

Hrafngerðisá í Fljótsdal: frumathugun á virkjunarkosti

**Gunnar Orri Gröndal,
Rikey Hlín Sævarsdóttir**

Greinargerð GOG-RHS-2003-17

HRAFNGERÐISÁ Í FLJÓTSDAL

- frumathugun á virkjunarkosti -

EFNISYFIRLIT

Formáli	iii
1. Upplýsingar frá umsækjanda	1
1.1. Almennar upplýsingar	1
1.2. Vatnsréttindi	1
1.3. Stutt lýsing á aðstæðum	1
1.4. Vitneskja um rennsli.....	1
2. Upplýsingar um vatnsfall	2
3. Upplýsingar um rennslismælingar	2
4. Jarð- og vatnajarðfræðilegar upplýsingar	2
4.1. Hérað og Jökuldalur	4
4.1.1. Jarðfræði – jarðsaga.....	4
4.1.2. Berghlaup og skriður	10
4.1.3. Vatnafar	11
5. Mikilvægar staðsetningar	13
6. Ljósmyndir frá skoðunarferð 6. des. 2002	14
7. Frumathugun á virkjun í Hrafngerðisá í Fljótsdal	15
7.1. Inngangur	15
7.2. Fyrirliggjandi gögn.....	16
7.3. Fyrirkomulag virkjunar	17
7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla	18
7.5. Hagkvæmni	18
7.6. Samantekt	19
8. Heimildir	19
Viðauki I: Greinargerð frá skoðunarferð að Hrafngerðisá og leiðbeiningar um vatnshæðarmælingar á kvarða	20

MYNDASKRÁ

Mynd 1: Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi	3
Mynd 2: Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála	3
Mynd 3: Smájöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi	3
Mynd 4: Stefna berghlaupa á Austfjörðum	3
Mynd 5: Hérað og Jökuldalur – laus jarðlög	5
Mynd 6: Strandlínur á Héraði og í Jökulsárhlíð	7
Mynd 7: Heppilegur kvarðastaður við gamla inntak	14
Mynd 8: Gamla stífla í Hrafngerðisá	14
Mynd 9: Gamla stífla í Hrafngerðisá	14
Mynd 10: Gamla stífla í Hrafngerðisá	15
Mynd 11: Séð niður með ánni af þjóðveggarbrú	15
Mynd 12: Langæislína Bessastaðaár í Fljótsdal, vhm 34. Mælt rennsli 1970 – 1997	17
Mynd 13: Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Hrafngerðisá	17

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Yfirlit rennslismælinga í Hrafngerðisá	2
Tafla 2: Skýringar við kort / mynd 5	5
Tafla 3: Berghlaup á Héraði og í nærsveitum þess	10
Tafla 4: Mikilvægar staðsetningar við Hrafngerðisá	13
Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Hrafngerðisá	18
Tafla 6: Helstu kennistærðir virkjunar í Hrafngerðisá	19

FORMÁLI

Í samræmi við niðurstöður ráðgjafanefndar Iðnaðarráðuneytisins um hagkvæmni smávirkjana var Orkustofnun falið að sjá um aðstoð vegna undirbúnings smávirkjana. Sú aðstoð varðar aðallega ráðgjöf um rennslismælingar og frummat á aðstæðum. Benedikt Guðmundsson hjá Akureyrarútibúi Orkustofnunar hefur yfirumsjón með verkefninu, en Vatnamælingar Orkustofnunar (Gunnar Orri Gröndal, Ríkey Hlín Sævarsdóttir o.fl.) sjá um ráðgjafarhlutann.

Það er langt því frá að frummat á aðstæðum sé tæmandi úttekt á öllum þeim atriðum sem taka þarf afstöðu til við undirbúning smávirkjunar, en það ætti að geta nýst vel þegar ákvörðun er tekin um framhald á undirbúningsathugunum. Dæmi um mikilvægt atriði sem ekki er fjallað um hér, en nauðsynlegt er að gera grein fyrir áður en hafist er handa, er nákvæmlega hvaða orkuþörf virkjuninni er ætlað að uppfylla. Einnig er mikilvægt að gera grein fyrir kröfum til gæða og afhendingaröryggis, einkum ef ætlunin er að selja orku inn á markað.

Reykjavík, 5. nóvember 2003

Gunnar Orri Gröndal
Sími 5696025
Tölvupóstfang gog@os.is

Ríkey Hlín Sævarsdóttir
Sími 5696069
Tölvupóstfang rhs@os.is

1. UPPLÝSINGAR FRÁ UMSÆKJANDA

1.1. Almennar upplýsingar

1.1.a. Nafn: Helgi H. Bragason	1.1.b. Kennitala: 220872-4169
1.1.c. Nafn bæjar/lögbýlis: Droplaugarstaðir	1.1.d. Sveitarfélag: Fljótsdalshreppur
1.1.e. Nafn vatnsfalls (og vatnsfalls er það fellur í): Hrafngerðisá, fellur í Lagarfljót	

1.2. Vatnsréttindi

1.2.a. Eru vatnsréttindi óskipt á forræði umsækjanda? Nei
1.2.b. Ef ekki, hverjir aðrir deila vatnsréttindum (bæjarnafn/nöfn)? Hrafnsgerði í Fellahreppi

1.3. Stutt lýsing á aðstæðum

1.3.a. Áætluð hæð inntaks: 120	(m.y.s.)
1.3.b. Áætluð hæð frárennslis úr virkjun: 30	(m.y.s.)
1.3.c. Inntaksaðstæður: Í gili	1.3.d. Pípuleið: Grýtt
1.3.e. Áætluð rafmagnsframleiðsla: a) Til eigin nota:	(kW)
b) Til sölu í almenningsveitu: Já	(MW)
1.3.f. Tenging; fjarlægð í næstu 3-fasa línu: 17	(km)

1.4. Vitneskja um rennsli

1.4.a. Ein eða fleiri stakar rennismælingar?
1.4.b. Mælistífla, hve lengi í rekstri?
1.4.c. Annað, sem talið er skipta máli: Virkjun í gangi frá 1947 til dagsins í dag; vitað um lágmarksrennsli o.fl.

Undirritaður sækir hér með um styrk iðnaðar- og viðskiptaráðuneytis til frumathugunar á aðstæðum fyrir vatnsaflsvirkjun á framangreindum stað og felur Atvinnuþróunarfulltrúa fjórðungsins fullt umboð til að annast milligöngu í því sambandi. Frumathugun innifeli úttekt á fyrirliggjandi gögnum, heimsókn sérfræðings frá Vatnamælingum Orkustofnunar til athugunar á aðstæðum og leiðbeininga um nauðsynlega frekari gagnaöflun, svo sem rennismælingar, ásamt skriflegri greinargerð. Undirritaður skuldbindur sig til að greiða XX % af kostnaði við slíka frumathugun, eða allt að kr. 50.000 á VSK, hvor upphæðin sem er lægri. Einnig skuldbindur undirritaður sig til að skila upplýsingum um vatnshæð og rennsli, sem kunna að safnast við kvarða og mælistíflur á hans vegum, til varðveislu hjá Vatnamælingum Orkustofnunar, þannig að þær nýtist áfram við grundvallarrannsóknir í almannabágu.

Undir þetta ritar: Helgi H. Bragason	Staður og dagsetning: 27. okt. 2002
Vottur: Orri Hrafnkelsson	Kennitala: 020339-2689
Vottur: Óðinn Gunnar Óðinsson	Kennitala: 021158-3569

2. UPPLÝSINGAR UM VATNSFALL

Upplýsingar fengnar úr gagnagrunni Vatnamælinga:

Heiti vatnsfalls: Hrafngerðisá

Vatnsfallsnúmer: 1423

Hérað: X

Lengd vatnsfalls: 13 km

Flatarmál vatnasviðs: 20 km²

Hæð ósa: 20 m.y.s.

Fjarlægð ósa frá sjó: 70 km

Aðalvatnsfall: Lagarfljót, vatnsfallsnúmer 54

Rennur í vatnsfall: Lagarfljót

3. UPPLÝSINGAR UM RENNSLISMÆLINGAR

Tvær rennslismælingar hafa verið gerðar í Hrafngerðisá auk þess sem Sigurjón Rist framkvæmdi hallamælingar hjá Droplaugarstöðum frá Fljóti og upp fyrir foss þann 21. júní 1948 (niðurstöður hallamælinganna, auk ýmissa athugasemda er að finna í rennslismælingabók nr. V). Fleiri rennslismælingar vantar en beita mætti vatnafarslíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila af Bessastaðaá á svæðið. Staða góð; reikna má rennslisröð að afloknum mælingum, gagnaúrvinnslu og / eða líkanagerð.

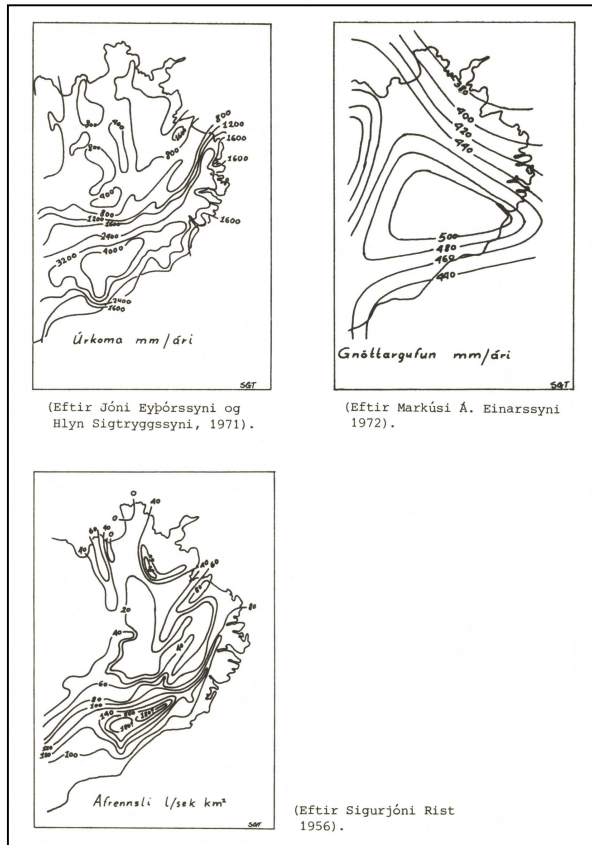
Yfirlit rennslismælinga í fyrirhuguðum virkjunarárám á Austurlandi										
Umsókn nr. 31: Hrafngerðisá										
Staðar-númer	Vhm-númer	Dagsetn. og tími mælingar	Nafn vatnsfalls og rennslismælistaður	Q ₁ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)	Gráður (Hjörsey)				Athugasemdir
						Gr. N	Min. N	Gr. V	Min. V	
	34	470718-0000	Hrafngerðisá milli Hrafngerðis og Droplaugarstaða. Mælist.: Ofan við neðsta fossinn í ánni	0,44						Mæl. 11, bók I. Aðst.maður: Hallgrímur Helgason, bóndi á Droplaugarstöðum. Vatnshæð: 95 cm frá nyrðri skástífu brúarinnar að vestan. Hiti 11 °C.
	34	480618-2000	Hrafngerðisá, ósinn niðri við Lagarfljót	3,2						Mæl. 115, bók V. Um vatnshæð sjá Bessastaðaá til samanburðar. Væður: NA 4-5. Vatnshiti: 2 °C. Vatnshiti Lagarfljóts: 4,5 °C.

Q₁: Eldri útreikningur á rennsli
 Q₂: Endurreiknað rennsli í GALVOS. Ef ekkert er tilgreint þá hefur mælingin ekki verið endurreiknuð.
 ATH: Eftir er að finna staðarnúmer fyrir mælingarnar, verður gert þegar staðsetning mælistaðanna verður fundin.

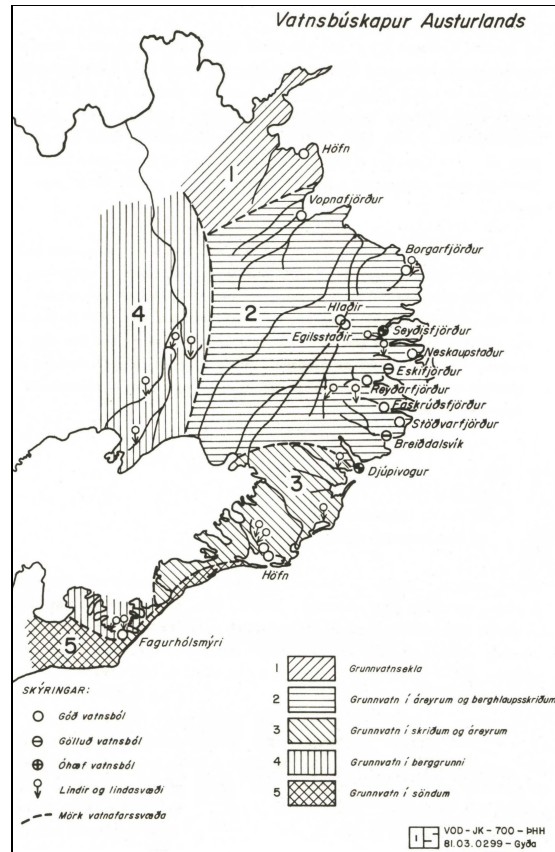
Tafla 1: Yfirlit rennslismælinga í Hrafngerðisá

4. JARÐ- OG VATNAJARÐFRÆÐILEGAR UPPLÝSINGAR

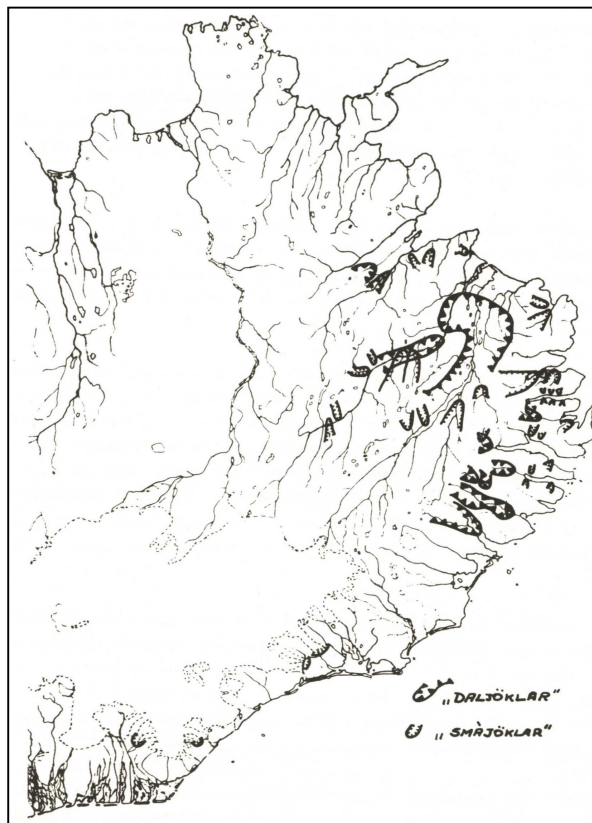
Eftirfarandi kafli, texti og teikningar, er tekinn úr skýrslu Árna Hjartarsonar o.fl. (1981) og inniheldur almennar jarð- og vatnafræðilegar lýsingar á Héraði og Jökuldal. Þar sem svæðið, sem til umfjöllunar í kaflanum er, er mun stærra en vatnasvið Hrafngerðisár sjálfrar gefur auga leið að hluti textans veitir takmarkaðar upplýsingar um virkjunarmöguleika hennar. Með heildar jarð- og vatnafræðilega yfirsýn svæðisins í huga var samt ákveðið að birta kaflann nánast í heild sinni.



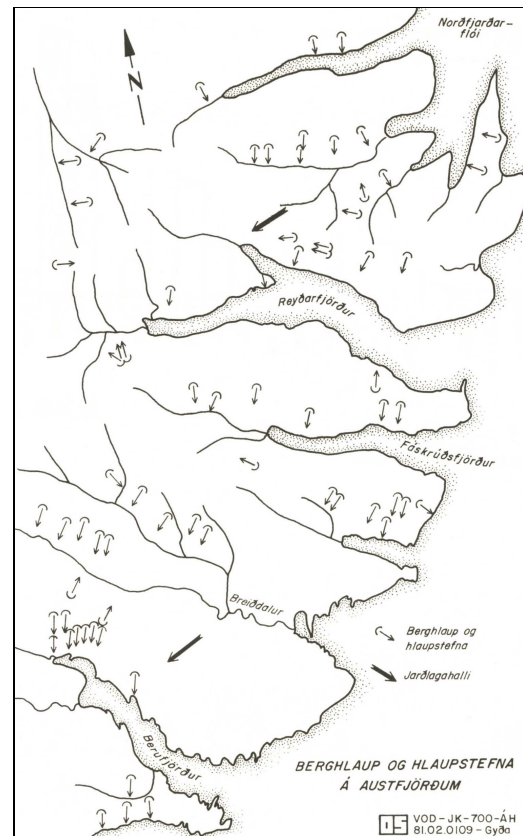
Mynd 1: Árleg meðalúrkoma, afrennslí og gnóttargufun á Austurlandi (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



Mynd 2: Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatns-mála (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



Mynd 3: Smájöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



Mynd 4: Stefna bergflaupna á Austfjörðum (Árni Hjartarson o.fl., 1981)

4.1. Hérað og Jökuldalur

4.1.1. Jarðfræði – jarðsaga

Fáir landshlutar bera jafn glögg merki jökulsvörfunar og Fljótsdalshérað. Hvarvetna getur að líta jökulfáguð hvalbök með rispum og grópum, malarása, vatnsrásir og jökulgarða. Verklag ísaldarjökla leynir sér ekki.

Jökulrispunar og grópirnar sýna hreyfingar jökla. Víða um Hérað er tvöfalt kerfi jökulráka á klöppum og sýna tvær mismunandi skriðstefnur jökulsins frá einum tíma til annars. Eldra kerfið sýnir jökulskrið út Hérað og úr öllum þverðölum þess á haf út. Jökulrispur, jökulgrópir og hvalbök sýna, að hér hefur verið um mikið og langvarandi ísskrið að ræða. Guðmundur Kjartansson (1955) hefur lýst jökulrákum á Fjarðarheiði sem tilheyra eldra kerfinu. Af þeim hefur hann dregið þær ályktanir, að þegar jökull var hvað þykkastur á síðasta jökulskriði hafi hann gert betur en að sléttfylla Fljótsdalshérað hjá Egilsstöðum. Jökulrákir á heiðinni sýna, að jökultunga hefur skriðið yfir hana frá Héraði ofan í Seyðisfjörð. Guðmundur hefur fundið rispur þessa jökuls upp í 660 m.y.s. í norðurhalla Gagnheiðar. Þegar jökullinn á Héraði gat sent frá sér kvísl yfir Fjarðarheiði hefur hann ekki verið minna en 660 m þykkur þar sem nú er Lagarfljótsbrú hjá Egilsstöðum. Slíkur jökull hefur teygst sporð sinn á haf út.

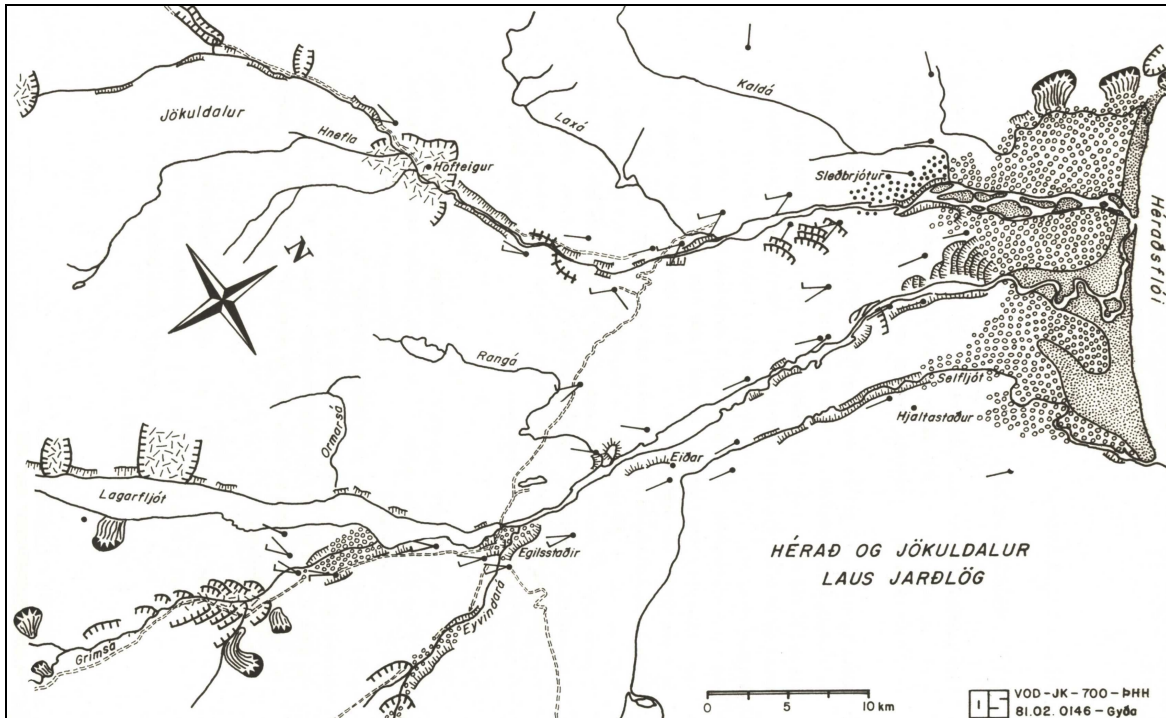
Yngra kerfið er mun ógreinilegra og kemur einungis fram á Héraði, allra yst á Jökuldal og í ofanverðri Jökulsárhlíð. Oftast verður þess aðeins vart í mynd jökulrispa, en einstaka sinnum kemur það fram sem grunnar grópir. Það ber því vott um skammvinnu jökulskrið. Þetta kerfi liggur mismunandi skakkt á eldra kerfið. Mest er misvísunin í mynna Jökuldals og fyrir mynna Skriðdals og Eyvindarárdals. Utan við Sleðbrjót og Lagarfoss verður yngra rákakerfisins ekki vart (sjá mynd 5). Rispur þessar má túlka á tvennan hátt:

1. Þær geta stafað af breyttri skriðstefnu meginjökulsins á hopunarskeiði hans, sem orsakaðist af því að jöklar úr þverðölum létu fyrir í minni pokann í hlýindum en meginjökullinn.
2. Á hinn bóginn má líka hugsa sér að eftir að meginjökull ísaldarinnar hafði hopað alllangt inn til lands hafið komið kuldakast sem orsakaði framskið jökulsins á ný. Mikil skiðjökulstunga hafi þá skiðið út Hérað og sveigt fyrir mynna þverdalanna sem þá voru jökullausir eða jökullitlir.

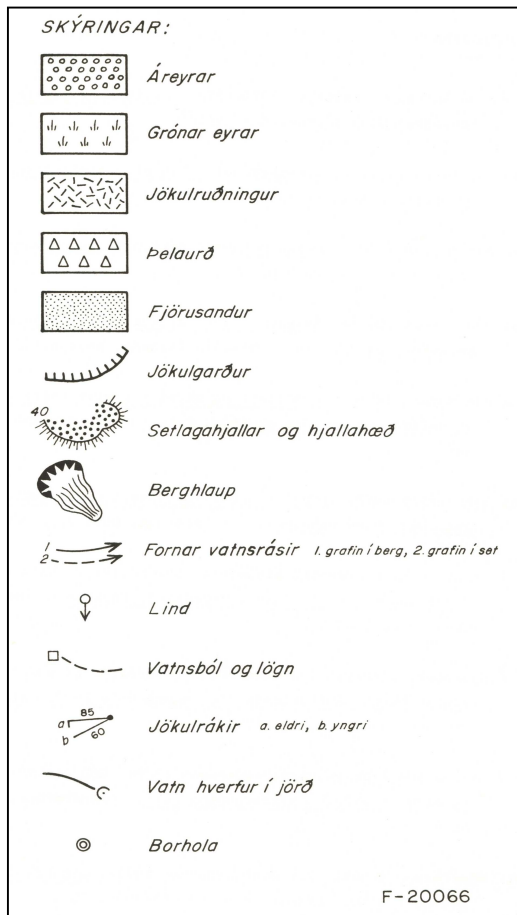
Höfundar þessa rits aðhyllast seinni tilgátuna enda mæla fleiri atriði með henni en þeirri fyrnefndu eins og brátt verður vikið að.

Jökulrákir á Smjörfjöllum sýna, að þar hefur setið sjálfstæð jökulhetta á ísöld eða í ísaldarlok, sem sent hefur skriðjökla til beggja handa niður í Jökulsárhlíð og Vopnafjörð (Kristján Sæmundsson, 1977).

Jökulgarðar og jökulruðningur eru algengir á Héraði og í nærsveitum þess, eins og sést á kortinu (mynd 5). Ruðningur og garðar sem tilheyra jökulum þeim sem grófu eldra rákakerfið eru tiltölulega fáséðir. Skallamelur og Fagrahlíð í Jökulsárhlíð eru þó líklega afurðir þessara jökla en þetta eru miklar jökulurðaröldur (drumlins) svo og jökulgarðar á Egilsstaðahálsi. Aðalruðningsgarðar þeirra munu þó liggja á sjávarbotni úti í hafsauga.



Mynd 5: Hérað og Jökuldalur – laus jarðlög



Tafla 2: Skýringar við kort / mynd 5

Jökulgarðar og aðrar jaðarmyndanir sem virðast tilheyra jökli þeim sem gróf yngra rákakerfið, og verður hér á eftir nefndur Héraðsjökull, gefa athyglisverðar upplýsingar um útbreiðslu hans. Sleðbrjótsmóar og Krókavattssvæðið eru stórbrotnar jaðarmyndanir, sem vart verða skýrðar á annan hátt, en að þar hefi jökulrönd legið um langt skeið og mikil jökulvötn brotist fram og jökulhlaup. Setlagafylla þessi, sem að mestu liggur vestan Jökulsár, nær allt frá Kaldá og inn undir Surtsstaði. Ysti hluti hennar er forn framburðarkeila Kaldár, sem virðist hafa myndast við sjávarborð 30 til 40 m hærra en nú. Þar innan við taka við flatir þurrlandismóar. Undir ½ til 1 m þykku jarðvegslagi er gróf en þvegin ármöl.

Við Sleðbrjót verður breyting á útliti setfyllunnar. Í stað hins tiltölulega slétta yfirborðs kemur kraðak af hryggjum og sundum, hjallastubbum og kötlum, þar sem standa uppi smávötn. Efnið er afar gróft og verður því grófara, sem nær dregur Surtsstöðum. Steinar, um ½ tonn að þyngd og vel ávalaðir eru algengir. Setfyllan endar allskyndilega skammt utan Surtsstaða. Þó er svo að sjá, að einhvers

konar framhald þessarar myndunar sé austan Jökulsár, utan við Litla Bakka. Sú flækja af ásum, hjöllum, rásum og dauðískötlum sem mótar landslagið innan við Sleðbrjót, virðist ekki geta verið mynduð annars staðar en við jökulsporð, þar sem geysileg jökulhlaup beljuðu fram. Athugun leiðir líka í ljós, að jökullónastæði eru ekki langt undan svo sem síðar verður að vikið. Við Litla Bakka eru í framhaldi af þessu seti jökulgarðasyrpur, fremur lágar og ógreinilegar, og verður þeirra vart allt að Stóra Bakka. Garðarnir liggja þvert á yngra jökulrispukerfið. Hér virðast komnir endagarðar Héraðsjökuls, geysi mikils skriðjökuls sem gengið hefur út Fljótsdalshérað, og hefur hann skotið vestara barði sínum yfir Heiðarendann og fyrir Jökuldalsmynnið og lokað dalnum.

Þá vaknar sú spurning, hvort ekki séu einhver ummerki eftir þetta jökulhaft ofar í dalnum, við efri jaðar þess. Jökulrispur yngra kerfisins stefna æ meira þversum á dalinn, eftir því sem ofar dregur og á Heiðarendandum ofan við Hrutshamarssel hafa þær stefnu inn á dal. Skammt þar innan við er komið í feikimikla urðarhauga sem sjá má beggja vegna ár og nefnast Giljahólar að austan og Hauksstaðamelar að vestan.

Miklar líkur eru á því, að hólur þessir séu verksummerki jökulsins úr Fljótsdalshéraði. Þeir eru þó um margt einkennilegir og alls ekki einhlítir jökulruðningshaugar. Efnisgerð þeirra er óregluleg eða ekki lagskipt, sandur og mól og allt upp í hnullungssteinum. Allt er efnið vel núíð og skolað, þar sem til sést. Athyglisvert er, að hólarnir austan og vestan ár standast ekki á. Vera má, að það stafi að nokkru leyti af því, að Jökulsá hefur sorfið hólana á misvíxl. Það er einnig eftirtektarvert, að innsti hluti Giljahóla og þá sérstaklega innsti hluti Hauksstaðahóla líkjast mest malarásum. Ásar sem þessir verða til undir jökulsporði og hljóta því að vera myndaðir í jökli sem komið hefur innan að, en ekki utan að, eins og Héraðsjökull. Sú tilgáta er því sett fram hér, að hólarnir séu myndaðir í klemmu milli Héraðsjökuls og jökuls sem skriðið hefur út Jökuldal.

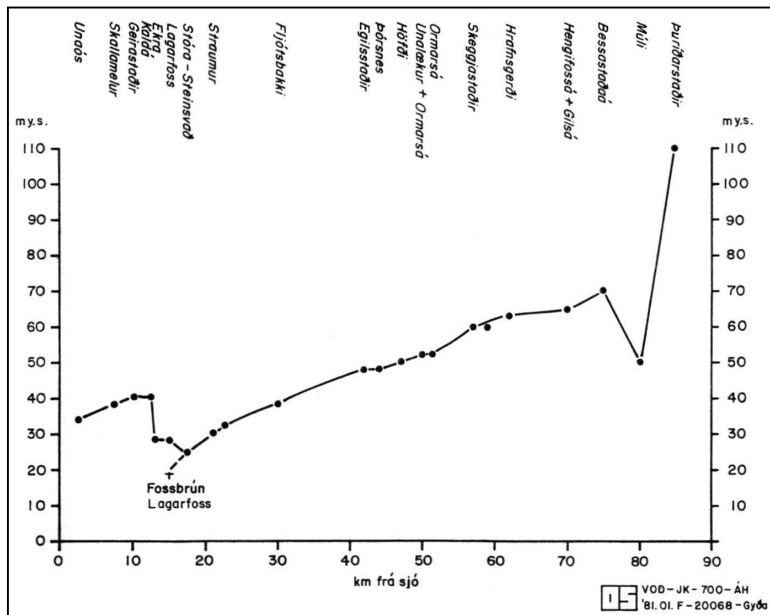
Það er ljóst, að bæði á framgangsstigi þessara jökla og svo á hörfunarskeiði þeirra, hefur myndast allmikið jökullón í Jökuldalskjaftinum. Trúlegt er, að þaðan séu komin hlaup þau, sem merki eru um á Sleðbrjótsmóum.

Á svæðinu umhverfis Lagarfoss er allmikið um laus jarðlög og setfyllingar. Haukur Tómasson og Guttormur Sigbjarnarson (1971) kortlögðu hluta þess svæðis um 1970. Við fossinn eru fornar óseyrarmyndanir í 25-30 m.y.s. Út á móts við Dratthalastaði mótar fyrir gamalli strandlínu í 38 m.y.s. en þar norður af má á allstóru svæði vestan fljóts, þar sem heita Geirastaðamóar, sjá syrpu af lakkandi strandlínum sem nær niður á Héraðssand við Geirastaðakvísl.

Rétt sunnan við bæinn að Ekru skýtur hálfkaffærður jökulgarður kollinum upp úr þessum setlögum. Hér virðist kominn endagarður Héraðsjökulsins. Það virðist nokkuð ljóst að sporður þessa jökuls hafi legið frá Sleðbrjótsmóum þvert yfir Héraðið norðan Lagarfoss og upp að undirhlíðum Dyrfjalla. Verksummerki hærra sjávarborðs sjást víða um Hérað sem sjávarleir og fornir marbakkar og á einum stað við Selfljót hafa fundist skeljar í 10 til 15 m hæð yfir sjávarmáli, 15 km inn til lands (Guttormur Sigbjarnarson, munnlegar uppl.).

Mælingar á hæð fornra sjávarhjalla á Héraði gefa markverðar niðurstöður um hreyfingar sjávarborðsins og landrисиð á síðjökultíma og einnig nokkra hugmynd um aldur hjallanna.

Mynd 6 sýnir hæð hjalla á ýmsum stöðum, allt frá sjó og inn að Múla í Fljótsdal. Þar kemur í ljós, að hjallahæðir utan við Sleðbrjót og Lagarfoss eru nokkuð jafnar, tæpir 40 m.



Mynd 6: Strandlínur á Héraði og í Jökulsárhlíð

stíflað Lagarfjót niður undir Lagarfossi og valdið vatnsborðshækkuninni. Hluta þessara hjalla vildi hann einnig skýra með breytingum í fossbrún Lagarfoss.

Þessar tilgátur fá ekki staðist. Eftirfarandi skýring á hjallahæðunum er sennilegri: Hæsta sjávarstaða á Héraði á síðjökultíma var tæpir 40 m yfir sjávarmáli. Þá mynduðust hjallar í þeirri hæð við Skallamel og Kaldá í Jökulsárhlíð, og við Lagarfjót neðan við Lagarfoss. Á sama tíma og sjór stóð við sín hæstu mörk var Héraðsjökull í hámarki og teygði sporð sinn í sjó við Sleðbrjót og Lagarfoss. Jökullinn fór ekki að hopa af þessum slóðum fyrr en allöngu eftir hæstu sjávarstöðu eða ekki fyrr en sjávarmál var komið niður fyrir 20 m yfir sjávarmál því hjallar við Lagarfjót benda til þess að fossbrún Lagarfoss ráði að mestu hjallahæðum í Fljótsdal en hún hefur að líkindum verið litlu hærrí í ísaldarlokin en hún er nú. Hækkun þeirra inn til landsins stafar af því að landssigið inni á Fljótsdal var mun meira, en út við strönd, vegna mismikils jökulfargs. Hin snögga lækkun hjallanna í Norðurdalsmynninu stafar annað hvort af því, að jökullinn hefur hvílt sig þar um stund á flóttanum, eða að seinni tíma jöklar hafi þar átt hlut að máli. Hjallinn í Múlanum er endir á fornri dalfyllingu í Norðurdal, sem rekja má upp í 100 m yfir sjávarmál við Þuríðarstaði.

Það er nokkuð ljóst að á síðjökultíma hefur Lagarfjót náð mun lengra inn en nú, eða í mynni Norðurdals og vel inn í Suðurdal. Þar sem hjallar eru margfaldir, virðist oftast eðlilegast að skýra hin neðri þrep þeirra, sem rofhjalla, sem mynduðust, þegar vatnsborð fljótsins tók að lækka að núverandi mörkum og ár og lækir grófu sig á samsvarandi hátt niður í framburðarfyllur sínar. Af því sem sagt hefur verið hér á undan má ráða að um svipað leyti og sjór stóð við sín efstu mörk fyrir Austurlandi, hafi feikna mikill skriðjökull legið á Fljótsdalshéraði og teygt sig í sjó út við Lagarfoss.

Athyglisvert er að annars staðar á Austurlandi er svo að sjá að jöklar daljöklastigsins séu mjög teknir að dragast saman á þeim tíma sem sjór er við sín efstu mörk. Líklegasta skýringin á þessu er sú, að sjór hafi náð sínum efstu mörkum í lok daljöklastigsins eftir að loftslag var tekið að hlýna á ný og smærri jöklar farnir að hopa en hinir stærri og svifaseinni sátu enn við sín ystu mörk.

Við Lagarfoss verður skyndileg lækkun á hjöllumum niður í 25-30 m en síðan fara þeir nokkuð jafnt hækkandi inn með fljóti og allt upp í 70 m við Bessastaðaá. Við Valþjófsstað og í Múlanum detta þeir niður í 50 m, en hækka þaðan jafnt og þétt í 100 m við Þuríðarstaði í Norðurdal. Í Suðurdal eru engir hjallar. Víða eru hjallarnir margfaldir. Haukur Tómasson (1971) vildi skýra þessa hjalla þannig, að jökull einhvers staðar frá, hefði

Ísöldinni virðist ekki hafa verið lokið, þótt Héraðsjökull hopaði og hyrfi af sjónarsviðinu. Enn eitt kuldaskið reið yfir og ísaldarjöklarnir tóku fjörbrot sín. Nú birtist jökulframrásin ekki sem framgangur meginjökla, heldur sem mikill vöxtur í fjalljöklum og skálarjöklum og þeir senda skriðjökultungur sínar niður í láglandið. Ein slík jökultunga hefur komið af Fljótsdalsheiðinni og teygt sig niður í Löginn við Hrafnsgerði. Inn allan Skriðdal eru jökulgarðasyrpur sem virðast vera frá þessum tíma. Í Eyvindarárdal, nokkru innan við ármótin við Fagradalsá eru jökulgarðar, en undir þá virðast lónahjallarnir fyrrnefndu hverfa. Úr mynni Fagradals gengur jökulgarður niður í Eyvindarárdal. Hvorir tveggja þessir garðar munu myndaðir á smájöklaskeiðinu.

Hátt í fjallinu (460 m yfir sjávarmál) fyrir ofan Landsenda er smáskál og niður frá henni teygja sig urðartungur og jaðargarðar niður að Hellisá þar sem hún fellur af Hellisheiðinni. Hér eru dæmigerð ummerki eftir lítinn skálarjökul.

Inn á Jökuldal eru víða merki um þetta smájöklastig. Í kring um Hofteig er geysilegt magn af jökulruðningi. Um þetta hefur Benedikt Gíslason frá Hofteigi skrifað: “Andleg stórmerki er á Hofteigslandi um ísaldaráhrif á yfirborði landins og sker myndríkt í huga, svo sem í Seldal og í Krókum. Og þó mest, að á Aurunum er röst af stóreflisbjörgum og slóðina má rekja norður að Sandfellshorni, þau standa þar í fylkingu rosalega svört af geitaskóf. Hvaðan ísöldin bar þau er óráðin gáta.” (Sveitir og jarðir í Múlaþingi I, s. 256). Lausn gátunnar mun vera sú að á smájöklastigi ísaldarlokanna skriðu jöklar af Fljótsdalsheiði út Hnefilsdal og Húsárdal og gengu sameinaðir þvert yfir Jökuldal og upp í hlíðina milli Svelgsár og Staðarár. Vafalítið hefur jökultunga þessi stemmt uppi lón fyrir ofan sig í dalnum sem hugsanlegt er að hafi náð allt inn undir Gilsá. Vera má að eigna megi eitthvað af hinum grófa og ójafna framburði í hjöllum inn af Gilja- og Haukstaðahólum jökulhlaupum úr þessu lóni.

Ummerki eru eftir litla jökultungu, sem komið hefur af Jökuldalsheiði niður með Ysta-Rjúkandi og aðra meiri niður með Gilsá.

Jökulruðningurinn við Gilsá er reyndar kennslubókardæmi um vegsummerki þessara smájökla því bæði er hann formfagur og auk þess fæst hið besta þversnið í jarðlögin í Gilsárgili neðan við brúna.

Í námunda við Hákonarstaði og Eiríksstaði eru ennfremur merki smájökla, en þau hafa ekkert verið skoðuð. Allir virðast þessir jöklar hafa gengið út á þykka setlagafyllu í Jökuldalnum. E.t.v. á sú fylla rót sína að rekja til jökullóns sem Héraðsjökullinn stemmdi uppi í dalnum á sínum tíma.

Það verður að teljast líklegt, að á smájöklastiginu hafi stórir meginjöklar setið á Miðhálandinu. Rannsóknir á því falla þó utan þess ramma sem skýrslunni er markaður. Það mál verður því ekki gert að umtalsefni hér.

Ekki má á milli sjá hvort meira hefur myndast af lausum jarðlögum á Héraði og nærsveitum þess á síðjökultíma eða nútíma.

Héraðssandur mun að megninu til vera myndaður á nútíma, af framburði Jöklu. Lagarfljót á lítinn þátt í myndun sandsins. Framburður þess sest að mestu strax inni í Fljótsdal. Enn minni hlut eiga þau að máli Fögruhlíðará og Selfljót.

Efni sandsins er af þrennum toga. Í fyrsta lagi jökulgormur kominn úr Vatnajökli. Í öðru lagi endurflutt set sem áin var búin að setja af sér í jökullónum og vötnum upp um allan Jökuldal, svo og jökulruðningur í dalnum. Í þriðja lagi efni sem áin hefur rofið úr berginu í farvegi sínum þar sem hún hefur verið að mynda gil og gljúfur en við það hefur hún verið ötul.

Næst mesta setfylling á Héraði er fyrir botni Lagarfljóts þar sem Jökulsá, Kelduá, Bessastaðaá, Hengifossá og Gilsá hafa allar lagst á eitt og myndað mikla dalfyllingu. Fylling þessi nær inn í Norðurdalsmynni og langt inn í Suðurdal.

Árið 1966 var borað í gegn um dalfyllinguna við Jökulsá hjá Gilsárósum. Þar reyndist setlagabykktin vera 132 m. Í efstu 100 metrunum skiptast á fínn og grófur sandur með gróðurleifum á stöku stað. Frá 100 m og niður úr er leirborinn sandur með miklum gróðurleifum. Gróðurleifar þessar hljóta að vera aðfluttar og hafa borist með vatni og vindum og sest til í kyrru vatni (Jón Jónsson, 1967).

Dalfyllingin við Gilsá virðist hafa hlaðist upp á tiltölulega skömmum tíma. Hinar miklu gróðurleifar í neðsta hluta borkjarnans og það hvað þær fara minnkandi upp á við, benda til þess að upphleðsla setsins hafi ekki hafist fyrr en eftir að land var orðið vel gróið. Upphleðslan virðist einnig hafa verið hæg til að byrja með en aukist að mun á seinni tímum.

Þetta kann sumum að finnast skrítið, því vitað er, að framburðargeta og framburðarmagn vatnsfalla var í hámarki á síðjökultíma og í byrjun nútíma meðan jökla var að leysa af landinu. En hér ber að hafa í huga, að á síðjökultíma og framan af nútíma voru ósar Jökulsár og Kelduár miklu innar en þeir eru í dag og megin framburðurinn var að setjast til þar. Síðan hafa ósarnir smám saman færst út dalinn og það var ekki fyrr en þeir voru komnir niður undir Gilsá að setmyndunin fór að aukast verulega á þeim slóðum.

Jón Jónsson jarðfræðingur (1967) skrifaði skýrslu um borunina hjá Gilsárósum. Þar bendir hann á að athyglisvert sé að ekki verði vart sjávarsets í holunni. Jón segir einnig að hann hafi talið hugsanlegt að í dýpsta hluta Lagarins væri innilokaður sjór frá því í ísaldarlok, en athugun hafi þó leitt í ljós að svo væri ei. Jón telur réttilega líklegustu skýringuna á þessu þá, að skriðjökull hafi varnað sjónum inngöngu á Hérað.

4.1.2. Berghlaup og skriður

Ólafur Jónsson lýsir í sinni ágætu bók Berghlaup tíu berghlaupum á Héraði og í nærsveitum þess. Þetta er þó hvergi nærri tæmandi upptalning, því oss er kunnugt um 37 hlaup á þessu svæði (tafla 3).

Nafn og staður	Fallhæð (m)	Hlauplengd (m)	Flatarmál (km ²)	Aths.
Landsendafjall, Landsendi	240	700	0,26	
Landsendafjall, Helligheiði	300	1250	0,47	
Smáhlaup sunnan Helligsár	120	350	0,06	
Hörgárdalur	550	3900	1,5	
Berghlaup fast sunnan Hörgárdals	450	1000	0,69	
Torfastaðamelar	700	2850	6,0	
Gerðisbjarg innri hlið	300	750	0,25	
Gerðisbjarg ytri hlið	240	750	0,5	
Sóleyjarbotnar + urðir	450 (550)	1300 (1500)	0,7 (1,0)	Ó.J.
Hlaup utan Sóleyjarbotna	200	800	0,25	
Víðivallaurð	200	600	0,1	Ó.J.
Hallormsstaðabjarg	500	2000	2,2 (3,5)	Ó.J.
Stóribotn og Grafarbotn	380	1000	1,0	
Berghlaup utan Geitdalshjalla	340	800	0,2	
Geitadalshjallar	340	750	0,8	
Hátún	150	800	0,2	
Hlaup utan og ofan við Hátún	220	500	0,25	
Hlaup úr Þingmúla gegnt Þorvaldsstöðum	360	800	0,25	
Múlaskjálshraun	400	1600	1,7	Ó.J.
Húsahjalli	350	750	0,2	
Kista og Hnúthjallar	250	750	1,0	
Haugahólar	700 (640)	3000	3,6 (5,0)	Ó.J.
Hlaup úr Stuttadalsmynni	850 (700)	3500 (2500)	2,9	Ó.J. 2 hlaup
Hjálpleysuhólar (Jarðfallshólar)	600 (400)	3800 (1400)	2,5 (1,2)	Ó.J.
Grjótárbotnar	500 (400)	2200 (1600)	1,3 (2,0)	Ó.J.
Efri skálin í Arngerðishálsi	280 (500)	750 (7500)	0,4	Ó.J.
Smáhlaup í Arngerðishálsi	?	?	?	
Skollakvíar	170	460	0,09	Ó.J.
Hlaup úr Skagafelli á miðjum Fagradal	540	1300	0,7	
Hlaup í Fagradalsmynni	400	1200	0,7	
Smáhlaup í Slenjudalsmynni	?	?	?	Ekki skoðað
Smáhlaup í Slenjudalsmynni	100	150	0,02	
Hlaup milli Innri- og Ytri-Grjótár, Eyvindardal	300	1000	0,5	
Smáhlaup utan Ytri-Grjótár	?	?	?	Ekki skoðað
Smáhlaup utan Þuridarstaða	?	?	?	Ekki skoðað
Hlaup	250	800	0,5	
Hlaup hjá Unaósi	250	750	0,3	

Tafla 3: Berghlaup á Héraði og í nærsveitum þess

Tölur í svigum eru mælingar Ólafs Jónssonar, þar sem þeim ber ekki saman við höfunda.

Samanlagt flatarmál þessara berghlaupa er um 32 km². Rúmtak þeirra er óþekkt en 0,5 km³ er sennileg tala. Það táknar 16 m meðalþykkt hlaupurðar. 8 berghlaupsurðir, eða tæpur fjórðungur allra hlaupanna, er yfir 1 km², en það er svipað hlutfall og á landinu öllu skv. Ólafi Jónssyni (1976). Ólafur lýsir ekki Torfastaðamelum í bók sinni og virðist því

ekki hafa verið kunnugt um þá. Borið saman við berghlaupaskrá Ólafs eru Torfastaðamelar þriðja stærsta framhlaup landsins 6,8 km². Aðeins hin frægu hlaup Loðmundarskriður og Vatnsdalshólar taka þeim fram.

Haugahólar eru “eitt veglegasta framhlaup á Austurlandi” segir Hjörleifur Guttormsson (1974) í austurlandslýsingu sinni og eru það orð að sönnu. Margir hafa skrifað um hólana m.a. Sveinn Pálsson (Ferðabók), Þorvaldur Thoroddsen (Ferðabók) og Ólafur Jónsson (Skriðuföll og snjóflóð, Berghlaup). Gerir sá síðastnefndi hlaupinu ítarlegust skil sem vænta mátti og verður ekki um það bætt hér. Ólafur getur þess, að berglaup hafi orðið úr Hallbjarnarstaðatindi í mynni Stuttadals og e.t.v. skarist urðir þessara hlaupa utan við Hauga. Hér er því við að bæta, að oss virðist sem tvö hlaup hafi orðið úr Hallbjarnarstaðatindi og að þrjár misgamlar berghlaupaurðir fléttist saman í nánd við Hauga.

Berghlaupin úr Hallbjarnarstaðatindi hafa brotnað úr suðvestur horni fjallsins og fallið niður í mynni Stuttadals, sem er lítil dalskora út og upp af Haugum. Bæði hafa hlaupin kastast að hluta til yfir Stuttadalshálsinn, niður í Skriðdal og yfir um Múlaá. Hlaupurð eldra hlaupsins er að mestu hulin yngri urðinni í hálsinum. Þó gætu hinir grasi grónu hólar í Haugatúni og undir bænum verið úr eldra hlaupinu. Þá urð virðist mega rekja allt yfir að Lambhaga handan Múlaár. Urðarhólar þessir sýnast eldri en Haugahólar. Yngra hlaupið hefur sprungið úr Hallbjarnarstaðatindi fast innan við brotsár eldra hlaupsins. Brotsár þess er lítt veðrað og afar ferskt. Urðin neðan undir brotinu er snarbrött, ógróin að mestu og unleg. Hún hefur slengst niður í dalbotninn og upp í andbrekkuna hinu megin og töluverður hluti hennar komist yfir Stuttadalsháls og sveigt niður í Skriðdal, yfir Múlaá og að fjallsrótunum handan hennar. Breidd hlaupurðarinnar er víðast hvar 700-800 m en hlauplengdin 3 km. Stökkið yfir hálsinn er 100 m þar sem hæst er. Urðin hefur stíflað Haugaána (Stuttadalsá á korti) um skeið og innan við hana er þurr skriðuorpinn vatnsbotn á dalnum. Niðri í Skriðdal leggst hún yfir norðurjaðar Haugahólahlaupsins. Aldursröð umræddra berghlaupa í Skriðdal er því sem hér segir: Elst er eldra hlaupið úr Hallbjarnarstaðatindi. Þá koma Haugahólar en yngst er yngra hlaupið úr Hallbjarnarstaðatindi.

Í Landnámu og Hrafinkelssögu er sagt frá skriðuhlaupi miklu í Skriðdal. Allir sem um málið hafa fjallað hafa talið að þar myndi átt við Haugahóla og margir dregið þá ályktun að þeir hafi hlaupið fram á sögulegum tíma. Ólafur Jónsson telur þó að hlaupið sé forsögulegt en sögnin um það sýni næman skilning fornanna á náttúrunni og gleggri skilning en síðar varð á þessu fyrirbæri. Má í því sambandi minnst þess að sá mikli brautryðjandi í íslenskri jarðfræði, Þorvaldur Thoroddsen, taldi hólana jökulgarða. Ekki skal lagður á það dómur hvort skriðuhlaup það í Skriðdal sem sagt er frá í fornritunum, og dalurinn er kenndur við, hafi orðið á sögulegum tíma eða ekki. En eigi sögnin við rök að styðjast á hún frekar við yngra hlaupið úr Hallbjarnarstaðatindi en Haugahóla.

4.1.3. Vatnafar

Um vatnafar á Héraði og nærsveitum þess verður ekki farið jafnmörgum orðum og um jarðfræðina. Þau jarðlög sem mest vatn innihalda á þessu svæði eru framburðarfyllur ána þ.e.a.s. Héraðssandur, nesið milli Rangár og Dagverðargerðis, Egilsstaðanes og Finnsstaðaflóa, Vallanes, Bessastaðanes og dalfyllingin inn af Lagarfljóti.

Rafmagnsveitur ríkisins létu fyrir nokkrum árum gera smávægilegar athuganir á vatnafræðilegum eiginleikum þessara árósaþyllinga. Þar var reynt að varpa ljósi á hvaða áhrif vatnsborðshækkunar í Lagarfljóti hefðu á jarðvatnsaðstæðurnar. (Árni Hjartarson & Guttormur Sigbjarnarson, 1977, Árni Hjartarson & Freysteinn Sigurðsson, 1979). Í ljós kom að jarðlögin eru all vel vatnsleiðandi og reyndist lekt þeirra vera $10^{-3} - 10^{-4}$ m/s. Þetta táknar að ef í það færi mætti vafalítið ná all miklu grunnvatni upp úr árósamyndunum þessum með brunnum og borholum. Egilsstaðir og Hlaðir afla neysluvatns síns með þessum hætti úr framburðarseti Eyvindarár.

Vatnsmestu lindir þessara héraða eru tengdar berghlaupum. Í Landsendafjalli upp af ósum Fögruhlíðar er all sérkennilegt framhlaup. Hlaupskálin er í 100-300 m hæð. Bergfyllan hefur ekki náð að hlaupa fram úr henni en situr uppbrotin í skálinni í þverhryggjótum gördum. Hún er öll úr ljósgrýti, all vel gróin. Miklar lindir koma undan framjaðri urðarinnar og mynda nokkra læk. Ysta lindin er lang stærst en úr henni kemur helmingur alls vatnsins sem undan hlaupinu sprettur. Lindir þessar voru skoðaðar 11.7.'78 og aftur 9.8.'79. Í bæði skiptin var lindarennslíð um 70 l/s og vatnshiti um 3 °C.

Í því mikla berghlaupi Torfastaðamelum eru lindir hér og þar en þær hafa lítt verið skoðaðar. Neðarlega í hlaupinu eru engar stórar lindir en hugsanlegt er að vænar lindir finnist í því uppi undir brotaskálinni.

Í Haugahólum í Skriðdal er ein stærsta berghlaupslind Austurlands. Hún kemur upp rétt neðan þjóðvegarsins tæpan kílómetra innan við Hauga. Uppsprettaugun koma fram á um 50 m löngum kafla í langri sveigmyndaðri laut í berghlaupsurðinni, sem virðist vera gamall árfarvegur. Þegar lítið er í lindinni dregst lindasvæðið saman því efstu augun þorna. Frá lindinni rennur Haugakvísl. “Á henni festir aldrei ís eða snjó og rennslíð jafnt og óháð veðurfari. Vatnið er einstaklega hreint og svalandi, og hafa ýmsir það fyrir reglu að bergja á því, er þeir eiga leið um þjóðveginn. Víst er um það, að margur drekkur það er síður skyldi.” Svo segir í Sveitum og jörðum í Múlaþingi. Á sama stað er þess getið að Haugakvísl sé 150-200 l/s að stærð, sem líklega er ekki fjarri lagi en þó frekar of hátt metið en hitt. Kvíslin er 600-700 m löng en sameinast Múlaá skammt innan við Hauga. Líklegast er að vatnið í lindinni sé ættað ofan úr Haugafjalli. Tjarnir eru þar upp í urðinni, en engir lækir falla niður hlíðarnar svo sú úrkoma sem á fjallið fellur, streymir af því neðanjarðar.

Lindir koma á nokkrum stöðum úr urðinni upp með Haugaá. Stærstu lindirnar eru norðan árinna uppi í mynni Stuttadals. Fjöldi smátjarna er í framhlaupsurðunum kringum Hauga. Stærstu tjarnirnar eru Haugavötn en það eru tvær samtengdar tjarnir utan við Hauga. Dálítill lækur (10 l/s) rennur frá þeim í Múlaá og í þeim er allmikill silungur.

Í ritum frá Vatnamælingum Orkustofnunar kemur fram að tvær ár á Héraði hafa á sér smávægileg lindaréinkenni en það eru Gilsá úr Hjálpleysu og Eyvindará. Berghlaupið Jarðfallshólar hefur fallið fyrir mynni Hjálpleysudals og stemmir uppi smá vatn, Hjálpleysuvatn, bak við sig. Vatnið hefur eitt sinn verið mun stærra en það er í dag og það minnkar jafnt og þétt vegna framburðar Gilsár, auk þess sem hún er að ræsa það fram með því að smá dýpka farveg sinn í gegn um berghlaupshólana. Lindaréinkenni Gilsár stafa sennilega af því að áin fær miðlun bæði úr vatninu og líparítblöndnum áreyrunum innan við það, auk þess sem lindir í berghlaupinu koma við sögu. Rennslí árinna verður því mun jafnara en dragánni í nágrenninu. Ekki er hún þó stöðugri en það, að hún á það til að þorna alveg.

Eyvindará státar ekki af neinni sambærilegri miðlun og Gilsá og mun full ástæða til að endurskoða lindaréinkunnina sem henni er gefin í ritum Vatnamælinga.

Landssvæðin upp með Jökulsá á Fjöllum ofan Skarðsár munu teljast til Jökuldalshrepps. Jarðlög á þeim slóðum eru ung enda er þar komið í útjaðar eldgosabeltisins. Jarðlög þessi eru einnig vel lek og spretta þar víða fram fallegar lindir sem fóstora gróðurvinjar í öræfaauðninni.

Í skýrslunni Vatnabúskapur Austurlands I héldum vér því fram að Hvannalindir væru vatnsmestu lindir fjórðungsins. Þetta er ekki rétt. Hvannalindir hafa aðeins einu sinni verið mældar og reyndust þá vera 844 l/s (þ.e.a.s. Hvannalindá niðri við ármótin við Kreppu).

Í sama skipti voru mældar lindir í austurbakka Jökulsár gegnt Vaðöldu. Samtals komu þar fram um 1750 l/s úr nokkrum lindum á um 5 km kafla meðfram ánni. Stærsti lindalækurinn var um 1000 l/s (Guttormur Sigbjarnarson o.fl., 1971).

Af öðrum vatnsríkum lindasvæðum á þessum slóðum má nefna Þorlákslindir efri, um 400 l/s og Hvannalindir neðri, nyrst í Krepputungu, 400 l/s.

Stærsta lindasvæðið sem oss er kunnugt í Austurlandskjördæmi er við Dyngju í Arnardal. Þar spretta fram á litlum bletti um 2000 l/s af 6 °C heitu vatni (skv. mælingu 3. júlí 1980). Vatnið fellur í Arnardalsá og þaðan í Jökulsá á Fjöllum.

Lindir þær sem hér hafa verið nefndar eru allar fjarri byggð. Hagnýtt gildi öðlast þær vart fyrr en með hugsanlegri virkjun Jökulsár.

5. MIKILVÆGAR STAÐSETNINGAR

Staðar- heiti	Landfræðileg hnit (Hjörsey)				Lamberthnit (Ísnet93)		Gæði hnita
	Gr. N	Mín. N	Gr. V	Mín. V	X	Y	
Gamla stíflustæði	65°	08,919'	14°	43,485'	700424	523321	+
Fyrirhugað stíflustæði	65°	08,817'	14°	44,167'	699905	523096	-
Fyrirhugaður kvarðastaður	65°	08,919'	14°	43,485'	700424	523321	+

Gæði hnita: + : GPS-staðsetningarpunktur
0 : Nákvæmt af korti (50-100 m óvissa)
- : Ónákvæmt af korti (> 100 m óvissa)

Tafla 4: Mikilvægar staðsetningar við Hrafngerðisá

6. LJÓSMYNDIR FRÁ SKOÐUNARFERÐ 6. DES. 2002



Mynd 7: Heppilegur kvarðastaður við gamla inntak



Mynd 8: Gamla stífla í Hrafngerðisá



Mynd 9: Gamla stífla í Hranfngerðisá



Mynd 10: Gamla stífla í Hrafngerðisá



Mynd 11: Séð niður með ánni af Þjóðveggarbrú

7. FRUMATHUGUN Á VIRKJUN Í HRAFNGERÐISÁ Í FLJÓTSDAL

7.1. Inngangur

Efni þessa kafla er frumathugun á hagkvæmni smávirkJunar í Hrafngerðisá í Fljótsdal. Í frumathugun felst að kannaðir eru helstu þættir sem skipta máli fyrir það hvort grundvöllur er fyrir byggingu virkjunar. Þau atriði sem afstaða var tekin til eru:

- Vatnsrennsli, vatnasvið, staðhættir, fyrirkomulag
- Uppsett afl, ráðstöfun orku
- Gróft mat á stofnkostnaði og hagkvæmni

Afl virkjunar fer eftir fallhæð og rennsli, en raforkuframleiðslan er háð því hvernig rennsli breytist yfir árið. Hagkvæmni virkjunarkosts ræðst af raforkuframleiðslu, rekstraröryggi og orkuverði en einnig stofnkostnaður, fjarlægð frá dreifikerfi og fleiri atriði hafa áhrif.

Mat á vatnsrennsli getur talist sémilega nákvæmt, en fyrirkomulag virkjunar, uppsett afl og fallhæð verður að skoðast sem einungis gróf áætlun. Við mat á uppsettu afli er ekki gert ráð fyrir möguleika á miðlun rennslis, og lagt er til að virkjað rennsli sé lægsta sólarhringsmeðalrennsli í meðalári.

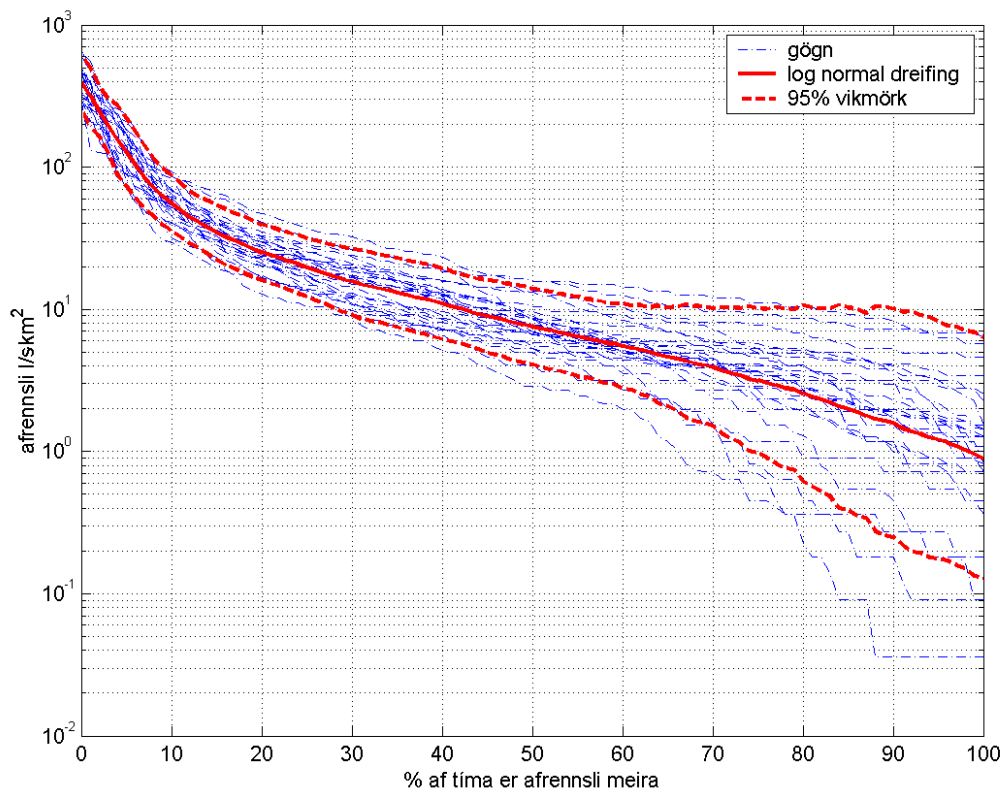
Fyrirhugað er að reisa nýja virkjun í Hrafngerðisá er nýtir um 40 – 50 m meiri fallhæð en eldri virkjun, sem hefur verið í rekstri síðan 1947.

7.2. Fyrirliggjandi gögn

Rennsli Hrafngerðisár hefur verið mælt tvisvar sinnum, hinn 18. júlí 1947 er rennslið reyndist $0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ eða $16 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, og hinn 18. júní 1948 er rennslið var $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ eða $114 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Flatarmál vatnasviðsins við ósa Hrafngerðisár í Lagarfljóti er um 28 km^2 , en við inntak fyrirhugaðrar virkjunar er það $27,6 \text{ km}^2$.

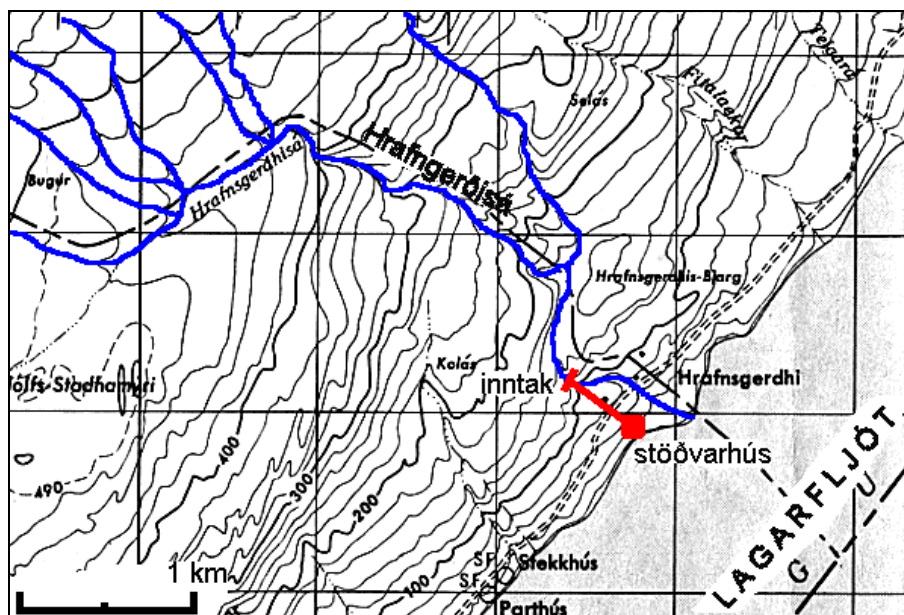
Til þess að fá sæmilega glögga mynd af rennsli til hugsanlegrar virkjunar er nauðsynlegt að hafa upplýsingar um rennsli árinna í langan tíma, oft er talað um a.m.k. 2 ár. Þar sem upplýsingar vantar er stundum hægt að yfirfæra mælingar í nálægri á og fæst þannig oft ágætt mat á líklegu rennsli. Forsenda fyrir því að þetta gangi er að vatnasviðin séu vatnafræðilega lík og að úrkomumagn sé svipað. Töluvert miklar upplýsingar eru til um rennsli Bessastaðaár í Fljótsdal, en hún rennur af jarðfræðilega sambærilegu svæði og Hrafngerðisá og úrkomumagn er svipað. Bessastaðaá hentar því sennilega mjög vel sem samanburðarvatnsfall við mat á rennsli Hrafngerðisár. Rennslismælingar í Bessastaðaá hinn 19. júlí 1947, er rennsli var $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ eða um $16 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, og hinn 19. júní 1948 er það var $15,0 \text{ m}^3/\text{s}$ eða $118 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, benda reyndar til að rennslishættir Hrafngerðisár og Bessastaðaár séu líkir.

Mynd 12 sýnir langæislínur af rennsli af vatnasviði Bessastaðaár skv. mælingum 1970 – 1997. Það eru u.þ.b. helmings líkur á að afrennslið lendi fyrir ofan eða neðan rauðu heildregnu línuna eitthvert tiltekið vatnsár, og það má gera ráð fyrir að afrennslið lendi rétt fyrir utan rauðu strikalínurnar á tuttugu ára fresti að meðaltali. Afrennsli af vatnasviði Bessastaðaár verður venjulega lægst seinni hluta vetrar, fer niður í um $0,90 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ í meðalári, en niður í $0,13 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ í miklum þurrkum, og Bessastaðaá hefur þornað alveg í nokkra daga þegar hefur fennt mikið í hana auða. Skv. þessu eru líkur á að lægsta rennsli Hrafngerðisár við inntak fyrirhugaðrar virkjunar sé nálægt 25 l/s í meðalári, en fari niður í um 4 l/s eða þorni jafnvel alveg í mestu þurrkum. Mikilvægt er að mæla rennsli Hrafngerðisár um nokkurt skeið til þess að staðfesta eða hrekja þessa niðurstöðu.



Mynd 12: Langæislína afrennslis Bessastaðaár í Fljótshlíð, vhm 34. Árin 1970 – 1997

7.3. Fyrirkomulag virkjunar



Mynd 13: Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Hrafngerðisá

Mynd 13 sýnir tillögu að fyrirkomulagi virkjunar í Hrafngerðisá. Gert er ráð fyrir að inntaksmannvirki yrði reist í um 120 m y.s. Frá inntaki yrði vatn leitt 300 – 400 m í

hábrýstipípu niður að stöðvarhúsi í um 30 m y.s. Fallhæð skv. þessari tillögu er 90 m. Inntak þarf að hanna með þeim hætti að það haldist opið í frostum að vetri, en jafnframt að það stíflist ekki af aurburði í leysingum. Með þessu er reynt að koma í veg fyrir rekstrarerfiðleika sem tryggir að rekstrarkostnaður fari ekki úr böndum.

7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla

Heppileg tilhögun á virkjun er að lágmarka þann tíma sem raforkuframleiðsla stöðvast vegna vatnsskorts. Ekki er gert ráð fyrir miðlun, og ákvarða verður hönnunarrennsli með það fyrir augum að hámarka hagkvæmni jafnframt því að tryggja nauðsynlegt rekstraröryggi. Ef hönnunarrennsli er ákveðið sem minnsta rennsli í meðalári er tryggt að virkjunin vinnur á fullum afköstum allan ársins hring í meðalári, en vatnsskortur verður til þess að raforkuframleiðslan dettur niður a.m.k einn dag í hinum þurrari árum, og allt að nokkrum vikum í almetstu þurrka árum. Með þetta fyrir augum er hönnunarrennsli virkjunar í Hrafngerðisá ákveðið 25 l/s, og uppsett afl verður þá 16 kW. Ef hægt er að setta sig við minni framleiðslu oftar og í lengri tíma má gera ráð fyrir meira hönnunarrennsli. Hönnunarrennslið 50 l/s mundi t.d. tvöfalda afl virkjunar en þá eru líkur á að raforkuframleiðslan minnki verulega í 4 – 6 vikur í meðalári. Við nánari útfærslu á virkjun þarf að taka afstöðu til þess hvaða hönnunarrennsli hámarkar hagkvæmni en tryggir jafnframt nauðsynlegt rekstraröryggi. Tafla 5 er yfirlit yfir raforkuframleiðsluna í meðalári og miklu þurrkaári.

hluti árs %	meðalár				þurrt ár			
	rennsli við inntak m ³ /s	virkað rennsli m ³ /s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh	rennsli við inntak m ³ /s	virkað rennsli m ³ /s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh
0	11	0,025	16		7,1	0,025	16	
10	1,5	0,025	16	13657	0,97	0,025	16	13657
20	0,69	0,025	16	27314	0,44	0,025	16	27314
30	0,43	0,025	16	40971	0,25	0,025	16	40971
40	0,30	0,025	16	54627	0,17	0,025	16	54627
50	0,21	0,025	16	68284	0,11	0,025	16	68284
60	0,15	0,025	16	81941	0,076	0,025	16	81941
70	0,11	0,025	16	95598	0,042	0,025	16	95598
80	0,071	0,025	16	109255	0,017	0,017	11	108587
90	0,044	0,025	16	122912	0,007	0,007	4	115186
100	0,025	0,025	16	136568	0,004	0,004	2	118062

Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Hrafngerðisá

7.5. Hagvæmni

Erfitt er að meta stofnkostnað virkjunar nákvæmlega á þessu stigi, og hér er einungis reynt að fá mat á líklegri stærðargráðu með því að gera ráð fyrir um 0,15 - 0,20 Mkr/kW fyrir dæmigerða virkjun. Skv. þessu gæti kostnaður við byggingu virkjunar í Hrafngerðisá verið á bilinu 2,3 – 3,1 Mkr. Gert er ráð fyrir að hægt yrði að taka að láni 70% af stofnkostnaðinum, en afgangurinn yrði fjármagnaður með styrkjum og eigin framlagi virkjunaraðila, vinnu, tækjum o.fl. Ef vaxtastigið er 8% verður fjármagnskostnaður á bilinu 0,14 – 0,18 Mkr/ár. Árlegur rekstrarkostnaður virkjunar gæti verið nálægt 2,5% af stofnkostnaði eða um 0,06 – 0,08 Mkr/ár. Framleiðslukostnaður á raforku yrði þá á bilinu 0,20 – 0,26 Mkr/ár eða um 1,43 – 1,91 kr/kWh. Tafla 6 er yfirlit yfir helstu kennistærðir virkjunar í Hrafngerðisá.

Flatarmál vatnasviðs		Stofnkostnaður	
Hrangerðisá við kvarða	27,6 km ²	einingarverð	0,20 Mkr/kW
áætlað virkjað vatnasvið	27,6 km ²	stofnkostnaður K ₀	3,1 Mkr
Rennslisspá		Eigið framlag, styrkir etc. 30% af K ₀	0,9 Mkr
2Q100	0,025 m ³ /s	Lán	2,2 Mkr
20Q100	0,004 m ³ /s	Fjármagnskostnaður	
2Q95	0,033 m ³ /s	vaxtastig	8%
meðal	0,742 m ³ /s	lánstími	40 ár
nv. lægstu mælingu í Bessastaðaá	0,000 m ³ /s	jafngreiðslustuðull	0,0839
Hönnunarrennslir virkjunar Q		greiðslubyrði	0,18 Mkr/ár
	0,025 m ³ /s	Rekstrarkostnaður	
Fallhæð		2.5% af stofnkostnaði á ári	0,08 Mkr/ár
hæð inntaks	120 m	Framleiðslukostnaður	
hæð frárennslis	30 m		0,26 Mkr/ár
virkuð fallhæð H	90 m		1,91 kr/kWh
Uppsett afl			
P = 7*Q*H	16 kW		
hugmynd virkjunaraðila	kW		
Orkuframleiðsla			
hámark	136568 kWh/ár		
meðalár	136568 kWh/ár		
þurrt ár	118062 kWh/ár		

Tafla 6: Helstu kennistærðir virkjunar í Hrafngerðisá

7.6. Samantekt

Ofangreind athugun bendir til þess að það geti verið hagkvæmur kostur að reisa um 16 kW rennslisvirkjun í Hrafngerðisá, sem mundi að öllum líkindum nýtast vel til þess að sjá einu býli fyrir raforku. Framleiðslukostnaður raforku gæti verið á bilinu 1,43 – 1,91 kr/kWh sem er líklega vel samkeppnishæft við orkuverð á almennum markaði. Stærri virkjun krefst miðlunar á vatnsrennslisli eða tilslökun á kröfum um rekstraröryggi, sem ekki er skoðað nánar hér.

8. HEIMILDIR

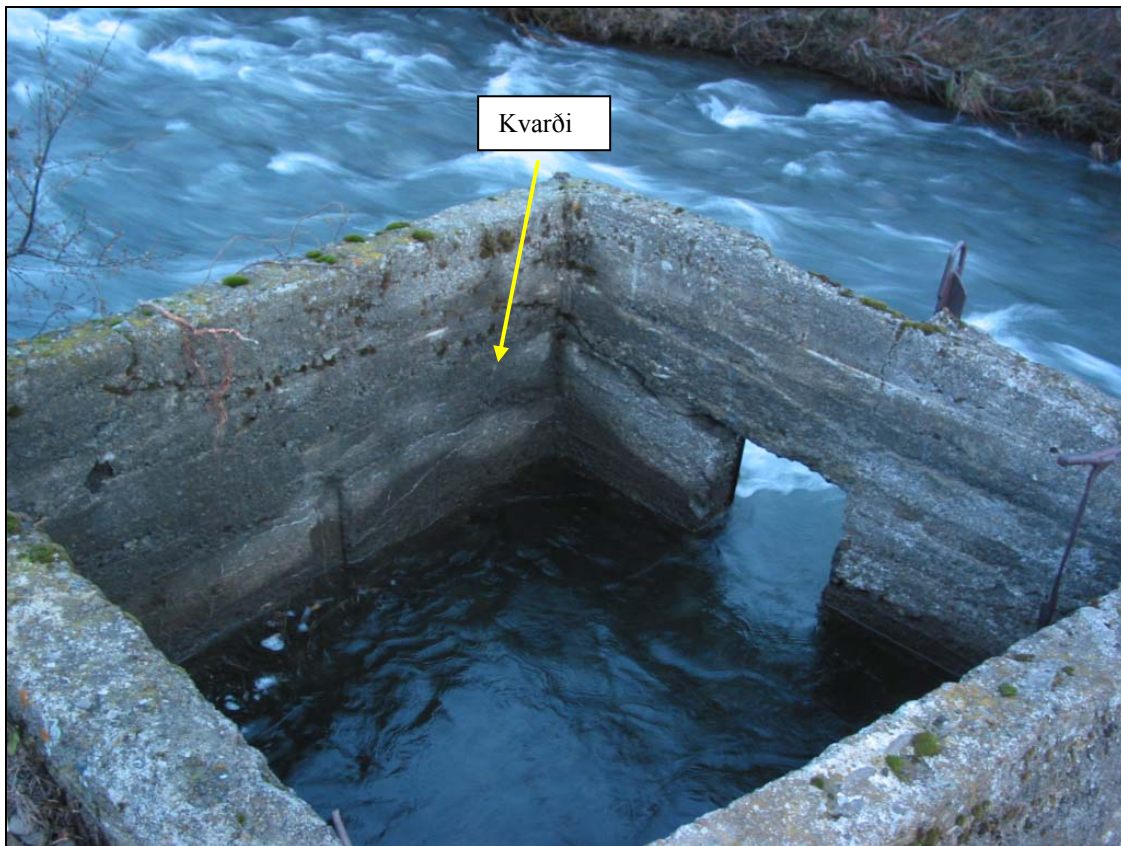
Árni Hjartarson, Freysteinn Sigurðsson og Þórólfur H. Hafstað, 1981: *Vatnsbúskapur Austurlands III, lokaskýrsla*. Unnið fyrir Samband sveitarfélaga á Austurlandi. Orkustofnun, Vatnsorkudeild, OS81006/VOD04, Reykjavík, 198 bls.

VGK Verkfræðistofa, 2003: *Litlar vatnsaflsvirkjanir. Kynning og leiðbeiningar um undirbúning*. Unnið fyrir Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið, Reykjavík, 106 bls.

VIÐAUKI I

Hrafngerðisá, Fljótsdal

Þann 6. desember s.l. fóru JulB og ÁG að Hrafngerðisá í Fljótsdal og hittu þar fyrir Helga H. Bragason. Helgi sagði okkur frá þeirri virkjun sem þegar er í ánni en hún var gangsett árið 1947. Rekstur eldri virkjunar hefur gengið nokkuð vel og hefur Helgi þurft að moka úr inntakslóni 3. hvert ár. Helgi sagði að öllu jafna væri áin komin niður undir lágmark um miðjan desember og algert lágmark væri í febrúar til mars. Hugmyndir Helga um nýja virkjun eru að setja stíflu ofar í ána og auka með því virkunarhæð um 40-50 metra. Í gamla stíflustæði við inntakslón var Helga ráðlagt að koma upp *kvarða* og skrá vatnsstöðu reglulega (*65°08,919'n.br og 14°43,485'v.l.*). Einnig var mælt til þess að ef breytingar væru gerðar á rennsli í gegnum virkjunina yrði að skrá vatnshæð í inntakslóni, bæði fyrir og eftir breytingar.



Mynd 1: Kvarðastæði í inntakslóni



Mynd 2: Gamla stífla



Vatnshæðarmælingar á kvarða

Til að mæla vatnsborðsbreytingar í hyl eða lóni skal kvarða eða sírita komið fyrir við annan hvorn bakkann. Þegar velja skal stað fyrir kvarða eða sírita þarf að hafa nokkur atriði í huga. Gott er að setja mælistöðina á lygnan stað. Neðan mælistaðar þarf að vera svokallað ráðandi þversnið, yfirfall eða klöpp sem haggast ekki, en myndar nokkurs konar flúðir sem vatnið fellur um. Vatnshæðin við kvarðann eða siritann stjórnast þá af þessu ráðandi þversniði.

Ef setja á upp kvarða þarf að tryggja að hann hreyfist ekki. Gott er að festa staur með múrboltum í klöpp við bakkann eða bora fyrir járnörri í klöpp. Þegar gengið hefur verið frá staurnum, þannig að hann sé *lóðréttur*, er festur á hann kvarði. Vatnamælingar Orkustofnunar geta útvegað hentuga kvarða í þessu skyni. Ef lesið er af kvarða, má fá hjá Vatnamælingum Orkustofnunar hentuga bók til að fylla inn í. Þar er vatnshæð skráð ásamt *veðurlýsingu* og *athugasemdum*. Best er að lesa sem oftast af kvarða, *helst einu sinni á dag en ekki sjaldnar en tvisvar í viku*. Á vetrum geta skarir og grunnstingull ýkt vatnshæð og getur verið snúið að leiðrétta vatnshæðina fyrir slíku eftirá. *Því er nauðsynlegt að skrá í mælingabókina hvaða daga ís er í ánni*.

Einnig er nauðsynlegt að setja *fastmerki*, t.d. múrbolta, í klöpp nálægt kvarðanum og mæla inn hæðarmun á núllpunkti kvarða og fastmerkinu. Þennan hæðarmun þarf að *skrá vandlega og geyma* svo hægt sé að sannreyna síðar hvort hæðarmunurinn sé sá sami og áður. Einnig er alltaf hættu á að vatnsfallið geti rífið með sér kvarðann í flóðum og þá má nota fastmerkið til að stilla nýjan kvarða af í samræmi við þann gamla. Fastmerkið þarf að vera á öruggum stað þar sem t.d. ís í ánni nær ekki að skemma það.

Frekari leiðbeiningar og upplýsingar um smávirkjanir og rennslismælingar má nálgast á vefsíðu Orkustofnunar undir liðnum smávirkjanir (<http://www.os.is/smavirkjanir>). Þar eru meðal annars tenglar á *Leiðbeiningar um mælingar á vatnsrennsli í smáám og lækjum* og handbókina *Litlar vatnsaflsvirkjanir, kynning og leiðbeiningar um undirbúning*.

Samantekt og minnisatriði:

- Mælingamenn geta fengið afhentar mælingabækur frá Vatnamælingum Orkustofnunar sem þeir skrá mælingar sínar í. Mælt er til að skráð sé í *tvíriti* (notast mætti við kalkípappír til að koma í veg fyrir skráningarvillur). Á tveggja mánaða fresti skal svo afritið / frumritið sent til Vatnamælinga til varðveislu (rífa má blaðsíðurnar úr mælingabókinni):

Vatnamælingar Orkustofnunar

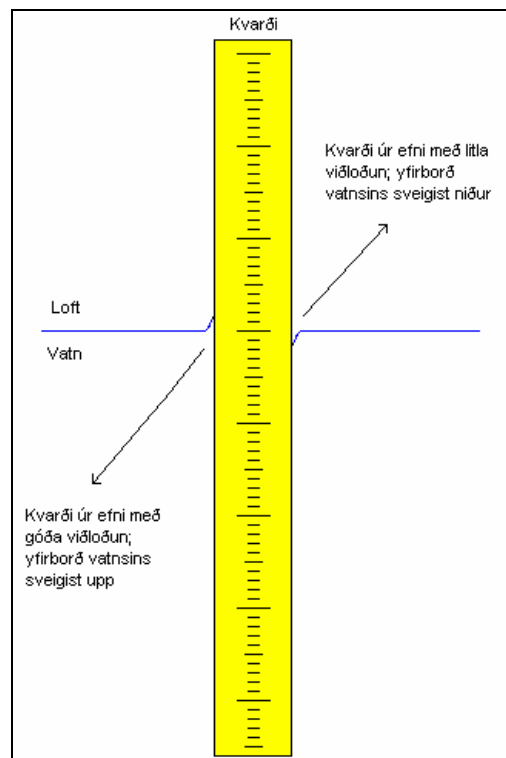
Grensásvegi 9

108 Reykjavík

Merkt: “Smávirkjanir á Austurlandi”

- Á heimasíðu Vatnamælinga (<http://www.vatn.is>) er að finna Excel-skjal þar sem hægt er að reikna út rennsli vatnsfalla ef um er að ræða skilgreint yfirfall. Hægt er að slá vatnshæðarálestra inn í skjalið og er mönnum í sjálfvald sett hvort þeir senda Excel-töfluna eða mælíbækurnar sjálfar til Vatnamælinga til varðveislu.

- Æskilegt er að vatnshæð sé skráð **a.m.k. tvisvar sinnum í viku**. Það gildir þó almennt að því tíðari sem skráningin er, þeim mun nákvæmari eru gögnin. Þar sem aðstæður eru góðar er mælingamönnum því ráðlagt að mæla sem oftast.
- Ef **flóða**, eða annarra breytinga á ánni, verður vart er gott að skrá það hjá sér og e.t.v. auka tíðni skráninga þegar slíkir atburðir eiga sér stað.
- **Veðurlýsingar** og athugasemdir, s.s. varðandi **ísatruflanir**, veita mikilvægar upplýsingar sem geta hjálpað mikið við úrvinnslu gagnanna. Mælingamenn eru því hvattir til að skrá samvisskusamlega allar helstu aðstæður og atvik sem upp koma hverju sinni.
- **Mikilvægt er að ávallt sé lesið af kvarðanum á sama hátt.** Ef fleiri en einn lesa af sama kvarða þarf að samræma aðferðir við aflesturinn. Þetta er mikilvægt t.d. ef öldugangs gætir við kvarðann eða annarrar sveiflu í vatnsborðinu; þá þarf að meta vatnshæðina sem **meðaltal aflesturs yfir a.m.k. eina mínútu**. Einnig er það svo að vegna mismunar á yfirborðsspennu vatns og viðloðunar þess við kvarðann sveigist yfirborð vatnsins **upp** næst kvarðanum, ef kvarðinn er úr efni sem hefur góða viðloðun, en **niður** ef viðloðunin er lítil. Sveigja vatnsins getur numið nokkrum millimetrum næst kvarða. Réttasti aflesturinn felst í því að meta hver vatnshæðin væri ef vatnsyfirborðið svignaði ekki næst kvarðanum. En eins og áður segir er þó mikilvægast að lesa alltaf eins af kvarðanum, **helst með nákvæmni upp á ½ cm**.



Mynd 1: Sveigja á yfirborði vatns næst kvarða vegna mismunar á yfirborðsspennu vatnsins og viðloðunar þess við kvarðann.