

**Fagradalsá og Kaldakvísl, Austur-Héraði:
frumathugun á virkjunarkosti**

**Gunnar Orri Gröndal,
Ríkey Hlín Sævarsdóttir**

FAGRADALSÁ OG KALDAKVÍSL, AUSTUR-HÉRAÐI

- 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 í nóvember 2002	14
7. Frumathugun á virkjun Fagradalsár og Köldukvíslar	18
7.1. Inngangur	18
7.2. Fyrirliggjandi gögn.....	18
7.3. Fyrirkomulag virkjana í Fagradalsá og Köldukvísl.....	19
7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla	20
7.5. Tenging við dreifikerfi RARIK.....	21
7.6. Hagkvæmni	21
7.7. Samantekt	23
8. Heimildir	23
Viðauki I: Greinargerð frá skoðunarferð að Fagradalsá og Köldukvísl og leiðbeiningar um vatnshæðarmælingar á kvarða	25

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: Mögulegur staður fyrir kvarða í Fagradalsá.....	14
Mynd 8: Mögulegur staður fyrir kvarða í Fagradalsá.....	14
Mynd 9: Við mögulegan kvarðastað í Fagradalsá	14
Mynd 10: Fagradalsá. Horft niður að Eyvindará.....	15
Mynd 11: Fagradalsá við mögulegan kvarðastað.....	15
Mynd 12: Kaldakvísl við þjóðveggarbrú.....	15
Mynd 13: Horft upp með Köldukvísl af brú.....	16
Mynd 14: Horft niður með Köldukvísl af brú	16
Mynd 15: Kaldakvísl við brú.....	16
Mynd 16: Kaldakvísl við brú.....	16
Mynd 17: Möguleg staðsetning kvarða í Köldukvísl	17
Mynd 18: Möguleg staðsetning kvarða í Köldukvísl	17
Mynd 19: Langæislína afrennslis Eyvindará, vhm 23. Mælt afrennsli 1952 – 1985	19
Mynd 20: Mögulegt fyrirkomulag virkjana í Fagradalsá og Köldukvísl.....	20

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Yfirlit rennslismælinga í Fagradalsá og Köldukvísl	2
Tafla 2: Skýringar við kort / mynd 5	5
Tafla 3: Berghlaup á Héraði og í nærsveitum þess.....	10
Tafla 4: Mikilvægar staðsetningar við Fagradalsá og Köldukvísl.....	13
Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Fagradalsá.....	20
Tafla 6: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Köldukvísl	21
Tafla 7: Helstu kennistærðir virkjunar í Fagradalsá	22
Tafla 8: Helstu kennistærðir virkjunar í Köldukvísl.....	23

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 rennismælingar 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: Jón Bergsson	1.1.b. Kennitala:
1.1.c. Nafn bæjar/lögbýlis: Ketilsstaðir	1.1.d. Sveitarfélag: Austur-Hérað
1.1.e. Nafn vatnsfalls (og vatnsfalls er það fellur í): Fagradalsá / Kaldakvísl, falla í Eyvindará	

1.2. Vatnsréttindi

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

1.3. Stutt lýsing á aðstæðum

1.3.a. Áætluð hæð inntaks: 43,6	(m.y.s.)
1.3.b. Áætluð hæð frárennslis úr virkjun: 146	(m.y.s.)
1.3.c. Inntaksaðstæður:	1.3.d. Pípuleið:
1.3.e. Áætluð rafmagnsframleiðsla:	a) Til eigin nota: (kW)
	b) Til sölu í almenningsveitu: (MW)
1.3.f. Tenging; fjarlægð í næstu 3-fasa línu:	(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:

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 almannapágu.

Undir þetta ritar: Jón Bergsson	Staður og dagsetning:
Vottur: Óðinn Gunnar Óðinsson	Kennitala: 021158-3569
Vottur: Orri Hrafnelsson	Kennitala: 020339-2689

2. UPPLÝSINGAR UM VATNSFÖLL

Upplýsingar fengnar úr gagnagrunni Vatnamælinga:

	FAGRADALSÁ	KALDAKVÍSL
Heiti vatnsfalls:	Fagradalsá	Kaldakvísl
Vatnsfallsnúmer:	X	11918
Hérað:	Eiðapínghá	Eiðapínghá
Lengd vatnsfalls:	X	X
Flatarmál vatnasviðs:	X	X
Hæð ósa:	X	X
Fjarlægð ósa frá sjó:	X	X
Aðalvatnsfall:	Lagarfljót, vatnsfallsnr. 54	Lagarfljót, vatnsfallsnr. 54
Rennur í vatnsfall:	Eyvindará, vatnsfallsnr. 96	Eyvindará, vatnsfallsnr. 96

Greinargerð frá skoðunarferð að Fagradalsá og Köldukvísl í nóvember 2002 er að finna í viðauka I.

3. UPPLÝSINGAR UM RENNSLISMÆLINGAR

Ein rennismæling er til í hvorri ánni. Rennislíkan frá einkennandi vatnshæðarmæli vantar.

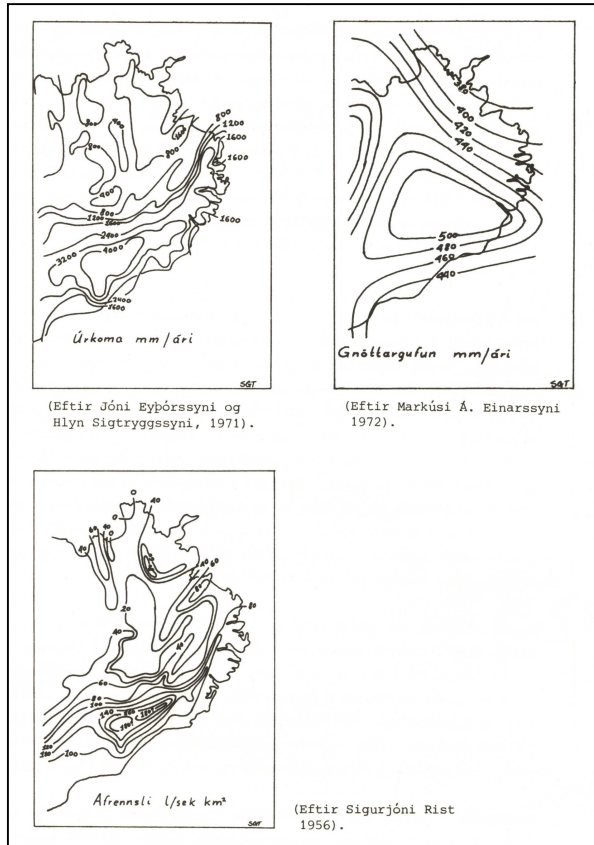
Yfirlit rennismælinga í fyrirhuguðum virkjunarám á Austurlandi										
Umsókn nr. 13: Fagradalsá og Kaldakvísl; falla í Eyvindará										
Staðar-númer	Vhm-númer	Dagsetn. og tími mælingar	Nafn vatnsfalls og rennismælistaður	Q ₁ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)	Gráður (Hjörsey)				Athugasemdir
						Gr. N	Mín. N	Gr. V	Mín. V	
	23	910916-1450	Fagradalsá, undir brú	0,44						(Ál. á vhm. 23 var ca. 141 cm)
	23	910916-1545	Kaldakvísl, 50 m neðan brúar	0,435						(Ál. á vhm. 23 var ca. 141 cm)

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 staðsetningu mælistaðanna. Verður það gert innan skamms og þeim gefin staðarnúmer því samhliða.

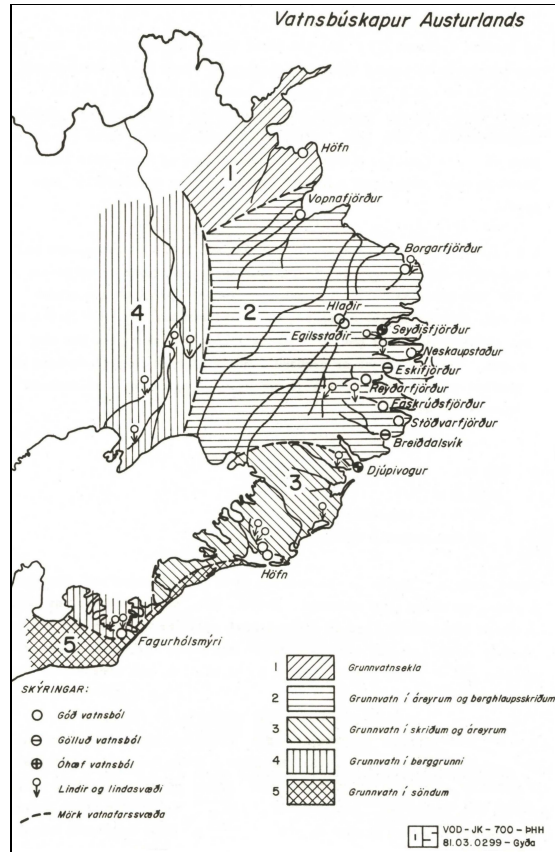
Tafla 1: Yfirlit rennismælinga í Fagradalsá og Köldukvísl

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 Fagradalsár og Köldukvíslar gefur auga leið að hluti textans veitir takmarkaðar upplýsingar um virkjunarmöguleika þeirra. Með heildar jarð- og vatnafræðilega yfirsýn svæðisins í huga var samt ákveðið að birta kaflann nánast í heild sinni.



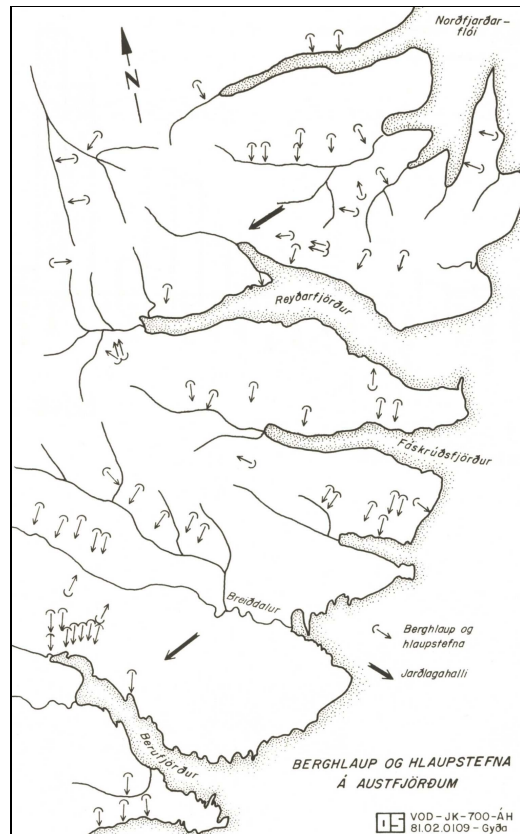
Mynd 1: Árleg meðalúrskoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



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 berghlaupa á Austfjörðum (Árni Hjartarson o.fl., 1981)

4.1. Hérað og Jökuldalur

4.1.1. Jarðfræði – jarðsaga

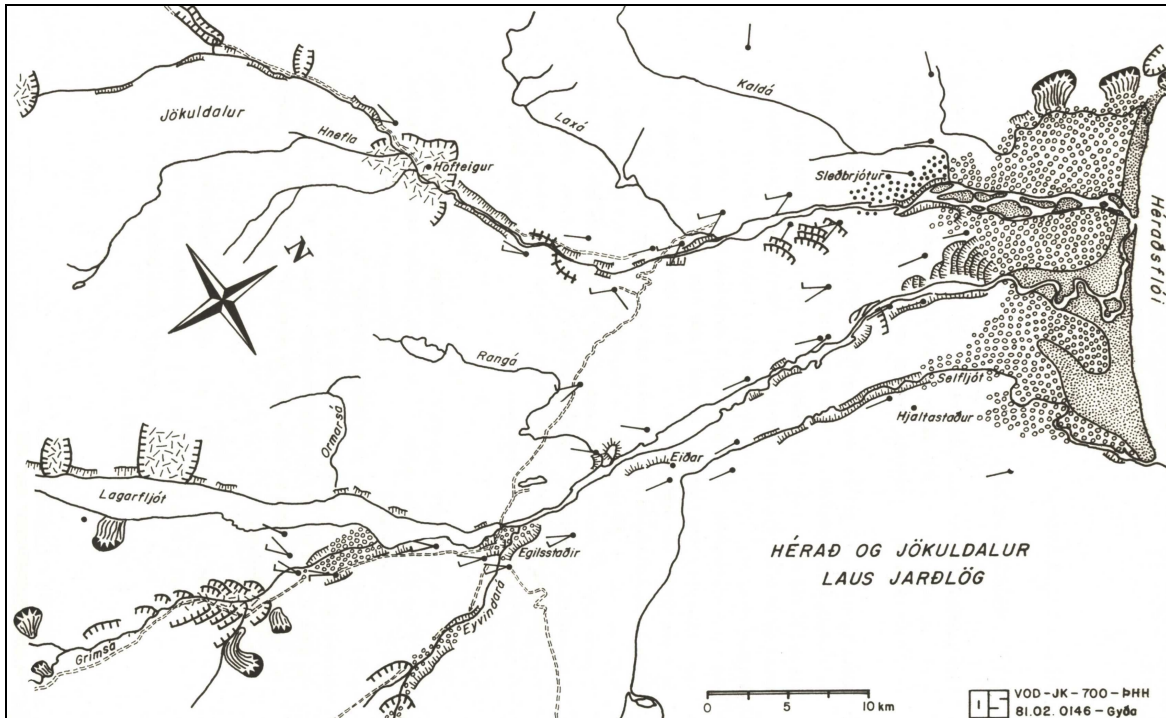
Fáir landshlutar bera jafn glögg merki jökulsvörfunar og Fljótsdalshérað. Hvarvetna getur að líta jökulfáguð hvalbök með rispum og grópum, malarása, vatnsrásir og jökulgarða. Verklag ísaldarjökla leynir sér ekki.

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.

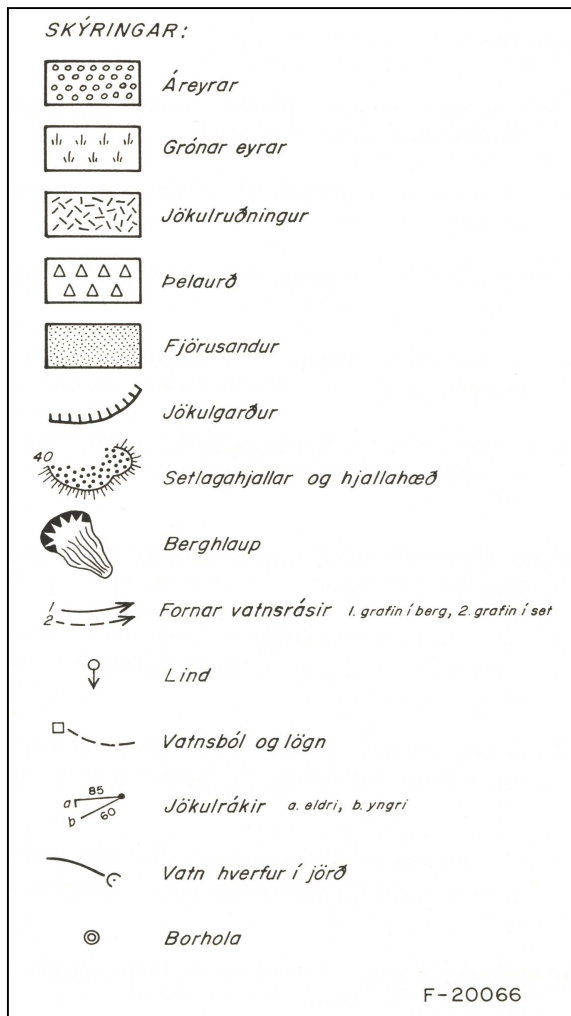
Yngra kerfið er mun ógreinilegra og kemur einungis fram á Héraði, allra yst á Jökuldal og í ofanverðri Jökulsárhlíð. Oftast verður þess aðeins vart í mynd jökulrispa, en einstaka sinnum kemur það fram sem grunnar grópir. Það ber því vott um skammvinnu jökulskrið. Þetta kerfi liggur mismunandi skakkt 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.



Mynd 5: Hérað og Jökuldalur – laus jarðlög



Tafla 2: Skýringar við kort / mynd 5

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 jöklum 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. Aðal ruðningsgarðar þeirra munu þó liggja á sjávarbotni úti í hafsauga.

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 Krókavatnssvæðið 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 þurrlendismóar. 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, rásam og dauðiskötlum 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 Fljótaldalshérað, 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.

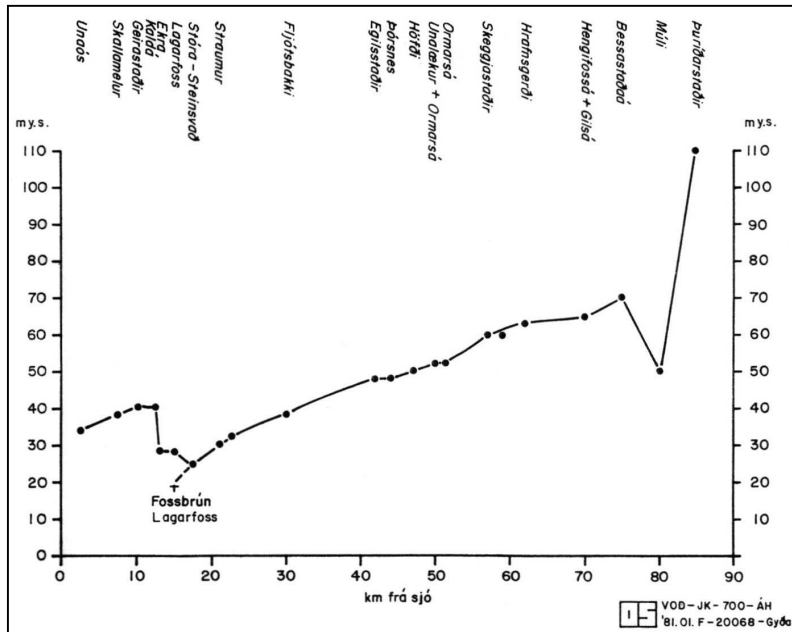
Miklar líkur eru á því, að hólur þessir séu verksummerki jökulsins úr Fljótaldalshéraði. Þeir eru þó um margt einkennilegir og alls ekki einhlítir jökulruðningshaugar. Efnisgerð þeirra er óregluleg eða ekki lagskipt, sandur og mól og allt upp í hnullungssteina. Allt er efnið vel núíð og skolað, þar sem 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 malarásam. 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 Sleðbrjótismóum.

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 lækandi 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: Strandlínur á Héraði og í Jökulsárhlíð

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. Við Lagarfoss verður skyndileg lækkun á hjöllunum niður í 25-30 m en síðan fara þeir nokkuð jafnt hækkandi inn með fljóti og allt upp í 70 m við Bessastaða. 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 stíflað Lagarfljót 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 Lagarfljót 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 Lagarfljót benda til þess að fossbrún Lagarfoss ráði að mestu hjallahæðum í Fljótsdal en hún hefur að líkindum verið litlu hærri 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 Lagarfljót 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.

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 Hrafnsgærði. 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 Selfjót.

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, Hellisheiði	300	1250	0,47	
Smáhlaup sunnan Hellisár	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.
Hallormsstaðbjarg	500	2000	2,2 (3,5)	Ó.J.
Stóribotn og Grafarbotn	380	1000	1,0	
Berghlaup utan Geitadalshjalla	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	
Múlasterkshraun	400	1600	1,7	Ó.J.
Húsahjalli	350	750	0,2	
Kista og Hnútuhyllur	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 Þuríðarstaða	?	?	?	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 ungleg. 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 Hrafnkelssögu 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 íslenski 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 Finnsstaðafloi, Vallanes, Bessastaðanes og dalfyllingin inn af Lagarfljóti.

Rafmagnsveitur ríkisins létu fyrir nokkrum árum gera smávægilegar athuganir á vatnafræðilegum eiginleikum þessara árósaýllinga. 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 uppbotin í skálinni í þverhryggjótum gördum. Hún er öll úr ljósgrýti, all vel gróin. Miklar lindir koma undan framjaðri urðarinnar og mynda nokkra læki. 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. Uppsprettuaugun 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. Rennsli árinna verður því mun jafnara en dragáanna 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 fósra 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 fyrir 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	
Stíflustæði í Fagradalsá	65°	10,833'	14°	20,909'	717770	528114	-
Fyrirhugaður kvarðastaður við Fagradalsá	65°	11,245'	14°	19,824'	718559	528940	+
Fyrirhugaður kvarðastaður við Köldukvísl	65°	12,077'	14°	20,360'	718027	530450	+
Stíflustæði í Köldukvísl	65°	12,070'	14°	21,688'	716995	530361	-

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

Tafla 4: Mikilvægar staðsetningar við Fagradalsá og Köldukvísl

6. LJÓSMYNDIR FRÁ SKOÐUNARFERÐ Í NÓVEMBER 2002

Fagradalsá:



Mynd 7: Mögulegur staður fyrir kvarða í Fagradalsá



Mynd 8: Mögulegur staður fyrir kvarða í Fagradalsá



Mynd 9: Við mögulegan kvarðastað í Fagradalsá



Mynd 10: Fagradalsá. Horft niður að Eyvindará



Mynd 11: Fagradalsá við mögulegan kvarðastað

Kaldakvísl:



Mynd 12: Kaldakvísl við Þjóðveggarbrú



Mynd 13: Horft upp með Köldukvísl af brú



Mynd 14: Horft niður með Köldukvísl af brú



Mynd 15: Kaldakvísl við brú



Mynd 16: Kaldakvísl við brú



Mynd 17: Möguleg staðsetning kvarða í Köldukvísl



Mynd 18: Möguleg staðsetning kvarða í Köldukvísl

7. FRUMATHUGUN Á VIRKJUN FAGRADALSÁR OG KÖLDUKVÍSLAR Á HÉRAÐI

7.1. Inngangur

Efni þessa kafla er frumathugun á hagkvæmni smávirkjana í Fagradalsá og Köldukvísl. 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 sæmilega nákvæmt, en fyrirkomulag virkjana, 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.

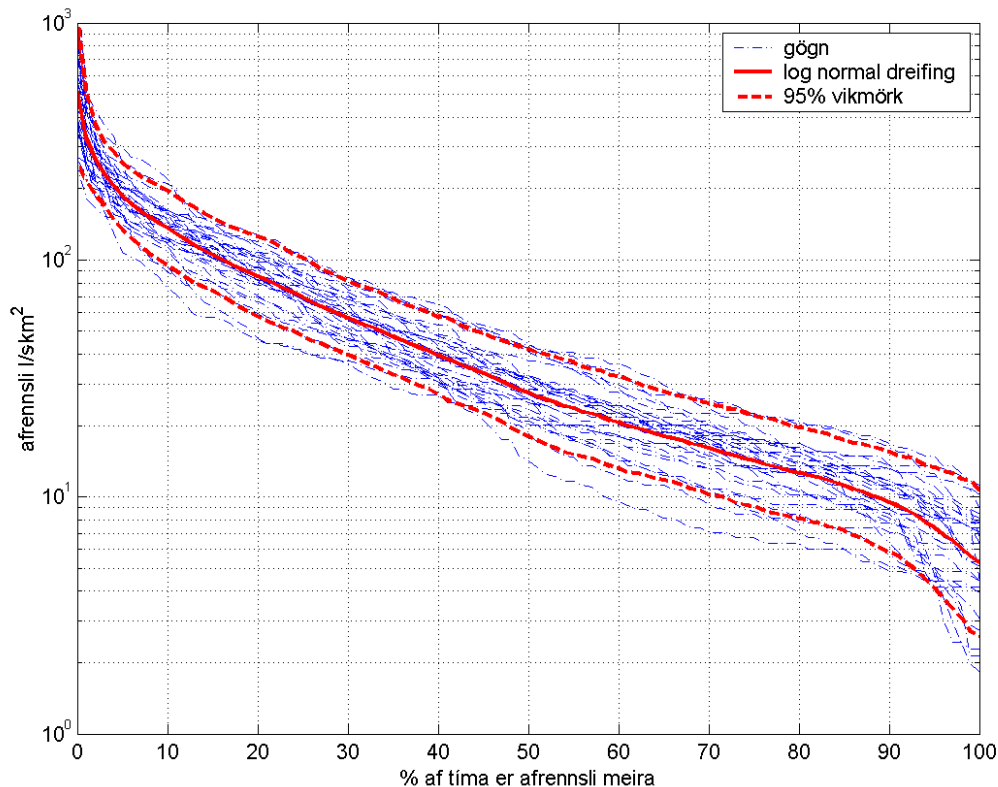
7.2. Fyrirliggjandi gögn

Rennsli Fagradalsár og Köldukvíslar hefur verið mælt einu sinn, hinn 16. september 1991. Reyndist rennsli Fagradalsár um 440 l/s en Köldukvíslar 435 l/s. Stærð vatnasviðanna hefur verið mælt á korti í mælikvarðanum 1:50.000. Við brú á Þjóðvegi er flatarmál vatnasviðs Fagradalsár um 28,0 km², en við inntak mögulegrar virkjunar um 26,0 km². Flatarmál vatnasviðs Köldukvíslar við brú á Þjóðvegi er 30,7 km², en 29,0 km² við inntak mögulegrar virkjunar.

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. Árnar liggja báðar á vatnasviði Eyvindarár, en rennismælistöð (vhm 23) var rekin í Eyvindará um allangt skeið. Jarðfræði vatnasviða Fagradalsár og Köldukvíslar er nokkuð dæmigerð fyrir Eyvindará, sem og úrkomumagn. Þess vegna hentar samanburður við mælistöðina í Eyvindará ágætlega við mat á líklegu lágrennsli Fagradalsár og Köldukvíslar. Rennismælingarnar frá 1991 styðja þetta. Þannig var afrennsli Eyvindarár við mælistöðina 14,2 l/s·km² hinn 16. september 1991 samanborið við 15,6 l/s·km² í Fagradalsá og 14,1 l/s·km² í Köldukvísl, og er munurinn varla marktækur

Mynd 19 sýnir langæislínur afrennslis Eyvindarár. 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 strikálínurnar einu sinni á tuttugu ára fresti að meðaltali. Afrennsli verður venjulega lægst seinni hluta vetrar, fer að jafnaði niður í um 5,3 l/s·km² af vatnasviði Eyvindarár, niður í um 2,6 l/s·km² í þurrkum, en alminnst hefur það orðið 1,8 l/s·km². Skv. þessu eru líkur á að lægsta rennsli

Fagradalsár við inntak fyrirhugaðrar virkjunar sé 137 l/s í meðalári, en fari niður í um 67 l/s í þurrum árum. Líklegt lægsta rennsli Köldukvíslar við inntak fyrirhugaðrar virkjunar er 152 l/s í meðalári og 75 l/s í miklum þurrkum.

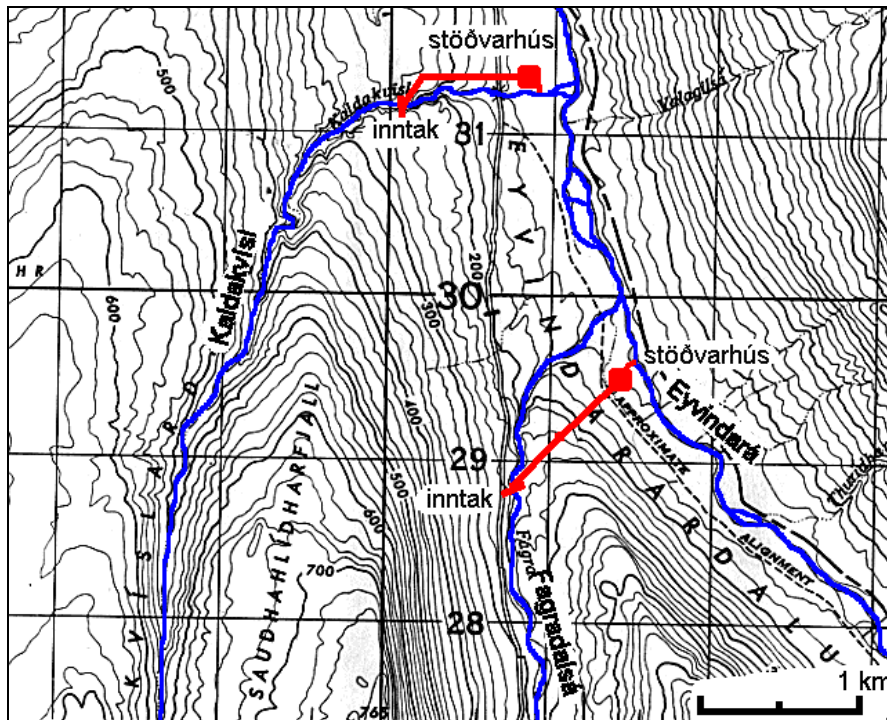


Mynd 19: Langæislína afrennslis Eyvindarár við Egilsstaði, vhm 23. Mælt afrennsli 1952 – 1985

7.3. Fyrirkomulag virkjana í Fagradalsá og Köldukvísl

Mynd 20 sýnir tillögu að fyrirkomulagi virkjana í Fagradalsá og Köldukvísl. Í Fagradalsá er gert ráð fyrir að áin yrði stífluð og inntak reist í um 240 m y.s í mynni Fagradals. Frá inntaki yrði vatn leitt um 300 – 400 m í lágbrýstípi að fjallsbrún, um 500 m leið í hábrýstípi niður að stöðvarhúsi í 140 m y.s. Fallhæð skv. þessari tillögu er 100 m.

Aðstæður í Köldukvísl virðast vera nokkru erfiðari, þar sem hún rennur í þröngu gili úr Kvíslardal. Gert er ráð fyrir að unnt verði að stífla hana og reisa inntaksmannvirki í 230 m y.s. Vatnið yrði leitt 100 – 200 m um lágbrýstípi út úr gilin og niður fjallshlíðina í 500 – 600 m langri hábrýstípi að stöðvarhúsi í um 130 m y.s. Fallhæð yrði skv. þessu um 100 m. Það er mikilvægt að hanna inntaksmannvirki með þeim hætti að þau haldist opin í frostum að vetri, en jafnframt að þau stíflist ekki af aurburði í leysingum. Þetta er sérstaklega mikilvægt í Köldukvísl þar sem árfarvegurinn er mjög brattur. Með þessu er reynt að koma í veg fyrir rekstrarerfiðleika sem tryggir að rekstrarkostnaður fari ekki úr böndum.



Mynd 20: Mögulegt fyrirkomulag virkjana í Fagradalsá og Köldukvísl

7.4. Uppsett afl og raforkuframléiðsla

Heppileg tilhögun á virkjun er að lágmarka þann tíma sem raforkuframléiðsla stöðvast vegna vatnsskorts. Í hvorugu tilfellinu er gert ráð fyrir miðlun, þ.a. hönnunarrennsli er ákveðið 137 l/s í Fagradalsá en 152 l/s í Köldukvísl. Uppsett afl verður þá 96 kW í Fagradalsá og 107 kW í Köldukvísl. Með því að velja svo lágt hönnunarrennsli eins og gert er hér er tryggt að virkjunin vinni á fullum afköstum allan ársins hring í meðalári. Þó er hætta á að framléiðslan detti niður í 2 – 3 vikur í þurrustu vatnsárunum, sbr. töflur 5 og 6. Við nánari útfærslu á virkjununum þarf að taka afstöðu til þess hvaða hönnunarrennsli hámarkar hagkvæmni en tryggir jafnframt nauðsynlegt rekstraröryggi.

hluti árs %	meðalár				þurrt ár			
	rennsli m ³ /s	virkað rennsli m ³ /s	afl frá virkjun kW	raforku framléiðsla kWh	rennsli m ³ /s	virkað rennsli m ³ /s	afl frá virkjun kW	raforku framléiðsla kWh
0	13	0,14	96		6,7	0,14	96	
10	3,5	0,14	96	83796	2,5	0,14	96	83796
20	2,2	0,14	96	167591	1,5	0,14	96	167591
30	1,5	0,14	96	251387	1,0	0,14	96	251387
40	1,0	0,14	96	335183	0,71	0,14	96	335183
50	0,71	0,14	96	418978	0,47	0,14	96	418978
60	0,54	0,14	96	502774	0,34	0,14	96	502774
70	0,42	0,14	96	586570	0,27	0,14	96	586570
80	0,33	0,14	96	670366	0,21	0,14	96	670366
90	0,25	0,14	96	754161	0,15	0,14	96	754161
100	0,14	0,14	96	837957	0,067	0,067	47	820407

Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframléiðslu virkjunar í Fagradalsá

hluti árs %	meðalár				þurrt ár			
	rennsli m ³ /s	virkað rennsli m ³ /s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh	rennsli m ³ /s	virkað rennsli m ³ /s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh
0	15	0,15	107		7,5	0,15	107	
10	3,9	0,15	107	93464	2,7	0,15	107	93464
20	2,5	0,15	107	186929	1,7	0,15	107	186929
30	1,7	0,15	107	280393	1,2	0,15	107	280393
40	1,1	0,15	107	373858	0,79	0,15	107	373858
50	0,80	0,15	107	467322	0,52	0,15	107	467322
60	0,60	0,15	107	560787	0,38	0,15	107	560787
70	0,46	0,15	107	654251	0,30	0,15	107	654251
80	0,37	0,15	107	747715	0,24	0,15	107	747715
90	0,28	0,15	107	841180	0,17	0,15	107	841180
100	0,15	0,15	107	934644	0,075	0,075	52	915070

Tafla 6: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Köldukvísl

7.5. Tenging við dreifikerfi RARIK

Hugsanlega er mögulegt að tengjast 33 kV háspennulínu, sem liggur um Eyvindarárdal í nokkur hundruð m fjarlægð frá stöðvarhúsunum, og selja þannig raforku inn á dreifikerfi RARIK. RARIK hefur markað sér stefnu varðandi orkukaup frá litlum vatnsaflsvirkjunum, og er meginstefnan eftirfarandi (sbr. bæklinginn „Litlar vatnsaflsvirðjanir“, 2003):

- Allur kostnaður af tengingu við fyrirliggjandi dreifikerfi greiðist af virkjunaraðila
- Árlegur rekstrarkostnaður af tengingu greiðist af virkjunaraðila
- Orkukaup frá smávirðjun verða að leiða til a.m.k. sambærilegs sparnaðar í orkukaupum annars staðar
- Búnaður virkjunar og samrekstur hennar við kerfi RARIK skal vera skv. kröfum Löggildingarstofu og uppfylla tæknilega tengiskilmála og tengireglur RARIK

7.6. 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 Fagradalsá verið á bilinu 14,3 – 19,1 Mkr. Til viðbótar kemur kostnaður vegna tengingar inn á dreifikerfi RARIK, sem gróflega áætlað er ekki undir 1 Mkr. Heildarstofnkostnaður virkjunar í Fagradalsá gæti því verið á bilinu 15,3 – 20,1 Mkr. Gert er ráð fyrir að hægt yrði að taka að láni 80% af stofnkostnaðinum, en afgangurinn yrði fjármagnaður með styrkjum og eigin framlagi virkjunaraðila, vinnu, tækjum o.fl. Ef vaxtastigið er 8% verður fjármagnskostnaður á bilinu 1,0 – 1,3 Mkr/ár. Árlegur rekstrarkostnaður virkjunar gæti verið nálægt 2,5% af byggingarkostnaði eða um 0,36 – 0,48 Mkr/ár. Framleiðslukostnaður á raforku yrði þá á bilinu 1,4 – 1,8 Mkr/ár eða um 1,66 – 2,18 kr/kWh. Tafla 7 er yfirlit yfir helstu kennistærðir virkjunar í Fagradalsá.

Flatarmál vatnasviðs		Stofnkostnaður	
Fagradalsá við þjóðveg	28,2 km ²	kostnaður við virkjun, pr. kW	0,20 Mkr/kW
við fyrirhugað inntak	26,0 km ²	byggingarkostnaður virkjunar	19,1 Mkr
Rennslisspá		kostnaður við tengingu við RARIK	1,0 Mkr
2Q100	0,137 m ³ /s	stofnkostnaður K ₀	20,1 Mkr
20Q100	0,067 m ³ /s	Eigið framlag, styrkir etc. 20% af K ₀	4,0 Mkr
2Q95	0,192 m ³ /s	Lán	16,1 Mkr
meðal	1,47 m ³ /s	Fjármagnskostnaður	
mv. lægstu mælingu í Eyvindará	0,047 m ³ /s	vaxtastig	8%
Hönnunarrennsli virkjunar Q		lánstími	40 ár
	0,137 m ³ /s	jafngreiðslustuðull	0,0839
Fallhæð		greiðslubyrði	1,3 Mkr/ár
hæð inntaks	240 m	Rekstrarkostnaður	
hæð frárennslis	140 m	2,5% af stofnkostnaði á ári	0,48 Mkr/ár
virkuð fallhæð H	100 m	Framleiðslukostnaður	
Uppsett afl			1,8 Mkr/ár
P = 7*Q*H	96 kW		2,18 kr/kWh
hugmynd virkjunaraðila	kW	Gjaldskrá LV 1/2003	
Orkuframleiðsla		sumarorka	1,30 kr/kWh
hámark	837957 kWh/ár	vetrarorka	2,61 kr/kWh
meðalár	837957 kWh/ár	áskriftarafl	10457 kr/kW
þurrt ár	820407 kWh/ár	Orkusala til RARIK	
		Áskriftarafl 83.71% af P	0,84 Mkr/ár
		Sumartaxti 5 mán á ári	0,45 Mkr/ár
		Vetrartaxti 7 mán á ári	1,3 Mkr/ár
		Alls	2,6 Mkr/ár

Tafla 7: Helstu kennistærðir virkjunar í Fagradalsá

Kostnaður við byggingu virkjunar í Köldukvísl er metinn á sama hátt, hann gæti verið á bilinu 16,0 – 21,3 Mkr. Við bætist kostnaður vegna tengingar inn á dreifikerfi RARIK, um 1 Mkr gróflega áætlað. Heildarstofnkostnaður virkjunar í Köldukvísl gæti því verið á bilinu 17,0 – 22,3 Mkr. Ef hægt er að taka að láni 80% af stofnkostnaðinum með 8% vöxtum, og afgangurinn yrði fjármagnaður með styrkjum og eigin framlagi virkjunaraðila verður fjármagnskostnaður á bilinu 1,1 - 1,5 Mkr/ár. Árlegur rekstrarkostnaður virkjunar gæti verið nálægt 2,5% af byggingarkostnaði eða um 0,40 – 0,53 Mkr/ár. Framleiðslukostnaður á raforku yrði þá á bilinu 1,5 – 2,0 Mkr/ár eða um 1,65 – 2,17 kr/kWh. Tafla 8 er yfirlit yfir helstu kennistærðir virkjunar í Köldukvísl.

Ef miðað er við að öll orkuframleiðslan yrði seld til RARIK og að gerður yrði áskriftaraflssamningur má fá hugmynd um mögulegar tekjur. RARIK greiðir fyrir áskriftarafl, sumarorku (maí til sept.) og vetrarorku skv. gjaldskrá Landsvirkjunar. Til viðbótar áskriftarafl ber orkusala að afhenda yfirafl, 16,29% af markafli, þ.e. áskriftarafl yrði 80 kW í Fagradalsárvirkjun en 89 kW í Köldukvíslarvirkjun. Orkusala til RARIK í meðalári gæti numið 2,6 Mkr/ár í fyrra tilvikinu en 2,9 Mkr/ár í því seinna eða í allt nálægt 5,5 Mkr/ár. Í vatnslitlum árum yrði orkusalan nokkru minni og auk þess mun nokkur kostnaður falla til þar sem ekki verður unnt að uppfylla að öllu leyti orkusölusamning. Einnig mun einhver kostnaður falla til árlega vegna tengingar inn á dreifikerfi RARIK. Nauðsynlegt er að hafa þennan kostnað í huga við frekari áætlanagerð.

Flatarmál vatnasviðs		Stofnkostnaður	
Kaldakvísl við þjóðveg	30,9 km ²	kostnaður við virkjun, pr. kW	0,20 Mkr/kW
við fyrirhugað inntak	29,0 km ²	byggingarkostnaður virkjunar	21,3 Mkr
Rennslisspá		kostnaður við tengingu við RARIK	1,00 Mkr
2Q100	0,152 m ³ /s	stofnkostnaður K ₀	22,3 Mkr
20Q100	0,075 m ³ /s	Eigið framlag, styrkir etc. 20% af K ₀	4,5 Mkr
2Q95	0,244 m ³ /s	Lán	17,9 Mkr
meðal	1,64 m ³ /s	Fjármagnskostnaður	
mv. lægstu mælingu í Eyvindará	0,052 m ³ /s	vaxtastig	0,08
Hönnunarrennsli virkjunar Q		lánstími	40 ár
	0,152 m ³ /s	jafngreiðslustuðull	0,0839
Fallhæð		greiðslubyrði	1,5 Mkr/ár
hæð inntaks	230 m	Rekstrarkostnaður	
hæð frárennslis	130 m	2,5% af stofnkostnaði á ári	0,53 Mkr/ár
virkuð fallhæð H	100 m	Framleiðslukostnaður	
Uppsett afl			2,0 Mkr/ár
P = 7*Q*H	107 kW		2,17 kr/kWh
hugmynd virkjunaraðila	kW	Gjaldskrá LV 1/2003	
Orkuframleiðsla		sumarorka	1,30 kr/kWh
hámark	934644 kWh/ár	vetrarorka	2,61 kr/kWh
meðalár	934644 kWh/ár	áskriftarafl	10457 kr/kW
þurt ár	915070 kWh/ár	Orkusala til RARIK	
		Áskriftarafl 83.71% af P	0,93 Mkr/ár
		Sumartaxti 5 mán á ári	0,51 Mkr/ár
		Vetrartaxti 7 mán á ári	1,4 Mkr/ár
		Alls	2,9 Mkr/ár

Tafla 8: Helstu kennistærðir virkjunar í Köldukvísl

7.7. Samantekt

Ofangreind athugun bendir til þess að unnt sé að reisa um 100 kW rennslisvirkjun í Fagradalsá og um 100 kW rennslisvirkjun í Köldukvísl. Virkjanirnar eru vel í sveit settar hvað varðar fjarlægð frá dreifikerfi RARIK. Athugun bendir til að framleiðslukostnaður gæti verið á bilinu 1,65 – 2,18 kr/kWh sem er líklega í efri kantinum á því sem borgar sig að framleiða til sölu inn á almenningsveitu. Stærri virkjanir myndu krefjast miðlunar á vatnsrennsli sem yrði líklega nokkuð dýrt í framkvæmd.

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

Kaldakvísl-Fagradalsá; Eyvindardalur

Mikilvægt er að endurnýja kvarða í Eyvindará við brú ofan Egilsstaða, vhm23, þegar settir verða kvarðar í Köldukvísl og Fögrudalsá og lesa samtímis á alla kvarðana og rennismæla einnig á öllum stöðum, þegar rennismælt er.

Á meðfylgjandi mynd sem tekin er upp eftir Köldukvísl frá brúnni sést vel hvar gott er að setja kvarða þannig að hægt verði að lesa á hann með sjónauka án þess að fara út úr bílnum.

GPS-hnit: 65° 12,077' n.br og 14° 20,360' v.l.



Kaldakvísl séð af brú upp með ánni

Á meðfylgjandi mynd sem tekin er af Fögrudalsá rétt neðan brúar sést hvar gott er að setja kvarða þannig að gott sé að lesa á hann.

GPS-hnit: 65° 11,245' n.br og 14° 19,824' v.l.



Fagradalsá; mynd tekin við brú yfir hana á leiðinni til Mjóafjarðar

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 smávirðjanir og rennslismælingar má nálgast á vefsíðu Orkustofnunar undir liðnum smávirðjanir (<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

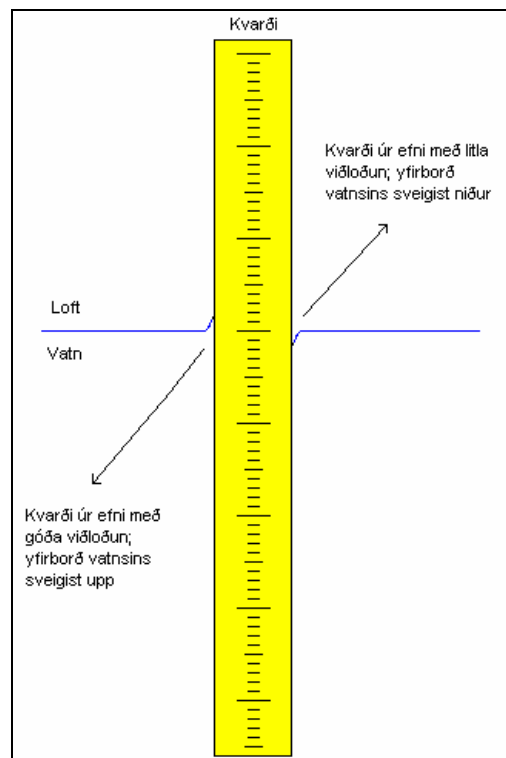
Grensásvegi 9

108 Reykjavík

Merkt: “Smávirðjanir 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.