



Virkjanir í Skjálfandafljóti ofan Bárðardals



Hrafnabjargafoss

Forathugun



Rammaáætlun um
nýtingu vatnsorku
og jarðvarma

Virkjanir í Skjálfandafljóti ofan Bárðardals

Forathugun

Desember 2002

ISBN 9979-68-107-1

EFNISYFIRLIT

	EFNISYFIRLIT	i
	HELSTU EINKENNISSTÆRÐIR	iii
1	INNGANGUR	1
2	VIRKJUNARTILHÖGUN	2
2.1	Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli).....	2
2.1.1	Yfirlit (teikning 101)	2
2.1.2	Aðrir kostir	2
2.1.3	Veitur (teikning 101).....	3
2.1.4	Miðlanir (teikning 102)	3
2.1.5	Stíflur, yfirföll, botnrásir (teikningar 103-104)	5
2.1.6	Vatnsvegir (teikning 105).....	5
2.1.7	Stöðvarhús og aðkomugöng (teikning 105)	6
2.1.8	Vegagerð (teikning 101).....	6
2.2	Hrafnabjargavirkjun	7
2.2.1	Yfirlit (teikning 201)	7
2.2.2	Aðrir kostir	7
2.2.3	Suðurárveita (teikning 201).....	8
2.2.4	Hrafnabjargalón (teikning 202)	8
2.2.5	Stíflur, yfirföll, botnrásir (teikning 203).....	10
2.2.6	Vatnsvegir (teikning 203).....	11
2.2.7	Stöðvarhús (teikning 203)	11
2.2.8	Vegagerð (teikning 201).....	11
3	KOSTNAÐARÁÆTLANIR OG FRAMVINDA	12
3.1	Forsendur.....	12
3.2	Kostnaðaryfirlit	13
3.2.1	Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli).....	13
3.2.2	Hrafnabjargavirkjun	14
4	RENNSLI	15
5	ORKUVINNSLA OG HAGHVÆMNI	19
5.1	Almennt.....	19
5.2	Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli).....	19
5.3	Hrafnabjargavirkjun með Fljótshnjúksvirkjun	21
5.4	Hrafnabjargavirkjun án Fljótshnjúksvirkjunar	22
5.5	Hrafnabjargavirkjun án Fljótshnjúksvirkjunar, með Fljótshagalóni (teikn. 301).....	23
5.6	Virkjanir í Skjálfandafljóti	24

6	VERKFRAMKVÆMD	25
6.1	Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli).....	25
6.2	Hrafnabjargavirkjun	25
7	RITASKRÁ	26
8	TEIKNINGASKRÁ	27
9	FYLGISKJÖL	A
	Orkureikningar	a
	Hagkvæmnimat	a

HELSTU EINKENNISSTÆRÐIR

F Fljótshnjúsvirkjun (Syðrimúli)

Miðlunarlón við Fljótshaga. Göng frá miðlunarlóni við Stóruflæðu að Skjálfandafljóti við norðurenda Kvíahrauns. Hrauná og Öxnadalsá teknar inn á leiðinni. Stöðvarhús undir Syðrimúla.

H Hrafnabjargavirkjun

Göng frá Hrafnabjargalóni að Mjóadalsá. Íshólsvatn óhreyft. Suðurárveita. Stöðvarhús undir Hádegisfjalli.

Vatnasvið	F	H
Á stíflustæði við Syðra Fljótsgil		
ásamt veitum frá Hrauná og Öxnadalsá	802	km ²
Á stíflustæði við Hrafnabjörg		
Vatnasvið Suðurár. Óljós skil eru á milli grunnvatnskerfa í Ódáðahrauni. Ef áætlað er að meðalafrennsli (l/s/km ³) sé hið sama og af vatnasviði Skjálfandafljóts er stærð vatnasviðsins		um 400 km ²
Á stíflustæði við Hrafnabjörg án (!) veitu frá Suðurá		1491 km ²
Þar af hulið jökli	122	122 km ²
Meðalrennsli (vatnsárin 1950-1993, reiknað)	F	H
Á stíflustæði við Fljótshnjúk	22,4	m ³ /s
- með veitu frá Hrauná og Öxnadalsá	25,3	m ³ /s
Á stíflustæði við Hrafnabjörg		43,6 m ³ /s
- með veitu frá Suðurá		57,9 m ³ /s
Miðlunarlón	F	H
	<i>Fljótshagi</i>	<i>Stóraflæða</i>
Yfirfallshæð	742	688
Flatarmál við yfirfallshæð	11,4	6,8
Lægsta nýtanlega vatnsborð	720	676
Nýtanleg miðlun	110	50
		<i>Hrafnabjörg</i>
		404 m y.s.
		26,8 km ²
		385 m y.s.
		300 Gl

Miðlunarstífla	F		H
	<i>Fljótshagi</i>	<i>Stóraflæða</i>	<i>Hrafnabjörg</i>
Lengd stíflna	2400	3300	1000 m
Krónuhæð	746	692	408 m y.s.
Krónubreidd	6	6	6 m
Mesta hæð	28	30	39 m
Flái að/frá vatni	1:1.8/1:1.6	1:1.8/1:1.6	1:1.8/1:1.6 m
Heildarrúmmál stíflna	890.000	820.000	430.000 m ³

Yfirfall	F		H
	<i>Fljótshagi</i>	<i>Stóraflæða</i>	<i>Hrafnabjörg</i>
Lengd	62	80	120 m
Yfirfallshæð	742	688	404 m y.s.
Rennslisrymd við 1,5 m hækkun vatnsborðs	390	450	780 m ³ /s

Botnrás	F		H
	<i>Fljótshagi</i> steyp	<i>Stóraflæða</i> steyp	<i>Hrafnabjörg</i> botnrásargöng
Lengd	130	140	200 m
Þvermál botnrásarganga			7,6 m
Breidd og hæð botnrásarloku	3,5 x 3,5	4,7 x 4,7	4,7 x 4,7 m

Aðrennslisgöng	F	H
	Sprengd bogagöng	
Heilboruð göng (nafarboruð)	18.250	m
Þvermál	4,2	6,7 m
Halli	0,2-1,0	0,2-1,5 %
Efnismagn úr göngum	250.000	175.000 m ³
Fjöldi aðganga	3	1 stk
Samanlögð lengd aðganga	1500	300 m

Jöfnunarþró	F	H
	Lóðrétt hæð	120
Mesta þvermál	10,0	12,5 m

Þrýstigöng	F	H
	Lengd	175
Þvermál steypuklæðingar	2,5	3,8 m
Halli frá lóðréttu	0,0	0,0 °

Aðkomugöng	F	H
Lengd	700	650 m
Hæð og breidd	5,4	5,4 m
Efnismagn úr göngum	19.000	17.500 m ³

Stöðvarhús og vélbúnaður	F	H
Stöðvarhús, gerð	Neðanjarðar	Neðanjarðar
Vélasamstæður, gerð	Francis	Francis
Vélasamstæður, fjöldi	1	2 stk
Efnismagn úr stöðvarhúshelli	13.000	19.000 m ³

Frárennslisgöng	F	H
Sprengd bogagöng	3.650	1.800 m
Þvermál	4,5	6,7 m
Efnismagn úr göngum	66.000	64.000 m ³

Afl og orka

H1: Hrafnabjargavirkjun með Fljótshnjúksvirkjun

H2: Hrafnabjargavirkjun er ein og sér (án Fljótshnjúksvirkjunar). Vatnsvegir og aflsetning eins og Fljótshnjúksvirkjunar komi síðar og nýtingartími afls er því ekki sá sami.

H3: Hrafnabjargavirkjun er ein og sér (án Fljótshnjúksvirkjunar) og með 110 GI miðlun við Fljótshaga)

	F	H1 / H2 / H3		
Yfirvatn	688	404 m y.s.		
Undirvatn	418	245 m y.s.		
Verg fallhæð	270	159 m		
Falltöp við fullt álag	38	10 m		
Raunfallhæð, hámark	234	149 m		
Virkjað rennsli	28,0	69,5 m ³ /s		
Afl	57,5	88,5 MW		
Orkugeta	405	618	585	618 GWh/a
Staðfærð orkugeta	405	618	592	618 GWh/a
Nýtingartími orkugetuaukningar kerfis	7000	7000	6610	7000 klst/a
Einingarkostnaður orku	37,6	18,4	19,4	21,7 kr/kWh/a
Hagkvæmnitala	1,55	0,76	0,79	0,90
Hagkvæmniflokkur	III	I	I	I

1 INNGANGUR

VirkJun Skjálfandafljóts við Íshólsvatn hefur oft verið á teikniborðinu. Hugmyndir um virkjunina eru kynntar í erindi Sigurðar Thoroddsen um Vatnsafl Íslands 1962. 1971 er birt skýrsla Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen „Um forrannsóknir á vatnsaflí Íslands” þar sem er að finna áætlun um virkjun við Íshólsvatn. Þá komu út frekari skýrslur 1973 og 1976 frá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen um sama efni auk þess sem EWI/Virkir sendu frá sér greinargerð um virkjun við Íshólsvatn 1973. 1986 gefur síðan Orkustofnun út skýrslu um forathugun á Íshólsvatnsvirkjun. Þessar áætlanir eiga það flestar sammerkt að vatni er veitt í Íshólsvatn og virkjað þaðan og því hafa virkjunarkostirnir gjarnan verið kenndir við Íshólsvatn.

Í þessari greinargerð er sýnt fram á að hagkvæmt sé að virkja beint frá Skjálfandafljóti (Hrafnabjargalóni) þ.e. án þess að jökulsánni sé veitt í Íshólsvatn. Fyrirkomulag virkjunar er þó þannig að þar má bæta við virkjun sem nýtir vatn af vatnasviði Íshólsvatns og Mjóadalsár verði það síðar talið hagkvæmt. Þegar virkjað er beint frá Skjálfandafljóti verður í þessari greinargerð notað nafnið *Hrafnabjargavirkjun*, enda liggja aðrennslisgöng virkjunarinnar frá Hrafnabjörgum þar sem meginstíflu virkjunarinnar er komið fyrir.

Fljótshnjúkur er áberandi kennileiti við ofanvert Skjálfandafljót. Virkjun Skjálfandafljóts við Fljótshnjúk hefur þó sjaldnar verið uppi á borðum en virkjun við Íshólsvatn. Hennar er þó getið 1962 í fyrrgreindu erindi. Þá eru til í handriti á Orkustofnun hugmyndir Hauks Tómassonar frá 1976 um Króksdalsvirkjun með miðlun í Vonarskarði. Í skýrslu Iðnaðarráðuneytisins frá 1994 er hugmynd að virkjun á þessum slóðum kölluð virkjun við Fljótshnjúk, sem og í skýrslu VST hf frá 1998 um nýtanlega vatnsorku á Íslandi.

VirkJanakostir á þeim slóðum verða áfram nefndir *Fljótshnjúksvirkjun* óháð því hvernig fyrirkomulag virkjunar er, þar sem meginstífla og inntakslón virkjunar á þessum slóðum er venjulega í nágrenni hans.

Lokið var við frumdrög þessarar skýrslu í jan. 2002. Skýrslan beið síðan útgáfu þar til farið hafði verið yfir atriði sem e.t.v. þyrfti samræmingar við. Þar sem ekki þurfti að breyta neinu er texti frumdraga samhljóða hinum endanlega texta.

2 VIRKJUNARTILHÖGUN

2.1 Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)

2.1.1 Yfirlit (teikning 101)

Skjálfandafljót er stíflað á tveimur stöðum. Í fyrsta lagi við Fljótshaga eða Marteinsflæðu, en þar er fyrirhuguð rúmlega 11 km² miðlunarlón (*Fljótshagalón*) og í öðru lagi við Syðra Fljótsgil eða Stóruflæðu, skammt sunnan Fljótshnjúks. Þar myndast tæplega 7 km² miðlunarlón (*Stóruflæðulón*) sem jafnframt er inntakslón virkjunarinnar, þar sem yfirfallshæð er 688 m y.s. Frá því er vatni veitt um rúmlega 18 km aðrennslisgöng austan Hraunár og fram á Syðrimúla þar sem neðanjarðarstöðvarhúsi er komið fyrir. Vatn frá Öxnadalsá og Hrauná er tekið inn á leiðinni á tveimur stöðum. Frárennslisgöng eru tæpir 4 km og enda við Kvíahraunsenda, þar sem hæð vatns er í um 418 m y.s. Aðeins er gert ráð fyrir einum stuttum veituskurði sem veitir vatni frá Öxnadalsá í Hraunsá og fá mannvirki eru því sýnileg önnur en sjálf miðlunar- og inntakslónin.

2.1.2 Aðrir kostir

Skoðaðir voru alls fjórir kostir við tilhögun virkjunar. Allir gera þeir ráð fyrir miðlunum eins og áður er lýst. Tveir kostanna gera ráð fyrir aðrennslisgöngum fram í Fljótshnjúk, annar með inntaki í Stóruflæðulóni, en hinn litlu norðar í Langadragi. Aðrennslisgöng eru töluvert styttri en fram á Syðrimúla, en fallhæð að sama skapi minni, en frárennslisgöng enda við Kiðagil. Þá var skoðaður sá kostur að veita vatni um skurði fram að Syðrimúla í stað jarðganga.

Skoðaður var sá kostur að veita vatni frá Kiðagilsárdrögum til austurs í átt að Jökulfalli og Stóruflæðulóni, en það er ekki hagkvæmt veita. Athugað var hvort hagkvæmt væri að miðla í Vonarskarði. Miðlunarkostnaður þar er tvöfalt hærri en í Fljótshagalóni og kosturinn ekki álitlegur.

Einingarkostnaður orku fyrir þessa fjóra meginvirkjunarkosti er áþekkur en alltaf frekar hár. Orkugeta virkjana um Syðrimúla er hins vegar rúmar 400 GWh/a í stað rúmra 300 GWh/a fyrir virkjun um Fljótshnjúk. Ástæðan er fyrst og fremst meiri fallhæð við Syðrimúla en einnig vegna þess að óhagkvæmt er að veita vatni frá Hrauná til vesturs í Stóruflæðulón eða Langadrag vegna virkjana um Fljótshnjúk og meðalrennsli til virkjana um Syðrimúla er því meira.

Sá virkjunarkostur fram á Syðrimúla, sem valið er að kynna, er örlítið dýrari en virkjunarkostur með skurði fram að Syðrimúla. Hann er hins vegar ótvírætt umhverfisvænni og valinn fyrst og fremst af þeirri ástæðu.

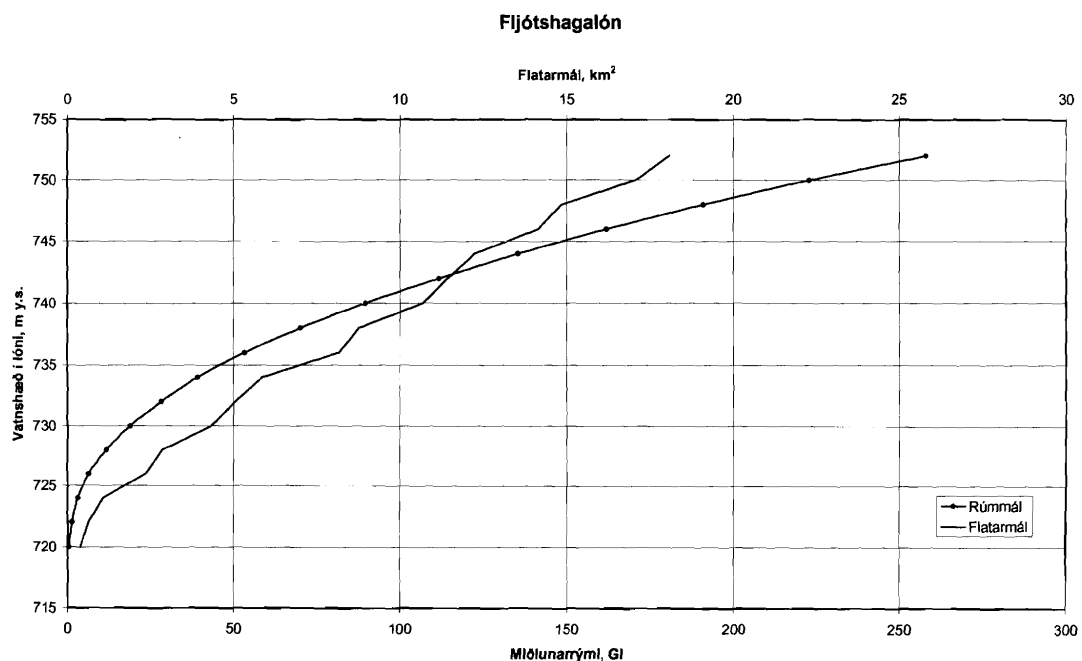
2.1.3 Veitur (teikning 101)

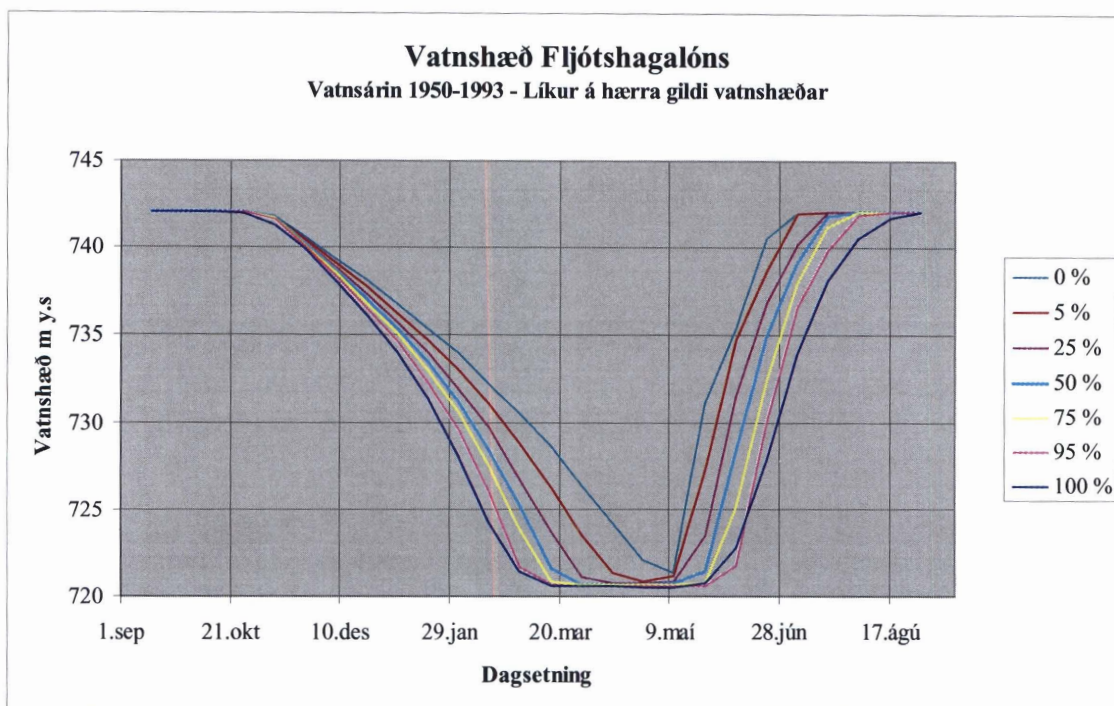
Ekki er gert ráð fyrir öðrum veitum en veitu Öxnadalsár í Hrauná. Öxnadalsá og Hrauná koma undan Ódádahrauni og einkenni þeirra eru ríkjandi lindarennslí svipað því sem þekkt er í Suðurá. Öxnadalsá er stífluð með lágum 500 m löngum stíflugarði og veitt er um 2500 m langan og grunnan skurð til vesturs í átt að Hrauná. Hrauná rennur í mörgum upptakakvísllum og er stífluð á tveimur stöðum með lágum stíflugörðum samtals um 1500 m löngum og vatni veitt um stutt göng á tveimur stöðum niður í aðrennslisgöng virkjunarinnar sem liggja þar undir frá Stóruflæðulóni fram á Syðrimúla. Vegna þess hve lindarennslí er ríkjandi er gert ráð fyrir að góð nýting verði á þessu vatni þrátt fyrir að lítil sem engin miðlun sé við stíflurnar. Veitugöngin að aðrennslisgöngum verða notuð sem aðgöng á byggingartíma.

Ekki eru til mælingar á rennslí þar sem Hraunárveita I er fyrirhuguð. Vatnaskil á milli kvísla eru óljós vegna hraunsins sem þarna hefur runnið og erfitt að áætla rennslí veitunnar. Í kafla 5.2 *Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)* eru skoðuð áhrif þess að sleppa þessari veitu, komi í ljós við frekari rannasóknir á vatnafari að eftir litlu sé að slægjast.

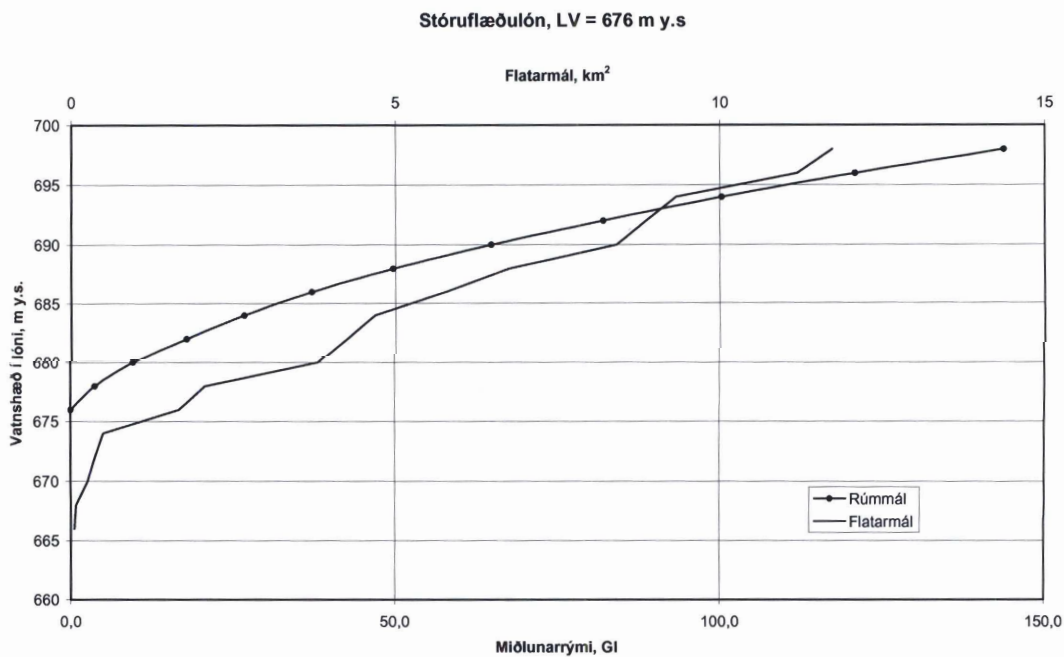
2.1.4 Miðlanir (teikning 102)

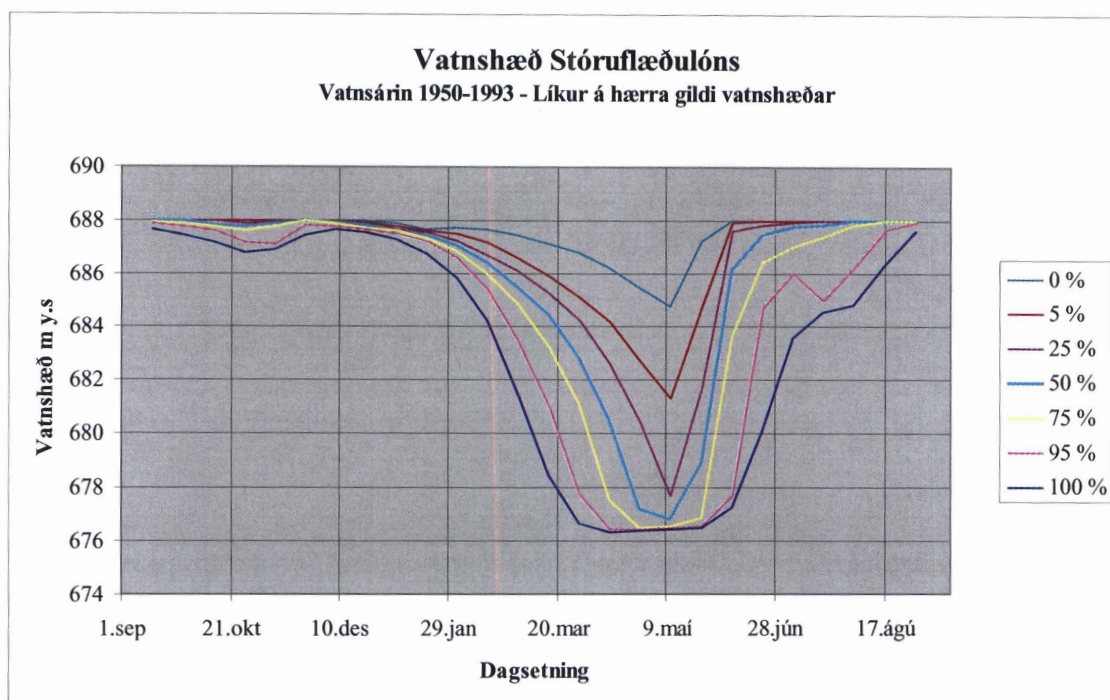
Tvær miðlanir eru fyrirhugaðar. Í fyrsta lagi Fljótshagalón en þar er fyrirhuguð 110 Gl nýtanlega miðlun. Vatnsborð í yfirfallhæð verður í 742 m y.s. og mesta dýpi í lóninu um 24 m. Stærð lónsins er 11,4 km², að hluta til gróið land, svokölluð Marteinsflæða. Innrennslí í lónið er fyrst og fremst með upptakakvísllum Skjálfandafljóts úr Vatnajökli, m.a. Rjúpnabrekkukvísl. Meðfylgjandi línurit sýna annars vegar flatarmál og miðlunarrými lónsins og hins vegar niðurstöður rekstrareftirlíkinga sem sýna líkindi á vatnsborðshæð.





Í öðru lagi er Stóruflæðulón við Syðra Fljótsgil en þar er fyrirhuguð 50 Gl nýtanleg miðlun. Vatnsborð í yfirfallshæð verður í 688 m y.s. og mesta dýpi í lóninu um 26 m. Stærð lónsins er 6,8 km² sem nær að hluta til yfir gróið land, svokallaða Stóruflæðu. Miðlunarlónið er jafnframt inntakslón virkjunarinnar. Innrennsli í lónið er auk miðlaðs rennslis frá Fljótshagalóni fyrst og fremst kvíslar úr Tungnafellsjökli m.a. Jökulfallið. Meðfylgjandi línurit sýna annars vegar flatarmál og miðlunarrými lónsins og hins vegar niðurstöður rekstrareftirlíkinga sem sýna líkindi á vatnsborðshæð.





Á teikningu 102 má sjá stærð lónanna við mismunandi vatnsborð.

2.1.5 Stíflur, yfirföll, botnrásir (teikningar 103-104)

Fljótshagalón er myndað með tveimur meginstíflum í 746 m y.s.. Önnur er í farvegi Skjálfandafljóts, en hin mun lægri á vesturbakka lónsins. Auk þeirra eru tveir minni garðar sem varla vatnar að. Í aðalstíflunni verður komið fyrir 130 m langri botnrás en 60 m langt yfirfall er í stíflunni á vesturbakkanum.

Stóruflæðulón er myndað með stíflu í 692 m y.s. Í stíflunni verður komið fyrir 140 m langri botnrás en 80 m langt yfirfall er í stíflunni á austurbakkanum.

Ekki hafa verið unnar jarðfræðirannsóknir á þessu svæði, aðrar en almennar yfirlitsrannsóknir, sjá *Fylgiskjal 2, Jarðfræði á virkjunarstöðum við Skjálfandafljót*. Í vettvangsferð haustið 2001 mátti sjá jökulruðning í bökkum fljótsins á nokkrum stöðum. Land er annars tiltölulega slétt, ýmist sendið eða grýtt og víðast mjög auðvelt yfirferðar. Þá fannst a.m.k. einn malarás og nægt efni er að sjá til grjótvagnar þannig að við fyrstu sýn má ætla að nægjanlegt efni sé að hafa til stíflugerðar. Því er reiknað með hefðbundnum kjarnastíflum með jökulruðning í kjarna.

2.1.6 Vatnsvegir (teikning 105)

Frá Stóruflæðulóni er vatni veitt um 18,2 km aðrennslisgöng, fyrst að tveimur stíflum í Hrauná þar sem vatn út Hrauná og Öxnadalsá er tekið inn í göngin á tveimur stöðum, en þaðan til norðausturs austan við Hrauná fram á Syðrimúla. Gert er ráð fyrir að þessi göng verði 4,2 m að þvermáli og boruð með gangaborvél (TBM). Engar jarðfræðirannsóknir eru

til um jarðlög á svæðinu en samkvæmt kostnaðarlíkani, sem unnið er eftir, er töluvert hagkvæmara að bora svo löng göng samanborið við að sprengja á hefðbundinn hátt. Þá er gert ráð fyrir „eðlilegum” jarðfræðilegum aðstæðum. Ekkert á yfirborði og í nágrenni bendir til þess að það geti ekki átt við á þessum stað.

Við enda aðrennslisganganna verður grafin út jöfnunarþró sem opnast upp úr toppi Syðrimúla í 708 m y.s. en auk þess lárétt aðgöng úr fjallinu. Aðgöngin verða notuð á byggingartíma, en þeim verður síðan lokað þegar virkjunin verður tekin í notkun. Þvermál jöfnunarþróar er um 10 m.

Frá enda aðrennslisganga (jöfnunarþró) eru grafin lóðrétt 175 m löng þrýstigöng að stöðvarhúsi neðanjarðar. Þrýstigöngin eru steypufóðruð, 2,5 m að þvermáli, en næst stöðvarhúsi eru göngin stálfóðruð.

Frárennslisgöng eru um 3,7 km og liggja undir Illagil og Ytrimúla. Gert er ráð fyrir að þau verði 4,5 m að þvermáli og sprengd og grafin á hefðbundinn hátt. Göngin opnast við enda Kvíahrauns, sem runnið hefur frá Dyngjuhálsi með Hrauná og síðan niður með Skjálfandafljóti. Til sveiflujöfnunar eru göngin hærrí næst stöðvarhúsi. Frá enda ganganna er grafinn stuttur frárennslisskurður út í Fljótið neðan við Kvíahraun. Hæð vatns í Skjálfandafljóti er hér í um 418 m y.s. eða aðeins um 14 m hærra en fyrirhugað vatnsborð Hrafnabjargalóns neðar í ánni, þannig að nærri lætur að fallhæðin sé fullnýtt.

2.1.7 Stöðvarhús og aðkomugöng (teikning 105)

Stöðvarhúsið er venjuleg neðanjarðarstöð með einni Francis vélasamstæðu, 57,5 MW að afli. Aðkomugöng að stöðvarhúsi eru um 700 m löng. Tengivirki verður utan við göngin, væntanlega í tengslum við aðkomuhús við gangaendann.

2.1.8 Vegagerð (teikning 101)

Gert er ráð fyrir því við kostnaðaráætlanir að lagður verði aðkomuvegur frá Sprengisandsleið við Kiðgilshnjúk, niður hlíðarnar og yfir Kvíahraun. Brú verður byggð yfir Skjálfandafljót og vegur þaðan að munna aðkomuganga. Þá verður lagður vinnuvegur bratt upp frá munna aðkomuganga að aðgöngum og jöfnunarþró á toppi Syðrimúla og þaðan til suðurs inn að tveimur inntaksmannvirkjum við Hrauná og þaðan að miðlunarlónunum við Stóruflæðu og Fljótshaga. Lagfærð verður núverandi slóð yfir Öxnadalsá frá núverandi slóð niður með Skjálfandafljóti að austan og notuð eins og hægt er, en hún er skammt norðan veituleiðar. Vegagerð er víðast hvar auðveld og ekki þarf að brúa neinar ár varanlega á þessari leið. Hvort þessir vegir verða síðan tengdir ferðamannaleiðum í nágrenninu skal ósagt látið.

2.2 Hrafnabjargavirkjun

2.2.1 Yfirlit (teikning 201)

Skjálfandafljót er stíflað við Hrafnabjörg, en þar er fyrirhugað rúmlega 27 km² miðlunarlón (*Hrafnabjargalón*) sem jafnframt er inntakslón virkjunarinnar, þar sem yfirfallshæð er 404 m y.s. Frá lóninu er vatni veitt um rúmlega 4 km aðrennslisgöng undir Hrafnabjörg og rétt norðan Íshólsvatns að Hádegisfjalli þar sem neðanjarðarstöðvarhúsi er komið fyrir. Frárennslisgöng eru tæpir 2 km og enda við skurð að Mjóadalsá, þar sem hæð vatns er í um 245 m y.s. Suðurá er stífluð með lágum stíflugarði og vatni veitt um skurð í Hrafnabjargalón. Sýnileg mannvirki eru fyrst og fremst Hrafnabjargalón auk Suðurárskurðar.

2.2.2 Aðrir kostir

Skoðaðir voru nokkrir aðrir kostir við tilhögun virkjunar.

Fyrst ber að nefna *Íshólsvatnsvirkjun* þ.e. hina hefðbundnu útfærslu að veita vatni frá Hrafnabjörgum um jarðgöng í Íshólsvatn en vatnsborð þess er þá hækkað um rúma 15 m í 390 m y.s. Þaðan eru um 1 km aðrennslisgöng undir Hádegisfjall að sama stöðvarhússtæði og áður er getið. Verg fallhæð er um 14 m minni en fallhæð Hrafnabjargavirkjunar og falltöp eru einnig lítils háttar minni. Þegar inntak er úr Íshólsvatni opnast möguleiki á að veita vatni um jarðgöng frá Mjóadalsá að vestan í Íshólsvatn. Einingarkostnaður orku frá Íshólsvatnsvirkjun án veitu frá Mjóadalsá er um 2 % hærri en frá Hrafnabjargavirkjun og orkugeta tæpum 20 GWh/a minni. Einingarkostnaður orku frá Íshólsvatnsvirkjun með veitu frá Mjóadalsá er um 3 % hærri en frá Hrafnabjargavirkjun en orkugeta um leið 60 GWh/a meiri sem sýnir að veita Mjóadalsár er hagkvæm við þessar aðstæður. Umhverfisáhrif Íshólsvatnsvirkjunar virðast hins vegar mun meiri vegna umtalsverðrar hækkunar vatnsborðs Íshólsvatns.

Vatnsvegir Hrafnabjargavirkjunar liggja þannig að síðar má virkja úr Íshólsvatni með veitu úr Mjóadalsá. Þetta gæti orðið hagkvæmt þegar fram líða stundir. Þessi virkjun hefur verið nefnd *Íshólsvatnsvirkjun hin minni* og koma má málum þannig fyrir að hún hafi sameiginlegt stöðvarhús og frárennslisgöng með Hrafnabjargavirkjun. Með því að nýta Íshólsvatn niður fyrir núverandi vatnsborð og hækka vatnsborð aðeins u.þ.b. 5 m, þannig að fornar bæjarrústir í botni dalsins fari ekki undir vatn, má áætla að orkugeta virkjunarinnar yrði um 65 GWh/a og afl um 10 MW. Einingarkostnaður orku frá henni er hár eða nálægt 38 kr/kWh/a.

Fljótshnjúksvirkjun er frekar dýr kostur, eins og áður hefur komið fram, og líklegt að bið verði á að hún teljist hagkvæm. Því var skoðað hvernig Hrafnabjargavirkjun kæmi út án Fljótshnjúksvirkjunar. Áhrifin eru fyrst og fremst þau að hagkvæm stærð Hrafnabjargalóns stækkar úr 300 Gl í u.þ.b. 430 Gl, sjá kafla 5.4 *Hrafnabjargavirkjun án Fljótshnjúksvirkjunar*.

Rætt hefur verið um að það væri kostur ef hægt væri að takmarka stærð Hrafnabjargalóns. Því var skoðað hvaða áhrif það hefði á stærð Hrafnabjargalóns og þar með einingarkostnað orku Hrafnabjargavirkjunar ef 110 Gl Fljótshagalón (sjá Fljótshnjúksvirkjun) yrði byggt samtímis Hrafnabjargalóni. Þá kemur í ljós að halda má Hrafnabjargalóni í 300 Gl með óbreyttu afli og orkugetu en einingarkostnaður orku hækkar nokkuð, en er engu að síður lágur, sjá kafla 5.5. *Hrafnabjargavirkjun án Fljótshnjúksvirkjunar, með Fljótshagalóni.*

Hér verður því að meta hvort umhverfisáhrif minna lóns í Hrafnabjörgum ásamt Fljótshagalóni eru það miklu minni en stærra lónsins að það réttlæti hækkaðann einingarkostnað orku. Á móti kemur að ef Fljótshnjúksvirkjun verður byggð verður hún ódýrari sem nemur kostnaði við Fljótshagalón, þannig að þá er aðeins um að ræða mismunandi fjármagnskostnað vegna lónsins þegar upp er staðið.

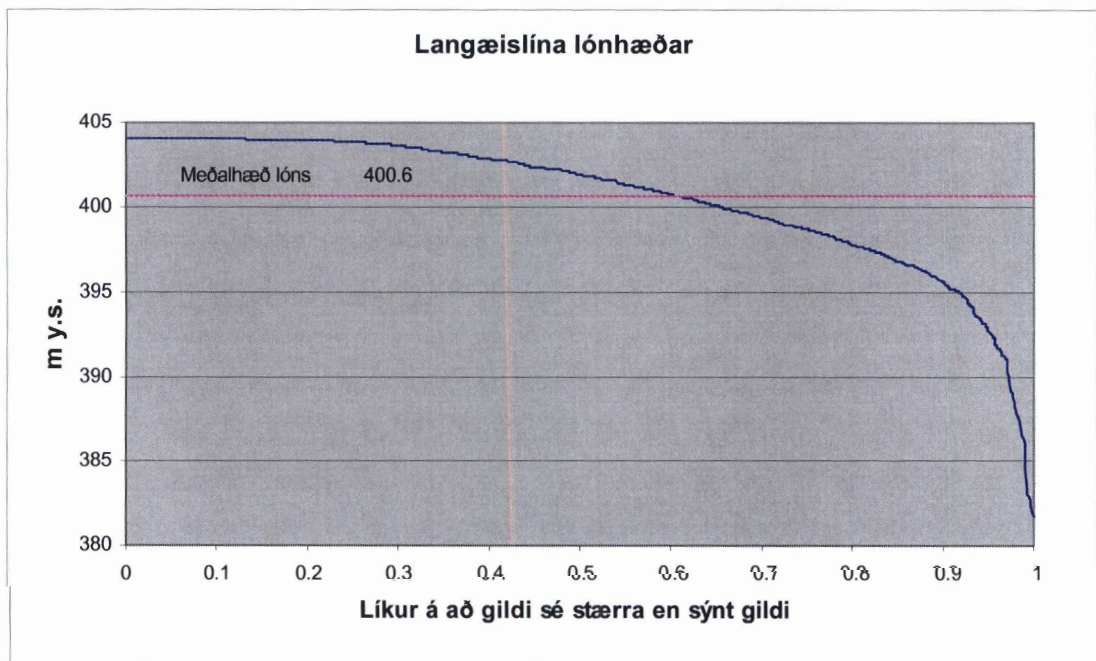
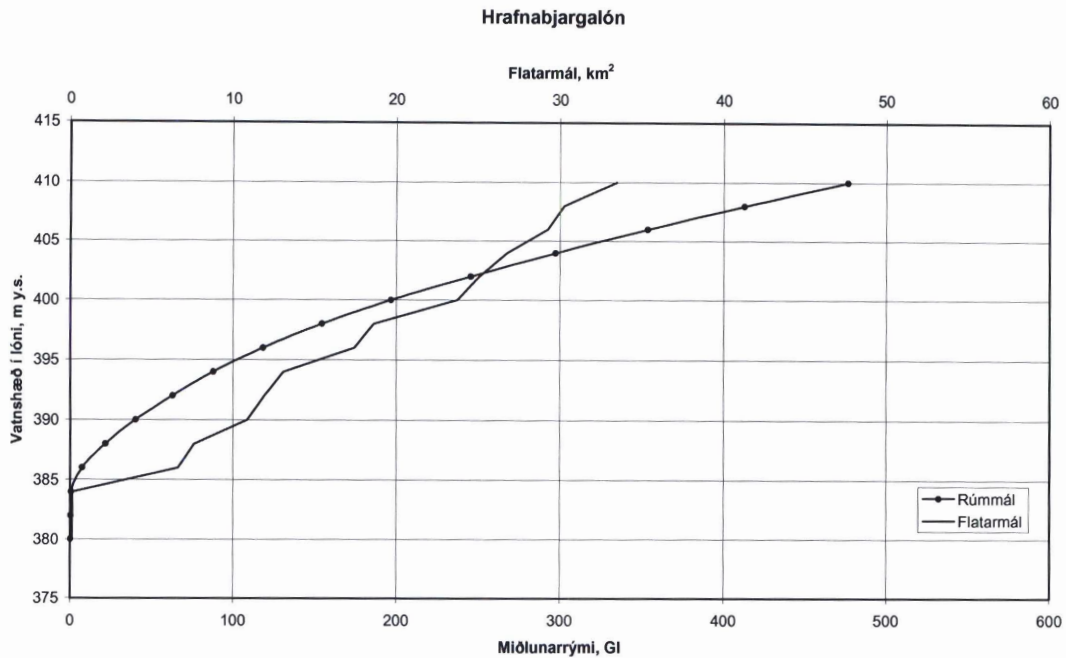
2.2.3 Suðurárveita (teikning 201)

Suðará verður stífluð með lágum stíflugarði í Suðurráhrauni, sunnan Svartárvatns. Í stíflunni verður byggt stutt yfirfall, en mjög litlar sveiflur eru á mældu rennsli árinna, enda birtist hún nær fullsköpuð í lindum skömmu ofar, í Suðurrábotnum. Rennsli til hennar er lindavatn undan Ódáðahrauni. Ekki er gert ráð fyrir að byggja þurfi botnrás í stíflunni þar sem í raun er um að ræða framkvæmd sem aðeins færir til farveg árinna. Frá stífluendanum verður grafinn um 2500 m langur skurður til suðvesturs yfir hraunið í átt að Hrafnabjargalóni. Hraunið er trúlega mjög lekt og gert er ráð fyrir að til þéttingar verði hliðar skurðarins ásprautaðar og að steyppt verði í botn hans. Því er ekki gert ráð fyrir leka úr skurðinum.

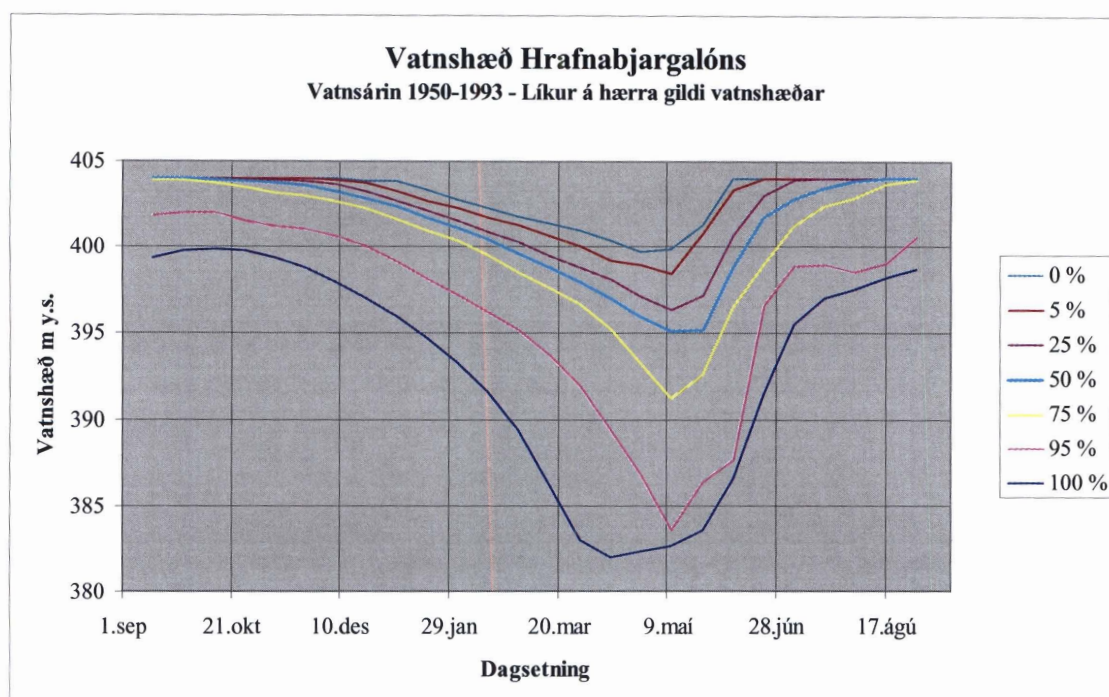
2.2.4 Hrafnabjargalón (teikning 202)

Miðlunarlón virkjunarinnar er í farvegi fljótsins. Yfirfallshæð lónsins er í 404 m y.s. og rúmmál þess um 300 Gl. Lónið er um 20 km langt en mjótt, aðeins um 2 km þar sem það er breiðast. Lónstæðið er fornt lónstæði. Farvegur fljótsins hefur væntanlega stíflast þegar Suðurráhraun rann að Hrafnabjörgum og við það myndast mikið lón. Lónið hefur staðið allengi, það má sjá á ársetinu sem er mjög greinilegt, og gömlum fjörumörkum, einkum á vesturbakka fljótsins næst Hrafnabjörgum. Reynt hefur verið að áætla vatnshæð hins forna lóns af loftmyndum og fyrstu athuganir benda til að vatnsborð hafi verið nálægt 400 m y.s. Þegar áin loks braut sér leið í gegnum hraunið mynduðust Hrafnabjargagljúfrin. Ekki er óeðlilegt að gera ráð fyrir að hraunkanturinn sem er í lónjaðrinum austanverðum hafi þétt mikið á þessum tíma og því er ekki gert ráð fyrir markverðum leka úr lóninu á þessu stigi málsins að því tilskildu að lónhæð fari ekki mikið upp fyrir gömlu lónhæðina. 4 m verða að teljast frekar lítið enda er lónið samkvæmt rekstrareftirlíkingum í 35 % tímans í lægri hæð en 400 m y.s. eins og meðfylgjandi línurit sýnir. Hugsanlegan leka verður hins vegar

að meta vandlega þegar jarðfræðirannsóknir hafa farið fram á svæðinu. Meðfylgjandi línurit sýna annars vegar flatarmál og miðlunarrými lónsins og hins vegar niðurstöður rekstrareftirlíkinga sem sýna líkindi á vatnsborðshæð.



Hagkvæmasta lónstærð sem hér er lögð til gerir ráð fyrir því að Fljótshnjúksvirkjun sé byggð um svipað leyti og Hrafnabjargavirkjun. Verði Fljótshnjúksvirkjun ekki byggð er hagkvæm stærð Hrafnabjargalóns enn stærri en hér er sýnt eða um 420 Gl með yfirfallshæð í 408 m y.s., eins og áður er vikið að.



Í kaflanum um aðra kosti er rætt um að halda megi stærð Hrafnabjargalóns í um 300 Gl óháð því hvort Fljótshnjúksvirkjun er byggð eða ekki, en þá verður að byggja annað lón inni á heiðum (Fljótshagalón).

Gróður var víða í hlíðunum meðfram fljótinu eins og örnefni bera með sér (Smíðjuskógur) og eyrar víða grónar.

Á teikningu 202 má sjá stærð lónsins við mismunandi vatnsborð.

2.2.5 Stíflur, yfirföll, botnrásir (teikning 203)

Hrafnabjargastífla er aðeins um 1000 m löng og þar af eru um 750 m lægri en 10 m, en hæst er stíflan í gljúfrinu eða um 39 m. Rúmmál stíflunnar er aðeins um 430.000 m³ og miðlunin er sú langhagkvæmasta á vatnasviði Skjálfandafljóts. Á austurbakkanum er gert ráð fyrir steypu yfirfalli um 120 m löngu. Í gegnum Hrafnabjörgin eru grafin 200 m löng botnrásargöng, 7,6 m að þvermáli, sem notuð verða á byggingartíma, en einnig ef síðar þarf að tæma lónið af einhverjum ástæðum.

Stíflustæðið er á mjög þykku og úfnu hrauni, en stíflan ekki há eins og áður er getið, þannig að gert er ráð fyrir hefðbundinni þéttingu. Í gljúfrunum þar sem stíflan er hæst má búast við eldri og þéttari jarðlögum í botni árinna, enda er vesturbakkinn (Hrafnabjörgin) mun eldri en Suðurárhraunið.

Ekki hafa verið unnar jarðfræðirannsóknir á þessu svæði, aðrar en almennar yfirlitsrannsóknir. Stíflan er ekki efnismikil og líklegt að finna megi nægjanlegt efni til stíflugerðar. Að svo komnu máli er gert ráð fyrir hefðbundinni jarðvegsstíflu með jökulruðningi í kjarna.

2.2.6 Vatnsvegir (teikning 203)

Frá Hrafnabjargalóni eru grafin 4400 m löng sprengd aðrennslisgöng með 6,7 m þvermáli. Göngin liggja undir Hrafnabjörgin og rétt norðan Íshólsvatns að Hádegisfjalli, þar sem neðanjarðarstöðvarhúsi er komið fyrir.

Við enda aðrennslisganganna verður grafin út jöfnunarþró sem opnast upp ofarlega í Hádegisfjalli í um 430 m y.s. en auk þess lárétt aðgöng úr fjallinu sem notuð verða á byggingartíma. Þeim verður síðan lokað þegar virkjunin verður tekin í notkun. Þvermál jöfnunarþróar er um 12,5 m.

Frá enda aðrennslisganga (jöfnunarþró) eru grafin lóðrétt 100 m löng þrýstigöng að stöðvarhúsi neðanjarðar. Þrýstigöngin eru steypufóðruð, 3,8 m að þvermáli, en næst stöðvarhúsi eru göngin stálfóðruð.

Frárennslisgöng eru um 6,7 m að þvermáli og opnast út við Mjóadalsá. Gert er ráð fyrir að þau verði sprengd og grafin á hefðbundinn hátt. Til sveiflujöfnunar eru göngin hærrí næst stöðvarhúsi. Frá enda þeirra er grafin stuttur frárennslisskurður út í Mjóadalsá.

2.2.7 Stöðvarhús (teikning 203)

Stöðvarhúsið er venjuleg neðanjarðarstöð með tveimur Francis vélasamstæðum samtals 88,5 MW að afli. Aðkomugöng að stöðvarhúsi eru um 650 m löng. Tengivirki verður utan við göngin, væntanlega í tengslum við aðkomuhús við gangaendann.

2.2.8 Vegagerð (teikning 201)

Gert er ráð fyrir því í kostnaðaráætlunum að lagður verði aðkomuvegur frá Sprengisandsleið að munna aðkomuganga. Þá verða lagðir vinnuvegir, annars vegar bratt upp frá munna aðkomuganga að aðgöngum og jöfnunarþró í hlíðum Hádegisfjalls og hins vegar frá Sprengisandsleið að Hrafnabjargastíflu. Þá er gert ráð fyrir því að leggja þurfi nýja slóð austan lónsins, þar sem núverandi slóð fer undir vatn, ásamt því að byggja brú á Suðurárveituskurð. Þá er líklegra að lögð verði ný slóð meðfram Suðurárveituskurði að stíflu í Suðurá, frekar en að leggja nýja slóð frá Svartáarkoti að stíflu í Suðurá..

3 KOSTNAÐARÁÆTLANIR OG FRAMVINDA

3.1 Forsendur

Kostnaðaráætlanir miðast við verðlag í janúar 2001 og eru gerðar í kostnaðarlíkani Landsvirkjunar.

Efnismagn í stíflur, skurði og aðra jarðvinnuþætti hefur verið reiknað út frá kortum með 5 m hæðarlínunum. Magntölur í jarðgöngum, stöðvarhúsi og öðrum steiptum mannvirkjum eru áætlaðar í samræmi við samræmdar hönnunarforsendur Rammaáætlunar.

Gert er ráð fyrir því að jarðfræðilegar aðstæður séu eðlilegar og að hvergi þurfi að gera ráð fyrir sérstökum kostnaðarauka vegna jarðfræði nema þar sem nútímahraun eru við Suðurá þar sem t.d. er gert ráð fyrir að steypa í skurðbotn til þéttingar. Þá er nútímahraun við Hrauná, en mannvirki þar minniháttar.

Gerðar hafa verið áætlanir um mismunandi stærðir miðlana og mismunandi afl virkjana og hagkvæm stærð miðlana og vatnsvega ákvörðuð með hliðsjón af jaðaráhrifum á afl og orkugetu virkjananna.

3.2 Kostnaðaryfirlit

3.2.1 Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)

Kostnaðaryfirlit fyrir 57,5 MW virkjun miðað við veitu frá Öxnadalsá, 110 Gl Fljótshaga-lón, 50 Gl Stóruflæðulón, nafarboruð jarðgöng fram á Syðrimúla og frárennsli við Kvía-hraunsenda er eftirfarandi, sbr. dálk F1. Ef Hraunárveitu I er sleppt er kostnaður áætlaður samkvæmt dálki F2:

	F1	F2
VERKBÚ & AÐKOMA		
Vinnubúðir og tyggjun	506,33	484,25
Vegagerð	153,79	153,79
Vinnurafveita	213,36	213,36
Brú á Skjálfandafljót	112,91	112,91
FLJÓTSHAGALÓN, 110 Gl		
Stíflur, krónuhæð 746 m y.s.	913,41	913,41
Botnrás	207,11	207,11
Yfirfall	60,49	60,49
STÓRUFLÆÐULÓN, 50 Gl		
Stífla, krónuhæð 692 m y.s.	934,44	934,44
Botnrás	342,68	342,68
Yfirfall	71,93	71,93
ÖXNADALSÁR- OG HRAUNÁRVEITA		
Stífla I í Hrauná	243,74	
Botnrás	34,16	
Yfirfall	5,40	
Stífla II í Hrauná	152,18	152,18
Botnrás	34,16	34,16
Yfirfall	5,40	5,4
Stífla í Öxnadalsá	54,23	54,23
Öxnadalsárskurðir	34,26	34,26
VATNSVEGIR 28,0 m ³ /s		
Inntak og aðrennslisskurður	145,78	145,78
Aðrennslisgöng D=4,2 nafarboruð	2141,86	2141,86
Aðgöng Hrauná I	107,86	
Aðgöng Hrauná II	107,86	107,86
Aðgöng Syðrimúli	85,37	85,37
Fallgöng, risboruð, steypuklædd	134,79	134,79
Jöfnunarstrokkur	58,49	58,49
Frárennslisgöng D=4,5, sprengd	624,39	624,39
Úttak og frárennslisskurður	41,56	41,56
STÖÐ		
Aðkomugöng	162,52	162,52
Stöðvarhellir	321,84	321,84
Stjórnhús & stöðvarbyggð	363,95	363,95
Vélar & rafbúnaður, 57,5 MW	1258,93	1258,93
VERKKOSTNAÐUR	9635,21	9221,96
Ófyrirséður kostnaður	1948,07	1864,52
VERKTAKAKOSTNAÐUR	11583,27	11086,48
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	1505,92	1445,68
Undirbúningskostnaður	277,57	266,47
Annar verkkaupakostnaður	474,88	453,53
FRAMKVÆMDAKOSTNAÐUR	13841,65	13252,16
Fjármagnskostnaður	1384,17	1325,22
HEILDARKOSTNAÐUR ÁN VSK	15225,82	14577,38

Lýsa má kostnaði við virkjunina með líkingunni

$$K = 8790 + 81,6 * N + 15,7 * M$$

þar sem N er afl virkjunar og M miðlunarstærð Fljótshagalóns

Ef Hraunárveitu I er sleppt, þá má lýsa kostnaði við virkjunina með líkingunni

$$K = 8142 + 81,6 * N + 15,7 * M$$

3.2.2 Hrafnabjargavirkjun

Kostnaðaryfirlit fyrir 88,5 MW virkjun miðað við veitu frá Suðurá, 300 Gl Hrafnabjargalón, sprengd jarðgöng fram á Hádegisfjall og frárennsli við Mjóadalsá eins og sýnt er í dálki H1. Dálkur H1/H2 gildir fyrir Hrafnabjargavirkjun með Fljótshnjúksvirkjun og fyrir Hrafnabjargavirkjun eina og sér en aflsett eins og Fljótshnjúksvirkjun komi síðar (ekki sami nýtingartími afls). Dálkur H3 gildir fyrir Hrafnabjargavirkjun eina og sér, sem er sama tilhöggun og H1, en með 110 Gl miðlun við Fljótshaga að auki:

	H1 / H2	H3
	Mkr	Mkr
Verkhloti		
VERKBÚ & AÐKOMA		
Vinnubúðir og tyggjun	368,71	426,48
Vegagerð	93,79	146,24
Vinnurafveita	42,67	42,67
Brú á Suðurráveitu	22,58	22,58
FLJÓTSHAGALÓN, 110 Gl		
Stíflur, krónuhæð 746 m y.s.		913,41
Botnrás		207,11
Yfirfall		60,49
VEITA SUÐURÁR Í HRAFNABJARGALÓN		
Stífla	122,38	122,38
Yfirfall Suðurá	9,94	9,94
Veituskurður, jarðvinna	117,55	117,55
Þétting í veituskurði	207,45	207,45
HRAFNABJARGALÓN 300 Gl		
Stíflur, krónuhæð 408,5 m y.s.	530,32	530,32
Yfirfall	104,25	104,25
Botnrásargöng, L=200 m, Ds=7,6 m	298,23	298,23
VATNSVEGIR 69,5 m ³ /s		
Inntak og aðrenslisskurður	201,59	201,59
Aðrenslisgöng D=6,7 sprengd	1016,11	1016,11
Aðgöng Hádegisfjall	55,31	55,31
Fallgöng, risboruð, steypuklædd	128,51	128,51
Jöfnunarstökkur	54,31	54,31
Frárenslisgöng D=6,7 sprengd	401,58	401,58
Úttak og frárenslisskurður	170,98	170,98
STÖÐ		
Aðkomugöng	152,03	152,03
Stöðvarhellir	478,24	519,87
Stjórnhús & stöðvarbyggð	382,90	382,90
Vélar & rafbúnaður, 88,5 MW	2183,09	2183,09
VERKOSTNAÐUR	7184,16	8475,39
Ófyrirséður kostnaður	1452,51	1713,57
VERKTAKAKOSTNAÐUR	8636,66	10188,97
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	1146,26	1336,47
Undirbúningskostnaður	211,28	246,34
Annar verkkaupakostnaður	348,81	415,06
FRAMKVÆMDAKOSTNAÐUR	10343,01	12186,84
Fjármagnskostnaður	1034,30	1218,68
HEILDARKOSTNAÐUR ÁN VSK	11377,31	13405,52

Lýsa má kostnaði við virkjunina með líkingunni

$$K = 5381 + 50,8 * N + 5,0 * M$$

þar sem N er afl virkjunar og M miðlunarstærð Hrafnabjargalóns

Ef Fljótshagalón er tekið með Hrafnabjargavirkjun má lýsa kostnaði við virkjunina með líkingunni

$$K = 7409 + 50,8 * N + 5,0 * M$$

4 RENNSLI

Samfelldar mælingar hafa verið gerðar í Skjálfandafljóti síðan 1949, þegar kvarði var settur upp við Fljótshagalón. Steyptur brunnmælir var settur upp 1955 við Fosshól en núverandi síríti er frá 1969, en hann er loftbólumælir. Gögn eru misgóð og oft götótt einkum vegna ístruflana. Annar loftbólumælir var síðan settur upp í fljótinu 1987, skammt fyrir neðan Aldeyjarsfoss. Borið hefur á því að hann hafi truflast af sandframburði en gögn úr honum þykja annars góð. Þriðji mælirinn á vatnasviði Skjálfandafljótsvirkjana er í Svartá við Ullarfossbrú. Hann var upphaflega settur upp 1965 sem hefðbundinn brunnmælir. Vegna ístruflana var ákveðið að færa hann 1985 og eru gögn þaðan mun betri þótt vart verði truflana af völdum sandframburðar.

Vatnasvið Skjálfandafljóts við Aldeyjarsfoss er talið vera um 1491 km², en þá er vatnasvið Suðurá ótalið, en í frumhönnun þessari er gert ráð fyrir að veita henni í Hrafnabjargalón. Á vatnasviði Skjálfandafljótsvirkjana þekja lek jarðlög stóran hluta vatnasviðsins. Mikið lindarvatn fellur til Skjálfandafljóts um Suðurá, en auk þess um Hrauná og Öxnadalsá. Einungis lítill hluti af jökulvatnasviði kemur beint við sögu varðandi rennsli Skjálfandafljóts, þar sem einungis 122 km² eru taldir vera á jökli.

Mælt (frá 1987) meðalrennsli Skjálfandafljóts við Aldeyjarsfoss er um 50 m³/s. Mælt meðalrennsli Svartár (frá 1987) er um 20 m³/s.

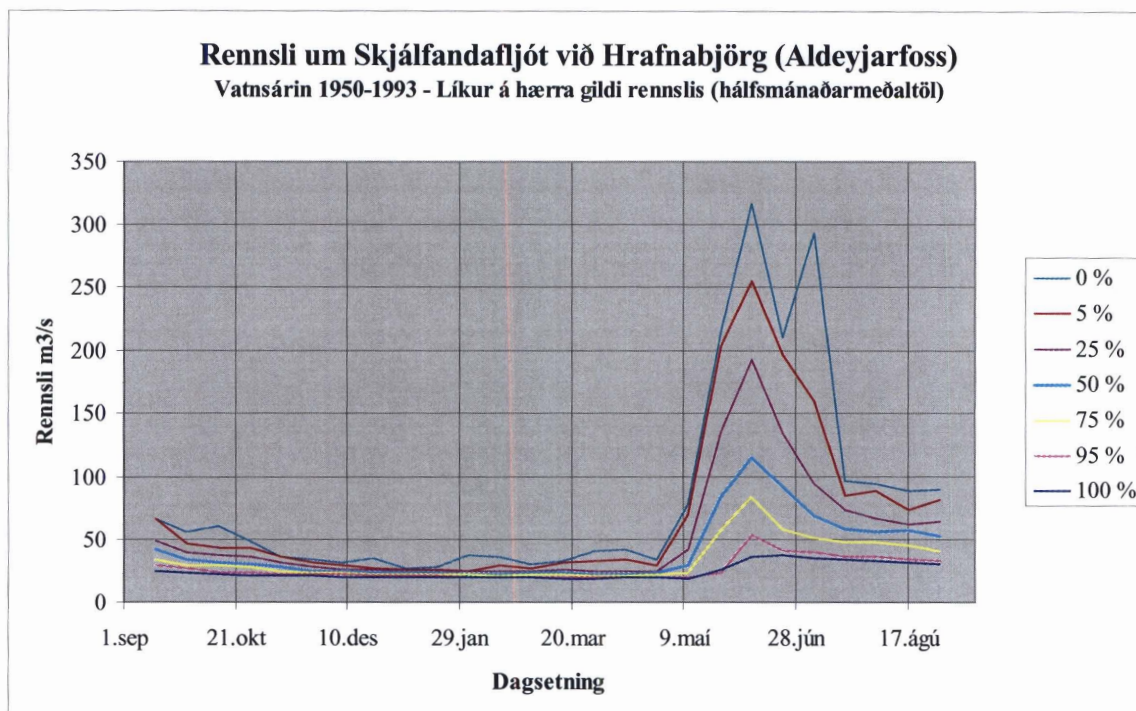
Vatnasvið Skjálfandafljóts og Jökulsár á Fjöllum liggja saman í Ódáðahrauni og eru þar engin glögg skil á yfirborði. Líkan af rennsli Skjálfandafljóts var upphaflega (1992-3) gert sem hluti af rennislíkani Jökulsár á Fjöllum. Líkanið var endurskoðað 2001, þegar öll rennislisgögn voru yfirfarin og afrennsli dreift þannig að þau féllu að mælingum við þá vatnshæðarmæla sem fyrr er getið. Rennislíkanið spannar árin 1950-1994 sem er staðlað tímabil vegna mats á orkugetu vatnsaflsvirkjana.

Áætlað meðalrennsli til Fljótshnjúksvirkjunar er 25,3 m³/s, en þá er gert ráð fyrir að nýta vatn úr Hrauná og Öxnadalsá. Áætlað meðalrennsli til Hrafnabjargavirkjunar er 57,9 m³/s, en þá er gert ráð fyrir að nýta 70 % af vatni Suðurár.

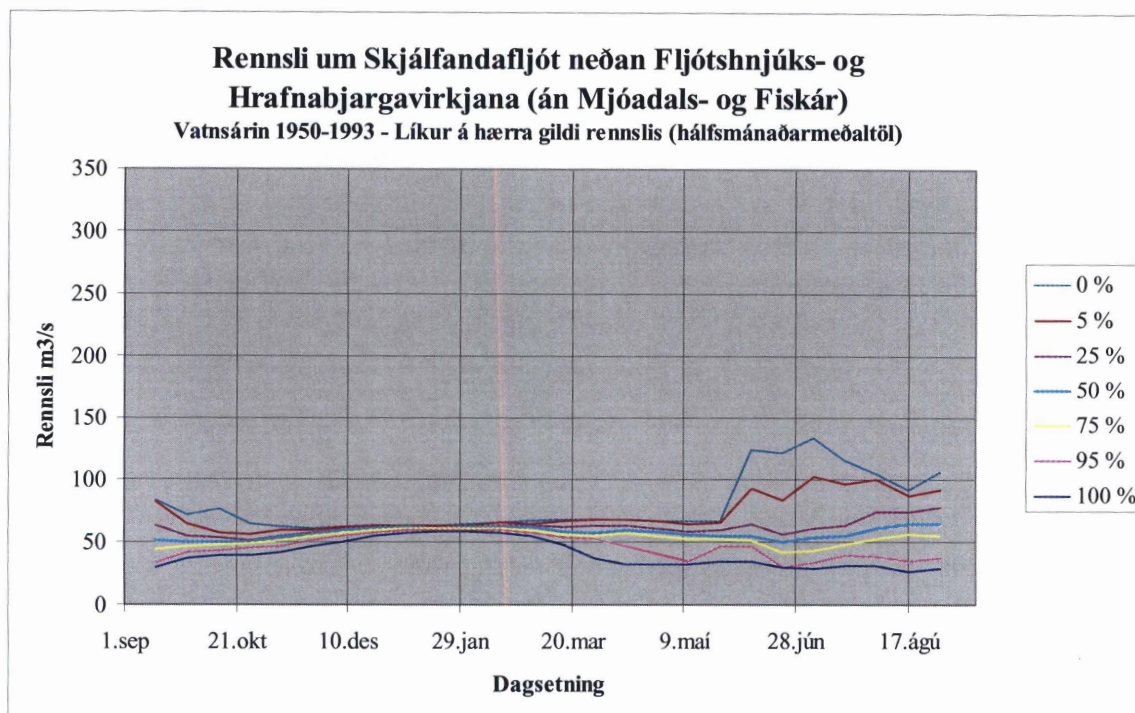
Eftirfarandi tafla er niðurstaða úr rennislíkani Vatnaskila sf.

R141A	„Lón” í Vonarskarði	1.89		m ³ /s
R142A	Lón við Fljótshaga	12.01		m ³ /s
R143A	Lón í Hrauná	2.95		m ³ /s
R144A	Lón við Syðra Fljótsgil (87 %)	<u>8.46</u>	(13 %)	1.26 m ³ /s
	Fljótshnjúksvirkjun	25,31		25,31 m³/s
R145A	Lón í Skjálfandafljóti			16.97 m ³ /s
R146A	Suðurá (70 %)			<u>14.31</u> m ³ /s
	Hrafnabjargavirkjun			57,86 m³/s
R147A	“Lón” í Íshólsvatni			1.03 m ³ /s
R148A	Mjóadalsá í Íshólsvatni			9.28 m ³ /s
	Íshólsvatnsvirkjun			68,17 m³/s

Á meðfylgjandi línuriti má sjá líkindi á rennsli í Skjálfandafljóti við Hrafnabjörg í dag. Líkindi á rennsli um Aldeyjarfoss eru nánast þau sömu. Meðalársrennsli er 43,6 m³/s.



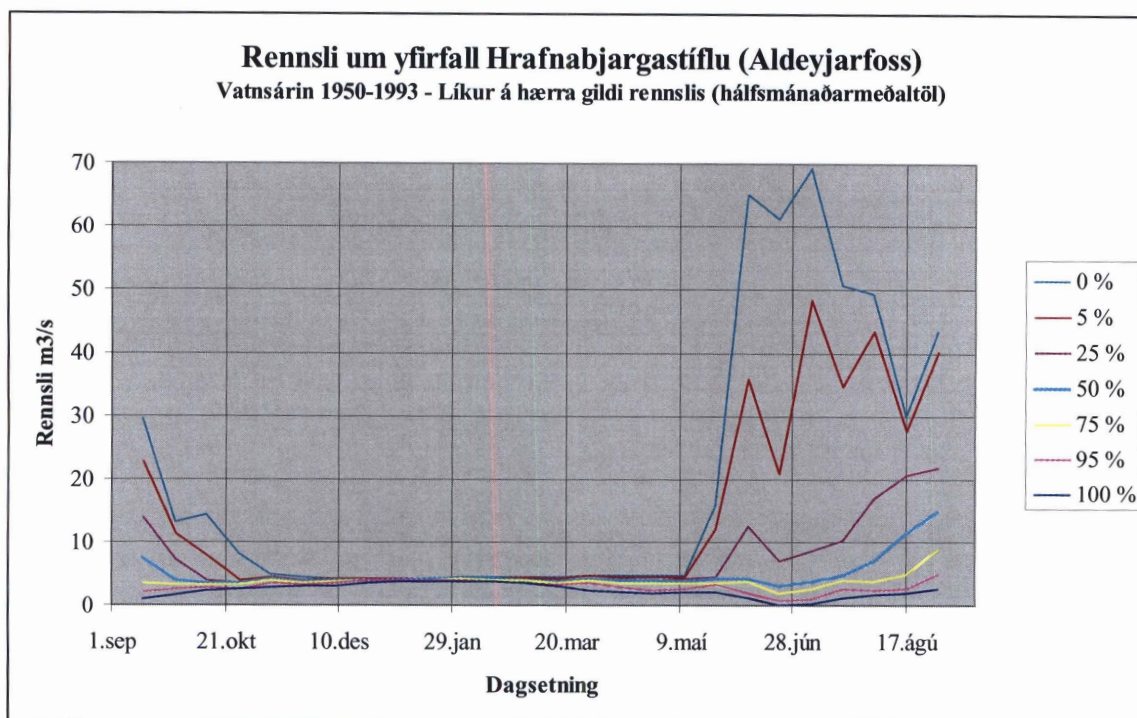
Þá má sjá rennsli í fljótinu rétt neðan Hrafnabjargarvirkjunar með tilkomu Fljótshnjúks- og Hrafnabjargavirkjana, en þá hefur bæst við rennslið 70% af rennsli Suðurár, þannig að meðalársrennsli er $57,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Meðtalið í línuritinu er rennsli um virkjun auk rennslis á yfirfalli Hrafnabjargastíflu, en ótalið er rennsli Mjóadals- og Fiskár (dragár) til að fá rétt rennsli Fljótsins neðan ármóta Mjóadalsár.



Neðan ármóta Skjálfandafljóts og Suðurár/Svartár er meðalrennsli Fljótsins óbreytt.

Áætla má út frá þessum niðurstöðum hvernig vatnsmagn í fossum Skjálfandafljóts breytist með tilkomu virkjana. Ljóst má vera að vatnsmagn í Hrafnabjargafossi og Aldeyjarfossi breytist mikið, enda er Hrafnabjargastífla skammt ofan þessara fossa.

Meðalsumarrennsli Skjálfandafljóts á stíflustæði er um $90 \text{ m}^3/\text{s}$. Meðalsumarrennsli um Aldeyjarfoss verður aðeins um $6 \text{ m}^3/\text{s}$ eftir virkjun. Fossinn verður nánast þurr framan af sumri en rennsli nær að jafnaði um $15 \text{ m}^3/\text{s}$ þegar líður á ágúst, eða um 20% af meðalágústrennsli, eins og sjá má á meðfylgjandi línuriti.



Áhrifin á Goðafoss, neðar í fljótinu eru mun minni. Áætlað er að meðalsumarrennsli við Goðafoss minnki um tæpan fjórðung með tilkomu virkjana ofan Bárðardals eða úr $147 \text{ m}^3/\text{s}$ í $116 \text{ m}^3/\text{s}$.

Áætlað hefur verið hve mikil setmyndun yrði af völdum svifaurs í lónunum. Ef Fljótshnjúksvirkjun verður byggð er fyllingartími Hrafnabjargalóns áætlaður um 3000 ár, en um 1000 ár í lónunum við Fljótshaga og Stóruflæðu. Ef engin virkjun verður byggð á efri hluta vatnasviðsins er Hrafnabjargalón eina lónið í Fljótinu og verði það byggt í 404 m y.s. er fyllingartími lónsins áætlaður um 1700-1900 ár.

5 ORKUVINNSLA OG HAGHVÆMNI

5.1 Almennt

Orkugeta virkjana við Skjálfandafljót er reiknuð með orkuforriti VST. Forsendum um orkureikninga og hagkvæmnimat er lýst í *Fylgiskjali 1, Orkureikningar og hagkvæmnimat*.

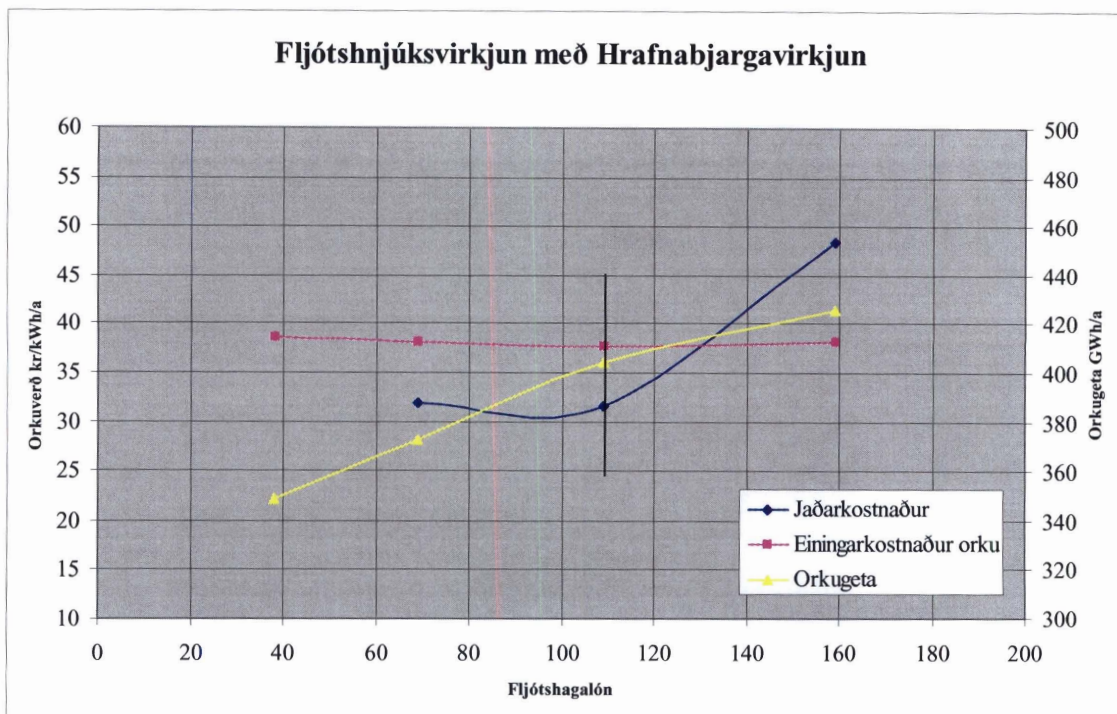
Reikningar fóru þannig fram að orkugeta fyrir báðar virkjanirnar var reiknuð samtímis. Fyrst var lónstærð Hrafnabjargavirkjunar áætluð og athuguð áhrif mismunandi stærðar miðlunar við Fljótshnjúksvirkjun. Þá var miðlunarstærð við Fljótshnjúksvirkjun sett föst og athuguð áhrif mismunandi stærðar miðlunar við Hrafnabjargavirkjun.

Afl beggja virkjana var valið þannig að nýtingartími yrði ætíð 7000 h í hvorri virkjun fyrir sig.

5.2 Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)

Tvö lón eru við virkjunina, Fljótshagalón og Stóruflæðulón. Stærð Stóruflæðulóns hefur áhrif á fallhæð virkjunarinnar, þannig að freistandi er að hafa lónið stórt. Stærð Fljótshagalóns hefur ekki áhrif á fallhæð en kostnaður á rúmmálseiningu er hins vegar töluvert minni en Stóruflæðulóns. Reynt var að finna hagkvæmustu samsetningu lónstærða þessara tveggja lóna og reyndist hagkvæmasta að hafa Stóruflæðulón sem minnst.

Hagkvæm heildarmiðlun reynist vera um 160 Gl eða um 20 % af heildarársrennsli til virkjunarinnar. Innrennsli til Stóruflæðulóns fram hjá Fljótshagalóni er um 267 Gl. Ákveðið var að skilgreina lágmarksmiðlun Stóruflæðulóns um 50 Gl eða um 19 % af ómiðluðu rennsli til lónsins. Hagkvæmasta stærð Fljótshagalóns var síðan fundin í framhaldi af því.



Niðurstöður orkureikninga fyrir 300 Gl Hrafnabjargalón, 50 Gl Stórufælulón og breytilegt Fljótshagalón eru sýndar hér að ofan. Orkugeta byrjar að slá af þegar lónstærð hefur náð um 100 Gl. Einingarkostnaður orku er í lágmarki fyrir 110 Gl miðlun, en jaðarkostnaður er hins vegar alltaf hærri en viðmiðunargildið 24 kr/kWh/a, sbr. fylgiskjal 1, og því er stærð Fljótshagalóns ákvörðuð 110 Gl.

Í eftirfarandi töflu er einnig sýndar niðurstöður fyrir Fljótshnjúksvirkjun án Hraunárveitu I, sbr. kafla 2.1.3 *Veitur* (teikning 101).

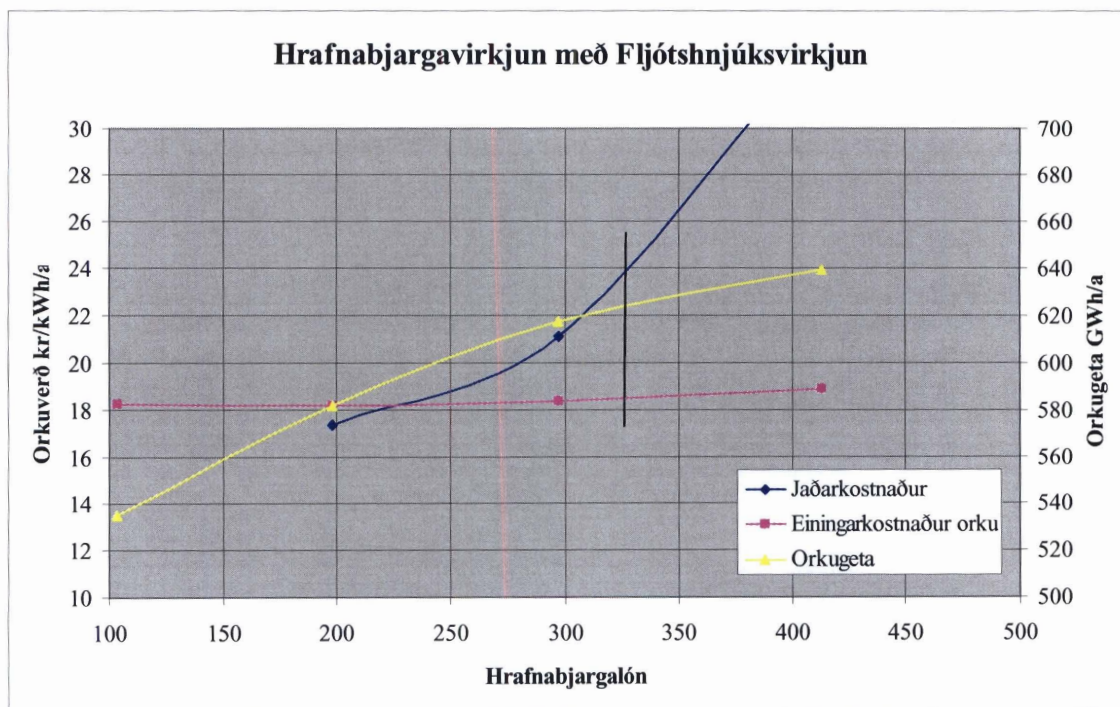
<u>Hraunárveita I</u>	<u>Með</u>	<u>Án</u>
Virkjað rennsli	28,0	27,5 m ³ /s
Afl	57,5	56,6 MW
Orkugeta	405	396 GWh/a
Heildarkostnaður	15.226	14.469 Mkr
Einingarkostnaður orku	37,6	36,5 kr/kWh/a
Hagkvæmnitala, h =	1,55	1,50
Hagkvæmniflokkur	III	III

Einingarkostnaður orku lækkar um 3% við að sleppa Hraunárveitu I. Þá er gert ráð fyrir að aðeins fáiast að jafnaði um 0,5 m³/s með veitunni, en mjög óljóst er hvernig reiknað vatn í Hrauná dreifist á einstakar kvíslar hennar, eins og áður er vikið að.

Í báðum tilfellum er einingarkostnaður orku hins vegar hár, eins og sjá má.

5.3 Hrafnabjargavirkjun með Fljótshnjúksvirkjun

Eitt lón er við virkjunina, Hrafnabjargalón. Stærð lónsins hefur áhrif á fallhæð virkjunarinnar. Tvö lón eru síðan við Fljótshnjúksvirkjun.



Niðurstöður orkureikninga fyrir 110 Gl Fljótshagalón, 50 Gl Stórufælulón og breytilegt Hrafnabjargalón eru sýndar hér að ofan. Þá er einnig sýndur einingarkostnaður orku og jaðarkostnaður.

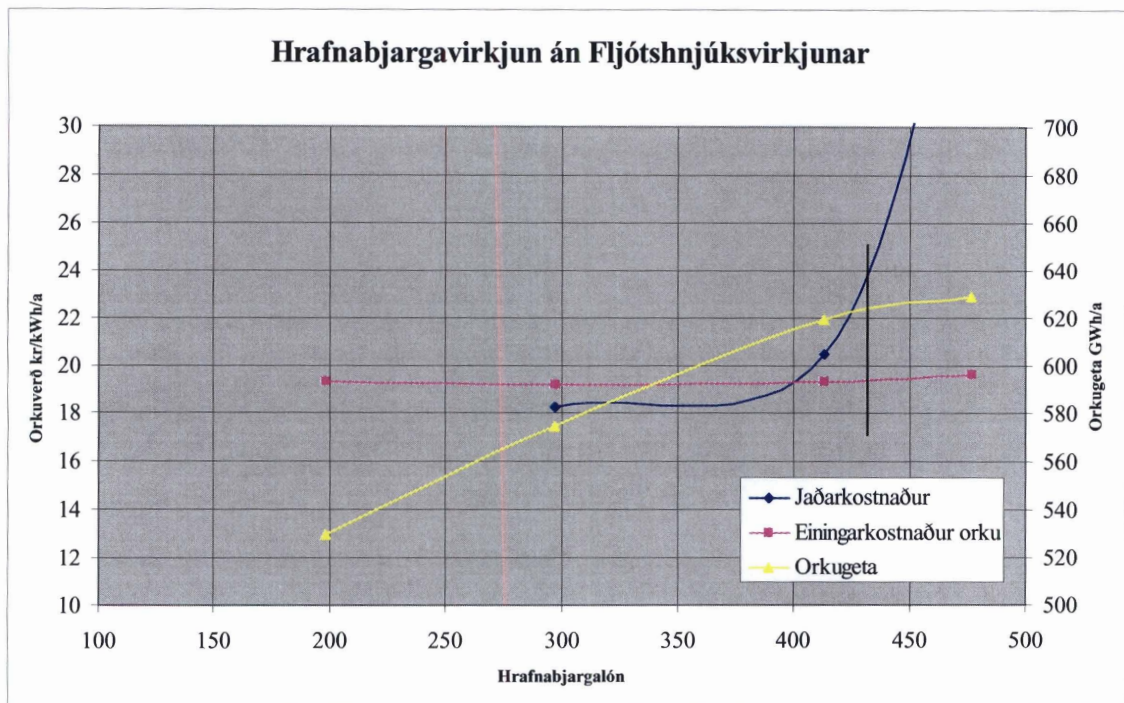
Einingarkostnaður orku er lægstur fyrir um 200-250 Gl lón. Leyfilegur jaðarkostnaður er um 24 kr/kWh/a, sem gefur um 325 Gl miðlun. Í kafla 2.2.4 *Hrafnabjargalón* (teikning 202) er rætt um fornt lónstæði. Vegna þess var ákveðið að takmarka lónstærð við 300 Gl og um leið að ekki þyrfti sérlegar þéttingar í lónbotni við þessa vatnshæð.

Virkað rennsli	69,5	m ³ /s
Afl	88,5	MW
Orkugeta	618	GWh/a
Heildarkostnaður	11,377	Mkr
Einingarkostnaður orku	18,4	kr/kWh/a
Hagkvæmnitala, h =	0,76	
Hagkvæmniflokkur	I	

Virkin virðist mjög hagkvæmur kostur.

5.4 Hrafnabjargavirkjun án Fljótshnjúksvirkjunar

Eitt lón er við virkjunina, Hrafnabjargalón. Stærð lónsins hefur áhrif á fallhæð virkjunarinnar.



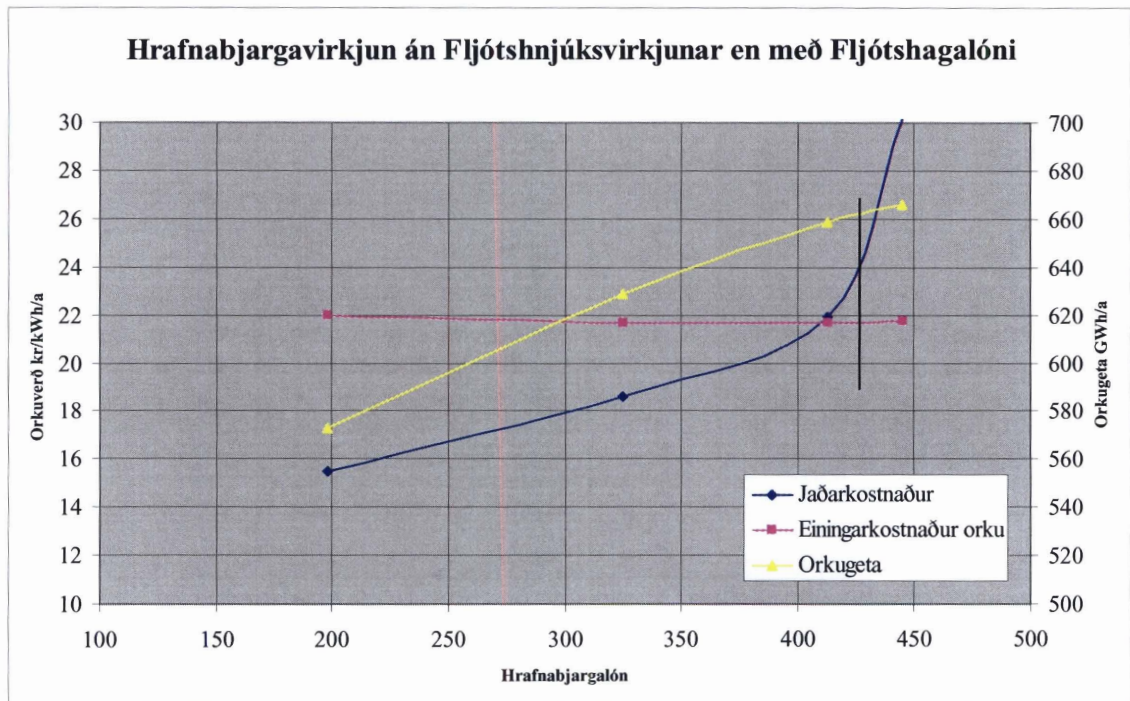
Einingarkostnaður orku er lægstur fyrir um 300 Gl lón. Leyfilegur jaðarkostnaður er um 24 kr/kWh/a, sem gefur um 430 Gl miðlun eða 409 m y.s þ.e. 5 m hærra en kaflanum hér að framan. Í kafla 2.2.4 *Hrafnabjargalón* (teikning 202) er rætt um fornt lónstæði. Vegna aukinnar vatnsborðshæðar er mjög líklegt að til þurfi að koma sérlegar þéttingar í lónbotni við þessa vatnshæð. Í meðfylgjandi töflu er **ekki** bætt við kostnaði vegna lónþéttingar, heldur eru niðurstöður fyrst og fremst sýndar til samanburðar við aðra kosti.

Virðjað rennsli	66,5	m ³ /s
Afl	88,5	MW
Orkugeta	622	GWh/a
Heildarkostnaður	(12,050)	Mkr
Einingarkostnaður orku	(19,4)	kr/kWh/a
Hagkvæmnitala, h =	(0,80)	
Hagkvæmniflokkur	(I)	

Virðjunin virðist mjög hagkvæmur kostur, jafnvel þótt bætt yrði við kostnaði vegna lónþéttingar.

5.5 Hrafnabjargavirkjun án Fljótshnjúksvirkjunar, með Fljótshagalóni (teikn. 301)

Tvö lón er við virkjunina, Fljótshagalón og Hrafnabjargalón. Fljótshagalón er veitulón, fast að stærð, 110 Gl og athugað er hvort takmarka megi stærð Hrafnabjargalóns með því að byggja Fljótshagalón. Stærð Hrafnabjargalóns hefur áhrif á fallhæð virkjunarinnar.



Niðurstöður orkureikninga fyrir 110 Gl Fljótshagalón og breytilegt Hrafnabjargalón eru sýndar hér að ofan. Þá er einnig sýndur einingarkostnaður orku og jaðarkostnaður.

Einingarkostnaður orku er lægstur fyrir um 325 Gl lón. Leyfilegur jaðarkostnaður er um 24 kr/kWh/a, sem gefur um 425 Gl miðlun. Það er því ljóst að hagkvæmt er að byggja stærra miðlun en 300 Gl, en þá ber þess að geta að hér er **ekki** bætt við sérstökum kostnaði við lónþéttingu sem væntanlega þarf að koma til fari lónstærð upp fyrir 300 Gl. Því er lónstærð valin 300 Gl, þó svo að skildar séu eftir um 40 GWh/a af hagkvæmri orku.

Virðjað rennsli	69,5	m ³ /s
Afl	88,5	MW
Orkugeta	618	GWh/a
Heildarkostnaður	13,430	Mkr
Einingarkostnaður orku	21,7	kr/kWh/a
Hagkvæmnitala, h =	0,90	
Hagkvæmniflokkur	I	

Virðjunin virðist enn mjög hagkvæmur kostur. Einingarkostnaður orku er um 12% hærra en virðjunar án Fljótshagalóns, en sá munur minnkar ef bæta þarf við kostnaði við lónþéttingu fyrir virðjun án Fljótshagalóns með stóru Hrafnabjargalóni.

5.6 Virkjanir í Skjálfandafljóti

Sé litið svo á að virkjanirnar tvær haldist í hendur má sýna heildarniðurstöðurnar á eftirfarandi hátt fyrir 110 GJ Fljótshagalón, 50 GJ Stóruflæðulón, Hraunárveitu I og II , 300 GJ Hrafnabjargalón ásamt Suðurárveitu.

Þá gildir samtals fyrir Fljótshnjúks- og Hrafnabjargavirkjanir:

Afl	146	MW
Orkugeta	1022	GWh/a
Heildarkostnaður	26.560	Mkr
Einingarkostnaður orku	26,0	kr/kWh/a
Hagkvæmnitala, h =	1,07	
Hagkvæmniflokkur	II	

Hin mikla hagkvæmni Hrafnabjargavirkjunar vegur upp hina dýru Fljótshnjúksvirkjun og fullnýting vatnsins í Skjálfandafljóti ofan Bárðardals er nálægt því að komast í hagkvæmniflokk I.

6 VERKFRAMKVÆMD

6.1 Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)

Heildarkostnaður sbr. kafla 3.2.1 *Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)* er áætlaður 15.200 Mkr. Heildarframkvæmdatími er áætlaður 4 ár. Áætlað er að verkkostnaður skiptist á helstu verkþætti eins og hér segir: vinna 40 %, tæki 34 % og efni 26 %.

Heildarársverkafjöldi við framkvæmd verksins er áætlaður 630 ársverk. Áætlað er að mesti mannfjöldi sem vinnur við verkið samtímis hjá verktökum sé um 450 manns. Áætlaður vinnustundafjöldi er tæpar 1.100 þúsund og skiptist á milli fagsviða eins og hér segir: verkamenn 38 %, tækjamenn 34 %, bílstjórar 13 % og iðnaðarmenn 15 %.

Helstu magntölur eru:

Grafið neðanjarðar (jarðgöng, stöðvarhúshellir)	400.000 m ³
Grafið ofanjarðar (skurðir, stíflur, steipt mannvirki)	890.000 m ³
Fyllingar (stíflur, vegagerð)	2.800.000 m ³
Steypa (ýmis mannvirki)	35.000 m ³

6.2 Hrafnabjargavirkjun

Heildarkostnaður sbr. kafla 3.2.2 *Hrafnabjargavirkjun* er áætlaður 11.400 Mkr. Heildarframkvæmdatími er áætlaður 3 ár. Áætlað er að verkkostnaður skiptist á helstu verkþætti eins og hér segir: vinna 37 %, tæki 21 % og efni 42 %.

Heildarársverkafjöldi við framkvæmd verksins er áætlaður 430 ársverk. Áætlað er að mesti mannfjöldi sem vinnur við verkið samtímis hjá verktökum sé um 300 manns. Áætlaður vinnustundafjöldi er um 740 þúsund og skiptist á milli fagsviða eins og hér segir: verkamenn 40 %, tækjamenn 26 %, bílstjórar 12 % og iðnaðarmenn 22 %.

Helstu magntölur eru:

Grafið neðanjarðar (jarðgöng, stöðvarhúshellir)	520.000 m ³
Grafið ofanjarðar (skurðir, stíflur, steipt mannvirki)	420.000 m ³
Fyllingar (stíflur, vegagerð)	940.000 m ³
Steypa (ýmis mannvirki)	38.000 m ³

7 RITASKRÁ

Ólafur Jónsson 1945: Ódáðahraun. Bókaútgáfan Norðri.

Sigurður Thoroddsen 1962: *Vatnsafl Íslands*. Erindi flutt á ráðstefnu íslenskra verkfræðinga.

Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, 47. árg.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1973: *Virkjun Skjálfandafljóts, samanburðaráætlanir.*

Áætlun um virkjun við Íshólsvatn. Orkustofnun, raforkudeild

Virkir og Electro-Watt 1973: Virkjun við Íshólsvatn. Þjónustuboð um verkfræðistörf.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1976: *Skjálfandafljót, Virkjunarathuganir 1970-74 og*

drög að áætlun um 62,5 MW virkjun við Íshólsvatn. OS-ROD-7626.

Guðmundur Gunnarsson 1981: *Árbók 1981, Ódáðahraun*. Ferðafélag Íslands.

Orkustofnun 1986: *Íshólsvatnsvirkjun, forathugun* (Hörður Svavarsson, Freysteinn

Sigurðsson). OS-86065/VOD-21 B

Iðnaðarráðuneytið 1994: *Innlendar orkulindir til vinnslu raforku*.

Orkustofnun 1997: *Framburður svifaurs í Skjálfandafljóti* (Svanur Pálsson, Guðmundur H.

Vigfússon). OS-97056

VST hf, 1998: *Nýtanleg vatnsorka á Íslandi og flokkun hennar eftir fjárhagslegri hagkvæmni.*

(Unnið fyrir Landsvirkjun, Janúar 1998)

Orkustofnun 1999: *Flóð íslenskra vatnsfalla, flóðagreining rennslisraða* (Páll Jónsson, Eve

Bourgault, Kristinn Guðmundsson, Heiðrún Guðmundsdóttir, Svanur Pálsson).

(Unnið fyrir Vegagerðina) OS-99100.

Orkustofnun 2000: *Rennslisgögn úr vatnshæðarmæli 238 í Skjálfandafljóti við Aldeyjarfoss*

árin 1987-1997 (Páll Jónsson, Árni Snorrason, Ragnhildur Freysteinsdóttir). OS-

2000/009.

Verkfræðistofan Vatnaskil 2001: *Skjálfandafljót, Rennslislikan* (Unnið fyrir Orkustofnun

vegna Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma) . OS-2001/029.

8 TEIKNINGASKRÁ

Fljótshnjúksvirkjun (Syðrimúli)

- 101 Yfirlitsmynd
- 102 Miðlunarlón
- 103 Stóruflæðulón - stíflur
- 104 Fljótshagalón - stíflur
- 105 Vatnsvegir

Hrafnabjargavirkjun

- 201 Yfirlitsmynd
- 202 Miðlunarlón
- 203 Hrafnabjargastífla og vatnsvegir

Hrafnabjargavirkjun með Fljótshagalóni

- 301 Yfirlitsmynd, Fljótshagalón

9 FYLGISKJÖL

Fylgiskjal 1, Orkureikningar og hagkvæmnimat

Orkureikningar

Orkugeta virkjana er reiknuð í orkuforriti frá VST hf. Forsendur eru að sumu leyti aðrar en í útreikningum Landsvirkjunar á orkugetu, og geta niðurstöður því vikið nokkuð frá niðurstöðum útreikninga LV á sama virkjanakerfi. Orkan er reiknuð í tiltölulega stóru virkjanakerfi til þess m.a. að draga fram áhrif af samkeyrslu við virkjanir bæði á Suðurlandi og Austurlandi auk jarðgufuvirkjana. Reiknað er með að orkumarkaður skiptist í almenna notkun 30% og stórnotkun 70%, og reiknast 5% stórnotkunar sem ótryggð orka. Byggt er á rennslisröðum vatnsáranna 1950 –1993, (44 vatnsár). Forritið vinnur með raðirnar á 5 daga grunni, 73 tímaeiningar í vatnsári (hlaupársdögum sleppt úr), en tímaskref í útreikningum er sólarhringur.

Grunnkerfið er núverandi vatnsaflskerfi (sept. 2001) ásamt jarðgufuvirkjunum 180 MW, með eftirtöldum viðbótum:

Vatnsfellsvirkjun,	90 MW
Búðarhálsvirkjun	100 MW
Kárahnjúkavirkjun með veitu úr Jökulsá í Fljótsdal og Hraunaveitu	690 MW

Uppsett afl í grunnkerfinu telst um 2.120 MW og orkugeta reiknast 14.060 GWh/a

Hagkvæmnimat

$$k_e = K/E, \text{ kr}/(\text{kWh/a})$$

þar sem K er áætlaður stofnkostnaður í Mkr og E orkugeta í GWh/a.

Með þessari aðferð fæst því aðeins raunhæfur samanburður á hagkvæmni virkjunarkosta að nýtingartími afls sé hinn sami, og að sjálfsögðu breytist einingarkostnaðurinn með verðlagi. Til þess að meta hagkvæmnina óháð nýtingartíma og verðlagi hefur verið skilgreind svonefnd *hagkvæmnitala* h:

$$h = K/((k_N N + k_E E) VV 10^{-4})$$

Hér er K áætlaður stofnkostnaður í Mkr, N afl í MW, E orkugeta í GWh/a og VV vísitala virkjunarkostnaðar sem reiknuð er árlega. Hún miðast við verðlag í janúar viðkomandi árs og fæst með kostnaðaráætlunum um sömu virkjanir ár eftir ár þar sem tekið er tillit til breytinga á vinnulaunum, vinnuvélatöxtum, gengi og fleiri atriða sem áhrif hafa á virkjunarkostnað. Stuðlarnir k_N og k_E margfaldaðir með $VV 10^{-4}$ eru sérstök viðmiðunargildi aflkostnaðar og orkukostnaðar þar sem afl og orka er verðlagt hvort í sínu lagi óháð nýtingartíma. Með hliðsjón af skipan vatnsaflsvirkjana í hagkvæmniflokka (sjá nánar hér á eftir) hafa verðstuðlarnir verið valdir þannig:

$$k_N = 30 \text{ Mkr/MW} \quad k_E = 16,6 \text{ kr/(kWh/a)}$$

Í janúar 2001 var vísitala virkjunarkostnaðar $VV = 11.621$ og verða viðmiðunargildi afl- og orkukostnaðar þá $34,86 \text{ Mkr/MW}$ og $19,29 \text{ kr/(kWh/a)}$. Það svarar til þess að einingarkostnaður orku, reiknaður á hefðbundinn hátt, sé um $24,3 \text{ kr/(kWh/a)}$ við nýtingartíma 7.000 h/a sem að jafnaði skal miða við fyrir vatnsaflsvirkjanir í rammaáætlun. Þyki af sérstökum ástæðum þörf á að víkja frá þeim nýtingartíma, meira en um það bil 1%, skal einingarkostnaður orku reiknaður út frá svonefndri *staðfærðri orkugetu*:

$$SOG = 0,8 E + 1,4 N, \text{ GWh/a.}$$

Þar sem E er útreiknuð orkugeta og N afl í MW . Hagkvæmnitölu skal á hinn bóginn alltaf reikna út frá útreiknaðri orkugetu.

Skipan í hagkvæmniflokka er aðferð til að meta í stórum dráttum og bera saman fjárhagslega hagkvæmni virkjana. Flokkarnir eru fjórir og fellur hagkvæmasti hlutinn í hagkvæmniflokk I, en sá óhagkvæmasti í hagkvæmniflokk IV. Flokkað var áður eftir svonefndum *samræmdum einingarkostnaði orku* þar sem einingarkostnaður samkvæmt virkjunaráætlun var umreiknaður þannig að hann gildi fyrir tiltekinn fastan nýtingartíma. Útreikningur hagkvæmnitölu var endurbót á þessari eldri aðferð og voru stuðlarnir k_N og k_E valdir þannig að virkjanir með $h < 1$ féllu í hagkvæmniflokk I. Skipting í hagkvæmniflokka eftir hagkvæmnitölu er annars þannig:

Hagkvæmnitala	Flokkur
$h < 1,00$	I
$1,00 < h < 1,41$	II
$1,41 < h < 2,00$	III
$2,00 < h < 4,00$	IV

Á sínum tíma var þessi flokkaskipting miðuð við að orkuver í flokki I og II væru samkeppnishæf við ný fullkomin gasorkuver og í flokki III við kjarnorkuver. Ekki hefur verið athugað hvort sú viðmiðun sé enn í fullu gildi.

Hagkvæm stærð miðlana er, eftir því sem við á, fundin með því að reikna orku og stofnkostnað viðkomandi virkjunar með mismunandi miðlun. Þannig fæst jaðarkostnaður orku við aukna miðlun. Að jafnaði vex jaðarkostnaðurinn með stærð miðlunar og telst hagkvæmri miðlun náð þegar jaðarkostnaður er $24 - 25 \text{ kr/(kWh/a)}$ á verðlagi í janúar 2001 miðað við nýtingartíma 7.000 h/a . Það svarar til efri marka einingarkostnaðar fyrir virkjanir í hagkvæmniflokki I sem er $24,3 \text{ kr/(kWh/a)}$. Sé einingarkostnaður orku (meðalkostnaður) frá virkjun hærri en þau mörk fellur hún ekki í flokk I og er þá miðað við að lágmarka einingarkostnaðinn.

Fylgiskjal 2, Jarðfræði á virkjunarstöðum við Skjálfandafljót

Virkanarsvæðið við Skjálfandafljót er á vesturjaðri nyrðra gosbeltisins. Í Skjálfandafljóti eru tveir virkjunarkostir á teikniborðinu, Fljótshnjúksvirkjun sunnar og Hrafnabjargavirkjun norðar.

Fljótshnjúksvirkjun

Virkanarfyrirkomulag er þannig að tvö uppistöðulón eru ofan við hálendisbrúnina innan við Fljótshnjúk og vatn leitt í göngum út í Ytri-Múla við mynni Öxnadals. Göngin munu liggja undir Laufrandarhraunið.

Uppistöðulónin eru við Fljótshaga og Stóruflæðu. Lónstæðin eru við Skjálfandafljótið sjálf. Lónstæðin eru annars vegar aurar (hluti af þeim eru grónir) með Skjálfandafljóti og hins vegar á sand- og malaröldum sitt hvoru megin við það. Á þessu svæði er berggrunnurinn að mestu hlýskeiðshraun um 1-2 milljónir ára gömul, og miklar malar- og sandmyndanir frá lokum síðasta jökulskeiðs. Óskýr jökulgarður liggur frá Steinfelli og að Stóruflæðu og við hann eru nokkrir mjög fallegir malarásar.

Stöðvarhúsið er sett í Syðri-Múla, en frárennsli leitt í göngum undir Ytri-Múla, við mynni Öxnadals, og þar utan við út í ána. Múlarnir eru síðkvarter jarðlagastafli (um 2 milljónir ára) og skiptast þar á hraunlög og þunn móbergs- og jökulbergslög. Nokkru innan við Ytri-Múla, Skjálfandafljótsmegin, er endinn á Kvíahrauni sem kemur niður Laufrönd og Hraunárdal og verður því ekki raskað.

Hrafnabjargavirkjun

Virkanarfyrirkomulag er þannig að eitt stórt uppistöðulón er í Króksdal og stíflan höfð í hraunjaðrinum utan við Réttartorfu. Göng eru grafin í gegnum Hrafnabjörg og virkjunin eru í tungunni milli Skjálfandafljóts og Mjóadalsár.

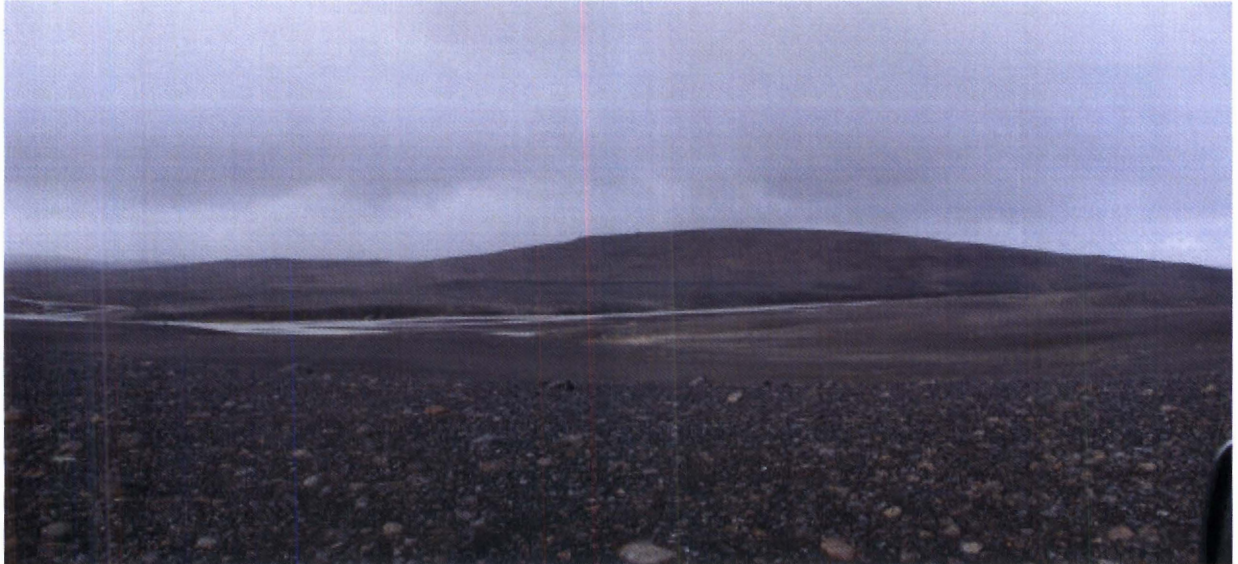
Uppistöðulónið verður um 20 km langt en fremur grunnt. Skömmu eftir lok síðasta jökulskeiðs rann hraun austan að norðan við Réttartorfu og lokaði þvert fyrir Króksdal við Hrafnabjörg. Þá myndaðist stórt lón innan við hraunið sem fljótið bar í. Smátt og smátt fylltist lónið og að lokum ræsti það sig fram með því að grafa rás milli hraunsins og Hrafnabjarga. Í lónbotninum er nokkuð þykk setfylla, sem ekki hefur verið rannsökuð. Ráðgert uppistöðulón verður mjög svipað eða heldur hærra en hið forna lón. Dalbotninn er nú mest aurar sem Skjálfandafljót flæmist um en með því, einkum að austan, er nokkurt svæði sem er illa farið af uppblæstri.

Göngin frá uppistöðulóninu eru að mestu grafin í gegnum unga móbergsmýndun sem að líkindum er frá síðasta jökulskeiði. Neðan við stífluna eru nokkrir fossar og þeirra stærstir og merkilegastir eru Hrafnabjargafoss og Aldeyjarfoss. Þeir munu að mestu hverfa.

Haukur Jóhannesson, jarðfræðingur / 10.01.2002.

Fylgiskjal 3, Ljósmyndir af virkjunarsvæði við Skjálfandafljót

Fljótshnjúksvirkjun:



Stíflustæði við Fljótshaga (horft til vesturs)

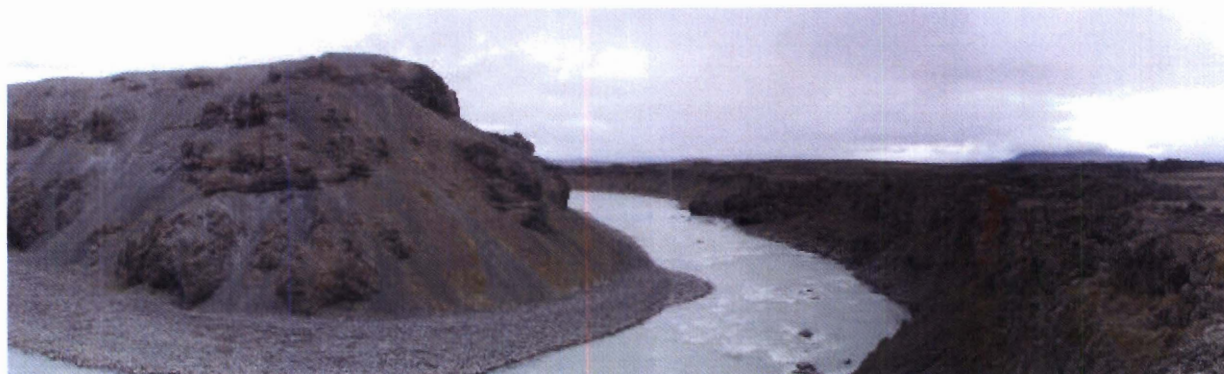


Stíflustæði við Stóruflæðu (horft til vesturs)



Stöðvarhússtæði Fljótshnjúksvirkunar - Ytrimúli, Syðrimúli, Kvíahraun (horft til suðvesturs)

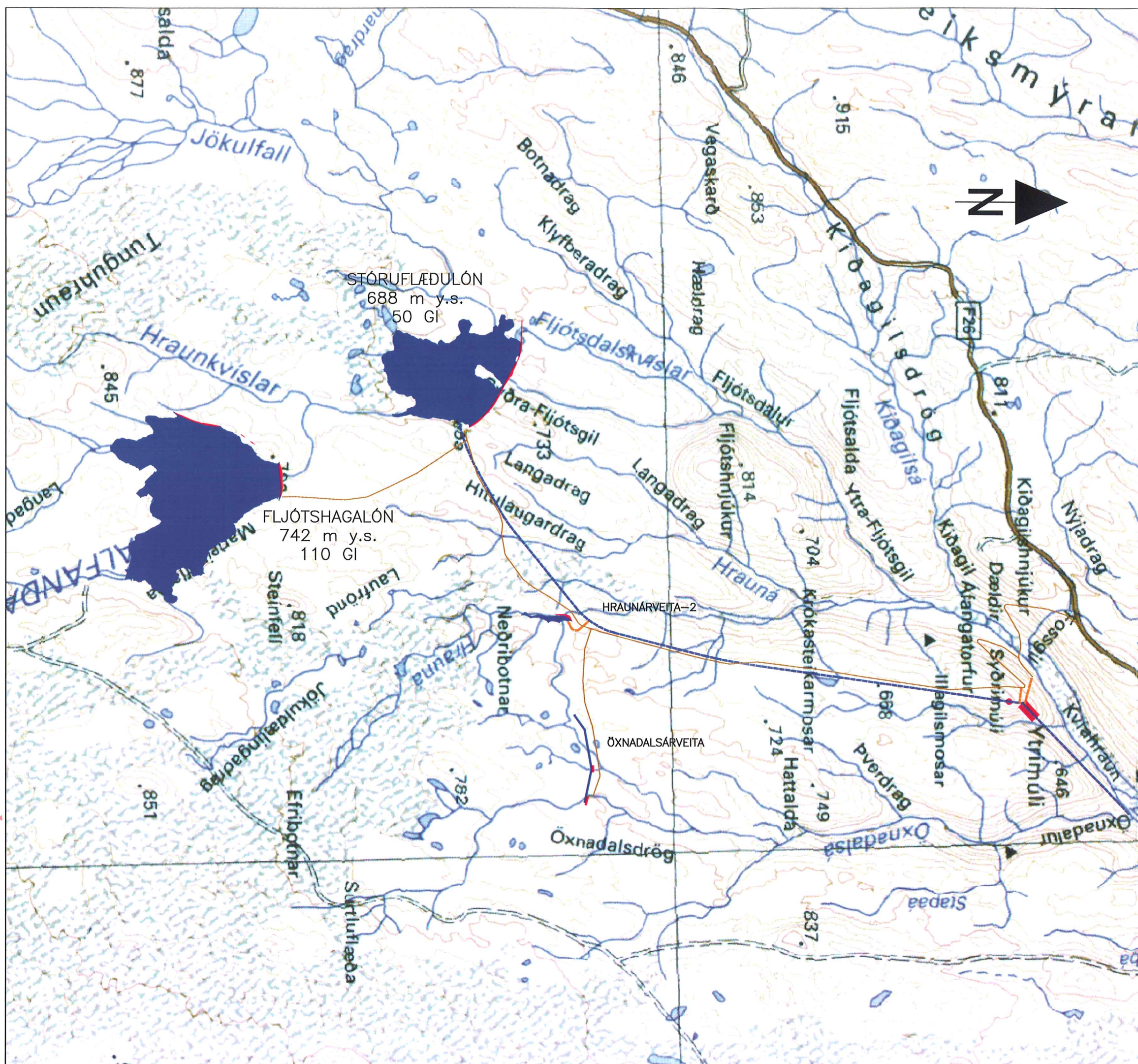
Hrafnabjargavirkjun:



Stíflustæði við Hrafnabjörg (horft til norðvesturs)



Stöðvarhússtæði Hrafnabjargavirkunar - Mjóadalsá (horft til suðvesturs)



ÚTGÁFUFRILL			
NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAD:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:		NAFN OG KT. SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:	
UNDIRSKRIFT SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:			

- SKÝRINGAR:**
-  MIDLUNARLÓN
 -  STÍFLA
 -  VEITUSKURDUR
 -  GÖNG, VATNSVEGUR
 -  GÖNG, UMFERD
 -  STÖÐVARHÚS
 -  VEGIR



ÖLL AFNOT OG AFRIÐUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDNA.

I HÖNNUN

SÍÐUMÖLA 1 • 108 REYKJAVÍK
SÍMI: 510 4000 • FAX: 510 4001
NETFANG: honnun@honnun.is
ADILAR AD FRV

HEITI VERKS:

VIRKJANIR Í SKJÁLFANDAFLJÓTI OFAN BÁRDARDALS

HEITI TEIKNINGAR:

FLJÓTSHNJÚKSVIRKJUN (SYDRIMÚLI)
YFIRLITSMYND

MELT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAD: ÖS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:100.000	NR. TEIKNINGAR: 101a
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		ÚTGÁFA:
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR:			



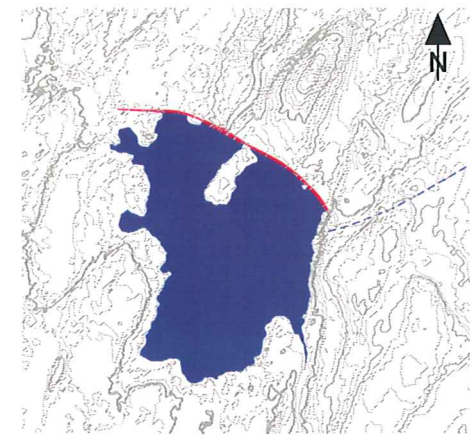
Rammaáætlun

ÚTGÁFUERILL

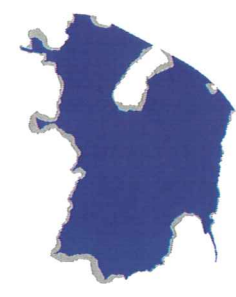
NÚMÉR:	DAGS:	SKYRINGAR:	HANNAD:

DAGS. UNDIRSKRIFTAR: NAFN OG KT. SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:

UNDIRSKRIFT SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:



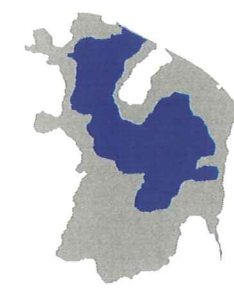
VATNSBORD 688 m y.s.



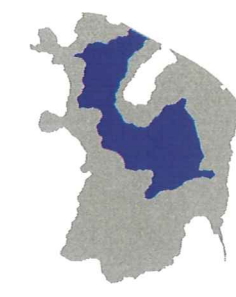
VATNSBORD 685 m y.s.



VATNSBORD 682 m y.s.

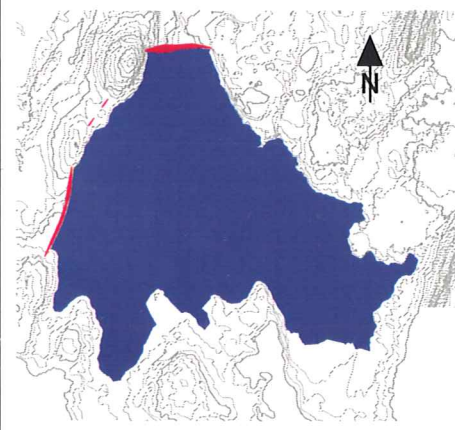


VATNSBORD 679 m y.s.

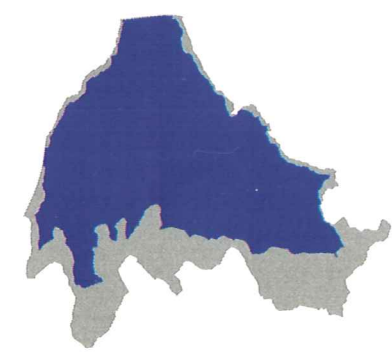


VATNSBORD 676 m y.s.

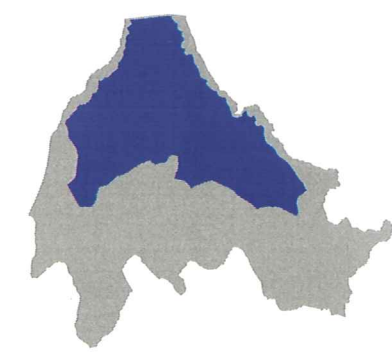
STÓRUFLÆÐULÓN



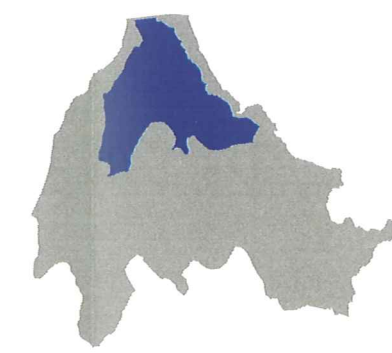
VATNSBORD 742 m y.s.



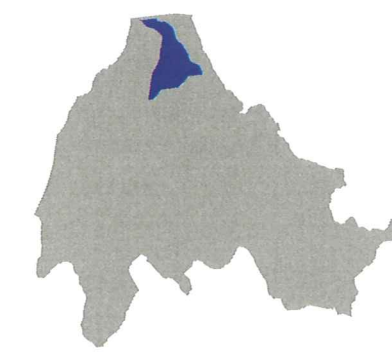
VATNSBORD 735 m y.s.



VATNSBORD 730 m y.s.

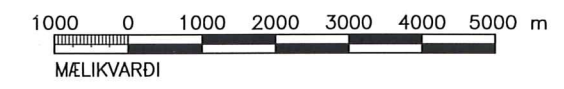


VATNSBORD 725 m y.s.



VATNSBORD 720 m y.s.

FLJÓTSHAGALÓN



ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

HÖNNUN SÍÐUMÚLA 1 • 108 REYKJAVÍK
 SÍMI: 510 4000 • FAX: 510 4001
 NETFANG: honnun@honnun.is
 ADILAR AD FRV

HEITI VERKS:
**VIRKJANIR Í SKJÁLFANDAFLJÓTI
 OFAN BÁRÐARDALS**

HEITI TEIKNINGAR:
**FLJÓTSHNJÚKSVIRKJUN (SYÐRIMÚLI)
 MIDLUNARLÓN**

MÆLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAD: ÖS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:100.000	NR. TEIKNINGAR: 102
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		ÚTGÁFA:
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR:			

ÚTGÁFUFRILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAD:

DAGS. UNDIRSKRIFTAR: NAFN OG KT. SAMRÉMINGARHÖNNUDAR:

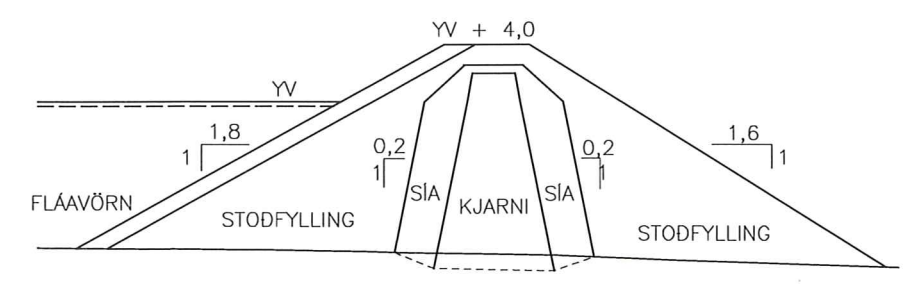
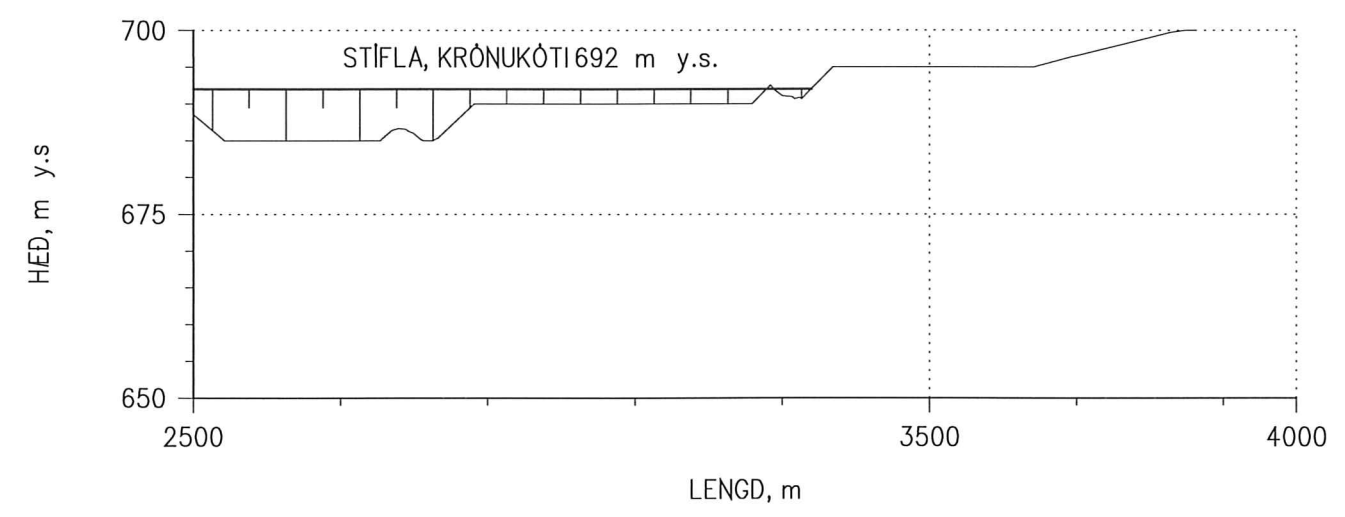
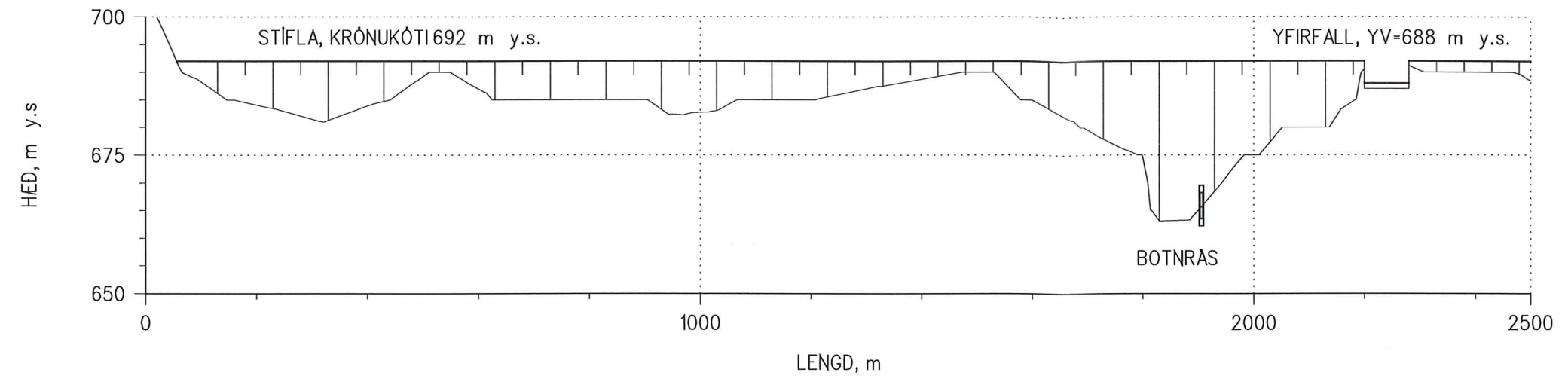
UNDIRSKRIFT SAMRÉMINGARHÖNNUDAR:

ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

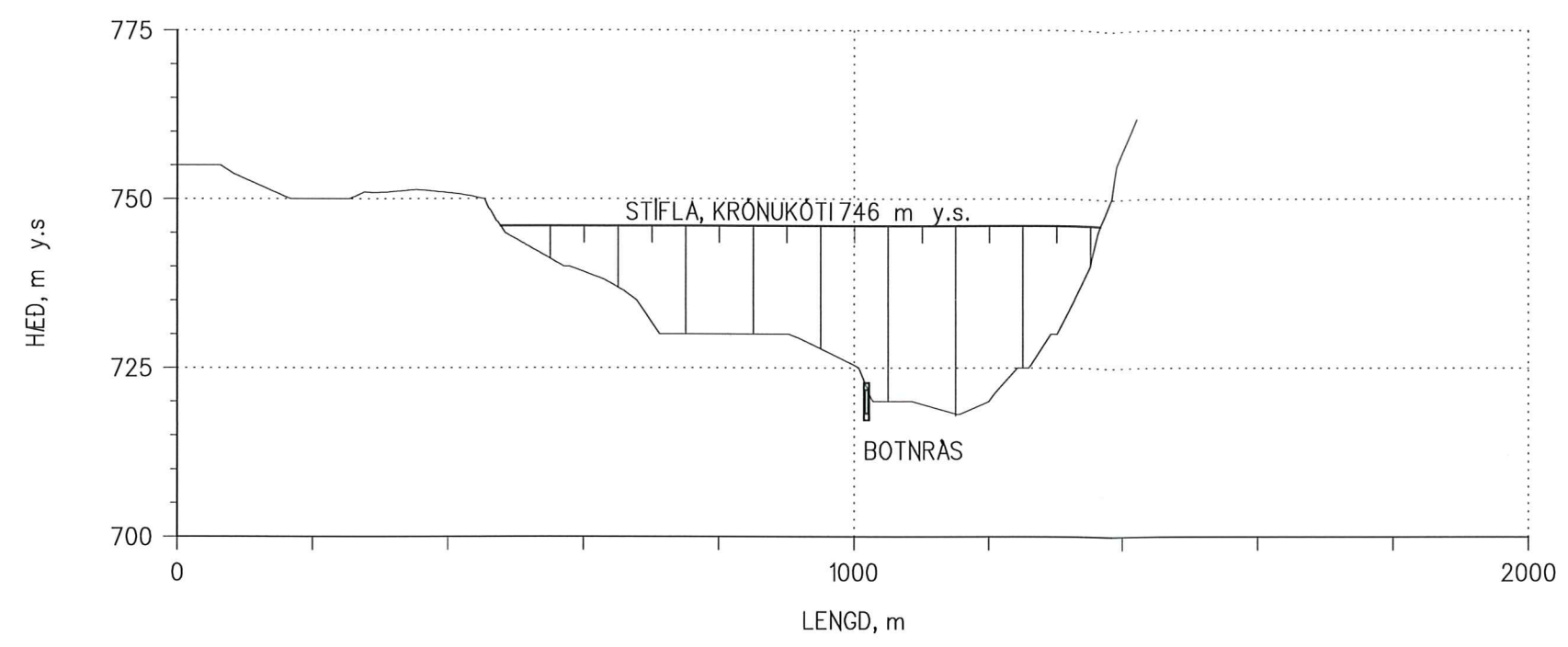
HEITI VERKS:
**VIRKJANIR Í SKJÁLFAFLJÓTI
OFAN BÁRÐARDALS**

HEITI TEIKNINGAR:
**FLJÓTSHNJÚKSVIRKJUN (SYÐRIMÚLI)
STÓRUFLÆÐULÓN, STÍFLUR**

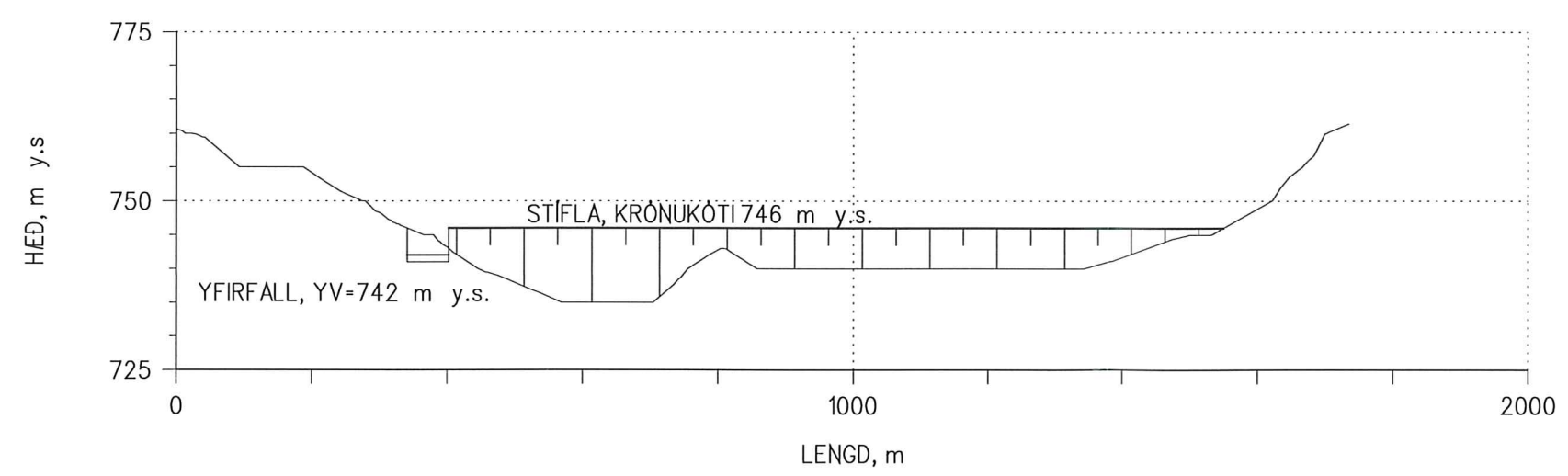
MÆLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAD: ÓS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:10.000	NR. TEIKNINGAR: 103
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR:			



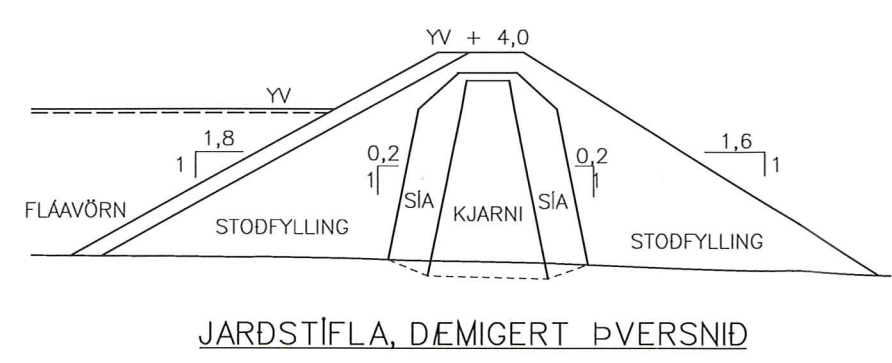
JARÐSTÍFLA, DEMIGERT ÞVERSNID



ADALSTÍFLA, SKJÁLFANDAFLJÓTI



VESTARI ADALSTÍFLA



JARDSTÍFLA, DÆMIGERT ÞVERSNIÐ

ÚTGÁFUFRILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAÐ:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:		NAFN OG KT. SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:	
UNDIRSKRIFT SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:			

ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

HEITI VERKS:
**VIRKJANIR Í SKJÁLFANDAFLJÓTI
 OFAN BÁRDARDALS**

HEITI TEIKNINGAR:
**FLJÓTSHNJÚKSVIRKJUN (SYÐRIMÚLI)
 FLJÓTSHAGALÓN, STÍFLUR**

MÉLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAÐ: ÖS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:10.000	NR. TEIKNINGAR:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		104
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR:			ÚTGÁFA:



ÚTGÁFUFRILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAÐ:

DAGS. UNDIRSKRIFTAR: NAFN OG KT. SAMRÆMINGARHÖNNUÐAR:

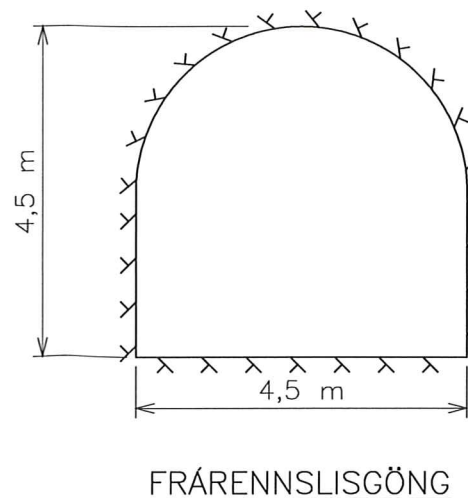
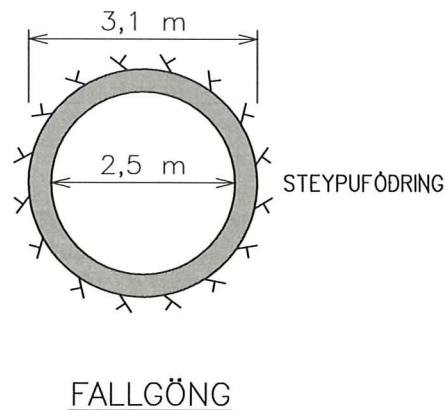
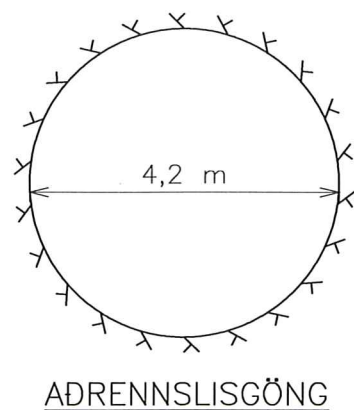
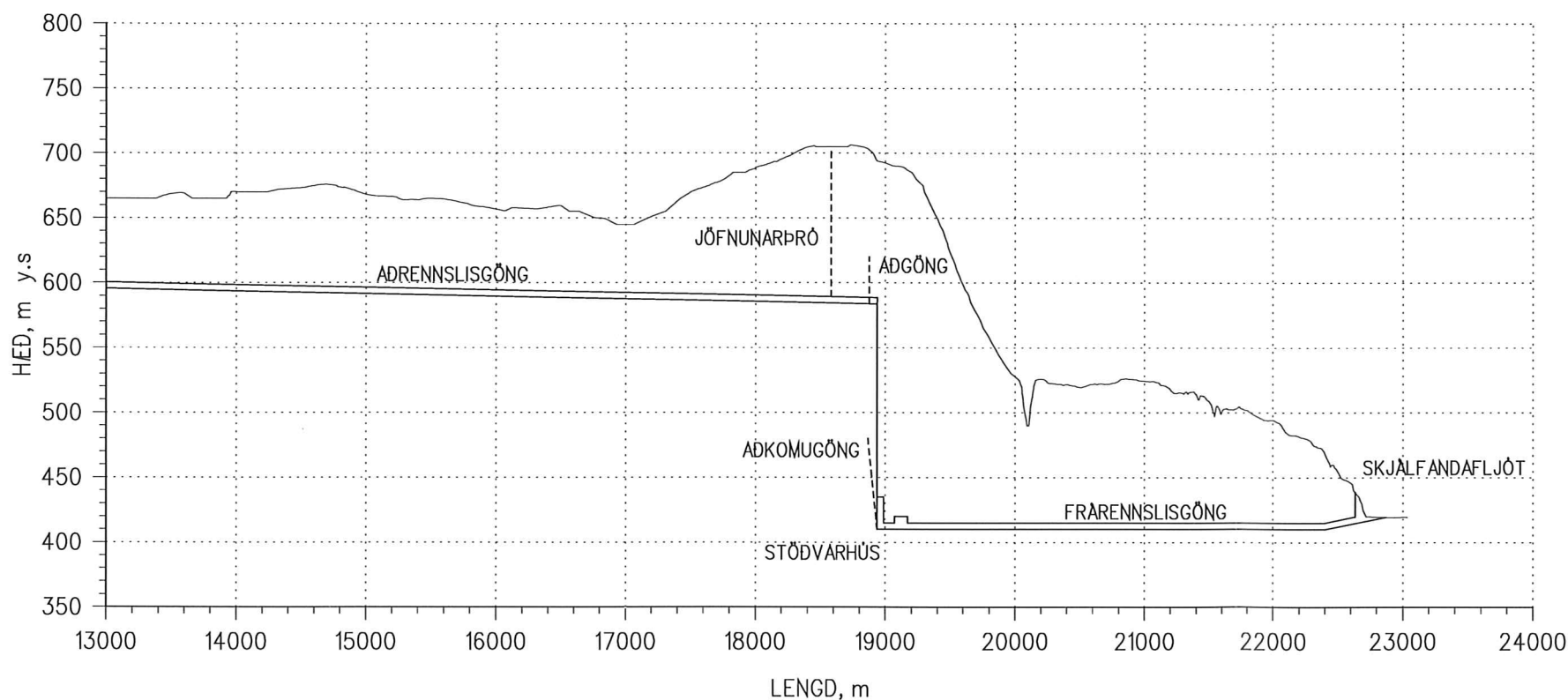
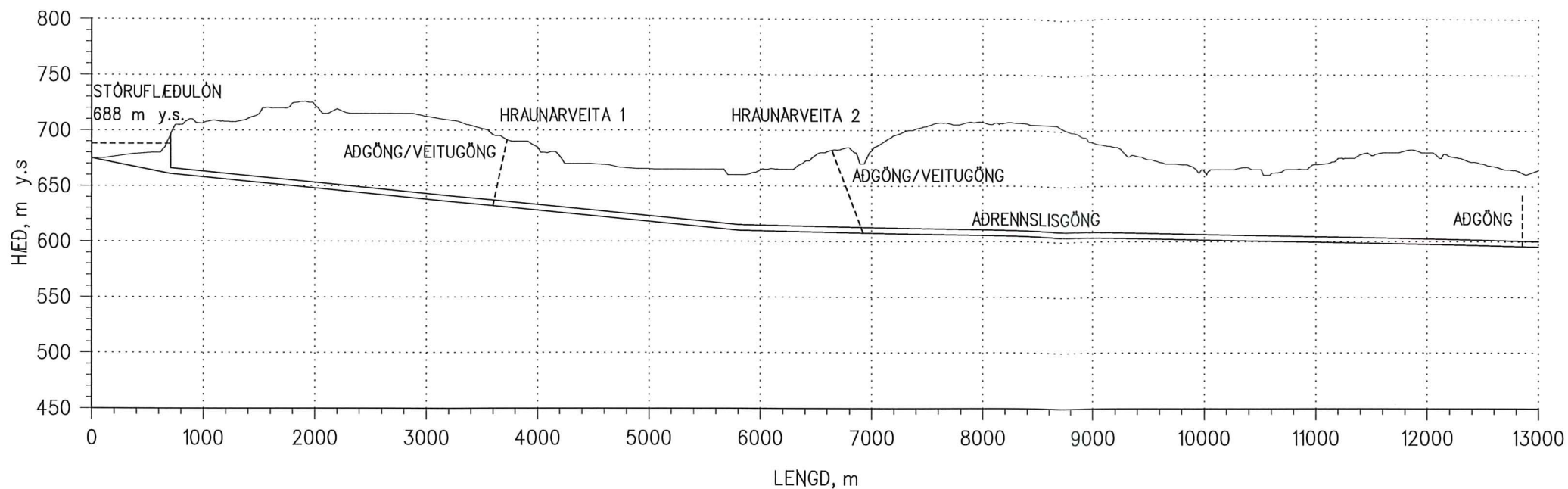
UNDIRSKRIFT SAMRÆMINGARHÖNNUÐAR:

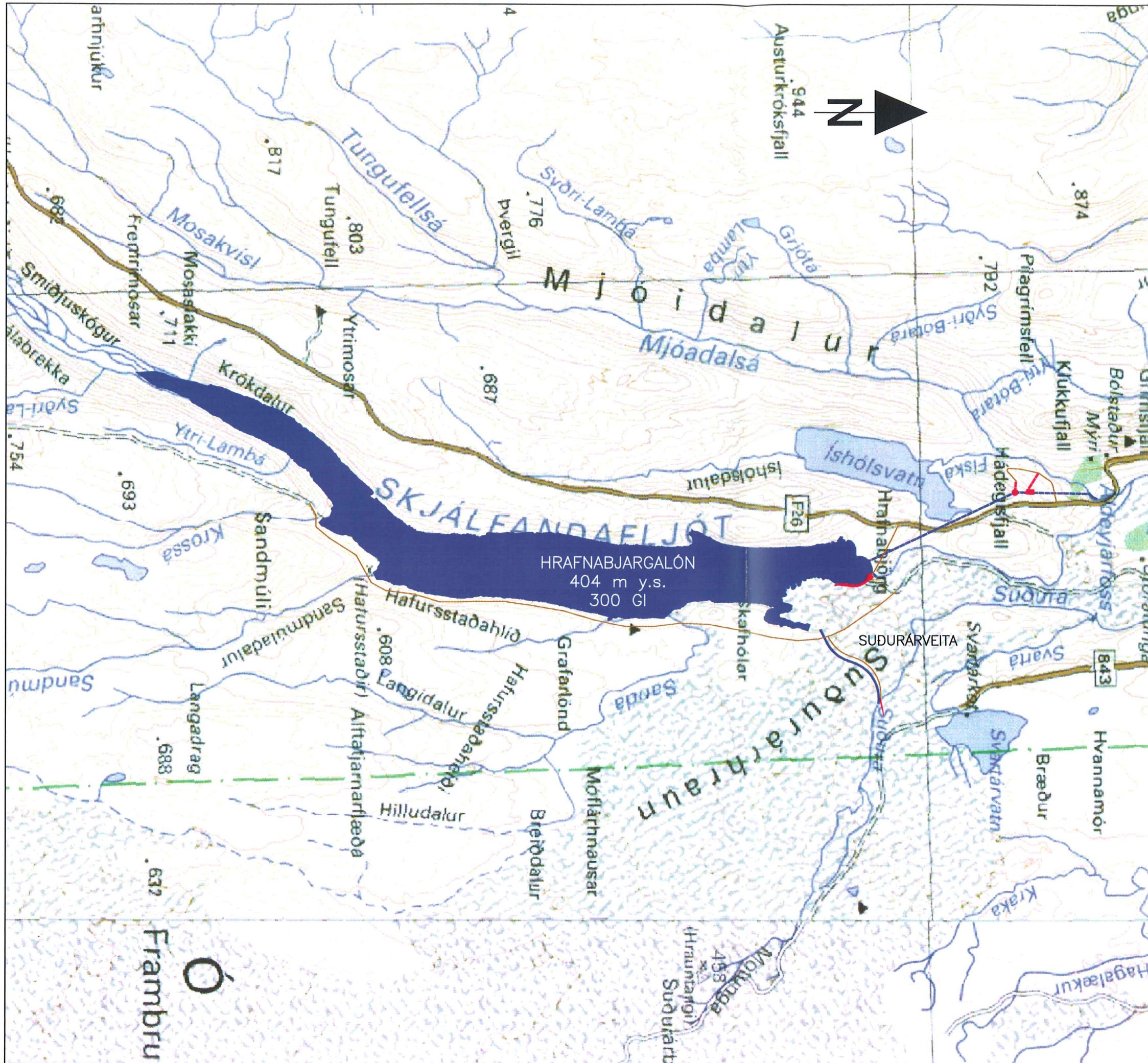
ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

HEITI VERKS:
**VIRKJANIR Í SKJÁLFAFLJÓTI
OFAN BÁRDARDALS**

HEITI TEIKNINGAR:
**FLJÓTSHNJÚKSVIRKJUN (SYDRIMÚLI)
VATNSVEGIR**

MÉLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAÐ:	ÖS/EJ	MKV: 1:50.000/1:100	NR. TEIKNINGAR:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUÐAR:		105
UNDIRSKRIFT HÖNNUÐAR:			ÚTGÁFA:





ORKUSTOFNUN



Rammaáætlun








ÚTGÁFUERILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAÐ:

DAGS. UNDIRSKRIFTAR: NAFN OG KT. SAMRÉMINGARHÖNNUDAR:

UNDIRSKRIFT SAMRÉMINGARHÖNNUDAR:

SKÝRINGAR:

-  MIDLUNARLÓN
-  STÍFLA
-  VEITUSKURÐUR
-  GÖNG, VATNSVEGUR
-  GÖNG, UMFERÐ
-  STÖÐVARHÚS
-  VEGIR



ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

HÖNNUN

SÍÐUMÓLA 1 • 108 REYKJAVÍK
SÍMI: 510 4000 • FAX: 510 4001
NETFANG: honnun@honnun.is
ADILAR AD FRV

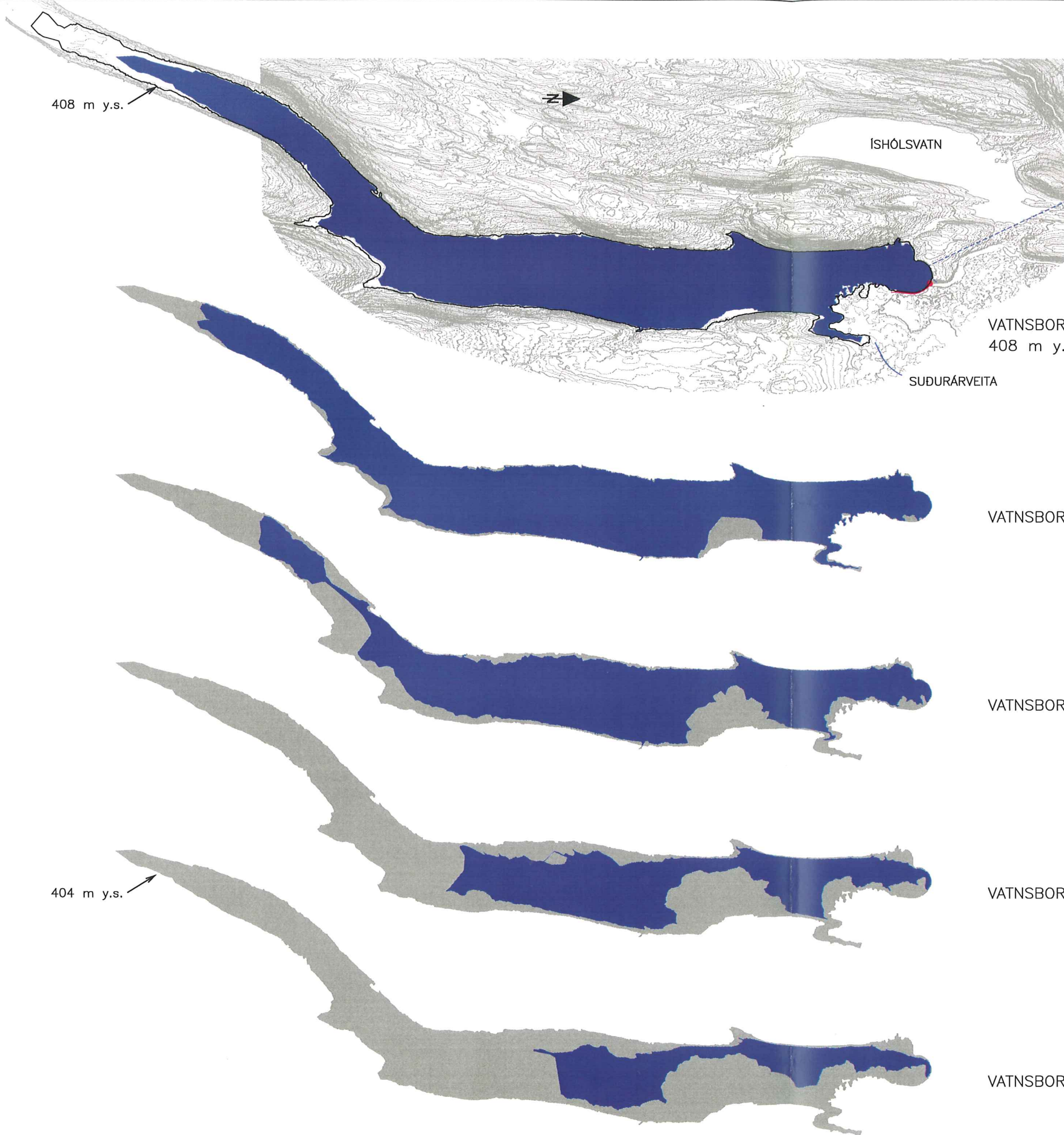
HEITI VERKS:

VIRKJANIR Í SKJÁLFANDAFLJÓTI
OFAN BÁRDARDALS

HEITI TEIKNINGAR:

HRAFNABJARGAVIRKJUN
YFIRLITSMYND

MÉLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAÐ: ÖS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:100.000	NR. TEIKNINGAR:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		201
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR:	ÚTGÁFA:		



ORKUSTOFNUN



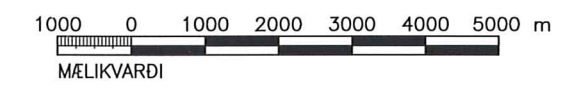
Rammaáætlun

ÚTGÁFUFRILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAD:

DAGS. UNDIRSKRIFTAR: NAFN OG KT. SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:

UNDIRSKRIFT SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:



ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

HÖNNUN SÍÐUNGULA 1 • 108 REYKJAVÍK
SÍMI: 510 4000 • FAX: 510 4001
NETFANG: honnun@honnun.is
ADILAR AD FRV

HEITI VERKS:
**VIRKJANIR Í SKJÁLFAFLJÓTI
OFAN BÁRDARDALS**

HEITI TEIKNINGAR:
**HRAFNABJARGAVIRKJUN
MIDLUNARLÓN**

MÆLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAD: ÓS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:100.000	NR. TEIKNINGAR: 202
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		

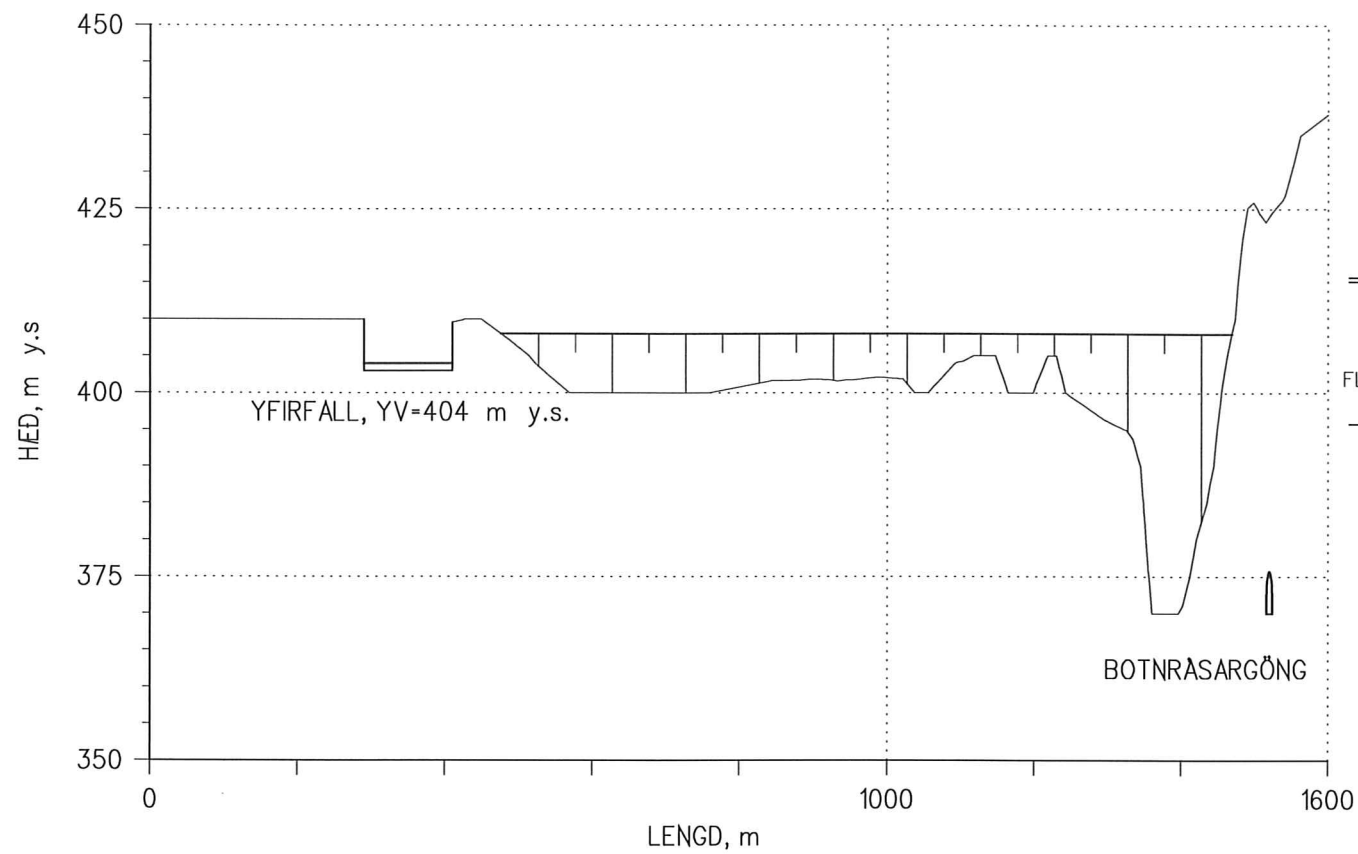
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR: ÚTGÁFA:



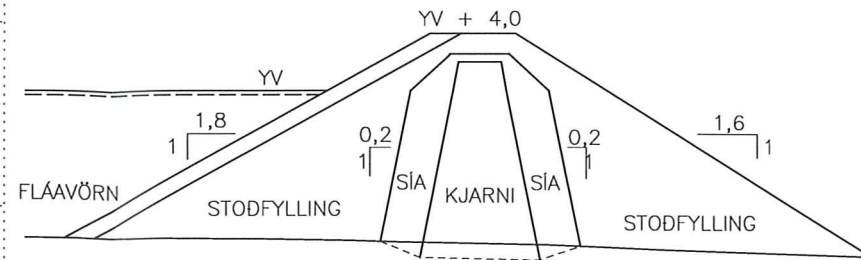
ÚTGÁFUFRILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAD:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:		

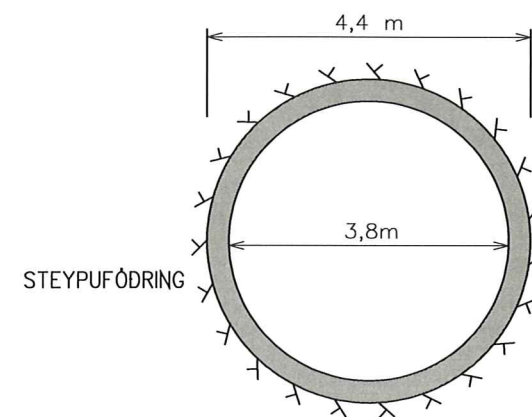
UNDIRSKRIFT SAMRÆMINGARHÖNNUDAR:



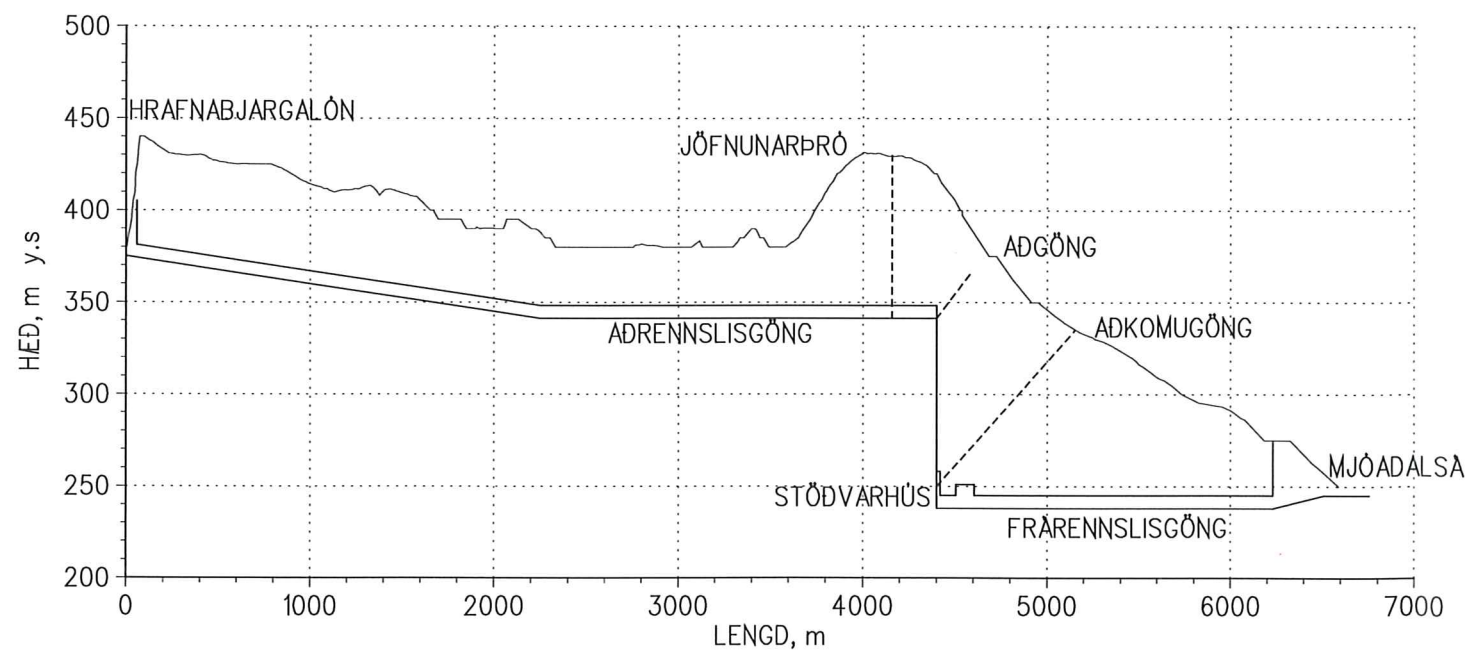
HRAFNAJARGASTÍFLA, LANGSNIÐ



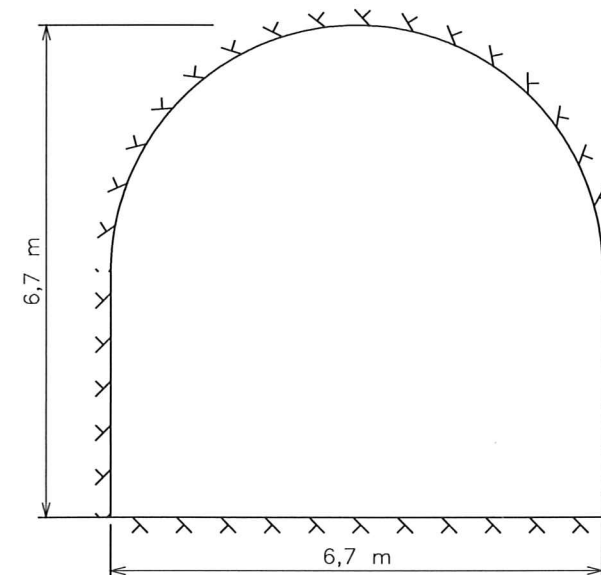
JARÐSTÍFLA, DÆMIGERT ÞVERSNIÐ



FALLGÖNG



HRAFNAJARGAVIRKJUN, VATNSVEGIR



AD- OG FRÆRENNSLISGÖNG

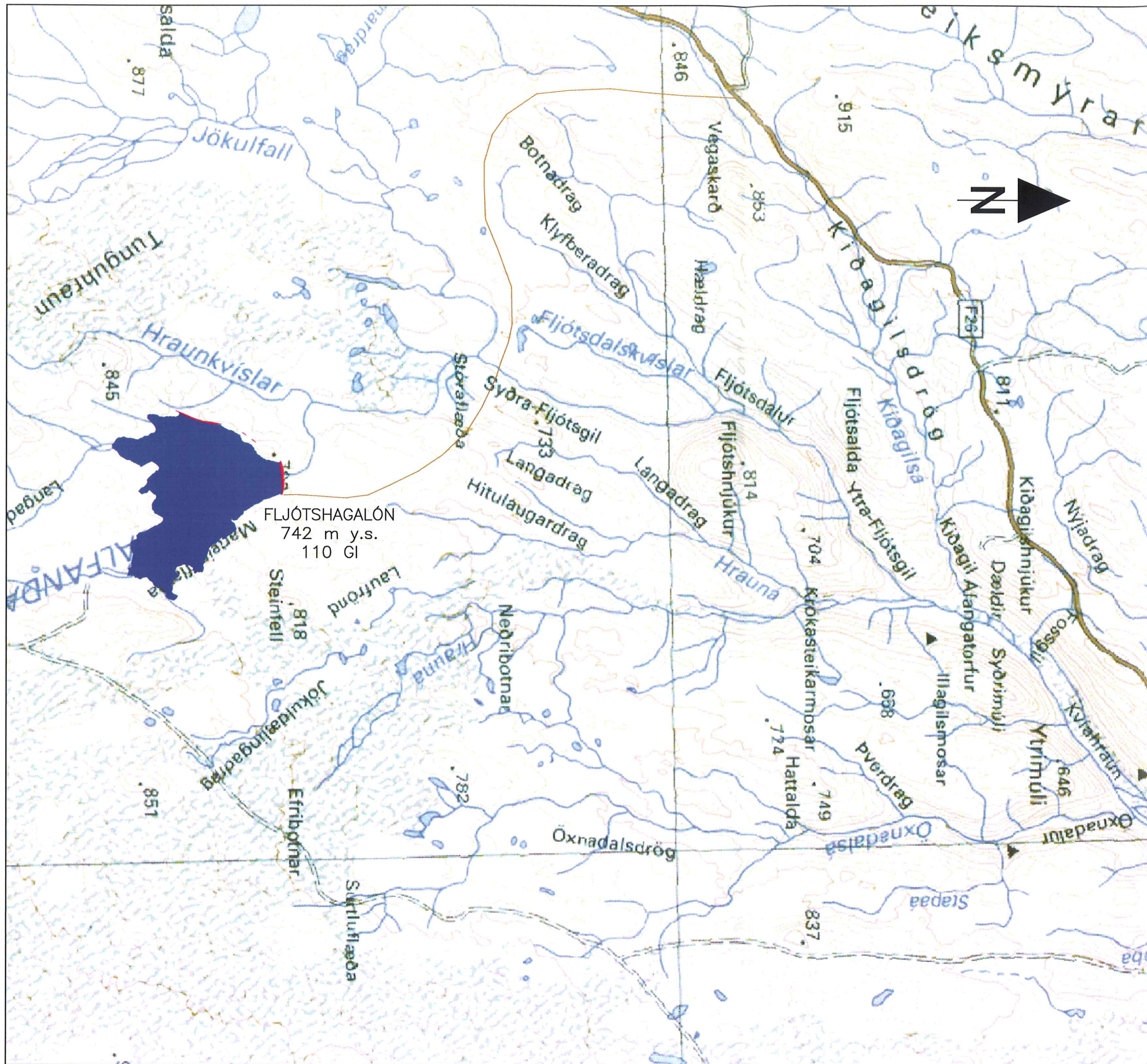
ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁD SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

HÖNNUN SIÐUNGLA 1 • 108 REYKJAVÍK
SÍM: 510 4000 • FAX: 510 4001
NETFANG: honnun@honnun.is
ADILAR AD FRV

HEITI VERKS:
**VIRKJANIR Í SKJÁLFANDAFLJÓTI
OFAN BÁRDARDALS**

HEITI TEIKNINGAR:
**HRAFNAJARGAVIRKJUN
HRAFNAJARGASTÍFLA OG VATNSVEGIR**

MÆLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	VNR: 5.010.214
HANNAD: ÓS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:40.000/1:100	NR. TEIKNINGAR: 203
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		
UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR:	ÚTGÁFA:		



05

ORKUSTOFNUN

Rammaáætlun

ÚTGÁFUERILL

NÚMÉR:	DAGS:	SKÝRINGAR:	HANNAD:

DAGS. UNDIRSKRIFTAR: NAFN OG KT. SAMRÉMINGARHÖNNUDAR:

UNDIRSKRIFT SAMRÉMINGARHÖNNUDAR:

SKÝRINGAR:

- MIDLUNARLÓN
- STÍFLA
- VEITUSKURÐUR
- GÖNG, VATNSVEGUR
- GÖNG, UMFERÐ
- STÖÐVARHÚS
- VEGIR

1000 0 1000 2000 3000 4000 5000 m

MELIKVARDI

ÖLL AFNOT OG AFRITUN TEIKNINGAR, AD HLUTA EDA HEILD, ER HÁÐ SKRIFLEGU LEYFI HÖFUNDA.

1

HÖNNUN

SIDUMÓLA 1 • 108 REYKJAVÍK
 SÍMI: 510 4000 • FAX: 510 4001
 NETFANG: honnun@honnun.is
 ADILAR AD: FRV

HEITI VERKS:

VIRKJANIR Í SKJÁLFANDAFLJÓTI OFAN BÁRDARDALS

HEITI TEIKNINGAR:

HRAFNABJARGAVIRKJUN
YFIRLITSMYND – FLJÓTSHAGALÓN

MÉLT:	TEIKNAD: EJ	GEYMSLUNÚMÉR:	WNR: 5.010.214
HANNAD: ÖS/EJ	YFIRFARID:	MKV: 1:100.000	NR. TEIKNINGAR:
DAGS. UNDIRSKRIFTAR:	NAFN OG KT. HÖNNUDAR:		

301

UNDIRSKRIFT HÖNNUDAR: ÚTGÁFA: