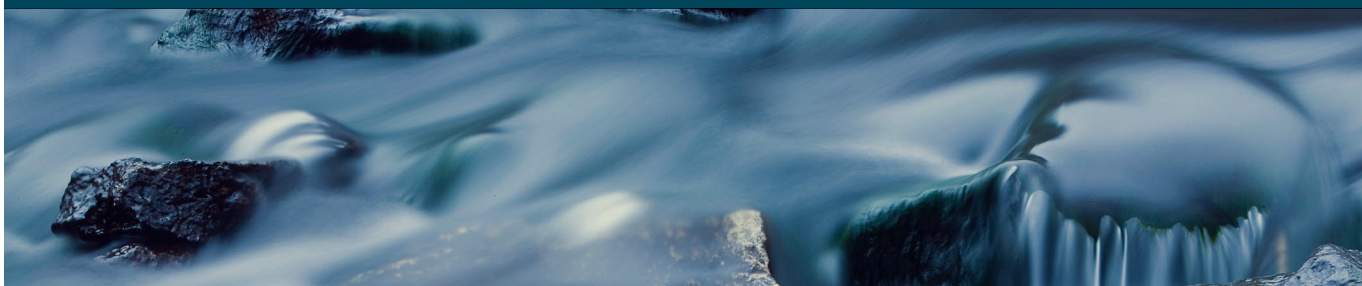


LV-2017-024



Landsvirkjun



Kárahnjúkavirkjun

Framkvæmd skilyrða fyrir virkjunarleyfi

Skýrsla nr: LV-2017-024	Dags: 24. apríl 2017	Dreifing: ☒ Opin ☒ Birt á vef LV ☐ Takmörkuð til
Titill: Kárahnjúkavirkjun Framkvæmd skilyrða fyrir virkjunarleyfi		Upplag: 150 Fjöldi síðna: 154
Höfundar / fyrirtæki	Landsvirkjun	
Verkefnisstjóri:	Hákon Aðalsteinsson, Landsvirkjun	
Samvinnuaðilar:		

Útdráttur:

Eftir 10 ára rekstur Kárahnjúkavirkjunar þykir tímabært að fara yfir það hvernig Landsvirkjun hefur höndlað ýmis skilyrði sem sett voru fyrir leyfi til virkjunar. Þessi skilyrði eru aðallega þrennskonar; skilyrði sem umhverfisráðherra setti í tengslum við úrskurð sinn um mat á umhverfisáhrifum, fyrirheit Landsvirkjunar í matsskýrslu og viðbótarskilyrði iðnaðarráðherra í virkjunarleyfi. Skilyrðunum má skipta í rannsóknir og vöktun og aðgerðir til að vinna gegn ætluðum umhverfisáhrifum. Í meginatriðum er markmið rannsókna og vöktunar að ganga úr skugga um hver umhverfisáhrifin eru í raun og hvort þau eru í samræmi við það sem álitid var eða meiri eða minni? Í þeim tilfellum þar sem mögulegt er að draga úr áhrifum er því lýst hvernig það hefur verið gert, í öðrum tilvikum hvernig aðferðir hafa verið þróaðar til að fást við áhrif svo sem af áfoki, sem frá upphafi var helsta áhyggjuefni um illviðráðanleg umhverfisáhrif. Mótvægisáðgerðir hafa gefið góða raun svo langt sem þær ná, en ekki hefur í öllum tilvikum reynt á þær, svo sem við firnamikið áfok.

Flokkun:

Landsvæði: Kárahnjúkasvæði	Flákar: Áhrifasvæði
Tegund:	Flokkur:
Lykilorð:	Samþykki verkefnisstjóra LV: 

Kárahnjúkavirkjun

Framkvæmd skilyrða fyrir virkjunarleyfi

Efnisyfirlit

Formáli	1
1. Inngangur	2
1.1 Þróun Virkjunarhugmyndar	2
1.2 Notkun orkunnar	3
2. Mat á umhverfisáhrifum (MÁU) Kárahnjúkavirkjunar	4
2.1 Aðdragandi	4
2.2 Tilhögun Kárahnjúkavirkjunar til MÁU	4
2.3 Mat á umhverfisáhrifum framkvæmdar	7
2.3.1 Kostir til mats	7
2.3.2 Niðurstöður matsins	8
2.3.3 Skuldbindingar um aðgerðir, rannsóknir og vöktun	10
2.4 Niðurstæða Skipulagsstofnunar	11
2.4.1 Yfirlit	11
2.4.2 Úrskurður Skipulagsstofnunar	13
2.5 Kæra Landsvirkjunar	13
2.5.1 Atriði sem snerta framkvæmdir	13
2.5.2 Efnisþættir um viðbrögð við rofi	14
2.6 Úrskurður umhverfisráðherra	15
2.6.1 Um málsmeðferð	15
2.6.2 Úrskurðarorð	15
3. Framkvæmd skilyrða	16
3.1 Inngangur	16
3.2 Úrskurður um tilhögun virkjunar	16
3.2.1 Breytingar á tilhögun virkjunar; Laugarfells- og Hafursárveita (1. liður úrskurðar)	16
3.2.2 Breytingar á tilhögun virkjunar; minnkuð Hraunaveita (2. liður úrskurðar)	17
3.3 Rannsóknir í lónstæði Kelduárlóns (úr 2. lið úrskurðar)	17
3.3.1 Breytingar á tilhögun yfirfalls úr Háslóni (3. liður úrskurðar)	18
3.4 Aðgerðir til að minnka jarðvegsrof og áfok úr Háslóni (4. liður úrskurðar).	19
3.4.1 Áfok	20
3.4.2 Uppfok	24
3.5 Framkvæmdir auki ekki á jarðvegsrof utan Háslóns (5. liður úrskurðar)	29
3.6 Viðbragðs og aðgerðaráætlun við neyðarástandi (6. liður úrskurðar)	38
3.7 Breytingar á efnistöku og frágangur (7. liður úrskurðar)	39
3.8 Lækkun klapparhafts við Lagarfoss (8. liður úrskurðar)	44
3.9 Vöktun fuglastofna á Héraði (9. liður úrskurðar)	45

3.10	Stýring rennslis þegar miðlunarlón eru full (10. skilyrði úrskurðar)	52
	Myndir af nokkrum af fjölmörgum fossum í Fljótsdal sem skerðast vegna Jökulsárveitu (veitu úr Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá)	53
	Fossar í Fljótsdal	53
	Fossar í Kelduá	55
3.11	Rannsóknir á sethjölum i lónsstæði Háslóns (11. skilyrði úrskurðar)	57
3.12	Rannsóknir á jarðhita (12. skilyrði úrskurðar)	59
3.13	Rannsóknir á meintu flikrubergi (13. liður úrskurðar)	61
3.14	Vöktun leka frá göngum í byggingu (14. liður úrskurðar)	61
3.15	Vöktun botndýrasamfélaga á Héraðsflóa (15. liður úrskurðar)	63
3.16	Við hönnun stærri mannvirkja skal leitast við að lágmarka sjónræn áhrif (16. liður úrskurðar)	65
3.17	Vöktun á Snæfellsöræfum	67
3.17.1	Vöktun hreindýra (17. liður úrskurðar)	67
3.17.2	Vöktun heiðagæsar	73
3.17.3	Gróðurvöktun á Snæfellsöræfum	75
3.18	Hreinsun farvegar Jökulsár í Fljótsdal eftir aurskolun (18. liður úrskurðar)	84
3.19	Regluleg vöktun fornminja (19. liður úrskurðar)	86
4.	Vatnafar og tengdir þættir	88
4.1	Vöktun strandar	88
4.2	Skilyrði sem varða vatnafar	91
4.2.1	Rennsli fyrir og breytingar eftir virkjun	91
4.2.2	Breytt kerfi til að meta vatnsbúskap eftir virkjun	93
4.3	Vatnsborð í Lagarfljóti	94
4.4	Grunnvatn	98
4.5	Tengsl milli legu óssins og grunnvatnsborðs í Lagarfljóti við Héraðssand	102
4.6	Eðlisþættir vatnsins	104
4.6.1	Hiti	104
4.6.2	Grugg og gegnsæi	106
4.6.3	Breytingar á gruggi í Lagarfljóti	107
4.6.4	Gegnsæi	108
4.7	Efnafræði vatns	110
4.8	Vatnalíf	115
4.8.1	Lífríki Lagarfljóts og upplýsingar um veiði	116
4.8.2	Silungur í Lagarfljóti	116
4.8.3	Lax	118
4.8.4	Tilraunir til að hvetja göngu lax upp fyrir Lagarfoss	121
4.8.5	Jökulsá á Dal	122

4.9	Grugg í Glúmsstaðadalsá.....	124
4.9.1	Leki úr göngum á byggingatíma.....	124
4.9.2	Leki úr Háslóni til Glúmsstaðadalsár.....	125
4.9.3	Áhrif á smádýralíf:	126
5.	Samanteknar niðurstöður.....	128
	Önnur skilyrði.....	134
6.	Heimildaskrá	137
7.	Viðaukar	143
	Virkjunarleyfi fyrir allt að 750 MW Kárahnjúkavirkjun	143
	Úrskurður umhverfisráðherra.....	147

Formáli

Tilgangur skýrslunnar er að gera grein fyrir framgangi þeirra aðgerða og rannsókna sem tengjast virkjunarleyfi fyrir Kárahnjúkavirkjun útgefið 2. september 2002 (viðauki 1). Megin skilyrðin eru þau sem sett voru með úrskurði umhverfisráðherra frá 20. desember 2001. Þar að auki eru skilyrði sem varða vatnafar og aðgerðir á ýmsum sviðum sem boðaðar voru við mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar og hvorki er getið í úrskurðinum né virkjunarleyfinu, enda verður að líta svo á að úrskurðaraðilum hafi ekki þótt ástæða til að gera sérlega kröfu um aðgerðir eða rannsóknir sem framkvæmdaaðili hefur lýst yfir að verði gerðar. Þau fyrirheit sem framkvæmdaaðili hefur gefið um slíkt, bæði í mati á umhverfisáhrifum og síðar við meðferð á kæru framkvæmdaaðila á úrskurði Skipulagsstofnunar, eru mikilvæg heimild um skuldbindingar Landsvirkjunar. Enn fremur hefur Landsvirkjun tekið upp rannsóknir og aðgerðir sem ekki eru áskyldar skv. ofangreindu. Þar eru fyrirferðamestar rannsóknir á vatnalífi í Lagarfljóti. Einnig var brugðist við uppákomum, svo sem smiti af gruggugu vatni frá aðrennslisgöngum virkjunarinnar sem hafnaði að lokum í Hrafnkelsá.

Þróun virkjunarhugmynda á þessu svæði er áhugaverð út af fyrir sig. Hún lýsir bæði tíðaranda og aðlögun að þekkingu á aðstæðum og tækniframförum. Ótal skýrslur voru gerðar um þessar hugmyndir og þróun þeirra, bæði á tæknilegum forsendum og með tilliti til umhverfisaðstæðna, áður en hafist var handa um undirbúning Kárahnjúkavirkjunar í þeirri mynd sem hún er nú. Í þessari skýrslu verður aðeins gerð mjög stuttlega grein fyrir aðdraganda ákvarðana um virkjun.

Að ósk umhverfisráðherra (bréf dags. 30. mars 2010) gerði Umhverfisstofnun úttekt á því hvernig þeim 20 skilyrðum hefði verið framfylgt sem hann setti í úrskurði sínum um framkvæmdina. Í niðurstöðum úttektarinnar segir m.a.: „Umhverfisstofnun telur að af þeim tuttugu skilyrðum sem sett voru í úrskurði Umhverfisráðuneytisins dagsettum 21. desember 2001 um mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar hafi fjórtán skilyrði verið að fullu uppfyllt. Fimm skilyrði hafa verið uppfyllt að því marki sem hægt er þar sem þau ná yfir lengra tímabil og eitt skilyrði hefur verið uppfyllt að hluta.“ Skilyrðið sem uppfyllt hafði verið að hluta hefur nú einnig verið uppfyllt. Þau skilyrði sem uppfyllt voru að því marki sem hægt var varða yfirleitt vöktun umhverfisþátta og þeim telst almennt lokið þegar og ef rannsóknir hafa leitt í ljós þau áhrif sem talið var að af framkvæmdinni hlytist.

Hákon Aðalsteinsson safnaði saman og ritstýrði efni þessarar skýrslu með góðri aðstoð starfsmanna Landsvirkjunar, ráðgjafa og samstarfsaðila, sem eiga þakkir skildar. Margt af því hefur áður birst í einhverri mynd á sjálfbærnivef Landsvirkjunar og ALCOA (www.sjalfbaerni.is) og mun halda áfram að birtast þar í uppfærðri mynd, svo lengi sem viðkomandi verkefnum verður fram haldið.

Óli Grétar Blöndal Sveinsson
Framkvæmdastjóri Þróunarsviðs

1. Inngangur

1.1 Þróun Virkjunarhugmyndar

Í áætlunum sem Orkustofnun lagði fram 1969 um virkjun stærstu vatnsfalla landsins voru hugmyndir um að veita vatni úr öllum stóránum, sem koma frá norðaustanverðum Vatnajökli, til einnar virkjunar í Fljótsdal. Þessar áætlanir voru byggðar á ónákvæmum landakortum og takmörkuðum upplýsingum um vatnsrennsli. Í kjölfar þessa var vatnshæðarmælakerfi ánnu stórbætt, hafin gerð nákvæmra staðfræðikorta og hafist handa um jarðfræðirannsóknir. Ný gögn gáfu tilefni til að leggja ekki síður áherslu á að þróa áætlanir um virkjun hvernar ár fyrir sig. Virkjun Jökulsár í Fljótsdal var fyrst skilin frá hinum, og eftir því sem þekking á jarðfræði svæðisins fleygði fram jukust efasemdir um að virkja hinar jökulárnar saman. Gerð var svonefnd mynsturáætlun um framkomnar hugmyndir 1978, þar sem velt var upp ýmsum möguleikum til frekari úrvinnslu. Varðandi virkjun Jökulsár á Dal voru þrjár meginleiðir aðallega til skoðunar; virkjun í einum eða tveimur áföngum til Fljótsdals, og þrepavirkjun í farveginum.

Um 1990 kom fram tillaga á vettvangi Samstarfsnefndar iðnaðarráðuneytis og Náttúruverndarráðs um orkumál (SINO¹) um að láta fara fram ítarlegan samburð á mögulegum kostum í Jökulsá á Dal og Jökulsá á Fjöllum. Árangurinn var birtur 1993 (1) *Samburður á umhverfisáhrifum nokkurra tilhagana á stórvirkjun á Austurlandi (Austurlandsvirkjun)*. Þar voru bornar saman níu mismunandi tilhaganir; þrjár með samvirkjun Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal, tvær með virkjun Jökulsár á Fjöllum til Fljótsdals, ein virkjun Jökulsár á Fjöllum til Öxarfjarðar og þrjár meginleiðir varðandi Jökulsá Dal. Náttúruvísindamenn og staðkunnugir voru fengnir til að greina kost og löst einstakra tilhagana með hliðsjón af umhverfisáhrifum.

Iðnaðarráðuneytið skipaði í árslok 1993 vinnuhóp til að draga saman upplýsingar um þessar virkjunarleiðir og jafnframt að þrengja valið á grundvelli þeirra. Þegar þetta var gert hafði virkjun Jökulsár í Fljótsdal verið verkhönnuð til útboðs. Í þeirri tilhögun var gert ráð fyrir veitu með göngum að virkjun, en í fyrstu hugmyndum sem Alþingi veitti heimild fyrir 1981 var gert ráð fyrir að veita ánni í skurðum út Fljótsdalsheiði í gegnum flest stærstu vötn heiðarinnar með Gilsárvatn sem inntakslón.

Tvær tilhaganir um Jökulsá á Dal voru kynntar; í einni virkjun eða tveimur til Fljótsdals. Ein tilhögun virkjunar í Jökulsá á Fjöllum, með miðlun í Arnardal og í tveimur áföngum til Fljótsdals.

Í upplýsingariti Iðnaðarráðuneytisins frá 1994 um þessa kosti *Virkjanir norðan Vatnajökuls Upplýsingar til undirbúnings stefnumótun* var í fyrsta skipti af hálfu stjórnvalda varpað fram möguleikanum á að sameina virkjun Jökulsánnar í Fljótsdal og á Dal. Með því yrði fallið frá miðlunarlóni á Eyjabökkum, en miðlunarlón virkjunar í Jökulsá á Dal þyrfti að stækka að sama skapi. Að endingu varð þessi leið fyrir valinu í tilhögun Kárahnjúkavirkjunar.

Með lögum nr. 38, 16. apríl 2002, um virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal og stækkun Kröfluvirkjunar, veitti Alþingi Landsvirkjun heimild til þess að reisa og reka vatnsaflsvirkjun í Fljótsdal með allt að 750 MW afli ásamt aðalorkuveitum og virkja til þess vatnsföllin Jökulsá á Brú og Jökulsá í Fljótsdal í tveimur áföngum. Nöfnin Jökulsá á Brú og Jökulsá á Dal voru notuð

¹ Í þessari nefnd voru fulltrúar frá iðnaðarráðuneyti og Náttúruverndarráði. Undirbúningur mála og umfjöllun var að mörgu leyti sambærilegur við það sem nú fer fram í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda, nema samráð út fyrir þennan vettvang var takmarkaðra og óformlegra, a.m.k. þar til kom að kynningu tillagna fyrir hagsmunaaðilum.

nokkuð jöfnum höndum. Í þessum texta verður nafnið Jökulsá á Dal notað, nema verið sé að vitna í texta.

Þróun hugmynda um fyrirkomulag á virkjun Jökulsár í Fljótsdal og Jökulsár á Dal hefur haldist í hendur við þróun hugmynda um nýtingu og að lokum uppbyggingu álvers á Reyðarfirði, því að ekki verður ráðist í svo stórar virkjanir án þess að þau áform séu tengd áætlunum um notkun.

1.2 Notkun orkunnar

NORAL:

Á árinu 1999 var hafin undirbúningur að svonefndu NORAL VERKEFNI – vatnsorkuver á Austurlandi og álver á Reyðarfirði. Að verkefninu komu viðskipta- og iðnaðarráðuneyti f.h. ríkisstjórnar, Landsvirkjun og Hydro Aluminium AS í Noregi. Áætlað var að ljúka fyrsta áfanga verkefnisins, 210 MW virkjun Jökulsár í Fljótsdal og 120 þús. tn. álveri á Reyðarfirði á árinu 2003 með möguleikum á stækkun í 480 þús. tn. (NORAL-yfirlýsing 29. júní 1999).²

Vorið 2000 var, með fyrirvara um heildarverkefnið, gert ráð fyrir að framkvæmdir hefjist við Kárahnjúkavirkjun sumarið 2002 og fyrsti áfangi virkjunar verði tekin í notkun 2006.

Áfangaskipting álversins hafði breyst þannig að gert var ráð fyrir 240 þús. tn. ársframleiðsla í 1. áfanga sem yrði síðar aukið í 360 þús. tn.³ Á grundvelli þessara áforma var skilgreind sú tilhögun virkjunar og veitna sem mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar tók mið af.

Snemma árs 2002 þótti sýnt að NORAL VERKEFNIÐ var orðið það tvísýnt að rétt þótti að fulltrúar ríkisstjórnar og Landsvirkjun leituðu nýrra samstarfsaðila.

ALCOA:

Með yfirlýsingu 19. apríl 2002 lýsti ALCOA sig reiðubúið til að kanna möguleika þess að ganga inn í áætlanir NORAL VERKEFNISINS um 240 þús. tonna upphafsáfanga með möguleikum til stækkunar í 360 þús. tonna ársframleiðslu. Það er utan tilgangs þessarar samantektar að rekja í smáatriðum þróun samninga milli aðila, en fljótlega var stefnan tekin á álver með 320 þús. tonna ársafköst og Kárahnjúkavirkjun ásamt veitum frá Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá. Það mat á umhverfisáhrifum sem hafið var á árinu 2000 náði yfir allar þær framkvæmdir við virkjun sem nauðsynlegar voru vegna Fjarðaáls ALCOA.

² Þessar upplýsingar svo og þær sem á eftir koma, eru af heimasíðu Landsvirkjunar um Kárahnjúkavirkjun.

³ Þá segir einnig: Álverið kann að lokum að verða stækkað í 480 þús. tonn á ári ef og þegar nægilegt rafmagn og tilskilin leyfi liggja fyrir (úr Noral-yfirlýsingu 24. maí 2000).

2. Mat á umhverfisáhrifum (MÁU) Kárahnjúkavirkjunar

2.1 Aðdragandi

Tillaga að matsáætlun barst Skipulagsstofnun þann 14. júlí 2000. Skipulagsstofnun féllst á hana með fyrirvara um nánari skoðun einstakra þátta matsins í matsferlinu.

2.2 Tilhögun Kárahnjúkavirkjunar til MÁU

Til mats á umhverfisáhrifum virkjunar var eftirfarandi tilhögun.

Verkhloti 1 – virkjun Jökulsár á Dal og Bessastaðaárveita:

Jökulsá á Dal er stífluð við Fremri Kárahnjúk. Kárahnjúkastífla er 190 m há grjótstífla með steyptri hlífðarkápu vatnsmegin. Beggja vegna hennar eru stíflur í Sauðárdal ofan Laugarvalladals og efst í Desjarárdal. Þær eru hefðbundnar grjót og jarðvegsstíflur með þéttikjarna; Sauðárstífla 25 há og Desjarárstífla 60 m há. Yfirfallshæð í lóninu, sem nefnt hefur verið Háslón, er 625 m yfir sjávarmáli. Flatarmál þess er 57 km².⁴ Við mesta mögulega niðurdrátt yrði lónhæð um 550 m. Frá lóni eru um 40 km jarðgöng að stöðvarhúsi neðanjarðar í Fljótsdal. Þessi verkhloti er jafnframt 1. áfangi virkjunar. Í Bessastaðaárveitu er útrennsli Gilsárvatna til Bessastaðaár stíflað með um 1 m háum steypum þröskuldi, og vatni veitt frá andstæðum enda vatnsins um Mjóavatn og Þóristjörn í aðalgöng virkjunarinnar.



Mynd 1. Háslón með megin stíflu innst í Dimmugljúfrum við Innri Kárahnjúk. Fjær stífla í Desjarárdal og nær í Sauðárdal. Myndin tekin austur yfir Háslón, Vesturöræfi og Snæfell. Ljósmynd. Emil Þór Sigurðsson, 27. ágúst 2007.

⁴ Brúarjökull hefur hörfað um 4,3 km frá 2008, og hefur lónið stækkað og er nú um 62 km².

Verkhliuti 2 – virkjun Jökulsár í Fljótsdal:

Nærri Axará á Fljótsdalsheiði tengjast 13,5 km jarðgöng frá Jökulsá í Fljótsdal göngunum frá Háslóni. Jökulsá í Fljótsdal er stífluð um 2 km neðan við Eyjabakkafoss með 32 m hárra jarðvegs- og grjótsstíflu. Lónið sem þar myndast og nefnist Ufsarlón hefur yfirfallshæð í 625 m yfir sjávarmáli. Með þessu fyrirkomulagi getur Háslón miðlað rennsli beggja jökulánna.⁵

Verkhliuti 3 – Laugarfellsveita og Hafursárveita:

Auk megin veitna virkjunarinnar voru þrjár minni veitur ráðgerðar. Bessastaðaárveita, sem fyrr er nefnd, og Laugarfellsveita og Hafursárveita. Í Laugarfellsveitu er drögum Grjótár og Hölnár veitt til Laugarár. Í Laugará er byggð um 6 m há stífla, og veitan tekin niður í göngin frá Ufsarlóni. Hafursá er veitt í Jökulsá í Fljótsdal ofan við Ufsarlón.

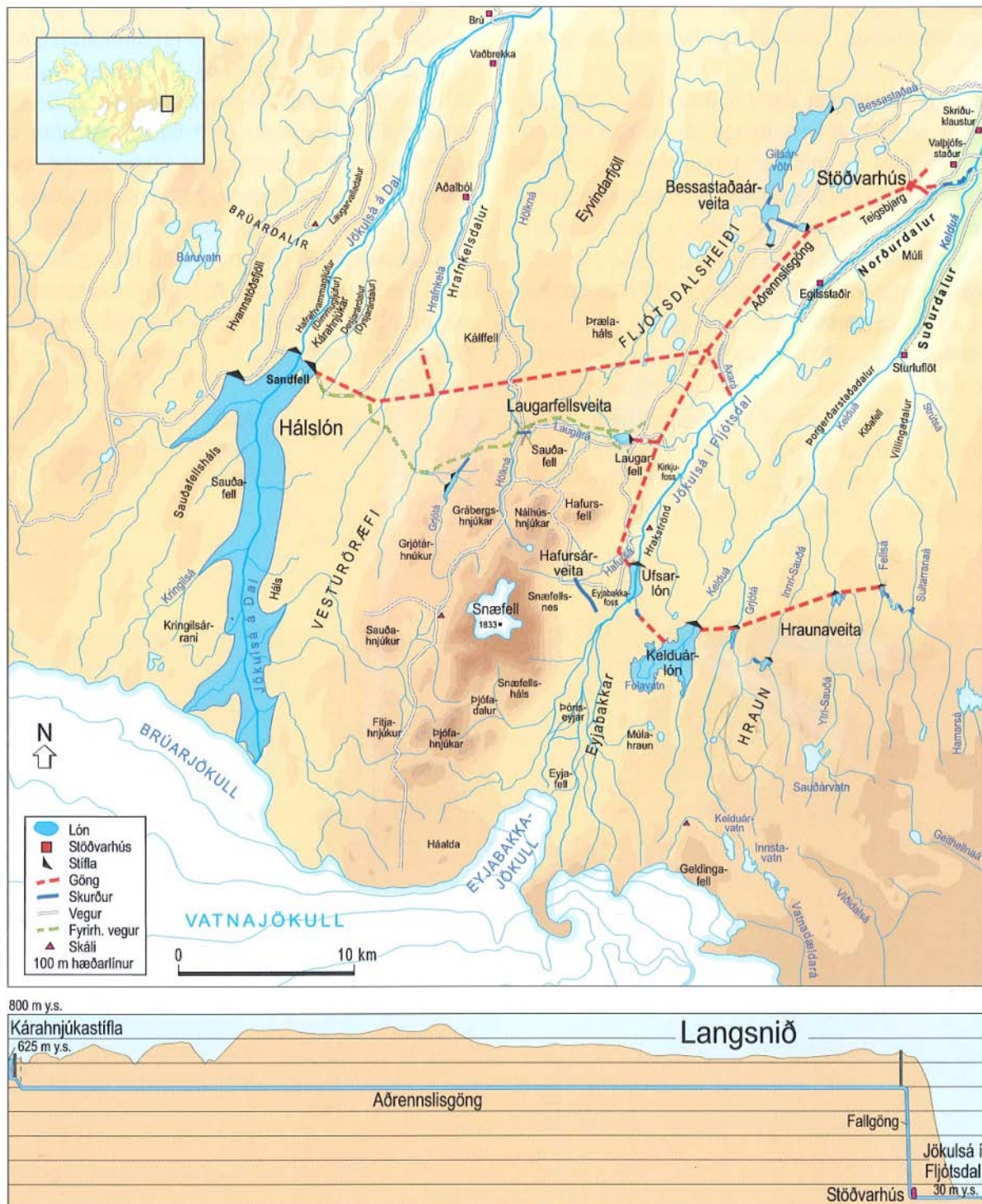
Verkhliuti 4 - Hraunaveita:

Í Ufsarlón er veitt vatni svonefndrar Hraunaveitu um göng frá lóni í Kelduá, Kelduárlóni. Hraunaveita nær yfir Kelduá, Grjótá, Innri og Ytri Sauðá, Fellsá og Sultarranaá. Kelduárlón yrði myndað með jarðvegs og grjótsstíflu sem hæst er um 25 m há í farvegi Kelduár. Lónið er um 8 km² og innan þess er Folavatn (um 1,1 km²). Árnar eru teknar niður í göng frá Kelduárlóni að Fellsá.



Mynd 2. Mannvirki í Hraunaveitu. Fremst er veitulón í Grjótá og gangnamunni veitu til Kelduárlóns. Ofarlega hægra megin sést í Ufsarlón og Snæfell í baksýn. Ljósmynd. Emil Þór Sigurðsson, 10. október 2010.

⁵ Fallið var frá því að koma fyrir búnaði í göngunum sem geri þetta mögulegt.



Mynd 3. Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW með veitu úr Jökulsá í Fljótssdal. Tilhögun Kárahnjúkavirkjunar sem lögð var fram til MÁU.

2.3 Mat á umhverfisáhrifum framkvæmdar

Í maí 2001 kom út skýrsla Landsvirkjunar um mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar (2). Aðal ráðgjafar Landsvirkjunar við gerð skýrslunnar voru Hönnun hf. (ritstjórn), Landmótun ehf., Náttúrufræðistofnun Íslands, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. og VBB-Viak í Svíþjóð. Skýrslan skiptist í nokkra meginkafla. Fyrst er nokkuð almenn lýsing svæðisins og á náttúrufari þess, samfélagi, lýsing fyrirhugaðra framkvæmda og tengsl þeirra við skipulag. Loks er það matið sjálft sem greinist í nokkra kafla: Áhrif á náttúrufar og mótvægisáðgerðir, áhrif á samfélag (félags og efnahagsleg) og mótvægisáðgerðir, hættur og viðbrögð við þeim.

2.3.1 Kostir til mats

Lagðir voru fram þrír virkjunarkostir til samanburðar, auk 0-kosts:

1. Ein virkjun, Kárahnjúkavirkjun, þar sem vatn úr Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal ásamt Hraunaveitu er leitt í virkjun í Fljótsdal. Þetta er sá kostur sem Landsvirkjun valdi að leggja fram til matsins (orkugeta um 4.890 GWh/ári).
2. Tvær virkjanir, Kárahnjúkavirkjun og Fljótsdalsvirkjun með veitum til Fljótsdals (orkugeta um 5.090 GWh/a)
3. 4-þrepa virkjun í Jökulsá á Dal og Fljótsdalsvirkjun (orkugeta um 5.440 GWh/a).
4. Engin virkjun á svæðinu.

Helsti munur á Kárahnjúkavirkjun í kostum nr. 1 og 2 er sá að Háslón yrði 4 m lægra og 5 km² minna í kosti nr. 2 en í kosti nr. 1. Sá munur vegur lítið samanborið við að hlífa Eyjabökkum. Í kosti nr. 3 fær efsta virkjunin sitt vatn beint úr Háslóni sem er af sömu stærð eins og í kosti nr. 2, en þar við bætast þrjú þrep með tilheyrandi inntakslónum niður eftir ánni, auk Fljótsdalsvirkjunar. Kostir nr. 2 og 3 hefðu augljóslega í för með sér umtalsvert meiri umhverfisáhrif.

Ráðgerð virkjun tengdist áformum um að reisa álver á Reyðarfirði og stærð hennar miðuð við að anna orkuþörf þess. Áfangaskipting tók mið af áætlunum um uppbyggingu svonefnds NORAL VERKEFNIS (kafla 1.2). Þar var gert ráð fyrir að ekki yrði tekin afstaða til síðari áfanga þess fyrr en í fyrsta lagi 2012. Þetta hafði þau áhrif að fjalla varð um áfangana nánast eins og þeir væru aðskildar framkvæmdir. Hluti af áhrifum 1. áfanga, svo sem vatnsborðsbreytingar í Lagarfljóti ofan Lagarfossvirkjunar hefðu að mestu eða öllu leyti gengið til baka við síðari áfanga, þ.e. veitur frá Jökulsá í Fljótsdal og Hraunum. Kárahnjúkavirkjun var hins vegar fullbyggð í einum áfanga og fjallað um áhrif virkjunarinnar í því ljósi.

Talið var ólíklegt að áform NORAL Verkefnisins gætu gengið eftir ef fallið væri frá virkjun (0-kostur).

Í kafla 2.2 er tilhögun virkjunar lýst í grófum dráttum. Lónin fara yfir þurrlendi og breyta eðli og ásýnd viðkomandi landsvæðis. Við jarðgangagerðina þarf að losa efni á yfirborði, og slíkar framkvæmdir breyta ásýnd landsins og krefjast samgangna. Vatn er tekið út úr vatnsfalli og því skilað annars staðar í hið sama eða annað vatnsfall við breytta rennslishegðun með tilheyrandi áhrifum á farvegi og vatnalíf. Í tilfelli jökuláa bætist brotnám gruggs við breytta hegðun vatnsfalla.

2.3.2 Niðurstöður matsins

Helstu niðurstöður matsins eru teknar saman í nokkrum liðum, sundurliðað á einstaka hluta virkjunarinnar og umhverfisþætti:

Háslón

Friðland:

Kringilsárrani skerðist um fjórðung.

Jarðfræðiminjar:

Merkar jarðmyndanir fara undir lón.

Gróður:

Af 57 km² sem fara undir lón eru um 32 km² grónir, með verðmætum vistgerðum og búsvæðum plantna og smádýra.

Vindrof:

Aukið sandfok inn á Vesturöræfi getur skaðað gróður.

Rykmistur frá aurasvæðum.

Hreindýr:

Mikilvæg burðarsvæði Snæfellshjarðarinnar skerðast.

Vorbeitiland skerðist, truflun á farleiðum.

Fuglar:

Varpstöðvar heiðagæsa skerðast.

Aurburður:

Lónið fyllist af seti á 400 árum.

Jökulsá Fljótsdal / Lagarfljót

Sjónræn áhrif og vatnalíf:

Margir fossar skerðast eða hverfa meiri hluta árs.

Aur skolað úr Ufsarlóni.

Landnýting:

Vatnsstaða hækkar í Jökulsá í Fljótsdal / Lagarfljóti.

Nokkur tún blotna vegna hærri grunnvatnsstöðu.

Veita Jökulsár á Dal til Lagarfljóts

Vatnsrennsli:

Minna rennsli í Jökulsá á Dal.

Meira rennsli í Jökulsá í Fljótsdal.

Hafrahvammagljúfur, oftast nær ekkert rennsli neðan stíflu.

Minni aur:

Jökulsá á Dal verður tær nema á haustin þegar vatn er á yfirfalli.

Meiri aur:

Svifaur í Lagarfljóti eykst, verri skilyrði fyrir vatnalíf.

Lagarfljót fær dekkri lit.

Rof:

Jökulsá á Dal myndar afmarkaðri farvegi á aurasvæðum.

Ósasvæði**Rof:**

Framburður Jökulsár á Dal hverfur að mestu.

Strönd hopar um 200 metra á 100 árum vegna virkjunar.

Aðstæður fyrir seli verða lakari.

Takmörkuð áhrif á gróður og minjar.

Samfélag**Samgöngur:**

Bættar samgöngur á hálendi.

Sjónræn áhrif:

Stíflur, lón, skurðir og vegir breyta ásýnd lands.

Víðerni skerðast.

Ferðamennska:

Aðgengi og aðstaða batnar.

Skiptar skoðanir á hvernig virkjanir og ferðaþjónusta fara saman.

Atvinna:

Orkan skapar atvinnu í iðnaði.

Sveitarfélög:

Auknar tekjur, einkum í Fljótsdalshreppi.

Efnahagur (Noral-verkefnið)

Landsframleiðsla eykst um 8 til 15 milljarða á ári.

Útflutningstekjur aukast um 14% á ári.

Þjóðarskuldir aukast um 10-12%.

Verðbólga eykst á framkvæmdatíma.

2.3.3 Skuldbindingar um aðgerðir, rannsóknir og vöktun

Sem fyrr segir er litið á áætlanir um aðgerðir, rannsóknir og vöktun í matsskýrslu sem lið í framkvæmdaáætlun. Um þau atriði er ekki úrskurðað nema talin sé þörf á viðbót eða að gera áætlanir skýrari og markvissari. Eftirfarandi eru helstu þættir sem varða ofangreint:

Strönd Háslóns

- Fylgjast með myndun rofabarða og loka þeim.
- Fylgjast með myndun áfoksgeira og stöðva þá.
- Styrkja gróður á þeim svæðum sem mest mæðir á og gera frekari rannsóknir til undirbúnings aðgerða. Styrking var talin skilvirkasta leiðin til að verja gróður gegn áfoki.
- Gert var ráð fyrir að þar sem álag á ströndina yrði mest yrði nauðsynlegt að grípa til neyðarúrræða, svo sem vökvunar og að flytja flogjarnt efni burt.
- Koma upp varnargörðum, t.d. úr grjóti.
- Áhersla lögð á mikilvægi sívirktrar vöktunar.

Uppgræðsla

- Ákveðin með samkomulagi við landeigendur og sveitarfélög.

Vötn og vatn

- Grunnvatnsmælingar⁶ á nokkrum sniðum út frá Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal; við Hólmatungu, Húsey og Hól á Úthéraði og í Fljótsdal á Valþjófsstaðanesi, og einnig var talin þörf á mælingum við Hrafnkelsstaði.
- Vatnsborð við Lagarfljótsbrú, en mælir við brúna er á ábyrgð Orkusölunnar hf. og tengist leyfi þeirra til að halda uppi vatnsborði í fljótinu ofan Lagarfossvirkjunar að vetrinum.

Rof og setmyndun í farvegum

- Aðgát við skolon aurs úr Ufsarlóni.
- Reglulegar mælingar á aurkeilu í Háslóni
- Fylgjast með styrk svifaus í frárennsli virkjunar og við Lagarfljótsbrú.
- Fylgjast þarf með rofi strandar í Héraðsflóa, á aurasvæðum Jökulsár og Dal og athuga með staðbundið rof úr bökkum ána.

Gróður

- Fylgjast með á viðkvæmum svæðum við bæði fljótin. Þessi svæði eru bæði neðan við Lagarfoss og í Fljótsdal. Svæði ofan við Lagarfoss og upp fyrir ós Jökulsár í Fljótsdal, sem eru undir áhrifum af Lagarfossvirkjun, hafa verið vöktuð af Rarik (síðar Orkusölunni).
- Fylgjast með framvindu á áhrifasvæðum lóna.

Dýralíf

- **Hreindýr:**
 - Reyna eftir fremsta megni að koma í veg fyrir eða draga úr truflun vegna framkvæmda, og fylgjast með þeim á framkvæmdatíma.
 - Fylgjast með dýrunum eftir að framkvæmdum lýkur til að „sjá raunveruleg áhrif á þau.“

⁶ Auk þess sem hér er talið var minnst á grunnvatnsmælingar við stíflur og lón, en slíkar mælingar eru fastur liður við allar virkjanir Landsvirkjunar og tengjast m.a. eftirliti með öryggisþáttum.

- o Efla almenna þekkingu á hreindýrunum, m.a. um farleiðir og ferðamynstur, með því að GPS merkja nokkur dýr og fylgjast stöðugt með þeim.
- o Meðal þess sem er lögð sérstök áhersla á er þekking sem styrkir stjórnun á stofnstærð þannig að hún sé í sem bestu samræmi við afkomuhorfur stofnsins.
- **Fuglar:**
 - o Helstu áhrifavaldar eru taldar vera grunnvatnsbreytingar. (Þær breytingar hafa áhrif með því að breyta gróðurfari.) Lögð er til úttekt á fuglalífi og síðan eftir atvikum vöktun á 5-10 ára fresti.
 - o Lögð er til vöktun á skúmsvarpi, en það tengist hættu á aukinni truflun vegna áhyggja af að Jökulsá á Dal stöðvi ekki lengur för afræningja inn á varpsvæðin.
 - o Fylgjast með breytingum á heiðagæsavarp á áhrifasvæði Jökulsár á Dal.
 - o Kanna fuglalíf í lónsstæði Kelduárlóns.
- **Selir:**
 - o Minnst var á að æskilegt kynni að vera að merkja fleiri seli á ósasvæðunum við Húsey til að glöggva sig betur á far- og dreifingarmynstri þeirra á svæðinu.

2.4 Niðurstaða Skipulagsstofnunar

Hafa verður í huga að áfangaskipting framkvæmda eins og hún var lögð fyrir Skipulagsstofnun tók mið af áætlun um NORAL-VERKEFNIÐ. Þar var tímasetning áfanga önnur en reyndin í uppbyggingu Fjarðaáls á vegum ALCOA, sbr. athugasemd hér að framan.³ Sá langi tími sem líður frá fyrra áfanga skv. NORAL-VERKEFNINU til þess síðara, dregur athyglina dálítið að því tímabundna ástandi vatnafars, og þar með grunnvatns, sem ríkir á meðan veita úr Jökulsá á Dal bætist að öllu leyti ofan á náttúrulegt rennsli Jökulsár í Fljótsdal.

2.4.1 Yfirlit

Þetta yfirlit sem gefið er hér að neðan er ekki ætlað að vera tæmandi lýsing á helstu umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar, heldur það sem ætla má að hafi haft mest áhrif á niðurstöður Skipulagsstofnunar.

Jarðvegsrof og áfok:

Í niðurstöðum matsskýrslu um jarðvegsrof og áfok er talið að lágmarka megi áhrif af myndun Háslóns m.a. með því að styrkja gróður til að standast meira áfok en nú er, fjarlægja foggjarnan jarðveg úr þeim hluta lónbotnsins sem kemur upp úr að sumri, vökva afmörkuð svæði, jafna rofabörð og loka jafnóðum og þau myndast.

Bæði í sérfræðiskýrslum matsins og hjá álitsgjöfum er að finna áhyggjur af því að ekki hafi gefist nægilegt tóm til rannsókna og þar með sé grunnur tillagna um mótvægisáðgerðir og útfærslu á þeim frekar veikur.

Vatnafar:

Með því að lækka klapparhaft ofan við Lagarfoss var gert ráð fyrir að hægt yrði að koma í veg fyrir vatnsborðshækkun þegar virkjun verði kominn í fullan rekstur, sbr. Matsskýrslu (2), kafla 9.2.51.). Í Fljótsdal, neðan frárennslisskurðar frá stöðinni má búast við verulegri vatnsborðshækkun, sem örðugt er að gera nokkuð við. Skipulagsstofnun taldi hugsanleg áhrif af framhlaupi Brúarjökuls vanreifuð, en þess má vænta innan 30 ára.

Bróðurparturinn af aurframburði Jökulsár á Dal mun setjast til í Háslóni og minnkun framburðar til Héraðsflóa mun valda því að það eyðist af ströndinni sem nemur um 200 m. Gert er ráð fyrir að aur frá Háslóni muni minnka gegnsæi í Lagarfljóti verulega og breyta lit vatnsins frá því sem var fyrir virkjun.

Gróður og smádyr:

Talið er að beður Háslóns hafi umtalsverða sérstöðu meðal gróðurlenda á hálendinu, og byggir það álit á sérfræðiskýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands (3). Á svæðinu, ekki síst í lónstæði Háslóns, var skilgreind svonefnd Giljamóavist með óvenju fjölbreyttri flóru miðað við að vera í um 600 m y.s. Í lónstæðinu fundust nokkrar tegundir sem teljast fremur sjaldgæfar á landsvísu. Svipað gildir um smádyr, og þar fundust auk þess tegundir sem talið var að gætu líklega verið sjaldgæfar á heimsvísu. Enn fremur er bent á að ef ekki tekst að ná tókum á áfoki og rofi á Vesturöræfum út frá lóninu megi búast við talsverðum áhrifum á lífríki Vesturöræfa.

Miðað við áætlaðar vatnsborðs- og rennslisbreytingar má búast við gróðurbreytingum á flatlendi í Fljótsdal, við Lagarfljót og á Úthéraði.

Almennt er fjallað um breytingar sem verða á landi vegna annarra, oft minniháttar framkvæmda, svo sem við vegi, efnistöku og haugsetningu, við minni veitur o.s.frv. en í fæstum tilfellum voru talin nægileg gögn að styðjast við til mats á verndargildi.

Vötn og vatnalíf:

Þau vatnsföll sem sérfæðingahópur undir stjórn Hilmars Malmquist (2001) taldi hafa mest verndargildi, verða ekki eða takmarkað fyrir áhrifum af virkjun. Lagarfljót er fremur rýrt fyrir og aukið grugg muni líklega ekki skipta sköpum fyrir svif, en óljósara er um botndýralíf. Lífríki Folavatns var talið allsérstætt. Það væri með frjósömustu vötnum á Hraunum, auðugt af svifkröbbum og botndýrum. Sérstaða þess var talin helgast af fiskleysi.⁷ Skipulagsstofnun telur áhrifin geta orðið mikil á Lagarfljót í ljósi aukins gruggs og kólnunar um 0,5 °C samkvæmt matsskýrslu, og með Kelduárveitu hverfi Folavatn, sem talið var hafa allhótt verndargildi.

Í matsskýrslu kemur fram það álit að lífsskilyrði muni batna í Jökulsá á Dal, a.m.k. þann tíma þegar vatn rennur ekki á yfirfall í Háslóni, en jafnframt að búast megi við að eftir því hve mikið renni á yfirfalli gæti orðið lítið úr þeirri bót.

Fuglar:

Varpstaðir heiðagæsa munu hverfa undir lón, en ekki er auðvelt að meta hvaða áhrif það hefur á stofninn. Óljóst er hvaða áhrif framkvæmdirnar muni hafa á fugla er nýta sér Lagarfljót, en annars er talið að áhrifin verði lítil nema á skúm og grágæs á Úthéraði.

Hreindýr:

Fjórðungur Kringilsárrana sem er friðland hreindýra fer undir vatn, og Vesturöræfi eru á Náttúruuminjaskrá, m.a. sem sumarlönd hreindýra. Hálsinn sem fer undir lón er meðal mikilvægra burðar- og vörðarsvæða. Skipulagsstofnun telur óvissu um áhrif á stofninn, en líklega muni þau verða umtalsverð á um helming svonefndrar Snæfellshjarðar.

Selir:

Talið er að breytingar sem verða á aurasvæðum jökulánna við Héraðsflóa muni hafa umtalsverð neikvæð áhrif á seli, sem hafi mikið gildi, a.m.k. á svæðisvísu.

Jarðmyndanir:

Sérstæðast landslag virkjunarsvæðisins í heild eru Hafrahvammagljúfur/Dimmugljúfur, sethjallar í árdalnum sunnan Kárahnjúka og Töðuhraukar. Fossar eru margir og fagrir í farvegi Jökulsár í Fljótsdal. Í Kringilsá er fagurskapaður foss og sá eini sem eitthvað kveður að í Jökulsá á

⁷ Sú sérstaða entist ekki lengi því að árið 2003 var fluttur þangað silungur.

Dal og jökuládrögum hennar, a.m.k. svo lengi sem jökulvatn er ekki í farvegi Sauðár. Stífla Háslóns er innst í Hafrahvammagljúfrum, sethjallarnir eru í lónstæðinu, en lónið snertir aðeins lítinn hluta Töðuhrauka. Jökulsá í Fljótsdal verður að jafnaði vatnslítil fram eftir sumri og jökulvatn Jökulsár á Dal hverfur úr farvegi sínum, þar til vatn fer að renna á yfirfall í Háslóni í ágúst/september.

Minjar:

Nokkrar minniháttar menningarminjar munu hverfa í lónið, og enn aðrar gætu verið í hættu ef ekki er höfð aðgát við framkvæmdir.

Samfélag:

Í matsskýrslu er fjallað um þjóðhagsleg áhrif virkjunar í ljósi þeirra áhrifa sem NORAL-VERKEFNIÐ komi til með að hafa. Enn fremur var fjallað um áhrif á samfélag á Austurlandi, atvinnulíf og íbúáþróun. Varðandi þjóðhagsleg áhrif eru þau annars vegar skammtímaáhrif og hins vegar langtímaáhrif, sem voru talin jákvæð, en áhyggjur beindust frekast að skammtímaáhrifum á viðskiptajöfnuð og þenslu.

2.4.2 Úrskurður Skipulagsstofnunar

Með úrskurði sem dagsettur er 1. ágúst 2001 leggst Skipulagsstofnun gegn „Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW, eins og hún er lögð fram í tveimur áföngum og fjórum verkhlutum vegna umtalsverðra umhverfisáhrifa og ófullnægjandi upplýsinga um einstaka þætti framkvæmdarinnar og umhverfisáhrifa hennar”.

2.5 Kæra Landsvirkjunar

2.5.1 Atriði sem snerta framkvæmdir

Landsvirkjun kærði úrskurð Skipulagsstofnunar til umhverfisráðherra⁸. Kærð var málsmeðferð Skipulagsstofnunar og efnislegar niðurstöður hennar og forsendur þeirra. Bornar eru brigður á niðurstöðu Skipulagsstofnunar um að henni beri að leggjast gegn fyrirhugaðri framkvæmd, vegna þess að hún hefði í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif í skilningi laganna. Landsvirkjun gerði kröfu um að tekin verði efnisleg ákvörðun í málinu, þar sem tekið verði tillit til allra þeirra atriða sem fram koma í kærinni og fallist verði á framkvæmdina með eða án skilyrða.

Um efnislega þætti úrskurðarins lagði Landsvirkjun m.a. fram greinargerðir um þá.⁹ Í þeim eru m.a. lögð fram ítarlegri gögn um umfang framkvæmda, mótvægisáðgerðir gegn hættu á áfoki úr Háslóni á nálæg gróðursvæði og gegn hættu á jarðvegsrofi og gróðureyðingu við Lagarfljót og í Fljótsdal. Hugmyndir eru lagðar fram um áðgerðir til uppgræðslu lands til að bæta fyrir gróðurlendi sem færu undir vatn og gætu spillst af völdum lónsins. Nánar er fjallað um útfærslu á námasvæðum og staðsetningu haugsvæða. Lögð er fram ný greinargerð um hugsanleg áhrif á strandsjó. Þá er fjallað nánar um hagræna þætti. Enn fremur gerir Landsvirkjun fyrirvara um að lagðar verði fram ítarlegri skýringar á einstaka efnisþáttum.

⁸ Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW Fyrri áfangi allt að 625 MW – síðari áfangi allt að 125 MW. Stjórnsýslukæra. Landsvirkjun, 4. september 2001.

⁹ Landsvirkjun - 4. september 2001. Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW Fyrri áfangi allt að 625 MW – síðari áfangi allt að 125 MW. Stjórnsýslukæra. Greinargerð um efnislega þætti.

Áður hefur komið fram að líta verði þannig á, að aðgerðir, rannsóknir og vöktun, sem nefndar eru í matsskýrslu, verði liður í framkvæmdaáætlun vegna virkjunarinnar (kafla 2.3.3). Á sama hátt er litið svo á að þær viðbótarupplýsingar um efnislega þætti sem fram koma í greinargerðum með stjórnsýslukærunni séu einnig ígildi framkvæmdaáætlunar.

Veigamestu athugasemdirnar sem gerðar voru við mat Landsvirkjunar á umhverfisáhrifum af Kárahnjúkavirkjun, snerta hættu á rofi sem rekja megi til Háslóns. Á meðan á því ferli stóð sem hefur verið rakið hér að framan var áfram unnið við útfærslu á tillögum um aðgerðir og voru eftirfarandi efnisþættir um viðbrögð við hugsanlegu rofi lagðir fram.

2.5.2 Efnisþættir um viðbrögð við rofi

Aðgerðum sem hugsanlega þyrfti að grípa til var skipt í verkfræðilegar og líffræðilegar aðgerðir.

Verkfræðilegar aðgerðir:

- Gera grjótvarða fyllingu á bakka lónsins í yfirfallshæð.
 - Gert er ráð fyrir að hreinsa fokefni sem safnast að honum og koma því niður fyrir 570 m.
- Grafnar yrðu sandgildir meðfram austurströnd lónsins.
 - Gert er ráð fyrir að gildurnar verði hreinsaðar, ef með þarf, á hverju vori.
- Dæla jarðvegi, sem hætta er á að fjúki úr lónbotni neðan yfirfallshæðar, niður fyrir 570 m hæð. Ekki er talið þurfa að dæla efni neðan 590 m hæðar.
- Loka skal rofabörðum sem myndast.

Þau svæði sem helst voru talin viðkvæm fyrir rofi og áfoki eru þar sem landhalli er meiri en 7% og opin fyrir suðlægum og suðvestlægum vindáttum. Ráðgert var að um 15 km löng strandlengja á austurströnd lónsins yrði varin og 4 km að vestanverðu milli Kringilsár og Sauðafells.

Ekki er gert ráð fyrir að grípa þurfi til aðgerða til að verjast sandfoki frá aurkeilu sem myndast syðst í lóninu fyrr en að um 50 árum liðnum, og þegar þar að kæmi yrði gripið til ráðstafana sem yrðu fólgnar í því að hindra að kvíslar jökulárinnar flæmist um.

- Þar sem hætta er á að silt sem liggur á ströndinni fjúki upp hugðist Landsvirkjun grípa til sértækra aðgerða, svo sem rykbindingar og vökvunar.
- Sand- og siltgirðingar má nota til að verja tímabundið einstök svæði við ströndina.

Líffræðilegar aðgerðir:

Líffræðilegar aðgerðir felast m.a. í því að styrkja þann gróður sem fyrir er, t.d. með áburðargjöf. Vonast er til að slíkar leiðir komi að gagni t.d. í eftirfarandi tilfellum.

- Minnka áhrif sem verða ef áfoksbylgja kemst yfir varnarmannvirki, og bæta skemmdir sem af því gætu hafa hlotist.
- Gera við skemmdir á grónu landi vegna framkvæmda, svo sem malartöku og flutninga.
- Styrkja gróður til að taka við áfoki svífefna almennt. Ekki er gert ráð fyrir að gróðurstyrking af því tagi sem um ræður megni að stöðva framrás áfoksgeira með sandflæði beint frá uppsprettu áfoksefna.
- Sá melfræi í áfoksgeira, sem þrátt fyrir ofangreindar aðgerðir, kynnu að myndast.

2.6 Úrskurður umhverfisráðherra

2.6.1 Um málsmeðferð

Með bréfi 14. september 2001 tilkynnti Umhverfisráðuneytið að það hefði ákveðið að taka til skoðunar öll gögn sem fylgdu kæru Landsvirkjunar, og hafa að geyma nýjar upplýsingar, enda hafi þær þýðingu við úrlausn málsins.

Landsvirkjun lagði fram frekari gögn þann 12. október 2001, *Greinargerð um efnislega þætti – frekari gögn*, einkum með vísindalegum niðurstöðum sem aflað var sérstaklega vegna úrskurðar Skipulagsstofnunar.¹⁰

Auk venjubundinnar meðferðar slíkra kæra gafst almenningi kostur á að koma athugasemdum á framfæri, í anda þess sem tíðkast við mat Skipulagsstofnunar á umhverfisáhrifum framkvæmda. Ráðuneytið leitaði til nokkra innlendra sérfræðinga á þeim sviðum þar sem nýjar upplýsingar voru lagðar fram, og til írsks sérfræðings í framkvæmd mats á umhverfisáhrifum á evrópska efnahagssvæðinu.

Í úrskurði umhverfisráðherra, sem dagsettur er 20. desember 2001, er farið yfir helstu umhverfisáhrif, hugsanlegar mótvægisáðgerðir þar sem þær eiga við og álitamál um hve líklegar þær eru til árangurs. Úrskurður umhverfisráðherra er eftirfarandi.

2.6.2 Úrskurðarorð

Hinn kærði úrskurður Skipulagsstofnunar uppkveðinn 1. ágúst 2001 er felldur úr gildi. Fallist er á hina fyrirhuguðu framkvæmd, Kárahnjúkavirkjun, með skilyrðum. Skilyrðin eru birt í viðauka II, en þau mynda einnig inngang að viðeigandi umfjöllun í 3. kafla, auk þess sem þau eru endurtekin í kafla 5; samandregnar niðurstöður.

¹⁰ Landsvirkjun, 12 október 2001. Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW Fyrri áfangi allt að 625 MW – síðari áfangi allt að 125 MW. Stjórnslukæra. Greinargerð um efnislega þætti – frekari gögn.

3. Framkvæmd skilyrða

3.1 Inngangur

Skilyrðin sem um ræðir eru hluti af virkjunarleyfi (Viðauki 1) sem gefið var út 2. september 2002. Þau helstu eru:

3. kafli: Skilyrði sem sett voru með úrskurði umhverfisráðherra frá 20. desember 2001 (kafli 2.6) og tengdar rannsóknir og aðgerðir sem boðaðar voru í mati á umhverfisáhrifum og fyrirheit sem rekja má til meðferðar á kæru framkvæmdaáðila á úrskurði Skipulagsstofnunar (kafli 2.5.2).

4. kafli: Skilyrði Orkustofnunar sem varða vatnafar (kafli 4.1) og rannsóknir og aðgerðir sem varða vatnalíf, sem ýmist má rekja til MÁU eða sem Landsvirkjun tók upp síðar eftir ábendingum eða sem viðbrögð við einhverju óvæntu.

Fylgt er skilyrðum umhverfisráðherra í þeirri röð sem þau voru kynnt með innskotum um aðgerðir á skyldum sviðum og loks meðferð skilyrða um vatnafræði og rannsóknir sem varða vatnalíf.

Þessi skilyrði varða bæði rannsóknir og aðgerðir, og eftir eðli máls þarf rannsóknum og aðgerðum að vera lokið áður en virkjun tekur til starfa, eða halda áfram eftir það til lengri eða skemmri tíma eftir atvikum.

Í umfjöllun hér að neðan verða þau viljrði um rannsóknir og/eða aðgerðir sem fram koma í matsskýrslu og í tengslum við stjórnsýslukæru Landsvirkjunar tengd við hliðstæð eða lík skilyrði í úrskurði umhverfisráðherra og önnur skilyrði í virkjunarleyfi iðnaðarráðherra.

Vorið 2010 fól umhverfisráðuneytið Umhverfisstofnun að kanna hvernig til hafi tekist að uppfylla skilyrði ráðherra. Flest skilyrðin reyndust þá þegar hafa verið uppfyllt að mati UST, sbr. bréf með greinargerð dags. 8. október 2010.¹¹ Skilyrði sem ekki töldust uppfyllt að öllu leyti vörðuðu yfirleitt langtímarannsóknir á líklegum áhrifum virkjunar eða langtímaaðgerðir til að vega gegn hugsanlegum áhrifum, sem var eðli máls samkvæmt ekki lokið.

Í 9. lið skilyrða er fjallað um vöktun á fuglastofnum við Lagarfljót og á Úthéraði í tengslum við breytingar á grunnvatnsstöðu næst ánum. Vöktun grunnvatns og gróðurs á Úthéraði er tengt umfjöllun um þennan lið. Vöktun á heiðagæs er sjálfstæður liður í vöktun skv. matsskýrslu. Hugsanlegar breytingar á gróðri á Snæfellsöræfum geta átt sér stað af ýmsum ástæðu, m.a. vegna beitarálags. Umfjöllun um þessa þætti þykir því eðlilegt að tengja vöktun hreindýra (17. liður skilyrða) þótt tilgangur vöktunar á gróðri hafi ekki síður tengst áhyggjum af áfoki frá Háslóni, einkum hvað varðar Vesturöræfi.

3.2 Úrskurður um tilhögun virkjunar

3.2.1 Breytingar á tilhögun virkjunar; Laugarfells- og Hafursárveita (1. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðila er gert að falla frá framkvæmdum við Hafursárveitu, Laugarfellsveitu og Bessastaðaárveitu og Gilsárvötn. Framkvæmdaraðila er heimilt að breyta hönnun aðrennslisganga frá Háslóni að stöðvarhúsi í Fljótdal til að vega upp á móti minni orkuvinnslugetu vegna þessa skilyrðis og skilyrðis nr. 2.

¹¹ Úttekt Umhverfisstofnunar á framkvæmd skilyrða í úrskurði umhverfisráðherra um mat á umhverfis-áhrifum Kárahnjúkavirkjunar frá 20. Desember 2001.

3.2.2 Breytingar á tilhögun virkjunar; minnkuð Hraunaveita (2. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðila er gert að falla frá framkvæmdum við Sultarrana- og Fellssárveitu. Jafnframt endurskoði framkvæmdaraðili fyrirkomulag á yfirfalli stíflu við Kelduá í þeim tilgangi að draga eins og kostur er úr þeim umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar.

Landsvirkjun féll frá viðkomandi veitum (mynd 5). Breytingar voru gerðar á yfirfalli Kelduárlóns í þá veru að það er staðsett fast við stífluna að austanverðu með stuttri frárennslisleið (mynd 4), í stað þess að í upphafi var gert ráð fyrir því vestan stíflu með mun lengri frárennslisleið. Endurskoðun flóðareikninga gaf enn fremur tilefni til að minnka yfirfallið miðað við upphaflegar áætlanir. Lónið var tekið í notkun 2009. Frestað var að ljúka við seinasta áfanga Hraunaveitu, þ.e. veitu frá Ytri og Innri Sauðá, en undirbúningur að því verki hófst 2011 og veitan var tekin í notkun haustið 2013.



Mynd 4. Breytt fyrirkomulag á yfirfalli Kelduárlóns. Ljósmynd Emil Þór Sigurðsson.

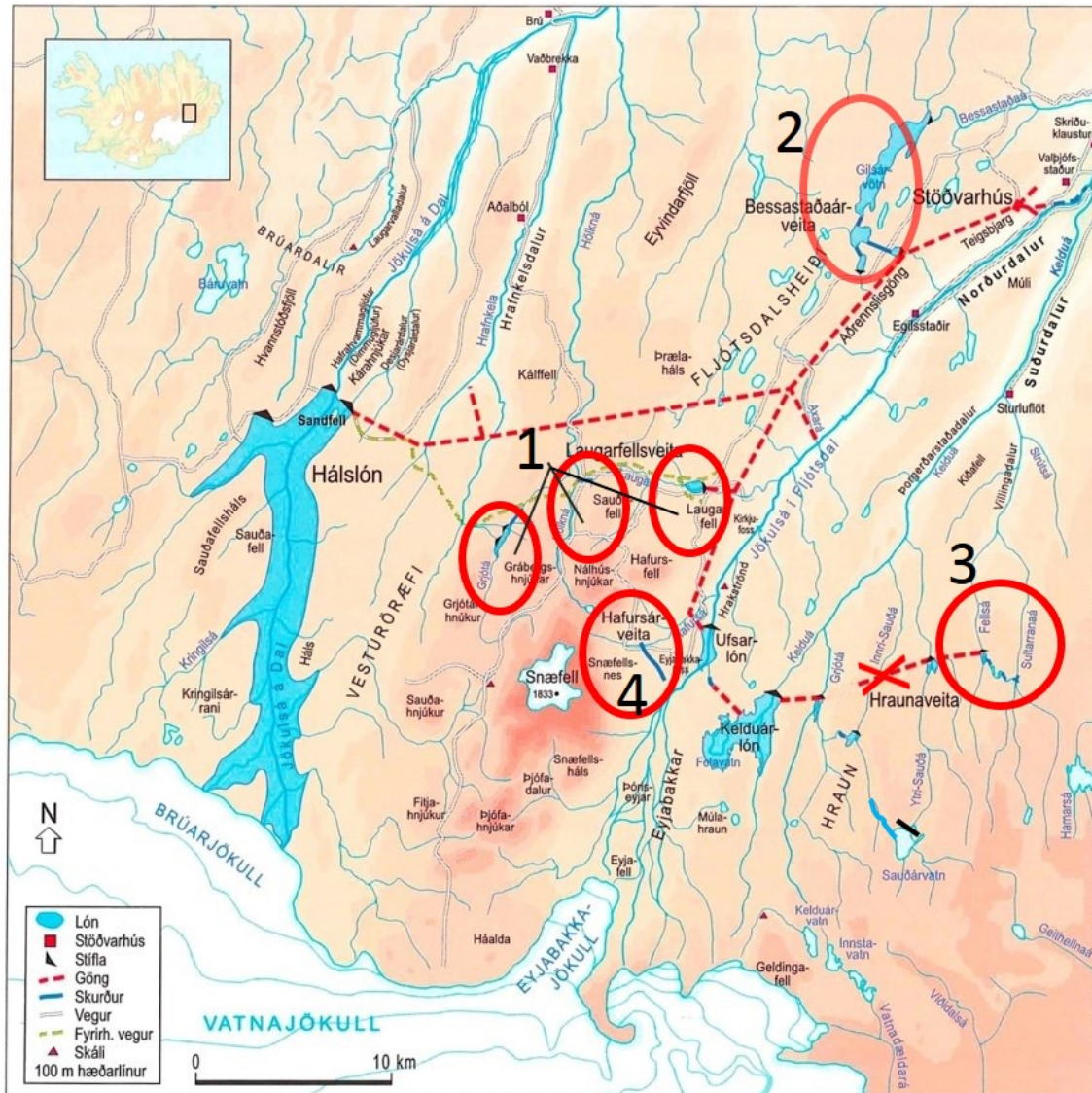
3.3 Rannsóknir í lónstæði Kelduárlóns (úr 2. lið úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) kanna gróður og fuglalíf í lónstæði fyrirhugaðs Kelduárlóns áður en framkvæmdir við annan áfanga virkjunarinnar hefjast.

Vegna fyrri athugana á veitum af Hraunum höfðu verið farnar rannsóknarferðir um þetta svæði (4), (5), (6) og (3). Náttúrufræðistofnun Íslands mat það svo að þau gögn sem byggt var á væru að flestu leyti góð, en áður en ráðist yrði í framkvæmdir þyrfti að kanna fuglalíf við fyrirhugað Kelduárlón og flóru á þeim svæðum austan lónsins sem munu verða fyrir raski af framkvæmdum.¹² Að mati Náttúrufræðistofnunar Íslands og Landsvirkjunar var tilgangur þessa

¹² Fylgiskjal með samningi við Náttúrufræðistofnun Íslands um rannsóknir á fuglalífi í lónstæði Kelduárlóns, dags. 1. júlí 2005.

skilyrðis að NÍ gæfist kostur á að afla nauðsynlegra vibótargagna áður en framkvæmdir hæfust. Í minnisblaði Náttúrufræðistofnunar Íslands um rannsóknir í lónstæði Kelduárlóns er gerð grein fyrir gagnaöfluninni og því álitni hennar að skilyrðin hafi verið uppfyllt.



Mynd 5. Tilhögun Kárahnjúkavirkjunar eftir úrskurð Umhverfissráðherra. Verkbættir felldir brott eru merktir með hringjum. Eftir að eystri hluti Hraunaveitu (3) var felldur út, var eðlilegt að breyta fyrirkomulagi veitu frá Ytri Sauða (Sauðárveita).

1. Laugarfellsveita; Grjóta Hölná og Laugará
2. Bessastaðarveita
3. Hraunaveita eystri hluti (Sultarranaá og Fellsá)
4. Hafursárveita

3.3.1 Breytingar á tilhögun yfirfalls úr Hálslóni (3. liður úrskurðar)

Fyrirkomulagi á yfirfalli úr Hálslóni eins og það er staðsett og hannað við stíflu í Desjarárdal er hafnað. Hönnun aðalstíflu við Hálslón skal breyta þannig að yfirfallsvatn úr lóninu verði leitt í Hafrahvammagljúfur.

Breytt hönnun og fyrirkomulag stíflumannvirkja skal ekki leiða til meiri heildaráhrifa á umhverfi en sú hönnun og útfærsla sem framkvæmdaraðili fyrirhugar samkvæmt matsskýrslu, þ.e. kostur 2. Staðsetningu og gerð stíflumannvirkja verði ekki breytt meira en þörf krefur til að fullnægja ofangreindu skilyrði.

Yfirfall var flutt að stífunni við Kárahnjúka og ráðstafanir gerðar til að draga úr rofmætti fossins sem myndast við fallið ofan í gljúfrin (mynd 6). Enn fremur var steyppt vatnsþró sem myndar hyl undir fossinum þar sem hann steypist ofan í gljúfrið til að líkja eftir því sem gerist eðlilega við þessar aðstæður.



Mynd 6. Yfirfall við Kárahnjúkastíflu. Ljósmynd, Landsvirkjun

Það var mat Umhverfisstofnunar 2010 að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin í 1.-3. lið úrskurðar.

3.4 Aðgerðir til að minnka jarðvegsrof og áfok úr Háslóni (4. liður úrskurðar).

Aðgerðir framkvæmdaraðila til að minnka jarðvegsrof og áfok úr Háslóni skulu miðast við að hvergi myndist áfoksgeirar meðfram jöðrum Háslóns í hönnunarstormi með 50-100 ára endurkomutíma.

Í samræmi við það skal framkvæmdaraðili vinna heildstæða áætlun sem sýnir nákvæma útfærslu aðgerða og mat á virkni þeirra. Aðgerðirnar skulu m.a. fela í sér eftirfarandi atriði:

- a) Stjórnun vatnsborðsbreytinga í Háslóni, þ.e. forgangsörðun við fyllingu lóna.*
- b) Uppsetningu og virkni verkfræðilegra rof- og áfoksvarna miðað við hönnunarstorm með 50-100 ára endurkomutíma.*
- c) Stjórnun og aðgerðir til að stöðva áfoksgeira, til gróður verndar og uppgræðslu á svæðum sem verða fyrir áhrifum.*
- d) Sívirkt eftirlit og mat á virkni mótvægisáðgerðanna.*

3.4.1 Áfok

Megin tilgangur skilyrðanna er að vernda gróðurinn við lónið fyrir áfoki. Þær kröfur eru gerðar til Landsvirkjunar að hindra áfok frá strönd lónsins. Bregðist varnirnar sé til áætlun um aðgerðir til að draga úr skaðanum. Ekki eru gerðar kröfur um að hindra uppfok fínefna af ströndinni, en engu að síður hefur verið leitað leiða til að draga úr hættu á uppfoki með notkun rykbindiefna (7).

Verkfræðilegar aðgerðir:

Í matsskýrslu setti Landsvirkjun fram hugmyndir um það hvernig megi draga úr hættu á að sandur og silt fjúki úr lónstæðinu, valdi spjöllum á gróðri í grennd lónsins og að uppfok verði til óþæginda (kafli 2.3.3), og í tengslum við stjórnsýslukæru voru hugmyndirnar útfærðar frekar (kafli 2.5.2). Settar voru fram hugmyndir um aðgerðir sem mætti grípa til, og þau helstu tól og tæki sem sérfræðingar á þessu sviði töldu koma að gagni.

Unnið hefur verið að undirbúningi mótvægisáðgerða síðan 2003 í náinni samvinnu við Landgræðslu ríkisins og fleiri aðila (7).

Til að hægt sé að ákveða hvar á ströndinni er þörf mótvægisáðgerða og hvernig þær þurfa að vera er nauðsynlegt að meta hvar og hversu mikill sandur getur fokið frá ströndinni.

Verkfræðistofan Vatnaskil hefur annast þetta mat (8). Niðurstöður reikninganna benda til að uppsafnað áfok geti jafnvel orðið meira í sumum árum en áfok í hönnunarstormi (með 50-100 ára endurkomutíma).

Sérfræðingar frá Landbúnaðarháskóla Íslands settu upp tilraunamælingar á Hólssandi í samvinnu við Landsvirkjun og Landgræðslu ríkisins (9). Ekki náðist að mæla fok við neitt sem líkist hönnunarstormi, en niðurstöður mælinganna í meðalári var svipuð því sem Vatnaskil reiknaði við ámóta veðurskilyrði. Samanburður á niðurstöðum mismunandi aðferða til að meta sandflæði í stormum bendir til að mat á foki úr Háslóni sé viðunandi að mati skýrsluhöfunda.

Sandgryfjur (skurðir) voru grafnar, þar sem Háslón vatnaði inn á gróðurlendi að austanverðu, á árunum 2005 og 2006, og uppgröfturinn notaður í veg inn með lóninu (mynd 7). Bætt var við gryfjurnar til norðurs 2008 og nokkrar gryfjur sem höfðu skemmst í ölduróti voru lagfærðar sumarið 2009 með grjótvörn, sbr. mynd 8.



Mynd 7. Innsti hluti sandgryfja meðfram vatnsborði á austurströnd Háslóns. Myndin var tekin 13. september 2009 þegar lónið var enn fullt. Ljósmynd. Emil Þór Sigurðsson.



Mynd 8. Rofvörn á strönd Háslóns.

Fokgirðingar hafa verið settar upp á rösklega 4 km af strandlengju í Kringilsárrana (mynd 9). Síðan hefur reglulega verið fylgst með áfoki og ágangi á ströndina og árangri aðgerða, og gerðar

nauðsynlegar úrbætur. Frá og með 2013 var vöktun strandar endurskoðuð, sem felst í að taka ljósmyndir af strönd Háslóns, meta áfok, bæði útbreiðslu og þykkt (10).



Mynd 9. Fokgirðingar í Kringilsárrana. Ljósmynd Emil Þór Sigurðsson, 13. september 2009.

Ef áfokið er lítið ætti staðargróður að geta lokað því. Ef svo er ekki, þarf að grípa til aðgerða. Þær gætu falist í að fjarlægja áfoksefnin eða styrkja þann gróður sem fyrir er til að taka við áfoki. Tilraunir hafa verið gerðar með styrkingu gróðurs með áburðargjöf og einnig beitt hefðbundnum uppgræðsluferðum á lítt grónu landi. Síðarnefndu aðgerðirnar hófust árið 2009 og 2015 hafði uppgræðslan náð til 700 ha lands austan Háslóns.

Í samantektinni hér að neðan er að hluta byggt á greinargerð um stöðu rofvarna frá 2010 (7) en jafnframt gefið stutt yfirlit um hvernig ofangreind skilyrði hafa verið uppfyllt.

a) Stjórnun vatnsborðs:

Á vorin er snjó og ís hefur leyst úr lónstæðinu verður að jafnaði nokkuð langt í að lónið fyllist, sem áætlað er að verði að jafnaði í ágústmánuði annað hvert ár.

Til að minnka þann tíma sem strönd Háslóns er á þurru hefur verið ákveðið að geyma varavatsforða Landsvirkjunar í Háslóni, en hann var áður geymdur í Þórisvatni. Þá mun Háslón fá forgang varðandi vatnssöfnun ár hvert, þegar séð er að öll lón Landsvirkjunar munu fyllast.

b) Áfoksvarnir:

Þær áfoksvarnir sem nú hafa verið settar upp eru fullnægjandi miðað við útreikninga Verkfræðistofunnar Vatnaskila á því hversu mikils áfoks megja vænta í „hönnunarstormi“.

c) Stöðvun áfoksgeira, gróðurvernd og uppgræðsla:

Landgræðslan og Landbúnaðarháskóli Íslands hafa staðið að umfangsmiklum tilraunum varðandi uppgræðslu og áburðargjöf til styrkingar gróðurs. Þá hafa stór svæði við Háslón verið grædd upp í samvinnu við Landgræðsluna.

d) Sívirkir eftirlit:

Sívirkt eftirlit er m.a. fólgið í að taka ljósmyndir af ströndinni og að fylgjast með virkni mótvægisáðgerðanna. Það gerir kleift að grípa til viðeigandi ráðstafana gegn áfoki og rofi þegar þörf krefur.

Landsvirkjun hefur unnið að gerð og þróun mótvægisáðgerða og margvíslegum tilraunum til að uppfylla þessi skilyrði síðan 2003 og unnið að mótvægisáðgerðum frá árinu 2005. Hefur þessi starfsemi verið umfangsmikil og fjölmargir sérfræðingar Landbúnaðarháskóla Íslands og Landgræðslu ríkisins komið að þessu verki, auk annarra innlendra og erlendra sérfræðinga.

Líffræðilegar áðgerðir:

Meðal mótvægisáðgerða sem Landsvirkjun boðaði til að draga úr áhrifum af áfoki voru áðgerðir til að styrkja gróður á þeim svæðum sem líklegt er að mest mæði á og gera þar frekari rannsóknir til að undirbúa áðgerðir. Meðal áðgerða var boðað að styrkja gróður til að taka við áfoki og að sá melfræi í áfoksgeira. Í úrskurði Umhverfissráðherra (bls. 83) er kveðið á um að leita leiða „til að styrkja gróðurinn þannig að hann geti tekið við auknu áfoki“ en þó með þeirri takmörkun að „Það ber að varast að áburðargjöf sé of mikil þannig að grös verði yfirgnæfandi og annar gróður veikist. Því er mjög mikilvægt að rannsóknir á svæðinu ákvarði hvaða gerð og hversu mikið magn er notað.“

Rannsóknarstofnun landbúnaðarins í samvinnu við Landgræðslu ríkisins var falið að annast þennan þátt undirbúnings mögulegra mótvægisáðgerða. Niðurstöður þeirra rannsókna og tilrauna sem fólust í verkefninu hafa verið teknar saman (11).

Tilraunir og rannsóknir á þoli íslensks heiðargróðurs gegn áfoki hafa bæði verið gerðar við Blöndulón (12) og Háslón. Hin almenna ályktun af þessum rannsóknum er að gróður á þessum svæðum hafi lítið áfoksþol. Af þeim plöntutegundum sem vaxa í nágrenni Háslóns eru runnar og grös líklegust til að standast áfok, og áburðartilraunirnar beindust því einna helst að því að kanna hvort þeir hópar styrktust við áburðargjöf. Í samræmi við forskrift í úrskurðinum voru hóflegir áburðarskammtar notaðir. Grös juku þekju sína við áburðargjöf e.t.v. á kostnað víðitegunda, en ekki er ótvírætt að þarna séu tengsl. Hæð gróðurs almennt er einnig mikilvæg fyrir mótstöðu hans við áfoki. Hæðarvöxtur svaraði áburðargjöf mjög vel, en almennt dafnaði gróður vel í viðmiðunarreitum einnig, sem talið er tengjast hlýindum á tímabilinu og minnkandi beit.

Í skýrslunni eru niðurstöður áburðartilraunanna taldar vera „að jafnvel litlir áburðarskammtar breyttu gróðurfari svæðisins og eru jákvæð áhrif á gróðurhæð ekki nægjanleg til að réttlæta áburðargjöf á gróðurlendi við lónið.“

Tilraunir voru gerðar með plöntun víðistiklinga, og var sú aðferð talin koma til greina „í uppgræðslum eða á öðrum hálfgrónum svæðum, m.a. til að flýta gróðurframvindu sem minnkar efnisrennsli vegna áfoks frá lóninu.“

Í tilraunum með að nota melgresi til að stöðva áfoksgeira hefur m.a. komið í ljós að melgresi af sunnlenskum uppruna þrífst illa á þessum slóðum, en háfjallamelgresi sem sótt var í fjalllendi norðvestan Háslóns er duglegt að koma sér fyrir, en það vex hægt og enn fremur er mjög kostnaðarsamt að verða sér úti um umtalsvert magn af fræi á þessu svæði, m.a. vegna þess hve melgresið vex gisið (7) og auk þess vex það illa nema í áfoksgeirum og hentar því ekki í fyrirbyggjandi skyni.

Nákvæmlega er fylgst með áfoki úr lóninu frá ári til árs samkvæmt kerfi sem unnið var í samráði við Landgræðslu ríkisins. Megindrættir í því vöktunarkerfi er annars vegar ljósmyndun af vöktunarreitum sem staðsettir eru með GPS mælingu og hins vegar beinar mælingar á áfoki eftir svipuðu kerfi og beitt er við og ljósmyndatökuna. Í Kringilsárrana er auk þess fylgst með áfoki með aðstoð þriggja sjálfvirkra mæla. Nýja vöktunarkerfinu var fyrst beitt 2014 (13). Árlega er farið með ströndum Háslóns og metið hvort þörf er á áðgerðum gegn rofi. Starfsmaður

Fljótsdalsstöðvar hefur undanfarin þrjú haust gengið ströndina frá Kringilsá að Sauðárstíflu og skoðað svæðið m.t.t. áfoks (tekið myndir og skráð upplýsingar um ágang á ströndina). Niðurstaðan hefur verið sú að þar beri lítið á áfoki, en eitthvað er um rof þar sem aldan skellur á háum bökkum. Ekki hefur þótt ástæða til aðgerða. Um vöktun og aðgerðir í Kringilsárrana fer að verndaráætlun Umhverfisstofnunar fyrir Kringilsárrana.

3.4.2 Uppfok

Sá hluti rofins jarðvegs sem fýkur með yfirborðinu er nefndur áfok, en sá hluti sem fýkur upp í loftið og berst burtu með vindum er nefndur uppfok. Þegar uppfokið fellur til jarðar er það nefnt fallryk í þessari umfjöllun.

Ekki er gerð krafa um að Landsvirkjun stöðvi uppfok jarðvegs frá strönd Háslóns. Í greinargerð með stjórnslukæru Landsvirkjunar¹⁰ er eftirfarandi sett fram „*Rykbindingu er beitt sem neyðarvarnaraðgerð ef hætta er á að sandur byrji að fjúka í miklu magni og ef silt sem liggur á lónströndinni nær að brotna upp og hætta er á að verulegt mistur skapist*“ Um þessi áform segir í úrskurði Umhverfisstofnunar, dags. 20. desember 2001. „*Að áliti ráðuneytisins er þetta raunhæf mótvægisáðgerð fyrir afmörkuð svæði, t.d. vikur, þar sem fínefni safnast fyrir*“.

Landsvirkjun hefur í samráði við Landgræðsluna og erlenda sérfræðinga reynt ýmsar aðferðir til að binda fínefni. Aðaláhersla hefur verið á að leysa ýmis tæknileg atriði varðandi aðlögun tækjabúnaðar að verkefninu, og mörg bindiefni verið reynd sem útheimta mismunandi verklag. Bikþeyta (mynd 10) hefur reynst best til bindingar fínefna og efnið hefur verið samþykkt af Heilbrigðiseftirliti Austurlands.



Mynd 10. Bikþeyta að verki.

Mælingar á fallryki ($\text{g/m}^2/\text{mán}$) við Háslón og víðar á hálendinu og í byggð á Fljótsdalshéraði hafa farið fram síðan 2005. Búnaður og uppsetning mælitækja er í samræmi við norskan staðal um fallryksmælingar og var valin í samráði við Umhverfisstofnun (14). Söfnunarstöðunum er annars vegar dreift miðað við að geta rakið uppruna áfoksins og hins vegar til að kanna hvernig það kemur fram á láglandi á Héraði (mynd 11). Upphaflega voru mælarnir 12 en flestir voru þeir 18.

Samkvæmt reglugerð nr. 817/2002 um mörk fyrir fallryk úr andrúmslofti skal styrkur fallryks ekki vera yfir 10 g/m^2 miðað við mánaðar söfnunartíma. Hollustuvernd ríkisins setti fram eftirfarandi tillögur um loftgæðamörk fyrir fallryk.

<i>Ástand</i>	<i>Magn</i>
Óviðunandi	>10 g / m ²
Í lagi	5 - 10 g / m ²
Gott	< 5 g / m ²

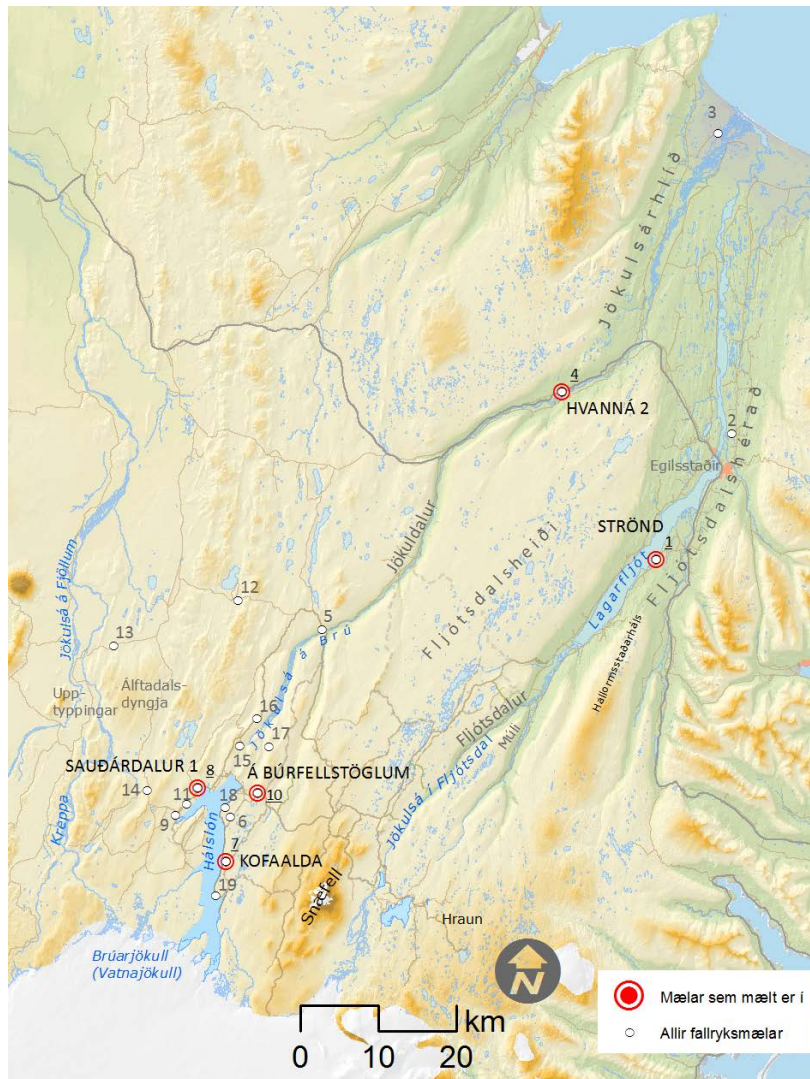
Af 548 mæliniðurstöðum (tímabil 2005-2016) hafa mæligildi þrisvar sinnum verið > 10 g/m² á mánuði og hafa í öllum tilvikum verið útskýrð með þáttum óviðkomandi uppfoki við Háslón. Af öllum mæligildum hafa 542 verið undir 5 g/m² á mánuði (mynd 12).

Meðal annars með hliðsjón af ofangreindum niðurstöðum var áherslum varðandi vöktun breytt sumarið 2014 og fallryksmælum fækkað í fimm (mynd 11). Í staðinn var ákveðið að meta uppfok ryks frá Háslóni með hjálp vefmyndavéla sem staðsettar eru við norðurenda Háslóns. Þessi aðferð gefur annars vegar mat á tíðni uppfoks og hins vegar styrk uppfoks þar sem uppfok er flokkað í fimm flokka (1-5) og vísar hækkandi tala til aukins uppfoks. Niðurstöður þessarar aðferðar má sjá í töflu hér að neðan fyrir árin 2013 til 2016. Sá styrkur sem hér er vísað til er ekki sambærilegur og sá sem vísað er til í fyrri töflu. Heldur er vísað í hvernig sést til tiltekinna kennileita.

<i>Ár/flokkur (klst.)</i>	<i>Fj. daga m/ uppfok</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>Samtals</i>
2013	21	130,7	12,35	3,2	0,2	0	146,5
2014	11	49,7	2,9	0,95	0	0	53,6
2015	1	4,25	1,75	0	0	0	6
2016	8	20,6	0,5	0	0	0	21,1
<i>Samtals</i>	<i>41</i>	<i>205,25</i>	<i>17,5</i>	<i>4,15</i>	<i>0,2</i>	<i>0</i>	<i>227,1</i>

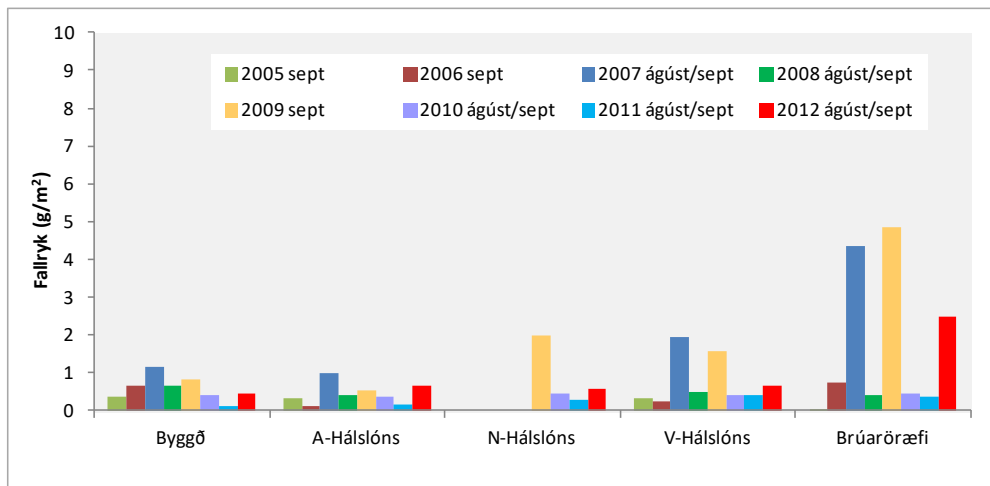
Fjöldi daga þar sem uppfok er metið á þennan hátt er breytilegur milli ára enda ræðast það af því hvenær ís fer af strandsvæðum að vori og hvenær Háslón fyllist að hausti, en aðallega ræðst það af veðurfari hve marga daga verður vart við uppfok á þessu tímabili. Skipting tímans sem uppfoks verður vart er skipt á uppfoksflokka eftir fjölda klukkustunda sem það varir af viðkomandi styrk.

Með hjálp gervitunglamynda er hægt að staðsetja upptakasvæði uppfoks hverju sinni, líkt og fram kemur á mynd 13.



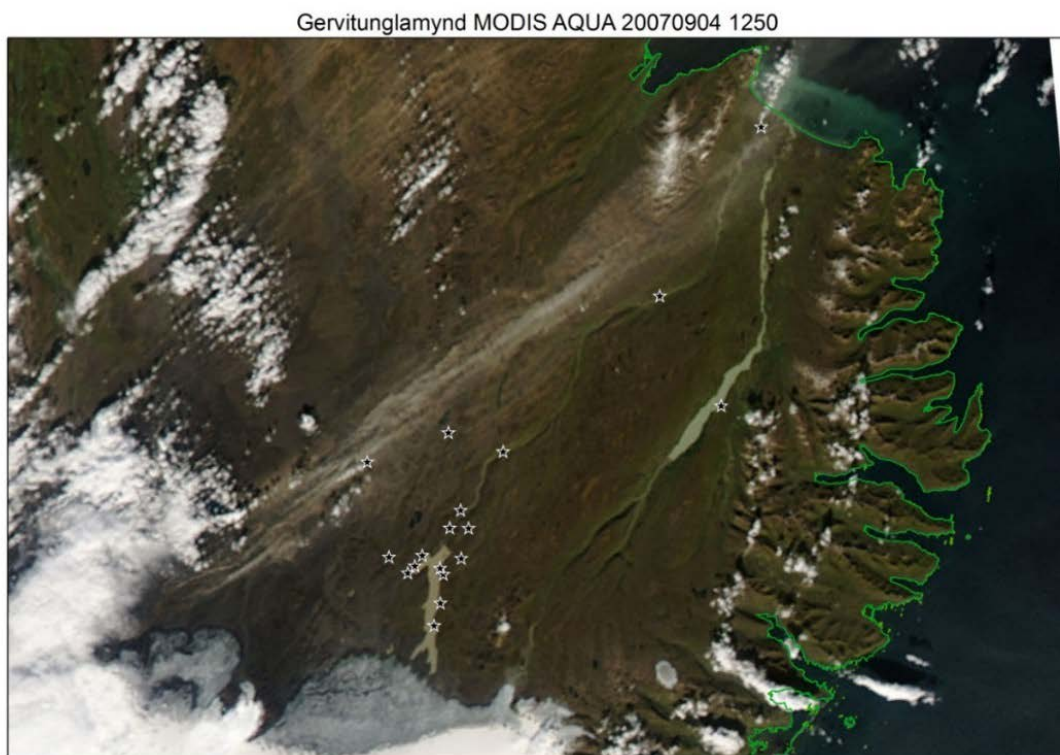
Mynd 11. Staðsetning mælistöðva fyrir fallryk. Rauður hringur er um þá mæla, sem hafa verið í rekstri síðan 2013.

Á mynd 12 er sýnishorn af mælingum frá ágúst/september 2005 til 2012 (15). Enn hefur fallryk (rykmistur) frá Hálslóni haldist neðarlega á því ástandsbili sem telst gott ($<5 \text{ g/m}^2$ yfir mánuðinn), en fari það yfir 10 g/m^2 telst það óviðunandi (14). Oft hefur orðið vart við uppfok frá aurum Jökulsár á Fjöllum, einkum á haustin (mynd 13 úr gervitungli).



Mynd 12. Niðurstöður fallryksmælinga í ágúst/september 2005-2012

Ekki hefur orðið vart við meiriháttar uppfok frá Háslóni, en sumarið 2012 varð vart við nokkuð staðbundið uppfok, en það sumar var lengi lágt í lóninu. Mjög lítið rykmistur mældist á mælistöðvum í byggð sumarið 2012 (mynd 12). Samanburður á myndum úr eftirlitsmyndavélum við Háslón og beinum mælingum benda til að þær gefi betri og hnitmiðaðri upplýsingar um uppfok, og eftirlitsmyndavélar hafa að mestu tekið við af fallryksmælingum við að fylgjast með uppfoki (16).



Mynd 13. Fokgeiri með upptök á aurum Jökulsár á Fjöllum (4. September 2007). Staðsetning fallgildra sýnd með stjörnum.

Helstu niðurstöður um aðgerðir sem varða 4. lið úrskurðar

Í skilyrði um **stjórnun vatnsborðs** í Háslóni felst að Landsvirkjun skal leitast við að fylla Háslón svo hratt sem auðið er og í því skyni var þrautavaramiðlun flutt frá Þórisvatni í Háslón, en það þýðir að aðeins við verstu rennisskilyrði má tæma Háslón.

Helstu aðgerðir sem varða uppsetningu **rof og áfoksvarna** felast annars vegar í skurði meðfram lóninu að austan og flogirðingum að vestan (í Kringilsárrana). Skurðirnir eru tæmdir og efninu ekið út í lónið þangað sem það á ekki afturkvæmt upp á ströndina. Landbroti á austurströndinni er lokað jafnóðum. Fylgst verður með rofi á strönd Kringilsárrana, en það er mun erfiðara að koma að tækjum þar til meiriháttar rofvarna og verður ekki gert nema brýna nauðsyn beri til.

Tilraunir voru gerðar til að styrkja gróður með áburðargjöf, en skv. úrskurði er það þeim annmörkum háð að aðgerðirnar mega ekki breyta gróðurfari umtalsvert, og niðurstaða sérfræðinga var að þessi markmið stönguðust á. Landsvirkjun hefur gert tilraunir með að „ryksuga“ upp áfok sem hefur borist inn á gróður og er það gerlegt. Tilraunir hafa verið gerðar með melgresi, en það dafnar ekki vel nema það sé undir áfoksálagi og hentar því ekki í fyrirbyggjandi skyni.

Starfsmenn Fljótsdalsstöðvar í samvinnu við Landgræðslu ríkisins **fylgjast með virkni aðgerða** og verður gripið til viðeigandi ráðstafana gerist þess þörf.

Fylgst hefur verið með uppfoki frá 2003 (4 árum fyrir fyllingu Háslóns) og aldrei orðið vart við umtalsvert áfok sem rekja má til strandar lónsins. Það er fínasta efnið sem myndar uppfok og það dreifist auðveldlega yfir stór svæði og í ljósi reynslunnar til þessa er því talið mjög ólíklegt að það geti haft neikvæð varanleg áhrif á gróðurfar, jafnvel við verstu skilyrði.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Eftir að Háslón fylltist í fimmta sinn 2011, óskaði Landvirkjun eftir því að Umhverfisstofnun og Landgræðslan gerðu úttekt á ofangreindum vörnum gegn rofi og áfoki, og kom ekkert í ljós sem breytti ofangreindu mati (bréf dags. 6. febrúar 2012). Í bréfinu kom enn fremur fram það mat Umhverfisstofnunar að „umrætt skilyrði er í eðli sínu þannig að það krefst áframhaldandi vinnu og að um er að ræða langtímaverkefni sem framkvæmdaaðili þarf að sinna til framtíðar.“

Við þetta er litlu að bæta. Ekkert í líkingu við hönnunarstorm (storm með 50-100 ára endurkomutíma) hefur enn sýnt sig og því hefur ekki reynt fyllilega á varnirnar. Einu sinni var áfokið þó það mikið að það barst inn á gróður austan varnanna og gekk vel að hreinsa það upp.

Nákvæmlega er fylgst með áfoki úr lóninu frá ári til árs samkvæmt kerfi sem unnið var í samráði við Landgræðslu ríkisins.

3.5 Framkvæmdir auki ekki á jarðvegsrof utan Háslóns (5. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal tryggja, að umfang og eðli rofs og annarrar röskunar gróðurs á áhrifasvæði virkjunarinnar utan Háslóns verði ekki meira með tilkomu hennar, að teknu tilliti til mótvægisáðgerða, en það er áður en framkvæmdir hefjast. Í samræmi við það skal framkvæmdaraðili vinna áætlun um aðgerðir, svo sem uppgræðslu- og landbótaáðgerðir á áhrifasvæði virkjunarinnar utan Háslóns, og viðmiðunarmörk fyrir rof og þá röskun sem áhrif framkvæmdarinnar miðast við.

Í greinargerð Landsvirkjunar með stjórnsýslukæru kemur fram að sérstakar nefndir hafi verið skipaðar af sveitarstjórn Norður Héraðs og Landsvirkjunar sem unnið hafa að tillögum að uppgræðslu. Þær aðgerðir sem lagðar voru til eru eftirfarandi:

- a) Uppgræðsla um 20 km² af aurum Jökulsár á Dal í Jökulsárhlíð og Hróarstungu.
- b) Uppgræðsla áreyra í Jökulsá á Dal milli Hvannár og Hjarðarhaga (1-2 km²).
- c) Uppgræðsla áreyra neðan Hnitasporðs (um 2 km²).
- d) Stöðvun gróðureyðingar ofan við samfelldan gróður í dölum og daladrögum á Vesturöræfum og á Brúardölum.

Í umfjöllun Umhverfissráðuneytisins um þetta skilyrði í úrskurði segir:

Ráðuneytið telur mikilvægt að bæta eins og kostur er fyrir það gróðurlendi sem fer undir Háslón. Ráðuneytið tekur undir með framkvæmdaraðila um að fyrirtækið komi að aðgerðum í landbótum til að vega á móti áhrifum Háslóns á gróður og vistgerðir og í því sambandi ber að leggja áherslu á að græða upp rofjaðra, moldir og mela ofan við samfelldan gróður í dölum og daldrögum á Vesturöræfum og Brúardölum.

Með bréfi 3. maí 2002 fór Landsvirkjun fram á að sveitarstjórn Norður Héraðs¹³ skipaði mann í þriggja manna ráðgjafanefnd með Landsvirkjun og Landgræðslunni til að móta tillögur um framkvæmd ofangreindra verkefna. Bréfinu fylgdu drög að starfslýsingu. Þessi nefnd var síðan skipuð í tengslum við heildarsamkomulag milli Norður Héraðs og Landsvirkjunar um ýmis mál sem tengjast Kárahnjúkavirkjun. Í því samkomulagi fólst m.a. ákvörðun um framlag til uppgræðslu- og landbótaverkefna.

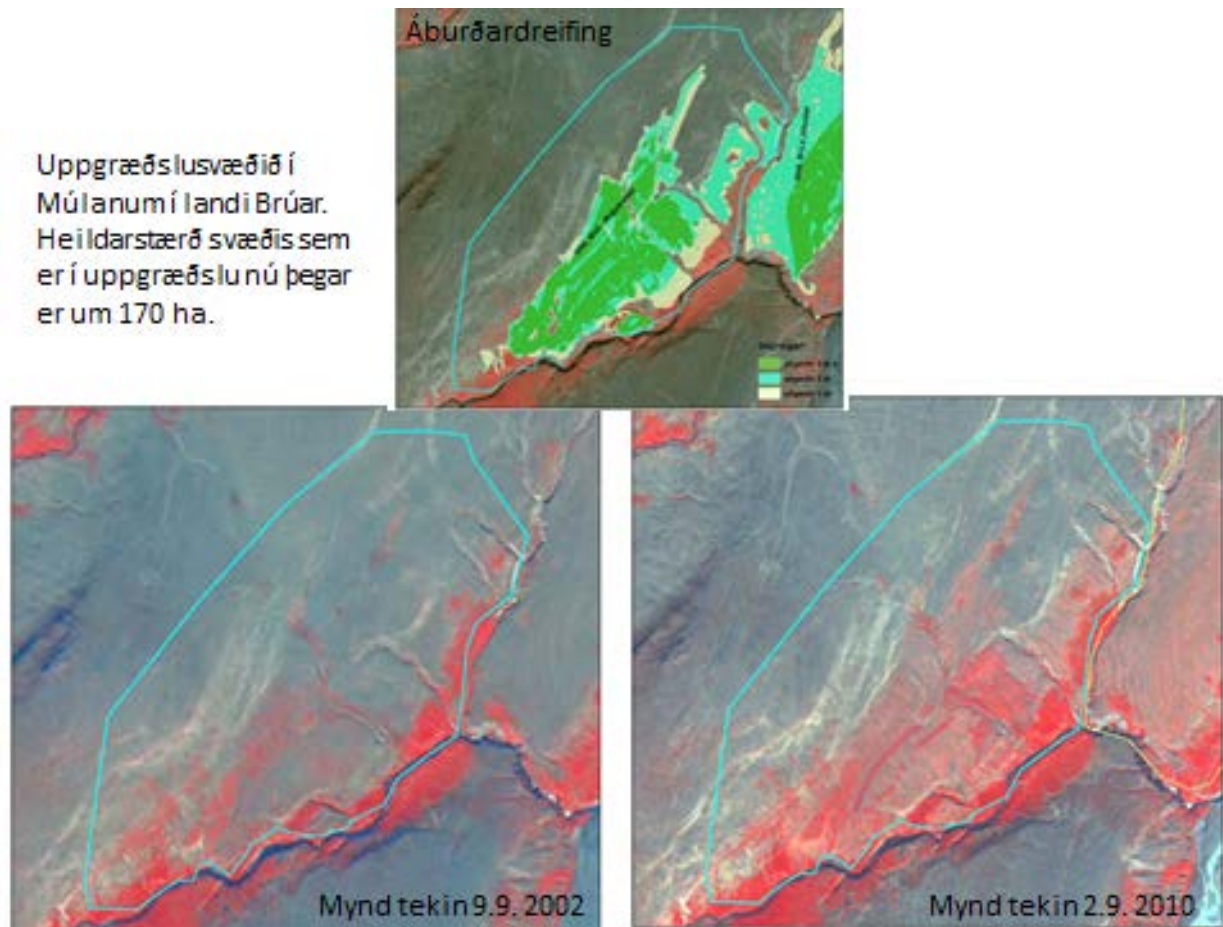
Til þess að annast þessi uppgræðslu- og landbótaverkefni hefur Norður Hérað stofnað sjóð; **Landbótasjóður Norður Héraðs**. Framlag til hans er umsamið framlag Landsvirkjunar að viðbættum öðrum framlögum sem honum kann að áskotnast auk vaxta af óráðstöfuðu fé sjóðsins. Landsvirkjun lagði fram stofnfé til sjóðsins á árunum 2003 og 2004 og síðan árlegt framlag sem lýkur árið 2017, að nafnvirði samtals 200 Mkr. Stjórn sjóðsins skal skipuð þremur mönnum og þremur til vara, skipuðum af sveitarstjórn til fjögurra ára í senn. Með sjóðsstjórn starfar sú þriggja manna ráðgjafanefnd sem skipuð var í samræmi við áður nefndan samning Norður Héraðs og Landsvirkjunar. *Mun ráðgjafanefndin vinna landgræðsluáætlun til lengri tíma fyrir sjóðsstjórn en auk þess leggja árlega fram tillögur að verkáætlun hvers komandi árs ásamt rökstuddri kostnaðaráætlun. Ráðgjafanefndin mun auk þess í lok hvers árs gera sjóðsstjórninni grein fyrir framgangi verkefna og hvort markmiðum sjóðsins hefur verið náð.*

Aðgerðir eru annars vegar samkvæmt árlegum áætlunum sjóðsins og hins vegar styrkir til bænda vegna aðgerða á þeirra lendum, en þær aðgerðir eru minniháttar miðað við þær fyrrnefndu. Aðgerðirnar felast í dreifingu áburðar og grasfræs, og hafa staðið frá 2003.

¹³ Norður Hérað er nú hluti af sveitarfélaginu Fljótsdalshérað, sem hefur yfirtekið skuldbindingar þess.

Árið 2016 hafði verið unnið að uppgræðslu á vegum þessa sjóðs á um 6.000 ha lands (um 60 km²), þar af tæplega 4.900 ha á heiðum. Á áreyrum um 560 ha og á einstaka jörðum tæplega 600 ha. Svæðin fá áburð árlega þar til gróður er kominn vel á veg og eftir það örvun á nokkurra ára fresti. Í flestum tilvikum nægir áburðargjöf en ógróin svæði fá einnig fræ. Árangur aðgerða er almennt góður og kemur mjög skýrt fram á gervitunglamyndum, sbr. mynd 14. Árið 2007 hófst uppgræðsla á áreyrum Jöklu á Héraði. Reynslan af því hvar vatnar yfir aurana þegar yfirfallsvatn verður sem mest og vegna ísaruðnings mun takmarka uppgræðslu á aurum Jöklu miðað við upphafleg áform.

Landbótasjóður gerir árlega grein fyrir aðgerðum liðins árs og kostnaði við þær ásamt áætlun fyrir komandi ár, sbr.¹⁴



Mynd 14. Efsta myndin gefur til kynna hve oft hefur verið borið á einstök svæði. Samanburður gervitunglamynda frá því áður en uppgræðsla hófst í Múla í landi Brúar 2003/04 og myndar sem tekin var haustið 2010 sýnir vel árangur uppgræðslunnar með rauðri slikju, en því sterkari sem rauði liturinn er því kröftugari gróður. Myndina gerði Guðrún Schmidt, starfsmaður Landgræðslunnar á Austurlandi. (Úr frétt á vef Landgræðslunnar 26. apríl 2011).

¹⁴ Landbótasjóður Norður Héraðs. Áfangaskýrsla 2016. Egilsstaðir, janúar 2017. Í greinargerðinni eru kort sem sýna þau svæði sem uppgræðslan hefur náð til og þar má einnig lesa „sögu“ aðgerða á hverju þeirra, auk fjölmargra ljósmynda.



Mynd 15. Mynd frá uppgræðslusvæði í Múla (sjá mynd 14) tekin 2015. Ljósm. Rúnar Ingi Hjartarson.

Í texta þeim sem fylgir skilyrði umhverfisráðuneytisins er eingöngu fjallað um Háslón, en Landsvirkjun hefur gert ráðstafanir til að bæta einnig fyrir tap gróðurlenda vegna Ufsar- og Kelduárlóns og rasks sem hlýst af framkvæmdum við Jökulsár- og Hraunaveitu. Í tengslum við það varð að samkomulagi að **Sveitarstjórn Fljótsdalshrepps** stofni hliðstæðan sjóð og N-Hérað; **Landbótasjóður Fljótsdalshrepps**. Þessi sjóður er mun minni en sá fyrrnefndi, að nafnvirð 45 Mkr lagðar fram á árunum 2003-2005. Landbótasjóður Fljótsdalshrepps starfar á svipuðum forsendum og Landbótasjóður Norður Héraðs, en styrkir þó fyrst og fremst uppgræðslu og aðgerðir gegn rofi á heimalöndum bænda í hreppnum. Úthlutun úr sjóðnum hófst 2007 og höfðu aðgerðir á hans vegum náð til um 400 ha árið 2014.

Til viðbótar ofantaldri uppgræðslu í samstarfi Landsvirkjunar og landbótasjóðanna er uppgræðsla hafin á um 750 ha í nágrenni Háslóns á vegum Landsvirkjunar¹⁵ og tengjast þessar aðgerðir fyrirheiti um að styrkja gróður á svæðum þar sem talið var að mikið gæti mætt á (sjá kafla 3.4.1; líffræðilegar aðgerðir). Þessu til viðbótar er uppgræðsla á röskuðum svæðum vegna framkvæmda á Hraunum, alls um 150 ha. Landgræðslan hefur séð um þessar aðgerðir fyrir Landsvirkjun. Samstarf við Landgræðsluna felst að öðru leyti í að afla upplýsinga, grunnkortlagningu og að halda gagnagrunn um framkvæmd allra verkefna.

Helstu niðurstöður um aðgerðir sem varða 5. lið úrskurðar

Landsvirkjun hefur í samstarfi við heimamenn myndað það sem kallað er landbótasjóði til að standa að uppgræðslu lands í stað þess sem hefur farið undir lón og ætla má að verði fyrir meiri ágangi en ella vegna rýrnunar beitolands. Á vegum þessara sjóða hafa um 5.000 ha (50 km²) á heiðum uppi verið teknir til uppgræðslu og um 500 ha á aurum Jökulsár á Dal niður á láglendi, auk 900 ha á heimalöndum bænda. Landsvirkjun hefur fyrir sitt leyti að auki grætt upp um 750 ha austan Háslóns og um 150 ha á Hraunum. Verkefni sjóðanna er ekki lokið.

Mat Umverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

¹⁵ Landgræðsla ríkisins 2015. *Gróðurstyrkingar við Háslón og á Hraunum, Fljótsdalsheiði*. Lr 2015/20; LV-2015-11.

Dæmi um uppgræðsluáðgerðir á vegum Landbótasjóðs Norður Héraðs

Efni þessa kafla er byggður á upplýsingum frá héraðsfulltrúa Landgræðslunnar á Austurlandi, Rúnari Inga Hjartarsyni.

Jökuldalsheiði:

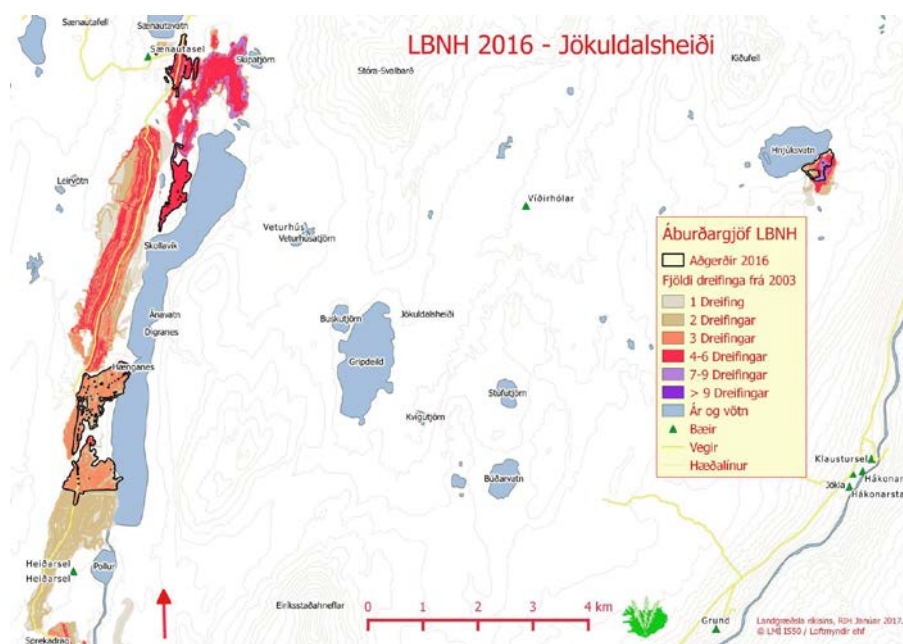
Hér verður tekið dæmi af uppgræðslu á Grunnavatnsöldu austan Ánavatns.



Mynd 16. Grunnavatnsalda við Ánavatn 2010, en þar hefur uppgræðsla staðið yfir frá 2003. Í suðri sér á Brúaráraura og minni Hrafnkelsdals og enn fjær Snæfell, Hálslón og Brúarjökul. Ljósmynd, Skarphéðinn Þórisson, september 2010.

Aðgerðir:

Áburði er dreift á uppgræðslusvæði margsinnis og þau eru því misgróin eftir því hvenær var hafist handa og hversu oft hefur verið borið á, sá kort og yfirlit yfir aðgerðir á grunnavatnsöldu á næstu síðu. Athugið að ljósmyndin og kortið snúa ekki eins; á ljósmyndinni er bakgrunnur (upp) í suðri, en á kortinu er norður eðlilega upp.



Mynd 17. Grunnavatnsalda (Mynd úr Áfangaskýrslu Landbótasjóðs Norður Héraðs 2016).



Mynd 18. Mynd frá sumrinu 2015 Ljósm. Rúnar Ingi Hjartarson.



Mynd 19. Mynd frá haustinu 2013. Ljósm. Rúnar Ingi Hjartarson.

Myndirnar eru frá mismunandi svæðum á Grunnavatnsöldu. Svæðið sem sýnt er vinstra megin á efri myndinni var nýlega tekið til uppgræðslu en á þeirri neðri hafði hún staðið yfir í mörg ár. Þekja og framvinda gróðurs telst vera með ágætum, en það er einmitt megin markmið uppgræðslunnar að hjálpa náttúrulegri framvindu af stað.

Aurar Jökulsár á Dal á Úthéraði

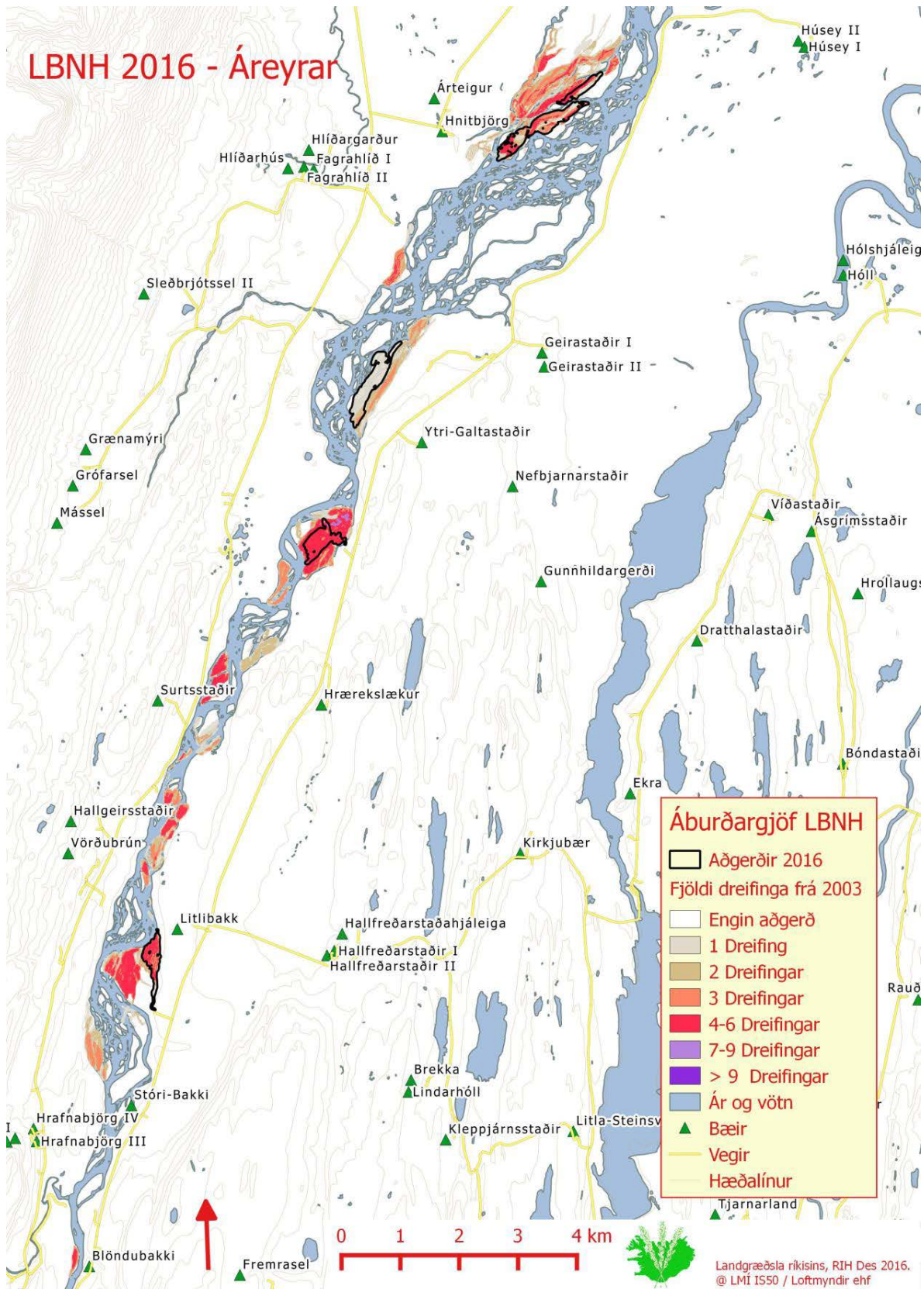
Galtastaðaeyrar:

Fyrir virkjun rann Jökulsá á Dal í breiðum farvegi sem myndaður var af hárennsli jökulbráðar yfir sumarið. Eftir virkjun hefur bæði dregið úr sumarhárennsli og framburði árinna, sem m.a. styrkir farvegsmyndun og dregur úr rofi, eins og sjá má á meðfylgjandi ljósmynd af Galtastaðaeysrum (sjá kort af áreyrum Jöklu í Jökulsárhlið).



Mynd 20. Galtastaðaeyrar síðsumars 2007 eftir að byrjað var að safna í Háslón og gamli farvegur Jökulsár á Dal að mestu á þurru (rennsli við Hjarðarhaga um 130 m³/s). Ljósmynd Emil Þór Sigurðsson 27.8.2007.

Eftirfarandi ljósmyndir sem allar eru frá Galtastaðaeysri utan við Ytri Galtastaði (sjá kort á næstu síðu) sýna árangur og framvindu gróðurs eftir að uppgræðsluaðgerðir hófust. Sumar aðgerðir voru gerðar af fullmikilli bjartsýni á frið fyrir flóðum, en það hefur sýnt sig að í einstaka árum getur áin náð býsna miklu rennsli í leysingum og eftir að Háslón er komið á yfirfall, allt að 600 rúmmetrum á sekúndu. Fyrsta myndin sýnir eyrina í flóði eftir að sáð hafði verið í hana. Næsta mynd er af sömu eyri frá austurbakka til norðvesturs í átt að Smjörfjöllum; hæsti hluti eyrinnar. Þá koma myndir sem annars vegar sýna jaðrana nærri núverandi farvegi árinna þar sem mest mæðir á og síðasta myndin gefur til kynna að náttúruleg framvinda er hafin í kjölfar uppgræðsluaðgerðanna.



Mynd 21. Áreyrar Jöklu í Jökulsárhlið. (Mynd úr Áfangaskýrslu Landbótasjóðs Norður Héraðs 2016).



Mynd 22. Sama eyri 16.08.2012 og er í forgrunni á yfirlitsmynd um Galtastaðaeyrar og fyrir miðju á kortinu. Þennan dag var yfirfallsrennsli frá Háslóni um 550 m³/s og á þessum slóðum líklega nærri 600 m³/s. Utarlega á eyrinni þar sem flæddi þetta sumar var sáð melgresi en innar á eyrinni þar sem hún er hærri beringspunti. Ljósmynd Finnur Freyr Magnússon.



Mynd 23. Yfirlitsmynd yfir eyrina á fyrri mynd tekin úr flugvél. Ljósmynd Rúnar Ingi Hjartarson.



Mynd 24. Melgresi á ysta hluta eyrarinnar dafnar þökkalega. Jaðrar sáningarinnar hafa átt undir högg að sækja vegna flóða og líklega einnig vegna sand- og jakaburðar að vetrinum og einnig kann langvarandi há vatnsstaða að standa því fyrir þrifum. Reynt hefur verið að styrkja jaðarinn með endurtekinni áburðargjöf, en megin hluti sáningarinnar stendur fyrir sínu. Ljósmynd Rúnar Ingi Hjartarson.



Mynd 25. Beringspuntsáningar eru á góðri leið með svarðmyndun fyrir náttúrulegan gróður og það svæði sem sést á þessari mynd fær ekki lengur áburð. Jaðarsvæðin liggja hins vegar undir talsverðu áfoki upp úr farveginum og er sá hluti styrktur reglulega með áburðargjöf, en þrátt fyrir ágjöf er náttúruleg framvinda þar einnig í gangi. Ljósmynd Rúnar Ingi Hjartarson.

3.6 Viðbragðs og aðgerðaráætlun við neyðarástandi (6. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal gera viðbragðs- og aðgerðaáætlun við neyðarástandi.

Í áætluninni skal gera grein fyrir eftirfarandi atriðum:

- a) Helstu neyðaraðstæðum sem upp kunna að koma.*
- b) Svæði, mannfjöldi og verðmæti sem geta verið í hættu við slíkar aðstæður.*
- c) Aðgerðir til að bregðast við slíkum aðstæðum.*
- d) Aðgerðir til að vara við, vernda, stýra, rýma eða annars sem talið er nauðsynlegt til að vernda líf og verðmæti.*

Gert var áhættumat mannvirkja Kárahnjúkavirkjunar, sem fyrst var útgefið 2001, en síðar endurskoðað vegna nýrrar þekkingar á jarðfræði svæðisins árið 2006 (17). Samhliða áhættumatinu var unnin skýrsla um möguleg flóð vegna rofs stífla Kárahnjúkavirkjunar, sem einnig var endurskoðað árið 2006 (18).

Atburðir þeir sem taldir eru geta ógnað öryggi stíflumannvirkja eru taldir ólíklegir og að enginn einn atburður geti haft þau áhrif, heldur þurfi að koma til röð ólíklegra atburða sem allir hafa langan aðdraganda. Kæmi til flóðs vegna t.d. stíflurofs er gert ráð fyrir löngum aðdraganda og því að áhætta fólks á svæðinu metin óveruleg, eða 1:100.000 (þ.e. að ekki eru líkur á að slíkur atburður verði oftari en einu sinni á eitthundrað þúsund ára fresti).

Í áhættumatinu koma fram upplýsingar um alla þá þætti sem krafist er að gerð sé grein fyrir. Í kjölfar áhættumatsins kom út skýrsla um viðbragðsáætlun Landsvirkjunar (19) og einnig ritaðar og uppfærðar ýmsar leiðbeiningar, viðbragðsáætlanir og gátlistar sem lúta að forvörnum, svo sem er varða stíflueftirlit og vöktun boða frá stíflum Háslóns. Skjöl þessi eru vistuð í gæðakerfi Landsvirkjunar.

Áhættumatið var kynnt Almannaþingardeild ríkislögreglustjóra (AVD) og íbúum svæðisins. Viðbragðsáætlanir voru unnar af AVD og er vistaðar á vef almannaþingarinnar (www.almannavarnir.is). Viðbragðsáætlun vegna stíflurofs við Háslón, Útgáfa 1,0 - 12.09.2009 og Viðbragðsáætlun vegna stíflurofs við Hraunaveitu, Útgáfa 1.0 - 11.01.2012.

Neyðarstjórn Landsvirkjunar fundar reglulega og er æðsta stjórn í vá og stýrir viðbrögðum ásamt vettvangsstjórnunum. Forgangsverkefni er að koma í veg fyrir manntjón, tjón á mannvirkjum, umhverfi og skerðingu á orkuvinnslu. Æfing viðbragðsáætlunar Landsvirkjunar vegna stíflurofs Kárahnjúkastíflu, með þátttöku neyðarstjórnar og starfsmanna Landsvirkjunar, Almannaþingarinnar, AVD og íbúa svæðisins var haldin vorið 2007. Starfsfólk Landsvirkjunar, neyðarstjórn og samstarfsaðilar æfa reglulega viðbrögð við vá.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

3.7 Breytingar á efnistöku og frágangur (7. liður úrskurðar)

Ekki er fallist á fyrirhugað efnisnám í Hvannstóðsfjöllum. Framkvæmdaraðili skal tilgreina annan mögulegan efnistökuastað t.d. í Lambafellstagli. Áður en framkvæmdir hefjast skal framkvæmdaraðili í samráði við Náttúruvernd ríkisins vinna nákvæma áætlun um námur, haugsvæði og vega- og slóðagerð og með hliðsjón af þeim breytingum sem felast í þessum úrskurði leitast við að lágmarka enn frekar umhverfisáhrif framkvæmdanna. Í áætluninni skal gerð grein fyrir staðsetningu, umfangi, fyrirkomulagi, nýtingu og frágangi efnistökuastaða og haugsvæða og allra vega og vegslóða. Efnistöku- og notkunarstaðir og magn efnis skal tilgreint.

Mest allt efni í Kárahnjúkastífu var tekið innan lónstæðis. Efni í grjótvörn var tekið í Lambafellstöglum í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra. Í aðrar stíflur var efni tekið innan lónsstæða. Fyrir efnisnámi og haugsetningu er gerð nánari grein í skýrslum, sem unnar voru í samvinnu við Umhverfisstofnun, annars vegar vegna fyrri áfanga virkjunarinnar (20) og hins vegar fyrir framkvæmdir vegna Fljótsdals- og Hraunaveitu (21) (22) (23). Umhverfisstofnun tilnefndi tengilið og eftirlitsmann, en undir hann eru borin öll frávik frá upphaflegum áætlunum um efnistöku og frágang.

Þegar framkvæmdum lauk var gengið frá raski á öllum athafnasvæðum virkjunarinnar, og hér að neðan eru nokkur dæmi, en annars eru nánari upplýsingar í skýrslu um fráganginn (24).

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

Búðasvæði

Vinnubúðir í Glúmsstaðadal:

Áður en svæðið var mótað voru allar steiptar undirstöður sem og allar lagnir fjarlægðar.



(11.07.2006)



(19.07.2010)

Mynd 26. Vinnubúðir á flötum við Glúmsstaðadalsá og frágangur vinnubúðasvæðis.

Vinnubúðir við Öxará á Fljótsdalsheiði:

Í efri myndaröðinni má sjá efri mörk búðasvæðisins og óhreyfðs lands ofan vinnubúða. Áður en frágangur hófst voru steiptar undirstöður og allar lagnir fjarlægðar. Við frágang þessa svæðis var reynt að móta svæðið að mestu leyti með því efni sem fyrir var í malarpúðum undir vinnubúðum. Við frágang búðasvæðisins var lögð áhersla á að fylgja eins og kostur væri hæð og lögun lands utan þess og grasfræi sáð í röskuð svæði. Hér hefði mátt flytja meiri jarðveg að búðasvæði til að auðvelda landnám grenndargróðurs.



(10.05.2007)



(06.08.2010)

Neðri myndaröðin sýnir neðri hluta sömu vinnubúða. Aðkomuvegur var færður ofar á búðasvæðið, á stallinn fyrir miðri mynd. Með því að færa veginn var unnt að koma meira umframefni fyrir neðan vegar auk þess sem auðveldara var að fella búðasvæðið betur að óröskuðu landi utan þess.



(09.05.2007)



(06.08.2010)

Mynd 27. Frágangur eftir vinnubúðir við Öxará á Fljótsdalsheiði

Haugsvæði:

Haugsvæði við aðgöng III í Glúmsstaðadal. Hálsinn milli Glúmsstaðadals og Þuríðarstaðadals hallar þarna aflíðandi til norðurs og austurs og var ógróinn á þessum stað. Form á yfirborði eru eftir jarðýtu. Vatnsrásir og lækjarfarvegir einkenna vesturhliðar dalsins. Við frágang haugsvæðis var lögð áhersla á að móta vesturhliðar haugsins þannig að hann gæti með tímanum orðið sem líkastur óröskuðum hliðum dalsins. Mótaðar voru rásir í hauginn og þær tengdar gömlum farvegum neðan haugsvæðis. Moldarkenndu efni úr skeringu ofan gangnamunna var ekið á haugsvæðið og því jafnað yfir frambrún þess. Ekki var dreift jarðvegi yfir miðbik haugsvæðis bæði vegna þess að mold var að skornum skammti og á hálsinum næst haugsvæðinu er lítill gróður.



(05.11.2008)



(18.07.2009)



(25.07.2010)



(20.08.2010)



Mynd 28. Frágangur efnis sem mokað var út úr aðrennslisgöngum í Glúmsstaðadal

Gangnamunni:

Fyrsta myndin sýnir Glúmsstaðadal fyrir framkvæmdir. Gula spjalðið til vinstri á myndinni sýnir fyrirhugaða staðsetningu gangnamunna fyrir aðkomugöng III. Næsta mynd sýnir færiband sem flutti efni úr jarðgöngunum á haugsvæði. Þriðja myndin sýnir athafnasvæði verktaka við gangnamunna. Hluti plans þar var steypdur til að bera þung tæki eins og jarðgangaborinn. Steyptar plötur voru fjarðlægðar sem og hluti plans í og við farveg Glúmsstaðadalsár.

Efni var mokað ofan af lífrænum jarðvegi að þeim stað þar sem talið var að brekkurætur hafi verið áður en framkvæmdir hófust. Efni úr plani var að hluta til notað til að móta flatari brekku ofan við planið. Gerður var farvegur fyrir úrrennsli úr göngum um mitt svæðið og það grætt upp.



(29.06.2003)



(07.10.2004)



(10. 2005)



(17.08.2010)

Mynd 29. Dæmi um frágang á vinnubúða og haugsvæði við aðgöng III í Glúmsstaðadal

Dæmi um minniháttar framkvæmdir og frágang

Loftunarholur:

Við borun holanna þurfti að gera plan fyrir bor auk þess sem koma þurfti fyrir forsteyptum brunni yfir hverju loftunarröri. Reynt var að koma efni úr plönnum og uppgreftri fyrir við hvert loftunarrör, móta það, ganga frá yfirborði og haga uppgræðslu þannig að rörin væru lítið áberandi. Dæmi um frágang þar sem efni var lagt að loftunaropi og þar sem listaverki var komið fyrir á loftunaropinu.



Mynd 30. Gerð og frágangur loftunarhola yfir aðrennslisgöngum virkjunar.

Vegir og borplön:

Dæla þurfti vatni úr aðrennslisgöngum á byggingatíma og veita því til Glúmsstaðadalsár. Dælu var komið fyrir nærri bakka árinnar ásamt hreinsibúnaði.



(10.05.2007)



(10.05.2007)



(13.07.2008)



(05.08.2010)

Mynd 31. Frágangur vegslóða og athafnasvæðis fyrir dælingu vatns úr aðrennslisgöngum á byggingatíma

3.8 Lækkun klapparhafts við Lagarfoss (8. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal lækka klapparhaftið ofan Lagarfljótsvirkjunar um 1 m áður en rekstur virkjunarinnar hefst. Framkvæmdaraðili skal hafa samráð við Náttúruvernd ríkisins og skipulagsyfirvöld um framkvæmdina. Verði ekki ráðist í síðari áfanga virkjunarinnar innan 10 ára frá lokum fyrri áfanga skal framkvæmdaraðili rýmka farveg Lagarfljóts við Straum.

Markmið með því að fjarlægja klapparhaftið er að greiða auknu rennsli í Lagarfljóti leið um mannvirki Lagarfossvirkjunar, svo að af þeim hljótist ekki hækkun vatnsborðs ofan Lagarfoss umfram það sem leyfi er fyrir vegna reksturs Lagarfossvirkjunar.

Með samningi frá 12. janúar 2007 tóku Rafmagnsveitur ríkisins að sér að fjarlægja klapparhaftið á kostnað Landsvirkjunar, og skyldi því lokið vorið 2007 eða áður en Kárahnjúkavirkjun tæki til starfa, og var það gert.



Mynd 32. Unnið við að fjarlægja (lækka) Klapparhaft ofan við lokur við inntak Lagarfossvirkjunar.

Ljós. Fjölur Sigurðsson.

Mat Umverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

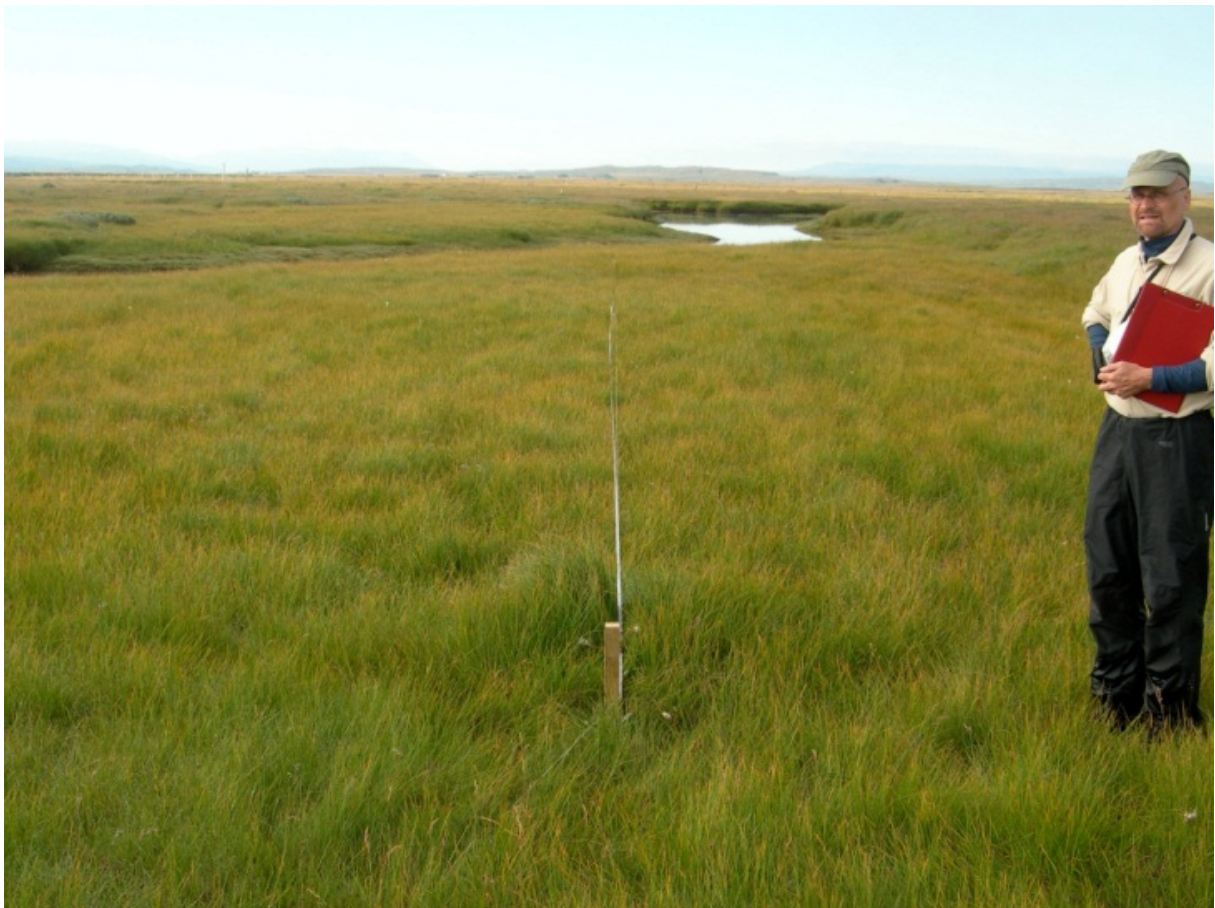
3.9 Vöktun fuglastofna á Héraði (9. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands standa fyrir vöktun á völdum fuglastofnum við Lagarfljót, á Úthéraði og á Héraðssandi á fyrstu 10 árum á starfstíma virkjunarinnar til að staðreyna að áhrif breytinga á vatnafari á lífríki sé innan þeirra marka sem gert er ráð fyrir í matsskýrslu.

Meginforsendur fyrir hugsanlegum áhrifum á fuglastofna á Héraði eru annars vegar að skúmsvarpi verði ekki lengur sú vörn gegn afræningjum sem vatnsflaumur Jökulsár á Dal veitti, og hinsvegar að breytingar á rennsli fljótanna komi fram í breytingum á grunnvatnshæð sem aftur hafi áhrif á gróður. Enn fremur var talin hætta á að við aukið vetrarrennsli gæti orðið aukið bakkarof á viðkvæmum stöðum neðan við Lagarfossvirkjun.

Gróður

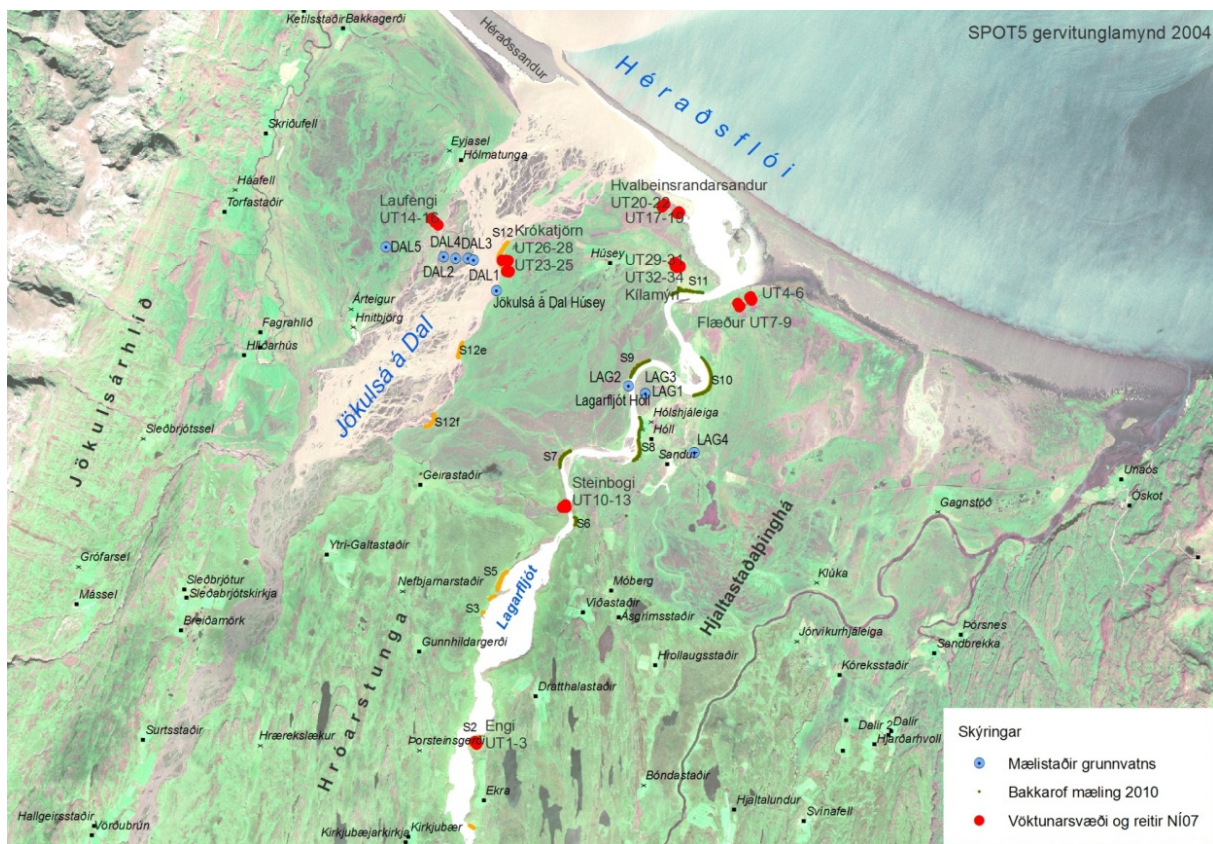
Í matsskýrslu er lagt til að fylgst verði með gróðurframvindu við aura Jökulsár á Dal, á strandsvæðum Héraðsflóa, á láglendisvæðum með Lagarfljóti og bökkum og eyrum frá Lagarfossi að ósum við Héraðsflóa. Enn fremur á eyrum og algrónu landi með farvegi Jökulsár í Fljótsdal yst á Fljótsdal. Á meðan á framkvæmdum stóð voru settir út gróðurreitir á Úthéraði, en fyrir voru gróðurreitir yst á Fljótsdal. Fylgst er árlega með þeim og lagt mat á hvort augljósar breytingar hafi orðið á gróðurfari. Auk þess er beitarálag metið og grunnvatnsstaða tekin.



Mynd 33. Gróðurreitir við Kílamýri í landi Húseyjar þar sem grunnvatnsstaða hafði hækkað nokkuð.

Ljós. Sigurður H. Magnússon.

Í úttekt sem gerð var á líklegum áhrifum vatnsborðsbreytinga á gróður og landbrot við Lagarfljót utan við Lagarfoss var talið að ekki væri að vænta verulegra breytinga sem rekja mætti til Kárahnjúkavirkjunar (25). Landbrot væri nú þegar talsvert þar sem Lagarfljót bugðast um láglendið neðan við Steinboga. Meginástæða þessa er að virkjun muni ekki valda svo miklum breytingum á algengu hárennsli í fljótinu, en það er umfram allt hárennsli sem mótar farveg vatnsfalla. Fljótið mun þó oftara vera í hárri stöðu en áður og leggja við mun hærri vatnsstöðu en var fyrir virkjun, en það gæti breytt fyrrnefndum forsendum. Mælisnið voru sett út á þessu svæði til að fylgjast með breytingum á farveginum (mynd 34) og afleiddum gróðurbreytingum (mynd 33). Meðalvatnshæð í fljótinu við Hól hækkaði nokkuð þegar virkjunin tók til starfa (2008) og því mátti búast við að það blotnaði í láglendustu gróðurlendunum á Úthéraði. Síðar hefur komið í ljós að færsla óssins til norðurs virtist einnig hafa haft sömu áhrif sem marka má af lækkun vatnsborðs þegar ósinn var aftur færður í fyrra horf (kaflar 4.1 og 4.5).



Mynd 34. Mælistaðir á Úthéraði. Grunnvatns- og vatnsborðsmælistaðir (bláir punktar), staðsetning gróðurreita (rauðir punktar) og snið við fljótin þar sem fylgst er með landbroti. Gulu strikin sýna snið þar sem staða bakka var tekin út 2006 og grænu strikin snið þar sem að auki er fylgst reglulega með landbroti.

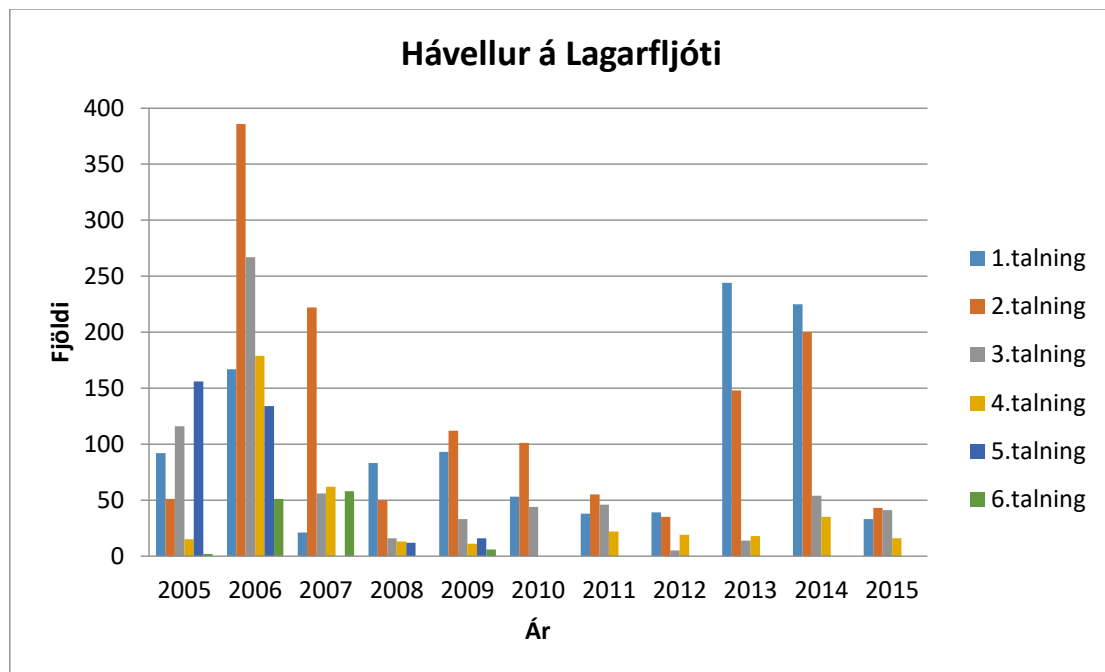
Fuglar

Á meðan á framkvæmdum við Kárahnjúkavirkjun stóð, fóru fram rannsóknir á fuglalífi við Lagarfljót (2004-2008). Árlega var fylgst með skúm, vatnafuglum á Lagarfljóti og mófuglum. Að öðru leyti var frekari upplýsinga aðallega aflað um fellistöðvar grágæsa. Niðurstöður rannsókna hafa ekki verið birtar í heild, en á þeim hefur verið byggt þegar tekin var ákvörðun um tíðni vöktunar og til að meta niðurstöður hennar, sbr. mynd 36 og 39.



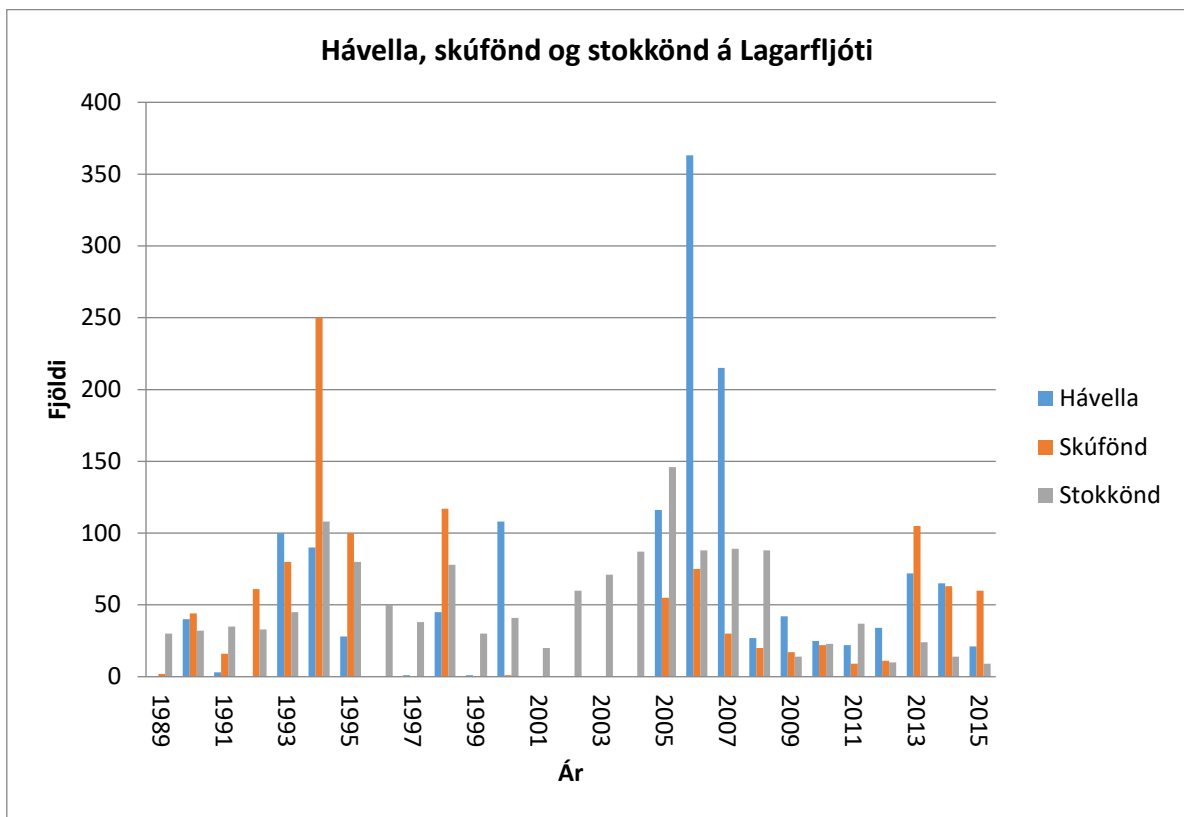
Mynd 35. Hávellur á sandgryfju við Háslón. Ljósmynd. Halldór W. Stefánsson.

Margar af þeim breytingum sem úrskurðurinn höfðar til koma líklega að takmörkuðu, ef nokkru, leyti fram innan 10 ára frá gangsetningu virkjunar. Forsendur þess að breytingar á grunnvatni leiði til breytinga á gróðurfari er að þær nái jarðvatnsins. Fátt bendir til að svo verði nema á láglendustu svæðunum. Til að meta afleiddar breytingar á fuglalífi var mælt með talningum á sniðum meðfram fljótinu á láglendi og vöktun á 5-10 ára fresti eftir að virkjun hefur tekið til starfa, háð gróðurbreytingum. Mælt var með því að fylgst yrði með lómi, grágæs, skúm og hávellu. Óvissa var um að hve miklu leyti lómur sem verpti á svæðinu leitaði fæðu í Lagarfljóti eða í sjónum. Í ljós kom að lómurinn leitaði fæðu fyrst og fremst í sjónum, og þótti því ekki ástæða til að vakta hann. Á tímabilinu 2005 til 2014 hefur viðvera hávellu verið nokkuð breytileg á Lagarfljóti (mynd 36).



Mynd 36. Fjöldi hávellu á Lagarfljóti 2005 til 2015.

Lítið er vitað um ástand stofnsins hér við land, t.d. hvort dreifing hafi breyst með einhverjum hætti (26). Breytileikinn milli ára og einkum fjöldi hennar 2013 og '14 miðað við önnur ár eftir virkjun draga athyglina frá skilyrðum í fljótinu sjálfu, svo sem auknu gruggi, sem hafi rýrt fæðuskilyrði kafanda í fljótinu. Áfram verður fylgst með hávelli árlega um sinn. Fljótinu er skipt í fjögur talningarsvæði og var í upphafi talið 6 sinnum á sumri. Þeim fækkaði mjög í talningunum síðsumars og var talningarferðum fækkað í samræmi við það. Á móti hefur verið aukið við könnun á nálægum vötnum og uppi á Fljótsdalsheiði. Miðað við stakar athuganir frá um 1990 virðist mega álykta að fjöldi hávelli á fljótinu hafi verið óvenju mikill á árunum 2005-2007 (mynd 37). Fjöldi skúfanda virðist einnig vera nokkuð breytilegur og svipað má segja um stökkönd, en til að varpa frekara ljósi á almennan breytileika í fjölda og dreifingu vatnafugla á Héraði var unnið úr gögnum frá Náttúrustofu Austurlands 2012 um ofangreindar tegundir og hafa þær verið teknar með í vöktun síðan þá.



Mynd 37. Þróun þriggja andategunda sem hafa verið algengar á Lagarfljóti 1989-2015.

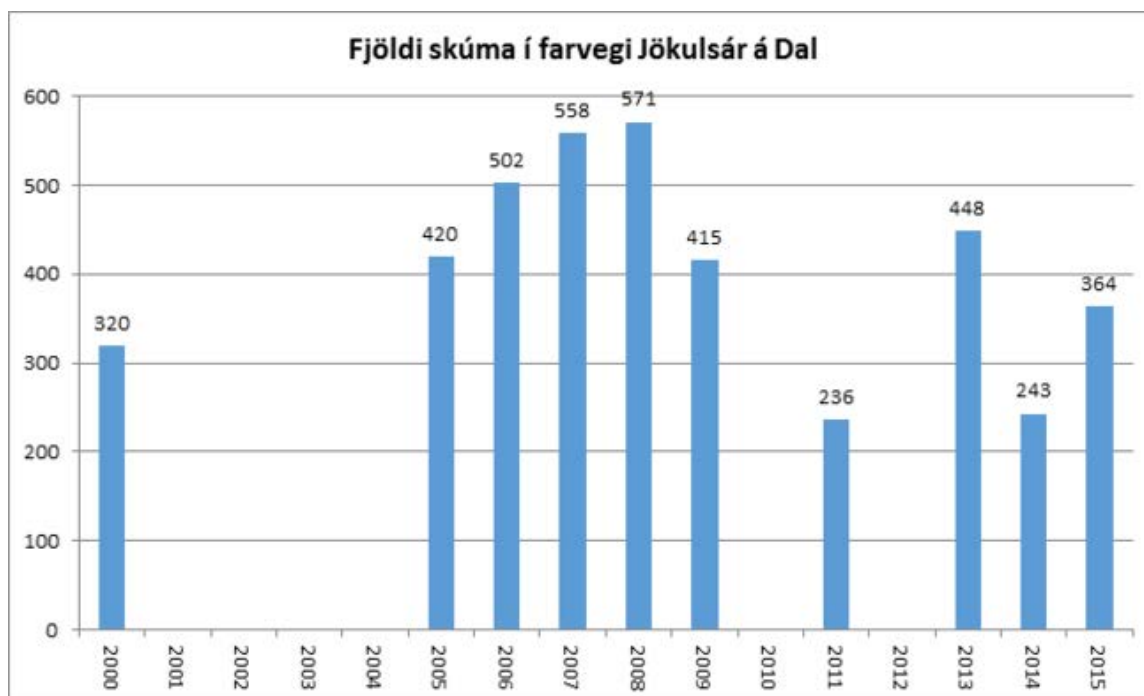
Mófuglar og grágæsir voru einnig nefndir, en þær tegundir eru ekki líklegar til að verða fyrir beinum áhrifum nema í tengslum við almennar gróðurfarsbreytingar, sem ef til koma munu aðeins koma fram á löngum tíma. Sérstök úttekt á grágæsum var gerð 2005 og endurtekin 2013. Að auki voru til gögn sem Náttúrustofa Austurlands hafði safnað. Samantekt allra gagna sem fyrir lágu leiddu til þeirrar niðurstöðu að þróun í dreifingu grágæsa bendi til að vatnaflutningar hafi haft takmörkuð áhrif og að ekki sé tilefni til að fylgjast með grágæs sem lið í vöktun vegna virkjunarinnar (27).

Reglubundnar talningar á skúmi hafa verið bundnar við aura Jökulsár á Dal, enda voru helstu rökin fyrir þörf á vöktun, að eftir að svo mjög minnki rennsli árinna verði varpið viðkvæmara fyrir afráni refa. Einnig hefur verið litið eftir skúmi á öllu Úthéraði, en ekki þó með eins reglubundnum hætti.



Mynd 38. Skúmur. Ljósmynd. Halldór W. Stefánsson.

Niðurstöður talninga á skúm 2005 til 2015 (25) benda ekki til verulegra áhrifa á skúm hingað til og er þá miðað við að búast megi við þriðjungs breytileika á milli ára (mynd 39).



Mynd 39. Niðurstöður vöktunar á skúm á Úthéraði 2005-2015.

Fyrir vöktun 2014 var ákveðið að bæta athugun á fuglum við Jökulsá á Dal, sem hefur breyst úr einni af gruggugustu jökulánum í það að vera tær bergvatnsá meginíð af sumrinu. Gert er ráð fyrir að ákvörðun um breytingar í vöktun hávelli og skúms taki nokkurt mið af því hvernig fuglalíf þróast við Jökulsá á Dal og á Héraði í heild.

Grunnvatn og gróður

Landsvirkjun hefur frá 2001 látið mæla grunnvatnsborð í nokkrum sniðum út frá Jökulsá í Fljótsdal og við Lagarfljót og Jökulsá á Dal á Úthéraði (28). Niðurstöður eru nokkuð skýrar, að grunnvatnsborð á flatlendi út frá ánum er stýrt af vatnsborði ána, nema á vorin þegar leysingar hafa mest áhrif á grunnvatnsborð. Úrkoman hefur lítil áhrif til hækkunar umfram það, fyrr en komið er upp í brekkurætur (nánari umfjöllun er í [kafla 4.5](#)).

Þær breytingar sem Kárahnjúkavirkjun veldur á vatnsstöðu í Lagarfljóti ofan Lagarfoss eru taldar óverulegar umfram þær sem Lagarfossvirkjun hefur valdið undanfarna þrjá áratugi. Talið var að aðallega um tveggja til þriggja mánaða skeið yfir veturinn og aftur síðsumars mætti almennt gera ráð fyrir að vatnsborð verði hærra í Lagarfljóti vegna Kárahnjúkavirkjunar en ella hefði verið (29). Á árunum 1976-2014 hefur verið fylgst með gróðurbreytingum og landbroti á u.þ.b. 10 ára fresti á föstum mælistöðvum á láglendi við fljótið ofan Lagarfoss og fyrir botni Lagarfljóts á vegum Rafmagnsveitna ríkisins [Orkusögunnar]. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur annast þær (30). Samanteknar niðurstöður frá þessu tímabili ofan Lagarfoss eru nokkuð eindregnar, að flestar gróðurbreytingar megi skýra með því að land hafi blotnað vegna stýringar á vatnshæð ofan Lagarfossvirkjunar, en á hinn bóginn hafi einnig orðið verulegar breytingar í kjölfar minnkandi sauðfjárbætur. Frá því að Kárahnjúkavirkjun tók til starfa hefur land þornað á neðstu svæðunum ofan Lagarfoss vegna ráðstafana til að létta stýringu vatns um og framhjá Lagarfossvirkjun, sbr. lækun klapparhafts (kafla 3.8). Ofar má merkja áhrif frá Kárahnjúkavirkjun til hækkunar vatnsborðs, en veðurfar hefur umtalsverð áhrif. Þannig var t.d. vatnsstaða á tímabilinu 1995-2004 um 20 cm lægri en á fyrra tímabil rannsóknanna (1976-2003). Úttekt á gróðurreitum neðan Lagarfoss verður endurtekin á árunum 2017-2018, og á grundvelli niðurstaða úr þeim og grunnvatnsbreytinga verður tekin ákvörðun um framhald.



Mynd 40. Úttekt á gróðri í gróðurreit í grennd við uppþornaðan farveg Geirastaðakvíslar á áhrifasvæði Jökulsár á Dal. Ljósmynd. Sigurður H. Magnússon.

Helstu niðurstöður um aðgerðir sem varða 9. lið úrskurðar og tengd skilyrði

Við skilyrði umverfisráðherra um vöktun fuglastofna við Lagarfljót hefur Landsvirkjun tengt vöktun á gróðri og grunnvatni við Jökulsá á Dal og Lagarfljót utan Lagarfoss, en þar hefur virkjun valdið hækkun grunnvatns við Lagarfljót en lækkun við Jökulsá á Dal. Vöktun fuglastofna hefur verið útfærð í samvinnu við Náttúrufræðistofnun Íslands, og framkvæmd af Náttúrustofu Austurlands.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Þegar þetta álit var gefið var skammt liðið frá gangsetningu virkjunar. Um þessar mundir er áratugur liðinn og fyrir dyrum stendur að kanna hugsanlegar breytingar á gróðurfari á þessum svæðum. Landsvirkjun gerir ráð fyrir að mjög verði dregið úr gróðurvöktun í kjölfar endurtekinnar úttekta. Vöktun stendur enn yfir á fuglalífi við Lagarfljót, og bætt var við athugunarstöðum við vötn á Fljótsdalsheiði 2011. Fyrir nokkrum árum var ákveðið að kanna fuglalíf við Jökulsá á Dal sem hefur breyst úr korguðu jökulfljóti í bergvatnsá lungann úr árinu.

Í megin dráttum er ekki auðvelt að greina hugsanlegar breytingar vegna virkjunar frá almennum breytileika í fjölda fugla innan vöktunarsvæðis við Lagarfljót. Þessi vöktun mun halda áfram um nokkurra ára skeið, líklega a.m.k. þar til skýr mynd hefur fengist af fuglalífi við breytta Jökulsá, en sá hængur er á að ekki eru á góðum grunni að byggja til að átta sig á hvaða breytingar hafa orðið við Jökulsá á Dal hin síðari ár.



Mynd 41. Rofbakki innan við bæinn Hól í Hjaltastaðapinghá. Á þessum slóðum er allt í senn fylgst með grunnvatni, framvindu gróðurs og rofi (sjá mynd 34). Ljósm. Árni J. Óðinsson.

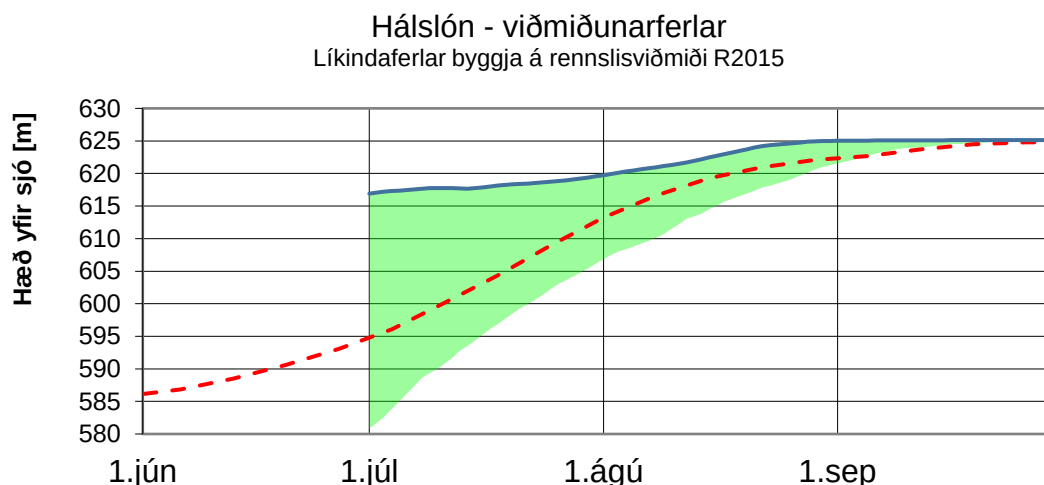
3.10 Stýring rennslis þegar miðlunarlón eru full (10. skilyrði úrskurðar)

Framkvæmdaraðili nýti yfirfallsvatn á skipulegan hátt á ferðamannatíma og leitist við að ná meðalrennslí í farveg Jökulsár í Fljótsdal og Kelduár í júlí og ágúst í góðum vatnsárum. Í lakari vatnsárum skal framkvæmdaraðili leggja áherslu á að hafa rennslí á ferðamannatíma í farvegi Jökulsár í Fljótsdal og síðan í Kelduá eftir því sem yfirfallsvatn dugar til.

Markmið þessa skilyrðis er að ferðamenn geti sem oftast notið fossa í Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá. Landsvirkjun mun hleypa vatni úr viðkomandi ám í sína fyrri farvegi í samræmi við stöðu miðlana. Er í því samhengi miðað við þrjú tilvik:

1. **Yfirgnæfandi líkur á fyllingu.** Jafn skjótt og yfirgnæfandi líkur eru talda á því að Háslón fyllist án þess að vatni sé veitt frá Jökulsárveitu er lokað fyrir veituna og öllu innrennslí í Ufsarlón veitt niður farveg Jökulsár í Fljótsdal og öllu innrennslí Kelduárlóns veitt niður farveg Kelduár þegar Kelduárlón hefur fyllst. Taldar er yfirgnæfandi líkur á fyllingu þegar lónstaða hefur náð yfir bláðregna línu á myndinni neðst á síðunni.
2. **Meira en 50% líkur á fyllingu.** Þegar líkur á fyllingu eru farnar að aukast er vatni hleypt niður farveg Jökulsár í Fljótsdal í samráði við ferðamenn og fyrirtæki í ferðaþjónustu. Er lengd framhjárennslitíma og rennslí ákveðin miðað við líkur á fyllingu, rennslishætti og þarfir. Ekki er hægt að veita Kelduá í sinn náttúrulega farveg nema að Kelduárlón sé fullt. Taldar eru meira en 50% líkur á fyllingu þegar lónstaða hefur náð inn á grænskyggt svæði á meðfylgjandi mynd, þar sem rauða brotalínan er söguleg meðaltalslína.
3. **Ótrygg fylling.** Þegar lónstaða er mjög lág og fylling Háslóns ótrygg er almennt ekki hægt að verða við beiðnum um veitingu vatns úr Ufsarlóni niður farveg Jökulsár í Fljótsdal né Kelduár í sinn upprunalega farveg. Fylling er talin ótrygg þegar lónstaða er neðan grænskyggs svæðis á meðfylgjandi mynd.

Sú stýring sem sett hefur verið fram er í beinu samhengi við góð/lök vatnsár þrátt fyrir að hún miðist við lónhæð. Í góðum vatnsárum er vatnsstaða há og lónstaða flokkast til tilviks 1 eða 2. Í lökum vatnsárum er lónstaða lág og flokkast til tilviks 2 eða 3. Óháð líkindum á fyllingu Háslóns og óskum ferðamann er nær tryggt að vatn renni um farveg Jökulsár í Fljótsdal á hverju sumri. Á þetta við um þau tímabil þegar innrennslí í Ufsarlón er meira en flutningsgeta Jökulsárveitu (60-80 m³/s). Þeir ferlar sem settir eru fram á myndinni miðast við mat Landsvirkjun á innrennslí frá 2015 byggt á gögnum frá 1958 til 2010. Er miðað við að vinnsla stöðvarinnar sé að jafnaði 575 MW á tímabilinu sem var til skoðunar.



Mynd 42. Viðmiðun um þá vatnsstöðu í Háslóni sem þarf til að íhuga að hleypa vatni á fossa í Kelduá og Jökulsá í Fljótsdal. Yfirgnæfandi líkur eru þegar vatnsborð hefur náð stöðu bláu línunnar. Þegar vatnsborð er innan græna svæðisins er heimilt að hleypa vatni framhjá virkjun við sérstök tækifæri.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin. Það mat byggði á aðferðafræði (líkani) sem Landsvirkjun hafði sett fram til þess að stjórna framhjárennsli. Síðan er talsverð reynsla komin á framkvæmdina og ný viðmið hafa verið sett fram.

Myndir af nokkrum af fjölmörgum fossum í Fljótsdal sem skerðast vegna Jökulsárveitu (veitu úr Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá)

Megin markmið með þeirri **stýringu rennslis** sem lýst er hér að framan er að endurvekja fossana í Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá eins oft og lengi og hægt er ár hvert án þess að stefna rekstraröryggi Fljótsdalsstöðvar í hættu. Hér eru dæmi af fjölmörgum fossum í þessum ám, sjá nánar í ítarlegu yfirliti sem Landsvirkjun lét gera. (31)

Fossar í Fljótsdal



Mynd 43. Ófæruselsfoss efri hæð 10-12 m, Ragnheiður Ólafsdóttir 29.7.2002



Mynd 44. Hrakstrandafoss hæð 10-12 m, Ragnheiður Ólafsdóttir 29.7.2002



Mynd 45. Kirkjufoss hæð 30-40 m, Sigurgeir Sigurjónsson 1991

Fossar í Kelduá



Mynd 46. Stigafoss / Stóralækjarsfossar, Gerður Jensdóttir 22. júlí 2008



Mynd 47. Stokkfoss, Gerður Jensdóttir 22. júlí 2008



Mynd 48. Stórfoss í Kelduá og Hundafoss í Ytri-Sauðá, Gerður Jensdóttir 22. júlí 2008



Mynd 49. Stórfoss, Gerður Jensdóttir 22. júlí 2008

3.11 Rannsóknir á sethjöllum í lónsstæði Háslóns (11. skilyrði úrskurðar)

Áður en fyllt verður í Háslón skal framkvæmdaraðili í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands ljúka rannsóknum á þeim setlögum sem mynduðust í fornu jökullóni sunnan Kárahnjúka. Framkvæmdaraðili skal jafnframt láta rannsaka og kortleggja öskulög í jarðvegi sem hverfa munu í Háslón beggja vegna Jökulsár sunnan Kárahnjúka og á Fljótsdalsheiði. Niðurstöður rannsókna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.

Í tengslum við mat á umhverfisáhrifum voru teknar saman tvær skýrslur um sethjallana. Þar komu fram tilgátur um þróun setfyllunnar sunnan Kárahnjúka, en mörgum spurningum var ósvarað. Í samræmi við úrskurðinn samdi Náttúrufræðistofnun Íslands tillögur að frekari rannsóknum til að varpa ljósi á myndun þeirra og rofsögu. Þegar sú saga lægi fyrir þarf að tengja hana við jarðlagasnið í Dimmugljúfrum. Þessa þróunarsögu skal tímasetja með hjálp öskulagrannsókna.

Samningur var gerður við Almennu verkfræðistofuna hf. (nú hluti af Verkís hf) um stjórn rannsókna, en að þeim koma einnig sérfræðingar frá Íslenskum orkurannsóknum (ÍSÖR) og Raunvísindastofnun Háskólans (RHÍ).



Mynd 50. Séð inn eftir árdal Jöklu. Ljósmynd, Landsvirkjun

Elsta setið í dalfyllunni er frá jökulhörfuninni í Ísaldarlok. Þar er um að ræða jökulárset og jökullónsset.

Fyrir um 7.500 árum eða jafnvel fyrr hófst jarðvegsmyndun á jökulárumum í dalnum sem stóð yfir sleitulaust þar til fyrir um 2.500 árum, en þá höfðu jöklar vaxið svo að jökulá rann að nýju í dalnum og huldi jarðveginn með mól. Gjóskulög í farvegum við Dimmugljúfur benda til þess að gljúfrin hafi ekki grafist inn fyrir Fremri Kárahnjúk fyrr en skömmu eftir landnám (32).

Ekki varð eining í höfundahópnum um túlkun atburðarrásar á þessu seinasta stigi tæmingar lónsins og sett eru fram tvö líkön sem skýra atburðarás hvort frá sínu sjóarhorni.



Mynd 51. Hver sethjallur ber vitni um vatnsstöðu í stöðuvatninu innan Kárahnjúka á því tímabili sem það var að tæmast. Ljósmynd, Landsvirkjun

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Það byggðist á því að allri gagnaöflun var lokið samkvæmt skilyrðinu, þótt skýrslu hafi ekki verið skilað, en hún leit dagsins ljós 2015.

Þegar leið á úrvinnslu og skýrslugerð var ljóst að sérfræðingar voru ekki á eitt sáttir um túlkun atburðarrásar við tæmingu lóns. Landsvirkjun taldi ekki rétt að hafa afskipti af þeirri framvindu þótt skil á skýrslu dregðust úr hömlu, og að lokum voru sett fram tvö líkön um líklega atburðarrás við myndun gljúfranna.

Landsvirkjun telur að með útgáfu skýrslunnar hafi skilyrðið verið uppfyllt.

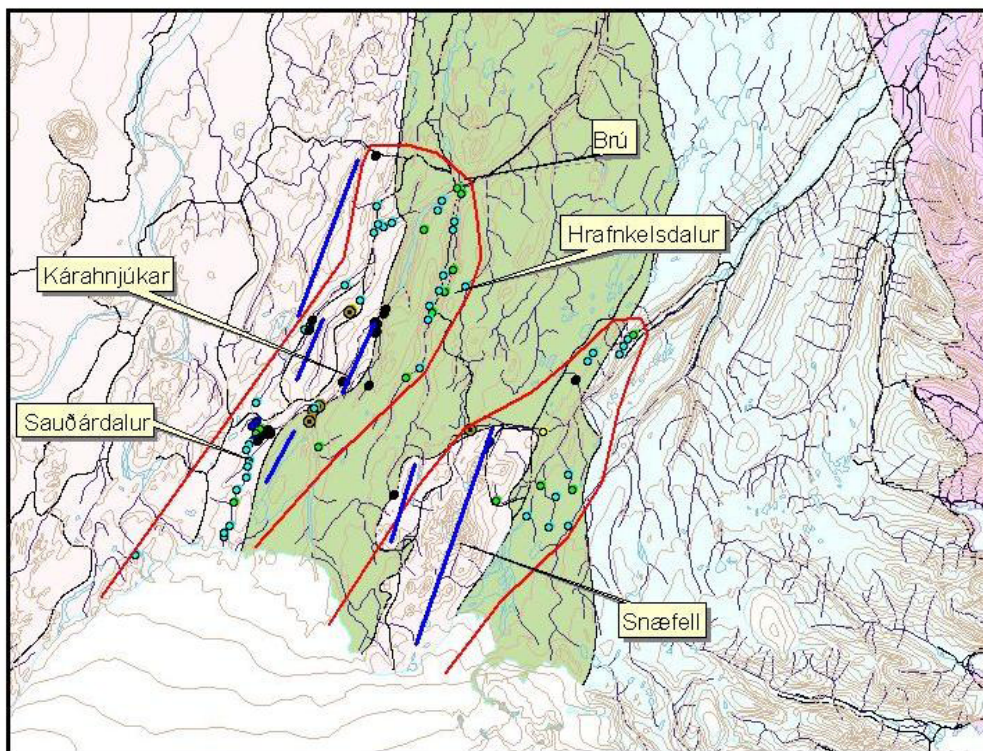
3.12 Rannsóknir á jarðhita (12. skilyrði úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands sjá til þess að jarðhitasvæðið við Sauðárfoss ásamt hrúðurbreiðunum verði rannsakað. Niðurstöður rannsókna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Hálslón.

Náttúrufræðistofnun lagði til eftirfarandi hátt á jarðhitarannsóknunum:

- Jarðhitastaðir skuli kortlagðir, og augu og lindasvæði staðsett með GPS.
- Lýsing staða og ljósmyndun.
- Hitastig, rennsli og sýni af útfellingum til efnagreininga.
- Sýni af jarðhitavökva verði efnagreind.

Rannsóknirnar voru gerðar af reyndum sérfræðingum Íslenskra orkurannsókna (33). Þær eru mjög ítarlegar, og tengdust rannsóknum á sprungum og sprungukerfum sem fram koma í Dimmugljúfrum og á hluta gangaleiðar. Í skýrslunni er hver og volgra skilgreind sem jarðhitastaður. Jarðhitastaðir sem greinilega eru tengdir, þ.e. raða sér eftir sprungu eða eru á afmörkuðum línunum og stutt á milli, eru teknar saman í jarðhitaþyrpingu. Rennsli var mælt eða áætlað eftir atvikum. Svæðið sem jarðhitinn kemur upp á er um 40 km langt og nær niður fyrir Brú á Jökuldal (mynd 52). Í skýrslunni er fjöldi ljósmynda.



Mynd 52. Dreifing jarðhita norðan Vatnajökuls.

Allmargir jarðhitastaðir voru þekktir, og enn fleiri komu í ljós við þessa rannsókn. Þekktasti jarðhitastaðurinn er við Laugarvelli í samnefndum dal þar sem hiti er um 70 °C, og annar nafntogaður jarðhitastaður eru Lindur í Hálsi. Hverahrúður við Sauðárfoss er einnig nokkuð áberandi. Algengasti hiti er á bilinu 10-20 °C. Það kom á óvart hve mikið vatn er á ferðinni, líklega allt að 1.000 l/s. Jarðhitinn kemur nær undantekningarlaust upp um sprungur, sem talið er að tengist sprungukerfi því sem liggur frá Kverkfjöllum til norðausturs. Efnagreiningar voru gerðar á vatni í úrtaki jarðhitastaða.

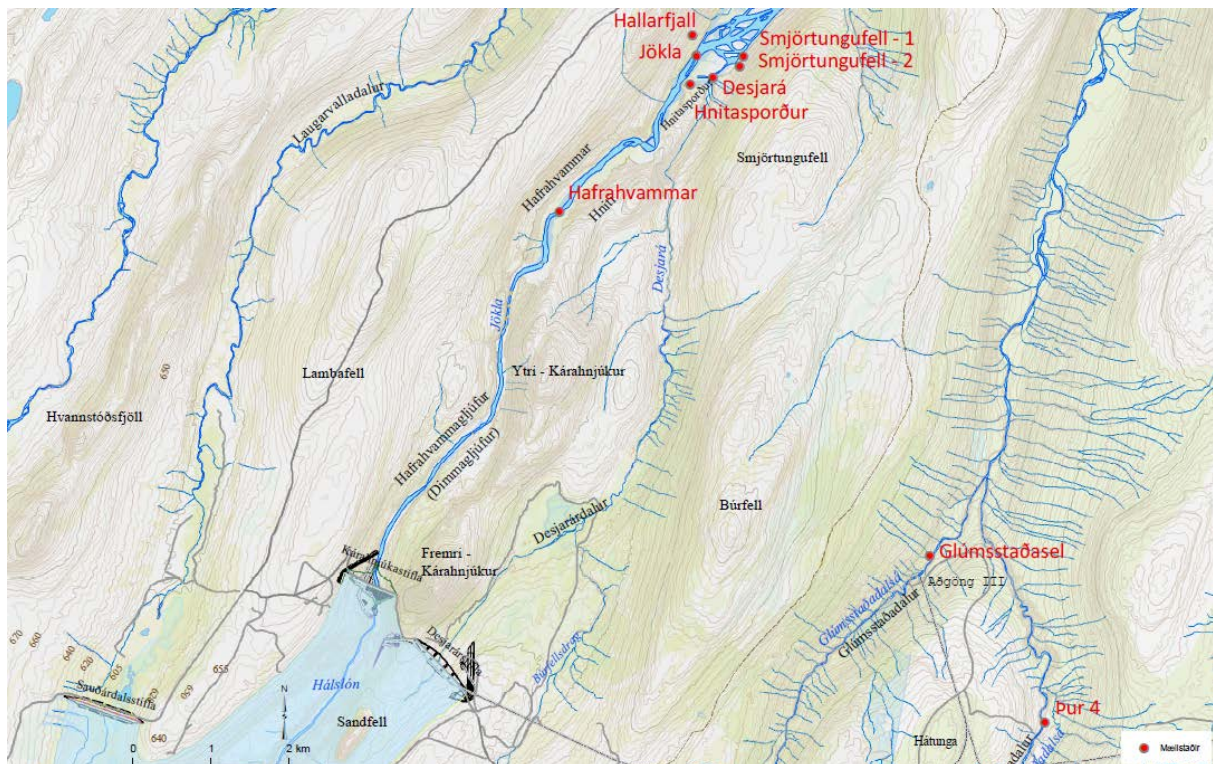
Fylgst hefur verið með rennsli og hita í nokkrum lindum sem talið var að myndu verða fyrir áhrifum af leka sem tengdist jarðhitasprungum við Kárahnjúkastíflu (mynd 54). Engar

marktækar breytingar höfðu orðið á rennsli, hita eða efnainnihaldi í lindunum frá því mælingar hófust í júlí 2006 til 2010 (34), né síðar.

Ekki er í skýrslunni fjallað um jarðhita í Hrafnkelsdal, en honum hafði áður verið gerð skil (35). Sá jarðhiti og þekkt laug við Laugafell eru talin tengjast eldstöðinni í Snæfelli.



Mynd 53. Kísilhrúður austan í Sauðafellshálsi. Kárahnjúkar í baksýn. Ljós. Haukur Jóhannesson.



Mynd 54. Mælistaðir í lindum neðan Hálslóns og aðrennslisganga virkjunar.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

3.13 Rannsóknir á meintu flikrubergi (13. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands sjá til þess að flikrubergið í gljúfri Jökulsár verði rannsakað. Niðurstöður rannsókna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.

Í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands frá 2001 um jarðfræðilegar náttúruminjar á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar er m.a. eftirfarandi (36).

Í gljúfri Jökulsár á móts við Lindur kemur fram flikrubergrag á alllöngum kafla í bergveggnum. Þetta eru líklega einu ummerkin um virkni megineldstöðvar sem hefur grafið í jarðlagastaflann vestan við, í átt að gosbeltinu. Flikrubergið hefur þannig ótvírætt vísindalegt gild.

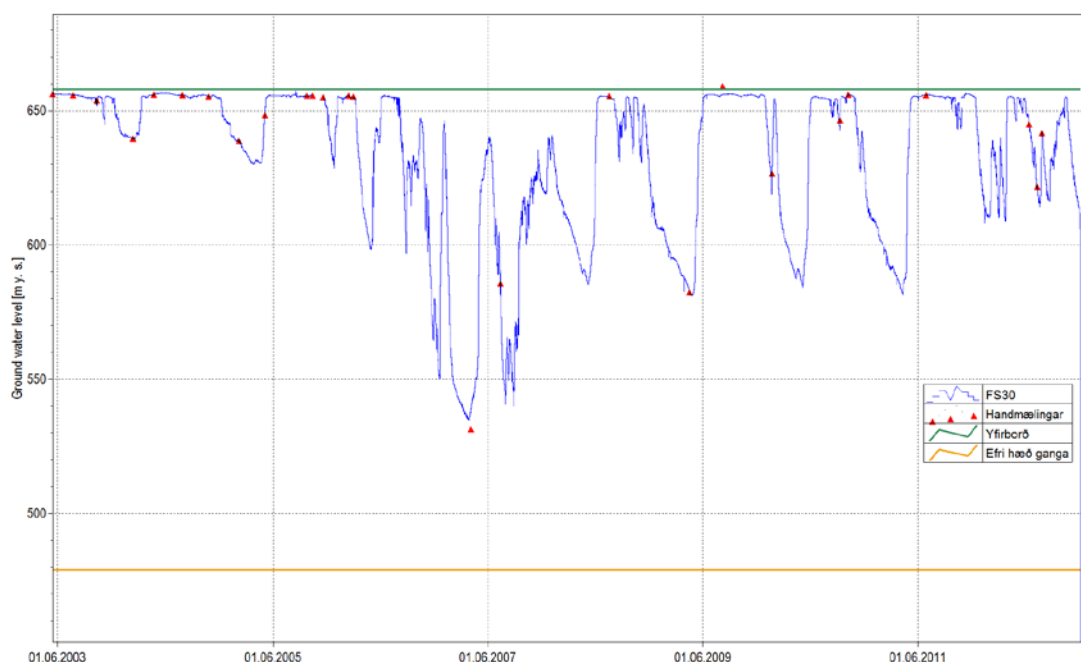
Það sem tilsýndar virtist vera flikrubergrag reyndist við nánari skoðun vera móberg af algengri gerð (37).

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

3.14 Vöktun leka frá göngum í byggingu (14. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal tryggja að göng séu vöktuð meðan á byggingu þeirra stendur til að finna og stöðva leka um sprungur, sem leiða umtalsvert vatn. Slíkar sprungur skal einangra til að koma í veg fyrir lekann, svo framkvæmdirnar valdi ekki marktækum áhrifum á núverandi grunnvatnsstöðu.

Meðfram aðrennslisgöngum virkjunarinnar er fjöldi borhola þar sem grunnvatnsborð hefur verið mælt frá því fyrir borun ganganna. Meðan á borun ganganna stóð féll grunnvatnsborð yfirleitt en mismikið. Í flestum tilvikum hefur grunnvatnsborð náð svipaðri hæð og var áður en framkvæmdir hófust, en það sveiflast nú meira en áður og í takt við vatnsþrýstinginn í göngunum, sem að sínu leyti stýrist af vatnshæð í Háslóni. Frávik eru einkum á vesturhluta svæðisins, oftast minni en 10-20 m. Á Fljótsdalsheiði eru frávik almennt enn minni nema á Teigsbjargi þar sem grunnvatnsborð hefur hækkað mikið, án þess þó að hafa áhrif á yfirborðsrennsli (38).

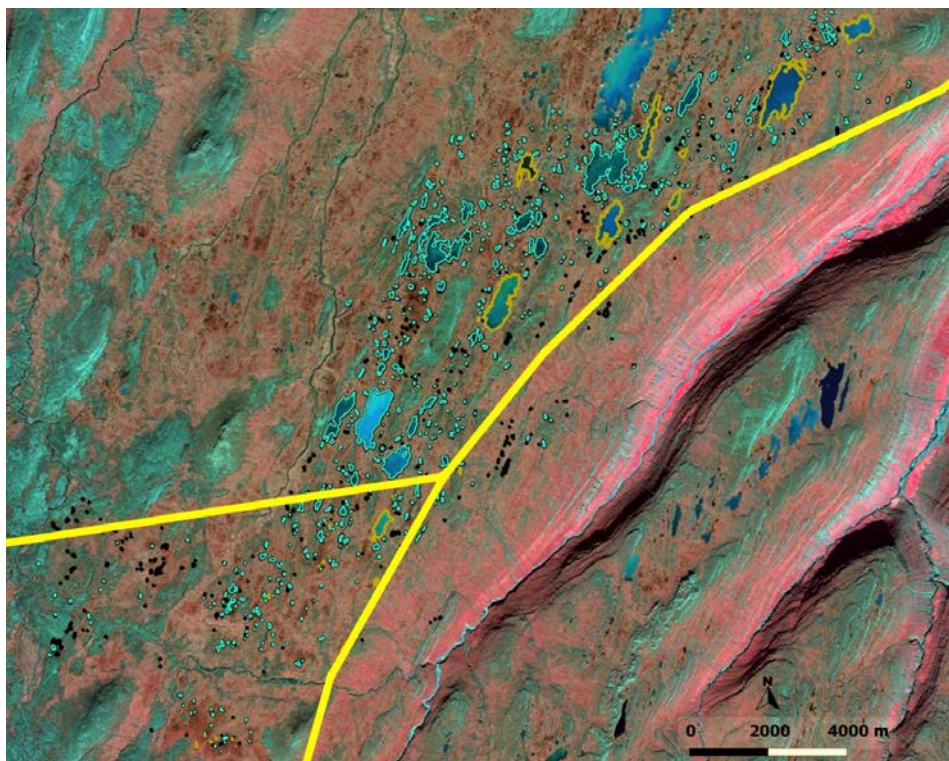


Mynd 55. Grunnvatnsborð í holu FS 30 sem er á milli ganganna og suðurenda Langavatns. Dæmi um vakur tengsl við þrýsting í aðrennslisgöngum.

Enn fremur gætu slíkar grunnvatnsbreytingar haft áhrif á gróðurfar eða ástand gróðurs á yfirborði, þ.e. „að staðbundnir þurrkblettir verði tíðari“, eins og það er orðað í greinargerð með úrskurðarorðum umhverfisráðherra.

Langavatn er ekki langt frá holu FS 30, en þróun grunnvatnsborðs í þeirri holu er sýnt á mynd 55. Langavatn er fyrir miðri mynd 56 og dæmi um vatn sem er ósnortið bæði af sveiflum í grunnvatni og breytilegri úrkomu, enda virðist sem áhrif breytilegrar úrkoma verði fyrst og fremst vart í litlum grunnum tjörnum. Samanburður á gervitunglamyndum sem teknar voru 2002, þ.e. áður en gangagerð hófst og myndum sem teknar voru 2010 og 2012 leiðir í ljós nokkrar breytingar á vötnum og tjörnum sem gætu gefið vísbendingar um áhrif breytinga á grunnvatni á yfirborðsvatn, en þegar tekið er tillit til samanburðar á úrkomu þau sumur sem myndir voru teknar er ljóst að breytileika vatnanna má alfarið tengja mismikilli úrkomu áður en myndirnar voru teknar. Þessi ályktun styrkist frekar af myndum teknum 2007 og 2008 sem einnig voru hafðar til hliðsjónar (39).

Á mynd 56 er lega aðrennslisganganna frá Háslóni og Jökulsárveita lögð ofan á gervitunglamynd frá 2002. Á myndinni eru útlínur vatna eins og þau komu fram á gervitunglamynd frá 2010 skerpt, ýmist með blágrænum lit á útlínur þeirra vatna sem voru breytt eða appelsínugulum á þau sem voru óbreytt. Langavatn (fyrir miðri mynd með grænleitri slikju) er meðal þeirra vatna sem voru eins 2010 og 2002.



Mynd 56. Aðrennslisgöng frá Háslóni og Jökulsárveita lögð ofan í SPOT-5 mynd frá 2002 ásamt hnituðum útlínur vatna og polla sem næst þeim liggja. Útlínur vatna sem hafa breyst eru með blágrænum lit, en vötn sem ekki breyttust á árabílinu 2002 – 2010 hafa appelsínugula útlínu. Pollar sem þornuðu upp á milli 2002 og 2010 eru í svörtum lit.

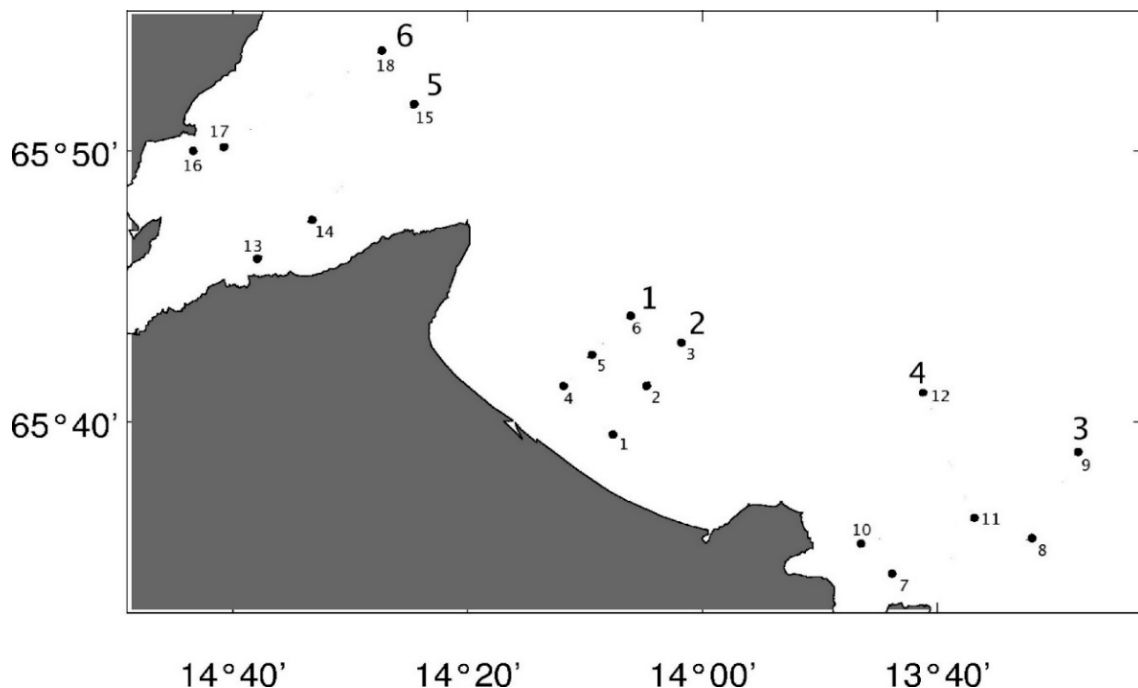
Niðurstaða í úttekt á því hvort aðrennslisgöng Kárahnjúkavirkjunar hafi valdið breytingum á grunnvatns- og jarðvatnsstöðu á Fljótsdalsheiði er sú að stærð vatna á Fljótsdalsheiði getur breyst talsvert milli ára en breytingarnar er alfarið hægt að skýra með mismikilli úrkomu þau sumur sem gervitunglamyndirnar voru teknar. Því minni sem úrkoman er því minna er flatarmál vatnanna.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

3.15 Vöktun botndýrasamfélaga á Héraðsflóa (15. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Hafrannsóknarstofnunina láta vakta á fyrstu 10 árum starfstíma virkjunarinnar dæmigerð botndýrasamfélög í Héraðsflóa.

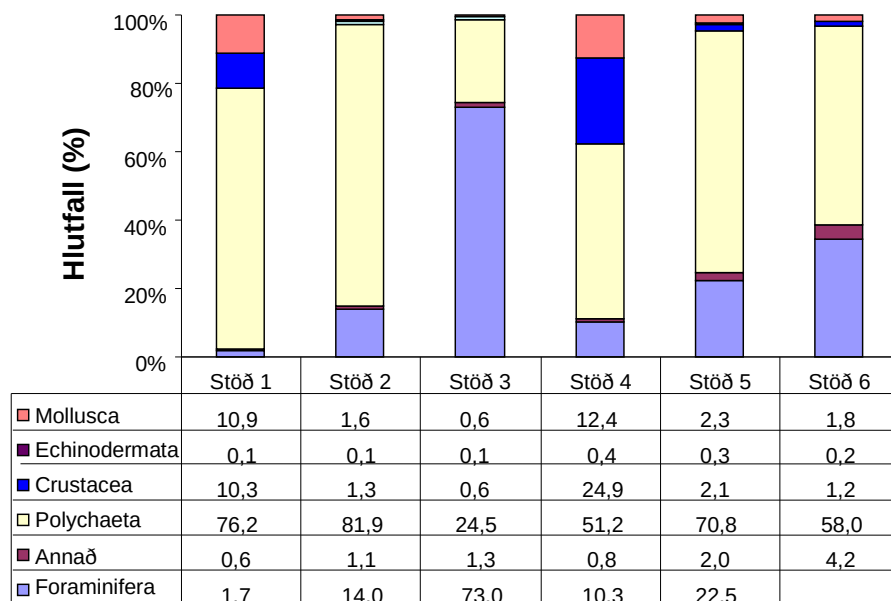
Aurburður til strandar í Héraðsflóa er talinn minnka um 5-6 milljón tonn á ári eftir virkjun. Búast má við því að kornastærðardreifing sets á strandsvæðum muni breytast einkum á dýptarbilinu 30 til 160 m. Hafrannsóknarstofnun tók að sér rannsóknir á grunnástandi botndýralífs í Héraðsflóa (40). Við vöktun er mikilvægt að unnt sé að greina náttúrulegan breytileika í botndýrasamfélaginu, því að þegar kemur að því að greina breytingar sem rekja má til breyttrar gerðar strandar verður að vera hægt að greina á milli náttúrulegs breytileika og hugsanlegra afleiðinga af t.d. breyttri gerð botnsins, þ.e. beðs dýranna. Af þeim sökum voru einnig tekin sýni við svipaðar aðstæður í nálægum flóum, nefnilega á Vopnafirði og Borgarfirði eystra (mynd 57).



Mynd 57. Sýnatökusnið í Vopnafirði, á Héraðsflóa og út af Borgarfirði eystra

Botngerð á Héraðsflóa og Borgarfirði er svipuð, en heldur meira ber þó á fínum kornastærðum í Borgarfirði. Vopnafjörður er með heldur hærri hlutfall af fínu seti og þar er kolefnisinnihald setsins sínu hæst. Á öllum svæðunum ríkja tegundir burstaorma sem taka æti af yfirborðinu. Algengt var einnig samfélag burstaorma sem grafa sig niður og taka æti sitt úr setinu. Fánan skiptist í aðalatriðum í þessar tvær samfélagsgerðir (mynd 58). Heildarniðurstaða rannsókna er sú að lífríki flóanna sé líkt, og sömu tegundir einkennandi á öllum stöðvunum.

Í tölfraðilegri úrvinnslu botnsýnanna mátti greina tvær megin samfélagsgerðir eftir grófleika botnefnisins. Önnur samfélagsgerðin er algengari þar sem botnefnið (beðurinn) er í sendnara lagi, en það eru jafnframt yfirleitt grynustu stöðvarnar; á um 50 m dýpi. Það sem helst greinir að þessar samfélagsgerðir er hærri hlutfall krabbadýra á sendnari botni.



Mynd 58. Hlutfallsleg skipting botndýrahópa í Héraðsflóa

Þegar fram líða stundir má búast við því að kornagerð botnefnis á Héraðsflóa gæti orðið finni en verið hefur vegna þess að grófasta efnið sest til í Háslóni, en ýmislegt bendir þó til að öldugangur og straumar hafi á endanum meiri áhrif en aðburður efnis, þannig að smá saman muni grófara efni af ströndinni berast út fyrir strandmörkin, og breytingin verði í raun óveruleg.

Ef hlutfall sands í botni minnkar með tímanum mun það helst koma fram á grynustu stöðvunum, og draga úr þeim mun innan flóanna sem lýsir sér í tveimur aðgreinanlegum samfélagsgerðirum.

Í úrskurðinum er gert ráð fyrir að vakta botninn á fyrstu 10 árum eftir að virkjun tekur til starfa. Eðlilegt er að gefa strandsvæðunum tíma til að svara hugsanlegum breytingum af völdum breytts framburðar og endurtaka rannsóknirnar að u.þ.b. 10 árum liðnum, og síðan ef ástæða þykir til að enn öðrum 10 árum liðnum o.s.frv.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Þessi niðurstaða stendur enn. Orsakir mögulegra breytinga á botndýrafánu í Héraðsflóa eru taldar tengjast breytingum sem miðlun jökulvatns gæti haft á kornastærðardreifingu sands á botni flóans, sem að mati Landsvirkjunar muni taka meira en áratug að koma fram og líklega enn lengri tíma til að hafa varanleg áhrif á botndýrafánuna. Þessu verður fylgt eftir.

3.16 Við hönnun stærri mannvirkja skal leitast við að lágmarka sjónræn áhrif (16. liður úrskurðar)

Hönnun allra stærri verkfræðilegra framkvæmda, svo sem rofvarna á strönd Hálslóns, skal miða að því að lágmarka sjónræn áhrif á víðerni.

Þetta skilyrði hefur Landsvirkjun leitast við að uppfylla með því að gera kröfu um að útlitshönnuðir séu hluti af hönnunarhópi sem sér um útboðsgögn og gerð deiliteikninga af mannvirkjum og umhverfi þeirra. Landslagsarkitekt var ráðinn til að leggja á ráðin um það hvernig staðið yrði að frágangi raskaðs lands við mannvirki, haugsetningu efnis úr göngum, fyrirkomulagi vinnubúða og frágangi eftir að þær hafa gegnt hlutverki sínu. Þetta síðastnefnda er klassískt viðfangsefni. Þar sem haugsett var á gróið land var gróður og jarðvegshulan skafin ofan af og lögð til hliðar þar til hægt var að þekja útjafnað efni úr göngum með því aftur og þannig flýtt fyrir uppgræðslu þess (24). Um frágang mannvirkja vísast í skýrslu landslagsarkitekts (41), en hér verða sýnd dæmi um frágang við Kárahnjúkastíflu og Fljótsdalsstöð.



Mynd 59. Kárahnjúkastífla eftir frágang. Í forgrunni listaverkið Hringiða eftir Jónínu Guðnadóttir sem valið var úr hugmyndum í samkeppni um listaverk sem tengdist áningar og útsýnisstað.



Mynd 60. Aðkoman að stöðvarhúsi Fljótsdalsvirkjunar. Ljós. Pétur Jónsson

Náttúrulegur gróður úr nágrenninu var nýttur við gerð lóðar við stöðvarhús Fljótsdalsvirkjunar.



Mynd 61. Frágangur á jöfnunarþró við Hólsufs. Ljós. Pétur Jónsson.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

3.17 Vöktun á Snæfellsöræfum

Í matsskýrslu Landsvirkjunar (kaflí 2.3.3) er gert ráð fyrir að fylgst verði með heiðagæs á áhrifasvæði við Jökulsá á Dal. Enn fremur er gert ráð fyrir að vakta þurfi gróður á heiðum í grennd Háslóns, auk hreindýra sem nánar er fjallað um í úrskurði umhverfisráðherra.

3.17.1 Vöktun hreindýra (17. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrustofu Austurlands standa að nauðsynlegri viðbótarvöktun hreindýra á fyrstu 10 árum á starfstíma virkjunarinnar til að staðreyna að áhrif virkjunarinnar á hreindýrastofninn séu ekki meiri en gert er ráð fyrir í matsskýrslu.

Megin inntak þessa skilyrðis er að framkvæmdaaðila beri að standa straum af kostnaði af þörf fyrir viðbótarvöktun hreindýrastofnsins sem er tilkomin vegna virkjunarinnar.

Í tillögum sem Náttúrustofa Austurlands (NA) setti fram í maí 2004 um viðbótarvöktun¹⁶, telur stofan að þótt ekkert sé minnst á vöktun á framkvæmdatíma í úrskurði ráðherra sé skynsamlegt að hefja þegar vöktun tiltekinna þátta og afla gagna sem nýtast til samanburðar við þau gögn sem aflað verður eftir að lónin fyllast. Þessi sjónarmið eru í samræmi við fyrirheit í matsskýrslu, og var viðbótarvöktun hrint í framkvæmd á framkvæmdatímanum.

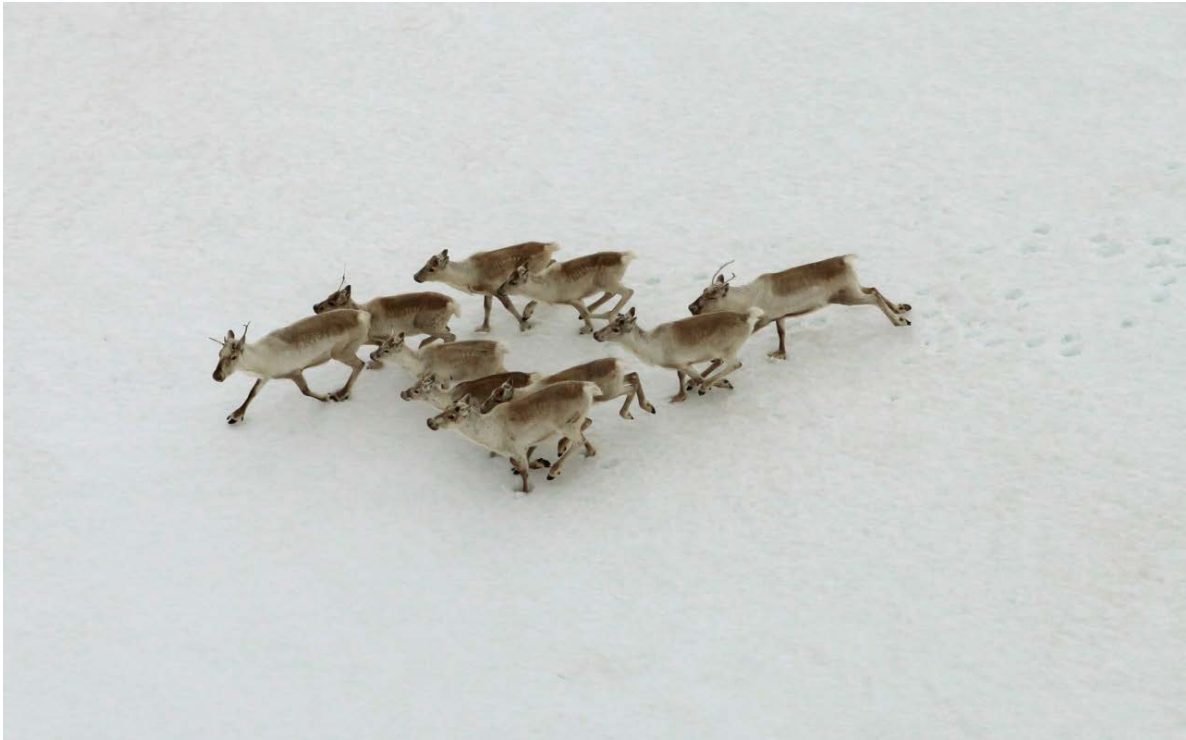
1. Kortlagning burðarsvæða hreindýra. Svæðin sem þessi vöktun nær til eru fyrst og fremst Vesturöræfi, Kringilsárrani, Undir Fellum og Fljótsdalsheiði, auk Múla og Hrauna í einstaka árum, en þau síðarnefndu eru oftast en ekki á kafi í snjó á burðartíma. Ætla má að álag á þessi svæði muni aukast vegna skerðingar burðarsvæða í Hálsi og Kringilsárrana. Þessar rannsóknir eru gerðar af landi og með talningu úr flugvél.
2. Rannsóknir á gróðri á sumarbeitsvæðum og vöktun hugsanlegra breytinga vegna beitar.
3. Náttúrustofa Austurlands hafði ítrekað lagt til að merkja nokkur dýr með GPS tækjum og fylgjast með ferðum þeirra, þar sem byggt er á að líta megi á einstaka dýr sem fulltrúa hjarða. Landsvirkjun var lengi í vafa um að gagnsemi þessarar aðferðar væri í nokkru eðlilegu samræmi við kostnaðinn. Tækni við rannsóknir af þessu tagi hefur fleygt fram og kostnaður hefur lækkað. Náttúrustofan og Landsvirkjun urðu ásátt um það vorið 2008 að leita til utanaðkomandi sérfræðinga til að fara yfir áætlanir Náttúrustofunnar.¹⁷ Eftir að áætlun um slíkar rannsóknir hafði verið rýnd samþykkt Landsvirkjun að styrkja þær.

Verkfræðistofnun HÍ (VHÍ) hefur árlega frá 1993 til 2013 flogið yfir hluta af burðarsvæðum hreindýra á Vesturöræfum, í Hálsi og Kringilsárrana í maí; í upphafi til að kanna áhrif árferðis á notkun þessara burðarsvæða. Sumarið 1998 var bætt við tveimur flugtalningum með u.þ.b. tveggja vikna millibili til að fylgjast með dýrunum á þeim tíma sem kálfarnir eru að komast á legg. Allt frá 1979 hefur af og til verið fylgst með burði af jörðu niðri. Í samvinnu við Náttúrustofu Austurlands var svæðið þar sem flugtalningar fóru fram stækkað nokkuð austan við Snæfell frá og með 2005, þegar kerfisbundin kortlagning burðarsvæða hófst. Jafnframt var flugtalningunum sem hófust 1998 fækkað úr tveimur í eina sem farin var í lok júní þar til 2009, en þá var henni flýtt til miðs júnímánaðar. Sú talning er mitt á milli burðartímans og sumartalninga Náttúrustofunnar sem fara fram u.þ.b. viku af júlí. Þessar talningar reyndust gagnlegar til að kortleggja upphaf þeirra breytinga sem leiddu til útrásar og nánar greinir síðar. Seinustu flugtalningarnar með þessu sniði voru gerðar vorið 2013 (42). Ákveðið var að taka

¹⁶ Viðbótarvöktun á hreindýrum vegna úrskurðar umhverfisráðherra um Kárahnjúkavirkjun. Samantekt Náttúrustofu Austurlands, gerð í maí 2004.

¹⁷ Í matsskýrslu Landsvirkjunar segir að Landsvirkjun sé reiðubúin að skoða möguleika á samvinnu við Hreindýraráð og Veiðistjóra um rannsóknir þar sem tiltekin fjöldi hreindýrayrði merktur með GPS sendum.

saman allar niðurstöður flugtalninganna frá 1993 og gera grein fyrir þeim í vefsjá. Stefnt er því að vista vefsjána hjá Náttúrustofu Austurlands þar sem hún verður opin öllum til skoðunar og einnig að kanna með notkun hennar fyrir aðra samfellda gagnaöflun.



Mynd 62. Hreindýr. Ljósmynd. Skarphéðinn G. Þórisson.

Það reyndist heppilegt að tvinna saman flugtalningar á burðarsvæðum og athuganir af landi sem voru háðar færð, en ófærð kemur oftast niður á innri hluta svæðisins þar sem flugtalningar voru gerðar. Síðan 2011 hafa snjóalög oft hamlað athugunum af landi og hafa athuganir úr flugvél því smám saman að mestu leyst athuganir af landi af hólmi og þar hefur stækkun útbreiðslusvæðis Snæfellshjarðar einnig haft áhrif. Eins og nánar kemur fram síðar mun verða brugðist við sviptingum í dreifingu dýranna með nýjum áherslum í viðbótarvöktun hreindýrastofnsins.

Rannsóknir á burðarhegðun dýranna teljast til viðbótarvöktunar sem fyrr segir og eru kostaðar af Landsvirkjun. Landsvirkjun hefur einnig staðið straum af hluta kostnaðar við að fylgjast með háttarlagi hreindýra sem byggist á því að koma fyrir GPS sendum á nokkrum dýrum og skrá ferðir þeirra og dvalarstaði. Það verkefni hófst vorið 2009 og lauk 2014 (43).

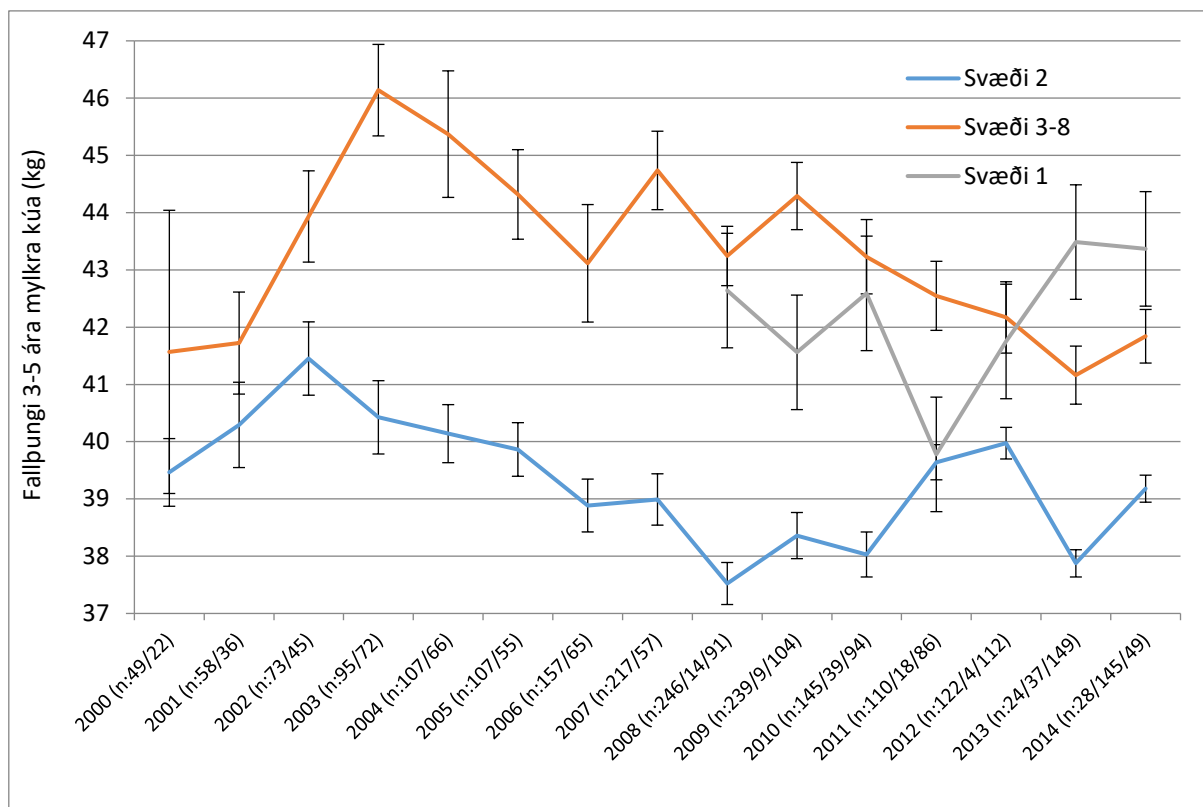
Hefðbundin vöktun Náttúrustofu Austurlands hefur fyrst og fremst falist í eftirfarandi:

- Könnun (úr lofti eða af jörðu niðri) í apríllök og byrjun maí á hlutfalli hyrndra og kollóttra kúa sem segir til um frjósemi í hjörðinni.
- Flugtalningu í fyrstu viku júlí til að kanna fjölda, dreifingu og nýliðun.
- Gagnasöfnun úr veiðinni í ágúst til 15. september til að fylgjast með líkamlegu ástandi dýranna.
- Aldurs og kynjasamsetning á fengitíma (20. september til 20. október) sem er forsenda kynbundins veiðikvóta.
- Dagbókarfærsla um hagagöngu hreindýra allan ársins hring er forsenda mats á ágangi þeirra á heimalönd.

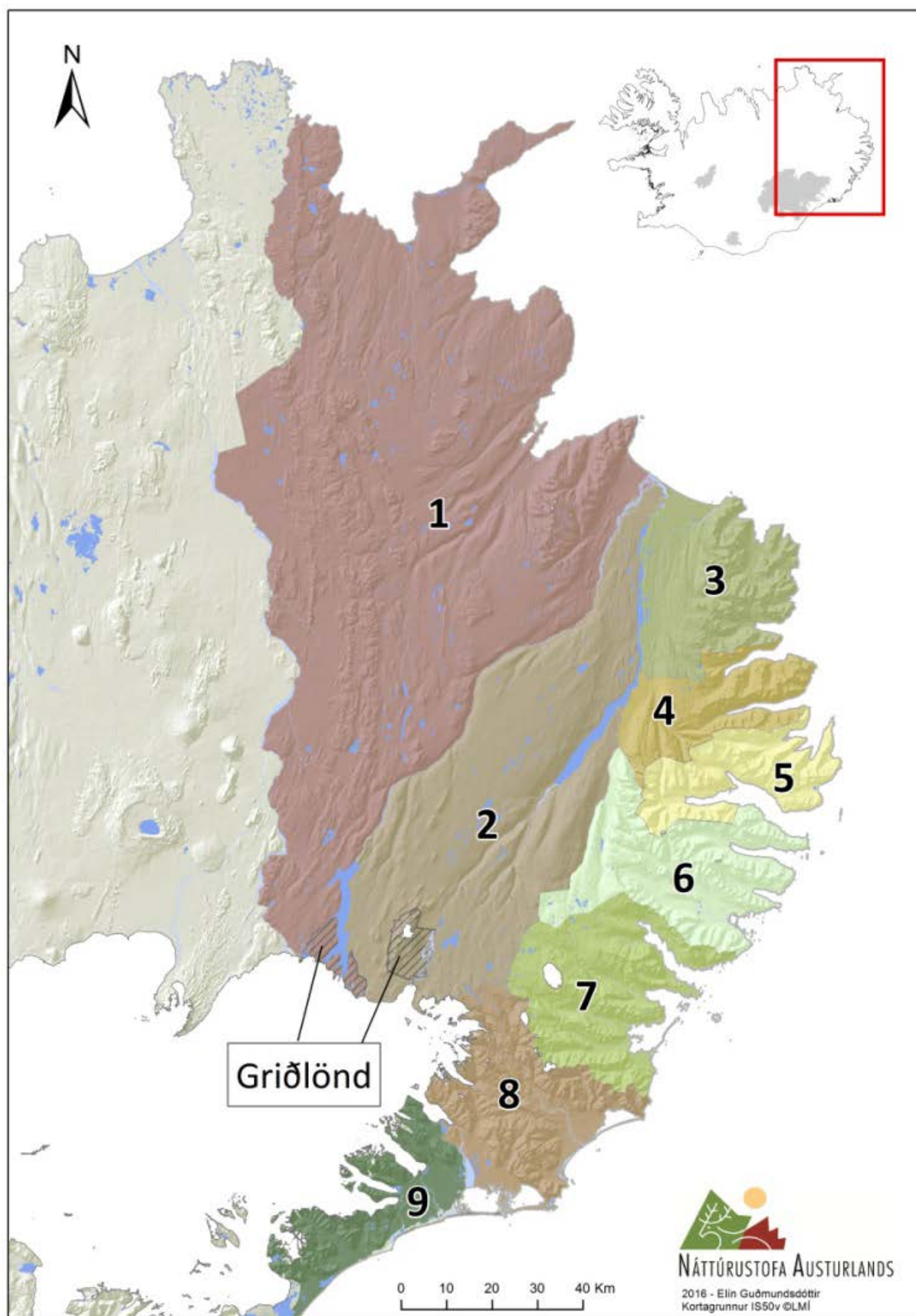
Náttúrustofa Austurlands hefur reglulega tekið saman áfangaskýrslur um niðurstöður hreindýra-rannsókna. Sú fyrsta sem hér er nefnd spannaði tímabil fram undir að ofangreind viðbótarvöktun hófst í tengslum við upphaf framkvæmda (44). Næsta var um tímabilið þar til

virkjun tók til starfa (45). Staða rannsókna á gengi stofnsins um þessar mundir kom út 2014 sem fyrr segir (43), og um burðarrannsóknirnar árin 2005-2013 (46). Þær síðastnefndu leiddu í ljós að framkvæmdir og umferð þeim tengdar höfðu haft nokkur áhrif á burðarsvæði í grennd við Snæfell og á Fljótsdalsheiði. Og enn fremur að eftir að þeim lauk mátti greina afturhvarf til fyrri dreifingar burðarsvæða.

Árlega tekur Náttúrustofan saman skýrslu um vöktun ársins með upplýsingum sem m.a. eru nýttar til að ákvarða veiðkvóta næsta árs (47). Þróun meðalfallþunga er vísbending um ástand hreindýranna og samanburður á þróun meðalfallþunga mismunandi hluta stofnsins sýnir, að verulega getur munað á milli dýra á fjörðunum og Fljótsdalshjörð (mynd 63). Lengst af þessu tímabili hafa breytingar í fjarða- og Fljótsdalsheiðardýrunum fylgst að. Skýringar á þyngdarbreytingum má yfirleitt rekja til tíðarfars, þ.e. fæðuframboðs.



Mynd 63. Samanburður á meðalfallþunga mylkra 3-5 ára kúa 2000-2014. Svæði 1 er norðan Jökulsár á Dal og 2 sunnan Jökulsár á Dal og er svæði Snæfellshjarðar, en 3-8 eru svæði fjarðahjarðanna (mynd 64). (Fjöldi á bak við meðalfallþunga er innan sviga; svæði 2/svæði 1/svæði 3-8).

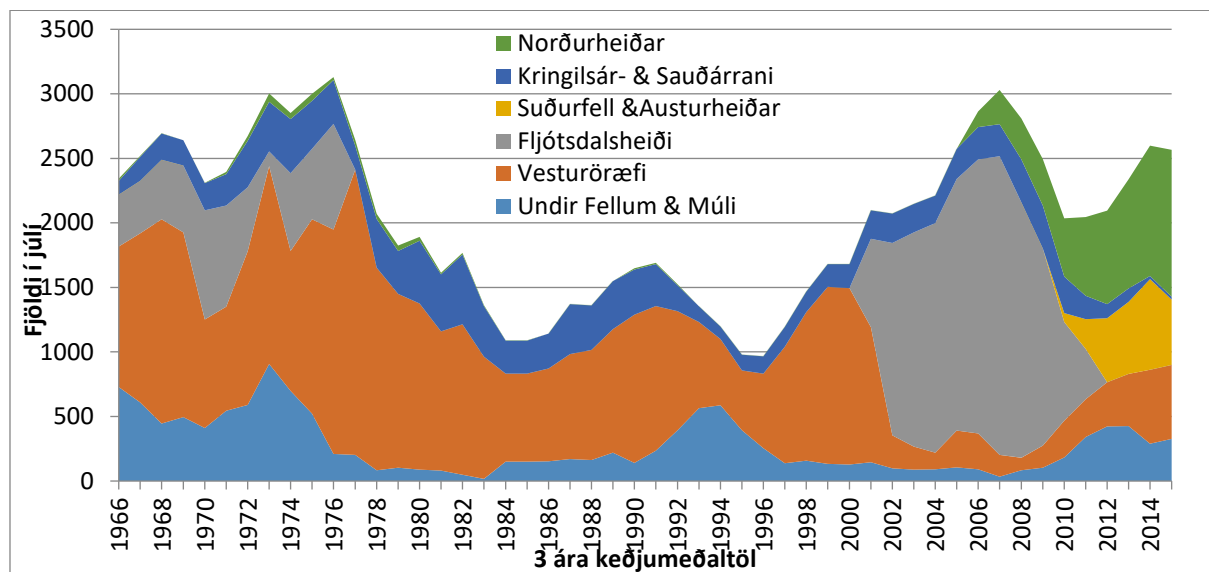


Mynd 64. Skipting í veiðisvæði. Svæði 1 norðan Jökulsár á Dal hefur færst út og nær nú einnig yfir heiðar inn af Bakkaflóa og Þistilfirði

Á þeim rúmlega 40 árum sem vel hefur verið fylgst með Snæfellshjörðinni hefur stofninn gengið í gegnum langtímasveiflur (mynd 65). Fjölgun náði hámarki 1972-76 (tæp 3600 dýr). Engin veiði var leyfð 1965-67 og 1970-71. Útrás olli fækkun í Snæfellshjörð á árunum 1977-84 og líkur leiddar að því að hluti dýranna hafi farið niður á firði. Fjöldi dýra er í lágmarki á tímabilinu 1985 - 99 (sveiflast á milli 1000 - 1500). Dýrunum fjölgar aftur til 2005 en þá er reynt að halda í horfinu með veiðum. Á árunum 2008-2014 er útrás í austur og norður sem veldur enn meiri fækkun í sumartalningum á Snæfellsöræfum.

Á þeim tíma sem fylgst hefur verið náið með dýrunum voru aðal sumarhagar þeirra lengst af á Vesturöræfum, eða þar til um 2001 að þau voru komin út á Fljótsdalsheiði í byrjun júlí. Flugtalning um miðjan júní þessi ár bendir til að dýrin sem báru á Vesturöræfum hafi nokkuð fljótlega eftir að kálfarnir komust á legg flutt sig um set. Vísir að þessari þróun mátti merkja nokkru fyrr og virðist því ekki vera beint tengd framkvæmdum vegna Kárahnjúkavirkjunar.

Hin síðari ár hefur Snæfellshjörðin leitað fyrr og meira út af sínum hefðbundnu sumarhagar-svæðum. Stór hluti hjarðarinnar gengur nú sumarlangt nyrst á útbreiðslusvæði hreindýra (Norðurheiðar) og hefur lítið eða ekki komið inn í sumartalninguna síðustu árin. Heildarfjöldi hreindýra vestan og norðan Jöklu, í Kringilsárrana, Sauðafelli og á Norðurheiðum að sumarlagi er talinn vera rúm 1000 dýr og byggir það að stórum hluta á talningum á fengitíma og upplýsingum veiði- og heimamanna. Sveiflur í fjölda hreindýra austan Háslóns skýrast af því að hreindýr af Snæfellsöræfum ganga meir og meir austan hefðbundinna sumarhaga þeirra (Suðurfell og Austurheiðar) og misjafnt er hvort þau skila sér í júlitalningu Snæfellshjarðar (mynd 65). Fjölgun hreindýra á Vesturöræfum síðustu ár gæti verið vísbending um að Vesturöræfin séu að nálgast sinn fyrri sess sem aðalsumarhagar Fljótsdalshjarðarinnar.



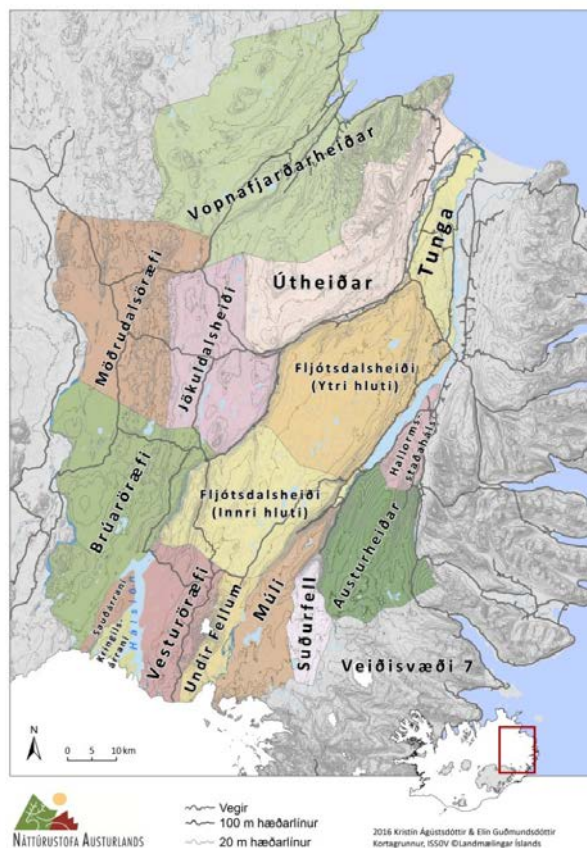
Mynd 65. Þriggja ára keðjumeðaltöl sumartalninga Snæfellshjarðar frá 1965 til 2015 og skipting eftir svæðum á Snæfellsöræfum og grannsvæðum.

Sem fyrr segir hafa seinustu ár verið nýtt til að taka saman niðurstöður af viðbótarvöktun og setja þær í samhengi við aðrar rannsóknir. Á þeim grunni hafa Landsvirkjun og Náttúrustofa Austurlands farið í gegnum tilefni til áframhaldandi viðbótarvöktunar. Þótt fátt bendi til þess að framkvæmdir við virkjun og tilvera hennar hafi haft úrslitaáhrif á breytta hegðun dýranna er samt rétt að líta á það sem álitamál þar til betri skilningur er fengin á grundvallarþáttum í lífi þeirra. Nærtækt er að gera ráð fyrir sterkri tengingu við fæðuöflun dýranna. Fyrir því finnst ótal dæmi úr rannsóknum á grasbítum. Eftir áratuga rannsóknir á hreindýrum hérlandis og enn lengri og viðameiri rannsóknarsögu hreindýra í Noregi virðist ekki vera auðvelt að tengja hegðun eins og þá sem við upplifum um þessar mundir við augljósa orsakaþætti, en vetrararbeit er

sá þáttur sem Norskir sérfræðingar hafa helst staldrað við. Íslenskum sérfræðingum hefur verið boðið að taka þátt í rannsóknarverkefni með Norðmönnum sem varða vetrararbeit. Endurmæling í um 70 gróðurreitum stendur yfir og niðurstöður munu liggja fyrir vorið 2018 (kafla 3.17.3). Þá er gert ráð fyrir að endurskoða reitakerfið og að við það skuli taka mið af mikilvægi gróðurlenda fyrir beit hreindýra. Hreindýrarannsóknir næstu ára munu m.a. taka mið af þeirri fyrirhuguðu endurskoðun.

- Landsvirkjun mun styrkja Náttúrustofuna til að taka þátt í rannsóknum og samstarfi við norska vísindamenn sem varða vetrararbeit með því m.a. að taka strax til rannsókna nokkra nýja gróðurreiti á þekktum vetrararbeitarsvæðum.
- Í ljósi breyttrar dreifingar dýranna hin seinni ár mun Landsvirkjun á ný styrkja rannsóknir á fari dýranna með aðstoð GPS tækja, m.a. til að fá betri tengingu Snæfellssvæðis við þau svæði sem helst hafa tekið við útrásardýrunum norðan og suðaustan við „hefðbundin“ útbreiðslusvæði Snæfellsjarðar (mynd 66). Nýjar upplýsingar um dreifingu, far og dvalarstaði til viðbótar við niðurstöður fyrri rannsókna á þessu sviði munu verða nýtt til að staðsetja nýja gróðurreiti í boðaðri endurskoðun.
- Rannsóknir á burðarhegðun 2016-2020, einkum til að kanna þróun í dreifingu burðarsvæða eftir virkjun, sem ætti að öllu óbreyttu að leiða í ljós áhrif virkjunar, en þó með fyrirvara um almennt breytta dreifingu dýranna. Í þessu tilliti koma GPS tækin einnig í góðar þarfir.

Það er deginum ljósara að breytt útbreiðsla hreindýra úr „hefðbundinni“ Snæfellshjörð mun ekki auðvelda samanburð við fyrri rannsóknir og ályktanir um áhrif af Kárahnjúkavirkjun. Á kvörðun hefur verið tekin um áfrahaldandi samstarf Landsvirkjunar og þeirra sem bera ábyrgð á rannsóknum á hreindýrum.



Mynd 66. Skipting útbreiðslusvæðis Snæfellshjarðar í talningarsvæði.

Mat Umhverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Þessi niðurstaða UST tekur mið af því að eðli máls samkvæmt er ekki að búast við því að öll áhrif hafi þá komið fram.

Rannsóknir og vöktun hreindýra á Snæfellsöræfum hafa haldið áfram. Fram hafa komið breytingar í staðsetningu burðarsvæða sem tengjast framkvæmdum og umferð og jafnframt teikn um að þær breytingar séu að ganga til baka að því marki sem mögulegt er. Samningur hefur verið gerður um áframhald vöktunar á burðarsvæðum. Dýrum fjölgaði á hefðbundnum svæðum á Snæfellsöræfum fram undir 2008, að þau tóku að færa sig til norðurs og austurs út frá fyrri megin útbreiðslusvæðum. Þessa þróun má rekja til áranna í kringum aldamótin að dýr á Vesturöræfum byrjuðu að færa sig út á Fljótsdalsheiði fyrr en ella og loks af Fljótsdalsheiði út fyrir fyrri jaðarsvæðin. Merkja má að aftur fjölgi á Vesturöræfum.

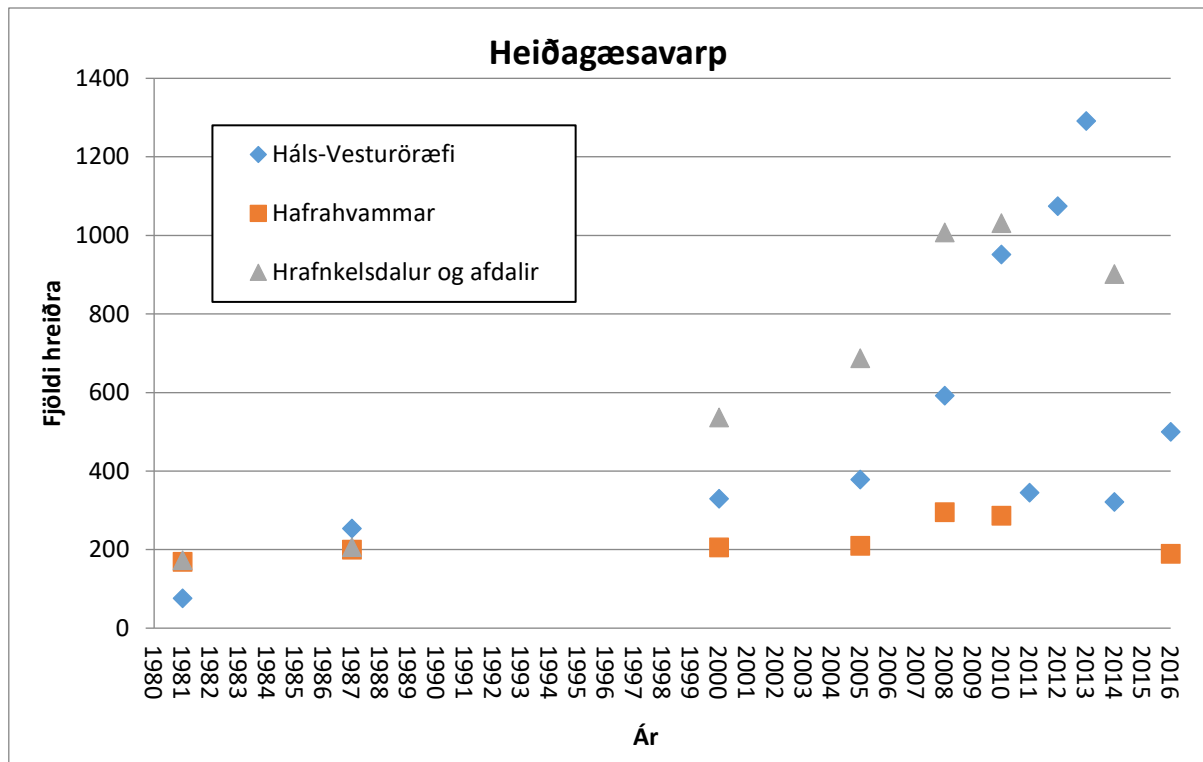
Landsvirkjun og Náttúrustofa Austurlands hafa unnið að því að móta nýjar rannsóknaráherslur sem vonast er til að færi okkur nær skilningi á atburðarrásinni frá því að framkvæmdir hófust. Það er talið best gert með betri almennum skilningi á lífsháttum og áhrifavöldum. Í því skyni verða m.a. endurteknar rannsóknir á farhegðun við breytt útbreiðslumynstur með aðstoð GPS-tækni, og ekki síst með meiri samþætting við gróðurrannsóknir.

Megin niðurstöður af rannsóknum á hreindýrum seinasta áratuginn voru kynntar á almennum fundi á Egilsstöðum 4. mars 2016.

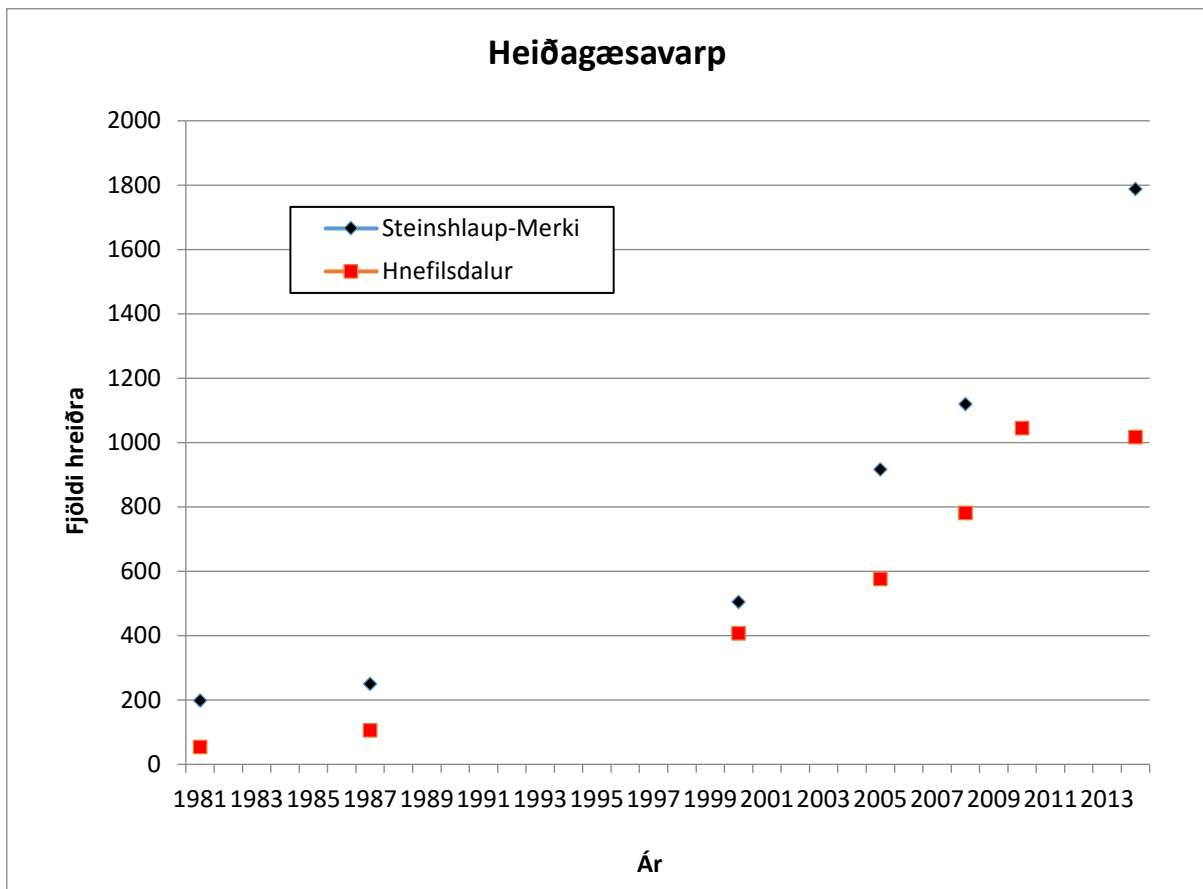
3.17.2 Vöktun heiðagæsar

Á áhrifasvæði virkjunar á Snæfellsöræfum verptu rösklega 2000 pör af heiðagæs árið 2000. Talið var að 500-600 hreiðurstæði færu undir vatn við myndun lóna fyrir virkjunina. Á vegum Landsvirkjunar var frekari upplýsinga aflað á árunum 2005 til 2008. Heiðagæsastofninn á Íslandi hefur verið í örum vexti undanfarna áratugi. Jafnframt hefur útbreiðsla hans á landinu breyst. Um 1970 hélt megin hluti stofnsins til í Þjórsárverum. Þar hefur henni snarfækkað og eru nú stærstu byggðirnar í gróðurlendum norðan Hofsjökuls (Guðlaugstungur og Álfgeirstungur) og á heiðum Austurlands. Þrátt fyrir að mörg hreiðurstæði hafi farið forgörðum í lónunum, hefur gæsinni fjölgað ört á síðustu árum í grennd við virkjunarsvæðið. Vorið 2011 sem var mjög kalt dróst varpið saman um 60%, en hafði aftur náð fyrri styrk vorið 2012 og hélt áfram að fjölga 2013, en hún lenti aftur í hreti vorið 2014 (mynd 67) og einnig 2015 og ákveðið að telja ekki á sniðum kenndum við Háls-Vesturöræfi það ár (48). Vorið 2016 leysti einnig fremur seint af þessu svæði og varp klént.

Fjölgun heiðagæshreiðra á áhrifasvæði virkjunarinnar er áþekk og hafði verið neðar við Jöklu alllangt frá virkjuninni (mynd 68). Heiðagæsin virðist því hafa fundið sér ný hreiðurstæði á þessum slóðum. Hin almenna þróun í stofninum dregur úr möguleikum þess að ákvarða hugsanleg áhrif virkjunar og bendir ekki til að einfaldar aðferðir til vöktunar á beinum áhrifum séu auðfundnar. Meðal annars af þeim sökum ákvað Landsvirkjun árið 2010 að leggja landsúttekt Náttúrufræðistofnunar Íslands á stofninum lið með því að kosta ítarlega úrtækt á stofninum á Austurlandi, sem fór einkum fram á Austurhálendi (49).



Mynd 67. Fjöldi heiðagæsaheiðra á nánasta áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar frá 1980 til 2016.



Mynd 68. Fjöldi heiðagæsaheiðra í grennd við lón Kárahnjúkavirkjunar 1980-2014, en þó utan nánasta áhrifasvæðis hennar.

Fyrst um sinn verður fylgst reglulega með svæðum við Háslón, en næstu ár stendur þó til að leggja áherslu á að fylgjast með því hvaða gróðurlendi gæsirnar nýta mest, þ.e. mögulegan ágang þeirra. Auk þess verður fylgst með helstu fellistöðvum gæsarinnar á Snæfellsöræfum. Ef óskað verður eftir því mun Landsvirkjun taka þátt í landsúttektum á stofninum líkt og fyrirtækið gerði 2010.



Mynd 69. Heiðagæsir við hreiður. Ljósmynd. Halldór W. Stefánsson.

3.17.3 Gróðurvöktun á Snæfellsöræfum

Tilgangur gróðurvöktunar er að nema og fylgjast með breytingum sem kunna að verða á gróðri á svæðum sem gætu verið undir áhrifum af Kárahnjúkavirkjun.

Gróðurbreytingar gætu orðið af ýmsum ástæðum:

1. Náttúrulegum orsökum, t.d. vegna breytinga í veðurfari.
2. Vegna breytts beitarálags.
 - a. Minnkandi sauðfjárbeitar hin síðari ár (almenn þróun).
 - b. Tilfærslu á beitarálagi hreindýra vegna beitar svæða sem glötuðust undir lón. Vaxandi ágang af heiðagæs.
3. Áfok úr Háslóni þegar fram líða stundir.

Langtímavöktun sem skírskotar til þess að tiltekið áreiti geti valdið breytingum útheimtir að hægt sé að benda á áreitið, þ.e. hvenær þess verður vart og meta/mæla hversu mikið það er. Það er alls ekki víst að þau áreiti sem vöktunin tekur mið af verði að veruleika, einnig gætu þau orðið svo lítil og óljós, að erfitt verði að henda reiður á þeim.

Náttúrulegar breytingar – breytileiki:

Hvernig á að greina breytingar í gróðurfari og hvað telst breyting? Geta rannsóknir sem hafa farið fram á nokkurra ára tímabili gefið annað en vísbendingu um breytileika sem rekja má til sveiflna í veðurfari, og í besta falli vísbendingu um hvað getur gerst t.d. ef veður heldur áfram að hlýna, snjóalög minnka og úrkoma að breytast? Varanleg breyting á beitarálagi veldur langtímabreytingum í gróðurfari. Hvenær er hægt að tala um varanalegar breytingar?

Það eru ýmsar leiðir til að nálgast svör við þessum spurningum, svo sem að

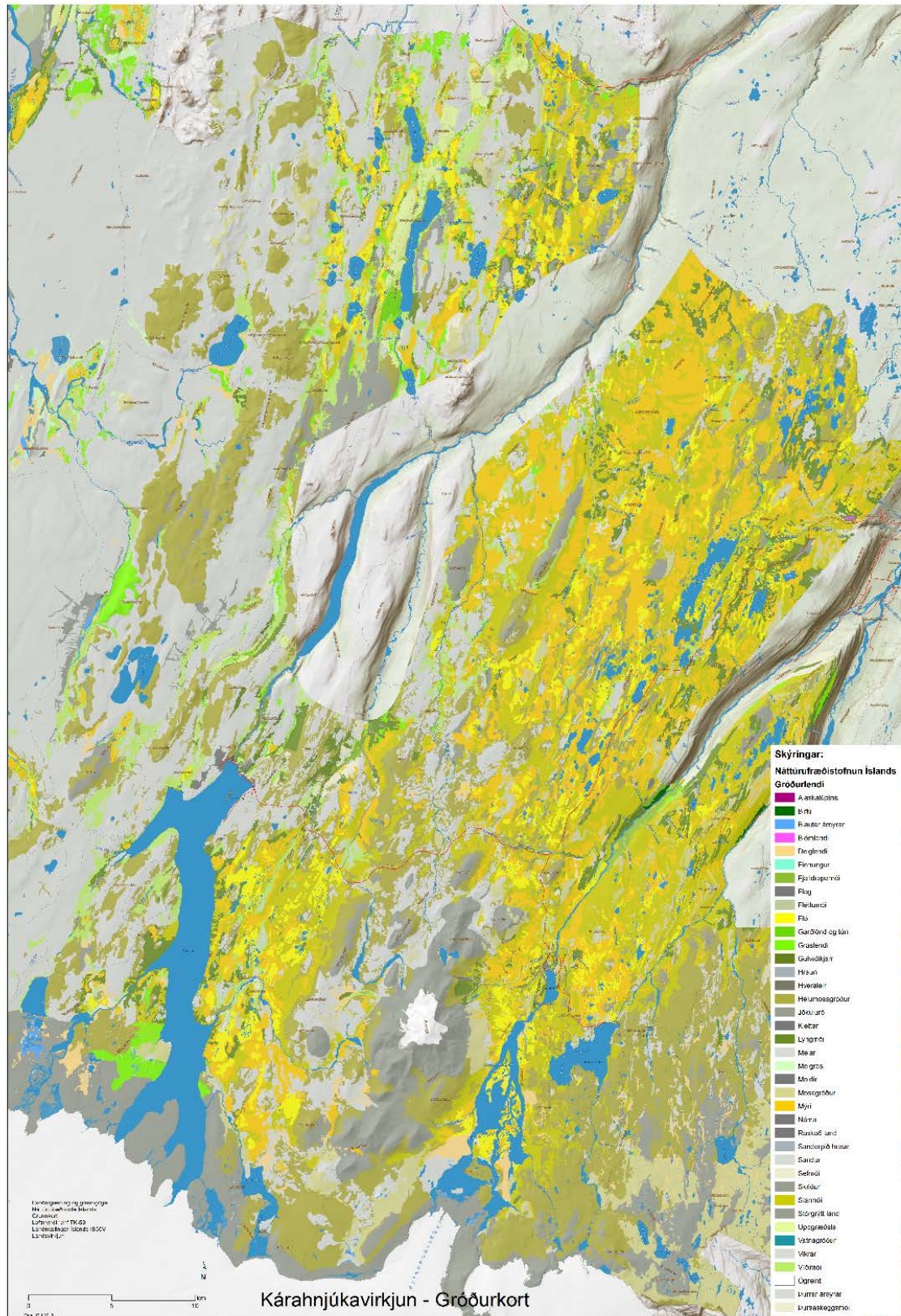
- Bera saman við niðurstöður rannsókna frá 1977-1981 og rannsókna sem fram fóru á árunum 2002-2008.
- Endurtaka gróðurkortagerð á völdum svæðum og greina breytingar í einstaka gróðurlendum.
- Yfirfæra reynslu frá rannsóknum yfir langt tímabil frá öðrum svæðum.

Gróðurvistfræðingar hafa látið í ljós þá skoðun að líklega megi yfirfæra ályktanir um breytingar í gróðurfari á milli svæða, og þannig notfæra sér t.d. langtímarannsóknir í Eyjafirði sem vísbendingu um gróðurfarsbreytingar sem gætu hafa átt sér stað á Snæfellsöræfum. Beinn samanburður á niðurstöðum rannsókna á gróðurfari á Snæfellsöræfum frá mismunandi tímabilum er æskilegur, en hann krefst þess að nægilega mörg rannsóknarsvæði séu samanburðarhæf, þ.e. að þeir gróðurreitir sem bornir eru saman séu af sama svæði og samsvarandi gróðurlendi og enn fremur þarf að vera nægileg samsvörun í aðferðum sem var beitt til að meta ástand gróðurlendanna. Landsvirkjun og Náttúrfræðistofnun Íslands stóðu sameiginlega að endurskoðun og uppfærslu gróðurkorta af Austurhálendinu ásamt viðbótum, einkum á Jökuldalsheiði. Gróðurkortin ná yfir rösklega 4 þús. km² svæði (mynd 71).

Eftir nánari skoðun virðast gögn um gróðurfari frá mismunandi tímabilum ekki gefa tilefni til beins samanburðar. Hins vegar kæmi til greina að gera úrtakssamanburð á gróðri (gróðurgreiningu eins og var þegar gróðurkort voru gerð af þessu svæði á 7. áratugnum við núverandi gróðurgreiningu.



Mynd 70. Starfsfólk Náttúrustofu Austurlands vann að gróðurmælingum á Fljótsdalsheiði sumarið 2016. Gróðurreitirnir á Snæfellsöræfum voru settir út á árunum 2006-2008 og unnið er að 10 ára endurtekningu mælinga. Snæfell í baksýn. Ljóssm. Guðrún Óskarsdóttir.



Mynd 71. Endurskoðuð gróðurgreining af Austurhálandi ásamt viðbótum einkum á Jökuldalsheiði, Múla og Hraunum. Byggt á gagnagrunni Náttúrufræðistofnunar Íslands.

Á þeim tíma sem rannsóknir og tilraunir til að styrkja gróður til að standast áfok fóru fram við Háslón 2004-2008 mátti merkja breytingar á gróðurfari sem raktar voru til hækkandi hita og minnkandi beitarálags (11). Helstu breytingar eru þær að þekja grasa, hálfgrasa og mosa jókst en þekja smárunna, runna, breiðblaða blómjurta og byrkninga minnkaði.

Til að byrja með yrðu valin svæði á Vesturöræfum og utarlega á Fljótsdalsheiði, þar sem mest er til af gögnum frá mismunandi tímum, hugsanlega með hliðsjón af niðurstöðum rannsókna á fari hreindýra sem jafnframt benda á þau svæði og gróðurlendi sem mest eru nýtt af hreindýrum.

Þáttur náttúrulegra breytinga eða sterkar vísbendingar þar um þurfa að liggja fyrir til að geta metið hugsanlegar breytingar sem talið er að rekja megí beint eða óbeint til Kárahnjúkavirkjunar, nema ummerkin séu nokkuð vel greinanleg. Ef áfok veldur, er líklegt að í nágrenni lónsins séu ummerkin skýr og afdráttarlaus, og minnki þegar lengra dregur frá.

Beit:

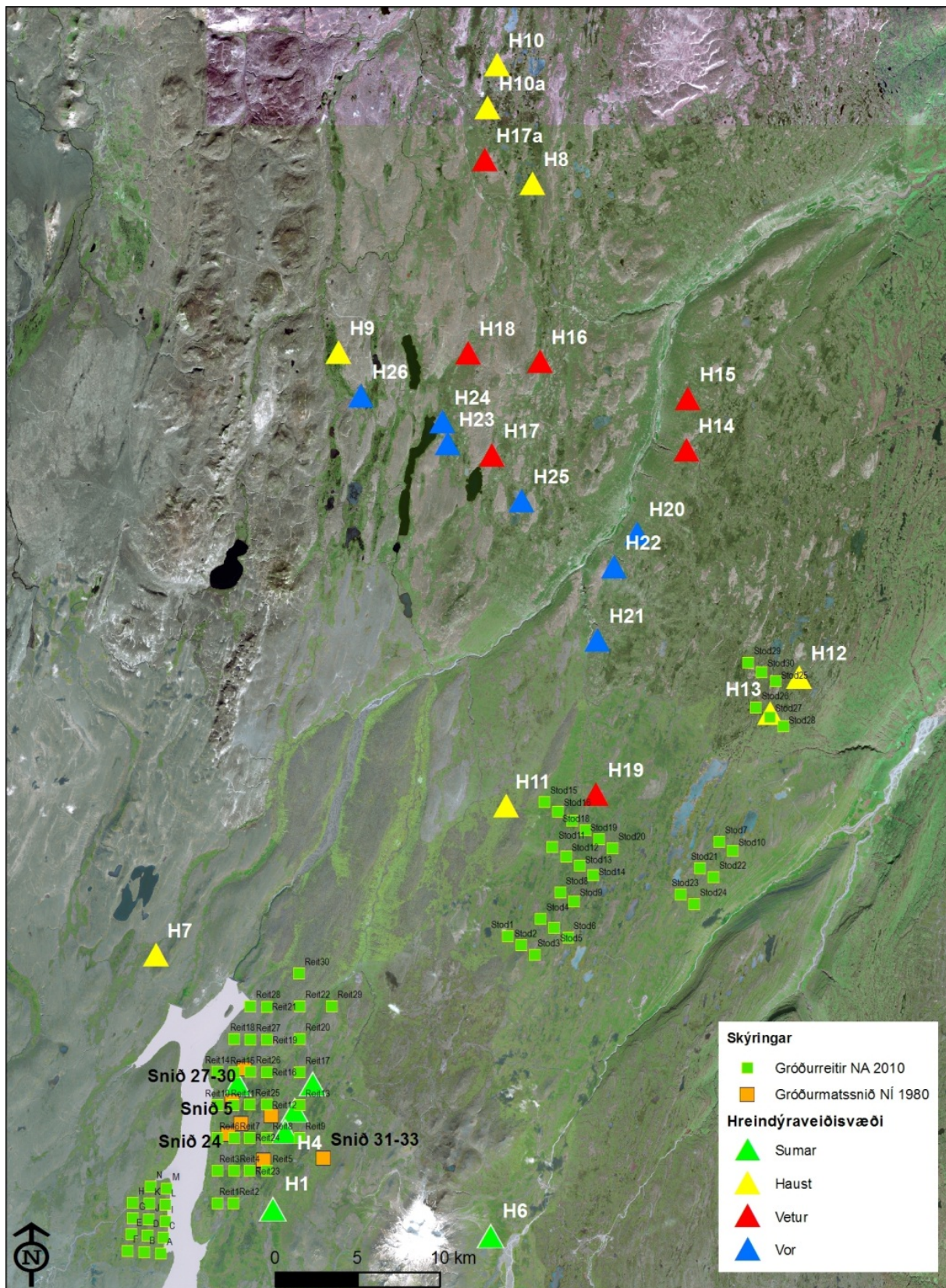
Dregið hefur úr sauðfjárbreit á Snæfellsöræfum eins og almennt hefur gerst á landinu. Beitarálag af gæsnum hefur aftur á móti aukist mikið. Beitarálag hreindýra fer m.a. eftir stofnstærð, þannig að ef stofninum er haldið stöðugum má ætla að breytt beitarálag tengist breytingum í gróðurfari, annaðhvort af náttúrulegum orsökum, vegna langtímaáhrifa af beit, eða einhverra annarra orsaka, sem getur verið erfitt að rekja. Með því að bera saman niðurstöður rannsókna á uppáhalds beitargróðri hreindýra 1980-1981 (50), útbreiðslu slíkra gróðurlenda á Vesturöræfum og hve mikið af slíkum gróðurlendum fór undir Háslón má álykta að gott beitiland hreindýra við Háslón hafi rýrnað um u.þ.b. fimmtung. Auk ofangreindra svæða nýta hreindýrin a.m.k. fimfalt stærra svæði til sumarbeitar, sem eru þó líklega heldur lakari, þannig að í heild gætu áhrif á beit verið nærri því að samsvara um 10% rýrnun beitilands og að óbreyttri stofnstærð valdið meira beitarálagi. Hreindýrin geta haft mikla yfirferð, sem hefur komið mjög skýrt fram í nýlegum rannsóknum á ferðum þeirra (43). Ef hreindýrin merkja áhrif af auknu beitarálagi á framboð og gæði fæðu er því líklegra að þau auki yfirferð sína fremur en að nauðbeita álagsbletti. Ef talin er hætta af aukna beitarálagi eru eðlilegustu viðbrögðin að stjórna stofnstærðinni, og það er gert.

Vöktun:

Hvort sem eru meiri eða minni líkur á gróðurbreytingum hefur verið gert ráð fyrir því að fylgjast með þeim, og var það undirbúið með skilgreiningu á upphafsástandi, þ.e. eins og það var á árunum 2006-2008, um það bil sem framkvæmdum við virkjunina lauk.

Greining á upphafsástandi felst í eftirfarandi:

1. Greining á gervitunglamyndum (SPOT-5) sem gefur möguleika á því að meta styrkleika gróðursins (gróðurstuðull). Bornar hafa verið saman myndir teknar 2002, 2007 og 2008. Mismunur á milli þeirra getur stafað af því að þær séu teknar á mismunandi tímum sumarsins og/eða við mismunandi árferði.
2. Fastir gróðurreitir hafa verið settir út og þar hefur gróður verið greindur til tegunda, þekja þeirra metin og hæðarvöxtur mældur. Þessir gróðurreitir eru alls 72 og dreifðir um Kringilsárrana, Vesturöræfi og Fljótsdalsheiði (mynd 72 og 75).
3. Fastir gróðurreitir eru á afmörkuðu svæði næst Háslóni, en þar var fylgst með framvindu í nokkur ár á tímabilinu 2002-2008 af LBHÍ (11) (mynd 75).



SPOT5 gervitunglamyndir

Vinnukort 2010.11.09 HA / ThTh

Map Document: (F:\LUK\Teddi\Karahnjúkar\Hreindýrastaðsetn_gróðurmatssniða.mxd)
9.11.2010 -- 10:09:30

Kárahnjúkar
Staðsetning gróðurreitna 2010
gróðurmatssniða 1980
og hreindýraveiðisvæða 1980 - 1981

Mynd 72. Kort af Snæfellsöræfum með staðsetningu gróðurreitna frá mismunandi tímum. Þríhyrningarnir eru staðsetning athugana sem tengdust rannsóknum á beit hreindýra frá því um 1980.

Aðferðir:

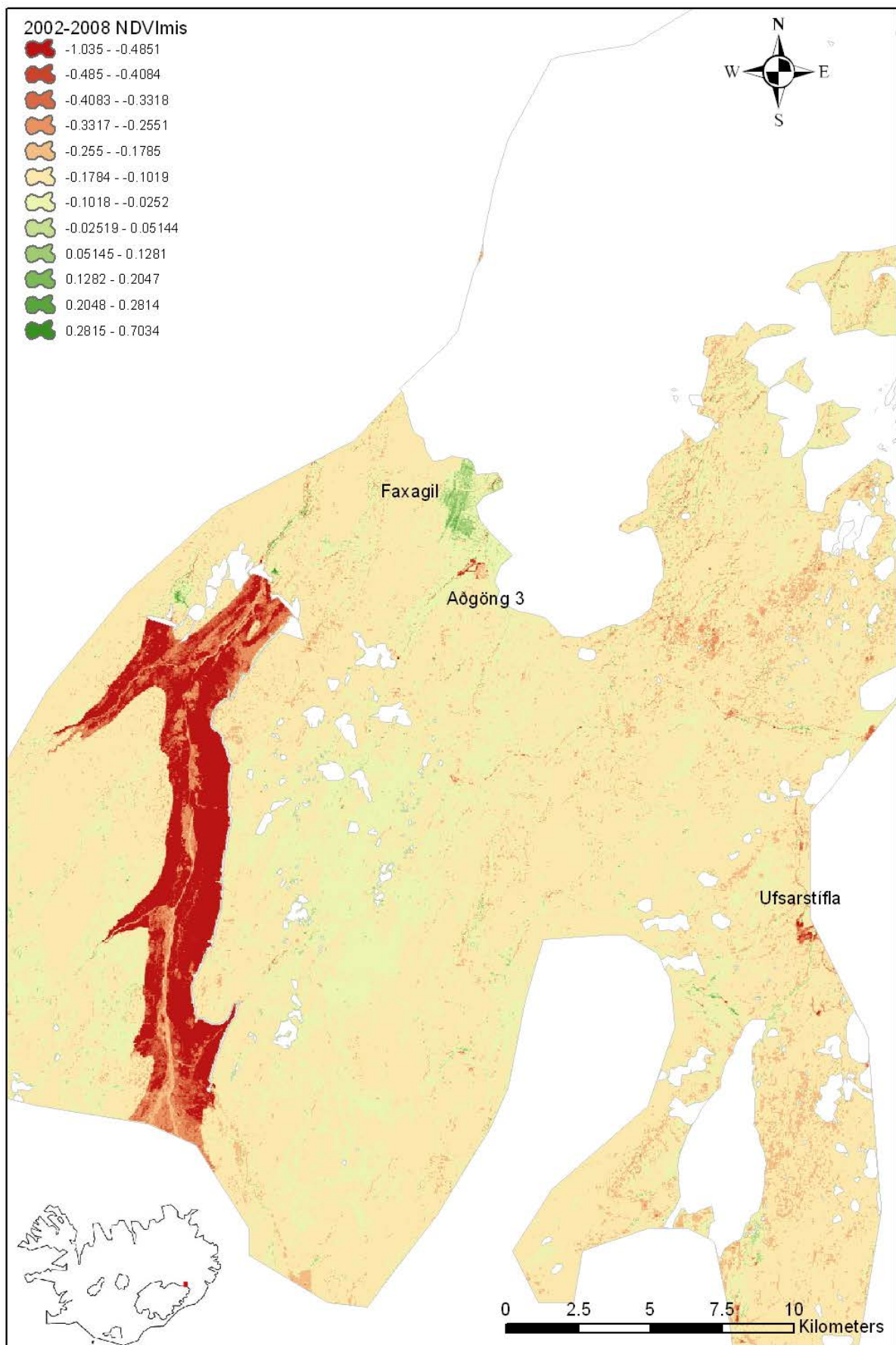
Í upphaflegri lýsingu á þeirri vöktunaráætlun, sem sameinar greiningu gervitunglamynda (SPOT-5) og gróðurreita á jörðu niðri, var gert ráð fyrir að myndir yrðu teknar með nokkurra ára millibili. Ef fram koma breytingar á gróðurstuðli sem gefa til kynna að breytingar hafi orðið má fara í reitina og kanna nánar hvers konar breytingar er um að ræða. Gervitunglamyndir frá 2002, 2007 og 2008 voru notaðar sem viðmiðun um grunnástand, þ.e. ríkjandi ástand áður en áhrifa gæti farið að gæta af virkjun.

Til þess að geta gengið að gróðurreitum vísum þarf að viðhalda þar staðsetningarhælum (hnit ekki nóg). Til þessa hefur verið farið minnst þriðja hvert ár á hvert svæði, þ.e. Kringilsárrana, Vesturöræfi og Fljótsdalsheiði. Auk þess sem ástand merkinga á reitunum er kannað og lagfært ef með þarf og tekin ljósmynd í hverjum reit. Í eftirlitsferðunum er m.a. litið eftir ástandi gróðurs m.t.t. beitarálags. Tíu ára úttekt á reitunum hófst með rannsóknum í Kringilsárrana 2015 og lýkur með rannsóknum á Vesturöræfum 2017.

Túlkun á grunnástandi eins og það liggur fyrir af gervitunglamyndunum er ekki einföld. Það er einkum óljóst hve mikil breyting þarf að verða á gróðurstuðlum til að gefa tilefni til nánari rannsókna í gróðurreitunum. Athugun á myndum frá 2002-2008 (mynd 74) leiðir skýrt í ljós meiriháttar breytingar, svo sem árangur af uppgræðslu, og ummerki framkvæmda, t.d. losun jarðefna (51). Það sem almennt má lesa úr samanburðinum á myndunum er að mismunurinn á milli þeirra er alls staðar lítill en svipaður, og líklegt að hann megi rekja til árferðis og tíma myndatökunnar. Af því leiðir, að þar sem verða frávik umfram það, er ástæða til að athuga hugsanlegar breytingar nánar.



Mynd 73. Gróðurreitir nærri bökkum Kringilsár ofan lónborðs. Ljósmynd. Gerður Guðmundsdóttir.

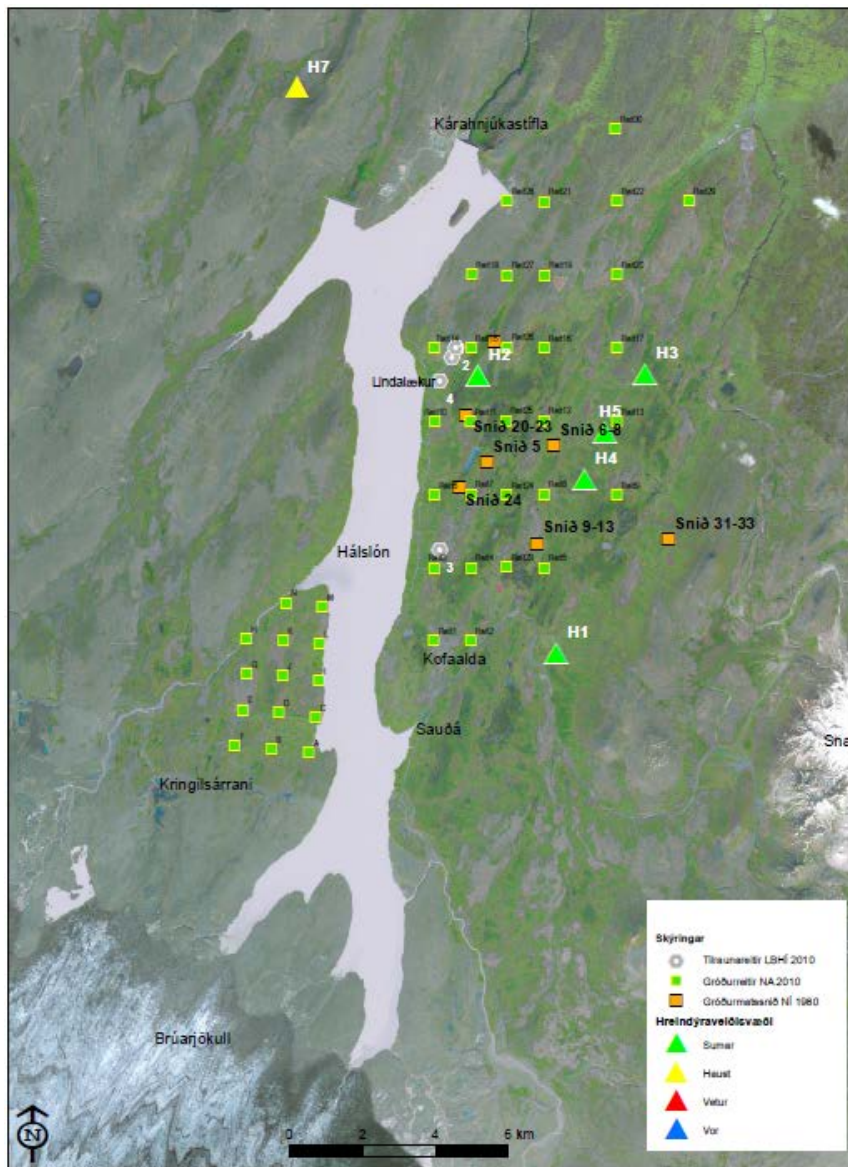


Mynd 74. Mismunur á gróðurstuðulsgildum á milli mynda sem teknar voru 2002 og 2008.

Framtíðarvöktun:

Sem fyrr segir er marklítið að stunda vöktun á áreiti ef ekki er hægt að aðgreina svörun við áreitinu frá náttúrulegum breytileika eða undirliggjandi langtímabreytingum. Túlkun gervitunglamynda svarar fyrst og fremst um breytingar í framleiðni og að vissu marki í þekju. Svör um það hvers eðlis breytingarnar eru fást með rannsóknum á föstum gróðurreitum.

Svo virðist að við dreifingu gróðureitanna hafi miklu fremur verið tekið mið af hugsanlegum áhrifum af uppfoki og áfoki en beitarálagi. Reynslan til þessa og prófun aðferða til að stemma áfok að ósi bendir ekki til að uppfok eða áfok muni hafa víðtæk áhrif á gróður. Hins vegar hafa í gegnum tíðina orðið talsverðar breytingar í dreifingu Snæfellsghjarðar, sem er nærtækt að tengja einhverjum breytingum í gróðurfari. Varla er hægt að horfa framhjá hugsanlegum áhrifum af mikilli fjölgun heiðagæsar. Eftir að 10 ára gróðurúttekt verður lokið á öllum svæðunum má telja líklegt að reitakerfið verði stokkað upp og tekið tillit til svæða og gróðurlenda sem eru mest notuð af hreindýrum og e.t.v. heiðagæs. Enn fremur kemur til greina að skilgreina einhverja gróðurreiti á Snæfellsöræfum sem þátt í endurteknum úttekum á gróðurreitum sem hafa það að markmiði að fylgjast með og skrá breytingar í gróðurfari á landinu öllu. Það er líklega nærtæk leið til að átta sig á undirliggjandi náttúrulegri framvindu.



Mynd 75. Staðsetning gróðurreita á Vesturöræfum og Kringilsárrana.

Helstu niðurstöður um aðgerðir sem varða heiðagæs og gróður

Skilyrði um rannsóknir aðrar en á hreindýrum á Snæfellsöræfum eiga rætur að rekja til fyrirheita í MÁU vegna virkjunar; s.s. vöktun heiðagæsa og gróðurvöktun.

Vöktun heiðagæsa tók mið af því að hluti af varpstöðum þeirra fór undir vatn. Heiðagæs hefur fjölgað um allt land að undanfögnu, ekki síst á Snæfellsöræfum og grennd. Þar eru að verki mun sterkari öfl en þau sem gætu hafa rýrt lífsskilyrði hennar á afmörkuðum svæðum. Nýjar áherslur munu taka mið af mögulegu álagi hins mikla fjölda af gæsum á gróður.

Á árunum 2006-2008 var gróðurfur skráð í 72 reitum dreift á Vesturöræfi, Kringilsárrana og Fljótsdalsheiði. Verið er að endurtaka skráninguna nú um áratugi síðar. Að því loknu, og með hliðsjón af auknu svæðisbundnu beitarálagi frá hreindýrum og heiðagæs má vera að góðurreitakerfinu verði breytt.

Hugsanleg áhrif virkjunar á hreindýr eru enn óljós. Um heiðagæs má segja að það eru líklega ekki hreiðurstæði sem ráða gengi hennar og því eru áhrif virkjunar orðin nokkuð ljós, en þessi mikla fjölgun hennar gæti hins vegar haft áhrif á aðra þætti sem talið er nauðsynlegt að vakta áfram, sem sagt gróðurfur og samþættingu þess við beitarálag.



Mynd 76. Liður í samþættingu gróður- og hreindýravöktunar er samstarf við norska sérfræðinga um rannsóknir á vetrarþætti, og fóru nokkrir sérfræðingar frá NA til Noregs í því skyni sumarið 2016. Myndin er frá uppsetningu gróðurreita í Harðangursþjóðgarði. Ljós. Náttúrustofa Austurlands.

3.18 Hreinsun farvegar Jökulsár í Fljótsdal eftir aurskolun (18. liður úrskurðar).

Framkvæmdaraðili skal sjá til þess að farvegur Jökulsár í Fljótsdal verði ávallt skolaður í kjölfar aurskolunar með rennsli sem sé a.m.k. jafnt því hámarksrennsli sem notað var við útskolun aursins. Útskolunin skal standa yfir í a.m.k. 4 klst.

Í matsskýrslu kom fram að ætlunin væri að tæma aur úr Ufsarlóni seinni hluta sumars eftir að Háslón er orðið fullt. Skilyrði ráðherra fjallar um að séð skuli til þess að sá aur sem skolað er úr Ufsarlóni setjist ekki að í farvegi árinna. Í athugasemdum sem Landsvirkjun kom á framfæri í aðdraganda úrskurðarins kom m.a. fram að áformað væri að haga skolun þannig, að rennsli verði almennt ekki meira en 150 m³/s og aldrei meira en 100 m³/s þegar mikill aur er í vatninu.

Að jafnaði er áætlað að Háslón sé fullt í 40 daga árlega. Á því tímabili gefst færi á að skola út aur úr Ufsarlóni.¹⁸ Aurinn skolast ekki út að fullu fyrr en lónið er nær því tómt.

Síðsumars 2010 var skolun framkvæmd í fyrsta sinn eftir 2 ára söfnun í lónið. Útskolun aurs fór fram við um 40-65 m³/s rennsli, og við skolun farvegar fór rennslið mest upp í um 100 m³/s. Síðan hefur verið reynt að skola út aur árlega, en reynslan hefur sýnt að það er oftast vel framkvæmanlegt, og að a.m.k. annað hvert ár, ef Háslón fyllist óvenju seint.



Mynd 77. Að lokinni tæmingu Ufsarlóns. Ljósmynd Georg Pálsson, 27. ágúst 2010.

¹⁸ Kárahnjúkar Hydroelectric Project. Waterways Operation Manual, revision. LV-2009/014.

Mat Umverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Árið 2010 var lítil reynsla komin á fyrirfram gefnar hugmyndir um það hvernig væri best að haga aurskolun úr Ufsarlóni. Megin markmið aurskolunar var að sjá til þess að aurinn safnast ekki fyrir í farvegi árinna. Reynslan hefur sýnt að best er að skola aur sem oftast, helst árlega ef vatnsstaða í Hálslóni leyfir.

Það er mat Landsvirkjunar að tæmingu Ufsarlóns hafi til þessa ekki valdið uppsöfnun aurs í farveginum og reynslan muni tryggja farsæla tæmingu lónsins í framtíðinni.



Mynd 78. Sumarvatn (eftir virkjun) í Jökulsá í Fljótsdal við vatnshæðarmælistað sem kenndur er við bæinn Hól. Lítilð safnast fyrir af sandi í farveginum og tekist hefur að koma í veg fyrir að hann breiðist út ofan algengrar vatnsstöðu, sem m.a. má glöggva sig á af ummerkjum í grennd við mælahúsið.

Ljósmynd Árni J. Óðinsson.

3.19 Regluleg vöktun fornminja (19. liður úrskurðar)

Framkvæmdaraðili skal í samvinnu við Minjavörslu Austurlands gera áætlun um reglulega vöktun þeirra fornminja sem eru í hættu og tilkynna Fornleifavernd ríkisins ef hættu er talin á að fornminjar muni raskast vegna framkvæmdanna.

Þessi skilyrði eru í samræmi við fyrirheit um rannsóknir og vöktun eftir yfirlitskönnun í matsskýrslu framkvæmdaraðila. Frekari rannsóknir hafa farið fram í samráði við Fornleifavernd ríkisins á framkvæmdatíma, og tekið á nýjum uppgötvunum, svo sem minjum frá upphafsöldum Íslandsbyggðar, sem Páll Pálsson frá Aðalbóli rakst á í Hálsi gegnt Sauðá (mynd 79).



Mynd 79. Í Pálstóftum (Fornleifastofnun Íslands SES.)

Nokkrar fornminjar fara forgörðum vegna framkvæmda (52). Flestar minjarnar eru gangnakofar bæði á Vesturöræfum og á beitar svæðum vestan Jöklu allt frá Kringilsárrana að Sauðárdal (53).



Mynd 80. Kofarúst við Sauðárdal (Fornleifastofnun Íslands SES.)

Eftir því sem næst verður komist eru gangnaminjar flestar frá síðari hluta 19. aldar. Í sumar þeirra var grafið. Merkt leifa er án efa svonefnd Pálsrúst kennd við áður nefndan Pál. Rústin var grafin upp. Gjóskulög segja að mannvirkið sé a.m.k. frá því fyrir 1262 og e.t.v. má rekja upphafið aftur fyrir 1158. Hvað sem því líður eru þessar mannvistarleifar frá fyrstu öldum Íslandsbyggðar, og hugmyndir um að þar sé fundið Reykjasel sem um getur í Hrafnkelssögu Freysgoða. Leifar af kláfum hafa fundist við Sauða vestan Jöklu (mynd 81), og er elsta heimild um þá frá 1840, einnig er heimild um kláf á Kringilsá en ekkert hefur fundist sem bendir til hvar hann hefur verið.



Mynd 81. Leifar af Kláfstæði við Sauða (Fornleifastofnun Íslands SES.)

Vatnsmagn hefur verið mjög breytilegt í Kringilsá og Sauða eftir stöðu jökulsins. Getið er um vað á Kringilsá frá tímum sem jökulvatnið leitaði í Sauða og kláfur var óþarfur á Kringilsá. Greinileg varða stendur á melhrygg ofan við fossinn í Sauða (mynd 82) og eftir því sem næst verður komist er hún mun eldri en leifar gangnakofa en að öðru leyti er óvíst um aldur, en freistandi hefur þótt að tengja hana við Pálsrúst.



Mynd 82. Varða við Sauða (Fornleifastofnun Íslands SES.)

Fjöldi minjastaða eru þannig staðsettir að talið var að minjarnar gætu verið í hættu ef óvarlega er farið og vatnsborðsbreytingar verða aðrar en áætlað er. Nálgun úttekta tók mið af þessu. Ekki er talin þörf á vöktun, staðfest af Fornleifavernd ríkisins með bréfi dags. 10. desember 2007.

Mat Umverfisstofnunar (2010) var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

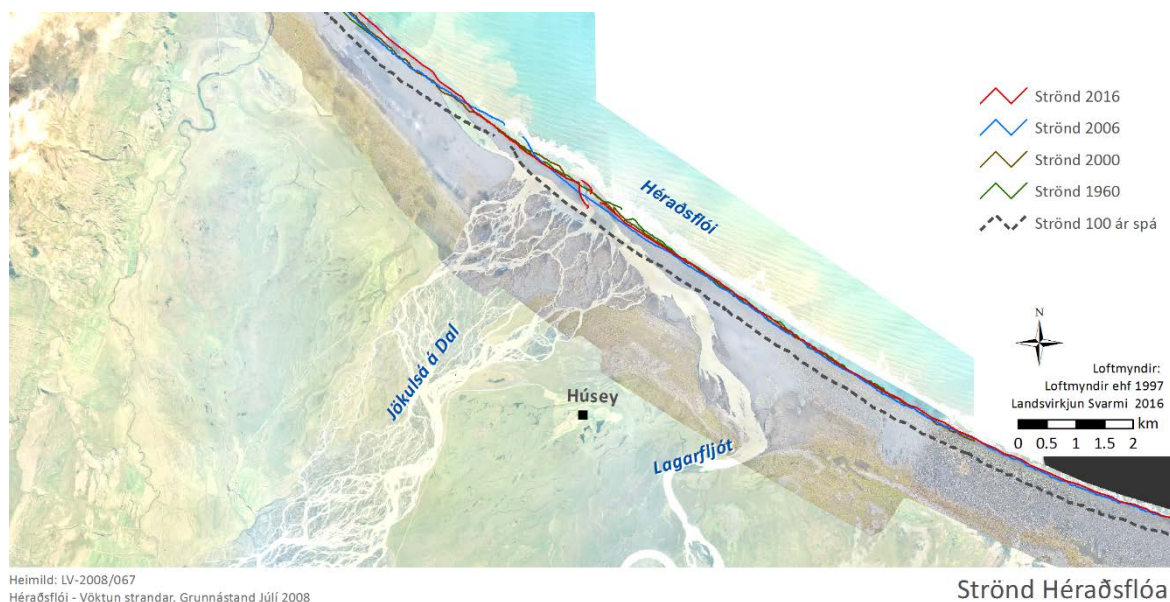
4. Vatnafar og tengdir þættir

Í þessum kafla er fjallað um þá þætti sem tengjast breytingum í vatnafari. Jökulsá á Dal tekur miklum breytingum. Henni er miðlað í Hálslóni og þar fellur út meiri hluti af aurburði árinna. Meiri hluta ársins fellur hún sem tær dragá um Jökuldal til sjávar, en lang flest ár bætist í hana gruggugt yfirfallsvatn úr Hálslóni um nokkura vikna skeið síðla sumars og á haustin. Úr Hálslóni er vatn tekið til Fljótsdalsstöðvar og bætist við Jökulsá í Fljótsdal og Lagarfljót, en þó ekki að ráði á þeim tíma sem nægilegt vatn er í Jökulsá í Fljótsdal, þannig að þrátt fyrir viðbótina verða rennslis og vatnshæðarsveiflur í Lagarfljóti minni en áður. Umfjöllun í þeim köflum sem á eftir fara eru aðallega tengdir fyrirheitum í matsskýrslu og skilyrðum um vöktun vatnafars í virkjunarleyfi (Viðauki 1).

4.1 Vöktun strandar

Strönd Héraðsflóa er meðal þeirra staða þar sem gert er ráð fyrir að fylgjast þurfi með rofi, skv. matsskýrslu, en í henni voru birtar niðurstöður um að ströndin gæti færst inn um 200 m á næstu

100 árum eftir að virkjun tekur til starfa. Vöktunin hefur verið undirbúin með því að taka út grunnástand strandarinnar (54).

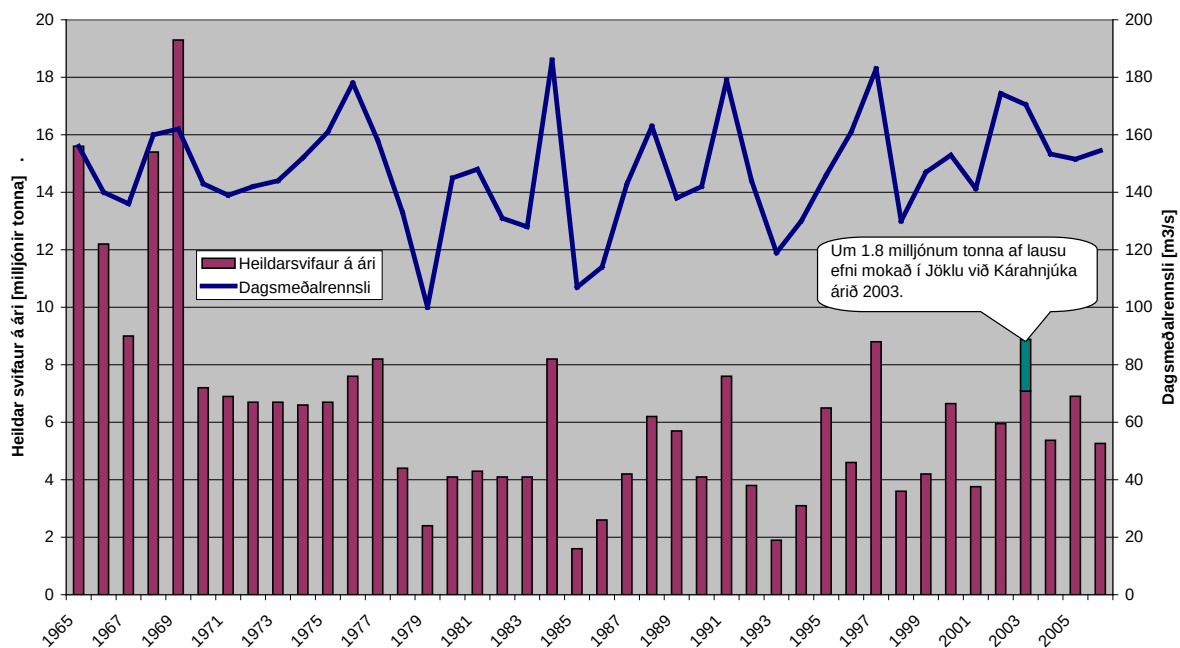


Mynd 83. Lega strandar og óss 1945 – 2016 og spá um rof á næstu 100 árum (brotastrik).

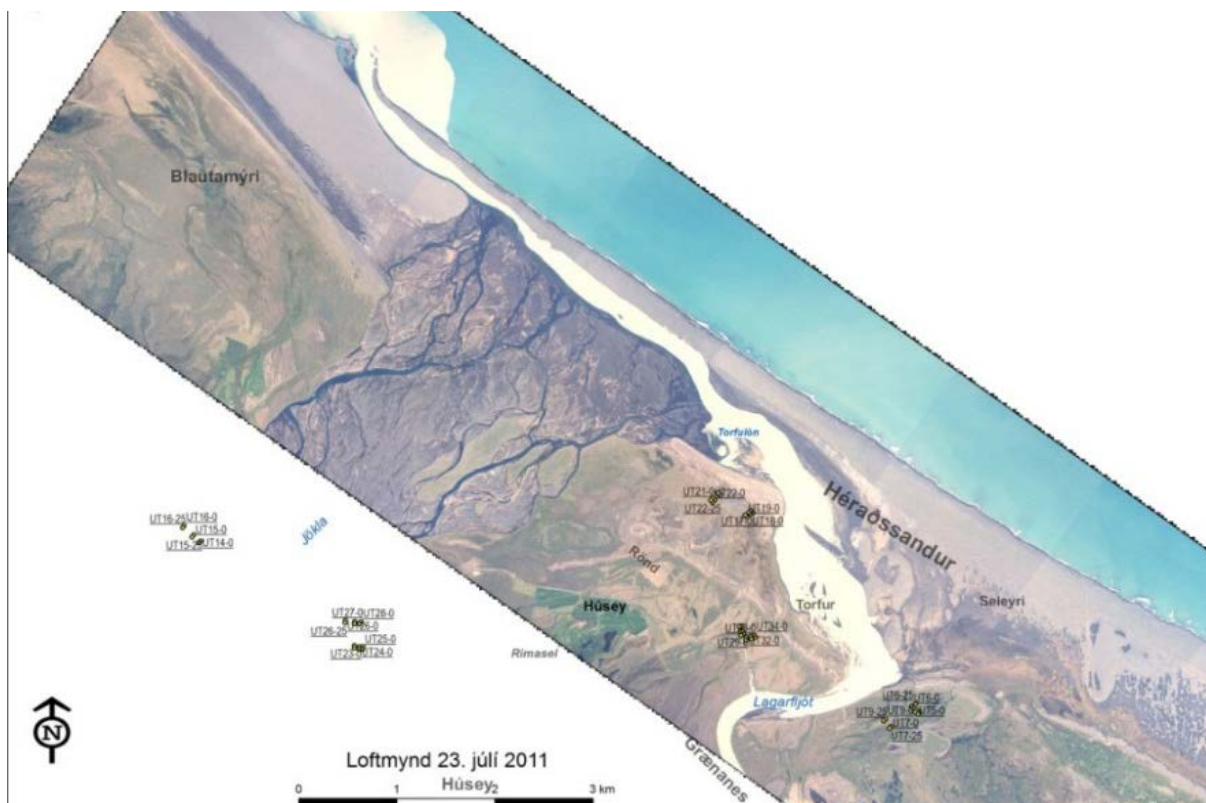
Í vöktun strandarinnar felst m.a. að kortleggja af tiltækum loftmyndum hve mikið ströndin hefur breyst á seinustu áratugum (grunnástand). Á heildina litið virðist ströndin hafa verið í nokkuð góðu jafnvægi seinustu 6 áratugina (mynd 83). Árið 1960 var ósinn að mestu á sama stað og 1945, og hélt að mestu kyrru fyrir fram á 9. áratuginn, en 1988 hafði hann hnikast norður á bóginn um 200-300 m og árið 2000 hafði hann enn færst um 400 – 500 m frá 1988. Mesta færslan var frá 2000 til 2006 um 1,5 km. Ósinn hafði þannig færst um 2 km til norðurs frá 1960 til 2006. Færsla óssins hófst áður en Kárahnjúkavirkjun olli breytingum á rennslis til sjávar. Sumarið 2003 voru um ein milljón rúmmetra (1,8 Mtn) af efni á stíflustæði Hálslóns losuð í Jöklu (mynd 84). Af þessu efni er talið að um helmingur (40-60%) hafi borist niður eftir ánni og gæti hugsanlega hafa átt sinn þátt í hröðun á flutningi óssins seinustu árin.

Sumarið 2011 hafði ósinn færst um röskan km til norðurs frá 2006 (mynd 85).

Rennsli Jöklu og svifaur við Hjarðarhaga



Mynd 84. Rennsli Jöklu og svifaur við Hjarðarhaga frá 1965-2006. Af þeirri viðbót sem losað var í ána á stíflustæði Háslóns árið 2003 er talið að um helmingur hafi bæst við framburð árinna. 19



Mynd 85. Staða óss ána 2011.

¹⁹ Laufey B. Hannesdóttir 2007. (úr) Samantekt á upplýsingum um aurburð í Jöklu.

Hver sem ástæða flutnings á ósnum var ákvað Landsvirkjun í samráði við heimamenn að kosta gerð nýs óss á svipuðum slóðum og hann var lengst af, og var hafist handa um það í febrúar 2014.

Fylgst verður með færslu strandar með aðstoð gervitunglamynda á 5-10 ára fresti. Aðgangur að gervitunglamyndum er allt annar en hann var og ekki þarf lengur að gera sérstakar ráðstafanir til að verða sér út um þær og ekki sama ástæða og fyrr til að festa vöktunartímabil.



Mynd 86. Ljósmynd af strönd Héraðsflóa þann 7. október 2013. Rauða örin sýnir fyrirhugaða staðsetningu á nýjum ósi. Ljós. Landsvirkjun.



Mynd 87. Nýr ós þann 15. júní 2014 en þá var farvegurinn til sjávar orðinn 200 breiður. Greinilega sést að Lagarfljót fer allt um nýja ósinn. Ljósmynd Stefán Scheving Einarsson

Helstu niðurstöður um aðgerðir sem varða breytingar á strönd Héraðsflóa

Með minni aurburði til strandar eru líkur á að sjórinn muni smá saman færa strandlínuna inn. Á þeim tíma sem gögn liggja fyrir um ós á Héraðssandi, þ.e. frá miðri seinustu öld hélt ósinn kyrru fyrir á sömu slóðum fram á 9. áratuginn, þegar hann byrjaði að hnikast til norðurs og um 2011 hafði hann færst rösklega 3 km frá legu hans 1965. Í samráði við heimamenn kostaði Landsvirkjun færslu óssins til fyrra horfs vorið 2014.

Gert er ráð fyrir að fylgjast reglulega með ströndinni með aðstoð gerfitunglamynda.

4.2 Skilyrði sem varða vatnafar

4.2.1 Rennsli fyrir og breytingar eftir virkjun

Um vatnafar eru annars vegar ábendingar í virkjunarleyfi iðnaðarráðherra og hins vegar boðaðar rannsóknir og vöktun í matsskýrslu. Í virkjunarleyfi²⁰ segir: **tekið verði tillit til ábendinga Orkustofnunar varðandi vöktun og skráningu á rennsli og vatnshæð vatnsfalla á áhrifasvæði virkjunarinnar í samræmi við ákvæði vatnalaga.** Í umsögn Orkustofnunar²¹ er þetta þannig orðað: *Loks telur Orkustofnun að í leyfi iðnaðarráðherra þurfi að koma fram að í samræmi við Vatnalög (t.d. 4.mgr 33.gr) beri Landsvirkjun að sjá til þess að skrá skilmerkilega allar þær breytingar sem þessi virkjun veldur á vatnshæðum og vatnsbúskap viðkomandi vatnsfalla, og er sérstaklega bent á mæli í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga og það vatnshæðarmælakerfi sem rekið er við Lagarfljót eða samsvarandi, auk mælinga sem varða vatnsborðsbreytingar.*

Í töflu 1 er yfirlit um mæla á vatnasviði Lagarfljóts sem voru í rekstri þegar leyfið var gefið (mynd 88), og hvers eðlis rennslisgögn verða eftir að virkjun tekur til starfa.

Tafla 1: Mælar í rekstri á vatnasviði Fljótsdalsstöðvar fyrir virkjun og .

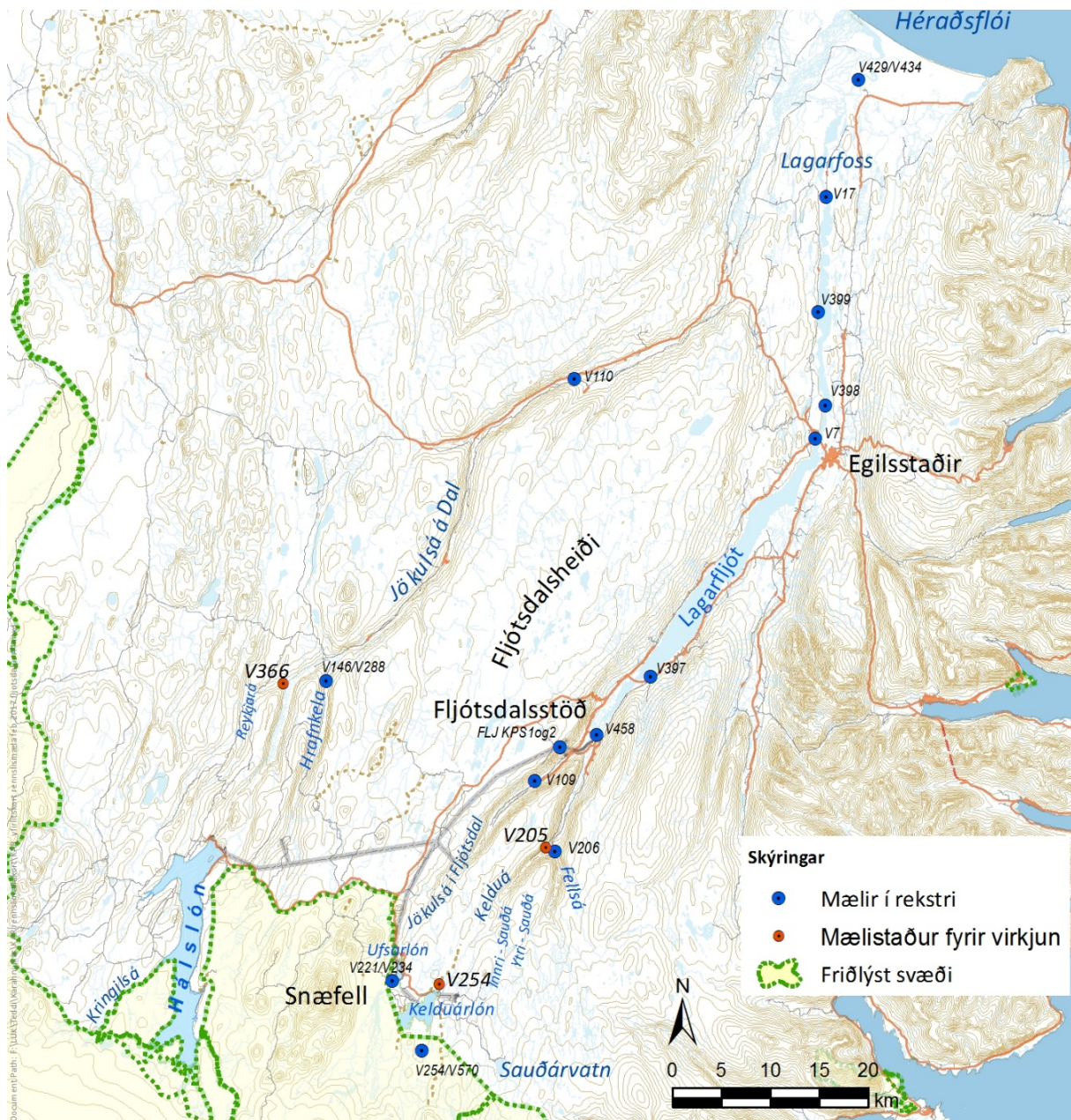
V-númer	Staður	Athugasemd eftir virkjun
234	Jökulsá í Fljótsdal; Eyjabakkafoss	náttúrulegt rennsli
109	Jökulsá í Fljótsdal; Hóll	afgangsrennsli
205	Kelduá, Fljótsdal; Kiðafellstunga	afgangsrennsli
206	Fellsá, Fljótsdal; Sturluflöt	náttúrulegt rennsli
254	Kelduá, Fljótsdal; ofan Grjótár	aflagður við virkjun
007	Lagarfljót, Lagarfljótsbrú	vatnshæð eingöngu
017	Lagarfoss	stýrt rennsli

Rennslismælarnir (nema 017 Lagarfoss) gáfu allir náttúrulegt rennsli áður en veitur úr viðkomandi ám voru teknar í notkun. Nú er mælirinn við Eyjabakkafoss sá eini á virkjunarsvæðinu sem mælir náttúrulegt jökulafrennsli. Þar fyrir utan var rekin mælir í Kverká

²⁰ Virkjunarleyfi fyrir allt að 750 MW Kárahnjúkavirkjun. Dagsett 2. september 2002 (Viðauki 1).

²¹ Umsögn um útgáfu virkjunarleyfis. Dagsett 8. ágúst 2002.

sem er austasta kvísl Kreppu (og Jökulsár á Fjöllum) og gaf hann vísbendingu um náttúrulegt sumarrennsli inn í Háslón. Þessi mælir er aflagður frá og með 2016. Allir mælir sem eru neðan við Hraunaveitu og Jökulsárveitu mæla það sem eftir er þegar veiturnar hafa fengið sitt. Mælistöðin í Fellsá er sú eina sem eftir er af mælum á Hraunum sem skilar gögnum í náttúrulega langtímarennslisröð. Mælistöðin sem var í Kelduá ofan Grjótár hefur nú verið færð upp fyrir Kelduárlón og mælir því áfram náttúrurennsli í efstu drögum Kelduár. Eftir virkjun er Jökulsá á Dal ein af stærstu dragám landsins, en ólíkt öðrum slíkum bætist henni síðla sumars og á haustin rennslistoppur með gruggugu vatni. Árskipti eru að því hversu mikið vatn bætist ánni frá Háslóni. Auk mælis við Hjarðarhaga, sem dregur saman heildarmynd af ánni eftir virkjun, hafa þrír mælir verið reknir ofarlega á vatnasviðinu til skamms tíma; í Jökulsá á Dal við Brú, í Hrafnkelsá og Reykjará, sem svo heitir eftir að Laugarvalladalsá og Fiskidalsá hafa sameinast. Mælir er enn rekin í Hrafnkelsá.



Mynd 88. Vatnshæðarmælir í rekstri í árslok 2016.

4.2.2 Breytt kerfi til að meta vatnsbúskap eftir virkjun

Í anda vatnalaga ber að halda utan um þær breytingar á afrennsli vatnsfalla sem virkjun veldur. Það er gert með eftirlíkingu af sem næst náttúrulegu rennsli með þeim hnoðum sem menn hafa. Þau helstu eru mælingar á hluta rennslisins á náttúrulegum mælistöðvum og rennsli í gegnum og framhjá virkjun. Sérfræðingar Landsvirkjunar fóru yfir þau gögn sem skráð eru við rekstur virkjananna, mælistöðvar sem mæla náttúrulegt innrennsli til virkjana ásamt mælum sem fylgjast beint með breytingum í vatnsbúskap neðarlega á vatnasviðum ána. Vatnsrýmd miðlunarlóna er meðal breyta sem notaðar eru til að meta nýjan vatnsbúskap. Af þeim sökum m.a. verður fylgst með breytingum á miðlunarrými Hálslóns með dýptarmælingum á t.d. 10 til 20 ára fresti (5-10 ára fresti skv. matsskýrslu).

Á grundvelli ofangreindrar athugunar sendi Landsvirkjun, Orkustofnun tillögur²² um það hvernig hún teldi mögulegt að uppfylla skilyrði virkjunarleyfis með vísan m.a. til vatnalaga (t.d. 4. mgr. 33. gr.). Í samræmi við það var mæli í Jökulsá í Fljótsdal við Valþjófsstaðanes (V458) gerður rennslisgæfur frá 2010. Við þann mæli eru komnar fram allar breytingar á vatnsrennsli sem mannvirki og rekstur Landsvirkjunar valda á vatnasvið Lagarfljóts. Helstu rennslisgjafar eða ár ofan við mælinn við Valþjófsstaðanes eru Fellsá (V206), Kelduá (V205), Jökulsá í Fljótsdal (V109) og frárennsli Fljótsdalsstöðvar. Af þessum ám er Fellsá sú eina sem ekki hefur orðið fyrir áhrifum af virkjuninni. Lagt er til að halda rekstri mælis í Fellsá áfram. Hluti af rennsli Kelduár og Jökulsár í Fljótsdal er virkjað og kemur það rennsli fram í frárennsli Fljótsdalsstöðvar. Lagt var til að hætta rekstri á mælinum í Kelduá við Kiðafellstungu og reka mælinn í Jökulsá í Fljótsdal við Hól með lágmarksviðhaldi fyrst um sinn. Um Fljótsdalsstöð fer virkjað rennsli Jökulsár á Dal, Jökulsár í Fljótsdal og Kelduár. Á ofanverðu vatnasviðinu er lagt til að halda áfram mælingum í Jökulsá í Fljótsdal við Eyjabakka (V234) og enn fremur í ofanverðri Kelduá, ofan Kelduárlóns (V570). Hvorugur þessara mælistaða hefur orðið fyrir áhrifum af virkjuninni.

Tafla 2: Tillögur Landsvirkjunar um framtíðarrekstur mæla á vatnasviði Fljótsdalsstöðvar (2010).

Númer vatnshæðarmælis	Nafn mælistöðvar	Aðgerð
110	Jökulsá Dal; Hjarðarhagi	Halda rekstri áfram
164	Jökulsá á Dal; Brú, Kálfseyrar	Gera mæli rennslisgæfan
366	Reykjará, Brúaröræfum	þarf ekki að vera í rekstri
146	Hrafnkela; Vaðbrekkufoss	þarf ekki að vera í rekstri
221	Jökulsá í Fljótsdal; Eyjabakkafoss	Halda rekstri áfram
109	Jökulsá í Fljótsdal; Hóll	Halda áfram lágmarksrekstri
205	Kelduá, Fljótsdal; Kiðafellstunga	þarf ekki að vera í rekstri
206	Fellsá, Sturluflöt	Halda rekstri áfram
570*	Kelduá, Fljótsdal; ofan Kelduárlóns	Viðheldur rekstri áfram (á nýjum stað)
458	Jökulsá í Fljótsdal; Valþjófsstaðanes	Gera mæli rennslisgæfan

* Leysir mæli sem áður var ofan Grjótár (neðan Kelduárlóns) af hólmi (V254).

²² Bréf, dags. 12. apríl 2010 ásamt Minnisblöðum um *Rennslisgæfar mælingar við Kárahnjúka og Innrennsli Hálslóns*.

Á vatnasviði Jökulsár á Dal var lagt til að halda mælinum við Brú (V164) rennslisgæfum, en hætta rekstri á Reykjará (V366) og Hrafnkelsá (V288). Neðan við Brú eru komnar fram nær allar breytingar á vatnsrennsli sem mannvirki og rekstur Landsvirkjunar valda. Hrafnkelsá rennur í Jökulsá á Dal neðan við mælinn við Brú, þannig að hugsanlegar breytingar á rennsli Hrafnkelsár vegna leka úr aðrennslisgöngum virkjunar koma ekki fram þar. Heildar lekinn úr göngunum er mældur af Landsvirkjun og er hann mest um 150 l/s og hefur ekki marktæk áhrif á rennslið. Halda skal áfram rekstri á mælinum í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (V110), sem á sér lengsta sögu mælinga á þessu vatnasvæði.

Með bréfi til Landsvirkjunar, dags. 27. maí 2010 tilkynnti Orkustofnun að fallist væri á ofangreindar tillögur um breytingar á vatnshæðarmælakerfi því sem var í rekstri fram til þess að rekstur Kárahnjúkavirkjunar hófst, en óskaði jafnframt eftir frekari rökstuðningi fyrir því að leggja niður rekstur mæla í Jökulsá í Fljótsdal við Hól og í Hrafnkelsá.²³ Fram kemur í bréfinu að áður en Orkustofnun gerði upp hug sinn var leitað samráðs við Umhverfisstofnun og stjórnsýsluhluta (A-hluta) Veðurstofu Íslands. Landsvirkjun lítur á tillögur sínar sem framtíðaráform, en vegna sérstakra aðstæðna munu mælar í Hrafnkelsá og Jökulsá í Fljótsdal við Hól reknir um óákveðinn tíma með lágmarks umfangi. Ekki tókst að tryggja rennslisgæfan rekstur mælis í Jökulsá á Dal við Brú og er hann nú aflagður.

Vatnsborðsmælir hefur verið rekinn við Lagarfljótsbrú við Egilsstaði síðan 1948. Vatnshæð hefur enn fremur verið mæld áratugum saman ofan við Lagarfoss. Í tengslum við virkjun var settur niður mælir við Hól út við Héraðsflóa (434) og tveir mælar til að fylgjast með vatnshæð í Lagarfljóti á milli Lagarfoss og Egilsstaða; í Vífilsstaðaflóa (V398) og við Vatnsás (V398) um 3 km neðan við Lagarfljótsbrú, og innst í Leginum, við Buðlungavelli (V397).

Helstu aðgerðir til að varðveita vatnafarspekkingu á svæðinu.

Virkjun með miðlun og veitingu vatns á milli vatnasviða hefur óhjákvæmilega mikil áhrif á vatnafar, þótt allt vatnið skili sér á endanum í sama ós og fyrrum. Til að halda utanum þessar breytingar hefur Landsvirkjun eftirfarandi gögn: nokkrar mælistöðvar sem halda utanum náttúrulegt innrennsli til lóna og náttúrulegt afrennsli á vatnasviðinu, mælingar á rennsli um stöðvar og stöðu miðlana. Að lokum er mælt rennsli Jökulsár í Fljótsdal neðan við útrennsli úr Fljótsdalsstöð, en þar er allt rennsli frá virkjun komið fram og það er þekkt, auk rennslis af vatnasviðum Kelduár og Jökulsár í Fljótsdal neðan veitna til virkjunar.

4.3 Vatnsborð í Lagarfljóti

Greining sem Landsvirkjun lét gera á fyrirbyggjandi rennslisgögnum benda til að á þessum árum megi rekja um 20 m³/s af auknu rennsli miðað við tímabilið frá 1975 til 2007 til herra náttúrulegs rennslis en líkanreikningar voru byggðir á.²⁴

Rennsli frá Háslóni til virkjunar var áætlað um 90 m³/s. Meðalrennsli við Lagarfoss á árunum 1975-2001 var 116,6 m³/s. Vatnasvið Lagarfossvirkjunar er um 4.580 km² og Lagarfljóts við Egilsstaði (Lagarfljótsbrú) um 4.060 km², eða 89% af vatnasviði Lagarfossvirkjunar. Líklega er afrennsli af láglendari vatnasviðum vatnsfalla sem falla til Lagarfljóts neðan Egilsstaða minna en afrennsli af hlutfallslega hálendari vatnasviðum innan við Egilsstaði, og því megi ætla að rennsli við Lagarfljótsbrú hafi á þessu árabili verið hlutfallslega minna en ofanefnd 89% og ágiskun um

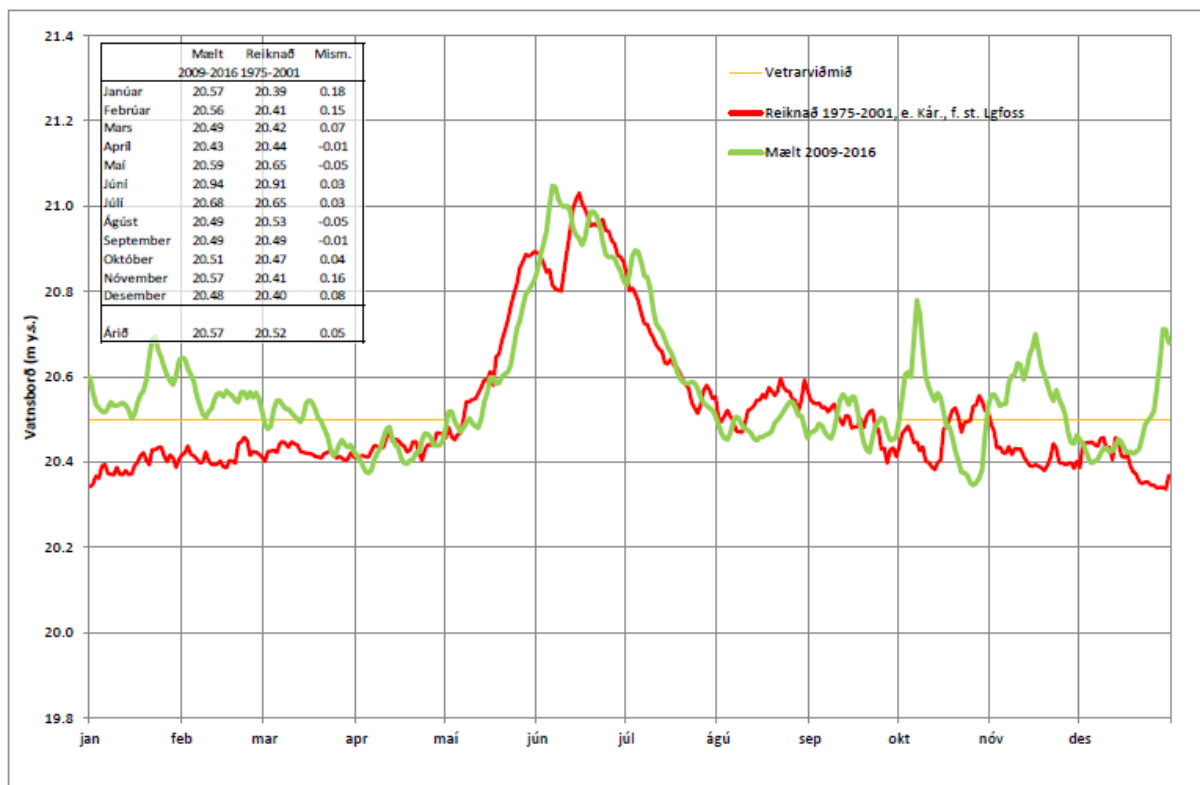
²³ Bréf til Landsvirkjunar. Framtíðarvöktun á vatnafari vegna Kárahnjúkavirkjunar – svar Orkustofnunar við tillögum Landsvirkjunar. Dags. 27. maí 2010, Tilvísun 2009040006.

²⁴ Þórhildur Guðmundsdóttir 2017. Samanburður á mældu vatnsborði og rennsli við birtar niðurstöður líkanreikninga. Minnisblað, Verkís: í vinnslu.

100 m³/s rennsli við Egilsstaði líklega ekki fjarri lagi. Virkjun hefur þannig að meðaltali nær tvöfaldað meðalrennsli út úr Leginum við Egilsstaði.

Áætlanir um Kárahnjúkavirkjun gerðu ráð fyrir að meðalrennsli í Lagarfljóti muni nær tvöfaldast eftir virkjun, en jafnframt að vatnsborðssveiflan muni ekki aukast. Vatnsstaðan verði nokkru hærri að vetrinum, en vor og sumartoppar munu lítið breytast (mynd 89) vegna þess að á þeim tíma verður dregið mjög niður í rennslinu frá Háslóni.

Eitt af skilyrðunum sem virkjun voru sett var að reyna að tryggja svo oft sem mögulegt er, að vatni verði hleypt á fossa í Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá. Eins og fram kemur í [kafla 3.10](#) hefur stöðinni verið kleift að verða við þessu skilyrði í flestum árum en mismikið. Ekki er hægt að verða við því nema að yfirgnæfandi líkur séu á fyllingu Háslóns, þ.e. að rekstri virkjunarinnar sé ekki hætta búin þótt fyllingu Háslóns sé frestað, en rennsli þaðan verður að geta leyst fyrrnefndar ár af hólmi (<http://www.sjalfbaerni.is>; umhverfisvísir 2.3 Rennsli fossa). Miðað við fosendur fyrir mati á því hvort áhrif af virkjun á vatnsborð í Leginum við Egilsstaði og þar fyrir innan hafi verið meiri eða minni en spáð var (mynd 89), gæti þetta skilyrði hafa haft áhrif til lítilsháttar hækkunar á reyndartölur fyrir mánuðina ágúst til október.

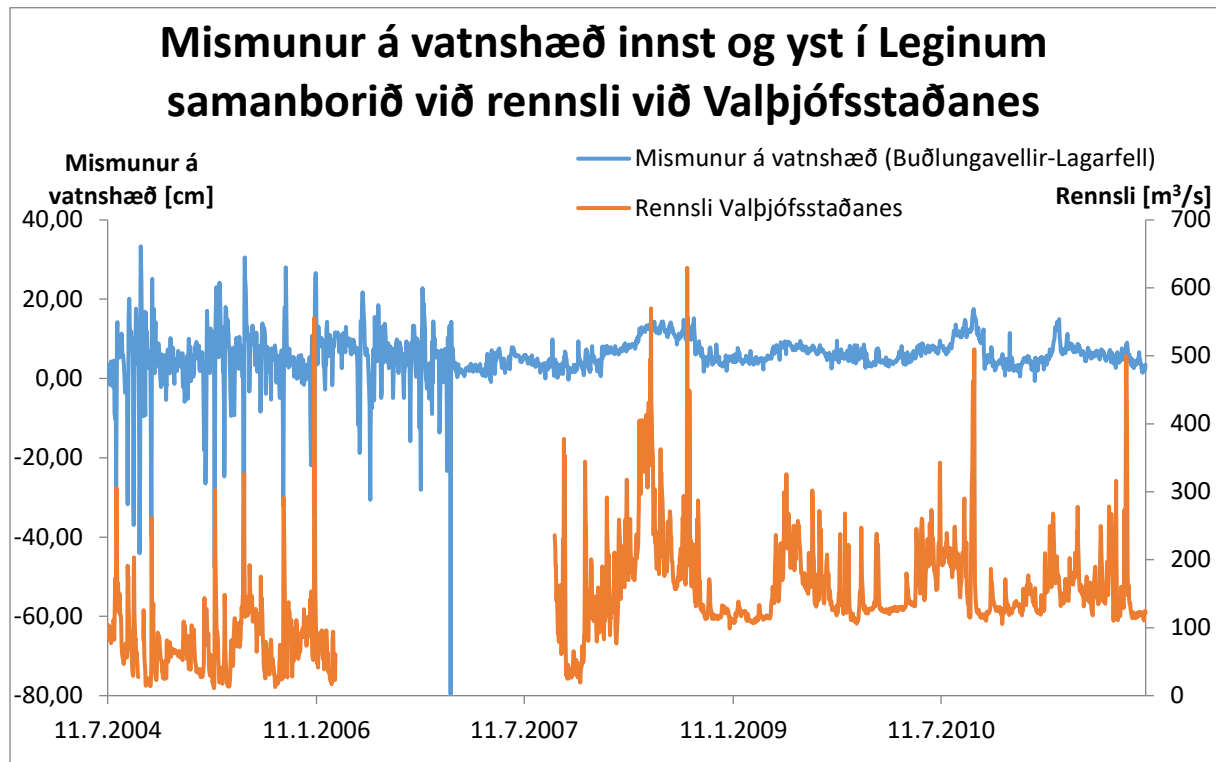


Mynd 89. Samanburður á spá um vatnsborð í Leginum innan Egilsstaða eftir Kárahnjúka-virkjun, byggt á rennsli 1975-2001 og raunin eftir virkjun (2009-2016).

Vatnsborð í Lagarfljóti við Egilsstaði hefur hækkað eftir að Fljótsdalsstöð var komin í fullan rekstur (2009-2016) miðað við áætlun sem byggði á rennsli um Lagarfoss 1975-2001. Vatnsborð í Leginum hefur verið hærri yfir vetrarmánuðina, einkum í nóvember til mars. Í leit að skýringum á frávikum frá spá var kannað hvort breytingar hafi orðið á farvegi neðan brúar við Egilsstaði, sem ekki reyndust hafa orðið. Þá var kannað hvaða áhrif mismunandi árferði á samanburðartímabilunum fyrir og eftir virkjun gæti hafa haft. Meðalrennsli áranna eftir virkjun reyndist hafa verið um 34 m³/s hærri en gert var ráð fyrir og um fjórðung af þeirri aukningu má

skýra með því að frá Háslóni voru teknir um 7-8 m³/s meira en gert hafði verið ráð fyrir í upphafi.

Það hefur ekki einungis dregið úr árstíðabundnum sveiflum í vatnsborði, heldur einnig úr skammtímasveiflum sem kemur ágætlega fram í mælingum og samanburði innst og yst í Leginum (mynd 90).



Mynd 90. Mismunur á vatnshæð innst og yst í Leginum frá 2004 til 2011 og breytingar á innrennsli eftir virkjun.

Skammtímasveiflur sem gátu numið tugum cm virðast að mestu hafa horfið eftir virkjun. Meginbreytingin á tímabilinu kemur fram í samanburði á innrennsli til Lagarins, sem hefur aukist mikið. Í fljótu bragði virðist ekki vera ýkja mikill munur á sveiflum í innrennslinu fyrir og eftir virkjun, nema hvað þær gætu verið heldur kerfisbundnari en fyrr, en hvernig víkur því við að aukið innrennsli geti að mestu hafa þurrkað út skammtímasveiflur í vatnsborði? Það er ekki óeðlilegt að mismunur milli vatnsborðs í sinn hvorum enda Lagarins sé breytilegur, ýmist hærra eða lægra við Buðlungavelli en Egilsstaði. Uppspretta mismunarins ætti að liggja í innrennslinu. Þegar það eykst tekur aukningin (og hækkun vatnsborðs) tíma að ná til Egilsstaði og þegar innrennsli minnkar tekur einnig tíma að lækka við Egilsstaði til jafns við lækkun í innenda, en slíkar sveiflur má telja í cm.

Þegar skammtímasveiflurnar á tímabilinu fyrir virkjun voru skoðaðar nánar sást hins vegar að oft hafði hækkað fyrr við Egilsstaði en Buðlungavelli (55). Ef innrennslið stjórna mismuninum er ekki óeðlilegt að álykta að innrennsli sem kemur í vatnið (Lögnin) utan við Buðlungavelli eigi hér hlut að máli. Nánari skoðun leiddi í ljós að þetta var tilfellið. Hækkun við Egilsstaði á undan Buðlungavöllum tengdist ýmist hita (snjóbráð og leysingum) eða úrkomu, en vatnasvið vatnsfalla sem renna til Lagarins utan botnsins eru minni (árnar styttri) og koma af lægra legnum vatnasviðum, sem ættu því að svara fyrr en vatnsföllin sem eiga uppruna inn undir jökli eða af innsta og hæsta hluta Hrauna.

Vísbendingar um að vatnsborð í Lagarfljóti muni hækka meira en spáð var höfðu komið fram eftir 4 ára rekstur virkjunar. Eins og áður hefur komið fram leiddi nánari greining í ljós að reksturinn tók meira vatn frá Hálslóni en áætlað var og náttúrulegt rennsli hafði aukist eins og framtíðarspár höfðu gert ráð fyrir vegna hlýnunar. Afleiðingar af hærri vatnsborði eru aukin hætta á landbroti. Landsvirkjun brást við því með að ákveða árlegt framlag til rofvarna sem skyldi hverju sinni ráðstafa eftir að fulltrúar Landsvirkjunar og Landgræðslunnar hefðu lagt mat á ábendingar frá hagsmunaaðilum við fljótið. Á myndunum hér að neðan eru tvö dæmi af aðgerðum til varnar rofi.



Mynd 91. Bakkavörn (2015) í landi Egilsstaða ofan brúar yfir Langarfljót

Vatnsborð Jökulsár í Fljótsdal hækkaði við tvöföldun á innrennsli til Lagarfljóts (sbr. mynd 90).

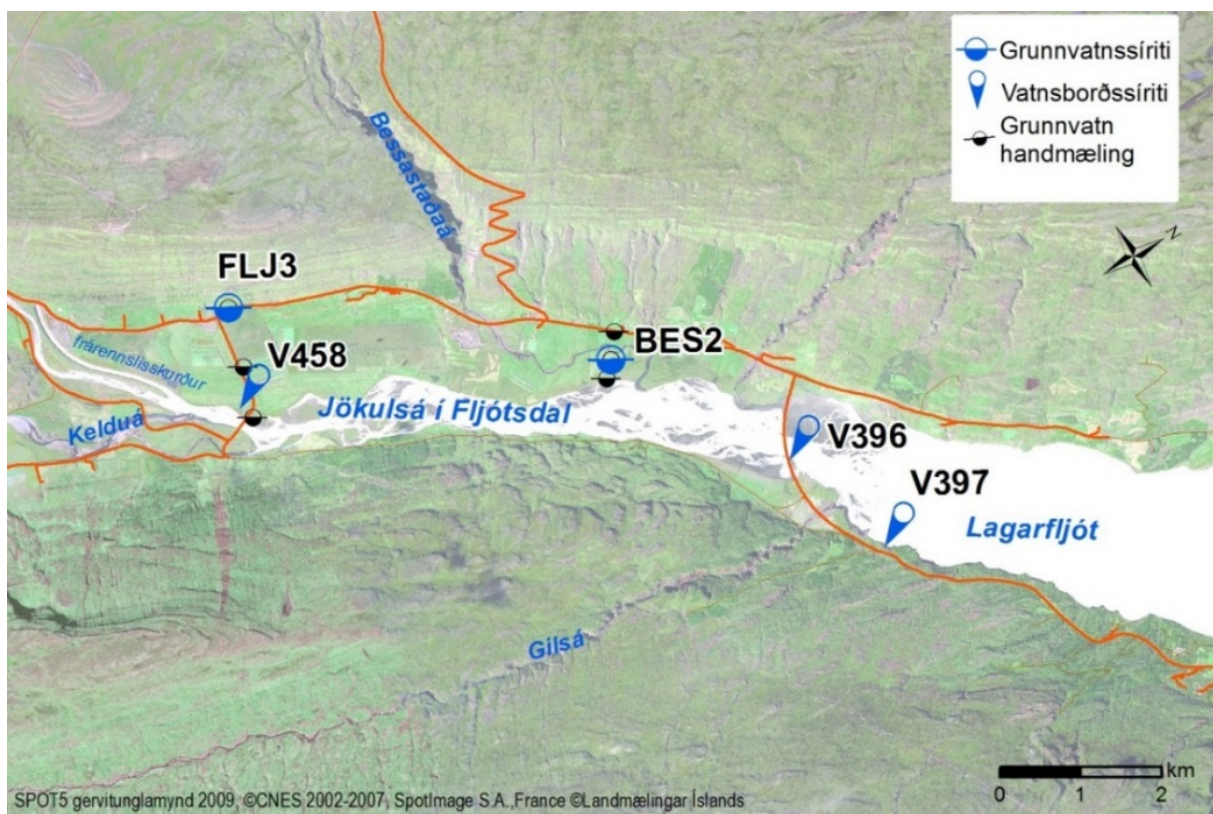


Mynd 92. Bakkavörn (2012) neðan brúar yfir Jökulsá í Fljótsdal.

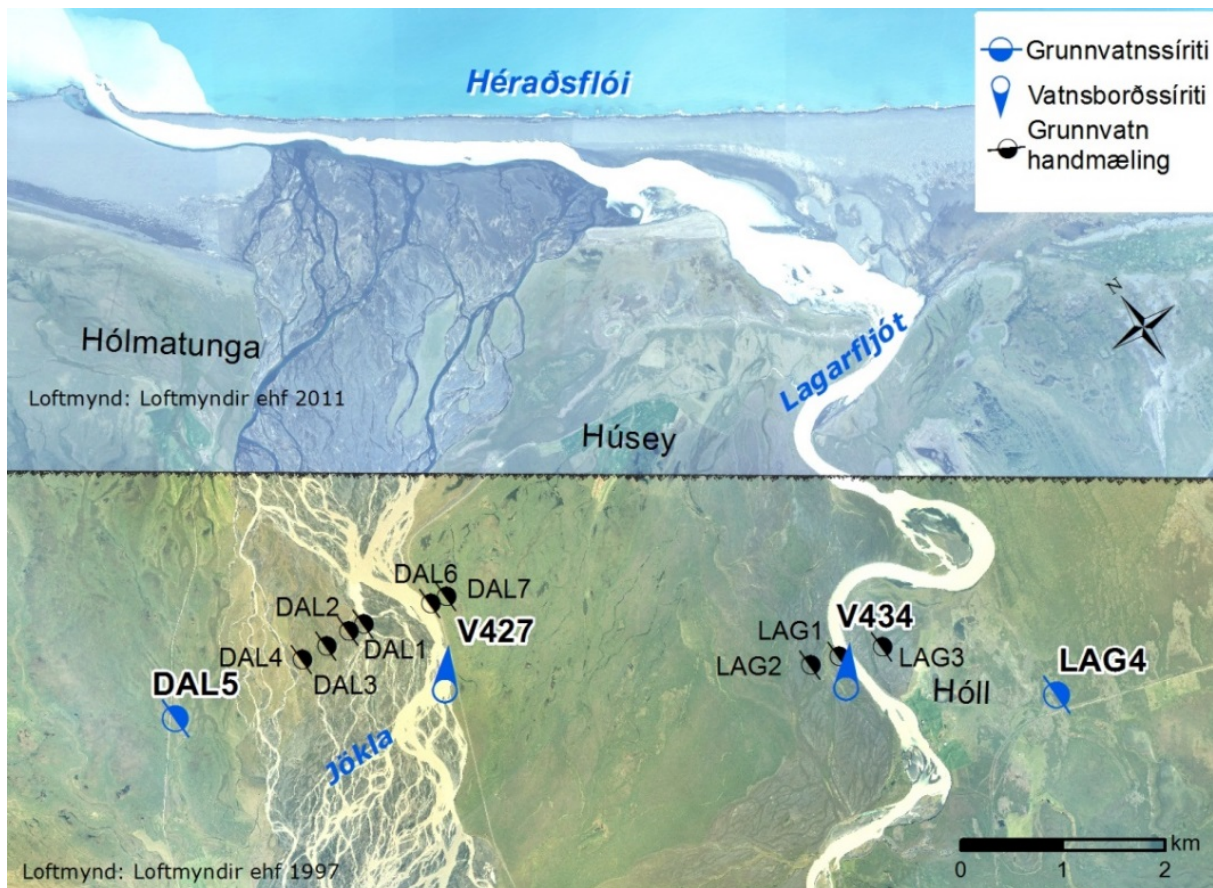
4.4 Grunnvatn

Samkvæmt matsskýrslu var gert ráð fyrir að fylgjast þyrfti með grunnvatnsborði við Lagarfljót, einkum neðan við Lagarfoss, og í Fljótsdal neðan við frárennslisskurð. Ekki þótti þörf á því að Landsvirkjun setti niður grunnvatnsmæla við Lagarfljót ofan Lagarfossvirkjunar, þar sem ekki var talið líklegt að Kárahnjúkavirkjun hefði umtalsverð áhrif á vatnsborð umfram áhrif af Lagarfossvirkjun.

Á vegum Landsvirkjunar voru sett út fjögur mælisnið fyrir grunnvatn; tvö í Fljótsdal, á Bessastaðanesi og Valþjófsstaðanesi (mynd 93) og tvö snið á Úthéraði; í Lagarfljóti við bæinn Hól og við Jökulsá á Dal suðaustan við bæinn Húsey (mynd 94), en þessir bæir eru báðir út við Héraðssand, eins og Hólmatunga. Við öll sniðin voru settir niður mælar í farvegi jökulánna. Þegar frá leið var ákveðið að taka upp mælinn í Jökulsá á Dal við Húsey. Hann þjónaði ekki nægilega vel tilgangi sínum vegna þess hve mismunandi áin lagðist í kvíslar. Mælingarnar tengjast m.a. vöktun gróðurfars og fuglalífs við jökulárnar á Úthéraði (kaflí 3.8).



Mynd 93. Staðsetning grunnvatnsmæla og þeirra vatnsborðsmæla í Jökulsá í Fljótsdal sem grunnvatnsmælarnir tengjast.



Mynd 94. Staðsetning grunnvatnsmæla og þeirra vatnsborðsmæla sem grunnvatnsmælarnir tengjast í Lagarfljóti neðan Lagarfoss. Grunnurinn er samsettur úr tveimur loftmyndum; frá 1997 og 2011, þ.e. frá því fyrir og eftir virkjun.

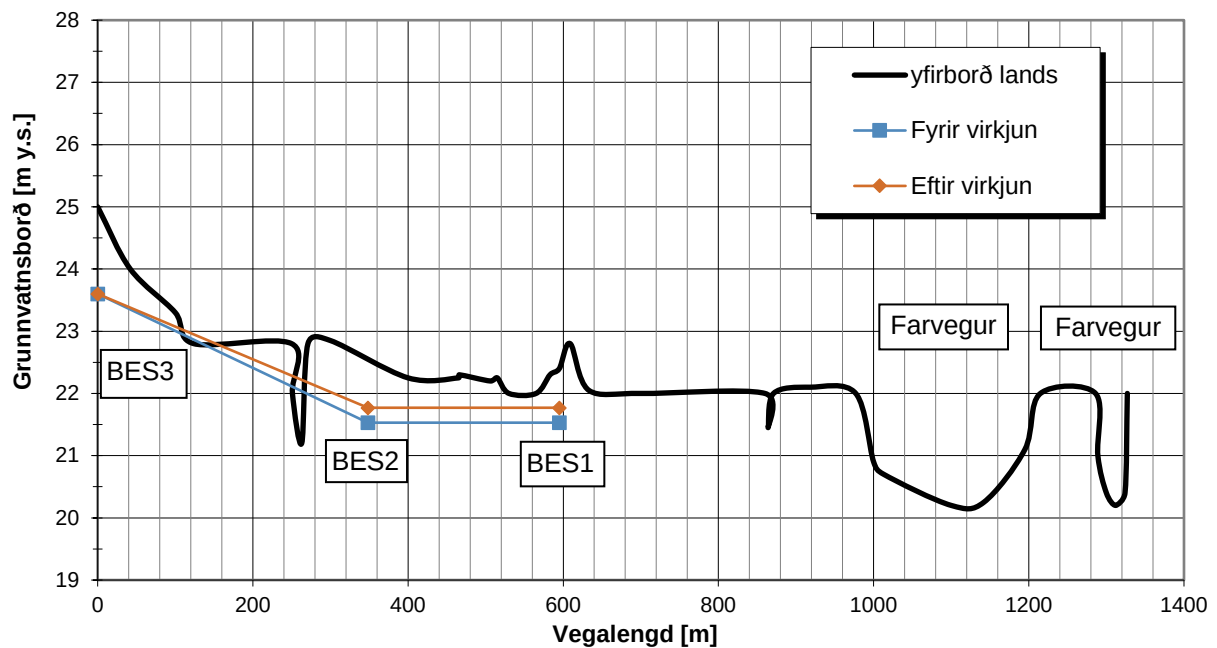
Þetta mælakerfi var sett niður árið 2000. Unnið var úr fyrstu mælisyrpunum 2001 vegna mats á líklegum áhrifum á grunnvatn í mati á umhverfisáhrifum virkjunarinnar. Niðurstaðan var sett fram sem spá um hve langt frá bakka gætti áhrifa af vatnsborði í viðkomandi vatnsföllum. Mælingar voru teknar saman 2008 fyrir tímabilið fram að gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar og staðfestu í megin atriðum matið frá 2001. Áhrifa frá ánum gætir á flatlendi en fjarar út þegar nálgast brekkurætur þar sem úrkoma ræður mestu um grunnvatnsborð. Mælingar eftir að virkjun tók til starfa sýna gott samband við breytingar í vatnsborði vatnsfallanna (28). Þær eru almennt heldur minni en sem nemur hækkun í ánum sem er eðlileg hegðun grunnvatns þar sem jarðlög miðla áhrifunum. Líkanreikningar til að spá fyrir um líklegar breytingar á vatnsborði og þar af leiðandi hækkun grunnvatnsborðs eru settar fram sem langtímameðaltal (1975-1994). Þær mælingar sem ályktanir um áhrif virkjunar eru byggðar á ná aðeins til 4 ára. Almennt hefur dregið úr vatnsborðssveifum eftir virkjun. Úr skýrslu Egils Axelssonar (28) eru eftirfarandi dæmi um niðurstöður:

Fljótsdalur

Hækkun vatnsborðs neðan frárennslis frá Fljótsdalsstöð er bein afleiðing af viðbótarvatni frá Háslóni. Meðalaukning rennslis yfir árið er áætluð um 90 m³/s.

Bessastaðanes:

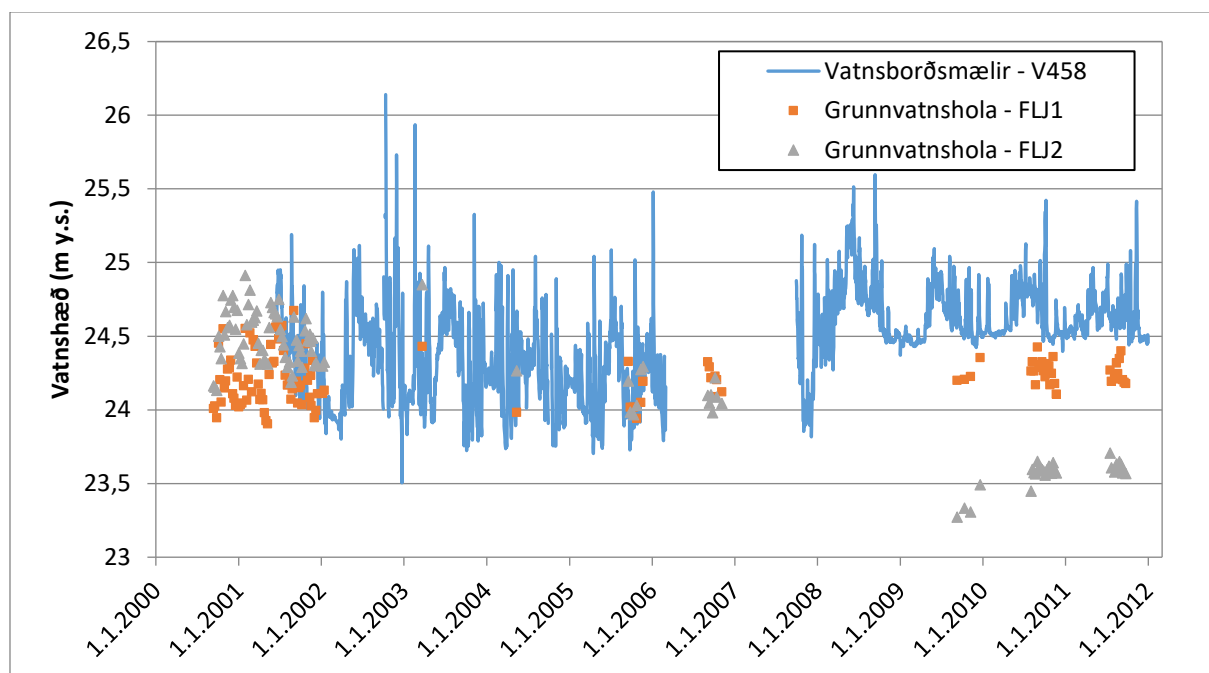
Í Bessastaðanesi hefur grunnvatnsborð hækkað að meðaltali um 24 cm samanborið við 31 cm meðalhækkun vatnsborðs í Jökulsá í Fljótsdal nokkru neðar í ánni og 35 cm meðalhækkun ofar (mynd 95).



Mynd 95. Grunnvatnsborð í Bessastaðanesi fyrir og eftir virkjun.

Valbjófsstaðarnes:

Við Valbjófsstaðanes hafði meðalvatnshæð í ánni aukist um 35 cm miðað við meðalvatnshæð fyrir virkjun. Í Valbjófsstaðarnesi var gripið til mótvægisáðgerða til að koma í veg fyrir blotnun. Framræsluskurðir voru dýpkaðir og komið fyrir dælu sem dældi vatni úr kerfinu yfir í ána. Ef ekki hefði komið til þess er nokkuð víst að grunnvatnsborð í nesinu væri nú um 1 m hærra en raunin varð eftir áðgerðirnar (mynd 96).



Mynd 96. Samanburður á vatnsborði við mæli V458 og í grunnvatnsholum FLJ1 og FLJ2. Sjá staðsetningu mæla á mynd 93.

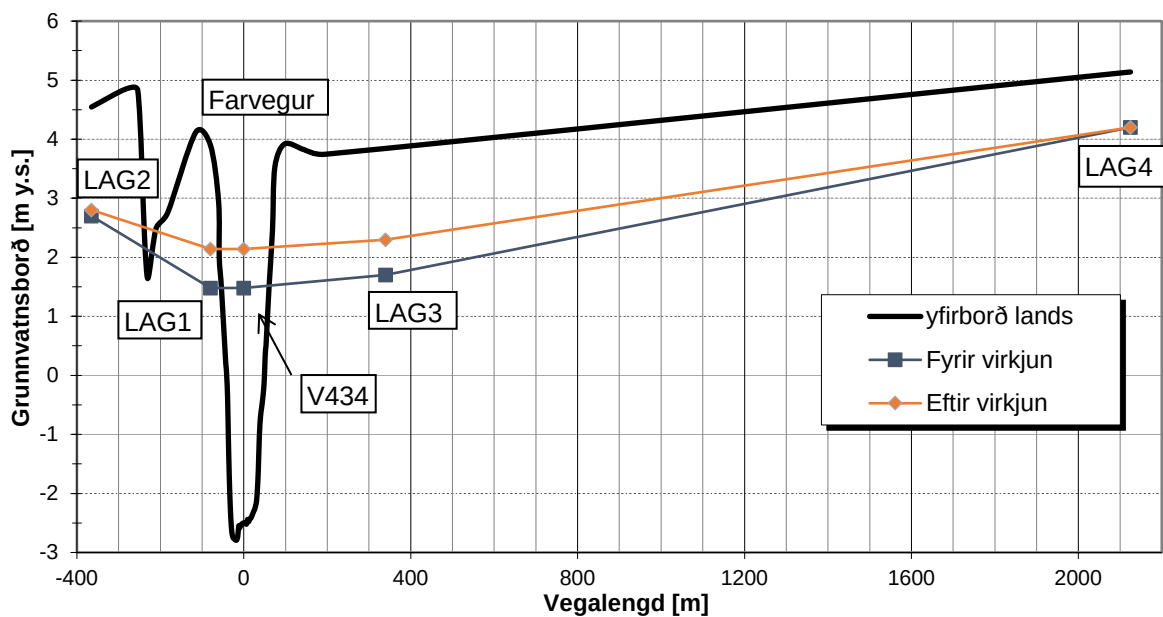
Úthérað

Aukning rennslis frá virkjun skilar sér í vatnsborðshækkun í Lagarfljóti en lækkun í Jökulsá á Dal

Grunnvatnssnið við Hól:

Vatnsborð Lagarfljóts við Hól hafði að meðaltali hækkað um 66 cm eftir virkjun fram til 2012 og grunnvatnsborð um 60 cm í um 400 m fjarlægð frá fljótinu, sem bendir til að jarðgrunnur sé mjög gegndræpur á þessum slóðum a.m.k. austan fljóts. Þar sem landið er enn um 1,5 m yfir meðalgrunnvatnsborði eftir virkjun (mynd 97), eru áhrif á gróðurfar talin verða hverfandi.

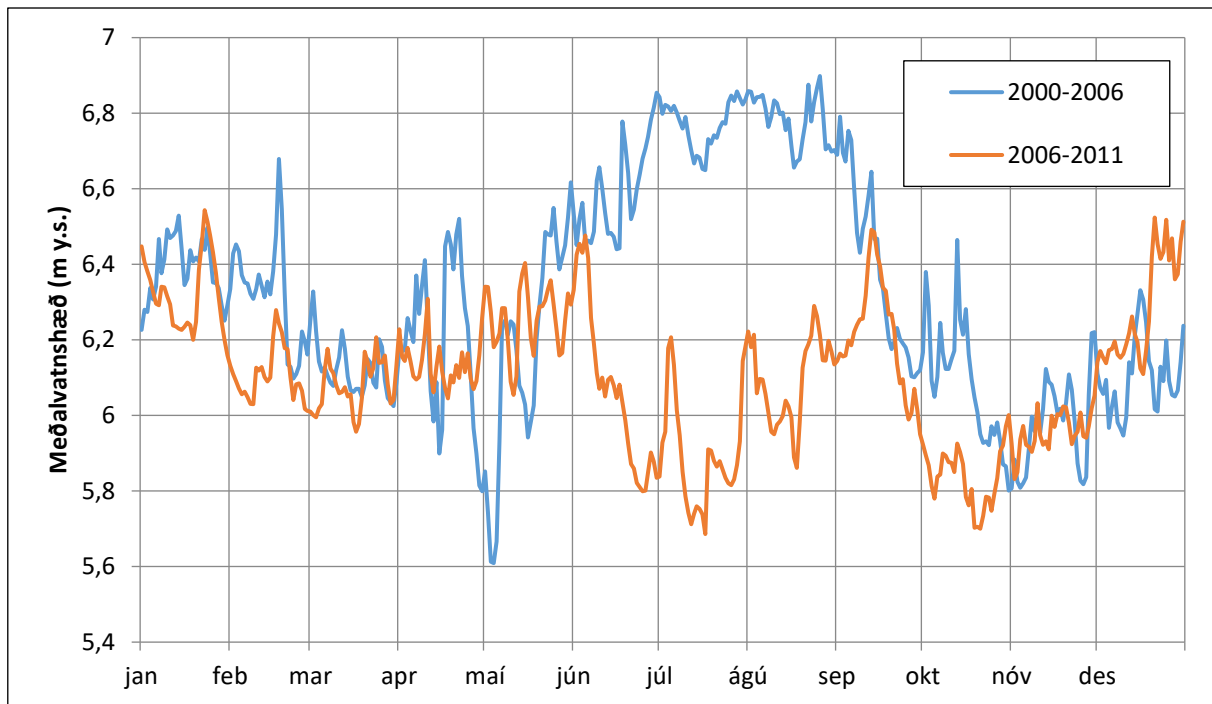
Í grennd við ána liggur land einna lægst í landi Húseyjar sunnan við Hvalbeinsrandarsand. Þar eru gróðurreitir (kaflí 3.9) sem hefur verið fylgst með árlega síðan 2007. Þar hafði orðið vart við breytingar í lægstu mælireitunum, og var ákveðið að kanna þá mælireiti nánar sumarið 2012 (56). Niðurstaðan var sú að þekja rakasækinna tegunda hafði aukist, sem talið var geta stafað af um 10 cm hækkun grunnvatnsstöðu. Landsvirkjun lét leggja grunnvatnsmælisnið þvert í gegnum mýrina þar sem hún er lægst (mynd 99) og tengdi við vatnsborð í fljótinu (3.21.3). Það kom í ljós þegar ósinn var fluttur á fornar slóðir að færsla hans til norðurs virtist hafa haft áhrif á vatnsborð Torfulóns og þar með eitthvað upp eftir fljótinu og gæti að hluta skýrt óvænta hækkun við Hól.



Mynd 97. Grunnvatnsborð við Hól fyrir og eftir virkjun.

Grunnvatnssnið við Jökulsá á Dal:

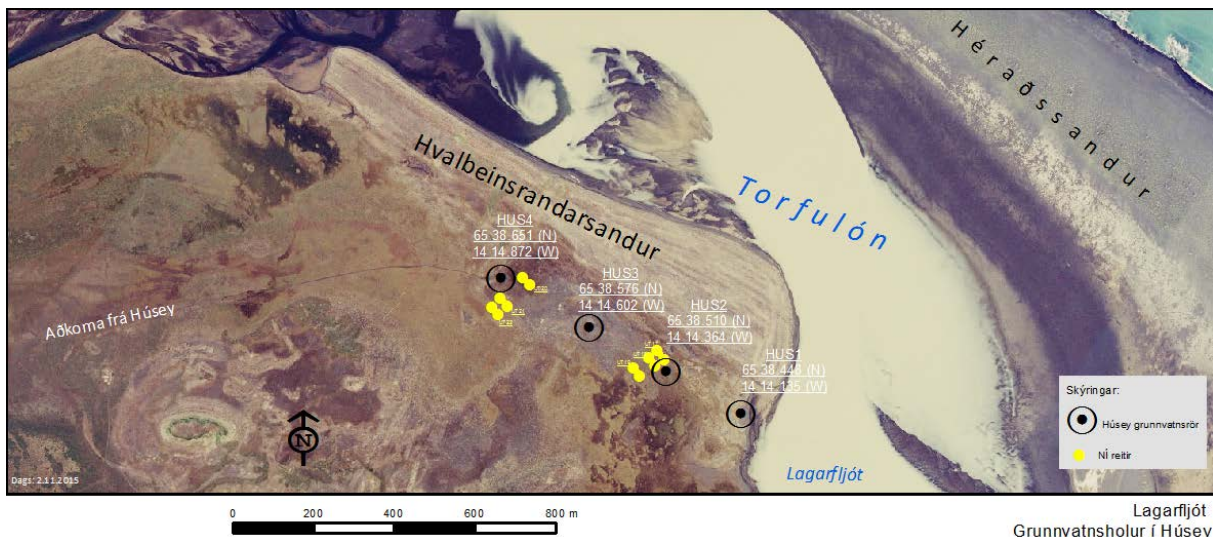
Grunnvatnsborð í sniði vestan árinna í átt að Hólmatungu hefur að meðaltali lækkað um 30-35 cm á a.m.k. 1300 m kafla á sama tíma og vatnsborð árinna hefur lækkað að meðaltali um 25 cm. Lækkun vatnsborðs kemur að langmestu fram á 3-4 sumarmánuðum, mest um 1 m (mynd 98). Á þeim tíma lækkar grunnvatnsstaðan um 40-60 cm í allt að km fjarlægð frá ánni, en vegið yfir árið 30-35 cm sem fyrr segir. Á þessum slóðum eru aurarnir því ekki síður grofnir en austan Lagarfljóts við Hól. Austan Jöklu í átt að Húsey fjara áhrif á grunnvatn mjög hratt út og virðast horfin um 300 m frá ánni. Mælingar voru aftur teknar upp 2015 og verður fram haldið a.m.k. út árið 2017.



Mynd 98. Meðalvatnshæð Jökulsár á Dal í Húsey (V427) árabílin 2000–2006 og 2006–2011.

4.5 Tengsl milli legu óssins og grunnvatnsborðs í Lagarfljóti við Héraðssand.

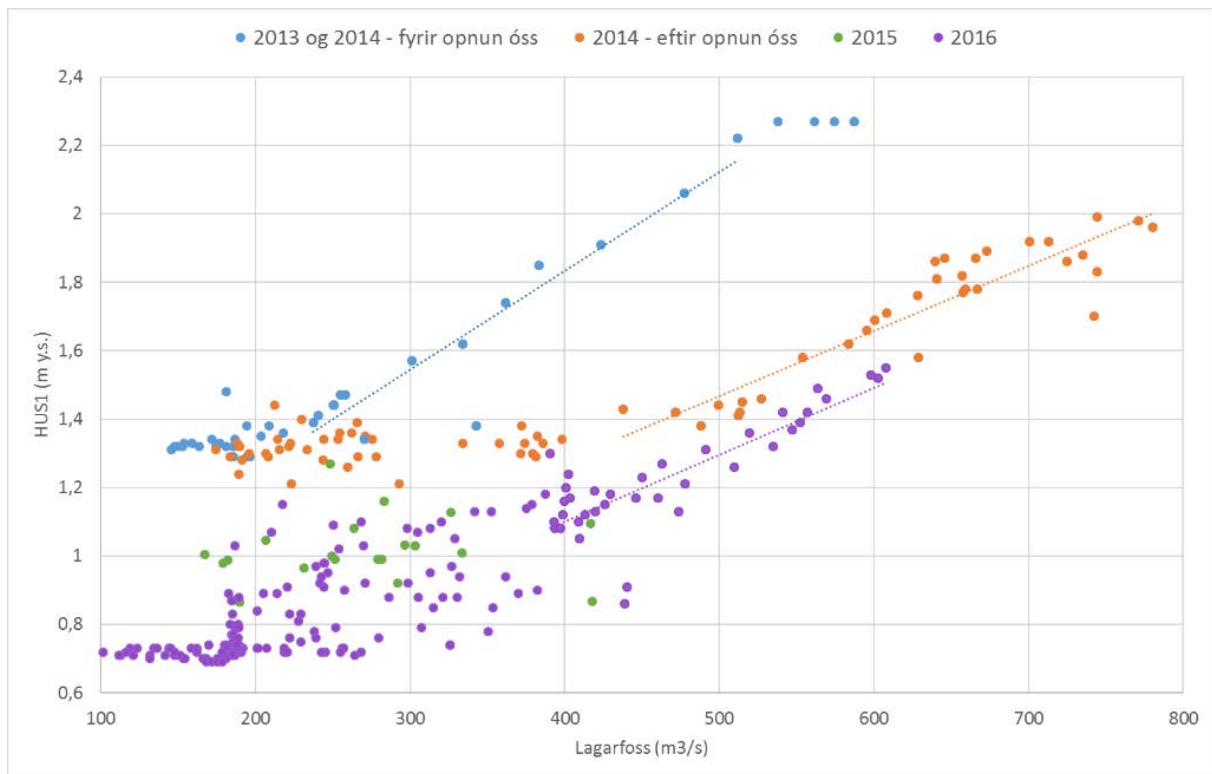
Þegar grunur um að blotnun lands, þar sem það liggur lægst, og áhrif þess á gróðurfar hafði verið staðfestur (56) var brugðist við með því að leggja mælisnið frá fljótinu í gegnum Kílamáryri eins og sýnt er á mynd 99. Þar hafði verið mælt í eitt ár þegar ósinn var færður.



Mynd 99. Grunnvatnsholur eftir endilangri Kílamáryri framhá gróðurmælireitum.

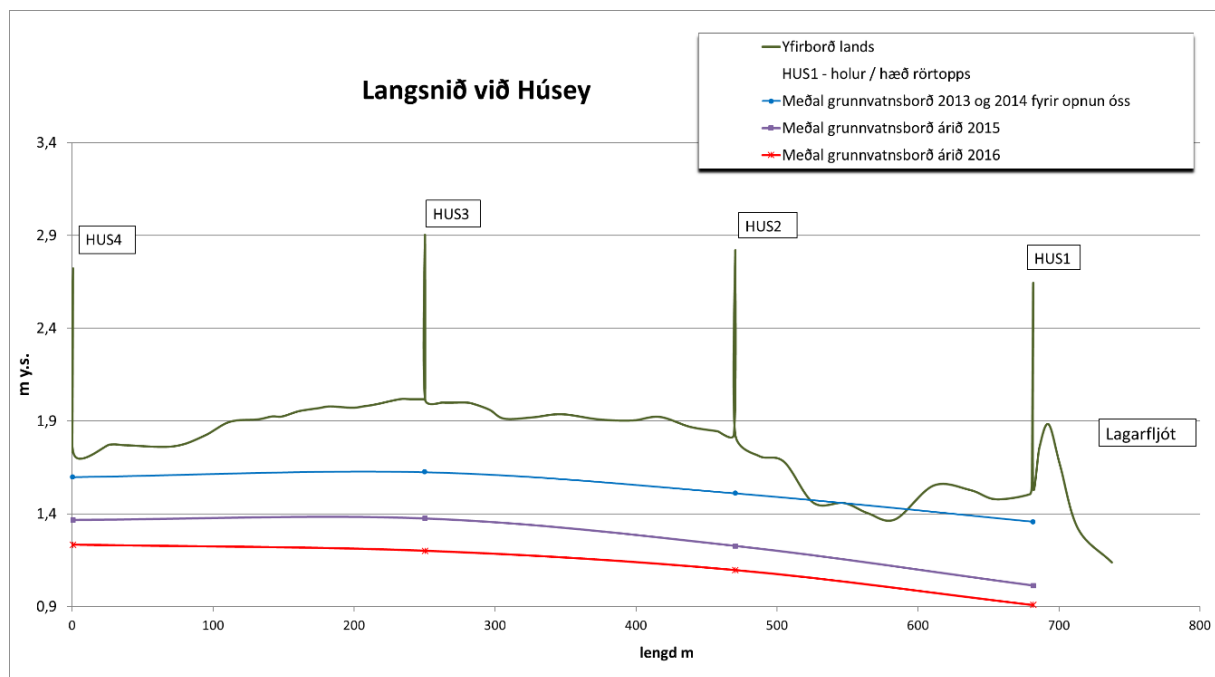
Niðurstaða mælinga frá hausti 2013 fram á haust 2016 (mynd 101) er að grunnvatnsstaðan í mýrinni sé að meðaltali hæst fjærst fljótinu, þ.e. að oftast renni af mýrinni til fljótsins.²⁵

²⁵ Egill Axelsson 2017. Grunnvatnsmælingar í Húsey 2016



Mynd 100. Samband vatnsborðs í Lagarfljóti við Torfulón og rennslis í Lagarfljóti.

Við opnun óssins vorið 2014 lækkaði vatnsborð Lagarfljóts í Torfulóni strax um 40 cm, og áfram lækkaði í lóninu eftir því sem ósinn gróf sig var lækkunin orðin um 60 cm 2016 (mynd 100). Þessi þróun skilar sér vel í meðalgrunnvatnsborði við mælireiti í Kílamýri innan við Hvalbeinsrandarsand (mynd 101). Vonir standa til að halda megi a.m.k. þessari vatnsborðsstöðu og koma í veg fyrir að vatn flæði inn á láglandustu svæðin við Húsey umfram það sem eðlilegt má teljast eftir árferði.



Mynd 101. Meðal grunnvatnsstaða í sniði í Kílamýri við Húsey.

Helstu drættir grunnvatns á svæðinu

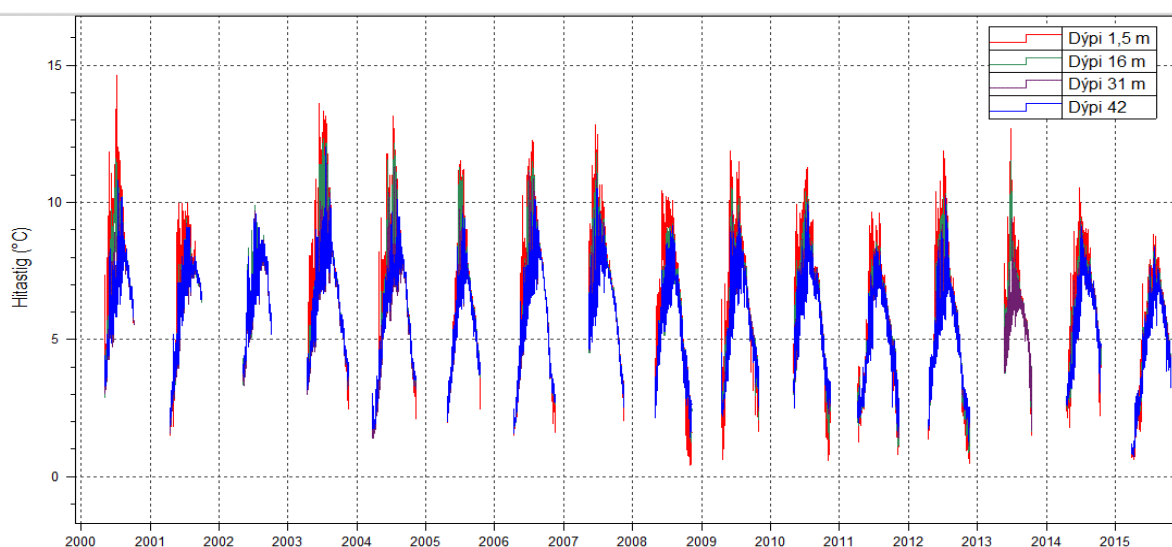
Fylgst hefur verið með stöðu grunnvatns, bæði í Fljótsdal og á Úthéraði með reglulegum mælingum síðan 2001. Á Úthéraði tengjast þær vöktun gróðurs og fuglalífs, sbr. umfjöllun um skilyrði umhverfisráðherra (kafla 3.9). Grunnvatnsborð fylgir breyttri vatnstöðu í ánum, lækkar við Jökulsá á Dal og hækkar við Lagarfljót. Það svarar nokkuð fljótt breytingum og áhrifin ná langar leiðir frá ánum vegna þess að undirlagið er myndað af framburði ána og nokkuð gegndræpt. Þar sem land hækkar fylgir vatnsborð leysingum og úrkomu. Eftir að ósinn var færður vorið 2014 hefur grunnvatnsborð við Torfulón í landi Húseyjar lækkað um allt að 60 cm. Þarna er fundinn góður mælistaður til að fylgjast með áhrifum af legu óssins, en framhald grunnvatnsmælinga að öðru leyti mun ráðast af niðurstöðum gróðurvöktunar.

4.6 Eðlisþættir vatnsins

Samkvæmt matsáætlun verður fylgst með hita og aurstyrk í Lagarfljóti og Háslóni eftir virkjun. Mælingar á báðum þessum þáttum hafa verið gerðar í langan tíma, einkum á gruggi (aurstyrk) sem hefur verið mælt um áratuga skeið, en með hléum þó. Grugg og gegnsæi var mælt nokkuð ítarlega um miðjan 8. áratuginn.

4.6.1 Hiti

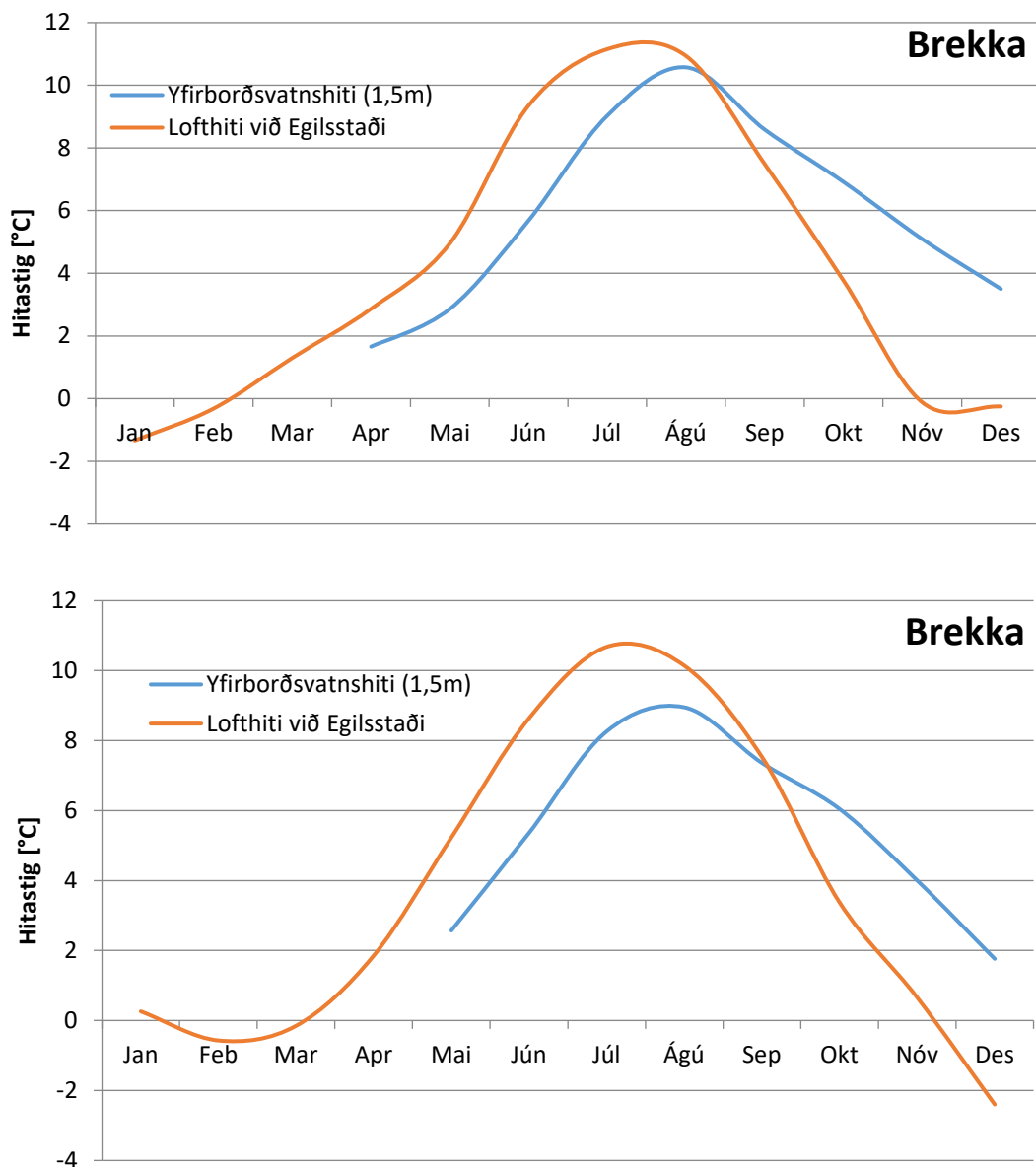
Fylgst hefur verið með hita í Lagarfljóti reglulega síðan 1995. Frá fyrri tíð eru til stakar mælingar sem ýmsir hafa gert. Frá þeim er greint í skýrslu frá Orkustofnun um upphaf þessara mælinga (57). Hitinn hefur verið mældur a.m.k. einu sinni í mánuði frá vori til hausts á sniði frá yfirborði til botns á nokkrum stöðvum. Síðan 2000 hefur verið sískráning á hita á 4 dýpum á stöð gegnt bænum Brekku innst í Lagarfljóti. Árið 2009 var sískráning hita einnig tekin upp við Hafursá og Strönd, en mælingum hætt við Freysnes þar sem yfirborðshiti þar var svipaður og við Lagarfljótsbrú. Frá 2015 hefur sískráning á hita verið fram haldið við Brekku og Strönd. Sniðmælingum var fram haldið á þeim tíma sem hann er hæstur yfir sumarið á um 2 vikna fresti fram á sumar 2013. Samfelldar mælingar eru einnig til frá Lagarfljótsbrú síðan 1998. Byrjað var að sískrá hita í Jökulsá í Fljótsdal við Hól 1995 og í Kelduá við Klúku 1996 (58). Hiti er einnig mældur í frárennisskurði Fljótsdalsstöðvar. Enn fremur var hiti mældur á einni stöð í Háslóni með svipuðu sniði og í Lagarfljóti á árunum 2009-2012 (59).



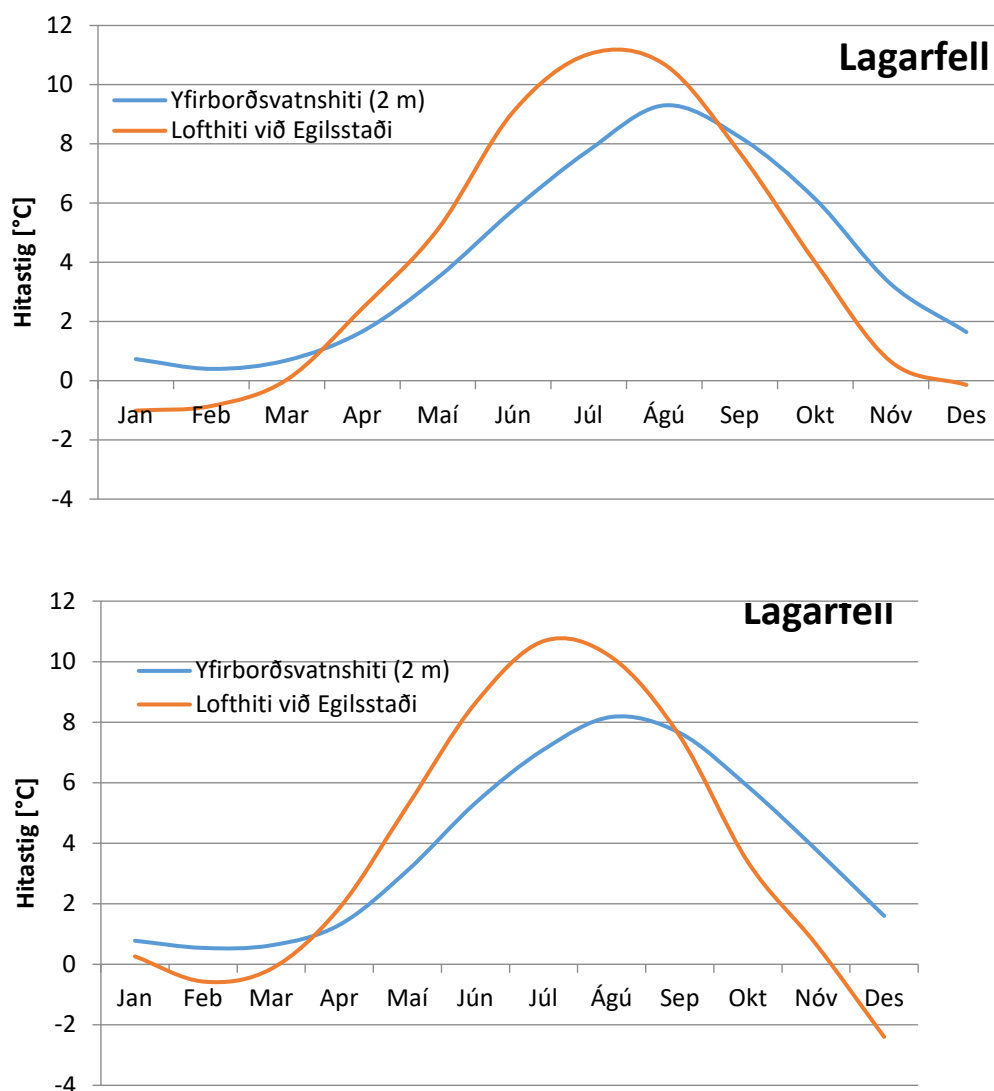
Mynd 102. Niðurstaða hitamælinga í Lagarfljóti út af bænum Brekku innst við fljótið. Mælingar frá 2000-2007 (55), 2009-2013 (60), ásamt óbirtum niðurstöðum mælinga 2014 - 2016.

Hiti innst í Lagarfljóti hefur verið nokkuð mismunandi (mynd 102). Ekki er hægt að draga ályktun af hitamismun líkan þeim sem fram kemur á myndinni nema að teknu tilliti til lofthita. Lægri yfirborðshiti innst í fljótinu væri í samræmi við spá sem byggði á útreikningum á varmanámi í stöðuvötnum og samanburði við þróun yfirborðshita í Þingvallavatni. Í grennd við helstu lindasvæði Þingvallavatns er hiti á innrennslisvatni jafn lágur allt árið, sem hefur áhrif á yfirborðshita í næsta nágrenni þess (57). Í matsskýrslu var gert ráð fyrir að yfirborðshiti í fljótinu gæti lækkað að jafnaði um 0,5 °C.

Í mati á hugsanlegum áhrifum af lægri innrennslishita í fljótið eftir virkjun hefur verið stuðst við þá tilgátu að veðurfar ráði mestu um hita í vötnum með langa viðstöðu vatns, eins og raunin virðist vera bæði í Lagarfljóti og Þingvallavatni. Samanburður á meðalhita mánaða í Lagarfljóti og lofthita við Egilsstaði styður þá tilgátu (mynd 103 og 104). Greining á gögnum á vatns og lofthita til ársloka 2013 styður þá tilgátu að virkjun muni valda 0,5-1 °C lækkun hita í Lagarfljóti (58) og (60).



Mynd 103. Meðaltalsferill yfirborðsvatnshita við Brekku og lofthita við Egilsstaði fyrir virkjun (2000-2007) efri mynd og eftir virkjun (2009-2013) neðri mynd.



Mynd 104. Meðaltalsferill yfirborðsvatnshita við Lagarfell og lofthita við Egilsstaði fyrir virkjun (1999-2007) efri mynd og eftir virkjun (2009-2013) neðri mynd.

Helstu niðurstöður um breytingar á hita í Lagarfljóti eftir virkjun

Niðurstaða mælinga fyrir og eftir virkjun og samanburðar á þeim (7 ára tímabili fyrir og 5 ára tímabili eftir virkjun) gefur til kynna að virkjun gæti hafa valdið því að yfirborðshiti í Lagarfljóti lækki um 0,5 til 1°C þegar tekið er tillit til þess að summarhiti á Fljótsdalshéraði var um 0,5 °C lægri á síðara tímabilinu en því fyrra (58). Samanburðarmælingum verður haldið áfram enn um sinn.

4.6.2 Grugg og gegnsæi

Gruggið stafar af finni bergmylsnu sem berst undan jökli. Í öllum skýrslum um mælingar er fjallað um aur og aurburð, sem skiptist í svifaur og skriðaur eftir því hvernig hann berst fram. Þær mælingar sem hér eru til umræðu eru eingöngu tengdar svifaur.

Samfelldar aurburðarmælingar eru til úr báðum jökulánum, Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótsdal frá því um miðjan 7. áratuginn. Í Lagarfljóti hófust mælingar um svipað leyti, en voru stopular eftir 1970, og fram undir það að reglulegar mælingar voru teknar upp að nýju 1995 vegna áforma um virkjun. Við upplifum svifaurinn sem grugg og það hugtak höfðar til þess magns af aur sem hefur áhrif á skynjun okkar á gruggun, sem er nokkuð í takt við þau áhrif sem aurinn hefur á lífsskilyrði í viðkomandi vatni.

Mælingar á svifaur voru nýttar til að spá fyrir um hvernig grugg, bæði litur og magn aurs muni breytast við virkjun. Þá var talið að grugg myndi aukast 5-10 falt í Lagarfljóti eftir virkjun²⁶. Það mun þá verða svipað og var í kjölfar framhlaups Eyjabakkajökuls í september til október 1972 (61). Fyrir virkjun réðist grugg af aurstyrk í Jökulsá í Fljótsdal, en eftir virkjun bætist við vatn úr Háslóni. Í venjulegu árferði minnkar rennsli í jökulám nokkuð hratt í september til október. Mjög lítil aur barst Lagarfljóti yfir veturinn og minnkaði því grugg fram á vorið. Þegar jökulbráð byrjaði, venjulega í júní, jókst grugg, fyrst innst í fljótinu og færðist síðan út eftir því. Hið sama gerist í Háslóni, en styrkur aurs verður þar alltaf mun meiri en í Lagarfljóti vegna þess að styrkur gruggs í Jökulsá á Dal er um 10 sinnum hærri en í Jökulsá í Fljótsdal. Vegna þess hve Háslón er gruggugt kemur Lagarfljót mun gruggugara undan ís strax á vorin en það var fyrir virkjun.

Áður en veitt er frá Jökulsá í Fljótsdal til virkjunar, fellur grófasti aurinn út í Ufsarlóni. Honum er síðan skolað reglulega úr lóninu, þannig að megnið af aurburði Jökulsár í Fljótsdal heldur áfram að skila sér til Lagarfljóts, en með óreglulegum hætti, þ.e. í púlsum. Gera má ráð fyrir að þessi aur muni að mestu falla út við ósa Jökulsár í Fljótsdal og hafa lítil áhrif í Lagarfljóti.

Gæta þarf að tvennskonar sjónarmiðum varðandi grugg. Annars vegar er áhugavert að sannreyna hugmyndir um breytingar á styrk aurs eftir virkjun og hins vegar hvaða breytingar verða á gegnsæi vatnsins. Hið síðarnefnda vegna áhrifa á lífríki fljótsins.

4.6.3 Breytingar á gruggi í Lagarfljóti

Fyrir:

Á sjöunda áratugnum var algengt að styrkur aurs við Lagarfoss hafi mælst um og undir 20 mg/l snemma á vorin og jókst hann eftir það fram í september/október upp í 30-50 mg/l. Á fyrstu árum eftir að Eyjabakkajökull skreið fram (1972) mældust mun hærri gildi eða um 50 mg/l í júní 1975 við Lagarfljótsbrú og um 90 mg/l undir lok ágústmánaðar. Hæst mældist aurstyrkur um 140 mg/l innarlega í fljótinu (út af Hafursá) undir lok ágústmánaðar það ár. Svipaður aurstyrkur og var fyrir framhlaupið hefur mælst síðan 1995 er samfelldar mælingar voru teknar upp aftur.

Eftir:

Fyrsta vélin í Fljótsdalsstöð var gangsett í október 2007 og framan af árinu 2008 voru vatnsvélar virkjunarinnar teknar í notkun ein af annarri þar til í lok mars að allar vélar voru komnar í rekstur, þannig að framan af ári var minna tekið úr Háslóni en varð við eðlilegan rekstur. Mjög lítið vatn kom frá Fljótsdalsveitu til virkjunar fyrr en í maí 2009. Sumarið 2008 var virkjunin því keyrð nær eingöngu með vatni frá Háslóni, sem bættist við náttúrulegt rennsli Jökulsár í Fljótsdal, en Háslón byrjaði þó ekki að setja mark sitt að ráði á grugg í fljótinu fyrr en líða tók á vor 2008. Grugg var því líklega heldur minna 2008 en ætla mátti að verði í framtíðinni. Reglulegar mælingar eru gerðar við Lagarfljótsbrú. Rennsligæfur mælir er við Lagarfoss, sem hefur gert kleift að áætla heildarframburð til sjávar fyrir og eftir virkjun.

Tilgangur þessarrar samantektar er að gera grein fyrir því hvaða áhrif aukinn aurstyrkur hefur á gegnsæi í Lagarfljóti og er því miðað við mælingar sem gerðar voru við Lagarfljótsbrú. Mælingar sem gerðar voru 2008 og 2009 við Lagarfljótsbrú og 2009 út af Strönd benda til að utarlega í Leginum (innan Egilsstaða) sé styrkur gruggs allt að 10 mg/l hærri en við Lagarfoss. Eftir því sem innar dregur má búast við meira gruggi.

²⁶ Kárahnjúkavirkjun – Áhrif á lit Lagarfljóts – Niðurstöður tilrauna. Landsvirkjun, VST, Orkustofnun Vatnamælingar. – Apríl 2001.

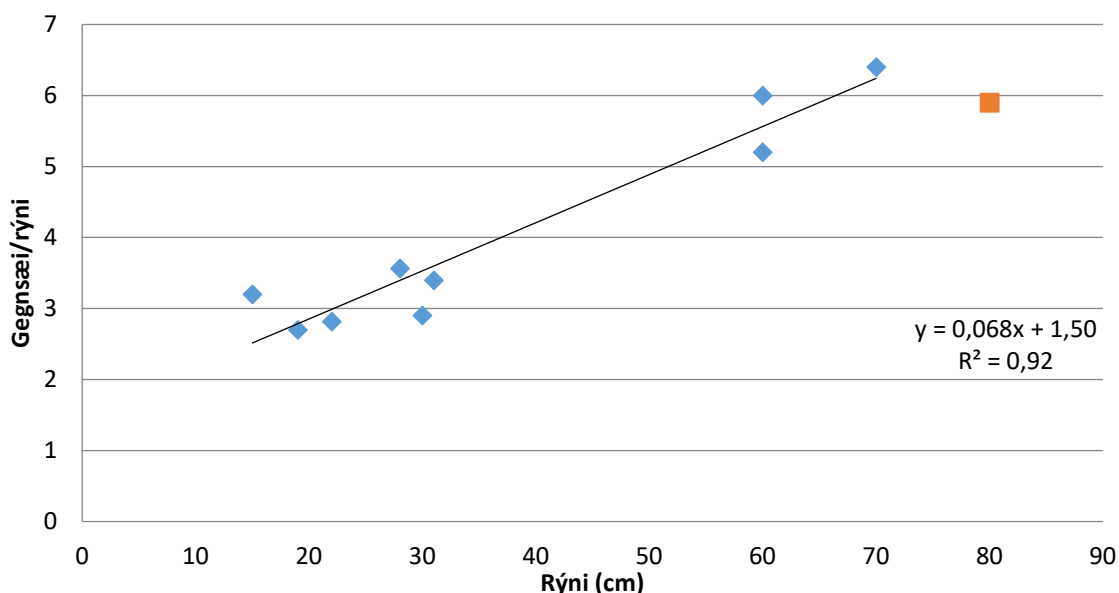
4.6.4 Gegnsæi

Á árunum 1975 til 1976 var gert nokkuð af mælingum á gegnsæi jökulvatna, annars vegar í Lagarfljóti og hins vegar í Þórisvatni auk stakra mælinga í öðrum jökulskotnum vötnum (62). Helstu niðurstöður þessara mælinga voru teknar saman í skýrslu um tengsl aurstyrks og gegnsæis (63). Gegnsæi (*transparency*) var þá ýmist mælt beint með ljósmæli eða óbeint með svonefndri rýnisskífu. Ljósstyrkurinn dofnað með dýpi og það hefur þótt góð þumalfingursregla í vatnalíffræði að segja að þegar ljósið er orðið minna en um 1% af því sem það var undir yfirborði vatnsins dugi það ekki lengur til ljóstillifunar. Í þessari skýrslu er dýpi þar sem enn mælist 1% af yfirborðsljósi auðkennt sem gegnsæi (cm).

Í beinu mælingunni er ljósmæli sökk í vatnið og ljósstyrkur mældur á mismunandi dýpi. Óbein mæling með rýnisskífu byggist á því að sökkva hvítri skífu í vatnið og mæla það dýpi þar sem hún hverfur sjónum manns. Það dýpi er nefnt rýni.

Í stöðuvötnum dvínar ljós með dýpi eftir veldisfalli. Þetta gildir hvort sem dvínunin er mæld með rýnisskífu eða ljósmæli. Við úrvinnslu og túlkun mælinganna frá 1975 og 1976 kom í ljós að hin einfalda regla sem gildir um venjuleg stöðuvötn, þar sem margfalda má rýni með stuðli á bilinu 2,3-2,7²⁷, gefur ekki rétta mynd af að samband rýnis og gegnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum (63). Hluti af mælingum á rýni og gegnsæi í Þórisvatni voru við sambærilegan aurstyrk og var algengur í Lagarfljóti fyrir virkjun, og voru mælingar við hæsta aurstyrk nýttar til að tengja gegnsæi og rýni við lágan aurstyrk í Lagarfljóti.

Gegnsæi vatnsins í Lagarfljóti er ráðandi um lífsskilyrði í fljótinu. Í seinni tíð hefur rýni verið mælt samhliða töku sýna til aurburðarmælinga, en vegna þeirra áhrifa sem aurstyrkur hefur á samband rýnis og gegnsæis er nauðsynlegt að umreikna rýni til gegnsæis. Mælipör úr Lagarfljóti við aurstyrk sem er sambærilegur við aurstyrk fyrir virkjun og úr Þórisvatni falla ágætlega að línulegu sambandi (mynd 105). Þetta samband er síðan notað til að bera saman gegnsæi fyrir og eftir virkjun (64).



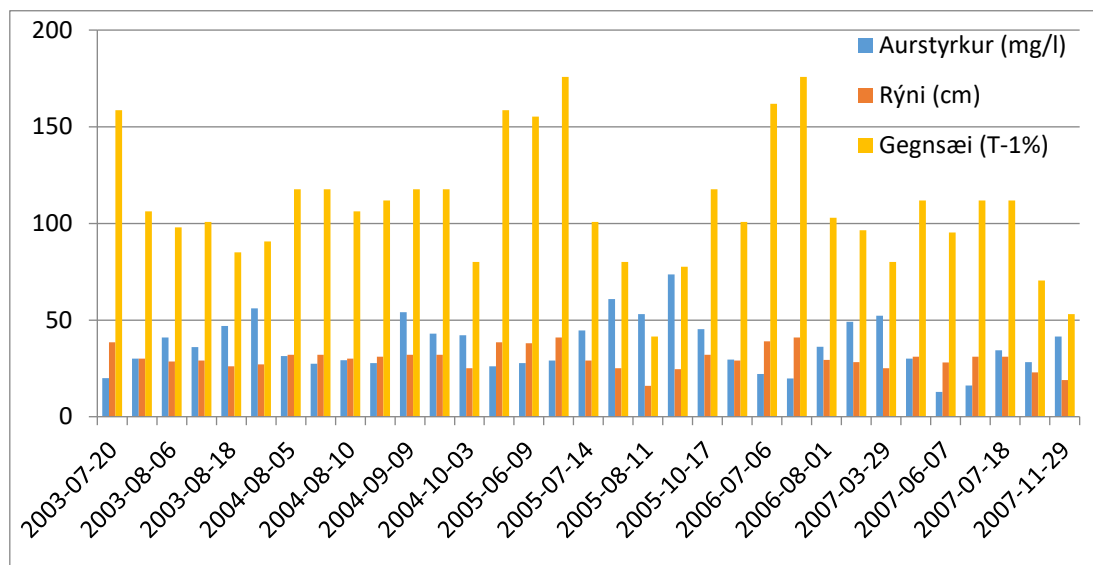
Mynd 105. Hlutfall gegnsæis og rýnis sem fall af rýni. Sambandið er byggt á öllum tiltækum mælipörum í Lagarfljóti og mælingum úr Þórisvatni við aurstyrk sem er sambærilegur við það sem minnst hefur mælst í Lagarfljóti.

²⁷ Ljós sem endurvarpast af hvítri skífu þarf að fara til baka að þeim sem rýnir í vatnið, og því eðlilegt að hið sýnilega ljós komist a.m.k. tvöfalt lengra en skífan áður en hún hverfur sjónum.

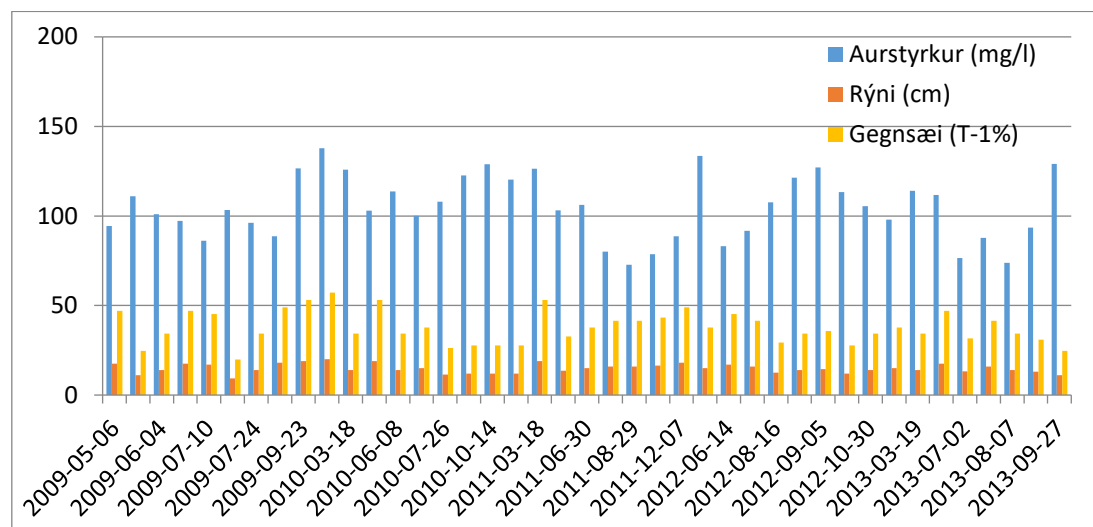
Í þeim gögnum sem notuð voru og byggjast á mælingum í Lagarfljóti ofan Lagarfljótsbrúar er aðeins tvö sýni frá vori (maí og júní 2003-2004) fyrir virkjun. Ofangreind greining á gegnsæi var notuð til að áætla gegnsæi við þekktan aurstyrk að vori. Við aurstyrkinn 16 mg/l var gegnsæi um 2,5 m og við um 20 mg/l var gegnsæi um 1,5 m. Fáar mælingar á aurstyrk eru til frá vetrum og snemma vors. Aurstyrkur allt niður í 10 mg/l hefur mælst, en við þann aurstyrk má búast við að gegnsæi sé um 4 m. Í rannsóknnum í Lagarfljóti 1975 (61) voru m.a. tekin botnsýni við Lagarfljótsbrú á um 2 m dýpi. Á steinum þar fundust mosar og grænþörungar, sem gefur til kynna að þangað hafi nægilegt ljós náð um nægilega langt skeið síðla vetrar og um vorið.

Fyrir virkjun, 2003 og 2007 var aurstyrkur yfir sumarið á bilinu 30 til 50 mg/l, heldur lægri á vorin (20-30 mg/l). Þetta er talinn nokkuð dæmigerður aurstyrkur fyrir virkjun, m.a. með hliðsjón af fyrri mælingum. Gegnsæi ($T_{1\%}$) vatnsins reiknast tíðast 100-120 cm (mynd 106), en getur verið nokkru hærra á vorin sem fyrr segir.

Eftir virkjun er aurstyrkur tíðast um og yfir 100 mg/l yfir sumarið og hefur að jafnaði u.þ.b. þrefaldast sem er mjög í takt við eða heldur minna en það sem var áætlað. Gegnsæi reiknast tíðast um 40 cm, sem er um helmingur til þriðjungur af því sem var og er lítill munur á vori og sumri ólíkt því sem var fyrir virkjun (mynd 106 og 107).



Mynd 106. Aur (mg/l), rýni og gegnsæi ($T_{1\%}$) (cm) í Lagarfljóti 2003 – 2007



Mynd 107. Aur (mg/l), rýni og gegnsæi ($T_{1\%}$) (cm) í Lagarfljóti 2009-2013

Breytingar á gruggi í Lagarfljóti eftir virkjun

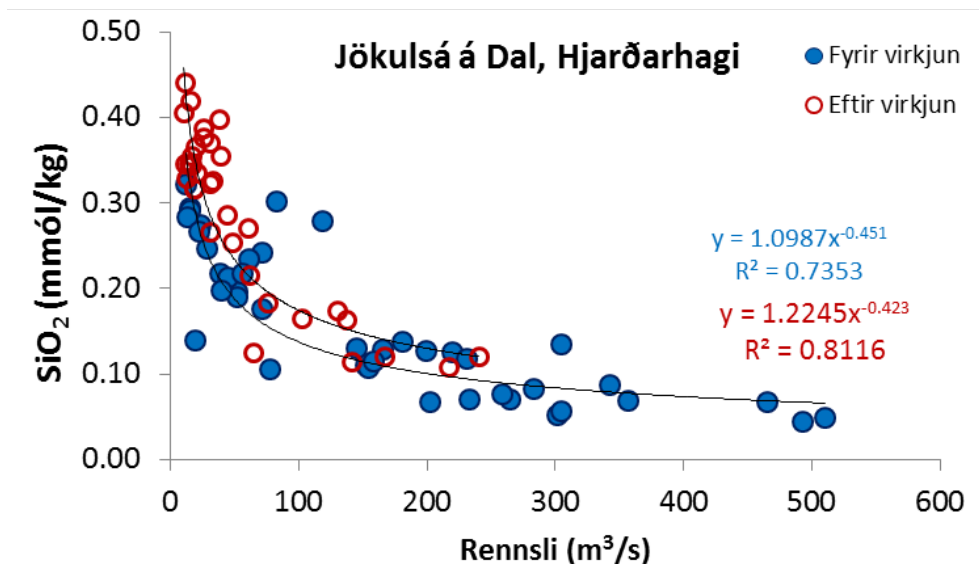
Í matsskýrslu var gert ráð fyrir að grugg gæti aukist 3-5 falt. Grugg er ekki svo einfalt hugtak að það nægi að mæla styrk þess (mg/l), heldur er mikilvægi þess í samhengi við vatnalíf fólgið í áhrifum á gegnsæi vatnsins í Leginum. Byggt á mælingum 5 ár fyrir og 5 ár eftir virkjun hefur meðalstyrkur gruggs aukist u.þ.b. þrefalt líkt og spáð var en gegnsæi hefur minnkað heldu minna að meðaltali. Meðaltölin segja ekki alltaf (sjaldan?) alla söguna. Afdrifaríkustu breytingarnar eru líklega fólgnar í því að ekki birtir lengur eins mikið á vorin í vatninu og gerði fyrrum, og því er mögulegt að heildaráhrifin séu meiri en meðaltals breytingar gefa til kynna. Þegar heildaráhrifin af breytingum vegna virkjunar á vatnalíf er metið kunna aðrir þættir að vega á móti aukinni gruggun almennt, svo sem stöðugara vatnsborð.

4.7 Efnifræði vatns

Árið 1998 var hafist handa við efnavöktun í ám á Austurlandi með megináherslu á ár á Fljótsdalshéraði. Gert var hlé á vöktuninni 2003 (65), um það bil sem framkvæmdir við Kárahnjúka hófust. Allan þann tíma var tekið úr eftirfarandi ám: Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga, Jökulsá í Fljótsdal við Hól, Fellsá við Sturluflöt, Grímsá við brú og Lagarfljót við Lagarfoss. Farnar voru 8-10 sýnatökuferðir árlega. Vöktunin náði einnig til Jökulsár á Fjöllum til ársins 2001 og Fjarðarár í Seyðisfirði til ársins 2000, og frá árinu 2000 í Jökulsá Dal við Brú á Efra-Jökuldal. Vöktunin var samstarfsverkefni Landsvirkjunar, Umhverfisstofnunar og Orkustofnunar til 2001.

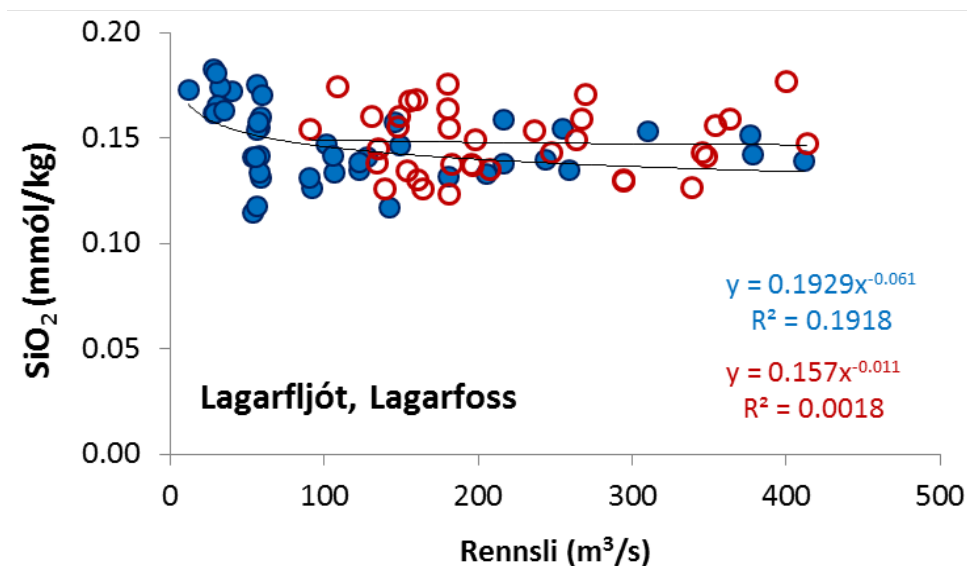
Mælingarnar voru teknar upp aftur 2007/2008, en þá voru farnar 3 sýnatökuferðir. Þeim var fjölgað í 8 ferðir 2009. Farið var á eftirtalda staði: Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga, afrennslisskurð Fljótsdalsstöðvar, Jökulsá í Fljótsdal við Hól, Fellsá við Sturluflöt, Lagarfljót við Lagarfoss, en færri sýnatökuferðir að Háslóni, Ufsarlóni og Jökulsá á Dal við Brú. Þessi áætlun var endurskoðuð eftir að niðurstöður fyrir árið 2010 lágu fyrir og dregið úr sýnatöku í Jökulsá í Fljótsdal og hætt í Jökulsá á Dal við Brú. Meiri áhersla var í staðinn lögð á að auka skilning á því hvaða áhrif eru af minnkandi aurburði, en sýnataka af aurburði er hluti af efnavöktun og hefur bæði verið hugað að magni og kornastærð, en einnig efnasamsetningu hans og ýmsum eðliseiginleikum. Margar vísindagreinar hafa verið ritaðar á grundvelli þessa gagnasafns og niðurstöður þeirra uppistaðan í doktorsritgerð Eyðisar Salóme Eiríksdóttur (66), sem hefur fylgt þeim eftir frá upphafi.

Tilgangur mælinganna er að kanna áhrif af miðlun og vatnaflutningum á efnasamsetningu ána og efnaburð til sjávar. Niðurstöður þeirra eru m.a. sýndar sem breytileiki í styrk einstakra efna milli árstíða og ára og í formi efnalykla, þ.e. sambandsins á milli efnastyrks og rennslis. Í Jökulsá á Dal er mikill breytileiki bæði í rennsli og almennt einnig styrk einstakra efna, eins og dæmi um kísil sýnir (mynd 108). Eftir virkjun snarminnkaði rennsli í ánni. Styrkur kísils er áfram svipaður og hann var við vetrarrennsli (lágt) en hefur að öðru leyti hækkað nokkuð við samsvarandi rennsli eftir virkjun.



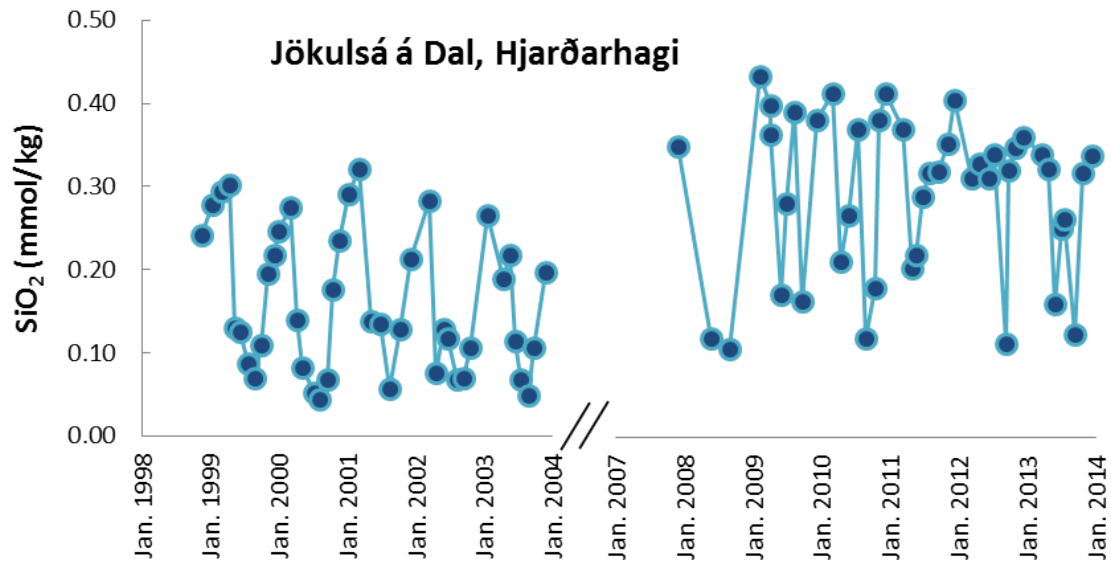
Mynd 108. Tengsl rennslis og styrks kísils í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga, byggt á mælingum 1998-2013. Jöfnur sem lýsir sambandi uppleysts kísils og rennslis fyrir virkjun eru með bláu lettri, en með rauðu lettri eftir virkjun.

Í Lagarfljóti við Lagarfoss hefur vatn haft langa viðstöðu í stöðuvatni, þar sem innrennslí af mismunandi toga hefur blandast og þar sem árstíðamunur í styrk efna hefur jafnast mikið út. Það kemur almennt skýrt fram í tengslum milli rennslis og styrks efna, sbr. styrk kísils sem fall af rennslí (mynd 109).



Mynd 109. Tengsl rennslis og styrks kísils í Lagarfljóti við Lagarfoss, byggt á mælingum 1998- 2013.

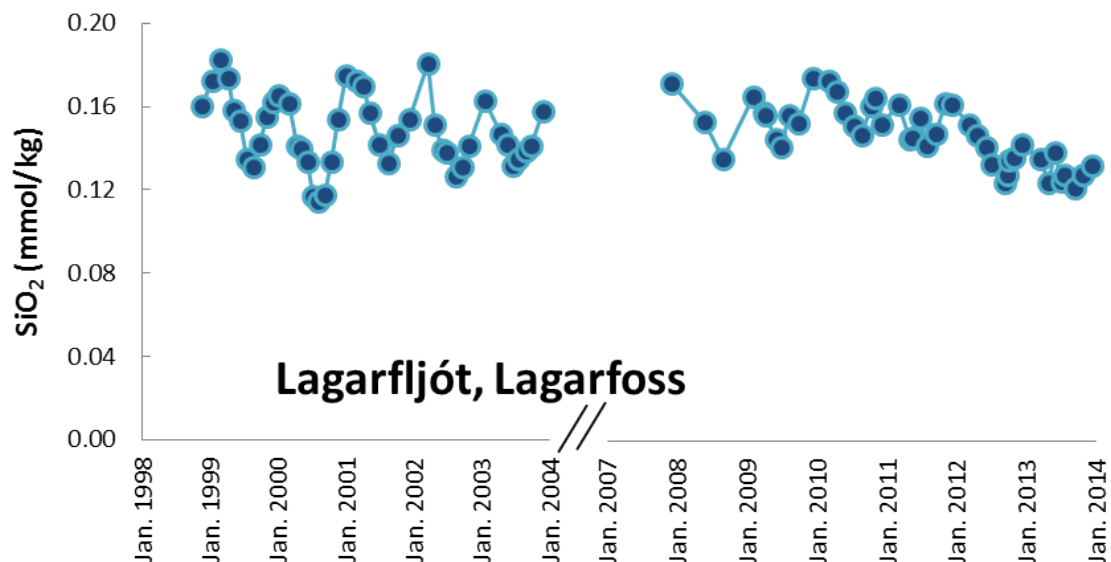
Þessir eiginleikar mælistaðanna koma skýrt fram í árstíðastyrk efnanna (mynd 110 og 111). Á tímabilinu 1998-2003 var styrkur kísils í Jökulsá á Dal hæstur yfir veturinn og lægstur að sumrinu þegar jökulvatn einkenndi ána. Eftir virkjun koma svipuð einkenni fram en styrkur er almennt hærri, þar sem hámarksrennslí er lægra eftir virkjun en það var áður. Lágildir koma þó enn fram og tengjast þeim tíma þegar rennur á yfirfalli við Háslón.



Mynd 110. Kísill í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga fyrir virkjun (1998-2003) og eftir virkjun (2008-2013).

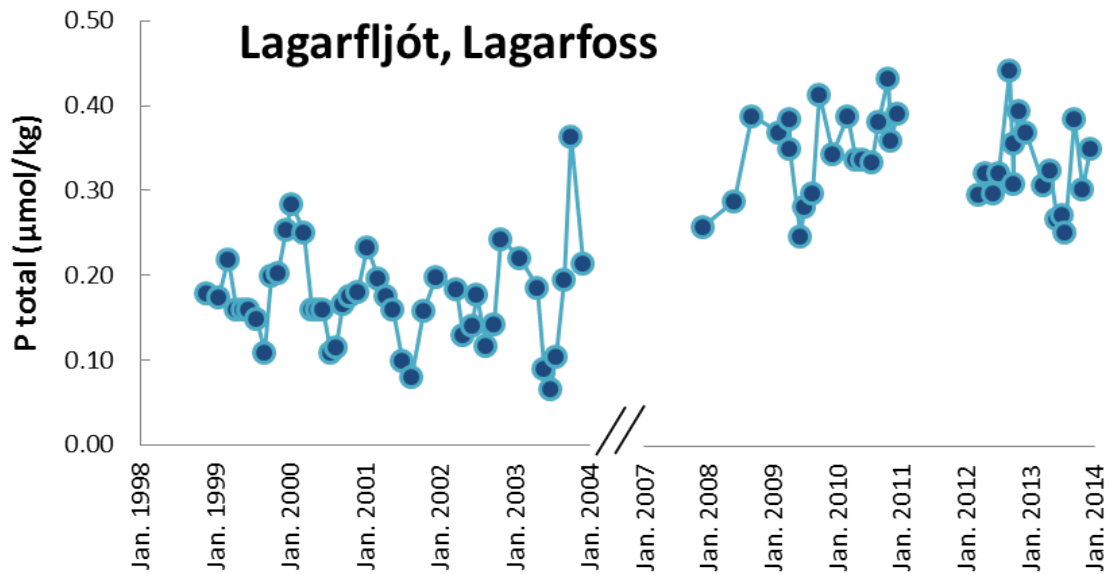
Samskonar árstíðamunur í styrk kísils kemur fram í Lagarfljóti en hann er miklu minni (mynd 111). Eftir virkjun virðist meðalstyrkur svipaður og fyrir virkjun, en bæði virðist hafa dregið úr há- og lággildum.

Ýmislegt annað forvitnilegt má lesa úr þessum mælingum, og hér verður tekið eitt dæmi í viðbót af nokkuð öðrum toga. Um 40 mismunandi efni og efnabreytur eru mældar auk ýmissa samsæta, t.d. af súrefni og kolefni. Helstu næringarefni fyrir jurtir eru meðal þeirra; nítur (N) og fosfór (P).



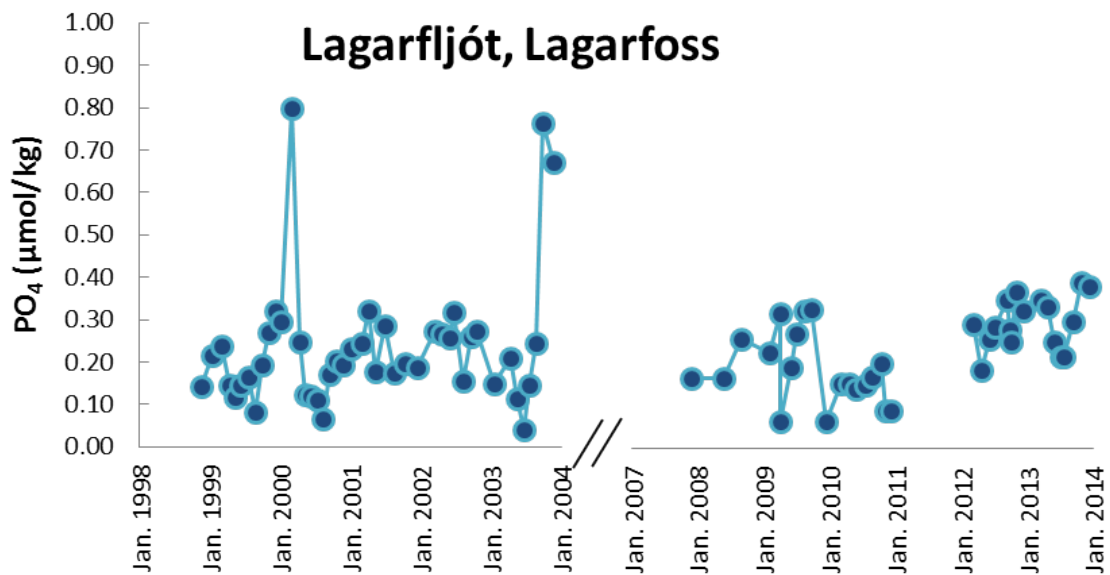
Mynd 111. Kísill í Lagarfljóti við Lagarfoss fyrir virkjun (1998-2003) og eftir virkjun (2008-2013).

Fosfór (P) er annað þeirra næringarefna sem almennt eru talin mikilvægust jurtum, en þá sem uppleyst fosfat (PO₄-P). Heildarstyrkur fosfórs er samantlagður styrkur PO₄-P og lífræns fosfórs. Heildarbreytingar eftir virkjun eru samantlagður styrkur efnanna í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga og í Lagarfljóti við Lagarfoss virkjun. Hér verða þessar mælingar sýndar fyrir hvora á fyrir sig. Styrkur heildar fosfórs P_{total} hefur u.þ.b. tvöfaldast í Lagarfljóti eftir að virkjun var gangsett (mynd 112).



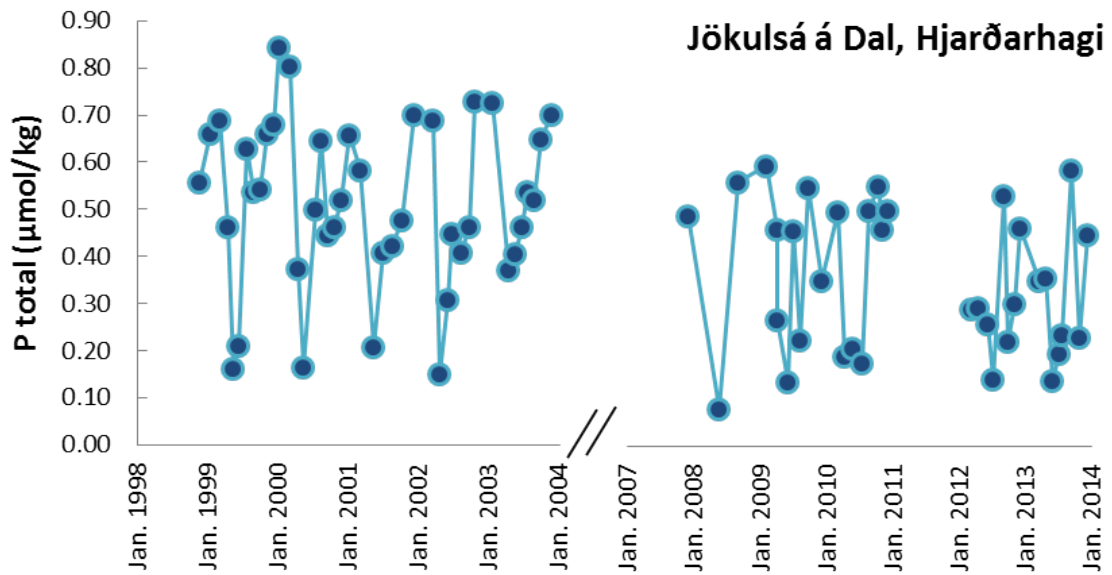
Mynd 112. Styrkur heildar fosfórs í Lagarfljóti fyrir og eftir virkjun.

Á sama tíma hefur styrkur fosfats ekki vaxið (mynd 113). Því má leiða að því líkur að aukningin sé vegna lífræns fosfórs, þ.e. fosfórs sem enn er bundinn lífrænum leyfum. Ef til vill má rekja þessa aukningu til útskolunar lífrænna efna úr jarðvegi á botni Háslóns og Kelduárlóns. Í gögnum verkefnisins eru ýmis teikn úr samsætugreiningum á kolefni sem gætu bent til þess sama.



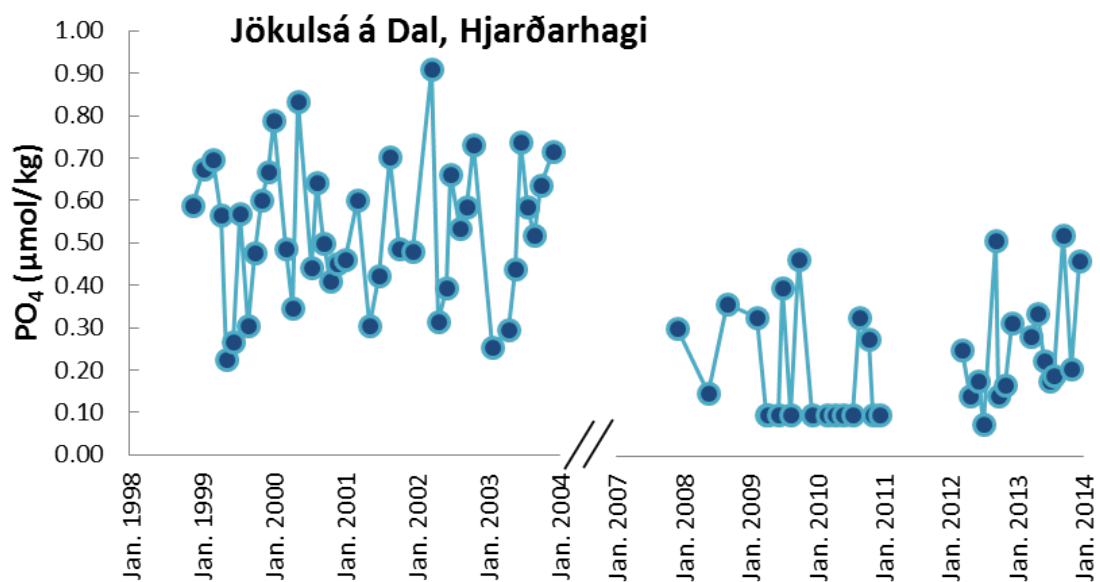
Mynd 113. Styrkur fosfats í Lagarfljóti fyrir og eftir virkjun.

Í Jökulsá á Dal hefur styrkur heildarfosfórs aftur á móti lækkað eftir virkjun (mynd 114).

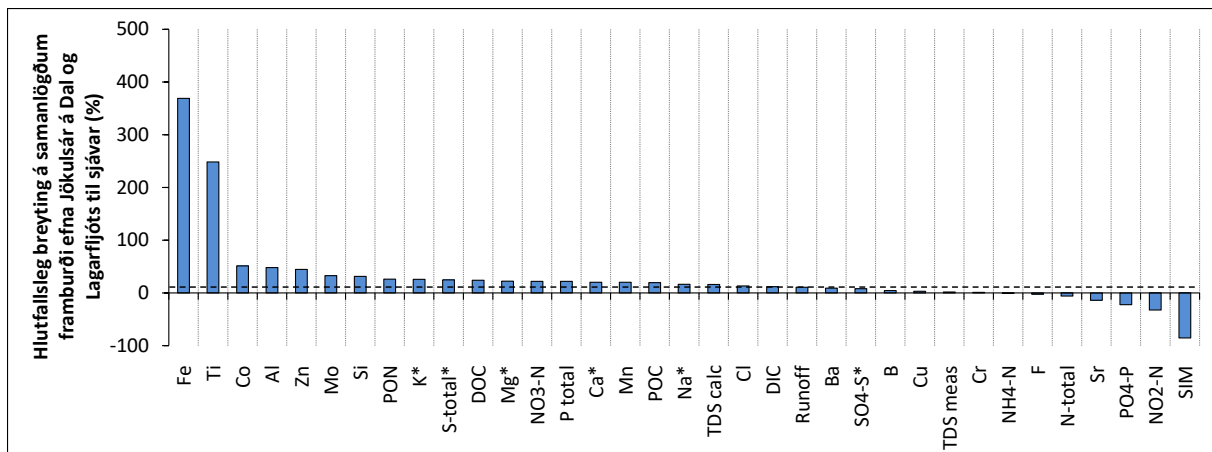


Mynd 114. Styrkur heildarfosfórs fyrir og eftir virkjun.

Lággildin eru svipuð fyrir og eftir og líkt og varðandi kísil koma þau fyrir yfir sumarið og tengjast líklega yfirfallsrennslinu. Styrkur fosfats hefur lækkað enn meira eftir virkjun (mynd 115).



Mynd 115. Styrkur fosfats fyrir og eftir virkjun.



Mynd 116. Hlutfallsleg breyting á framburði efna til sjávar í Jökulsá á Dal og Lagarfljóti; samanlagt eftir virkjun (2008-2013) miðað við fyrir virkjun (1998-2003). Brotna línan samsvarar 11% aukningu rennslis frá því fyrir virkjun, og frávik í styrk einstakra efna umfram það er breyting sem mætti tengja áhrifum af virkjun (66).

Um helmingur efna sem voru mæld hafa hækkað umfram aukið rennsli (mynd 116). Skýringar á því geta verið mismunandi eftir því hvers konar efni eiga í hlut. Aukin upplausn efna úr jökulaur sem hefur haft langa viðstöðu í vatnakerfinu (lónum) eftir virkjun skýrir líklega í flestum tilvikum lítilsháttar hækkun í styrk efna um miðbik línuritsins. Háslón er mjög djúpt og þar getur vatn átt viðstöðu (staðnað) um lengri tíma og hækkun pH er talin líkleg afleiðing þess sem aftur getur skýrt aukna útleysingu ýmissa málma, svo sem áls (Al), járns (Fe) og títans (Ti). Loks er líklegt að aukið grugg og af þeim sökum minni frumframleiðni geti skýrt ýmsar breytingar, svo sem hærri styrk kísils ($\text{SiO}_2\text{-S}$) og nítrats ($\text{NO}_3\text{-N}$). Svifaur (SIM; suspended inorganic matter) lækkar mest eða um 85% sem skýrist augljóslega af því að stór hluti aursins sest til í Háslóni. Breytingar á mögulegum efnaskiptum á milli sjávar og svifaurs eru þó minni þar sem um helmingur af smæsta aurnum, sem hefur mesta yfirborðsflatarmálið, helst í upplausn og tekur þátt í efnaskiptunum.

Breytingar á efnaburði til Héraðsflóa eftir virkjun

Litlar breytingar urðu á efnasamböndum sem skipta máli fyrir lífríki vatna eða hafsins, en þó er bent á að styrkur kísils hafi aukist eftir virkjun, sem gæti verið jákvætt fyrir kísilþörungum í Héraðsflóa, en skiptir varla máli fyrir vöxt plöntusvífs almennt.

4.8 Vatnalíf

Lítið fór fyrir veiðinytjum í mati á umhverfisáhrifum virkjunarinnar. Þær voru kannski ekki miklar og fengu fyrir vikið ekki mikla umfjöllun á undirbúningstíma framkvæmda, e.t.v. einnig vegna þess að starf Veiðifélags Fljótshéraðs lá niðri á þessu tímabili. Félagið var endurreist 2005 undir nöfnum Veiðifélags Lagarfljóts og Veiðifélags Jöklu, sem hafa síðan komið sjónarmiðum veiðiréttareiganda á framfæri. Landsvirkjun hefur verið í samstarfi við Veiðifélagið um að kanna mögulegar aðgerðir til að viðhalda veiðihlunnindum í Leginum. Þær helstu breytingar sem fyrirsjáanlegt var að virkjunin yrði völd að varðandi lífsskilyrði í Lagarfljóti var að grugg kynni að aukast 3-5 falt eftir veitu Jökulsár á Dal um Háslón til Lagarfljóts.

Landsvirkjun ákvað að afla upplýsinga til að geta metið hver áhrif þessi gruggun hefði á fiskistofna vatnsins. Eftir ádrepu frá Helga Hallgrímssyni, náttúrufræðingi ákvað stjórn Landsvirkjunar að gera einnig könnun á hvernig strandlíf, sem er undirstaða fiska, hefðist við eftir virkjun.

Til þess að svara helstu spurningum um breytingar á vatnalífi og hvaða möguleikar séu á mótvægisáðgerðum hafa 4 verkefni verið í gangi, þar á meðal mælingar á gruggi og ljósgleypni, sem nefndar eru hér að framan (í köflum 4.6.3 og 4.6.4).

Áður en kemur að rannsóknarverkefnum er yfirlit gefið um veiði í fljótinu og fiskistofna þess. Yfirlitið er úr greinargerð sem lögð var fram á fundi með stjórn veiðifélagsins 7. maí 2010.

4.8.1 Lífríki Lagarfljóts og upplýsingar um veiði

Veiðifélag Lagarfljóts hefur tekið saman skýrslu um veiði í fljótinu til þessa, sem byggð er á könnun meðal bænda á bæjum við fljótsbakkann.²⁸ Lagarfljóti er þar skipt í tvö undirsvæði og skiptir um Lagarfoss, og helstu þverárnar eru teknar sérstaklega. Frá bæjum neðan við Lagarfoss er talið að um 360 laxar séu veiddir að meðaltali árlega undanfarna áratugi (sbr. þó mynd 121). Af silungum er talið hafa veiðst tæplega 1.000. Ofan við Lagarfoss er lang mest veitt af silungum, eða rösklega 3000 árlega. Þar sem meðalþyngd er skráð er hún tíðast á bilinu 0,4 til 1 kg. Lítilsháttar laxveiði er talin upp á nokkrum bæjum, samtals allt að 10 árlega. Í þveránum er mest veitt í Kelduá (860) og Eyvindará (170). Meðalþyngd silunga þar er heldur hærri en í fljótinu, eða tíðast á bilinu 0,7 til rösklega 1 kg. Samkvæmt yfirlitinu er hending ef lax veiðist í þveránum. Engin afstaða er tekin til áreiðanleika þessarar úttektar veiðifélagsins.

Um lífríki fljótsins er til talsvert af skýrslum sem flestar fjalla um fisk; ýmist í Lagarfljóti eða þverám þess, sbr. bréf Veiðimálastofnunar til Veiðifélagsins, dags. 03.03.2009.²⁹ Kannanir sem voru gerðar á svifi í Leginum fyrir virkjun eru á einu máli um að þar er ekki um auðugan garð að gresja. Mælingar á gegnsæi bentu til þess að frumframleiðni á botni hafi náð skammt út frá bakka vatnsins, og að þar af leiðandi sé smáðýralíf bundið við tiltölulega mjótt belti út frá vatnsbakkanum. Fyrir vikið getur munað talsvert um tiltölulega litla vatnsborðssveiflu. Að öllum líkindum mun aukið grugg þrengja að strandlífi, jafnvel þótt vatnsborðssveiflan verði minni. (29; mynd 2.10). Á árunum 2006 og 2007 voru gerðar rannsóknir á þörungum og smádyrum á nokkrum stöðum á strönd fljótsins, til að ganga úr skugga um megin breytingar sem yrðu eftir virkjun (67). Megin viðfang rannsóknanna voru þörungar, en rannsóknir á þeim eru mjög takmarkaðar hérlandis og því er nokkuð örðugt að setja niðurstöður í samhengi. Rannsóknir voru endurteknar 2011-2012 og hugsanleg áhrif af virkjun verða lesin svo sem kostur er af samanburði milli þessara tveggja tímabila. Rannsóknir á svifi hafa í meginráttum staðfest ályktanir af fyrri rannsóknum um fátæklegt lífríki í svifi Lagarins. Að öðru leyti benda fyrstu niðurstöður til breytinga í tegundasamsetningu kísilþörunga í fjörunni og að stöðugra vatnsborð eftir virkjun sé visst mótvægi gegn minna gegnsæi. Hitastig var heldur lægra í vatninu en á fyrra tímabilinu sem að hluta tengist lægri lofthita (58), og í heildina virðast aurstyrkur (grugg) og hiti hafa haft mest áhrif á samsetningu kísilþörunga í fjörunni. Minna fannst af smádyrum í fjörunni á síðara rannsóknartímabilinu³⁰.

4.8.2 Silungur í Lagarfljóti

Sú samantekt úr rannsóknum sem hér fer á eftir gefur á engan hátt til kynna langtíma þróun yfir tímabilið því veiðiáttak er ekki staðlað fyrr en í síðustu rannsóknunum (frá 1998). Af tiltækum gögnum eru þau fyrstu frá 1974 (68). Bleikjurnar voru 4-15 vetra og frá 20-38 cm. Stærðardreifing í einstaka árgöngum var nokkuð mikil, og heildarniðurstaðan að vöxtur hafi verið hægur, en hins vegar var holdafar þökkalegt. Urriðarnir voru 6-13 vetra og vöxturinn mjög

²⁸ Sigmar Ingason 2009. *Samantekt um veiði í Lagarfljóti og þverám þess*. Veiðifélag Lagarfljóts, nóvember 2009.

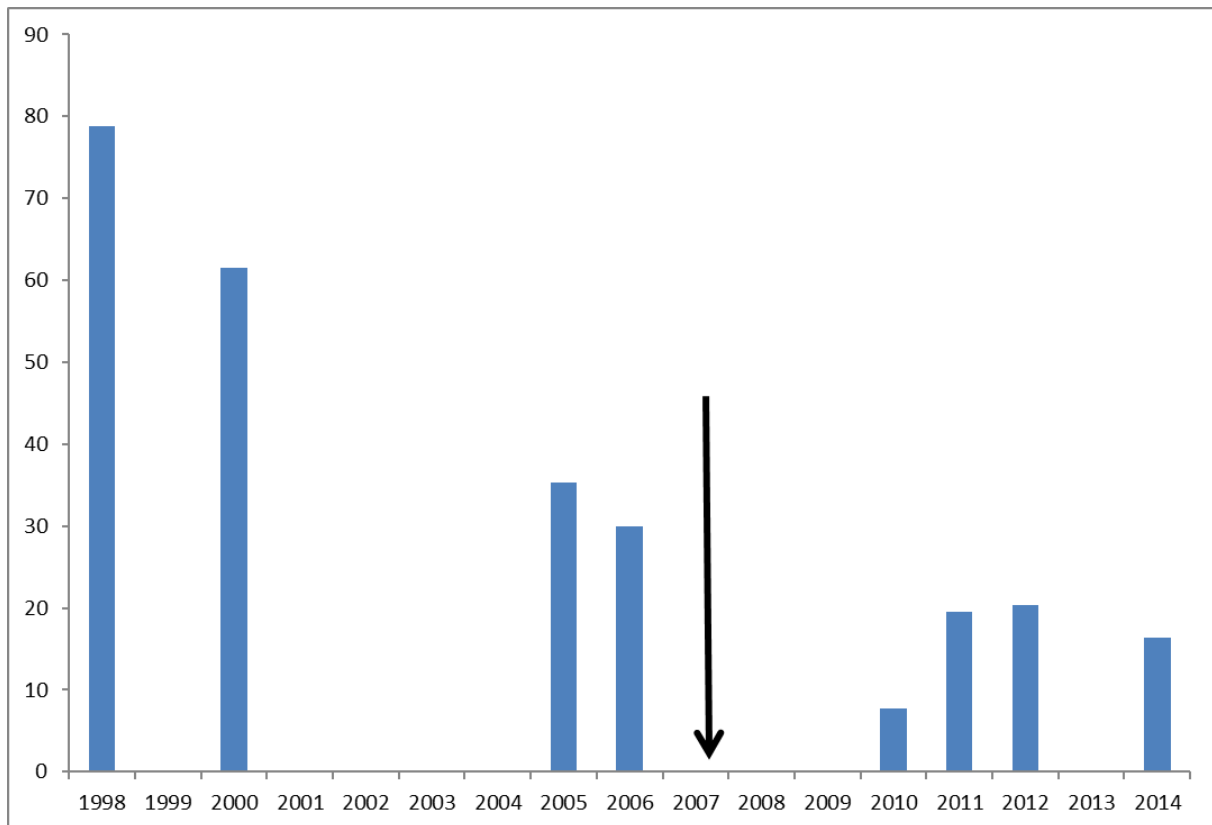
²⁹ Bréf til Veiðifélags Lagarfljóts, dags. 03.03.2009 undirritað af Guðna Guðbergssyni. Svar við ósk um samantekt yfir rannsóknir sem farið hafa fram á vegum Veiðimálastofnunar á vatnasvæði Lagarfljóts.

³⁰ Vöktun umhverfis á strandsvæðum Lagarins; þörungar og smádyr. Helstu niðurstöður rannsókna 2011 og 2012 (greinargerð/minnisblað frá Veiðimálastofnun).

hægur. Árið 1975 var veitt í Lagarfljóti á mörgum stöðum, m.a. til könnunar á fæðuvali. Alls veiddust 61 silungur; 42 bleikjur og 19 urriðar. Flestir voru um og innan við 20 cm (61). Aldursgreiningu vantar.

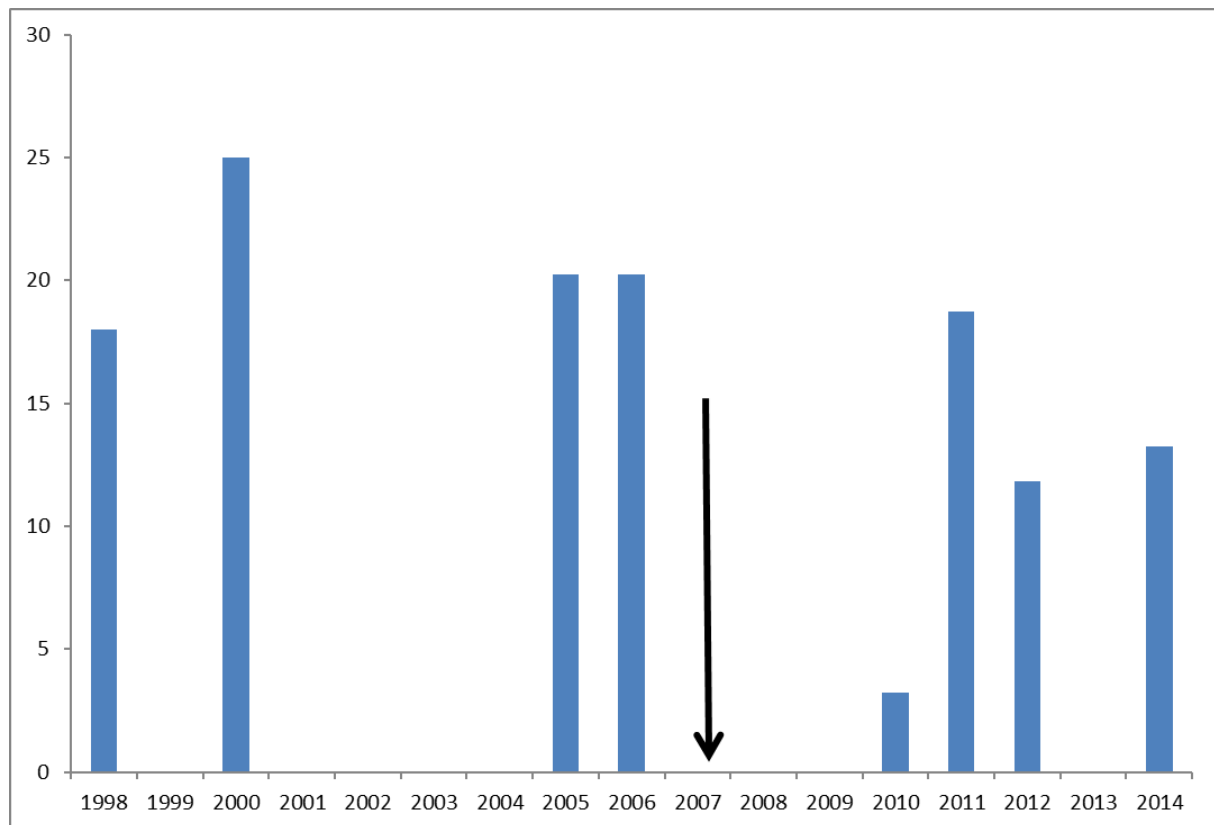
Fyrir virkjun á árunum 1998 til 2006 var fjórum sinnum gert staðlað átak í rannsóknum á silungi. Á myndum 117 og 118 er slegið saman gögnum frá Lagarfljóti út af Hallormstað og Egilsstöðum og frá Vífilsstaðaflóa. Bleikjan þurfti 7-8 ár til að ná um 30 cm stærð, og aðeins um helmingur þeirra sem náðu hærri aldri náðu að verða 40 cm. Holdafar var talið þökkalegt (69). Í rannsóknum Veiðimálastofnunar 2005 og 2006 (70) var veitt við Egilsstaði og Hallormsstað eins og 1998. Árið 2000 var veitt á tveimur stöðvum milli Egilsstaða og Lagarfoss (71). Niðurstöður um hægan vöxt bleikju í þessu staðlaða veiðátaki eru á sömu lund og að ofan greinir (1974 og 1975). Urriði virðist almennt hafa svipaðan vaxtarhraða og bleikja. Holdafar urriðans er metið þökkalegt sem fyrr.

Af niðurstöðum rannsókna 2005 og 2006 mátti draga þá ályktun, að enginn af þessum fiskum væri sjógenginn, og sömu niðurstöður fengust úr athugun á úrtaki úr veiði í þverám Lagarfljóts 2009 (72). Versnandi lífsskilyrði í Leginum endurspeglast í tilraunaveiði á silungi (mynd 117 og 118).



Mynd 117. Meðalfjöldi bleikja í eina netaseríu í Lagarfljóti skv. mælingum Veiðimála-stofnunar. Örin sýnir hvenær Fljótsdalsstöð hóf framleiðslu og vatnaflutningar hófust

Myndirnar sýna dæmi um þróun í silungsveiði (73). Hafa verður í huga að minnkandi bleikjuveiði er almenn þróun á landinu hin síðari ár. Heldur minni breytinga varð vart í urriðaveiði, sem hefði þó átt að sækja í sig veðrið á kostnað bleikju. Náttúrulegar sveiflur hafa vafalítið einhver áhrif á þróunina.



Mynd 118. Meðalfjöldi bleikja í eina netaseríu í Lágafloki skv. mælingum veiðimála-stofnunar. Örin sýnir hvenær Fljótsdalsstöð hóf framleiðslu og vatnaflutningar hófust

Dregið hefur úr vexti silunga, líklega vegna versnandi fæðuskilyrða, því að meira ber á að landskordýr finnist í fæðu þeirra en áður. Enn er of snemmt að draga frekari ályktanir af þróun silungastofnanna. Áfram verður fylgst með framvindu þeirra samhliða öðrum rannsóknum á svæðinu.

4.8.3 Lax

Árlega gengur lax upp í fljótið allt að Lágafossi. Veiði hefur verið stunduð þar um langa hríð hvað sem líður öllum tilraunum með ræktun og fiskstiga. Tilraunir til ræktunar voru fyrst gerðar upp úr 1930.³¹ Veiðiátak neðan við Lágafoss hefur verið misjafnt en mesta skráða veiði eftir að Veiðimálastofnun hóf að skrá hana var á bilinu 250-400 laxar 1985-1987. Einstaka lax hefur veiðst ofan við Lágafoss svo óyggjandi sé.

Árið 1970 var gerður samningur milli Veiðifélags Fljótsdalshéraðs og Stangveiðifélags Reykjavíkur um leigu hinna síðarnefndu á vatnakerfinu til 10 ára. Allt til ársins 1979 var árlega sleppt um 150 þús. sumaröldum seiðum á svæðinu (74). Árangur af þessum sleppingum var lítill. Um ástæður þess er fátt vitað með vissu, því að ekki var kerfisbundið fylgst með viðgangi seiðanna, en laxagöngur upp fyrir virkjun létu ekki sjá sig. Frá 1982 var tekin upp samvinna við Veiðimálastofnun um rannsóknir sem m.a. fólu í sér að fylgjast með árangri sleppinga í nokkrar af þverám fljótsins. Það var mat sérfræðings Veiðimálastofnunar 1984 að seiði hafi þrífist ágætlega í minni þverám, en þær voru flestar fremur vatnslitlar. Minni árangur var í þeim stærri; Grímsá og Eyvindará. Þær minni eru hins vegar ekki taldar líklegar til að geta tekið við laxi til hrygningar að nokkru marki. Í greinargerð Veiðimálastofnunar 2007³¹ segir það álit flestra fiskifræðinga sem komið hafa að rannsóknum á þessu málefni, að uppeldisskilyrði séu fremur

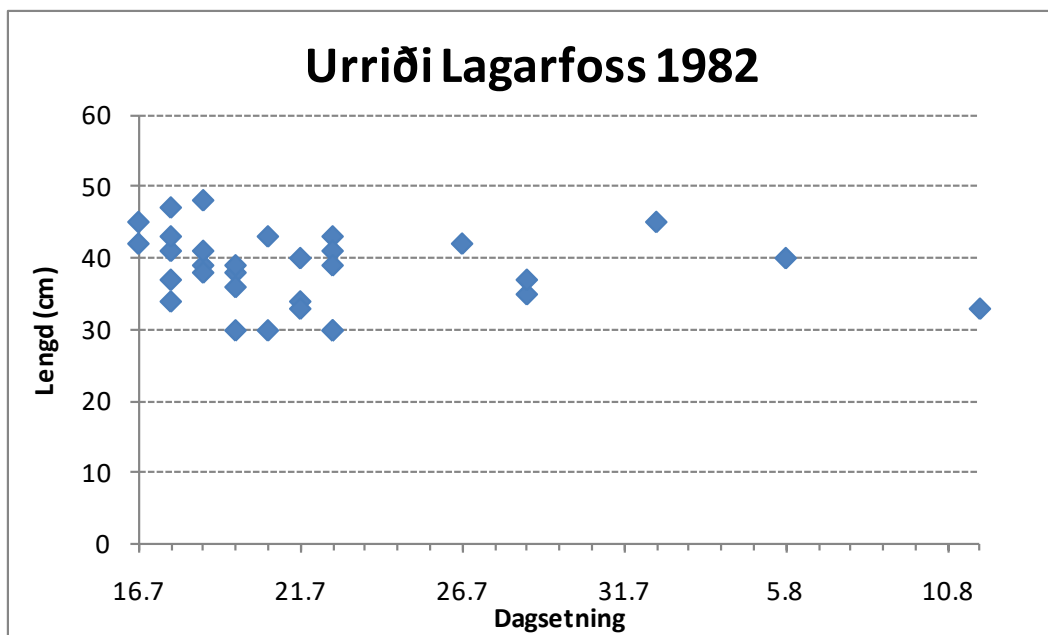
³¹ Guðni Guðbergsson og Vífill Oddsson 2007. Fiskvegur í Lágafloki, tillögur að endurbótum,

léleg á Lagarfljótssvæðinu ofan við foss, m.a. vegna takmarkaðra búsvæða, en þau skástu eru að mestu bundin við smáár sem fyrr segir.

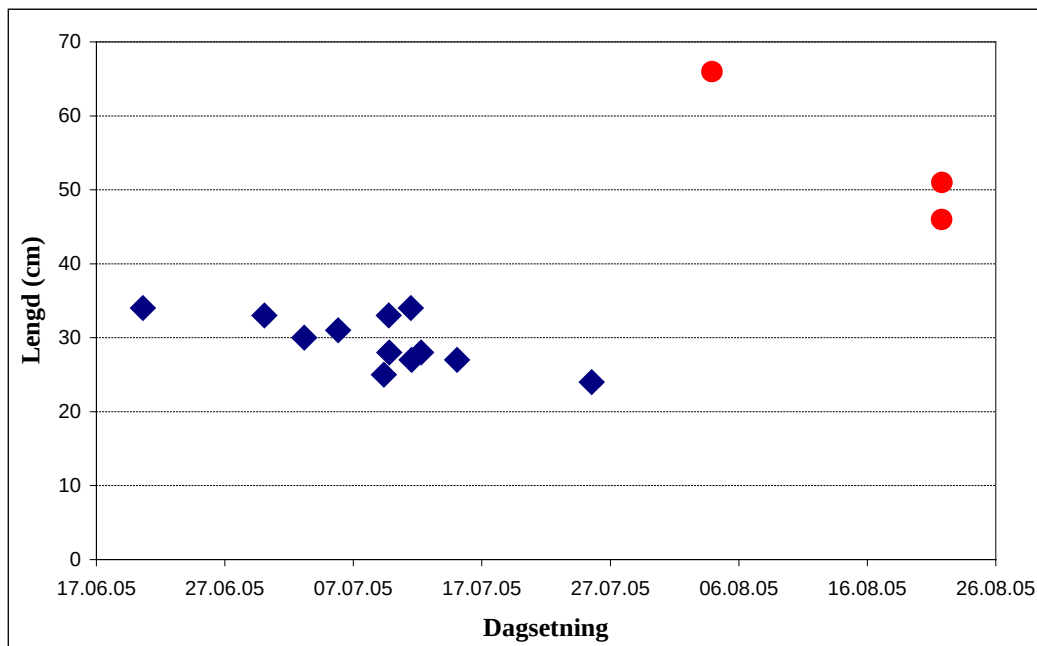
Fiskstiginn: Frumgerð þess stiga sem rekin er við Lagarfoss var tekin í notkun 1975. Síðan þá hafa verið gerðar breytingar á honum, m.a. var munni hans færður þannig að hann opnaðist betur við strönd frárennisskurðar. Sömuleiðis var efri endi hans lagaður að breytingum er klapparhaft í innrennsli til Lagarfossvirkjunar var lækkað (fjarlæggt). Voru þær aðgerðir kostaðar af Landsvirkjun. Þá hafa verið gerðar á honum lagfæringar m.t.t. straumlags.³¹

Göngur um fiskstigann: Á árunum 1977 til 1979 voru skráðir 50 til 170 fiskar um stigann (74). Fyrsta gerðin af teljurum var mun ófullkomnari en þeir sem síðar komu, og í útskrift frá mælinum var hvorki greind stærð né göngustefna fisksins, sem er mikilvægt þar sem síðar hefur komið í ljós að talsverð brögð eru af því að fiskar gangi fljótlega niður aftur. Göngutími var mismunandi eftir árum. Árið 1978 byrjaði fiskur að ganga í júlí, en í ágúst hin árin og öll árin gekk meginíð af fiskinum í ágúst.

Árið 1982 var komið fyrir kistu í stiganum 10 júlí og hún tekinn upp 4. september. Á þessum tíma gengu 33 fiskar í kistuna (mynd 119), 32 urriðar og 1 lax. Eftir mælingar og töku hreistursýna til aldursákvörðunar var fiskinum sleppt í stigann aftur. Í skýrslu Veiðimálastofnunar frá 1985 (75) segir að kista hafi verið í stiganum undanfarin ár (a.m.k. 1982-1984?), og haft eftir eftirlitsmanni við virkjunina að 1984 hafi nokkuð gengið af silungi um stigann, en „aðeins“ 4 laxar. Orðalagið bendir til að silungar gætu a.m.k. hafa skipt tugum. Af þessum lögum veiddust 2 í net í fljótinu og 2 á stöng í Grímsá og Rangá „skömmu eftir uppgöngu“. Sumarið 1986 var fiskteljarinn óvirkur.



mest af göngunni er af silungsstærð og enn fremur að algengt er að fiskur gangi aftur niður. Göngurnar upp stigann hafi mælst í tugum fiska flest árin eftir að nýi teljarinn var settur upp (2010), og með hliðsjón af að margir fiskar snúa til baka er líklega lítið að marka hæstu göngutölurnar frá fyrstu árum stigans.



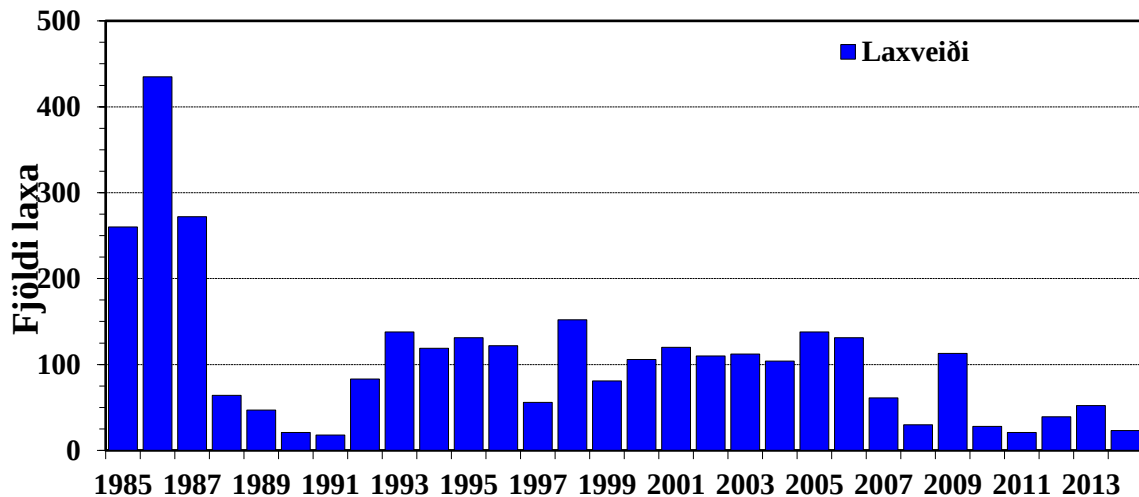
Mynd 120. Skráð ganga fiska framhjá fiskteljara í laxastiga við Lagarfoss 2005³⁰

Sumarið 1986 var gert mikið átak í könnun á laxagöngum (76). Það fólst m.a. í sérstöku átaki í netaveiði í samvinnu bænda og Rarik, og veiddust það sumar alls 435 laxar neðan Lagarfossvirkjunar. Mikill lax var þegar kominn á svæðið um miðjan júlí. Meðal markmiða með þessu netaveiðiátaki var að kanna gönguleiðir laxins. Í þessu átaki var einnig kannað hvort rekstur virkjunarinnar letti laxinn uppgöngu, og niðurstaðan var að svo væri ekki. Alls 128 laxar voru merktir og fluttir upp fyrir stigann, ýmist í Lagarfljótið eða þverár. Fátt endurheimtist með vissu, en 6 komu í net neðan virkjunar, sem ekki kom rannsakendum neitt sérstaklega á óvart. Það var metið svo að um 10% af þeim laxi sem tekin voru hreistursýni af til aldursgreiningar þetta sumar hafi verið af sleppiuppruna, og hinir þá væntanlega úr hrygningu á svæðinu; ef að líkum lætur neðan Lagarfossvirkjunar.

Sumarið 2000 voru lögð net í Vífilsstaðaflóa til silungsveiða sem fyrr segir. Einn lax kom í netin, 63 cm hængur, og um sama leyti kom einn lax í net bænda við Straum (58 cm hængur). Báðir höfðu verið 3 ár í ferskvatni og eitt ár í sjó.

Haustið 1980 var veitt í laxanet neðan virkjunar. Alls voru veiddir 31 lax og einn sjóbirtingur. Langflestir höfðu verið 3-4 ár í ferskvatni; aðeins einn hafði dvalið þar í 2 ár, og er nokkuð örugglega af sleppiuppruna. Þeir laxar sem náðust lifandi voru flestir fluttir upp í Eyvindará (74).

Skráð laxveiði í net neðan við Lagarfoss: Veiðimálastofnun hefur safnað skýrslum um veiðar í net frá 1985. Fyrstu þrjú árin veiddust um og yfir 250 laxar á sumri, líklega í tengslum við ofangreindar rannsóknir, en síðan þá var laxveiði lengst af um og yfir 100 laxar á sumri fram undir 2007, en talsvert lægri síðar nema sumarið 2009 (mynd 121).



Mynd 121. Skráð laxveiði í net neðan Lagarfoss 1985-2014 (Veiðimálastofnun).

4.8.4 Tilraunir til að hvetja göngu lax upp fyrir Lagarfoss

Lax var tekinn til klaks haustið 2014 og voru fyrstu seiðin tilbúin til niðurgöngu vorið 2016. Alls var um 25.000 seiðum sleppt í sleppitjörn í kvísl af Uppsalaá þann 21. júní sem er í seinna lagi. Áin rennur til Lagarfljóts nokkru neðan við Egilsstaði. Sleppitjarnir eru þrautreyndar t.d. í Rangánum og vel þekkt hvað prýðir góða tjörn. Megnið af seiðunum gekk út í júlí og niðurgöngu nánast lokið í byrjun ágúst, þannig að þessi fyrsta tilraun er talin hafa gengið vel.



Mynd 122. Sleppitjörnin við Uppsala þegar seiðunum var sleppt undir vökulum augum félaga í stjórn Veiðifélags Lagarfljóts, sem þarna eru að koma fyrir neti yfir tjörninni seiðunum til varnar. Ljósmynd, Jóhannes Sturlaugsson?

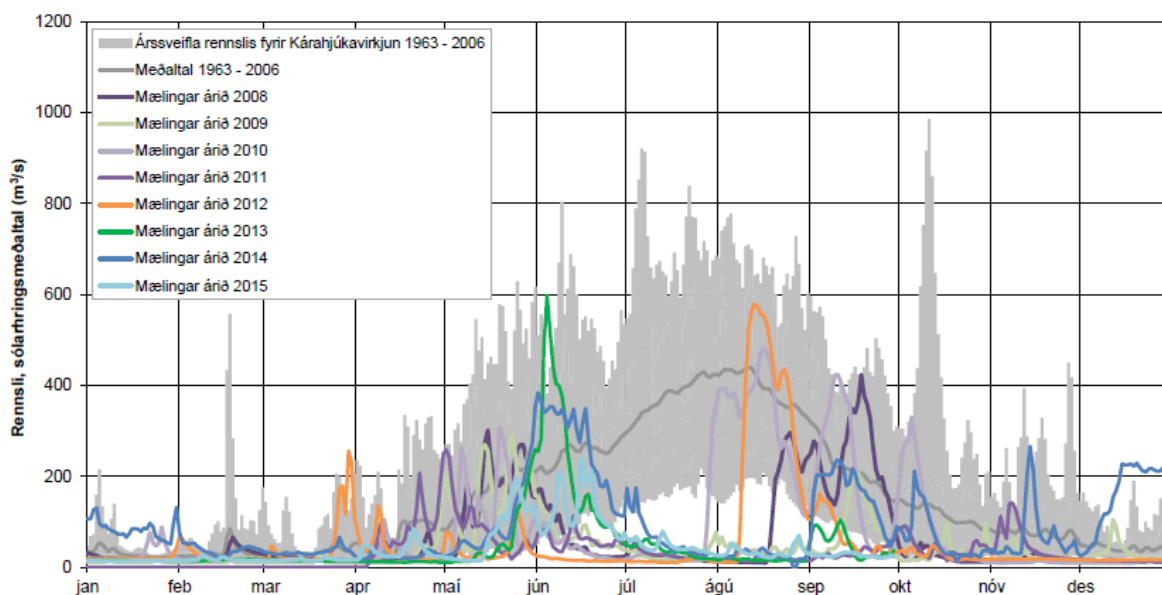
4.8.5 Jökulsá á Dal

Í tengslum við mat á umhverfisáhrifum fóru fram nokkuð ítarlegar rannsóknir á líffræði vatna (71), ekki svo mjög á Jökulsánum sjálfum, enda ekki hlaupið að því að ná marktækum sýnum af botni þeirra. Rannsóknirnar voru gerðar á afmörkuðum tíma (einu sinni), nema að fylgst var lítillega með seiðabúskapi í nokkrum þverám, bæði Jökulsár á Dal (Jöklu) og Lagarfljóts um nokkurra ára skeið (70). Þessar rannsóknir voru endurteknaðar 2010, 2011, 2012 og 2014 (73). Seiðabúskapur ána reyndist vera svipaður og hann var fyrir virkjun. Hafnar eru tilraunir með að koma upp laxastofni í Jökulsá á Dal (Jöklu). Forsendur þess eru að eftir virkjun verði rennsli í ánni eins og gengur og gerist í stórum dragám. Benda má á ýmsa þætti sem ýta undir vonir um að gera megi Jöklu að veiðiá. Þegar jökulvatninu sleppir setja heiðar og heiðavötn svip sinn á vatnasvið árinna með þokkalega næringarríku vatni miðað við það sem prýðir helstu laxveiðiár landsins. Vetrarrennsli er lágt en þó langt frá því að vatnspurrðar gæti, sbr. 5-10 m³/s við Brú. Eðlilegir leysingatoppar koma í ána á vorin (maí - júní) og sumarrennsli er fremur lágt þar til byrjar að renna á yfirfalli síðla sumars (mynd 123). Einnig má búast við hærri rennsli á haustin vegna rigninga sem geti runnið saman við yfirfallsvatnið.

Samskonar rennsliseinkenni eru í Blöndu á milli Blöndulóns og virkjunar, en á allt öðrum skala. Lágrennsli er þar líklega um 2 m³/s. Þótt mikil aukning verði á rennsli síðla sumars virðist það ekki hafa veruleg áhrif á seiðabúskap árinna. Hvaða þýðingu það hefur, að yfirfallsrennsli getur farið í 200-400 m³/s í Jöklu sem er um fimmfalt það sem hefur mælst í ofangreindum árkafla í Blöndu, er óráðið enn.

Árið 2013 var gerð áætlun til fimm ára um vöktun á fiski í Jöklu í samvinnu við Veiðfélagið og Veiðimálastofnun. Farvegur Jöklu er talin fær göngufiski um 110 km frá ósi og upp í yfir 400 m hæð yfir sjó. Landnámi fiska hefur verið flýtt með seiðasleppingum en ljóst er nú að fiskur hefur hrygnt á vatnasvæðinu og sjálfbær framleiðsla fiskistofna er staðreynd. Fiskur virðist þola tímabundið gruggugt yfirfallsvatn úr Háslóni, en töluverð óvissa er um áhrif þess á annað lífríki (77). Sýnataka af lífríki á tímabilum fyrir og eftir að Háslón fór á yfirfall var framkvæmd árið 2014 en úrvinnsla stendur yfir og má vænta niðurstaðna árið 2018.

Árssveifla rennslis Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (vbm 110) fyrir Kárahnjúkavirkjun 1963 - 2006 og mælt rennsli árin 2008 - 2015



Mynd 123. Rennsli í Jökulsá á Dal í átta ár eftir virkjun (2008-2015) fellt ofan á línurit sem sýnir rennsli eins og það var 1963-2006.

Það hamlar sölu veiðileyfa að erfitt er að sjá það fyrir hvenær Háslón fer á yfirfall, en þá er hún óveiðanleg, og veiðidagar tapast ef það gerist fyrir lok september. Til þessa hefur slíkt gerst a.m.k. 2008, 2009, 2010, 2012, 2014 og 2016, þ.e. í 6 af 9 árum síðan 2008.



Mynd 124. Jökulsá á Dal 17. júlí 2016 með tæru sumarvatni. Áin er á góðri leið með að verða prýðis veiðiá. Ljósmynd Snævarr Örn Georgsson.

Helstu niðurstöður um áhrif á vatnalíf í Lagarfljóti og Jöklu

Strandlíf: Kannaðir voru kísilþörungar á nokkrum strandstöðvum í Leginum, yfir ströndinni og út í vatnsbolnum. Þar sem lítið er um rannsóknir af svipuðum toga í vötnum hérlandis er erfitt að leggja magnbundið mat á niðurstöðurnar. Fyrri lotan var 2006-2007 fyrir virkjun og sú síðari 2011 til 2012. Skýrslu hefur verið skilað um rannsóknir fyrra tímabilið, en ekki hefur borist skýrsla um síðara tímabilið. Fyrstu niðurstöður benda til þess að ekki sé ýkja mikill munur á þéttleika (magni) kísilþörunga á ströndinni fyrir og eftir virkjun. Ein möguleg skýring gæti verið sú að vatnsborð er mun stöðugra eftir virkjun. Tegundasamsetning hafði breyst nokkuð.

Fyrstu niðurstöður samanburðar á smádýrum benda til að smádýralíf sé rýrara eftir virkjun en það var fyrir virkjun. Það mun skýrast betur þegar unnið hefur verið úr sýnum frá 2014.

Fiskar: Veiðinytjar hafa aldrei verið ýkja miklar í Lagarfljóti. Nokkrar úttektir voru gerðar þar á árum áður, en eiginleg vöktun fyrst árið 1998, sem talin er gefa þokkalega mynd af þróun stofna urriða og bleikju fyrir og eftir virkjun. Inn í hana blandast sú almenna þróun á landinu að bleikju fækkar og urriða fjölgar. Sem stendur lítur út fyrir að bleikju hafi fækkað eftir virkjun, en enn er nokkuð óljóst hver verður þróun varðandi urriða. Holdafari beggja virðist hafa hrakað. Vöktun mun halda áfram enn um sinn.

Lax hefur lengi gengið í Lagarfljót neðan við Lagarfoss, en svo virðist sem einungis stakir fiskar hafi komist upp fyrir fossinn og að fáir laxar hafi nýtt sér fiskistiga þá sem þeim hafa lengi staðið til boða.

Samkomulag er um það á milli Landsvirkjunar og veiðiréttarhafa að gera tilraun til að mynda laxastofn sem á erindi upp fyrir foss og freista þess að veiði á laxi geti orðið mótvægi við minnkandi silungsveiði í vatnakerfinu. Teikn eru um að mun minna gangi af laxi upp að Lagarfossi eftir Kárahnjúkavirkjun.

Eftir virkjun er Jökulsá á Dal sem hver önnur bergvatnsdragá lungann úr árinu. Þar hafa aðgerðir til að koma upp laxastofni nú þegar skilað ágætum árangri. Landsvirkjun á þar í samvinnu við Veiðifélagið um rannsóknir, þar sem Landsvirkjun leggur áherslu á að kanna áhrif af auknu rennsli og gruggi þegar Háslón fer á yfirfall síðla sumars.

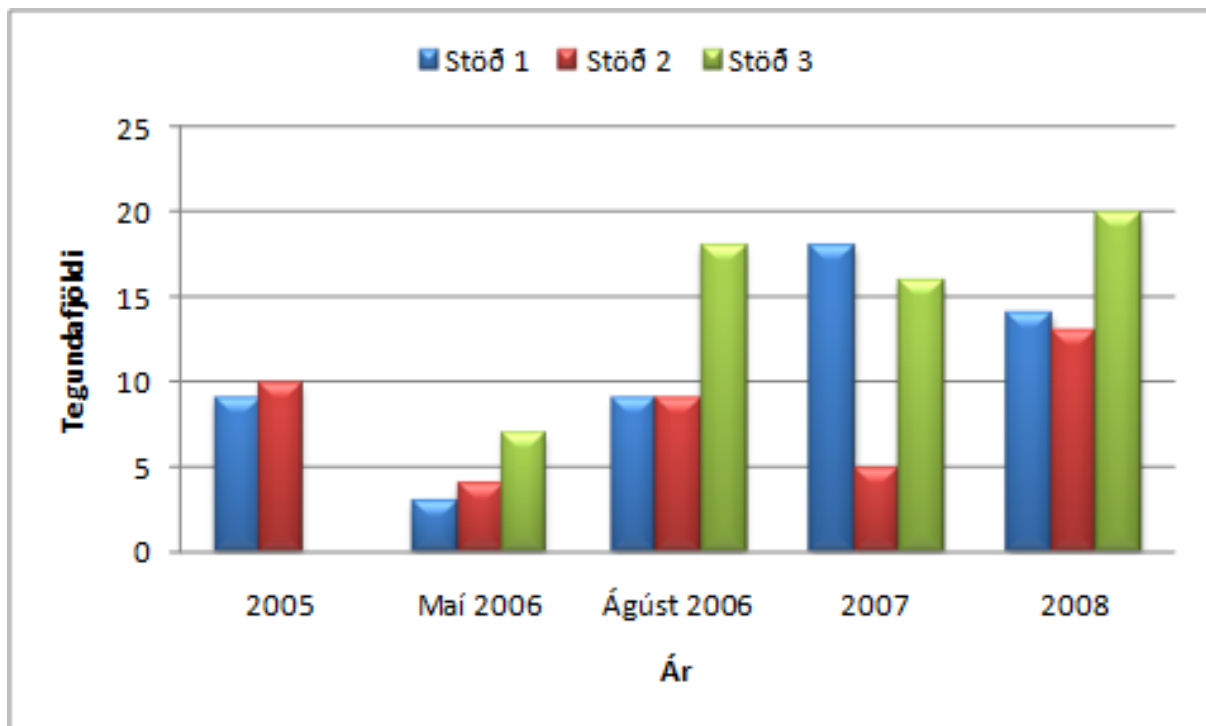


Mynd 125. Jökusá Dal 17. Júlí 2016, um mánuði áður en Háslón fór á yfirfall. Ljósm. Snævarr Örn Georgsson. Fleiri ljósmyndir af ánni má sjá á <https://www.facebook.com/strengir/>

4.9 Grugg í Glúmsstaðadalsá

4.9.1 Leki úr göngum á byggingatíma

Á meðan á borun aðrennslisganga virkjunarinnar stóð var nokkurt rennsli úr þeim um aðgöng 3 út í Glúmsstaðadalsá. Allnokkur aur fylgdi þessum leka. Náttúrustofa Austurlands var fengin til að fylgjast með smádýralífi í ánni. Eftir að göngunum var lokað 2007 tók fyrir leka og aurframburð. Sýni voru tekin af aur í ánni annað slagið 2005 og 2006 af Heilbrigðiseftirlit Austurlands, en ekki með svo skipulegum hætti að auðvelt sé að átta sig fyllilega á hve mikill styrkur aursins var. Sandburður var einnig til staðar. Af niðurstöðum rannsókna Náttúrustofu Austurlands má ráða að framburður hafi haft umtalsverð áhrif á smádýralíf, en ekki er hægt að fullyrða hvort um var að kenna svifaur (gruggi) eða sandi sem af myndum af dæma gæti hafa kaffært búsvæði smádýra. Eftir að tók fyrir þennan framburð virtist smádýralífið vera byrjað að ná sér á strik (mynd 126) (78). Dragár eru fljótar að hreinsa úr sér tímabundinn sandburð.



Mynd 126. Fjöldi tegunda/hópa í Glúmsstaðadalsá á mismunandi stöðvum 2005-2008, þar sem stöð 3 er viðmiðunarstöð (ofan lekans).

4.9.2 Leki úr Háslóni til Glúmsstaðadalsár

Eftir að byrjað var að hleypa vatni úr Háslóni um aðrennslisgöngin fór að bera á leka upp um sprungur, bæði í hlíðinni ofan bakka árinna og í ánni sjálfri. Lekinn úr hlíðinni olli talsverðu jarðvegsrofi sem bættist við það grugg sem barst frá göngunum. Gripið var til aðgerða til að stöðva rofið, sem ekki er lengur til ama. Lekans verður ekki vart fyrr en vatnsborð í Háslóni nálgast 610-615 m y.s. og byrjar að þverra er það fer aftur niður í sambærilega vatnshæð, þannig að þetta ástand kemur til með að einskorðast að mestu við síðsumar og fram á fyrri hluta vetrar.

Styrkur gruggsins er væntanlega eitthvað í líkingu við það sem er í Háslóni. Miðað við reynslu af öðrum lónum má búast við að 60-80% af aurnum séu korn minni en 0,002 mm (79). Aurinn sem berst frá Háslóni er þar af leiðandi talinn ólíklegur til að þetta lekasprungur að marki og þar af leiðandi líklegt að þetta ástand muni lítið breytast á næstunni. Áfram verður fylgst með gruggi í ánni.

Eftir að gruggugur lekinn berst út í ána þynnist hann strax og heldur áfram að þynnast eftir því sem neðar dregur, einkum eftir að áin hefur sameinast Þuríðarstaðadalsá, og verður gruggið orðið lítið er kemur niður í Hrafnkelsdal (mynd 127). Flatarmál vatnasviða ánni við neðstu mælistaðina eru eftirfarandi: Þuríðarstaðadalsá 60 km², Glúmsstaðadalsá 52 km², samtals um 110 km² af 183 km² vatnasviði Hrafnkelsár við vatnshæðarmælistað neðan við Vaðbrekku.

Landsvirkjun fylgist með lekanum, og reglulega eru tekin sýni af gruggi í ármótum ánni og við vatnshæðarmæli í Hrafnkelsá.

Meiri hluta þess tíma á haustin sem verulegrar gruggunar gætir við meðalárferði má gera ráð fyrir að hitastig í árvatninu sé komið niður í 2-4 °C og áhrif af grugginu á smádyrin lítil, þar sem mjög hafi dregið úr lífsstarfemi þeirra.



Mynd 127. Ármót Glúmsstaðadalsár og Þuríðarstaðadalsár. Hrafnkelsdalur í baksýn. Ljósmynd Erlín Emma Jóhannsdóttir.

Samanlagt var lekinn talin vera mest um 150 l/s í Glúmsstaðadalsá og um 20 l/s í Þuríðardalsá. Það lætur nærri að Glúmsstaðadalsá sé um þriðjungur af vatnasviði Hrafnkelsár miðað við vatnshæðarmæli. Athugun á rennsli í Hrafnkelsá (gögn 1998-2008) benda til að rennsli fari mjög sjaldan undir 1-1,5 m³/s, en sé tíðast á bilinu 2-3 m³/s síðari hluta sumars og fram á haust. Þetta þýðir að þegar komið er neðarlega í Hrafnkelsá ætti aurinn að jafnaði að hafa þynnst a.m.k. tífalt. Aur verður þar því líklega sjaldan meiri en um 20 mg/l. Það er líkt og var í Lagarfljóti að vetrarlagi fyrir Kárahnjúkavirkjun.

4.9.3 Áhrif á smádýralíf:

Ekki er hægt að bera þetta ástand saman við það sem fylgdi leka úr aðkeyrslugöngunum á árunum 2005 og 2006, vegna þess hve mikið bar þá á sandi sem settist til í farvegi árinna. Gera verður ráð fyrir að gruggið geti haft nokkur áhrif í Glúmsstaðadalsá, en ólíklegt að áhrifa gæti að marki í Hrafnkelsá, einkum þegar haft er í huga að þess fer ekki að gæta fyrr en komið er fram á sumar eða þegar dregur að hausti eftir því hve Háslón fyllist hratt. Þessu til stuðnings eru m.a. rannsóknir á Vestari Jökulsá í Skagafirði og bergvatnspverám hennar, en eftir því sem neðar dregur verður jökuláin æ líkari bergvatnsdragánum að tegundasamsetningu smádýra (mýlirfa), en þéttleiki er nokkru minni, enda er styrkur svifaurs margfaldur á við það sem hér er á ferðinni. Enn fremur hefur komið í ljós við mat á vistgerðum í straumvötnum að vistgerðir í dragám og jökulskotnum ám með fremur lágan styrk svifaurs eru oftast en ekki keimlíkar. Í þessu tilviki er byggt á meira en 30 vatnsföllum af ýmsum gerðum (80).

Samkvæmt samkomulagi um könnun á smádýralífi í Glúmsstaðadalsá, sem áður getur, stóð til að endurtaka þær eftir að lekinn hefði verið stöðvaður. Þá var gert ráð fyrir að áin yrði aftur tær eða því sem næst. Vegna nýrrar uppsprettu jökulaurs sem berst aðallega í Glúmsstaðadalsá var ákveðið að endurtaka rannsóknir á smádýralífi, ekki síst til að kanna að hve miklu leyti áhrifin koma fram í Hrafnkelsá. Samið var við Náttúrustofu Austurlands um framkvæmd þeirra. Rannsóknir fóru fram árin 2010 til 2013 með svipuðum hætti og fyrr, þ.e. með eina stöð ofan

lekasvæðisins, aðra litlu neðan þess og þá þriðju neðst í ánni og loks ofarlega í Hrafnkelsá og við vatnshæðarmælinn.

Þéttleiki botndýra var áberandi mestur á viðmiðunarstöð sem er staðsett fyrir ofan lekann úr aðrennslisgöngum samanborið við þær stöðvar sem neðar voru í vatnakerfinu og undir áhrifum gruggs. Þrátt fyrir það var þéttleikinn einungis marktækt hærri á viðmiðunarstöðinni en á fyrstu stöð fyrir neðan lekann. Tegundasamsetning botndýra var áþekk milli stöðva og var rykmý ríkjandi botndýr á öllum stöðvum. Bitmý var í mestum þéttleika þar sem gruggið var minnst, þ.e. á efstu stöðinni í Glúmsstaðadalsá og neðstu stöðinni í Hrafnkelsá (81).

Fyrst um sinn verður áfram fylgst með gruggi í leka frá aðrennslisgöngunum, en áhersla í rannsóknum á smádýrum er sem stendur á það hvernig þeim reiðir af í Jökulsá á Dal við gruggugt yfirfallsvatn úr Háslóni.

Niðurstöður í hnotskurn

Fylgst hefur verið með áhrifum þessa gruggs sem rekja má til leka frá aðrennslisgöngunum á smádýralíf í Glúmsstaðadalsá og Hrafnkelsá. Áhrifin eru að vonum mest næst uppruna gruggsins, en þau minnka þegar frá dregur og eru líklega orðin lítil þegar niður í Hrafnkelsdal er komið. Landsvirkjun mun halda áfram að fylgjast með gruggi, en hlé var gert á rannsóknum á smádýralífi.

5. Samanteknar niðurstöður

Skilyrðin sem um ræðir eru hluti af virkjunarleyfi sem gefið var út 2. september 2002 (sjá Viðauka I). Þau helstu eru:

- Skilyrði sem sett voru með úrskurði umhverfisráðherra frá 20. desember 2001.
- Skilyrði Orkustofnunar sem varða vatnafar.
- Aðgerðir á ýmsum sviðum sem boðaðar voru við mat á umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar og hvorki er getið í úrskurðinum né virkjunarleyfinu.
- Fyrirheit sem rekja má til meðferðar á kæru framkvæmdaaðila á úrskurði Skipulagsstofnunar.
- Annað sem tekið var upp síðar m.a. eftir ábendingar eða sem viðbrögð við einhverju óvæntu.

Fylgt er skilyrðum umhverfisráðherra í þeirri röð sem þau voru kynnt með innskotum um aðgerðir á skyldum sviðum og loks meðferð skilyrða um vatnafræði og rannsóknir sem varða vatnalíf.

Vorið 2010 fól Umhverfisráðuneytið Umhverfisstofnun að kanna hvernig til hafi tekist að uppfylla skilyrði ráðherra. Flest skilyrðin reyndust þá þegar hafa verið uppfyllt að mati UST, og er þess getið í eftirfarandi yfirferð. Skilyrði sem ekki töldust uppfyllt að öllu leyti vörðuðu yfirleitt langtímarannsóknir á líklegum áhrifum virkjunar eða langtímaaðgerðir til að vega gegn hugsanlegum áhrifum, sem var eðli máls samkvæmt ekki lokið.

1 til 3 Breytingar á tilhögun

1. *Framkvæmdaraðila er gert að falla frá framkvæmdum við Hafursárveitu, Laugarfellsveitu og Bessastaðaárveitu og Gilsárvötn. Framkvæmdaraðila er heimilt að breyta hönnun aðrennslisganga frá Háslóni að stöðvarhúsi í Fljótdal til að vega upp á móti minni orkuvinnslugetu vegna þessa skilyrðis og skilyrðis nr. 2.*
2. *Framkvæmdaraðila er gert að falla frá framkvæmdum við Sultarrana- og Fellssárveitu. Jafnframt endurskoði framkvæmdaraðili fyrirkomulag á yfirfalli stíflu við Kelduá í þeim tilgangi að draga eins og kostur er úr þeim umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar. Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands kanna gróður og fuglalíf í lónstæði fyrirhugaðs Kelduárlóns áður en framkvæmdir við annan áfanga virkjunarinnar hefjast.*
3. *Fyrirkomulagi á yfirfalli úr Háslóni eins og það er staðsett og hannað við stíflu í Desjarárdal er hafnað. Hönnun aðalstíflu við Háslón skal breyta þannig að yfirfallsvatn úr lóninu verði leitt í Hafravammagljúfur. Breytt hönnun og fyrirkomulag stíflumannvirkja skal ekki leiða til meiri heildaráhrifa á umhverfi en sú hönnun og útfærsla sem framkvæmdaraðili fyrirhugar samkvæmt matsskýrslu, þ.e. kostur 2. Staðsetningu og gerð stíflumannvirkja verði ekki breytt meira en þörf krefur til að fullnægja ofangreindu skilyrði.*

Fyrstu þrjú skilyrðin fjalla öll um tilhögun virkjunar, auk þess sem talið var að betur þyrfti að skrá lífríki sem færi undir vatn í Kelduárlóni. Fallið var frá þeim veitum sem nefndar eru í 1. og 2. lið og gerðar viðeigandi breytingar á fyrirkomulagi yfirfalls í stíflu við Kelduá. Yfirfall var fært frá Desjarárstíflu að Kárahnjúkastíflu.

Það var mat Umhverfisstofnunar að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin

4 Viðbragðsáætlanir gegn rofi og áfoki.

Aðgerðir framkvæmdaraðila til að minnka jarðvegsrof og áfok úr Háslóni skulu miðast við að hvergi myndist áfoksgeirar meðfram jöðrum Háslóns í hönnunarstormi með 50-100 ára endurkomutíma.

Í samræmi við það skal framkvæmdaraðili vinna heildstæða áætlun sem sýnir nákvæmaútfærslu aðgerða og mat á virkni þeirra. Aðgerðirnar skulu m.a. fela í sér eftirfarandi atriði:

- a) Stjórnun vatnsborðsbreytinga í Háslóni, þ.e. forgangsörðun við fyllingu lóna.
- b) Uppsetningu og virkni verkfræðilegra rof- og áfoksvarna miðað við hönnunarstorm með 50-100 ára endurkomutíma.
- c) Stjórnun og aðgerðir vegna stöðvunar áfoksgeira, gróðurverndar og uppgræðslu á svæðum sem verða fyrir áhrifum.
- d) Sívirkt eftirlit og mat á virkni mótvægisáðgerðanna.

a) Í þessu skilyrði felst að Landsvirkjun skal leitast við að fylla Háslón svo hratt sem auðið er og í því skyni var þrautavarmiðlun flutt frá Þórisvatni í Háslón, en það þýðir að aðeins við verstu rennisskilyrði má tæma Háslón.

b) og c) Helstu aðgerðir felast annars vegar í skurði meðfram lóninu að austan og fokgirðingum að vestan (í Kringilsárrana). Skurðirnir eru tæmdir og efninu ekið út í lónið þangað sem það á ekki afturkvæmt upp á ströndina. Landbroti á austurströndinni er lokað jafnóðum og þess verður vart og það verður einnig gert á strönd Kringilsárrana, en það er örðugleikum bundið að koma stórvirkum verkfærum að á þeim slóðum.

Tilraunir voru gerðar til að styrkja gróður með áburðargjöf, en skv. úrskurði er það þeim annmörkum háð að aðgerðirnar mega ekki breyta gróðurfari umtalsvert, og niðurstaða sérfræðinga var að þessi markmið stönguðust á. Landsvirkjun hefur gert tilraunir með að „ryksuga“ upp áfok sem hefur borist inn á gróður og það er gerlegt. Tilraunir hafa verið gerðar með melgresi, en það dafnar ekki vel nema það sé undir áfoksálagi og hentar því ekki í fyrirbyggjandi skyni.

d) Starfsmenn Fljótsdalsstöðvar í samvinnu við Landgræðslu ríkisins fylgjast með virkni aðgerða og verður gripið til viðeigandi ráðstafana gerist þess þörf. Vöktun og aðgerðir í Kringilsárrana verða í samræmi við ákvæði í verndaráætlun fyrir Kringilsárrana.

Fylgst hefur verið með uppfoki frá 2003 (4 árum fyrir fyllingu Háslóns) til dags dato, og aldrei orðið vart við umtalsvert áfok sem rekja má til strandar lónsins. Það er fínasta efnið sem myndar uppfok og það dreifist auðveldlega yfir stór svæði og í ljósi reynslunnar til þessa er því talið mjög ólíklegt að það geti haft neikvæð varanleg áhrif á gróðurfur.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Við þetta er litlu að bæta. Ekkert í líkingu við hönnunarstorm (storm með 50-100 ára endurkomutíma) hefur enn sýnt sig og því hefur ekki reynt fyllilega á varnirnar. Einu sinni var áfokið það mikið að það barst inn á gróður austan varnanna og gekk vel að hreinsa það upp.

5 Mótvægisáðgerðir gegn rofi og röskun gróðurs

Framkvæmdaraðili skal tryggja að umfang og eðli rofs og annarrar röskunar gróðurs á áhrifasvæði virkjunarinnar utan Háslóns verði ekki meira með tilkomu hennar að teknu tilliti til mótvægisáðgerða en það er áður en framkvæmdir hefjast. Í samræmi við það skal framkvæmdaraðili vinna áætlun um aðgerðir svo sem uppgræðslu- og landbótaáðgerðir á

áhrifasvæði virkjunarinnar utan Háslóns og viðmiðunarmörk fyrir rof og þá röskun sem áhrif framkvæmdarinnar miðast við.

Landsvirkjun hefur í samstarfi við heimamenn myndað það sem kallað er landbótasjóði til að standa að uppgræðslu lands í stað þess sem hefur farið undir lón og ætla má að verði fyrir meiri ágangi en ella vegna rýrnunar beitolands. Á vegum þessara sjóða hafa verið grædd upp um 5.000 ha (50 km²) á heiðum uppi og um 500 ha á aurum Jökulsár á Dal niður á láglendi, auk 900 ha á heimalöndum bænda. Landsvirkjun hefur fyrir sitt leyti hafið uppgræðslu á upp um 750 ha austan Háslóns og um 150 ha á Hraunum.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

Við það er að bæta að verkefnum landbótasjóðanna er langt því frá lokið.

6 Viðbragðsáætlanir

Framkvæmdaraðili skal gera viðbragðs- og aðgerðaáætlun við neyðarástandi. Í áætluninni skal gera grein fyrir eftirfarandi atriðum:

- a) Helstu neyðaraðstæðum sem upp kunna koma.*
- b) Svæði, mannfjöldi og verðmæti sem geta verið í hættu við slíkar aðstæður.*
- c) Aðgerðir til að bregðast við slíkum aðstæðum.*
- d) Aðgerðir til að vara við, vernda, stýra, rýma eða annars sem talið er nauðsynlegt til að vernda líf og verðmæti.*

Landsvirkjun hefur látið gera áhættumat og viðbragðsáætlanir sem kynntar hafa verið og samþykktar af Almannavarnaráði, og staðið fyrir rýmingaræfingum með heimamönnum í samráði við það.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

7 Efnisnám og frágangur

Ekki er fallist á fyrirhugað efnisnám í Hvannstóðsfjöllum. Framkvæmdaraðili skal tilgreina annan mögulegan efnistökustað t.d. í Lambafellstagli.

Áður en framkvæmdir hefjast skal framkvæmdaraðili í samráði við Náttúruvernd ríkisins vinna nákvæma áætlun um námur, haugsvæði og vega- og slóðagerð og með hliðsjón af þeim breytingum sem felast í þessum úrskurði leitast við að lágmarka enn frekar umhverfisáhrif framkvæmdanna. Í áætluninni skal gerð grein fyrir staðsetningu, umfangi, fyrirkomulagi, nýtingu og frágangi efnistökustaða og haugsvæða og allra vega og vegslóða. Efnistöku- og notkunarstaðir og magn efnis skal tilgreint.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

8 Að greiða leið aukins rennslis framhjá Lagarfossvirkjun

Framkvæmdaraðili skal lækka klapparhaftið ofan Lagarfjótsvirkjunar um 1 m áður en rekstur virkjunarinnar hefst. Framkvæmdaraðili skal hafa samráð við Náttúruvernd ríkisins og skipulagsyfirlönd um framkvæmdina. Verði ekki ráðist í síðari áfanga virkjunarinnar innan 10 ára frá lokum fyrri áfanga skal framkvæmdaraðili rýmka farveg Lagarfjótts við Straum.

Markmið framkvæmdanna var að tryggja að aukið vatnsmagn kæmist um mannvirki Lagarfossvirkjunar án þess að valda hækkun vatnsborðs ofan Lagarfjóttsbrúar.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

9 Vöktun fuglastofna á Úthéraði

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands standa fyrir vöktun á völdum fuglastofnum við Lagarfljót, á Úthéraði og á Héraðssandi á fyrstu 10 árum á starfstíma virkjunarinnar til að staðreyna að áhrif breytinga á vatnafari á lífríki sé innan þeirra marka sem gert er ráð fyrir í matsskýrslu.

Við þetta skilyrði umverfisráðherra hefur Landsvirkjun tengt vöktun á gróðri og grunnvatni við Jökulsá á Dal og Lagarfljót utan Lagarfoss, en þar hefur virkjun valdið hækkun grunnvatns við Lagarfljót en lækkun við Jökulsá á Dal eins og vænst var. Vöktun fuglastofna hefur verið útfærð í samvinnu við Náttúrufræðistofnun Íslands og Náttúrustofu Austurlands.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Þetta álit var gefið 2010 og markast af því að skammt var liðið frá gangsetningu virkjunar. Um þessar mundir er áratugur liðinn og fyrir dyrum stendur að kanna hugsanlegar breytingar á gróðurfari á þessum svæðum. Landsvirkjun gerir ráð fyrir að mjög verði dregið úr gróðurvöktun í kjölfar endurtekinnar úttekta. Vöktun stendur enn yfir á fuglalífi við Lagarfljót. Fyrir nokkrum árum var ákveðið að kanna fuglalíf við Jökulsá á Dal sem hefur breyst úr grugguðu jökulfljóti í bergvatnsá lungann úr árinu. Í megin dráttum er ekki auðvelt að greina hugsanlegar breytingar vegna virkjunar frá almennum breytileika í fjölda fugla innan vöktunarsvæðis við Lagarfljót. Þessi vöktun mun halda áfram lítið breytt um nokkurra ára skeið, líklega a.m.k. þar til skýr mynd hefur fengist af fuglalífi við breytta Jökulsá.

10 Stýring yfirfallsvatns á fossa í Jökulsá í Fljótsdal og Kelduá.

Framkvæmdaraðili nýti yfirfallsvatn á skipulegan hátt á ferðamannatíma og leitist við að ná meðalrennsli í farveg Jökulsár í Fljótsdal og Kelduár í júlí og ágúst í góðum vatnsárum. Í lakari vatnsárum skal framkvæmdaraðili leggja áherslu á að hafa rennsli á ferðamannatíma í farvegi Jökulsár í Fljótsdal og síðan í Kelduá eftir því sem yfirfallsvatn dugar til.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

Það mat byggði á aðferðafræði (líkani) sem Landsvirkjun hafði sett fram til þess að stjórna framhjárennsli. Síðan er talsverð reynsla komin á framkvæmdina og ný viðmið sett fram. Þegar líkanið bendir til að 50% líkur séu á fyllingu Háslóns hefur Fljótsdalsstöð orðið við óskum ferðamanna og ferðaþjónustuaðila um að hleypa framhjá tímabundið, en sem fyrr er ekki opnað á óskert rennsli úr Jökulsá í Fljótsdal fyrr en yfirgnæfandi líkur eru á að Háslón fyllist.

11 Kortlagning setlaga í lónstæði Háslóns

Áður en fyllt verður í Háslón skal framkvæmdaraðili í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands ljúka rannsóknum á þeim setlögum sem mynduðust í fornu jökullóni sunnan Kárahnjúka. Framkvæmdaraðili skal jafnframt láta rannsaka og kortleggja öskulög í jarðvegi sem hverfa munu í Háslón beggja vegna Jökulsár sunnan Kárahnjúka og á Fljótsdalsheiði. Niðurstöður rannsókna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Það byggðist á því að allri gagnaöflun var lokið samkvæmt skilyrðinu, þótt skýrslu hafi ekki verið skilað, en hún leit dagsins ljós 2015.

Meðal megin niðurstaðna rannsókna var að fyrir um 7.500 árum eða fyrr hófst jarðvegsmyndun í árdalnum sunnan Kárahnjúka sem jókst sleitulaust þar til fyrir um 2.500 árum að jöklar sóttu á ný í sig veðrið og jökulá hóf aftur að renna og grafa sig niður. Gjóskulög í

árdalnum benda til að gljúfrin hafi ekki grafist inn fyrir Fremri Kárahnjúk fyrr en laust eftir landnám. Þegar leið á úrvinnslu og skýrslugerð voru sérfræðingar ekki á eitt sáttir um túlkun atburðarrásarinnar. Ekki varð samkomulag um túlkun og Landsvirkjun taldi ekki rétt að hafa afskipti af þeirri framvindu þótt skil á skýrslu dregðust úr hömlu. Að lokum voru sett fram tvö líkön um líklega atburðarrás við myndun gljúfranna. Landsvirkjun telur að með útgáfu skýrslunnar hafi skilyrðið verið uppfyllt.

12 Kortlagning jarðhita

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands sjá til þess að jarðhitasvæðið við Sauðárfoss ásamt hrúðurbreiðunum verði rannsakað. Niðurstöður rannsóknanna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.

Til viðbótar var fylgst með með rennsli og hita í nokkrum lindum sem talið var að gætu orðið fyrir áhrifum af leka sem tengdist jarðhitasprungum við Kárahnjúkastíflu.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

13 Rannsókn á flkrubergi í gljúfri Jöklu

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands sjá til þess að flikrubergið í gljúfri Jökulsár verði rannsakað. Niðurstöður rannsóknanna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

14 Huga að og stöðva umtalsverðan leka frá göngum framkvæmdatíma

Framkvæmdaraðili skal tryggja að göng séu vöktuð meðan á byggingu þeirra stendur til að finna og stöðva leka um sprungur, sem leiða umtalsvert vatn. Slíkar sprungur skal einangra til að koma í veg fyrir lekann, svo framkvæmdirnar valdi ekki marktækum áhrifum á núverandi grunnvatnsstöðu.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

15 Vöktun botndýrasamfálaga í Héraðsflóa

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Hafrannsóknarstofnunina láta vakta á fyrstu 10 árum starfstíma virkjunarinnar dæmigerð botndýrasamfélög í Héraðsflóa.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Þessi niðurstaða stendur enn. Orsakir mögulegra breytinga á botndýrafánu í Héraðsflóa eru taldar tengjast breytingum sem miðlun jökulvatns gæti haft á kornastærðardreifingu sands á botni flóans, sem að mati Landsvirkjunar muni taka meira en áratug að koma fram og enn lengri tíma til að hafa áhrif á botndýrafánuna. Þessu verður fylgt eftir.

16 Lágörkun sjónrænna áhrifa

Hönnun allra stærri verkfræðilegra framkvæmda, svo sem rofvarna á strönd Háslóns, skal miða að því að lágmarka sjónræn áhrif á víðerni.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

17 Viðbótarvöktun á hreindýrum

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrustofu Austurlands standa að nauðsynlegri viðbótarvöktun hreindýra á fyrstu 10 árum á starfstíma virkjunarinnar til að staðfesta að áhrif virkjunarinnar á hreindýrastofninn sé ekki meiri en gert er ráð fyrir í matsskýrslu.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Þessi niðurstaða UST tekur mið af því að eðli máls samkvæmt er ekki að búast við því að öll áhrif hafi komið fram 2010.

Rannsóknir og vöktun hreindýra á Snæfellsöræfum hafa haldið áfram. Fram hafa komið breytingar í staðsetningu burðarsvæða sem tengjast framkvæmdum og umferð og jafnframt teikn um að þær breytingar séu að ganga til baka að því marki sem mögulegt er. Samningur hefur verið gerður um áframhald vöktunar á burðarsvæðum. Dýrum fjölgaði á hefðbundnum svæðum á Snæfellsöræfum fram undir 2008, að þau tóku að færa sig til norðurs og austurs út frá fyrri megin útbreiðslusvæðum. Þessa þróun má rekja til áranna í kringum aldamótin að dýr á Vesturöræfum byrjuðu að færa sig út á Fljótsdalsheiði fyrr en ella og loks af Fljótsdalsheiði út fyrir fyrri jaðarsvæðin. Merkja má að aftur fjölgi á Vesturöræfum.

Landsvirkjun og Náttúrustofa Austurlands hafa unnið að því að móta nýjar rannsóknaráherslur sem vonast er til að færi okkur nær skilningi á atburðarrásinni, þar á meðal eru endurteknar rannsóknir á farhegðun með aðstoð GPS-tækni. Meðal nýrra áherslna er meiri samþætting við gróðurannsóknir.

18 Vöktun heiðagæsa og gróðurs

Aðrar rannsóknir á Snæfellsöræfum eiga rætur að rekja til MÁU vegna virkjunar; vöktun heiðagæsa og gróðurvöktun.

Vöktun heiðagæsa tók mið af því að hluti af varpstöðum þeirra fór undir vatn. Heiðagæs hefur fjölgað um allt land að undanfögnu, ekki síst á Snæfellsöræfum og grennd. Þar eru að verki mun sterkari öfl en þau sem gætu hafa rýrt lífsskilyrði hennar á afmörkuðum svæðum. Nýjar áherslur taka mið af mögulegu álagi hins mikla fjölda af gæsnum á gróður.

Á árunum 2006-2008 var gróður skráður í um 70 reitum dreift á Vesturöræfi, Kringilsárrana og Fljótsdalsheiði. Verið er að endurtaka skráninguna nú um 10 árum síðar. Að því loknu, og með hliðsjón af auknu svæðisbundnu beitarálagi frá hreindýrum og heiðagæs, má vera að góðurreitakerfinu verði breytt.

Hugsanleg áhrif virkjunar á hreindýr eru enn óljós. Um heiðagæs má segja að það virðast ekki vera hreiðurstæði sem ráða gengi hennar og því eru áhrif virkjunar orðin nokkuð ljós, en þessi mikla fjölgun hennar gæti hins vegar haft áhrif á aðra þætti sem talið er nauðsynlegt að vakta áfram, sem sagt gróðurfur og samþættingu tengsl þess við beit hreindýra og heiðagæsa.

19 Skolun farvegur Jökulsár í Fljótsdal eftir tæmingu aurs úr Ufsarlóni

Framkvæmdaraðili skal sjá til þess að farvegur Jökulsár í Fljótsdal verði ávallt skolaður í kjölfar aurskolunar með rennsli sem sé a.m.k. jafnt því hámarksrennsli sem notað var við útskolun aursins. Útskolunin skal standa yfir í a.m.k. 4 klst.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin að því marki sem hægt er.

Árið 2010 var lítil reynsla komin á fyrirfram gefnar hugmyndir um það hvernig væri best að haga aurskolun úr Ufsarlóni. Megin markmið aurskolunar var að sjá til þess að aurinn safnist

ekki fyrir í farvegi árinna. Reynslan hefur sýnt að best er að skola aur sem oftast, helst árlega ef vatnsstaða í Hálslóni leyfir.

20 Áætlun um reglulega vöktun fornminja

Framkvæmdaraðili skal í samvinnu við Minjavörslu Austurlands gera áætlun um reglulega vöktun þeirra fornminja sem eru í hættu og tilkynna Fornleifavernd ríkisins ef hættu er talin á að fornminjar muni raskast vegna framkvæmdanna.

Mat Umhverfisstofnunar var að Landsvirkjun hafi uppfyllt skilyrðin.

Önnur skilyrði

Þau skilyrði sem enn eru ótalin tengjast með einum eða öðrum hætti breytingum á vatnafari. Jökulsá á Dal er miðlað yfir til virkjunar sem hefur afrennsli til Jökulsár í Fljótsdal og þar með til Lagarfljóts. Af því leiðir að meira vatn rennur eftir virkjun um Lagarfljót og mun minna um farveg Jökulsár á Dal, auk jöfnunar rennslis í Lagarfljóti. Það grugg sem áður barst með Jökulsá á Dal til sjávar verður að stórum hluta eftir í Hálslóni, þ.e. það grófasta, en finna efnið berst til virkjunar og Lagarfljóts og eykur þar grugg.

Vöktun strandar:

Gert var ráð fyrir því að með minni aurburði til strandar muni sjórinn smá saman færa strandlínuna inn; e.t.v. um allt að 200 m á næstu öld. Á þeim tíma sem gögn liggja fyrir um ós á Héraðssandi, þ.e. frá miðri seinustu öld hélt ósinn kyrru fyrir á sömu slóðum fram á 9. áratuginn, þegar hann byrjaði að hnikast til norðurs og um 2011 hafði hann færst rösklega 3 km frá legu hans 1965. Í samráði við heimamenn kostaði Landsvirkjun færslu óssins til fyrra horfs vorið 2014.

Gert er ráð fyrir að fylgjast reglulega með ströndinni með aðstoð loftmynda.

Vatnafar:

Virkjun með miðlun og veitingu vatns á milli vatnasviða hefur óhjákvæmilega mikil áhrif á vatnafar, þótt allt vatnið skili sér á endanum í sama ós og fyrrum. Til að halda utanum þessar breytingar hefur Landsvirkjun eftirfarandi gögn: nokkrar mælistöðvar sem halda utanum náttúrulegt innrennsli til lóna og náttúrulegt afrennsli á vatnasviðinu, mælingar á rennsli um stöðvar og stöðu miðlana. Rennsli Jökulsár í Fljótsdal er mælt á nýrri mælistöð við Valþjófsstaðanes neðan við útrennsli úr Fljótsdalsstöð. Þá hafa einnig bæst við rennsli af vatnasviðum Kelduár og Jökulsár í Fljótsdal neðan veitna til virkjunar, þannig að þessi mælir gefur allt innrennsli til Lagarfljóts. Settir voru niður nokkrir nýir mælir til að fylgjast með vatnshæð í Lagarfljóti á milli Lagarfoss og útfalls frá Fljótsdalsstöð.

Vatnsborð og grunnvatn:

Við virkjun nær tvöfaldaðist rennsli í Lagarfljóti og hafði þessi rennslisaukning mest áhrif yfir veturinn. Mat á því hver hækkunin yrði við virkjun var byggð á meðalrennsli og meðalvatnsborði 1975-2001, en á þeim tíma mótaði rekstur Lagarfossvirkjunar vatnsborð í Leginum. Eftir virkjun hefur vatnsborð verið að meðaltali um 5 cm hærra en gert var ráð fyrir, aðallega vegna hærri vatnsborðs að vetrinum. Þessa hækkun má rekja til hærri náttúrulegs rennslis og aukins rennslis frá Hálslóni, sem nemur um fjórðung.

Fylgst hefur verið með stöðu grunnvatns, bæði í Fljótsdal og á Úthéraði með reglulegum mælingum síðan 2001. Á Úthéraði tengjast þær vöktun gróðurs og fuglalífs, sbr. umfjöllun um skilyrði umhverfisráðherra nr. 9. Grunnvatnsborð fylgir breytttri vatnsstöðu í ánum, lækkar við Jökulsá á Dal og hækkar við Lagarfljót. Það svarar nokkuð fljótt breytingum og áhrifin ná langar

leiðir frá ánum vegna þess að undirlagið er myndað af framburði ána og nokkuð gegndræpt. Þar sem land hækkar fylgir vatnsborð leysingum og úrkomu. Eftir að ósinn var færður hefur grunnvatnsborð við Torfulón í landi Húseyjar lækkað um allt að 70 cm. Grunnvatnsmælingar við Torfulón virðist vera góður kvarði á áhrif þess hvar ósinn heldur sig og mun að öllum líkindum halda áfram, þótt framhald grunnvatnsmælingar muni að öðru leyti ráðast af niðurstöðum gróðurvöktunar.

Vatnalíf

Eðlisþættir vatnsins:

Hiti: Í matsskýrslu var gert ráð fyrir að aukið rennsli vatns með lágan hita gæti haft áhrif til lækkunar hita í yfirborði Lagarins (0,5-1°C). Samanburður var gerður á 7 ára tímabili fyrir og 5 ára tímabili eftir virkjun, en á síðara tímabilinu voru mun fleiri köld ár en á því fyrra, og þegar tekið hafði verið tillit til þess virðist þetta mat hafa verið nærri lagi. Samanburðarmælingum verður haldi áfram enn um sinn.

Grugg: Í matsskýrslu var gert ráð fyrir að grugg gæti aukist 3-5 falt. Grugg er ekki svo einfalt hugtak að það nægi að mæla styrk þess (mg/l), heldur er mikilvægi þess í samhengi við vatnalíf fólgið í áhrifum á gegnsæi vatnsins í Leginum. Byggt á mælingum 5 ár fyrir og 5 ár eftir virkjun hefur meðalstyrkur gruggs aukist u.þ.b. þrefalt líkt og spáð var en gegnsæi hefur minnkað heldu minna að meðaltali. Meðaltölin segja ekki alltaf (sjaldan?) alla söguna. Afdrifaríkustu breytingarnar eru fólgnar í því að ekki birtir lengur eins mikið á vorin í vatninu og gerði fyrrum, og því er mögulegt að heildaráhrifin séu meiri en meðaltals breytingar gefa til kynna. Þegar heildaráhrifin af breytingum vegna virkjunar á vatnalíf er metið kunna aðrir þættir að vega á móti aukinni gruggun almennt, svo sem stöðugara vatnsborð.

Breytingar í efnastyrk og efnaburði: Ekki var gert ráð fyrir ítarlegum rannsóknum á þessum þætti í matsskýrslu, en mjög ítarlegar mælingar voru gerðar í 5 ár fyrir og 5 ár eftir virkjun. Litlar breytingar urðu á efnasamböndum sem skipta máli fyrir lífríki vatna eða hafsins.

Strandlíf í Leginum

Kannaðir voru kísilþörungar á nokkrum strandstöðvum í Leginum, yfir ströndinni og út í vatnsbolnum. Þar sem lítið er um rannsóknir af svipuðum toga í vötnum hérlandis er erfitt að leggja magnbundið mat á niðurstöðurnar. Fyrri lotan var 2006-2007 fyrir virkjun og sú síðari 2011 til 2012. Skýrslu hefur verið skilað um rannsóknir fyrra tímabilið, en ekki hefur borist skýrsla um síðara tímabilið. Fyrstu niðurstöður benda til þess að ekki sé ýkja mikill munur á þéttleika (magni) kísilþörungna á ströndinni fyrir og eftir virkjun. Ein möguleg skýring gæti verið sú að vatnsborð er mun stöðugra eftir virkjun. Tegundasamsetning hafði breyst nokkuð.

Fyrstu niðurstöður samanburðar á smádýrum benda til að smádýralíf sé rýrara eftir virkjun en það var fyrir virkjun. Það mun skýrast betur þegar unnið hefur verið úr sýnum frá 2014.

Fiskar

Veiðinytjar hafa aldrei verið ýkja miklar í Lagarfljóti. Nokkrar úttektir voru gerðar þar á árum áður, en eiginleg vöktun fyrst 1998, sem talin er gefa þokkalega mynd af þróun stofna urriða og bleikju fyrir og eftir virkjun. Inn í hana blandast sú almenna þróun á landinu að bleikju fækkar og urriða fjölgar. Sem stendur lítur út fyrir að bleikju hafi fækkað eftir virkjun, en enn nokkuð óljóst hver verður þróun varðandi urriða. Holdafari beggja virðist hafa hrakað. Vöktun mun halda áfram enn um sinn.

Lax hefur lengi gengið í Lagarfljót neðan við Lagarfoss, en svo virðist sem einungis stakir fiskar hafi komist upp fyrir fossinn og að fáir laxar hafi nýtt sér fiskistiga þá sem honum hafa lengi staðið til boða. Samkomulag er um það á milli Landsvirkjunar og Veiðiréttarhafa að gera tilraun til að mynda laxastofn sem á erindi upp fyrir foss og freista þess að veiði á laxi geti orðið

mótvægi við minnkandi silungsveiði í vatnakerfinu. Teikn eru um að minna gangi af laxi upp að fossi eftir Kárahnjúkavirkjun.

Eftir virkjun er Jökulsá á Dal sem hver önnur bergvatnsdragá lungann úr árinu. Þar hafa aðgerðir til að koma upp laxastofni nú þegar skilað ágætum árangri. Landsvirkjun á þar í samvinnu við Veiðifélagið um rannsóknir, þar sem Landsvirkjun leggur áherslu á að kanna áhrif af auknu rennsli og gruggi þegar Háslón fer á yfirfall síðla sumars á smádýralíf og afkomu seiða, en auk þess torveldar gruggugt yfirfallsvatn nýtingu árinna til laxveiði.

Grugg í Glúmsstaðadalsá

Eftir virkjun kom fram leki um sprungur frá aðrennslisgöngum sem leiða vatn og grugg frá Háslóni, aðallega í Glúmsstaðadalsá en lítillega einnig til Þuríðarstaðadalsár og frá þessum ám í Hrafnkelu. Fylgst hefur verið með áhrifum þessa gruggs á smádýralíf í Glúmsstaðadalsá og Hrafnkelu. Áhrifin eru að vonum mest næst uppruna gruggsins, en þau minnka þegar frá dregur og eru líklega orðin lítil þegar niður í Hrafnkelsdal er komið. Landsvirkjun mun halda áfram að fylgjast með gruggi, en hlé hefur verið gert á rannsóknum á smádýralífi.

6. Heimildaskrá

1. Kristján Þórarinnsson (verkefnisstjóri), Einar Þórarinnsson, Kristbjörn Egilsson, Kristinn H. Skarphéðinsson, Skarphéðinn Þórisson og Björn Ingvarsson 1993. *Samanburður á umhverfisáhrifum nokkurra tilhagana á stórvirkjun á Austurlandi (Austurlandsvirkjun)*. Samstarfsnefndar lðnaðarráðuneytis og Náttúruverndarráðs um orkumál, febrúar 1993.
2. Landsvirkjun 2001. *Kárahnjúkavirkjun, allt að 750 MW. Fyrri áfangi allt að 625 MW. Síðari áfangi allt að 125 MW. Mat á umhverfisáhrifum*. Landsvirkjun, LV-2001/002. 168 bls. og viðaukar.
3. Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn H. Skarphéðinsson 2001. *Kárahnjúkavirkjun – Áhrif Hálslóns á gróður, smádýr og fugla*. Náttúrufræðistofnun Íslands apríl 2001, Landsvirkjun, LV-2001/021.
4. Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson 1995. *Gróðurfar við Folavatn austan Eyjabakka*. Orkustofnun, OS-95038/VOD-01, 28 bls.
5. Kristbjörn Egilsson 1996. *Kynnisferðir um vatnasvæði Hraunaveitu, gróðurfar*. Orkustofnun, OS-96021/VOD-04 B, 15 bls. og kort.
6. Kristbjörn Egilsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Guðmundur Guðjónsson, Sigurður H. Magnússon og Kristinn H. Skarphéðinsson 2001. *Kárahnjúkavirkjun. Áhrif á gróður og fugla á sunnanverðri Fljótsdalsheiði og vestur að Kárahnjúkum*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, apríl 2001.
7. Pétur Ingólfsson og Sveinn Runólfsson 2010. *Staða rofvarna við Háslón*. Landsvirkjun LV-2010/049.
8. Verkfræðistofan Vatnaskil 2007. Reikningur á vindrofi á bökkum Háslóns. Landsvirkjun, LV-2007/017.
9. Ólafur Arnalds og Fanney Ósk Gísladóttir 2009. *Mælingar á vindrofi á Hólsfjöllum*. Landbúnaðarháskóli Íslands. Rit LBHÍ nr. 25.
10. Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir, Jóhann Þórsson og Guðrún Schmidt 2014. *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Háslón*. Landsvirkjun. LV- 2014-94.
11. Ólafur Arnalds, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir 2010. *Gróðurannsóknir vegna hættu á áfoki frá Háslóni*. Rit LBHÍ nr. 27. LV-2010/088.
12. Borgþór Magnússon, Olga Kolbrún Vilmundardóttir og Victor Helgason 2009. *Vöktun á grunnvatni, gróðri og strönd við Blöndulón. Lokaskýrsla 1993-2009*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-09017.
13. Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir, Jóhann Þórisson og Guðrún Schmidt 2014. *Úttekt og mælingar á áfoki við strönd Háslóns*. Landsvirkjun, LV-2015-104
14. Ingvar Björnsson 2006. *Kárahnjúkavirkjun. Fallryksmælingar við Háslón og í byggð sumarið 2005*. Landsvirkjun, LV-2006/002.

15. Gerður Guðmundsdóttir 2013. *Kárahnjúkavirkjun. Fallryksmælingar við Háslón, á Brúaröræfum og á Fljótsdalshéraði sumarið 2012*. Landsvirkjun, LV-2013-059.
16. Pétur Ingólfsson og Kristín Gísladóttir 2012. *Fljótsdalsstöð. Ný aðferð til að meta uppfok úr Háslóni*. Landsvirkjun, LV-2012-085.
17. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2006. *Kárahnjúkavirkjun. Mat á áhættu vegna mannvirkja. Endurskoðun. Ágúst 2006*. LV-2006/054.
18. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2006. *Kárahnjúkavirkjun. Flóð vegna stíflurofs. Endurskoðun. Ágúst 2006*. LV-2006/055.
19. Landsvirkjun og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2006. *Neyðarstjórnun Landsvirkjunar. Skýrsla vinnuhóps um viðbragðsáætlun vegna rofs stíflna við Kárahnjúkavirkjun*. September 2006. LV-2006/056.
20. Ingvar Björnsson og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2002. *Kárahnjúkavirkjun fyrri áfangi; vegir, aðstaða verktaka, námur og haugsvæði*. Landsvirkjun - júní 2002. - (LV ; 2002/054).
21. KEJV, o.fl. 2004 *Kárahnjúkavirkjun, Ufsaveita og Hraunavegur. Vegir, aðstaða verktaka, námur og haugsvæði*. Landsvirkjun – LV-2004/029.
22. Ingvar Björnsson 2005. *Kárahnjúkavirkjun, jöfnunarstrokkur á Hólsuf. Vegir, námur og haugsvæði*. Landsvirkjun. LV-2005/059.
23. UHJV og Almenna verkfræðistofan hf. 2005. *Kárahnjúkavirkjun, Hraunaveita. Vegir, aðstaða verktaka, námur og haugsvæði*. Landsvirkjun, LV-2005/079.
24. Björn Stefánsson, Þorsteinn Valur Baldvinsson og Svanhildur Arnmundsdóttir 2012. *Kárahnjúkavirkjun. Frágangur vinnusvæða*. Landsvirkjun, LV-2012-011.
25. Gunnar Guðni Tómasson og Sigurður H. Magnússon 2005. *Kárahnjúkavirkjun, áhrif vatnsborðsbreytinga á gróður og landbrot á Úthéraði; tillögur um vöktun*. Landsvirkjun, LV - 2004/065.
26. Halldór W. Stefánsson 2016. *Vatna og sundfuglar á Jökulsá á Dal og endur á Lagarfljóti og á vötnum á Fljótsdalsheiði árið 2015*. Landsvirkjun, LV-2016-074.
27. Halldór W. Stefánsson 2014. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á grágæsir*. Landsvirkjun, LV-2014-011.
28. Egill Axelsson 2012. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á vatnsborð- og grunnvatn á láglandi á Héraði. Unnið fyrir Landsvirkjun af Vatnamælingum Veðurstofunnar*. Landsvirkjun, LV-2012/099.
29. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 2007. *Kárahnjúkavirkjun. Áhrif á vatnsborð í Jökulsá í Fljótsdal og Lagarfljóti*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Landsvirkjun, LV-2007/020.
30. Sigurður H. Magnússon 2016. *Áhrif Lagarfossvirkjunar og Kárahnjúkavirkjunar á gróður og landbrot við Lagarfljót 1976-2014*. Unnið fyrir Rarik. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-16001.
31. Pétur Ingólfsson, Gerður Jensdóttir og Theodór Theodórsson 2009. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á fossa*. Unnið í samvinnu við Helga Hallgrímsson. Landsvirkjun, LV-2009/040.

32. Snorri P. Snorrason, Bergrún A. Ólafsdóttir, Guðrún Larsen, Ingibjörg Kaldal, Skúli Víkingsson og Sigmundur Einarsson 2015. *Hálslón, sethjallar og rofsaga*. Landsvirkjun, LV-2015-056.
33. Haukur Jóhannesson, Steinunn Hauksdóttir og Kristján Sæmundsson 2009. *Jarðhiti við Kárahnjúka og í nágrenni þeirra*. Unnið af Íslenskum orkurannsóknum fyrir Landsvirkjun. Landsvirkjun, LV-2008/050.
34. Steinunn Hauksdóttir 2010. *Efnaeftirlit með laugum neðan Háslóns 2006 og 2010*. Unnið fyrir Landsvirkjun, LV-2010/129.
35. Helgi Torfason 1989. *Jarðhitarannsóknir í Hrafnkelsdal og innan verðum Jökuldal. Sérverkefni í fiskeldi 1989*. Orkustofnun. OS-89057/JHD-29b. 37 bls.
36. Sigmundur Einarsson 2001. *Jarðfræðilegar minjar á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands. NÍ-01002 (LV-2002/021).
37. Ármann Höskuldsson 2003. *Túfflag á fyrirhuguðu lónstæði Háslóns - Flikruberg eða móberg við Lindur?* Unnið fyrir Landsvirkjun. NÍ-03008.
38. Egill Axelsson 2013. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á grunnvatnsstöðu við Háslón og á Fljótsdalsheiði*. Landsvirkjun. LV-2013-077.
39. Kolbeinn Árnason 2014. *Breytingar á grunnvatns- og jarðvatnsborði á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar. Mælingar með samanburði á gervitunglamyndum frá 2002, 2010 og 2012*. Landsvirkjun, LV-2014-021.
40. Steinunn Hilma Ólafsdóttir og Sigmar Albertsson 2007. *Kárahnjúkavirkjun. Botndýralíf í Héraðsflóa. Grunnástand fyrir virkjun Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótsdal*. Unnið af Hafrannsóknarstofnun fyrir Landsvirkjun. Landsvirkjun . LV-2007/074.
41. Pétur Jónsson 2013. *Samantekt landslagsarkitekts við verklok*. Landsvirkjun, LV-2013-035.
42. Kolbeinn Árnason 2013. *Hreindýratölningar norðan Vatnajökuls, með myndatöku úr flugvél*. Landsvirkjun, LV-2013-127.
43. Skarphéðinn G. Þórisson 2014. *Snæfellshjörð. Áhrif náttúru og manna á líf Snæfellshjarðar í ljósi vöktunar síðustu áratugi og staðsetningu hreinkúa með hálskraga 2009-2011*. Náttúrustofa Austurlands
44. Skarphéðinn G. Þórisson og Inga Dagmar Karlsdóttir 2001. *Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á íslenska hreindýrastofninn*. Unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun. Náttúrustofa Austurlands. NA-36, LV-2001/023.
45. Rán Þórarinsdóttir og Skarphéðinn Þórisson 2009. *Staða hreindýrarannsókna á áhrifasvæðum Kárahnjúkavirkjunar 2008*. Unnið í samvinnu við Landsvirkjun. Náttúrustofa Austurlands, NA-090084 (LV-2009/002).
46. Rán Þórarinsdóttir og Kristín Ágústsdóttir 2015. *Burðarsvæði Snæfellshjarðar 2005-2013 – Mat á áhrifum virkjunar*. LV-2015-130.

47. Skarphéðinn G. Þórisson og Rán Þórarinsdóttir 2016. *Vöktun Náttúrustofu Austurlands 2015 og tillaga um veiðikvóta og ágangssvæði 2016*. Náttúrustofa Austurlands, NA-160163.
48. Halldór Walter Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 2015. *Heiðagæsir í varpi og felli á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar árið 2015*. Landsvirkjun, LV-2016-059.
49. Halldór Walter Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 2011. *Vöktun heiðagæsa á vatnasviði Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótsdal 2005-2010. Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á heiðagæsir*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrustofa Austurlands. NA-110113 (LV-2011/080).
50. Kristbjörn Egilsson 1983. *Fæða og beitolönd íslensku hreindýranna*. Orkustofnun, OS-83073/VOD-07.
51. Gerður Guðmundsdóttir og Sigmar Metúsalemsson 2010. *Gróðurvöktun á Vesturöræfum, Kringilsárrana og Fljótsdalsheiði með notkun gervitunglamynda. Samanburður milli ára 2002, 2007 og 2009*. Landsvirkjun, LV-2010/062.
52. Garðar Guðmundsson og Gavin Lucas 2005. *Rannsókn á sjö fornleifum sem fara undir Háslón við Káarhnjúka*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Fornleifastofnun Íslands. FS256-00065.
53. Þóra Pétursdóttir og Sædis Gunnarsdóttir 2005. „Í torfkofa upp undir jökli“ *Gangnakofar, leiðir og aðrar minjar á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Fornleifastofnun Íslands. FS274-00064.
54. Ólöf Rós Káradóttir og Hrafnhildur Brynjólfsson 2008. *Héraðsflói – Vöktun strandar. Grunnástand*. Landsvirkjun, LV-2008/067.
55. Elín Björk Böðvarsdóttir 2013. *Vatnshæð í Leginum. Samanburður milli mælistöðva fyrir og eftir virkjun*. Landsvirkjun, LV-2013-086.
56. Sigurður H. Magnússon og Ásta Eypórsdóttir 2013. *Gróðurbreytingar 2006-2013 á Hvalbeinsrandarsandi og í Kílamýri í Landi Húseyjar á Úthéraði*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun, NÍ-13006.
57. Magnús Á Sigurgeirsson og Hákon Aðalsteinsson 1998. *Hiti í Lagarfljóti*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Orkustofnun, Vatnamælingar – OS-98079.
58. Victor Kr. Helgason og Egill Axelsson 2009. *Vatnshitamælingar Landsvirkjunar og Vatnamælinga á Austurlandi árin 1995-2007*. Landsvirkjun LV-2009/062.
59. Elín Björk Böðvarsdóttir og Egill Axelsson 2014. *Hiti í Háslóni og frárennsli Fljótsdalsstöðvar 2009-2012*. Landsvirkjun, LV-201075.
60. Elín Böðvarsdóttir, Egill Axelsson og Hákon Aðalsteinsson 2014. *Vatnshiti í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar*. Landsvirkjun, LV-2014-076.
61. Hákon Aðalsteinsson 1976. *Lögurinn, svifaur, gegnsæi og lífríki*. Orkustofnun, OS – ROD-7609.
62. Hákon Aðalsteinsson 1976. *Þórisvatn. Áhrif miðlunar og Köldukvísarveitu á lífsskilyrði svífs*. Orkustofnun, OS-ROD 7643.

63. Hákon Aðalsteinsson 1981. *Tengsl svifaura og gegnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum*. Orkustofnun, OS-81027/VOD-12.
64. Hákon Aðalsteinsson og Elín Böðvarsdóttir 2014. *Endurmat á gegnsæi í Lagarfljóti fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar*. Landsvirkjun, LV-2014-074..
65. Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Árný Erla Sveinbjörnsdóttir og rebecca A. Neely. 2014. *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi XI. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Veðurstofunnar*. Raunvísindastofnun, RH-05-2014.
66. Eydís Salóme Eiríksdóttir (2016). *Weathering and riverine fluxes in pristine and controlled river catchments in Iceland*. PhD dissertatipn, Faculty of Earth Sciences University of Iceland 2016.
67. Íris Hansen, Eydís Njarðardóttir, Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvarsson og Jón S. Ólafsson 2013. *Kísilþörungur og smádýr í Laagrfljóti 2006-2007*. Unnið í samstarfi við Landsvirkjun. Veiðimálastofnun, VMST/13037.
68. Jón Kristjánsson 1975. *Rannsóknarferð til Austurlands í júlí 1974*. Skýrsla Veiðimálastofnunar.
69. Guðni Guðbergsson og Ingi Rúnar Jónsson 1998. *Rannsóknir á fiski og smádýralífi á vatnasviði Lagarfljóts 1998*. Veiðimálastofnun, VMST-R/98020.
70. Ingi Rúnar Jónsson og Guðni Guðbergsson 2005 og 2006. *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts, Jökulsár á Dal, Fögruhlíðarár og Gilsár 2005 og 2006. Áfangaskýrslur 1 og 2*. Landsvirkjun, LV-2006/005 og LV-2006/127.
71. Hilmar J. Malmquist, Guðni Guðbergsson, Ingi Rúnar Jónsson, Jón S. Ólafsson, Finnur Ingimarsson, Erlín E. Jóhannsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sesselía G. Sigurðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Íris Hansen og Sigurður S. Snorrason 2001. *Vatnalífriki á virkjanaslóð. Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjunar ásamt Laugarfellsveitu, Bessastaðarárveitu, Jökulsárveitu og Hraunaveitum á vistfræði vatnakerfa*. Unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun, apríl 2001. (LV-2001/025).
72. Guðni Guðbergsson 2009. *Greining aldurs og vaxtar bleikju og urriða úr Eyvindará og Kelduá með tilliti til mögulegrar sjávargöngu þeirra*. Skilagrein til Landsvirkjunar. Veiðimálastofnun, VMST-G/09008.
73. Ingi Rúnar Jónsson og Friðþjófur Árnason 2015. *Fiskirannsóknir á vatnasviði Lagarfljóts og Gilsár 2014*. Landsvirkjun, LV-2015-119.
74. Hákon Aðalsteinsson 1982. *Um fiskræktarskilyrði á Héraði*. Veiðifélag Fljótshéraðs og Orkustofnun, OS-82048/VOD-09.
75. Árni Helgason 1985. *Athuganir á laxi í þverám Lagarfljóts 1984*. VMST-A/85003
76. Steingrímur Benediktsson og Jón Ingi Sigurbjörnsson 1987. *Vinnan á Lagarfljótssvæðinu 1986. Tillögur um aðgerðir 1987*. Veiðimálastofnun, VMST-A/87006.
77. Guðni Guðbergsson 2015. *Útbreiðsla og ástand seiða í Jökulsá á Dal og hliðarám hennar*. Landsvirkjun, LV-2015-061 (Veiðimálastofnun, VMST/14053).

78. Erlín Emma Jóhannsdóttir 2009. *Glúmsstaðadalsá. Niðurstöður vöktunar 2008 og samanburður vatnsrennslis, bergsalla og sets úr borgöngum á smádýralíf*. Landsvirkjun, LV-2009/066.
79. Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1999. *Framburður svifaura í Blöndu*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Orkustofnun, OS-99080.
80. Gísli M. Gíslason, Hákon Aðalsteinsson, Iris Hansen, Jón S. Ólafsson og Kristín Svavarsdóttir. 2001. Longitudinal changes in macroinvertebrate assemblages along a glacial river system in Iceland. *Freshwater Biology* 46:1937-1751.
81. Erlín Emma Jóhannsdóttir 2013. *Árif gruggs á vatnalífri Glúmstaðadalsá og Hrafnkelsár. Niðurstöður vöktunar 2012*. Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2013-067 (NA-130129).

7. Viðaukar

Viðauki I

Virkjunarleyfi fyrir allt að 750 MW Kárahnjúkavirkjun



ÍÐNAÐAR- OG VIÐSKIPTARÁÐUNEYTI

Landsvirkjun
hr. forstjóri Friðrik Sophusson
Háaleitisbraut 68
103 REYKJAVÍK

Arnarhvoli 150 Reykjavík
sími: 545 8500 brefasími: 562 1289
netfang: postur@ivr.stjr.is
veffang: <http://www.raduneyti.is/ivr>

Reykjavík, 2. september 2002
Tilvísun : IVR02070079/21.020/HB

Efni: Virkjunarleyfi fyrir allt að 750 MW Kárahnjúkavirkjun

Vísað er til erindis Landsvirkjunar, dags. 29. júlí 2002, þar sem þess er farið á leit að gefið verði út virkjunarleyfi til handa fyrirtækinu fyrir Kárahnjúkavirkjun, með allt að 750 MW afli, ásamt aðalorkuveitum, sbr. 1. mgr. 7. gr. laga nr. 42/1983 um Landsvirkjun. Erindinu fylgdu uppdættir af hinum fyrirhuguðu mannvirkjum, ásamt lýsingu á þeim.

Í 1. mgr. 10. gr. orkulaga nr. 58/1967 segir að leyfi Alþingis þurfi til að reisa og reka raforkuver sem er stærra en 2000 kW. Með lögum nr. 38/2002, um virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal og stækkun Kröfluvirkjunar, veitti Alþingi Landsvirkjun heimild til þess að reisa og reka vatnsaflsvirkjun í Fljótsdal með allt að 750 MW afli ásamt aðalorkuveitum og virkja til þess vatnsföllin Jökulsá á Brú og Jökulsá í Fljótsdal í tveimur áföngum. Vegna aukinnar orkusölu frá virkjuninni í upphafi er í erindi Landsvirkjunar miðað við að ráðist verði í framkvæmdina í einum áfanga. Líta ber á ákvæði laga nr. 38/2002 sem heimild til að áfangaskipta framkvæmdinni og er breytt fyrirkomulag því ekki andstætt lögnum.

Í 2. mgr. 3. gr. laga nr. 57/1998 um þjóðlendur og ákvörðun marka eignarlanda, þjóðlendna og afréttta segir að leyfi forsætisráðherra þurfi til að nýta vatns- og jarðhitaréttindi, námur og önnur jarðefni innan þjóðlendu, nema mælt sé fyrir um annað í lögum. Ráðherra er jafnframt heimilt að leyfa nauðsynleg afnot af landi til hagnýtingar á þessum réttindum. Ekki liggur fyrir úrskurður óbyggðanefndar um mörk eignarlanda og þjóðlendna á umræddu landsvæði. Með bréfi forsætisráðuneytis, dags. 30. júlí 2002, var Landsvirkjun heimilað að nýta vatnsréttindi, námur og önnur jarðefni til framangreindra framkvæmda og hafa nauðsynleg afnot af landi til hagnýtingar á þeim réttindum að svo miklu leyti sem þau kunna að teljast til þjóðlendna. Í bréfinu er gerður fyrirvari um að síðar verði fjallað um afnot af þessum svæðum og endurgjald fyrir þau frá því að afnot hefjast þegar úrskurður óbyggðanefndar liggur fyrir.

Í úrskurði um mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar, dags. 20. desember 2001, féllst umhverfisráðherra á framkvæmdina með 20 skilyrðum. Í lögum nr. 38/2002 og uppdráttum af fyrirhuguðum mannvirkjum hefur verið gætt skilyrða um að fallið verði frá framkvæmdum

við Hafursárveitu, Laugarárveitu, Bessastaðarárveitu og Gilsárvötn og Sultarrana- og Fellsárveitu. Þá hefur fyrirkomulagi á yfirfalli úr Hálslóni verið breytt þannig að yfirfallsvatni verður veitt um göng framhjá Kárahnjúkastíflu í Dimmugljúfur neðan stíflunnar, svo sem kveðið er á um í úrskurði umhverfisráðherra. Í úrskurðinum er auk þessa kveðið á um ýmis skilyrði er m.a. lúta að aðgerðum Landsvirkjunar til að draga úr umhverfisáhrifum og vöktun á umhverfisáhrifum við framkvæmd og rekstur virkjunar. Hefur Landsvirkjun lokið að mestu við áætlun um þær rannsóknir og mótvægisáðgerðir sem óskað var eftir í úrskurðarorðum umhverfisráðherra.

Í staðfestu svæðisskipulagi Miðhálandis Íslands 2015 er gert ráð fyrir að Jökulsá á Brú verði virkjuð með gerð Kárahnjúkavirkjunar og Jökulsá á Fljótsdal virkjuð með Fljótsdalsvirkjun. Samvinnunefnd um svæðisskipulag Miðhálandisins hefur samþykkt nauðsynlegar breytingar á svæðisskipulagi Miðhálandis Íslands 2015 með hliðsjón af fyrirhugaðri Kárahnjúkavirkjun í samræmi við lög nr. 38/2002 um virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal og stækkun Kröfluvirkjunar og hefur umhverfisráðherra staðfest þær breytingar.

Samkvæmt 5. mgr. 15. gr. skipulags- og byggingarlaga nr. 73/1997 hefur umhverfisráðherra staðfest sérstakt svæðisskipulag fyrir Kárahnjúkavirkjun. Með auglýsingu nr. 524 frá 1. desember 1975 samþykkti menntamálaráðherra að tillögu Náttúruverndarráðs friðlýsingu Kringilsárrana í Norður-Múlasýslu. Í auglýsingu umhverfisráðuneytis um sérstakt svæðisskipulag fyrir Kárahnjúkavirkjun kemur fram að í undirbúningi sé breyting á afmörkun friðlands í Kringilsárrana til samræmis við fyrirhugaðar framkvæmdir á svæðinu.

Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið leitaði umsagnar Orkustofnunar í samræmi við 11. gr. orkulaga nr. 58/1967 um ósk Landsvirkjunar um útgáfu virkjunarleyfis fyrir Kárahnjúkavirkjun. Í umsögn Orkustofnunar, dags. 8. ágúst 2002, segir m.a. að stofnunin telji að vandað hafi verið til útfærslu Kárahnjúkavirkjunar í hvívetna og í þeim efnum hafi víða verið gengið svo langt til móts við umhverfissjónarmið sem ætlast megi til án þess að stofna hagkvæmni verkefnisins í hættu. Jafnframt telur stofnunin allar forsendur til þess, að við byggingu og rekstur Kárahnjúkavirkjunar verði unnt að hafa það sjónarmið í heiðri, að sala á orku frá virkjuninni muni ekki valda hærra raforkuverði til almenningsveitna en ella hefði orðið eins og segi í 3. mgr. 13. gr. laga um Landsvirkjun, og hafi vandaðri og ítarlegri aðgerðarfræði verið beitt við mat á hagkvæmni virkjunarinnar. Mælir stofnunin með því að Landsvirkjun verði veitt leyfi til að reisa og reka Kárahnjúkavirkjun með allt að 750 MW afli.

Í umsögn Orkustofnunar eru ábendingar um nauðsyn þess að í skilmálum virkjunarleyfis verði kveðið á um skyldur Landsvirkjunar til að skrá og varðveita allar breytingar sem virkjunin veldur á vatnshæð og vatnsbúskap viðkomandi vatnsfalla, sbr. ákvæði vatnalaga nr. 15/1923. Bendir stofnunin jafnframt á hagkvæmni þess að rekstri núverandi mælis Vatnamælinga Orkustofnunar við Hjarðarhaga verði haldið áfram af Landsvirkjun. Loks bendir stofnunin á nauðsyn þess að fylgjast með breytingum á rennsli og vatnshæð í vatnsföllum á vatnasviði Lagarfljóts og fjölga þurfi þar mælum til vöktunar.

Með vísan til ofangreindra atriða, laga nr. 38/2002 um virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal og stækkun Kröfluvirkjunar og laga nr. 42/1983 um Landsvirkjun, veitir iðnaðarráðherra hér með Landsvirkjun leyfi til byggingar allt að 750 MW Kárahnjúkavirkjunar ásamt aðalorkuveitum, með eftirtöldum skilyrðum varðandi byggingu og rekstur virkjunarinnar:

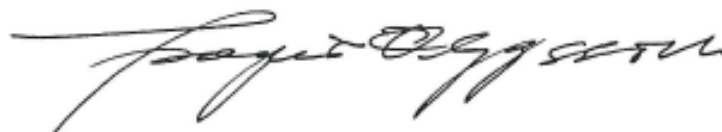
- Fara ber að skilyrðum umhverfisráðherra í úrskurði, dags. 20. desember 2001, um mat á

umhverfisáhrifum vegna Kárahnjúkavirkjunar.

- Tekið verði tillit til ábendinga Orkustofnunar varðandi vöktun og skráningu á rennsli og vatnshæð vatnsfalla á áhrifasvæði virkjunarinnar í samræmi við ákvæði vatnalaga.

Samkvæmt c-lið 1. mgr. 144. gr. vatnalaga nr. 15/1923 mun ráðuneytið fljótlega birta auglýsingu í Lögbirtingarblaðinu varðandi hina ráðgerðu virkjun, þar sem þeim, er hagsmuna eiga að gæta, er gefinn kostur á að koma fram með athugasemdir við virkjunaráformin. Er leyfi þetta bundið því skilyrði, að Landsvirkjun ábyrgist úrlausn þeirra mála, sem rísa kunna vegna slíkra athugasemda, að höfðu samráði við ráðuneytið.

Samkvæmt 6. gr. laga nr. 49/1999 um Orkusjóð ber framkvæmdaraðila að endurgreiða Orkusjóði kostnað vegna rannsókna og áætlanagerðar, sem kostaðar hafa verið með fé ríkisins, þar með töldu fé Orkusjóðs. Um ákvörðun og uppgjör þessarar endurgreiðslu er kveðið á í sérstöku samkomulagi milli iðnaðarráðuneytisins og Landsvirkjunar, sem staðfest hefur verið í dag.



Lög um virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal og stækkun Kröfluvirkjunar.

1. gr.

Landsvirkjun er heimilt að reisa og reka vatnsaflsvirkjun í Fljótsdal með allt að 750 MW afli ásamt aðalorkuveitum og virkja til þess vatnsföllin Jökulsá á Brú og Jökulsá í Fljótsdal í tveimur áföngum (Kárahnjúkavirkjun).

Í fyrri áfanga er Landsvirkjun heimilt að reisa þrjár stíflur við Fremri-Kárahnjúka (Kárahnjúkastíflu, Desjarástíflu og Sauðárdalsstíflu), veita Jökulsá á Brú frá miðlunarlóni (Háslóni) um aðrennslisgöng undir Fljótsdalsheiði að stöðvarhúsi, reisa stöðvarhús neðan jarðar í Fljótsdal með frárennslí eftir göngum og skurði út í farveg Jökulsár í Fljótsdal, í samræmi við uppdrátt í viðauka, svo og að reisa önnur mannvirki vegna virkjunarinnar.

Í síðari áfanga er Landsvirkjun heimilt að reisa stíflu í farvegi Jökulsár í Fljótsdal (Ufsarstíflu), veita ánni ásamt vatni af Hraunum inn í aðrennslisgöng Kárahnjúkavirkjunar á Fljótsdalsheiði í samræmi við uppdrátt í viðauka og reisa önnur mannvirki vegna virkjunarinnar.

Leyfið fellur úr gildi 10 árum eftir gildistöku laga þessara ef leyfishafi hefur þá ekki hafið framkvæmdir og 15 árum eftir gildistöku laganna ef virkjunin er þá ekki komin í rekstur.

2. gr.

Iðnaðarráðherra er heimilt að veita Landsvirkjun leyfi til að stækka Kröfluvirkjun í allt að 220 MW ásamt aðalorkuveitum, enda liggi fyrir mat á umhverfisáhrifum framkvæmda.

3. gr.

Eftirfarandi breytingar verða á 2. mgr. [6. gr. laga nr. 42/1983](#), um Landsvirkjun:

- a. Í stað orðanna „60 MW“ kemur: 220 MW.
- b. Við bætist nýr málslíður sem orðast svo: Landsvirkjun reisir og rekur Kárahnjúkavirkjun með allt að 750 MW afli.

4. gr.

Lög þessi öðlast þegar gildi.

Úrskurður umhverfisráðherra

Úrskurðarorð

Hinn kærði úrskurður Skipulagsstofnunar uppkveðinn 1. ágúst 2001 er felldur úr gildi. Fallist er á hina fyrirhuguðu framkvæmd, Kárahnjúkavirkjun, með skilyrðum.

1. Framkvæmdaraðili er gert að falla frá framkvæmdum við Hafursárveitu, Laugarfellsveitu og Bessastaðaárveitu og Gilsárstöð. Framkvæmdaraðili er heimilt að breyta hönnun aðrennslisganga frá Háslóni að stöðvarhúsi í Fljóttdal til að vega upp á móti minni orkuvinnslugetu vegna þessa skilyrðis og skilyrðis nr. 2.

2. Framkvæmdaraðili er gert að falla frá framkvæmdum við Sultarrana- og Fellssárveitu. Jafnframt endurskoði framkvæmdaraðili fyrirkomulag á yfirfalli stíflu við Kelduá í þeim tilgangi að draga eins og kostur er úr þeim umhverfisáhrifum framkvæmdarinnar.

Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands kanna gróður og fuglalíf í lónstæði fyrirhugaðs Kelduárlóns áður en framkvæmdir við annan áfanga virkjunarinnar hefjast.

3. Fyrirkomulagi á yfirfalli úr Háslóni eins og það er staðsett og hannað við stíflu í Desjarárdal er hafnað. Hönnun aðalstíflu við Háslón skal breyta þannig að yfirfallsvatn úr lóninu verði leitt í Hafrahvammagljúfur.

Breytt hönnun og fyrirkomulag stíflumannvirkja skal ekki leiða til meiri heildaráhrifa á umhverfi en sú hönnun og útfærsla sem framkvæmdaraðili fyrirhugar samkvæmt matsskýrslu, þ.e. kostur 2. Staðsetningu og gerð stíflumannvirkja verði ekki breytt meira en þörf krefur til að fullnægja ofangreindu skilyrði.

4. Aðgerðir framkvæmdaraðila til að minnka jarðvegsrof og áfok úr Háslóni skulu miðast við að hvergi myndist áfoksgeirar meðfram jöðrum Háslóns í hönnunarstormi með 50-100 ára endurkomutíma.

Í samræmi við það skal framkvæmdaraðili vinna heildstæða áætlun sem sýnir nákvæma útfærslu aðgerða og mat á virkni þeirra. Aðgerðirnar skulu m.a. fela í sér eftirfarandi atriði:

- a) Stjórnun vatnsborðsbreytinga í Háslóni, þ.e. forgangsöröðun við fyllingu lóna.
 - b) Uppsetningu og virkni verkfræðilegra rof- og áfoksvarna miðað við hönnunarstorm með 50-100 ára endurkomutíma.
 - c) Stjórnun og aðgerðir vegna stöðvunar áfoksgeira, gróðurverndar og uppgræðslu á svæðum sem verða fyrir áhrifum.
 - d) Sívirkt eftirlit og mat á virkni mótvægisáðgerðanna.
5. Framkvæmdaraðili skal tryggja að umfang og eðli rofs og annarrar röskunar gróðurs á áhrifasvæði virkjunarinnar utan Háslóns verði ekki meira með tilkomu hennar að teknu tilliti til mótvægisáðgerða en það er áður en framkvæmdir hefjast. Í samræmi við það skal

framkvæmdaraðili vinna áætlun um aðgerðir svo sem uppgræðslu- og landbótaaðgerðir á áhrifasvæði virkjunarinnar utan Háslóns og viðmiðunarmörk fyrir rof og þá röskun sem áhrif framkvæmdarinnar miðast við.

6. Framkvæmdaraðili skal gera viðbragðs- og aðgerðaáætlun við neyðarástandi. Í áætluninni skal gera grein fyrir eftirfarandi atriðum:
 - a) Helstu neyðaraðstæðum sem upp kunna koma.
 - b) Svæði, mannfjölda og verðmæti sem geta verið í hættu við slíkar aðstæður.
 - c) Aðgerðir til að bregðast við slíkum aðstæðum.
 - d) Aðgerðir til að vara við, vernda, stýra, rýma eða annars sem talið er nauðsynlegt til að vernda líf og verðmæti.
7. Ekki er fallist á fyrirhugað efnisnám í Hvannstöðsfjöllum. Framkvæmdaraðili skal tilgreina annan mögulegan efnistökuastað t.d. í Lambafellstagli.

Áður en framkvæmdir hefjast skal framkvæmdaraðili í samráði við Náttúruvernd ríkisins vinna nákvæma áætlun um námur, haugsvæði og vega- og slóðagerð og með hliðsjón af þeim breytingum sem felast í þessum úrskurði leitast við að lágmarka enn frekar umhverfisáhrif framkvæmdanna. Í áætluninni skal gerð grein fyrir staðsetningu, umfangi, fyrirkomulagi, nýtingu og frágangi efnistökuastaða og haugsvæða og allra vega og vegslóða. Efnistöku- og notkunaraðir og magn efnis skal tilgreint.
8. Framkvæmdaraðili skal lækka klapparhaftið ofan Lagarfljótsvirkjunar um 1 m áður en rekstur virkjunarinnar hefst. Framkvæmdaraðili skal hafa samráð við Náttúruvernd ríkisins og skipulagsyfirvöld um framkvæmdina. Verði ekki ráðist í síðari áfanga virkjunarinnar innan 10 ára frá lokum fyrri áfanga skal framkvæmdaraðili rýmka farveg Lagarfljóts við Straum.
9. Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands standa fyrir vöktun á völdum fuglastofnum við Lagarfljót, á Úthéraði og á Héraðssandi á fyrstu 10 árum á starfstíma virkjunarinnar til að staðreyna að áhrif breytinga á vatnafari á lífríki sé innan þeirra marka sem gert er ráð fyrir í matsskýrslu.
10. Framkvæmdaraðili nýti yfirfallsvatn á skipulegan hátt á ferðamannatíma og leitist við að ná meðalrennsli í farveg Jökulsár í Fljótsdal og Kelduár í júlí og ágúst í góðum vatnsárum. Í lakari vatnsárum skal framkvæmdaraðili leggja áherslu á að hafa rennsli á ferðamannatíma í farvegi Jökulsár í Fljótsdal og síðan í Kelduá eftir því sem yfirfallsvatn dugar til.
11. Áður en fyllt verður í Háslón skal framkvæmdaraðili í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands ljúka rannsóknum á þeim setlögum sem mynduðust í fornu jökullóni sunnan Kárahnjúka. Framkvæmdaraðili skal jafnframt láta rannsaka og kortleggja öskulög í jarðvegi sem hverfa munu

í Háslón beggja vegna Jökulsár sunnan Kárahnjúka og á Fljótsdalsheiði. Niðurstöður rannsóknanna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.

12. Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands sjá til þess að jarðhitasvæðið við Sauðárfoss ásamt hrúðurbreiðunum verði rannsakað. Niðurstöður rannsóknanna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.
13. Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrufræðistofnun Íslands sjá til þess að flikrubergið í gljúfri Jökulsár verði rannsakað. Niðurstöður rannsóknanna skulu birtar innan tveggja ára frá því að vatni er hleypt í Háslón.
14. Framkvæmdaraðili skal tryggja að göng séu vöktuð meðan á byggingu þeirra stendur til að finna og stöðva leka um sprungur, sem leiða umtalsvert vatn. Slíkar sprungur skal einangra til að koma í veg fyrir lekann, svo framkvæmdirnar valdi ekki marktækum áhrifum á núverandi grunnvatnsstöðu.
15. Framkvæmdaraðili skal í samráði við Hafrannsóknarstofnunina láta vakta á fyrstu 10 árum starfstíma virkjunarinnar dæmigerð botndýrasamfélög í Héraðsflóa.
16. Hönnun allra stærri verkfræðilegra framkvæmda, svo sem rofvarna á strönd Háslóns, skal miða að því að lágmarka sjónræn áhrif á víðerni.
17. Framkvæmdaraðili skal í samráði við Náttúrustofu Austurlands standa að nauðsynlegri viðbótarvöktun hreindýra á fyrstu 10 árum á starfstíma virkjunarinnar til að staðreyna að áhrif virkjunarinnar á hreindýrastofninn sé ekki meiri en gert er ráð fyrir í matsskýrslu.
18. Framkvæmdaraðili skal sjá til þess að farvegur Jökulsár í Fljótsdal verði ávallt skolaður í kjölfar aurskolunar með rennsli sem sé a.m.k. jafnt því hámarksrennsli sem notað var við útskolun aursins. Útskolunin skal standa yfir í a.m.k. 4 klst.
19. Framkvæmdaraðili skal í samvinnu við Minjavörslu Austurlands gera áætlun um reglulega vöktun þeirra fornminja sem eru í hættu og tilkynna Fornleifavernd ríkisins ef hætta er talin á að fornminjar muni raskast vegna framkvæmdanna.
20. Framkvæmdaraðili skal sjá til þess að bergganginum, Tröllkonustíg, í Valþjófsstaðarfjalli verði hlíft við raski þannig að ásýnd hans verði ekki breytt. **Það reyndi aldrei á þetta skilyrði, og því er ekkert fjallað um það í þessari skýrslu; aths! Landsvirkjunar.**



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

