



SKÚFNAVATNAVIRKJUN

Þverá á Langadalsströnd



Forathugun

Verknúmer AV: 1258.400Dagsetning: 29. júní 2007

Hefti 1 af 1	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin	Fjöldi pappírseintaka: 25	Verkstig: Lokaútgáfa
Blaðsíðufjöldi: 38+6 teikn.	<input type="checkbox"/> Lokuð	Fjöldi CD - eintaka: 0	

Titill: **SKÚFNAVATNAVIRKJUN - ÞVERÁ Á LANGADALSSTRÖND.
Forathugun**

Höfundar: Almenna verkfræðistofan hf.

Verkefnisstjóri: Svavar Jónatansson / Unnur H. Kristjánsdóttir

Unnið fyrir: Orkustofnun; Umsjón Hákon Aðalsteinsson

Samstarfsaðilar:

Útdráttur:

Gerð er grein fyrir niðurstöðum forathugunar á virkjun Þverár á Langadalsströnd í Ísafirði. Miðað er við að vatni verði veitt úr Hvannadalsá og Austurmannagili yfir í Þverá. Þverá er stífluð neðan Skúfnavatna og myndast 24,5 GI miðlun sem einnig er inntakslón virkjunar. Þaðan er virkjað í einu þrepi niður í Hvannadal með um 900 m löngum aðrennsliskurði og 1400 m niðurgrafinni pípu, að stöðvarhúsi sem staðsett yrði í Rauðamýrarfjalli, og frá því liggja 600 m löng frárennslisgöng með útrás í Hvannadalsá. Virkjað er fall frá 412 m y.s. niður í 75 m y.s. Gerð er áætlun um 8,5 MW virkjun sem framleiddi um 60 GWh af orku á ári. Stofnkostnaður á orkueiningu er um 42 kr/kWh/a (verðlag janúar 2001). Fyrirkomulagi virkjunar er lýst ásamt kostnaðaryfirliti helstu verkþátta og fjallað er lauslega um staðhætti, jarðfræði og umhverfismál.

Efnisorð: Þverá, Langadalsströnd, Nauteyri, Skúfnavötn, Hvannadalur, Hvannadalsá, Austurmannagil, Skriðufjall, Rauðamýrarfjall, Fossalautir, Hraun, veituskurður, jarðstífla, jökulruðningur, trefjaplastpípa, þrýstigöng, stöðvarhús, Pelton hverfill með sambyggðum rafal (Compact Pelton turbine), vatnsaflsvirkjun, rennslí, orka, rammaáætlun.

Verkefnisstjóri/undirskrift

Efnisyfirlit

Helstu kennistærðir

1	INNGANGUR	1
2	STAÐHÆTTIR	3
2.1	YFIRLIT	3
2.2	VEÐURFAR	3
2.3	SAMGÖNGUR	3
3	JARÐFRÆÐI OG EFNISNÁMUR	5
4	VATNAFRÆÐI	6
4.1	RENNSLI	6
4.2	MÍÐLANIR OG TRYGGT RENNSLI TIL SKÚFNAVATNAVIRKJUNAR	7
4.3	TILHÖGUN	8
4.4	UM RENNSLISLÍKANID.....	8
4.5	MÍÐLUN Í SKÚFNAVÖTNUM, ENGAR VEITUR.....	9
4.6	MÍÐLUN Í SKÚFNAVÖTNUM, VEITA FRÁ AUSTURMANNAGILI	10
4.7	MÍÐLUN Í SKÚFNAVÖTNUM, VEITUR FRÁ AUSTURMANNAGILI OG HVANNADALSÁ	12
4.8	FLÓÐ.....	14
5	TILHÖGUN OG GERÐ MANNVIRKJA	16
5.1	ALMENN LÝSING	16
5.2	STÆRD MÍÐLUNAR Í SKÚFNAVÖTNUM	16
5.3	LEGA OG GERÐ VATNSVEGS	17
5.4	FYRIRKOMULAG VEITUMANNVIRKJA.....	18
5.5	MÍÐLUN Í SKÚFNAVÖTNUM	18
5.6	INN TAK VIRKJUNAR	19
5.7	GERÐ VATNSVEGA AÐ STÖÐVARHÚSI	19
5.8	STÖÐVARHÚS	20
5.9	VEITA ÚR HVANNADALSÁ	20
5.10	VEITA ÚR AUSTURMANNAGILI.....	20
5.11	VEGIR AÐ MANNVIRKJUM	20
6	UMHVERFISMÁL	21
7	KOSTNAÐUR OG BESTUN	23
8	ORKUVINNSLA OG HAGKVÆMNI	26
9	VERKFRAMKVÆMD	27
10	HEIMILDIR	28

Listi yfir teikningar

SKÚFNAVATNAVIRKJUN

HELSTU KENNISTÆRÐIR

Vatnasvið	Eining	
Þverá við Nauteyri	km ²	45
Þverá við Skúfnavötn	km ²	32
Veita Austurmannagils	km ²	18,5
Veita Hvannadalsár	km ²	10,7
Skúfnavatnavirkjun	km ²	61,2
Miðlunarlón		
Yfirfallshæð	m y.s.	412
Flatarmál	km ²	3,3
Lægsta vatnsborð	m y.s.	402
Nýtanleg miðlun	Gl	24,5
Miðlunarstífla		
Krónuhæð	m y.s.	415
Krónubreidd	m	6
Mesta hæð	m	18
Flái að vatni		1:1,5
Flái frá vatni		1:1,5
Heildarrúmmál	m ³	313.500
Yfirfall		
Lengd	m	50
Krónuhæð	m y.s.	412
Rennslisrymd við 1,0 m hækkun vatnsborðs	m ³ /s	100
Botnrás		
Lengd	m	80
Stærð botnrásarloku	m	3,0 x 3,0
Aðrennslisskurður		
Lengd	m	900
Botnbreidd	m	6
Trefjaplastpípa		
Lengd	m	1.400
Þvermál	mm	1.000
Þrýstigöng		
Lóðrétt hæð	m	230
Ytra þvermál	m	1,75
Innra þvermál	m	0,75

Frárennslisgöng

Lengd	m	600
Bogagöng, þvermál	m	4,5
Halli	%	0,2

Aðkomugöng

Lengd	m	500
Bogagöng, þvermál	m	5,5

Stöðvarhús og vélbúnaður

Stöðvarhús, gerð		neðanjarðar
Vélasamstæður (Pelton), fjöldi		ein
Afl virkjunar	MW	8,5
Raunfallhæð	m	303
Virkjað rennsli	m ³ /s	3,3

Orkugeta og hagkvæmni

Reiknuð orkugeta	GWh/a	60
Stofnkostnaður alls (verðlag 2001)	Mkr	2.524
Einingarkostnaður orku	kr/(kWh/a)	42,07
Hagkvæmnitala, h	-	1,57
Nýtingartími	h/a	7.000

1 INNGANGUR

Sem hluta af 2. áfanga Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma fóll Orkustofnun Almennu verkfræðistofunni með samningi dagsettum 3. apríl 2006 að gera forathugun á virkjun Þverár á Langadalsströnd úr Skúfnavötnum með útrennsli í Hvannadalsá. Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir niðurstöðum athugunarinnar og er virkjunin kölluð Skúfnvatnavirkjun.

Hugmyndir um virkjun Þverár úr Skúfnavötnum eru ekki nýjar af nálinni, því þegar á 5. áratug síðustu aldar var hafist handa að kortleggja umhverfi Skúfnavatna, langsnið mögulegrar pípulínu landmælt og vatnsmælingar settar í gang árið 1948, vhm 38 (síriti settur upp 1966 [2]). Loftur Þorsteinsson, þá verkfræðingur hjá Raforkumálastjóra, gerði drög að áætlun um Skúfnvatnavirkjun árið 1952 [1].

Tveimur áratugum síðar var blásið nýju lífi í Skúfnvatnavirkjun þegar Rafmagnsveitur ríkisins fólu Almennu verkfræðistofunni að kanna aftur virkjunar- aðstæður og var farin nokkurra daga ferð á virkjunarsvæðið og mælingar framkvæmdar á lónstæði, stíflustæðum og pípulínu. Skrifuð var stutt skýrsla haustið 1974 [2] um niðurstöðu athugana sem var að virkja mætti Þverá með 18 Gl miðlun í Skúfnavötnum, Austurmannagilsveitu og Hvannadalsárveitu í 10 MW orkuveri með 64 GWh orkuvinnslugetu á ári. Á þessum tímapunkti hafði Orkustofnun ekki lokið úrvinnslu rennslisgagna og bar að taka niðurstöðunni með fyrirvara. Stofnkostnaður var metinn 810 milljónir króna á verðlagi 1974 en tekið fram að matið væri óábyggilegt vegna ófullnægjandi upplýsinga um efnisnámur o.fl.

Í framhaldinu fólu Rafmagnsveitur ríkisins Almennu verkfræðistofunni að gera kostnaðar- og hagkvæmnisathugun og voru niðurstöður birtar í skýrslu í júlí 1976 [1]. Samhliða vinnu Almennu var Sveini Þorgrímssyni jarðfræðingi falin byggingarefna- leit og frumkönnun á byggingarefnum [3]. Í stuttu máli var niðurstaða Sveins að nokkuð magn af fínkorna jökulruðningi væri til staðar við Skúfnavötn sem líkur væru á að nothæfur væri í kjarna jarðstíflna. Eitthvað fannst af stoðfyllingu en önnur efni þyrfti að sækja af láglendinu, fá úr skurðgreftri eða grjótnámu. Fyllingarefni í steinsteypu fundust ekki við Skúfnavötn en þau mætti hugsanlega nálgast við ósa Hvannadalsár, Þverár og Lágadalsár. Kostnaðar- og hagkvæmnisathugun AV leiddi í ljós að hagkvæmasta tilhögun væri sú sem sýnd er á teikningu 102. Í tilhöguninni er gert ráð fyrir 840 m löngum aðrennslisgöngum og 2275 m langri stálþrýstipípu niður hlíðina í Hvannadal þar sem stöðvarhús er fyrirhugað. Gert var ráð fyrir að veita Austurmannagili og Hvannadalsá yfir til Þverár og stærð miðlunar í Skúfnavötnum 50 Gl. Virkjað rennsli var ráðgert 7,8 m³/s og uppsett afl 20 MW. Orkugeta Skúfnvatnavirkjunar var áætluð frá 75 GWh/ári til 95 GWh/ári eftir því hvort virkjunin væri tengd við landskerfið (95) eður ei (75). Stofnkostnaður var áætlaður 4.360 milljónir króna miðað við verðlag í apríl 1976.

Árið 1988 endurskoðaði og endurreiknaði Orkustofnun virkjanahugmyndir á Vestfjöðrum og byggði niðurstöður sínar á orkulíkani Orkustofnunar og verðlagi í desember 1987 [11]. Áætlunin tók fyrir Skúfnvatnavirkjun og gerði ráð fyrir 16 MW virkjun sem framleiddi um 85 GWh af orku á ári. Stofnkostnaður á orkueiningu var

16,6 kr/kWh/a. Fyrirkomulag virkjunar gerði ráð fyrir að Þverá væri stífluð rétt neðan við Skúfnavötn og veitu Hvannadalsár.

Nú hefur Almennu verkfræðistofunni verið falið að gera nýja forathugun á Skúfnavatnavirkjun. Orkustofnun afhenti Almennu rennslisgögn fyrir Þverá við Nauteyri, bæði mælt og reiknað fyrir vatnsárin 1954 til 1999 [4]. Reiknað rennsli er byggt á HBV rennslislíkani. Auk bættra rennslisgagna afhenti Orkustofnun stafrænt hæðarlínukort með 5 m hæðarlínunum en fyrri athuganir byggðu á kortum bandaríska hersins með 20 m hæðarlínunum í mælikvarða 1:50.000 og kortum Rafmagnseftirlits ríksins í mælikvarða 1:25.000 frá 1945. Framkvæmdakostnaður er áætlaður í kostnaðarlíkan Landsvirkjunar, KOLLA. Að öðru leyti byggist forathugunin á sömu gögnum og 1976, t.d. hafa frekari byggingarefnaleit og jarðfræðirannsóknir ekki farið fram, né mælingar á dýpt vatna á virkjunarsvæðinu. Þá hafa engar gróðurathuganir eða dýralífsathuganir verið gerðar, en gróður ofan 400 m y.s. er vafalítið mjög takmarkaður og ekki vitað um sjaldgæfar tegundir plantna né tegundir á valista á svæðinu.

2 STADHÆTTIR

2.1 Yfirlit

Þverá á Langadalsströnd svo og Austurmannagil og Hvannadalsá fá afrennsli af fjallendinu austan Ísafjarðardjúps sunnan Drangajökuls frá vatnaskilum í um 500 m hæð á Ófeigsfjarðarheiði og allt sunnan frá vatnaskilum til Steingrímsfjarðar.

Byggð við innan- og austanvert Djúp er farin mjög að þynnast. Næstu bæir við fyrirhugaða virkjun, sem enn eru í byggð, eru Hafnardalur norðan Þverár og á Nauteyri er fiskeldisstöð í fullum rekstri. Auk þess eru all mörg sumarhús á svæðinu.

Aðkoma að virkjunarsvæðinu er um Steingrímsfjarðarheiði, svo nefndan Djúpveg, þjóðveg nr. 61, sem liggur um Strandir, Hólmavík og vestur til Ísafjarðar. Leið liggur einnig um Þorskafjarðarheiði frá Barðaströnd á Djúpveg á Steingrímsfjarðarheiði.

2.2 Veðurfar

Næstu veðurathugunarstöðvar við virkjunarsvæðið eru í Æðey í Ísafjarðardjúpi og á Gjögri/Litlu Ávík á Ströndum austan Ófeigsfjarðarheiðar.

Norðan og norðaustan áttir svo og suðvestan átt eru ríkjandi á virkjunarsvæðinu.

Veðurstofa Íslands hefur stundað veðurathuganir á þessum veðurathugunarstöðvum í áratugi og eru gögn frá Æðey væntanlega marktækust fyrir virkjunarsvæði Skúfnavatna, enda er sú stöð næst fyrirhugaðri virkjun.

Árlegur meðalhiti í Æðey skv. langtímameðaltölum fyrir árin 1961 til 1990 er um +2,9°C. Meðal hámarkshiti er í júlí 12,3°C í Æðey og meðalhiti í kaldasta mánuði ársins janúar er -3,9°C. Hæsta mælt meðalhitastig í Æðey er 21,5°C og það lægsta -19,8°C.

Árleg meðalúrkoma í Æðey er um 585 mm, en á vatnasviði Skúfnavatnavirkjunar er hún talin á bilinu 1500 til 2500 mm skv. fyrirbyggjandi úrkomukorti.

2.3 Samgöngur

Hólmavík er næsta þéttbýli við fyrirhugað virkjunarsvæði. Vegalengd frá Reykjavík til Hólmavíkur er um 274 km. Frá Hólmavík til Langadalsstrandar er ekið yfir Steingrímsfjarðarheiði eftir þjóðvegi nr. 61, Djúpvegur, og er vegalengdin um 118 km. Hann liggur af heiðinni niður Lágadal allt að Hvannadalsá þar sem eru vegamót vegarins til Ísafjarðar, annars vegar, og vegar norður Langadalsströnd nr. 635 til Kaldalóns og áfram allt norður á mótis við Æðey (Unaðsdal) hins vegar.

Fjarlægð frá vegamótunum 61/635 að fyrirhuguðu útrennsli virkjunarinnar út í Hvannadalsá er um 3 km, en þangað liggur ekki akvegur, þó var stuttur vegspotti um 1 km langur lagður fyrir áratugum að býlinu Tungu (nú í eyði) á bökkum Hvannadalsár norðan árinna.

Samkvæmt gildandi vegaáætlun verður lagður nýr vegur innan tveggja til þriggja ára um Dali og Bröttubrekku með bundnu slitlagi sem styttir fjarlægðina á milli Reykjavíkur og virkjunarsvæðis um 40 km. Jafnframt stendur til að endurbæta þjóðveg 61 til Ísafjarðar verulega á næstu árum. Hann verður með bundnu slitlagi og fyrirhugað er að byggja brú yfir Mjóafjörð við Hrótey sem kæmi í stað fjallvegur yfir Eyrarfjall (um 400 m y.s.), en Eyrarfjallsvegur er eini fjallvegurinn á Djúpvegi vestan Steingrímsfjarðarheiðar. Vegalengd frá Þverárvirkjun til Ísafjarðar verður eftir endurbyggingu 175 til 180 km, eða nánast óbreytt frá því sem er í dag.

Höfn er á Hólmavík í um 118 km fjarlægð frá virkjun, en til Ísafjarðarhafnar eru um 175-180 km eftir fyrirhugaðar endurbætur Djúpvegur um norðanvert Ísafjarðardjúp.

3 JARÐFRÆÐI OG EFNISNÁMUR

Litlar jarðfræðiathuganir hafa verið gerðar á vatnasviði Skúfnavatnavirkjunar, en vitað er að jarðlagastaflinn samanstendur einkum af „tertíerum“ basaltlögum með þunnum millilögum. Einnig er vitað að sprungur á svæðinu hafa norður/suður stefnu og er sprungukerfið nokkuð umfangsmikið, en ekki er talið að sprungur hafi veruleg áhrif á mannvirkjagerð, en það þarf þó að skoða nánar og rannsaka hvert mannvirkjasvæði fyrir sig. Sprungur eru nokkuð opnar efst og gætu því verið lekar, en vötn á víð og dreif um svæðið benda til að berggrunnurinn sé þéttur. Misgengi finnst einnig á svæðinu og þarf að kanna tilvist þeirra og legu með nákvæmum athugunum síðar.

Byggingarefnaleit og frumkönnun á byggingarefnum varðandi Skúfnavatnavirkjun var gerð 1975/1976 af Sveini Þorgrímssyni jarðfræðingi [3] í tengslum við frumáætlun Almennu verkfræðistofunnar 1975/76 [1].

Megin niðurstöður frumkönnunarinnar voru þær að nokkurt magn af fínkorna jökulruðningi er til staðar við Skúfnavötn og á vatnasviði Hvannadalsár. Efnisgæði eru lítt þekkt en líkur eru á að þessi efni séu nothæf í kjarna jarðstíflna. Hönnun Skúfnavatnastíflu gerir ráð fyrir að jökulruðningurinn sé vinnanlegur.

Ekki fannst neitt heppilegt síuefni í nágrenni Skúfnavatna. Hér er gert ráð fyrir að sækja þurfi það til sjávar við Langadalsströnd.

Laus stoðfyllingarefni eru skv. skýrslu Sveins í nánasta umhverfi Skúfnavatna í talsverðu magni og samanstanda þau annars vegar af veðruðum jökulruðningi og hins vegar af grófari efnum með allt að 50 cm hnullungum og fíngerðri grús. Þykkt lausu jarðlaganna er um 1 m, en yfirleitt á nokkuð takmörkuðum svæðum. Óvíst er hvort þetta efni verði nýtt þar sem skurðgröftur mun gefa af sér meira magn en þarf í Skúfnavatnastíflu.

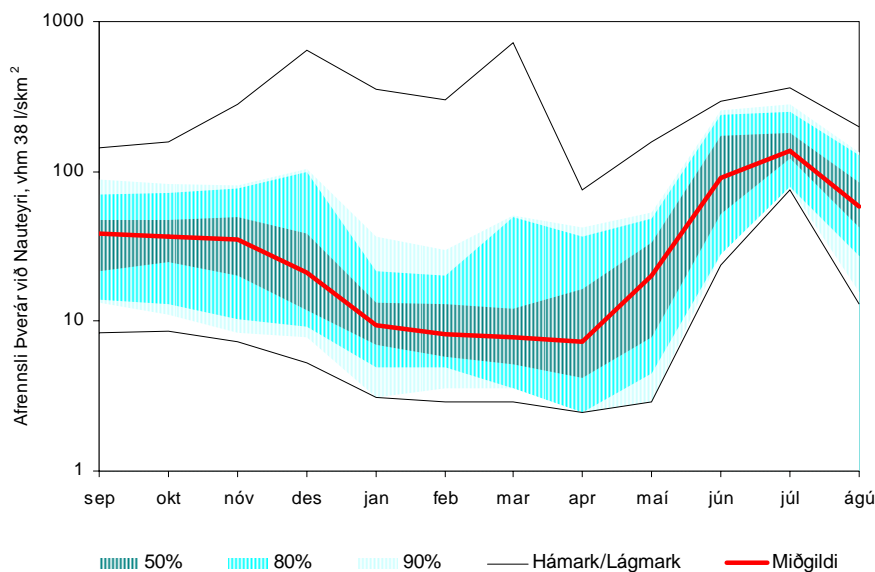
Í fláavörn og ölduvörn á Skúfnavatnastíflu þarf að sprengja grjót úr basaltlögum, en við þá vinnslu fellur til talsvert magn af stoðfyllingarefnum. Gert er ráð fyrir að grjót fáist úr aðrennslisskurði virkjunar.

Í og við ósa Hvannadalsár, Þverár og Lágadalsár er mikið um möl og sand sem sennilega henta sem fyllingarefni og jafnvel steypuefni, en þessar námur hafa þó ekki verið rannsakaðar með tilliti til virkjunarframkvæmda. Í skýrslu Sveins er gerð grein fyrir malarhjöllum og gömlum áreyrum inn með Langadalsá. Kornadreifing þessara efna er með þeim hætti að það þarf nokkra vinnslu fyrir notkun. Telja má víst að þarna megi finna efni í síur og væntanlega einnig til steypugerðar, en kanna þarf námurnar betur á síðari stigum. Í kostnaðaráætlun er gert ráð fyrir að mylja og harpa þurfi allt steypugrýtið og að það verði sótt í nágrenni steypustöðvar. Fjarlægð steypustöðvar er áætluð innan við 20 km frá mannvirkjum.

4 VATNAFRÆÐI

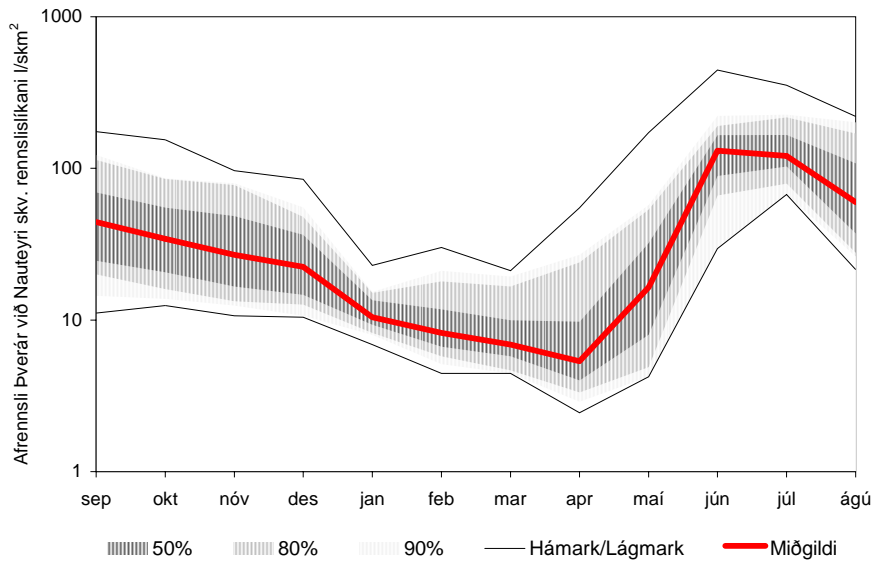
4.1 Rennsli

Tiltækar mælingar á rennsli Þverár á Langadalströnd við mælistöð Vatnamælinga Orkustofnunar við Nauteyri ná yfir tímabilið 1954 til 1999, með nokkrum eyðum [4]. Einnig hafa Vatnamælingar Orkustofnunar reiknað rennsli Þverár við mælistaðinn með aðstoð úrkomu-afrennslislíkans, en sú rennslisröð, sem hefur númerið 30038, er samfelld og spannar tímabilið 1954 – 1999. Myndir 1 og 2 hér fyrir neðan sýna dreifingu mánaðarmeðalafrennslis Þverár skv. mælingum og afrennslislíkani. Eins og sést, er talsverður munur á dreifingu mánaðarafrennslis skv. mælingum og líkani, en skýringin á því gæti verið að afrennslislíkan Vatnamælinga Orkustofnunar endurspeglir ekki að öllu leyti hinn mikla breytileika sem virðist vera í afrennsli Þverár á haustin og veturna, sbr. myndir 1 og 2, þótt miðgildi og meðaltali beri vel saman.

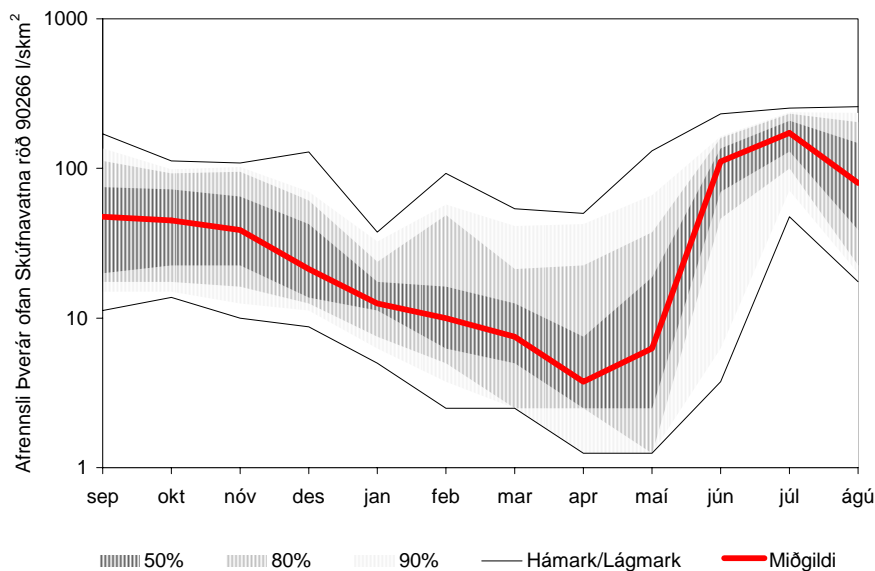


Mynd 1. Líkindadreifing mánaðarmeðalafrennslis Þverár við Nauteyri (vhm 38) skv. mælingum árin 1954 til 1999. Nokkrar eyður eru í gögnunum [4].

Ennfremur gerðu Vatnamælingar úrkomu-afrennslislíkan fyrir efsta hluta vatnasviðs Þverár ofan Skúfnvatna í 470 m y.s., röð nr. 90266 sjá mynd 3. Þetta líkan ásamt rennslismælingum sem gerðar voru á Hraunum á Ströndum í apríl 2002 benda til að vetrarafrennsli á hálendi verði oft nokkru minna en á láglendi [9]. Þessi munur stafar væntanlega fyrst og fremst af því að á veturna hefur úrkoma meiri tilhneigingu til að falla sem snjór því herra sem hún fellur. Önnur atriði s.s. grunnvatnsstreymi eða vatnssöfnun í farvegum ánna vegna myndunar íss og ísstíflna kunna einnig að hafa áhrif, en þetta er erfitt að staðfesta án frekari rannsókna.



Mynd 2. Líkindadreifing mánaðarmeðalafrennslis Þverár við Nauteyri skv. úrkomu-
afrennslislíkani Orkustofnunar, röð 30038 [4].



Mynd 3. Líkindadreifing mánaðarmeðalafrennslis Þverár ofan Skúfnavatna ofan 470 m y.s. skv.
rennslislíkani Orkustofnunar, röð 90266 [4].

4.2 Miðlanir og tryggt rennsli til Skúfnavatnavirkjunar

Áhrif miðlunar og veitna á tryggt rennsli til fyrirhugaðrar Skúfnavatnavirkjunar voru metin með því að búa til rennslislíkan af miðlunum og veitum í forritinu HEC-HMS. Inntaksgögn líkansins eru reiknaðar rennslisraðir sem spanna tímabilið 1954 – 1999.

4.3 Tilhögun

Áætlanir gera ráð fyrir að nýta Skúfnavötn og mögulega fleiri stöðuvötn á svæðinu sem miðlanir. Í athuguninni er gert ráð fyrir að miðlunargeta verði u.þ.b. 25 Gl samtals á vatnasviði Skúfnavatna. Vatnasviðin sem leggja Skúfnavatnavirkjun til rennsli eru öll í yfir 400 m y.s.

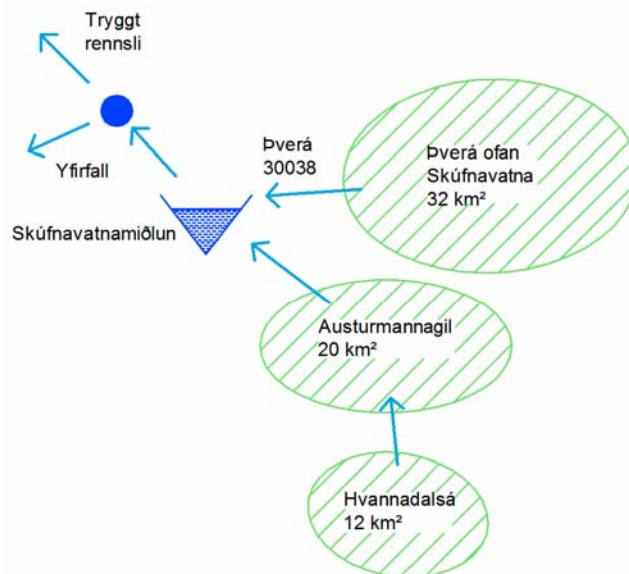
4.4 Um rennslislíkanið

Rennslislíkani af miðlun og veitum Skúfnavatnavirkjunar var stillt upp í forritinu HEC-HMS. HEC-HMS er úrkomu-afrennslislíkan sem býður m.a. upp á möguleika á að líkja eftir rennsli um lón. Líkanið tengist gagnavinnsluforritinu HEC-DSSVue sem er notað til að vinna með og halda utan um inntaksgögn og niðurstöður.

Í líkaninu sem stillt var upp er gert ráð fyrir að engin miðlun eigi sér stað í farvegum ána og að rennsli frá hinum mismunandi veitum skili sér samstundis til miðlunarlóna. Þessi nálgun er réttlætanager þar sem unnið er með meðalrennsli yfir tiltölulega langt tímabil (1 mánuð) og þar sem ekki er ætlunin að nota líkanið til þess að spá fyrir um flóð. Fjórar mismunandi útfærslur á veitum voru skoðaðar, þ.e.

- einungis Þverá, þ.e. engar miðlanir
- veita frá Austurmannagili
- veita frá Austurmannagili og Hvannadalsá

Mynd 4 sýnir afstöðu miðlunar og veitna.



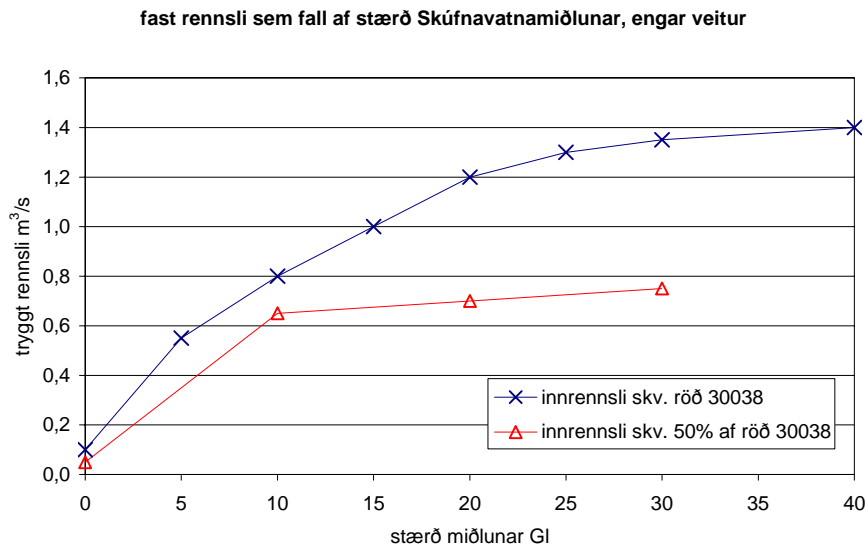
Mynd 4. Afstaða veitna á vatnasviði fyrirhugaðrar Skúfnavatnavirkjunar.

Miðlun hefur eitthvað fyrirfram gefið hámarksrúmmál, og þegar miðlun fyllist streymir umfram innrennsli burt um yfirfall. Mesta stöðuga rennsli sem hægt er að taka úr miðluninni þannig að hún tæmist aldrei á tímabilinu er tryggt rennsli.

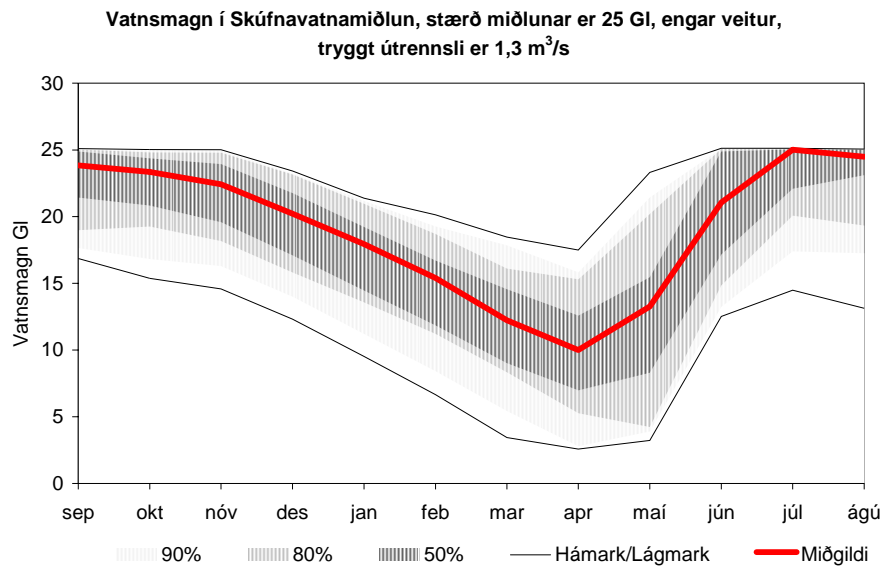
4.5 Miðlun í Skúfnavötnum, engar veitur

Flatarmál vatnasviðsins sem leggur Skúfnavatnaveitu til afrennsli skv. þessari útfærslu er 32 km² eða um 71% af 45 km² flatarmáli vatnasviðs Þverár við mælistaðinn við Nauteyri. Þess vegna er miðað við að innrennsli til Skúfnavatnaveitu sé 71% af rennsli Þverár skv. rennslisröð 30038. Meðalinnrennsli ársins til Skúfnavatnaveitu er þá 1,7 m³/s en algengt meðalrennsli í apríl, sem er jafnan vatnsminnsti mánuðurinn, er um 0,2 m³/s.

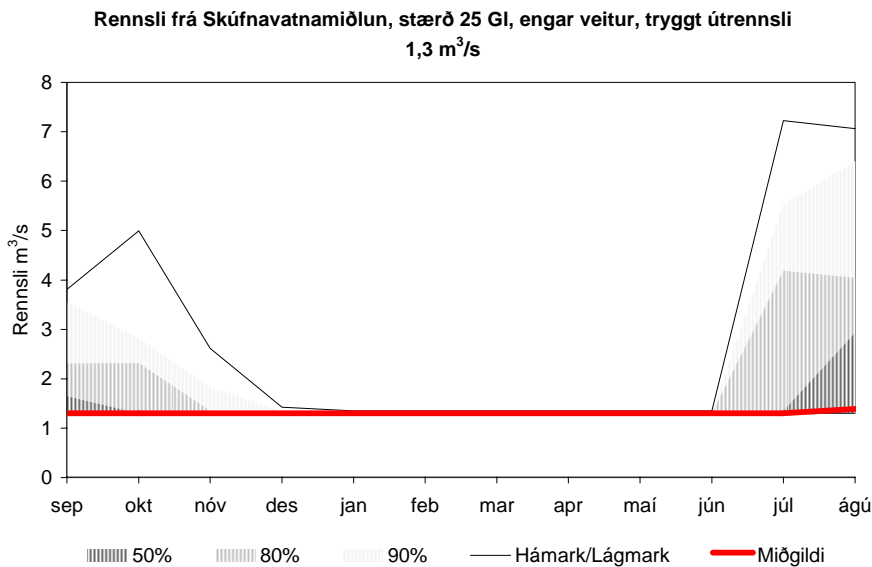
Mynd 5 sýnir samband tryggs rennslis og stærðar miðlunar í Skúfnavötnum. Ef miðað er við 25 Gl miðlun fæst að tryggt rennsli verður 1,3 m³/s. Næmi niðurstöðunnar var athuguð með því að minnka innrennsli skv. röð 30038 um 50%. Eins og sést á mynd 5 hefur minnkað innrennsli til Skúfnavatnamiðlunar veruleg áhrif á tryggt rennsli, en þess ber að gæta að þessi nálgun gefur líklega full svartsýna mynd af raunverulegum áhrifum minna vetrarlágrennslis, vegna þess að tíðarfar og þar með rennsli á veturna er síbreytilegt jafnvel í mikilli hæð, og heildarúrkoma og þar með heildarafrennsli er meira af hálendisvatnasviðum en af láglendi [6].



Mynd 5. Tryggt rennsli sem fall af stærð miðlunar í Skúfnavötnum, engar veitur.



Mynd 6. Meðalvatnsmagn í Skúfnavatnamiðlun eftir mánuðum, miðað við 25 GI stærð og 1,3 m³/s tryggt útrennsli.

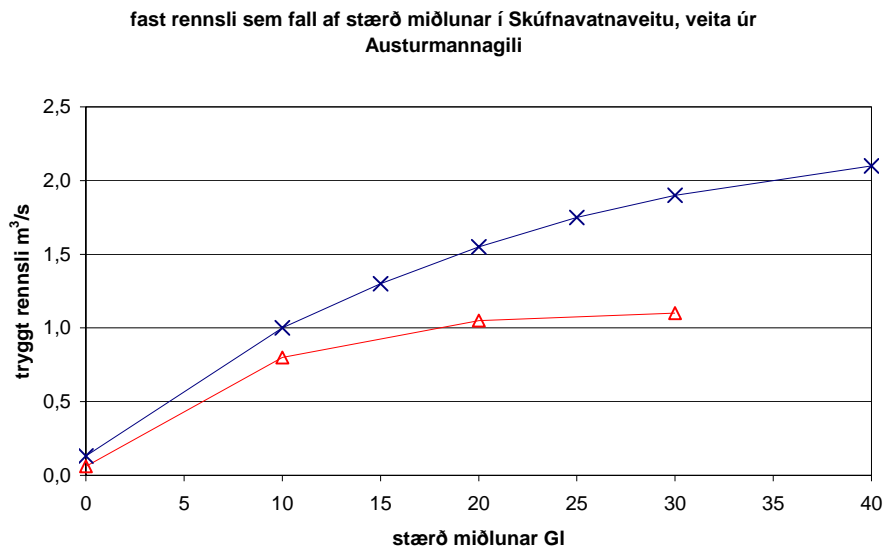


Mynd 7. Meðalrennsli frá Skúfnavatnamiðlun eftir mánuðum, engar miðlanir. Miðað er við innrennsli skv. röð 30038, 25 GI stærð og 1,3 m³/s tryggt útrennsli.

4.6 Miðlun í Skúfnavötnum, veita frá Austurmannagili

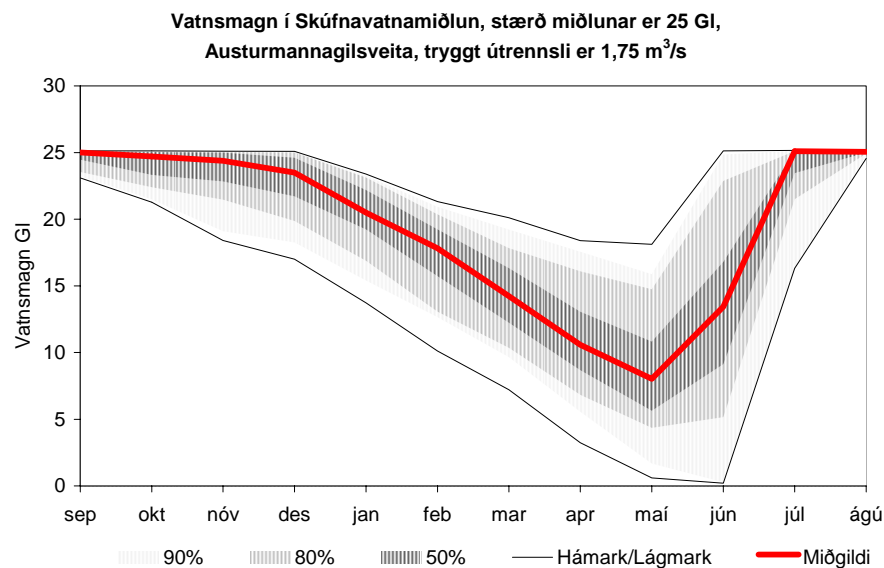
Þessi útfærsla gerir ráð fyrir veitu frá Austurmannagili ofan u.þ.b. 400 m y.s., þannig að innrennsli til Skúfnavatnamiðlunar verður rennsli af vatnasviði Þverár ofan Skúfnavatna auk Austurmannagils, eða af u.þ.b. 52 km² svæði. Gert er ráð fyrir að afrennsli af vatnasviði Austurmannagils sé sambærilegt afrennsli Þverár, þannig að hér verður innrennsli til miðlunarinnar tæplega 116% af rennsli Þverár við mælistað á Nauteyri skv. rennslisröð 30038. Næmi niðurstöðunnar fyrir breyttu innrennsli var

kannað með því að setja innrennsli til Skúfnavatnamiðlunar sem 50% af rennsli skv. röð 30038.



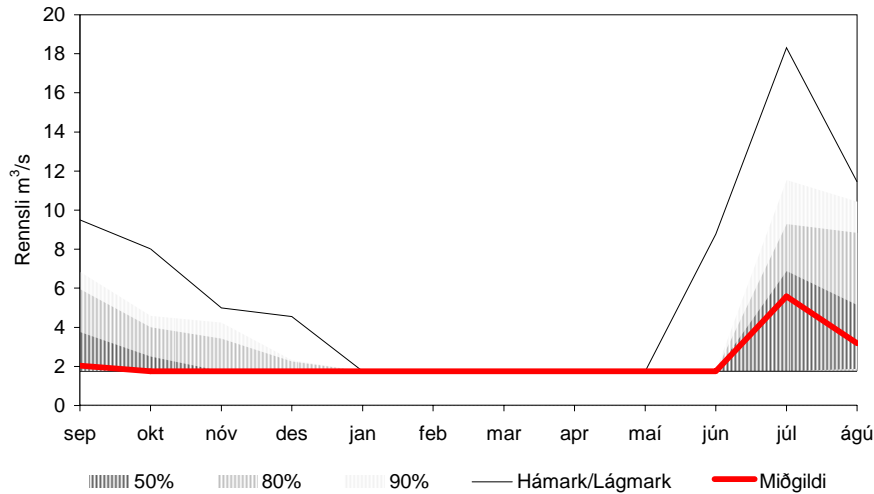
8. mynd. Tryggt rennsli sem fall af stærð miðlunar í Skúfnavötnum, Austurmannagilsveita.

8. mynd sýnir samband tryggs rennslis og stærðar miðlunar. Niðurstaðan er að tryggt rennsli með veitu frá Austurmannagili er $1,75 \text{ m}^3/\text{s}$ fyrir 25 GI miðlun, en eins og sést þá breytist niðurstaðan verulega ef innrennsli er minnkað um 50%. Eins og áður verður niðurstaðan með 50% minnkað innrennsli líklega að teljast nokkuð svartsýn, þótt mikill munur á mælingum og líkönum í mælingaferð í apríl 2002 bendi vissulega til að lágrennsli síðla vetrar geti verið umtalsvert minna á hálendi en láglandi [9].



9. mynd. Meðalvatnsmagn í Skúfnavatnamiðlun eftir mánuðum með Austurmannagilsveitu. Stærð miðlunar er 25 GI, útrennsli $1,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

Rennsli frá Skúfnavatnamiðlun, stærð 25 GI, veita frá Austurmannagili,
tryggt útrennsli 1,75 m³/s

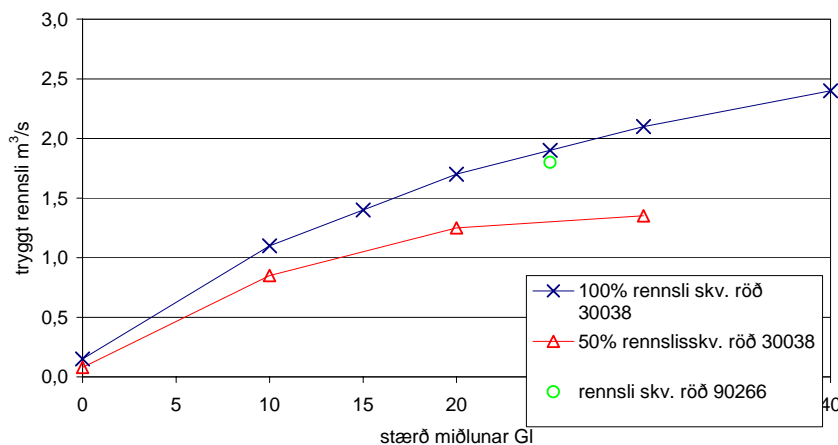


10. mynd. Meðalrennsli frá Skúfnavatnamiðlun eftir mánuðum, miðlun frá Austurmannagili. Miðað er við 25 GI stærð, innrennsli er skv. röð 30038 og 1,75 m³/s tryggt útrennsli.

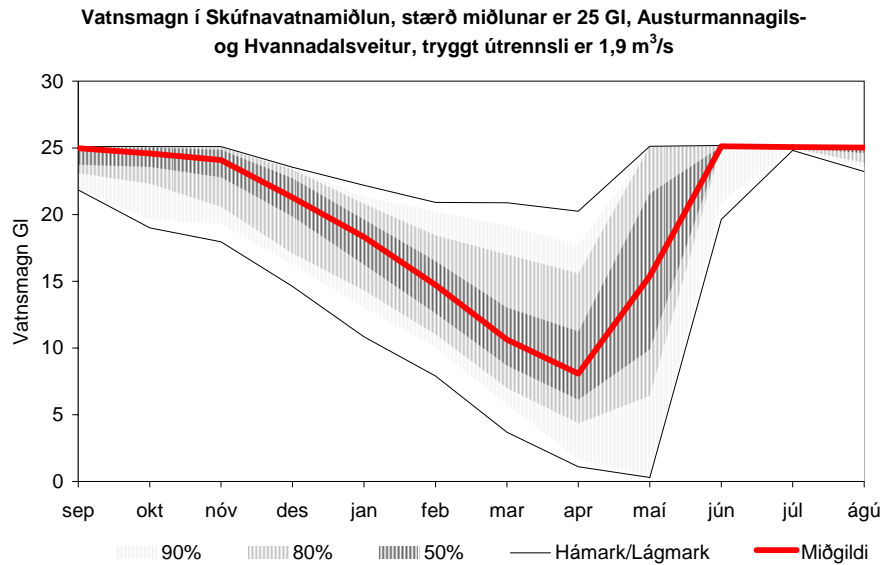
4.7 Miðlun í Skúfnavötnum, veitur frá Austurmannagili og Hvannadalsá

Nú er gert ráð fyrir veitu frá Austurmannagili ofan u.þ.b. 400 m y.s. og Hvannadalsá ofan tæplega 500 m y.s., þannig að innrennsli til Skúfnavatnamiðlunar verður rennsli af vatnasviði Þverár ofan Skúfnavatna (röð 90266), Austurmannagils og Hvannadalsár eða af u.þ.b. 64 km² svæði. Gert er ráð fyrir að afrennsli af efri hlutum vatnasviða Austurmannagils og Hvannadalsár sé sambærilegt afrennsli Þverár, þannig að innrennsli til miðlunarinnar verður 142% af rennsli Þverár við mælistað á Nauteyri skv. rennsli röð 30038.

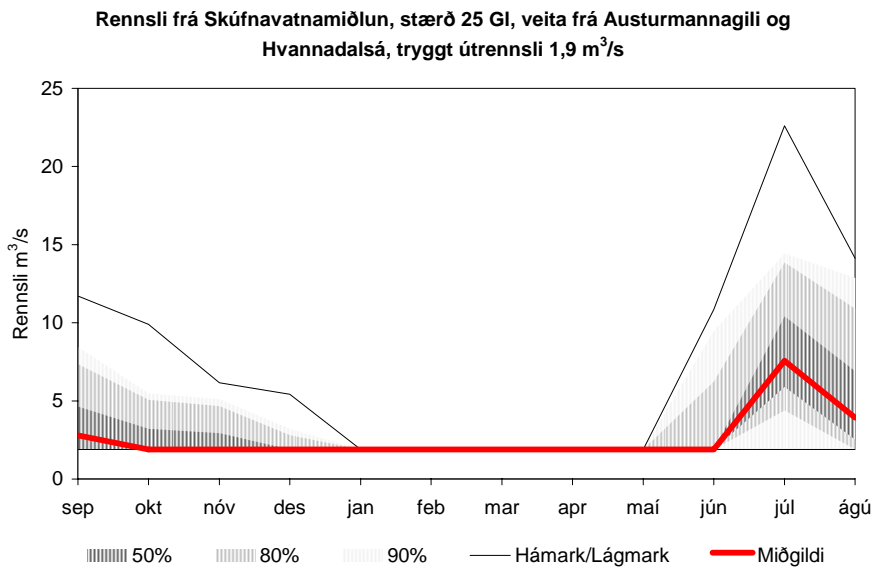
fast rennsli sem fall af stærð miðlunar í Skúfnavatnaveitu, veita úr
Austurmannagili og frá Hvannadalsá



Mynd 11. Tryggt rennsli sem fall af stærð miðlunar í Skúfnavötnum, Austurmannagilsveita og Hvannadalsárveita.



Mynd 12. Meðalvatnsmagn í Skúfnavatnamiðlun eftir mánuðum með veitur frá Austurmannagili og Hvannadalsá. Stærð miðlunar er 25 GI, innrennsli er skv. rennsli röð 30038 en tryggt útrennsli er 1,9 m³/s.



Mynd 13. Meðalrennsli frá Skúfnavatnamiðlun eftir mánuðum, miðlun frá Austurmannagili og Hvannadalsá. Miðað er við 25 GI stærð, innrennsli skv. röð 30038 og 1,9 m³/s tryggt útrennsli.

Til samanburðar var ein keyrsla gerð þar sem innrennsli var skv. rennsli röð 90266, sköluð skv. hlutföllum milli stærðar vatnasviðanna. Einnig voru áhrif minnkaðs innrennslis að vetri könnuð með því að setja innrennsli til Skúfnavatnamiðlunar sem 50% af rennsli 30038.

Myndir 11 og 12 sýna niðurstöður. Tryggt rennsli frá 25 GI Skúfnavatnamiðlun yrði 1,9 m³/s m.v. rennsli röð 30038, ef röð 90266 er höfð til hliðsjónar minnkar tryggt rennsli lítillega í 1,8 m³/s, en ef innrennsli skv. röð 30038 er minnkað um helming

verður tryggt rennsli u.þ.b. 1,3 m³/s. Úrkomu-afrennslislíkan Orkustofnunar og rennslismælingar á hálendi í apríl 2002 benda til að vetrarafrennsli af hálendisvatnasviðum sé töluvert minna en á láglendi [9], þannig að líklega yrði raunverulegt tryggt rennsli a.m.k. ekki meira en sem svarar til rennslis skv. röð 30038. Hve miklu munar er hins vegar óvíst.

4.8 Flóð

Við mat á flóðum á vatnasviði Þverár var notast við flóðagreiningu fyrir mælistaðinn í Hvalá í Ófeigsfirði, þar sem gögn um flóð Þverár á Langadalsströnd eru ófullkomin og óreiðanleg [5]. Vatnamælingar Orkustofnunar hafa unnið flóðagreiningu á rennsli Hvalár við vatnshæðarmæli 198, þar sem flóð með 200 ára endurkomutíma og styttri eru áætluð [8]. Nýr rennslislykill [7] breytir mati á stærð flóða verulega, en endurskoðuð flóðagreining liggur ekki fyrir. Flóð Hvalár voru því endurmetin með hliðsjón af nýjum gögnum um mesta augnabliksrennsli [4 og 10]. Líkindafall Log-normal dreifingar var aðlagð að þessum gögnum og notað til þess að spá fyrir um flóð með 500 og 1000 ára endurkomutíma.

Flóð á vatnasviðum veitna til Skúfnavatnavirkjunar eru áætluð eftir stærðum vatnasviða á eftirfarandi hátt:

$$Q_b = Q_a \cdot (A_b/A_a)^{0,6}$$

þar sem

Q_b er óþekktur flóðtoppur (m³/s)

Q_a er þekktur flóðtoppur (m³/s)

A_b er flatarmál vatnasviðs þar sem flóðtoppur er óþekktur (km²)

A_a er flatarmál vatnasviðs þar sem flóðtoppur er þekktur (km²)

	Flatarmál vatnasviðs km ²	5 ára flóð m ³ /s	100 ára flóð m ³ /s	200 ára flóð m ³ /s	500 ára flóð m ³ /s	1000 ára flóð m ³ /s
Hvalá vhm 198	178	159 (212)	220 (354)	231 (385)	255 (430)	275 (460)
Þverá ofan Skúfnavatna	32	57 (76)	79 (126)	83 (137)	91 (154)	98 (164)
Almannagil ofan 400 m y.s.	12	32 (42)	44 (70)	46 (76)	51 (85)	55 (91)
Hvannadalsá ofan 500 m y.s.	20	43 (57)	59 (95)	62 (104)	69 (116)	74 (124)

1. tafla. Flóð á vatnasviði Skúfnavatnavirkjunar með hliðsjón af flóðum Hvalár. Miðað er við endurmat á flóðum skv. nýjum rennslislykli Hvalár, en tölur innan sviga miða við flóðagreiningu frá 1999.

Samantekt og umræða

Niðurstaða athugunarinnar sem hér að framan er að tryggt rennsli til Skúfnavatnavirkjunar verði á bilinu $0,7 - 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ miðað við 25 Gl miðlun og engar veitur, en veitur frá Austurmannagili, og Austurmannagili og Hvannadalsá geta aukið hið tryggja rennsli í annars vegar $1,1 - 1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ og hins vegar $1,3 - 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Þessi spá byggir á reiknaðri rennslisröð fyrir mælistöðina í Þverá á Nauteyri sem er á láglandi, að teknu tilliti til þess að vetrarrennsli á hálendi á svæðinu gæti verið talsvert minna en líkanið sem reiknaði röðina segir til um.

Frekari athuganir ættu að miða að því að kanna lágrennsli á efstu hlutum vatnasviðs Skúfnavatnavirkjunar. Ávinningur af einni eða fleirum litlum miðlunum til viðbótar við miðlunina í Skúfnavötnum gæti orðið nokkur, sem þyrfti að kanna, en lítil miðlun hefur hlutfallslega mest áhrif á tryggt rennsli, sbr. t.d. 5. mynd. Á móti þessu mælir að erfitt gæti reynst að tryggja jafnt rennsli frá miðlunum efst á vatnasviði Skúfnavatnavirkjunar á veturna þegar farvegir eru fullir af ísi.

5 TILHÖGUN OG GERÐ MANNVIRKJA

5.1 Almenn lýsing

(teikning nr. 103)

Ráðgerð er bygging stíflu í Þverá þar sem hún rennur úr Skúfnavötnum og verður hún hér á eftir nefnd Skúfnvatnastífla. Stíflan myndar miðlunarlón sem jafnframt er inntakslón virkjunarinnar. Frá miðluninni verður grafinn um 0,9 km langur aðrennslisskurður og við enda hans verður komið fyrir inntaki virkjunarinnar þaðan sem vatnið er flutt eftir niðurgrafinni pípu um Fossalautir (þvermál 1 m) og 230 m háum lóðréttum þrýstigöngum að stöðvarhúsi neðanjarðar í um 80 m hæð yfir sjó. Sprengja þarf um 1 km löng aðkomugöng að stöðvarhúsi úr Hvannadal skammt ofan útfalls virkjunarinnar í Hvannadalsá. Fyrirhugaður munnur aðkomuganga stöðvarhúss er í Hvannadal um 2 km innan við eyðibýlið Tungu. Tvær veitur eru fyrirhugaðar. Sú fyrri veitir afrennsli Hvannadalsár ofan 483 m y.s. yfir til Austurmannagils. Síðan er afrennsli Austurmannagils ofan 440 m y.s. veitt yfir til Skúfnvatna. Einnig er mögulegt að veita hluta af afrennsli af Hraunum yfir til Austurmannagils með um 150 m skurði og stækkar þá vatnasvið Skúfnvatnavirkjunar um 6 %. Veita Hrauna væri ódýr framkvæmd en vegna óvissu um nákvæmni vetrarrennslis var ákveðið að taka hana ekki með í orkuútreikningum.

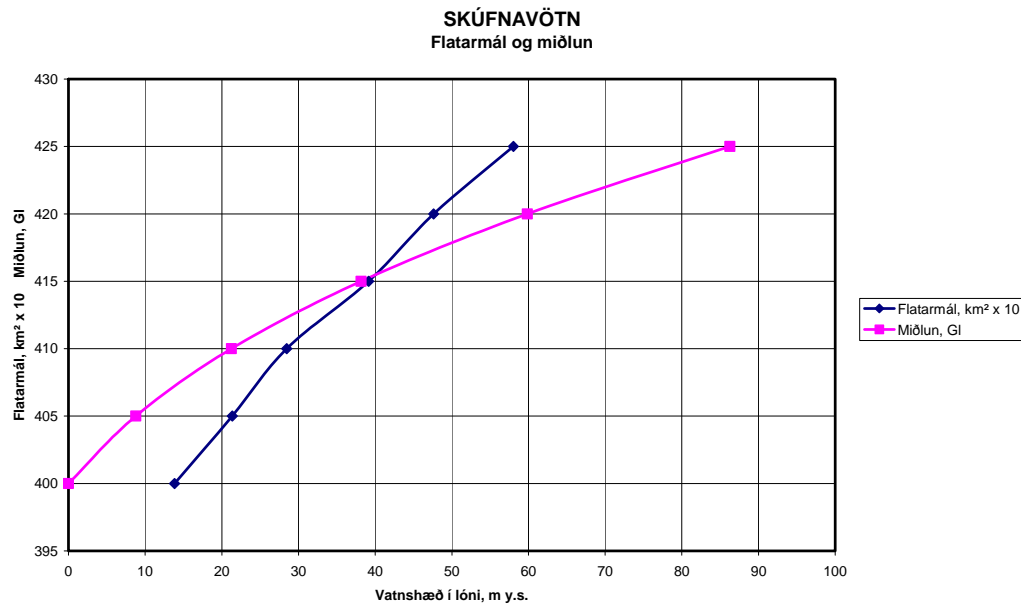
Hér að framan hefur tilhögun virkjunar úr Skúfnavötnum verið lýst í stórum dráttum. Við gerð áætlunar þessarar voru bornir saman nokkrir valkostir um tilhögun og gerð mannvirkja.

Kanna þurfti sérstaklega:

- Hagkvæmustu stærð miðlunar í Skúfnavötnum,
- Hagkvæmustu legu og gerð vatnsvega,
- Hagkvæmasta fyrirkomulag veitumannvirkja.

5.2 Stærð miðlunar í Skúfnavötnum

Lægsti punktur hæðarinnar á milli Skúfnvatna og Fossalauta á Rauðamýrarfjalli er í um 426 m y.s. sem er því hæsta mögulega vatnsborðshæð miðlunar í Skúfnavötnum nema byggð sé stífla á hæðinni. Lónrýmd miðlunar með hæsta vatnsborð í 425 m y.s. og lægsta vatnsborð í 400 m y.s. eru 86 Gl. Í meðalvatnsári er rennsli innan vatnasviðs Skúfnvatnavirkjunar 97 Gl og hagkvæm stærð miðlunar augljóslega minni en 86 Gl. Lónferill miðlunar er sýndur á mynd 14.



Mynd 14. Lónferill miðlunar í Skúfnavötnum.

Hagkvæmni miðlunar ræðst meðal annars af kostnaði stíflumannvirkja (jarðstífla, botnrás og yfirfall) og tiltæku innrennsli.

Hagkvæmnisathugun leiddi í ljós að virkjunin eru hagkvæmust ef stíflukróna er á bilinu 415-419 m y.s. þ.e. stærð miðlunar á bilinu 24,5 til 40 Gl. Munurinn er óverulegur þannig að umfjöllunin um stíflumannvirki gerir ráð fyrir að stærð miðlunar sé 24,5 Gl.

5.3 Lega og gerð vatnsvegs

(teikning nr. 104)

Landfræðilegar og jarðfræðilegar aðstæður á virkjunarstað bjóða upp á nokkra valkosti í gerð og legu vatnsvegar.

Stysta fjarlægð á milli Skúfnavatna og Hvannadalsár er 2,9 km og er fallið um 320 m. Landfræðilegar aðstæður gera kleift að grafa aðrennslisskurð allt að 2 km að lengd (valkostur B) frá miðlun fram á brún Skriðufjalls. Við enda aðrennslisskurðar er mögulegt að sprengja brött þrýstigöng eða leggja þrýstipípu niður hlíðar Rauðamýrarfjalls/Skriðufjalls. Í stað aðrennslisskurðar er hægt að sprengja lítið hallandi aðrennslisgöng í gegnum Skriðufjall (valkostur A).

Bornir voru saman fjórir valkostur: (A) 1,9 km löng aðrennslisgöng í gegnum Skriðufjall, 320 m fallgöng og 1,1 km löng frárennslisgöng, (B) 2,0 km langur aðrennslisskurður, 310 m þrýstigöng að stöðvarhúsi neðanjarðar og þaðan frárennslisgöng sem opnast í 150 m löngum skurði út í Hvannadalsá, (C) 900 m langur aðrennslisskurður, 1,4 km löng trefjaplastpípa, 230 m þrýstigöng að stöðvarhúsi neðanjarðar og þaðan frárennslisgöng sem opnast í 180 m löngum skurði

út í Hvannadalsá og (D) 840 m löng jarðgöng og 2,275 km löng þrýstipípa eins og gert var ráð fyrir í forathugun árið 1976 [1].

Í stað þrýstiganga og frárennslisganga er hagkvæmara að leggja stálþrýstipípu niður fjallshlíðina niður í Hvannadal, en er umhverfislega síðri kostur. Valkostur C með stálþrýstipípu reynist 10% ódýrari en kostur C með þrýstigöngum og frárennslisgöngum.

Valkostur A er talsvert óhagkvæmari en aðrir kostir. Valkostur D er jafnframt óhagkvæmari en valkostir B og C. Valkostur C kemur aðeins betur út en kostur B en sá munur er innan óvissumarka. Af rekstrarlegum ástæðum er valkostur C fýsilegri en B vegna styttri aðrennslisskurðar. Því lengri sem skurðurinn er því meiri hætta er á ís- og grunnstingulstruflunum og einnig er aukin hætta á leka í gegnum óþéttar sprungur.

5.4 Fyrirkomulag veitumannvirkja

Fyrirkomulag Hvannadalsárveitu er einfalt. Áin er stífluð með steypu yfirfalli við útfall vatns í 483 m y.s. Þaðan er vatninu veitt um 1,5 km langan skurð yfir til Austurmannagils.

Fyrirkomulag Austurmannagilsveitu er í sjálfu sér einfalt og koma nokkrir kostir til greina. Við fyrstu sýn virðist best að stífla Austurmannagil þar sem landhæð árinna er í 440 m y.s. og grafa 1,5 km langan skurð yfir til Skúfnavatna. Auk jarðstíflunnar þarf að byggja botnrás og yfirfall eins og fyrir Skúfnavatnastíflu. Verkkostnaður slíkrar veitu er áætlaður um 500 milljónir króna (verðlag janúar 2007).

Einnig var skoðað að veita ánni með 2,5 km löngum skurði. Efri endi skurðar væri í farvegi Austurmannagilsárinnar og 7-8 m djúpur. Við neðri endann rís botninn um 2-3 m til að tryggja að yfirborðsvatn leggi á veturna. Auk þess væri skurðgröftur notaður til að hækka landið meðfram skurði. Verkkostnaður skurðarins væri um 230 milljónir króna (verðlag janúar 2007) eða rúmlega helmingi ódýrara mannvirki en fyrrnefndi kosturinn. Veita með 2,5 km löngum skurði varð því fyrir valinu.

Gert er ráð fyrir að straumhraði í veituskurðum verði lágur þannig að lagnaðarís myndist á yfirborði þeirra. Lagnaðarísinn og snjóþekja ofan á honum minnkar varmatap frá vatninu mikið og kemur í veg fyrir krapa- og grunnstingulsmýndun í skurðunum. Vetrarrensli kemst leiðar sinnar á milli vatnasviða undir ísnum, en aukið viðnám vegna ísþekjunnar þýðir að vatnshæð í veituskurðunum verður hærri við sama rennsli en þegar enginn ís er til staðar.

Hugsanlegt er að gera miðlanir í stærstu vötnum á svæðinu, en þar sem ekkert er vitað um dýpi þeirra eða aðrar aðstæður við vötnin, er á þessu stigi ekki gert ráð fyrir slíkum miðlunum. Líklegasti miðlunarkostur ofan Skúfnavatna er í ónefndu vatni í 462 m y.s., en vatnsflötur þess er á stærð við vatnsflöt Skúfnavatna og gæti stærð miðlunar þarna orðið allt að 10 Gl. Lengd stíflu þyrfti að vera um 400 m og mesta hæð í árfarveg um 10 m. Þennan möguleika má kanna á síðari stigum.

5.5 Miðlun í Skúfnavötnum

Gert er ráð fyrir jarðstíflu þar sem Þverá rennur úr Skúfnavötnum. Stíflan yrði með þéttikjarna úr jökulruðningi sem fæst í nágrenninu. Súefni verður sennilega að sækja

að Langadalsströnd en efni til stoðfyllingar, fláavarnar og ölduvarnar fæst úr aðrennslisskurði og ef þörf er á úr veituskurði Austurmannagilsveitu. Heildarlengd jarðstíflu er 500 m og mesta hæð 18,0 m. Við reikning magntalna var áætlað 1 m dýpi á klöpp á stíflustæði. Hæð á jarðstíflu krónu verður 415 m y.s., krónubreidd 6,0 m, flái 1:1,5 loftmegin og 1:1,5 vatnsmegin. Heildarefnismagn í stíflu er áætlað 313.500 m³. Yfirfallið verður steinsteyppt í lægð vestan stíflunnar. Lengd þess verður 50 m og krónuhæð 412,0 m y.s. Hönnunarflóð var áætlað 100 m³/s þ.e. flóð með 1.000 ára endurkomutíma en þá yrði hæsta vatnsborð 413,0 m y.s. Stærð fulls lóns er 3,3 km² og rýmd 24,5 Gl.

Frá yfirfallinu rennur vatnið í farveg Þverár aftur. Ráðgerð er steinsteyppt botnrás í stífluna, ekki í núverandi farvegi Þverár heldur um lægð á vesturbakka hennar. Flutningsgeta botnrásarinnar er 75 m³/s við fullt lón en 38 m³/s í lægstu rekstrarvatnsstöðu (402 m y.s.).

Engar rannsóknir hafa verið gerðar á fyrirhuguðu stíflustæði. Umhverfi Skúfnavatna var þó kortlagt 1975/6. Gera má þó ráð fyrir að aðstæður séu svipaðar og við Nyrðra-Vatnalautavatn og Hvalárvatn, en þar voru stíflustæði skoðuð lauslega í ágúst 2006 vegna forathugunar á Hvalárvirkjun (sjá skýrslu um Hvalárvirkjun [10]).

Almennt má segja að landslag, þegar kemur upp á heiðina, einkennist af heillegum jökulsorfnnum klöppum með nokkru af hnullungsgrjóti, jafnvel Grettistöfum, sem jökullinn hefur skilið eftir þegar hann hopaði á sínum tíma og samkvæmt athugunum Sveins Þorgrímssonar jarðfræðings 1975/76 er talsvert magn af lausum efnum, sem að hluta eru finn jökulruðningur er hentað gæti í þéttikjarna auk grófari efna í stoðfyllingar.

Þessar námur eru einkum við Skúfnavötn og í nágrenni þeirra en einnig við Hvannadalsá og er fjarlægð úr námum að stíflum fremur stutt. Í vötnum og tjörnum eru einnig nokkurt magn af lausu seti, en ekkert er vitað um eiginleika setsins eða gerð.

Kanna þarf einnig sérstaklega sprungur á stíflustæðum og velja stíflum endanlegan stað með hliðsjón af legu opinna sprungna. Nokkuð er um norður/suður sprungur á svæðinu, en þær ætti að vera auðvelt að þetta því vatnsþrýstingur verður varla meiri en 20 m.

5.6 Inntak virkjunar

Inntakið er ráðgert 1.000 m sunnan við stíflu. Grafinn verður 900 m langur aðrennslisskurður og mesta dýpi um 27 m. Botnbreidd skurðar verður 6,0 m. Við skurðendann taka við 50 m löng jarðgöng sem verða stálfóðruð. Lægsta rekstrarvatnsborð verður 4 m yfir þaki í göngum til að hindra ístruflanir. Við enda jarðganga verður lokuhús (inntak virkjunar) þar sem tveir sjálfvirkir spjaldlokar verða til öryggis við rörbrot.

5.7 Gerð vatnsvega að stöðvarhúsi

Eins og þegar hefur komið fram er gert ráð fyrir 1.400 m langri trefjaplastpípu um Fossalautir (þvermál pípu 1000 mm) og um 230 m löngum stálfóðruðum þrýstigöngum niður í stöðvarhús. Frá Pelton vatnsvél liggja 600 m löng ófóðruð frárennslisgöng niður í 180 m langan skurð sem veitir virkjaða rennslinu út í

Hvannadalsá, tæplega 2 km ofan við eyðibýlið Tungu austan árinna. Hagkvæmasta þvermál trefjaplastpípu og þrýstiganga var reiknað og er niðurstaðan birt í kafla 7 “Kostnaður og bestun”.

5.8 Stöðvarhús

Stöðvarhús er fyrirhugað neðanjarðar eins og áður segir og er gert ráð fyrir vatnsvél af Peltongerð og rafal á lóðréttum ási. Bakvatnshæð er áætluð í 76 m hæð yfir sjó. Frárennslisskurður verður um 180 m langur. Fyrirspurn var send til vélarframleiðanda um verð og helstu kennistærðir Pelton vélar og rafala í virkjunina, miðað við virkjað rennsli 3,0 m³/s. Kostnaður vélbúnaðar og rafala byggir á svári vélarframleiðanda. Framleiðandinn tók sérstaklega fram að markaðsverð sé mjög hátt vegna mikilla anna hjá vélaframleiðendum í Evrópu og því má ætla að kostnaður vél- og rafbúnaðar sé a.m.k. ekki vanmetinn.

5.9 Veita úr Hvannadalsá

Fyrirhugað stíflustæði er við útrennsli úr vatni í um 483 m hæð. Steypt er 2 m hátt yfirfall og lengd þess áætluð 50 m en aðeins eru til kort með 20 m hæðarlínunum á þessu svæði.

Skurður verður grafinn til norðurs úr vatni í 484 m y.s. Lengd skurðar er um 1,5 km, mesta dýpi 12 m og botnbreidd 6,0 m.

Með þessum aðgerðum er efstu drögum Hvannadalsár veitt norður í Austurmannagili.

5.10 Veita úr Austurmannagili

Grafinn verður skurður með upphaf í farvegi árinna og endi á vatnasviði Skúfnavatna. Lengd skurðar verður 2,5 km og botnbreidd 6,0 m. Við syðri enda skurðar í Austurmannagili er skurðdýpt um 7 m en við nyrðri endann hækkar botninn um 2-3 m til að vatndýpt í skurði sé ávalt minnst 2-3 m. Hluti uppgrafar úr skurði verður notaður til að fylla í lægðir meðfram skurðinum.

5.11 Vegir að mannvirkjum

Aðkomuvegur verður lagður frá þjóðvegi nr. 61 framhá eyðibýlinu Tungu og að aðkomugöngum virkjunar. Lengd vegarkafla er um 3 km. Gert er ráð fyrir að um 6,5 m breiður vinnuvegur verði lagður í bugðum upp hlíð Rauðamýrarfjalls að inntaki virkjunar og Skúfnavatnastíflu. Heildarlengd vinnuvegar er um 8,5 km. Jafnframt verður lögð slóð frá inntaki virkjunar og að mannvirkjum Austurmannagilsveitu og Hvannadalsárveitu. Heildarlengd slóða er 12 km.

Vinnuvegur upp hlíð Rauðamýrarfjalls er umhverfislega séð óheppileg aðgerð og því kæmi til álita að leggja slóða frá þjóðvegi nr. 61 í um 360 m y.s. hæð á Steingrímsfjarðarheiði til Skúfnavatna. Slóðinn væri um 20 km að lengd. Þetta fyrirkomulag myndi auka kostnað mannvirkja við Skúfnavötn ef sækja þyrfti byggingarefni niður á láglandi. Lengd vegar frá ósi Hvannadalsár og að Skúfnavatnastíflu um Steingrímsfjarðarheiði er 32 km.

6 UMHVERFISMÁL

Engar athuganir hafa verið gerðar á umhverfi eða áhrifum framkvæmda og reksturs virkjunar Þverár úr Skúfnavötnum á umhverfið.

Vatnasvið virkjunarinnar, sem er um 75 km², er þakið vötnum og tjörnum og skiptir fjöldi þeirra a.m.k. tveimur hundruðum. Hæð vatnasviðsins er að mestu í 400-500 m y.s. Virkjunin hefur lítið eða ekki í för með sér breytingar á vötnunum nema Skúfnavötnunum sjálfum, þar sem byggð verður stífla í útrennsli Þverár og miðlun gerð fyrir virkjunina.

Vegna Skúfnavatnastíflu stækkar vatnsflötur Skúfnavatna nokkuð við hæstu vatnsborðsstöðu eða úr um 1,7 km² (402 m y.s.) í liðlega 3,3 km² (412,0 m y.s.) og svarar það til fyrirhugaðrar vatnsborðssveiflu miðlunarinnar.

Steypt yfirfall við útfall vatns í Hvannadalsá mun hækka náttúrulegt vatnsborð um 1 m og þaðan verður grafinn um 1,5 km langur skurður með 6 m botnbreidd en hann er aðeins fáeinir metrar á dýpt á stórum kafla. Í Austurmannagili er engin jarðstífla sem stíflar gilið til að veita vatnið yfir til Skúfnavatna heldur allt að 7 m djúpur skurður með botnbreidd 6 m sem flytur vatnið um 2,5 km leið.

Aðrennslisskurður virkjunar verður lítt sýnilegur nema úr lofti og stöðvarhús og frárennslisgöng eðli málsins samkvæmt neðanjarðar og hafa því engin sjónræn áhrif. Stuttur frárennslisskurður út í Hvannadalsá verður þó sýnilegur en ekki áberandi nema í allra næsta nágrenni.

Allt virkjað rennsli virkjunarinnar kemur til sjávar í náttúrulegum ósi Þverár og Hvannadalsár. Rennsli Þverár minnkar um 70% og rennsli Hvannadalsár jafnast verulega og vex neðan útrennslis virkjunarinnar, sumarrennsli verður flutt yfir á vetrarmánuðina og mun draga úr flóðum, þó síður á haustin þegar lón er fullt. Þverá fellur bratt eða um 300 m frá Skúfnavötnum niður á láglandi niðri í dalnum. Fossar og flúðir eru þarna margir en enginn foss er þó í ánni á Fossaskrá NVR. Stöðvarhús virkjunar er neðan við Finnbogafoss í Hvannadalsá og búast má við að rennsli hans verði allt að helmingi minna eftir framkvæmdir.

Auk ofanefndra breytinga við og ofan Skúfnavatna verða þær breytingar helstar á umhverfinu að um 180 m langur frárennslisskurður verður grafinn frá stöðvarhúsi út í Hvannadalsá og vegur verður lagður frá vegamótum Djúpvegur (61) upp með Hvannadalsá norðan árinna að stöðvarhúsi. Frárennslisskurður og aðkomuvegur liggja um gróið land.

Vegur upp hlíð Rauðamýrarfjalls að mannvirkjum við Skúfnavötn verður áberandi í landslaginu. Það er mögulegt að leggja hann þannig að skeringar verða með minnsta móti en vegurinn verður engu að síður áberandi. Jafnframt verður rudd slóð meðfram pípulínu á Fossalautum en hana má lagfæra eftir framkvæmdir. Jafnframt verður rudd slóð frá inntaki virkjunar að skurðstæðum í Austurmannagili og Hvannadalsá, um 12 km að lengd. Slóðin ætti ekki að skemma ásýnd svæðisins að ráði.

Í stað vegarins upp hlíðar Rauðamýrarfjalls er mögulegt að gera veg að mannvirkjum við Skúfnavötn ofar á vatnasviðinu frá Þjóðvegi í um 360 m y.s. hæð á Steingrímsfjarðarheiði norður eftir hálandinu allt að Skúfnavötnum, líðlega 20 km að lengd. Vegalengd eftir Steingrímsfjarðarheiði að vegamótum við Rauðamýri er um 12 km og heildarlengd því um 32 km. Slíkur vegur frá vegi á Steingrímsfjarðarheiði gæti orðið upphaf að vegi (sumarvegi) norður Ófeigsfjarðarheiði jafnvel allt að Drangajökli og niður í Ófeigsfjörð. Vegur þessi gæti því, auk þess að nýtast við framkvæmdir virkjunarmannvirkja, opnað fyrir ýmsa möguleika fyrir ferðamenn.

Rétt er að geta þess að líklega verður um einhverja efnistöku úr og við sameiginlegan áros Þverár, Hvannadalsár, Lágadalsár og Langadalsár að ræða, en í og við ósinn er mikið magn sands og malar sem árnar hafa borið fram. Ekki er vitað um efnisgæði, en líklegt má telja að þar finnist steypu- og fyllingarefni sem nýta má til virkjunarframkvæmdanna. Auðvelt verður að vinna efni þarna án verulegra umhverfisspjalla.

Lítið er vitað um gróðurlíf á svæðinu eða dýralíf. Vitað er þó að gróður er lítill ofan 400 m y.s. Fátt er um sauðfé enda flestar jarðir komnar í eyði á svæðinu. Fuglalíf er eflaust talsvert en ekki er vitað um neinar sjaldgæfar tegundir og refur og minkur halda sig vafalítið a.m.k. á hluta svæðisins.

Nokkur lax og silungsveiði er í Hvannadalsá, en ekki er gert ráð fyrir að virkjun Þverár hafi umtalsverð áhrif á fiskigengd eða veiði í ánni. Gæti jafnvel aukið fiskigengd í Hvannadalsá vegna aukins og jafnara rennslis neðan til í ánni.

Ekki er vitað um fisk í vötnum og tjörnum á vatnasviði virkjunarinnar. Ekki er þó ólíklegt að þarna séu staðbundnir stofnar vatnableikju, en nýting þeirra hefur verið lítil ef nokkur a.m.k. í áratugi. Virkjunarframkvæmdir munu engin áhrif hafa á þessa stofna, ef þeir eru til staðar, nema helst í Skúfnavötnunum þar sem vatnsborðssveifla verður umtalsverð.

Í hlutarins eðli liggur að háspennulína verður, ef til kemur, lögð frá orkuverinu væntanlega að Vestfjarðalínu suður á Barðaströnd. Líkleg lega er um Lágadal og Þorskafjarðarheiði niður í Þorskafjörð.

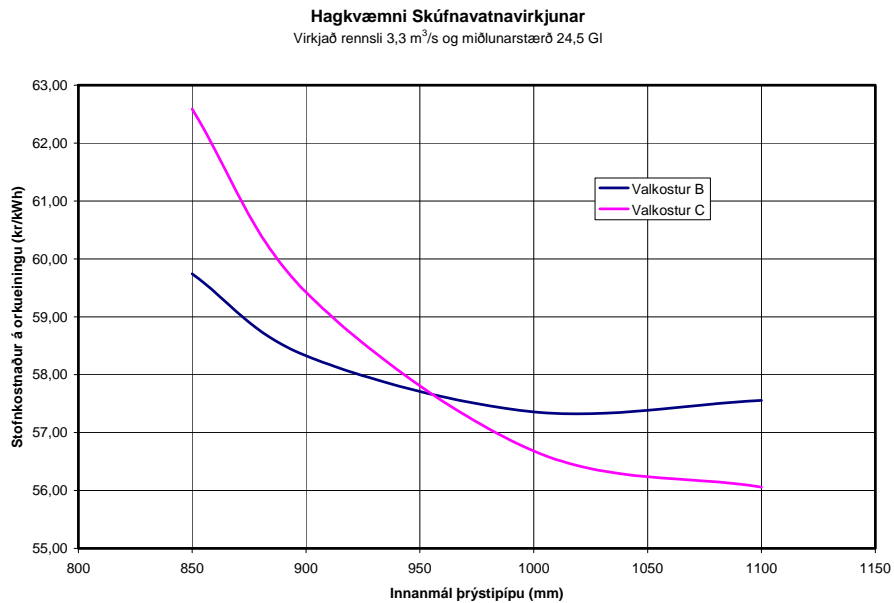
7 KOSTNAÐUR OG BESTUN

Kostnaðaráætlanir eru gerðar í kostnaðarlíkani Landsvirkjunar og miðast við verðlag í janúar 2001 (forsenda Rammaáætlunar) og janúar 2007.

Magnþörlur eru áætlaðar í samræmi við samræmdar hönnunarforsendur Rammaáætlunar. Efnismagn í stíflur, skurði og aðra jarðvinnuþætti hefur verið reiknað út frá kortum með 5 m hæðarlínunum, nema efnismagn í steipt yfirfall í Hvannadalsá er reiknað út frá kortum með 20 m hæðarlínunum.

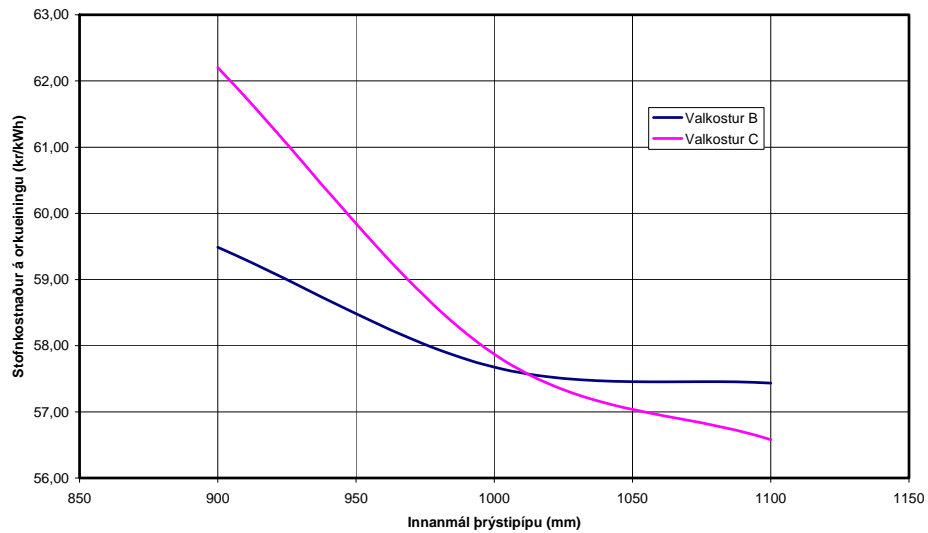
Gert er ráð fyrir því að jarðfræðilegar aðstæður séu eðlilegar og að hvergi þurfi að gera ráð fyrir sérstökum kostnaðarauka vegna jarðfræðilegra aðstæðna. Hálendið er þakið vötnum og því er gert ráð fyrir að leki úr miðlun sé óverulegur og ekki þurfi miklar þéttingar undir Skúfnavatnastíflu.

Í forathugun þessari er leitast við að finna hagkvæmasta fyrirkomulag mannvirkja. Það er gert á þann hátt að heildarkostnaður mannvirkja er reiknaður sem og orkuvinnsla virkjunar og er miðað við 7000 klst nýtingartíma virkjunar. Þannig fæst stofnkostnaður virkjunar á orkueiningu, kr/kWh. Skoðuð er hagkvæmni fyrir mismunandi stærðir vatnsvega og miðlunarstærðir 24,5 GI og 40,0 GI (myndir 15 og 16). Niðurstöður útreikninga á verðlagi 2007 eru sýndir hér fyrir valkosti B og C á teikningu 104.



Mynd 15. Skúfnavatnavirkjun með 24,5 GI miðlun, stofnkostnaður á orkueiningu sem fall af innamáli þrýstípu.

Hagkvæmni Skúfnavatnavirkjunar
Virkið rennsli 3,7 m³/s og miðlunarstærð 40,0 Gl



Mynd 16. Skúfnavatnavirkjun með 40,0 Gl miðlun, stofnkostnaður á orkueiningu sem fall af innanmáli þrýstipípu.

Bestun mannvirkja leiðir í ljós að það er lítil munur á hagkvæmni virkjunar með miðlunarstærð 24,5 Gl eða 40 Gl en nokkuð ávinnst með því að víkka innanmál þrýstipípu úr 850 mm í 1000 mm.

Kostnaðaryfirlit 8,5 MW virkjunar miðað við virkjað rennsli 3,3 m³/s, miðlunarstærð 24,5 GI og innanmál pípu 1000 mm á verðlagi í janúar 2001 og 2007 er sýnt hér.

VERKHLUTI	Janúar 2001 Mkr	Janúar 2007 Mkr	Mismunur %
Veita Hvannadalsár - Skurður	54,74	78,9	44,1
Veita Hvannadalsár - Yfirfall	13,32	18,32	37,5
Veita Austurmannagils - Skurður	88,13	128,53	45,8
Skúfnavötn - Jarðstífla	225,76	336,93	49,2
Skúfnavötn - Botnrás	111,54	145,50	30,4
Skúfnavötn - Yfirfall	25,17	35,49	41,0
Aðrennslisskurður	71,44	105,49	47,7
Inntak virkjunar	36,98	49,98	35,2
Trefjaplastpípa, lengd 1393 m	67,04	76,21	13,7
Brýstígöng, lengd 230 m	57,74	83,55	44,7
Stöðvarhús (neðanjarðar)	135,04	173,15	28,2
Aðkomugöng, lengd 500 m	95,90	133,11	38,8
Frárennslisgöng, lengd 600 m	87,38	124,54	42,5
Frárennslisskurður	6,66	9,84	47,7
Rafbúnaður	144,67	174,75	20,8
Vélbúnaður	110,27	126,72	14,9
Aðkomuvegur	24,63	39,93	62,1
Vinnuvegir	28,69	44,3	54,4
Vinnubúðir	116,92	146,37	25,2
Tygjun	30,22	46,18	52,8
VERKKOSTNAÐUR	1.532,24	2.077,79	35,6
Ófyrirséður kostnaður 20%	309,79	420,09	35,6
VERKTAKAKOSTNAÐUR	1.842,03	2.497,88	35,6
Hönnunar- og umsjónarkostnaður 15,0%	276,54	374,74	35,5
Undirbúningskostnaður 2,8%	50,97	69,07	35,5
Annar verkkaupakostnaður 3,6%	67,19	91,17	35,7
FRAMKVÆMDAKOSTNAÐUR	2.236,73	3.032,86	35,6
Fjármagnskostnaður 12,8%	286,85	389,24	35,7
HEILDARKOSTNAÐUR ÁN VSK	2.523,58	3.422,10	35,6

8 ORKUVINNSLA OG HAGKVÆMNI

Orkugeta virkjunar var reiknuð án tengsla við landskerfið í bestun mannvirkja og reyndist hún vera allt að 62 GWh á meðalvatnsári miðað við 3,3 m³/s virkjað rennsli og 24,5 Gl miðlun en 69 GWh miðað við 3,7 m³/s virkjað rennsli og 40 Gl miðlun. Nýtingartími virkjunar í báðum tilfellum er 7000 klst.

Ofannefndir orkuútreikningar gera ráð fyrir að virkjunin sé keyrð á fullu afli þegar tiltækt vatn er til staðar. Þess vegna gefa þeir í raun hágildi orkugetu virkjunar fyrir gefinn nýtingartíma.

Í forsendum Rammaáætlunar er gert ráð fyrir að orkugeta virkjana sé reiknuð í orkuforriti VST og er forsendum orkuforritsins lýst í fylgiskjali 1. Til að gæta samræmis eiga rennslisráðir að innihalda vatnsárin 1950 til 1993. Tiltæk rennslisgögn innihalda vatnsárin 1956 til 2002 fyrir Skúfnavötn.

Í ljósi þess að ekki eru tiltækar rennslisráðir fyrir öll vatnsárin sem orkuforrit VST byggir á var ákveðið að reikna orkugetu Skúfnavatnavirkjunar án tengsla við landskerfið. Það leiðir sennilega til ofmats á orkugetu virkjunar ef tiltæk rennslisgögn gefa sanna mynd af framtíðarrennsli. Ástæðan er sú að það er líklegt að Skúfnavatnavirkjun í landskerfinu nýti sumarrennslið ekki jafnvel og virkjun sem er keyrð ein og sér, þ.e. utan kerfisins. Því er spáð að rennsli áa á Íslandi muni aukast á veturna á komandi árum vegna hlýnunar loftslags og mun slík breyting á veðurfari þýða aukna orkugetu Skúfnavatnavirkjunar á vetrarmánuðum. Að þessu gefnu má halda því fram að útreikningar á orkugetu Skúfnavatnavirkjunar utan kerfisins gefi trúverðuga mynd af orkugetu virkjunarinnar innan landskerfisins á komandi áratugum. Því má bæta við að veita Hrauna er ekki tekin með í orkuútreikningunum, en gæti væntanlega aukið orkugetuna um 4-5 %.

Niðurstaða orkuathugana miðað við virkjað rennsli 3,3 m³/s, vídd þrýstipípu 1000 mm og yfirfallshæð Skúfnavatnamiðlunar 412,0 m y.s. er eftirfarandi:

Orkuvinnsla	60 GWh/a
Afl	8,5 MW
Nýtingartími	7000 klst
Virkjað rennsli	3,3 m ³ /s
Nýtanleg miðlun	24,5 Gl
Stofnkostnaður án VSK	3.442 Mkr (verðlag 2007)
Stofnkostnaður á orkueiningu	57,37 kr/kWh (verðlag 2007)
Stofnkostnaður án VSK	2.524 Mkr (verðlag 2001)
Stofnkostnaður á orkueiningu	42,07 kr/kWh (verðlag 2001)
Hagkvæmnitala	1,57 (verðlag 2001)

Virkjunin lendir því í hagkvæmniflokk III.

9 VERKFRAMKVÆMD

Framkvæmdatími við Skúfnavötn og veitur Austurmannagils og Hvannadalsár við stíflugerð og skurði er stuttur á ári hverju. Eðli málsins samkvæmt er verktími á þessum svæðum í 400-500 m y.s. bundinn við sumarmánuðina júní til ágúst og í flestum árum mætti eflaust nýta hluta af maí og september, jafnvel allan september, til framkvæmda. Gert er ráð fyrir því að eitt sumar fari í vegagerð og aðstöðusköpun. Gera má ráð fyrir að ljúka megi gerð Skúfnavatnastíflu á tveimur sumrum í tíðarfari eins og verið hefur síðustu ár. Heildarframkvæmdatími er því áætlaður þrjú sumur en þó er gert ráð fyrir að frágangur innanhús í stöðvarhúsi fari fram að einhverju leyti á haustmánuðum í lok framkvæmdar.

Heildarársverkafjöldi við framkvæmd verksins er áætlaður um 96 ársverk. Áætlað er að mesti mannfjöldi sem vinnur við verkið samtímis hjá verktökum sé um 112 manns. Áætlaður vinnustundafjöldi er um 158 þúsund og skiptist á milli fagsviða eins og hér segir: verkamenn 50 %, tækjamenn 14 %, bílstjórar 14 % og iðnaðarmenn 22 %.

Helstu magntölur eru:

Gröftur (jarðgöng, skurðir, stíflur og steyp virki)	460.000 m ³
Fyllingar (stíflur, vegagerð)	472.000 m ³
Steypa (ýmis mannvirki)	3.000 m ³

10 HEIMILDIR

- [1] Almenna verkfræðistofan hf.: *Vestfjarðarvirkjanir – Dynjandisvirkjun, frum-áætlun, og Skúfnavatnavirkjun, drög að áætlun*. Júlí 1976. Rafmagnsveitur ríkisins, áætlanadeild.
- [2] Almenna verkfræðistofan hf.: *Vestfjarðarveita – Athugun á virkjunar- aðstæðum, Þverá á Langadalsströnd og Hvalá í Ófeigsfirði*. Ágúst 1974. Rafmagnsveitur ríkisins, áætlanadeild.
- [3] Sveinn Þorgrímsson: *Vestfjarðarvirkjanir – Frumkönnun á byggingarefnum*. 1976. Orkustofnun OS-ROD-7630.
- [4] Orkustofnun, Vatnamælingar 2006: Gagnabanki Vatnamælinga, afgreiðsla nr. 2006/16.
- [5] Jóel Karl Friðriksson: *Samantekt yfir stærstu flóð hvers árs í Þverá á Langadalsströnd*. 2002. Vatnamælingar Orkustofnunar, greinargerð JKF-2002/02.
- [6] Jóna Finndís Jónsdóttir: *Afrennsliskort og mat á áhrifum loftslagsbreytinga á vatnafar*. Erindi flutt á Orkuþingi 12. - 13. október 2006.
- [7] Óttar Ísberg: *Endurskoðun á rennslismælingum og smíði rennslislykils nr. 5 fyrir vhm 198, V 198, Hvalá í Ófeigsfirði*. 2005. Orkustofnun, OS-2005/025.
- [8] Páll Jónsson, Eva Bourgault, Kristinn Guðmundsson, Heiðrún Guðmundsdóttir, Svanur Pálsson: *Flóð íslenskra vatnsfalla – flóðagreining rennslisraða*. 1999. Orkustofnun, OS-99100.
- [9] Stefanía G. Halldórsdóttir: *Vatnafar á Hraunum á Ströndum, frá Eyvindardal að Skúfnavötum*. 2002. Orkustofnun, OS-2002/075.
- [10] Almenna verkfræðistofan: *Hvalávirikjun í Ófeigsfirði, forathugun*. 2007. Orkustofnun, OS-2007/008.
- [11] Haukur Tómasson, o.fl.: *Endurskoðun virkjana á Vestfjörðum*. September 1988. Orkustofnun, Vatnsorkudeild OS-88035/VOD-05.








Listi yfir teikningar

1258.400-101	Virkjunarsvæði. Afstöðumynd	
1258.400-102	Forathugun árið 1976. Tilhögun virkjunar. Yfirlitsmynd	1:50.000
1258.400-103	Forathugun árið 2007. Tilhögun virkjunar. Yfirlitsmynd	1:50.000
1258.400-104	Lega vatnsvegs virkjunar. Valkostir. Yfirlitsmynd.	1:20.000
1258.400-105	Skúfnavatnastífla. Yfirfall og botnrás. Grunnmynd	1:2.000
1258.400-106	Skúfnavatnsstífla. Botnrás og yfirfall. Snið	1:200
1258.400-107	Vatnsvegur virkjunar. Langsnið og snið	1:200

Vegalengdir
 Reykjavík - Hólmavík 274 km
 Hólmavík - Langadalsströnd 118 km
 Ísafjörður - Langadalsströnd 177 km

Ártn samræmingarhönnuðar

Skýringar

-  Áætlað lón eða miðlun
-  Mjólkárverkjun
-  Skúfnavatnavirkjun
-  Vegir
-  Hringvegur
-  Háspennulína
-  Fyrirh. háspennulína



Kortgrunnur: Landmælingar Íslands

Br.	Dags.	Eðli breytingar	Hannað	Athugað
Samþ.			Kl.	

Frumstærð blaðs er A1 / A3 Mkv. = 1/2

Lykilmynd

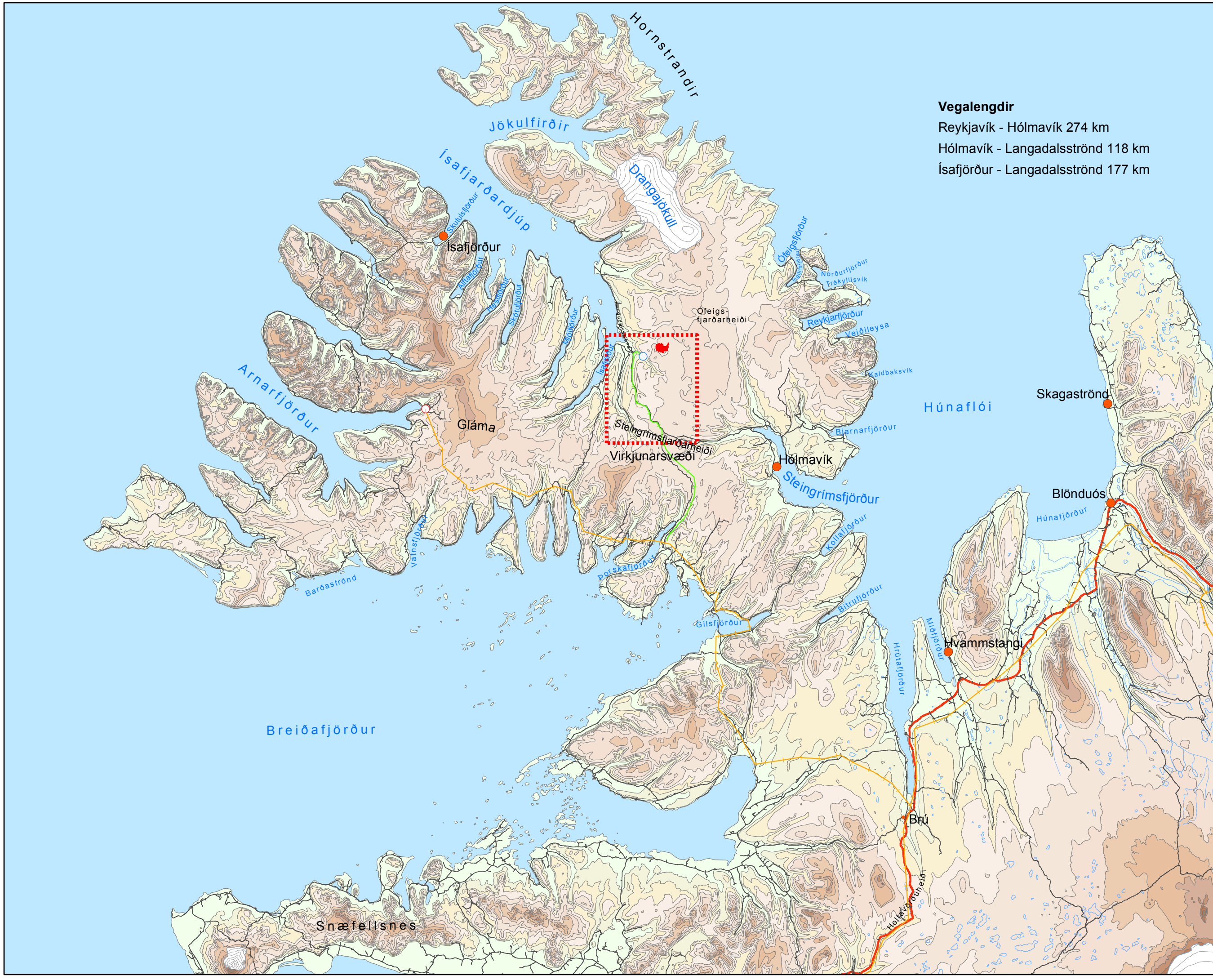
Almenna verkfræðistofan
 Fellsmúla 26 - 108 Reykjavík
 S: 580 8100 - Fax: 580 8101
 av@almenna.is - www.almenna.is

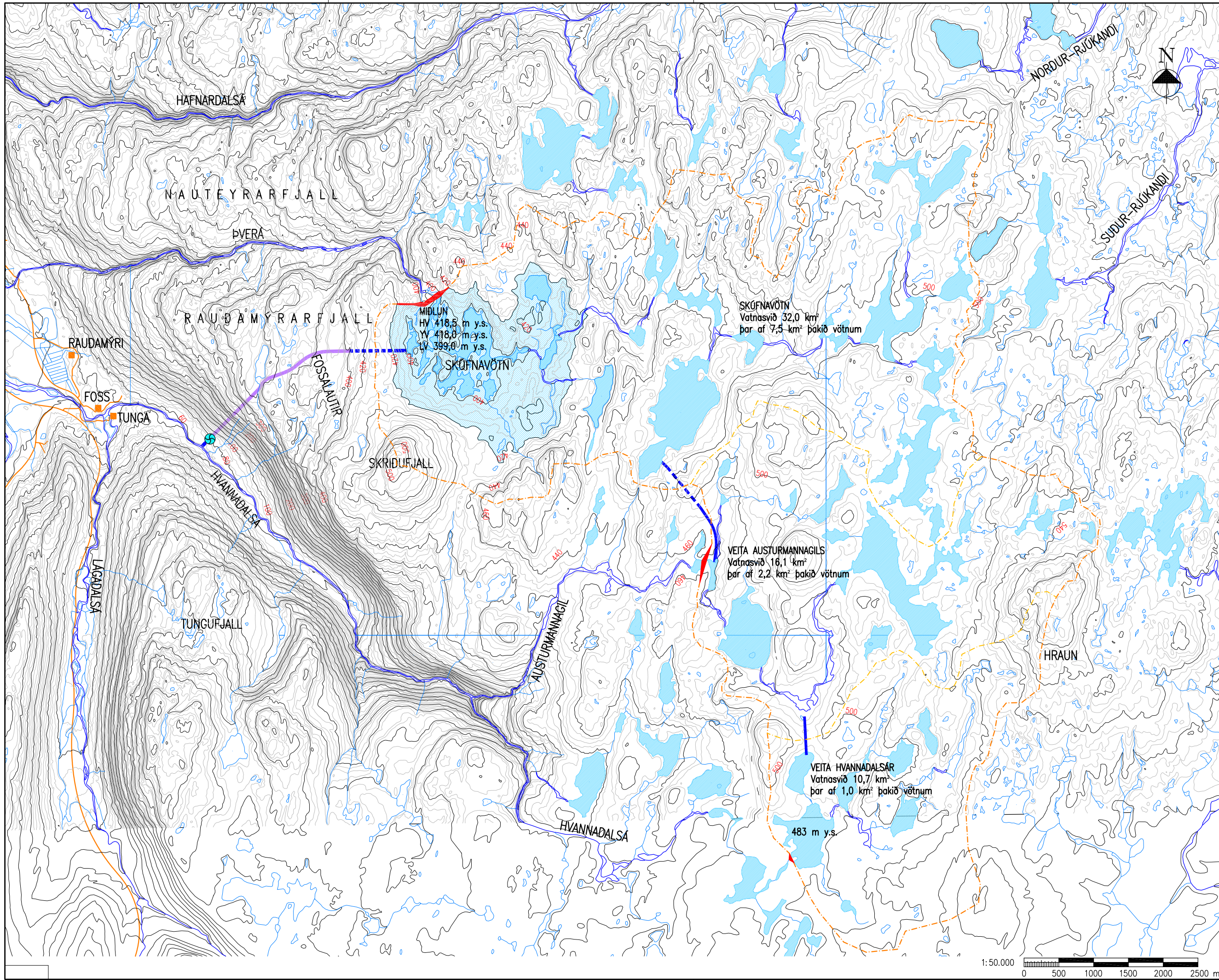
SKÚFNAVATNAVIRKJUN
 VIRKJUNARSVÆÐI
 AFSTÖÐUMYND

Hannað	ÁÓT	Athugað	M.
Samþ.			Kl.

Dags.	Júni 2007	Nr.	1258.400-J-101
-------	-----------	-----	----------------

Ártnir & teikningu eru á ábyrgð Almennu verkfræðistofunnar hf. kl. 740571-0179





Artun samræmingartönnubur

SKÝRINGAR:

- Stöðuvatn
- Stífla
- Miðlun
- HV Hesta flóðvatn
- LV Lægsta rekstrarvatn
- YV Yfirfallshæð
- Jarðgöng
- Skurður
- Þrýstípi
- Stöðvarhús
- Vatnaskil Skúfnavatnavirkjunar
- Vatnaskil veitna
- Vegur (fyrirhuguður)
- Slóð (fyrirhuguð)
- Eyðibýli

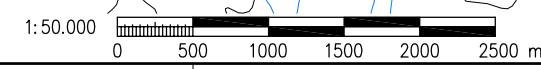
Br.	Dags.	EMI breytingar	Hannað	Althuguð
Samþ.		Kl.		

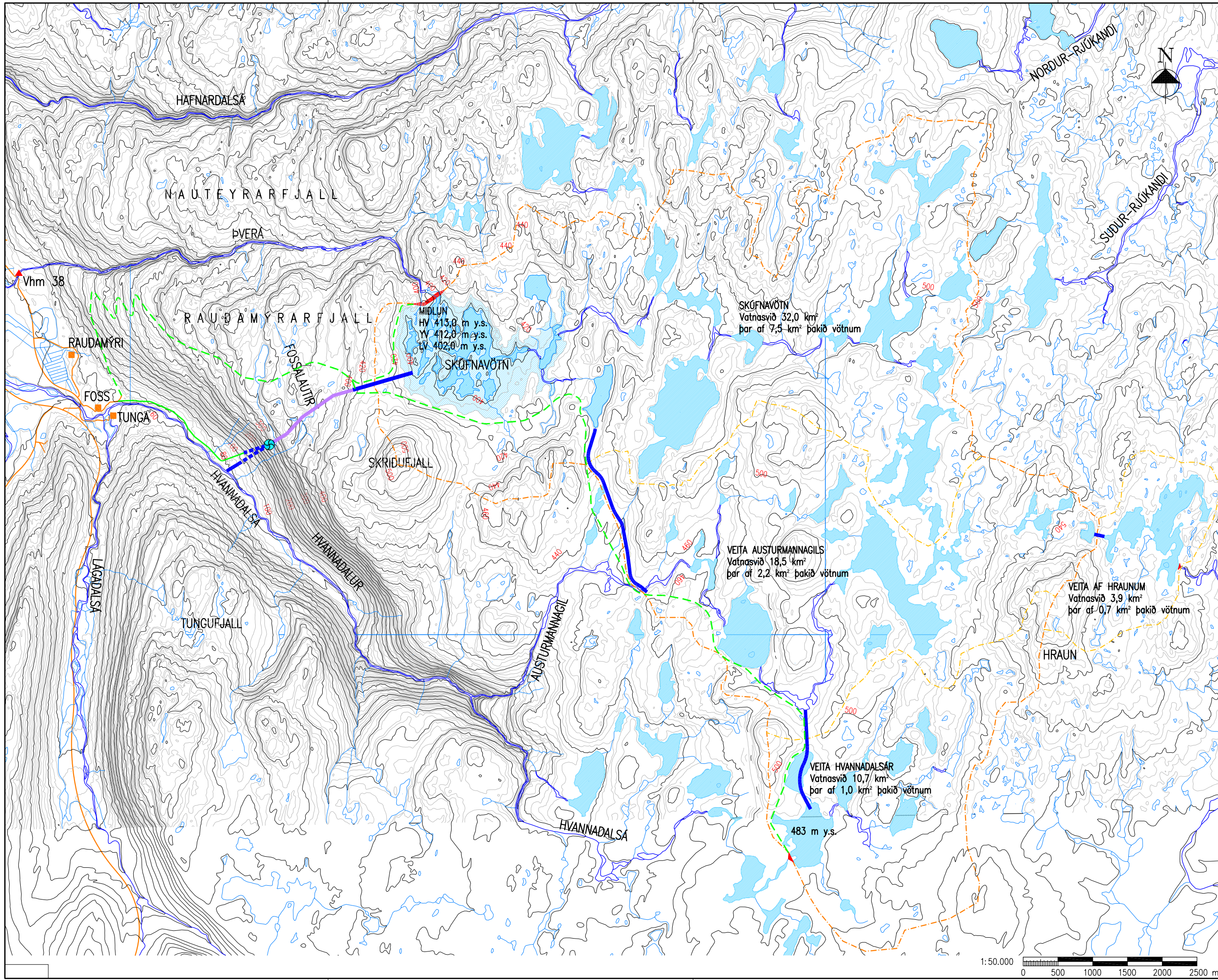
Almenna
verkfræðistofan

Fellsmúla 26 - 108 Reykjavík
S: 580 8100 - Fax: 580 8101
av@almenna.is - www.almenna.is

SKÚFNAVATNAVIRKJUN
FORATHUGUN ÁRÍÐ 1976
TILHÖGUN VIRKJUNAR
YFIRLITSMYND

Hannað	SIH	Althuguð	M. 1:50.000
Samþ.		Kl.	





Artun samræmingartönnubur

SKÝRINGAR:

- Stöðuvatn
- Stífla
- Miðlun
- HV Hæsta flöðvatn
- LV Legsta rekstrarvatn
- YV Yfirfallsheð
- Jarðgöng
- Skurður
- Þrýstipípa (niðurgráfin)
- Stöðvarhús
- Vatnaskil Skúfnavatnavirkjunar
- Vatnaskil veitna
- Vegur (fyrirhugaður)
- Slöð (fyrirhuguð)
- Eyðibýli
- Vatnshæðarmælir Vhm 38

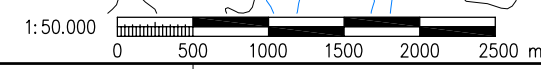
Br.	Dags.	EMI breytingar	Hannað	Althugið

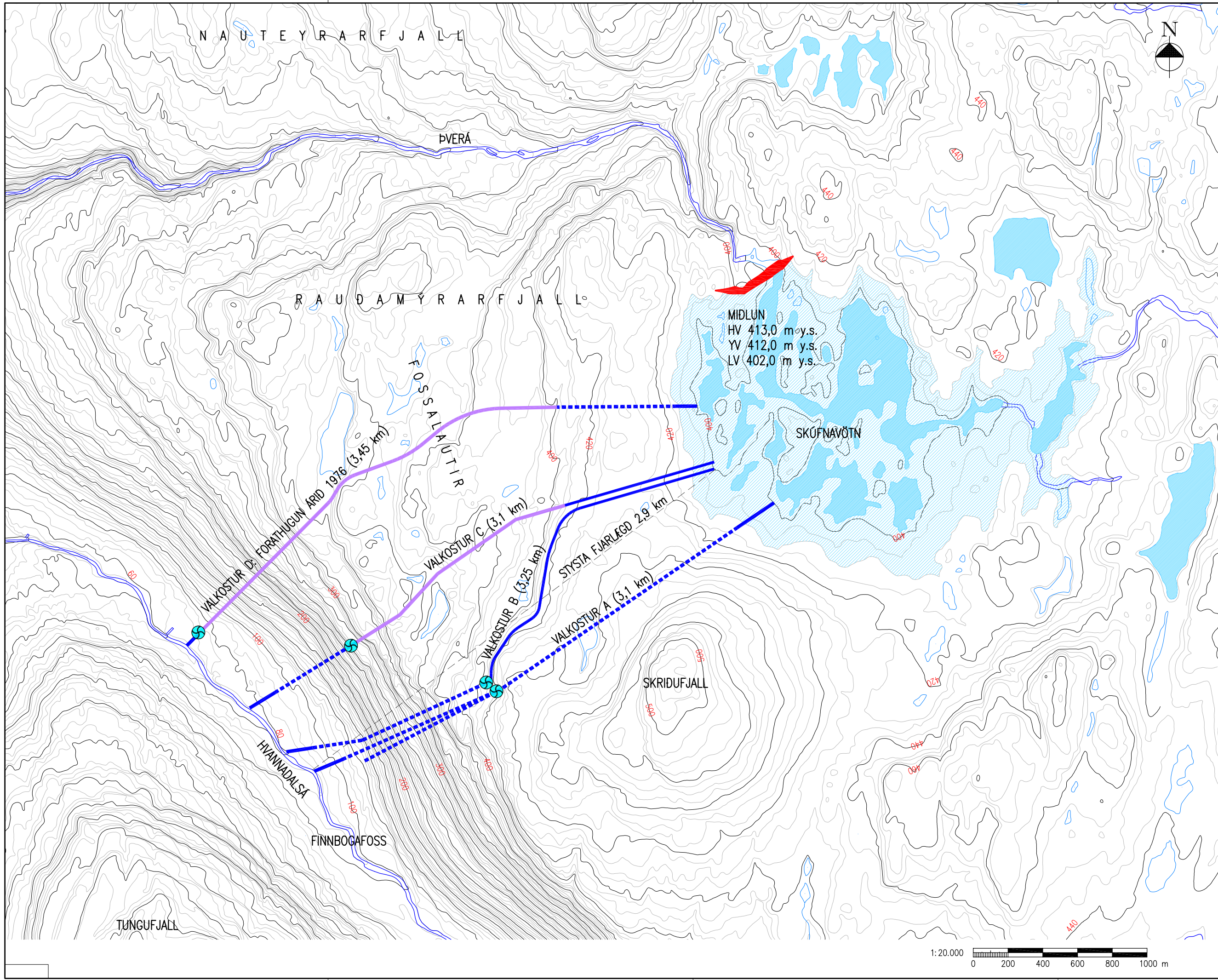
Almenna
 verkfræðistofan
 Fellsmláa 26 - 108 Reykjavík
 S: 580 8100 - Fax: 580 8101
 av@almenna.is - www.almenna.is

SKÚFNAVATNAVIRKJUN
 FORATHUGUN ÁRÍÐ 2007
 TILHÖGUN VIRKJUNAR
 YFIRLITSMYND

Hannað SIH	Althugið	M. 1:50.000
Samb.	KL	
Dags. JÚNÍ 2007	Nr.	1258.400-103

Artunir & teikningu eru á öbyrgð Almenna verkfræðistofunnar H. kl. 470671-0179





Artun samræmingartönnubur

SKÝRINGAR:

- Stöðuvatn
- Stífla
- Miðlun
- HV Hesta flöðvatn
- LV Legsta rekstrarvatn
- YV Yfirfallshæð
- Jarðgöng
- Skurður
- Þrýstipípa
- Stöðvarhús

Br.	Dags.	EMI breytingar	Hannað	Athugað
Samþ.		Kl.		

Almenna
verkfræðistofan

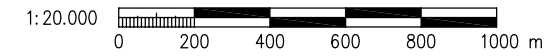
Fellsmúla 26 - 108 Reykjavík
S: 580 8100 - Fax: 580 8101
av@almenna.is - www.almenna.is

SKÚFNAVATNAVIRKJUN
LEGA VATNSVEGS VIRKJUNAR
VALKOSTIR
YFIRLITSMYND

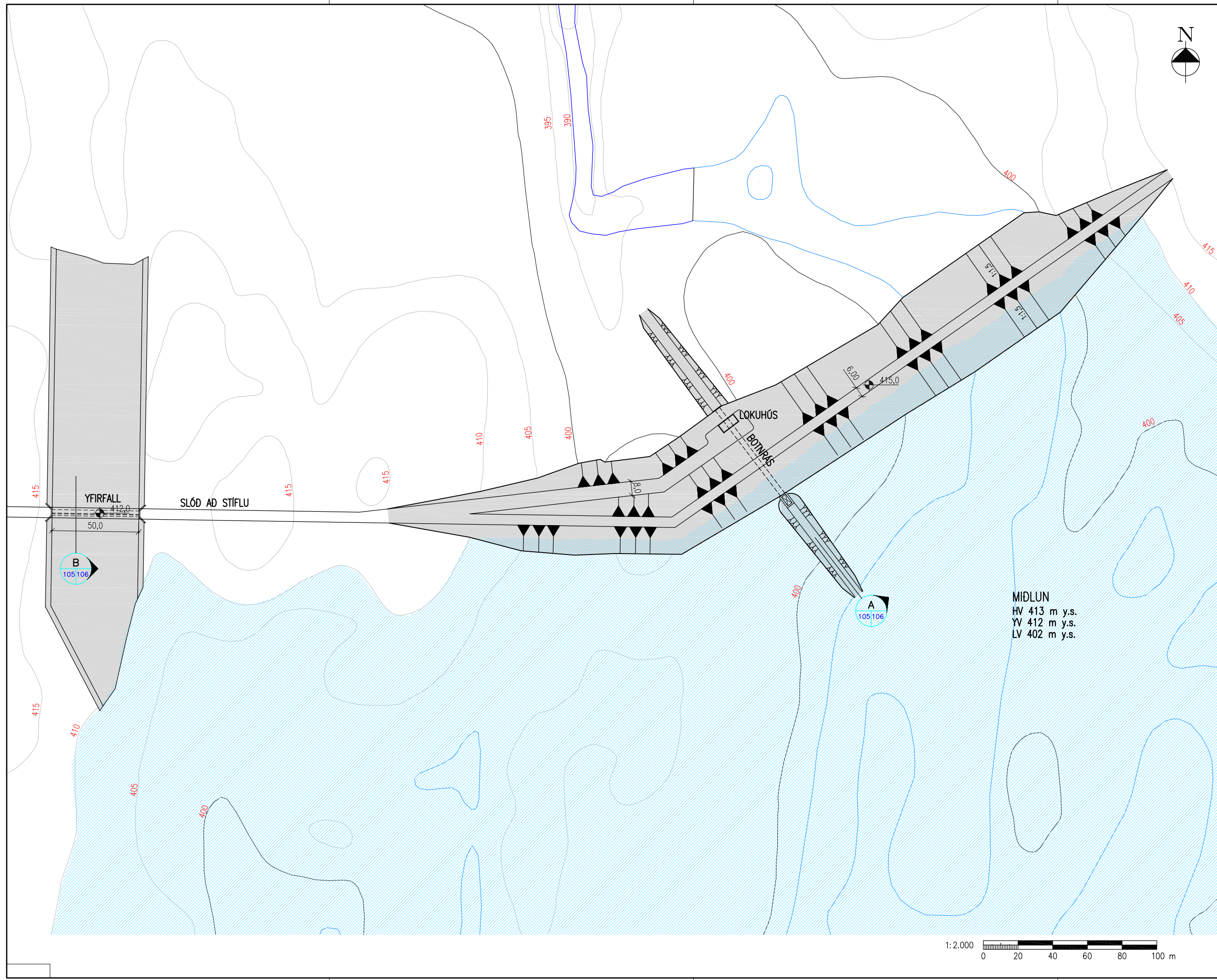
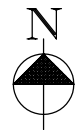
Hannað SIH	Athugað	M. 1:20.000
------------	---------	-------------

Samþ.	Kl.
Dags. JÚNÍ 2007	Nr. 1258.400-104

Artunir & teikningu eru © öðrygð Almennu verkfræðistofnun H. kl. 470671-0179



Artun samræmingarhönnuðar



Br.	Dags.	EMÍ breytingar	Hannað	Althugið
Samþ.				Kl.

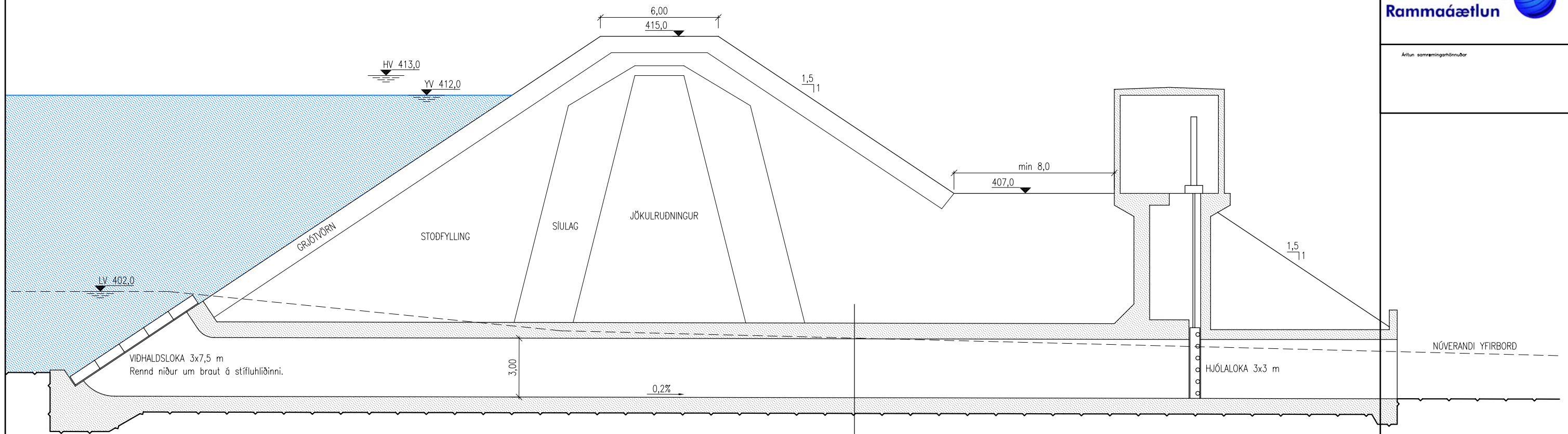
MIDLUN
 HV 413 m y.s.
 YV 412 m y.s.
 LV 402 m y.s.

Almenna
 verkfræðistofan
 Fellsmlá 26 - 108 Reykjavík
 S: 580 8100 - Fax: 580 8101
 av@almenna.is - www.almenna.is

SKÓFNAVATNAVIRKJUN
 SKÓFNAVATNASTÍFLA
 YFIRFALL OG BOTNRÁS
 GRUNNMYND

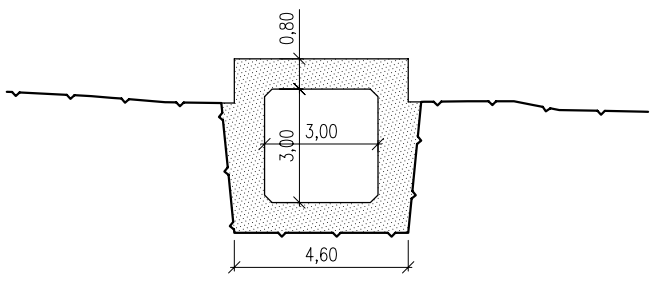
Hannað SIH | Althugið | M. 1:2.000

Samþ. | Kl.
 Dags. JÚNÍ 2007 | Nr. | **1258.400-105**

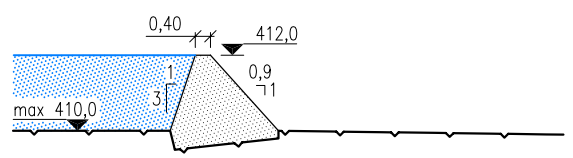


A SNID 1:200

C 106|106



C SNID 1:200



B SNID 1:200

Br.	Dags.	EBÍl breytingar	Hannað	Athugað

Samb. KL

Almenna verkfræðistofan
 Fellsamgla 26 - 108 Reykjavík
 Sí: 580 8100 - Fax: 580 8101
 av@almenna.is - www.almenna.is

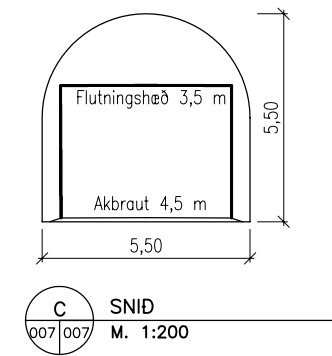
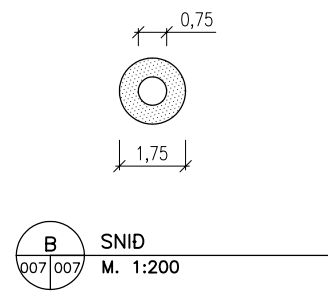
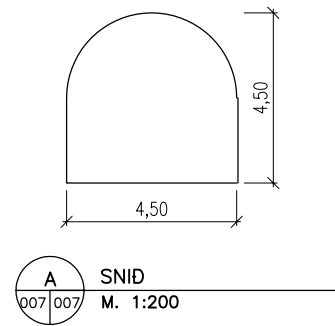
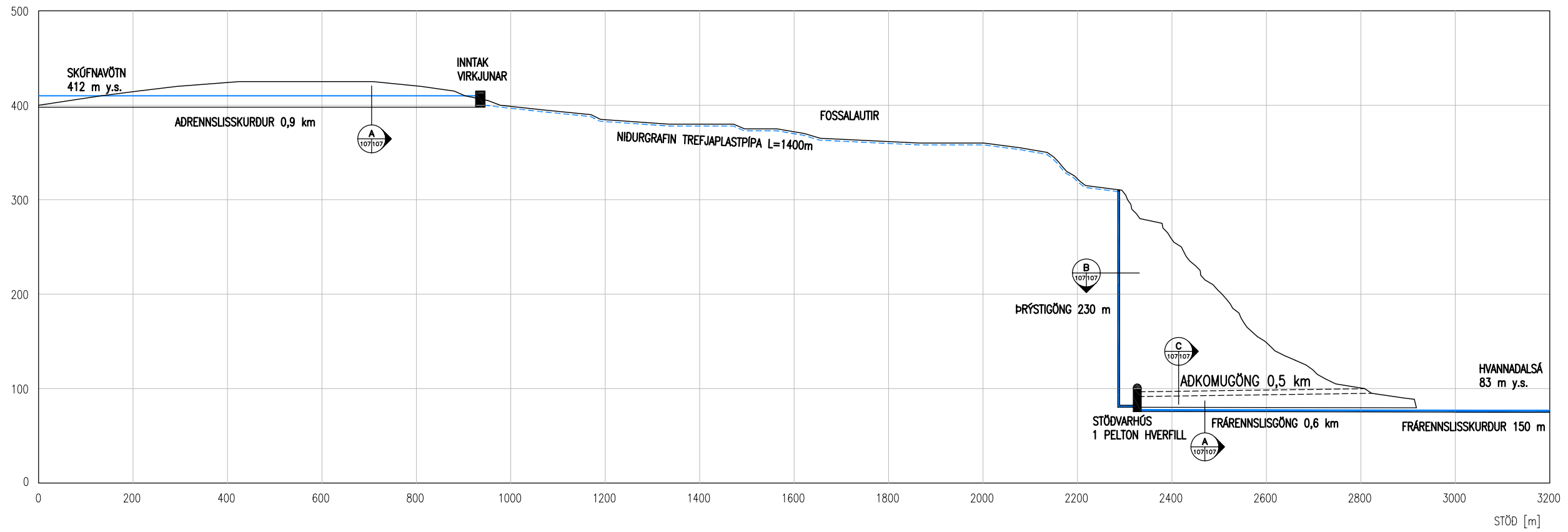
SKÓFNAVATNAVIRKJUN
 SKÓFNAVATNASTÍFLA
 BOTNRÁS OG YFIRFALL
 SNID

Hannað SIH	Athugað	M. 1:200
------------	---------	----------

Samb. KL

Dags. JÚNÍ 2007 Nr. **1258.400-106**

HÆÐ YFIR SJÁVARMÁLI [m y.s.]



Áritun samræmingarhönnuðar

Br.	Dags.	ENI breytingar	Hannað	Althugað

Lýðmynd

Almenna
verkfræðistofan

Fellsmúla 26 - 108 Reykjavík
S: 580 8100 - Fax: 580 8101
av@almenna.is - www.almenna.is

SKÚFNAVATNAVIRKJUN
VATNSVEGUR VIRKJUNAR
LANGSNID OG SNID

Hannað SIH	Althugað	M. 1:1000, 1:200
------------	----------	------------------

Samp.	kl.
-------	-----

Dags. JÚNÍ 2007	Nr.	1258.400-107
-----------------	-----	--------------

Áritanir á teikningu eru á öbyrgð Almennu verkfræðistofunnar hf. kt. 470671-0179