ORKUSTOFNUN

Búlandsá: frumathugun á virkjunarkostum

Gunnar Orri Gröndal,
Ríkey Hlín Sævarsdóttir

Greinargerð GOG-RHS-2003-02a

BÚLANDSÁ

- frumathugun á virkjunarkostum -

EFNISYFIRLIT

Formáli iii

1. Upplýsingar frá umsækjanda 1
- 1.1. Almennar upplýsingar 1
- 1.2. Vatnsréttindi 1
- 1.3. Stutt lýsing á aðstæðum 1
- 1.4. Vitneskja um rennsli 1

2. Upplýsingar um vatnsfall 2

3. Upplýsingar um rennslismælingar 2

4. Jarð- og vatnajarðfræðilegar upplýsingar 2
- 4.1. Berufjörður (Beruneshreppur – Búlandshreppur) 2
  - 4.1.1. Jarðfræði 2
  - 4.1.2. Jarðsaga 5
  - 4.1.3. Berghlaup 5
  - 4.1.4. Vatnafar 6
  - 4.1.5. Neysluvatnsmál 8

5. Mikilvægar staðsetningar 9

6. Ljósmyndir frá skoðunarferð 4. des. 2002 9

7. Frumathugun á virkjun Búlandsár í Berufirði 12
- 7.1. Inngangur 12
- 7.2. Fyrirliggjandi gögn 12
- 7.3. Fyrirkomulag virkjunar 13
- 7.4. Uppsett afl og raforkuframleiðsla 14
- 7.5. Tenging við dreifikerfi RARIK 15
- 7.6. Hagkvæmni 15
- 7.7. Samantekt 16

8. Heimildir 16

Viðauki I: Greinargerð frá skoðunarferð að Búlandsá og leiðbeiningar um vatnshæðarmælingar á kvarða 17

MYNDASKRÁ

Mynd 1: Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi 3
Mynd 2: Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála 3
Mynd 3: Smájöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi 3
Mynd 4: Stefna berghlaupa á Austfjörðum 3
Mynd 5: Berufjarðarbotn – laus jarðlög 4
Mynd 6: Berufjörður – laus jarðlög 4
Mynd 7: Horft niður frá stíflu 9
Mynd 8: Vatnsveita Djúpavogs 9
Mynd 9: Kvarðastaður 10
Mynd 10: Kvarðastaður 10
Mynd 11: Kvarðastaður 10
Mynd 12: Kvarðastaður 10
Mynd 13: Séð frá kvarðastað niður dalinn 11
Mynd 14: Séð frá kvarðastað niður dalinn 11
Mynd 15: Séð frá kvarðastað niður dalinn 11
Mynd 16: Langæislína Fossár í Berufirði, vhm 148. Afrennsli skv. mæl. 1969-2002 13
Mynd 17: Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Búlandsá 13

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Skýringar við kort / myndir 5 og 6 4
Tafla 2: Berghlaup í Berunesi og Búlandshreppum 6
Tafla 3: Lindamælingar í Berunes- og Búlandshreppum 7
Tafla 4: Mikilvægar staðsetningar við Búlandsá 9
Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Búlandsá – tilhögun 1 14
Tafla 6: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Búlandsá – tilhögun 2 14
Tafla 7: Helstu kennistærðir virkjunar í Búlandsá – tilhögun 1 15
Tafla 8: Helstu kennistærðir virkjunar í Búlandsá – tilhögun 2 16

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, 22. október 2003

Gunnar Orri Gröndal
Sími 5696025
Tölvupóstfang gog@os.is

Ríkey Hlín Sævarsdóttir
Sími 5696069
Tölvupóstfang rhs@os.is

1. UPPLÝSINGAR FRÁ UMSÆKJANDA

1.1. Almennar upplýsingar

1.1.a. Nafn: Herbert Hjörleifsson	**1.1.b. Kennitala:**
1.1.c. Nafn bæjar/lögbýlis: Teigarhorn	**1.1.d. Sveitarfélag:** 765 Djúpivogur
1.1.e. Nafn vatnsfalls (og vatnsfalls er það fellur í): Búlandsá, fellur í Berufjörð	

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: 170		**(m.y.s.)**
1.3.b. Áætluð hæð frárennslis úr virkjun: 25		**(m.y.s.)**
1.3.c. Inntaksaðstæður: Í gili (130 m fallhæð), á flötu landi (14 m fallhæð)	**1.3.d. Pípuleið:** Klettótt (130 m fallhæð), slétt (14 m fallhæð)	
1.3.e. Áætluð rafmagnsframleiðsla:	**a) Til eigin nota:** X	**(kW)**
	b) Til sölu í almenningsveitu: X	**(MW)**
1.3.f. Tenging; fjarlægð í næstu 3-fasa línu: ca. 0,4		**(km)**

1.4. Vitneskja um rennsli

1.4.a. Ein eða fleiri stakar rennslismælingar ? Já
1.4.b. Mælistífla, hve lengi í rekstri ?
1.4.c. Annað, sem talið er skipta máli:

Undirritaður sækir hér með um styrk iðnaðar- og viðskiptaráðuneytis til frumathugunar á aðstæðum fyrir vatnsaflsvirkjun á framangreindum stað og felur Atvinnuþróunarfulltrúa fjórðungsins fullt umboð til að annast milligöngu í því sambandi. Frumathugun innifeli úttekt á fyrirliggjandi gögnum, heimsókn sérfræðings frá Vatnamælingum Orkustofnunar til athugunar á aðstæðum og leiðbeininga um nauðsynlega frekari gagnaöflun, svo sem rennslismælingar, 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 almannaþágu.

Undir þetta ritar: Herbert Hjörleifsson	**Staður og dagsetning:**
Vottur: Ólafur Hjaltason	**Kennitala:** 060150-3119
Vottur: Ragnar Eiðsson	**Kennitala:** 261145-2279

2. UPPLÝSINGAR UM VATNSFALL

Upplýsingar fengnar úr gagnagrunni Vatnamælinga:

Heiti vatnsfalls: Búlandsá
Vatnsfallsnúmer: 1467
Hérað: Berufjörður
Lengd vatnsfalls: 10 km
Flatarmál vatnasviðs: 27 km^2
Hæð ósa: X
Fjarlægð ósa frá sjó: X
Aðalvatnsfall: Búlandsá, vatnsfallsnúmer 1467
Rennur í vatnsfall: X

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

3. UPPLÝSINGAR UM RENNSLISMÆLINGAR

Engar fyrirliggjandi rennslismælingar eða vatnafræðilegar athuganir enn sem komið er. Rennslismælingar vantar, en e.t.v. mætti beita vatnafarslíkani Vatnamælinga af Fossá á svæðið.

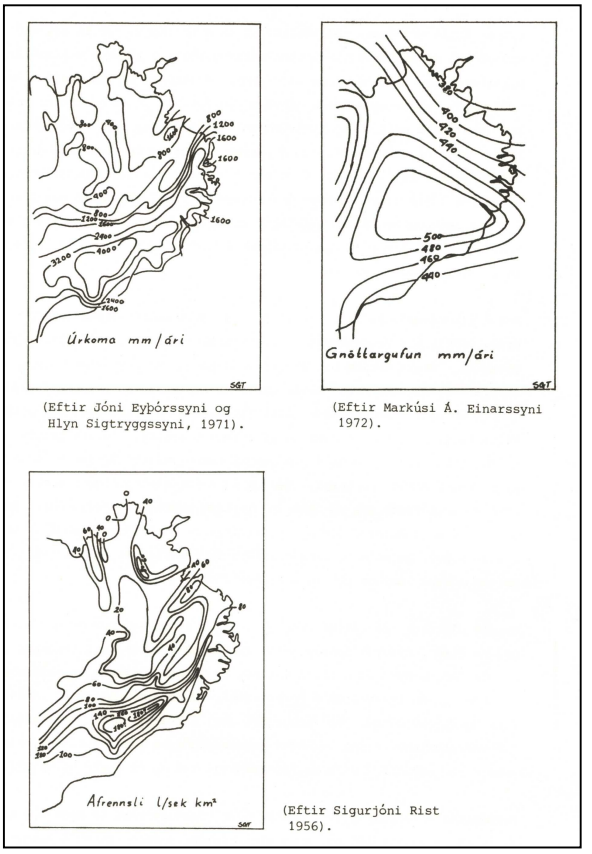
4. JARÐ- OG VATNAJARÐFRÆÐILEGAR UPPLÝSINGAR

Eftirfarandi kafli, texti og teikningar, er tekinn úr skýrslu Árna Hjartarsonar o.fl. (1981) og inniheldur almennar jarð- og vatnafræðilegar lýsingar á Berufirði. Þar sem svæðið, sem til umfjöllunar í kaflanum er, er mun stærra en vatnasvið Búlandsár 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 í heild sinni.

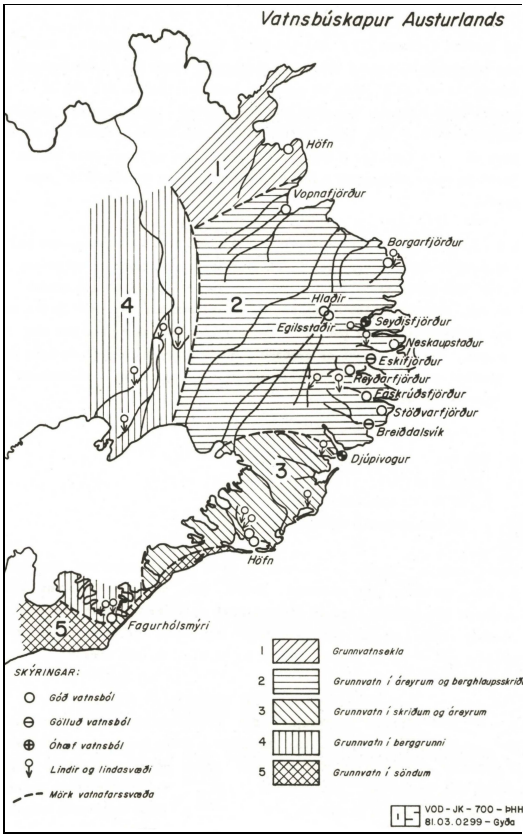
4.1. Berufjörður (Beruneshreppur – Búlandshreppur)

4.1.1. Jarðfræði

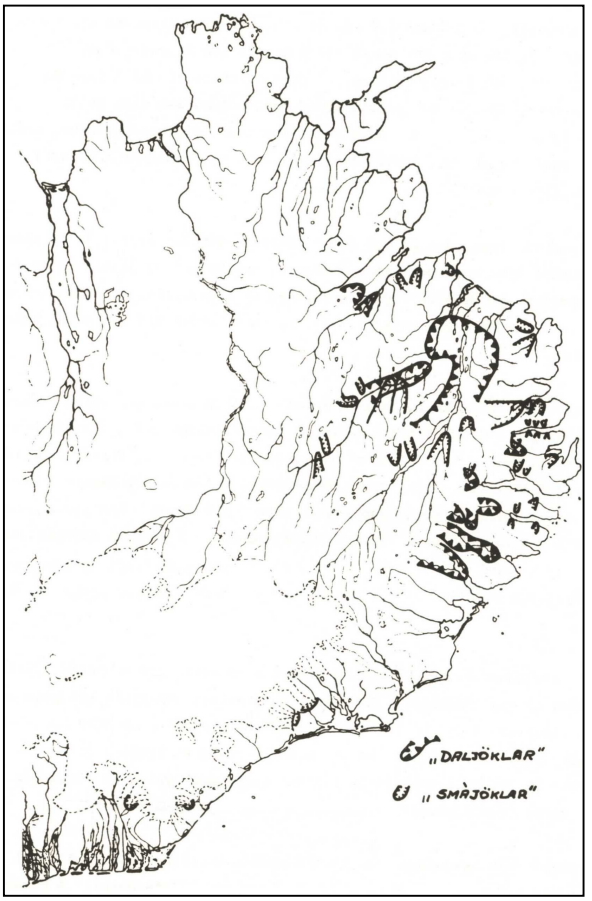
Laus jarðlög við Berufjörð eru að meiri hluta til skriður og berghlaupsurðir (sjá myndir 5 og 6). Þótt jökulruðningur, vatna- og árset séu mikil að vöxtum segja þau athyglisverða sögu um atburðarás á síðjökultíma. Trausti Einarsson (1962 a og b) og Guðmundur Kjartansson (1962) deildu um stærð ísaldarjökla í Berufirði og Hamarsfirði. Trausti hélt því fram, að ísaldarjöklar hefðu aldrei náð út úr mynni fjarðarins á síðasta jökulskeiði. Guðmundur áleit hins vegar að jöklar hefðu teygt 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.



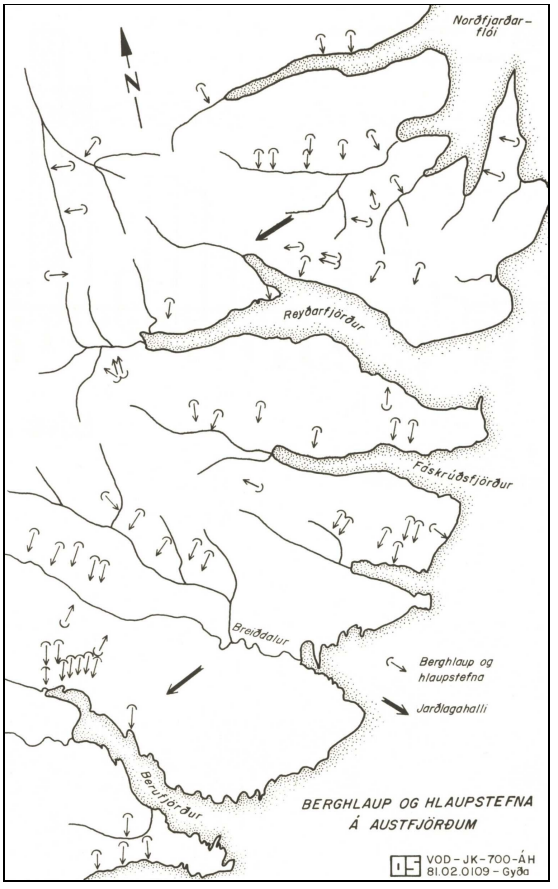
Mynd 1: Árleg meðalúrkoma, afrennsli og gnóttargufun á Austurlandi (Árni H. o.fl., 1981)



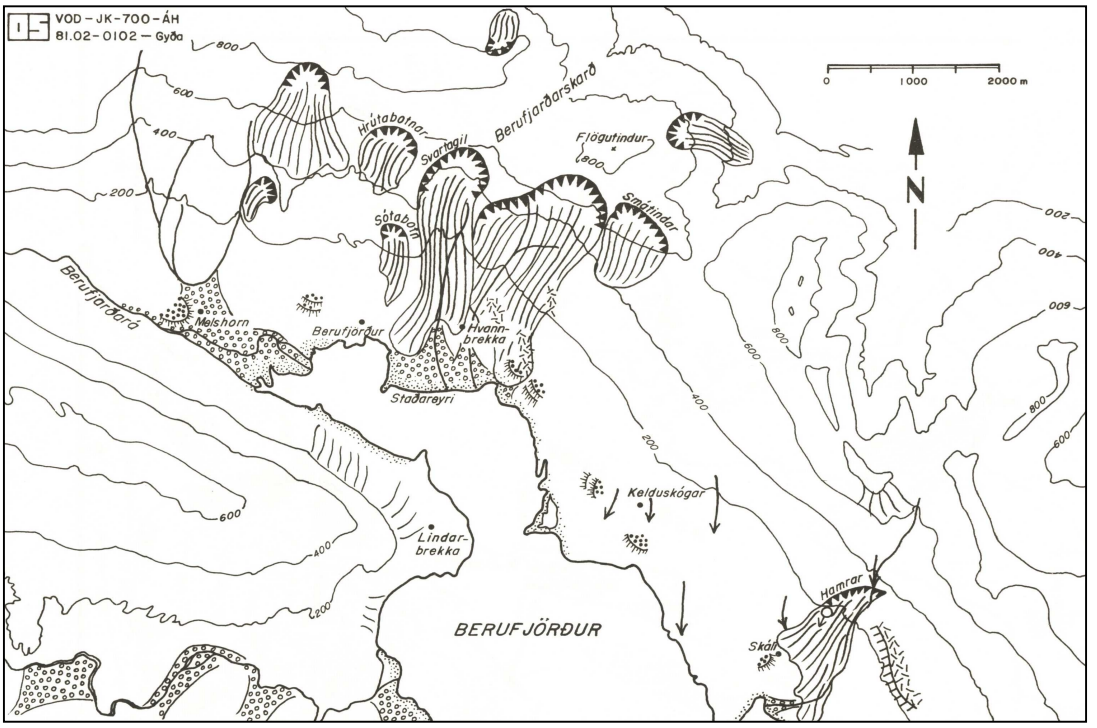
Mynd 2: Vatnajarðfræðileg svæðaskipting Austurlandskjördæmis og ástand neysluvatnsmála (Árni H. o.fl., 1981)



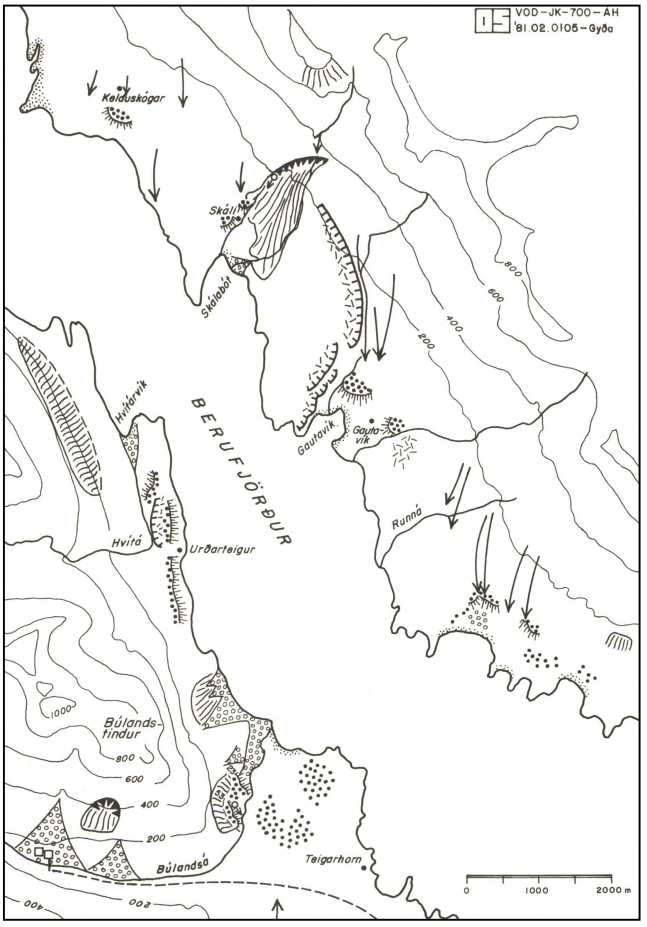
Mynd 3: Smájöklaskeið og Daljöklaskeið á Austurlandi (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



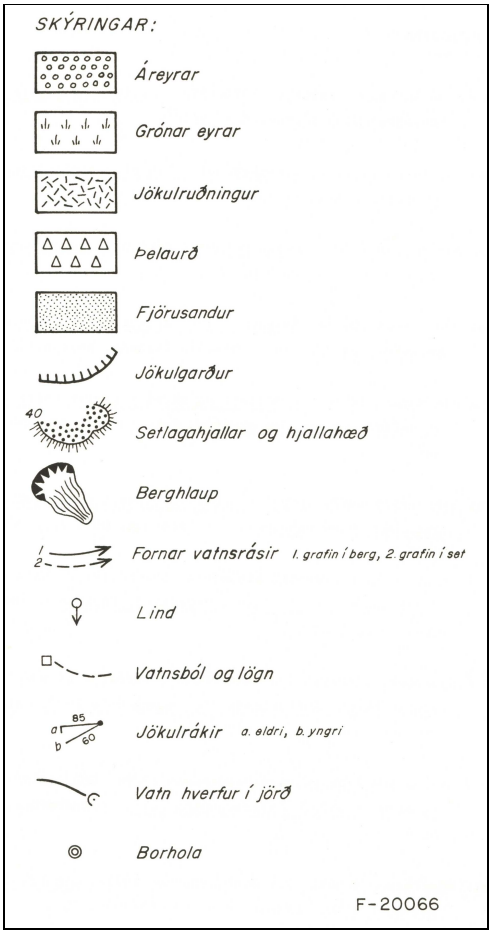
Mynd 4: Stefna berghlaupa á Austfjörðum (Árni Hjartarson o.fl., 1981)



Mynd 5: Berufjarðarbotn – laus jarðlög



Mynd 6: Berufjörður – laus jarðlög



Tafla 1: Skýringar við kort / myndir 5 og 6

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 rís 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 hlíðina rétt utan garðsins og samsíða honum. Þær eru að öllum líkindum grafnar í misgengi eða ganga sem og aðrar skálægar rásir í norðurhlíðum 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 garðlögun. 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.

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 jöklum 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 görðunum hjá Gautavík og Urðarteigi. Síðan hopaði hann aftur og á því hörfunarskeiði virðist berglaup 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 klettaþili 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 unglegt. 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 hrunskriður. 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^2)	Aths.
Hryggir hjá Skála	320	2000	1,0	$1{,}2 * 10^7$ m^3
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	10^8 m^3
Sótabotn	260	1000	0,2	$2 * 10^6$ m^3
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 2: 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 brothömrunum 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 i 30 m hæð yfir sjó (sjá töflu 3).

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 3).

Undan hærra hjallanum í Búlandsdalsmynni 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 3). 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^2 svæði í dalsmynninu. Það er því eðlilegt að ályktа sem svo, að mun meiri sveiflur geti orðið á vatnsrennslinu, en fram kemur í mælingunum þremur í töflu 3.

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 Búlandsdalsmynni
2: Lindir í Rauðuskriðu
3: Lindir í vesturjaðri Rauðuskriðu
4: Vígðilækur

Tafla 3: 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 sigið 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^2. Skriðan sem að lindirnar eru í heitir Stóraskriða og gilið ofan við Stóruskriðugil.

4.1.5. Neysluvatnsmál

Möguleikar á neysluvatnsöflun í næsta nágrenni Djúpavogs eru mjög takmarkaðir því þar eru engin útbreidd laus jarðlög og berggrunnur þéttur. Af þeim sökum hefur vatnsveita verið lögð ofan úr Búlandsdal. Hún mun vera um 8 km löng og er inntakið nálægt 150 m yfir sjó. Lögnin er 5" víð og getur flutt allt að 24 l/s. Upprunalega var vatnið tekið úr smálindum í skriðuvæng við kjaft þverdals, en flest vatnsbólin spilltust í skriðuföllum. Hefur hluti vatnsins eftir það verið tekinn úr Búlandsá. Við ána hefur verið reist rammbyggilegt inntak með sandsíu. Erfitt er um vik við að skipta um sand og skánar árvatnið lítið við sigtunina. Um 150 m neðan við þetta inntak tengist lögn frá a.m.k. 5 brunnum við aðalæðina. Þeir eru norðan við ána og er vatn bæði fengið úr gömlum brunnum, sem ekki eyðilögðust í skriðunni, og nýgerðum. Steinrör hafa verið grafin í urðina vel lokuð, og plastdúkur breiddur umhverfis þannig að lítil hætta á að vera á að vatnið mengist jafnvel þó mikið gangi á í leysingum. Það vatn sem hér fæst er því að öllum líkindum gallalaust. Sá galli er hins vegar á, að næsta lítið vatnsmagn er að fá úr hverjum brunni. Jarðvatnsstreymi virðist einskorðað við ákveðin gróf skriðulög í vængnum, og þegar grafnar voru upp smáseyrur vildi brenna við að vatnið hyrfi er það komst í betur leiðandi skriðulög.

Vatnasvið þessara vatnsbóla er lítið og eru rennslissveiflur því miklar. Að sumarlagi hefur rennsli um yfirfall í þró sem safnar vatni saman úr brunnunum áður en það er leitt undir ána að aðalæð, verið mælt 20 l/s. Við bestu aðstæður fullnægir vatn héðan vatnsþörf þorpsins og er áríðandi að spilla því ekki með árvatni, þegar svo er . Ekki er vitað, hversu lítið vatn úr brunnunum verður, en hætt er við að það geti orðið hverfandi. Það sem veldur mestum erfiðleikum við rekstur þessara vatnsbóla er hversu afskekkt þau eru og erfitt um eftirlit. Því nýtist vatnið úr brunnunum ekki sem skyldi, þar sem ætíð þarf að vera opið fyrir rennsli frá inntakinu úr ánni til að koma í veg fyrir vatnsleysi þegar sem minnst fæst úr brunnum.

Talið er að vatnsnotkun geti mest orðið um 15 l/s á Djúpavogi. Vatnsfrekustu fyrirtæki eru frystihús, mjólkurstöð og rækjuvinnsla. Engin miðlun er á vatnsveitunni ef undan er skilin jöfnunarþró fyrir kælivatn dieselrafstöðvar. Gert hefur verið ráð fyrir, að 10 l/s nægðu þorpinu, ef gerður yrði miðlunartankur. Það er án efa mjög ríflegt, einkum ef gætt er ýtrustu hagsýni í vatnsnotkun og vatnskælingu hætt. Væri þá jafnvel ekki útilokað, að vatn það sem úr brunnum fæst nægði byggðinni, a.m.k. mestan hluta árs.

Aðrir vatnsöflunarmöguleikar eru fátæklegir. Hugsanlegt er, að gera brunn í stórgrýtta eyri í Búlandsá, rétt fyrir neðan vatnsinntak, en erfitt getur orðið að ná vatni úr honum inn á lögnina. Ekki er heldur víst, að full vatnsgæði náist, en vart getur vatnið orðið verra en það sem fæst beint úr ánni. Þá hefur verið hugað nokkuð að lindum í Rauðuskriðu og í mynni Búlandsdals. Á hvorugum þessara staða er nægt vatn að fá, en á þeim síðarnefnda má hugsanlega fá það sem á skortir úr brunnum sem gera mætti í eyrar Búlandsár. Vatninu yrði að dæla. Veruleg lindasvæði er ekki að finna nær Djúpavogi en í upptökum Vígðalækjar.

Vera má, að betri sigtun yfirborðsvatnsins og jafnvel sótthreinsun geti orðið lausn á vatnsöflunarvandamálum byggðarinnar en þá verður sú síun að fara fram þar sem stöðugt eftirlit er mögulegt.

5. MIKILVÆGAR STAÐSETNINGAR

Staðar-heiti	Landfræðileg hnit (Hjörsey)				Lamberthnit (Ísnet93)		Gæði hnita
	Gr. N	Mín. N	Gr. V	Mín. V	X	Y	
Stífla Djúpavogshrepps	64°	40,528'	14°	24,559'	719013	471744	+
Fyrirhugaður stíflustaður (tilhögun 1)	64°	40,795'	14°	27,342'	716768	472079	-
Fyrirhugaður stíflustaður (tilhögun 2)	64°	40,499'	14°	24,272'	719245	471707	-
Fyrirhugaður kvarðastaður	64°	40,614'	14°	24,264'	719235	471920	+
Bærinn Teigarhorn	64°	40,580'	14°	20,949'	721871	472050	0

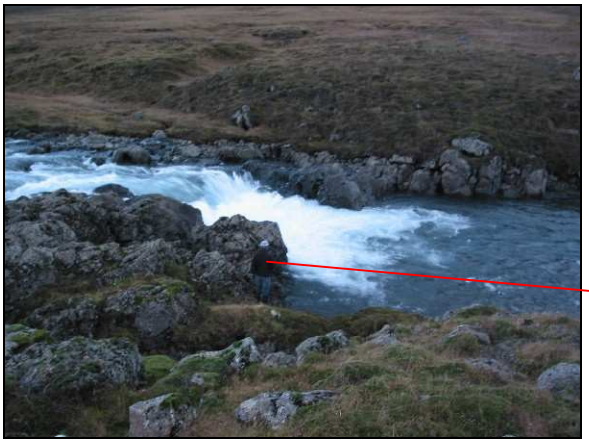
Gæði hnita: + : GPS-staðsetningarpunktur
0 : Nákvæmt af korti (50-100 m óvissa)
- : Ónákvæmt af korti (> 100 m óvissa)

Tafla 4: Mikilvægar staðsetningar við Búlandsá

6. LJÓSMYNDIR FRÁ SKOÐUNARFERÐ 4.DES. 2002

Mynd 7: Horft niður frá stíflu

Mynd 8: Vatnsveita Djúpavogs



Mynd 9: Kvarðastaður

Mynd 10: Kvarðastaður

Mynd 11: Kvarðastaður

Mynd 12: Kvarðastaður

Mynd 13: Séð frá kvarðastað niður dalinn

Mynd 14: Séð frá kvarðastað niður dalinn

Mynd 15: Séð frá kvarðastað niður dalinn

7. FRUMATHUGUN Á VIRKJUN BÚLANDSÁR Í BERUFIRÐI

7.1. Inngangur

Efni þessa kafla er frumathugun á hagkvæmni smávirkjunar í Búlands 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

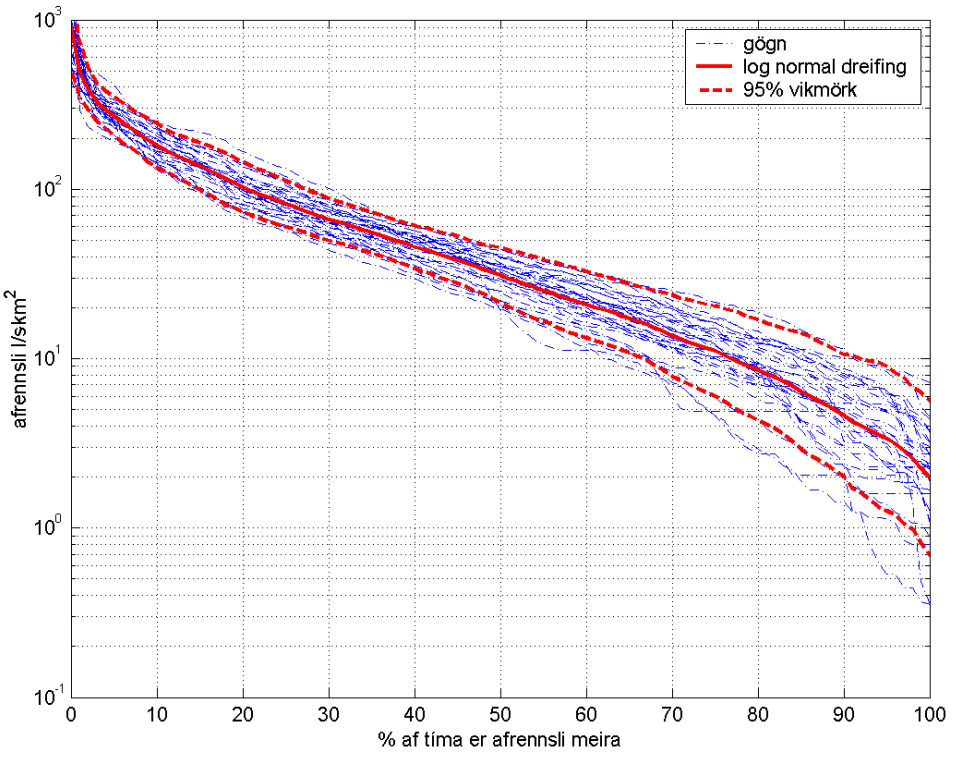
Afl virkjunar fer eftir fallhæð og rennsli, en raforkuframleiðslan er háð því hvernig rennsli breytist yfir árið. Hagkvæmni virkjunarkosts ræðst af raforkuframleiðslu, rekstraröryggi og orkuverði en einnig stofnkostnaður, fjarlægð frá dreifikerfi og fleiri atriði hafa áhrif. Nokkur óvissa er um mat á vatnsrennsli, og fyrirkomulag virkjunar, uppsett afl og fallhæð verður að skoðast sem einungis gróf áætlun. Við mat á uppsettu afli er ekki gert ráð fyrir möguleika á miðlun rennslis, og lagt er til að virkjað rennsli sé lægsta sólarhringsmeðalrennsli í meðalári. Tveir möguleikar voru skoðaðir, annars vegar að inntak yrði staðsett í 175 m y.s. og hins vegar að inntak yrði staðsett í um 100 m y.s.

7.2. Fyrirliggjandi gögn.

Vatnamælingar hafa ekki mælt rennsli Búlandsár til þessa, og áreiðanleg gögn um rennsli skortir alfarið. Flatarmál vatnasviðs Búlandsár hefur hins vegar verið mælt á 1:50.000 korti. Fyrir ofan 175 m hæð er það 19,8 km^2, en 27,2 km^2 fyrir ofan 100 m y.s.

Til þess að fá sæmilega glögga mynd af rennsli til hugsanlegrar virkjunar er nauðsynlegt að hafa upplýsingar um rennsli árinnar 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 Búlandsár svipi nokkuð til rennslisháttа Fossár, en árnar renna af jarðfræðilega áþekku svæði þótt úrkomumagn sé líklega heldur meira á vatnasviði Búlandsár. Þar sem ekki er völ á öðru var ákveðið að nota Fossá til að spá fyrir um rennsli Búlandsár.

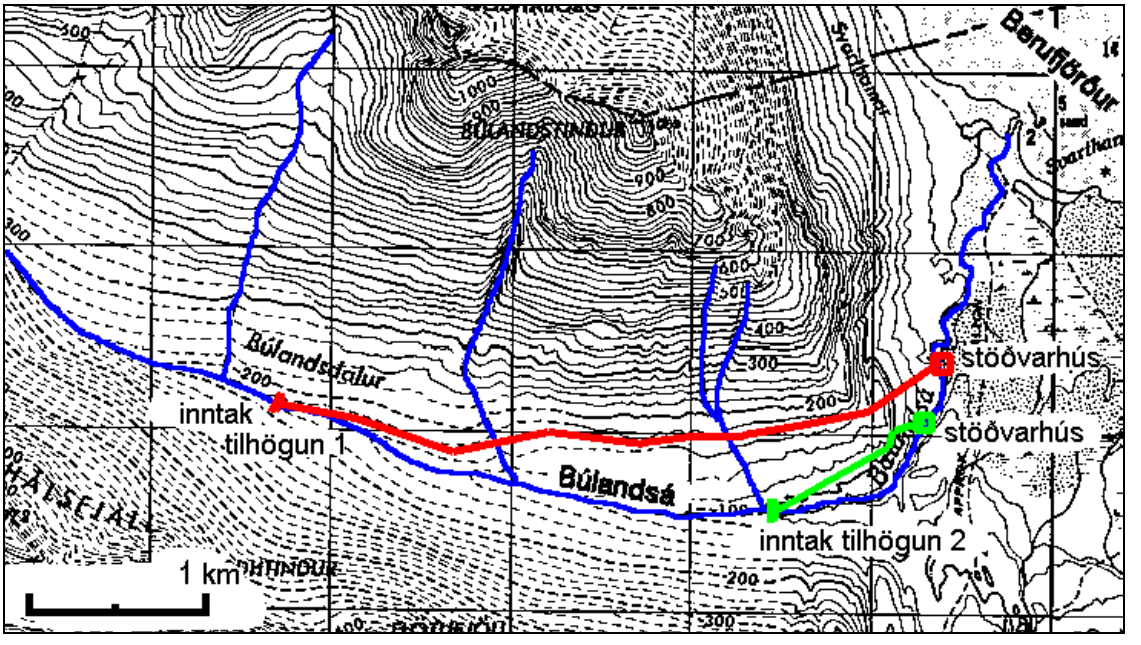
Mynd 16 sýnir langæislínur afrennslis Fossár. Það eru u.þ.b. helmings líkur á að afrennslið lendi fyrir ofan eða neðan rauðu heildregnu línuna eitthvert tiltekið vatnsár, og það má gera ráð fyrir að afrennslið lendi rétt fyrir utan rauðu strikalínurnar einu sinni á tuttugu ára fresti að meðaltali. Afrennsli verður venjulega lægst seinni hluta vetrar, fer að jafnaði niður í um 2,0 $l/s \cdot km^2$, en töluvert niður fyrir 1 $l/s \cdot km^2$ í þurrum árum. Skv. þessu eru líkur á að lægsta rennsli Búlandsár við inntak fyrirhugaðrar virkjunar í 175 m y.s. sé 39 l/s í meðalári, en fari niður í um 14 l/s í þurrum árum. Í 100 m hæð er líklegt að rennsli Búlandsár sé 54 l/s í meðalári en fari niður í 19 l/s í mestu þurrkum.



Mynd 16: Langæislína Fossár í Berufirði, vhm 148. Afrennsli skv. mælingum 1969 – 2002

7.3. Fyrirkomulag virkjunar

Mynd 17 sýnir tillögu að fyrirkomulagi virkjunar í Búlandsá. Tveir möguleikar voru skoðaðir. Tilhögun 1 gerir ráð fyrir að inntak yrði í 175 m y.s. og vatnið yrði leitt í lágþrýstipípu um 3 km utan í fjallshlíðinni að mynni Búlandsdals en um 300 – 400 m um háþrýstipípu niður að stöðvarhúsi í um 25 m y.s. Fallhæð yrði 150 m.



Mynd 17: Mögulegt fyrirkomulag virkjunar í Búlandsá

Tilhögun 2 gerir ráð fyrir inntaksmannvirki í 100 m y.s. og að vatn yrði leitt um 500 – 600m í lágþrýstipípu utan í hlíðinni og um 100 – 200 háþrýstipípu niður að stöðvarhúsi í 35 m y.s. Fallhæð yrði skv. þessari tilhögun 65 m. Í báðum tilfellum þarf að hanna inntak með þeim hætti að það haldist opið í frostum að vetri, en jafnframt að það stíflist ekki af aurburði í leysingum. Auk þess þarf að hyggja að pípuleiðum, t.d. með tilliti til skriðufalla eða snjóflóða o.s.fr.v.

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 í tilhögun 1 ákveðið 39 l/s, en 54 l/s í tilhögun 2.

	meðalár				þurrt ár			
hluti árs %	rennsli við inntak m^3/s	virkjað rennsli m^3/s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh	rennsli við inntak m^3/s	virkjað rennsli m^3/s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh
0	*18*	*0,039*	*41*		*10*	*0,039*	*41*	
10	*3,6*	*0,039*	*41*	*35887*	*2,7*	*0,039*	*41*	*35887*
20	*2,0*	*0,039*	*41*	*71774*	*1,4*	*0,039*	*41*	*71774*
30	*1,3*	*0,039*	*41*	*107661*	*0,98*	*0,039*	*41*	*107661*
40	*0,90*	*0,039*	*41*	*143548*	*0,67*	*0,039*	*41*	*143548*
50	*0,61*	*0,039*	*41*	*179435*	*0,42*	*0,039*	*41*	*179435*
60	*0,41*	*0,039*	*41*	*215322*	*0,26*	*0,039*	*41*	*215322*
70	*0,27*	*0,039*	*41*	*251209*	*0,15*	*0,039*	*41*	*251209*
80	*0,17*	*0,039*	*41*	*287096*	*0,085*	*0,039*	*41*	*287096*
90	*0,091*	*0,039*	*41*	*322983*	*0,040*	*0,039*	*41*	*322983*
100	*0,039*	*0,039*	*41*	*358870*	*0,014*	*0,014*	*14*	*347497*

Tafla 5: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Búlandsá – tilhögun 1

Uppsett afl verður þá í fyrra tilvikinu 41 kW og 24 kW í því seinna. 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 hætta er á að framleiðslan detti niður a.m.k. einn dag og allt upp í 30 daga í þurrari vatnsárum. Við nánari útfærslu á virkjun þarf að taka afstöðu til þess hvaða hönnunarrennsli hámarkar hagkvæmni en tryggir jafnframt nauðsynlegt rekstraröryggi. Töflur 5 og 6 eru yfirlit yfir raforkuframleiðsluna skv. tilhögun 1 og 2 í meðalári og miklu þurrkaári.

	meðalár				þurrt ár			
hluti árs %	rennsli við inntak m^3/s	virkjað rennsli m^3/s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh	rennsli við inntak m^3/s	virkjað rennsli m^3/s	afl frá virkjun kW	raforku framleiðsla kWh
0	*25*	*0,054*	*24*		*14*	*0,054*	*24*	
10	*4,9*	*0,054*	*24*	*21363*	*3,6*	*0,054*	*24*	*21363*
20	*2,8*	*0,054*	*24*	*42726*	*2,0*	*0,054*	*24*	*42726*
30	*1,8*	*0,054*	*24*	*64089*	*1,35*	*0,054*	*24*	*64089*
40	*1,24*	*0,054*	*24*	*85452*	*0,92*	*0,054*	*24*	*85452*
50	*0,84*	*0,054*	*24*	*106815*	*0,58*	*0,054*	*24*	*106815*
60	*0,56*	*0,054*	*24*	*128178*	*0,36*	*0,054*	*24*	*128178*
70	*0,37*	*0,054*	*24*	*149541*	*0,21*	*0,054*	*24*	*149541*
80	*0,23*	*0,054*	*24*	*170904*	*0,117*	*0,054*	*24*	*170904*
90	*0,125*	*0,054*	*24*	*192267*	*0,054*	*0,054*	*24*	*192267*
100	*0,054*	*0,054*	*24*	*213630*	*0,019*	*0,019*	*9*	*206860*

Tafla 6: Yfirlit yfir raforkuframleiðslu virkjunar í Búlandsá – tilhögun 2

7.5. Tenging við dreifikerfi RARIK

Það gæti verið mögulegt að tengjast 11 – 19 kV háspennulínu sem liggur í um 1 – 2 km fjarlægð frá virkjuninni, og selja þannig raforku inn á dreifikerfi RARIK. RARIK hefur markað sér stefnu varðandi orkukaup frá litlum vatnsaflsvirkjunum, og er meginstefnan eftirfarandi (sbr. bæklinginn „Litlar 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 Búlandsá verið á bilinu 3,7 – 8,2 Mkr eftir útfærslu. Gert er ráð fyrir að hægt yrði að taka að láni 70% af stofnkostnaðinum, en afgangurinn yrði fjármagnaður með styrkjum og eigin framlagi virkjunaraðila, vinnu, tækjum o.fl. Ef vaxtastigið er 8% verður fjármagnskostnaður á bilinu 0,2 - 0,5 Mkr/ár.

Flatarmál vatnasviðs		
Tilhögun 1	*19,8*	km^2
Rennslisspá		
2Q100	*0,039*	m^3/s
20Q100	*0,014*	m^3/s
2Q95	*0,067*	m^3/s
meðal	*1,485*	m^3/s
Hönnunarrennsli virkjunar Q	*0,039*	m^3/s
Fallhæð		
hæð inntaks	*175*	m
hæð frárennslis	*25*	m
virkjuð fallhæð H	*150*	m
Uppsett afl		
P = 7*Q*H	*41*	kW
hugmynd virkjunaraðila		kW
Orkuframleiðsla		
hámark	*358870*	kWh/ár
meðalár	*358870*	kWh/ár
þurrt ár	*347497*	kWh/ár

Stofnkostnaður		
einingarverð	*0,2*	Mkr/kW
stofnkostnaður K_0	*8,2*	Mkr
Eigið framlag, styrkir etc. 30% af K_0	*2,5*	Mkr
Lán	*5,7*	Mkr
Fjármagnskostnaður		
vaxtastig	*8%*	
lánstími	*40*	ár
jafngreiðslustuðull	*0,084*	
greiðslubyrði	*0,5*	Mkr/ár
Rekstrarkostnaður		
2.5% af stofnkostnaði á ári	*0,2*	Mkr/ár
Framleiðslukostnaður		
	0,7	Mkr/ár
	1,91	kr/kWh
Gjaldskrá LV 1/2003		
sumarorka	*1,30*	kr/kWh
vetrarorka	*2,61*	kr/kWh
áskriftarafl	*10457*	kr/kW
Orkusala til RARÍK		
Áskriftarafl 83.71% af P	*0,4*	Mkr/ár
Sumar 95% af taxta 5 mán á ári	*0,2*	Mkr/ár
Vetur 95% af taxta 7 mán á ári	*0,5*	Mkr/ár
Alls	*1,1*	Mkr/ár

Tafla 7: Helstu kennistærðir virkjunar í Búlandsá – tilhögun 1

Árlegur rekstrarkostnaður virkjunar gæti verið nálægt 2,5% af stofnkostnaði eða um 0,1 – 0,2 Mkr/ár. Framleiðslukostnaður á raforku yrði þá á bilinu 0,2 – 0,7 Mkr/ár eftir útfærslu sem svarar til um 1,5 – 1,9 kr/kWh. Tilhögun 1 gerir ráð fyrir að öll raforka yrði seld inn á

dreifikerfi RARIK og að gerður yrði áskriftaraflssamningur. 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 yfirafl, 16,29% af markafli, þ.e. áskriftarafl yrði 34 kW. Skv. þessu gæti orkusala til RARIK í meðalári numið um 1,1 Mkr/ár. Í vatnslitlum árum er orkusalan nokkru minni og auk þess mun nokkur kostnaður falla til þar sem ekki verður unnt að uppfylla að öllu leyti orkusölusamning. Einnig mun einhver kostnaður falla til árlega vegna tengingar inn á dreifikerfi RARIK. Töflur 7 og 8 eru yfirlit yfir helstu kennistærðir virkjunar í Búlandsá skv. tilhögun 1 og 2.

Flatarmál vatnasviðs				**Stofnkostnaður**	
Tilhögun 2	*27,2*	km^2		einingarverð	*0,2* Mkr/kW
				stofnkostnaður K_0	*4,9* Mkr
Rennslisspá					
2Q100	*0,054*	m^3/s		Eigið framlag, styrkir etc. 30% af K_0	*1,5* Mkr
20Q100	*0,019*	m^3/s		Lán	*3,4* Mkr
2Q95	*0,092*	m^3/s			
meðal	*2,040*	m^3/s		**Fjármagnskostnaður**	
				vaxtastig	*8%*
Hönnunarrennsli virkjunar Q	*0,054*	m^3/s		lánstími	*40* ár
				jafngreiðslustuðull	*0,084*
Fallhæð				greiðslubyrði	*0,3* Mkr/ár
hæð inntaks	*100*	m			
hæð frárennslis	*35*	m		**Rekstrarkostnaður**	
virkjuð fallhæð H	*65*	m		2.5% af stofnkostnaði á ári	*0,1* Mkr/ár
Uppsett afl				**Framleiðslukostnaður**	
P = 7*Q*H	*24*	kW			*0,4* Mkr/ár
hugmynd virkjunaraðila		kW			*1,91* kr/kWh
Orkuframleiðsla					
hámark	*213630*	kWh/ár			
meðalár	*213630*	kWh/ár			
þurrt ár	*206860*	kWh/ár			

Tafla 8: Helstu kennistærðir virkjunar í Búlandsá – tilhögun 2

7.7. Samantekt

Ofangreind athugun bendir til þess að það geti verið raunhæfur kostur að reisa um 20 – 50 kW rennslisvirkjun í Búlandsá. Tvær mögulegar útfærslur voru skoðaðar, annars vegar 41 kW sem virkjar 150 m fall og hins vegar 24 kW sem virkjar 65 m fall. Framleiðslukostnaður raforku gæti orðið á bilinu 1,5 – 1,9 kr/kWh þegar ekki er tekið tillit til afskrifta á mannvirkjum.

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

Búlandsá; Berufirði

Heimsóttum Herbert Hjörleifsson ábúanda á Teigarhorni seinni part dags þann 4. desember 2002. Ókum með honum upp með Búlandsá og upp að stíflu sem Djúpivogshreppur lét gera vegna vatnstöku þeirra úr ánni sjá ***mynd 1*** GPS- hnit: ***64° 40,528' n.br og 14° 24,559' v.l.*** Nokkru neðar með ánni áætlar Herbert að stífla hana og kom þar fyrir uppistöðulóni og veita henni þaðan í pípu niður að fyrirhuguðu stöðvarhúsi allnokkru neðar með ánni og er fallhæðin áætluð um 140 m. ***Mynd 2*** sýnir kvarðastað sem er skammt neðan fyrirhugaðrar stíflu GPS-hnit: ***64° 40,614' n.br og 14° 24,264' v.l.*** Herbert ætlar sjálfur að setja kvarða og það sem fyrst og byrja að lesa af honum. Herbert hefur oft rennslismælt ánna, þegar hann hefur talið vera lítið rennsli í henni og hefur hann t.d notað hæfilega vatnsfylltar kókflöskur til að mæla rennslishraðann. Þessar rennslismælingar hefur hann gjarnan gert á fleiri en einum stað í ánni í hvert skipti og hefur niðurstaðan ávallt verið um 500 l/s. Að sögn Herberts á Djúpavogshreppur vatnsréttindi til jafns við hann uppi á dalnum.

Mynd 1