfir landið að vetrarlagi. Þeir staðir sem líklegastir voru til að safna snjó voru flokkaðir sem botn en þeir sem ólíklegastir voru til snjósöfnunar (hæstu rindar, hólar og toppar) voru flokkaðir sem toppur.

Jarðvegur - Sumarið 2004 var jarðvegsgerð í reitum metin og flokkuð samkvæmt flokkun sem notuð hefur verið við rannsóknir á vistgerðum (Sigurður H. Magnússon 2002). Í reitunum komu fyrir eftirfarandi gerðir: lífræn jörð, áfoksjörð og sandjörð.

- Lífræn jörð = Votlendisjarðvegur þar sem lífræn efni ráða eiginleikum jarðvegs. Kolefnisinnihald >12%, getur þó verið mun lægra eða allt niður í 6–8%.
- Áfoksjörð = Brúnn þurrlandisjarðvegur. Nær yfir stóran hluta jarðvegs í mólendi og vallendi. Heldur miklu vatni.
- Sandjörð = Kolefnisrýr sandjarðvegur. Oftast á þurrlandi. Sandlag á yfirborði >12 cm þykkt. Sandjörð tilheyrir einnig sendnir melar, þ.e. melar með >12 cm þykku sandlagi undir yfirborði, svo og vikrar þar sem kornastærð er að uppistöðu <2 mm.

Jarðvegsþykkt var einnig mæld í reitum með því að járnteinn var rekinn 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.

Við gróður mælingar í reitum árin 1993–1995 voru tekin sýni úr efstu 10 cm jarðvegsins í hverjum reit (57 reitir) til ákvörðunar á nokkrum efnabáttum jarðvegs. Við sýnatökuna var hverjum reit skipt í fjóra jafnstóra (5 x 5 m) ferninga og þrjú sýni tekin af handahófi úr tveimur þeirra, alls 6 sýni. Til sýnatöku var annars vegar valinn sá ferningur 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. Sýnum úr hverjum reit var slegið saman í eitt heildarsýni og þau síðan 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 fjarhorn 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 þá slegið saman og sett í bréfpoka. Þau voru síðan þurrkuð við herbergishita og geymd þannig þar til efnagreining fór fram.

Samhliða gróðurmælingum sumarið 2004 var raki jarðvegs í reitum flokkaður samkvæmt eftirfarandi kerfi:

- Flói - forblautt land er blautasta landið. Vatnsstaða er yfirleitt há þannig að víða sér í opið vatn. Um er að ræða staði þar sem gróður og önnur ummerki benda til hárrar vatnsstöðu, s.s. í flóum, í pollum, við smátjarnir, lækjarsytrur og smálæki. Vatn fyllir rými sem er á milli jarðvegskorna.
- Mýri - blautt land kallast það land þar sem alla jafna sér ekki í vatn á yfirborði en vatn er þó yfirleitt ekki langt undir því. Jarðvegur er oftast blautur og vatn fyllir að miklum hluta rýmið milli jarðvegskorna.
- Deiglendi - deigt land er millistig milli þess sem kallast blautt og þurr. Grunnvatn liggur yfirleitt nokkuð undir yfirborði. Jarðvegur er oftast deigur viðkomu og vatn fyllir aðeins að nokkru leyti það holrúm sem er á milli jarðvegskorna.
- Þurrlendi - þurrt land er land þar sem grunnvatn liggur að jafnaði talsvert undir yfirborði. Efstu lög jarðvegsins eru í litlu sambandi við grunnvatn. Jarðvegur er yfirleitt hvorki blautur né deigur viðkomu.

Grunnvatnsstaða og flóð - Til þess að mögulegt væri að kanna samband grunnvatnsstöðu og gróðurs var farið í alla reiti haustið 1997 og boruð hola niður fyrir grunnvatnsborð með sjö cm breiðum jarðvegsbor. Holan var ætíð staðsett innan 1 m frá miðju reits og var hún boruð í lægstu laut á því svæði. Mæling á grunnvatnsstöðu var fyrst gerð 26. og 27. september 1997. Til þess að auðvelda mælingar á grunnvatnsstöðu voru haustið 1999 (21.–23. sept.) sett niður í reitina 7 cm við grá „polypropylene“ plaströr. Á rörin voru fyrst gerðar rifur með vélsög með þunnu sagarblaði til að auðvelda inn- og útstreymi vatns. Voru rörin sett í sömu holur og fyrir voru í reitunum en þær voru þá óskemmdar í flestum reitum. Á nokkrum stöðum hafði mosi vaxið yfir opið og í fáeinum reitum hafði sandur fyllt holurnar að hluta (allir reitir á Gilsáreyri og reitur A á Klausturnesi). Rörum var komið þannig fyrir að op þeirra var 10 cm ofan við jarðvegsyfirborð nema í reit E á Egilsstöðum (26 cm) og H á Vallanesi (20 cm) en í þessum reitum varð rörum ekki komið neðar með góðu móti. Grunnvatnsstaða var þá mæld í annað sinn í reitunum. Síðan hefur grunnvatnsstaða verið mæld að hausti en auk þess var hún mæld sumarið 2004 þegar gróðurmælingar fóru fram (2. tafla). Alls hefur grunnvatnsstaða því verið mæld í reitunum 8 sinnum. Rör voru sett í reitina við Hjarðarból haustið 2002 (25. sept.) og hefur grunnvatnsstaða síðan verið mæld þar á sama hátt og í öðrum reitum, alls fjórum sinnum.

Frá upphafi mælinga hafa ummerki flóða í reitum verið skráð þegar gróður hefur verið mældur. Til þess að fá nákvæmari upplýsingar um flóð voru flóðaummerki skráð sérstaklega að hausti árin 2000–2004 (1. viðauki). Haustið 2001 (25.–26. sept.) voru auk þess sett flotholt (þvermál 5 cm) í rör í öllum reitum. Var það gert til að fá gleggri upplýsingar um hvar flæðir yfir land. Borað var þröngt gat neðan við efri brún rörs og flotholtið bundið þar við með grönnum sterkum þræði og því síðan stungið ofan í rörið. Haustin 2002–2004 var síðan kannað hvort flotholt hefði flotið upp. Eftir skoðun var flotholtum stungið aftur í rörið. Væri það ekki í rörinu var álitnið að flætt hefði yfir reit frá síðustu skoðun.

Beit, teðsla og rask - 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 ár hvert og beit, teðsla og rask 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 mótsvarandi magn af hrossaskít eða fuglaskít í reitnum.
- Nokkur teðsla – tvær til fjórar kúaklessur eða mótsvarandi magn af hrossaskít eða fuglaskít í reit.
- Mikil teðsla – fimm eða fleiri kúaklessur eða mótsvarandi magn af hrossaskít eða fuglaskít í reit.

Ath. ekki skipti máli hvort um gamla eða nýja teðslu var að ræða. Ef skítur sást á yfirborði var hann flokkaður sem teðsla.

Rask

- Ekkert rask – nánast ekkert traðk og/eða rót (bor eftir gæsir) sjáanlegt í reit.
- Lítið rask – traðk og/eða rót (bor eftir gæsir) á örfáum stöðum í reit.
- Nokkurt rask – traðk og/eða rót (bor eftir gæsir) víða í reit, gróðurþekja að miklu leyti heil.
- Mikið rask – yfirborð mikið traðkað (hestar, kýr, kindur) og/eða upprótað af fuglum (gæsir, álfir, endur).

Landbrot - Þegar reitir voru upphaflega lagðir út var staðsetning sumra þeirra ákvörðuð með því að mæla fjarlægð þeirra frá ár- eða vatnsbakka. Á nokkrum stöðum mátti nýta þessar upplýsingar til að fylgjast með landbroti. Þar sem svo háttáði voru þessar mælingar endurteknar. Málband var strengt frá nærhornum reits samsíða reitahliðum að brún vatnsbakka. Ef bakkinn var brotinn var mælt að fyrsta rofi í heilli gróðurþekju.

3.2.3 Ljósmyndir

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

3.2.4 Efnagreining jarðvegssýna

Eftir þurrkun við herbergishita voru jarðvegssýnin hrist í gegnum sigti með 2 mm möskvastærð. Að því loknu voru þau geymd í lokuðum plastdósum. Í sýnunum var síðar mælt sýrustig og magn kolefnis. Sýrustig var mælt með sýrustigsmæli með glerelektróðu. Sýni voru bleytt upp með eimuðu vatni (hlutfall 1:1) og þau hrist. Þau voru þá 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

Vatnshæð í Lagarfljóti hefur verið mæld á tveimur stöðum í langan tíma. Í Steinsvaðsflóa við Lagarfoss frá 1949 og við Lagarfljótsbrú frá 1948. Við Lagarfljótsbrú hefur hæðarviðmiðun ekki verið sú sama öll árin, svo vatnshæð sem mæld var til 1956 er ekki sambærileg við seinni mælingar (Sigurjón Helgason og Loftur Þorsteinsson 1977). Við útreikning á vatnshæð í Lagarfljóti var byggt á dagsildum frá 1957 til 2004 (Orkustofnun, Vatnamælingar 2006a, 2006b). Árinu 1974 var þó sleppt vegna þess að þá stóðu yfir miklar framkvæmdir við byggingu Lagarfossvirkjunar.

Meðaltöl dagsilda í hverjum mánuði voru fundin, annars vegar fyrir virkjun (1957–1973) og hins vegar eftir virkjun (1975–2004). Þar sem gróður hefur verið mældur við fljótið á um 10 ára fresti frá 1976 var áhugavert að kanna hvort miklar breytingar hefðu orðið á vatnshæð í fljótinu milli gróðurmælinga. Því var meðalvatnshæð mánaða fyrir hvert tímabil (1975–1984, 1985–1994, 1995–2004) reiknuð út, bæði við Lagarfljótsbrú og við Lagarfoss.

Við útreikning á grunnvatnsstöðu í reitum var hálfri þúfnahæð bætt við mæligildi í hverjum reit. Ástæða þess var sú að vatnsstaða var mæld á lægsta stað í miðjum reit en líklegt er að í þýfðu landi sé þannig hægt að lýsa betur vaxtarskilyrðum plantna en ef eingöngu væri miðað við lautir á milli þúfna.

Samband vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu í reitum var kannað með línulegri aðhvarfsgreiningu (e. regression). Notuð voru dagsildi í fljóti þá daga sem mælingar voru gerðar í viðkomandi reit. Sambandið var kannað bæði fyrir vatnshæð við Lagarfljótsbrú og við Lagarfoss.

3.3.2 Hæð yfir sjó, þúfnahæð og jarðvegsþykkt

Hæð reita yfir sjó var fundin út frá kortum sem unnin voru af Forverki hf. fyrir Rafmagnsveitur ríkisins af láglandinu með fljótinu á árunum 1975–1976 en kortin eru með 1 m hæðarlínunum (Forverk hf. 1977). Þúfnahæð var reiknuð sem meðaltal mælinga í reit. Jarðvegsþykkt í reit var fundin sem meðaltal mældrar þykkar í einstökum smáreitum. Tekið skal fram að við mælingar á jarðvegsþykkt var ekki unnt að mæla þykkari jarðveg en 110 cm. Væri þykktin meiri var henni gefið gildið 115 cm. Var þessi aðferð talin ásættanleg í ljósi þess að rætur flestra þeirra háplantna sem vaxa við fljótið eru ekki mjög djúpstæðar.

3.3.3 Gróður og umhverfi

Við úrvinnslu voru notuð gögn úr þeim 57 reitum sem oftast hafa verið mældir auk gagna úr nýju reitunum 5 við Hjarðarból, eða samtals úr 62 reitum. Notaðar voru niðurstöður gróðurmælinga frá fjórum tímum, þ.e. 1976, 1983–1984, 1993–1995 og 2004. Á árunum 1983 og 1984 höfðu flestir reitanna verið 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. Alls urðu þær gróðurmælingar sem notaðar voru við útreikningana því 232 að tölu, þ.e. summa af fjölda reita sinnum fjöldi gróðurmælinga í reit.

Heildarþekja gróðurs í reit var fundin sem meðaltal smáreita. Minnt skal á að hún var metin nákvæmar en aðrar þekjutölur og eingöngu árið 2004. Þekja þeirra breyta sem metnar voru

samkvæmt þekjukvarða Hults-Sernanders (3. tafla), þ.e. þekja einstakra háplöntutegunda, heildarþekja mosa og fléttna auk þekju nokkurra annarra tegunda og tegundahópa mosa (hraungambri, melagambri, barnamosar) og fléttna (breiskjufléttur, kræðurfléttur, engjaskófir) og lágplöntuskáanar var fundin út frá miðgildi þekjubils (3. tafla) í hverjum smáreit. Síðan voru reiknuð meðaltöl fyrir hvern reit. Fjöldi háplöntutegunda í reit var reiknaður sem summa allra tegunda sem fundust á hverjum tíma í smáreitunum 10 í hverjum reit. Hæð gróðurs í reit var fundin með því að fyrir hvern smáreit var hæð fyrst reiknuð sem miðgildi hæðarbils og síðan tekið meðaltal smáreita.

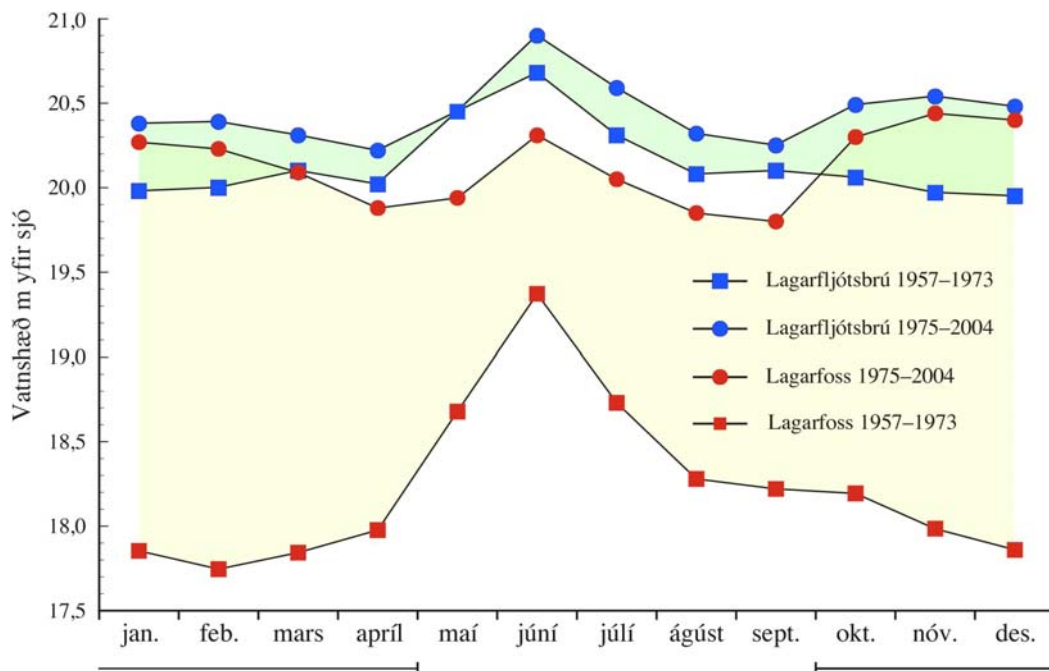
Tegundasamsetning, skyldleiki gróðurs og gróðurbreytingar í einstökum reitum voru kannaðar með hnitunargreiningu (e. ordination). Við hnitunina var byggt á gögnum úr öllum 62 reitunum ásamt endurmælingu á þeim, alls 232 mælingar. Notað var forritið CANOCO, útgáfa 4 (ter Braak og Smilauer 1998). Valin var DCA-aðferð og var byggt á þekju einstakra háplöntutegunda sem fundust höfðu við þrjár eða fleiri mælingar, hvort sem var í sama reit eða mismunandi reitum. Fyrir greininguna var öllum þekjugildum umbreytt þannig að tekin var af þeim kvaðratrót og notuð aðferð sem dregur úr vægi sjaldgæfra tegunda. Að öðru leyti voru notaðar sjálfgefna stillingar forritsins. Með greiningunni var einnig kannað samband á milli niðurstöðu greiningarinnar og 17 mismunandi gróður- og umhverfisþátta. Þeir voru: Þekja mosa, þekja fléttna, fjöldi háplöntutegunda, hæð yfir sjó, halli lands, þúfnahæð, sýrustig og kolefnisinnihald í jarðvegi, jarðvegsþykkt, tíðni flóða mæld með flotholtum og vatnsstaða mæld að hausti (7 skipti). Fyrsttöldu breyturnar þrjár hafa allar verið mældar á sama tíma og þekja háplantna í reitunum. Hinar breyturnar 14 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 var þúfnahæð sem var 28,5 cm í reit B í Dagverðargerði notuð í greiningunni sem gildi fyrir þann reit í öll þau fjögur skipti sem gróður hefur verið mældur.

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Vatnshæð í Lagarfljóti

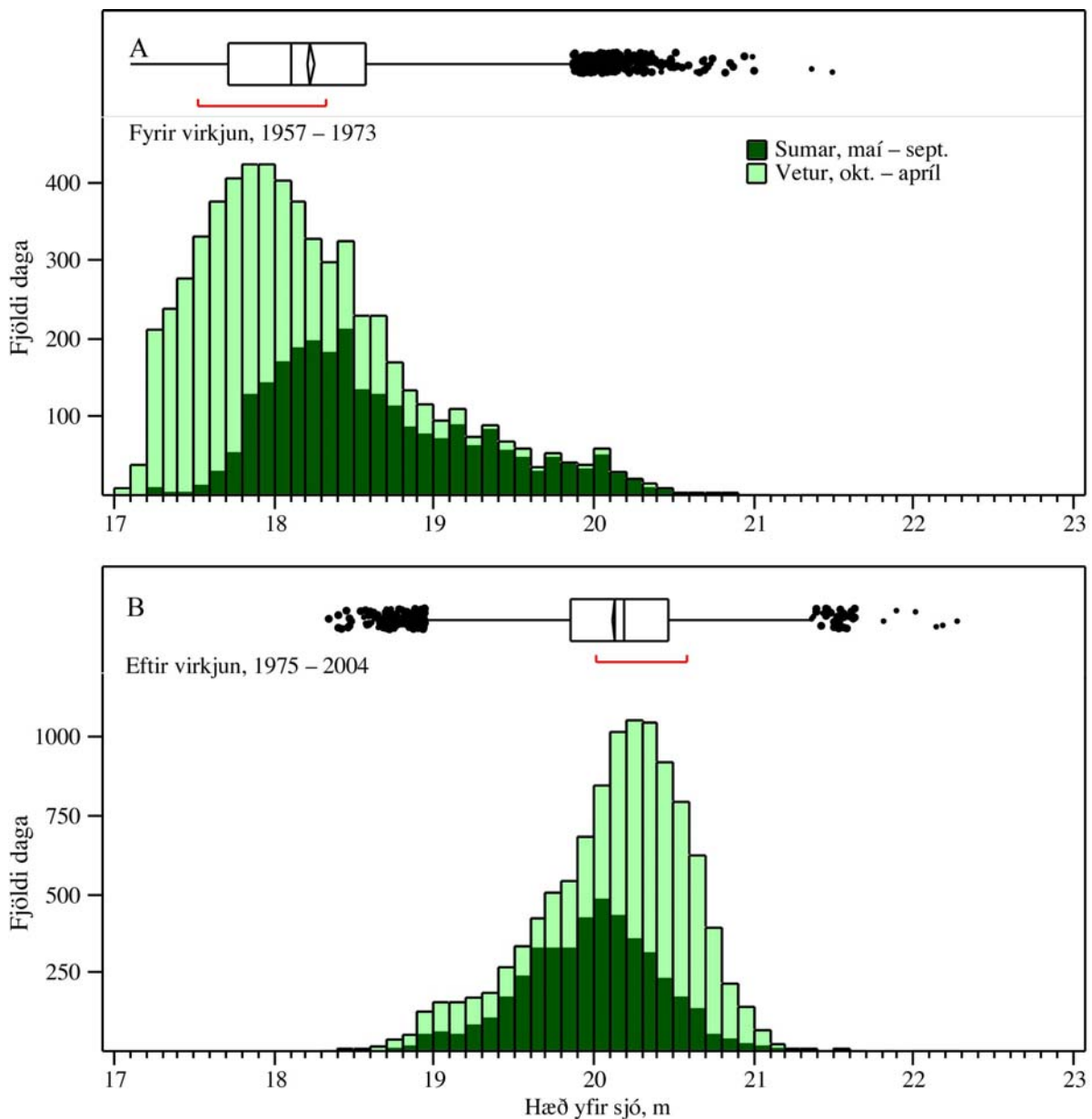
Með tilkomu stíflunnar við Lagarfoss þrengdist farvegur fljótsins nokkuð auk þess sem farið var að safna vatni ofan stíflu samkvæmt samningi á milli Rafmagnsveitna ríkisins og landeigenda. Miðað við hann er leyfilegt að stjórna vatnsborði með stíflulokum frá 1. október til 1. maí ár hvert en í undantekningartilfellum hefur vatni verið safnað utan þess tíma (Sigurður Jónsson, munnl. upplýsingar 2008).

Niðurstöður vatnshæðarmælinga í Lagarfljóti bæði frá Lagarfljótsbrú og Lagarfossi (Steinvaðsflói) sýna að fyrir virkjun var lægst í fljótinu frá nóvember og fram í apríl (2. mynd). Þá tók vatn að hækka og steig það síðan talsvert í maí og náði hámarki með greinilegum flóðatoppi í júní. Vatnshæð hélst allhá í júlí en féll síðan nokkuð jafnt fram á haustið.



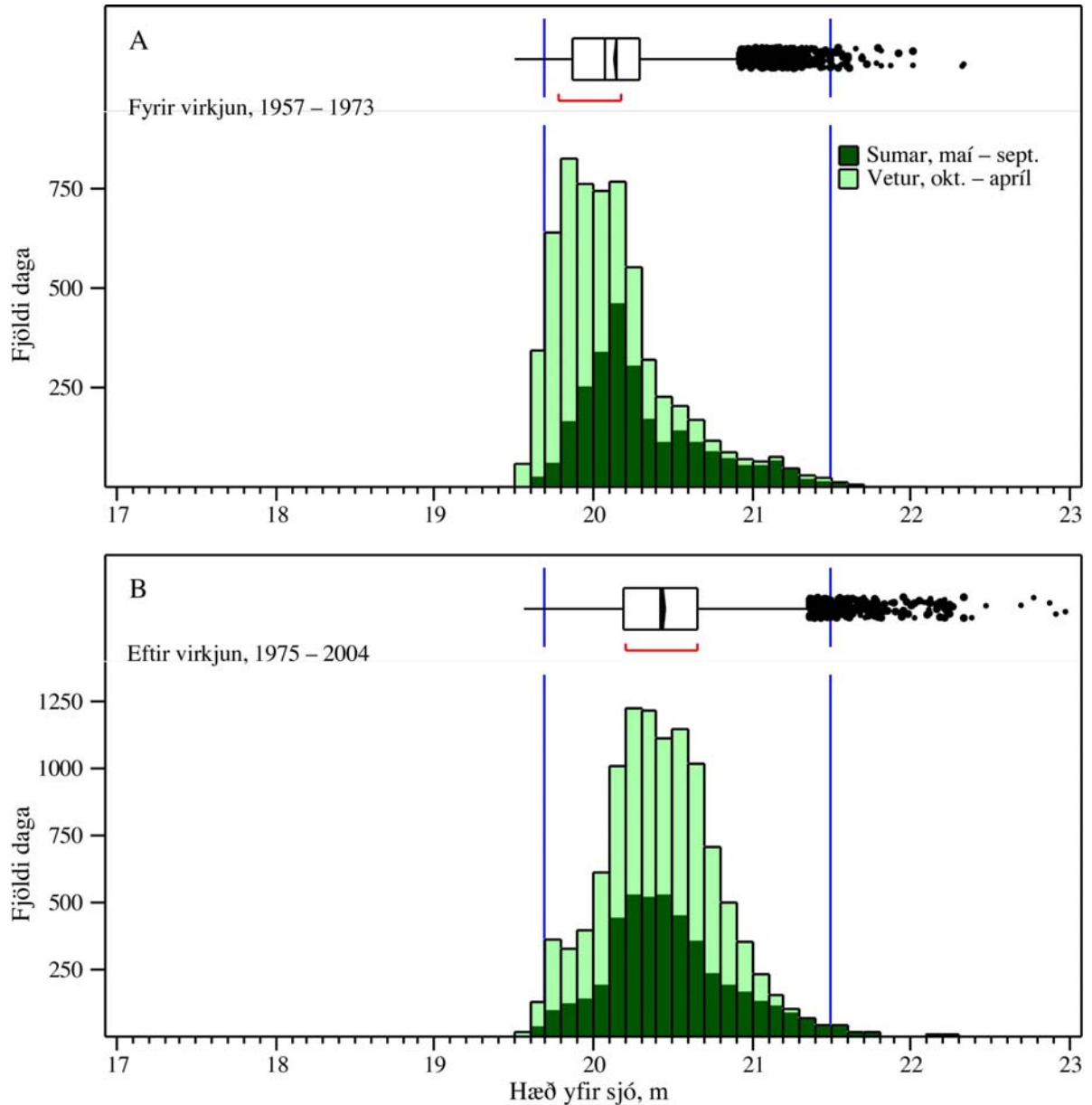
2. mynd. Meðalvatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú og í Steinvaðsflóa við Lagarfoss fyrir og eftir virkjun við Lagarfoss. Gult táknar vatnsborðshækkun í Steinvaðsflóa en grænt hækkun við Lagarfljótsbrú. Lína undir mynd sýnir hvenær leyfilegt er að hækka vatnsborð með rennislökum við Lagarfoss.

Mælingar á vatnshæð í fljótinu sýna að verulegar breytingar hafa orðið með tilkomu virkjunarinar (2. mynd). Við Lagarfljótsbrú hækkaði vatnshæð að meðaltali um 30 cm en við Lagarfoss um 190 cm. Á báðum stöðum hefur hækkunin verið mest að vetrinum, sérstaklega frá október og fram í febrúar. Ef miðað er við árabilið 1957–1973 og árin 1975–2004 hefur hækkunin við Lagarfljótsbrú verið að meðaltali þessa vetrarmánuði 39–57 cm en við Lagarfoss 210–254 cm. Sumarmánuðina (maí–sept.) hefur hækkunin verið mun minni, eða frá 0–28 cm við Lagarfljótsbrú en 94–158 cm við Lagarfoss, mismikið eftir mánuðum (2. mynd).



3. mynd. Tíðnidreifing vatnshæðar í Lagarfljóti í Steinsvaðsflóa fyrir virkjun (A) og eftir virkjun (B) við Lagarfoss. Efst á mynd er sýnd dreifing vatnshæðar með svokölluðu kassa-riti. Tígull í kassa sýnir meðaltal en lóðrétt strik táknar miðgildi. Rautt lárétt strik spannar 50% af mæligildum þar sem þau eru þéttust. Dreifð gildi svo sem einstök flóð eru sýnd sem punktar.

Virkjunin leiddi einnig til þess að sveifla í vatnsborði við Lagarfoss yfir árið varð mun minni en áður, sérstaklega að sumrinu (3. mynd). Þessi breyting varð hins vegar ekki við Lagarfljótsbrú (4. mynd).



4. mynd. Tíðnidreifing vatnshæðar í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú fyrir virkjun (A) og eftir virkjun (B) við Lagarfoss. Efst á mynd er sýnd dreifing vatnshæðar með svokölluðu kassa-riti. Tígull í kassa sýnir meðaltal en lóðrétt strik táknar miðgildi. Rautt lárétt strik spannar 50% af mæligildum þar sem þau eru þéttust. Dreifð gildi svo sem einstök flóð eru sýnd sem punktar. Blá lóðrétt strik sýna 19,7 m og 21,5 m vatnshæð. Sjá einnig umfjöllun í texta.

Annað sem breyttist við virkjunina var að flóð náðu hærra en áður, einkum að sumri (3.–4. mynd). Við Lagarfljótsbrú var vatnshæð yfir 21,5 m að sumrinu (maí–sept.) fyrir virkjun (1957–1973) að meðaltali í 0,9 daga á ári en samsvarandi tala eftir virkjun (1975–2004) var 3,6 dagar, sem er fjórföldun. Slík breyting var ekki eins mikil að vetrinum. Við Lagarfljótsbrú var vatnshæð t.d. yfir 21,5 m í október–apríl fyrir virkjun (1957–1973) að meðaltali í 0,8 daga á ári en eftir virkjun (1975–2004) 1,3 daga á ári.

Samkvæmt mælingum við Lagarfljótsbrú breyttist tíðni lágrar vatnstöðu í fljótinu lítið að sumri við virkjunina en mikið að vetri. Að sumri (maí–sept.) var vatnshæð undir 19,7 m að meðaltali fyrir virkjun (1957–1973) í 1,2 daga á ári. Eftir virkjun (1975–2004) var þessi tala

1,5 dagar á ári. Að vetri var vatnshæð undir 19,7 m í 18,2 daga á ári fyrir virkjun (1957–1973) en eftir virkjun var samsvarandi tala 3,0 dagar á ári.

Samandregið má því segja að helstu breytingar sem urðu við virkjunina hafi verið þessar:

1. Vatnsborð hækkaði bæði að sumri og vetri, einkum þó að vetrinum.
2. Flóð náðu hærra en áður, sérstaklega að sumri.
3. Lág vatnshæð varð fátíðari að vetrinum en hún var fyrir virkjun.

Við fljótið hefur gróður verið mældur á um 10 ára fresti, fyrst á árunum 1975–1976. Því er áhugavert að kanna hvort miklar breytingar hafi orðið á vatnshæð í fljótinu milli gróðurmælinga. Þegar meðalvatnshæð í fljótinu yfir árið þessa þrjá áratugi er skoðuð kemur í ljós að hún hefur lítið breyst hvort sem miðað er við Lagarfljótsbrú eða Lagarfoss (4. tafla). Sé vatnshæð hins vegar skoðuð eftir mánuðum sést að verulegur munur er á milli tímabila. Einkum er síðasti áratugurinn (1995–2004) frábrugðinn hinum tveimur (1975–1984, 1985–1994). Meginbreytingin er sú að síðasta áratuginn var vatnshæð um 20 cm lægri í júní og júlí bæði við Lagarfljótsbrú og við Lagarfoss en undangengna tvo áratugi. Vatnshæð var hins vegar nokkuð hærri á haustmánuðum (4. tafla).

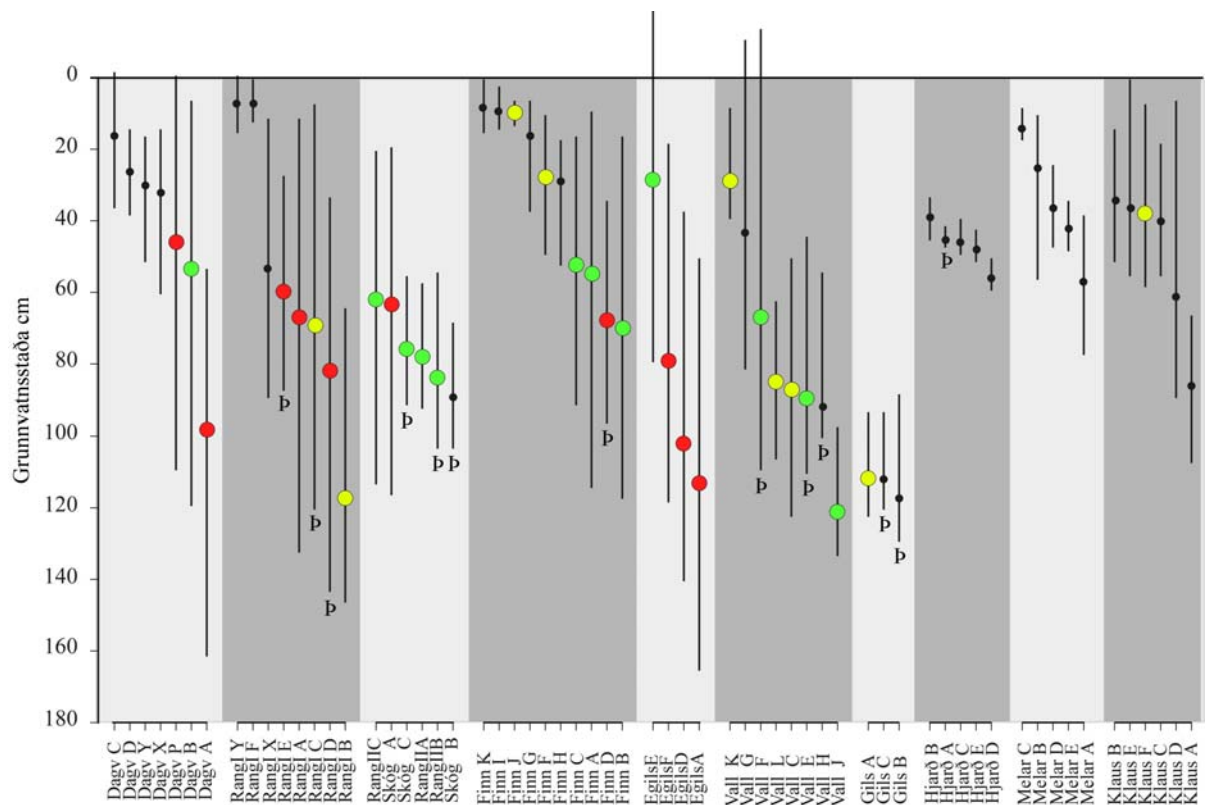
4. tafla. Vatnshæð í Lagarfljóti við Lagarfljótsbrú og við Lagarfoss. Sínd eru meðaltöl mánaða fyrir virkjun við Lagarfoss (1957–1973) og eftir virkjun skipt upp í 10 ára tímabil (Orkustofnun, Vatnamælingar 2006a, 2006b).

Mán.	Vatnshæð við Lagarfljótsbrú, m yfir sjó				Vatnshæð við Lagarfoss, m yfir sjó			
	1957– 1973	1975– 1984	1985– 1994	1995– 2004	1957– 1973	1975– 1984	1985– 1994	1995– 2004
Jan.	19,98	20,26	20,46	20,43	17,85	20,06	20,39	20,34
Feb.	20,00	20,43	20,39	20,35	17,75	20,19	20,33	20,18
Mars	20,10	20,39	20,33	20,20	17,84	20,11	20,17	19,99
Apríl	20,02	20,26	20,09	20,30	17,98	19,98	19,78	19,88
Maí	20,45	20,41	20,49	20,45	18,68	19,89	20,00	19,95
Júní	20,68	20,97	20,95	20,77	19,37	20,40	20,37	20,16
Júlí	20,31	20,61	20,68	20,48	18,73	20,08	20,14	19,92
Ágúst	20,08	20,23	20,36	20,36	18,28	19,71	19,89	19,95
Sept.	20,10	20,10	20,28	20,36	18,22	19,67	19,77	19,97
Okt.	20,06	20,46	20,42	20,59	18,19	20,27	20,27	20,35
Nóv.	19,97	20,47	20,52	20,63	17,98	20,35	20,48	20,49
Des.	19,95	20,49	20,43	20,53	17,86	20,36	20,38	20,45
Meðalt.	20,14	20,42	20,45	20,46	18,23	20,09	20,16	20,14

4.1.1 Samband vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu í reitum

Aðhvarfsgreining sýndi að vatnshæð við Lagarfjótsbrú lýsir betur aðstæðum á láglendisnesjum við fljótið en vatnshæð við Lagarfoss. Ef miðað var við vatnshæð við Lagarfjótsbrú reyndust marktæk tengsl vera við grunnvatnsstöðu í 31 reit af þeim 57 sem kannaðir voru með greiningunni ($p < 0,05$) (5. mynd). Ef miðað var við vatnshæð við Lagarfoss voru tengslin hins vegar marktæk í 23 reitum ($p < 0,05$). Þá er ljóst að sambandið er einna sterkast þar sem grunnvatnsstaða sveiflast mikið og nokkuð djúpt er á vatn (5. mynd). Verulegur munur er einnig á milli svæða og má skipta þeim í tvo flokka eftir fjarlægð frá Lagarfossi. Annars vegar eru svæðin frá Dagverðargerði að Vallanesi en þar sveiflast grunnvatnsstaðan í mörgum reitum marktækt eftir vatnshæð við Lagarfjótsbrú. Hins vegar eru þau svæði sem innar liggja í landi, þ.e. Gilsáreyri, Melanes og Klausurnes, en grunnvatnsstaða sýndi þar yfirleitt litla samsvörun við vatnshæð við Lagarfjótsbrú.

Þegar staðsetning reita í landi er skoðuð kemur fram mjög greinilegt mynstur í grunnvatnsstöðu (16., 19., 21., 24., 26., 29., 31. mynd). Þeir reitir sem liggja á flóðagörðum nálægt fljótinu sýna sterkast samband við vatnshæð í fljóti. Reitir sem standa nálægt brekkurótum eru hins vegar yfirleitt í litlum tengslum við vatnshæð í fljótinu. Athygli vekur að áhrif fljótsins geta sums staðar náð langt frá bökkum þess, eða a.m.k. 800 m bæði í Finnsstaðanesi (reitur J) (21. mynd) og þó einkum á Vallanesi (reitir J, K og L) (24. mynd).



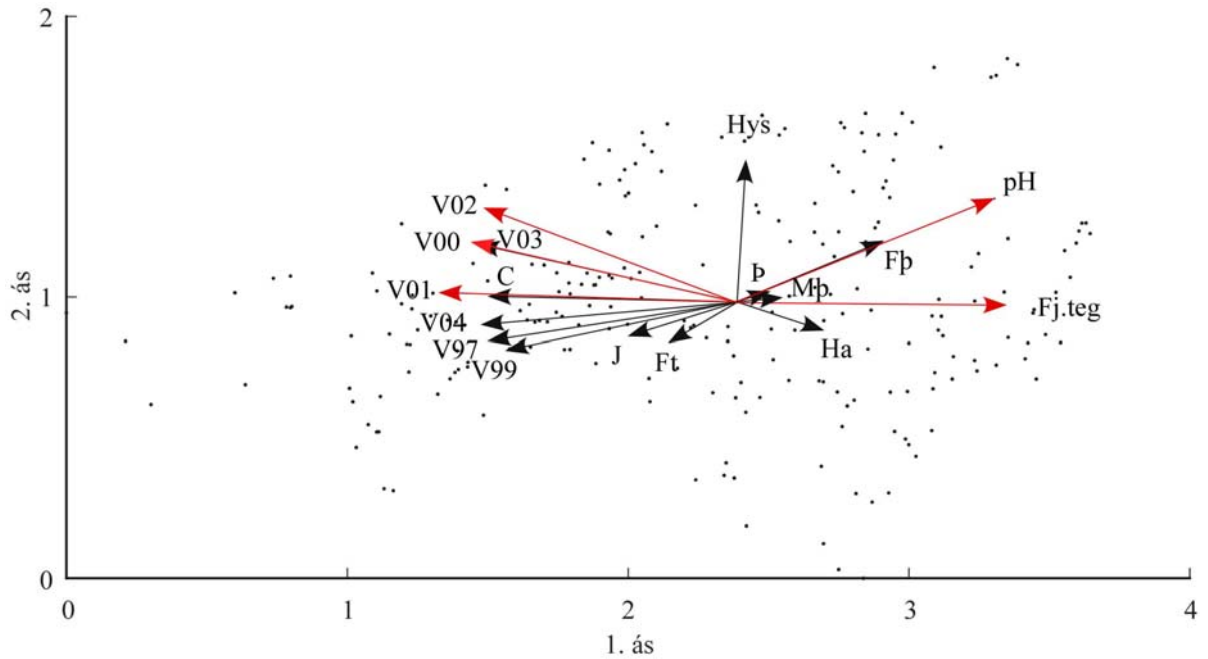
5. mynd. Staða grunnvatns miðað við yfirborð í rannsóknarreitum. Mælt var einu sinni að hausti árin 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 (21.–27. sept.) og 2004 (11.–12. okt.). Sýnt er meðaltal þessara sjö mælinga og hámark og lágmark þeirra í hverjum reit. Svæðum er raðað eftir fjarlægð frá sjó og innan svæða er reitum raðað eftir meðalvatnsstöðu. Samband milli vatnshæðar í fljóti og grunnvatnsstöðu í reit var metið með aðhvarfsgreiningu (e. regression): rautt, $p < 0,001$; grænt, $p < 0,01$; gult, $< 0,05$; svart, ekki marktækt. „P“ merkir að mæliholan hafi verið þurr í eitthvert skipti er mælt var.

4.2 Gróður og umhverfispættir

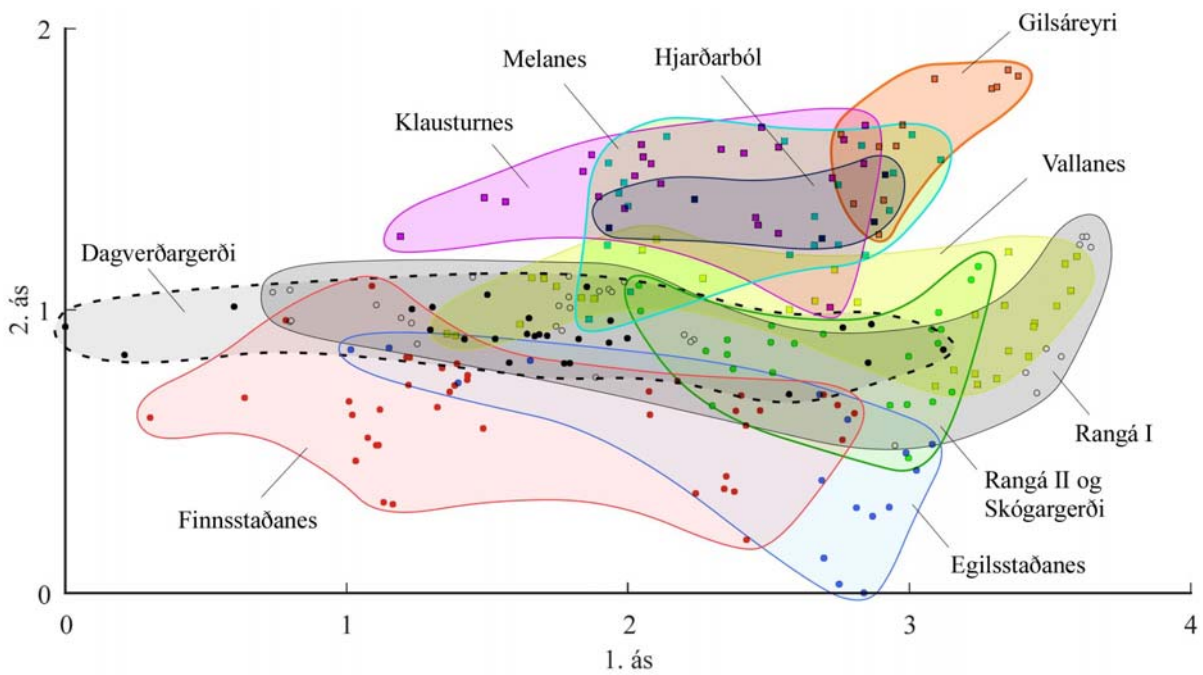
Í reitunum 62 fannst samtals 131 tegund háplantna, þ.e. innan þeirra 10 fermetra sem mældir voru í hverjum reit. Fjöldi tegunda í reit var mjög misjafn eða frá 7 og upp í 58 (1. viðauki). Mýrastör var langalgengasta tegundin öll árin en árið 1976 fannst hún í öllum 57 reitunum sem þá voru mældir en árið 2004 í öllum nema einum. Hún var einnig sú tegund sem myndaði langmesta þekju allra tegunda öll árin. Árið 1976 var þekja hennar að meðaltali 36,0% (n = 57) en árið 2004 32,4% (n = 62). Þær tegundir sem næstar henni komu að þekju voru engjarós, snarrótarpuntur og túnvingull en meðalþekja þeirra öll árin miðað við alla reiti var um 4,6%.

Niðurstöður hnitunargreiningar sýna að fyrsti ás hnitunarinnar spannar langstærsta hluta þess breytileika sem er að finna í gagnasafninu en eigingildi (e. eigenvalue) hans er 0,39. Eigingildi hinna ásanna þriggja sem forritið gefur eru 0,14; 0,09 og 0,06. Tekið skal fram að eigingildi er alltaf tala á milli 0 og 1. Því hærra sem gildið er þeim mun mikilvægari er viðkomandi ás í hnituninni. Niðurstöðurnar sýna einnig að breytileiki gróðurs í reitunum er verulegur því að reitir á 1. ási hnitunar spanna um 3,6 staðalfrávikseiningar á 1. ási (6. mynd). Fjarlægð milli punkta (reita) á slíkum myndum sýnir hversu lík eða ólík tegundasamsetning í reitunum er. Því lengra sem er á milli þeirra þeim mun ólíkari er tegundasamsetningin. Almennt má segja að reitir sem lengra er á milli en nemur fjórum einingum hafi fáar eða engar tegundir sameiginlegar (ter Braak 1987, Gould og Walker 1999).

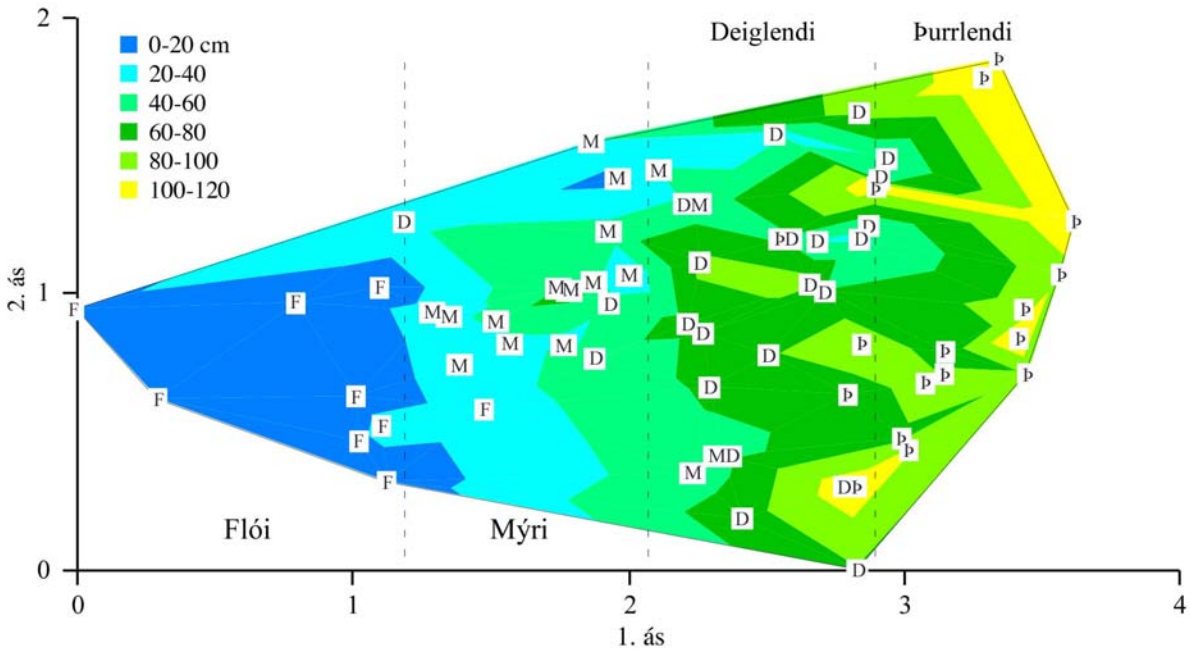
Af þeim 17 gróður- og umhverfispáttum sem kannaðir voru í hnitunargreiningunni sýndu tegundafjöldi, sýrustig og grunnvatnsstaða sterkast samband við gróðurmynstrið eins og það birtist á fyrstu tveimur ásum hnitunarinnar, en samband þetta má ráða af lengd og stefnu örva (6. mynd). Allsterk samsvörun var einnig við kolefnisinnihald jarðvegs. Minnst samsvörun við gróðurmynstrið sýndi þúfnahæð, þekja mosa og flóðatíðni mæld með flotholtum.



6. mynd. Niðurstaða DCA-hnitunar fyrir reiti (punktar) byggð á þekju allra háplöntutegunda. Samband 17 breyta og hnitunar er táknað með örvm. Lengd örva og stefna gefa til kynna fylgni milli breytu og hnitunarása. Sterkasta sambandið er táknað með rauðum örvm. Breyturnar eru: Hæð yfir sjó (Hys), jarðvegsþykkt (J), halli lands (Ha), hæð þúfna (P), magn kolefnis í jarðvegi (C), sýrustig (pH), fjöldi háplöntutegunda í reit (Fj.teg), mosapekja (Mp), flétupekja (Fp), flóðatíðni mæld með flotholtum árin 2002–2004 (Ft) og grunnvatnsstaða í reitum mæld að hausti (sept.–okt.) 1997 og 1999–2004 (V97 - V04). Sjá nánar í texta.



7. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar fyrir reiti. Reitir á einstökum rannsóknarsvæðum hafa verið afmarkaðir með línunum.



8. mynd. Tengsl hnitunar og grunnvatnsstöðu í reitum reiknuð út frá hnitum reita árið 2004 og meðaltali grunnvatnsstöðumælinga að hausti 1997 og 1999–2004. Flokkun einstakra reita eftir raka er sýnd með bókstöfum, F (flói), M (mýri), D (deiglendi), P (þurrlendi). Brotnar línur sýna grófa skiptingu í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.

Niðurstöðurnar sýna einnig að langflestir þessara þátta eru sterklega tengdir 1. ási hnitunarinnar og ljóst er að samsetning gróðurs er að verulegu leyti tengd grunnvatnsstöðu. Að meðaltali er land blautast og jarðvegur kolefnisríkastur í reitum sem liggja lengst til vinstri á 1. ási. Í blautasta landinu eru tegundir einnig fæstar og sýrustig í jarðvegi lægst. Sýrustig hækkar og tegundum fjölgar síðan að meðaltali með hækkandi gildum á 1. ási. Fylgni þessara breyta við hnit reita á 1. ási sýna þetta samband nánar en fylgnistuðull kolefnismagns í jarðvegi við hnit á 1. ási var $-0,74$ ($r^2 = 0,55$, $p < 0,0001$, $n = 232$). Samsvarandi stuðull fyrir sýrustig var $0,76$ ($r^2 = 0,58$, $p < 0,0001$, $n = 232$) og fyrir grunnvatnsstöðu sem mæld var 25.–26. september 2001 reyndist vera $-0,85$ ($r^2 = 0,72$, $p < 0,0001$, $n = 232$) en sú grunnvatnsstaða sýndi sterkast samband við gróðurmynstrið eins og það kemur fram á fyrstu tveimur ásum hnitunarinnar.

Af breytunum 17 sem prófaðar voru reyndist hæð yfir sjó vera sú eina sem sýndi verulega samsvörun við 2. ás hnitunarinnar (6. mynd). Fylgni h.y.s. við hnit reita á 2. ási var $0,52$ ($r^2 = 0,27$, $p < 0,0001$, $n = 232$). Þetta endurspeglar væntanlega að hluta til þann mun sem er á gróðri svæðanna en þau sem innst liggja í landi og hæst yfir sjó, þ.e. Klausturnes, Melanes, Hjarðarból og Gilsáreyri, hafa öll fremur há gildi á 2. ási. Egilsstaðanes og Finnsstaðanes hafa hins vegar lág gildi á ásum en reitir á þessum svæðum liggja fremur lágt yfir sjó (7. mynd).

Reitir á hverju svæði spanna einnig verulegan mun í raka, einkum reitir á Finnsstaðanesi, Dagverðargerði og á Rangá I (7. mynd). Sums staðar er land forblautt, t.d. reitur C í Dagverðargerði og reitur K á Finnsstaðanesi (lág gildi á 1. ási). Á Melanesi, Hjarðarbóli, Rangá II og Skógargerði og einkum þó á Gilsáreyri er land í reitum þurrara og breytileiki í gróðri minni á milli reita. Miðað við staðsetningu reita á 1. ási eru þurrustu reitirnir á Rangá I (reitir B og D), Vallanesi (reitir H og E) og á Gilsáreyri (reitir C og B).

Gott samræmi reyndist vera á milli stöðu reita á 1. ási hnitunar og flokkunar eftir raka (8. mynd). Lengst til vinstri á hnitunargrafinu röðuðust reitir sem flokkuðust sem flói, þá tóku við mýrareitir síðan deiglendi og lengst til hægri þurrlendisreitir. Meðalgrunnvatnsstaða að hausti (að viðbætti hálfri þúfnahæð) í því landi sem flokkað var sem flói var 14 cm undir yfirborði, 39 cm í mýri, 59 cm í deiglendi og 95 cm í þurrlendi.

Hnit einstakra plöntutegunda endurspeglar breytileika í raka mjög vel (9. mynd). Tegundir með mjög lág gildi á 1. ási hnitunar eru tjarnastör, horblaðka, gulstör, hrafnaflífa og vetrarkvíðastör sem allar eru dæmigerðar votlendistegundir. Á þurrasta landinu (há gildi á 1. ási) er hins vegar þungamiðja lambagrass, blóðbergs, jakobsffíls, sýkigrass og fjallasveifgrass. Þá má einnig nefna lyfjagras, týsfjólu, stinnastör, ljónslappa, undaffil, vallelftingu, slíðrastör og þursaskegg sem allar hafa há gildi á 1. ási.

jarðvegsins og kolefni meira (5. tafla). Á blautasta landinu, þ.e. þar sem vatn stóð að hausti að meðaltali 0–20 cm undir yfirborði var pH 5,2 og kolefnismagn um 12%. Á þurrasta landinu, þ.e. þar sem dýpra var á vatn en 80 cm að hausti, var pH að meðaltali 5,9 og kolefnismagn 4,1% (5. tafla).

Hæð gróðurs, sem var mjög breytileg eftir reitum (10–98 cm), reyndist ekki vera marktækt tengd grunnvatnsstöðu að hausti (5. tafla). Fjöldi háplöntutegunda, sem einnig var mjög breytilegur eftir reitum (8–58 teg./10 m²), sýndi hins vegar mjög sterk tengsl við vatnsstöðuna. Því herra sem vatn stóð þeim mun færri voru tegundirnar. Í blautasta landinu þar sem grunnvatn var 0–20 cm undir yfirborði var fjöldi háplöntutegunda að meðaltali um 17 í hverjum reit (10 m²) en þar sem dýpra var á grunnvatn en 80 cm voru þær hins vegar nánast tvöfalt fleiri eða að meðaltali 31 tegund í reit (5. tafla). Sé miðað við línulegt samband á milli grunnvatnsstöðu og fjölda tegunda í reit fækkar háplöntutegundum að meðaltali um 1,4 tegundir/10 m² fyrir hverja 10 cm sem vatnsstaðan hækkar.

5. tafla. Tengsl grunnvatns og nokkurra gróður- og umhverfispáttá í reitum. Miðað er við þekju við síðustu gróðurmælingu, þ.e. árið 2004. Reitir hafa verið flokkaðir í sex flokka eftir dýpt á grunnvatn. Gefin eru upp meðaltöl í hverjum flokki. Hæstu og lægstu gildi eru sýnd innan sviga. Flokkarnir voru ýmist bornir saman með fervikagreiningu (AN) eða með Kruskal Wallis (KW) prófi sem er óháð dreifingu. k = mesta þekja samkvæmt gróðurkvarða er 75%.

Dýpt á grunnvatn, flokkar								
Fjöldi reita	0–20 cm	21–40 cm	41–60 cm	61–80 cm	81–100 cm	>100 cm		
Þúfnahæð cm	8 (9–30)	13 (8–35)	14 (10–29)	11 (7–33)	9 (10–32)	7 (10–47)	EM	AN
Jarðvegur								
Jarðvegsþykkt cm	115 (115–115)	109 (41–115)	94 (46–115)	102 (53–115)	91 (49–115)	115 (115–115)	EM	KW
pH	5,16 (4,80–5,90)	5,52 (4,95–6,60)	5,79 (5,25–6,54)	5,76 (5,35–6,20)	5,92 (5,20–6,15)	5,86 (5,20–6,40)	**	AN
Kolefni %	12,05 (5,10–17,12)	8,31 (2,48–14,21)	7,01 (2,94–16,45)	5,23 (1,44–13,48)	5,40 (2,91–14,18)	2,41 (0,31–6,92)	***	AN
Gróður								
Hæð gróðurs cm	37 (25–45)	30 (12–49)	32 (17–43)	41 (23–74)	29 (11–41)	31 (10–98)	⁰ EM	AN
Fjöldi háplteg./reit (10 m ²)	17 (8–25)	24 (18–35)	23 (16–34)	25 (17–34)	31 (17–43)	31 (23–58)	***	AN
Heildarþekja %	98 (93–100)	99 (92–100)	100 (98–100)	100 (99–100)	100 (100–100)	95 (78–100)	**	KW
^k Háplöntuþekja %	75 (75–75)	75 (71–75)	75 (75–75)	75 (75–75)	75 (75–75)	74 (71–75)	EM	KW
^k Mosaþekja %	39 (13–75)	47 (10–75)	48 (2–75)	46 (3–75)	40 (3–75)	52 (7–75)	EM	KW
^k Þekjabarnamosa %	2 (0–10)	1 (0–6)	0 (0–0)	0 (0–0)	0 (0–0)	0 (0–0)	*	KW
^k Fléttuþekja %	0 (0–0)	0,3 (0–1,9)	0,4 (0–2,9)	0 (0–0,4)	0,5 (0–2,6)	1,9 (0–6,5)	EM	KW
^k Þekja engjaskófa %	0 (0–0)	0,3 (0–1,9)	0,4 (0–2,9)	0,0 (0–0,4)	0,5 (0–2,6)	1,1 (0–5,6)		

Heildarþekja gróðurs, sem nánast alls staðar var mjög mikil (78–100%), var svipuð eftir grunnvatnsstöðu að öðru leyti en því að á þurrasta landinu (vatnsstaða >100 cm) var heildarþekja nokkru minni en annars staðar (5. tafla). Þekja háplantna var ekki háð grunnvatnsstöðu enda var þekjan alls staðar mjög mikil (71–75%) og sama var að segja um heildarþekju mosa sem var þó mun breytilegri eftir reitum (2–75%). Heildarþekja fléttna var yfirleitt mjög lítil (0–7%) og sýndi ekki marktæk tengsl við grunnvatnsstöðu að hausti. Þó skal tekið fram að engar fléttur fundust á allra blautasta landinu, þ.e. þar sem grunnvatn stóð hærra en 30 cm að hausti. Fléttur voru frekar sjaldgæfar en þær fundust aðeins í 18 af þeim 62 reitum sem mældir voru árið 2004.

Við mælingarnar 2004 var m.a. mæld þekja nokkurra tegundahópa mosa og fléttna. Þekja barnamosa sýndi greinilegt samband við grunnvatnsstöðu að hausti (5. tafla). Þessi hópur mosa fannst aðeins í 10 reitum og eingöngu á frekar blautu landi eða þar sem dýpt á grunnvatn var minni en 44 cm. Þekja engjaskófa, sem fundust í 18 reitum árið 2004, sýndi ekki sterk tengsl við grunnvatnsstöðu að hausti. Engar engjaskófir fundust þó í blautustu reitunum, þ.e. þar sem dýpt á grunnvatn var undir 30 cm að hausti. Þekja breiskjufléttna var hins vegar tengd grunnvatnsstöðu en þessi fléttuhópur fannst eingöngu í tiltölulega þurrum reitum, þ.e. þar sem dýpra var en 30 cm á grunnvatn að hausti.

Af öðrum tegundum og tegundahópum sem mældir voru árið 2004 (mosa- og fléttuskán, mosarnir hraungambri og melagambri, fléttan hreindýramosi og tegundahóparnir kræðufléttur og breiskjufléttur) var mjög lítið og fannst hver þeirra um sig aðeins í 1–4 reitum. Sameiginlegt þeim öllum var að þær voru eingöngu á tiltölulega þurru landi, þ.e. þar sem dýpt á grunnvatn að hausti var um 90 cm eða meira.

4.3 Beit og önnur landnýting

Af þeim gögnum sem fyrir liggja er ljóst að beit og önnur landnýting á rannsóknarsvæðunum við Lagarfljót hefur breyst verulega á þeim 30 árum sem rannóknirnar ná yfir. Mesta breytingin hefur orðið á beit sauðfjár en verulegar breytingar hafa einnig orðið á beit nautgripa og hrossa (6. tafla).

Við upphaf rannsóknarinnar voru öll svæðin nýtt til beitar fyrir sauðfé (6. tafla). Í Dagverðargerði, Skógargerði, á Finnsstaðanesi, Egilsstaðanesi, Vallanesi, Hjarðarbóli og á Klausturnesi eru rannsóknarsvæðin nú annað hvort friðuð fyrir sauðfjárbeit eða fjárbeit mjög lítil. Hluti lands á Gilsáreyri (reitir A og B) er nú friðaður fyrir beit og á Rangá I hefur dregið mjög úr henni. Aðeins á Rangá II hefur sauðfjárbeitin lítið breyst frá því mælingarnar hófust árið 1975 (6. tafla).

Þrjú svæðanna, Finnsstaðanes, Egilsstaðanes og Vallanes, hafa verið nýtt til beitar fyrir nautgripa á rannsóknartímanum (6. tafla). Þessi beitarnot hafa hins vegar breyst mikið. Á Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi er nú ekki lengur beitt nautgripum en á Vallanesi hefur nautgripabeit hins vegar verið með svipuðu sniði allan rannsóknartímann.

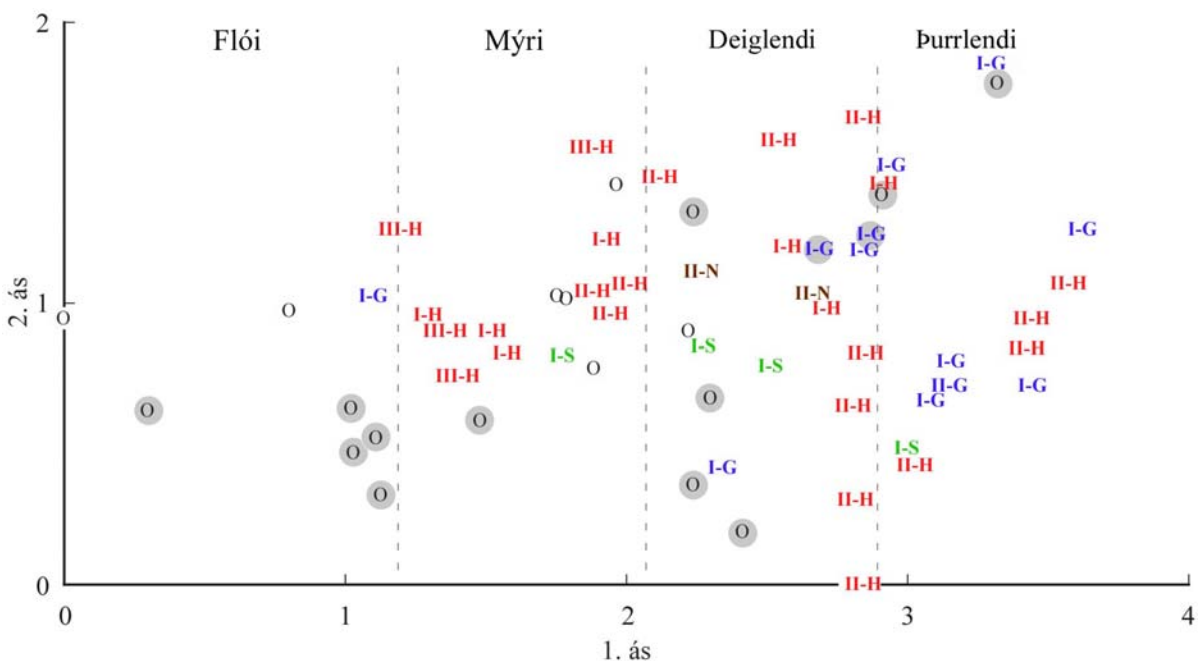
6. tafla. Yfirlit yfir beit og aðra meðferð lands. I = lítil beit, II = nokkur beit, III = mikil beit. Ef ekkert er skráð merkir það að beitin hafi verið engin eða óveruleg. Til og með 1995 var mat á beit í reitum fremur ónákvæmt. Teðsla var metin í reitum árin 2000–2004 og er í töflunni gefið upp hvaða skepnur lagt hafa mest til hennar á þessu tímabili. G = gæsir, H = hross, N = nautgripir, S = sauðfé.

	Flokkun beitar			Beit og önnur meðferð lands 1975–1995	Flokkun beitar					Teðsla '00–'04	
	'76	'83-'84	'93-'95		'00	'01	'02	'03	'04		
Dagverðargerði				Milli 10 og 20 hrossum hefur verið beitt á svæðið haust og vetur (Málfríður Einarisdóttir, munnl. upplýsingar). Með tímanum dró úr hrossabeit og tók síðan alveg fyrir hana vorið 2002 er landið var friðað (Pétur Stefánsson, munnl. uppl.). Á árunum 1992–1995 var sauðfjárbeit einnig töluverð yfir sumartímam (Aðalsteinn Hákonarson, munnl. uppl.) en hin síðari ár hefur svæðið verið laust við sauðfjárbeit nema ef einstaka kind slapp þar inn (Pétur Stefánsson, munnl. uppl.). Talsvert hefur verið af grágæs og álfum á svæðinu. Sumurin 1975 og 1976 var nokkrum vetrungum beitt á landið.	I	II	I		I	H/S	
A	III		I		I					H/S	
B	III	II								H	
C	I									H	
D	I									H/G	
P	II									S/H	
X										H/G	
Y	I										
Rangá I					Til 1987 var landið notað til beitar fyrir sauðfé, yfirleitt frá því í byrjun september og fram í nóvember. Árið 1987 var fé skorið niður og var fjárlaust til 1991. Á árunum 1992–1995 var allmargt fé á svæðinu að sumrinu (Aðalsteinn Hákonarson, munnl. uppl.). Beit annarra gripa hefur verið lítil en sumarið 1976 voru nokkrir nautgripir þarna á beit. Á síðustu árum hefur beit verið lítil, eingöngu sauðfjárbeit að hausti (Hólfríður Björnsdóttir, munnl. uppl.).						G
A		I								G/S	
B										G	
C			I							G/S	
D			I								
E	II	III	I							G	
F	I	III								G/S	
X	I		I							G	
Y	I	II	II								
Rangá II (R) og Skógarg. (S)				A Rangá II var sauðfé beitt á landið frá réttum og þar til fé var tekið á gjöf. Fé var skorið niður 1987 og var fjárlaust í nokkurn tíma eftir það. Hin síðari ár hefur sauðfé verið beitt haust og vor - beit hefur heldur minnkað við RIIA og B (Þórarinn Hallsson, munnl. uppl.). Girt var gegnum miðjan reit RII A árið 1976. Í Skógargerði var nokkur sauðfjárbeit til 1978 en eftir það hefur land verið nánast alfriðað. (Víkinger Gíslason, munnl. uppl.). Sina var brennd í reit S A árið 1993.						S	
RIIA										G/S	
RIIB											
RII										S	
C										G	
S A	II									G	
S B										S/G	
S C		II									
Finnsstaðanes				Fram undir 1988 var um 30 kúm og 20–30 geldneytum beitt á nesið að sumrinu. Eftir það var beitt þar um 20 geldneytum. Beit nautgripa hætti í nesinu um 1992. Sauðfé var beitt á nesið til 1988 en svæðið hefur verið fjárlaust síðan. Um var að ræða vorbeit en þó einkum haustbeit, þ.e. frá réttum og þar til fé var tekið á gjöf. Einnig var kindum stundum beitt á nesið á veturna – bitu stór í tjörnum meðan þær voru ísi lagðar. Hluti af nesinu var nytjaður til heyskapar. Síðast var slegið þar um 1990 (Hallbjörn Jóhannsson og Jón Árnason, munnl. uppl.).							G
A											
B										G	
C										H/G	
D											
F											
G		II									
H	II										
I											
J											
K	II	III	II								
Egilsstaðanes				Nautgripum var beitt á nesið, yfirleitt snemma hausts. Lömbum var einnig beitt þar til 1986 að haustinu (Ingimar Sveinsson, munnl. uppl.). Nesið var friðað 1988–1995. Hin síðari ár hefur hrossum verið beitt á landið frá júní og fram í ágúst-sept. (Gunnar Jónsson, munnl. uppl.).	I	I	II	I	II	H	
A										H	
D										H/G	
F										H	
Vallanes				Til 1982 var um 30 hrossum beitt á nesið. Sauðfé (160–260 vetrarfóðrað) var beitt á vorin og á haustin frá réttum fram að gjöf. Að sumrinu um 14 kúr og 14 geldneyti (Ásmundur Þórisson, munnl. uppl.). Sina brennd meira og minna á öllu nesinu 1984 og 1985. Frá 1983 nautgripabeit (20–30 gripir) að sumrinu, einnig um 25 hross – flestum beitt allt árið. Á árunum 1983–1987 voru um 40 kindur í nesinu að sumrinu. Fjárlaust frá 1987. (Tryggvi Sigurbjörnsson, munnl. uppl.). Mikill fjöldi grágæsa er í nesinu seinni hluta sumars.	II		II	II	I	N/H	
C	II									H/N	
E	II									G	
F	II									H/N	
G	II	I								H/N	
H										H/N	
J		II	II							H/N	
K			III							H/N	
L	I	III	I							N/H	
Gílsáreyri					Sauðfjárbeit haust og vor en lítil að sumrinu. Fjárlaust var 1989–1992 og engin beit fyrr en haustið 1993. Árin 1993–1994 var fé fátt en hefur fjölgað nokkuð síðan og beit aukist. Land friðað utan við nýja veginn á Gílsáreyri frá 2001 (reitir A og B) (Hjörtur Kjerúlfr, munnl. uppl.).	I	I				S
A										G/S	
C			I							G/S	
Hjarðarból				Reitir A, B og C tilheyra Hjarðarbóli. Þar var land friðað fyrir beit frá 1990. Áður var sauðfé beitt þarna að hausti og fram að slátrun og stundum einnig að vori. Reitir C er a gömlu túni sem slegið var árlega til skamms tíma (Gunnar Þórarinnsson, munnl. uppl.). Reitir E og D tilheyra Brekku og eru á aflögðu túni sem síðast var slegið 1988. Þar var einnig hrossabeit haust og vetur til 2001 (Hallgrímur Þórhallsson, munnl. uppl.).							
A										G/S	
B										G/S	
C										H/G	
D											
E									H		
Melanes				Landið er innan túngirðingar. Fyrir 1974 var þar talsvert 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. Fé hefur fjölgað aftur eftir 2002. Hestum einnig beitt á landið haust og vor (Eyjólfur Ingvason, munnl. uppl.).	I	I	I	I	I	H/G	
A										H/G	
B										G	
C										G/S	
D										G/S	
Klausturnes				Lítill beit var á svæðinu fyrri hluta rannsóknartímans. Fé var þó beitt í júní og að haustinu. Lítilsháttar hrossabeit þar til Íshestar fara að nýta landið 1991 en þá eykst beitin verulega. Hestum þeirra hefur verið beitt með hléum frá miðjum júní út ágúst (Jón Björnsson og Skarph. Þórisson, munnl. uppl.), eftir 1995 60–65 hrossum (Jón Þ. Þorvarðarson, munnl. uppl.). Reitir D, E og F voru girtir með rafmagnsgirðingu árið 1993 - girðingum lítt við haldið síðustu fimm árin. Sina var brennd í reit A árið 1984.	I			II	II	H/G	
A			II							H	
B		I	II							H	
C	I									H/G	
D										H	
F										H	

Þegar rannsóknin hófst var hrossum aðeins beitt á fá svæði og svo er enn 30 árum síðar (6. tafla). Í Dagverðargerði lagðist hrossabeit af árið 2002 og á rannsóknarlandinu við Hjarðarból er hún mjög lítil. Á Vallanesi og Melanesi má segja að hrossabeitin hafi lítið breyst en hún hefur hins vegar aukist mikið á Klausturnesi. Á Egilsstaðanesi hefur verið allmikil hrossabeit síðari hluta rannsóknartímans en hún var engin fyrir (6. tafla).

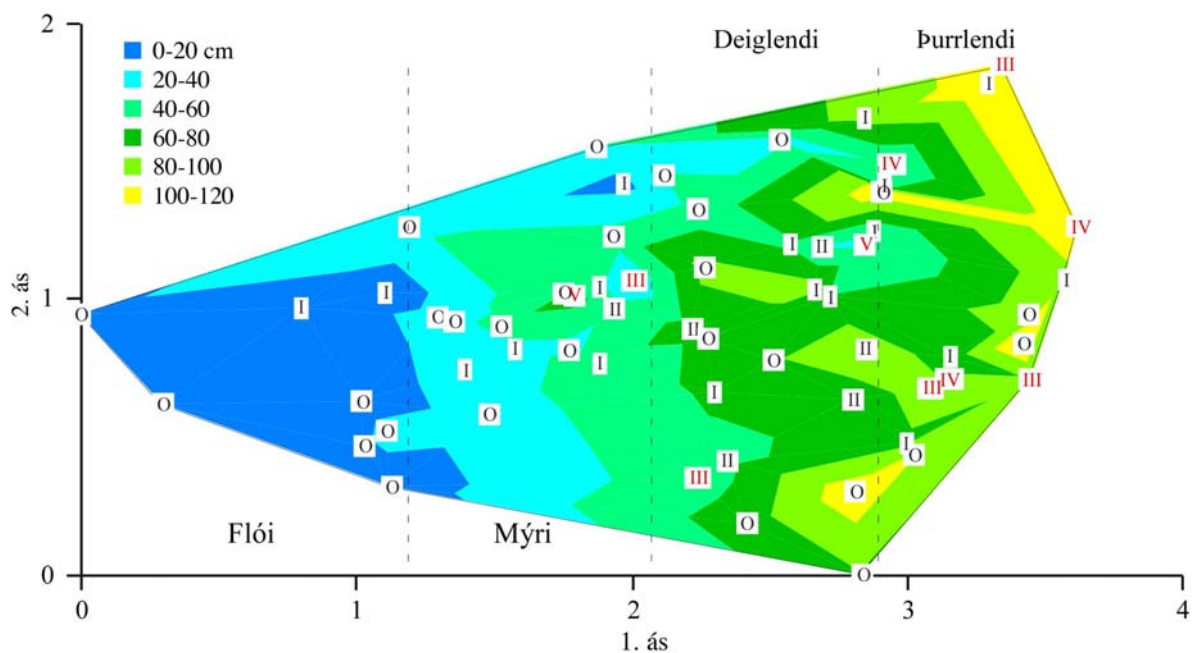
Á flestum svæðanna hefur búfjárbeit því breyst verulega og ljóst að þar er mikill munur eftir svæðum. Nánast öll svæðin utan við Egilsstaði hafa seinni hluta rannsóknartímans verið meira og minna friðuð fyrir allri búfjárbeit en svæðin þar fyrir innan hafa flest verið talsvert beitt, bæði af sauðfé en þó einkum af hrossum.

Athuganir á beit á árunum 2000–2004 endurspeglar þessar breytingar og sýna jafnframt að beitin er ekki aðeins misjöfn milli svæða heldur einnig innan þeirra (6. tafla, 10. mynd). Niðurstöðurnar sýna að hrossin bíta landið langmest. Á þessu tímabili var beit flokkuð sem mikil í fjórum reitum. Í öllum tilvikum var um hross að ræða. Nokkur beit var skráð í samtals 17 reitum. Í 14 þeirra var aðallega hrossabeit, í tveimur nautgripabeit en aðeins í einum reit var landið bitið af gæsnum (10. mynd).

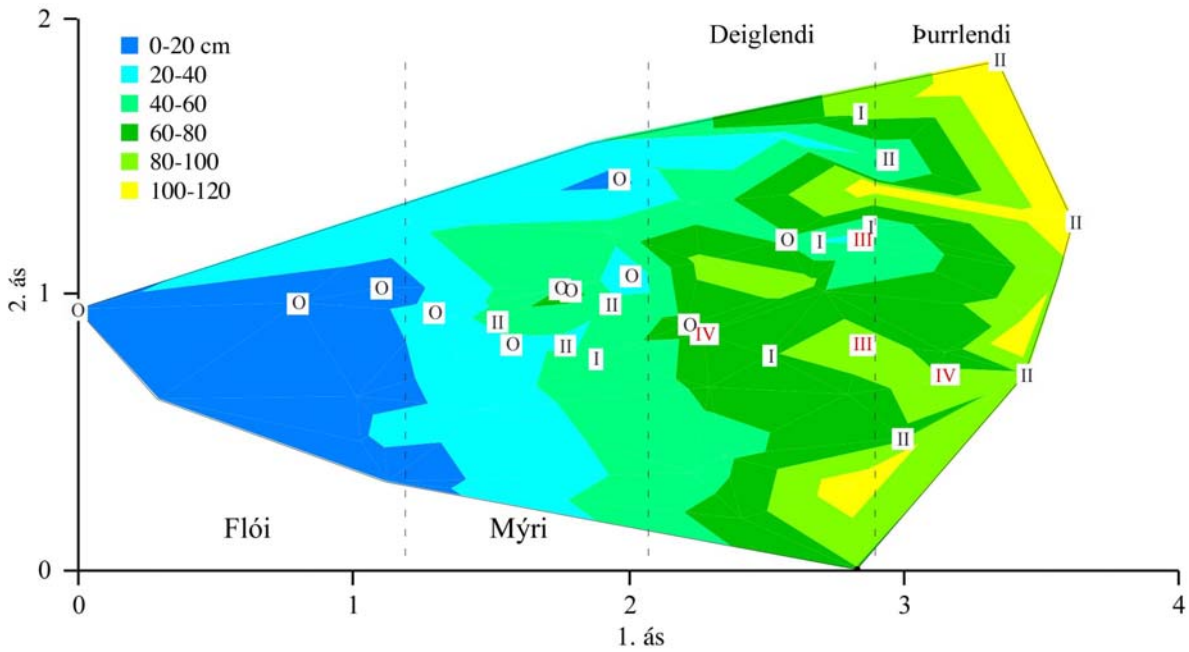


10. mynd. Samband hnitunar og beitar árin 2000–2004. Við hnit hvers reits er sýnd hámarksbeit í reitnum á þessu fimm ára tímabili metin að hausti. O = engin beit, I = lítil beit, II = nokkur beit, III = mikil beit. Seinni talan gefur til kynna hvaða skepna hafi að öllum líkindum verið að verki og er þar einkum miðað við teðslu í reitnum. G = gæs (blátt), H = hross (rautt), N = nautgripir (brúnt), S = sauðfé (grænt). Land friðuð fyrir búfjárbeit er merkt með gráum deplum. Brotnar línur sýna grófa skiptingu í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.

Niðurstöðurnar benda til þess að sauðfé og gæsir nýti blautasta landið lítið sem ekkert til beitar (10. mynd, 6. tafla). Beitarummerki eru lítil og þar er lítið um sauðatað og gæsaskít. Á þurrara landi eru beitarummerki algengari og tað víðar að finna sem sýnir að deiglendi og þurrlendi er eftirsóttara af þessum skepnum (11. mynd, 12. mynd). Ekki varð vart við sams konar mynstur hjá hrossum eða nautgripum en tekið skal fram að allra blautustu reitirnir voru ekki á svæðum sem stóðu þessum gripum til boða. Hrossabeit reyndist vera einna mest í reit E á Egilsstaðanesi, K á Vallanesi og E og F á Klausturnesi. Allir þessir reitir nema sá síðasttaldi eru á verulega blautu landi. Reiturinn á Egilsstaðanesi er við enda kils sem gengur inn úr Lagarfljóti en reiturinn á Vallanesi er á tjarnarbakka. Ummerki við þessa reiti benda til að þetta séu staðir sem notaðir eru sem vatnsból bæði af hrossum og nautgripum (á Vallanesi). Um beit nautgripa verður lítið fullyrt út frá þessari rannsókn en ljóst er að á Vallanesi bíta nautgripir bæði í deiglendi og þurrlendi.



11. mynd. Samband hnitunar og tíðni gæsaskíts í reitum árin 2000–2004. Við hnit hvers reits árið 2004 er tíðnin sýnd á eftirfarandi hátt: O = skítur aldrei fundinn í reit, I = skítur fundinn einu sinni (eitt ár), II = skítur fundinn tvisvar o.s.frv. Tíðnitölur III–V eru merktar með rauðum lit. Brotnar línur sýna grófa skiptingu í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi. Sjá einnig umfjöllun í texta.



12. mynd. Samband hnitunar og tíðni sauðataðs í reitum árin 2000–2004. Við hnit hvers reits árið 2004 er tíðnin táknuð á eftirfarandi hátt. O = tað aldrei fundið í reit, I = tað fundið einu sinni (eitt ár), II = tað fundið tvisvar o.s.frv. Tíðnitölur III–IV eru merktar með rauðum lit. Aðeins eru sýndir þeir reitir sem eru opnir fyrir sauðfjárbeit. Brotnar línur sýna grófa skiptingu í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi. Sjá einnig umfjöllun í texta.

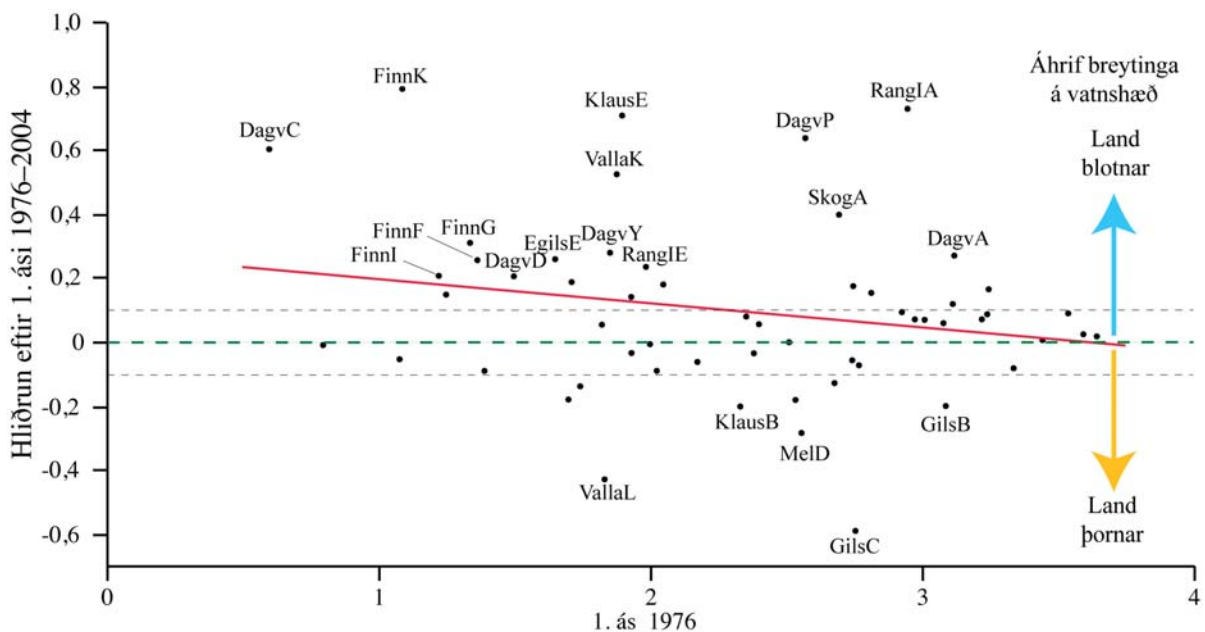
4.4 Gróðurbreytingar 1976–2004

4.4.1 Áhrif breyttrar vatnsstöðu – hliðrun eftir 1. ási

Ef miðað er við línulegt samband á milli meðalgrunnvatnsstöðu í reitum og staðsetningar á 1. ási hnitunar kemur í ljós að ein eining á 1. ási svarar til 50 cm breytingar á grunnvatnsstöðu (hnit á 1. ási = $1,0794 + 0,0203 \times$ vatnsstaða í cm). Þetta þýðir að ef reitur flyst til og lækkar á ásnúnum (lægri gildi) um 0,1 einingu hefur land blotnað og gróður breyst sem samsvarar 5 cm hækkun á vatnsstöðu. Hafi reitur hins vegar hliðrast upp (hærri gildi) um 0,1 einingu hefur land þornað og gróður breyst sem jafngildir því að vatnsstaða hafi lækkað um 5 cm.

Þegar hliðrun reita eftir 1. ási frá 1975 til 2004 er skoðuð kemur í ljós að í 23 reitum hefur gróður breyst það mikið á þessu tímabili að það samsvarar 5 cm hækkun á grunnvatnsborði eða meira ($\geq 0,1$ eining) (13. mynd). Í níu reitum samsvara gróðurbreytingar hins vegar 5 cm lækkun á grunnvatnsborði eða meira (land þornar). Af þeim reitum sem mældir hafa verið frá upphafi hafa 25 reitir hliðrast minna en sem nemur 0,1 einingu á 1. ási frá 1976 til 2004, sem gefur til kynna að þar hafi tiltölulega litlar gróðurbreytingar orðið sem rekja megi til breytinga á vatnsstöðu.

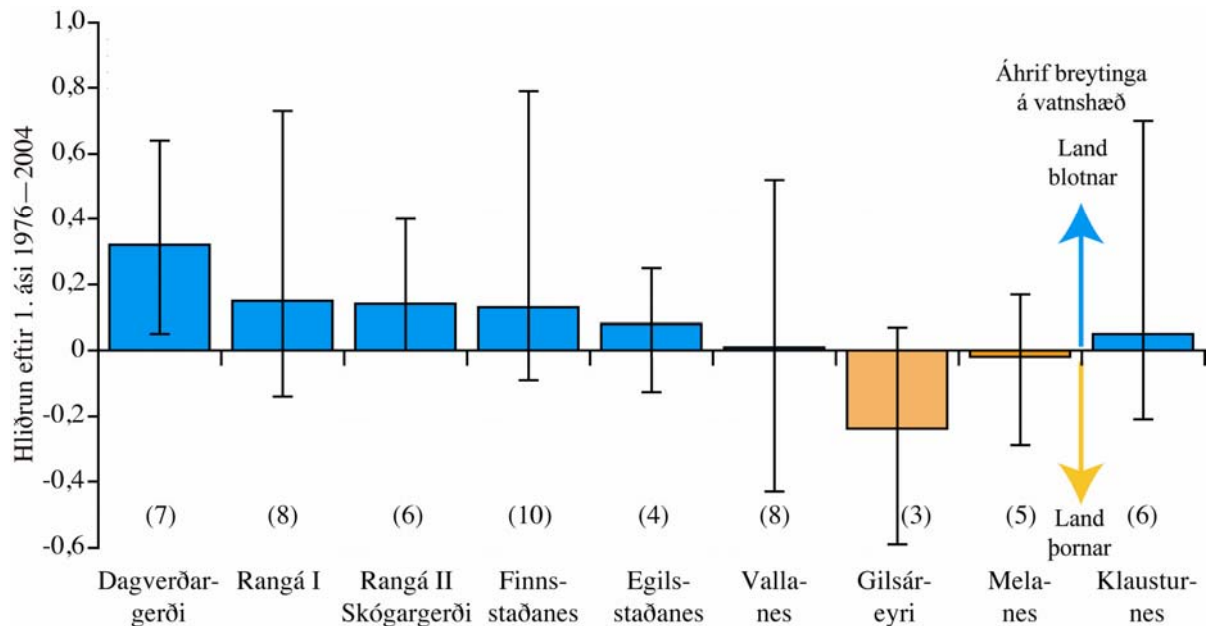
Þegar færsla einstakra reita er skoðuð sést að í fimm reitum hefur gróður breyst það mikið að þær svara til 25–40 cm hækkunar á grunnvatnsborði (13. mynd). Þessir reitir eru af fimm svæðum með fljótinu frá Dagverðargerði inn á Fljótsdal. Þetta eru reitir í Dagverðargerði (reitir C og P), á Rangá I (reitur A), á Finnsstaðanesi (reitur K), Vallanesi (reitur K) og Klausturnesi (reitur E). Hins vegar benda gróðurbreytingar í tveimur reitum (Vallanes L, Gilsáreyri C) til þess að land hafi þornað verulega á rannsóknartímanum og samsvara þær 20–30 cm lækkunar á grunnvatnsborði.



13. mynd. Gróðurbreytingar frá 1976 til 2004 sem rekja má til breyttrar grunnvatnsstöðu. Á láréttum ási er sýnd staðsetning reita á 1. ási hnitunar við upphaf rannsóknar árið 1976 en á þeim lóðrétta er sýnt hvernig þeir hafa hliðrast til eftir 1. hnitunarsnum frá þeim tíma til ársins 2004. Þeir reitir sem hafa hliðrast mest upp eða niður á grafinu frá 0-línu hafa breyst mest að gróðurfari. Hliðrun upp á við endurspeglar hækkaða vatnsstöðu (land blotnar) en hliðrun niður á við að vatnsstaða hafi lækkað (land þornar). Því meiri sem hliðrunin er þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Sjá einnig umfjöllun í texta.

Niðurstöðurnar sýna að þær gróðurbreytingar sem rekja má til breytinga á grunnvatnsstöðu eru ekki nauðsynlega háðar því hve landið var blautt við upphaf mælinga árið 1976. Þetta kemur fram í því að ekki er marktækt aðhvarf á milli hnit á 1. ási árið 1976 og hliðrunar eftir ársnum á rannsóknartímanum, þ.e. til ársins 2004 (Δ hnit á 1. ási = $0,270 - 0,076 \times$ hnit á 1. ási 1976, $p = 0,104$, $n = 57$) (13. mynd). Verulegar breytingar hafa t.d. orðið á gróðri á allvíðu rakabili, allt frá mjög blautu landi (flóa) upp í deiglendi og þurrlendi.

Ef gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar vatnsstöðu eru skoðaðar eftir svæðum kemur í ljós að þær eru langmestar utan við Lagarfljótsbrú (14. mynd). Mestar eru þær í Dagverðargerði en þar hafa reitir að meðaltali hliðrast til á fyrsta ási um 0,32 einingar sem jafngildir því að vatnsborð hafi hækkað um 16 cm. Á Rangá I, Rangá II-Skógargerði og á Finnsstaðanesi er hliðrun reita að meðaltali svipuð eða að meðaltali um 0,13–0,15 einingar sem svarar til 6–7 cm hækkunar á grunnvatnsborði. Á Egilsstaðanesi eru þessar breytingar minni eða að meðaltali 0,07 einingar sem jafngildir 3 cm hækkun á grunnvatnsborði. Á öðrum svæðum eru breytingar mun minni nema á Gilsáreyri en þar eru þær í gagnstæða átt og benda til þess að land hafi þornað sem jafngildir 12 cm lækkun á vatnsborði.



14. mynd. Gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar grunnvatnsstöðu á rannsóknarsvæðum við Lagarfjót á tímabilinu 1976–2004. Á lóðréttá ásnúnum er sýnd meðalhliðrun reita á hverju svæði á 1. ási hnitunar á þessu tímabili. Lóðrétt strik tákna hámark og lágmark á hverju svæði. Innan sviga er sýndur fjöldi reita. Á lárétta ásnúnum er svæðum raðað eftir fjarlægð frá sjó. Sjá einnig skýringar við 13. mynd.

Þegar á heildina er litið eru þær gróðurbreytingar sem rekja má til grunnvatnsstöðubreytinga einnig mismiklar eftir tímabilum. Fyrsta áratuginn, þ.e. 1976–1984 hliðrast reitir að meðaltali um 0,09 einingar til lægri gilda á 1. ási, þ.e. í votlendisátt. Næsta áratuginn er meginbreytingin í sömu átt en á þeim tíma hliðruðust reitir að meðaltali um 0,04 einingar. Síðasta áratuginn (1995–2004) verða hins vegar veruleg umskipti því breytingin snýst við og reitir hliðrast að meðaltali um 0,04 einingar í átt til þurrlendis.

4.4.2 Áhrif beitar - hliðrun eftir 2. ási

Frá 1976 til 2004 hefur í flestum reitum orðið stefnubundin breyting á gróðri sem kemur fram á 2. ási hnitunar. Hún lýsir sér í því að á þeim tæpu 30 árum sem gróðurmælingar spanna hliðrast reitir í stefnu til lægri gilda á 2. ási (15. mynd). Breytingarnar eru mismiklar. Í 31 reit er hliðrunin meiri en sem nemur 0,1 einingu í þessa átt en aðeins í 4 reitum er hliðrun gagnstæð (til hærri gilda) og meiri en nemur 0,1 einingu. Í 22 reitum er hliðrunin hins vegar fremur lítil eða minni en sem nemur 0,1 einingu. Þá er ljóst að þessar breytingar eru ekki háðar grunnvatnsstöðu því þær verða jafnt á blautu landi sem þurru (Δ hnit á 2. ási 1976–2004 = 0,155 - 0,008 x hnit á 1. ási 1976, $p = 0,813$, $n = 57$) (15. mynd) Sá breytileiki sem kemur fram á 2. ási hnitunarinnar orsakast að talsverðu leyti af mun á milli svæða (7. mynd) en er einnig undir verulegum áhrifum af sauðfjárbreit. Þeir reitir sem mest hliðrast til lægri gilda á 2. ási hnitunar, eða meira en sem nemur 0,2 einingum, eru flestir á landi sem síðustu ár hefur verið friðað fyrir sauðfjárbreit eða þar sem beit er nú lítil (15. mynd, 6. tafla). Þetta eru einkum reitir í Skógargerði, á Finnsstaðanesi, Egilsstaðanesi og Melanesi. Í votlendi eru það einkum tegundirnar gulvíðir og engjarós sem hafa aukist að þekju á þessum tíma meðan dregið hefur úr þekju mýrastarar. Í deiglendi og á þurrlendi hafa loðvíðir,

áratuginn en við síðustu mælingu (2004) voru hæstu sprotar í allmörgum reitum orðnir meira en 100 cm á hæð og sá hæsti 200 cm.

Mælingarnar sýna að birki hefur einnig verið að aukast þótt það sé ekki algengt í reitunum enn sem komið er (7. tafla). Hæsta birkiplantan fannst í Skógargerði og var hún tæpir 60 cm á hæð.

7. tafla. Hæð víðis og birkis í rannsóknarreitum. Hæð víðis var mæld tvisvar, þ.e. 1993–1995 og 2004 en hæð birkis einu sinni. X táknar að tegund hafi fundist í reit án þess að hæð hafi verið mæld.

	1976	Grávíðir		2004	1976	Loðvíðir		2004	1976	Gulvíðir		2004	1976	Birki		2004
		1983 1984	1993 1995			1983 1984	1993 1995			1983 1984	1993 1995			1983 1984	1993 1995	
Dagverðargerði																
A																4
B																
C																
D	x	x	4	30												
P	x	x	4								4					
X	x	x	4	20				15	x	x		42				
Y	x	x	4	28		x		20								
Rangá I																
A																
B	x	x	4	14												
C	x	x	4	15												
D	x	x	4													
E	x	x	4	24												
F	x	x	4	21				23								
X	x	x	4	26	x			28	x							
Y	x	x	4	22				15				18				
Rangá II (RII) og Skógargerði (S)																
RII A			4													
RII B			4													
RII C	x	x	4	23			4	31								
SA	x	x	4	65												57
SB	x	x	4			x	4	40								
SC		x			x	x	4	28								
Finnsstaðanes																
A				13	x	x	20	50	x	x	47	125				
B				33		x	25	53	x	x	50	103				
C								29	x	x	52	134				
D					x	x	22	43			26	38				
F									x	x	43	65				
G								30	x	x	50	100				
H									x	x	40	75				
I					x	x	5	52		x	20	40				
J		x			x		25	50		x	30	37				
K	x	x									17	26				
Egilsstaðanes																
A					x	x	65	48	x	x	170	200				
D					x	x	97	95	x	x	125	146				
E									x	x		11				
F				8	x	x	37	48	x	x	160	166				
Vallanes																
C		x							x		50	64				24
E																
F			4	13												
G																
H																
J																
K																
L	x	x														
Gilsáreyri																
A																
B																
C																x
Hjarðarból																
A								70								
B				20				23				23				34
C																
D				18				27				16				
E																
Melanes																
A			5	9	x	x	15	18								
B				5	x	x	20	26								
C																
D					x	x	45	68				43				
E			15	15	x	x	15	13								
Klausturnes																
A																
B	x	x	4	7												
C																
D																
E																
F																

4.4.4 Breytingar á þekju mosa og fléttna

Þegar á heildina er litið hafa orðið verulegar breytingar á þekju mosa á rannsóknartímanum. Árið 1976 var meðalþekja þeirra (allir reitir) 64% (n = 57), árið 1984 57% (n = 56), árið 1994 54% (n = 57) og árið 2004 var þekjan komin niður í 44% (n = 57). Breytingar þessar eru þó mjög mismiklar eftir svæðum. Mest minnkaði þekjan í Skógargærði (úr 71% í 19%, n = 3) og Dagverðargærði (úr 75% í 36%, n = 7) en einnig á Rangá II (úr 75% í 45%, n = 3), Klausturnesi (úr 75% í 46%, n = 6) og Finnsstaðanesi (úr 74% í 46%, n = 10). Mun minni breytingar urðu á Vallanesi (úr 70% í 48%, n = 8), Rangá I (úr 48% í 33%, n = 8) og Melanesi (úr 75% í 66%, n = 5). Á tveimur svæðum jókst mosaþekja hins vegar nokkuð á rannsóknartímanum, á Egilsstaðanesi úr 27% í 50% (n = 4) og á Gilsáreyri úr 16% í 42% (n = 3).

Þekja fléttna, sem var miklu minni en þekja mosa, minnkaði einnig verulega frá 1976 til 2004. Árið 1976 var þekja fléttna að meðaltali 0,8% (n = 57) en var komin niður í 0,4% (n = 57) árið 2004. Mest minnkaði fléttuþekjan í reit D á Rangá I, í reit D í Klausturnesi og í reitum F og E á Vallanesi. Þekja fléttna jókst hins vegar í örfáum reitum, mest í reit C á Gilsáreyri, sem allir eru á frekar þurru landi.

4.4.5 Breytingar á tegundafjölda

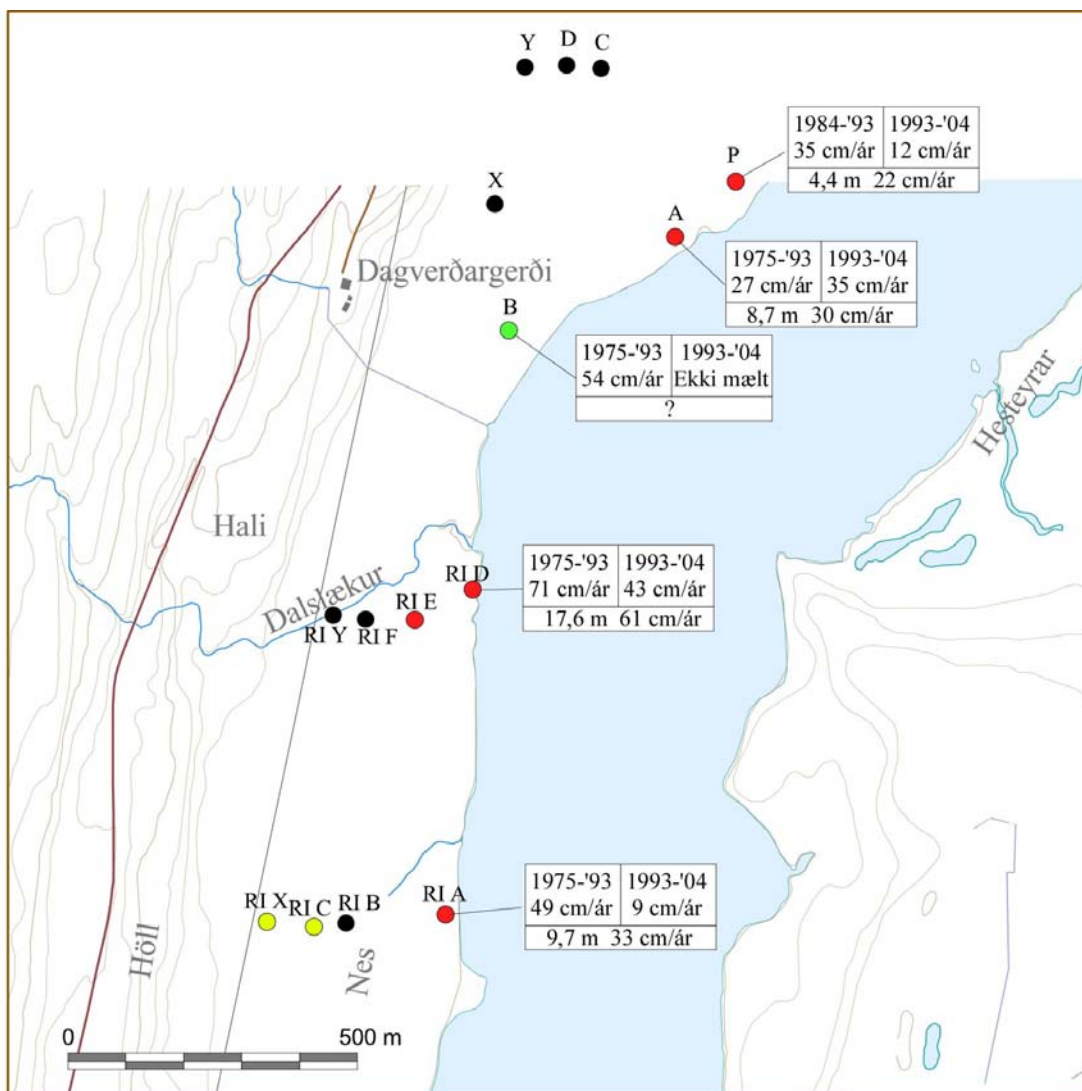
Þegar á heildina er litið urðu fremur litlar breytingar á tegundafjölda milli mælinga. Að meðaltali fækkaði tegundum fyrsta áratuginn (1976–1984), litlar breytingar urðu hinn næsta (1985–1994) en hinn síðasta (1995–2004) varð um örlitla fjölgun að ræða. Hins vegar urðu verulegar breytingar á tegundafjölda í sumum reitum, annað hvort til fækkunar eða fjölgunar (1. viðauki). Ef miðað er við allt tímabilið, þ.e. frá 1976–2004, fækkaði tegundum mest í Skógargærðisreitunum þremur (A, B og C) og á Rangá I D en þar fækkaði um 10–13 tegundir í reit á tímabilinu. Tekið skal fram að reitur D á Rangá I hvarf að hluta í fljótið vegna landbrots sem skýrir að nokkru leyti fækkunina. Einnig fækkaði tegundum verulega í reit P í Dagverðargærði, reit F á Klausturnesi og í reit K á Vallanesi, eða um 7–8 tegundir (1. viðauki). Tegundum fjölgaði hins vegar verulega í reit C á Gilsáreyri og reit B á Rangá I, eða um 18 og 10 tegundir. Svipað var einnig uppi á teningnum í reit A á Rangá II og reit A á Melanesi en þar fjölgaði tegundum um 7 á tímabilinu 1976–2004.

Athyglisvert er að fjölgun tegunda síðasta áratuginn (1995–2004) er að mestu bundin við nyrstu svæðin, þ.e. Dagverðargærði (reitir A, B, D, X, Y), Rangá I (reitir B, E, F, Y), Rangá II (reitir C), Egilsstaði (reitir E, F), en í öllum þessum reitum fjölgaði tegundum á þessu tímabili um 4–10 tegundir í reit (1. viðauki).

4.5 Gróðurbreytingar á einstökum svæðum frá 1976 til 2004

4.5.1 Dagverðargerði

Reitirnir sjö í Dagverðargerði eru nokkuð dreifðir um stóran hluta af Dagverðargerðisnesinu milli fljótsins og brekkuróta (16. mynd). Hæðarmunur á reitum er þó lítill, eða aðeins 40 cm (h.y.s. 21,8–22,2 m) (1. tafla). Árið 1976 þegar rannsóknin hófst spönnuðu þeir hins vegar verulegan mun í raka, eða frá deigu þurrlendi yfir í blauta flóa (17. mynd). Árið 1976 var land þurrast í reitum A og P sem báðir standa á flóðagarði við fljótið. Gróður í reit A var þá þurrlendisgróður með deiglendisívafi en deiglendisgróður var í reit P. Votlendisgróður var þá í öllum öðrum reitum og allra blautast var í reit C sem liggur miðja vegu milli brekkuróta og flóðagarðs. Grunnvatnsstöðumælingar að hausti, sem aðeins ná til áraanna 1997–2004, gefa nokkuð svipaða niðurstöðu. Samkvæmt þeim er grynnt á vatn í reit C (16 cm) miðja vegu á milli brekkuróta og flóðagarðs en dýpst á flóðagarðinum við fljótið, þ.e. í reitum P, B og þó einkum í reit A (98 cm) (5. mynd).

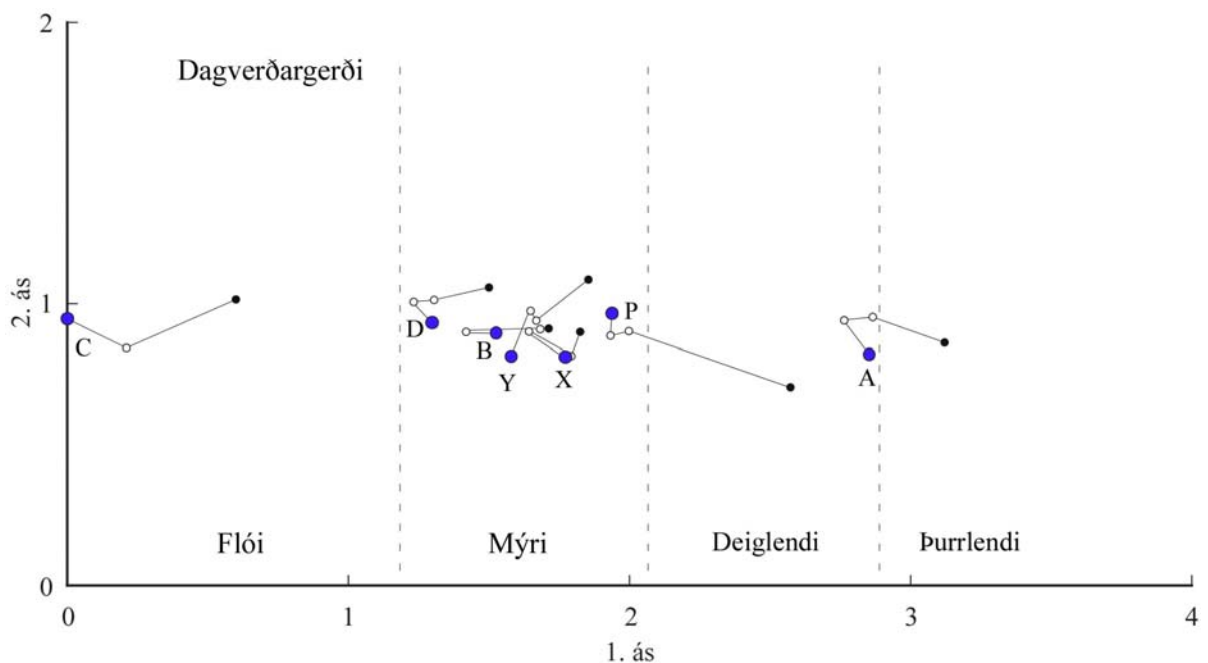


16. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum í Dagverðargerði og á Rangá I (RI). Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og grunnvatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; rautt, $p < 0,001$; grænt, $p < 0,01$; gult, $p < 0,05$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd. Landbrot er sýnt við þá reiti þar sem það var mælt.

Niðurstöðurnar sýna að verulegar breytingar hafa orðið á gróðri í Dagverðargerði sem rekja má til hækkunar grunnvatnsborðs. Breytingar þessar koma fram í því að allir reitir hliðrast til lægri gilda á 1. hnitunarási (17. mynd). Þótt breytingarnar hafi verið nokkuð mismiklar í einstökum reitum er ljóst að þær hafa orðið á öllu svæðinu óháð því hversu blautt landið hefur verið árið 1976. Hins vegar eru breytingarnar einna mestar norðaustast á svæðinu (reitir P, C, Y, A og D). Viðbrögð einstakra tegunda eru mjög misjöfn eftir því hversu landið var blautt í upphafi. Á blautasta landinu (reitur C) minnkaði þekja mýrastarar á rannsóknartímanum (1976–2004) úr 50% í 5%. Þekja tjarnastarar jókst hins vegar úr 2% í 53% og þekja vetrarkvíðastarar úr tæpum 20% í 28% en báðar þessar tegundir einkenna mjög blautt land (9. mynd, 6.–8. ljósmynd).

Í öðru votlendi urðu þær breytingar helstar að þekja mýrastarar jókst víðast hvar verulega eða um 13–36% og einnig jukust tegundir eins og engjarós og vetrarkvíðastör að þekju sem sýnir að land hefur blotnað.

Á mörkum deiglendis og þurrlendis urðu einnig verulegar breytingar. Í reit P sem liggur lágt og á flóðagarði rétt við fljótið var deiglendisgróður einkennandi árið 1976 en þá voru þar ríkjandi mýrastör (40% þekja) og snarrótarpunktur (10% þekja). Árið 2004 var mýrastör orðin allsráðandi (75%) en snarrótarpunktur nánast horfinn (þekja 0,4%) (6.–8. ljósmynd). Svipaða sögu er að segja af gróðri í þurrasta reitnum (A) sem einnig er á flóðagarði skammt frá fljótinu (16. mynd, 3.–5. ljósmynd). Við upphaf mælinga árið 1976 var þar snarrótarpunktur ríkjandi (58% þekja) en árið 2004 hafði þekja hans minnkað um nánast helming eða í 29%. Mýrastör jókst hins vegar mikið, eða úr 4% í 26% og svipað er að segja um hálingresi sem jókst úr 4% í 14% þekju.



17. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita í Dagverðargerði. Hliðrun hvers reits milli gróðurmælinga er sýnd með línum. Fylltur svartur hringur sýnir stöðu reits árið 1976 en blár árið 2004. Færsla reits á myndinni gefur til kynna gróðurbreytingar, því meiri færsla þeim mun meiri hafa gróðurbreytingar orðið. Brotnar línur sýna grófa skiptingu í flóa, mýri, deiglendi og þurrlendi.

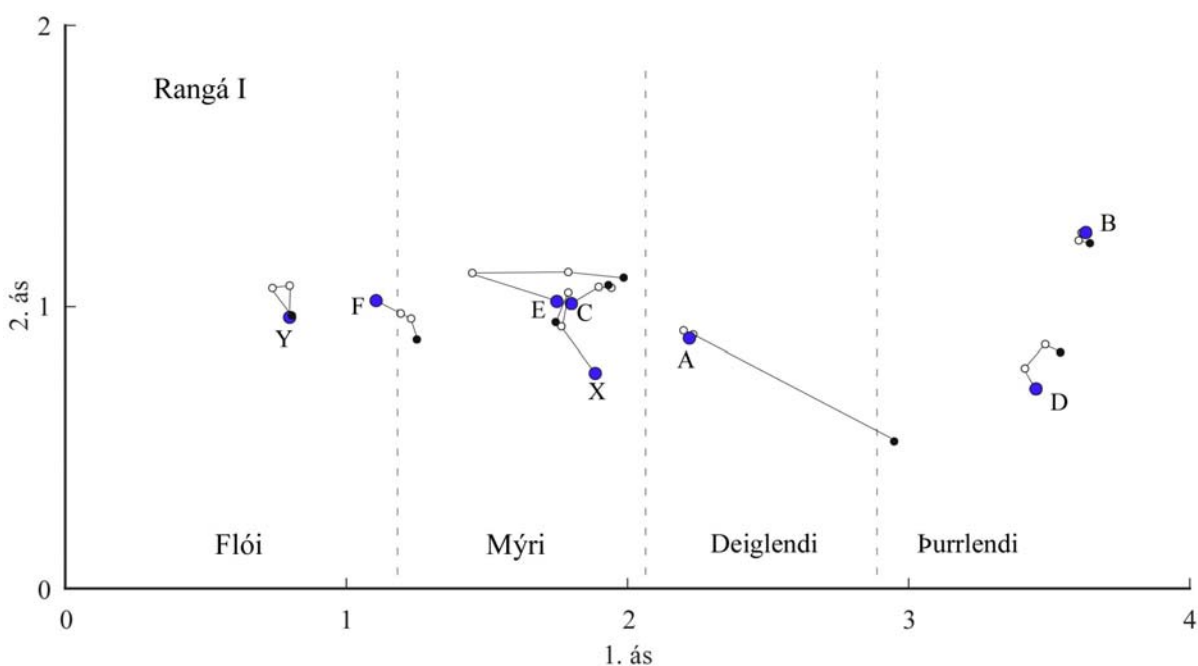
Í Dagverðargerði hafa þær gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu að nokkru leyti gengið til baka síðasta áratuginn. Þetta á einkum við reiti D, B, X og A (17. mynd)

Gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar beitar eru fremur litlar í Dagverðargerði (15. mynd) en hliðrun reita á 2. hnitunarási er lítil. Nokkrar breytingar eru þó í reitum D, X og Y sem tengjast minnkandi beit en í öllum þessum reitum hefur gráviðir og fjalldrapi aukist nokkuð á rannsóknartímanum.

4.5.2 Rangá I

Reitirnir átta á Rangá I, sem liggja á tveimur sniðum út frá fljótinu, eru nokkuð dæmigerðir fyrir láglendið á þessum stað. Þeir ná yfir um 500 m breitt og 1000 m langt svæði milli brekkuróta og fljóts (16. mynd). Reitirnir spanna talsverðan hæðarmun eða 1,3 m (h.y.s. 21,9–23,2 m) (1. tafla). Niðurstöður gróðurmælinga árið 1976 sýna að land hefur þá verið misblautt í reitum (18. mynd). Þurrast var í reit B en reiturinn er á mólendishrygg á syðra sniðinu um 70 m frá fljótinu. Allþurrst hefur þá einnig verið í reitum A og D sem báðir liggja á flóðagarði við fljótið. Milli brekkuróta og fljóts hefur land verið blautara (reitir C, X, E og F) en blautast hefur það verið í reit Y sem liggur rétt við Dalslæk neðan við hallamýri, ekki langt frá brekkurótum. Mælingar á vatnsstöðu á árunum 1997–2004 endurspeglar þetta rakamynstur í grófum dráttum. Langsamlega dýpst var á grunnvatn í reit B (117 cm) en grynnst í reitum Y og F (7 cm) (5. mynd).

Á rannsóknartímanum hafa orðið allmiklar gróðurbreytingar í reitunum á Rangá I sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu í jarðvegi. Gróður í flestum reitum bar árið 2004 meiri votlendissvip en við upphaf mælinga árið 1976. Gróðurbreytingarnar eru þó mismiklar eftir reitum (18. mynd). Mestar hafa breytingarnar orðið í reit A, allnokkrar í reitum E, F og C en fremur litlar annars staðar. Ljóst er að breytingar hafa því orðið á misblautu landi, allt frá



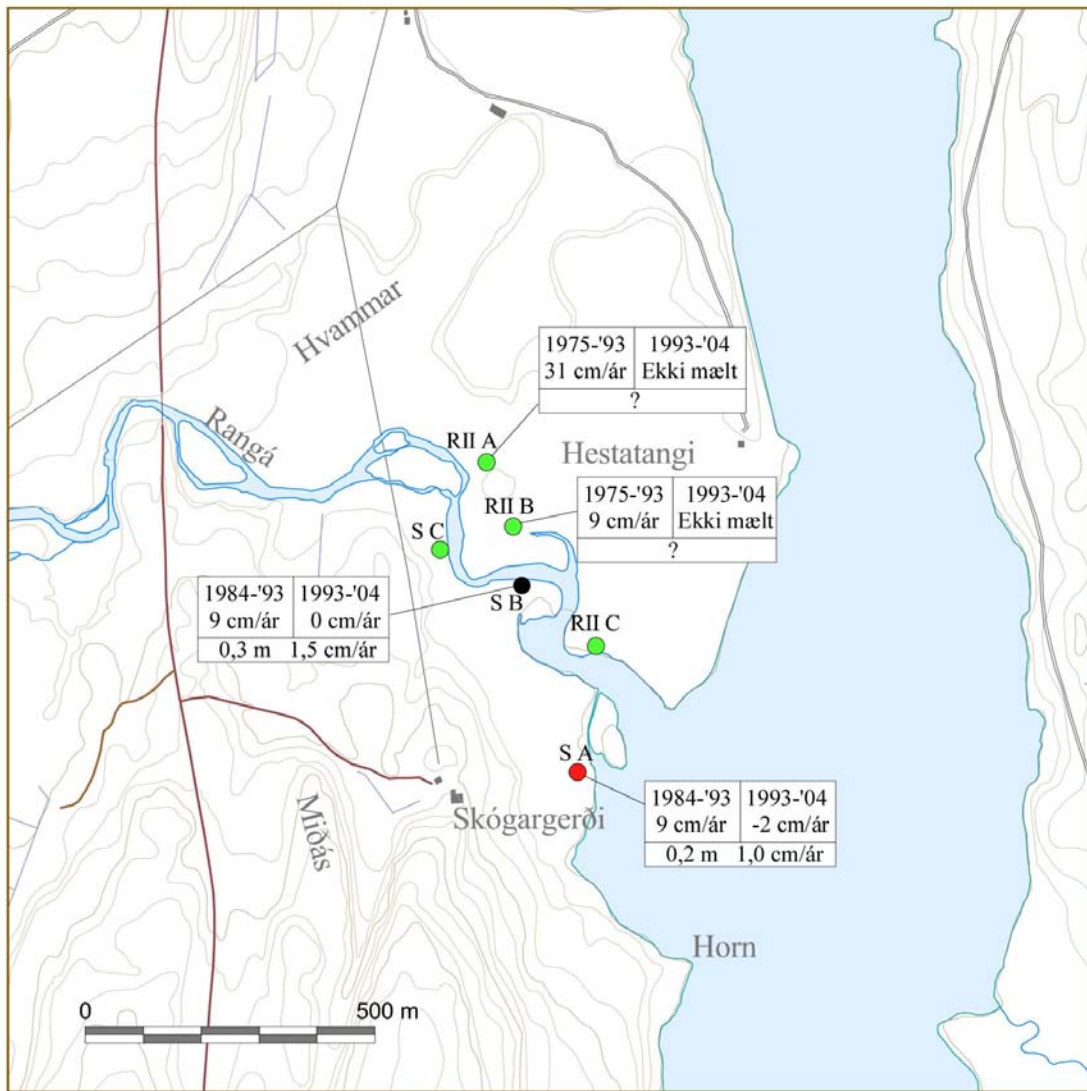
18. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Rangá I. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

deigu þurrlendi (reitur A) yfir í blauta mýri (reitur F). Niðurstöðurnar sýna einnig að mestu breytingarnar hafa orðið á flóðagarði næst fljótinu og í lægð milli brekkuróta og fljóts. Rétt er að taka fram að reitur D, sem er á flóðagarði á bakka fljótsins, var að hálfu leyti horfinn í fljótið árið 2004 vegna landbrots. Niðurstöður gróðurmælinga í reitnum árið 2004 byggja aðeins á þremur smáreitum og því nauðsynlegt að taka niðurstöður úr þeim reit árið 2004 með fyrirvara.

Viðbrögð einstakra tegunda í reitunum á Rangá I voru misjöfn eftir því hversu landið var blautt árið 1976. Á allblautu landi (reitir F, C og E) jókst þekja votlendistegunda verulega á rannsóknartímanum. Dæmi um þetta eru vetrarkvíðastör, engjarós og mýrastör. Á þurrara landi (reitir A og D) jókst þekja mýrastarar sums staðar einnig mikið (reitur A) og sömuleiðis þekja fjalldalafífls en þekja snarrótarþunts og þursaskeggs minnkaði. Í reit A sem breyttist langmest að gróðurfari jókst þekja mýrastarar t.d. úr um 5% árið 1976 í um 70% árið 2004. Á sama tíma minnkaði þekja snarrótarþunts í reitnum úr 75% í 3%.

Eftirtektarvert er að í nokkrum reitum hafa þær gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar vatnstöðu gengið til baka. Einkum á þetta við um reit E (18. mynd).

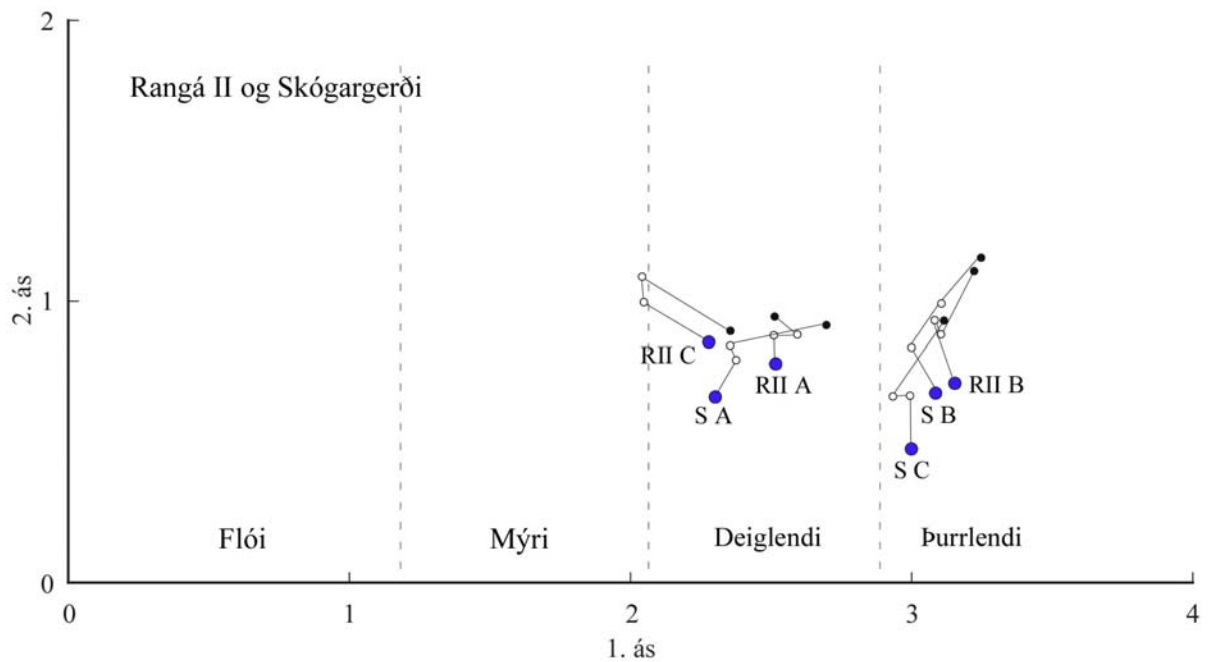
Gróðurbreytingar sem beinlínis má rekja til breyttrar beitar eru fremur litlar á Rangá I, en þar dró talsvert úr beit á síðari hluta rannsóknartímans (6. tafla). Aukning víðitegunda í flestum reitum er þó greinilega afleiðing minnkandi beitar (7. tafla).



19. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum á Rangá II (RII) og Skógargerði (S). Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; rautt, $p < 0,001$; grænt, $p < 0,01$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd. Landbrot er sýnt við þá reiti þar sem það var mælt.

4.5.3 Rangá II og Skógargerði

Reitirnir á Rangá II og í Skógargerði liggja allir á fremur litlu svæði (250x600 m) á bökkum Rangár og skammt frá fljótinu (19. mynd). Hæðarmunur á reitum er talsverður eða 1,9 m (h.y.s. 20,8–22,7 m) (1. tafla). Gróðurmælingar árið 1976 sýna að reitirnir tilheyrðu ýmist deigu þurrlendi (reitir S B, RII B, S C) eða deiglendi (S A, RII A, RII C). Grunnvatnsstöðumælingar í reitum árin 1997–2004 endurspeglu þetta að verulegu leyti en að hausti var fremur lítill munur á grunnvatnsstöðu. Að meðaltali var vatn þá 62–89 cm undir yfirborði (5. mynd).

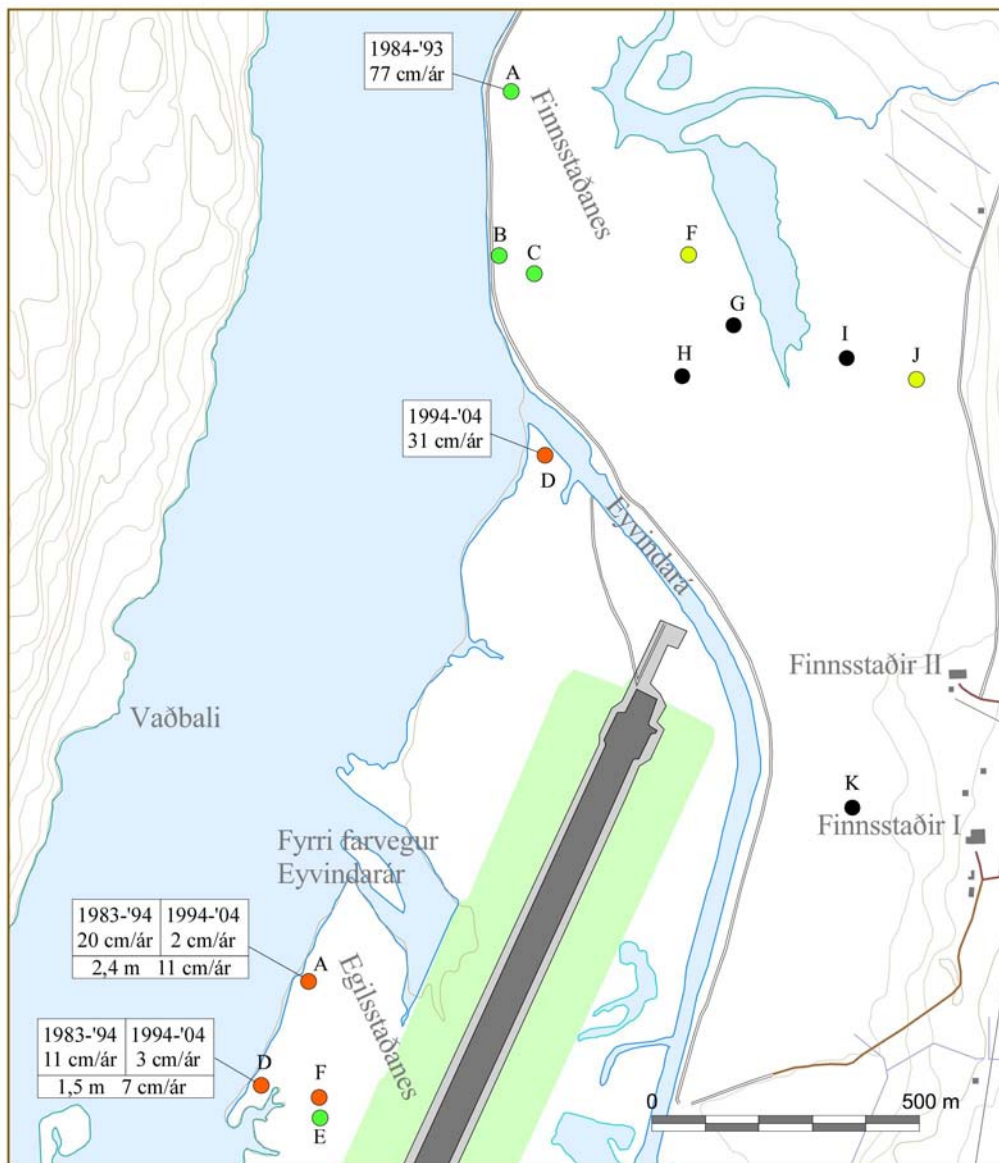


Á svæðinu hafa orðið nokkrar gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu (20. mynd). Þær eru hins vegar mismiklar eftir reitum. Langmestar eru þær í reit A í 20. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Rangá II og í Skógargerði. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

Skógargerði (18.–20. ljósmynd) en allnokkrar í hinum Skógargerðisreitunum (B og C) en litlar annars staðar. Í reit A hefur land greinilega blotnað talsvert sem sést m.a. á því að þekja mýrastarar jókst þar verulega, eða úr 45% í 62%. Einnig jókst þekja engjarósar en þekja snarrótar minnkaði og eru allar þessar breytingar greinilega áhrif af hækkaðri vatnsstöðu.

Á svæðinu eru augljós dæmi þess að breytingar sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu hafi gengið nokkuð til baka síðasta áratuginn. Einkum á þetta við um reit C á Rangá II (20. mynd).

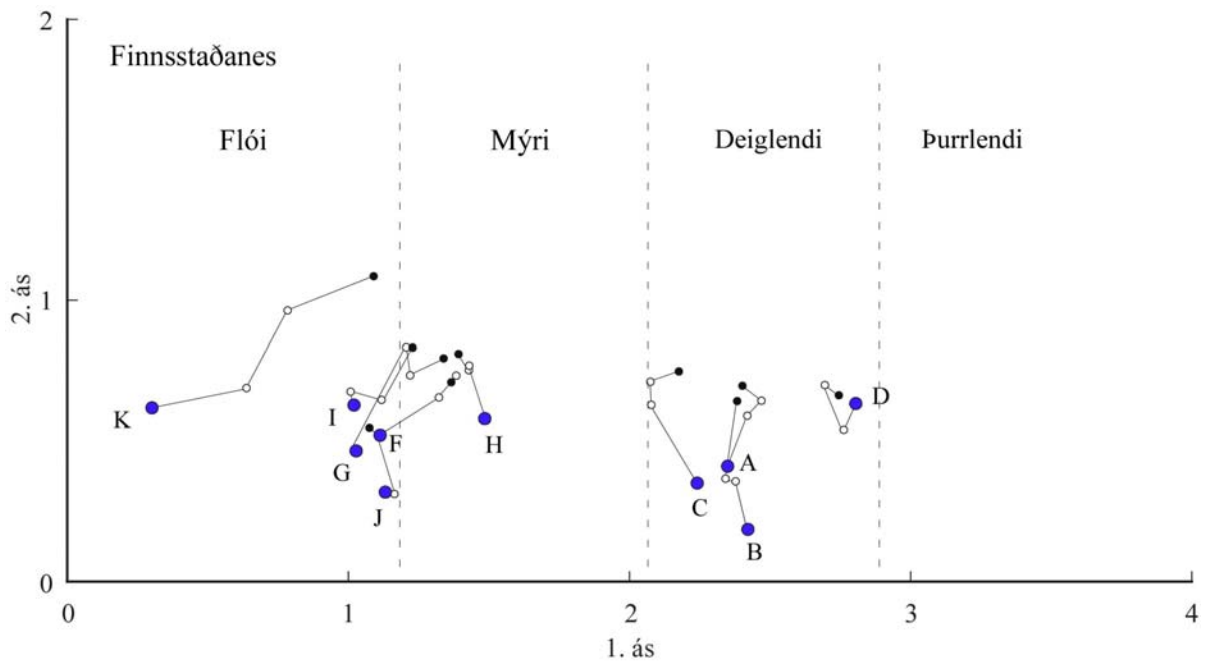
Á Rangá II og í Skógargerði urðu einnig verulegar gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar beitar (12.–20. ljósmynd) en á þessu svæði hefur dregið úr sauðfjárbeiti eða land verið alfriðað á rannsóknartímanum (5. tafla). Þótt breytingarnar séu mjög mismiklar koma þær fram í öllum reitum og sjást á því að reitir hliðrast niður á við á 2. hnitunarási (20. mynd). Þær tegundir sem greinilega tengjast minnkandi beitarálagi eru grávíðir og loðvíðir en þær jukust verulega í flestum reitum. Sama á einnig við um hálingresi og að nokkru leyti fjalldalafífil sem jókst talsvert í reit A í Skógargerði (18.–20. ljósmynd).



21. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum á Finnsstaðanesi og Egilsstaðanesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; rautt, $p < 0,001$; grænt, $p < 0,01$; gult, $p < 0,05$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd. Landbrot er sýnt við þá reiti þar sem það var mælt.

4.5.4 Finnsstaðanes

Reitirnir tíu á Finnsstaðanesi eru dreifðir um allt flatlendið á nesinu frá Lagarfljóti og Eyvindará að brekkurótum neðan við Finnsstaði (21. mynd). Hæðarmunur á reitunum er lítill eða aðeins 60 cm (h.y.s. 20,7–21,3 m) (1. tafla). Samkvæmt niðurstöðum gróðurmælinga árið 1976 var allmikill rakamunur í reitum, en þeir spönnuðu frá deiglandi yfir í flóa (22. mynd). Á þeim tíma var land þurrast í reitum A, B, C og D sem allir standa á flóðagarði við fljótið en blautast í reitum J og K sem eru báðir í flóa skammt neðan við brekkurætur (21. mynd). Aðrir reitir voru einnig mjög blautir. Grunnvatnsstöðumælingar að hausti á árunum 1997–2004 sýna svipaða niðurstöðu en samkvæmt þeim er dýpst á vatn í reitunum á flóðagarðinum (A, B, C, D) (52–70 cm) en grynnt í reit K (8 cm) og I (9 cm) undir brekkurótunum (5. mynd).



22. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Finnsstaðanesi. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

Á Finnsstaðanesi hafa orðið allmiklar breytingar á gróðri sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu. Mestar eru þær í reit K (27.–29. ljósmynd), talsverðar í reit G og nokkrar í reitum F og I. Í öðrum reitum eru þær litlar sem engar (22. mynd). Í Finnsstaðanesi eru áhrif hækkaðrar grunnvatnsstöðu á gróður því mest á blautasta landinu og því sem er næst kílnum sem gengur inn í flatlendið úr fljótinu með brekkurótum (21. mynd). Á þessu landi hafa orðið mjög áþekkar breytingar á tegundasamsetningu en þar hafa eindregnar flóategundir eins og gulstör og/eða tjarnastör aukist mjög mikið og sums staðar einnig vetrarkvíðastör og engjarós. Á hinn bóginn hefur þekja mýrastarar minnkað verulega. Í reitum K og G þar sem breytingarnar eru mestar var þekja gulstarar $\leq 1\%$ árið 1976 en var komin upp í um 25% árið 2004. Í reit K jókst þekja tjarnastarar álíka mikið. Í þessum reitum minnkaði þekja mýrastarar á þessum tíma hins vegar mjög mikið, eða úr 64% í 5% (reitur K) og úr 75% í 32% (reitur G).

Áhrif breyttrar beitar á gróður í Finnsstaðanesi eru mjög mikil (21.–26. ljósmynd) en við upphaf rannsóknarinnar var allnokkur beit nautgripa og sauðfjár í nesinu (6. tafla). Nú er nesið hins vegar alfriðað. Þótt áhrifin séu nokkuð misjöfn koma þau fram í öllum reitum og sjást m.a. á því að reitir hliðrast niður á við á 2. hnitunarsí (22. mynd). Einkennandi fyrir þessi áhrif er aukning á þekju víðitegunda, bæði loðvíðis og þó sérstaklega gulvíðis sem hefur aukist verulega í flestum reitum (7. tafla). Aukningin kemur fram óháð vatnsstöðu bæði í votlendi og deiglendi (22. mynd, 7. tafla). Í þurrustu reitunum (A og D) hefur þekja hálingresis og týtulíngresis einnig aukist talsvert.

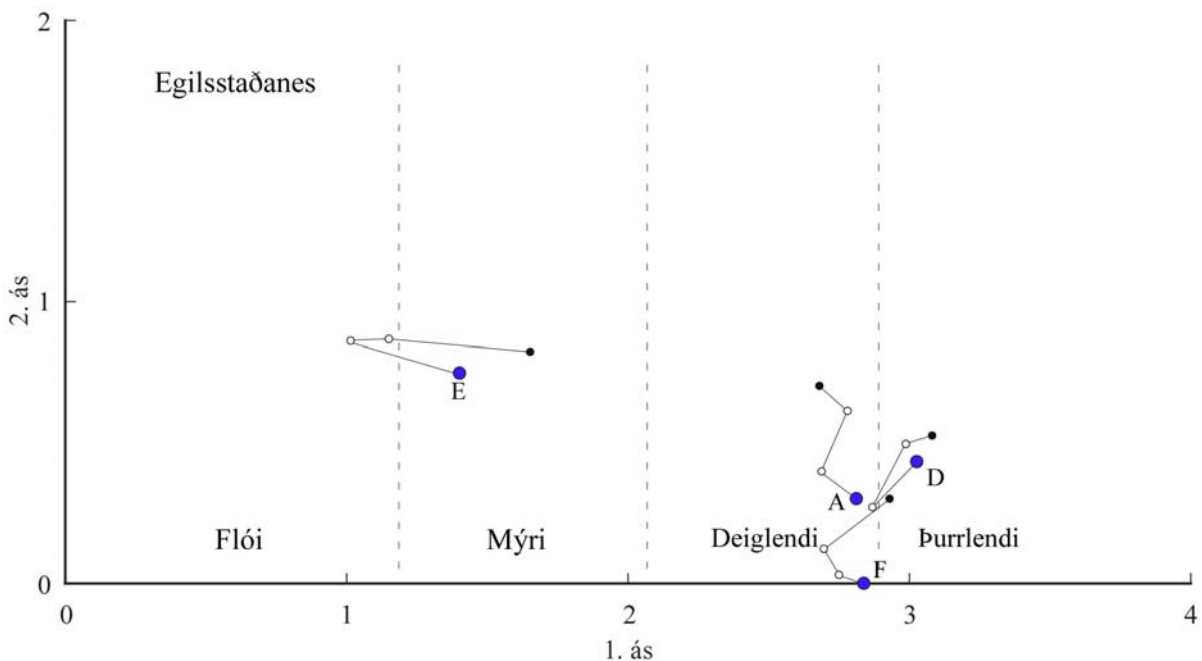
4.5.5 Egilsstaðanes

Reitirnir fjórir á Egilsstaðanesi eru allir á tiltölulega litlu svæði (200x400 m) skammt frá fljótinu (21. mynd). Samkvæmt aflestri af korti frá 1975 (Forverk hf. 1977) er hæðarmunur þeirra aðeins 0,3 m (h.y.s. 21,1–21,4 m) (1. tafla). Hæðarmunur reita er þó líklega meiri en þetta. Reitur E sem er klárlega lægstur er sennilega eitthvað lægri en kortið sýnir en hann er í þröngri lægð við enda kils sem gengur inn úr fljótinu. Einnig getur verið að hinir reitirnir standi eitthvað hærra en kortið gefur til kynna. Allir reitirnir liggja mjög nálægt fljótinu og munur á grunnvatnsstöðu ætti því að endurspeglar nokkuð vel hæðarmun á reitum. Miðað við mælingar á grunnvatnsstöðu að hausti (1997–2004) eru reitir F, D og A um 50, 70 og 80 cm hærri en reitur E.

Gróðurmælingar árið 1976 sýna að í reitunum á Egilsstaðanesi var þá deigt þurrlandi, deiglendi og mýri (23. mynd). Grunnvatnsstöðumælingar í reitum að hausti frá 1997–2004 sýna mikinn mun á reitum þótt innbyrðis röð þeirra sé ekki eins og gróðurmælingarnar sýna. Grynnt er á vatn í reit E (29 cm) en dýpst í reit A (113 cm) (5. mynd).

Gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðs grunnvatnsborðs eru nokkrar og koma þær aðallega fram þar sem landið var blautast, þ.e. í reit E (23. mynd, 33.–35. ljósmynd). Þar urðu verulegar breytingar á tegundasamsetningu. Þekja engjarósar sem er votlendistegund jókst mikið, eða úr 4% í 45%, en hins vegar dró úr þekju mýrastarar. Í öðrum reitum voru breytingar af völdum vatnsborðshækkunar litlar nema í reit A sem að hluta til eyddist vegna landbrots (30.–32. ljósmynd). Breytingar á tegundasamsetningu í þeim reit verður að taka með varúð en á rannsóknartímanum fóru 4 smáreitir af 10 í fljótið vegna rofs úr bakkanum.

Athyglisvert er að í öllum reitum á Egilsstaðanesi hafa gróðurbreytingar að nokkru leyti gengið til baka síðustu 10 árin, þ.e. gróður hefur þróast aftur í átt til þess gróðurs sem þar var við upphaf mælinga. Þetta er þó mest áberandi í reit E (23. mynd).



23. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Egilsstaðanesi. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

Á Egilsstaðanesi urðu hins vegar talsverðar breytingar í öllum reitum sem rekja má til minni sauðfjárbeitar. Þar er einkum um að ræða verulega aukningu á þekju og hæð víðitegunda, bæði loðvíðis og gulvíðis (7. tafla, 30.–32. ljósmynd). Svipuð viðbrögð sýndu einnig fjalldalafífill og hálingresi sem jukust talsvert að þekju í þurrustu reitunum. Þar dró hins vegar talsvert úr þekju snarrótarþunts og hvítsmára.

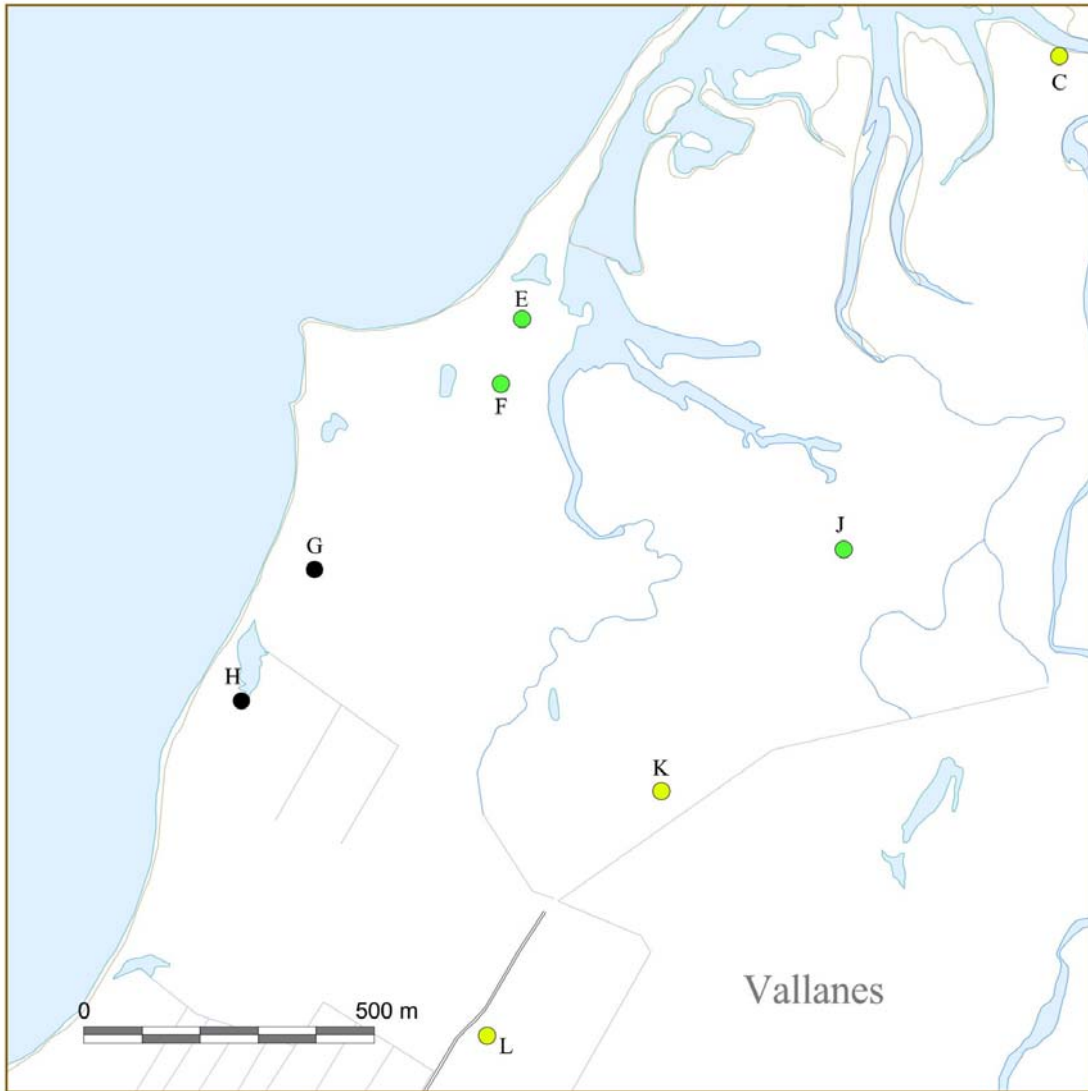
4.5.6 Vallanes

Reitirnir átta á Vallanesi eru talsvert dreifðir um nesið en þeir liggja nokkurn veginn á tveimur línunum samsíða fljótinu. Önnur er um 100 m (20–160 m) frá fljóti en hin er í um 700 m (640–800 m) fjarlægð (24. mynd). Miðað við kort Forverks (1977) er hæðarmunur á reitum á Vallanesi miklu meiri en á öðrum svæðum eða 2,3 m (h.y.s. 21,4–23,7 m) (1. tafla). Gróðurmælingar frá 1976 sýna að reitirnir spönnuðu allt frá þurrlendi yfir í mýri (25. mynd). Enginn reitur var á forblautu landi. Grunnvatnsstöðumælingar að hausti á árabílinu 1997–2004 sýna í megindráttum það sama (5. mynd). Þó kemur þar fram greinilegur munur einkum vegna þess að í reit K er grynna á vatn en ætla má út frá gróðursamsetningu árið 1976 en hið gagnstæða á aftur við um reit L.

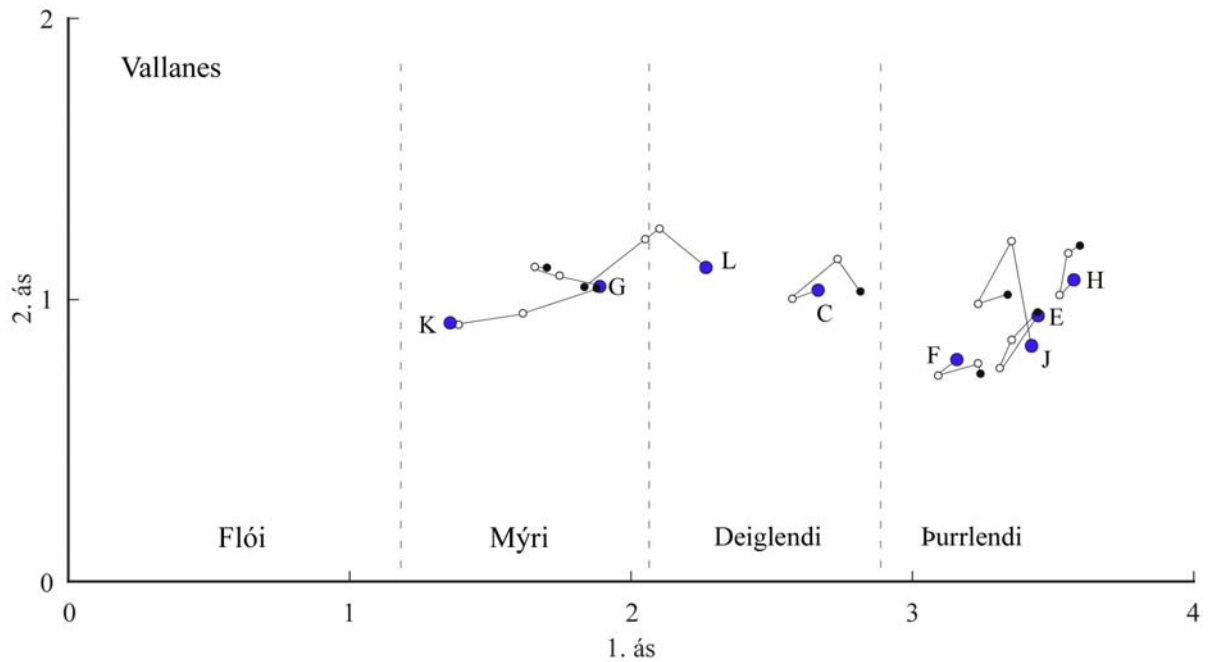
Á Vallanesi hafa orðið gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar grunnvatnsstöðu (25. mynd). Þær eru þó mismiklar eftir reitum. Sums staðar virðist land hafa blotnað (reitir K og C), annars staðar þornað (reitir L og G) en víðast hvar eru breytingar litlar (E, F, H, J). Áhrif hækkaðrar grunnvatnsstöðu eru langmest í reit K sem er rétt við tjörn um 800 m frá fljótinu (24. mynd, 36.–38. ljósmynd). Þar jókst þekja engjarósar t.d. verulega, eða úr 5% í 53%, en mikið dró hins vegar úr þekju mýrastarar. Í reit C sem er á bakka Grímsár urðu einnig breytingar svipaðs eðlis. Þar var deiglendisgróður árið 1976 en hann bar orðið meiri votlendissvip árið 2004. Mest breyttist þekja mýrastarar sem jókst úr 10% í 35% en á móti dró verulega úr þekju hrossanálar (úr 26% í 4%).

Í reit K urðu talsverðar breytingar á gróðri sem benda til þess að land hafi þornað, m.a. minnkaði þekja mýrastarar mikið, eða úr 75% í 53%, og engjarós hvarf algerlega úr reitnum þar sem þekja hennar hafði verið 5%. Þekja hálingresis jókst hins vegar úr 2% í 23%.

Á Vallanesi hafa orðið nokkrar gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar beitar, einkum minnkandi sauðfjárbeitar. Breytingarnar eru hvergi miklar og koma ekki fram sem stefnubundin hliðrun reita niður á við á 2. ási hnitunar. Þær eru þó einna mestar í reitum J og H (25. mynd). Þekjumælingar sýna að í flestum reitum hefur hálingresi (E, G, H, J, L) og túnvingull (E, F, H, J, L) aukist nokkuð og í sumum reitum einnig grávíðir og gulvíðir (reitir C og F) (7. tafla).



24. mynd. Kort af rannsóknarsvæðinu á Vallanesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfliótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; grænt, $p < 0,01$; gult, $p < 0,05$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd.



25. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Vallanesi. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

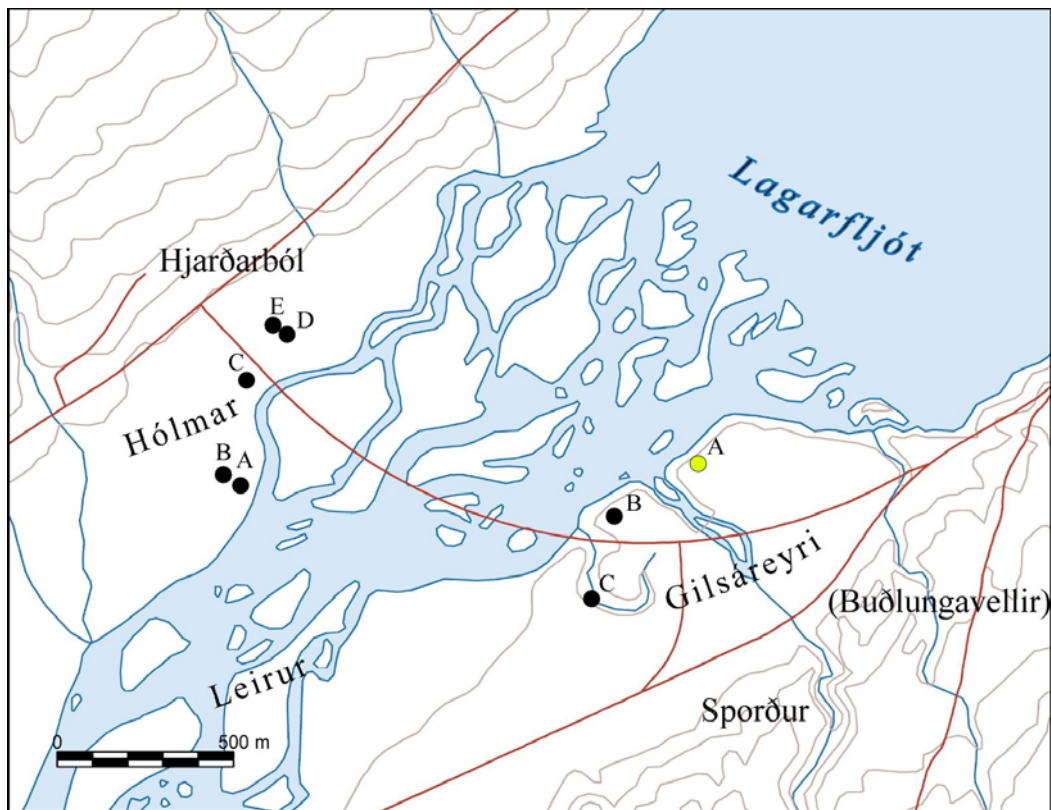
4.5.7 Gilsáreyri

Reitirnir þrír á Gilsáreyri sem eru á frekar litlu svæði (200x600 m) 110–160 m frá Jökulsá á Fljótsdal og standa allir í svipaðri hæð (h.y.s. 21,5–22,0 m) (26. mynd, 1. tafla). Miðað við mælingar 1976 var gróður þeirra á þeim tíma áþekkur en þeir tilheyrðu þó bæði deiglendi (C) og þurrlendi (A, B) (27. mynd). Grunnvatnsstöðumælingar að hausti á árunum 1997–2004 sýna að í reitunum er djúpt á grunnvatn, eða að meðaltali yfir 110 cm (5. mynd).

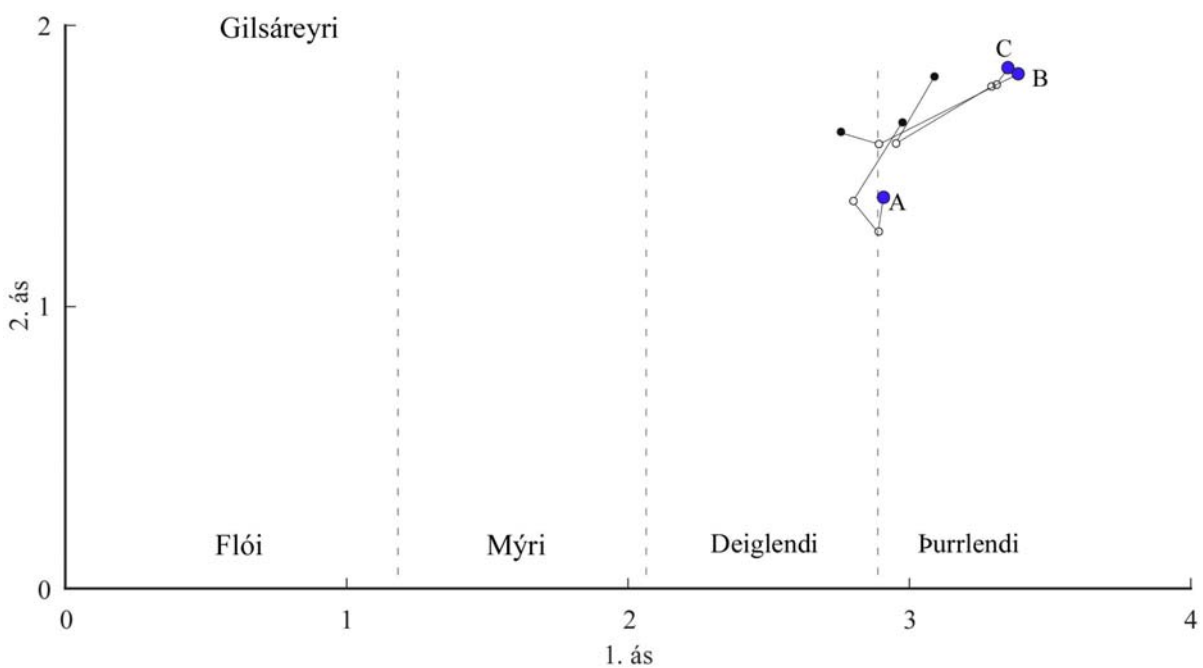
Á Gilsáreyri hafa orðið miklar breytingar á gróðri í öllum reitum á rannsóknartímanum og eru þær aðallega tvenns konar (27. mynd). Annars vegar eru reitir B og C sem hliðrast til hægri á 1. hnitunarási, sem gefur til kynna að land hafi þornað. Hins vegar er reitur A sem hefur hliðrast niður á 2. hnitunarási, sem bendir til þess að um áhrif breyttrar beitar sé að ræða.

Í reit B hefur þekja þursaskeggs, sem er þurrlendistegund, aukist mikið (úr 1% í 24%) og sömuleiðis þekja hálíngresis (úr <1% í 9%). Á móti hefur dregið talsvert úr þekju deiglendistegunda eins og skriðlíngresis og mýrasóleyjar. Í reit C hafa breytingar einnig verið miklar og af svipuðum toga (39.–41. ljósmynd). Þar jókst t.d. þekja túnvinguls (úr 4% í 23%), blóðbergs (úr 0% í 12%) og hvítsmára (úr 0% í 11%). Í reitnum fjölgaði háplöntutegundum mjög mikið á tímabilinu, eða úr 9 í 39 og er það meiri breyting en í nokkrum öðrum reit á svæðunum öllum (1. viðauki).

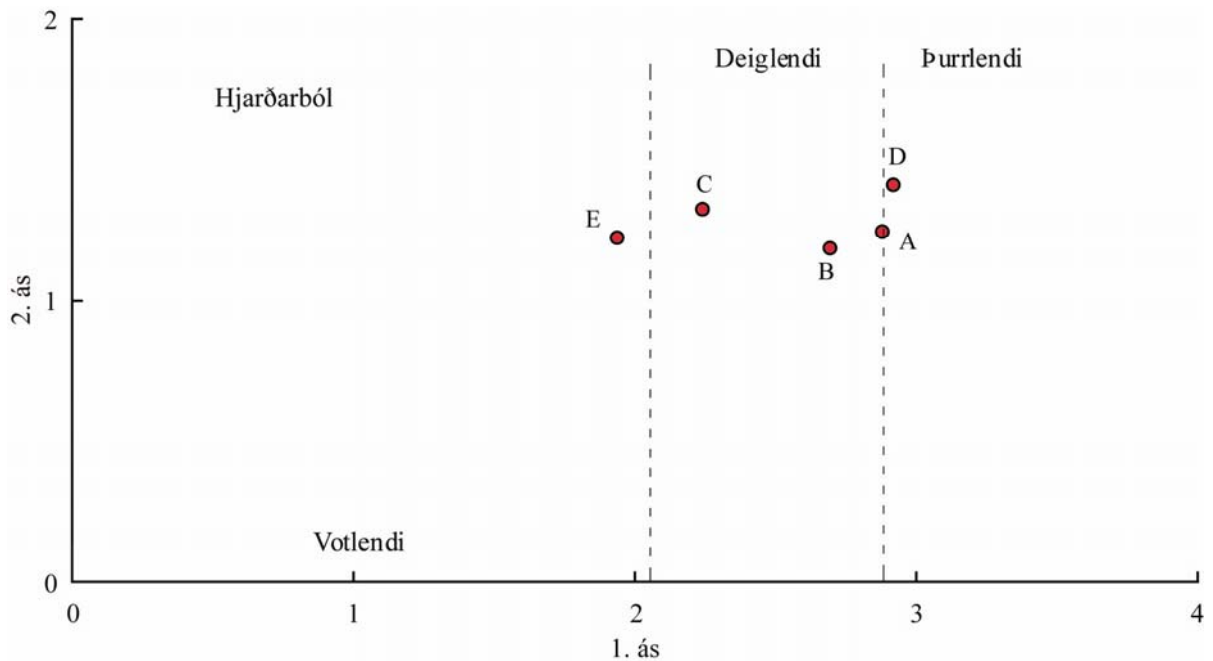
Í reit A eru helstu breytingar þær að þekja hálíngresis jókst mikið (úr 9% í 30%) en einnig nokkuð þekja gulmöðru. Hins vegar dró verulega úr þekju túnvinguls (úr 40% í 9%) og hvítsmára (úr 40% í 3%).



26. mynd. Kort af rannsóknarsvæðunum á Gilsáeyri og við Hjarðarból. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; gult, $p < 0,05$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd.



27. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Gilsáeyri. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.



28. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita við Hjarðarból. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

4.5.8 Hjarðarból

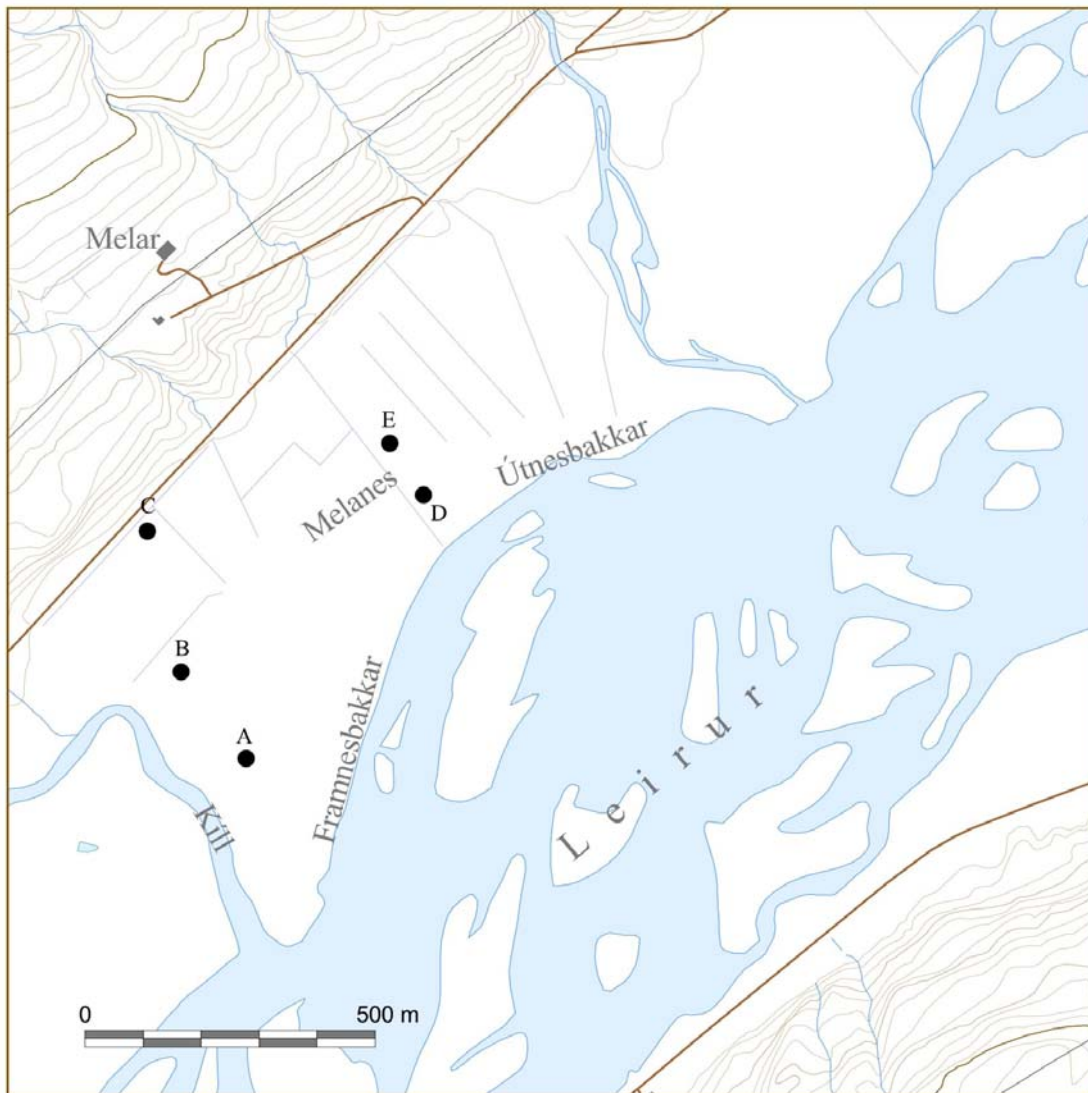
Reitirnir fimm við Hjarðarból, sem eru allir á hallandi landi milli brekkuróta og Jökulsár á Fljótsdal, spanna um 1,1 m hæðarmun (h.y.s. 21,1–22,2 m) (26. mynd, 1. tafla). Gróðurmælingar sýna að land þarna er aðallega deiglendi þótt nokkur munur sé á reitum (28. mynd). Í reitunum tveimur sem lengst liggja frá ánni (C, E) er gróður svipaður og með talsverðum votlendissvip. Mýrastör er ríkjandi (þekja 75%) en aðrar tegundir með talsverða þekju eru túnvingull og hálmgresi. Í hinum reitunum er gróður keimlíkur en þar er land greinilega þurrara. Ríkjandi tegundir eru kornsúra (þekja 20–41%), hvítsmári (10–33%), túnvingull og loðvíðir (2–16%).

Mælingar á grunnvatnsstöðu sem gerðar voru að hausti á árunum 2002–2004 sýna að hún er svipuð í öllum reitum. Að meðaltali er dýpt á grunnvatn frá 39 cm (reitur B) upp í 56 cm (reitur D) (5. mynd).

Í reitunum við Hjarðarból hefur gróður aðeins verið mældur einu sinni, þ.e. árið 2004. Því liggja engar upplýsingar fyrir um hvernig gróður hefur breyst þar frá því Lagarfossvirkjun tók til starfa.

4.5.9 Melanes

Á Melanesi eru fimm reitir og eru þeir á tveimur sniðum á hallandi landi á nesinu milli brekkuróta og Jökulsár (29. mynd). Þeir ná yfir allstórt svæði (500x700 m) og spanna um 60 cm hæðarmun (h.y.s. 21,7–22,3 m) (1. tafla). Miðað við gróðurmælingar 1976 hefur raki í reitum þá verið nokkuð svipaður, þ.e. fremur blaut mýri (reitir B og C), deiglendi (reitir A og D) og deigt þurrlandi (reitur E) (30. mynd).

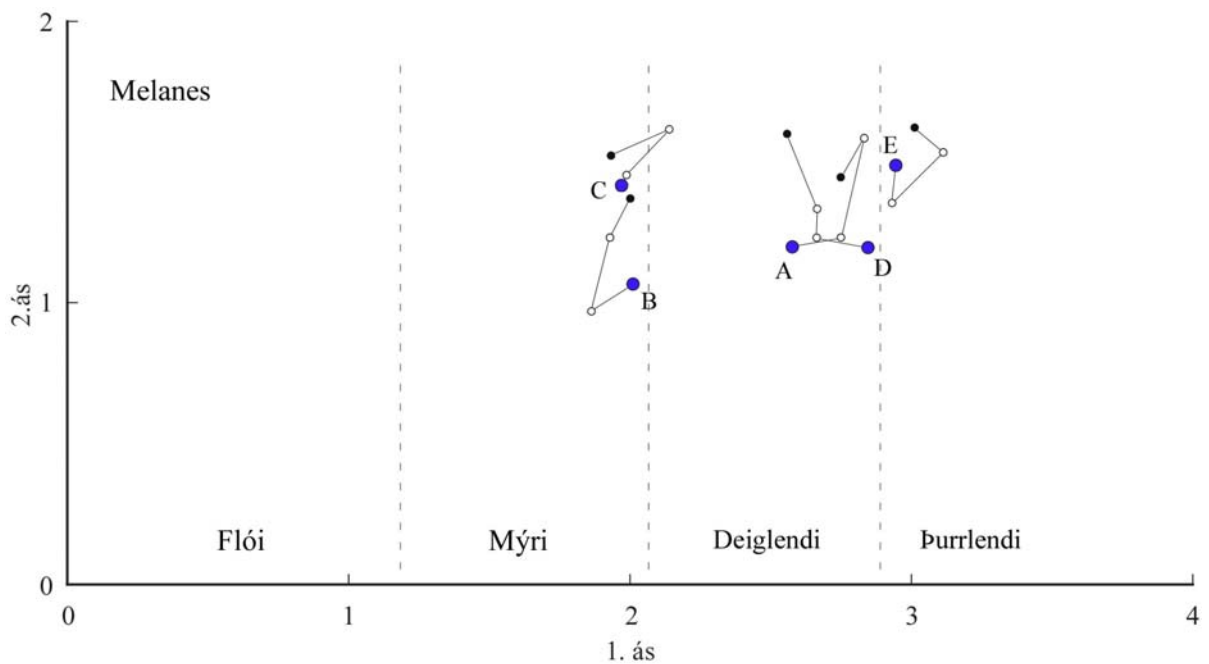


29. mynd. Kort af rannsóknarsvæðinu á Melanesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti var metið með aðhvarfsgreiningu en reyndist ekki marktækt í neinum reit. Sjá einnig 5. mynd.

Mælingar á vatnsstöðu í reitum að hausti á árunum 1997–2004 sýna að breytileiki milli reita er frekar lítill. Að meðaltali er grynnt á vatn í reit C (14 cm) en dýpst í reit A (57 cm) (5. mynd).

Á Melanesi eru gróðurbreytingar sem rekja má til breytinga á grunnvatnsstöðu litlar nema í tveimur reitum (30. mynd). Í reit A virðist land hafa blotnað en þar var helsta breytingin sú að þekja mýrastarar jókst mikið á rannsóknartímanum, eða úr 7% í 37%. Í reit D virðist land hins vegar hafa þornað. Þar minnkaði þekja mýrastarar stórlega, eða úr 64% í 20% (42.–44. ljósmynd).

Gróðurbreytingar sem tengjast breyttri beit eru hins vegar greinilegar í flestum reitum á Melanesi, en þær koma fram sem stefnubundin hliðrun reita niður eftir 2. ási hnitunar (30. mynd). Í flestum reitum (A, B, D, E) jókst t.d. þekja og hæð loðvíðis mest í reitunum sem næst standa ánni (A og D) (6. tafla, 42.–44. ljósmynd). Þar jókst þekja loðvíðis úr $\leq 6\%$ í um



30. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Melanesi. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

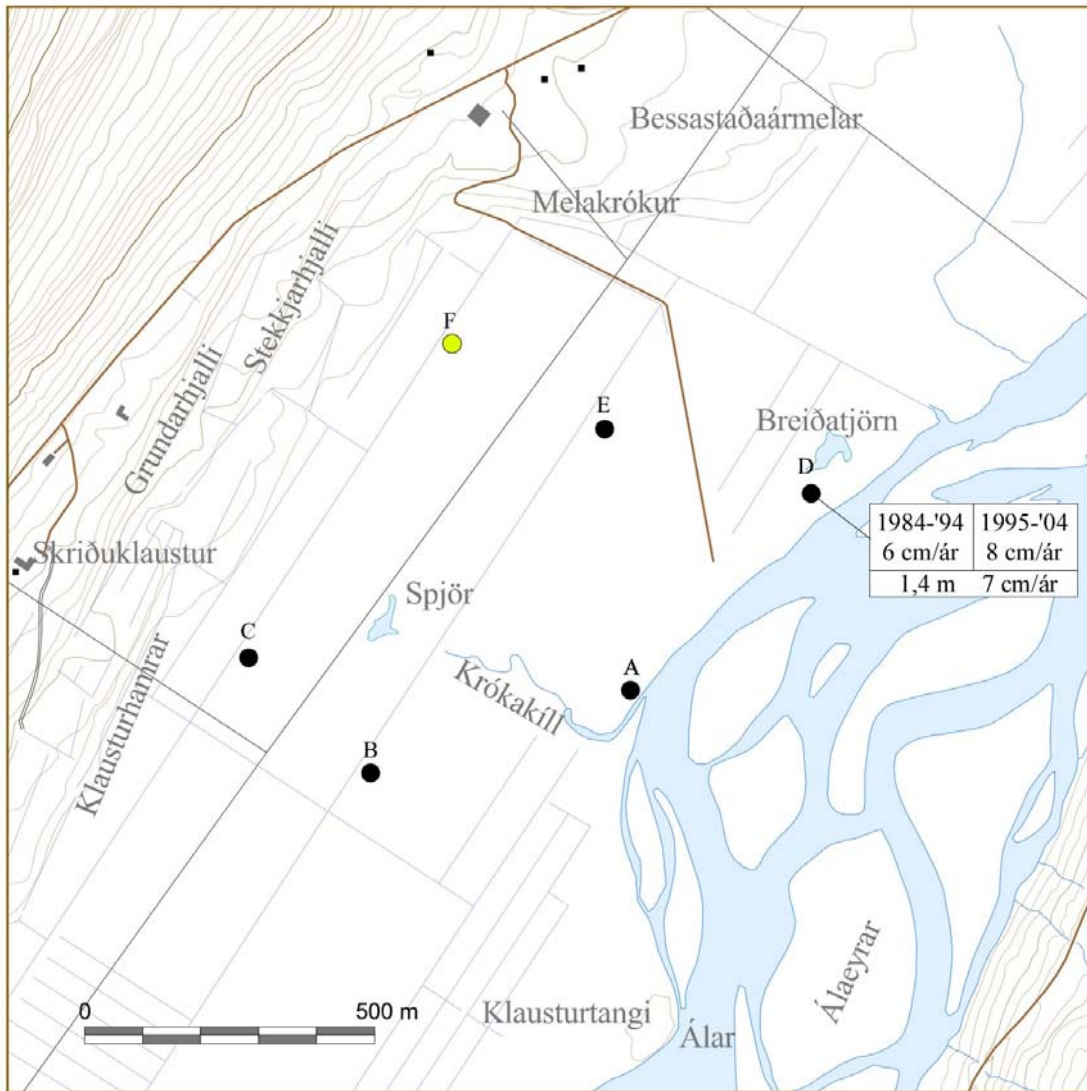
25% á rannsóknartímanum. Svipuð viðbrögð sýndu kornsúra sem jókst talsvert í öllum reitum og grastegundirnar hálingresi (reitir D og E) og týtulíngresi (reitir A, D og E).

4.5.10 Klausturnes

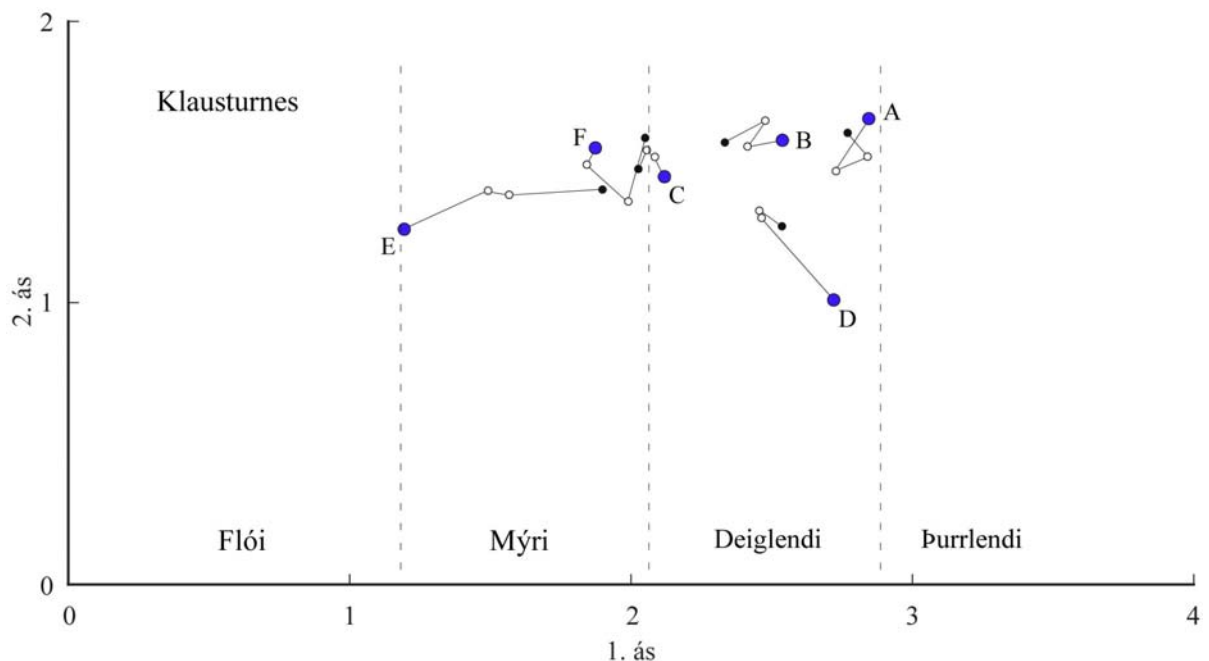
Reitirnir 6 á Klausturnesi eru allir á framræstu og tiltölulega flötu landi milli brekkuróta og Jökulsár (31. mynd). Þótt reitirnir séu á allstóru svæði (700x1000 m) er hæðarmunur á þeim lítill, eða aðeins um 60 cm (h.y.s. 22,4–23,0 m)(1. tafla). Niðurstöður gróðurmælinga árið 1976 sýna að reitirnir tilheyrðu þá deiglendi eða mýri (32. mynd). Þurrast hefur landið verið á árbakkanum (reitir A, B og D) en talsvert blautara á allstóru svæði þar fyrir innan að brekkurótum (reitir E, F og C). Mælingar að hausti á árunum 1997–2004 sýna að grunnvatnsstaða í reitunum sem lengst eru frá ánni (B, C, E, F) er mjög svipuð og liggur að jafnaði 34–40 cm undir yfirborði (5. mynd). Í reitunum á árbakkanum (A og D) liggur vatn yfirleitt mun neðar, einkum í reit D en þar var dýpt á grunnvatn að meðaltali 86 cm.

Gróðurbreytingar sem rekja má til breyttrar vatnsstöðu eru fremur litlar á Klausturnesi. Reitir E sker sig þó úr að þessu leyti því þar varð mikil breyting á tegundasamsetningu á rannsóknartímanum sem kemur fram í því að reiturinn hliðrast mikið til vinstri eftir 1. hnitunarási (32. mynd). Í reitnum jókst einkum þekja engjarósar (úr 3% í 28%), mýrelftingar (úr 5% í 28%) og vetrarkvíðastarar (úr 4% í 23%) en á móti minnkaði þekja mýrastarar mikið (úr 56% í 24%) (48.–50. ljósmynd). Breytingar af svipuðum toga urðu einnig í reit F þótt þar yrðu ekki verulegar breytingar á þekju einstakra tegunda.

Breytingar á gróðri sem rekja má til breyttrar beitar eru ekki áberandi nema í reit D sem kemur fram sem hliðrun niður á við eftir 2. hnitunarási á rannsóknartímanum (32. mynd, 45.–47. ljósmynd). Í reitnum jókst þekja túnvinguls mikið (úr 3% í 31%) og sömuleiðis þekja snarrótarþunns (úr 10% í 39%).



31. mynd. Kort af rannsóknarsvæðinum á Klausturnesi. Reitir eru merktir með bókstöfum. Mismunandi litir tákna samband vatnshæðar við Lagarfljótsbrú og vatnsstöðu í reit mælt að hausti metið með aðhvarfsgreiningu; gult, $p < 0,05$; svart, ekki marktækt. Sjá einnig 5. mynd. Landbrot var mælt við reit A.



32. mynd. Niðurstöður DCA-hnitunar reita á Klausturnesi. Sjá einnig skýringar við 17. mynd.

4.6 Landbrot

Með endurmælingum á fjarlægð nokkurra reita frá bökkum hefur verið unnt að fá upplýsingar um landbrot á nokkrum stöðum við fljótið (16., 19., 21. og 31. mynd). Mælingar þessar hófust ekki allar á sama tíma en flestar árið 1975 eða á árunum 1983–1984 og hefur fjarlægð verið mæld frá 14 reitum. Sums staðar hefur mælingum verið hætt vegna breytinga sem orðið hafa við bakka bæði af manna völdum og af náttúrlegum orsökum. Við Rangá hefur áin sums staðar breytt sér þannig að ekki er lengur um afmarkaðan bakka að ræða. Á Finnsstaðanesi urðu gerbreytingar á aðstaðum þegar vegur með rofvörn var lagður eftir bakka fljótsins norðan við nýjan farveg Eyvindarár vegna stækkunar flugvallarins árið 1988 (21. mynd). Mælingar á landbroti á þessum stöðum hafa því ekki verið mögulegar. Auk þess gleymdist að mæla fjarlægð frá einum reit (reitur B) í Dagverðargerði sumarið 2004.

Niðurstöður mælinganna sýna að landbrot hefur verið mismikið eftir svæðum (16., 19., 21. og 31. mynd). Ef miðað er við þann tíma sem mælingar ná yfir hefur landbrot verið langmest í Dagverðargerði og á Rangá I (alls 4 reitir) en þar mældist landbrot 22–61 cm á ári að meðaltali, mismikið eftir reitum (51.–52. ljósmynd). Á Rangá II og í Skógargerði (2 reitir) hefur landbrot mælst að meðaltali 1 cm og 1,5 cm á ári tímabilið 1984–2004. Á Egilsstaðanesi hefur verið fylgst með landbroti í tveimur reitum (A og D) frá 1983. Þar hefur landbrot verið 11 og 7 cm á ári að meðaltali til ársins 2004 (54. ljósmynd). Landbrot frá Jökulsá var mælt við einn reit á Klausturnesi og reyndist það vera 7 cm á ári að meðaltali tímabilið 1984–2004.

Samanburður á landbroti fyrir og eftir næstsíðustu mælingu, þ.e. þá sem gerð var á árunum 1993–1995, bendir til þess að dregið hafi úr landbroti síðasta áratuginn. Ef eingöngu er miðað við reiti sem mældir hafa verið allt tímabilið var landbrot í Dagverðargerði og á Rangá (4 reitir) 45,5 cm að meðaltali á ári fyrir 1993–1995 en eftir það 24,8 cm á ári. Á Egilsstaðanesi (2 reitir) eru sambærilegar tölur 15,5 cm og 2,5 cm.

Sums staðar við fjótið hafa greinilega orðið talsverðar breytingar á strönd þótt það hafi ekki verið mælt í þessari rannsókn. Á Vallanesi hefur ströndin t.d. greinilega færst talsvert inn á síðustu árum og gengið á gróðurlendi (55.–57. ljósmynd).

5 UMRÆÐA

Niðurstöðurnar sýna að talverðar breytingar hafa orðið á gróðri á láglandissvæðunum við Lagarfljót á þeim tæpu 30 árum sem rannsóknin nær yfir. Þær benda eindregið til þess að meginorsakir þessara breytinga séu annars vegar áhrif frá Lagarfossvirkjun, þ.e. hækkað vatnsborð, breytt flóðamynstur og landbrot, en hins vegar minnkandi sauðfjárbeit. Fyrri rannsóknir á þessum svæðum sýna einnig að áhrifa af breyttri vatnsstöðu gætti tiltölulega fljótt en þau komu í ljós strax á fyrsta áratugnum eftir að virkjunin hóf starfsemi (Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985). Þótt áhrifa minnkandi beitar hafi þá einnig orðið vart hafa þau einkum komið fram síðustu tvo áratugum, þ.e. 1985–2004.

5.1 Breytt vatnsstaða og áhrif hennar

Langtímamælingar á vatnshæð við Lagarfoss og Lagarfljótsbrú sýna að vatnsborð í fljótinu hefur hækkað talsvert með tilkomu virkjunarinnar, eða um 190 cm að meðaltali við Lagarfoss en um 30 cm við Lagarfljótsbrú (2. mynd). Þessi hækkun og breytt grunnvatnsstaða við fljótið hefur valdið talsverðum breytingum á gróðri, einkum á svæðunum utan við Egilsstaði. Gróðurbreytingar eru hins vegar litlar á Vallanesi og enn minni innar með fljótinu. Miðað við þetta hefur grunnvatnsborð hækkað fremur lítið á svæðunum innan við Vallanes (14. mynd). Þetta kemur vel heim við reiknaðar vatnshæðir í fljótinu. Ef miðað er við dagsrennsli í Lagarfljóti á árunum 1975–2001 (ársdagsmeðaltöl hvers mánaðar) er vatnshæð við Dagverðargerði mánuðina maí til september 41–54 cm lægri en við Lagarfljótsbrú (Þórhildur Guðmundsdóttir, óbirtar niðurstöður úr reiknilíkani). Vatnshæð við Vallanes er hins vegar mjög svipuð og við Lagarfljótsbrú. Vatnshæð í Jökulsá á Fljótisdal á móts við Klausturnes er hins vegar ekki háð vatnshæð í Lagarfljóti nema í flóðum. Þegar lokurnar eru hafðar á við Lagarfoss, sem er leyfilegt frá byrjun maí til loka september, hækkar að sjálfsögðu mest neðst í fljótinu og því má reikna með að á rannsóknarsvæðunum hækki vatnsborð þá mest við Dagverðargerði, á Rangá og í Skógargerði.

Af niðurstöðunum má sjá að gróðurbreytingar eru ekki háðar því hversu land var blautt í upphafi (13. mynd). Þetta er greinilegast á svæðunum utan við Egilsstaði. Þar kemur fram sterk stefnubundin breyting á gróðri, sérstaklega á svæðunum við Dagverðargerði og Rangá I (17.–18. mynd). Gróðurbreytingarnar sýna að við virkjunina hefur grunnvatnsstaða hækkað við fljótið þar sem flatlendast er. Þar sem breytingarnar eru mestar hefur gróðurfar breyst í heild og segja má að gróðurfélögin hafi flust til. Þar sem vatnsborð hækkaði mest hefur gróður drepist (1.–2. ljósmynd). Á mjög blautu landi hafa votlendistegundir eins og tjarnastör, gulstör, vetrarkvíðastör og horblaðka orðið algerlega ráðandi í gróðri. Svæði sem vaxin voru mýragróðri blotnuðu enn frekar og flóagróður jókst þar verulega. Í deiglendi breyttist gróður sums staðar í mýri og dæmi eru um að þurrlendi hafi blotnað það mikið að deiglendistegundir hafi orðið stór hluti af þekjunni.

Þótt gróðurbreytingar sem rekja má til hækkunar grunnvatns séu sums staðar verulegar eru þær þegar á heildina er lítið eingöngu bundnar við svæði þar sem dýpt á grunnvatn er minni en 100 cm að hausti. Í Dagverðargerði komu þó fram veruleg áhrif á gróður í reit A en þar var meðalgrunnvatnsstaða að hausti rétt undir þessum mörkum, eða 97,6 cm undir yfirborði. Þetta er skiljanlegt í ljósi þess að hækkun vatnsborðs af völdum virkjunarinnar er langmest í Dagverðargerði af þeim svæðum sem rannsökuð voru (1.–2. ljósmynd).

Athygli vekur að áhrifa grunnvatnshækkunar á gróður gætir sums staðar talsvert langt frá fljótinu, sérstaklega á Finnsstaðanesi (21.–22. mynd) og þó einkum á Vallanesi (24.–25. mynd) en þar varð gróðurbreytinga vart 800 m frá fljóti (36.–38. ljósmynd). Þetta skýrist væntanlega af því að Vallanesið er myndað af grófum og gegndræpum framburði Grímsár en ofan á honum er allþykkt lag af lífrænum jarðvegi og/eða áfoksjarðvegi (1. viðauki). Mótstaða gegn streymi vatns um þessi framburðarlög er því sennilega lítil sem er í samræmi við niðurstöður fyrri mælinga sem sýna að á láglendissvæðum við Lagarfljót er lekt jarðlaga einna mest við Rangá, á Vallanesi og Dagverðargerði (Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979). Mælingar á vatnshæðarsveiflum sem kynntar eru í þessari rannsókn benda einnig til mikillar lektar á Vallanesi (5. mynd). Meginástæða þess að áhrifa vatnsborðshækkunar gætir langt frá fljótinu á Finnsstaðanesi er sennilega sú að þar gengur kill út frá fljótinu inn í votlendið suður með brekkurótum (21. mynd). Fjarlægð frá opnu vatni sem er í beinum tengslum við fljótið er því í raun mun styttri en ætla má út frá beinum mælingum frá fljótsbakka. Einnig má reikna með að flutningur á farvegi Eyvindarár við lengingu flugvallarins á Egilsstöðum hafi eitthvað getað hækkað grunnvatnsstöðu á þessu svæði (21. mynd).

Einstakar tegundir bregðast greinilega misjafnlega við breyttri grunnvatnsstöðu enda er þolsvið þeirra misvitt og sú vatnshæð sem hentar best hverri tegund getur verið afar mismunandi. Að öllu jöfnu má ætla að tegundir með vitt þolsvið verði fyrir minni áhrifum en tegundir með þröngt þolsvið. Mýrastör sem var og er enn aðaltegundin á láglendissvæðunum við fljótið virðist þola þessar breytilegu aðstæður sem þarna ríkja mjög vel. Hún vex við vitt rakabil þótt hún þrífist einna best á blautu landi (Jermy og Tutin 1968, Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998, Visser o.fl. 2000). Reikna má með að þessir eiginleikar mýrastararinnar hafi dregið úr áhrifum vatnsborðsbreytinga á gróðurfar við fljótið því hún er líklega mjög sterk í samkeppni við aðrar tegundir bæði þær sem þrífast best á mjög blautu landi og þær sem hafa sitt kjörsvið í deiglendi. Á blautasta landinu hefur mýrastörin þó látið undan síga fyrir tegundum eins og tjarnastör og gulstör sem báðar þrífast vel við mjög háa vatnsstöðu en hafa þrengra þolsvið en mýrastörin (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998, Visser o.fl. 2000).

Af öðrum tegundum sem eru algengar á láglendissvæðunum við fljótið og hafa vitt þolsvið má nefna túnvingul, kornsúru, brjóstagras og beitieski (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Þær eru hins vegar allar smávaxnari en starirnar þrjár sem áður voru nefndar og vaxa einna best á þurrara landi (9. mynd).

Þótt breytta grunnvatnsstöðu megi í flestum tilvikum rekja til virkjunarinnar er ljóst að aðrir þættir geta haft staðbundin áhrif á grunnvatnsborð svo sem framræsla, fylling skurða og hækkun yfirborðs vegna áfoks. Á Vallanesi var árið 1980 grafinn framræsluskurður austan við reit L (Ásmundur Þórisson, munnl. upplýsingar 1998), þ.e stuttu eftir að rannsóknin hófst. Gróðurbreytingar í reitnum benda eindregið til þess að þarna hafi land þornað talsvert (25. mynd) sem áreiðanlega stafar af framræslunni. Á Melanesi og Klausturnesi hefur land verið ræst fram með skurðum sem ekki hafa verið hreinsaðir, a.m.k. síðustu árin. Því má gera ráð fyrir að gróðurbreytingar á þessum svæðum megi að einhverju leyti rekja til þessa, t.d. verður að telja líklegt að breytingar í reit E á Klausturnesi séu þannig til komnar (32. mynd). Á Gilsáreyri benda gróðurbreytingar til þess að land hafi þornað (27. mynd). Ólíklegt er að grunnvatn hafi lækkað á þessu svæði en mun líklegra er að land hafi hækkað og því þornað vegna áfoks frá Jökulsá. Frá því mælingar hófust hefur land á Gilsáreyri einnig verið að gróa upp sem getur skýrt þessar breytingar að einhverju leyti.

5.2 Gróðurbreytingar ganga mishratt

Við Lagarfljót hafa gróðurbreytingar gengið mishratt eftir svæðum. Við mælingarnar 1993–1995 kom í ljós að á Finnsstaðanesi hafði grunnvatnshækkun haft fremur lítil áhrif miðað við önnur svæði utan Lagarfljótsbrúar (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Síðasta áratuginn (1995–2004) varð nokkur breyting á þessu því í nesinu breyttist gróður sums staðar verulega í samræmi við hækkaða grunnvatnsstöðu, aðallega vegna aukningar á þekju gulstarar (reitur G) og tjarnastarar (reitur K). Telja verður líklegt að tiltölulega hæg viðbrögð þessara tegunda megi frekar rekja til takmarkaðrar frædreifingar og/eða erfiðleika í landnámi en til slæmra vaxtarskilyrða því þær virðast hafa breiðst hratt út í reitunum eftir að þær fundust þar í fyrsta sinn, tjarnastör í reit K árið 1984 og gulstör í reit G árið 1994. Vitað er að tjarnastör getur breiðst hratt út með vaxtaræxlun þar sem skilyrði eru heppileg (Salonen o.fl. 1992) og líklega á það einnig við um gulstör.

5.3 Gróðurbreytingar stöðvast eða snúast við

Niðurstöðurnar benda til þess að þær gróðurbreytingar sem rekja má til grunnvatnsstöðu hafi sums staðar stöðvast eða snúist við að nokkru leyti síðasta áratuginn. Dæmi um þetta eru reitir í Dagverðargerði (X, B, A, D, P) (17. mynd), á Rangá I (E) (18. mynd), Rangá II (C) (20. mynd), á Egilsstaðanesi (E) (23. mynd), Vallanesi (K) (25. mynd) og á Klausturnesi (D) (32. mynd). Sennilegt er að ástæður þessa megi að miklu leyti rekja til lægri vatnsstöðu í júní og júlí síðasta áratuginn samanborið við áratugina tvo þar á undan en í þessum mánuðum munaði um 20 cm á vatnshæð við Lagarfljótsbrú (4. tafla). Lækkunin er að öllum líkindum einnig ástæða þess að tegundum fjölgaði nokkuð á ystu svæðunum síðasta áratuginn (1. viðauki). Þetta undirstrikar mikilvægi þess sem áður hefur komið fram við rannsóknir á gróðri meðfram ám að há vatnsstaða að sumri er gróðri skaðlegri en að vetri (Nilsson 1981, Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1994, Crawford 1996, Johansson og Nilsson 2002). Í þessu sambandi er einnig rétt að minna á að náttúrlegar sveiflur á vatnshæð með árstíðabundnum flóðum og tímabilum með lægri vatnsstöðu hafa mikil áhrif á hvers konar gróður þrífst á vatns- og árbökkum (Crawford 1996, Davis o.fl. 1996).

5.4 Breytingar á kolefni og sýrustigi í jarðvegi

Við hækkun grunnvatns breytast ýmsir eiginleikar jarðvegs sem síðan geta haft mikil áhrif á gróður og alla starfsemi vistkerfa á árbökkum. Til dæmis má reikna með að kolefnismagn í jarðvegi aukist og sýrustig lækki. Ekki er ljóst hvort og í hve miklum mæli þetta hefur gerst við Lagarfljót því þessir þættir hafa aðeins verið mældir einu sinni. Ætla má að kolefni hafi eitthvað aukist, einkum þar sem mýrastör hefur numið land á kostnað deiglendistegunda en mýrastör er þekkt fyrir að vera mikilvirk við mómyndun í votlendi (Ellenberg 1988).

5.5 Áhrif breyttrar beitar

Áhrif minnkandi sauðfjárbeitar eru mjög greinileg, einkum á ytri svæðunum. Mikil aukning hefur þar orðið á gulvíði, loðvíði og grávíði (7. tafla, 18.–26. og 30.–32. ljósmynd). Aukning á birki síðasta áratuginn er áreiðanlega af sama toga (7. tafla). Víðitegundirnar eru yfirleitt talsvert eftirsóttar af sauðfé og vitað er að þær færast í aukana þar sem land er friðað eða beit minnkar og sama er að segja um birkið (Ingvi Þorsteinsson 1980, Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984, Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir 2007). Ástæður þess að hálingresi eykst svo mikið og raun ber vitni eru ekki eins ljósar en það hefur af sumum höfundum ekki verið talið mjög eftirsótt af sauðfé til beitar (Ingvi Þorsteinsson 1980). Hálingresi er hins vegar mjög eftirsótt af hrossum (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990). Því

má ætla að minnkandi beit hrossa (Dagverðargerði) hafi stuðlað að aukningu þess á síðustu árum. Hlýnandi loftslag á rannsóknartímanum hefur eflaust einnig stuðlað að breytingum á gróðri við fljótið en veðurmælingar á Egilsstöðum sýna að hiti hefur hækkað um nær 1°C á rannsóknartímanum. Áratuginn 1965–1974 fyrir virkjun var meðalárshiti á Egilsstöðum t.d. 2,7°C. Árin 1975–1984 var hann 2,9°C, 1985–1994 3,4°C og árin 1995–2004 var meðalhiti 3,6°C. Á Hallormsstað er svipaða sögu að segja en þar voru samsvarandi tölur 3,2 (1965–1974), 3,4 (1975–1984), 3,9 (1985–1994) og 4,1°C (1995–2004) (Veðurstofa Íslands, gögn fyrir Egilsstaði og Hallormsstað).

Þær umhverfisbreytingar sem orðið hafa við Lagarfjót, þ.e. minni sauðfjárbeit, hækkuð grunnvatnsstaða og hlýrra loftslag, virðast henta gulvíði og fjalldalafífla sérlega vel því tegundirnar hafa aukist verulega einkum á svæðunum utan við Egilsstaði. Báðar tegundirnar vaxa vel í rökum jarðvegi (Hörður Kristinsson 1986, Taylor 1997), þeim er haldið niðri af sauðfé (Ingvi Þorsteinsson 1980, Taylor 1997) og þær hafa meginútbreiðslu á láglandi þar sem vaxtartími er lengri en til fjalla (Hörður Kristinsson 1986). Því má ætla að hækking hita hafi komið þeim mjög vel. Gulvíðir getur orðið talsvert hávaxinn og nái hann að vaxa upp stendur hann vel að vígi í samkeppni við flestar aðrar tegundir. Þótt fjalldalafífill sé mun lágvaxnari er hann talsvert skuggaþolin og þrífst ágætlega í skóglendi og í graslendi (Taylor 1997). Við Lagarfjót virðist hann þrífast ágætlega með gulvíðinum (30.–32. ljósmynd) og er einnig mjög gróskumikill í deigu graslendi (18.–20. ljósmynd).

Áhrif hrossabeitar eru ekki eins augljós og áhrif minnkandi sauðfjárbeitar enda hefur hrossabeitin ekki verið mjög stöðug nema á Egilsstaðanesi allra síðustu árin (6. tafla). Vitað er að hrossabeit hefur mikil áhrif á gróður þar sem traðk, teðsla og hland eru mikilvirkir áhrifavaldar auk beitarinnar á plöntunum (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1990). Til þess að koma í veg fyrir miklar breytingar af völdum hrossabeitar voru nokkrir reitir á Klausturnesi girtir (6. tafla). Þótt girðingum hafi ekki verið vel við haldið hin síðari ár hafa þær vafalaust komið í veg fyrir að gróður yrði fyrir miklum áhrifum af hrossabeit.

5.6 Þekja mosa og fléttna minnkar

Minnkun á heildarþekju mosa og fléttna sem fram kom á rannsóknartímanum á flestum svæðum tengist sennilega aukinni hæð og þéttleika háplantna vegna minnkandi beitar. Þetta var t.d. mjög greinilegt í Skógargerði en þar hefur land nánast verið alfríðað og eru háplöntur orðnar mjög gróskumiklar og gróður þéttur. Þessar breytingar má einnig að hluta rekja til hlýnandi loftslags hin síðari ár sem að öllum líkindum hefur valdið aukinni grósku háplantna og rýrt vaxtarmöguleika lágvaxinna tegunda eins og mosa og fléttna. Svipaðra breytinga á gróðri hefur einnig orðið vart víðar á landinu undanfarin ár bæði á hálendi og láglandi sem raktar hafa verið til minnkandi beitar og hlýnandi veðurfars (Ingibjörg Svala Jónsdóttir o.fl. 2005, Borgþór Magnússon o.fl. 2006).

Á tveimur svæðanna, þ.e. á Gilsáreyri og Egilsstöðum, jókst mosaþekja verulega gagnstætt því sem gerðist á öðrum svæðum. Á Gilsáreyri er ástæðan sennilega sú að þar hefur land verið að gróa upp og gróður verið frekar lágvaxinn (1. viðauki). Þetta hefur skapað góð vaxtarskilyrði fyrir mosa. Á Egilsstaðanesi er hrossabeit sennilega ástæðan. Þar hefur beitin haldið háplöntum það mikið í skefjum að mosi hefur náð að aukast á rannsóknartímanum.

5.7 Beit mismikil eftir raka

Niðurstöðurnar benda til þess að sauðfé og gæsir nýti þurrlendi og deiglendi mun meira til beitar en votlendi (11.–12. mynd). Þótt ekki hafi verið sýnt fram á það í þessari rannsókn er líklegt að hross geri það einnig en rannsóknir á hrossabeit hafa sýnt að á framræstu landi bíta þau mest með skurðbökkum þar sem grastegundir, einkum hálingresi og snarrótarpunktur, eru ríkjandi í gróðri (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990). Miðað við niðurstöður fyrri rannsókna á beit hrossa og niðurstöður úr þessari rannsókn eru flóðagarðar og annað deiglendi við fljótið eftirsóttasta beutilandið. Flóðagarðar eru frjósamir vegna áburðaráhrifa frá fljótinu sem ber á þá í flóðum. Þeir ná einnig að þorna talsvert seinni hluta sumars. Þar þrífast því ýmsar þurrlandis-deiglendistegundir sem eru greinilega eftirsóttar til beitar fyrir sauðfé og hross og sennilega einnig gæsir. Flóðagarðarnir eru tiltölulega auðveldir yfirferðar. Þeir eru fremur þurrir, yfirborð lágþýft eða slétt auk þess sem gæsir með unga eða í sárum eiga þaðan auðvela undankomuleið út á fljótið ef hætta steðjar að.

5.8 Breytingar á fjölda háplöntutegunda

Við hækkað grunnvatnsborð má búast við að háplöntum fækki því tegundir í votlendi eru að öllu jöfnu færri en í samsvarandi deiglendi eða þurrlendi (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2002, Sigurður H. Magnússon o.fl. 2007). Svo hefur einnig orðið raunin, einkum fyrstu tvo áratugin, þótt breytingarnar séu víðast hvar litlar. Fækkun tegunda í reit P í Dagverðargerði og reit K á Vallanesi eru greinileg dæmi um þessi áhrif (1. viðauki). Þegar á heildina er litið hefur minnkandi beit þó áreiðanlega haft mun víðtækari áhrif á fækkun tegunda en hækkan vatnsborðs.

Fjölgun tegunda sem mældist í reit C á Gilsáreyri, reit B á Rangá I, reit A á Rangá II og í reit A á Melanesi á sér örugglega nokkuð mismunandi orsakir (1. viðauki). Þó má ætla að meginskýringin sé sú að á þessum stöðum sé yfirborð talsvert opið sem síðan hefur gert allmörgum tegundum mögulegt að nema land. Bæði í reit C á Gilsáreyri og í reit B á Rangá I var land ekki að fullu gróið í upphafi mælinga árið 1976 en hefur verið að gróa upp síðan. Í reit A á Rangá II og reit A á Melanesi var land gróið í upphafi en beit ásamt traðki hefur að öllum líkindum skapað þar skilyrði fyrir landnám nýrra tegunda. Þess konar áhrif eru vel þekkt annars staðar frá en rannsóknir hér á landi benda til að hófleg beit á gróið land auki tegundafjölda staðbundið í samanburði við land sem er friðað (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992). Fjöl margar erlendar rannsóknir sýna einnig það sama (t.d. McNaughton 1985, Belsky 1992).

5.9 Landbrot mest á ytri svæðum

Mælingar sýna að landbrot hefur verið langmest á svæðunum utan við Lagarfljótsbrú, einkum í Dagverðargerði og á Rangá I. Útlit bakkanna á austanverðum Hestatanga á Rangá II bendir til þess að þar hafi einnig eyðst talsvert af landi. Miðað við niðurstöður mælinga má ætla að á 30 árum hafi um 10 m spilda af flóðagarðinum næst bakkanum tapast í fljótið eða um 33 cm á ári. Fullyrða má að hækkan vatnsborðs vegna virkjunarinnar valdi þar mestu. Flóðagarðar virðast standa frekar illa á móti landbroti, jarðvegur er sandkenndur og rôtarmotta ekki þétt. Niðurstöður mælinga benda þó til að verulega hafi dregið úr landbroti síðasta áratuginn (1995–2004) sem er ólíkt því sem áður hafði verið spáð (Sigurður H. Magnússon o.fl. 1998). Þótt mælingar annars staðar með fljótinu bendi ekki til mikils landbrots er greinilegt að á Vallanesi hefur ströndin færst til á kafla um fáeina metra til austurs og gróður því eyðst (53.–55. ljósmynd).

Ef miðað er við beitarnot bæði fyrir búsmala og fugla er ljóst að sums staðar við fljótið, einkum utan við Lagarfljótsbrú, hefur talsvert tapast af besta beitilandinu bæði vegna landbrotsins og vegna þess að gróður hefur breyst.

Til samanburðar má geta þess að við Blöndulón á Auðkúluheiði hefur verið fylgst með öldurofi úr bökkum frá stækkun lónsins árið 1996. Þar mældist rof 1–2 metrar á ári fyrstu árin en dregið hefur úr því undanfarin ár. Það er þó mjög mismikið eftir landfræðilegum aðstæðum, lónhæð og stórviðrum sem ganga yfir. Frá vori 2004 vors 2005 mældist meðalrof þar úr bökkum 56 cm mælt á 16 sniðum en á einstökum sniðum var rofið 0–301 cm (Olga Kolbrún Vilmundardóttir o.fl. 2007).

5.10 Framtíðarhorfur

Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar má gera ráð fyrir að aðstæður breytist talsvert á rannsóknarsvæðunum við Lagarfljót bæði hvað varðar rennsli og vatnafar (VST 2007). Reiknað er með að rennsli í Jökulsá á Fljótsdal og Lagarfljóti aukist en breytingar á vatnafari verða mismunandi eftir árstíma og hvaða hluta árinna er um að ræða. Vatnsborð mun hækka nokkuð en meginbreytingin er þó sú að vatnshæð verður jafnari en áður. Mest hækking verður á vatnsborði Jökulsár á Fljótsdal, t.d. er gert ráð fyrir að vatnsborð muni hækka við Klausturnes um 8–42 cm í júní–ágúst, mismunandi eftir mánuðum. Við Egilsstaði hækkar vatnsborð á vorin (15. mars–15. júní) og á haustin (ágúst–sept.) um 10–30 cm en flóðatoppur í júní verður hins vegar lægri en áður og sömuleiðis vatnshæð fyrri hluta vetrar (nóv.–des.). Við Dagverðargerði er gert ráð fyrir svipuðu mynstri og við Egilsstaði.

Ekki verður hér reynt að meta í neinum smáatriðum hvaða áhrif þessar breytingar á vatnafari munu hafa á gróður, en þó má fullyrða að gróður mun breytast. Þótt vatnsborðshækkun sé að meðaltali fremur lítil er líklegt að megináhrifin verði af jöfnun vatnsborðsins. Niðurstöður rannsóknarinnar sem hér er kynnt benda t.d. eindregið til þess að lækking vatnsborðs seinni hluta sumars hafi mjög mikil áhrif á hvers konar gróður þrífst við fljótið, ekki síst á tegundafjölbreytileika. Ef jarðvegur nær að þorna kemst loft að rótum plantna sem geta þá frekar endurnýjað þá plöntuhluta sem skaðast hafa af langvarandi súrefnisskortri (Crawford 1996). Hækking vatnsborðs mun sennilega valda því að land við fljótið verður heldur blautara en það er nú. Minni vatnsborðssveiflur munu hins vegar minnka breytileika í umhverfinu og stuðla þannig að fábreyttari gróðri, en vitað er að flóð með tilheyrandi raski og flutningi fræs og annarra plöntuhluta ásamt næringarefnum hafa mikil áhrif á fjölbreytileika plantna á ársvæðum og auka möguleika margra tegunda á að komast á legg á nýjum stöðum (t.d. Nilsson o.fl. 1997, Jansson o.fl. 2000, Leyer 2005).

Breytingarnar munu að öllum líkindum einnig hafa talsverð áhrif á landbrot. Sennilega mun tiltölulega stöðugt og fremur hátt vatnsborð auka landbrot í fyrstu því öldugangur við bakka nær þá yfir lengra tímabil ársins en áður og rofmáttur öldunnar verður meiri með hærri vatnsborði.

5.11 Framhald rannsóknar

Nú hefur verið fylgst með gróðurbreytingum við Lagarfljót ofan við Lagarfoss í u.þ.b. 30 ár. Með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar verða augljóslega enn breytingar á aðstæðum við fljótið. Því verður að telja eðlilegt að áfram verði fylgst með framvindu gróðurs ofan við Lagarfoss og hvernig landbrot muni þróast. Í fyrsta lagi er mikilvægt fyrir landeigendur og framkvæmdaraðila að fá upplýsingar um hvort og hvernig land breytist með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar. Í öðru lagi er vísindalega áhugavert að fylgjast með því sem gerist því

Það gefur fræðilegar og hagnýtar upplýsingar um hvernig gróður bregst við breyttri vatnsstöðu og vatnafari og gefur hugmynd um hvernig gróður muni breytast annars staðar við svipaðar aðstæður.

Vöktun á áhrifum Kárahnjúkavirkjunar á gróður er nú hafin á tveimur öðrum svæðum, þ.e. á Úthéraði (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2007) og við Háslón (Guðrún Á. Jónsdóttir, munnl. upplýsingar 2008). Á Úthéraði er gróður vaktaður bæði með Jökulsá á Dal og við Lagarfljót. Þar er beitt svipuðum aðferðum og hingað til hafa verið notaðar við vöktun gróðurs ofan við Lagarfoss. Rannsóknirnar verða því sambærilegar þeim sem greint er frá í þessari skýrslu.

Miðað við hraða gróðurbreytinga við fljótið ætti að vera nægilegt að mæla gróður á 10 ára fresti. Hér er því lagt til að gróður verði næst mældur í reitunum árið 2014 en þá verða 7 ár liðin frá því að Kárahnjúkavirkjun hóf starfsemi. Þá er einnig æskilegt að mæla sýrustig og magn kolefnis í jarðvegi til þess að fylgjast með breytingum á þessum þáttum.

Þar sem hæð grunnvatns er sá þáttur sem mest stjórnast af Kárahnjúkavirkjun og er jafnframt megináhrifavaldur á framvindu gróðurs við fljótið er lagt til að kerfisbundnar mælingar á grunnvatnsstöðu í einstökum rannsóknarreitum verði teknar upp aftur. Vatnshæð hefur hingað til verið mæld sjö sinnum að hausti og einu sinni að sumri árin 1997–2004. Með endurmælingum fást upplýsingar um hvort og hvernig vatnsstaða breytist með tilkomu Kárahnjúkavirkjunar og gerir mögulegt að tengja þær breytingar sem kunna að verða á gróðri í einstökum reitum við grunnvatnsstöðu. Ástæða væri til að setja upp sjálfvirka grunnvatnsmæla í nokkrum rannsóknarreitum til að geta mælt grunnvatnsstöðuna árið um kring og kanna betur tengsl hennar við vatnsborð fljótsins.

Einnig er mikilvægt að fylgjast með beit í einstökum rannsóknarreitum en hún hefur haft veruleg áhrif á gróður við fljótið. Lagt er til að það verði gert með svipuðum hætti og á árunum 1997–2004 en þá var beit metin að hausti um leið og vatnshæð í reitum var mæld.

Ljóst er að sums staðar við Lagarfljót hefur talsvert land eyðst við landbrot sem rekja má til virkjunar við Lagarfoss. Mælingar á landbroti hafa verið mjög takmarkaðar. Til þess að bæta þar nokkuð úr voru sumarið 2004 lögð út ný mælisnið á 12 stöðum við fljótið, allt frá Valþjófsstaðanesi að Lagarfossi. Til þess að kanna landbrot er lagt til að þessi mælisnið verði endurmæld árlega til ársins 2014 þegar næstu gróðurmælingar fara fram en þá verði tíðni mælinga endurskoðaðar með hliðsjón af niðurstöðum. Landbrot verði einnig mælt við alla reiti þar sem landbrot hefur verið mælt hingað til. Einnig er hugsanlegt að nota loftmyndir til þess að fylgjast með landbroti.

Hrossabeit hefur sums staðar verið talsverð á rannsóknarsvæðunum. Til þess að koma í veg fyrir að hross hafi allt of mikil áhrif á gróðurframvindu voru nokkrir reitir girtir af á Klausturnesi árið 1993 (6. tafla). Viðhald girðinga hefur hin síðari ár verið slakt. Þar sem hrossabeitin er mest er nauðsynlegt að friða reiti fyrir hrossum því annars verður afar erfitt að meta áhrif vatnsborðsbreytinga á gróður.

6 ÞAKKIR

Við gróður­mælingar hafa auk höfunda unnið Ingibjörg Eyþórsdóttir (1975–1995), Ragnheiður Erla Bjarnadóttir (1975), Oddur Eiríksson (1975–1976), Einar Hjörleifsson (1983), Ellý R. Guðjohnsen (2004) og María Ingimarsdóttir (2004). Skarphéðinn Þórisson hefur fylgst með rafmagnsgirðingum sem settar hafa verið upp kringum nokkra reitanna. Helga Valdemarsson sá að mestu um innslátt gagna og aðstoðaði við að lesa yfir og leiðrétta skrár. Hans H. Hansen og Olga Kolbrún Vilmundardóttir sáu um lokafrágang korta. Anette T. Meier bjó ljósmyndir til prentunar. Borgþór Magnússon las yfir handrit og færði margt til betri vegar. RARIK ohf., Vatnamælingar Orkustofnunar, Vegagerðin, Veðurstofa Íslands, landeigendur og ýmsir fleiri hafa veitt margs konar upplýsingar og aðstoð sem nýst hefur við rannsóknina. Öllum eru færðar bestu þakkir.

7 HEIMILDIR

- Árni Hjartarson og Freysteinn Sigurðsson 1979. Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót VII. Jarðvatnsathuganir. Rafmagnsveitur ríkisins, Reykjavík, 45 bls. + myndir.
- Ásrún Elmarsdóttir og Borgþór Magnússon 1997. Gróðurbreytingar við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1995–1997. Fjölrit Rala nr. 191, 68 bls.
- Belsky, A.J. 1992. Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. *Journal of Vegetation Science* 3: 187–200.
- Borgþór Jóhannsson 2003. Íslenskir mosar. Skrár og viðbætur. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 44, 138 bls.
- Borgþór Magnússon 1995. Gróðurbreytingar í mólendi við Blöndulón. Áfangaskýrsla til Landsvirkjunar 1993–1994. Fjölrit Rala nr. 182, 60 bls.
- Borgþór Magnússon 2003. Grunnvatn, gróður og strandmyndun við Blöndulón. LV-2003/044. RALA 024/UM-015. Landsvirkjun, 89 bls.
- Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1990. Studies in the grazing of drained lowland fen in Iceland. I. The responses of the vegetation to livestock grazing. *Búvísindi* 4: 87–108.
- Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992. Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði. Fjölrit Rala nr. 159, 106 bls.
- Borgþór Magnússon, Björn H. Barkarson, Bjarni E. Guðleifsson, Bjarni P. Maronsson, Starri Heiðmarsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Sigurður H. Magnússon og Sigprúður Jónsdóttir 2006. Vöktun á ástandi og líffræðilegri fjölbreytni úthaga 2005. Fræðaping landbúnaðarins 2006 221–232.
- Braatne, J.H., Rood, S.B., Goater, L.A. og Blair, C.L. 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.
- Davis, M.M., Sprecher, S.W., Wakeley, J.S. og Best, G.R. 1996. Environmental gradients and identification of wetlands in north-central Florida. *Wetlands* 16: 512–523.
- Crawford, R.M.M. 1996. Whole plant adaptations to fluctuating water tables. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 31: 7–24.
- Crochet, P., Jóhannesson, T., Jónsson, T., Sigurðsson, O., Björnsson, H., Pálsson, F. og Barstad, I. 2007. Estimating the spatial distribution of precipitation in Iceland using a linear model of orographic precipitation. *Journal of Hydrometeorology* 8: 1285–1306.
- Einar Gíslason og Ingvi Þorsteinsson 1978. Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót IX. Gróðurkort. Rafmagnsveitur ríkisins, Reykjavík, 6 bls. + kort.
- Ellenberg, H. 1988. Vegetation ecology of Central Europe. Fjórða útgáfa. Þýdd á ensku af Gordon K. Strutt. Cambridge University Press, New York, 731 bls.
- Eyþór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1977. Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót III. Grasafræðirannsóknir á láglandssvæðum við Lagarfljót. Rafmagnsveitur ríkisins, Reykjavík, 146 bls.

- Eypór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1983. Grasafræðirannsóknir á láglandissvæðum við Lagarfljót sumarið 1983. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. Óbirt handrit, 25 bls. + teikningar og viðauki.
- Eypór Einarsson og Kristbjörn Egilsson 1985. Grasafræðirannsóknir á láglandissvæðum við Lagarfljót sumarið 1984. Rafmagnsveitur ríkisins, Reykjavík, 76 bls.
- Forverk hf. 1977. Umhverfissrannsóknir við Lagarfljót II. Landmælingar og kortagerð. Skýrsla samin af Forverki hf., Orkustofnun og Verkfræðistofnu Sigurðar Thoroddsen hf. Rafmagnsveitur ríkisins, Reykjavík, 28 bls. + kort.
- 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.
- Gunnar Gunnarsson 1944. Fljótsdalshérað. Árbók Ferðafélags Íslands, 148 bls.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1998. Jarðfræðikort af Íslandi, 1:500.000, Höggun. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík, 1. útgáfa.
- Hákon Aðalsteinsson 1986. Vatnsaflsvirkjanir og vötn. *Náttúrufræðingurinn* 56: 109–131.
- Halldór Björnsson 2003. The annual cycle of temperature in Iceland. Icelandic Meteorological Office [Veðurstofa Íslands], Report no. 03037, 45 bls.
- Hörður Kristinsson 1986. Plöntuhandbókin. Blómplöntur og byrkingar. Örn og Örlygur, Reykjavík, 304 bls.
- Hörður Kristinsson 2008. Flóra Íslands – Fléttur. „<http://floraislands.is/flettival.htm>“ [skoðað 3/1 2008].
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn* 53: 19–40.
- Ingibjörg Svala Jónsdóttir, Borgþór Magnússon, Jón Guðmundsson, Ásrún Elmarsdóttir og Hreinn Hjartarson 2005. Variable sensitivity of plant communities in Iceland to experimental warming. *Global Change Biology* 11: 553–563.
- Ingvi Þorsteinsson 1980. Gróðurskilyrði, gróðurfur, uppskera gróðurlenda og plöntuval búfjár. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir* 12: 85–99.
- Jansson, R., Nilsson C. og Renöfält, B. 2000. Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. *Ecology* 81: 899–903.
- Jermy, A.C. og Tutin, T.G. 1968. *British sedges*. London, UK: Botanical Society of the British Isles, 199 bls.
- Johansson, M.E. og Nilsson, C. 2002. Responses of riparian plants to flooding in free-flowing and regulated boreal rivers: an experimental study. *Journal of Applied Ecology* 39: 971–986.
- Lagarfossvirkjun tók til starfa 1975 [bæklingur] RARIK, sept. 1996.
- Leyer, I. 2005. Predicting plant species' responses to river regulation: the role of water level fluctuations. *Journal of Applied Ecology* 42: 239–250.
- McNaughton, S.J. 1985. Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. *Ecological Monographs* 53: 291–320.
- Nilsson, C. 1981. Dynamics of the shore vegetation of a North Swedish hydro-electric reservoir during a 5-year period. *Acta Phytogeographica Suecica* 69: 1–94.

- Nilsson, C., Ekblad, A., Gardfjell, M. og Carlberg, B. 1991. Long-Term Effects of River Regulation on River Margin Vegetation. *Journal of Applied Ecology* 28: 963–987.
- Nilsson, C., Jansson, R. og Zinko, U. 1997. Long-Term Responses of River-Margin Vegetation to Water-Level Regulation. *Science* 276: 798–800.
- Olga Kolbrún Vilmundardóttir, Borgþór Magnússon og Victor Helgason 2007. Blöndulón. Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd. Áfangaskýrsla 2006. Unnið fyrir Landsvirkjun (LV-2007/047). Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07007, 41 bls.
- Orkustofnun, Vatnamælingar 2006a. Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2006/28.
- Orkustofnun, Vatnamælingar 2006b. Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2006/31.
- Salonen, V., Penttinen, A. og Sarkka, A. 1992. Plant colonization of a bare peat surface: population changes and spatial patterns. *Journal of Vegetation Science* 3: 113–118.
- Siebel, H.N. og Blom, C.W.P.M. 1998. Effects of irregular flooding on the establishment of tree species. *Acta Botanica Neerlandica* 47: 231–240.
- Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990. Studies in the grazing of drained lowland fen in Iceland. II. Plant preferences of horses during summer. *Búvísindi* 4: 109–124.
- Sigurður H. Magnússon, Kristbjörn Egilsson og Eyþór Einarsson 1998. Gróðurbreytingar við Lagarfljót 1976–1994. Skýrsla unnin fyrir Rafmagnsveitur ríkisins. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-98019, 58 bls.
- Sigurður H. Magnússon, Guðmundur Guðjónsson, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Borgþór Magnússon, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson 2002. Vistgerðir á fjórum hálendissvæðum. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02006, 246 bls.
- Sigurður H. Magnússon og Kristín Svavarsdóttir 2007. Áhrif beitarfriðunar á framvindu gróðurs og jarðvegs á lítt grónu landi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Íslands nr. 49, 67 bls.
- Sigurður H. Magnússon, Bryndís Marteinsdóttir og Kristbjörn Egilsson 2007. Gróðurvöktun á Úthéraði. Áhrif vatnsborðsbreytinga í Jökulsá á Dal og Lagarfljóti. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07012, 51 bls.
- Sigurjón Helgason og Loftur Þorsteinsson 1977. Umhverfisrannsóknir við Lagarfljót X. Athuganir á vatnsborðssveiflum. Rafmagnsveitur ríkisins, Reykjavík, 21 bls. + fylgiblöð.
- Sigurjón Rist 1975. Stöðuvötn (endurútgáfa). Orkustofnun, Vatnamælingar, Reykjavík, 63 kort.
- Sjörs, H. 1956. Nordisk växtgeografi. Scandinavian University Books, Stockholm, 407 bls.
- Taylor, K. 1997. Biological Flora of the British Isles: *Geum rivale* L. *Journal of Ecology* 85: 721–731.
- ter Braak, C.J.F. 1987. CANOCO - a Fortran program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis. TNO Institute of Applied Computer Science. Statistics Department Wageningen, The Netherlands, 95 bls.
- ter Braak, C.J.F. og Smilauer, P. 1998. CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power (Ithaca, NY USA), 352 bls.

- Visser, E.J.W., Bogemann, G.M., Van de Steeg, H.M., Pierik, R., og Blom, C. 2000. Flooding tolerance of *Carex* species in relation to field distribution and aerenchyma formation. *New phytologist* 148: 93–103.
- VST 2007. Kárahnjúkavirkjun. Áhrif á vatnsborð í Jökulsá á Fljótssdal og Lagarfljóti. Landsvirkjun, LV-2007/020, 40 bls.
- 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 Háskóla Íslands, Reykjavík, 137 bls. + viðaukar.

1. VIÐAUKI.

Yfirlit yfir fjölda tegunda á mismunandi tímum í rannsóknarreitunum og upplýsingar frá 2004 um raka, jarðvegsgerð og hæð gróðurs. Einnig er sýnd meðaldýpt á grunnvatn mæld að hausti árin 1997–2004 (n = 7) nema fyrir reitina við Hjarðarból (n = 3). Skilgreining einstakra raka- og jarðvegsflokka er gefin í aðferðalýsingu.

	Fjöldi háplöntutegunda í reit (10 ²)				Raki	Jörð	Gróðurhæð cm	Meðaldýpt á grunnvatn cm
	1976	⁸³ 84	⁹³ 95	2004				
Dagverðargerði								
A	28	26	24	32	T	A	41	98
B	18	17	12	16	M	L	35	53
C	8		8	8	F	L	45	16
D	18	16	16	20	M	L	36	26
P	26	18	17	18	D	L	43	45
X	21	23	20	26	M	L	25	32
Y	26	24	21	25	M	L	32	30
Rangá I								
A	16	16	17	17	D	AL	35	67
B	48	56	53	58	T	A	11	117
C	24	23	24	26	M	L	36	69
D	45	47	43	32	T	A	18	82
E	22	18	14	19	M	L	28	60
F	18	16	17	21	F	L	33	7
X	25	24	23	25	D	L	37	53
Y	16	16	13	17	F	L	41	7
Rangá II (R) og Skógarg. (S)								
RII A	18	19	22	25	D	A	35	78
RII B	30	28	30	32	T	A	32	84
RII C	20	17	17	22	D	A	32	62
S A	40	27	29	27	D	AL	36	63
S B	43	41	37	33	T	S	25	89
S C	39	27	30	27	T	A	63	76
Finnsstaðanes								
A	23	25	25	23	MD	L	38	55
B	25	23	24	25	D	A	50	70
C	25	24	26	27	M	AL	43	52
D	22	22	25	25	T	A	23	68
F	19	17	20	20	F	L	49	27
G	19	16	17	18	F	L	43	16
H	20	22	23	23	F	L	38	29
I	17	17	14	17	F	L	44	9
J	14	18	17	16	F	L	30	9
K	17	18	18	16	F	L	36	8
Egilsstaðanes								
A	23	23	27	28	DT	A	98	113
D	31	23	31	33	T	LA	33	102
E	24	10	10	20	M	L	12	29
F	34	29	29	33	D	AL	74	79
Vallanes								
C	25	28	29	29	D	AL	30	87
E	39	38	35	36	T	A	11	89
F	30	32	34	34	T	A	26	67
G	14	15	15	18	M	L	29	43
H	41	37	41	43	T	A	24	92
J	27	23	27	28	T	A	29	121
K	25	19	15	18	M	L	31	29
L	22	19	18	17	D	L	34	85
Gilsáreyri								
A	19	20	23	23	T	A	24	112
B	22	20	24	24	T	S	16	117
C	9	7	39	27	T	A	10	112
Hjarðarból								
A				30	D	LA	17	45
B				34	D	L	30	39
C				18	DM	L	28	46
D				34	D	LA	30	56
E				16	M	L	35	48
Melanes								
A	20	25	30	27	TD	A	17	57
B	23	22	20	26	M	AL	19	25
C	22	25	23	25	M	L	25	14
D	31	33	37	35	D	AL	32	36
E	37	37	34	32	D	AL	31	42
Klausturnes								
A	24	26	26	28	D	A	41	86
B	30	32	32	27	D	L	43	34
C	27	24	24	21	M	L	36	40
D	14	15	17	18	D	L	36	61
E	25	20	20	20	D	L	34	36
F	27	20	20	19	M	LA	15	38
Meðaltal*	24,8	23,6	24,1	25,0			33,7	57,9

2. VIÐAUKI. LJÓSMYNDIR



1.–2. ljósmynd. Breytingar við Dagverðargerði frá 1975 til 2004. Greinilega má merkja hvernig landbrot hefur breytt bakka fljótsins. Gróður hefur eyðst í mestu lægðunum og tjarnir stækkað.



3.–5. ljósmynd. Gróðurbreytingar í reit A í Dagverðargerði 1975–2004. Í reitnum, sem liggur á flóðagarði við fljótið, hefur land blotnað verulega og gróður breyst mikið. Snarrótarpunktur sem var ríkjandi hefur látið undan síga fyrir mýrastör. Þekja mosa minnkaði einnig mikið.



6.–8. ljósmynd. Reitur P í Dagverðargerði. Í reitnum, sem er á flóðagarði á bakka fljótsins, hefur land blotnað og breyst úr deiglendi í mýri. Þekja mýrastarar jókst mikið en þekja snarrótarpunts minnkaði mikið. Mosi, sem var mikill í reitnum, hefur nánast horfið. Á neðstu mynd er puntur hálmgresis áberandi þótt tegundin hafi litla þekju.



9.–11. ljósmynd. Reitur C í Dagverðargerði. Í reitnum, sem liggur í lægð milli flóðagarðs og brekkuróta, hafa orðið miklar breytingar á gróðri vegna hækkadrar vatnsstöðu. Þekja mýrastarar hefur minnkað mikið en þekja vetrarkvíðastarar og tjarnastarar aukist í staðinn en báðar þessar starategundir vaxa einkum á mjög blautu landi.



12.–14. 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 minnkandi sauðfjárbeitar. Veruleg aukning hefur orðið á þekju hálingresis og túnvinguls en þó einkum á þekju kornsúru. Á myndunum má greina að víðir hefur aukist í landinu.



15.–17. ljósmynd. Gróðurbreytingar í reit B í Skógargærði. Í reitnum, sem liggur á suðurbakka Rangár skammt frá ósum, hafa orðið breytingar sem einkum má rekja til minnkandi sauðfjárbeitar. Talsverð aukning hefur orðið á þekju krækilyngs og snarrótarþunts en þó enn meiri á þekju hálingresis og löðvíðis. Víðirinn fannst ekki í reitnum árið 1976 en var kominn með yfir 20% þekju árið 2004.



18.–20. ljósmynd. Gróðurbreytingar í reit A í Skógargerði. Í reitnum, sem liggur á bakka Lagarfljóts neðan við bæinn í Skógargerði, hafa orðið verulegar breytingar á gróðri sem bæði má rekja til hækkaðrar vatnsstöðu og minnkandi sauðfjárbeitar. Þekja mýrastarar hefur aukist talsvert en þekja snarrótarpunts minnkað. Þetta má rekja til hækkaðs vatnsborðs. Þekja grávíðis og fjalldalaffils hefur aukist sem er að stórum hluta afleiðing friðunar fyrir sauðfjárbeit.



21.–23. ljósmynd. Reitur D á Finnsstaðanesi er á bakka Lagarfjóts norðvestan við Egilsstaðaflugvöll. Litlar breytingar hafa orðið sem rekja má til breytinga á vatnshæð en nokkrar sem orsakast hafa af friðun lands fyrir sauðfjárbreit. Aukning loðvíðis er þar einna mest áberandi.



24.–26. ljósmynd. Reitur B á Finnsstaðanesi er í deiglendi á bakka Lagarfljóts. Þar hafa orðið miklar breytingar á gróðri sem einkum má rekja til friðunar fyrir sauðfjárbreit. Þar ber nú mest á gulvíði sem hefur aukist mikið á rannsóknartímanum.



27.–29. ljósmynd. Reitur K á Finnsstaðanesi; dæmi um land sem breyst hefur mjög mikið að gróðurfari vegna hækkaðrar grunnvatnsstöðu. Í reitnum, sem liggur í blautri lægð undir brekkurótum skammt neðan við Finnsstaði I, hafa eindregnar votlendistegundir eins og gulstör, tjarnastör og engjarós breiðst út á kostnað tegunda á borð við mýrastör og horblöðku.



30.–32. 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 gulvíði og fjalldalafífla en dregið úr þekju hvítmára. Mosþekja hefur aukist nokkuð.



33.–35. ljósmynd. Reitur E á Egilsstaðanesi. Gróður í reitnum, sem liggur í lægð við enda kíls við fljótið við Egilsstaðaflugvöll, hefur breyst talsvert frá því mælingar hófust. Þær má bæði rekja til breyttra beitarháttar og vatnshæðar í fljótinu. Fyrstu 20 árin komu fram greinileg áhrif af hækkaðri vatnshæð en síðustu 10 árin sýnir gróður að land hefur þornað nokkuð á ný. Miklar breytingar hafa orðið á beit en síðustu árin hefur hrossum verið beitt á landið.



36.–38. ljósmynd. Reitur K á Vallanesi. Í reitnum, sem er við tjörn um 800 m frá fljótinu, hafa orðið talsverðar gróðurbreytingar sem rekja má til hækkaðrar grunnvatnsstöðu. Þekja engjarósar hefur aukist verulega en á móti hefur dregið úr þekju mýrastarar. Eins og fram kemur á myndunum hefur beit verið mismikil.



39.–41. ljósmynd. Reitur C á Gilsáreyri er um 160 m frá Jökulsá á Fljótsdal. Allmiklar gróðurbreytingar hafa orðið í reitnum sem aðallega eru raktar til minnkandi sauðfjárbeitar og hækkunar lands vegna áföks frá ánni. Jarðvegur er mjög sendinn og land greinilega að gróa upp. Tegundum hefur fjölgað mikið, þekja túnvinguls aukist verulega og einnig þekja blóðbergs, hvítmára og mosa.



42.–44. ljósmynd. Reitur D á Melanesi. Reiturinn, sem er í hallamýri um 200 m frá Jökulsá á Fljótsdal, hefur breyst talsvert að gróðurfari. Þekja mýrastarar hefur minnkað mikið sem bendir til að land hafi þornað en þekja loðvíðis jókst hins vegar verulega, sennilega vegna minni sauðfjárbeitar.



45.–47. ljósmynd. Reitur D á Klausturnesi. Reiturinn er í graslendi við Breiðutjörn um 30 m frá bakka Jökulsár á Fljótsdal. Engar stórfelldar breytingar hafa orðið á gróðri sem rekja má til breyttrar grunnvatnsstöðu. Í reitnum jókst bæði þekja snarrótarpunts og túnvinguls verulega sem að hluta má rekja til minni beitar.



48.–50. ljósmynd. Reitur E á Klausturnesi liggur í framræstri mýri um 360 m frá Jökulsá á Fljótsdal. Eini reiturinn á nesinu þar sem gróðurbreytingar benda sterklega til þess að land hafi blotnað verulega. Þekja mýrastarar minnkaði mikið en þekja vetrarkvíðastarar, mýrelftingar og engjarósar jókst.



51.–52. ljósmynd. Landbrot í landi Rangár I. Efri myndin sýnir landbrot við reit D en þar hafa á árunum 1975–2004 brotnað samtals 17,6 m af bakka fljótsins eða að meðaltali 61 cm á ári. Neðri myndin sýnir landbrot við reit A. Þar hefur landbrotið á sama tímabili verið 9,7 m eða að meðaltali 33 cm á ári.



53.–54. ljósmynd. Landbrot við reit D í Finnsstaðanesi (efri mynd). Þar brotnaði á árunum 1994–2004 að meðaltali 31 cm árlega af bakka fljótsins. Neðri myndin sýnir landbrot við reit A í Egilsstaðanesi. Á árunum 1984–2004 eyddust alls 2,4 m af bakkanum eða 11 cm á ári.



55.–57. ljósmynd. Breytingar á strönd í landi Jaðars á Vallanesi. Efsta myndin sýnir að nokkuð hefur brotnað af landi þannig að nauðsynlegt var að flytja til vegarslóða sem liggur þarna með fljótinu. Á neðri myndunum tveimur sést hvernig mól hefur kastast upp á gróið land við fljótið.