

Hvítá, Berufirði: frumathugun á virkjunarkosti

**Gunnar Orri Gröndal,  
Ríkey Hlín Sævarsdóttir**

**Greinargerð GOG-RHS-2003-14**

# **HVÍTÁ, BERUFIRÐI**

**- 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> .....	2
4.1. Berufjörður (Beruneshreppur – Búlandshreppur) .....	3
4.1.1. Jarðfræði .....	3
4.1.2. Jarðsaga .....	6
4.1.3. Berghlaup .....	7
4.1.4. Vatnafar .....	7
<b>5. Mikilvægar staðsetningar</b> .....	9
<b>6. Ljósmyndir frá skoðunarferð 4. des. 2002</b> .....	10
<b>7. Frumathugun á virkjun í Hvítá í Berufirði</b> .....	12
7.1. Inngangur .....	12
7.2. Fyrirliggjandi gögn.....	12
7.3. Fyrirkomulag virkjunar .....	13
7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla .....	14
7.5. Hagkvæmni .....	14
7.6. Samantekt.....	15
<b>8. Heimildir</b> .....	16
<b>Viðauki I: Greinargerð frá skoðunarferð að Hvítá og</b> leiðbeiningar um vatnshæðarmælingar á kvarða.....	17

## MYNDASKRÁ

<b>Mynd 1:</b> Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi .....	4
<b>Mynd 2:</b> Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála .....	4
<b>Mynd 3:</b> Smájöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi .....	4
<b>Mynd 4:</b> Stefna berghlaupa á Austfjörðum .....	4
<b>Mynd 5:</b> Berufjarðarbotn – laus jarðlög .....	5
<b>Mynd 6:</b> Berufjörður – laus jarðlög .....	5
<b>Mynd 7:</b> Fyrirhuguð veita .....	10
<b>Mynd 8:</b> Fyrirhuguð veita .....	10
<b>Mynd 9:</b> Fyrirhuguð veita .....	10
<b>Mynd 10:</b> Horft út Berufjörð .....	11
<b>Mynd 11:</b> Frá álestrarstað .....	11
<b>Mynd 12:</b> Frá álestrarstað .....	11
<b>Mynd 13:</b> Langæislína Fossár í Berufirði, vhm 148 .....	13
<b>Mynd 14:</b> Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Hvítá .....	14

## TÖFLUSKRÁ

<b>Tafla 1:</b> Yfirlit rennslismælinga í Hvítá .....	2
<b>Tafla 2:</b> Mælinganiðurstöður S. Rist frá 1955 .....	3
<b>Tafla 3:</b> Skýringar við kort / myndir 5 og 6 .....	6
<b>Tafla 4:</b> Berghlaup í Berunesi og Búlandshreppum .....	7
<b>Tafla 5:</b> Lindamælingar í Berunes- og Búlandshreppum .....	8
<b>Tafla 6:</b> Mikilvægar staðsetningar við Hvítá .....	9
<b>Tafla 7:</b> Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Hvítá .....	15
<b>Tafla 8:</b> Helstu kennistærðir virkjunar í Hvítá .....	15

## FORMÁLI

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

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

Reykjavík, 5. nóvember 2003

Gunnar Orri Gröndal  
Sími 5696025  
Tölvupóstfang [gog@os.is](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: Helgi Þ. Jónsson	1.1.b. Kennitala:
1.1.c. Nafn bæjar/lögbýlis: Urðarteigur	1.1.d. Sveitarfélag: 765 Djúpivogur
1.1.e. Nafn vatnsfalls (og vatnsfalls er það fellur í): Hvítá, fellur í sjó í Berufirði	

### 1.2. Vatnsréttindi

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

### 1.3. Stutt lýsing á aðstæðum

1.3.a. Áætluð hæð inntaks: 120	(m.y.s.)
1.3.b. Áætluð hæð frárennslis úr virkjun: 10	(m.y.s.)
1.3.c. Inntaksaðstæður: Í gili	1.3.d. Pípuleið: Klettótt, grýtt, slétt
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? Sigurjón Rist; 1950-1960
1.4.b. Mælistífla, hve lengi í rekstri?
1.4.c. Annað, sem talið er skipta máli: S. Rist tók margar stakar mælingar á árunum milli 1950-1960

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: Helgi Þ. Jónsson	Staður og dagsetning:
Vottur: Ragnar Eiðsson	Kennitala: 261145-2279
Vottur: Ólafur Hjaltason	Kennitala: 060150-3119

## 2. UPPLÝSINGAR UM VATNSFALL

Upplýsingar fengnar úr gagnagrunni Vatnamælinga:

Heiti vatnsfalls: Hvítá  
 Vatnsfallsnúmer: 12207  
 Hérað: Berufjörður  
 Lengd vatnsfalls: X  
 Flatarmál vatnasviðs: X  
 Hæð ósa: X  
 Fjarlægð ósa frá sjó: X  
 Aðalvatnsfall: X  
 Rennur í vatnsfall: X

Greinargerð frá skoðunarferð að Hvítá þann 4. desember 2002 er að finna í viðauka I.

## 3. UPPLÝSINGAR UM RENNSLISMÆLINGAR

Samfara mælingum í tengslum við gerð heimilisvirkjunar við Hvítá árið 1955 var lágrennsli árinna áætlað. Engar mælingar hafa farið fram í vatnsfallinu síðan. Góðar rennismælingar vantar, en e.t.v. mætti beita vatnafarslíkani Vatnamælinga af Fossá á svæðið.

Yfirlit rennismælinga í fyrirhuguðum virkjunarám á Austurlandi										
Umsókn nr. 22: Hvítá, fellur í Berufjörð										
Staðar- númer	Vhm- númer	Dagsetn. og tími mælingar	Nafn vatnsfalls og rennismælistaður	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	
	25	550729-0000	Hvítá við Urðarteig	0,05						Mæl. 629A, bók nr. 18. Mælingin er áætlað lágrennsli árinna.

Q<sub>1</sub>: Eldri útreikningur á rennsli  
 Q<sub>2</sub>: Endurreiknað rennsli í GALVOS. Ef ekkert er tilgreint þá hefur mælingin ekki verið endurreiknuð.

ATH: Eftir er að finna staðarnúmer fyrir mælingarnar, verður gert þegar staðsetning mælistaðanna verður fundin.

**Tafla 1:** Yfirlit rennismælinga í Hvítá

## 4. JARÐ- OG VATNAJARÐFRÆÐILEGAR UPPLÝSINGAR

Í minnisbók sinni frá 1955 lýsir Sigurjón Rist þeim mælingum sem hann gerði við Hvítá í tengslum við gerð heimilisvirkjunarinnar. Þar segir orðrétt:

Urðarteigur á Berufjarðarströnd (við Djúpavog). Þann 27. júlí 1955

- Mælt fyrir heimilisvirkjun við Hvítá.
- Nálægt 100 m hæð yfir sjó er hægt að ná Hvítá upp úr farvegi sínum, og hefur verið gert áður til að fá læk úr henni niður að Urðarteigi.



- Ég áætla 6-10 dagsverk að ná ánni allri við lægstu vatnsstöðu hennar. Einstaka steina þyrfti að sprengja. Ágæt virkjunaraðstaða er heima við bæinn.
- Tvö stöðvarhússtæði koma til greina, annað innan við snúrustaura um 40 m frá bænum, hitt í lægð 50 m ofar í túni en hið fyrrnefnda.
- Vatnasvið Hvítár við sjávarmál er 9 km<sup>2</sup>, en í 100 m hæðinni 7,5 km<sup>2</sup>.
- Rennslíð mun ekki fara mikið niður fyrir 50 l/s.

#### Mælinganiðurstöður:

Fallhæð (m)	Lengd (m)	Staður
0	0	Hjá snúrustaur (neðra hússtæði)
5,5	50	Steinn í túni (efra hússtæði)
23,9	105	Uppi við klettaskoru
32,7	117	Brún
34,7	130	Urðarhryggur ofan við bæ
34,6	150	Undir klapparnefi (við beygju)
36,7	185	Stíflustæði (Guðm. frá Hoff.)

Tafla 2: Mælinganiðurstöður S.Rist frá 1955

Stíflustæði: Klöpp. Lengd að ofan 7 m. Mesta hæð 1,3 m.

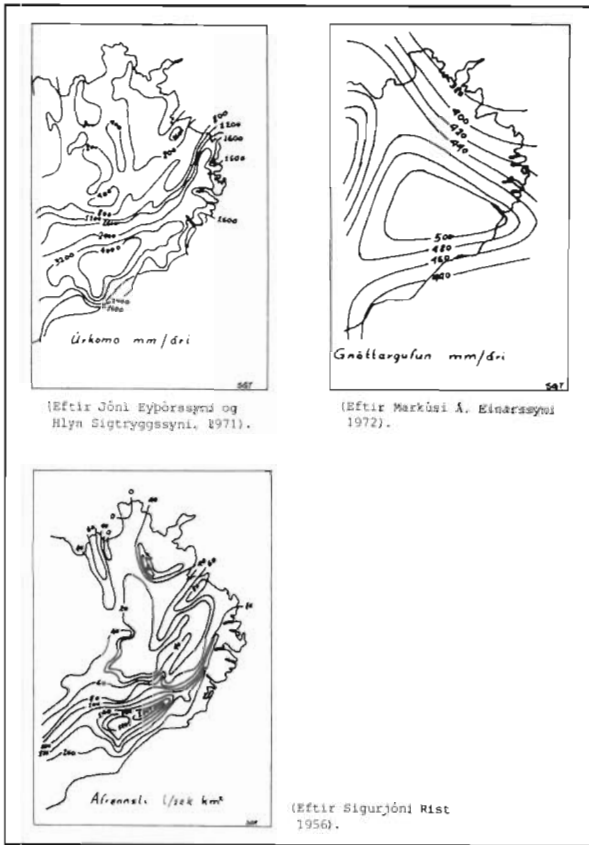
-----

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

#### **4.1. Berufjörður (Beruneshreppur – Búlandshreppur)**

##### **4.1.1. Jarðfræði**

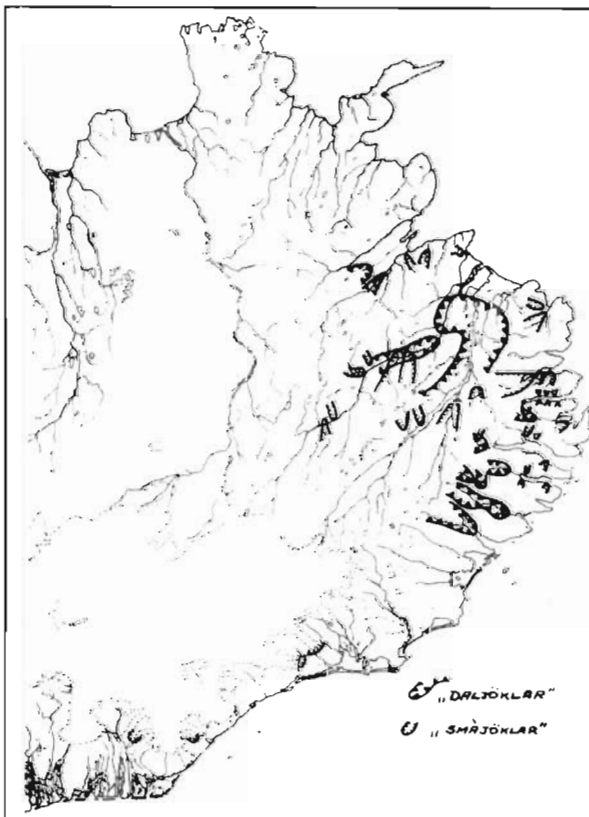
Laus jarðlög við Berufjörð eru að meiri hluta til skriður og berghlaupsurðir (sjá myndir 5 og 6). Þótt jökulruðningur, vatna- og árset séu mikil að vöxtum segja þau athyglisverða sögu um atburðarás á síðjökultíma. Trausti Einarsson (1962 a og b) og Guðmundur Kjartansson (1962) deildu um stærð ísaldarjökla í Berufirði og Hamarsfirði. Trausti hélt því fram, að ísaldarjökla hefðu aldrei náð út úr mynni fjarðarins á síðasta jökulskeiði. Guðmundur áleit hins vegar að jökla hefðu teygst sig langt á haf út á þessu skeiði, og studdist við jökulrispur í Innra-Hálsi. Höfundar þessarar skýrslu hallast að skoðun Guðmundar í þessu máli.



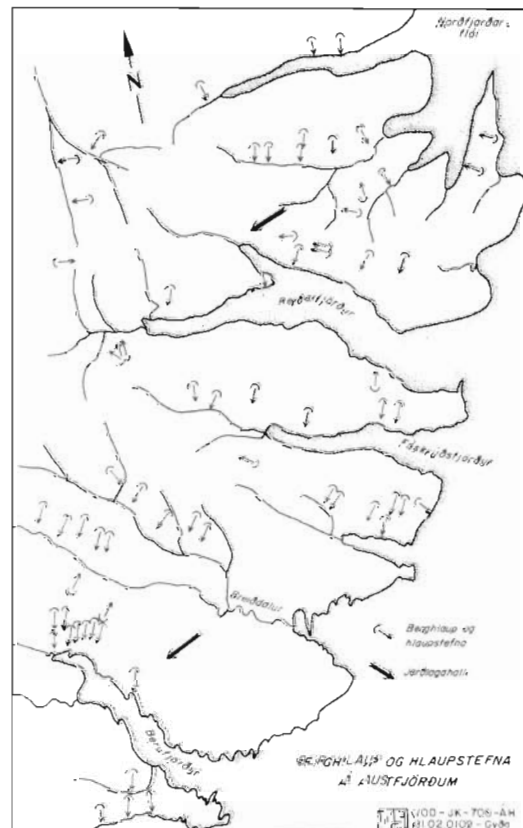
Mynd 1: Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



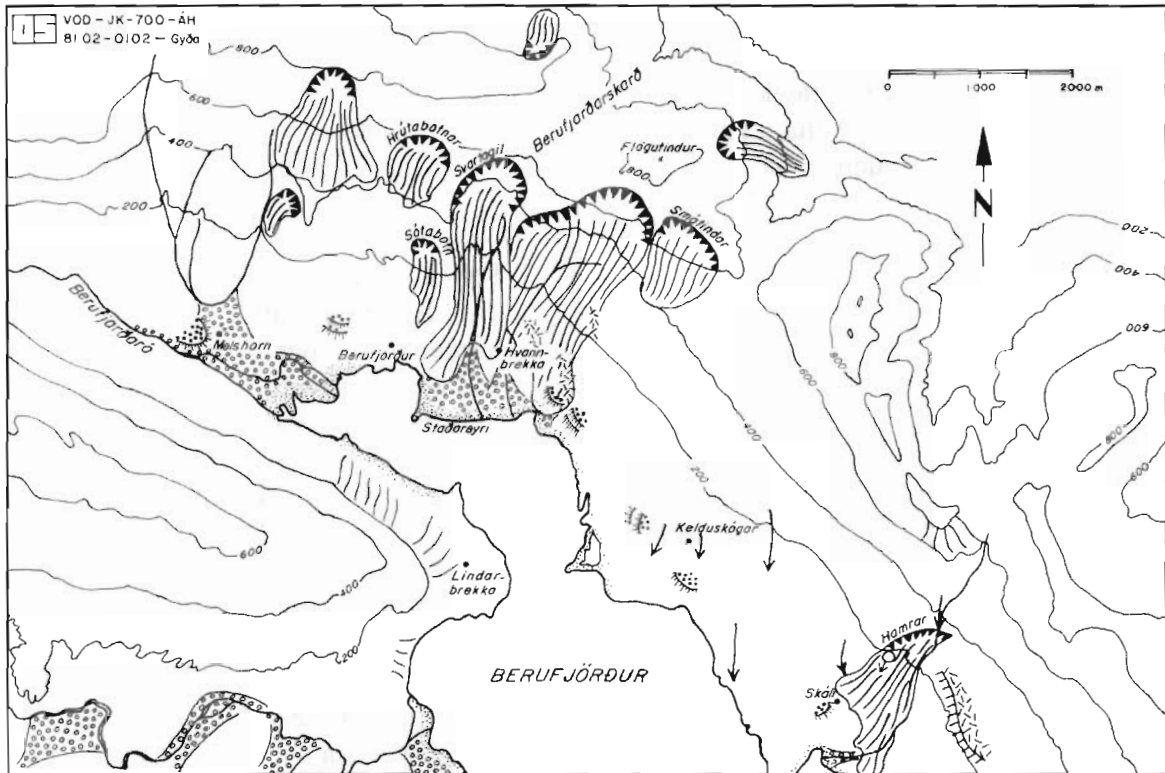
Mynd 2: Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



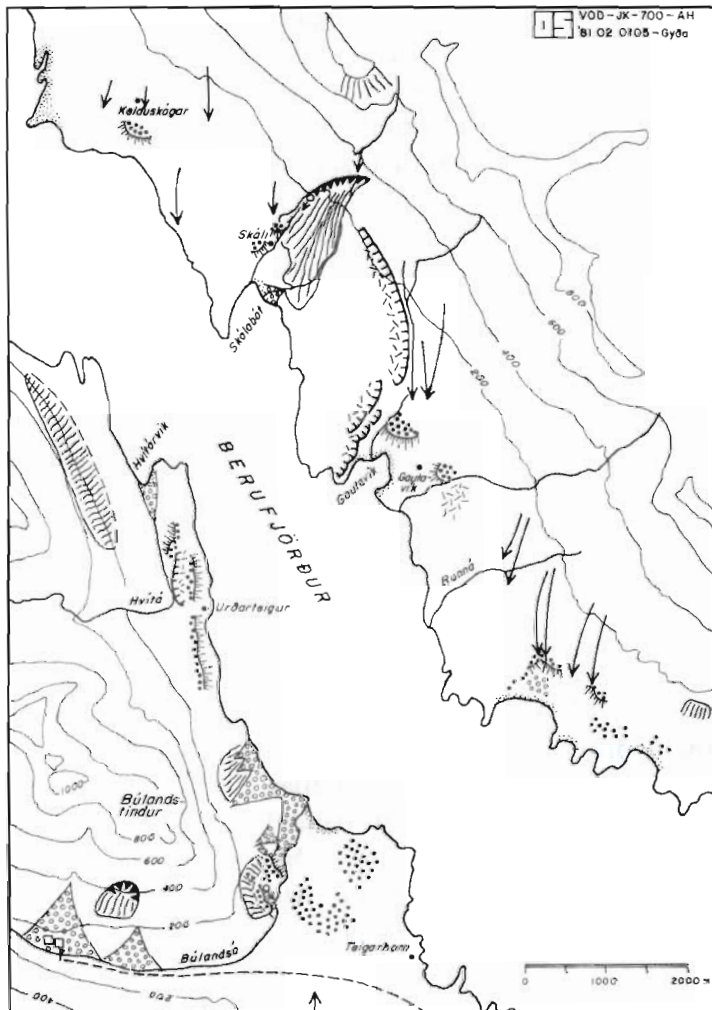
Mynd 3: Smjöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



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



Mynd 5: Berufjarðarbotn – laus jarðlög

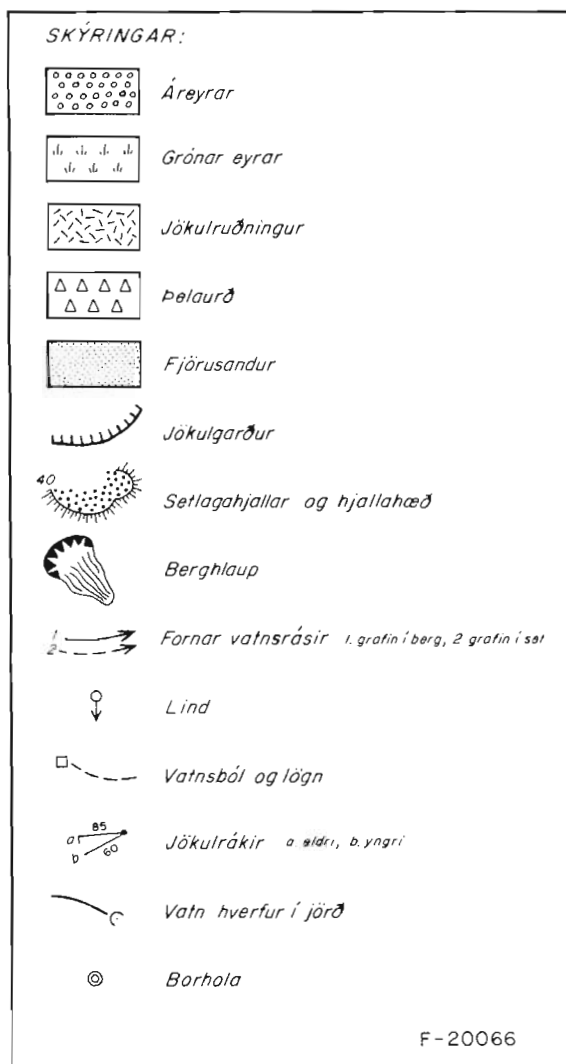


Mynd 6: Berufjörður – laus jarðlög

Jökulruðningur er ekki sérlega útbreiddur í Berufirði. Þó er einn stærsti og fagurskapaðasti jökulgarður á Austurlandi í firðinum. Garðurinn nær óbrotinn um 3 km leið, frá Skálá, í 200 m hæð yfir sjávarmáli, og allt í sjó við innanverða Gautavík. Hann er tvöfaldur hér og þar. Það sem hann er hæstur og efnismestur ris hann 30 – 40 m yfir umhverfi sitt. Þegar hann kemur niður fyrir 40 m yfir sjávarmál við Gautavík lækkar hann mikið og er þar sýnilega sjávarskolaður. Tvær djúpar jaðarrásir skerast á ská upp hliðina rétt utan garðsins og samsíða honum. Þær eru að öllum líkindum grafnar í misgengi eða ganga sem og aðrar skálægar rásir í norðurhliðum Berufjarðar, en þær eru margar. Búðaá fellur

ofaní innri rásina og rennur á kafla á henni. Þar er hún geysidjúp.

Við Urðarteig gegnt Gautavík er mikil jökulruðningsfylla sem ekki hefur þó neina garðlöggun. Eðlilegt er að líta á þessa fyllu sem framhald garðsins við Gautavík. Þess er því að vænta, að fram undan Gautavík gangi neðansjávarhryggur þvert yfir fjörðinn.



Tafla 3: Skýringar við kort / myndir 5 og 6

Forna sjávarhjalla getur víða að líta við Berufjörð allt frá Þiljuvöllum norðan fjarðar og suður í Búlandsdalsmynni. Hjallarnir eru víða tvöfaldir, sá hærri nálægt 40 m yfir sjávarmáli, en hinn lægri um 20 m yfir sjávarmáli. Einna efnismestir eru hjallarnir í mynni Búlandsdals. Þar er hæð efri hjallans 45 – 50 m yfir sjávarmáli. Hann er því að líkindum ekki myndaður í sjó heldur jökullóni. Neðri hjallinn er rúmir 20 m á frambrún en hækkar upp í 40 m upp með Búlandsá.

Ofan við bæinn að Lindarbrekku er afar fornlegt berghlaup í fjallshlíðinni komið úr Flögutindi. Athyglisvert er, að svo er að sjá sem jökull hafi sett mark sitt á neðri hluta þess. Einnig er í því brimþrep og forn strandlína í 40 m hæð yfir sjávarmáli.

#### 4.1.2. Jarðsaga

Á síðasta jökulskeiði teygði Berufjarðarjökull sig á haf út og gróf þá ásamt jökulum úr Hamarsfirði eldra jökulrákakerfið á Hálsunum. Þegar jöklar hopuðu í ísaldarlok var undanhald Hamarsfjarðarjökuls örara en Berufjarðarjökuls. Um tíma flæddi því jökulís úr Berufiði yfir Hálsa og ofan í Hamarsfjörð. Þá grófst yngra rákakerfið á Hálsunum (Guðmundur Kjartansson 1962). Jökullinn hopaði áfram og inn allan Berufjörð. Hversu langt er ekki vitað, ef til vill allt inn undir botn. Í kuldakasti daljöklastigsins gekk hann fram á nýjan leik og ruddi þá upp gördunum hjá Gautavík og Urðarteigi. Síðan hopaði hann aftur og á því hörfunarskeiði virðist berghlaup úr Flögutindi hafa fallið niður á sporð hans. Jökullinn hvarf svo til fjalla en sjór hækkaði við ströndina og náði hæstri stöðu í um

40 m yfir sjávarmáli. Ekki hefur neinna ummerkja frá smájöklaskeiðinu orðið vart í Berufirði. Ummerki þessa stigs fara minnkandi suður alla firði. Sunnan Breiðdals eru þau fágæt.

#### 4.1.3. Berghlaup

Níu berghlaup eru kunn í Beruneshreppi og fjögur í Búlandshreppi. Átta þeirra hnappa sig á litlu svæði í fjallinu ofan við bæinn að Berufirði og setja þar mikið svipmót á landslagið. Brotsárin mynda svört hamrabelti í hlíðinni. Þar neðan undir er hlaupurð í hólum og grjótröstum og úr henni hafa lækir skolað fram ógrynni efnis og myndað Staðareyrina, sem teygir sig langt út í fjörð.

Fegurst og sérkennilegast berghlaupanna er það sem kenna má við Svartabotn út og upp af Berufirði. Svartibotn er nafn á brotskál sem er óvenjulega djúp með 300 m háu og skuggalegu klettapili fyrir botni. Niður undan henni ganga urðarrastir í átt til sjávar og er engu líkara en þær hafi grafið sér farveg er þær hlupu fram. Hlaupið er unlegt. Það er mikil synd að Ólafi Jónssyni skuli ekki hafa auðnast að kanna þetta hlaup og lýsa því í bók sinni svo örvandi sem það verkar á andagift náttúruunnenda.

Sótabotn heitir berghlaupsskál ofan við Berufjörð. Hann kemur við landnámssögu héraðsins en þar hrapaði Sóti, landnámsmaður í Berufirði fyrir björg á hesti sínum og týndust þeir báðir. Þótt Rauðaskriða sé hér talin með berghlaupum er hún á mörkum þess að geta flokkast undir þau. Hún sver sig meira í ætt við hrunkriður. Vert hefði verið að gera berghlaupunum í berufirði öllum skil í texta. Það verður þó ekki gert og verður tafla að duga hér sem fyrr.

Nafn og staður	Fallhæð (m)	Hlauplengd (m)	Flatarmál (km <sup>2</sup> )	Aths.
Hryggir hjá Skála	320	2000	1,0	1,2 * 10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup>
Hlaup úr Smátindum	230	1000	0,4	
Hlaup úr Flögutindi	760	2875	2,0	
Breiðamýri við Hvannbrekku	300	1200	0,5	
Svartagil	600	2750	1,6	10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
Sótabotn	260	1000	0,2	2 * 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Hrútabotnar	150	700	0,3	
Rauðafell	160	700	0,1	
Hlaup ofan Rauðafells	400	1250	0,8	
Hlaup úr Búlandstindi	200	500	0,1	
Hultrar í Hamarsfirði	300	800	0,4	
Rauðaskriða	300	600	0,3	Hrunskriða
Henglar	500	1000	0,5	

Tafla 4: Berghlaup í Berunesi og Búlandshreppum

#### 4.1.4. Vatnafar

Því er ver og miður, að vatnafar Berufjarðar er fljótafgreitt. Grunnvatnsrennsli um berggrunninn er svo snautlega lítið að ekki er á það að minnast og grunnvatn í lausum jarðlögum virðist vera með minna móti. Hryggir ofan skála og Henglar í Hamarsfirði eru einu berghlaup fjarðarins þar sem umtalsverðar lindir finnast.

Bæjarlækurinn að Skála er hreinn lindarlækur. Hann á upptök sín í framhlaupsurðinni. Meginuppspretta hans er í 180 m hæð yfir sjávarmáli vestarlega í hlaupinu skammt neðan Skálaskriðnanna. Vatnsmagn hans 5/2 1980 var 10 – 20 l/s og 2,6 °C eftir langvarandi frost. Neðar með læknum bætast í hann smálindir. Árið 1950 var bæjarlækurinn virkjaður með 5 kW stöð og reyndist vel.

Annar lindalækur, Kaldilækur dregst saman úr lindavætlum neðst í urðinni rétt austan Bæjarlækjar (5 l/s 5/2 1980). Lækir þessir renna niður í Skálabót.

Vatnið úr lindunum er að langmestu leyti komið úr Skálaá og sígur úr henni í urðina þar sem hún fossar inn í hana neðan Skálárgljúfurs. Einhvern tíma, um skamma hríð, hefur áin átt farveg niður með brothömrnunum um Bæjarlækjargilið til sjávar. Nú sígur vatn frá henni um urðina þessa leið og kemur fram í lindunum en áin sjálf hefur fundið sér veg austur af framhlaupsurðinni og niður með henni þar.

Í Rauðuskriðu eru smáar lindir á tveimur stöðum. Þar sem leið er hálfnuð gegnum skriðuna í 15 – 20 m hæð yfir sjó koma upp dreifðar smálindir í grasgeira við skriðufót. Í vesturjaðri skriðunnar kemur upp lækur rétt ofan vegar í 30 m hæð yfir sjó (sjá töflu 5).

Fast innan við Hengla í Hamarsfirði er lækjargil sem breiðir skriðuvæng í sjó. Í austurjaðri hans undir rótum Henglanna eru fallegar lindir sem mynda læk þann sem Vígðilækur nefnist. Um Vígðalæk eru hreppamörk Búlandshrepps og Geithellnahrepps. Lindaaugun eru þrjú og rennur úr þeim í tveimur kvíslum í lítið lón ofan þjóvegarins við Ytri – Henglavík. Ekki eru oss kunnug tildrög nafngiftarinnar á læknum, en eitt er víst, að hér er um afbragðsvatn að ræða sem vígslan hefur vart geta spillt (sjá töflu 5).

Undan hærra hjallanum í Búlandsdalsmyggi koma fram lindir í gili Búlandsár. Hugmyndir hafa verið uppi um að nýta þær í vatnsveitu Djúpavogs. Þær hafa því verið mældar nokkrum sinnum (sjá töflu 5). Lindirnar koma fram á 4 – 5 m hæðarbili í kringum 40 m yfir sjó, á mörkum malar og leirlags. Þær nærast á regnvatni sem dregst að þeim af um 0,3 km<sup>2</sup> svæði í dalsmyggi. Það er því eðlilegt að álykta sem svo, að mun meiri sveiflur geti orðið á vatnsrennslinu, en fram kemur í mælingunum þremur í töflu 5.

Dagsetning	1	2	3	4
25 / 7 1977	10 l/s	-	-	-
4 / 8 1978		5 – 10 l/s 5 °C	7 l/s 3,8 °C	50 l/s 4,5 °C
16 / 8 1979	4 l/s	2 – 3 l/s	6 – 7 l/s	15 l/s
3 / 2 1980	8 l/s 4,8 °C	1 l/s 2,5 °C	2 – 3 l/s 3,5 °C	15 – 20 l/s 4,8 °C

1: Lindir í Búlandsdalsmyggi

2: Lindir í Rauðuskriðu

3: Lindir í vesturjaðri Rauðuskriðu

4: Vígðilækur

Tafla 5: Lindamælingar í Berunes og Búlandshreppum

Ef til vill má örva rennslið til þeirra með því að veita vatni úr Búlandsá upp á hjallann. Það getur síðan sígið í mölina á um 200 m löngum kafla og ætti að koma fram í lindunum. Hvernig til tekst er háð því, hversu mikið vatnsmagn getur sígið í mölina á þessum stutta kafla.

Efnismiklar urðarkeilur niður undan lækjargiljum eru nokkuð algengar við Berufjörð, einkum að sunnanverðu og inn á Búlandsdal. Keilur sem þessar eru oft það grófar að lækirnir sem hafa myndað þær hverfa í þær en koma fram á ný í lindum í keilunum neðanverðum.

Í Berufirði er ekki mikið um þesskonar lindir. Þó eru vatnsból Djúpavogs á Búlandsdal lindir af þessu tagi. Miklar rennslisveiflur eru í þessum lindum enda er ljóst að vatnasvið þeirra er lítið eða á að giska 0,5 km<sup>2</sup>. Skriðan sem að lindirnar eru í heitir Stóraskríða og gilið ofan við Stóruskríðugil.

## 5. MIKILVÆGAR STAÐSETNINGAR

Staðar- heiti	Landfræðileg hnit (Hjörsey)				Lamberthnit (Ísnet93)		Gæði hnita
	Gr. N	Mín. N	Gr. V	Mín. V	X	Y	
Fyrirhugað stíflustæði	64°	42,959'	14°	24,937'	718386	476227	-
Fyrirhugaður kvarðastaður	64°	43,676'	14°	24,778'	718415	477565	-
Bærinn Urðarteigur	64°	43,000'	14°	24,114'	719032	476351	0

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

Tafla 6: Mikilvægar staðsetningar við Hvítá

6. LJÓSMYNDIR ÚR SKOÐUNARFERÐ 4. DES. 2002



Mynd 7: Fyrirhuguð veita



Mynd 8: Fyrirhuguð veita



Mynd 9: Fyrirhuguð veita





stífla

Mynd 10: Horft út Berufjörð



Mynd 11: Frá álestrarstað



Merki til niðurmælinga (fyrirhugað)

Mynd 12: Frá álestrarstað

## 7. FRUMATHUGUN Á VIRKJUN Í HVÍTÁ Í BERUFIRÐI

### 7.1. Inngangur

Efni þessa kafla er frumathugun á hagkvæmni smávirkjunar í Hvítá í Berufirði. 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.

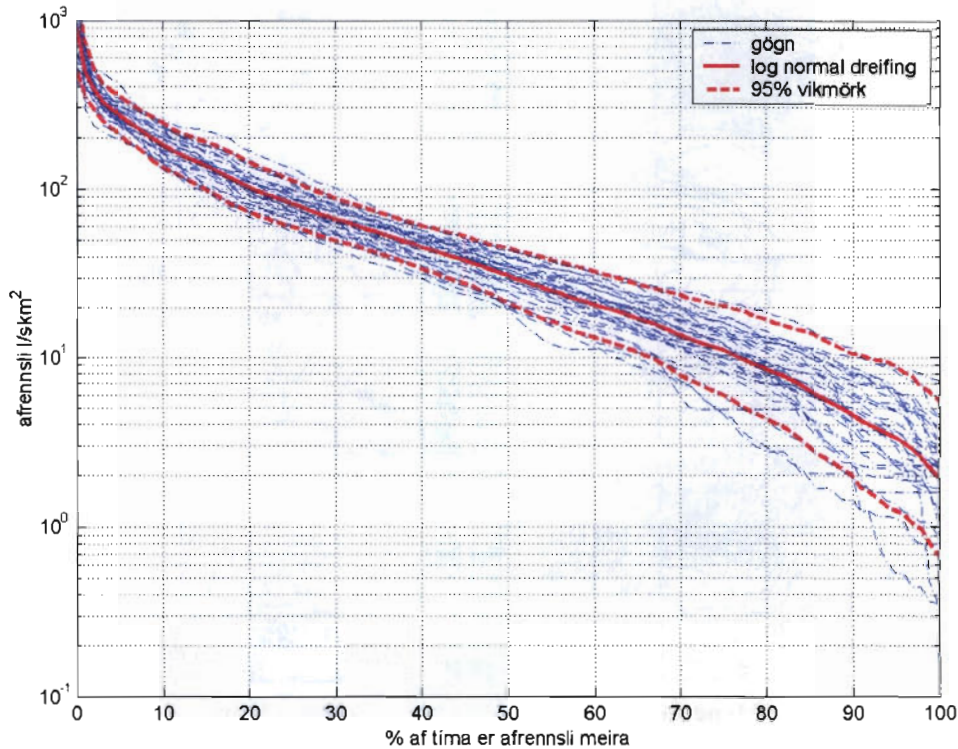
Mat á vatnsrennsli er tiltölulega gróft, og fyrirkomulag virkjunar, uppsett afl og fallhæð verður einnig að skoðast sem fremur gróf áætlun. Við mat á uppsettu afli er ekki gert ráð fyrir möguleika á miðlun rennslis, og lagt er til að virkjað rennsli sé lægsta sólarhringsmeðalrennsli í meðalári.

### 7.2. Fyrirliggjandi gögn

Rennsli Hvítár við Urðarteig var mælt hinn 29. júlí 1955, reyndist 50 l/s (5,6 l/s·km<sup>2</sup>) sem var talið nálægt lágrennsli árinna. Ekki er vitað til að gerðar hafi verið frekari mælingar á rennsli árinna. Flatarmál vatnasviðs Hvítár við Urðarteig er 7,0 km<sup>2</sup>, en við fyrirhugað inntak virkjunar er það 6,8 km<sup>2</sup>.

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. Rennsli Fossár í Berufirði hefur verið mælt samfellt síðan 1969 eða í rúmlega 30 ár, en það er hugsanlegt að rennslisháttum Hvítár svipi nokkuð til rennslishátta Fossár, en árnar renna af jarðfræðilega áþekku svæði þótt úrkomumagn sé líklega heldur meira á vatnasviði Hvítár. Þar sem ekki er völ á öðru var ákveðið að nota Fossá til að spá fyrir um rennsli Hvítár.

Mynd 13 sýnir langæislinur afrennslis Fossár. Það eru u.þ.b. helmings líkur á að afrennslid lendi fyrir ofan eða neðan rauðu heildregnu línuna eitthvert tiltekið vatnsár, og það má gera ráð fyrir að afrennslid lendi fyrir utan rauðu strikalinurnar einu sinni á tuttugu ára fresti að meðaltali. Afrennsli verður venjulega lægst seinni hluta vetrar, fer að jafnaði niður í um 2,0 l/s·km<sup>2</sup>, en töluvert niður fyrir 1 l/s·km<sup>2</sup> í þurrkum. Skv. þessu eru líkur á að lægsta rennsli Hvítár við inntak fyrirhugaðrar virkjunar sé 13 l/s í meðalári, en fari niður í um 5 l/s í þurrum árum. Þetta er mun minna en mælingin frá 1955 gefur til kynna, sem gæti bent til að þessi aðferð vanmeti lágrennsli Hvítár. Það er því mikil þörf á frekari mælingum á lágrennsli Hvítár, helst síðla vetrar, sem geta leitt hið rétta í ljós.

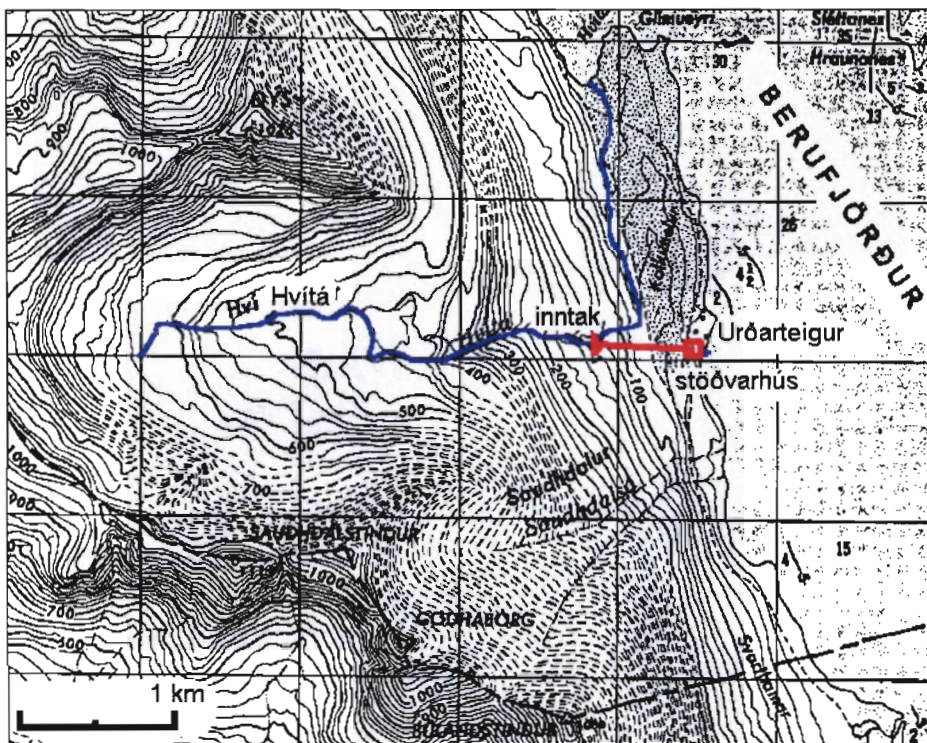


Mynd 13: Langæislína Fossár í Berufirði, vhm 148. Afrennsli skv. mælingum 1969 – 2002

### 7.3. Fyrirkomulag virkjunar

Mynd 14 sýnir tillögu að fyrirkomulagi virkjunar í Hvítá. Gert er ráð fyrir að inntaksmannvirki yrði reist í 120 m y.s. Frá inntaki yrði vatn leitt u.þ.b. 500 m í háþrýstipípu niður að stöðvarhúsi í 10 m y.s. Fallhæð skv. þessari tillögu er 110 m.

Mikilvægt er að hanna inntak með þeim hætti að það haldist opið í frostum að vetri, en jafnframt að það stíflist ekki af aurburði í leysingum. Þetta er sérstaklega mikilvægt þar sem árfarvegurinn er mjög brattur og aðstæður benda til að Hvítá beri mikið efni fram. Með þessu er komið í veg fyrir rekstrarerfiðleika sem tryggir að rekstrarkostnaður fer ekki úr böndum.



Mynd 14: Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Hvítá

#### 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 13 l/s, og uppsett afl verður þá 10 kW. Þetta gæti hugsanlega verið of varlega áætlað, þ.a. reynist lágrennslismatið frá 1955 (50 l/s) nær hinu sanna yrði uppsett afl 39 kW. En með því að velja lægsta rennsli í meðalári sem hönnunarrennsli er tryggt að virkjunin vinni á fullum afköstum allan ársins hring annað árið af hverjum tveimur, en að framleiðslan detti niður a.m.k. einn dag og allt upp í 30 daga í þurrari vatnsárunum. Við nánari útfærslu á virkjun þarf að taka afstöðu til þess hvaða hönnunarrennsli hámarkar hagkvæmni en tryggir jafnframt nauðsynlegt rekstraröryggi. Tafla 6 er yfirlit yfir raforkuframleiðsluna í meðalári og miklu þurrkaári.

#### 7.5. 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 10 kW virkjunar í Hvítá verið á bilinu 1,5 - 2,0 Mkr. 39 kW virkjun myndi kosta 6 - 8 Mkr. Gert er ráð fyrir að hægt yrði að taka að láni 70% af stofnkostnaðinum, en afgangurinn yrði fjármagnaður með styrkjum og eigin framlagi virkjunaraðila, vinnu, tækjum o.fl. Ef vaxtastigið er 8% verður fjármagnskostnaður nálægt 0,1 Mkr/ár (0,4 - 0,5 Mkr/ár fyrir 39 kW). Árlegur rekstrarkostnaður virkjunar gæti verið nálægt 2,5% af stofnkostnaði eða um 0,1 Mkr/ár (0,4 Mkr/ár). Framleiðslukostnaður á raforku yrði því líklega á bilinu 0,1 - 0,2 Mkr/ár (0,5 - 0,6 Mkr/ár) eða um 1,43 - 1,91 kr/kWh. Tafla 7 er yfirlit yfir helstu kennistærðir virkjunar í Hvítá.

hluti árs %	meðalár				þurrt ár			
	rennsli vio inntak m <sup>3</sup> /s	virkjao rennsli m <sup>3</sup> /s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsl a kWh	rennsli vio inntak m <sup>3</sup> /s	virkjao rennsli m <sup>3</sup> /s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsl a kWh
0	6,3	0,013	10		3,5	0,013	10	
10	1,2	0,013	10	9038	0,91	0,013	10	9038
20	0,70	0,013	10	18076	0,50	0,013	10	18076
30	0,45	0,013	10	27115	0,34	0,013	10	27115
40	0,31	0,013	10	36153	0,23	0,013	10	36153
50	0,21	0,013	10	45191	0,15	0,013	10	45191
60	0,14	0,013	10	54229	0,090	0,013	10	54229
70	0,093	0,013	10	63267	0,053	0,013	10	63267
80	0,058	0,013	10	72306	0,029	0,013	10	72306
90	0,031	0,013	10	81344	0,014	0,013	10	81344
100	0,013	0,013	10	90382	0,005	0,005	4	87518

Tafla 7: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Hvítá

## 7.6. Samantekt

Ofangreind athugun bendir til þess að það sé mögulegt að reisa á bilinu 10 – 39 kW rennslisvirkjun í Hvítá. Nokkur óvissa er um lágrennsli Hvítár, þar sem eina rennslismælingin bendir til að lágrennslið sé mun meira en samanburður við Fossá leiðir til. Frekari mælinga á lágrennsli er því þörf. Framleiðslukostnaður raforkunnar gæti verið á bilinu 1,43 – 1,91 kr/kWh m.v. gefnar forsendur, sem ætti að vera samkeppnishæft við það verð sem býðst á almennum markaði.

<b>Flatarmál vatnasviðs</b>		<b>Stofnkostnaður</b>	
Hvítá	7,0 km <sup>2</sup>	einingarverð	0,2 Mkr/kWh
áætlað virkjað vatnasvið	6,8 km <sup>2</sup>	stofnkostnaður K <sub>0</sub>	2 Mkr
<b>Rennslisspá</b>		Eigið framlag, styrkir etc. 30% af K <sub>0</sub>	0,6 Mkr
2Q100	0,013 m <sup>3</sup> /s	Lán	1,4 Mkr
20Q100	0,005 m <sup>3</sup> /s	<b>Fjármagnskostnaður</b>	
2Q95	0,023 m <sup>3</sup> /s	vaxtastig	8%
meðal	0,483 m <sup>3</sup> /s	lánstími	40 ár
mv. lægstu mælingu í Hvítá	0,050 m <sup>3</sup> /s	jafngreiðslustuðull	0,084
<b>Hönnunarrennsli virkjunar Q</b>	0,013 m <sup>3</sup> /s	greiðslubyrði	0,1 Mkr/ár
<b>Fallhæð</b>		<b>Rekstrarkostnaður</b>	
hæð inntaks	120 m	2.5% af stofnkostnaði á ári	0,1 Mkr/ár
hæð frárennslis	10 m	<b>Framleiðslukostnaður</b>	
virkuð fallhæð H	110 m		0,2 Mkr/ár
<b>Uppsett afl</b>			1,91 kr/kWh
P = 7*Q*H	10 kW		
hugmynd virkjunaraðila	kW		
<b>Orkuframleiðsla</b>			
hámark	90382 kWh/ár		
meðalár	90382 kWh/ár		
þurrt ár	87518 kWh/ár		

Tafla 8: Helstu kennistærðir virkjunar í Hvítá

## 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 vatnsaflsvirðjanir. Kynning og leiðbeiningar um undirbúning*. Unnið fyrir Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið, Reykjavík, 106 bls.

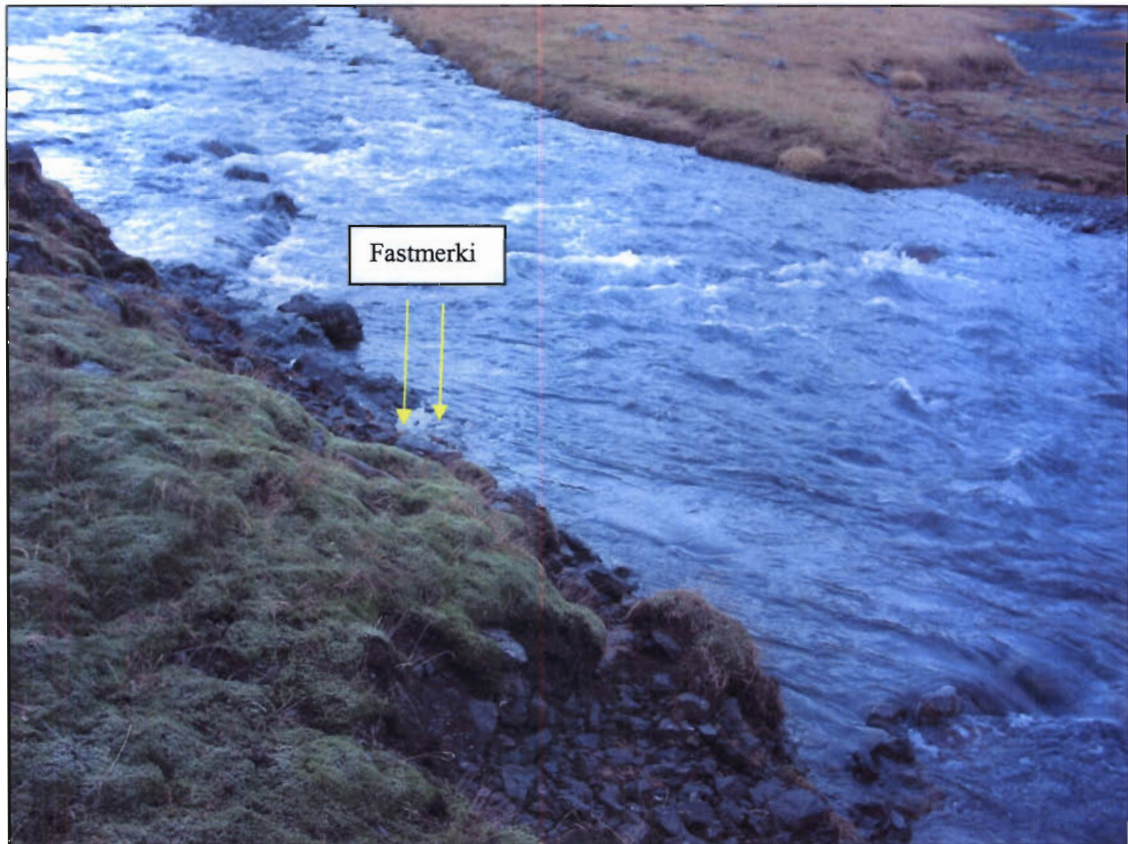
## VIÐAUKI I





## Hvítá, Berufirði

Þann 4. desember 2002 fóru JulB og AG að Urðarteig í Djúpavogshreppi og hittu þar Helga Þ. Jónsson. Helgi kynnti hugmyndir sýnar um virkjun og að því loknu var keyrt upp að Hvítá. Mjög erfitt er að finna stað fyrir kvarða í ánni þar sem hún rennur í grófum og bröttum farvegi. Okkur tókst þó að finna stað um 100 m ofan brúar á við þjóðveg 1 og var Helga ráðlagt að koma fyrir tveimur merkjum í klöpp í nákvæmlega sömu hæð og nota þau til niðurmælinga. Niðurmæling er þá gerð þannig að hallamál eða réttsskeið er lagt ofan á bæði merkin og mælt með tommustokki niður í vatnsborðið og skráist þá niðurmælingin með neikvæðu formerki. Vatni yfir merkin er tommustokkur settur ofan á merkið og lesið af, álestur þegar mælt er ofan á merki skráist með jákvæðu formerki.



Mynd 1: Fyrirhuguð staðsetning fastmerkja



## 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 járnröri 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 veturnum geta skarir og grunnstingull ýkt vatnshæð og getur verið snúið að leiðrétta vatnshæðina fyrir slíku eftirá. *Því er nauðsynlegt að skrá í mælingabókina hvaða daga ís er í ánni.*

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

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

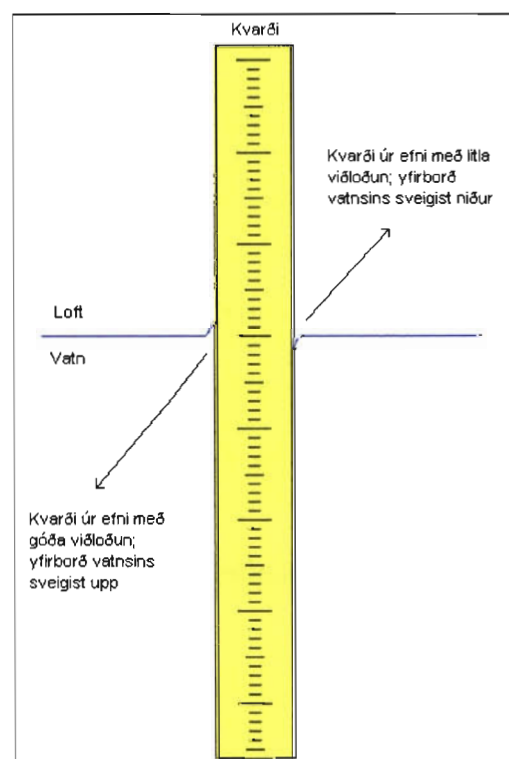
## Samantekt og minnisatriði:

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

Vatnamælingar Orkustofnunar  
Grensásvegi 9  
108 Reykjavík  
Merkt: "Smávirkjanir á Austurlandi"

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