

SÝNIEINTAK
-má ekki fjarlægja

SKAFTÁRVIRKJUN

OFAN SKAFTÁRDALS



Stíflustæði við Fosstungur

Forathugun





Rammaáætlun um
nýtingu vatnsorku
og jarðvarma

SKAFTÁRVIRKJUN

OFAN SKAFTÁRDALS

Desember 2002

ISBN 9979-68-105-5



EFNISYFIRLIT

HELSTU EINKENNISSTÆRÐIR	I-III
1. INNGANGUR.....	1
2. VIRKJUNARTILHÖGUN	2
2.1 YFIRLIT	2
2.2 VEITUMANNVIRKI Í SKAFTÁ.....	2
2.3 VEITA SKAFTÁR INN Á ÞORVALDSAURA	4
2.4 STÍFLUR VIÐ RÉTTARFELL - MIÐLUNARLÓN Á ÞORVALDSAURUM	4
2.5 AÐRENNSLISGÖNG OG STÖÐVARHÚS.....	4
2.6 FRÁRENNSLISGÖNG.....	4
3. KOSTNAÐARÁÆTLANIR.....	5
3.1 FORSENDUR	5
3.2 KOSTNAÐARYFIRLIT	6
4. RENNSLI.....	7
5. ORKUVINNSLA OG HAGKVÆMNI.....	9
6. MIÐLUN VIÐ STAKAFELL.....	9
7. VERKFRAMKVÆMD.....	10
8. RITASKRÁ.....	11
9. FYLGISKJÖL	11
10. TEIKNINGASKRÁ.....	11

HELSTU EINKENNISSTÆRÐIR SKAFTÁRVIRKJUNAR

Vatnasvið virkjunar

Vatnasvið Skaftár ofan Sveinstinds	560	km ²
Vatnasvið Skaftár ofan Skaftárdals	1314	km ²
Vatnasvið Skaftár ofan inntaksstíflu við Syðri Ófæru	1016	km ²
Vatnasvið Tungufljóts og Þorvaldsár á Kálfasléttum	67	km ²
Vatnasvið Skaftárvirkjunar	1083	km ²

Meðalrennsli (vatnsárin 1950-1993, reiknað)

Meðalrennsli Skaftár án Hellisár, Nyrðri jökul- kvíslar, Langasjóar og Geldingaskers	85	m ³ /s
Meðalrennsli Tungufljóts og Þorvaldsár á Þorvaldsaurum (lauslega áætlað)	4,3	m ³ /s
Meðalrennsli til virkjunar	90	m ³ /s

Inntaks- og miðlunarlón

Inntakslón við Syðri Ófæru-yfirfallshæð	315	m y.s.
Miðlunarlón á Þorvaldsaurum-yfirfallshæð	311	m y.s.
Flatarmál miðlunarlóns við yfirfallshæð 311 m y.s	9,8	km ²
Nýtanleg miðlun ofan 295 m y.s.	121	Gl

Yfirfall í Skaftá

Lengd yfirfalls með krónuhæð í 315 m y.s.	1200	m
Rennslisrymd við 1,0 m hækkun vatnsborðs	2000	m ³ /s

Veitugarður að veitugöngum

Lengd	1450	m
Krónuhæð	319	m y.s.
Krónubreidd	4,3	m
Flái að vatni	1:1,6	
Flái frá vatni	1:1,6	
Efnismagn í garði	62.000	m ³

Veitugöng að miðlun á Þorvaldsaurum

Lengd jarðganga	2150	m
Bogagöng-þvermál	7,0	m
Halli	0,15	%
Efnismagn úr göngum (43,7 m ²)	94.000	m ³

Aðrennslisskurður að miðlun

Lengd	1800	m
Efnismagn úr skurði	472.000	m ³

Stíflur við Réttarfell

Lengd aðalstíflu í farvegi Tungufljóts	830	m
Lengd eystri stíflu	820	m
Krónuhæð stíflna	316	m y.s.
Krónubreidd stíflna	6	m
Mesta hæð aðalstíflu	64	m
Mesta hæð eystri stíflu	12	m
Flái að vatni	1:1,8	
Flái frá vatni	1:1,6	
Heildarrúmmál aðalstíflu	800.000	m ³
Heildarrúmmál eystri stíflu	135.000	m ³

Botnrás í aðalstíflu

Lengd	160	m
Breidd og hæð	3 x 3	m

Flóðgátt/Yfirfall í aðalstíflu

Lengd	60	m
Krónuhæð	313	m y.s.
Rennslisrýmd við vatnsborð 314 m y.s.	108	m ³ /s

Aðrennslisgöng að stöðvarhúsi

Lengd	950	m
Bogagöng-þvermál	7,5	m
Halli	0,2	%
Efnismagn úr göngum (50, 2 m ²) með aðgöngum	62.750	m ³
Aðgöng, lengd	300	m

Fallgöng og jöfnunarþró

Lóðrétt lengd fallganga	150	m
Þvermál stálklæðningar	4,25	m
Lóðrétt lengd innsprengdrar jöfnunarþróar	55	m
Efnismagn úr fallgöngum og jöfnunarþró	4400	m ³

Stöðvarhús og vélbúnaður

Gerð	Neðanjarðar	
Vélasamstæður (Francis), fjöldi	2	
Efnismagn úr stöðvarhúshelli	40.000	m ³

Aðkomugöng

Lengd	700	m
Þverskurðarflatarmál	12 + 27	m ²
Halli	1:8	
Efnismagn úr göngum	27.300	m ³

Frárennslisgöng

Lengd	6000	m
Bogagöng-þvermál	7,5	m
Halli	0,2	%
Efnismagn úr göngum	331.000	m ³
Aðgöng, lengd (20 m ²)	850	m

Afl og orka

Brúttófallhæð (311 - 125 m y.s.)	186	m
Falltöþ við fullt álag	9	m
Raunfallhæð	177	m
Virkjað rennsli	90	m ³ /s
Afl	139	MW
Orkuvinnslugeta	904	GWh/a

Stífla við Stakafell

595 m y.s. 15 Gl lónstærð	Flatarmál	7,7 km ²
600 m y.s. 65 Gl lónstærð	Flatarmál	14 km ²

Aurburður úr eystri jökulkvísl er lauslega áætlaður 1 Gl/a.

Ef reiknað er með 50 Gl nýtilegri lónstærð við Stakafell vex orkuframleiðsla Skaftárvirkjunar í um 933 GWh/a úr 904 miðað við 6500 stunda nýtingartíma.

1. INNGANGUR

Fram til þessa hafa aðeins verið gerðar lauslegar áætlanir um virkjun Skaftár, nema hvað varðar veitu efsta hluta hennar til Tungnaár. Í skýrslu sem Almenna verkfræðistofan hf (2002) vann fyrir Landsvirkjun um frumhönnun Skaftárveitu er ítarlegt yfirlit um fyrri áætlanir um þá veitu.

Í skýrslu Iðnaðarráðuneytisins 1994 "Innlendar orkulindir til vinnslu raforku" er lauslega fjallað um virkjun Skaftár í Tungufljóti með veitu Hólmsár inn í miðlunarlón á Þorvaldsaurum. Gert er þar ráð fyrir 100 m³/s meðalrennsli og rennslisorku allt að 1980 GWh/ári. Engar kostnaðaráætlanir voru gerðar, en heildarhagkvæmni talin fremur lítil. Jafnframt var reiknað með virkjun Skaftárveitu til Skaftár.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen (1998) gerði lauslega áætlun um þessa tilhögun, og gerði þá ráð fyrir því að vesturkvíslum árinna yrði veitt um Langasjó til Tungnaár. Í þeirri athugun var gert ráð fyrir að veita Skaftá, með eða án Skaftárveitu, í Tungufljót ásamt veitu Hólmsár og virkjunum í farvegi Tungufljóts, annars vegar við Réttarfell og hins vegar við Snæbýli, auk smærri virkjana ofar í Skaftá við Grjótárhöfða (20MW) og við Kamba (25MW). Virkjað afl í Skaftá/Tungufljóti/Hólmsá var samkvæmt þessum lauslegu áætlunum samtals áætlað 260 MW með Skaftárveitu til Tungnaár og 365 MW án Skaftárveitu og orkuvinnslugeta Skaftárvirkjana eftir veitu til Tungnaár alls 1660 GWh/a.

Í þessari skýrslu er fjallað um virkjun Skaftár, Syðri- og Nyrðri Ófæru, Tungufljóts og Þorvaldsár. Ófærunum og Skaftá er veitt til miðlunar á Þorvaldsaurum, sem er mynduð með stíflu við Réttarfell skammt sunnan þess er Þorvaldsá sameinast Tungufljóti. Reiknað er með veitu vestur kvísla Skaftár undan jökli til Langasjóar og áfram til Tungnaár (Skaftárveita). Um 121 Gl miðlun verður á Þorvaldsaurum og jarðgöng sprengd gegnum Réttarfell yfir í Skaftá rétt ofan við Búland. Hólmsá er í þessu tilviki ekki veitt yfir í miðlunarlón á Þorvaldsaurum, enda hagkvæmt að virkja hana eina og sér í meira falli neðar í ánni.

Ekki er í þessari skýrslu talið raunhæft að virkja Skaftá með Tungufljóti alfarið í farvegi Tungufljóts niður undir Flögulón, m.a. vegna mikillar röskunar á rennsli Skaftár í byggð og tilheyrandi breytingum á grunnvatnsrennsli í Eldhrauni, en Hólmsá er gert ráð fyrir að virkja sérstaklega við Einhyrning og hugsanlega einnig við Brytalæki og er afl og orkuvinnslugeta þeirra áætlað 90 MW og 560 GWh/a, sbr. Rammaáætlunarskýrslu-Hólmsárvirkjun, Almenna verkfræðistofan október 2001. Lauslega er fjallað um miðlun við Stakafell í kafla 6 hér á eftir, en þar væri mögulegt að gera um 65 Gl miðlun, sem nýtist aðeins að hluta vegna mikils framburðar Skaftár inn í lónið.

Rannsóknir á svæðinu eru mjög takmarkaðar, stafræn kort með 5 m hæðarlínum eru til af mestum hluta virkjunarsvæðisins.

Náttúrufræðistofnun Íslands hefur kannað gróður og dýralíf á virkjunarsvæðinu (í vinnslu).

Megindrættir jarðfræði svæðisins eru þekktir, en Skaftáreldahraun hefur runnið niður farveg Skaftár, sem áður rann í gljúfri frá Uxatindum að Skaftárdal milli Fremra Grjótárhöfuðs að austan og Hánípu að vestan. Engar sértækar rannsóknir með tilliti til virkjunarframkvæmda eða boranir hafa verið gerðar á svæðinu. Jarðfræði móbergshryggjanna við Langasjó er vel þekkt (Elsa G. Vilmundardóttir o.fl 1999).

Vatnshæðarmælir er við Sveinstind, vhm 166, og annar við Skaftárdal vhm 70. Kvarði var settur í Skaftá við Skaftárdal 1951 og brunnsíriti 1967. Hlaup í ánni valda truflunum á rennsli við vatnshæðarmælinn, en leiðrétt er fyrir þeim eftir föngum. Samfelldar mælingar við Sveinstind hafa verið gerðar með sírita frá 1986. Meðalrennsli Skaftár skv. rennislíkani Vatnaskila (2001) fyrir tímabilið 1950-1993 er um 39 m³/s við Sveinstind og 107 m³/s við Skaftárdal. Samkvæmt rennislíkaninu er meðalrennsli Skaftár við Skaftárdal nokkuð jafnt, vetrarrennsli um 55-75 m³/s og sumarrennsli 100-140 m³/s. Í hlaupum getur rennslið farið í um og yfir 1000 m³/s. Rennsli Tungufljóts hefur ekki verið mælt nema með einstökum og óreglulegum mælingum, en vatnasvið þess og Þorvaldsár ofan Réttarfells er um 67 km². Gera má ráð fyrir að meðalrennsli þeirra til miðlunarlóns á Þorvaldsaurum sé 5-6 m³/s.

2. VIRKJUNARTILHÖGUN

2.1 Yfirlit

Gert er ráð fyrir að steypa lága yfirfallsstíflu þvert yfir farveg Skaftár og Syðri Ófæru um Rótarhólma milli Fremra Grjótárhöfuðs og Hánípu, sjá uppdrætti nr. 202 og 203. Þröskuldurinn verður aðeins 2-3 m hár og hefur þann tilgang að hækka vatnsborð Skaftár í um 315 m y.s. og beina rennsli að inntaki aðrennslisskurðar og útskolunarmannvirkjum í og við farveg Syðri Ófæru.

Veitugarður um 1,5 km langur verður byggður frá yfirfallsstíflunni niður með Syðri Ófæru að inntaksmannvirki jarðganga sem sprengd verða undir austurhlíðum Bláfjalls og opnast í veituskurði sem grafinn verður eftir meginkvísl Þorvaldsár, er flytur virkjað rennsli Skaftár og Syðri Ófæru inn í miðlunarlón á Þorvaldsaurum.

Við ármót Tungufljóts og Þorvaldsár við Réttarfell verður byggð miðlunarstífla í svonefndum Rásgljúfrum. Mesta hæð stíflu verður um 64 m í árfarvegi Tungufljóts. Frá miðlun á Þorvaldsaurum (311 m y.s.) verður vatninu veitt um stutt aðrennslisgöng um 1 km að lengd að stöðvarhúsi neðanjarðar austan í Réttarfellinu og þaðan um frárennslisgöng 6,0 km löng út í Skaftá við Búland í um 125 m y.s..

Stærð virkjunar er áætluð 139 MW með 121 GJ miðlun á Þorvaldsaurum.

Aðkoma að stöðvarhúsi verður um Fjallabaksleið nyrðri inn undir Réttarfell. Veginn úr byggð þarf að endurbæta og leggja um 500 m langan nýjan veg frá Fjallabaksleiðinni að gangamunna aðkomuganga austan við Réttarfell. Lengd vegar frá þjóðvegi við Búland að stöðvarhúsi verður væntanlega 5,5 km, þar af um 5 km á Fjallabaksleið. Jafnframt þarf að endurbæta veginn (Fjallabaksleið) frá stöðvarhúsaðkomu austan Réttarfells um Núpsheiði og Þorvaldsaura að inntaksmannvirkjum í Skaftá/Syðri Ófæru alls um 12 km og leggja nýjan veg um 1,5 km frá Fjallabaksleið norðan í Réttarfelli að stíflu í Rásgljúfrum.

2.2 Veitumannvirki í Skaftá

Skaftá verður stífluð með lágri steyptri yfirfallsstíflu skammt ofan við ármót Syðri Ófæru. Gert er ráð fyrir hnoðsteypu (RCC), sem talin er henta vel við aðstæður á stíflustæðinu og með tiliti til jökulhlaupa sem í seinni tíð hafa komið með stuttu millibili og nokkuð reglubundnum hætti.

Landhæð á stíflustæðinu er í að hluta um 313 m y.s. og er fyrirhugað að yfirfallshæðin verði í 315 m y.s. Farvegurinn er þakinn framburði Skaftár, malar- og sandeyrar, ofan á Skaftáreldahrauni frá 1783.

Við vesturlandið verður rennsli Skaftár veitt um aðrennsliskurð í farvegi Syðri Ófæru að jarðgangainntaki, sem byggt verður í gili vestur af Fremri tólfahringum þar sem Syðri Ófæra þverbeygir til austurs skammt ofan brúarinnar. Byggður verður lágur 1,5 km langur stíflugarður á austurbakka Syðri Ófæru með krónuhæð 319 m y.s. Gert er ráð fyrir jarðvegsgarði með þéttidúk vatnsmegin og fláum 1:1,6 beggja megin. Sérstök grjótvörn verður á fláanum að utan til að verja hann gegn hugsanlegri áraun frá Skaftárhlaupum. Mögulegt væri að nota hraunhellur, sem fást við byggingu yfirfallsstíflu í Skaftá, í grjótvörnina þannig að garðurinn falli vel inn í umhverfið. Venjuleg vatnsborðshæð í lóni/skurði verður um 315 m y.s.

Fjallabaksleið nyrðri fer undir vatn eða stíflumannvirki á stuttum kafla við efri enda aðrennsliskurðarins í Skaftá/Syðri Ófæru og þarf því að hækka veginn upp innan lónsins og byggja tvær brýr yfir Syðri Ófæru.

Sæluhúsið Hólaskjól við Syðri Ófæru er um 1,5 km ofan við fyrirhugaða yfirfallsstíflu í Skaftá og er landhæð þar um 320 m y.s.. Við venjulegt hámarksrennsli í Skaftá, venjuleg jökulhlaup, mun sæluhúsið ekki verða í hættu, en hækka þarf veginn að húsinu á stuttum kafla. Jafnframt má gera ráð fyrir að rennsli Syðri Ófæru og Nyrðri Ófæru ef henni yrði veitt í Syðri Ófæru, eins og hún rann áður, verði vatn við Hólaskjól að mestu tært en ekki jökullitað.

Yfirfallsstíflan hefur þann tilgang að hækka vatnsborð í Skaftá um 1,5-2 m og veita rennsli hennar að vesturlandinu. Vegna mikils aurburðar, sem minnkar þó umtalsvert ef vestari kvísl Skaftár undan jökli verður veitt í Langasjó, verða aur- og ísskolunarmannvirki með tilheyrandi búnaði byggð rétt ofan við jarðgangamunnan. Gert er einnig ráð fyrir aurskolun við efri enda aðrennslisskurðarins til að geta fjarlægst aur sem líklegt er að setjist þar að við vissar aðstæður. Heildarlengd yfirfallsstíflu verður um 1200 m og verður hún gerð úr hnoðsteypu og grunduð á Skaftáreldahrauninu. Stíflan verður byggð í áföngum og aurskolunarmannvirki notuð sem framhjärennsli á byggingartíma. Við 316 m y.s. vatnsborðshæð ofan stíflu mun yfirfallið flytja um 2000 m³/s.

Vegna mikils aurframburðar í jökulhlaupum er gert ráð fyrir, þegar þau koma, að loka fyrir rennsli til miðlunarlóns á Þorvaldsaurum með lokubúnað við efri enda jarðganga. Með því móti verður ekki rennsli inn í skurðinn meðan á jökulhlaupinu stendur, flóðið fer þá alfarið yfir yfirfallsstífluna og flytur aurinn með sér. Þetta dregur úr orkuvinnslu Skaftárvirkjunar meðan þetta ástand varir og líklegt er að gera verði sérstakar ráðstafanir að jökulhlaupi loknu til að ná fram rennsli til aðrennslisskurðarins, en það þarf að kanna betur síðar.

Augljóst virðist að gera þurfi líkantilraunir vegna hönnunar yfirfallsstíflu og skolunarmannvirkja. Legu stíflu þarf að kanna nánar og vandamál vegna aurburðar og aurskolunar yfir eða gegnum stífluna. Eðlilegt virðist að nýta rennsli jökulhlaupanna til að skola aurframburði niður fyrir stíflu, en hugsanlegt er þó að dæling aurs ofan stíflunnar verði nauðsynleg að einhverju marki. Vegna mikillar óvissu um hagkvæmasta fyrirkomulag þessa mannvirkis er lagt til að kanna sérstaklega mögulegar tæknilegar lausnir með hliðsjón af jökulhlaupum og miklum framburði aurs. Þetta mannvirki og þar með veita Skaftár inn á Þorvaldsaura er vafalítið sá verkþáttur virkjunarinnar sem mestri óvissu veldur.

2.3 Veita Skaftár inn á Þorvaldsaura

Vatni Skaftár verður veitt um jarðgöng gegnum hæðadrög í undirhlíðum Bláfjalls inn á Þorvaldsaura. Jarðgöngin verða um 2,15 km að lengd og opnast út í skurð í farvegi Þorvaldsár, þar sem hún rennur inn á Þorvaldsaura. Botn í skurði verður í 305 til 303 m y.s. og lengd hans verður um 1,8 km, halli 0,1%. Þversniðsflatarmál jarðganga verður um 43,7 m². Gert er ráð fyrir sprengdum göngum, styrktum með bergboltum og sprautusteypu og að halli þeirra verði 0,15 %. Yfirborð á jarðgangaleið er á bilinu 325 til 375 m y.s. og jarðlög eru væntanlega að mestu leyti úr móbergi, sem líkur eru taldar á að henti vel til jarðgangagerðar. Gert er ráð fyrir styrkingum á 20% heildarlengdar ganganna.

2.4 Stíflur við Réttarfell - Miðlunarlón á Þorvaldsaurum

Miðlunarlón á Þorvaldsaurum verður myndað með stíflu í Tungufljóti efst í Rásgljúfrum milli Réttarfells og Fosstungna. Gert er ráð fyrir venjulegu vatnsborði í lóni í 311 m y.s. og hæð á stíflukrónu 316 m y.s.

Miðað við 20 m niðurdrátt í lóni niður í vatnsborðshæð 291 m.y.s verður stærð miðlunar 121 Gl. Stíflan verður jarðvegsstífla með asfaltkjarna í miðju og fláar fyrirhugaðir 1:1,8 vatns megin og 1:1,6 frá vatni. Heildarlengd stíflu verður um 830 m. Yfirfalli verður komið fyrir í vesturenda stíflunar með krónuhæð í 313 m y.s., sem flytur hugsanlegt flóðvatn af vatnasviði Tungufljóts/Þorvaldsár þegar lón er fullt, niður í farveg Tungufljóts neðan stíflu. Með stjórnun rennslis frá Skaftá inn í miðlunarlónið verður hægt að takmarka rennslis flóðvatns til Tungufljóts verulega og jafnvel koma alfarið í veg fyrir slíkt rennslis. Líta má því á yfirfallið sem öryggisyfirfall sem aðeins yrði notað í neyðartilvikum.

Einnig þarf að byggja stíflu í skarðið milli Réttarfells og Núpsheiðar (eystri stífla), en þar er landhæð í um 306 til 310 m y.s. á um 400 m kafla. Stíflan verður jarðvegsstífla með asfaltkjarna og fláum 1:1,6 beggja megin. Stíflukróna verður í 316 m y.s. og heildarlengd hennar um 820 m.

Líkindadreifing lónhæðar er sýnd á fylgiskjali 4. Samkvæmt líkindareikningum má gera ráð fyrir að lónhæð verði að meðaltali í um 300 m y.s. í mars og apríl, þ.e. 10-12 m undir hæstu vatnsborðsstöðu í lóni.

2.5 Aðrennslisgöng og stöðvarhús

Um 950 m löng aðrennslisgöng verða sprengd gegnum Réttarfellið til aust-suðausturs að jöfnunarþró og fallgöng niður að neðanjarðar stöðvarhúshelli sem verður undir Réttarfellinu í um 130 m y.s. og um 800 m löng aðkomugöng með halla 1:8 þaðan upp á yfirborð við Selá austan Réttarfells í aðeins 500 m fjarlægð frá Fjallabaksleið. Tengivirki orkuversins verður væntanlega ofanjarðar austan í Réttarfellinu.

2.6 Frárennslisgöng

Frá stöðvarhúsinu verða sprengd frárennslisgöng út í Skaftá móts við bæinn Búland í Skaftártungu. Lengd ganganna verður 6,0 km og þvermál um 7,5 m. Halli á jarðgöngum verður 0,2%. Vatnsborðshæð í Skaftá við gangamunna er um 125 m y.s. og brúttófallhæð því 186 m. Gert er ráð fyrir styrkingum á 20% af heildarlengd ganganna.

Við efri enda gangnanna er gert ráð fyrir jöfnunarþró til dempunar á sveiflum í göngunum.

3. KOSTNAÐARÁÆTLANIR

3.1 Forsendur

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

Efnismagn í stíflum og skurðum er magntekið af korti 1:10.000 með 5 m hæðarlínunum. Óvissa er því nokkur í magntökunni bæði vegna ónákvæmni í kortum og skorts á upplýsingum um jarðveg á stíflu- og skurðstæðum. Skýrsluhöfundar hafa þó komið á virkjunarsvæðið og þekkja því nokkuð til landslags og jarðlaga þar sem mannvirki eru fyrirhuguð.

Magntölur í stöðvarhúsi, inntaki og jarðgöngum eru áætlaðar í samræmi við samræmdar hönnunarforsendur Rammaáætlunar.

Talið er að jarðgöng og stöðvarhús liggi í móbergi sem gera má ráð fyrir að henti vel til jarðgangagerðar, en óvissa er eðli málsins samkvæmt all nokkur og ber að hafa það í huga þar sem þessir verkþættir vega mjög þungt í heildarkostnaði virkjunarinnar.

Hagkvæm stærð/vídd vatnsvega hefur verið ákvörðuð með hliðsjón af jaðaráhrifum á orku og afl virkjunarinnar.

Eins og fram hefur komið er veruleg óvissa um fyrirkomulag yfirfallsstíflu og tilheyrandi aurskolunarmannvirkja, einkum vegna jökulhlaupanna. Hafa ber einnig í huga að kort af svæðinu eru ónákvæm og því aukin óvissa af þeim sökum. Ekki eru tók á að leggja vinnu í að hanna þessi mannvirki á þessu stigi, eðli málsins samkvæmt (Rammaáætlun). Við kostnaðarmat mannvirkjana er höfð hliðsjón af sambærilegum mannvirkjum í Þjórsá við Bjarnalón. Telja verður þessa nálgun fullnægjandi vegna kostnaðarreikninga og hagkvæmnimats.

3.2 Kostnaðaryfirlit

Verkþáttur	Mkr.
Verkbú	
Verkbú (tygjun, aðstaða, vinnubúðir)	447,5
Vegagerð og rafveita	163,4
Veita Skaftár	
Yfirfallsstífla í Skaftá	571,7
Brýr yfir S-Ófæru	199,2
Aur- og ísskolunarmannvirki	317,9
Veitugarður neðan Skaftárstíflu	157,8
Jarðganginntak og botnrás í Syðri Ófæru	280,9
Veitujarðgöng að miðlun	296,1
Veituskurður að miðlun	382,6
Miðlun	
Aðalstífla efst í Rásgljúfrum	998,3
Botnrás aðalstíflu	213,7
Flóðgátt í aðalstíflu	57,1
Eystri stífla milli Réttarfells og Núpsheiðar	272,1
Virkjunargöng, stöðvarhús	
Inntak aðrennslisganga	310,6
Aðrennslisgöng 950 m	345,1
Fallgöng og jöfnunarþró	193,2
Aðkomugöng að stöðvarhúsi	200,8
Stöðvarhús	1.178,0
Aðkomuhús/stjórnhús, stöðvarbyggð	321,6
Frárennslisgöng með aðgöngum og jöfnunarþró	2.098,3
Vélar og rafbúnaður	1.900,7
Verkkostnaður	10.906,6
Ófyrirséð 20%	2.181,3
Verktakakostnaður	13.087,9
Hönnunar og umsjónarkostnaður 13,5%	1.766,9
Undirbúningskostnaður 2,5%	327,2
Annarr verkkaupakostnaður 4,0%	523,5
Framkvæmdakostnaður	15.705,5
Fjármagnskostnaður 10,1%	1.586,3
Heildarkostnaður án VSK	17.291,8

4. RENNSLI

Síriti var settur upp í Skaftá við Skaftárdal 13. júlí 1967 (vhm 70) og hefur rennsli verið mælt óslitið síðan. Áður, allt frá árinu 1951, hafði verið lesið af kvarða í Skaftá við Skaftárdal.

Rekstur síritans hefur gengið vel og öll gögn úr honum voru endurskoðuð fram til 1997. Truflanir hafa þó verið nokkrar við lágrennsli vegna íss og í flóðum (jökulhlaup).

Meðalrennsli Skaftár við Skaftárdal 1967-1997 var skv. mati á rennslisgögnum 107 m³/s. Minnsta meðalársrennsli var 81,2 m³/s árið 1985 og mesta meðalársrennsli 144 m³/s árið 1976, en það ár var ekki jökulhlaup. Hámarksrennsli tímabilsins mældist 1390 m³/s í ágúst 1984 og lágmarksrennsli 36 m³/s í apríl 1988.

Skaftá er bæði lindá og jökulá og er árlegt meðalrennsli að jafnaði nokkuð jafnt. Á 30 ára rennslistímabili hefur meðalrennsli í 4 ár verið minna en 90 m³/s og 63% árunna hefur meðalrennslið verið yfir 100 m³/s við Skaftárdal.

Þrjátíu og fimm jökulhlaup hafa komið í Skaftá á 45 ára tímabili 1955-2000. Í níu tilvikum hefur hámarksrennslið við Skaftárdal farið yfir 1000 m³/s, en í flestum tilvikunum hefur hámarksrennsli verið verulega minna.

Vegna vinnu við Rammááætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma gerði verkfræðistofan Vatnaskil rennislíkan af Skaftá við Skaftárdal (vhm 070) (Verkfræðistofan Vatnaskil sf. 2001). Líkanið reiknar daglegt rennsli á 6 svæðum innan vatnasvæðisins út frá úrkomu og hita á Kirkjubæjarklaustri. Niðurstöður líkansins varðandi vatnasvið og meðalrennsli má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Vatnasvið og rennsli samkvæmt bráðabirgðarennislíkani Vatnaskila

	Vatnasvið	Meðalrennsli	Meðal rennsli á flatarein.
	[km ²]	[m ³ /s]	[l/s/km ²]
R137 Skaftárjökull norðan Skaftárfells	208	13,9	67
R138 Innrennsli í Langasjó	87	3,5	40
Samtals í Skaftárveitu	295	17,4	59
R201 Skaftárjökull sunnan Skaftárfells	140	18,5	132
Samtals í Skaftárveitu meiri	435	35,9	83
Ofan Sveinstinds en neðan jökuls og Langasjóar	125	3,4	27
R137 Samtals við Sveinstind vhm 166	560	39,3	70
R203 Hellisá	150	9,6	64
Ofan Skaftárdals en neðan Sveinstinds án Hellisár	604	57,9	96
R202 Skaftá við Skaftárdal (vhm 70)	1314	106,8	81

Líkanið er bráðabirgðalíkan þar sem það notar mjög einfalt grunnvatnslíkan sem er sérstaklega bagalegt þar sem grunnvatnsrennsli er mjög mikill hluti heildarrennslis í Skaftárdal. Endanlegt rennislíkan verður að líkja eftir eiginleikum jarðlaga og reikna rennsli eftir því og verður að líta á allt svæðið frá jökli til ósa í Meðallandi og Landbroti í heild ef fá á rétta mynd af þessu flókna grunnvatnsrennsli. Mikilvægi grunnvatnsins sést til dæmis á því að meðalrennslið á flatareiningu vex eftir því sem neðar dregur á vatnasviðinu og er mest rétt ofan Skaftárdals. Hafa ber þó í huga að meiri úrkoma á neðri hluta vatnasviðsins getur skýrt meira meðalrennsli á

flatareiningu við Skaftárdal en ofar á svæðinu. Daglegt meðaltal og líkindadreifing rennslis í Skaftárdal er sýnt á Fylgiskjali 1. Veitt er til Skaftárvirkjunar um 12 km ofan mælisins í Skaftárdal. Hellisá kemur því ekki inn í virkjunina auk fjölmargra lækja og linda sem renna í Skaftá að austan milli Fremra Grjótárhöfuðs og Skaftárdals. Rennslí Hellisár hefur verið áætlað af Vatnaskilum (R203), en hér er rennslí linda áætlað 5 m³/s til viðbótar. Virkjunin nýtir einnig rennslí af um 67 km² vatnasviði Tungufljóts. Engar samfelldar rennslismælingar eru til í Tungufljóti en gert er ráð fyrir að rennslí þess sé það sama á flatareiningu og rennslí Hellisár og hlutfall ($67/150=0,45$) af þeirri rennslisröð er notað til að áætla rennslí Tungufljóts. Rennslí til Skaftárvirkjunar er því áætlað á eftirfarandi hátt.

	Meðalrennslí m ³ /s
Rennslí Skaftár við Skaftárdal	106,8
-Rennslí Hellisár	-9,6
-Rennslí linda neðan veitu	-5,0
+ Rennslí Tungufljóts ($0,45*9,6$)	+ 4,3
Samtals rennslí til Skaftárvirkjunar	96,5

Rennslíð má því reikna út á eftirfarandi hátt

$$R202 - 0,55 * R203 - 5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ef miðað er við að vesturkvíslum Skaftár hafi verið veitt um Langasjó til Tungnaár má reikna rennslíð út á eftirfarandi hátt

$$R202 - 0,55 * R202 - 4,5 \text{ m}^3/\text{s} - R137 - R138$$

Meðalrennslí til virkjunar er þá 79,6 m³/s, að teknu tilliti til 0,5 m³/s leka undir stíflur við Langasjó en án yfirfallsrennslis frá Langasjó, sem nýtist væntanlega ekki til orkuframleiðslu í Skaftárvirkjun.

Meðalrennslí í Skaftá við Skaftárdal fyrir og eftir virkjun er sýnt á fylgiskjali 2.

5. ORKUVINNSLA OG HAGKVÆMNI

Orkugeta Skaftárvirkjunar er reiknuð í orkuforriti VST. Forsendum er lýst í fylgiskjali 5.

Niðurstöður orkureikninga eru í fylgiskjali 3.

Niðurstaða orkuathugana miðað við virkjað rennsli 90 m³/s, vídd aðrennslis- og frárennslisganga 7,5 m og yfirfallshæð lóns 311 m y.s. er eftirfarandi.

Orkuvinnsla	904 GWh/a
Afl	139 MW
Nýtingartími	6500h
Virkjað rennsli	90 m ³ /s
Nýtanlega miðlun	121 Gl
Stofnkostnaður án VSK (með fjármagnskostnaði)	17.292 Mkr
Stofnkostnaður á orkueiningu	19,1 kr/kWh/a
Hagkvæmnitala	0,78 flokkur I
Staðfærð orkuvinnsla	918 GWh/a
Stofnkostnaður á orkueiningu staðf. orku	18,8 kr/kWh/a

6. MIÐLUN VIÐ STAKAFELL

Í fyrri áætlunum um virkjanir í Skaftá hefur verið gert ráð fyrir miðlun við Stakafell/Sveinstind svo og miðlun í Langasjó með og án veitu til Tungnaár.

Stærð miðlunar við Stakafell við stífluhæðir 595 m y.s. er áætluð um 15 Gl (7,7 km²) og við 600 m y.s. um 65 Gl (14 km²).

Miðlunarlón við Stakafell setur aurasvæði við Skaftá austan Fögrufjalla undir vatn og með tíð og tíma mun lónið fyllast af framburði. Mest kveður að aurframburði í jökulhlaupum sem hafa verið mjög tíð á síðari áratugum. Verði vesturkvíslum Skaftár undan jökli veitt inn í Langasjó, sem hér er reiknað með, mun fylling lónsins af aurframburði taka verulega lengri tíma, en gera má ráð fyrir að framburður úr austurkvíslum Skaftár, sem talinn er um 1 GL/ári, muni fylla minna lónið (15 Gl) á um 15 árum og stærra lónið (65 Gl) á um 65 árum.

Miðlunarlón við Stakafell mun jafna rennsli til virkjunar við Réttarfell og auka orkuvinnslu um tæpar 30 GWh/a meðan miðlunarinnar nýtur við. En jákvæðustu áhrifin verða þau, að aurframburður stöðvast að verulegu leyti í Stakafellslóni og aurburðarvandamál við veitustíflu í Skaftá/Syðri Ófæru minnkar samsvarandi.

Samkvæmt frumhönnunaráætlun Almennu verkfræðistofunnar dagsett í mars 2002 um Skaftárveitu er heildarkostnaður við stíflu við Stakafell (lónhæð 600m y.s.) áætlaður um 1,5 milljarðar króna, sem svarar til um 45 kr/kWh/a kostnaðar á orkueiningu að teknu tillit til kostnaðar við verkbú og vegagerð, og miðlun við Stakafell því ekki hagkvæm.

7. VERKFRAMKVÆMD

Heildarársverkfjöldi við framkvæmd verksins er áætlaður um 677 ársverk.

Heildarframkvæmdatími er lauslega áætlaður 3 ár og mesti fjöldi sem vinnur við verkið samtímis hjá verktökum um 220 manns.

Heildarefnismagn úr jarðgöngum og stöðvarhúshelli er áætlað um 620 þúsund rúmmetrar og úr skurðum 600 þúsund rúmmetrar.

Heildarfyllingarmagn í stíflum er áætlað 1150 þúsund rúmmetrar.

Heildarsteypumagn er áætlað um 31 þúsund rúmmetrar, hnoðsteypa 30 þúsund rúmmetrar og ásprautsteypa í jarðgöngum og skurðum um 24 þúsund rúmmetrar. Lauslega áætlað skiptist verkkostnaður þannig:

Vinna	41 %
Tæki	25 %
Efni	34 %

og vinn vinnustundafjöldi eftir fagsviðum.

Verkamenn	38 %
Tækjamenn	30 %
Bílstjórar	14 %
Iðnaðarmenn	18 %

8. RITASKRÁ

Iðnaðarráðuneytið 1994: Innlendrar orkulindir til vinnslu raforku.

Landsvirkjun/VST 1998: Nýtanleg vatnsorka á Íslandi og flokkun hennar eftir fjárhagslegri hagkvæmni.

Orkustofnun/Vatnaskil 2001: Skaftá Rennslislíkan OS-2001/060.

Orkustofnun/Vatnamælingar 2001: Skaftá Framburður svifaurs OS-068.

Almenna verkfræðistofan 2001: Hólmsárvirkjun Forathugun - Frumdrög desember 2001

9. FYLGISKJÖL

Fskj.1	Rennsli Skaftár skv. rennslislíkani Vatnaskila
Fskj.2	Meðalrennsli Skaftár fyrir og eftir Skaftárvirkjun
Fskj.3	Orkugeta Skaftárvirkjunar með og án Skaftárveitu
Fskj.4	Líkindadreifing lónhæðar lóns á Þorvaldsaurum
Fskj.5	Orkureikningar og hagkvæmnimat

10. TEIKNINGASKRÁ

1258-O-201	Skaftárvirkjun-Afstöðumynd og kortakort
1258-O-202	Skaftárvirkjun-Virkjunarsvæði
1258-O-203	Skaftárvirkjun-Yfirlitsmynd-Veita Skaftár
1258-O-204	Skaftárvirkjun-Yfirlitsmynd-Miðlun/Orkuver
1258-O-205	Skaftárvirkjun-Vatnsvegir, Snið
1258-O-206	Skaftárvirkjun-Aðalstífla/Eystri stífla/Snið
1258-O-207	Skaftárvirkjun-Miðlunarlón á Þorvaldsaurum

Rammaáætlun um virkjanir

1. 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 tímæiningar 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 Fljótssdal og Hraunaveitu	690 MW

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

2. Hagkvæmnimat

Algengur mælikvarði á hagkvæmni vatnsaflsvirkjana er *einingarkostnaður orku*,

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

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 Mkr/MW og 19,29 kr/(kWh/a). Það svarar til þess að einingarkostnaður orku, reiknaður á hefðbundinn hátt, sé um 24,3 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: $SOG = 0,8 E + 1,4 N$, 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:

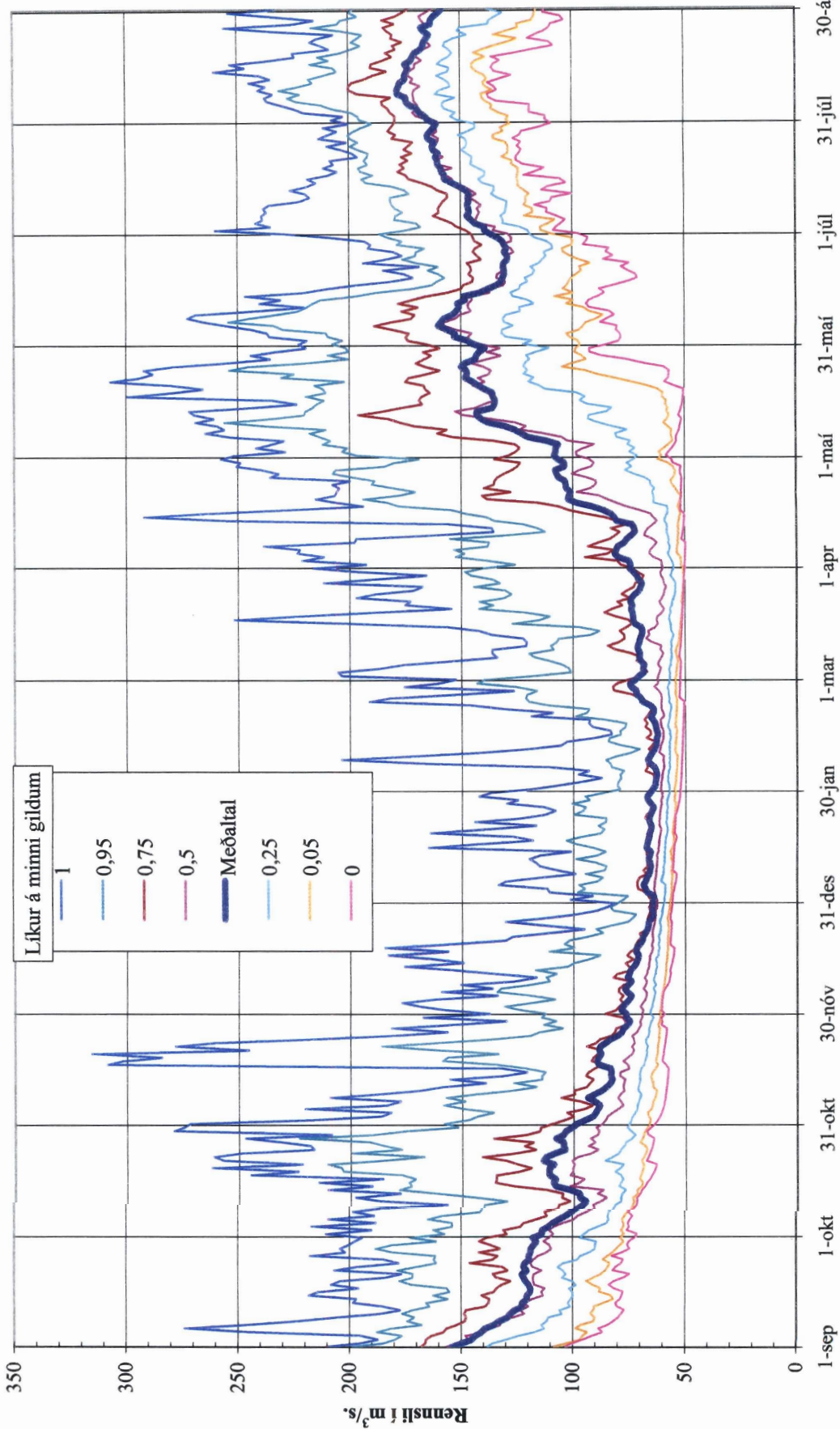
Hagkvæmnitala	Flokkur
$h < 1,00$	I
$1,00 < h < 1,41$	II
$1,41 < h < 2,00$	III
$2,00 < h < 4,00$	IV

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.

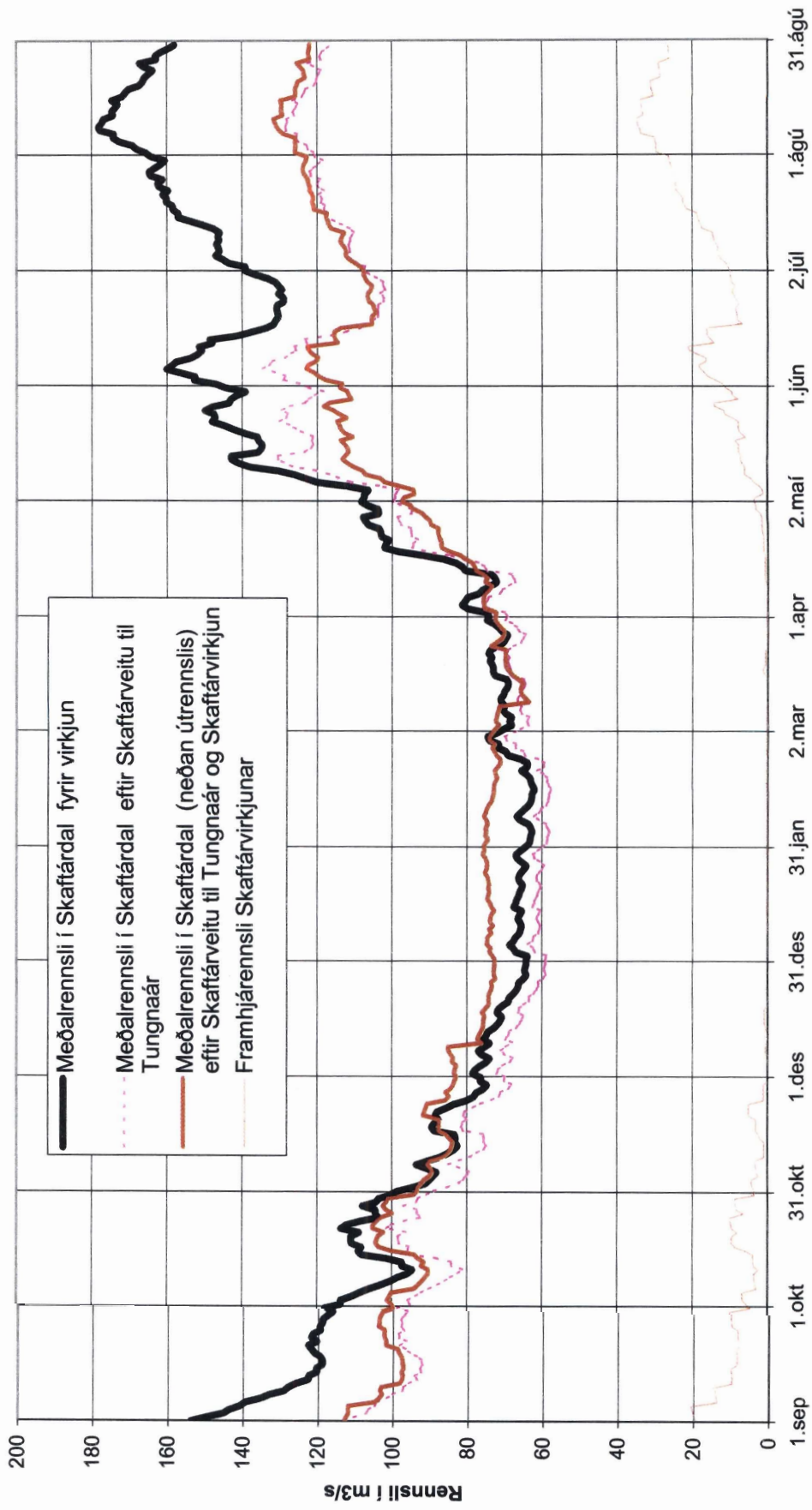
Hagkvæm stærð miðlana er, eftir því sem við á, fundin með því að reikna orku og stofnkostnað viðkomandi virkjunar með mismunandi miðlun. Þannig fæst jaðarkostnaður orku við aukna miðlun. Að jafnaði vex jaðarkostnaðurinn með stærð miðlunar og telst hagkvæmri miðlun náð þegar jaðarkostnaður er 24 - 25 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 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.

Rennsi Skaftár í Skaftárdal (vhm 70) samkvæmt rennislíkani Vatnaskila

Meðaltal árin 1950-1993 106,8 m³/s

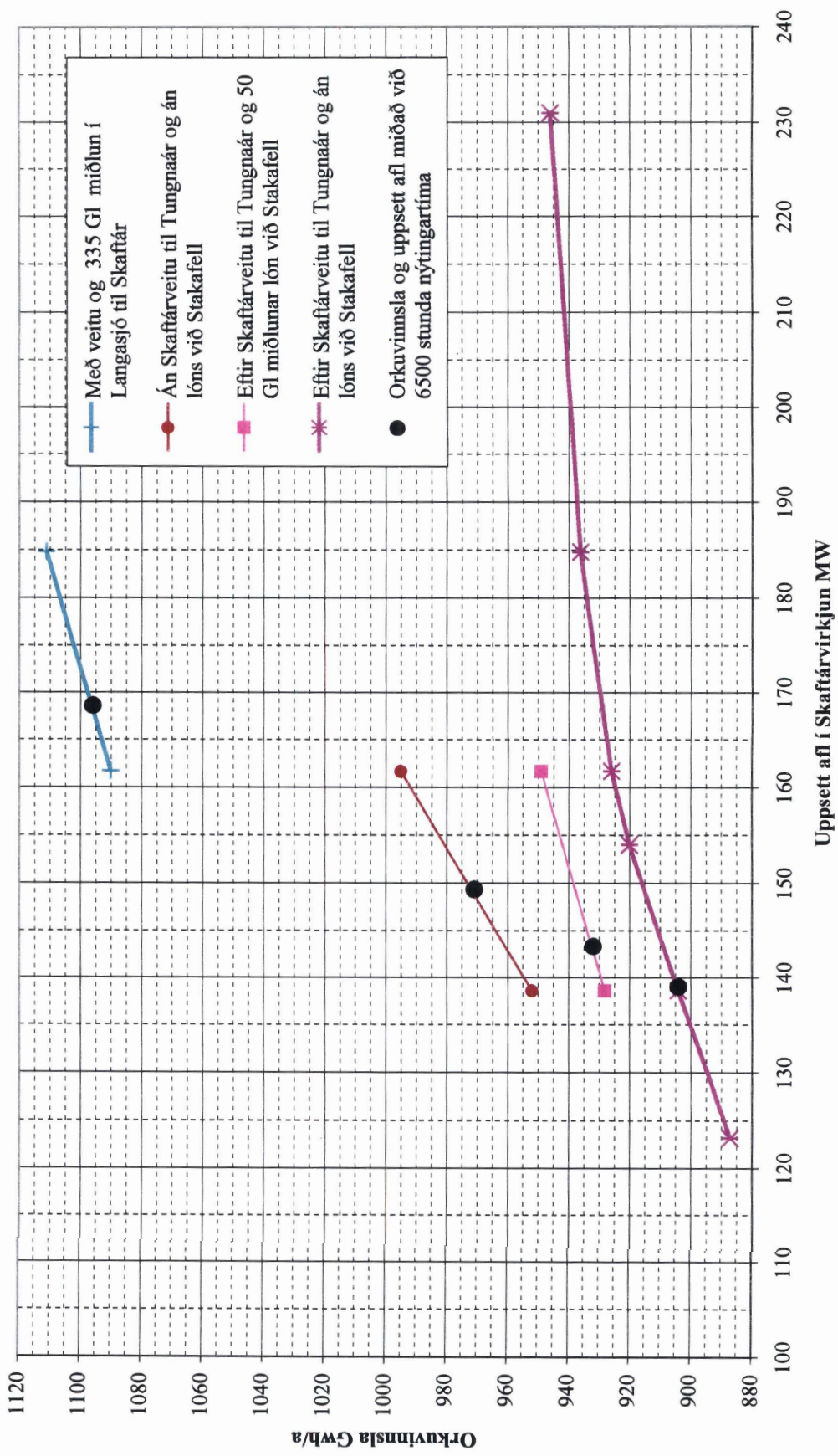


Meðalrennsli í Skaftá við Skaftárdal

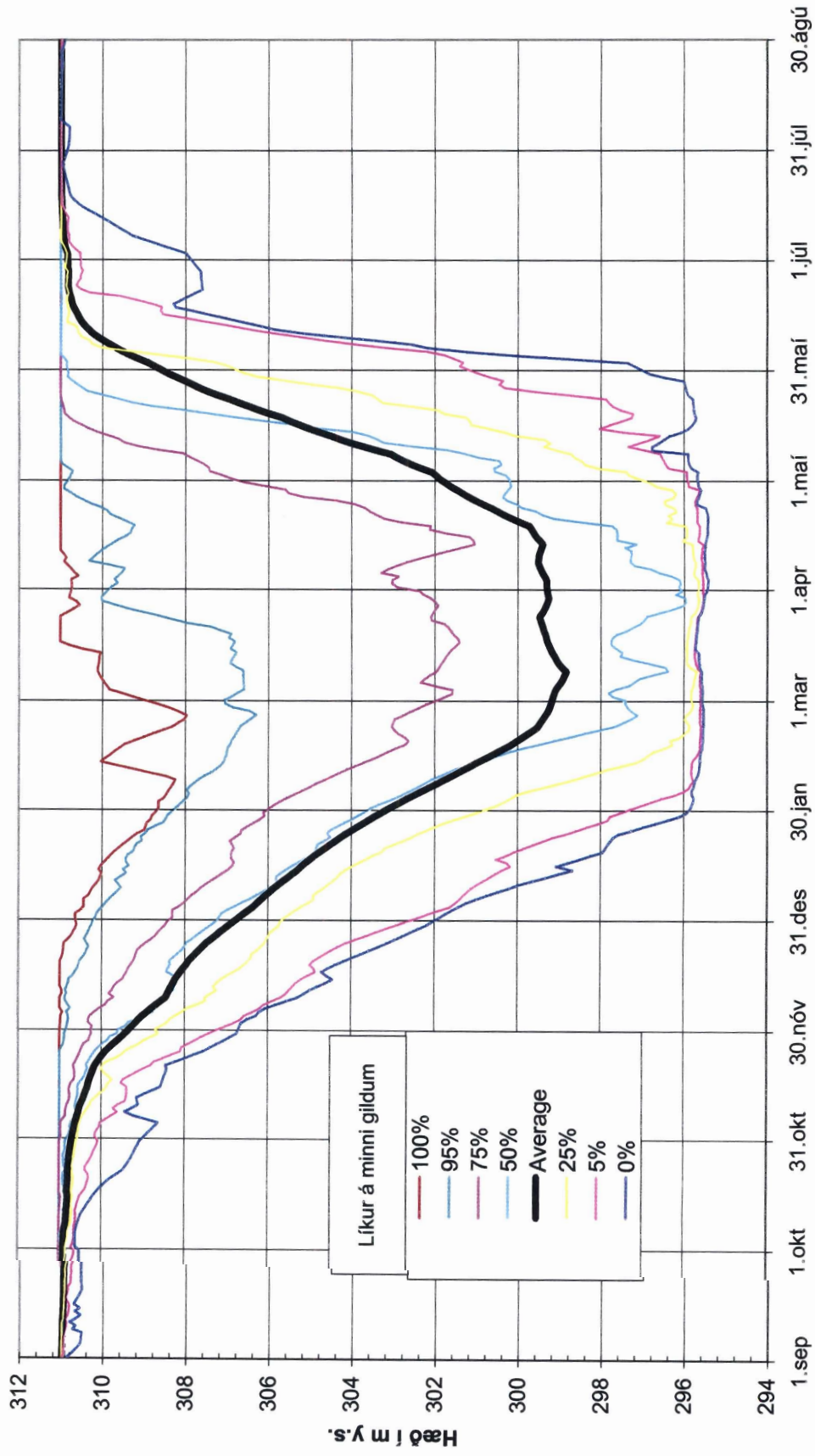


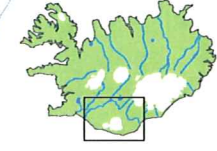
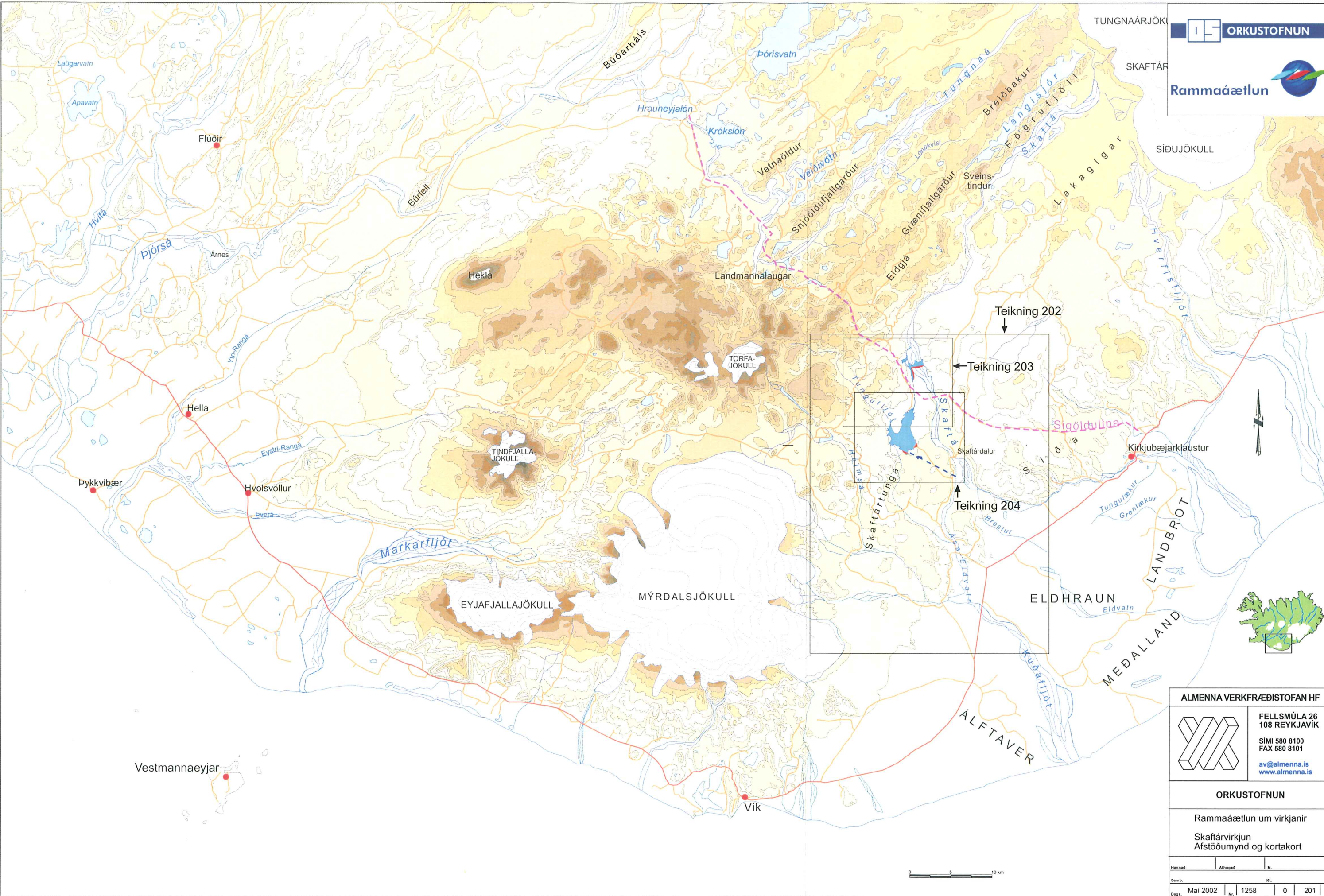
Orkugeta Skaftárvirkjunar miðað við uppsettu afl, miðlanir og veitur

Alltaf miðað við 121 GJ miðlunarlón á Þorvaldsaurum



Líkindadreifing lónhæðar lóns á þorvaldsaurum





ALMENNA VERKFRÆÐISTOFAN HF


 FELLSMÚLA 26
 108 REYKJAVÍK
 Sími 580 8100
 Fax 580 8101
av@almenna.is
www.almenna.is

ORKUSTOFNUN
 Rammaáætlun um virkjanir
 Skaftárvirkjun
 Afstöðumynd og kortakort

Hamn:	Athugas:	M:
Samb:	Kl:	
Dags: Maí 2002	Nr: 1258	0 201



Skýringar

-  Fyrirhuguð lón
-  Stífla
-  Yfirfall
-  Göng
-  Skurður
-  Vegir
-  Háspennulína 132 kV
-  Orkuver

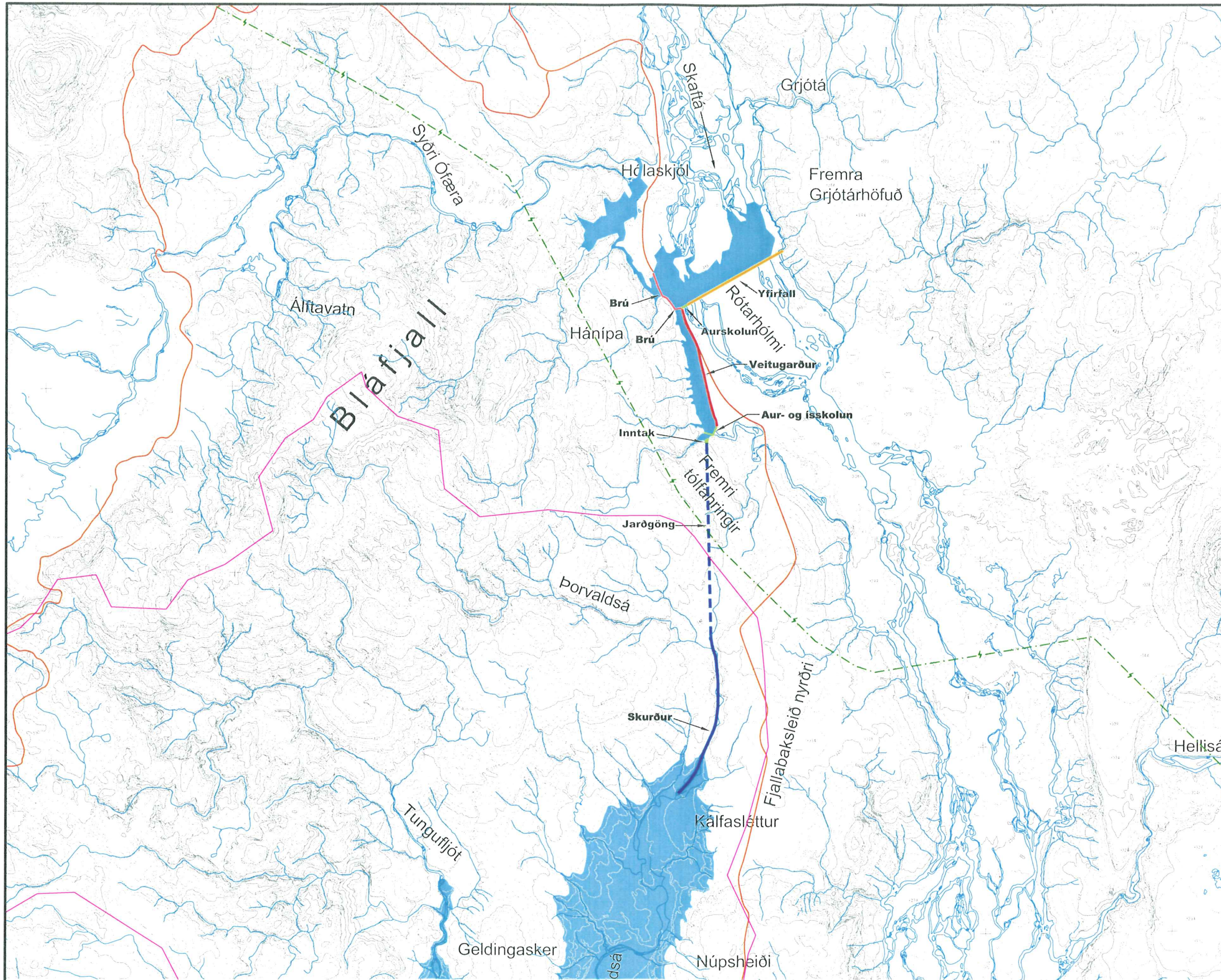
ALMENNA VERKFRÆÐISTOFAN HF.



FELLSMÚLA 26
 108 REYKJAVÍK
 Sími 580 8100
 Fax 580 8101
 av@almenna.is
 www.almenna.is

ORKUSTOFNUN

Rammaáætlun um virkjanir
 Skaftárvirkjun
 Virkjunarsvæði



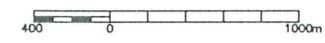
- Skýringar:
- Lón
 - Stífla
 - Yfirfall
 - ⋯ Göng
 - Skurður
 - Vatnaskil
 - Vegur/slóði
 - - - Háspennulína 132kV

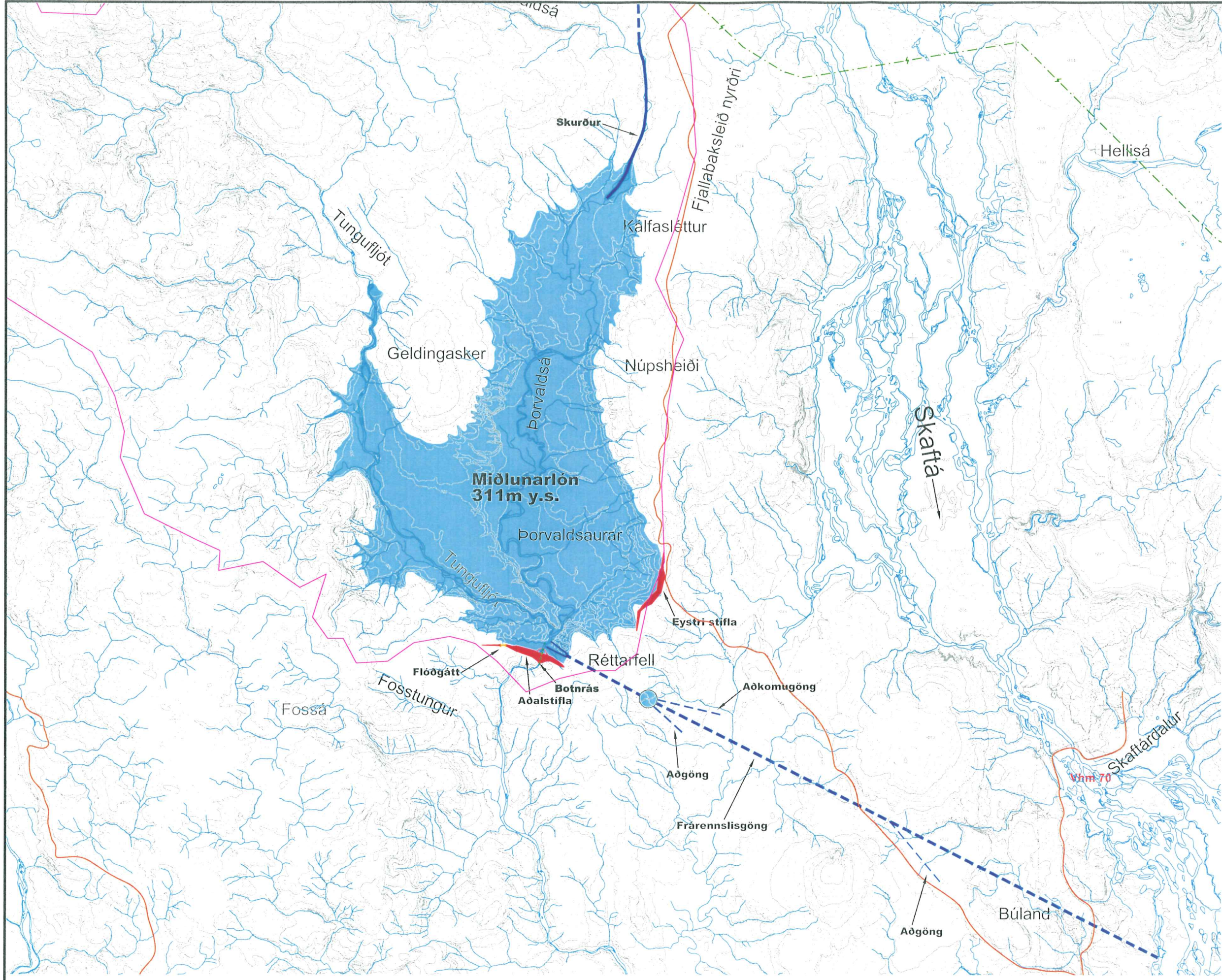
ALMENNA VERKFRÆDISTOFAN HF



FELLSMÚLA 26
108 REYKJAVÍK
SÍMI 580 8100
FAX 580 8101
av@almenna.is
www.almenna.is

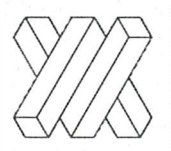
ORKUSTOFNUN
Rammaáætlun um virkjanir
Skaftárvirkjun
Yfirlitsmynd, Veita Skaftár





- Skýringar:
-  Lón
 -  Stífla
 -  Yfirfall
 -  Göng
 -  Orkuver
 -  Skurður
 -  Vatnaskil
 -  Vegur/slóði
 -  Háspennulína 132kV

ALMENNA VERKFRÆDISTOFAN HF



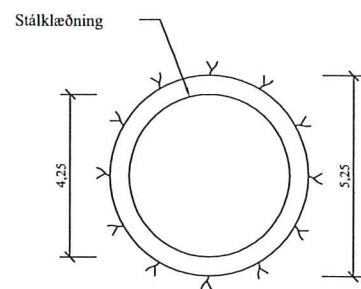
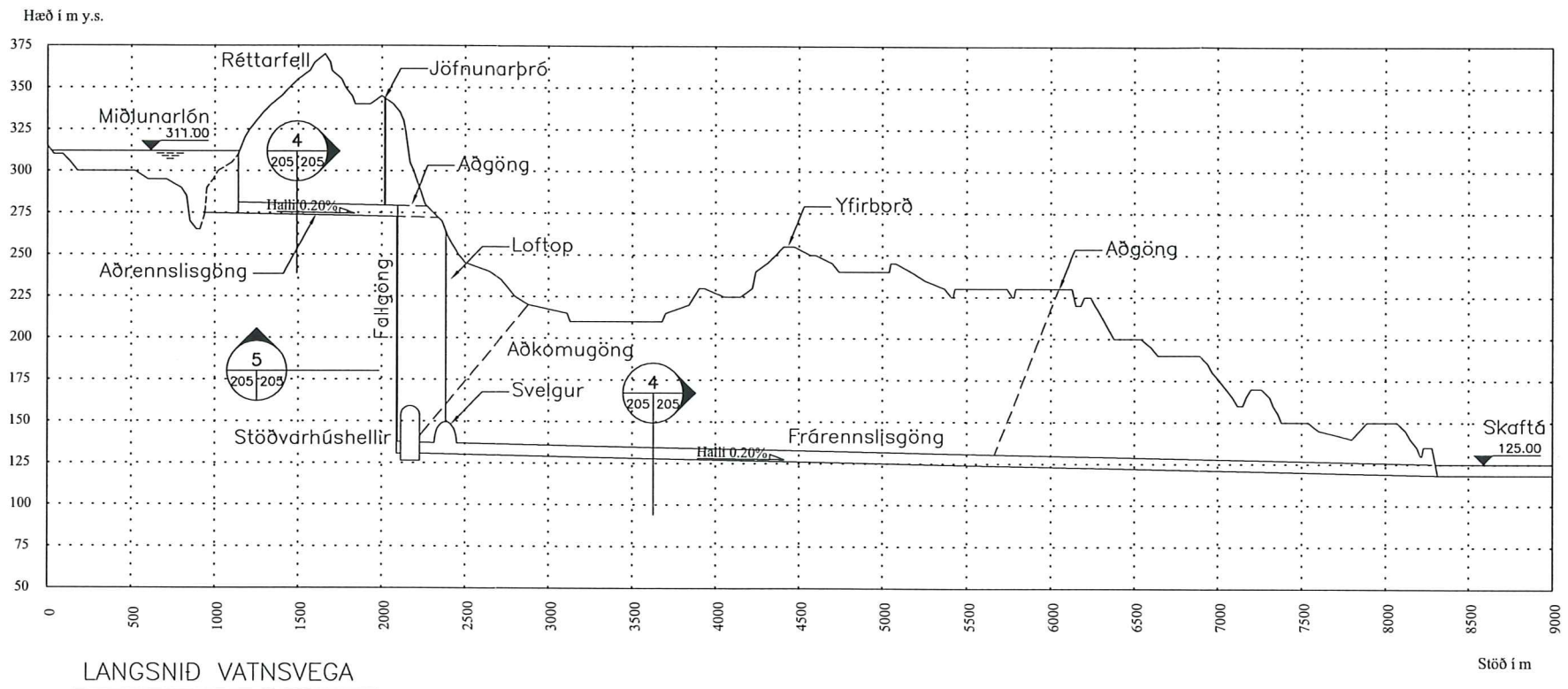
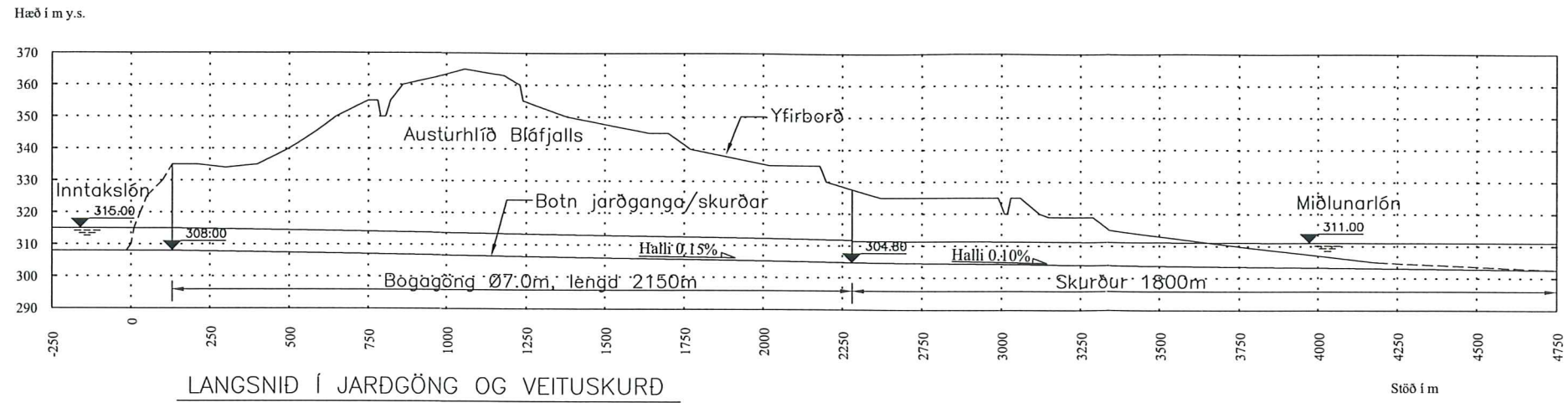
FELLSMÚLA 26
108 REYKJAVÍK
SÍMI 580 8100
FAX 580 8101
av@almenna.is
www.almenna.is

ORKUSTOFNUN

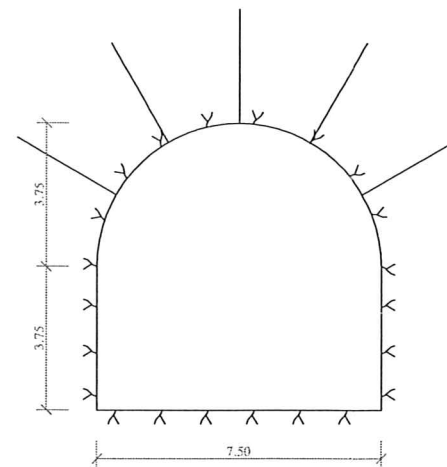
Rammaáætlun um virkjanir
Skaftávirskjun
Yfirlitsmynd, Miðlun og orkuver

Hannað	Athugað	M.
Samp.		Kt.
Daga, 08.04.2002	Nr.	1258 0 204





5 ÞVERSNIÐ Í FALLGÖNG
Skali A



4 ÞVERSNIÐ Í AÐRENNSLIS- OG FRÁRENNSLISGÖNG
Skali A

SKÝRINGAR:

Mál eru í m
Hæðir eru yfir í m yfir sjávarmáli

Skali A 2 0 5 m

ALMENNA VERKFRÆDISTOFAN HF

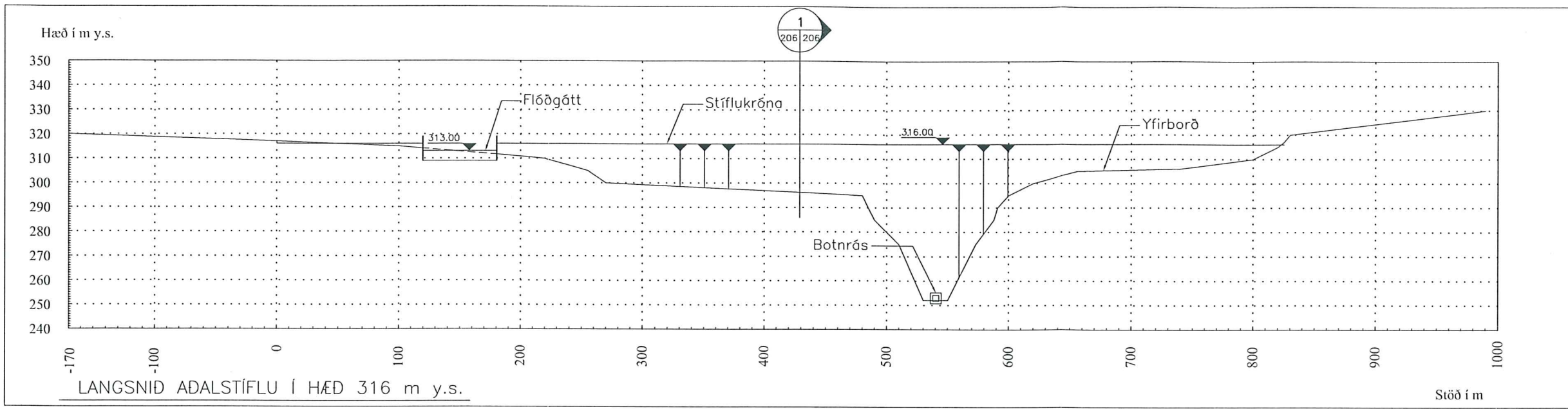
FELLSMÓLA 26
108 REYKJAVÍK
SÍMI 580 8100
FAX 580 8101
av@almenna.is
www.almenna.is

ORKUSTOFNUN

Rammaáætlun um virkjanir

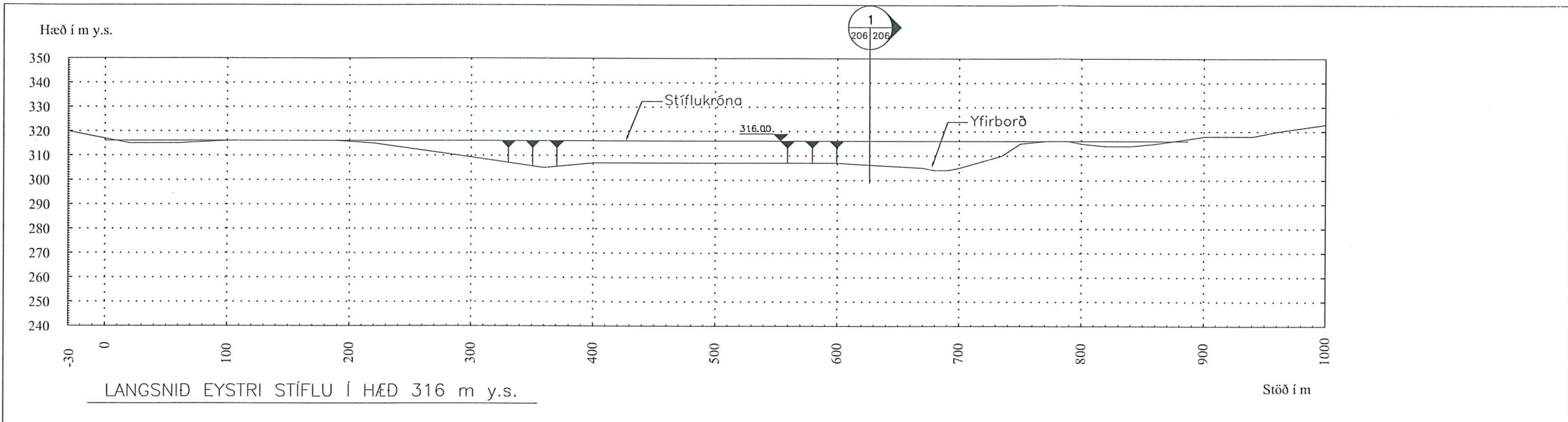
Skraftórvirkjun
Vatnsvegir, snið

Hannað	Athugað	M.
Samb.		Kt.
Daga.	16.04.02	Nr. 1258 0 205



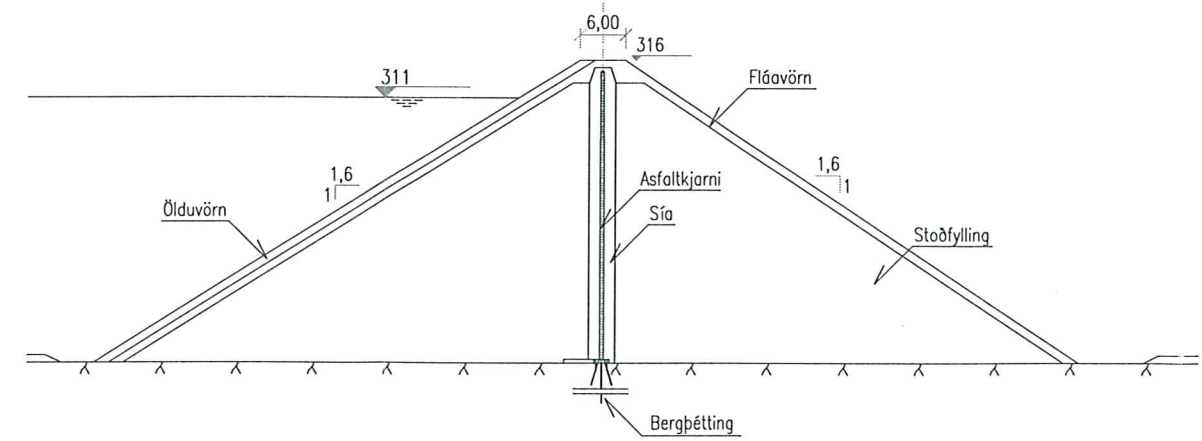
LANGSNID ADALSTÍFLU Í HÆÐ 316 m y.s.

Stöð í m



LANGSNID EYSTRÍ STÍFLU Í HÆÐ 316 m y.s.

Stöð í m

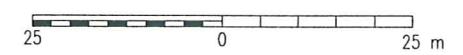


1 SNID
206 206 Skali A

SKÝRINGAR:

Mál eru í m
Hæðir eru yfir í m yfir sjávarmáli

Skali A



ALMENNA VERKFRÆDISTOFAN HF

 FELLISMÚLA 26
 108 REYKJAVÍK
 Sími 580 8100
 Fax 580 8101
 av@almenna.is
 www.almenna.is

ORKUSTOFNUN
 Rammaáætlun um virkjanir
 Skaftávirkjun
 Aðalstífla, Eystri stífla, snið

Hannað	Athugað	M.
Samp.		Kl.
Daga. 16.04.02	Nr. 1258	O 206

