

**Núpsá og Hurðarbaksá, Austur-Héraði:  
frumathugun á virkjunarkosti**

**Gunnar Orri Gröndal,  
Ríkey Hlín Sævarsdóttir**



# **NÚPSÁ OG HURÐARBAKSÁ AUSTUR-HÉRAÐI - frumathugun á virkjunarkosti -**



## EFNISYFIRLIT

|   |     |
|---|-----|
| <b>Formáli</b> .....  | iii |
| <b>1. Upplýsingar frá umsækjanda</b> .....  | 1   |
| 1.1. Almennar upplýsingar .....   | 1   |
| 1.2. Vatnsréttindi .....  | 1   |
| 1.3. Stutt lýsing á aðstæðum .....  | 1   |
| 1.4. Vitneskja um rennsli.....  | 1   |
| <b>2. Upplýsingar um vatnsfall</b> .....  | 2   |
| <b>3. Upplýsingar um rennslismælingar</b> .....   | 2   |
| <b>4. Jarð- og vatnajarðfræðilegar upplýsingar</b> .....  | 4   |
| 4.1. Hérað og Jökuldalur .....  | 4   |
| 4.1.1. Jarðfræði – jarðsaga.....  | 4   |
| 4.1.2. Berghlaup og skriður .....   | 10  |
| 4.1.3. Vatnafar .....   | 11  |
| <b>5. Mikilvægar staðsetningar</b> .....  | 13  |
| <b>6. Ljósmyndir frá skoðunarferð 18. nóv. 2002</b> .....   | 14  |
| <b>7. Frumathugun á virkjun í Rangá í Hróarstungu</b> .....   | 16  |
| 7.1. Inngangur .....  | 16  |
| 7.2. Fyrirliggjandi gögn.....   | 16  |
| 7.3. Fyrirkomulag virkjunar .....   | 17  |
| 7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla .....  | 18  |
| 7.5. Tenging við dreifikerfi RARIK.....   | 18  |
| 7.6. Hagkvæmni .....  | 18  |
| 7.7. Samantekt .....  | 20  |
| <b>8. Heimildir</b> .....   | 20  |
| <b>Viðauki I: Greinargerð frá skoðunarferð að Núpsá og<br/>leiðbeiningar um vatnshæðarmælingar á kvarða</b> ..... | 21  |

## MYNDASKRÁ

|   |    |
|---|----|
| <b>Mynd 1:</b> Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi .....                     | 3  |
| <b>Mynd 2:</b> Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála ..... | 3  |
| <b>Mynd 3:</b> Smájöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi .....                                   | 3  |
| <b>Mynd 4:</b> Stefna berghlaupa á Austfjörðum .....  | 3  |
| <b>Mynd 5:</b> Hérað og Jökuldalur – laus jarðlög .....   | 5  |
| <b>Mynd 6:</b> Strandlínur á Héraði og í Jökulsárhlíð .....   | 7  |
| <b>Mynd 7:</b> Núpsá við fyrirhugað inntak, horft til suðurs.....                                   | 14 |
| <b>Mynd 8:</b> Núpsá við fyrirh. inntak, horft til vesturs.....                                     | 14 |
| <b>Mynd 9:</b> Hurðarbaksá nálægt fyrirhuguðum stíflustað .....                                     | 14 |
| <b>Mynd 10:</b> Hurðarbaksá (til V) og Núpsá (til H) nálægt fyrirhuguðum stíflustað .....           | 14 |
| <b>Mynd 11:</b> Kvarði í Núpsá (V393) .....   | 15 |
| <b>Mynd 12:</b> Ráðandi þversnið við kvarða (V393).....   | 15 |
| <b>Mynd 13:</b> Kvarði í Núpsá (V393) .....   | 15 |
| <b>Mynd 14:</b> Góður staður fyrir nýjan kvarða í Núpsá .....                                       | 15 |
| <b>Mynd 15:</b> Langæislína Miðhúsaár, vhm 47. Afrennsli skv. mæl. 1949-1989 .....                  | 17 |
| <b>Mynd 16:</b> Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Núps- og Hurðarbaksám.....                        | 17 |

## TÖFLUSKRÁ

|   |    |
|---|----|
| <b>Tafla 1:</b> Yfirlit rennismælinga í Núpsá .....                                 | 2  |
| <b>Tafla 2:</b> Skýringar við kort / mynd 5 .....                                   | 5  |
| <b>Tafla 3:</b> Berghlaup á Héraði og í nærsveitum þess.....                        | 10 |
| <b>Tafla 4:</b> Mikilvægar staðsetningar við Núps- og Hurðarbaksár .....            | 13 |
| <b>Tafla 5:</b> Yfirlit yfir raforkuframléiðslu Núps- og Hurðarbaksárvirkjunar..... | 18 |
| <b>Tafla 6:</b> Helstu kennistærðir Núps- og Hurðarbaksárvirkjunar .....            | 19 |

## FORMÁLI

Í samræmi við niðurstöður ráðgjafanefndar Iðnaðarráðuneytisins um hagkvæmni smávirðjana var Orkustofnun falið að sjá um aðstoð vegna undirbúnings smávirðjana. 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 smávirðjunar, 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 virðjuninni 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](mailto:gog@os.is)

Ríkey Hlín Sævarsdóttir  
Sími 5696069  
Tölvupóstfang [rhs@os.is](mailto:rhs@os.is)





## 1. UPPLÝSINGAR FRÁ UMSÆKJANDA

## 1.1. Almennar upplýsingar

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1.1.a. Nafn: Halldór Sigurðsson  | 1.1.b. Kennitala:                 |
| 1.1.c. Nafn bæjar/lögbýlis: Hjartarstaðir  | 1.1.d. Sveitarfélag: Austur-Hérað |
| 1.1.e. Nafn vatnsfalls (og vatnsfalls er það fellur í): Núpsá og Hurðarbaksá, falla í Selfljót |                                   |

## 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: 110                    | (m.y.s.)                                  |
| 1.3.b. Áætluð hæð frárennslis úr virkjun: 70      | (m.y.s.)                                  |
| 1.3.c. Inntaksaðstæður: Í gili, á flötu landi     | 1.3.d. Pípuleið: Grýtt, slétt             |
| 1.3.e. Áætluð rafmagnsframleiðsla:                | a) Til eigin nota: (kW)                   |
|   | b) Til sölu í almenningsveitu: 5-700 (kW) |
| 1.3.f. Tenging; fjarlægð í næstu 3-fasa línu: 0,5 | (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 fyrirbyggjandi 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: Halldór Sigurðsson | Staður og dagsetning:  |
| Vottur: Orri Hrafnkelsson             | Kennitala: 020339-2689 |
| Vottur: Ágústína Konráðsdóttir        | Kennitala: 130654-4369 |

## 2. UPPLÝSINGAR UM VATNSFÖLL

Upplýsingar fengnar úr gagnagrunni Vatnamælinga:

|                       | NÚPSÁ                       | HURÐARBAKSÁ: |
|-----------------------|-----------------------------|--------------|
| Heiti vatnsfalls:     | Núpsá                       | X            |
| Vatnsfallsnúmer:      | 12018                       | 100399       |
| Hérað:                | Skriðdalur                  | X            |
| Lengd vatnsfalls:     | X                           | X            |
| Flatarmál vatnasviðs: | X                           | X            |
| Hæð ósa:              | X                           | X            |
| Fjarlægð ósa frá sjó: | X                           | X            |
| Aðalvatnsfall:        | Selfljót, vatnsfallnr. 399  | X            |
| Rennur í:             | Selfljót, vatnsfallsnr. 399 | X            |

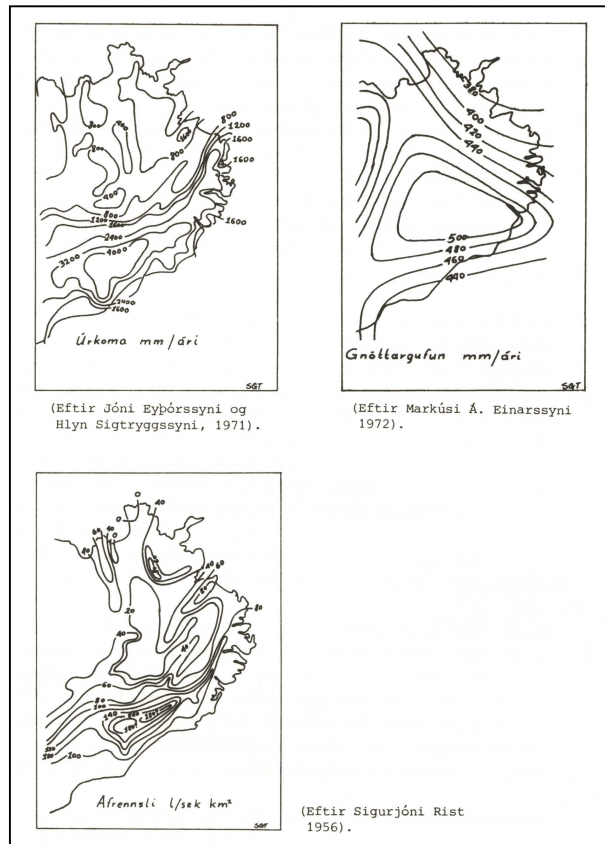
Greinargerð frá skoðunarferð að Núpsá og Hurðarbaksá þann 18. nóvember 2002 er að finna í viðauka I.

## 3. UPPLÝSINGAR UM RENNSLISMÆLINGAR

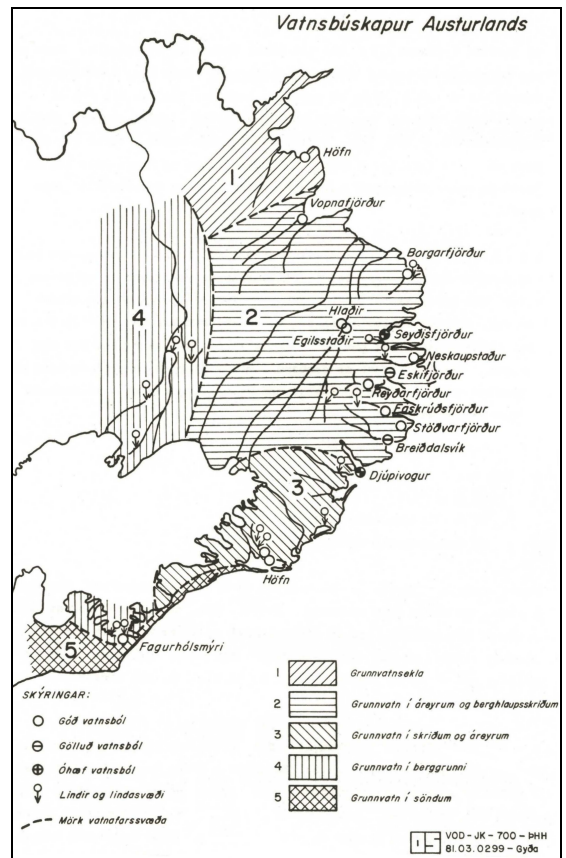
Núpsá var mæld að beiðni Halldórs Sigurðssonar, bónda að Hjartarstöðum í Eiðapinghá, þann 17. sept. 2002 (sjá meðfylgjandi greinargerð í viðauka I). Þá hafði verið komið fyrir kvarða í ánni (vhm 393, V393) og flokkast mælingin því sem lykilmæling. Fyrir tíma kvarðans hafði Núpsá einnig verið mæld einu sinni. Sú mæling flokkast sem hlutamæling þar sem ekki er hægt að tengja rennslisniðurstöðuna vatnshæðarálestri. Engar mælingar eru til í Hurðarbaksá.

| Yfirlit rennslismælinga í fyrirhuguðum virkjunarám á Austurlandi  |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |
|---|-----------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|--------|--------|--------------|--------------|--|
| Umsókn nr. 5: Núpsá og Hurðarbaksá, falla í Selfljót. <i>LYKILMÆLINGAR</i>  |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |
| Staðar-númer  | Vhm-númer | Dagsetn. og tími mælingar | Nafn vatnsfalls og rennslismælistaður | W (cm)                             | Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Gráður (Hjörsey) |        |        |              | Athugasemdir |  |
|   |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    | Gr. N            | Min. N | Gr. V  | Min. V       |              |  |
| V 393   | 393       | 020917-1605               | Núpsá, um 500 m ofan kvarða           | 158                                |                                    | 0,224                              |                  |        |        |              |              | Inni rennslistöðunni er rennsli tveggja lækja sem renna í Núpsá milli vhm og rm-staðar. Áætlað rennsli 15 l/s. |
| <p>Q<sub>1</sub>: Eldri útreikningur á rennsli<br/>           Q<sub>2</sub>: Endurreiknað rennsli í GALVOS. Ef ekkert er tilgreint þá hefur mælingin ekki verið endurreiknuð.</p> |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |
| Yfirlit rennslismælinga í fyrirhuguðum virkjunarám á Austurlandi  |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |
| Umsókn nr. 5: Núpsá og Hurðarbaksá, falla í Selfljót. <i>HLUTAMÆLINGAR</i>  |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |
| Staðar-númer  | Vhm-númer | Dagsetn. og tími mælingar | Nafn vatnsfalls og rennslismælistaður | Q <sub>1</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Gráður (Hjörsey)                   |                  |        |        | Athugasemdir |              |  |
|   |           |                           |                                       |                                    |                                    | Gr. N                              | Min. N           | Gr. V  | Min. V |              |              |  |
|   | 17        | 850311-1405               | Núpsá, Eiðapinghá; Hjartarstaðir      | 0,31                               |                                    |                                    |                  |        |        |              |              | Mæl. 4087, bók 1345.   |
| <p>Q<sub>1</sub>: Eldri útreikningur á rennsli<br/>           Q<sub>2</sub>: Endurreiknað rennsli í GALVOS. Ef ekkert er tilgreint þá hefur mælingin ekki verið endurreiknuð.</p> |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |
| <p>ATH: Mælingin er skráð undir vitlausu vhm-númeri (vhm 17). Verður lagfært við endurreiknun. Eftir er að finna viðeigandi staðarnr. f. mælistað.</p>                            |           |                           |                                       |                                    |                                    |                                    |                  |        |        |              |              |  |

Tafla 1: Yfirlit rennslismælinga í Núpsá



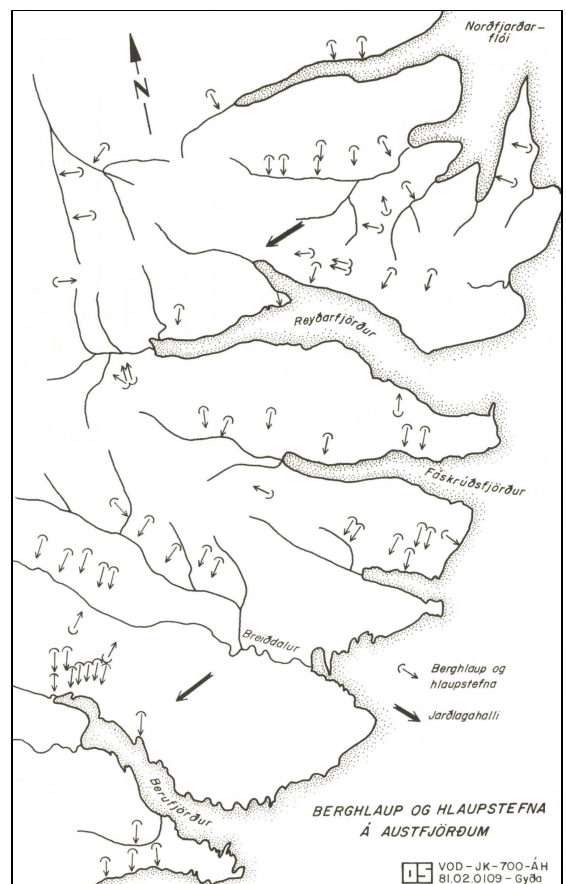
Mynd 1: Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi (Árni H. o.fl., 1981)



Mynd 2: Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála (Árni H. o.fl., 1981)



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



Mynd 4: Stefna berghlaupa á Austfjörðum (Árni H. o.fl., 1981)

## 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 Núpsár og Hurðarbaksár 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.

### 4.1. Hérað og Jökuldalur

#### 4.1.1. Jarðfræði – jarðsaga

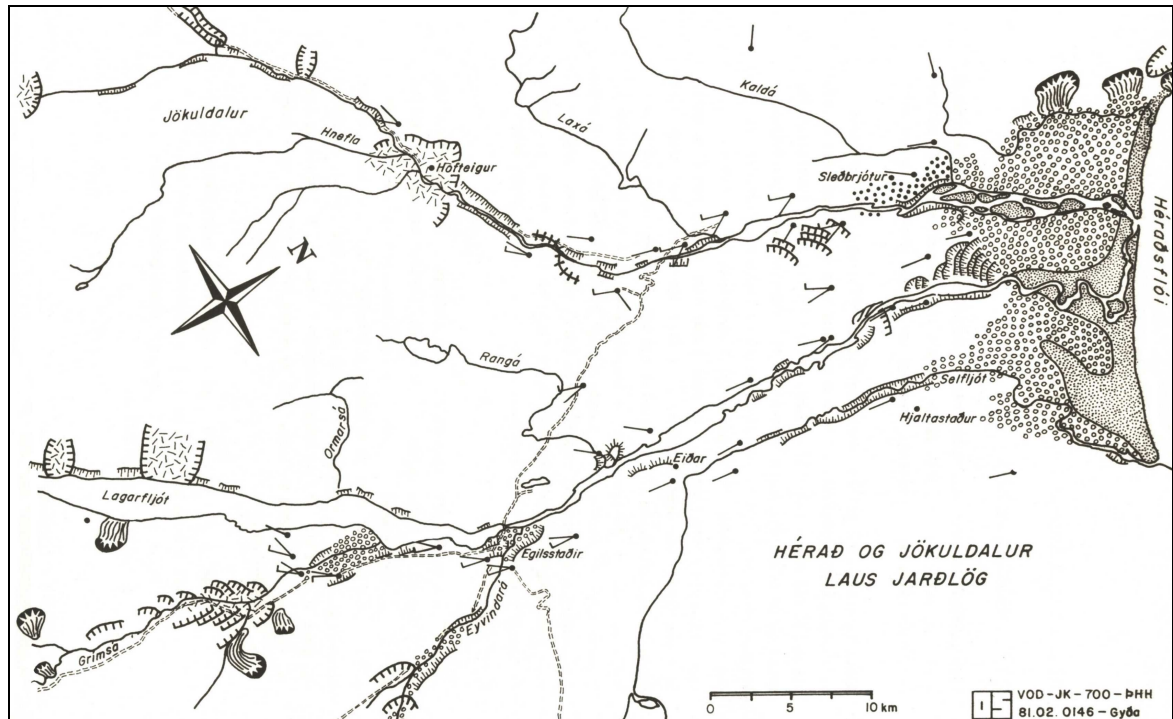
Fáir landshlutar bera jafn glögg merki jökulsvörfunar og Fljótsdalshérað. Hvarvetna getur að líta jökulfáguð hvalbök með rispum og grópum, malarása, vatnsrásir og jökulgarða. Verklag ísaldarjökla leynir sér ekki.

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 jökulskeiði 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.

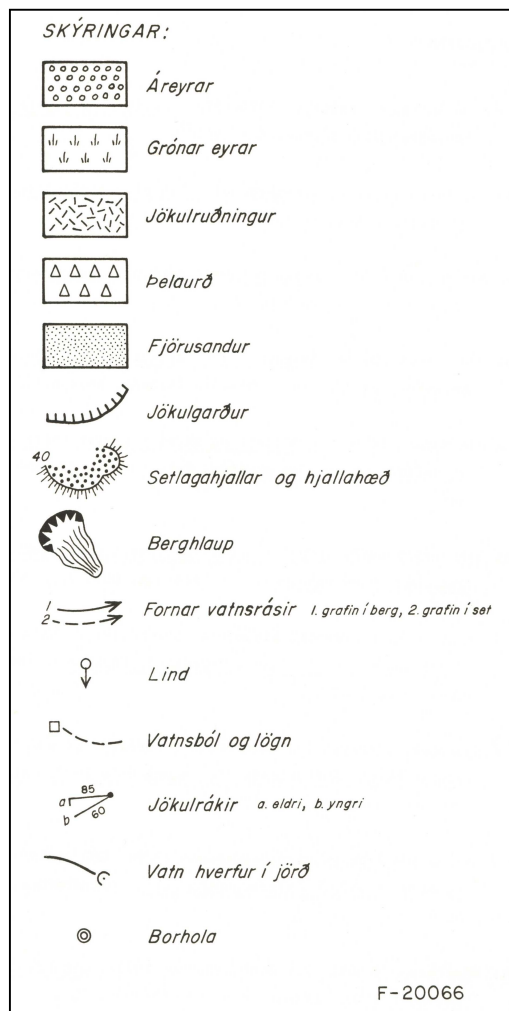
Yngra kerfið er mun ógreinilegra og kemur einungis fram á Héraði, allra yst á Jökuldal og í ofanverðri Jökulsárhlíð. Oftast verður þess aðeins vart í mynd jökulrispa, en einstaka sinnum kemur það fram sem grunnar grópir. Það ber því vott um skammvinnt jökulskrið. Þetta kerfi liggur mismunandi skakkt á eldra kerfið. Mest er misvísunin í mynni Jökuldals og fyrir mynni 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 mynni 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, yfirlit). 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 Surtstaði. 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 Surtstöðum. Steinar, um ½ tonn að þyngd og vel ávalaðir eru algengir. Setfyllan endar allskyndilega skammt utan Surtstaða. 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 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 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 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 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 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 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 Sleðbrjótismóum þvert yfir Héraðið norðan Lagarfoss



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 fjalljökulum og skálarjökulum og þeir senda skriðjökultungur sínar niður í láglandið. Ein slík jökultunga hefur komið af Fljótsdalsheiðinni og teygt sig niður í Lögginn 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 Fljótssdal. 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 <sup>2</sup> ) | 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.         |
| Hallormsstaðabjarg                              | 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                         |              |
| 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 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 km<sup>2</sup>. Rúmtak þeirra er óþekkt en 0,5 km<sup>3</sup> er sennileg tala. Það táknar 16 m meðalþykkt hlaupurðar. 8 berghlaupsurðir, eða tæpur fjórðungur allra hlaupanna, er yfir 1 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2</sup>. 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 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 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 framburðarfillur ána þ.e.a.s. Héraðssandur, nesið milli Rangár og Dagverðargerðis, Egilsstaðanes og Finnsstaðflói, 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 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 berghlaups lind 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 rennslið 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 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 vatnmestu 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-<br>heiti             | Landfræðileg hnit (Hjörsey) |         |       |         | Lamberthnit (Ísnet93) |        | Gæði<br>hnita |
|------------------------------|-----------------------------|---------|-------|---------|-----------------------|--------|---------------|
|                              | Gr. N                       | Mín. N  | Gr. V | Mín. V  | X                     | Y      |               |
| Fyrirhugaður<br>kvarðastaður | 64°                         | 56,062' | 15°   | 02,658' | 686960                | 498503 | 0             |
| Fyrirhugað<br>stíflustæði    | 64°                         | 55,551' | 15°   | 00,918' | 688388                | 497642 | -             |
| Bærinn<br>Víðivallagerði     | 64°                         | 58,481' | 14°   | 59,462' | 689189                | 503147 | 0             |
| Bærinn<br>Sturluflöt         | 64°                         | 55,551' | 15°   | 03,513' | 686346                | 497513 | 0             |

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

**Tafla 4:** Mikilvægar staðsetningar við Núps og Hurðarbaksár

6. LJÓSMYNDIR FRÁ SKOÐUNARFERÐ 18. NÓV. 2002



Mynd 7: Núpsá við fyrirhugað inntak, horft til suðurs



Mynd 8: Núpsá við fyrirh. inntak, horft til vesturs



Mynd 9: Hurðarbaksá nálægt fyrirhuguðum stíflustað



Mynd 10: Hurðarbaksá (til vinstri) og Núpsá (óglöggt til hægri) nálægt fyrirhuguðum stíflustað



Mynd 11: Kvarði í Núpsá (V393)



Mynd 12: Ráðandi þversnið við kvarða (V393)



Mynd 13: Kvarði í Núpsá (V393)



Mynd 14: Góður staður fyrir nýjan kvarða í Núpsá

## 7. FRUMATHUGUN Á VIRKJUN Í NÚPS- OG HURÐARBAKSÁM

### 7.1. Inngangur

Efni þessa kafla er frumathugun á hagkvæmni smávirðjunar í Núps- og Hurðarbaksám. Í frumathugun felst að kannaðir eru helstu þættir sem skipta máli fyrir það hvort grundvöllur er fyrir byggingu virðjunar. Þau atriði sem afstaða var tekin til eru:

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

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

Mat á vatnsrennsli er líklega nokkuð nákvæmt, þótt vissulega sé mögulegt að þar skeiki einhverju. Fyrirkomulag virðjunar, uppsett afl og fallhæð verður hins vegar 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.

Gerð var athugun á þeim möguleika að reisa 44 kW rennslisvirðjun í Núps- og Hurðarbaksám. Hurðarbaksá yrði veitt yfir í Núpsá þar sem þær renna 100 – 200 m frá hvor annarri í um 170 m y.s. og um 70 m fall þaðan yrði vikjað.

### 7.2. Fyrirliggjandi gögn

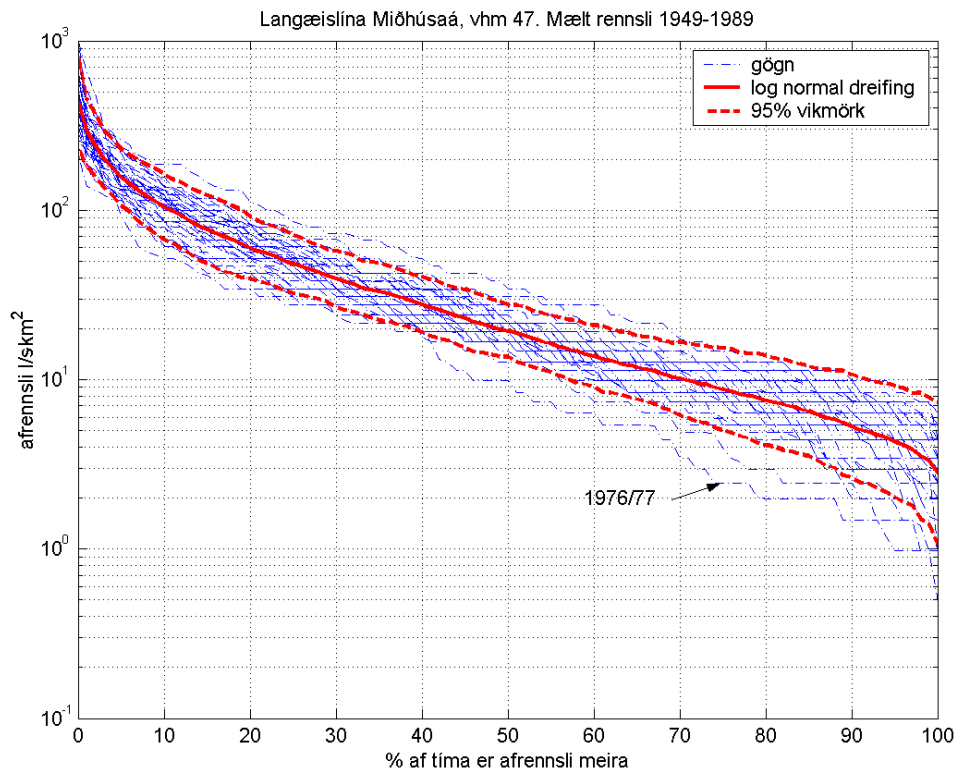
Rennsli Núpsár hefur verið mælt tvisvar, hinn 11. mars 1985, er það reyndist 310 l/s (9,8 l/s·km<sup>2</sup>), og hinn 17. september 2002, er það reyndist 224 l/s (7,1 l/s·km<sup>2</sup>). Rennsli Hurðarbaksár hefur hins vegar ekki verið mælt. Flatarmál vatnasviðs Núpsár við Hjartarstaði er 31,7 km<sup>2</sup>, en flatarmál sameinaðra vatnasviða Núps- og Hurðarbaksáa við inntak fyrirhugaðrar virðjunar er um 32,4 km<sup>2</sup>.

Til þess að fá sæmilega glögga mynd af rennsli til hugsanlegrar virðjunar 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. Í Miðhúsaá við Egilsstaði voru stundaðar vatnamælingar um árabíl, en Miðhúsaá er næsta á þar sem upplýsingar um langtíma rennsli eru tiltækar. Miðhúsaá rennur af jarðfræðilega líku svæði og Núps- og Hurðarbaksár, og úrkomumagn er nokkuð áþekkt, þ.a. hún hentar vel til samanburðar.

Mynd 15 sýnir langæislínur afrennslis Miðhúsaár. 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 á tuttugu ára fresti að meðaltali. Afrennsli verður venjulega lægst seinni hluta vetrar, fer að jafnaði niður í um 2,8 l/s·km<sup>2</sup> af vatnasviði Miðhúsaár, en niður fyrir 1 l/s·km<sup>2</sup> í þurrum árum. Skv. þessu eru líkur á að lægsta sameinað rennsli Núps- og Hurðarbaksáa við inntak fyrirhugaðrar virðjunar sé nálægt 90 l/s í meðalári, en fari niður í um 30 l/s í þurrum árum.



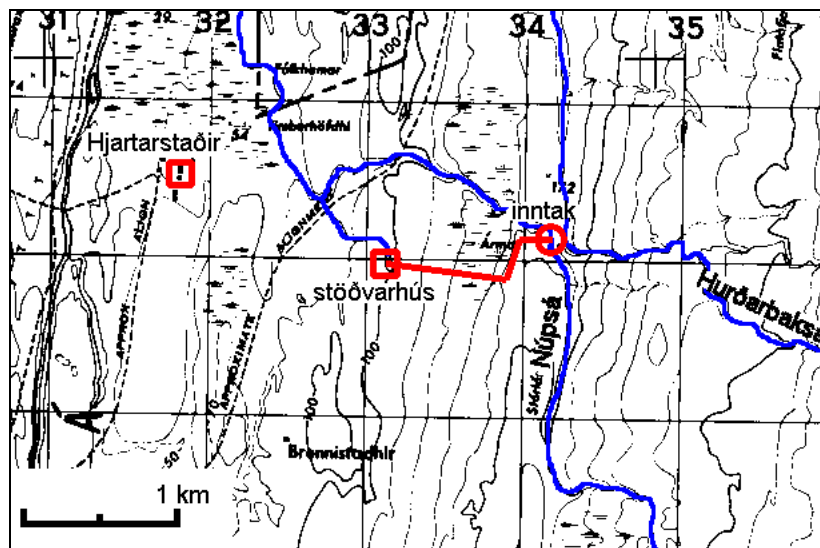
Rennslismælingin frá 17. sept. 2002 bendir þó til að lágrennslið geti verið nokkru meira, en úr því fæst hins vegar ekki skorið án frekari beinna mælinga.



Mynd 15: Langæislína afrennslis Miðhúsaár, vhm 47. Mælt rennsli 1949 – 1989

### 7.3. Fyrirkomulag virkjunar

Mynd 16 sýnir mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Núps- og Hurðarbaksám. Hurðarbaksá yrði stífluð og leidd að inntaki í Núpsá í um 170 m y.s. Frá inntaki yrði vatn leitt um 400 m leið utan í hlíðinni í lágþrýstipípu en um 800 m í háþrýstipípu niður að því er virðist tiltölulega auðvelda leið að stöðvarhúsi. Fallhæð skv. þessari tillögu yrði um 70 m.



Mynd 16: Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Núps- og Hurðarbaksám

#### 7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla

Heppileg tilhögun á virkjun er að lágmarka þann tíma sem raforkuframleiðsla stöðvast vegna vatnsskorts. Þar sem ekki er gert ráð fyrir miðlun, er hönnunarrennsli ákveðið 90 l/s, og uppsett afl verður þá 44 kW. Með þessu er tryggt að virkjunin vinni á fullum afköstum allan ársins hring í meðalári, en hætta er á að framleiðslan detti niður í nokkrar vikur í þurru ári. Tafla 5 er yfirlit yfir raforkuframleiðsluna í meðalári og dæmigerðu þurraári.

| hluti árs % | meðalár (1975/76)                    |   |                    |                         | þurrt ár (1976/77)                   |  |                    |                         |
|-------------|--------------------------------------|---|--------------------|-------------------------|--------------------------------------|--|--------------------|-------------------------|
|             | rennsli við inntak m <sup>3</sup> /s | meðalár virkjað rennsli m <sup>3</sup> /s | afl frá virkjun kW | raforku framleiðsla kWh | rennsli við inntak m <sup>3</sup> /s | þurrt ár virkjað rennsli m <sup>3</sup> /s | afl frá virkjun kW | raforku framleiðsla kWh |
| 0           | 17                                   | 0,090                                     | 44                 |                         | 19                                   | 0,090                                      | 44                 |                         |
| 10          | 2,7                                  | 0,090                                     | 44                 | 38657                   | 4,7                                  | 0,090                                      | 44                 | 38657                   |
| 20          | 1,8                                  | 0,090                                     | 44                 | 77315                   | 2,3                                  | 0,090                                      | 44                 | 77315                   |
| 30          | 1,1                                  | 0,090                                     | 44                 | 115972                  | 1,4                                  | 0,090                                      | 44                 | 115972                  |
| 40          | 0,69                                 | 0,090                                     | 44                 | 154629                  | 0,57                                 | 0,090                                      | 44                 | 154629                  |
| 50          | 0,53                                 | 0,090                                     | 44                 | 193286                  | 0,31                                 | 0,090                                      | 44                 | 193286                  |
| 60          | 0,41                                 | 0,090                                     | 44                 | 231944                  | 0,20                                 | 0,090                                      | 44                 | 231944                  |
| 70          | 0,31                                 | 0,090                                     | 44                 | 270601                  | 0,11                                 | 0,090                                      | 44                 | 270601                  |
| 80          | 0,24                                 | 0,090                                     | 44                 | 309258                  | 0,063                                | 0,063                                      | 31                 | 305915                  |
| 90          | 0,17                                 | 0,090                                     | 44                 | 347915                  | 0,047                                | 0,047                                      | 23                 | 329554                  |
| 100         | 0,094                                | 0,090                                     | 44                 | 386573                  | 0,031                                | 0,031                                      | 15                 | 346440                  |

Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu

#### 7.5. Tenging við dreifikerfi RARIK

Spennistöð og 11 – 19 kV háspennulína liggja í minna en 1 km fjarlægð frá virkjun, og af þeim sökum ætti að vera vel mögulegt að tengjast dreifikerfi RARIK með sölu á raforku í huga. RARIK hefur markað sér stefnu varðandi orkukaup frá litlum vatnsaflsvirkjunum, og er meginstefnan eftirfarandi (sbr. bæklinginn „Litlar vatnsaflsvirkanir”, 2003):

- Allur kostnaður af tengingu við fyrirliggjandi dreifikerfi greiðist af virkjunaraðila
- Árlegur rekstrarkostnaður af tengingu greiðist af virkjunaraðila
- Orkukaup frá smávirkjun 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. Hagkvæmni

Erfitt er að meta stofnkostnað virkjunar nákvæmlega, 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 Núpsá verið á bilinu 6,6 - 8,8 Mkr. Við þetta bætist kostnaður vegna tengingu inn á dreifikerfi RARIK, grófllega áætlað um 1 Mkr. Heildarkostnaður við virkjunina er þá á bilinu 7,6 – 9,8 Mkr. Gert er ráð fyrir að hægt sé 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 0,45 - 0,57 Mkr/ár. Árlegur rekstrarkostnaður virkjunar gæti verið nálægt 2,5% af byggingarkostnaði virkjunar eða um 0,16 – 0,22

Mkr/ár. Framleiðslukostnaður á raforku yrði þá á bilinu 0,61 – 0,79 Mkr/ár eða um 1,58 – 2,06 kr/kWh. Tafla 6 er yfirlit yfir helstu kennistærðir virkjunar í Núpsá.

| Flatarmál vatnasviðs               |                         | Stofnkostnaður                                    |             |
|------------------------------------|-------------------------|---|-------------|
| Núpsá                              | 31,7 km <sup>2</sup>    | einingarverð virkjunar                            | 0,20 Mkr/kW |
| Hurðarbaksá                        | 8,1 km <sup>2</sup>     | kostnaður við virkjun                             | 8,8 Mkr     |
| áætlað virkjað vatnasvið           | 32 km <sup>2</sup>      | kostnaður við tengingu RARIK                      | 1,0 Mkr     |
| <b>Rennslisspá</b>                 |                         | stofnkostnaður K <sub>0</sub>                     | 9,8 Mkr     |
| 2Q100                              | 0,090 m <sup>3</sup> /s | Eigið framlag, styrkir etc. 30% af K <sub>0</sub> | 2,9 Mkr     |
| 20Q100                             | 0,034 m <sup>3</sup> /s | Lán   | 6,9 Mkr     |
| 2Q95                               | 0,138 m <sup>3</sup> /s | <b>Fjármagnskostnaður</b>                         |             |
| meðal                              | 1,376 m <sup>3</sup> /s | vaxtastig   | 8%          |
| mv. lægstu mælingu í Miðhúsaá      | 0,016 m <sup>3</sup> /s | lánstími  | 40 ár       |
| <b>Hönnunarrennsli virkjunar Q</b> |                         | jafngreiðslustuðull                               | 0,084       |
|                                    |                         | greiðslubyrði                                     | 0,57 Mkr/ár |
| <b>Fallhæð</b>                     |                         | <b>Rekstrarkostnaður</b>                          |             |
| hæð inntaks                        | 170 m                   | 2,5% af stofnkostnaði virkjunar                   | 0,22 Mkr/ár |
| hæð frárennslis                    | 100 m                   | <b>Framleiðslukostnaður</b>                       |             |
| virkuð fallhæð H                   | 70 m                    |   | 0,79 Mkr/ár |
| <b>Uppsett afl</b>                 |                         |   | 2,06 kr/kWh |
| P = 7*Q*H                          | 44 kW                   | <b>Gjaldskrá LV 1/2003</b>                        |             |
| hugmynd virkjunaraðila             | 500 kW                  | sumarorka   | 1,30 kr/kWh |
| <b>Orkuframleiðsla</b>             |                         | vetrarorka  | 2,61 kr/kWh |
| hámark                             | 385473 kWh/ár           | áskriftarafl                                      | 10457 kr/kW |
| meðalár                            | 385473 kWh/ár           | <b>Orkusala til RARIK</b>                         |             |
| þurrt ár                           | 345623 kWh/ár           | Áskriftarafl 83.71% af P                          | 0,38 Mkr/ár |
|                                    |                         | Sumartaxti 5 mán á ári                            | 0,20 Mkr/ár |
|                                    |                         | Vetrartaxti 7 mán á ári                           | 0,56 Mkr/ár |
|                                    |                         | Alls  | 1,1 Mkr/ár  |

Tafla 6: Helstu kennistærðir Núps- og Hurðarbaksárvirkjunar

Ef miðað er við að öll orkuframleiðslan yrði seld til RARIK og að gerður yrði áskriftarafllssamningur má fá hugmynd um mögulegar tekjur. RARIK greiðir fyrir áskriftarafl, sumarorku (maí til sept.) og vetrarorku skv. gjaldskrá Landsvirkjunar, þó dragast 5% frá orkuverði fyrir ósamfasa virkjunum. Til viðbótar áskriftarafli ber orkusala að afhenda án endurgjalds yfirafl, 16,29% af markafli. Skv. þessu gæti orkusala til RARIK í meðalári numið um 1,1 Mkr/ár og tekjuafgangur yrði þá 0,3 – 0,5 Mkr/ár.

Tillagan gerir ráð fyrir að virkjun muni keyra undir fullum afköstum í a.m.k. nokkra daga annað hvert ár að meðaltali og allt að þremur mánuðum í mestu þurrkaárum. Af þessu mun hljóta nokkur kostnaður vegna refsigjalda fyrir vanefndir, en auk þessa mun falla til árlegur kostnaður vegna tengingar við dreifikerfi RARIK. Við gerð orkusölusamnings þarf að taka tillit til þessara þátta.

### 7.7. Samantekt

Ofangreind athugun bendir til þess að það geti verið hagkvæmur kostur að reisa 44 kW rennslisvirkjun í sameinuðum Núps- og Hurðarbaksám, að því gefnu að unnt verði að selja orkuna inn á dreifikerfi RARIK. Framleiðslukostnaður raforku gæti orðið á bilinu 1,58 – 2,06 kr/kWh. Minni virkjun, t.d. 15 – 25 kW, ætluð eingöngu til einkanota gæti einnig verið heppilegur kostur, en við það sparast kostnaður vegna tengingar inn á dreifikerfi. Stærri virkjun krefst hins vegar að öllum líkindum miðlunar á vatnsrennslí.

## 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



## Núpsá; Hjartarstöðum. Norður-Héraði

Þann 18. nóvember fóru ÁG og GOG til fundar við Halldór Sigurðsson bónda á Hjartarstöðum í Norður-Héraði. Farið var með Halldóri að Núpsá og aðstæður til mælinga skoðaðar þar. Halldór hafði þegar komið fyrir kvarða í ánni og voru aðstæður við hann metnar og í framhaldi var bent á nýjan stað um 100m neðar en sá sem fyrir er. Nýi staðurinn hefur betra kontról og væntanlega gætir þar minni ístruflana.

Virkjanlegt fall í Núpsá er talið vera um 100m og er lend aðrennslisrípu í kringum 1500 m. Áætlað er að ná megi um 200 l/s úr Núpsá og um 70 l/s úr Hurðarbaksá en henni mæti veita í Núpsá með litlum tilkostnaði. Nauðsynlegt er að mæla Hurðarbaksá samhliða mælingum í Núpsá.

Í september 2002 var Núpsá mæld og taldi Halldór að þá hefði verið lágmarksrennslí sumarsins en ekki er vitað hvort áin fer lægra yfir vetrartímam. Í þessari mælingu sem tekin var nokkur hundruð metrum neðan við fyrirhugaða stíflu reyndist vera liðlega 200 l/s.. Kjarrir vaxnir þýfðir móar eru ríkjandi á svæðinu og að sögn Halldórs eru engar lindir á svæðinu. Sé það rétt má segja að rennslí við mælistað sé það sama og við inntak virkjunarinnar. Það má þó koma fram að þegar farið var að Tókastöðum, sem eru nokkuð sunnar í sveitinni, þá kom í ljós þó nokkuð lindarvatn þar.



Mynd 1: Kvarðinn sem fyrir er í Núpsá



**Mynd 2:** Fyrirhuguð staðsetning nýja kvarða



**Mynd 3:** Hurðarbaksá



## 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 leiðréttu 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 hætta 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 vatnsaflsvirðjanir, kynning og leiðbeiningar um undirbúning*.

## Samantekt og minnisatriði:

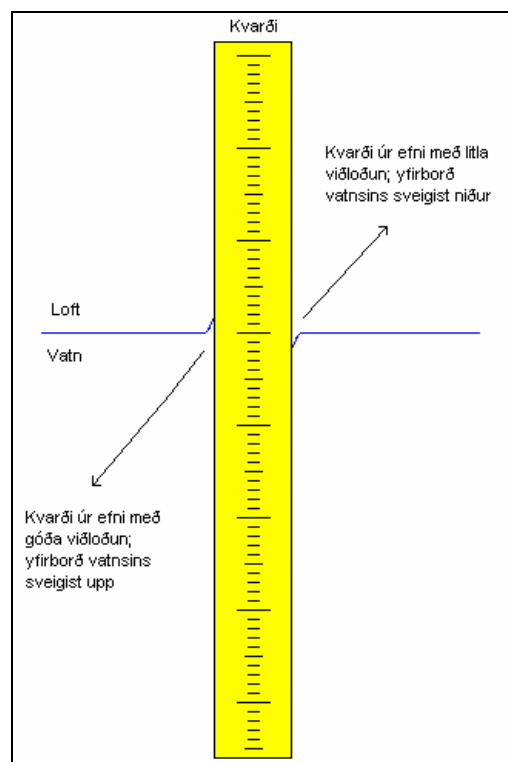
- Mælingamenn geta fengið afhentar mælingabækur frá Vatnamælingum Orkustofnunar sem þeir skrá mælingar sínar í. Mælt er til að skráð sé í *tvíriti* (notast mætti við kalkípappír til að koma í veg fyrir skráningarvillur). Á tveggja mánaða fresti skal svo afritið / frumritið sent til Vatnamælinga til varðveislu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