



# Virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum Helmingsvirkjun

## Forathugun







# Virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum Helmingsvirkjun

## Forathugun

Myndin á forsíðu er tekin úr flugvél norður af Herðubreið. Horft er í suð austur. Herðubreiðarlindir sjást næst, og sæluhús lengst til vinstri, síðan ármót Kreppu og Jökulsár á Fjöllum. Fjær eru Þorlákslindarhryggir og Kreppuhlið milli þeirra og bak við þá glittir í Arnardalsá. Fjærst er Þríhyrningsfjallgarður. Ljósmynd Oddur Sigurðsson.

ISBN 9979-68-176-6

Desember 2005



Skýrsla nr: 2000-0303/SK-01	Dreifing:
Dags: 2005-12-12	<input checked="" type="checkbox"/> Opin
Blaðsíður: 45+6 teikn Upplag:	<input type="checkbox"/> Lokuð til <input type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa

Heiti skýrslu: VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULSÁR Á FJÖLLUM HELMINGSVIRKJUN Forathugun
---

Höfundar: Þorbergur Steinn Leifsson	Verkefnisstjóri: Kristján Már Sigurjónsson
--	---

Unnið fyrir: Auðlindadeild Orkustofnunar Umsjón: Hákon Aðalsteinsson	Samstarfsaðilar:
---	------------------

Gerð skýrslu/Verkstig: Forathugun	Verknúmer: 2000-0303-3
--------------------------------------	---------------------------

**Útdráttur:** Gerð er grein fyrir niðurstöðum forathugunar á virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum, þ.e.a.s virkjun án stórs miðlunarlóns. Miðað er við að vatni verði veitt úr Jökulsá á Fjöllum og Kreppu nálægt ármótum þeirra yfir í lítið inntakslón við norðurenda Álftadalsdyngju. Þaðan yrði virkjað í einu þrepi yfir í Fljótsdal með um 49 km löngum aðrennslisgöngum, að stöðvarhúsi sem staðsett yrði í Teigsbjargi nálægt Skriðuklaustri um 3 km norðan stöðvarhúss Kárahnjúkavirkjunar. Virkjað fall frá 531 m y.s niður í 24 m y.s. Gerð er áætlun um 270 MW virkjun sem framleiddi um 2100 GWh af orku á ári. Stofnkostnaður á orkueiningu er um 27 kr/kWh/a. Fyrirkomulagi virkjunar er lýst ásamt kostnaðaryfirliti helstu verkþátta. Fjallað er um forsendur varðandi rennslis, aurburð og ísamál og lítillega um jarðfræði og umhverfismál. Hagkvæmni virkjunar er síðan borin saman við aðrar eldri virkjanatilhaganir. Þessi virkjanatilhögun er kölluð Helmingsvirkjun.

Lykilorð íslensk: Helmingsvirkjun, Jökulsá á Fjöllum, Kreppa, Arnardalsá, Arnardalur, Álftadalsdyngja, aur, aurskolun, aurdæling, rennslis, orka, vatnsaflsvirkjun, aðrennslisgöng, rammaáætlun	Lykilorð ensk: Water power plant, sediment, discharge, hydroelectric energy, tunnel, sediment flushing, sediment dredging.
--	---

Undirskrift verkefnisstjóra: Kristján Már Sigurjónsson	Yfirfarið af: Þorbergur Steinn Leifsson
---	--



## Helstu einkennisstærðir

### Vatnasvið (Vatnaskil hf., 1993)

Nr. mælis	Jökulsá á Fjöllum vhm 162	Kreppa vhm 233	Arnardalsá vhm 332	Heild
-Á jökli	1148	300	0	1448 km <sup>2</sup>
-Utan jökla	678	525	354	1557 km <sup>2</sup>
Samtals	1826	825	354	3005 km <sup>2</sup>

Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði (OS)	5177 km <sup>2</sup>
Jökulsá á Fjöllum við Ferjubakka (OS)	7073 km <sup>2</sup>

### Meðalrennsli (sbr Vatnaskil hf., vatnsárin 1950 – 1998)

-Jökulsá á Fjöllum (vhm 162)	79,0 m <sup>3</sup> /s
-Kreppa (vhm 233)	38,8 m <sup>3</sup> /s
-Arnardalsá (vhm 332)	8,9 m <sup>3</sup> /s
Samtals	126,7 m <sup>3</sup> /s

### Veitulón í Jökulsá á Fjöllum

Yfirfallshæð	580 m y.s.
Flatarmál lóns þegar vatn er í yfirfallshæð	0,75 km <sup>2</sup>
Rúmmál lóns þegar vatn er í yfirfallshæð	6,6 Gl
Lægsta rekstrarvatnsborð	578 m y.s.

### Veitulón í Kreppu

Yfirfallshæð	580 m y.s.
Flatarmál lóns þegar vatn er í yfirfallshæð	0,18 km <sup>2</sup>
Rúmmál lóns þegar vatn er í yfirfallshæð	1,5 Gl
Lægsta rekstrarvatnsborð	578 m y.s.

### Stífla í Jökulsá á Fjöllum

Lengd	120 m
Mesta hæð	20 m
Efnismagn (steinsteypa)	16 500 m <sup>3</sup>
Botnrásarlokur	2 stk 4*10 m <sup>2</sup>

### Stífla í Kreppu

Lengd	90 m
Mesta hæð	18 m
Efnismagn (steinsteypa)	11 500 m <sup>3</sup>
Botnrásarlokur	2 stk 4*10 m <sup>2</sup>

### Skurður milli veitulóna

Lengd (mesta dýpt um 20m, breidd 12m)	1 350 m
Efnismagn	400 000 m <sup>3</sup>
Stærð hjólaloku	5*5 m <sup>2</sup>

### Veitugöng

Lengd	3 165 m
Þvermál (n laga)	5,5 m
Efnismagn úr göngum	85 500 m <sup>3</sup>
Efnismagn í skurðum (Lengd = 970 m)	77 000 m <sup>3</sup>

### Inntakslón norðan við Álftadalsdyngju

Yfirfallshæð	532 m y.s.
Flatarmál lóns þegar vatn er í yfirfallshæð	7,75 km <sup>2</sup>
Rúmmál lóns þegar vatn er í yfirfallshæð	66 Gl
Lægsta rekstrarvatnsborð	525 m y.s.
Flatarmál lóns við lægsta rekstrarvatnsborð	4,5 km <sup>2</sup>
Rúmmál lóns við lægsta rekstrarvatnsborð	23 Gl
Nýtanleg miðlun	43 Gl

### Stífla við Álftadalsdyngju

Lengd	5200 m
Mesta hæð (yfir yfirborði)	20 m
Efnismagn (jarðvegur)	1 800 000 m <sup>3</sup>

### Botnrás við inntakslón í gegnum Þorlákslindahrygg

Lengd jarðganga (n laga, Þ=4,5m)	600 m
Lengd skurða	800 m
Hjólaloka og varaloka, (H <sub>d</sub> =15m)	2,5*2,5 m <sup>2</sup>

### Dælustöð við Arnardalsá

Mesta dæling	6 m <sup>3</sup> /s
Afl	1,7 MW
Lengd trefjaplastpípu (Þ=1400mm)	3000 m

### Aðrennslisskurður

Lengd (mesta dýpt um 15m)	4 700 m
Efnismagn	755 000 m <sup>3</sup>

### Aðkomugöng að aðrennslisgöngum

Lengd (400m+1600m+1000m+1800m)	4 800 m
Þvermál (n laga)	6,7 m
Efnismagn úr göngum	192 000 m <sup>3</sup>
Efnismagn úr skurðum	44 000 m <sup>3</sup>

### Aðrennslisgöng

Heildarlengd (þar af boruð og sprengd, 6 km)	48 650 m
Þvermál boraðra og sprengdra ganga (n laga)	6,70 m
Þvermál heilboraðra ganga (TBM)	6,07 m
Efnismagn úr göngum	1 470 000 m <sup>3</sup>



### Jöfnunarþró

Lóðrétt hæð	200	m
Þvermál	200	m <sup>2</sup>
Rúmmál	40 000	m <sup>3</sup>
Hæsta vatnsborð	555	m y.s.

### Stálfóðruð fallgöng

Lóðrétt hæð stokks	332	m
Innra þvermál stálfóðringar ( $V_{\max} = 6,5$ m/s)	3,7	m

### Stöðvarhús og spennarými

Vélasamstæður (Francis)	3	stk
Sprengt rúmmál	80 000	m <sup>3</sup>
Steinsteypa	14 000	m <sup>3</sup>

### Aðkomugöng að stöðvarhúsi

Lengd aðkomuganga ( $P=7,5$ m, $n$ laga)	800	m
Lengd strengjaganga ( $P=4,0$ m, $n$ laga)	800	m
Efnismagn úr göngum	52 000	m <sup>3</sup>

### Frárennsli

Lengd ganga ( $P=6,9$ m, $n$ laga)	1 200	m
Lengd skurðar	1 300	m
Efnismagn úr göngum	48 000	m <sup>3</sup>
Grafið magn í frárennslisskurði	95 000	m <sup>3</sup>

### Afl og orka

Virkjað rennsli	70	m <sup>3</sup> /s
Venjuleg vatnshæð í inntakslóni	531	m y.s.
Bakvatnshæð	24	m y.s.
Falltöþ við fullt álag	66,2	m
Hönnunarfallhæð	441	m
Afl	270	MW
Orkugeta	2100	GWh/a
Nýtingratími	7777	klst/a
Staðfærð orkugeta (mv. 7000 klst nýtingu)	2058	GWh/a

### Hagkvæmni (verðlag í janúar 2005)

Stofnkostnaður með fjárm. en án Vsk	56 011	Þús kr
Einingarkostnaður orku	26,7	kr/kWh/a
Einingarkostnaður staðfærðrar orku	27,2	kr/kwh/a
Hagkvæmnitala	1,04	(hagkvæmniflokkur II)



<i>Upplýsinga og lykilblað</i> .....	<i>i</i>
<i>Helstu einkennisstærðir</i> .....	<i>ii</i>
<b>1. Inngangur</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Virkjunartilhögun</b> .....	<b>3</b>
2.1. Yfirlit.....	3
2.2. Veitulón.....	3
2.3. Veita frá veitulónum í inntakslón.....	5
2.4. Inntakslón .....	5
2.5. Dæling úr Arnardalsá.....	6
2.6. Vatnsvegir frá inntakslóni að stöð.....	7
2.7. Stöðvarhús .....	8
2.8. Frárennslis .....	8
2.9. Aðrar mögulegar veitur og miðlanir .....	9
<b>3. Kostnaður og framvinda</b> .....	<b>10</b>
3.1. Forsendur .....	10
3.2. Kostnaðaryfirlit.....	10
3.3. Framvinda og mannaflí .....	10
<b>4. Rennslis, aur og ísar</b> .....	<b>12</b>
4.1. Rennslis .....	12
4.2. Aurburður, aurskolun og aurdæling.....	17
4.2.1. Inngangur.....	17
4.2.2. Mælingar og mat á aurburði í Jökulsá á Fjöllum.....	17
4.2.3. Aurskolun og aurdæling .....	21
4.2.4. Niðurstöður.....	23
4.3. Ísamál.....	24
<b>5. Jarðfræði og umhverfismál</b> .....	<b>25</b>
5.1. inngangur.....	25
5.2. Jarðfræðiaðstæður og lekalíkur .....	25
5.3. Áhrif lóns í Arnardal á náttúrufar og landslag.....	28
<b>6. Orkuvinnsla og hagkvæmni</b> .....	<b>32</b>
<b>7. Virkjun með stórri miðlun í Arnardal</b> .....	<b>37</b>
<b>8. Heimildir og ritaskrá</b> .....	<b>38</b>
<b>9. Teikningar</b> .....	<b>46</b>



## 1. Inngangur

Langt er síðan áhugi vaknaði á virkJun Jökulsár á Fjöllum til raforkuframleiðslu. Í upphafi voru hugmyndir bundnar við virkJun hennar í eigin farvegi, en uppúr 1970 komu fram hugmyndir um að veita ánni til austurs og virkja hana með Jökulsá á Dal, í farvegi þeirrar síðarnefndu og jafnvel austur til Fljótsdals. Í fyrstu voru veitur til austurs miðaðar við lón og veitur úr Jökulsá á Fjöllum og Kreppu ofan 600 m y.s, og var sammerkt flestum hugmyndum að Fagrigdalur færi að nokkru leyti undir lón. Á árunum kringum 1986 (Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson, 1986) komu fram áætlanir um veitu úr Jökulsá á Fjöllum og Kreppu í um 570 m y.s, í stórt miðlunar lón sem yrði í Arnardal með yfirfallshæð í kringum 550 m y.s, en þar voru jarðfræðilegar aðstæður til mannvirkjagerðar taldar mun betri en ofar í ánum. Þaðan yrði virkjað með svokallaðri ArnardalsvirkJun yfir í Jökuldal, þar sem myndað yrði annað inntakslón og virkjað úr því yfir í Fljótsdal, í svokallaðri BrúarvirkJun, og er þetta það fyrirkomulag virkjunar Jökulsár á Fjöllum sem flestar áætlanir hafa miðast við síðan.

Í fyrsta áfanga Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, sem lauk á árinu 2003 (Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003) var þessi útfærsla virkjunar metin ásamt ýmsum öðrum virkjanakostum. Virkjunin kom vel út hvað varðar stofnkostnað á orkueiningu en illa hvað varðar umhverfisáhrif. Lítill áhugi virðist hjá stjórnvöldum á að nýta þennan kost til orkuframleiðslu, samanber undirbúning að stofnun Vatnajökulspjóðgarðs (Umhverfisráðuneytið, 2004).

Miklar rannsóknir sem nýtast við virkjanaáætlanir liggja fyrir á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum. Orkustofnun hefur gert kort af virkjanasvæðinu og miklar rennslis og aurburðarannsóknir hafa staðið yfir síðan 1963. Rennslislíkan hefur verið gert af öllum helstu mælistöðum (Vatnaskil h.f, 1993). Þá hafa almennar jarðfræðirannsóknir verið gerðar á yfirborði og sumarið 1992 var unnið að jarðfræðirannsóknnum vegna Arnardalslóns. Einnig hafa verið unnar ýmsar vistfræðirannsóknir á svæðinu og nú síðast vegna Rammaáætlunar.

Hingað til hafa áætlanir um virkJun Jökulsár á Fjöllum miðað við að nýta nær allt rennsli hennar ofan um 600 m y.s. Það verður aðeins gert með myndun stórs miðlunarlóns, sem safnar hinu mikla jökulrennsli að sumarlagi til að auka rennsli til virkjunar yfir vetrarmánuðina. Jökulsá á Fjöllum hefur hinsvegar þá sérstöðu meðal stóru jökulánum á Íslandi að verulegur hluti rennslis hennar er grunnvatn, sem er mjög jafnt allan ársins hring. Þannig er nær helmingur meðalrennslis ána við Arnardal grunnrennsli en afgangurinn að mestu jökulbráð. Þetta gefur möguleika á því að nýta stóran hluta rennslisorkunnar án stórra miðlana. Þannig má td. segja að í samanburði við rennsli Jökulsár á Dal sé um 700-800 GJ náttúruleg miðlun í hinu víðáttumikla Ódáðahrauni, sem safnar aurugri jökulbráð að sumarlagi og miðlar vatninu tæru til baka að vetrarlagi. Því fór Orkustofnun fram á það við Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen að hún kannaði hvort það væri tæknilega og fjárhagslega mögulegt að nýta rennsli Jökulsár á Fjöllum til orkuframleiðslu án stórs miðlunarlóns. Þegar fyrstu niðurstöður bentu til að svo gæti verið var ákveðið að gera forathugun á þessum virkjanakosti með sem sambærilegustum hætti og gert hafði verið fyrir aðrar virkjanir í fyrsta áfanga Rammaáætlunar. Gerð er grein fyrir niðurstöðum þessarar forathugunar í skýrslunni.

Í virkJun sem hér er lýst er gert ráð fyrir að veita vatni úr litlum veitulónum í farvegum Kreppu og Jökulsár á Fjöllum í lítið inntakslón við norðurjaðar Álftadalsdyngju. Þaðan yrði virkjað í einu þrepi með um 49 km löngum aðrennslisgöngum undir Jökulsá á Dal að stöðvarhúsi sem yrði

skammt sunnan Skriðuklausturs í Fljótsdal, sem lægi um 3 km norðan stöðvarhúss Kárahnjúkavirkjunar. Þar sem engin miðlun vatns er fyrirhuguð í virkjuninni er virkjað rennsli aðeins lítið meira en lægsta grunnrennsli árinna að vetrarlagi eða um  $70 \text{ m}^3/\text{s}$ , og uppsett afl því um 270 MW. Um helmingur aursins færi beint í gegnum tómt veitulónið í Jökulsá á Fjöllum að sumarlagi og nær öllum afganginum yrði skolað úr veitulónum eða dælt úr inntakslóni, aftur í farvegi neðan lónanna. Áhrif þessarar útfærslu á umhverfið yrðu allt önnur og minni en eldri tilhagana. Ekkert af gróðurlendi og vatnslindum í Arnardal færu undir vatn, og áhrif virkjunar á rennsli um Dettifoss að sumarlagi yrðu takmörkuð. Þá yrði engin uppsöfnun á aur og hann bærst nær allur til Öxarfjarðar eins og áður, og ekkert lón er fyrirhuguð í Jökuldal. Þá má segja að þessi tilhögun virkjunar sé nær algerlega afturkræf.

Þessi virkjunarhugmynd er hinsvegar tæknilega vandasöm, bæði í byggingu og rekstri. Skola þarf miklum aur út úr litlum veitulónum í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu og dæla aur að sumarlagi úr inntakslóni, og töluvert af fíngerðum aur verður að sumarlagi í vatni sem fer gegnum virkjun til Lagarfljóts. Auk þess geta ísamál valdið erfiðleikum að vetrarlagi. Þá eru aðrennslisgöngin mjög löng og gætu orðið erfiðleikar við gröft þeirra. Sú reynsla sem fæst nú við gerð aðrennslisganga Kárahnjúkavirkjunar verður hinsvegar mjög mikilvæg við mat á þessari framkvæmd. Þá er virkjunin verulega dýrari á orkueiningu er eldri tilhaganir, en gæti þó verið á svipuðu róli og ýmsir aðrir stórir vatnsaflsvirkjanakostir sem enn eru ónýttir hér á landi svo sem virkjanir í Skjálfandafljóti, Skagafirði, og víðar. Miklar rannsóknir og áætlanir þarf þó enn að gera til að fá úr því skorið hvort hér sé um raunhæfan kost að ræða.

Þessi virkjun er hér kölluð HelmingsvirkJun, þar sem inntakslónið er myndað umhverfis hluta af gömlum gíg sem nefndur hefur verið Helmingur og verður um 40 m há eyja í lóninu. Nafngiftin gæti einnig vísað til þess að aðeins um helmingur rennslisorku Jökulsár á Fjöllum er nýttur í virkjuninni, eða að virkjunin er um helmingur af stærð nágranna síns Kárahnjúkavirkjunar, bæði hvað varðar rennsli og orku.

Skýrsla þessi er unnin af Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen í framhaldi af fyrri vinnu við virkjanaáætlanir í fyrsta áfanga Rammaáætlunar á árunum 2001 og 2002. Reynt er að gæta eins mikils samræmis og kostur er við aðrar áætlanir. Kaflar um jarðfræði og lekahættu í aðrennslisgöngum og mat á áhrifum lóns í Arnardals á náttúrufarsþætti og landslagsgerð voru hins vegar skrifaðir af Freysteini Sigurðssyni jarðfræðingi á Orkustofnun.

## 2. VirkJunartilhögun

### 2.1. Yfirlit

(Teikning nr.- 001 )

Gert er ráð fyrir að stífla Jökulsá á Fjöllum og Kreppu í um 580 m y.s. milli Upptyppinga og Álftadalsdyngju um 14 km ofan ármóta þeirra. Í farvegi beggja ána yrðu með steypum stíflum mynduð lítil veitulón, sem veittu vatni um jarðgöng til lítils inntakslóns norðan Álftadalsdyngju. Gert er ráð fyrir að aur verði skolað úr veitulónum með því að tæma þau, en aur verði dælt úr inntakslóni með dælupramma. Gert er ráð fyrir að dæla vatni úr Arnardalsá að vetrarlagi upp í inntakslónið um niðurgrafnar trefjaplastpípur.

Úr inntakslóni er gert ráð fyrir að veita um 49 km löng aðrennslisgöng í einu þrepi að virkJun í Fljótsdal. Aðrennslisgöngin lægju undir Jökuldal og Hrafnkelsdal að stöðvarhúsi sem er fyrirhuguð í Teigsbjargi um 3,3 km utar en stöðvarhús KárahnjúkavirkJunar. Hér er gert er ráð fyrir að fyrirkomulag við stöð sé mjög svipað og við KárahnjúkavirkJun, nema hvað jöfnunarþró yrði grafin lóðrétt upp í staka hæð (Klausturhæð) á fjallsbrún í um 560 m y.s. Að stöðvarhúsi yrðu gerð tvenn aðkomugöng en frárennslis yrði um frárennslisgöng og stuttan frárennslisskurð út í Jökulsá í Fljótsdal við bæinn Skriðuklaustur. Fern aðkomugöng eru fyrirhuguð að aðrennslisgöngum, ein ofan Bessastaðaárgils, önnur við Eyvindará, þriðju í Jökuldal ofan Brúar, og loks ein í Álftadal. Miðað er við að virkjað rennslis verði 70 m<sup>3</sup>/s, og að virkjunin verði án annarrar miðlunar en um 43 GJ dægurmiðlunar í inntakslóni. Uppsett afl yrði um 270 MW, og orkugeta um 2100 GWh/a.

Gert er ráð fyrir umfangsmikilli vegagerð í tengslum við virkjunina. Vegur með varanlegu slitlagi yrði lagður frá hringveginum við Skjöldólfsstaði upp Jökuldal að aðkomugöngum ofan Brúar og þaðan vestur yfir Þríhyrningsfjallgarð að inntakslóni við Álftadalsdyngju. Uppbyggður vegur yrði lagður frá inntakslóni að Möðrudal og tengivegur frá Kárahnjúkavegi að Brú á Jökuldal. Einnig yrði uppbyggður vegur að aðrennslisgöngum við Eyvindará ofan við Bessastaðaárgil og að jöfnunarþró.

### 2.2. Veitulón

(Teikningar nr. -002 og -003)

Veitulón eru mynduð í ánum þar sem þær renna beggja vegna Krepputunguhrauns sem fyllir lægdina milli Upptyppinga og Álftadalsdyngju og er talið 6-9 þús. ára gamalt. (Orkustofnun, 1992). Árnar renna þar í um 20 m djúpu og innan við 100 m breiðu gili, milli hrauns og hlíða. Engin laus jarðlög eru á svæðinu enda hafa hamfarahlaup í ánum skolað þeim burt. Vegna reksturs að vetrarlagi er best að bæði lónin séu í sömu hæð. Gert er ráð fyrir að reisa stíflurnar skammt ofan þess staðar þar sem hraunfyllta lægðin er þrengst, en þar fyrir norðan fellur yfirborð hraunsins brattar. Aðeins yrði stíflað í giljunum sjálfum, en þau yrðu bakkafull í um 580 m hæð y.s. Hvor stífla um sig yrði hæst um 20 m há og um 100 m löng, og er gert ráð fyrir að þær verði steinsteypar, en einnig kemur til greina að hafa þær úr þjappaðri þurrsteypu (RCC), eða sem jarðvegsstíflur og þá með botnrásun í steypum mannvirkjum í skurðum til hliðar við farvegina sem jafnframt yrðu notaðir sem framhjärennslis á byggingartíma. Jarðvegastíflur yrðu mun ódýrari sérstaklega í Jökulsá á Fjöllum. Við hærri vatnstöðu en 580 m hæð y.s rynni umframvatn yfir stíflurnar eða hraunið milli þeirra. Eftirfarandi tafla sýnir stærð lóna.

	Yfirfallshæð	Rúmmál	Flatarmál	Lengd	Mesta dýpi m	Halli lónbotns
	m y.s.	Gl	km <sup>2</sup>	km	m	%
Jökulsá á Fjöllum	580	6,6	0,75	4,1	18	0,4
Kreppa	580	1,5	0,18	2,3	16	0,7

Tafla 1 Veitulón í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu

Lónið í Jökulsá á Fjöllum yrði mun stærra en lónið í Kreppu enda er farvegurinn þar breiðari og honum hallar minna. Tilgangurinn með þessum lónum er, auk þess að veita ánum yfir í inntakslón, að fella út botnskrið og grófari hluta svifaursins að sumarlagi og stöðva ísskrið að vetrarlagi. Aurnum sem sest til í lónunum þarf að skola út um botnrásir. Í hvorri stíflu er því gert ráð fyrir tveimur 10 m breiðum og 4 m háum botnrásarlokum. Að sumarlagi yrði yfirleitt nægjanlegt vatn í Kreppu einni og því eðlilegast að hafa botnrásir í Jökulsá á Fjöllum opnar þannig að allt vatn og aur fari óhindrað gegnum lónið. Lónið í Kreppu getur hálfyllst af aur á um 15-20 sólarhringum meðan aurburður er mestur yfir hásumarið. Því þyrfti að skola aur úr lóninu nokkrum sinnum á hverju sumri. Aurskolun ætti að ganga greiðlega þar sem lónið er mjótt og langhalli botnsins ríflegur. Hver aurskolun tæki því aðeins fáeinar klukkustundir. Nýtanlegt rými í inntakslóni nægir virkjuninni í a.m.k. sjö daga miðað við fullt álag, þannig að nægur tími gefst til aurskolunar úr veitulónunum, án þess að það skerði orkuframleiðslu virkjunarinnar, þ.e.a.s þegar umframrennsli er til staðar. Nánar umfjöllun um aur er í kafla 4.2.

Mikil áraun yrði á botnrásir í báðum stíflunum svo búast má við miklu sliti vegna mikils aurs sem um þær fer. Því verður að hanna þær og styrkja sérstaklega með tilliti til slíks álags. Stjórnlokur verða væntanlega geiralokur en ofan þeirra verða hleralokur sem setja má niður þannig að vinna megi að viðhaldi á geiralokum og botnrásum neðanvert við hleralokurnar. Viðhald getur farið fram að vetrarlagi þegar ekki þarf að opna botnrásir.

Lónin eru tengd saman með veituskurði sem er hannaður þannig að vatnshraði að vetri verði undir 0,6 m/s þegar um 70 m<sup>3</sup>/s renna frá Jökulsá á Fjöllum yfir í Kreppu. Skurðurinn verður um 1350 m langur allt að 20 m djúpur og botninn 12 m breiður. Steypt lokuvirki með hjólaloku (5\*5 m<sup>2</sup>) verður í skurðinum næst Kreppu, sem hægt verður að loka, svo að tæma megi lónið í Jökulsá á Fjöllum að sumarlagi þegar nægjanlegt rennsli er í Kreppu til að anna vatnspörf virkjunar. Skurðurinn yrði jafnframt notaður sem framhjárennsli meðan stíflan í Kreppu yrði byggð.

Þó lónin séu mest um 20 m djúp má búast við miklum leka úr þeim út í hraunin. Því er gert ráð fyrir að þetta þau með ídælingu sementsefju. Líklegt er reyndar að þau þéttist smám saman af sjálfu sér vegna aurburðar að sumarlagi. Ef leki verður mikill og varanlegur, eða ef miklar lindir koma fram skammt neðan við stíflurnar, mætti veita lekanum með litlum skurðum eða pípum úr Jökulsá á Fjöllum í farveg Kreppu og dæla honum þaðan gegnum botnrásina upp í inntakslón að vetrarlagi.

Ekki er reiknað með að gera þurfi sérstakt yfirfall við veitulónin, þar sem vatn getur runnið yfir stíflubrún og aðliggjandi hraun ef lónin yfirfyllast. Yfirfallsrennsli verður mjög sjaldgæft, þar sem lónið í Jökulsá á Fjöllum yrði nær alltaf tómt að sumarlagi (botnrásir opnar) og gert er ráð fyrir að hleypa öllu umframvatni úr lóni í Kreppu um botnrásir, og stjórna vatnshæð í lóninu með



þeim þannig að hæfilegt rennsli verði yfir í inntakslónið (sjá nánar í kafla 2.3). Yfirfallsvatn rynni aftur í viðkomandi árfarveg skammt neðan stíflunnar. Því er ekki talið að mannvirki við veitulónin séu í hættu þótt stórflóð eða hlaup komi í árnar. Hamfarahlaup eira þó engu en góðar líkur eru á að skemmdir yrðu viðráðanlegar og hægt væri að koma virkjun aftur í gang fljótlega eftir slíka atburði. Ekki er reiknað með sérstökum ísskolunarlokum við lónin, þó slíkt kynni að þykja ráðlegt við nánari hönnun mannvirkja. Slík ísskolunarlöka gæti einnig nýst fyrir umframrennsli og rennslisstjórnun að sumarlagi og komið því að hluta til í stað botnrása.

### 2.3. Veita frá veitulónum í inntakslón

(Teikning nr –003)

Vegna snjóa og ísa að vetrarlagi er heppilegast að veita vatni frá veitulónum til inntakslóns um jarðgöng. Fjarlægð milli lóna er um 4 km og hæðarmunur um 50 m þannig að ef göngin væru með jöfnum halla milli lóna yrði hann um 1,2% og rennslið í göngunum með stríðum straumi (supercritical) með vatnshraða allt að 6 m/s. Hér er því gert ráð fyrir að takmarka gangahallann við 0,6% og taka um helming af hæðarmun í bröttum skurði neðan við jarðgöngin. Jarðgöngin yrðu þá um 3,2 km löng og 5,5 m víð. Neðan ganganna tekur við um 550 m langur brattur skurður með um 6% halla í lengdarstefnu og loks 350 m langur láréttur skurður með botnkóta í 525 m hæð y.s. og hægu rennsli að inntakslóni.

Sennilega er heppilegast að virkja þennan hæðarmun í sérstakri virkjun, bæði út frá hagkvæmni og rekstraröryggi. Slík virkjun yrði 20-30 MW og gæti framleitt allt að 200 GWh af raforku á ári. Erfiðleikar gætu þó verið á að reka virkjunina að sumarlagi vegna slits á aflvélum vegna mikils aurs. Þó virkjunin yrði eingöngu rekin í um 8 mánuði á ári, framleiddi hún um 150 GWh/a, og væri væntanlega engu að síður hagkvæm. Virkjunin mundi bæta rekstraröryggi veitunnar að vetrarlagi því allir vatnsvegir væru lokaðir. Til einföldunar er þó ekki reiknað með þessari virkjun í þessari áætlun.

Álftadalsdyngja er umfangsmikið basaltfjall, þar sem aðstæður til jarðgangagerðar ættu að vera hentugar. Göngin eru öll vestan við mikið misgengi sem liggur eftir endilangri dyngjunni. Við efri gangaendann yrði steiptur ísvarnarveggur og þannig gengið frá að gangainntakið yrði alltaf neðan vatnsborðs. Ekki er gert ráð fyrir sérstökum lokubúnaði í veitugöngunum, en rennslið um göngin ræðst af vatnshæð í lóninu í Kreppu og botnhæð efri enda ganganna sem yrði í um 575 m y.s. Við vatnshæð 580 m y.s renna mest um 100 m<sup>3</sup>/s um göngin en við lágmarks vetrarrennsli, um 50 m<sup>3</sup>/s yrði vatnshæð í lóni 578 m y.s. Að sumarlagi þegar nær alltaf er umframvatn er gert ráð fyrir að takmarka rennsli um veitugöngin með því að opna botnrásir og hleypa umframvatni þar í gegn og lækka þannig vatnsborðið í lóninu í Kreppu.

### 2.4. Inntakslón

(Teikning nr. –005)

Inntakslón er myndað efst í Arnardalslægdinni með stíflu í nokkrum hlutum milli þriggja móbergshryggja skammt norðan Álftadalsdyngju. Stíflan yrði alls um 5,2 km löng en hæst um 20 m yfir yfirborði. Milli hryggja yrði stíflan að mestu á hæðarkollum með jökulsruðnings hettu, en í lægðunum, einkum vestast við Þorlákslindahrygg, stæði stíflan á flóðaseti sem kann að vera 5-10 m þykkt. Hér er valið að takmarka lónhæðina við að ekki þurfi að reisa stíflu á hrauninu vestan Þorlákslindarhryggjar. Þar virðist yfirborð hraunsins vera í um það bil 535 m hæð y.s. og er því gert ráð fyrir að mestu náttúrulegu yfirfalli í 532 m hæð y.s. Yfirborðsflatarmál lónsins er þá 7,75 km<sup>2</sup> og heildarrúmmál 66 Gl. Við lægsta rekstrarvatnsborð í 525 m y.s. yrði rúmmál lónsins 23 Gl þannig að nýtanlegt miðlunarrými er um 43 Gl, sem dugar virkjuninni í sjó

sólarhringa miðað við að ekkert vatn berist inn í lónið og stöðin sé rekin á fullu afli allan tímann. Rennsli að vetrarlagi er hinsvegar alltaf drjúgt, þannig gæti virkjunin gengið á fullu afli dag og nótt frá miðjum desember til janúarloka á forða þessa litla inntakslóns ef innrennsli er eins og í meðalári.

Gert er ráð fyrir að stíflurnar verði hefðbundnar jarðvegstíflur með þéttikjarna úr jökulruðningi. Efnismagn er um 1 800 000 m<sup>3</sup> sem fæst að mestu úr nauðsynlegum uppgrefti, svo sem úr aðrennslisskurði, veituskurðum og göngum. Kjarnaefni verður þó að ná úr fremur þunnum jökulruðningsflákum í nágrenninu. Gígur skammt norðan Álftadalsdyngju, sem nefndur hefur verið Helmingur, verður eyja í inntakslóninu. Eins og úr veitulónunum má búast við nokkrum leka úr lóninu sem mun þó væntanlega minnka með tímanum vegna aursins sem sest til í lóninu.

Fyrirhugað er að gera botnrás í 600 m löngum jarðgöngum gegnum Þorlákslindahrygg. Við enda ganganna er gert ráð fyrir um 800 m löngum skurði út í farveg Kreppu. Göngin yrðu sprengd um 4,5 m að þvermáli, og við efri enda þeirra yrði komið fyrir lokuhúsi með 2,5\*2,5 m<sup>2</sup> hjólaloku og viðhaldsloku. Með botnrásinni mætti tæma lónið ef virkjunin er ekki í rekstri. Einnig mætti dæla aurnum úr lóninu um botnrásina og jarðgöng út í farveg Kreppu. Ódýrara yrði að hafa botnrásina í gegnum stíflurnar en þá færi aurinn um efstu drög Arnardals og gegnum skarðið milli Þorlákslindahryggja (Kreppuhlið) áður en hann bærisk í farveg Kreppu, og hefði því meiri áhrif á umhverfið.

Inntak í aðrennslisgöng er í rótum Álftadalsdyngju austan lónsins. Að því mun liggja um 4,7 km langur aðrennslisskurður sem yrði að langmestu leyti í lóninu. Ódýrara hefði verið að hafa inntakið austan Álftadalsár, og inntaksskurðinn þá lengri en aðrennslisgöngin styttri, en horfið var frá því vegna rekstraröryggis að vetrarlagi (sjá kafla 3.3 Ísamál). Skurðbotn er 15 m breiður og í 518-520 m y.s.

Lauslegir útreikningar sýna að um 0,5 milljón tonn af fíngerðum aur setjist að jafnaði til í inntakslóninu á ári. Gert er ráð fyrir að dæla þessu magni úr lóninu með dælupramma svipað og gert var úr Bjarnalóni á fyrstu árum Búrfellsvirkjunar, sjá nánar í kafla 4.2.3 Aurskolun og aurdæling. Þar sem hér er um óvenjulegan rekstrarkostnað að ræða fyrir virkjunina var hann metinn sérstaklega og árlegur kostnaður umreiknaður til stofnkostnaðar og bætt við stofnkostnað virkjunar samanber kafla 3. Árlegur aukinn rekstrarkostnaður við aurdælingu og viðhald botnrása og loka vegna slits vegna aurskolunar var metinn um 90 Mkr á ári, og var við það mat meðal annars stuðst við reynslutölur frá dælingu úr Bjarnalóni.

## 2.5. Dæling úr Arnardalsá

(Teikning nr. -003)

Arnardalsá er mjög stöðug lindá, og fer rennsli hennar aldrei niður fyrir 5 m<sup>3</sup>/s á veturna. Gert er ráð fyrir að dæla vatni úr henni þar sem hún rennur milli Arnardalsfjalla í um 520 m y.s. upp í inntakslónið. Grafín yrði um 500 m löng dælureнна eða skurður þvert á farveg árinna á milli Arnardalsfjalla að dælustöð sem yrði byggð við rætur syðra fjallsins. Dælt yrði í inntakslónið um 3 km langa 1,4 m víða trefjaplastpípu sem yrði niðurgrafín í flóðasetið meðfram Arnardalsfjalli. Gert er ráð fyrir að hámarksafköst dælu yrðu um 6 m<sup>3</sup>/s og aflþörf um 1,7 MW. Aðeins yrði dælt að vetrarlagi þegar ekkert umframrennsli er í Kreppu og Jökulsá á Fjöllum. Dæling úr Arnardalsá eykur ein og sér orkuvinnslu virkjunar um 80 GWh á ári og er því mjög hagkvæm.

## 2.6. Vatnsvegir frá inntakslóni að stöð

(Teikningar nr. –002)

VirkJuðu rennslis verður veitt um 48,7 km löng aðrennslisgöng frá inntakslóni norðan Álftadalsdyngju að stöðvarhúsi í Fljótsdal. Gert er ráð fyrir að göngin verði unnin bæði með jarðgangaborvélum (TBM), 42,5 km, og hefðbundnum borunum og sprengingum, 6,2 km, auk 4,8 km aðkomuganga. Göngin munu liggja hallandi um 2,0 % frá um 515 m hæð nærri Álftadalsá um 18,2 km vegalengd nánast beint í austur, undir Þríhyrningsfjallgarð yfir að Jökuldal við ármót Reykjarár, þar sem þau verða í um 160 m y.s. og því um 200 m neðan dalbotnsins. Aðkomugöng 3, um 1,6 km löng með 12,5 % halla tengjast göngunum þarna. Aðrennslisgöngin munu á þessum kafla liggja þvert á svonefndan Kverkfjallasprunguskara, sem er víðáttumikið sprungusvæði norður frá Kverkfjöllum. Því má búast við að gera þurfi annars vegar sérstakar ráðstafanir við framkvæmdirnar en hins vegar að rekstur virkjunarinnar kunní í versta falli að stöðvast tímabundið vegna viðgerða.

Frá Jökuldal munu göngin liggja áfram austur, hallandi 0,2 % upp til austurs á næstu 4,5 km yfir að Hrafnkelsdal þar sem þau verða í 169 m hæð y.s. og því enn rúmlega 200 m undir dalbotni. Undir Hrafnkelsdal breytist hallinn í 2,7% sem er haldið næstu 9,7 km að Eyvindará. Um 1 km löng göng með loftun og aðkomu verða við Eyvindará, þar sem göngin verða í 435 m hæð y.s. Frá Eyvindará verður 0,46% einhalli á göngunum niður í móti austur á bjarg ofan Skriðuklausturs þar sem göngin verða í 350 m y.s. Göngin verða unnin til vesturs frá 1,8 km löngum aðkomugöngum 1, sem opnast ofan við Bessastaðaárgil í hæð 345 m y.s. Frá aðkomugöngum 3 við Jökuldal verða þau unnin í báðar áttir.

Við framkvæmdina er gert ráð fyrir þremur jarðgangaborvélum sem vinni uppeftir halla svo að vatn renni frá þeim. Sjálfrennslis verður út um aðgöng 1, en hins vegar mun þurfa mikinn dælubúnað á framkvæmdatímanum við aðkomugöng 3 undir Jökuldal. Þar er jafnframt gert ráð fyrir búnaði til að tæma göngin á rekstartíma virkjunarinnar vegna viðhalds. Gert er ráð fyrir að bora þar tvo lóðréttu 200 m djúpa dælustokka, með um 0,8m þvermáli sem notaðir yrðu við dælingu á framkvæmdatíma við Jökulsá og ef þörf krefur einnig í Fiskidal og/eða í Hrafnkelsdal. Í kostnaðaráætlun er gert ráð fyrir þremur dælustokkum, og að tiltækur verði dælubúnaður sem geti dælt allt að 5 m<sup>3</sup>/s (um 15 MW afl). Raunveruleg dæling er þó áætluð mest um helmingur þess. Ef nauðsyn krefur verður allsstaðar hægt að bora og sprengja á móti jarðgangaborvélunum þremur umfram það sem hér er gert ráð fyrir.

Jarðgöngin eru hér sýnd sem bein lína milli inntaks og þrýstijöfnunarstokks. Jarðfræðirannsóknir gætu breytt þessari staðsetningu, einkum um miðbik ganganna þar sem farið er undir Jökuldal og Hrafnkelsdal. Færsla ganganna þar um marga km til suðurs eða norðurs breytir þó litlu um heildarlengd þeirra. Hægt er að breyta þessu fyrirkomulagi aðrennslisganga ef jarðfræðirannsóknir leiði í ljós að það verði hagkvæmara. Þannig mætti td. gera vestustu 14 km frá aðkomugöngum úr Fiskidal með sjálfrennslis út um þau á byggingartíma. Þessi hluti aðrennslisganga lægi þá mun ofar og mætti gera þau hvort sem er með heilborun (TBM) eða hefðbundnum sprengingum, og þá með auka aðkomugöngum á miðri leið. Frá Fiskidal yrðu síðan nokkuð brött göng boruð og sprengd niður undir Jökuldal.

Allmikið efni losnar við gerð aðrennslisganga og aðkomuganga að þeim, alls líklega um 3 milljónir m<sup>3</sup>. Efnið verður nýtt í vegi og fyllingar eftir því sem hagkvæmt þykir en megnið haugsett skammt frá munna aðkomuganga, en aðstæður eru hagstæðar á aurum Jökulsár á Dal ofan Brúar þar sem megnið af efninu fellur til. Vegna umhverfisáhrifa verður væntanlega að

flytja efnið sem kemur út um aðkomugöng 1 ofan Bessastaðaárgils á heppilegan stað fjarri munninum.

Lóðréttur þrýstijöfnunarstokkur verður gerður upp í Klausturhæð, sem er stök hæð sem nær upp í 560 m y.s á bjargbrún ofan Skriðuklausturs. Flatarmál jöfnunarstokks er áætlað 200 m<sup>2</sup> og rennur þá aldrei uppúr honum, enda myndu aðkomugöng 2 við Eyvindará einnig dempa þrýstisveiflur við álagsbreytingar.

Frá aðrennslisgöngunum í bjarginu ofan Skriðuklausturs verða ein lóðrétt fallgöng að stöðvarhúsinu sem verður neðanjarðar um 1 km inni í fjallinu. Fallgöngin, um 350 m há, verða stálfóðruð um 3,8 m í þvermál og greinast neðst að þremur aflvélum virkjunar. Mesti vatnshraði í fallgöngunum og greiningum er um 6,2 m/s. Ofan við fallgöngin verður lokahellir með spjaldloka.

Vatnsvegir og aðkoma að þeim verða allir neðanjarðar og því lítt sýnilegir í umhverfinu nema aðkomugöng 1 sem koma uppá yfirborð á mjög áberandi stað ofan Bessastaðaárgils. Þessi staðsetning er heppileg til að vatn geti runnið af sjálfsdáðum út um göngin á byggingartíma og ekki síður á rekstartíma. Ef göngin yrðu höfð með halla niður þegar farið væri inn í þau og kæmu þannig upp á yfirborð í t.d. 500 m y.s á minna áberandi stað vestar og fjær gilinu þyrfti að dæla öllu lekavatni á byggingartíma og rekstartíma upp frá lokahellinum ofan fallganganna því vart er talið ásættanlegt að gera sérstök ræsigöng út í hlíðina ofan virkjunarinnar eins og gert var í Kárahnjúkavirkjun, því engir náttúrulegir lækjafarvegir eru í hlíðinni og lekavatnið rynni yfir Tröllkonustíg. Ef þessi staðsetning aðkomuganga 1 þætti óásættanleg er annað fyrirkomulag aðkomuganga sem krefðist dælingar mögulegt og óvíst er að það yrði marktækt dýrara.

## 2.7. Stöðvarhús

(Teikning nr. –006)

Stöðin verður hefðbundið neðanjarðarstöð með vélasal, spennahelli og nauðsynlegum göngum fyrir aðkomu og tengingar. Í stöðinni verða þrjár vélasamstæður með tilheyrandi búnaði en uppsett afl verður 270 MW. Hverflar verða væntanlega af Francis gerð. Slit vegna aurburðar kann þó að valda því að heppilegra sé hafa vélar af Pelton gerð. Vélasalurinn verður um 60 m langur, um 14 m breiður og mesta hæð um 30 m. Samhliða vélasalnum verður álíka langur spennasalur um 13 m breiður og 16 m hár. Þar verður aðalspennum virkjunarinnar komið fyrir.

Aðkoma að vélasal og spennahelli verður um 800 m löng aðkomugöng, 7,5 m í þvermál, sem opnast ofan þjóðvegarskammt frá Skriðuklaustri. Við munna aðkomuganga verður þjónustubygging (hlaðhús) fyrir starfsmenn virkjunarinnar og stjórnstöð. Frá spennahelli er reiknað með að liggi sérstök strengjagöng ( $P=4,5m$ ) að tengivirkishúsi skammt frá nefndri þjónustubyggingu. Í raun er þó líklegast að jarðstrengur verði lagður frá enda strengjaganga að tengivirki við Kárahnjúkavirkjun.

## 2.8. Frárennslisli

(Teikning nr. –006)

Frá stöðinni verður vatni veitt eftir um 1,2 km löngum frárennslisgöngum sem opnast út í Fljótsdal skammt frá Skriðuklaustri. Frá gangamunninum verður grafinn frárennslisskurður um 1,3 km langur út í farveg Jökulsár í Fljótsdal austur undan Skriðuklaustri, þar sem yfirborð árinna er að jafnaði í um 22,5 m hæð yfir sjó. Í flóðum getur vatnsborðið þó farið í allt að 24 m

y.s. sem er hönnunarbakvatnshæð virkjunar, að teknu tilliti til þess að yfirborð Lagarfljóts geti hækkað í um 23,0 m y.s. í flóðum. Frárennslisgöngin ná út í flóðfarveg Jökulsár í Fljótsdal. Frárennslisskurðurinn yrði því alltaf nær bakkafullur og allur undir vatni í flóðum. Hann kemur í ána þar sem brot er í lengdarhalla hennar. Yrði skurðurinn færður ofar hækkar bakvatn virkjunar um 1,3 m fyrir hvern km sem ofar er farið í farveginn.

Aukið rennsli til Lagarfljóts mun valda hækkun vatnsborðs víða amk. á ákveðnum tímabilum, bæði í Jökulsá í Fljótsdal neðan frárennslisskurðarins, í stöðuvatninu, í Lagarfljóti neðan Egilsstaða og einnig neðan Lagarfoss. Ef ástæða þykir til er hægt er að vinna að nokkru á móti þeim breytingum með greftri efnis úr farveginum við Straum og jafnvel einnig rétt neðan Egilsstaða og er kostnaður við að grafa allt að 500 000 m<sup>3</sup> af lausu efni úr farveginum innifalinn í kostnaðaráætlun. Aukið rennsli í Lagarfljóti myndi hinsvegar valda aukinni orkuframleiðslu í LagarfossvirkJun, og hugsanlega gera frekari aflaukningu þar hagkvæma. Aukin orkuframleiðsla í LagarfossvirkJun gæti numið allt að 70 GWh/a við tilkomu HelmingsvirkJunar.

## **2.9. Aðrar mögulegar veitur og miðlanir**

Hægt er að veita meira vatni til virkjunar á hagkvæman hátt en hér er gert ráð fyrir. Þannig má veita Eyvindará til virkjunar með litlu inntakslóni um aðkomugöng 2, og þá yrði Hölkná jafnframt veitt til Eyvindará, og hugsanlega Grjótá til Hölknár. Gera mætti lítið miðlunarlon þar sem Hölkná er veitt til Eyvindará. Orkuframleiðsla virkjunar ykist aðeins um 50 GWh/a við þessa veitur þar sem rennslið er mest á sumrin þegar nægjanlegt vatn er til staðar. Þessi veita myndi hinsvegar auka vatnsrennsli um Dettifoss samsvarandi að sumarlagi, og kynni því að vera áhugaverð. Sama má segja um veitu Bessastaðaár inn í aðrennslisgöngin skammt neðan Gilsárvatna. Þess ber þó að geta að veita Grjótár, Hölknár og Laugarár til Kárahnjúkavirkjunar við Laugarfell var ásamt Bessastaðaárveitu hafnað í úrskurði umhverfisráðherra um þá virkjun.

Gera mætti miðlun í Álftadal, og veita úr henni til virkjunar um aðkomugöng 4. Þessi miðlun gæti aukið rekstraröryggi virkjunar að vetrarlagi en stærð hennar takmarkaðist þó við lítið rennsli í Álftadalsá. Til einföldunar er öllum þessum veitum og miðlunum sleppt í þessari umfjöllun, enda ljóst að þær breyta litlu um hagkvæmni virkjunarinnar.

### 3. Kostnaður og framvinda

#### 3.1. Forsendur

Kostnaðaráætlun er gerð í kostnaðarlíkani LandsvirkJunar og miðast við verðlag í janúar 2005 en þá hefur sérstök vísitala um stofnkostnað vatnsaflsvirkJana (VV) verið áætluð 12 564 stig. Efnismagn stíflna og annarra stórra jarðvinnuþátta hefur verið reiknað út frá landslagi eftir því sem tiltækir uppdrættir gefa tilefni til. Við áætlanir á kostnaði og magntölum hefur verið tekið mið af reynslu af verkhönnun, útboðum og framvindu við KárahnjúkavirkJun eftir atvikum og því sem ástæða hefur þótt til. Vatnsvegir, stöð og vélar og rafbúnaður eru mjög sambærilegir þættir í þessum tveimur virkjunum, nema hvað virkjað rennslí er hér um helmingi minna, og því eru aðeins ein fallgöng og 3 vélar í þessari virkjun í stað 2 fallganga og 6 véla í KárahnjúkavirkJun. Þá nýtur áætlun á þessari virkjunin góðs af ýmsum rannsóknum sem gerðar hafa verið á svæðinu ásamt vegagerð og aðstöðusköpun. Að þessu leyti er því kostnaðarmat þessarar virkJunar traustara en allmennt gerist við forathugun virkJana. Engu að síður eru margir óvissuþættir við gerð og rekstur virkjunarinnar, einkum hin löngu og að hluta til djúpt liggjandi aðrennslisgöng. Þá er nokkur óvissa varðandi rekstur virkjunarinnar vegna aurs og ísamála við veitur og inntak. Því er hér miðað við sömu forsendur í kostnaðaráætlunum og í öðrum virkjunum í Rammaáætlun þ.e.a.s. um 20% álag í ófyrirséðan kostnað. Vegna langs byggingartíma aðrennslisganga er fjármagnskostnaður á byggingartíma áætlaður 12% sem er hærra en almennt hefur verið reiknað með í Rammaáætlun. Kostnaður við dælingu aurs úr inntakslóni og viðhald vegna slits sem hlýst af aurskolun er áætlaður um 90 Mkr á ári sem talið er jafngilda 1330 Mkr í auknum stofnkostnaði og er bætt við kostnaðaráætlunina þannig að heildarkostnaður verði sem sambærilegastur við aðrar virkjanir þar sem slíkur sérstakur rekstrarkostnaður er ekki fyrir hendi.

#### 3.2. Kostnaðaryfirlit

Kostnaðaryfirlit er í töflu 2. Verð eru án virðisaukaskatts, og miðuð við verðlag í janúar 2005.

#### 3.3. Framvinda og mannaflí

Gert er ráð fyrir að framkvæmdartími við gerð aðrennslisganga sé um 5 ár, frá undirritun samninga, 4 ár við gerð stöðvar og 2 ár við veitur og inntakslón. Heildarfjöldi ársverka er áætlaður um 1600 og mesti starfsmannafjöldi verktaka á vinnustað er áætlaður 600 manns. Heildarkostnaður skiptist þannig að vinnulaun á verkstað nema 40%, kostnaður við tæki 30% og efni sem flutt er á staðinn 30%. Hlutfallsleg skipting vinnuaflds, annarra en tæknimanna, viðgerðarmanna og þeirra sem vinna við matseld og ræstingu er eftirfarandi; jarðgangamenn 37%, verkamenn, 25% tækjamenn 11%, bílstjórar 13%, og iðnaðarmenn, 14%.

Verkpáttur	Kostnaður	
	Miskr	Miskr
Vinnubúðir og tygjun	1 250	
Vegagerð og svæðisrafveita	2 148	
<b>Samtals aðstöðusköpun</b>		<b>3 397</b>
Veitustífla í Jökulsá á Fjöllum	744	
Veitustífla í Kreppu	574	
Veituskurður milli farvega og vatnsvarnir	444	
Veitugöng að inntakslóni	887	
Stífla við inntakslón	1 615	
Yfirfall	55	
Botnrás í jarðgöngum	224	
Inntaksskurður og inntak	834	
Dæling úr Arnardalsá	375	
<b>Samtals veitur og inntak</b>		<b>5 751</b>
Aðkomugöng að aðrennslisgöngum (D=6,7m D&B, L=4,8km)	1 657	
Aðrennslisgöng (D&B hluti D=6,7m, L=6,15km)	2 208	
Aðrennslisgöng TBM (D=6,07m 42,5 km)	10 777	
Dæling á byggingartíma upp úr göngum	596	
<b>Samtals aðrennslisgöng</b>		<b>15 238</b>
Jöfnunarþró	252	
Loki og lokahellir	373	
Fallgöng	899	
Greiningar	186	
<b>Samtals jöfnun og fallgöng og greiningar</b>		<b>1 709</b>
Stöðvarhús, hellir og búnaður	1 371	
Spennasalur og önnur rými	584	
<b>Samtals stöðvarhús</b>		<b>1 955</b>
Aðkomugöng	369	
Strengjagöng	206	
Hlaðhús	313	
<b>Samtals aðkoma að stöðvarhúsi</b>		<b>888</b>
<b>Vélar og rafbúnaður</b>		<b>3 969</b>
Frárennslisgöng	374	
Frárennslisskurður	26	
<b>Samtals frárennsli</b>		<b>400</b>
<b>Aðgerðir í Lagarfljóti neðan Egilsstaða</b>		<b>92</b>
<b>Aurskolun og aurdæling (umreiknuð til stofnkostnaðar)</b>		<b>1 330</b>
<b>Samtals verkkostnaður</b>		<b>34 729</b>
Ófyrirséður kostnaður (20%)		<b>6 946</b>
<b>Verktakakostnaður</b>		<b>41 675</b>
Hönnun og umsjón (13,5%)		<b>5 626</b>
Undirbuningur (2,5%)		<b>1 042</b>
Annar verkkaupakostnaður (4%)		<b>1 667</b>
<b>Framkvæmdakostnaður</b>		<b>50 010</b>
Fjármagnskostnaður (12%)		<b>6 001</b>
<b>Samtals án VSK</b>		<b>56 011</b>

Tafla 2 Kostnaðaryfirlit 270 MW virkjunar á verðlagi í janúar 2005

## 4. Rennsli, aur og ísar

### 4.1. Rennsli

Við miðlunarlausu rennslisvirkJun eins og hér um ræðir skiptir lágrennslis að vetrarlagi höfuðmáli fyrir orkugetu virkjunar. Vatnamælingar Orkustofnunar hafa mælt rennslis Jökulsár á Fjöllum við Grímsstaði (vhm 102) nær samfelld síðan um 1970. Frá því um 1984-5 eru einnig til mælingar í Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga (vhm 162) og í Kreppu við Lónshnúk (vhm 233). Rennsli Arnardalsár (vhm 332) og Skarðsár (vhm 367) var mælt árin 1997 til og með árinu 2003. Einnig var rennslis Svartár (vhm 268) við Vaðöldu mælt í nokkur ár á síðasta áratug síðustu aldar. Niðurstöður mælinga í Jökulsá við Upptýppinga, í Kreppu og Arnardalsá gefa samanlagt rennslis til virkjunar Jökulsár á Fjöllum með þeirri tilhögun sem lýst er hér.

Árið 1993 var gert rennslislíkan af vatnasviði Jökulsár á Fjöllum (Vatnaskil hf., 1993). Daglegt rennslis árána 1950 til 1994 var reiknað út frá veðurmælingum á nálægum veðurstöðvum. Líkanið hefur ekki verið endurskoðað en framlengt með nýjum veðurgögnum til loka vatnsársins 2001, og er rennslis samkvæmt líkaninu notað til að meta orkugetu virkjunar. Nú eru til mun lengri og betri rennslismælingar á virkjunarstað en þegar rennslislíkanið var gert, og var því gerð sérstök könnun á samræmi líkansins við nýjustu rennslisgögn. Vatnamælingar yfirlóru rennslisgögn í öllum áðurnefndum mælum nema við Grímsstaði og afhentu þau gögn (Orkustofnun, Vatnamælingar, 2004/47 og 2005/33). Í gögnum OS er eingöngu skráð ótruflað rennslis, en ekki var reynt að áætla rennslis þar sem ístruflana gætti. Niðurstöður mælinga á rennslis við Upptýppinga og í Arnardalsá eru sýndar á mynd 1. Á myndinni er einnig sýnt rennslis í Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga samkvæmt rennslislíkani.

Vatnshæðarmælirinn í Kreppu við Krepputungu er truflaður af ís nær alla vetur. Stakar rennslismælingar sem gerðar hafa verið flesta vetur sýna að lágrennslis er alltaf um  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ekki er mikið um það að leir eða sandur setjist á mælinn (Ásgeir Gunnarsson og Sigríður Árnadóttir, 2003). Samanburður rennslismælinga við rennslislíkanið sýnir að rennslislíkanið ofmetur rennslis um  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  síðla vetrar en vanmetur það um svipað magn fyrripart vetrar. Rennslislíkanið er því nokkuð raunhæft hvað varðar meðaltal lágrennslis í Kreppu.

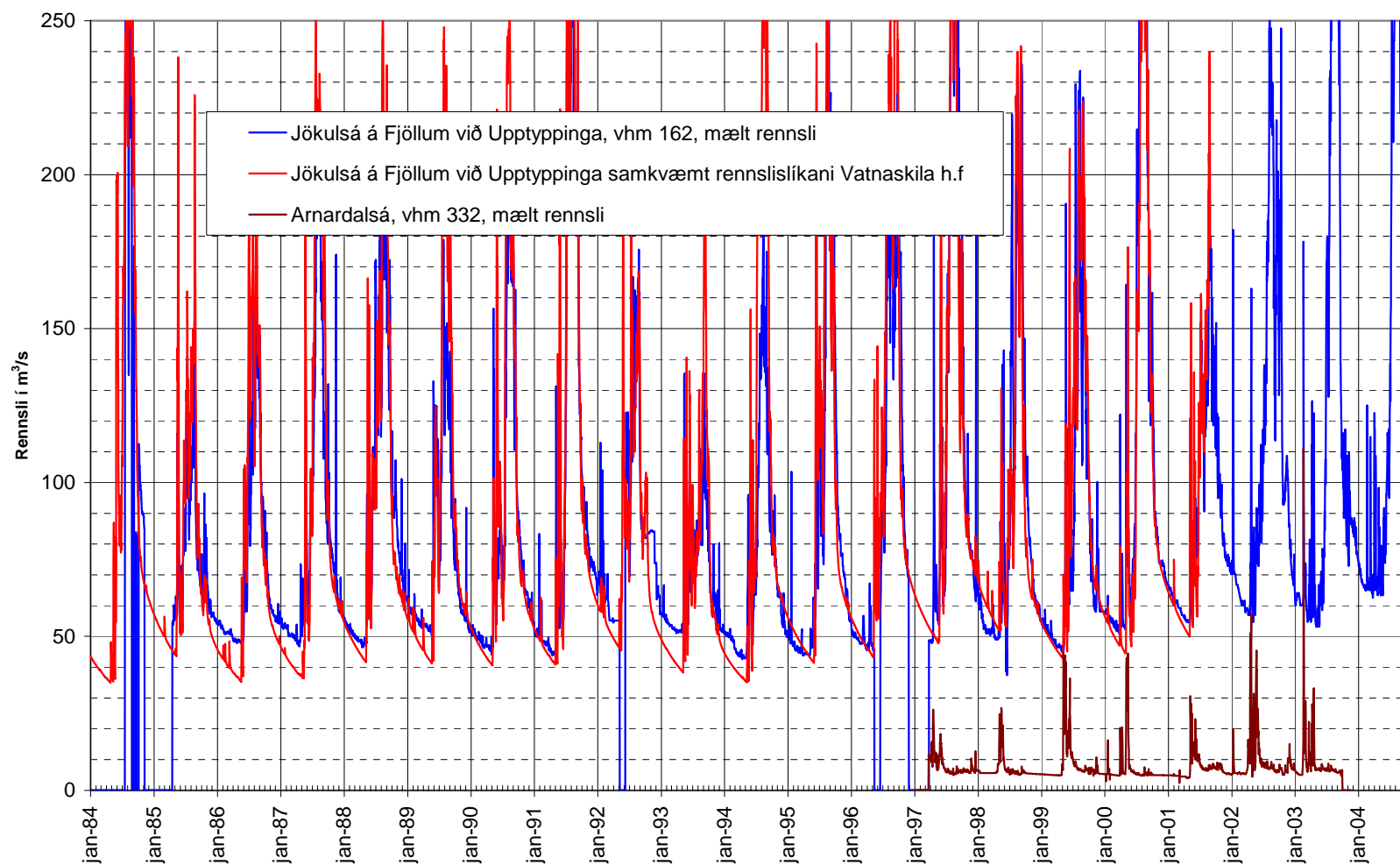
Rennslis Arnardalsár er mjög stöðugt í kringum  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  alla vetur. Að meðaltali gefur rennslislíkanið um  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  hærra rennslis en mælingar sömu daga yfir veturinn.

Rennslismælirinn í Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga virðist nokkuð góður og hefur að mestu verið ótruflaður af ís alla vetur eftir að hann var settur upp á núverandi stað árið 1984. Aur truflar þó ráðandi þversnið þannig að samband vatnshæðar og rennslis er nokkuð óstöðugt milli tímabila. Mikið grunnvatn er í ánni að vetrarlagi. Margar rennslismælingar hafa verið gerðar að vetrarlagi og lægsta rennslis sem mælt hefur er um  $47 \text{ m}^3/\text{s}$ . Rennslislíkanið gefur  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  lægra rennslis að meðaltali en mælingarnar samkvæmt rennslislykli sömu daga á tímabilinu frá desember og út apríl. Á mynd 1 sést að samkvæmt mælingum er grunnrennslis enn stöðugra síðla vetrar en rennslislíkanið gerir ráð fyrir. Rennslislíkanið er því hugsanlega að vanmeta lágrennslis um allt að 10%. Það vekur nokkra athygli við skoðun myndar 1 að samkvæmt mælingum (og líkaninu) hefur rennslis alltaf farið niður fyrir  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  síðla vetrar til og með árinu 1999. Síðustu 5 vetur skera sig úr þar sem mælda rennslis fer aldrei niður fyrir  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ekki er

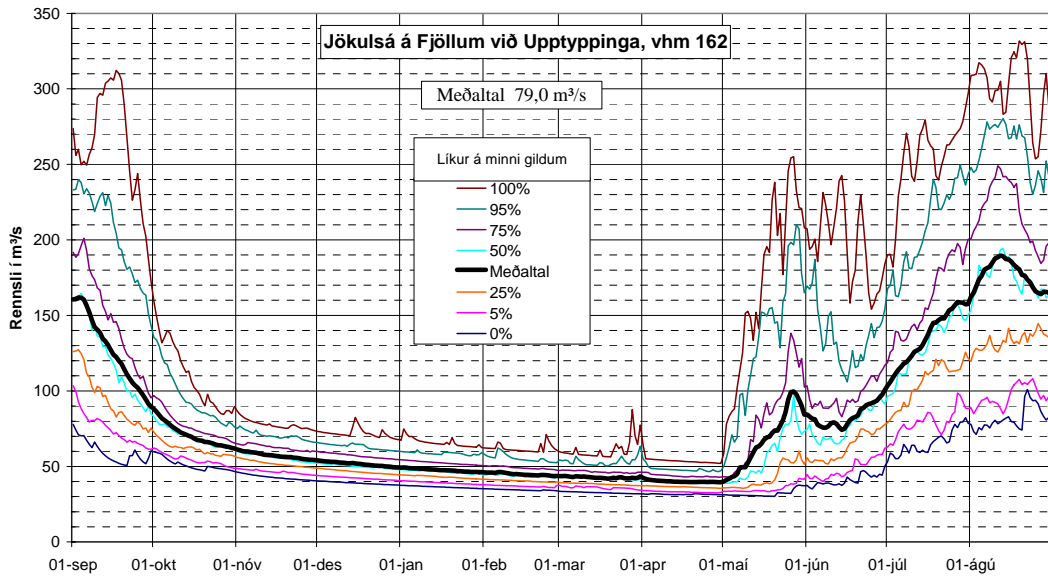


ljóst hvort þetta stafar af skekkju í rennslislykli vegna uppsöfnunar aurs í mæliþversniðinu, eða hvort hér sé um raunverulega rennslisaukningu að ræða. Síðustu þrjá vetur kunna vetrarflóð vegna hlýinda að valda auknu grunnrennslis síðla vetrar.

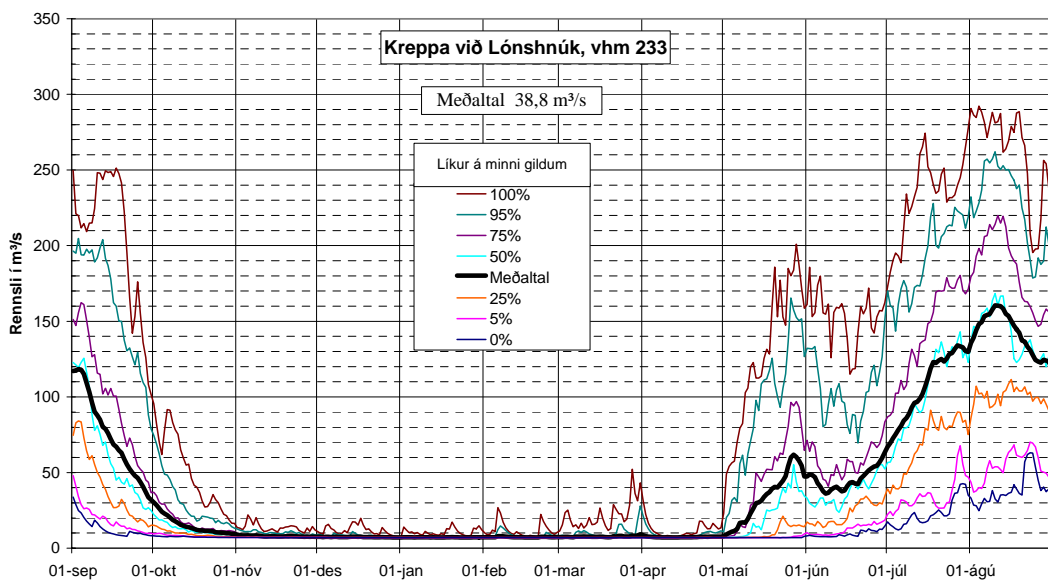
Niðurstaða þessara athugana er því sú að rennslislíkanið gefur nokkuð gott mat á lágrennslis samkvæmt nýjustu rennslismælingum, en er þó sennilega að vanmeta lágrennslis um 5-10%. Með því að nota rennslislíkanið við mat á orkugetu er því frekar verið að vanmeta en ofmeta orkuframleiðslu. Myndir 2 til 5 sýna rennslis á helstu stöðum samkvæmt rennslislíkaninu.



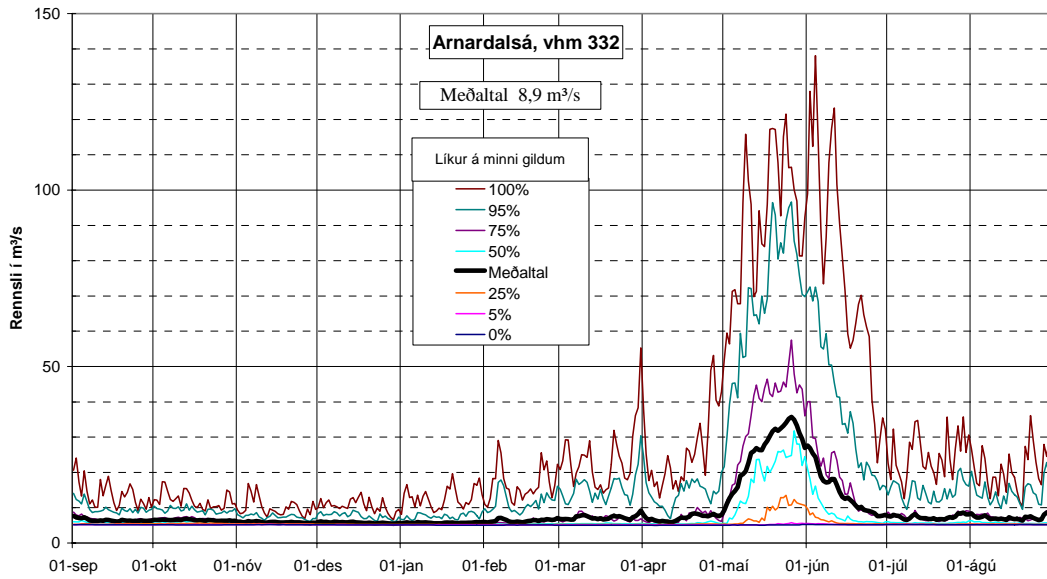
Mynd 1 Mælt rennsli í tveimur vatnshæðarmælum og rennsli samkvæmt rennislíkani í Jökulsá á Fjöllum við Upptyppinga til samanburðar



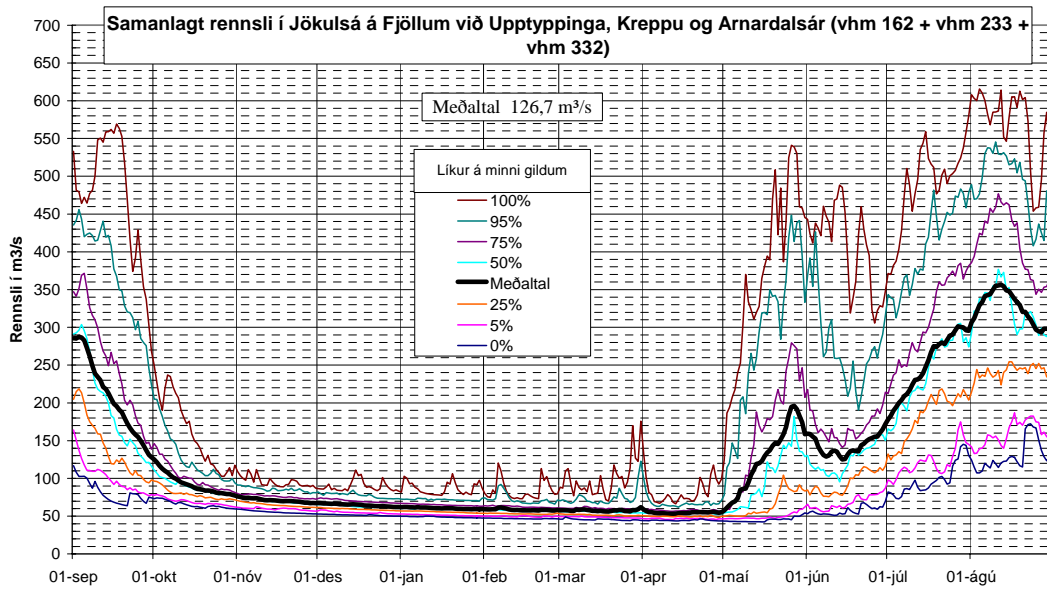
Mynd 2 Rennsli í Jökulsár á Fjöllum við Upptýppinga samkvæmt rennislíkani árin 1950-1998



Mynd 3 Rennsli í Kreppu samkvæmt rennislíkani árin 1950-1998



Mynd 4 Rennslí í Arnardalsá samkvæmt rennslislíkani árin 1950-1998



Mynd 5 Samanlagt rennsli til virkjunar samkvæmt rennslislíkani árin 1950-1998

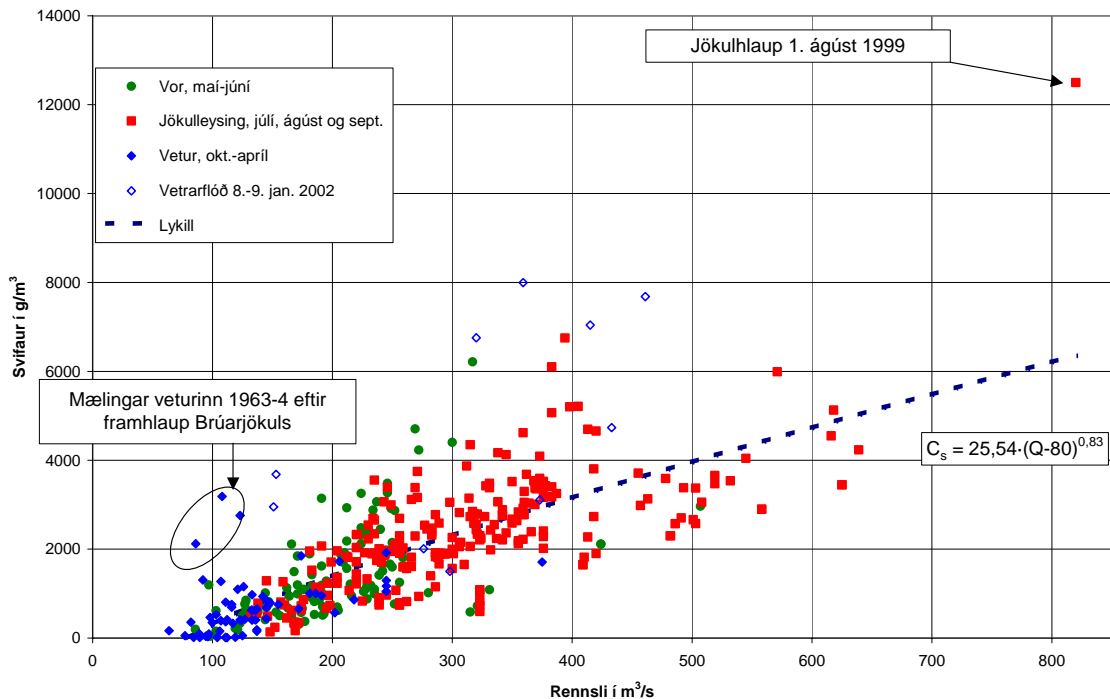
## 4.2. Aurburður, aurskolun og aurdæling

### 4.2.1. Inngangur

Jökulsá á Fjöllum, ásamt nágranna sínum Jökulsá á Dal, bera með sér langmestan aur til sjávar af öllum íslenskum jökulám, og er vafamál hvor hefur haft vinninginn. Ljóst er að þessi mikli aurburður skiptir höfuðmáli varðandi fyrirkomulag á nýtingu árinna til orkuframleiðslu, ekki síst þegar miðað er við að nýta ána án stórs miðlunarlóns. Því var aflað allra tiltækra gagna varðandi aurburðarmælingar og þau skoðuð ítarlega. (Orkustofnun Vatnamælingar, 2004a). Hér verður hinsvegar aðeins greint frá niðurstöðum athugana varðandi aurburðalykla og mat á magni aurburðar. Einnig verður gerð grein fyrir lauslegu mati á afdrifum aursins eftir virkjun, þ.e.a.s hversu miklu magni verði skolað úr veitulónum eða dælt úr inntakslóni, og hversu mikið af aur má búast við að berist til Lagarfljóts.

### 4.2.2. Mælingar og mat á aurburði í Jökulsá á Fjöllum

Svifaursmælingar hafa verið gerðar í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði frá árinu 1963 og eru nú til niðurstöður úr um 450 mælingum. Sumarið 2000 fór af stað verkefni hjá Orkustofnun sem fól í sér ítarlegar aurburðarrannsóknir í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu. Ýmis atriði hafa verið tekin til skoðunar svo sem samanburður á nýju mælisniði við Grímsstaði og því gamla sem þykir ekki vera heppilegt vegna aðstæðna, svokallaðar punktsýnatökur, sólarhringssveifla aurstyrks og rennslis og mælingar á skriðaur. Ekki hefur verið gerð nein heildarsamantekt á niðurstöðum þessara athugana og því hefur hér ekki verið gerð tilraun til leiðréttinga á eldri niðurstöðum mælinga. Mynd 6 sýnir niðurstöður svifaursmælinga í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði.



Mynd 6 Svifaursmælingar í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og aurburðarlykill

Á myndinni eru aðeins sýndar niðurstöður fyrir sýni sem tekin hafa verið með sýnataka á fleiri en einum stað í þversniði árinna, svokölluð S1, S2 og SD sýni en S3 og F sýnum er sleppt. Alls er um að ræða nær 400 sýni.

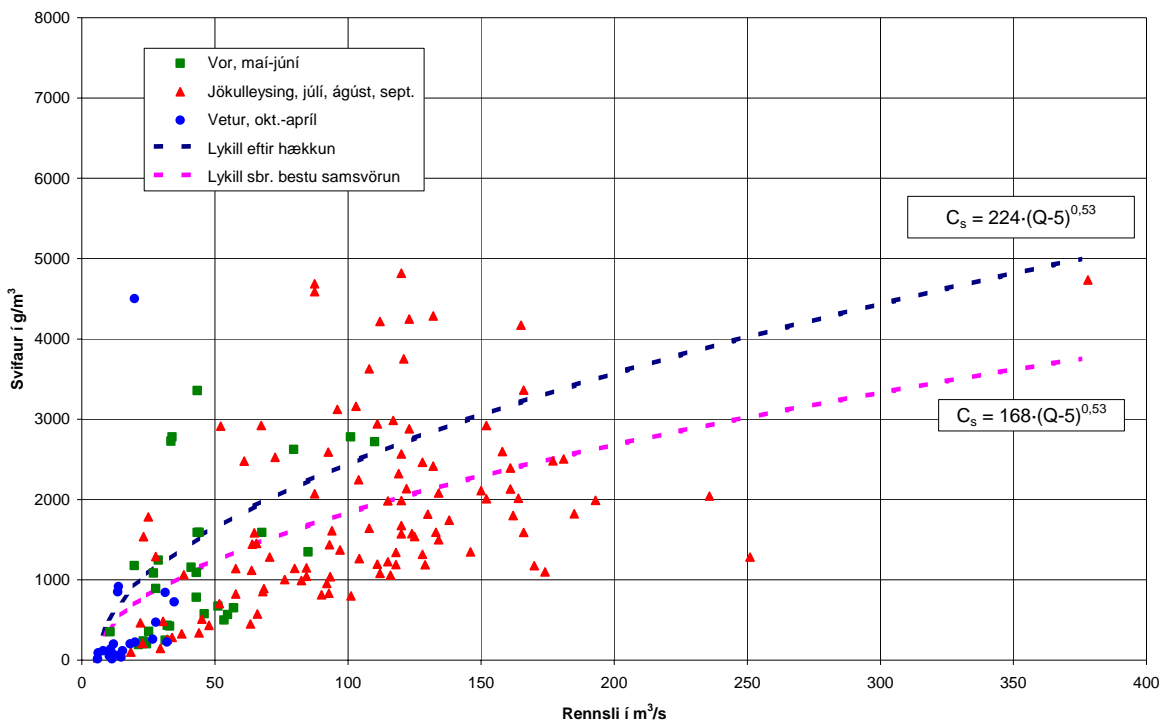
Allgott samband er milli rennslis og aurburðar, miðað við hvað gengur og gerist um slík tengsl í íslenskum jökulám. Helstu frávik eru sýni sem tekin voru skömmu eftir framhlaup Brúarjökuls árið 1963 og í miklum vetrarflóðum eða í Jökulhlaupum.

Ákveðið var að hafa aurburðarlykla sem sýna samband rennslis og aurburðar á forminu,

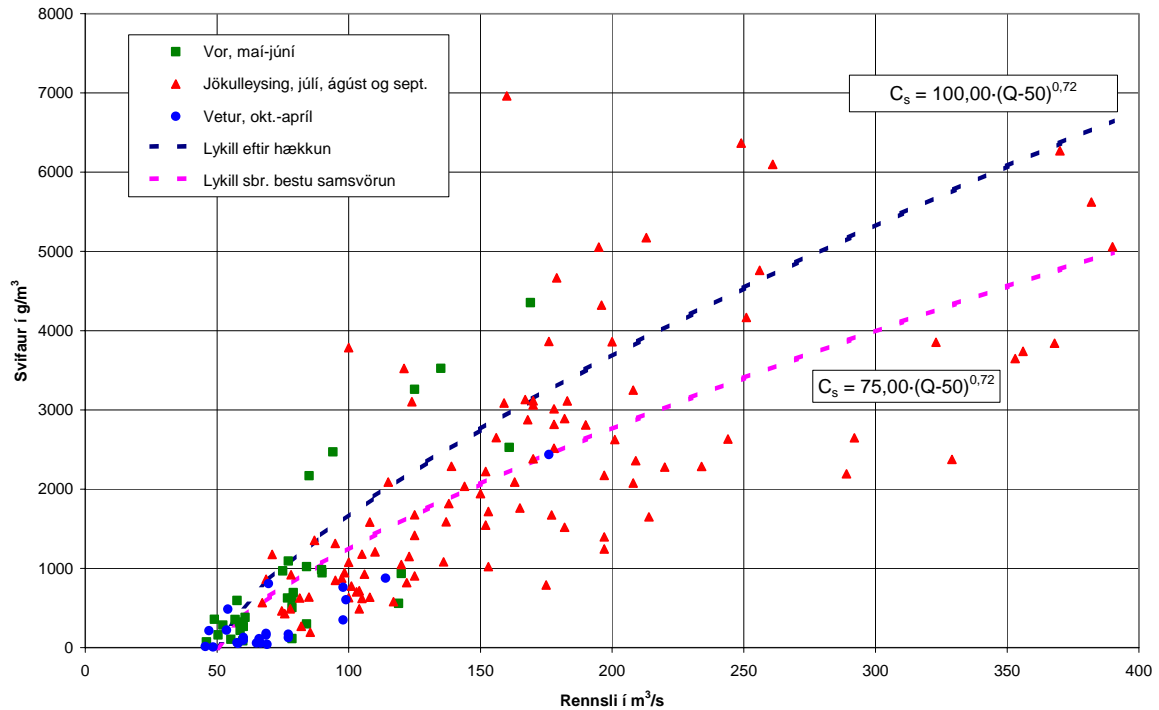
$$C_s = k \cdot (Q - Q_0)^n$$

Þar sem  $C_s$  er aurburður ( $\text{g/m}^3$ ),  $k$  fasti,  $Q$  rennsli í  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q_0$  er lágmarksrennsli sem gefur einhvern aur og  $n$  veldisvísir. Eins og sjá má á myndinni virðist ekki vera mikil ástæða til að gera mismunandi lykla fyrir hverja árstíð og er því aðeins gerður einn lykill. Stuðullinn  $Q_0$  var valinn með sjónrænu mati út frá myndinni en hinir stuðlarnir með aðferð minnstu kvaðrata.

Á myndum 7 og 8 sjást samskonar niðurstöður fyrir Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga og Kreppu við Lónshnúk. Á hvorum stað hafa verið gerðar rúmlega 150 svifaursmælingar síðan 1971. Á þessum stöðum hefur meirihluti sýna verið svokölluð S3 sýni sem teljast þó viðunandi þarna enda virðist aurinn vel upphræður um allt þversniðið á báðum stöðum. Samband rennslis og aurburðar er heldur lakara á þessum mælistöðum en við Grímsstaði, en eins og þar er sami lykill notaður fyrir allar árstíðir.



Mynd 7 Svifaursmælingar í Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga og aurburðarlyklar



Mynd 8 Svifaursmælingar í Kreppu við Lónshnúk og aurburðarlyklar

Tafla 3 hér að neðan sýnir meðaltal árlegs aurburðar við mælistaðina miðað við rennslí samkvæmt rennslislíkani fyrir árin 1950-1998 og þá lykla sem gerðir eru út frá bestu samsvörun og sýndir eru á myndum 6 til 8.

Mælistaður	Miðað við lykla samkvæmt bestu samsvörun	Miðað við aðlagða lykla
Jökulsá við Upptýppinga	3,3	4,3
Kreppa við Lónshnúk	2,3	3,1
<b>Samanlagt við Upptýppinga og Lónshnúk</b>	<b>5,6</b>	<b>7,4</b>
<b>Jökulsá við Grímsstaði</b>	<b>7,4</b>	<b>7,4</b>

Tafla 3 Meðaltal árlegs aurburðar á aurburðarmælistöðum í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu

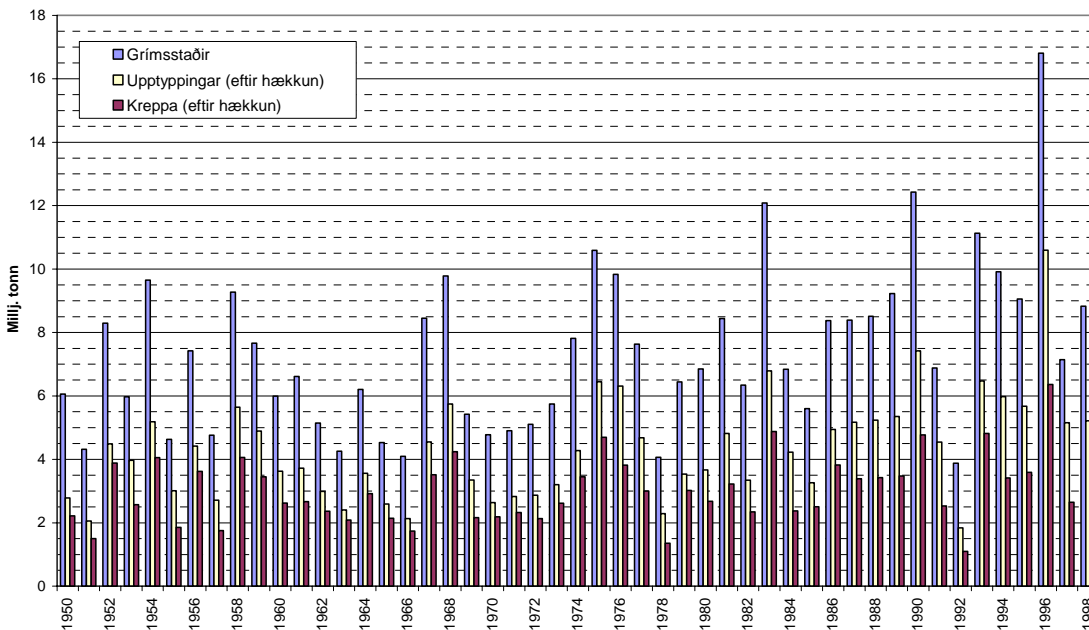
Flestar aurburðarmælingar hafa verið gerðar við Grímsstaði og þar virðist samband rennslis og aurburðar vera betra en á hinum stöðunum. Því voru stuðlar við aurburðarlykla við Upptýppinga og Kreppu hækkaðir um 33% þannig að sama aurburðarmagn fengist samanlagt að meðaltali þar og fæst við Grímsstaði. Enda er gert ráð fyrir að allur aur komi frá jökli og óverulegt magn af aur setjist til varanlega milli mælistaðanna. Þessir aðlöguðu lykklar eru sýndir á myndum 7 og 8 og eru lagðir til grundvallar aurburðaráætlunum í næsta kafla.

Nokkrar skriðursmælingar hafa verið gerðar í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu á síðustu árum. Niðurstöður gefa til kynna að botnskrið sé um 3% af svifaur við Grímsstaði en heldur herra hlutfall við Upptýppinga og í Kreppu. Tekið ert tillit til þessa magns með því að auka nokkuð hlut grófustu kornastærða (sands) í heildaraurburðinum, en gert er ráð fyrir að hlutfall einstakra kornastærðarflokka í heildaraurburði sé eftirfarandi:

Flokkun	Kornastærð	Hlutfall
S.b.r. OS	mm	%
Sandur	>0,2	25
Mór	0,02-0,2	50
Méla	0,002-0,02	20
Leir	<0,002	5

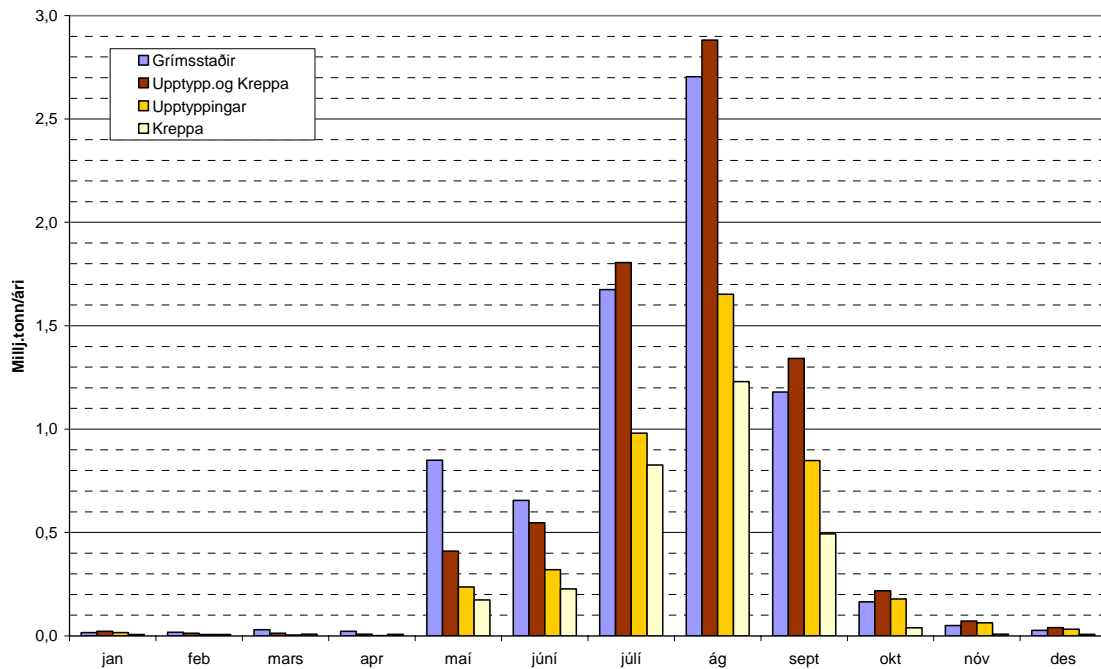
Tafla 4 Hlutfall einstakra kornastærða í aurburði í Jökulsá á Fjöllum

Á myndum 9 og 10 sést hvernig aurburðurinn skiptist milli ára og innan ársins miðað við áðurgreindar forsendur. Aurburðurinn er mjög breytilegur milli ára frá um 4 upp í nær 17 milljón tonn á ári. Langmesti hluti aursins kemur fram í júlí og ágúst, mun minna í maí, júní og september og nær ekkert hina 7 mánuði ársins.



Mynd 9 Heildaraurburður vatnsáranna 1950-1998





Mynd 10 Heildaraurburður einstaka mánuði að meðaltali

#### 4.2.3. Aurskolun og aurdæling

Til að leggja mat á afdrif aursins eftir virkjun var gerð rekstrareftirlíking af kerfinu með tilliti til aurs. Í eðli sínu eru þetta mjög flóknir útreikningar en gerðar voru einfaldanir til að auðvelda útreikninga. Þannig var gert ráð fyrir að form lónanna væri eins og reglulegir kassar með svipað rúmmál og dýpt og þau eru í raun. Þá má meta þann hluta aurs af ákveðinni kornastærð,  $B_d$ , sem fellur til botns í lóninu með eftirfarandi jöfnu:

$$B_d = \left( 1 - \exp\left(-w_d \frac{V}{Q * h}\right) \right)$$

Þar sem  $w_d$  er meðalfallhraði korna með þvermál  $d$ ,  $V$  er virkt rúmmál lóns sem aurinn fer um,  $Q$  er rennsli gegnum lónið og  $h$  er dýpt þess. Aurnum er skipt upp í 7 kornastærðarflokka með því að skipta hverjum flokki samkvæmt flokkun Orkustofnunar upp í tvo stærðarflokka (nema sandinum) og gera ráð fyrir að helmingur magnsins sé í hverjum hinna nýju stærðarflokka. Útreikningar eru síðan gerðir á dagsgrunni miðað við rennsli samkvæmt rennislíkani. Gert er ráð fyrir að virkjunin sé alltaf rekin á fullu afli og eingöngu veitt úr Jökulsár á Fjöllum þegar ekki er nægjanlegt rennsli í Kreppu. Þetta eru mjög einfaldar aðferðir en þó má reikna með að niðurstaðan gefi nokkuð góða vísbendingar um afdrif aursins. Samantekt niðurstaðna er í töflu nr. 5.

Stærðar- flokkun aurs samkvæmt kerfi Orkustofnunar	Kornastærð	Veitulón í Jökulsá á Fjöllum			Veitulón í Kreppu		Inntaks lón	Berst um virkjun til Lagar- fljóts	Samtals
		Beint í gegnum tómt lón	Um yfirfall þegar lón er fullt	Botn- fellur og skolað úr lóni	Um yfirfall þegar lón er fullt	Botn- fellur og skolað úr lóni	Botn- fellur og dælt út í Kreppu		
	mm	Þús. t/ári	Þús. t/ári	Þús. t/ári	Þús. t/ári	Þús. t/ári	Þús. t/ári	Þús. t/ári	Þús. t/ári
Sandur	>0,2	863	0	225	0	762	0	0	<b>1 849</b>
Grófmór	0,063-0,200	863	0	225	8	750	4	0	<b>1 849</b>
Fínmór	0,020-0,063	863	48	131	217	353	227	0	<b>1 840</b>
Grófméla	0,0063-0,0200	345	49	8	130	22	188	0,9	<b>742</b>
Fínméla	0,0020-0,0063	345	53	1	136	2	87	119	<b>744</b>
Grófleir	0,00063-0,00200	86	13	0	34	0,1	3	49	<b>186</b>
Fínleir	<0,00063	86	14	0	34	0	0,3	52	<b>186</b>
<b>Samtals</b>		<b>3 451</b>	<b>178</b>	<b>589</b>	<b>559</b>	<b>1 888</b>	<b>510</b>	<b>221</b>	<b>7 396</b>

Tafla 5 Magn aurburðar og afdrif einstakra kornastærðar flokka eftir virkjun

Í töflunni kemur fram að af um 7,4 milljónum tonna af aur sem berst árlega að virkjunarstað berast aðeins um 220 þúsund tonn til Lagarfljóts. Þetta er um 3% heildaraurburðarins, en allur annar aur berst áfram til Axarfjarðar. Hlutfallið er þó mjög misjafnt milli kornastærða, um fjórðungur leirsins og 15% finni hluta melunnar fer til Lagarfljóts en engin korn stærri en 0,01 mm. Að meðaltali eru um 110 g/m<sup>3</sup> af aur í því vatni sem fer til virkjunar en þó mjög breytilegt milli árstíða, nær ekkert yfir vetrarmánuðina en að jafnaði 200-400 g/m<sup>3</sup> í júlí og ágúst. Þetta er tæplega helmingur af þeim aur sem (Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2001 ) áætlað var að berist frá Kárahnjúkavirkjun til Lagarfljóts.

Í töflunni sést jafnframt að um helmingur aursins sem að lónunum berst fer beint í gegnum veitulónið í Jökulsá á Fjöllum þegar það er tómt enda er sú staða jafnan uppi yfir sumarmánuðina þegar rennslí og aurburður er mestur. Um 590 þúsund tonn botnfalla þó í því lóni árlega, en það magn skolast auðveldlega út að sumarlagi þegar lónið er að jafnaði tómt. Það kann þó vel að vera að það verði talið hagstæðara, með tilliti til slits á botnrásum, að hafa botnrásir lokaðar og veita vatni um yfirfall og skola aurnum út af og til yfir sumarið, í stað þess að hann renni stöðugt um botnrásir þegar ekki er verið að nota vatn úr lóninu.

Í veitulónið í Kreppu setjast að jafnaði til um 1,9 milljón tonn á ári, minnst um 0,8 en mest 3,7 milljón tonn á ári. Ef miðað er við að rúmpýngd aursets sé um 1,4 tonn/m<sup>3</sup> er rúmmál þess aurs sem sest til árlega um 2,7 Gl, eða nær tvöfalt rúmmál lónsins. Það er því ljóst að skola þarf aur úr lóninu mörgum sinnum yfir árið, um 5 sinnum að meðaltali ef miðað er við að aldrei verði meira en 0,5 Gl af aur í lóninu. Það er þó vandalaust því hver skolun tekur aðeins fáeinir klukkustundir en virkjunin getur gengið a.m.k. í um viku á því umframvatni sem er í inntakslóninu. Vegna lögunar veitulónsins, sem er eingöngu mjór, langur og brattur farvegur árinna, má búast við að aurskolun gangi greiðlega fyrir sig.

Í inntakslóninu botnfalla um 500 þúsund tonn af aur árlega. Það er nær eingöngu silti (fínmór og méla samkvæmt flokkunarkerfi OS), því leirkornin falla ekki að neinu marki út í svo litlu lóni og grófari korn falla út í veitulónunum. Ef ekkert yrði að gert yrði inntakslónið orðið hálf fullt af aur eftir um 50 ára rekstur virkjunar. Vegna lögunar inntakslónsins er ekki gerlegt að skola aurnum úr lóninu auk þess sem þá þyrfti að stöðva rekstur virkjunar á meðan. Því er gert ráð fyrir að dæla aur úr lóninu með dælupramma líkt og gert var í Bjarnalóni ofan Búrfellsvirkjunar á fyrstu árum hennar. Hér er magnið um helmingi minna og kornastærðir mun fínni. Dæling þyrfti ekki að byrja fyrr en um 5-10 árum eftir að rekstur virkjunar hefst.

Inntakslónið er ágætlega lagað til að dæla úr því aur. Sennilega yrði heppilegast að dæla honum út um stút á botnrás lónsins. Aurinn bærisk þá út í farveg Kreppu, þaðan til Jökulsár á Fjöllum og til sjávar eins og áður því mikið umframvatn verður að jafnaði í farvegum að sumarlagi. Mesti hluti aursins félli út á flötum botni í innan við 1 km fjarlægð frá botnrásinni, og áhugavert gæti verið að nýta hæðarmuninn í gegnum botnrásina til að knýja rennsli um dæluleiðslu í stað rafknúinna dæla, en tilraunir hafa verið gerðar með slíkt erlendis.

Eftir virkjun verður heildarmagn aurburðar nær óbreytt í farveginum neðan lóna. Rennslið minnkar hinsvegar oft um 20-30% að sumarlagi þegar rennsli og aurburður er í hámarki. Aurstyrkur verður einnig mjög breytilegur vegna aurskolunar. Kanna þarf vel hvaða áhrif þetta hefur á flutning aurs niður farveginn og hættu á uppsöfnun hans. Halli farvegarins niður að Dettifossi er hinsvegar ríflegur, eða að meðaltali um 0,2%, þannig að ekki er líklegt að þetta verði vandamál nema þá á afmörkuðum köflum. Þá er einnig hægt að nota botnrásir veitulóna til að stýra rennsli þannig að það verði meira yfir daginn en minna að næturlagi við Dettifoss og auka þannig flutningsgetu á aur niður farveginn jafnframt því að minnkun rennslis um Dettifoss verði þannig nær eingöngu að næturlagi yfir sumarið.

#### 4.2.4. Niðurstöður

Miðað við það kerfi aurskolunar og aurdælingar sem hér er lýst yrði engin varanleg uppsöfnun á aur vegna þessarar framkvæmdar. Allur aur bærisk áfram til sjávar í Axarfirði nema um 200 þúsund tonn af leir sem færu á hverju ári í gegnum virkjun til Lagarfljóts, og hluti hans settist til þar sem þó hefði hverfandi áhrif á rúmmál Lagarfljóts fyrr en eftir nokkur þúsund ár. Það eru mjög sérstakar aðstæður sem valda því að hægt virðist vera að nýta stóran hluta orku Jökulsár á Fjöllum án uppsöfnunar aurs, þ.e.a.s hið mikla grunnrennsli að vetrarlagi, lögun veitulóna, og heppilegt inntakslón og mikið umframrennsli að sumarlagi, auk heppilegs samspils þessara hluta og árfarvega. Þetta yrði hinsvegar mjög flókin framkvæmd bæði í byggingu og rekstri og þarf miklar frekari athuganir og rannsóknir til að skera úr um hvort hún sé tæknilega og fjárhagslega raunhæf. Slíkt fyrirkomulag á aðskilnaði aurs frá rennsli til virkjunar sem hér hefur verið fjallað um yrði nær einstætt í heiminum hvað varðar aðferðir og magn aurs.

### 4.3. Ísamál

Vandamál vegna ísamála gætu orðið nokkur í þeirri virgjunartilhögun sem hér er lýst, eins og títt er um veitur og virgjanir sem byggja ekki á stórum inntakslónum. Hönnun og fyrirkomulag mannvirkja hefur hinsvegar allt verið miðað við að lágmarka hugsanleg ísvandamál.

Samkvæmt munlegum heimildum vatnamælingamanna helst Jökulsá á Fjöllum opin allan veturinn við mælistaðinn við Upptypinga sem er á sama stað og veitulónið er fyrirhugað. Í miklum frostum má þó sjá ískrap í ánni, og örlitlar skarir við bakka, en hún lokast ekki vegna ísskriðs fyrr en miklu neðar þar sem lengdarhalli farvegarins er orðinn minni, farvegurinn breiðari og meiri kæling hefur orðið í ánni vegna fjarlægðar frá upptökum. Vegna þessa ísleysis gengur rekstur vatnshæðarmælisins vel og ístruflanir eru nær óþekktar. Rennli Kreppu er hinsvegar mun minna og er hún að jafnaði undir ís á veturna. Búast má við að veitulónin leggi á veturna og vegna dýpis við nyrðri enda lónanna og skurðarins á milli þeirra er gert ráð fyrir að allt vatn verði að jafnaði undir ís á veturna. Eftir að lónin leggur mun allt ísskrið stöðvast í efra enda þeirra og hugsanlega mynda íshrannir þar. Helst gætu orðið erfiðleikar við rekstur lónanna við snögg norðan áhlaup með miklu frosti og skafrenningi á ófrosin lón að hausti. Í versta falli gæti rennli úr veitulónunum þá stöðvast tímabundið, en slíkt hefði þó lítil áhrif á virgjunina sem nýtti forða úr inntakslóni á meðan. Einnig gæti mikið ísrek borist niður Kreppu ef ísa leysti snögglega að vorlagi. Þó rennli til inntakslóns stöðvaðist tímabundið við þessar aðstæður að vorlagi hefði það engin áhrif á orkuframleiðslu þar sem nægjanlegt vatn er þá til staðar til að fylla inntakslónið aftur eftir að ísrekinu slotar.

Milli veitulóna og inntakslóns er fyrirhugað að veita vatni um jarðgöng m.a. til að auka rekstraröryggi að vetrarlagi. Ofan við efri enda ganganna er gert ráð fyrir ísvarnarvegg sem næði niður fyrir lægsta vatnsborð sem ætti að hindra að ís og krapí berist inn í göngin. Neðan ganganna rynni vatnið 550 m leið um brattan skurð niður í inntakslónið. Þó einhverjar truflanir gætu orðið á rennli eftir skurðinum vegna snjóá, ísa og krops, er þó öruggt að vatnið muni alltaf berast í inntakslónið.

Inntaksskurðurinn er um 1,0 km langur utan inntakslónsins að inntaki við Álftadalsdyngju. Flatarmál skurðarins er það stórt að vatnshraði er aðeins um 0,36 m/s við fullt álag þegar lónið er fullt. Þetta er vel undir 0,6 m/s sem talinn er ákvarðandi vatnshraði með tilliti til þess að skurði leggi. Reksturinn ætti því að vera tryggur að jafnaði. Eins og með veitulónin er mesta hættan rétt áður en lónið leggur á haustin. Þá gæti vatnið orðið tímabundið undirkælt og frosið á inntaksrístunum. Rétt er því að hafa öflugan hitun á ristum og það kann að reynast nauðsynlegt að minnka álag á virgjunina á meðan lónið og hluta aðrennslisskurðarins er að leggja á haustin. Skafrenningur og hrun snjóhengja ofan í aðrennslisskurð ætti ekki að vera mikið vandamál þar sem vatnsborðið er í nær sömu hæð og landið umhverfis skurðinn a.m.k. þegar lónið er fullt. Til að auka rekstraröryggi skurðarins var inntakið haft vestan Álftadalsár og aðrennslisgöngin lögð undir ána og sem þýðir að þau urðu um 2 km lengri en ódýrast hefði verið. Með þessu móti stýttist inntaksskurðurinn og hætta á ísreki og/eða flóðum inn í hann frá Álftadalsá hverfur.

## 5. Jarðfræði og umhverfismál

### 5.1. inngangur

Hér eru engin tók á að gera viðhlítandi grein fyrir jarðfræði og umhverfismálum virkjunar sem nær yfir svo stórt svæði sem þessi. Því er hér aðeins gerð stuttleg grein fyrir jarðfræðiaðstæðum og lekalíkum á veituleið, og lauslegu mati á mismunandi umhverfisáhrifum lítils veitulóns í Arnardal samanborið við stórt miðlunarlón, eins og eldri virkjanahugmyndir hafa gert ráð fyrir. Báðir þessir kaflar eru skrifaðir af Freysteini Sigurðssyni jarðfræðingi á Orkustofnun.

### 5.2. Jarðfræðiaðstæður og lekalíkur

#### Veituleið

Hugmynd er af virkjun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum með veitu þess austur í Fljótsdal. Sú veita yrði í eftirfarandi megináföngum:

1. *Veita yfir Krepputungu* frá veitulóni, sem stíflað yrði uppi í Jökulsá við Upptyppinga (mesta stífluhæð 20 m) og þaðan í skurði yfir hraunin í Krepputungu (lengd stíflu 1.350 m, mesta dýpt 20 m) og yfir í Kreppu, sem yrði stífluð upp (mesta hæð 18 m). Yfirfallshæð lóna í Jökulsá og Kreppu yrði 580 m y.s.
2. *Jarðgöng undir norðvesturhorn Álftadalsdyngju* (lengd rúmlega 3 km) norður úr lóni í Kreppu í veitulón syðst í Arnardal.
3. *Veitulón með veituskurði syðst í Arnardal*, sem næði langleiðina austur undir mynni Álftadals. Yfirfallshæð yrði 532 m y.s. og lægsta rekstrarvatnsborð 525 m y.s. Stíflur yrðu gerðar norðan að lóninu yfir hæðir og hávaða frá Þorlákslindahrygg í Fremri-Fjallshala og áfram í Syðra-Arnardalsfjall og í lága bungu norðan í Álftadalsdyngju, vestan við mynni Álftadals.
4. *Jarðgöng austur í Fljótsdal* (tæplega 50 km) niður í bakvatnshæð við virkjun í 24 m y.s. Göngin lægju fyrst undir Fjallgarða, þaðan undir Jökuldal og loks undir Fljótsdalsheiði.

Hér á eftir fer örstutt yfirlit yfir meginrætti í jarðgerð þessara áfanga, eftir því sem hún er þekkt eða leiða má líkum að henni, og hugsanleg jarðfræðileg vandamál við gerð fyrirhugaðra mannvirkja, einkum lekalíkur.

#### Veita yfir Krepputungu:

Stífla í Jökulsá verður milli norðurenda bólstrabergshryggs austan í Upptyppingum og Krepputunguhrauna. Bólstrabergshryggurinn er talinn vera framhald af hryggja- og hnjúkaröð, sem er kennd við Rifnahnjúk í Krepputungu en framhald hans er talið vera Þorlákslindahryggur vestan Arnardals. Hann stefnir nærri N 30°A, er að mestu úr kubbabergi og grófgerðu bólstrabergi og sprunginn mjög, en sprungurnar hafa sömu stefnu og hryggurinn. Þær eru taldar fersklegar. Farvegur Jökulsár þarna hefur einnig sömu stefnu, en sama kerfi, eða samstefnt, birtist svo aftur í norðvesturhorni Álftadalsdyngju.

Krepputunguhraunin eru grófstuðluð dílabasalthraun, sem talin eru vera upprunnin í Gígöldum, sunnan Dyngjufjalla, og vera 6.000 – 9.000 ára gömul. Líkur eru á, að aldur þeirra sé nærri efri mörkunum. Talið er, að tveir samstaflaðir en mismunandi hraunstraumar nái norður eftir

Krepputungu, norðan stíflustæðis, en sá þriðji endi stutt norðan þess. Millilög eru víðast hvar illgreinanleg milli hraunstraumanna. Hraunin eru talin vera 10 – 20 m þykk hvert.

Veituskurðurinn um Krepputungu þvera yrði grafinn í þessi hraun og Kreppa stífluð uppi á þeim með stíflu yfir að Álftadalsdyngju. Bólstrabergið við Upptyppinga, Krepputunguhraunin og berglög í Álftadalsdyngju verða að teljast sæmilega stæðnilegar bergmyndanir, þar sem ekki eru sjáanlega sprungur í þeim. Þær væru líklega helst til trafala kringum stífluna í Jökulsá.

Sprungukerfi þessi eru lek á vatn og svo eru Krepputunguhraunin líka. Lindir koma undan hrauninum niður undir hornið á Upptyppingum við lága vatnsstöðu í Jökulsá, en síðan ekki söguna meir að neinu ráði, nema svokallaðar “Hvannalindir neðri,” gegnt Þorlákslindum neðri undir Arnardalsöldu, en þær munu hvorar tveggja vera tengdar sprungum. Má vera, að sprungukerfin, og – hugsanlega – framlenging bólstrabergshryggsins undir Upptyppingum, loki að miklu leyti af rennslis grunnvatns ofan Krepputungu neðan þeirra. Vatnsborð í veitulónum og veituskurði verður líklega eitthvað ofan grunnvatnsborðs, en svo hriplek munu hraunin varla vera, að búast þurfi við miklum lekum.

### **Almennt um jarðgöng og vatnsleka:**

Jarðgöng eru holrými í jarðlög. Þau eru opin fyrir innstreymi grunnvatns, meðan þau eru tóm, þ.e. ekki vatnsfyllt. Hvílir á grunnvatninu í göngunum allur þrýstingur grunnvatnsins ofan þeirra. Við gerð ganganna opnast inn í veita þá, lek jarðlög og sprunguskara, sem grunnvatnið rennur greiðast um. Geta þá orðið hressileg “vatnsskot,” með einhverjum vatnsgusugangi, sem vara þó líklega sjaldan lengi, þar eð sjaldnast mun vera í mikinn forða að sækja. Jarðlög eru lekari á vestanverðri veituleiðinni, nær Jökulsá á Fjöllum, og gæti þar orðið nokkur vatnsgangur. Austanhallt, Fljótsdalsmegin, eru þau í þéttara bergi og minni hættu á vatnsgangi.

Sprunguskarar eru nokkrir á leiðinni, en sennilega ekki sérlega opnir, nema þá helst sá sem gengur í gegnum Arnardalslindir hjá Dyngju. Má búast við vatnsgusum úr þeim, þegar á þeim er stungið, en forði ætti ekki að vera mikill í þeim, þar eð þeir munu á fæstum stöðum skera hriplek jarðlög hið næsta jarðgangaleiðum. Líta má á jarðgöngin sem risavaxnar borholur og þarf því engan að undra, þó að nokkuð vatn falli til þeirra. Innrennslis svo næmi hundruðum l/s væri ekki óeðlilegt í svona löngum göngum. Gæti þó orðið meira. Gusur úr stökum sprungusköllum gætu orðið af ámóta stærð í upphafi, en réna líklega skjótt. Annars er erfitt að meta vatnsgang þennan, þar eð gildi á reiknistærðum, eins og lekt og vídd á sprungum, eru eðlilega ekki vel þekkt og um nokkuð vítt bil að ræða í mati á þeim gildum. Gæti þar hæglega munað stærðargráðu til eða frá.

### **Jarðgöng undir horn Álftadalsdyngju:**

Álftadalsdyngja er hlutfallslega stór grágrýtisdyngja, brotin upp af sprungusköllum og rofin af veðrum, vatni og jöklum. Hún er talin vera a.m.k. frá næstsíðasta hlýskeyði ísalda, en gæti verið eldri. Undir henni örlar á móbergsmýndunum, hugsanlega einkum hryggjum vestan til en hugsanlega móbergsstapa austan megin. Áætluð jarðgöng stefna heldur nær norðri en hryggja- og sprungustefna svæðisins og skerast skáhallt yfir tengilínu milli Þorlákslindahryggs og bólstrabergshryggsins undir Upptyppingum. Þeir hryggir eru hins vegar taldir vera mun yngri en dyngjan, svo að ekkert sérstakt bendir til þess, að móbergshryggur nái þar upp í grágrýti dyngjunnar. Því er líklegt, að göngin verði að mestu í því grágrýti, sem ætti að vera fremur vel stæðnilegt og gott til gangagerðar.

Hins vegar gæti þurft að gæta þess, að göngin skeri ekki að óþörfu sprungur, sem eru þar í formi umtalsverðra misgengja með nokkur hundruð metra millibili. Rof hefur leitað í slíkar sprungur á dyngjunni og gert þær sýnilegri, en búast má við brotabelti um þær, eða öðrum álíka veikleikum. Lítið verður vart við lindir í tengslum við sprungur í dyngjunni, svo að ekki er endilega að vænta mikils leka um slík sprungusvæði. Hugsanlegt er, að Þorlákslindir efri séu tengdar við sprungur á slóðum áætlaðra jarðganga, sem gangi norður austan við Þorlákslindahrygg. Vatnshiti og efnainnihald vatnsins virðast benda til tengsla við sprungur. Vatnsflæði þar hefur verið metið 200 – 300 l/s, en verulegur hluti þess vatns dregst trúlega að úr dalnum, svo að sprungukerfið flytur snöggjum minna. Má hafa það til viðmiðunar við mat á líklegum lekum. Væri þá allt að einhverjir tugir l/s líklegt sem leki til frambúðar, meira í upphafi, en hafa verður alla fyrirvara á því án nánari rannsókna. Stórleka er þó naumast von.

### **Veitulón og veituskurður syðst í Arnardal:**

Berggrunnur undir Arnardal er líklega úr móbergshæðum og grágrýtishraunum. Fáeinir lágir hæðarkollar rísa upp úr sléttum dalbotninum, fyrir utan kröppu og háu móbergshryggina. Milli þeirra eru setfyllur. Um vestanverðan dalinn eru mikil set eftir hamfarahlaup í Jökulsá, sem borist hafa inn í dalinn um skarðið sunnan Þorlákslindahryggs. Ægir þar sums staðar ýmsu saman. Undir þeim gæti víða verið jökulmelsklíningur (jökulruðningur), svipaður og sést víða á hæðakollunum. Lítið er vitað um þykkt setsins, en í Kreppuhliði gegnum Þorlákslindahrygg, við Þorlákslindir efri, er þykktin a.m.k. 27 m. Þar gæti að vísu verið um gljúfurgröft og síðan gljúfurfyllingu að ræða. Þykkt þessara setlaga væri þá að líkindum snöggjum minni suður með Þorlákslindahrygg. Lekt í seti þessu er sennilega svipuð og í ýmsum illa aðgreindum (“sortereðum”) áreyrasetum. Miðað við það gæti vatnshæð í lóninu knúð einhverja tugi l/s gegnum setið milli Þorlákslindahryggs og Fremi-Fjallshala, en hafa verður ýmsa fyrirvara á því.

### **Jarðgöng austur til Fljótsdals:**

Leið jarðganganna austur til Fljótsdals má skipta í þrjá áfanga:

1. Undir Fjallgarðana austur til Fiskidals.
2. Undir Fiskidal, Jökuldal og Hrafnkelsdal
3. Undir Fljótsdalsheiði austur í Fljótsdal.

Ráðgert er, að láta göngunum halla það mikið austur til Jökuldals, að þau verði þar um 200 m undir dalbotninum, láta þau svo rísa aftur austur undir Eyvindará og hafa þau svo um 200 m undir jörðu austur í brúnir við Fljótsdal.

Undirlag Fjallgarðanna er ekki þekkt. Nú er talið líklegt, að þeir hafi verið að myndast yfir mikinn hluta síðkvarters (síðustu 0,8 millj. ára). Því er ekki ólíklegt, að berggrunnurinn undir þeim samanstandi af móbergshryggjum og grágrýtislögum niður á töluvert dýpi, þar sem móbergið væri líklega frekar ríkjandi ofan til og vestan megin en hlutur basaltlaganna gæti aukist niður og austur eftir og líkst þar meira eldri bergmyndunum, sem sjást á Jökuldal hjá og neðan Brúar og á Hrafnkelsdal. Enn austar er þess að vænta að basaltlagastafli með millilögum verði allsráðandi, svipað og er í Fljótsdalsheiði. Á miðkaflanum frá Fiskidal og austur á Hrafnkelsdal eru líklega breytingar í jarðgerð frá móbergshryggjamyndunum og grágrýtisfyllum yfir í basaltlagastafla.

Vitað er um nokkra sprunguskara með lítillaga yljúðu vatni og lindaseytli á þessari leið.

- Um miðjan Þríhyrningsdal.
- Vestanvert um Fiskidal og austur undir Jökuldal.
- Um Hrafnkelsdal.

Ylurinn bendir til þess, að sprunguskarar þessir séu opnir mörg hundruð metra í jörð niður en vatnsflæði í lindunum bendir til þess, að þeir séu samt ekki sérlega lekir. Búast má við volgu vatni í sprunguskörunum, hugsanlega heitustu um Fiskidal – Fiskidalsháls í framhaldi jarðhitans á Laugavöllum (um 70 °C), en hann gæti að vísu verið sérstakur. Vatnsskot og töluverður vatnsgangur hefur orðið í jarðgöngum vegna Kárahnjúkavirkjunar, á slóðum framhalds Jökuldals og Hrafnkelsdals til suðurs og austur undir Fljótsdalsbrúnum, og er í rauninni svipaðs á vænta á mið- og austurkafla áætlaðra jarðganga. Berglekt er trúlega mest á vesturkaflanum, og því meiri líkur á leka úr bergi og smærri sprungukerfum þar, en hins vegar ekki víst, að grunnvatnsrennslis sé þar eins bundið við aðalsprungukerfin.

### 5.3. Áhrif lóns í Arnardal á náttúrufar og landslag

#### Hugmyndir af tilhögun lóna í Arnardal

Ýmsar hugmyndir hafa verið dregnar af nýtingu Arnardals undir lón vegna veitu Jökulsár á Fjöllum austur á land. Róttækust mun hafa verið hugmynd um uppstíflun lóns í öllum dalnum með vatnsborð upp í næstum því í 550 m y.s. Sú gerð hefði lagt náttúruminjar í dalnum að lang mestu leyti undir vatn og gjörbreytt náttúrufari og landslagi öllu í honum. Lón þetta verður hér á eftir kallað Stóra lónið.

Nú er í athugun hugmynd af að nýta syðsta hluta dalsins undir veitulón fyrir vatn úr Jökulsá á Fjöllum (grunnrennslis), til virkjunar austanlands (í Fljótsdal). Inntakið yrði úr jarðgöngum undir útnorðurhorni Álftadalsdyngju (Álftadalsöldu) móts við suðurenda Þorlákslindahryggjar. Úttakið yrði austur undir Álftadalsá í norðurrotum Álftadalsdyngju. Til að halda að veitulóninu yrðu lágar stíflur á milli hæðardraga og hávaða yfir sunnanverðan dalinn, allnokkru sunnan svokallaðs Kreppuhliðs við Þorlákslindir efri, um suðurenda Fremri-Fjallshala og Syðri-Arnardalsfjalla í bingu þá, norður úr Álftadalsdyngju, sem slóðin á dyngjuna liggur nú upp eftir. Skurður yrði gerður til veitingar um austurhluta lónsins, sem yrði grunnur. Vatnsborð yrði hæst í rúmlega 530 m y.s. Lón þetta verður hér á eftir kallað Veitulónið.

Gerð þessa veitulóns fylgir sú hugmynd að gildra með greftri fyrir Arnardalsá milli Arnardalsfjalla (Ytri og Syðri), en þar eru Þríhyrningsá og Álftadalsá komnar í hana. Er þar saman kominn þorri alls þess vatns, sem úr Arnardal rennur í Arnardalsá. Vatni þessu yrði dælt um niðurgrafið rör til Veitulónsins. Ekki er þörf á dælingu að sumarlagi þegar nægjanlegt jökulrennslis er í ánum.

Breytingar á náttúrufari og landslagi yrðu allt aðrar og mun minni af völdum Veitulónsins en af völdum Stóra lónsins. Fer hér á eftir stutt yfirlit um samanburð á breytingum vegna þessara mismunandi lóna, flokkað eftir náttúrufarsþáttum og landslagsgerð.



**Náttúrufarsþættir og landslag, samanburður milli tilhagana lóna:**Jarðminjar

Stóra lónið: Undir færu hamfarahlaupaset úr Jökulsá á Fjöllum milli Þorlákslindarhryggs og Fremri-Fjallshala; jökulstigsminjar við Mórauðavatn; hluti af jökulstigsminjum gegnt Ytra-Mynni, hlýskeyðshraun við Arnardalsöldu; vikurskaflar, áreyrar, jökulmelsklíningur og foksandsþúfur víða um dalbotninn; gígurinn Helmingur í suðurbotni dalsins yrði eyja og færi að mestu leyti í kaf. Stíflað yrði í opnur í Kreppuhliði.

Veitulónið: Undir færi lítill hluta hamfarahlaupssetanna; smáreytingur af vikursköflum, jökulmelsklíningi og sandþúfum; Helmingur yrði eyja (lengstum) en stæði að mestu upp úr vatni. Hlaupfarvegur við enda Þorlákalandahryggjar færi að hluta undir vatn.

Vatnafar:

Stóra lónið: Undir færu Arnardalslindir við Dyngju, sem eru vatnajarðfræðilega og vatnaefnafræðilega merkilegar. Sömu leiðis Þorlákslindir efri við Kreppuhlið. Arnardalsá þornaði með öllu við útfall úr Arnardal.

Veitulónið: Arnardalsá þyrri að mestu úr Arnardal. (Þó ekki að sumarlagi)

Sandfok og uppfok:

Sandfok er þarna feikna mikið í þurrum og stríðum sunnan- og suðvestanáttum ofan af Vatnajökli.

Stóra lónið: Fínefnafok yrði trúlega nokkuð ársúms úr lónstæðinu, einkum á suðurhalla Grjótanna. Sandfok sunnan af Álftadaldyngju og Krepputungu stöðvaðist líklega að mestu í lóninu.

Veitulónið: Fok yrði trúlega lítið úr lónstæðinu en svipuð hefting sunnanfoks og í Stóra lóninu.

Gróðurfar:

Arnardalur er eins konar gróðurvin í melauðninni, en uppblástur mun hafa verið gríðarlegur umhverfis hann á allra síðustu öldum. Má enn sjá leifar af moldum með öskulögum á nokkrum stöðum austan dalsins og norður undir Hvanná hjá Möðrudal.

Stóralónið: Dalbotninn færi allur í kaf og hátt upp á Grjótin. Fjölskrúðugt (yfir 100 háplöntur) og gróskumikið gróðurfar er kringum Arnardalslindir og norður til Dyngjuvatns, með víðiflesjum og gulstarmýri. Hátt í það jafn fjölskrúðugt gróðurfar er við Þorlákslindir efri, en vaxtarminna og mun minna að flatarmáli. Melgresi og sandgróður er vestan undir Arnardalsfjöllum og við Fremri-Fjallshala og víðar um dalbotninn. Svokallaða sandmýravistgerð er að finna milli Arnardalsfjalla og Fremri-Fjallshala, sem er talin vera frekar fágæt utan Möðrudals. Strjálgróður er víða en um sjöttungur dalsins er talinn algróinn.

Veitulónið: Nokkur gróðurbörð og víðikegrar færu undir vatn, en þó nauða lítið gróið land, samanborið við Stóra lónið.

Fuglalíf:

Stóra lónið: Dalbotninn færi undir vatn með Arnardalslindalónum, Dyngjuvatni og Mórauðavatni, en álfir svamla á þeim öllum og heiðagæsir hafa varp við Arnardalslón a.m.k. Arnardalur er talinn vera alþjóðlega mikilvægt varpsvæði fyrir heiðargæsastofninn. Við Arnardalslindalónin munu einnig álfir verpa. Fuglalíf er annars fjörugast á gróskumestu gróðursvæðunum, einkum mófuglar og smátittlingar.

Veitulónið: Mjög lítið rask á fuglalífi yrði líklega af lóninu.

Landslag:

Arnardalur er einkar fögur náttúrusmið og kemur þar ýmislegt til. Megindrættir landslagsins eru einfaldir, stílhreinir og formfastir, því að nærfellt beinir móbergshryggir afmarka hann að austan (Fjallgarðar) og vestan (Þorlákslindahryggur og Arnardalsalda), en grágrýtisdýngjur að norðan (Grjótin) og sunnan (Álftadalsdýngja). Dalurinn er sléttur að kalla í botninn vegna setfyllinga (m.a. hlaupset um vestanverðan dalinn en áreyraset um hann austanverðan), en upp úr honum rísa brattir og beinir móbergshryggir (Fremri-Fjallshali, Arnardalsfjöll), sem skipta honum eilítið upp. Dökkbrúnt móbergið, grá grjótin á dýngjunum og dökkar sandflesjur í dalbotninum mynda mótvægi við grænan gróðurinn, einkum við Arnardalsvötnin (uppspretturarnar) og Kreppuhlið, en einnig deigjurandir og melgresisteyginga. Lygnt streymandi Arnardalsáin er enn einn fegurðaraukinn en Kreppuhlið í gegnum Þorlákslindahrygg dýrðleg náttúrusmið. Þar er einna fegurst útsýni, sem völ er á, til Herðubreiðar um skarðið. Það er vart ofmælt, að Arnardalur er mjög fagur að landslagi til, auk þess að vera gróðurvin í auðninni. Hann hefur því umtalsvert landslagsgildi.

Stóra lónið: Dalbotninn færir allur undir vatn, sem stæði hátt upp í hlíðum á Þorlákslindahrygg og Grjótum. Arnardalsfjöll og Fremri-Fjallshali stæðu sem eyjar upp úr lóninu, en Dyngjuháls sem nesjahryggur undan landi við austurströnd þess. Núverandi landslagsfegurð yrði líklega talin að mestu horfin.

Veitulónið: Núverandi heildarmynd landslagsins yrði líklega talin að einhverju leyti skert, en þeir drættir, sem gefa landslaginu mest gildi með formum, litum og lífi, yrðu að mestu leyti óskertir.

#### Ósnortið víðerni:

Marga varðar miklu vitundin um að vera í útivist sinni í svokölluðu “ósnortnu víðerni.” Þetta víðerni hefur verið skilgreint með lögum hér á landi (lög 44/1999) og tekur sú skilgreining einkum mið af fjarlægð frá mannvirkjum og stærð mannvirkjalausra svæða. Meðal annars skal “ósnortið víðerni” vera utan 5 km fjarlægðar frá mannvirkjum, þ.á m. þjóðvegum, en undir þá falla m.a. svokallaðir landsvegir. Vegurinn austan og sunnan um Arnardal mun falla undir landsvegi (vegur. F910 og F905) og væri því dalurinn utan 5 km breiðrar ræmu vestur og norður frá veginum “ósnortið víðerni.” Álitamál má vera, hvort sú skilgreining fellur saman við almennan skilning á hugtakinu “ósnortið víðerni,” en vitundin um nálæg eða auðsýnileg mannvirki mun samt vera meginrótin undir þeim skilningi, að land sé ekki lengur snortið víðerni. Stóra lónið: Lónið flokkaðist sem mannvirki og hætti því meginhluti Arnardals, Þorlákslindahryggur og mestur hluti Arnardalsöldu og Grjóta að vera ósnortið víðerni, lögum samkvæmt.

Veitulónið: Lónið næði lengst 5 – 6 km norður fyrir veginn sunnan megin í Arnardal og breikkaði þá sú ræma, sem ekki væri “ósnortið víðerni,” sem því næmi til norðurs. Hún næði ekki norður í Kreppuhlið. Frá Dyngju í Arnardal, þar sem flest fólk kemur í Arnardal utan landsvegarins, sæist ekki til veitulónsins.

#### Vegir og umferð:

Fjallvegur (landsvegur) liggur austan við Dyngjuháls og yfir um Arnardal syðst í rótum Álftadalsdýngju og þaðan áfram vestur í Krepputungu. Mest öll umferð fylgir þessum vegi, en markaðar og tíðfarnar gönguleiðir eru ekki um Arnardal.

Stóra lónið: Vegur færir undir vatn austan Dyngjuháls, svo að færa yrði hann á köflum upp í brattar hlíðar Fjallgarða, en sunnan dals yrði að færa hann vestanvert upp í brekkur norðan í Álftadalsdýngju, sumar brattar.

Veitulónið: Vegur færir undir vatn yfir Arnardal að sunnan og yrði að færa hann vestanvert á köflum upp í brekkur.

#### Samantekt:

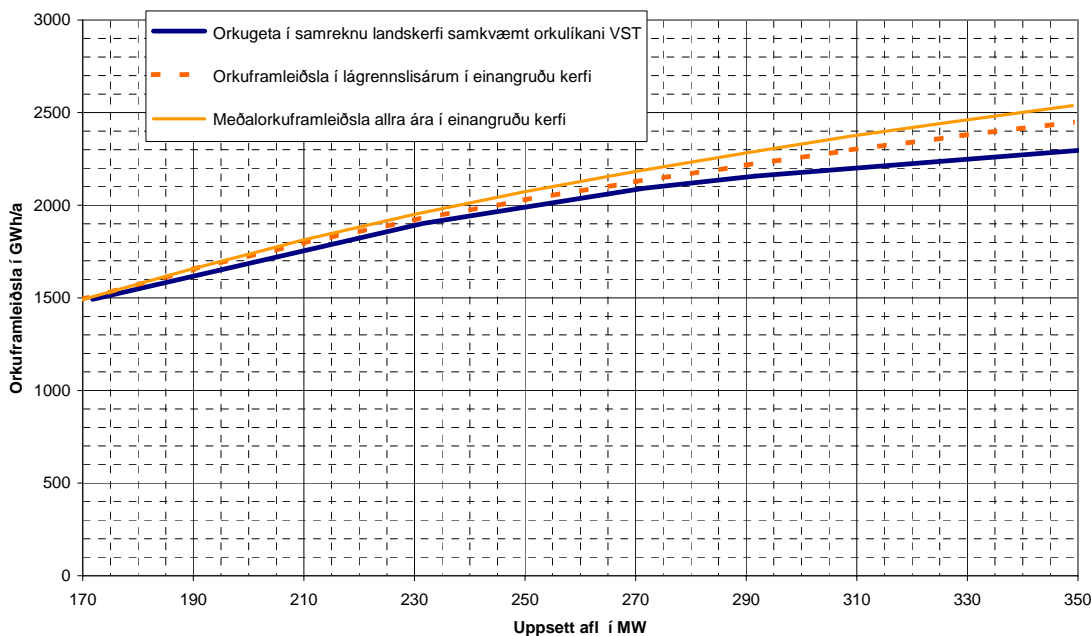
Stóra lónið: Veruleg spjöll yrðu á náttúruminum, sumum allmerkilegum, og mjög mikið rask yrði á sérkennilegu og fallegu landslagi.

Veitulónið: Nauða lítil spjöll yrðu á náttúruminum eða rask á landslagsdráttum.

## 6. Orkuvinnsla og hagkvæmni

Orkuvinnsla virkjunar var metin í Orkulíkani VST miðað við sömu forsendur og gert var ráð fyrir í samræmdum forsendum fyrir virkjanir í Rammaáætlun, þ.e.a.s með samrekstri virkjunar með öðrum virkjunum í landinu miðað við ákveðið samræmt grunnkerfi. Þó var ekki miðað við að uppsett afl samsvaraði 7000 klst nýtingartíma heldur var orkuvinnsla virkjunar reiknuð út miðað við mismunandi uppsett afl. Ekki var reiknað með neinni miðlun og orkunotkun dælustöðvar í Arnardalsá var dregin frá, en ekki var reiknað með neinum leka úr lónum. Niðurstöður eru sýndar sem blá lína á mynd 11.

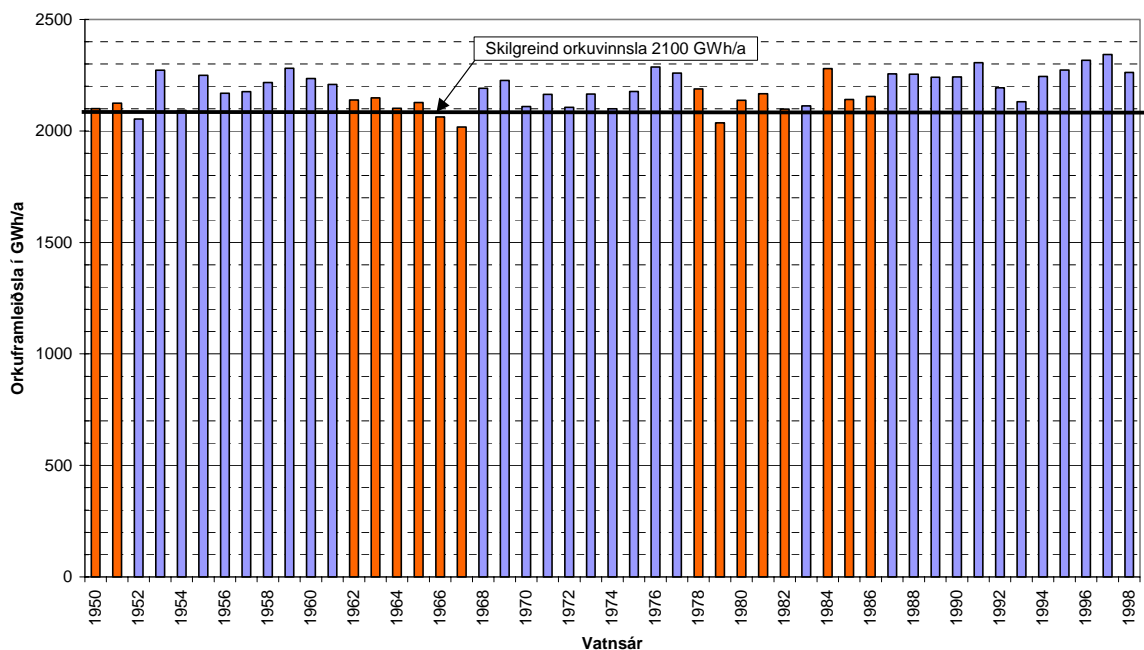
Til samanburðar var orkuvinnsla virkjunar einnig metin með rekstrareftirlíkingu á dagsgrunni í töflureikni. Þá var miðað við einangrað raforkukerfi þ.e.a.s ekki var tekið tillit til annarra virkjana á landinu, en alltaf framleitt úr öllu því vatni sem tiltækt var. Niðurstöður fyrir mismunandi uppsett afl eru sýndar sem gulbrúnar línur á mynd 11. Heildregna línán sýnir meðalorkuframleiðsla allra ára en slitrótta línán meðalorkuframleiðslu þau ár sem orkuskortur er helst í landskerfinu, hér kölluð lágrennslisár. Niðurstöður eru mjög svipaðar þeim sem fengust með samrekstri virkjana í líkani VST, sem sýnir að nær öll sú orka sem hægt er að framleiða í virkjuninni nýtist landskerfinu af fullu. Eftir því sem uppsett afl er aukið eykst þó munurinn sem þýðir að sú framleiðsluaukning sem aukið afl gefur að sumarlagi nýtist landskerfinu hlutfallslega ver eftir því sem aflið er meira



Mynd 11 Orkuframleiðsla Helmingsvirkjunar miðað við mismunandi uppsett afl

Ef miða ætti uppsett afl við 7000 klst nýtingartíma afls eins og almennt er gert ráð fyrir í Rammaáætlun, yrði það 315 MW, orkugeta virkjunar um 2200 GWh/a og virkjað rennsli um 80 m<sup>3</sup>/s. Þar sem virkjunin er nær miðlunarlaus og tiltækt vatn að meðaltali um 60 m<sup>3</sup>/s um hávetur og fer niður í um 50 m<sup>3</sup>/s undir vor (í einstökum árum niður undir 40 m<sup>3</sup>/s, samkvæmt rennislíkani, sbr mynd 14), er hér miðað við að virkjað rennsli verði ekki meira en 70 m<sup>3</sup>/s og uppsett afl því 270 MW og orkugeta 2100 GWh/a og nýtingatími afls því 7777 klst. Minna virkjað rennsli minnkar það vatn sem tekið er úr ánum að sumarlagi og minnkar því aur sem berst til inntakslóns. Einnig veldur minna uppsett afl því að áhrifin á rennsli um Dettifoss að sumarlagi verði minni en ella. Stofnkostnaður á orkueiningu yrði svipaður ef miðað væri við meira uppsett afl en hér er gert.

Mynd 12 sýnir orkuframleiðslu allra ára miðað við einangraða virkjun og 270 MW uppsett afl. Lágrennslisárin eru gulbrún. Orkuframleiðslan er mjög jöfn öll ár, enda er grunnrennslið mjög stöðugt og sveiflur í jökulbráð fara að mestu framhjá virkjun



Mynd 12 Orkuframleiðsla einstakra ára miðað við 70 m<sup>3</sup>/s virkjað rennsli og 270 MW uppsett afl og að framleitt sé úr öllu tiltæku vatni

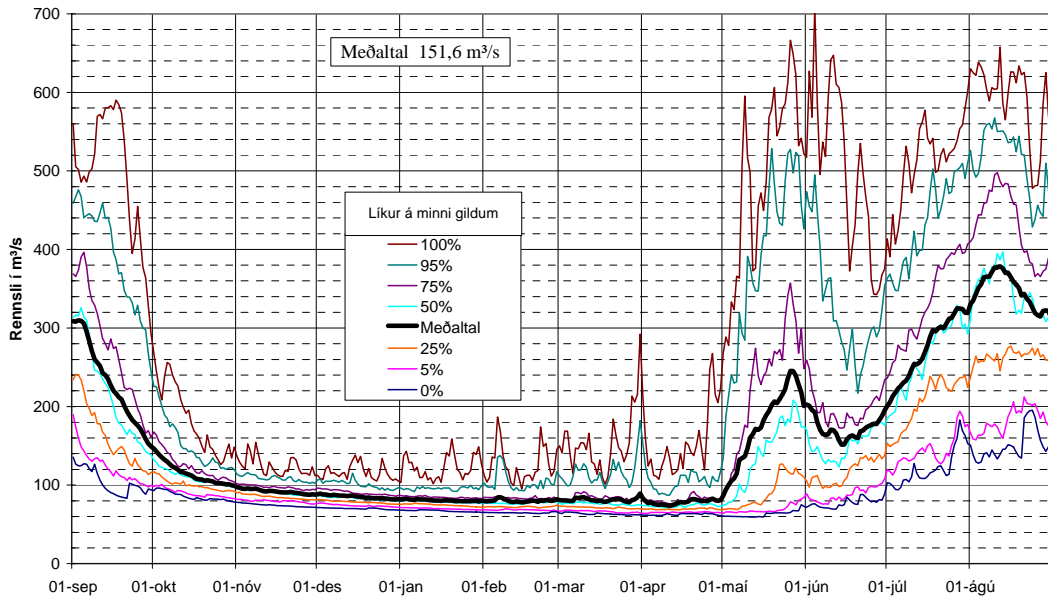
Niðurstöður varðandi áætlaðan kostnað og orkugetu eru sýndar í töflu 6, miðað við verðlag í janúar 2005. Kostnaður er án VSK en með fjármagnskostnaði á byggingartíma og öllum hönnunar og undirbúningskostnaði

Uppsett afl	270	MW
Virkjað rennsli	70	m <sup>3</sup> /s
Hönnunarfallhæð	441	m
Dægurmiðlun	43	Gl
Orkugeta	2 100	GWh/a
Nýtingartími	7777	klst
Stofnkostnaður	56 011	Mkr
Kostnaður á orkueiningu	26,7	kr/kWh/a
Hagkvæmni tala	1,04	(hagkvæmniflokkur II (VST hf, 1998))
Staðfærð orkugeta	2058	GWh/a
Kostnaður á staðfærða orkuein.	27,2	kr/kWh/a

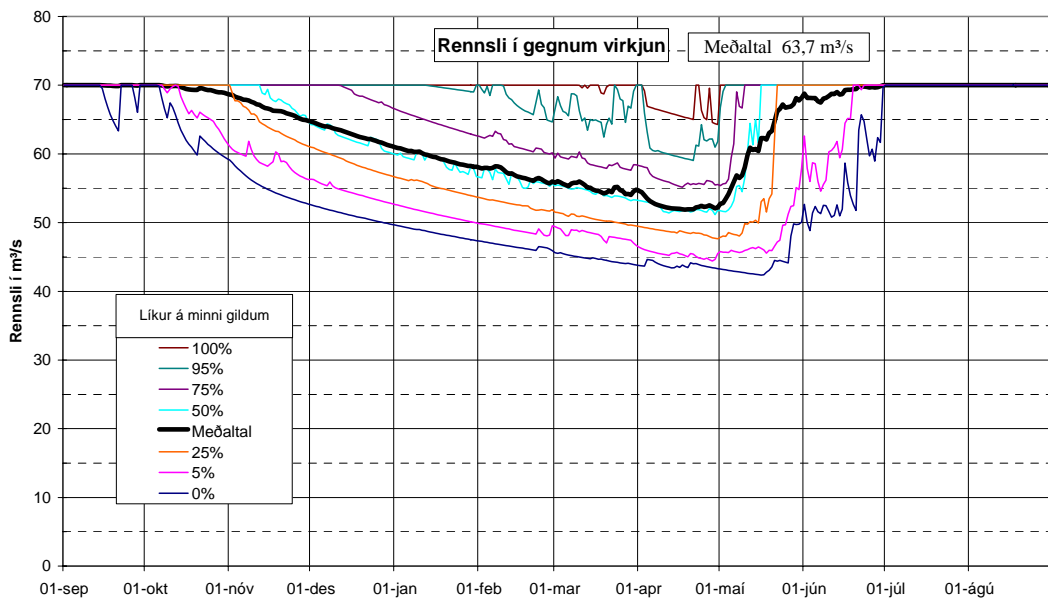
Tafla 6 Helmingsvirkjun, kostnaður orkugeta og hagkvæmni

Sérstök vísitala um stofnkostnað vatnsaflsvirkjana hefur verið áætluð 12 564 stig í janúar árið 2005. Sú vísitala er aðeins um 1% hærrí en sambærileg vísitala frá því í janúar árið 2003 en þá vísitölu var miðað við í samanburði í niðurstöðum 1. áfanga rammaáætlunar. (Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003). Vísitalan hefur hinsvegar hækkað um 8% frá því í janúar árið 2001, en við þá vísitölu var miðað í eldri forathugunar-skýrslum rammaáætlunar um stofnkostnað vatnaflsvirkjana.

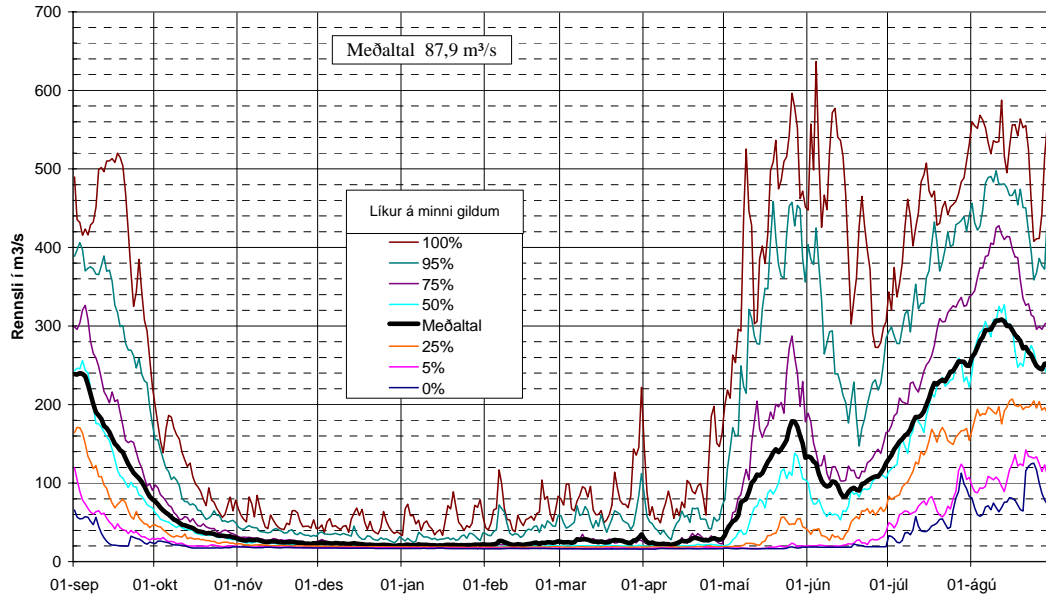
Myndir 13 til 16 sýna áhrif virkjunar á rennsli við Grímsstaði (Dettifoss) miðað við þær forsendur að virkjunin sé alltaf keyrð á fullu afli þegar vatn er til staðar. Á mynd 16 má sjá að áhrif virkjunar á rennsli um Dettifoss eru mikil að vetrarlagi og í raun þau sömu og ef stór miðlun væri til staðar. Að sumarlagi eru áhrif á rennsli neðan lóna hlutfallslega mun minni. Þegar vatnsstaða í virkjanakerfi landsins er góð að sumarlagi eins og væntanlega gerist í flestum árum, er líklegt að þessi virkjun verði ekki keyrð á fullu afli, meðal annars til að minnka þann aur sem sest til í inntakslóni og dæla þarf burt. Það þætti væntanlega æskilegra að framleiða t.d. meiri orku í Kárahnjúkavirkjun til að seinka og minnka yfirfallsrennsli þar. Það er því líklegt að í flestum árum verði mun minna vatn notað að sumarlagi í virkjuninni en myndirnar sýna. Það kann þó að verða háð eignarhaldi á virkjunum og hugsanlegri samkeppni frá háhitavirkjunum um að fá að draga úr framleiðslu að sumarlagi. Þá er einnig hægt að minnka það vatn sem tekið er af Dettifossi að sumarlagi með því að veita Eyvindará, Hölkná, Grjóta og Bessastaðaá til virkjunar.



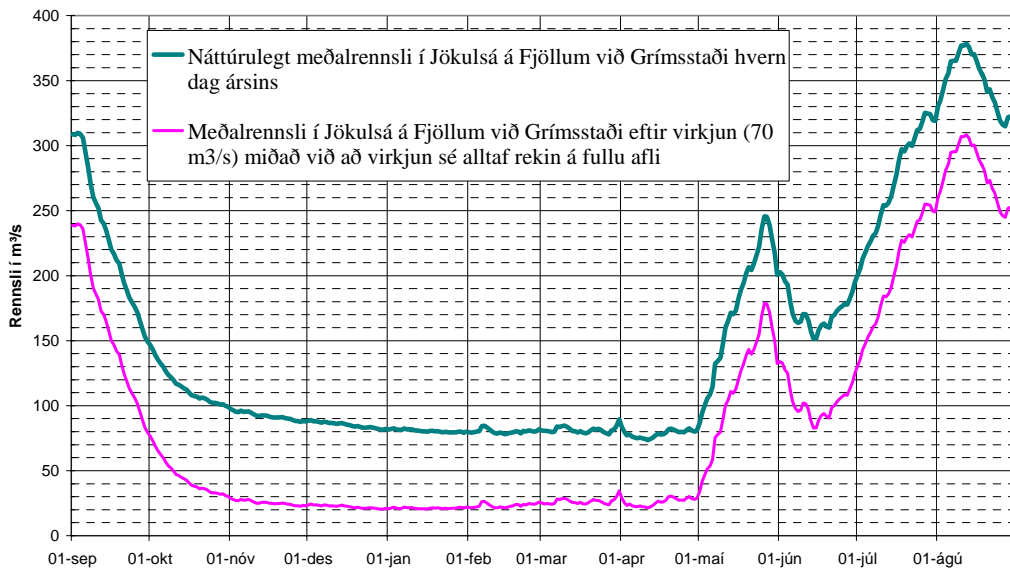
Mynd 13 Náttúrulegt rennslí í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði samkvæmt rennslislíkani vatnsárin 1950-1998.



Mynd 14 Rennslí gegnum virkjun miðað við að alltaf sé framleitt úr öllu tiltæku vatni.



Mynd 15 Rennslí í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði eftir virkjun miðað við að virkjun framleiði úr öllu tiltæku vatni.



Mynd 16 Meðalrennslí í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði fyrir og eftir virkjun miðað við að virkjun framleiði alltaf úr öllu tiltæku vatni.



## 7. Virkjun með stórrí miðlun í Arnardal

Til samanburðar við Helmingsvirkjun eru hér sýndar niðurstöður eldri áætlana á virkjun Jökulsár á Fjöllum með stóru miðlunarlóni í Arnardal. Hönnunin er samkvæmt frumhönnun sem gerð var árið 1992. (Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen. Des. 1992). Áætlanir um allar stóru virkjanirnar á Austurlandi voru endurskoðaðar árið 1997 vegna áætlana um stórt álver í Reyðarfirði, og m.a. gerðar nokkuð ítarlegar kostnaðaráætlanir á verðlagi í desember 1996, samkvæmt óútgefnum skýrslum unnum af VST. Sú áætlun um virkjun Jökulsár á Fjöllum með stórrí miðlun í Arnardal í tveimur þrepum (Arnardalsvirkjun og Brúarvirkjun) er hér endurreiknuð í nýrri útgáfu af Kostnaðarlíkani Landsvirkjunar með öllum sömu forsendum um launakostnað og fylgikostnað og álög á beinan verkkostnað eins og gert er ráð fyrir í samræmdum forsendum Rammaáætlunar. Allar magntölur eru hinsvegar óbreyttar frá eldri áætlun sem og öll hönnun og fyrirkomulag mannvirkja. Orkugeta var hinsvegar metin að nýju í Orkuforriti VST miðað við sömu forsendur og aðrar virkjanir í Rammaáætlun.

Í neðangreindri töflu eru auk Helmingsvirkjunar sýndar niðurstöður fyrir tvær útfærslur virkjunar. Fyrri útfærslan miðar við að engar skorður verði settar við því að nýta rennsli ána, hin miðar við þann kost sem kynntur var í 1. áfanga Rammaáætlunar en þar var gert ráð fyrir minna lóni í Arnardal og að á 70 daga tímabili yfir háferðamannatímam yrði alltaf hleypt a.m.k.  $100\text{m}^3/\text{s}$  rennsli framhjá miðlunarlóni í því skyni að auka rennsli neðar í ánni og þar á meðal niður Dettifoss.

Virkjunartilhögun í Jökulsá á Fjöllum (A=Arnardalsvirkjun, B=Brúarvirkjun)	Lónhæð	Flatar-mál	Nýtan-leg miðlun	Uppsett afl	Orku-vinnsla	Stofn-kostnaður	Stofn-kostnaður á orkueiningu
	m y.s.	km <sup>2</sup>	Gl	MW	GWh/a	Milljón kr	kr/kWh/a
Full nýting á rennsli (A+B)	552	82	1660	657	4600	79 485	17,28
Sbr. Rammaáætlun áfanga 1 (A+B)	548	78	1340	570	3900	71 548	18,35
Helmingsvirkjun	532	8	43	270	2100	54 927	26,16

Tafla 7 Samanburður á stærð og kostnaði við virkjun Jökulsár á Fjöllum miðað við mismunandi stórt miðlunarlón í Arnardal.

Mikil orka tapast við að sleppa miðlun í Arnardal og byggja Helmingsvirkjun í stað Arnardalsvirkjunar og Brúarvirkjunar og orkuverð er a.m.k. 40% hærra frá Helmingsvirkjun. Þess ber þó að geta að ráðstafanir vegna aurburðarvandamála eru sennilega ekki að fullu útfærðar í eldri áætlunum þó þar sé til staðar stór miðlun. Veitulónin eru á svipuðum stað en nokkru lægri og minni en miðað er við í Helmingsvirkjun, og veitt er til miðlunarlóns í Arnardal um opinn skurð vestan við Álftadalsdyngju í stað jarðganga. Veitulónin munu strax fyllast af aur og allur aur þá fara í veituskurðinn sem gæti valdið rekstrarerfiðleikum þar, auk þess sem hann myndi fljótlega fylla efsta hluta Arnardalslóns. Aurskolun úr veitulónum þessarar tilhögunar er erfiðleikum bundin þar sem rennsli skerðist verulega í farveginum neðan miðlunarinnar og aurinn settist því hugsanlega að miklu leyti til þar. Auk þess er ekki reiknað með öflugum botnrásam í veitulónunum né tapi á vatni við aurskolun í eldri áætlunum. Því má gera ráð fyrir að stofnkostnaður á orkueiningu yrði nokkuð hærri við tvær fyrstu útfærslurnar en tafla 7 sýnir.

## 8. Heimildir og ritaskrá

### Heimildir sem stuðst er við eða vitnað til í skýrslunni.

Árni Hjartarson, 2001. *Jarðfræði við Jöklu og Lagarfljót*. Almennt yfirlit. OS-2001/005. Orkustofnun. Unnið fyrir Landsvirgjun.

Árni Hjartarson og Elsa G. Vilmundardóttir, 1998. *Vesturöræfi – Hraun. Samræming jarðfræðikorta á Austurlandi*. Orkustofnun, Rannsóknasvið (unnið fyrir auðlindadeild Orkustofnunar og Landsvirgjun). OS-198027

Árni Hjartarson, 1999. *Vatnafar á Fljótalsheiði og Eyjabökkum*. OS-99017. Orkustofnun. Unnið fyrir Landsvirgjun.

Ásgeir Gunnarsson og Sigríður Árnadóttir, 2003. *Rennslisgögn úr Vatnshæðarmæli 233 í Kreppu Krepputungu árin 1985-1997*. Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2003/050.

Elsa G. Vilmundardóttir, 1997. *Berggrunnskort af Möðrudalsfjallgördum og nágrenni*. OS-97066. Orkustofnun. Unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar.

Freysteinn Sigurðsson, 1994. *Fjallgarðar – Þríhyrningsdalur. Efnagreiningar á grunnvatni*. Greinargerð FS-94/04. Orkustofnun.

Guttormur Sigbjarnarson, 1995. *Norðan Vatnajökuls. III. Eldstöðvar og hraun frá nútíma*. Náttúrufræðingurinn 65 (3-4): 199 – 212.

Guttormur Sigbjarnarson, 1993. *Norðan Vatnajökuls. II. Jarðlagaskipan og jarðfræðikort*. Náttúrufræðingurinn 63 (3-4): 201 – 217.

Guttormur Sigbjarnarson, 1988. *Krepputunga og Brúardalir. Lýsingar á korteinungum jarðfræðikorts*. OS-88038/VOD-06 44.

Guttormur Sigbjarnarson, Kristinn Albertsson og Kristinn Einarsson, 1974. *Krepputunga og Brúardalir*. Jarðfræðikort / Geological Map. Mælikvarði 1:100.000. Orkustofnun, Raforkudeild (fylgir líka skýrslu OS-88038/VOD-06).

Helgi Torfason, 1989. *Jarðhitarannsóknir í Hrafnkelsdal og innanverðum Jökuldal*. OS89057/JHD-29 B. Orkustofnun

Jórunn Harðardóttir, 2004. *Niðurstöður kornastærðargreiningar svifaursýna sem tekin voru samkvæmt hefðbundnum aurburðasamningi við auðlindadeild orkustofnunar frá árinu 2003*. Orkustofnun, Vatnamælingar. 2004-03

Jórunn Harðardóttir, 2004. *Niðurstöður útarlegra aurburðarmælinga í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu árið 2003*. 3566 OST GRG JHa-2004/02 36 s.

Jórunn Harðardóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Svava Björk Þorláksdóttir, 2003. *Niðurstöður útarlegra aurburðar- og rennslismælinga við Jökulsá á Fjöllum árið 2002*. 3389 OST GRG JHa-SE-SBÞ-2003/02 32 : gröf, töflur. 2003-09.

Kristbjörn Egilsson og Hörður Kristinsson, 1994. *Gróður í Arnardal og á Brúaröræfum*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Unnið fyrir Landsvirgjun.

Kölbl, Richard, 1995. *Zur Hydrogeologie und Hydrochemie im südlichen Einzugsgebiet der Jökulsá á Fjöllum, Nordisland. Diplomarbeit*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel DE.

- Orkustofnun, Vatnamælingar, 2005. *Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2005/33.*
- Orkustofnun, Vatnamælingar, 2004a. *Gagnabanki Vatnamælinga, aurburðargögn afgreiðsla nr. 2004/13.*
- Orkustofnun, Vatnamælingar, 2004b. *Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2004/47.*
- Orkustofnun, 1992. *Austurlandsvirkjun. Jarðfræðirannsóknir. Safn greinargerða. OS-92059/VOD-16 B. Unnið fyrir Landsvirkjun.*
- Sigmundur Einarsson (ritsjóri), Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Jón Gunnar Ottósson, 2000. *Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan jökla. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00009.*
- Sigurður H. Magnússon, Guðmundur Guðjónsson, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Borgþór Magnússon, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson, 2002. *Vistgerðir á fjórum hálandissvæðum. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02006. Unnið fyrir Landsvirkjun.*
- Snorri Baldursson, Helgi Torfason og Hörður Kristinsson, 2003. *Náttúrufar og verndargildi náttúrufyrirbæra norðan Vatnajökuls. Yfirlit. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-03002. Unnið fyrir Umhverfissráðuneytið.*
- Umhverfissráðuneytið, 2004. *Þjóðgarður norðan Vatnajökuls. Skýrsla nefndar um stofnun þjóðgarðs eða verndarsvæðis norðan Vatnajökuls. Reykjavík. 2004-05.*
- Vatnaskil hf., 1993. *Austurlandsvirkjun. Rennslislíkan II. Unnið fyrir Landsvirkjun. Reykjavík. 10. - 1 b. : kort. - 1993.05*
- Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003. *Niðurstöður I. áfanga rammaáætlunar. 2003-11.*
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2001. *Kárahnjúkavirkjun. Aurburður og setmyndun í lónum. Unnið fyrir Landsvirkjun. 2001-04.*
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1992, *Austurlandsvirkjun. Virkjun Jökulsár á Brú og Jökulsár á Fjöllum. Fljótsdalsvirkjun II, Arnardalsvirkjun, Brúarvirkjun. Frumhönnun. Áfangaskýrsla. Landsvirkjun. 1992-12.*
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1991. *Austurlandsvirkjun. Virkjun Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Brú. Samanburðaráætlanir. Landsvirkjun 30. 1991-10.*
- VST hf., 1998. *Nýtanleg vatnsorka á Íslandi og flokkun hennar eftir fjárhagslegri hagkvæmni. Skýrsla gerð fyrir Landsvirkjun. 1998-01.*
- Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson, 1986. *Austurlandsvirkjun. Jökulsárnar á Dal og Fjöllum. Forathugun virkjana. Orkustofnun. Vatnsorkudeild - Reykjavík : OS, 1986-09. (- 47 s): teikningar. - OS-86059/VOD-20 B.*

## Ritaskrá um rannsóknir við Jökulsá á Fjöllum og virgjun hennar

### Vatnafræði (rennslis, flóð, jöklar, ís og aurburður)

Snorri Árnason, 2005. *Jökulsá á Fjöllum; Grímsstaðir, vhm 102: rennslislykill nr. 4.* 14621 Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2005-/019 23 s. 2005-09.

Ásgeir Gunnarsson, Páll Jónsson, Sigríður Árnadóttir, 2005. *Rennslisgögn úr vatnshæðarmæli 102 í Jökulsá á Fjöllum, Grímsstöðum : árin 1965-1997.* 14608 Orkustofnun, Vatnamælingar OS 2005/012 117 s. 2005-06.

Snorri Páll Kjaran og Hjalti Sigurjónsson, 2005. *Hálslón. Aurburður og setmyndun.* Verkfræðistofan Vatnaskil (unnið fyrir Landsvirgjun). 2005-05.

Jórunn Harðardóttir, 2004. *Niðurstöður ítarlegra aurburðarmælinga í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu árið 2003.* OST GRG JHa-2004/02 36 s.

Jórunn Harðardóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Svava Björk Þorlákssdóttir, 2003. *Niðurstöður ítarlegra aurburðar- og rennslismælinga við Jökulsá á Fjöllum árið 2002.* 3389 OST GRG JHa-SE-SBP-2003/02 32 : gróf, töflur. 2003-09.

Henriksen, Steen, 2003. *Connection between discharge and the time development of high/low water levels along river Jökulsá á Fjöllum.* Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2003/061.

Ásgeir Gunnarsson og Sigríður Árnadóttir, 2003. *Rennslisgögn úr Vatnshæðarmæli 233 í Kreppu Krepputungu árin 1985-1997.* Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2003/050.

Egill Axelsson, 2003. *Arnardalsá, Möðrudalsöræfum; Arnardalsalda, vhm 332, rennslislykill nr. 3.* Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2003/046.

Jóel Karl Friðriksson, 2002. *Framgangur dægursveiflna niður Jökulsá á Fjöllum.* OST GRG JKF-2002/01 6. 2002-6.

Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson, 2002. *Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum. Niðurstöður ársins 2001.* 3088 OST GRG JHa-ÁG-2002/01 30. 2002-04.

Jóel Karl Friðriksson, Bergur Sigfússon, Jóna Finndís Jónsdóttir, 2001. *Samantekt rennslismælinga á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum, ofan Hljóðakletta.* Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2001/084 17. 2001-12.

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Oddur Sigurðsson, Skúli Víkingsson, Helgi Jóhannesson, 2001. *Ágangur Jökulsár á Fjöllum. Nákvæm hæðarkort af söndunum.* Orkustofnun, Rannsóknasvið OS-2001/067 16 + 2 kort. 2001-11.

Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson, 2001. *Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum. Niðurstöður ársins 2000* 2974 OST GRG JHa-ÁG-2001/01 25. 2001-09

Snorri Árnason, 2001. *Jökulsá á Fjöllum við Upptýpinga, vhm 162. Rennslislyklar nr. 5-16.* Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2001/049 32. 2001-09.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 2001. *Kárahnjúkavirgjun. Aurburður og setmyndun í lónum.* LV, (- 44 s) 2001-04.

Kristinn Einarsson, Ásgeir Gunnarsson, 2001. *Rennslis- og vatnshæðarbreytingar í Jökulsá á Fjöllum neðan Herðubreiðarlinda dagana 14.-18. ágúst 2000* OST GRG KE-ÁG-2001/01 3. 2001-02.

Oddur Sigurðsson, 2000. *Rennslisaukning í Jökulsá á Fjöllum vegna framhlaups Dyngjujökuls* OST GRG OSig-2000/04 1. 2000-08.

Oddur Sigurðsson, 1999. *Jökulhlaup í Kverká, Kreppu og Jökulsá á Fjöllum* OST GRG OSig-99/04 2. 1999-08.

Einar Örn Hreinsson, 1999. *Arnardalsá, Möðrudal Arnardalsalda, vhm 332, rennslislykill nr. 2.* Orkustofnun, Vatnamælingar OS-199070.

Hrefna Kristmannsdóttir, Axel Björnsson, Svanur Pálsson, Árný E. Sveinbjörnsdóttir, 1999. *The impact of the 1996 subglacial volcanic eruption in Vatnajökull on the river Jökulsá á Fjöllum, North Iceland.* Journal of volcanology and geothermal research 92 (359-372).

- Haukur Tómasson, Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon, 1996. *Framburður svifaurs í jökulsánum norðan Vatnajökuls* OS-96024/VOD-02 93. 1996-05.
- Vatnaskil hf., 1993. *AusturlandsvirkJun. Rennslislíkan II*. (Unnið fyrir LandsvirkJun). – Reykjavík. 10. - 1 b. : kort. - (93.05)
- Skúli Víkingsson, 1992. *Ósasvæði Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal. Breytingar á legu strandar samkvæmt kortum og loftmyndum*. 1330 Orkustofnun, OS-92044/VOD-11 B 7.
- Kristinn Einarsson, Freysteinn Sigurðsson, Bjarni Kristinsson, 1991. *Ferð vatnamælinganefndar LandsvirkJunar og Orkustofnunar að Skjálfafljóti og Jökulsá á Fjöllum í ágúst-september 1991 - Helstu niðurstöður athugana*. OST GRG KE-FS-BK-91/02 10. 1991-11.
- Richter, Klaus, 1981. *Zum Wasserhaushalt im Einzugsgebiet der Jökulsá á Fjöllum, Zentral-Island*. Ein Beitrag zur Hydrologie des Periglazialraumes Göttingen Verlag Erich Goltze Göttinger geographische Abhandlungen, Heft 78 (101)
- Sigurjón Rist, 1975. *Jökulsá á Fjöllum. VirkJun við Dettifoss. Ísaspá*. OST 6. 1975-03.
- Laufey Bryndís Hannesdóttir, 1973. *Vatnsrennslis um Dettifoss með og án virkJunar*. OST 7. 1973-01.
- Guttormur Sigbjarnarson, Laufey Bryndís Hannesdóttir, Björn Erlendsson, 1971. *Mælingar á aðrennslis Jökulsár á Brú og Jökulsár á Fjöllum í ágúst 1971*. OST 8. 1971-11.

## Jarðfræði og hamfarahlaup

Waite, R.B, 2002. *Great Holocene floods along Jökulsá á Fjöllum, north Iceland*. Flood and megaflood processes and deposits : recent and ancient examples Blackwell Science Special publication number 32 of the International Association of Sedimentologists (37-51).

Bender, Steffen et al, Freysteinn Sigurðsson, 2000. *Klassifizierung der Grund- und Oberflächenwässer un Einzugsgebiet der Jökulsá á Fjöllum (NE-Island)*. Meyniana 52 (11-28).

Árni Hjartarson og Elsa G. Vilmundardóttir, 1998. *Vesturöræfi – Hraun. Samræming jarðfræðikorta á Austurlandi*. Orkustofnun, Rannsóknasvið (unnið fyrir auðlindadeild Orkustofnunar og Landsvirgjun). OS-98027

Elsa G. Vilmundardóttir, 1997. *Berggrunnskort af Möðrudalsfjallgörðum og nágrenni*. OST OS-97066 38. 1997-12.

Elsa G. Vilmundardóttir, Freysteinn Sigurðsson, 1997. *Austurlandsvirgjun. Jarðfræðikortlagning á Austurlandi frá Jökulsá á Fjöllum að Jökulsá á Dal. Staða i febrúar 1997*. OST GRG EGV-FS-97/02 6. 1997-03.

Guttormur Sigbjarnarson, 1996. *Norðan Vatnajökuls: III. Eldstöðvar og hraun frá nútíma*. Náttúrufræðingurinn 65, 3-4 199-212 100

Jóhann Helgason, 1995. *Austurlandsvirgjun. Jarðlagaskipan Brúardala og Efra-Jökuldals. Niðurstöður rannsókna 1995*. Áfangaskýrsla 13630 59. 1995-12.

Jóhann Helgason, 1994. *Jarðlagaskipan Brúardala og Efra-Jökuldals: Niðurstöður rannsókna 1993*. Áfangaskýrsla. 13529 EKRA jarðfræðistofa 33. 1994-02.

Orkustofnun. Vatnsorkudeild, 1992. *Austurlandsvirgjun. Jarðfræðirannsóknir 1992*. Safn greinargerða. - mappa Unnið fyrir Landsvirgjun. - Reykjavík : OS, 1992-12.: kort. - OS-92059/VOD-16 B [Ský Ork]

Jóhann Helgason, 1990. *Jarðlagfræði. Brúardalir- Fiskidalsháls*. 13132 Landsvirgjun 78. 1999-03.

Guttormur Sigbjarnarson, 1988. *Krepputunga og Brúardalir. Lýsingar á korteinungum jarðfræðikorts*. OS-88038/VOD-06 44.

Jóhann Helgason, 1987. *Jarðfræðirannsóknir á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum við Möðrudal*. OST OS-87005/VOD-01 68. 1987-03.

Schunke, Ekkehard, 1985. *Sedimenttransport und fluviale Abtragung der Jökulsá á Fjöllum im Periglazialen Zentral-Island*. Erdkunde (197-205).

Sigurjón Páll Ísaksson, 1984. *Stórhlauþ í Jökulsá á Fjöllum á fyrri hluta 18. aldar*. Náttúrufræðingurinn 54 (165-191).

Trausti Einarsson, 1976. *Tilgáta um orsök hamfarahlaupsins í Jökulsá á Fjöllum og um jarðvísindalega þýðingu þessa mikla hlaups*. Jökull 26 (61-64).

Oddur Sigurðsson, Snorri Zóphóníasson, Laufey Bryndís Hannesdóttir, Sveinn Þorgrímsson, 1975. *Dettifossvirgjun. Jarðfræðiskýrsla*. OST OS-ROD-7526 63. 1975-07.

Guttormur Sigbjarnarson, Kristinn Albertsson og Kristinn Einarsson, 1974. *Krepputunga og Brúardalir. Jarðfræðikort / Geological Map. Mælikvarði 1:100.000*. Orkustofnun, Raforkudeild (fylgir líka skýrslu OS-88038/VOD-06).

Haukur Tómasson, 1973. *Hamfarahlaup í Jökulsá á Fjöllum*. Náttúrufræðingurinn 43 (12-34).

Sigurður Þórarinnsson, 1959. *Some geological problems involved in the hydroelectric development of the Jökulsá á Fjöllum, Iceland*. 15503 Raforkumálastjóri 71. 1959-01.

Guðmundur Pálmason, 1958. *Report on earth resistivity survey near river Jökulsá á Fjöllum in the summer 1958*. 15466 Raforkumálastjóri 9.

Sigurður Þórarinnsson, 1957. *Bráðabirgðagreinargerð II um jarðfræðilegar athuganir í sambandi við athugun á virgjunarmöguleikum í Jökulsá á Fjöllum*. 15440 6. 1957-04.

## Virkjanaáætlanir og umhverfismál

Umhverfisráðuneytið, 2004. *Þjóðgarður norðan Vatnajökuls*. Skýrsla nefndar um stofnun þjóðgarðs eða verndarsvæðis norðan Vatnajökuls. Reykjavík: Umhverfisráðuneytið, 2004-04.

Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma, 2003. *Niðurstöður 1. áfanga rammaáætlunar*. 2003-11.

Snorri Baldursson, Helgi Torfason og Hörður Kristinsson, 2003. *Náttúrufar og verndargildi náttúruvirkja norðan Vatnajökuls*. Yfirlit. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-03002. Unnið fyrir Umhverfisráðuneytið.

Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig R. Ólafsdóttir og Jóhannes Briem. *Ferkvatnsáhrif í sjó við Norðausturland að vorlagi*. Unnið fyrir Orkustofnun og LandsvirkJun. 2002-03.

Sigurður H. Magnússon, Guðmundur Guðjónsson, Erling Ólafsson, Guðmundur A. Guðmundsson, Borgþór Magnússon, Hörður Kristinsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson, 2002. *Vistgerðir á fjörum hálandissvæðum*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02006. Unnið fyrir LandsvirkJun.

Sigmundur Einarsson (ritsjóri), Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Jón Gunnar Ottósson, 2000. *Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan jökla*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00009.

Hákon Aðalsteinsson, 1999. *Skoðunarferð um virkjunarsvæði norðan Vatnajökuls*. OST GRG HA-99/01 5. 1999-08.

VST hf., 1998. *Nýtanleg vatnsorka á Íslandi og flokkun hennar eftir fjárhagslegri hagkvæmni*. (Skýrsla gerð fyrir LandsvirkJun). 1998-01.

Anna Dóra Sæþórsdóttir, 1998. *Áhrif virkjana norðan Vatnajökuls á ferðamennsku*. Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið, LandsvirkJun 118

Sigurður Guðjónsson, Ingi Rúnar Jónsson, 1995. *Jökulsá á Fjöllum, Jökulsá á Dal (Brú), Lagarfljót og ár sem falla til Berufjarðar, Hamarsfjarðar og Álftafjarðar*. Samantekt um fiskistofna. veiðimálastofnun.

Hákon Aðalsteinsson, 1995. *Helstu umhverfisáhrif af virkjun jökulsánna norðan Vatnajökuls*. Erindi flutt á ráðstefnu Verkfræðingafélagsins 3. mars 5

Verkfræðingafélag Íslands, 1995. *Virksanir norðan Vatnajökuls*. Ráðstefna 3. mars 1995. Verkfræðingafélag Íslands, Tæknifræðingafélag Íslands 43

Iðnaðaráðuneytið, 1994. *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*.

*Virksanir norðan Vatnajökuls*. Upplýsingar til undirbúnings stefnumótun Iðnaðaráðuneytið 72

*Kynning á virkjunarkostum í Jökulsá á Dal og Jökulsá á Fjöllum*. Minnisblað Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið . 1994 -12.

Kristbjörn Egilsson, Hörður Kristinsson, 1994. *Gróðurfar í Arnardal á Brúaröræfum*. 13530 Náttúrufræðistofnun Íslands 84. 1994-02.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1994. *Virksanir við Dettifoss ásamt miðlun við Lambafjöll*. Endurskoðun kostnaðaráætlana frá 1975. OST OS-94007/VOD-01 B 65. 1994-08. 1994-01.

Kristján Þórarinnsson, Einar Þórarinnsson, Kristbjörn Egilsson, Kristinn H. Skarphéðinsson, Skarðhéðinn Þórisson, Björn Ingvarsson. *Samanburður á umhverfisáhrifum nokkurra tilhagana á stórvirkjun á Austurlandi (Austurlandsvirksanir)*. Samstarfsnefnd Iðnaðaráðuneytis og Náttúruverndarráðs um orkumál (SINO). 1993-02.

Ingvi Þorsteinsson, Guðmundur Guðjónsson, 1993. *Gróður- og landgreining á hugsanlegum lónstæðum Austurlandsvirksanar*. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 108641 Rv. RALA Fjölrit RALA, 163 17

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1993. *Austurlandsvirksanir*. Virksanir Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Brú. Áfangaskýrsla I : Arnardalsmiðlun /. - Reykjavík : LV, 1992-03. - 30 s. : teikningar. - (92.361)

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf, 1993. *Virgjun við Dettifoss ásamt miðlun við Lambafjöll : endurskoðun áætlana*. Reykjavík VST 5 + viðaukar.

Kristbjörn Egilsson, Hörður Kristinsson, 1992. *Gróðurfarsathuganir í Brúardölum og á Jökuldalsheiði sumarið 1985*. 13310 Orkustofnun OS-92054/VOD-14 B 29. 1992-12.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen., 1992. *Austurlandsvirgjun. Virgjun Jökulsár á Brú og Jökulsár á Fjöllum. Fljótsdalsvirgjun II, Arnardalsvirgjun, Brúarvirgjun. Frumhönnun. Áfangaskýrsla Landsvirgjun*. 1992-12.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1992. *Austurlandsvirgjun. Virgjun Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Brú. Áfangaskýrsla II : samanburður virgjunarleiða, tilhögun 4 og tilhögun 5 í tveimur áföngum*. - Reykjavík : LV, 1992- 07. - 4 s. : teikningar. - (92.361)

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1991. *Austurlandsvirgjun. Virgjun Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Brú. Samanburðaráætlanir* Landsvirgjun 30. 1991-10.

Hákon Aðalsteinsson, Davíð Egilsson, Helgi Bjarnason, 1989. *Virgjunarkostir í Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal. Samanburður með tilliti til umhverfis. + Virgjanakostir í Jökulsá á Fjöllum og Jökulsá á Dal. Mat á miðlunarþörf og orkugetu. (Strengur)* OST 27 + 15.

Kristbjörn Egilsson, Einar Þórarinsson, 1988. *Brúaröræfi. Náttúrufarskönnun vegna virgjunar Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal*. 12885 Orkustofnun OS-88021/VOD-03 182. 1988-05.

Kristbjörn Egilsson, Einar Þórarinsson, 1988. *Brúaröræfi. Náttúrufarskönnun vegna virgjunar Jökulsár á Fjöllum og Jökulsár á Dal. Útdráttur og helstu niðurstöður*. 12889 Orkustofnun OS-88025/VOD-07 B 38. 1988-05.

Erling Ólafsson, 1988. *Fjölrit náttúrufræðistofnunar. Könnun á smádyrum í Hvannalindum, Fagradal og Grágæsadal*. OS-88004/VOD-01. 1988-03.

Þorbergur Þorbergsson og Hörður Svavarsson, 1986. *Austurlandsvirgjun. Jökulsárna á Dal og Fjöllum. Forathugun virgjana*. Orkustofnun. Vatnsorkudeild - Reykjavík : OS, 1986-09. (- 47 s) : teikningar. - OS-86059/VOD-20 B

Almenna verkfræðistofan, Virkir, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1978. *Austurlandsvirgjun. Forathugun virgjana á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal. I Tilhögun virgjana. II Hafrahvammavirgjun. III Brúarvirgjun. IV Múlavirgjun. V Fljótsdalsvirgjun. Hraunaveita. VI Jökulsárveita. Eyjabakkaveita*. 6 b. 11602 Orkustofnun OS-ROD-7817. 1978-05.

Almenna verkfræðistofan, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, Virkir, 1978. *Samanburðaráætlanir um orkunýtingu á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal*. 11618 46. 1978-05.

Sveinn Þógrímsson, 1978. *Austurlandsvirgjun. Brúardalir. Forrannsóknir á byggingarefni*. 11614 Orkustofnun OS-ROD-7832 19. 1978-12.

Almenna verkfræðistofan, Virkir, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen. *Austurlandsvirgjun. Samanburðaráætlanir um orkunýtingu á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal*. 11488 Orkustofnun, RARIK 274. 1997-11.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1976. *Virgjun Jökulsár á Fjöllum I. Drög að áætlun um Hólsfjallavirgjun. Miðlun og virgjun við Lambafjöll*. OST OS-ROD-7612 98. 1976-04.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975. *Austurlandsvirgjun. Yfirlit yfir virgjunarathuganir á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár í Fljótsdal*. 11202 Orkustofnun OS-ROD-7538 87. 1975-10.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975. *Jökulsá á Fjöllum I. Hólsfjallavirgjun. Drög að áætlun* OST OS-ROD-7528 12. 1975-08.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975. *Virgjun við Dettifoss. II. hefti* OST OS-ROD-7532 49. 1975-11.

Loftur Þorsteinsson, 1975. *Jökulsá á Fjöllum*. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 2. 1975-07.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1975. *Jökulsá á Fjöllum. Jökulsá á Brú. Jökulsá í Fljótsdal. Virgjunarathuganir 1967-1974*. OST OS-ROD-7505 70. 1975-01.

Páll Ingólfsson, 1974. *Jarðfræði-landmælingar við Dettifoss 1973*. OST OS-ROD-7404 44. 1974-02.

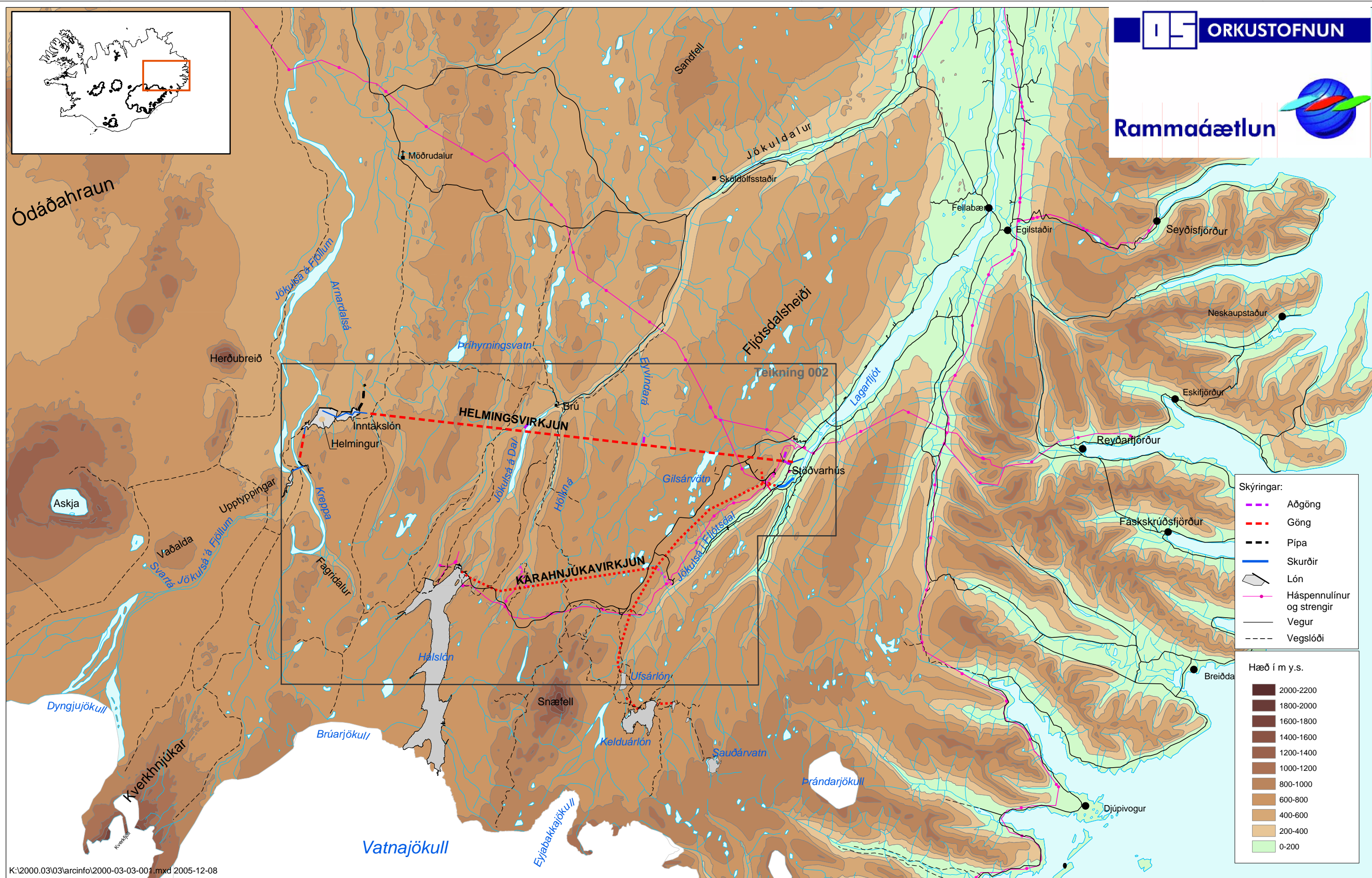
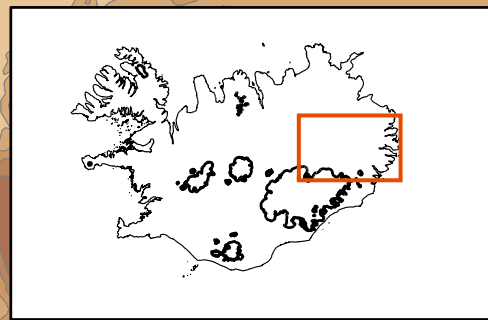


- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1973. *Jökulsá á Fjöllum. Framvinduskýrsla. Virkjanir við Dettifoss. Samanburðaráætlanir. Virkjun frá Selfossi niður fyrir Vígabergsfoss. Lausleg áætlun. Virkjun frá Fjöllum niður í Axarfjörð. Frumathugun.* OST 49. 1973-01.
- Helgi Sigvaldason, Gunnar Ámundason, 1971. *Aðgerðarrannsóknir á samrekstri virkjana í Laxá í Suður-Pingeyjarsýslu og Jökulsá á Fjöllum.* OST 36. 1971-09.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf., 1971. *Um forrannsóknir á vatnsaflí Íslands. Yfirlit yfir athuganir á vatnsaflí Íslands árin 1965 – 1970. Endurskoðun á kostnaðaráætlunum og tillögur um framtíðarrannsóknir.* (Skýrsla gerð fyrir Orkustofnun, raforkudeild).
- Jakob Björnsson, 1971 *Minnisblað varðandi rannsóknir á virkjun Dettifoss* (4). 1971-05.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1971. *Um forrannsóknir á vatnsaflí Íslands. Viðbótarskýrsla I. Endurskoðun á samanburði á því að virkja Jökulsá á Fjöllum í farvegi sínum og því að veita henni til austurs og virkja Jökulsá á Brú. Samanburður á hugsanlegum næstu virkjunaráföngum miðað við orkuþörf 1500-2500 GWh/a.* OST 14. 1971-01.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1971. *AusturlandsvirkJun og virkjun Jökulsár á Fjöllum. Framhaldsskýrsla um athuganir á virkjunarmöguleikum á Norðurlandi. Nokkrar samanburðaráætlanir.* 10584 Orkustofnun. 1970-03.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1967. *Jökulsá á Fjöllum. Frumdrög að mynzturáætlun* (29). 1967-08.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1966. *Jökulsá á Fjöllum. Frumdrög um virkjunarskilyrði* (7). 1966-12.
- Stóriðjunefnd, 1963. *Virkjun Þjórsár við Búrfell og Jökulsár við Dettifoss til raforkuvinnslu fyrir aluminiumbæðslu* (9). 1963-04.
- Haukur Tómasson, MAR 1963. *Dettifoss project Geology. Project planning report. Volume II Raforkumálastjóri* (31), 1963-03.
- Harza Engineering Comp. Int, 1963. *Dettifoss project. Project planning report* (2 b). 1963-01.
- Sigurður Thoroddsen, 1962. *Vatnsafl Íslands. Í riti Verkfræðingafélags Íslands: Orkulindir og iðnaður. Ráðstefna íslenskra verkfræðinga* 1962.
- Almenna byggingarfélagið h.f., Verklegar framkvæmdir h.f., 1961. *Hydro-electric development of the River Jökulsá á Fjöllum. Dettifoss project revised. Preliminary run-of-river project and cost estimate* (17). 1961-10.
- Harza Engineering, 1959. *Int. Supplemental report on Jökulsá á Fjöllum project – Iceland.* 15512 24. 1959-11.
- Machinery and electrical equipment for the Dettifoss and Vígabergsfoss project. Preliminary appraisal.* 15514 Raforkumálastjóri 15. 1959-08.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1957. *II Bráðabirgðagreinargerð um virkjun Jökulsár á Fjöllum.* 15441 4. 1957-05.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1957. *II Preliminary statement for the hydraulic development of the river Jökulsá á Fjöllum.* 15447 5. 1957-05.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1957. *Álitsgerðir um 100.000 kW virkjanir við : Sultartanga í Þjórsá, Búrfell í Þjórsá, Þórisvatn, Vatnadalssá með Blöndu, Laxá í S-Pingeyjarsýslu, Jökulsá á Fjöllum.* 15437 13. 1957-02.
- Sigurður S. Thoroddsen, 1954. *Álitsgerð um virkjunarmöguleika í Jökulsá á Fjöllum.* 15356 24. 1954-03.

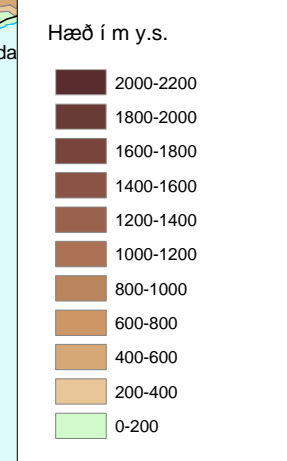
## 9. Teikningar

VirkJun grunnrennslis Jökulsár á Fjöllum.

2003.03.03-001	HelmingsvirkJun. Yfirlit
2003.03.03-002	Vatnsvegir. Grunnmynd og langsníð.
2003.03.03-003	Veitur, veitugöng, dælustöð og inntakslón. Grunnmynd og sníð
2003.03.03-004	Veitulón. Grunnmynd og sníð.
2003.03.03-005	Stífla, inntakslón og inntak. Grunnmynd og sníð.
2003.03.03-006	Þrýstijöfnun stöð og frárennslis. Grunnmynd

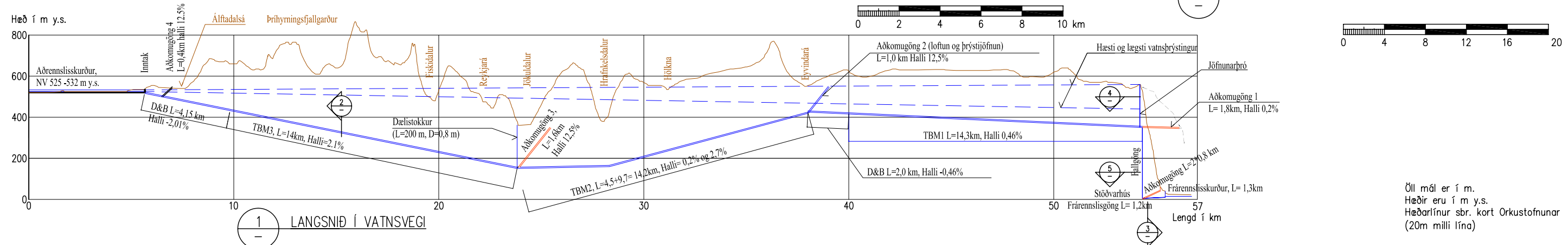
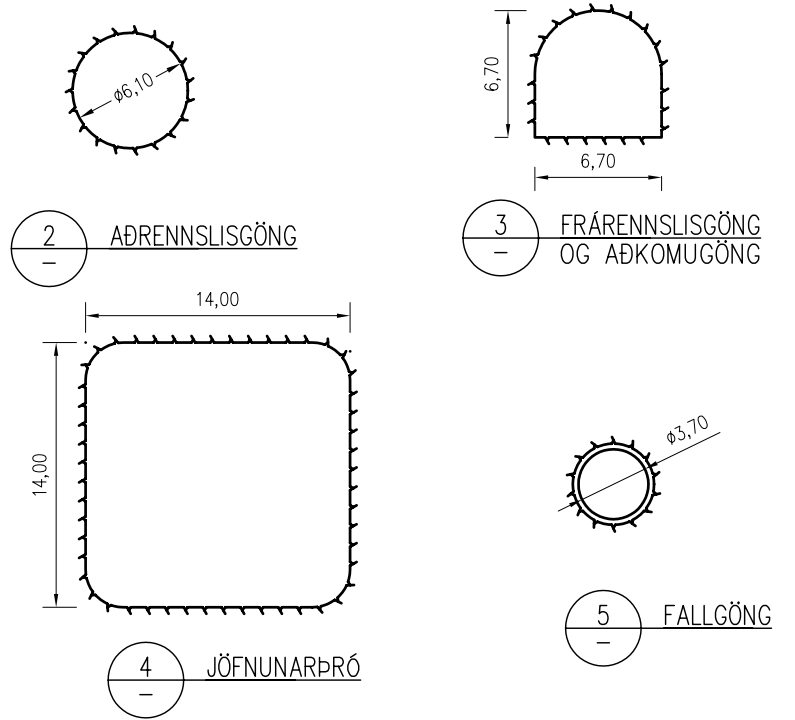
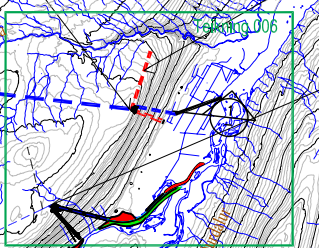
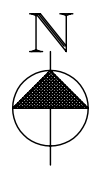
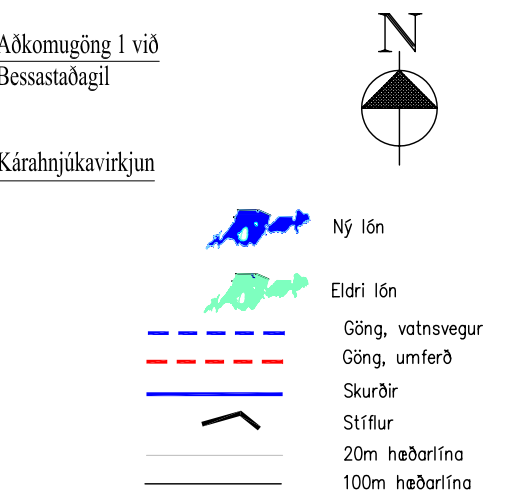
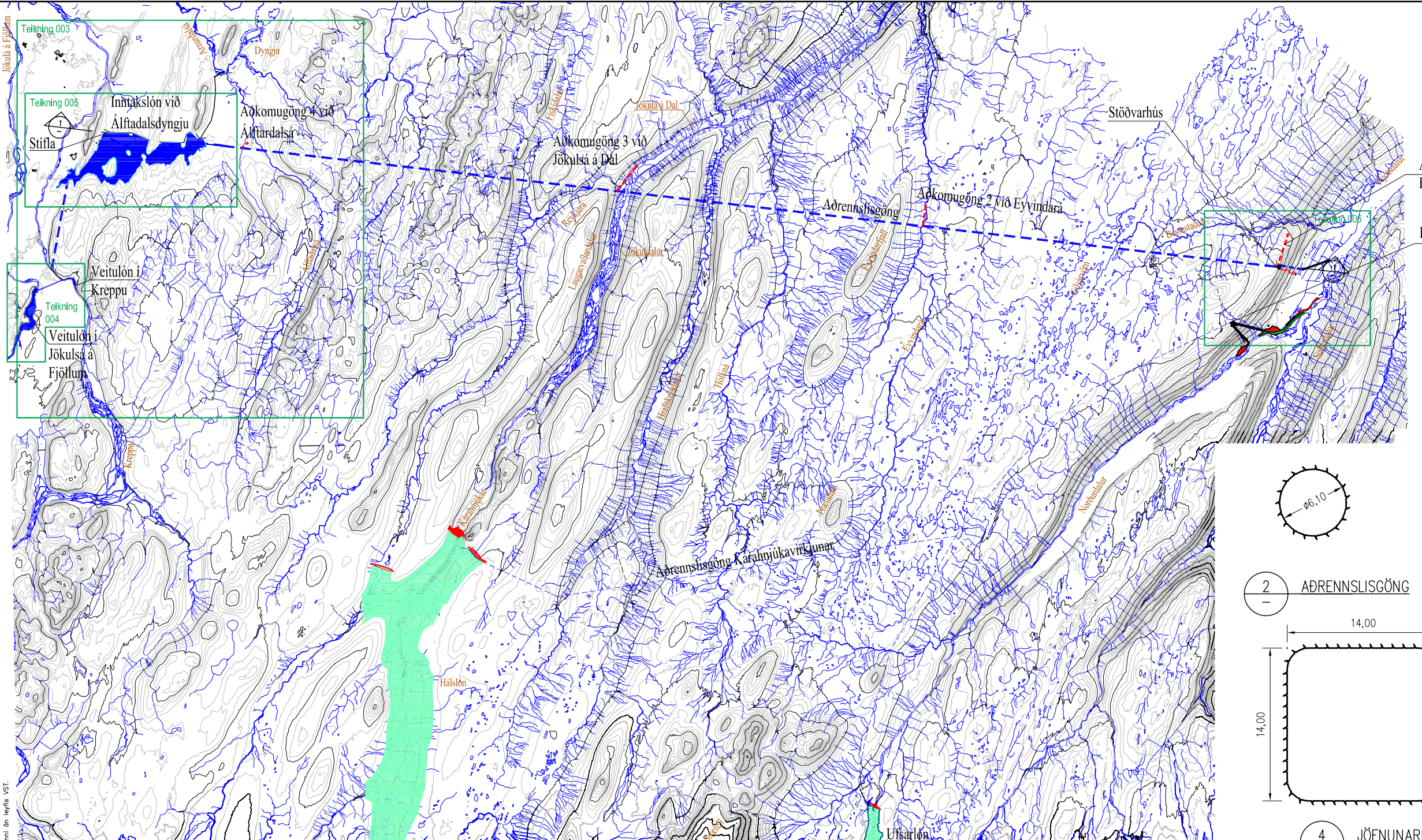


- Skýringar:
- Aðgöng
  - Göng
  - Pípa
  - Skurðir
  - Lón
  - Háspennulínur og strengir
  - Vegur
  - Vegslóði



K:\2000.03\03\arcinfo\2000-03-03-001.mxd 2005-12-08

FRV											<b>VST</b> Verkfæðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. Ármúla 4 108 Reykjavík Sími: 569 5000 Fax: 569 5010 Cleirargötu 30 600 Akureyri 462 2543 461 1190 Bjarnarbraut 8 310 Borgarnes 437 1317 437 1311 Hafnarstræti 1 400 Ísafjörður 456 3708 456 3965	<b>ORKUSTOFNUN</b> VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULSÁR Á FJÖLLUM Helmingsvirkjun Yfirlit									
	Bláskaut	Teikn. nr.	Tilvisun á teikningu	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samb.	Útgáfa	Breyting			Dagsetning	Gert	Samb.	Hanna	Tekna	Vitar	Sambær	Dagsetning	Verk. nr.
														PSL	HB		KMS	Desember 2005	2000.03.03	001	1



Öll mál er í m.  
 Hæðir eru í m y.s.  
 Hæðarlínur sbr. kort Orkustofnunar  
 (20m milli lína)

Eigi má fjölfalda þessa teikningu til notkunar fyrir þrjú aðila né breyta henni án leyfis VST.

Töluskrá  
 K:\2000.03\03\jokulsa\_a\_fjollum\Dwg\2003.03.03\_002.dwg

FRV	A3	Teikn. nr.	Tilvísun á teikningu	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.

**VST Verkræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.**

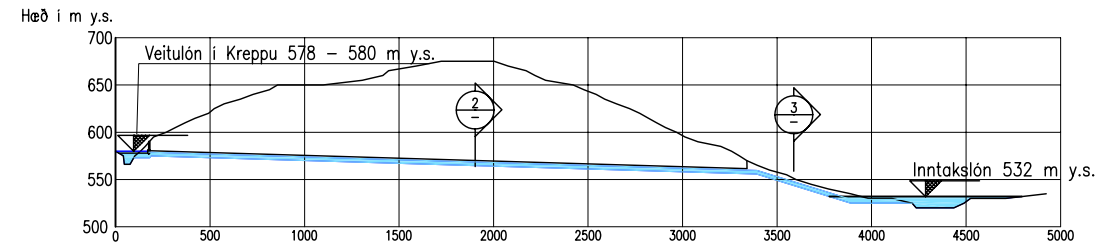
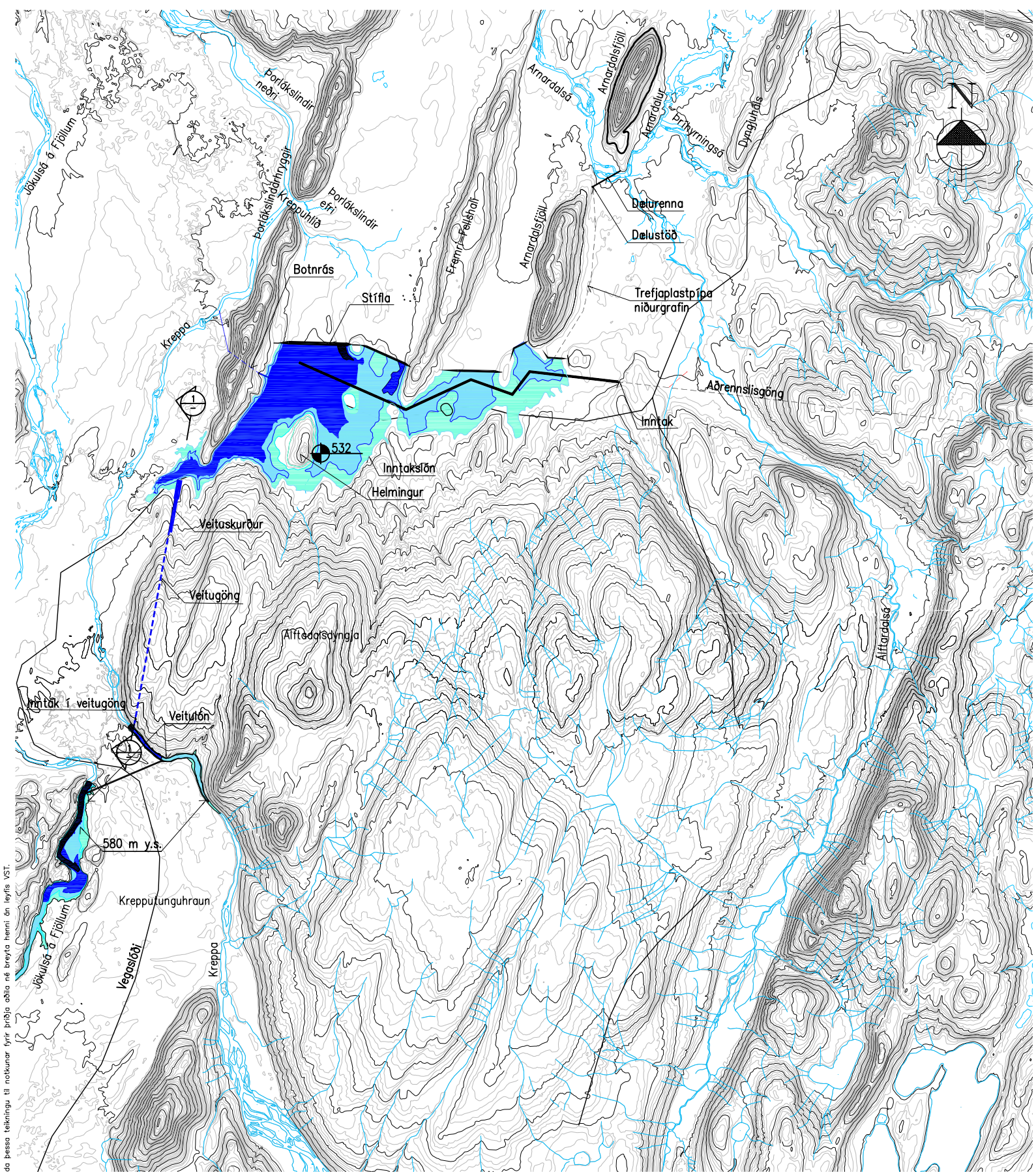
Armúla 4	108 Reykjavík	Stími: 569 5000	Fax: 569 5010
Glerdægtu 30	600 Akureyri	462 2543	461 1190
Bjarnarbraut 8	310 Borgarnes	437 1317	437 1311
Hafnarstrati 1	400 Ísafjörður	456 3708	456 3965

Hannað: ÞSL    Teiknað: SGH    Yfirbúið: SH    Samþykkt: KMS

**ORKUSTOFNUN**

VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULSÁR Á FJÖLLUM  
 VATNSVEGIR  
 GRUNNMYND OG LANGSNIÐ

Dagsetning: DESEMBER 2005    Verk nr.: 2000.03.03    Teikn. nr.: 002    Útgáfa:

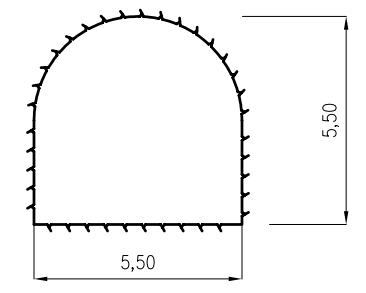


1 LANGSNID Í VEITUGÖNG OG SKURÐI

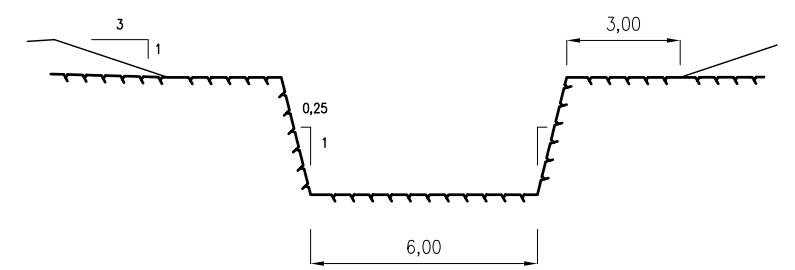
- Lón
- 0 - 5 m dýpi
  - 5 - 10 m dýpi
  - 10 - 15 m dýpi
  - 15 - 20 m dýpi

- Göng, vatnsvegur
- Göng, umferð
- Skurðir
- Stíflur

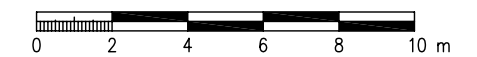
Öll mál er í m.  
Hæðir eru í m y.s.  
Hæðarlína sbr. kort Orkustofnunar  
(5m milli lína)



2 VEITUGÖNG



3 BRATTUR VEITUSKURÐUR



Tilvísarð  
K:\2000.03\03\jokulsa\_a\_fjollum\Dlg\2003.03.03\_003-006.dwg

FRV	A3	Teikn. nr.	Tilvísun á teikningu	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.

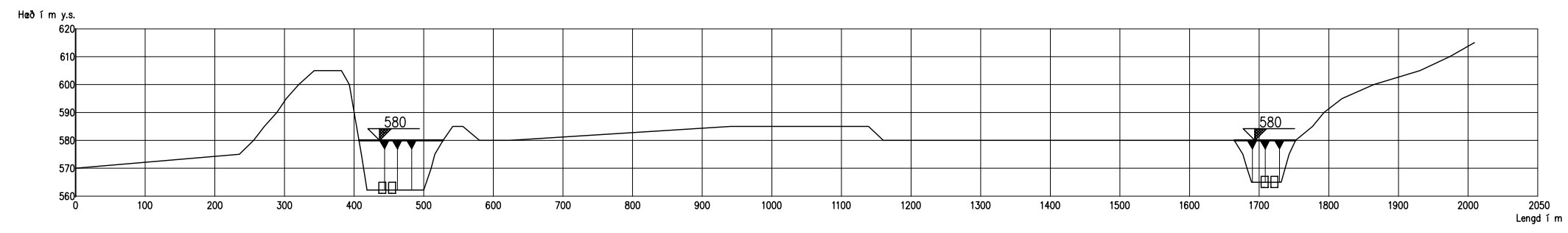
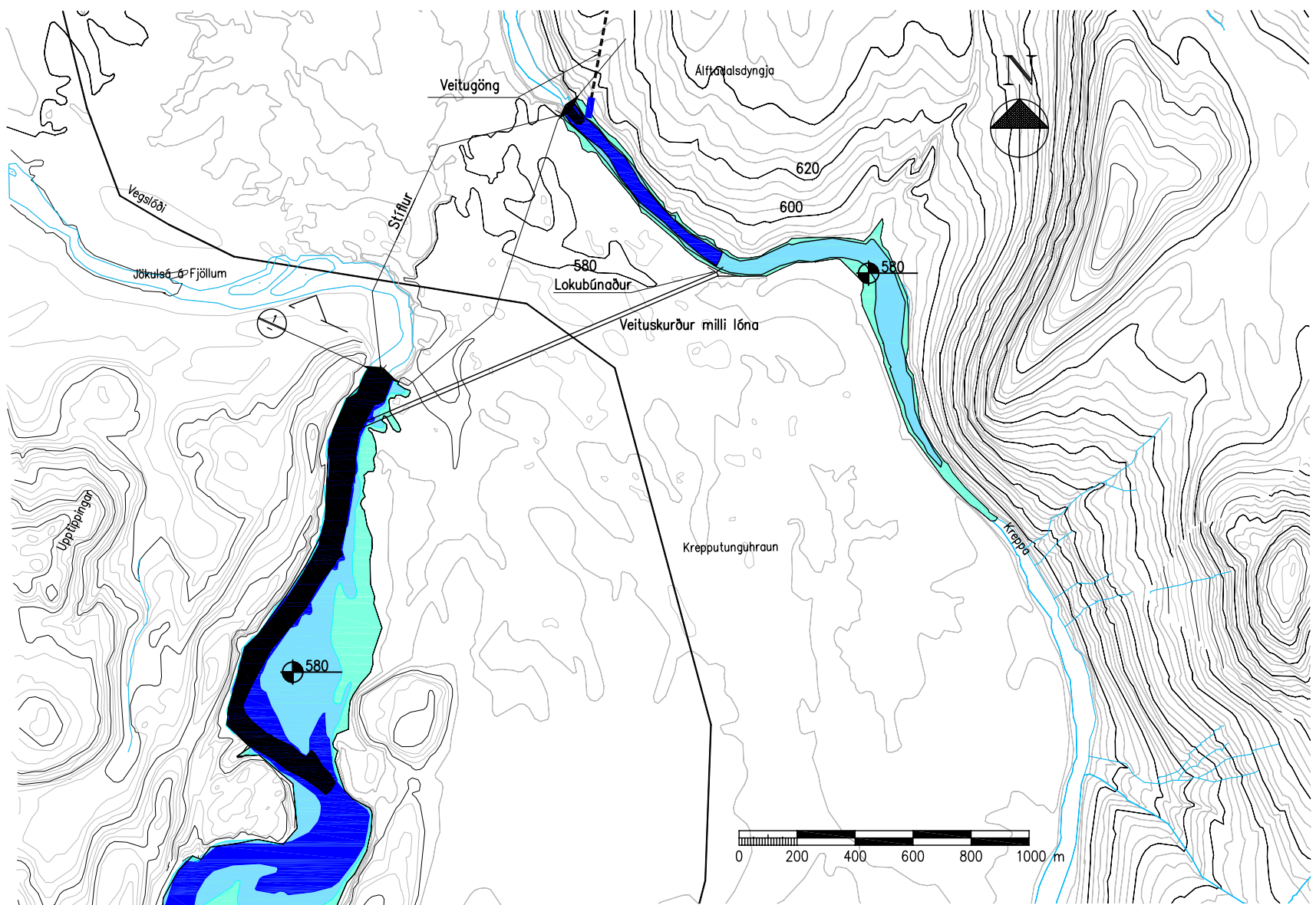
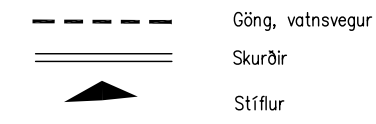
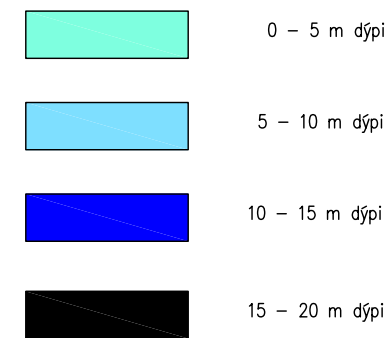
**VST** Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.

Ármúla 4	108 Reykjavík	Sími:	569 5000	Fax:	569 5010
Glerdægtu 30	600 Akureyri		462 2543		461 1190
Bjarnarbraut 8	310 Borgarnes		437 1317		437 1311
Hafnarstræti 1	400 Ísafjörður		456 3708		456 3965

**ORKUSTOFNUN**  
VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULSÁR Á FJÖLLUM  
VEITUR, VEITUGÖNG, DÆLUSTÖÐ OG INNTAKSLÓN  
GRUNNMYND OG SNID

Dagsetning: DESEMBER 2005  
Verk nr.: 2000.03.03-003  
Teikn. nr.:  
Útgáfa:

Lón



1 LANGSNID Í VEITUSTÍFLUR

Öll mál er í m.  
Hæðir eru í m y.s.  
Hæðarlínur sbr. kort Orkustofnunar  
(5m milli lína)

Töluskrá  
K:\2000.03\03\Jokulsa\_a\_Fjollum\Dwg\2003.03.03\_003-006.dwg

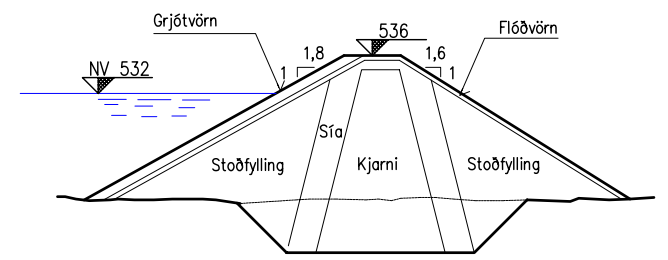
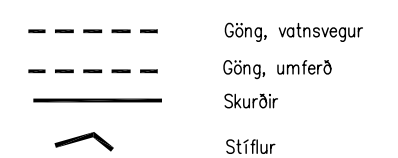
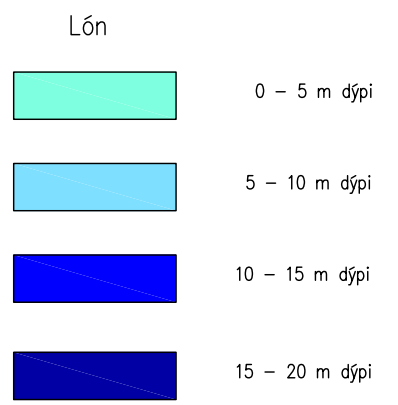
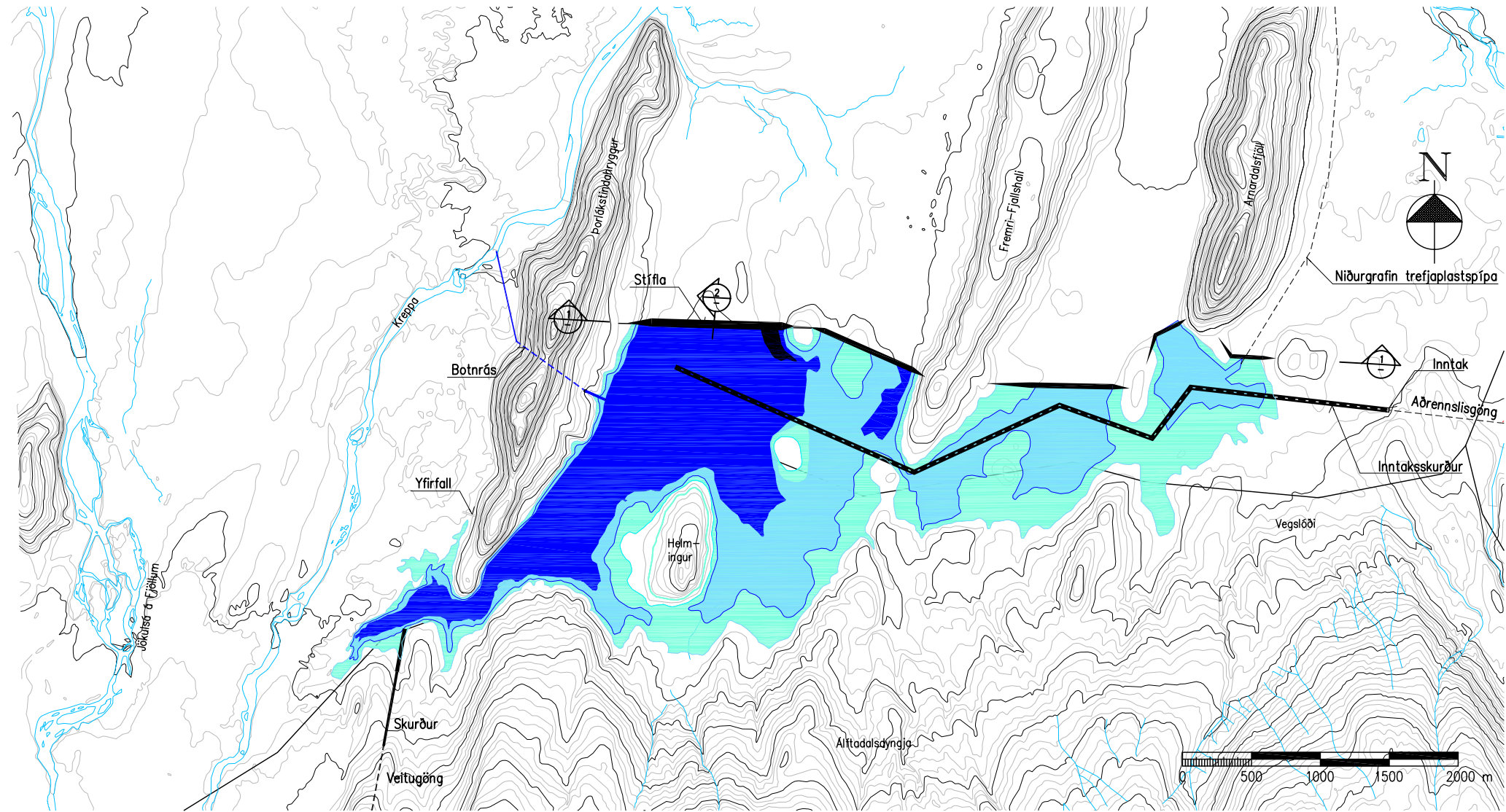
FRV	A3	Teikn. nr.	Tilvísun á teikningu	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.

**VST** Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.

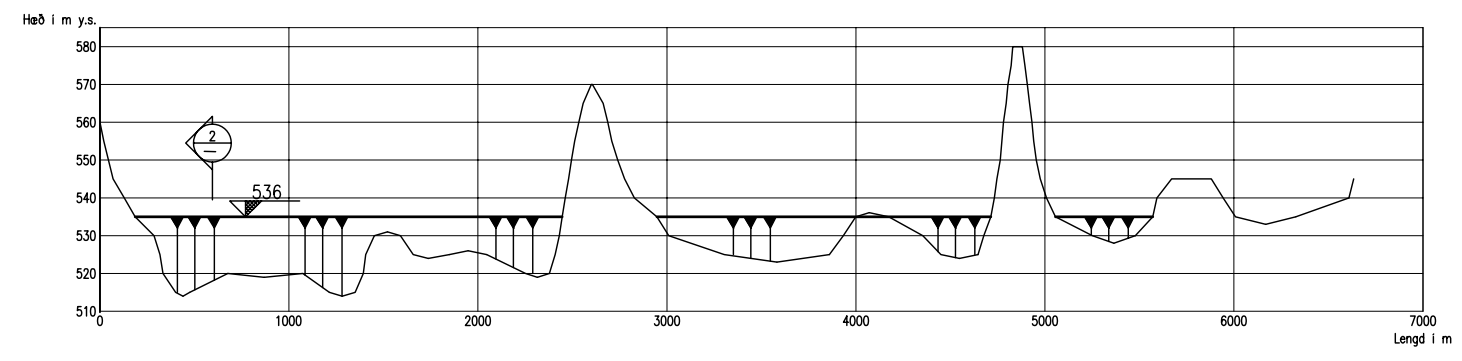
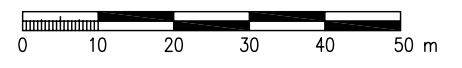
Armúla 4	108 Reykjavík	Sími:	569 5000	Fax:	569 5010
Glerdýsta 30	600 Akureyri		462 2543		461 1190
Bjarnarbraut 8	310 Borgarnes		437 1317		437 1311
Hafnarstrati 1	400 Ísafjörður		456 3708		456 3965

**ORKUSTOFNUN**  
VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULÁR Á FJÖLLUM  
VEITULÓN  
GRUNNMYND OG SNID

Dagsetning	DESEMBER 2005	Verk nr.	2000.03.03	Tekn. nr.	004	Útgáfa
------------	---------------	----------	------------	-----------	-----	--------



2 ÞVERSNIÐ Í STÍFLU

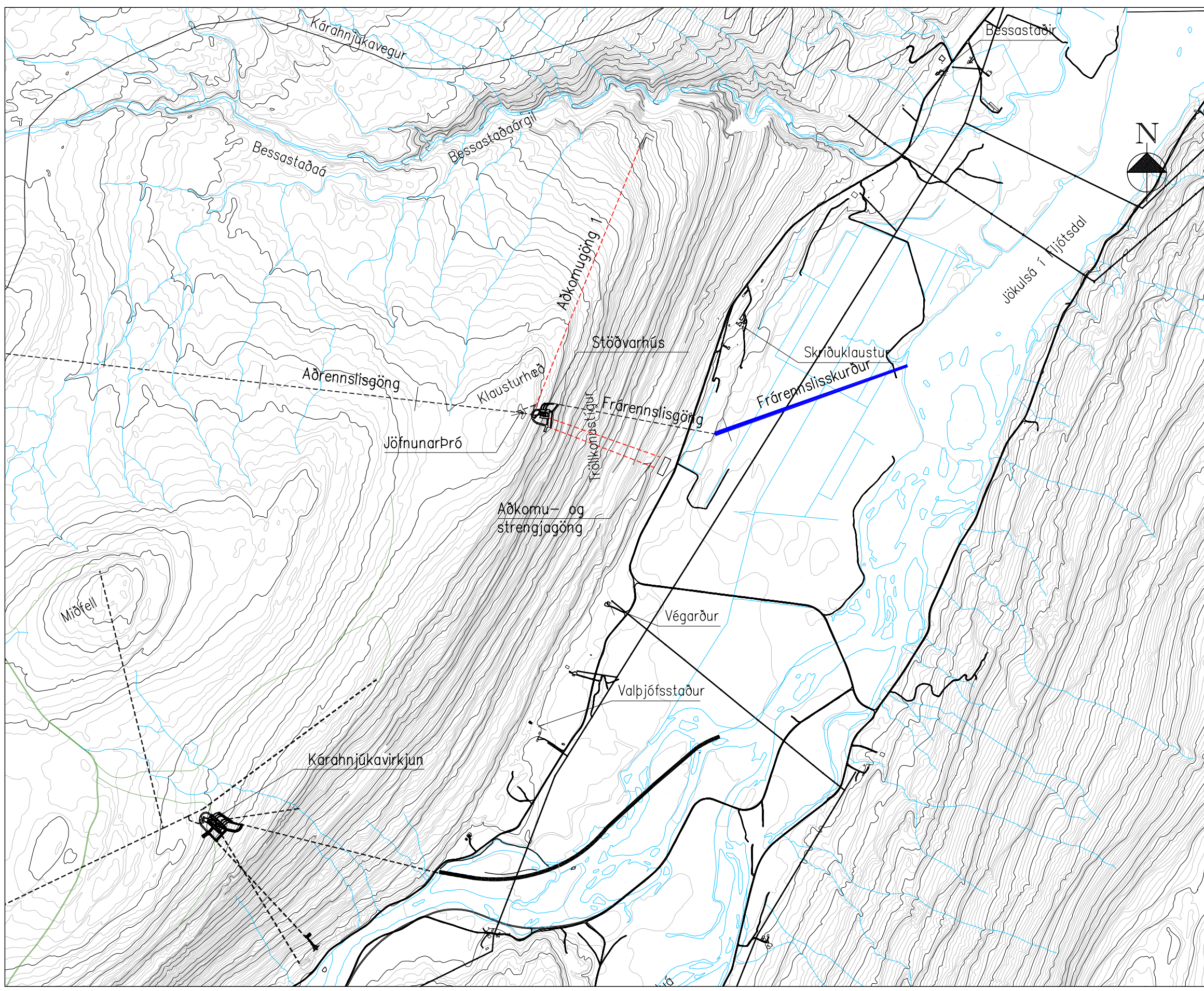


1 LANGSNID Í STÍFLUR

Öll mál er í m.  
Hæðir eru í m y.s.  
Hæðarlínur sbr. kort Orkustofnunar  
(5m milli lína)

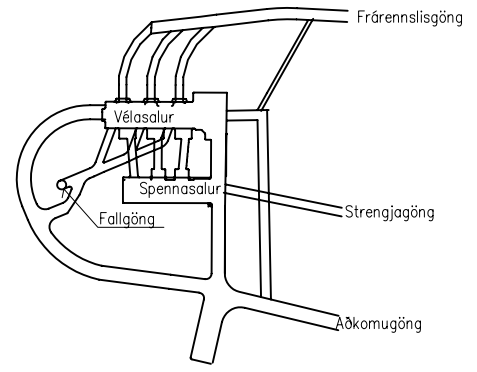
Eigi má fjárláða þessu teikningu til notkunar fyrir þrjú ábilla né breyta henni án leyfis VST.

Tölvuskrá: K:\2000.03\03\Jokulsa_a_Fjollum\Dlg\2003.03.03_003-006.dwg												<b>VST</b> Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. Armáa 4 108 Reykjavík Sími: 569 5000 Fax: 569 5010 Glerdregi 30 600 Akureyri 462 2543 461 1190 Bjarnarbraut 8 310 Borgarnes 437 1317 437 1311 Hafnarstræti 1 400 Ísafjörður 456 3708 456 3965				<b>ORKUSTOFNUN</b> VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULSÁR Á FJÖLLUM STÍFLA, INNTAKSLÓN OG INNTAK GRUNNMYND OG SNID					
Blásetur	A3	Teikn. nr.	Tilvísun & teikningu	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samþ.	Hannað PSL	Teknað LBR	Yfirfarð SH	Samþykkt KMS	Dagsetning DESEMBER 2005	Verk nr. 2000.03.03	Teikn. nr. 005	Útgáfa



- Göng, vatnsvegur
- - - Göng, umferð
- Skurðir
- ∟ Stíflur

Stöðvarhús Helmingsvirkjunar



Öll mál er í m.  
Hæðir eru í m y.s.  
Hæðarlínur sbr. kort Orkustofnunar  
(5m milli lína)



Eigi má fjölfalda þessa teikningu til notkunar fyrir þrjú ábla né breyta henni án leyfis VST.

Tilvísun  
K:\2000.03\03\Jokulsa\_a\_Fjollum\Dwg\2003.03.03\_003-006.dwg

FRV	A3	Teikn. nr.	Tilvísun á teikningu	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samb.	Útgáfa	Breyting	Dagsetning	Gert	Samb.

**VST** Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.

Armúla 4	108 Reykjavík	Sími:	569 5000	Fax:	569 5010
Glergötu 30	600 Akureyri		462 2543		461 1190
Bjarnarbraut 8	310 Borgarnes		437 1317		437 1311
Hafnarstrati 1	400 Ísafjörður		456 3708		456 3965

Hannað: PSL    Teiknað: LBR    Yfirbúið: SH    Samþykkt: KMS

**ORKUSTOFNUN**  
VIRKJUN GRUNNRENNSLIS JÖKULÁR Á FJÖLLUM  
ÞRÝSTJÓFNUN, STÖÐ OG FRÆRENNSLI  
GRUNNMYND

Dagsetning: DESEMBER 2005    Verk nr.: 2000.03.03    Teikn. nr.: 006