



ORKUSTOFNUN

Auðlindadeild

Virkjun Þjórsár og Hvítár á láglandi

Haukur Tómasson

2000

OS-2000/032

Skýrsla nr: OS-2000/032	Dags: Maí 2000	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Virkjun Þjórsár og Hvítá á láglendi	Upplag: 40	
	Fjöldi síðna: 15	
Höfundar: Haukur Tómasson	Verkefnisstjóri: Haukur Tómasson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Virkjunaráætlanir	Verknúmer: 3-520841	
Unnið fyrir:		
Samvinnuaðilar:		
<p>Útdráttur:</p> <p>Fjallað er um hugsanlega virkjunarstaði í Þjórsá og Hvítá á láglendi og áhrif samvirkjunar áнна á virkjunargetu og hagkvæmni. Hvítá er unnt að virkja í 3 eða 4 virkjunum sem eru greinilega tillölulega óhagkvæmar. Það sama gildir um samvirkjun Hvítár og Þjórsár í farvegi Hvítár. Í farvegi Þjórsár yrði 1 virkjun með sama fall og 3-4 virkjanir samtals í Hvítá. Samkvæmt samanburðarútreikningi eru mannvirkin í Þjórsá miklu ódýrari á orkueiningu og gildir það einnig um virkjanir í Þjórsá milli Búrfells og Urriðafoss. Áætlun um virkjun Þjórsár með jarðgöngum sýnir að virkjun með því móti er ódýr eða um 17,6 kr/kWh/ári og gefur um 875 GWh/ári. Með veitu Hvítár yfir til Þjórsár og samvirkjun við Urriðafoss fæst viðbótarorka sem nemur 665 GWh/ári á 14,7 kr/kWh/ári. Samtals kosta virkjunin og veitan 25.054 Mkr og gefa 1.540 GWh/ári af forgangsorku. Orkukostnaður yrði 16,3 kr/kWh/ári. Hér er því um mjög ódýra orku að ræða.</p>		
Lykilorð: Þjórsá/Hvítá, virkjunaráætlanir, veitur, afl, orkugeta, kostnaður	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: <i>Haukur Tómasson</i>	
	Yfirfarið af: HA, PI	



ORKUSTOFNUN
Auðlindadeild

Verknr. 8-520841

Haukur Tómasson

Virkjun Þjórsár og Hvítár á láglandi

OS-2000/032

Maí 2000

ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896

Netfang: os@os.is - Veffang: <http://www.os.is>

Efnisyfirlit:

1. Inngangur	3
1.1. Fyrri virkjunarhugmyndir	3
1.2. Virkjanir á láglandi	3
2. Virkjun Þjórsár við Urriðafoss	5
2.1. Lýsing mannvirkja	5
2.2. Afl og orka í Urriðafossi	7
3. Veita Hvítár og viðbótarvirkjun við Urriðafos	7
3.1. Veita Hvítár frá Iðu – Lýsing mannvirkja	7
4. Veita Brúarár og viðbót við Hvítárveitu	9
5. Veita Hvítár frá Útverkum	10
6. Umhverfismál	11
7. Niðurstaða	12
8. Heimildir	12

Töflur

Tafla 1. Hvítá og Þjórsá á láglandi	4
Tafla 2. Höfuðstærðir og kostnaðaráætlun Urriðafossvirkjunar	6
Tafla 3. Veita Hvítár frá Iðu	8
Tafla 4. Brúarárveita	9
Tafla 5. Veita Hvítár frá Útverkum	10
Tafla 6. Kostnaður og orkugeta Urriðafossvirkjunar og Hvítárveitu	11

Myndir

Mynd 1. Kort - Virkjanir á láglandi Hvítár og Þjórsár – brotið, heft	
Mynd 2. Kort - Virkjun við Urriðafoss með Hvítárveitu – í kápuvasa	
Mynd 3. Halli og fall Hvítár, sem fall af rennsli við Útverk	13
Mynd 4. Mæld vatnshæð við mismunandi rennsli frá Árhrauni að Iðu	14

1. INNGANGUR

1.1. Fyrri virkjunarhugmyndir

Hugmyndir að virkjun Þjórsár á láglandi eru meðal elstu virkjunarhugmynda sem settar hafa verið fram af þeirri nákvæmni að kalla megi þær áætlanir. Það var ingeniör G. Sætersmoen í Kristjáníu, nú Oslo, sem útfærði þær fyrir Titan-félag Einars Benediktssonar. Vinnan í mörkinni fór fram á árunum 1915-17, en skýrslugerð lauk 1920. Samkvæmt þeim áætlunum sem voru miðaðar við orkufrekan iðnað, var ráðgert að virkja á fjórum stöðum í Þjórsá á láglandi, samtals 310 MW. Auk þess var gerð áætlun um virkjun við Búrfell og Hrauneyjafoss. Þessar áætlanir voru nokkuð ítarlegar með kostnaðaráætlunum, sem byggjast á kortagerð á virkjunarstöðum og vatnamælingum. Þetta voru taldar góðar og ódýrar virkjanir, sérstaklega Búrfell og Hrauneyjafoss.

Hvítá á láglandi var reiknuð mikið seinna, en sú hugmynd að virkja Hvítá við Hestvatn kom þó fram þegar um 1920. Þessi virkjunarhugmynd var rannsökuð ítarlega um 1960 á vegum raforkumálastjóraembættisins. Einnig hefur verið skoðað mjög lauslega að virkja 2-3 lágfallsvirkjanir í Hvítá og Ölfusá til viðbótar við Hestvatnsvirkjun. Hugmynd um að veita ánum saman kom snemma fram eða um 1950, en fyrst eftir 1960 voru þessar hugmyndir reiknaðar.

1.2. Virkjanir á láglandi

Hér eru settar fram nýjar áætlanir um virkjun Þjórsár og Hvítár á láglandinu frá um það bil 50 m hæð yfir sjó niður í u.þ.b. 7 m hæð. Nokkuð sjálfgefið er að virkja Þjórsá við Urriðafoss og hefur sá kostur oft verið reiknaður og töluverðar rannsóknir farið fram í tengslum við hann. Allar þessar áætlanir hafa sýnt að hér er um að ræða stóra virkjun og ódýra á orkueiningu. Virkjun Hvítár er ekki eins hagkvæm. Hana verður að virkja í að minnsta kosti 3 til 4 virkjunum með litlu og jafnvel mjög litlu falli í hverri virkjun. Ódýrasta orkan og mesta fallið er við Hestvatn, sem rannsakaður var ítarlega fyrir tæpum 40 árum vegna hugmynda um að virkja þar fyrir almennan markað að Soginu fullvirkjuðu. Aðrir virkjunarstaðir í Hvítá/Ölfusá hafa verið kenndir við Arnarbæli, Ora og Selfoss. Þessir staðir bjóða einungis upp á mjög lágt fall og af þeim sökum eru vélar og rafbúnaður mjög dýr á orkueiningu.

Þjórsá og Hvítá eru nokkurnvegin í sömu hæð þar sem þær renna sitt hvoru megin við Skeiðin. Því kom snemma fram sú hugmynd að veita þeim saman og virkja í einu lagi. Hægt er hvort heldur er að veita Þjórsá til Hvítár eða öfugt. Augljóst er að veita Hvítár gefur ódýrari orku þar sem hún yrði þá virkjuð í 40 m falli í einu lagi, en Þjórsárveitan yrði nýtt í 3 til 4 virkjunum með samanlagt nokkurnvegin sama falli. Ódýrari veita Þjórsár getur ekki jafnað þennan mun.

Í töflu 1 er listi yfir hugsanlegar virkjanir á neðri hluta virkjunarsvæðis beggja ána.

TAFLA 1

Hvítá og Þjórsá á láglendi

	Rennsliall hæð		Afl MW	Orka GWh/ári	Orka með Þjórsá GWh/ári	Kostnaður í Mkr.			Samtals kostnaður með álagi	Orkuverð á kWh á ári	
	Q m ³ /s	H m				Inntak Mkr	Stöðvar- hús	Vélar og rafbúnaður			Samtals verk- kostnaður
Stuðlar:											
Hvítá Hestvatn	265	17	0,00875	8,76		507	1065	1635	3207	1,706	
viðbót Þjórsá	340	17	39,4	345,3	788,3	1007	975	3201	5183	5471	15,8
Hvítá Arnarbæli	270	9	50,6	443,0		515	614	1288	2417	8842	11,2
viðbót Þjórsá	340	9	21,3	186,3	420,8	1014	1214	2540	4768	4123	22,1
Hvítá Ora	275	9	26,8	234,5		522	623	1307	2452	8134	19,3
viðbót Þjórsá	340	9	21,7	189,7	424,3	1014	1214	2540	4768	4183	22,1
Ölfusá Selfoss	385	9	26,8	234,5		684	812	1706	3202	8134	19,2
viðbót Þjórsá	340	9	30,3	265,6	500,1	1159	690	2912	4761	5463	20,6
			26,8	234,5						8122	16,2
Hvítá Þjórsá viðbót samtals				986,9						19240	19,5
				1146,7						13993	12,2
				2133,6						33233	15,6
Urriðafoss	355	40	124,3	1088,4		640	963	3004	4607	7860	7,2
" + Hvítárveita	620	39	211,6	1853,4		1000	1482	4855	7337	12517	6,8
Núpur Hestfoss	335	48	140,7	1232,5		611	996	3134	4741	8088	6,6
	340	22	65,5	573,3		619	610	2260	3489	5952	10,4

Á kortinu, mynd 1, er sýnd lauslega lega þessara virkjana í Þjórsá og Hvítá á láglandi. Meðfylgjandi er áætlun um kostnað við mannvirki samkvæmt þessum áætlunum, reiknuð í virkjunarlíkani Orkustofnunar, en þar er fyrst og fremst um að ræða fall af rennsli og fallhæð. Mannvirkin eru: stöðvarinntak, stöðvarhús, og vélar og rafbúnaður. Landslagsháðu kostnaður eru mjög breytilegir eftir aðstæðum og velja verður virkjunarstaði þar sem þessi kostnaður er mjög lágur, en hann verður tæplega mikið minni en helmingur heildarkostnaðar. Tafla 1 sýnir því ljóslega að virkjanir í farvegi Hvítár og Ölfusár eru mjög dýrar og koma því ekki til greina nema ef vera skyldi virkjun við Hestvatn. Arnarbælis- og Oravirkjanir er hægt að sameina og kæmi þá út virkjun með mannvirki, sem ráðast af rennsli og fallhæð, af sömu stærð og við Hestvatn, en landslagsháðu mann-virkin miklu stærri. Urriðafossvirkjun og veita Hvítár til Þjórsár koma vel út kostnaðarlega svo og virkjanir milli Búrfells og Urriðafoss.

2. VIRKJUN ÞJÓRSÁR VIÐ URRÍÐAFOSS

Meðalrennsli Þjórsár við Urriðafoss á 50 ára tímabili er **355 m³/s** og náttúrleg fallhæð er **30 m**. Við þessa fallhæð er svo bætt um **10 m**, aðallega með stíflun, en einnig má fá eitthvað aukið fall með lagfæringu á frárennsli. Heildarfallið er því um **40 m** og er það nánast sama fall og gert var ráð fyrir í forarhugun, sem Verkfræðistofn Sigurðar Thoroddsen hf. gerði fyrir Orkustofnun 1986. Sú athugun er síðasta frágengna áætlunin í skýrsluformi um þennan virkjunarstað. Þær virkjunarhugmyndir gerðu ráð fyrir virkjun í skurðum, en hér er gert ráð fyrir jarðgöngum í fyrsta sinn. Er það gert í samræmi við góða reynslu af jarðgangagerð undanfarin ár. Á mynd 2 er tilhögun virkjunarinnar sýnd. Tveir gallar eru taldir vera á virkjun við Urriðafoss. Annarsvegar er mikil ismyndun í ánni þar, sem getur valdið verulegum ístruflunum, og hinsvegar er hættan af stórum jarðskjálftum. Hvorugt þessara atriða er líklegt til að hindra virkjun þarna í framtíðinni, en að sjálfsögðu þarf að taka tillit til þeirra í hönnun.

2.1. Lýsing mannvirkja

Aðalstíflan er jarðstífla, sem liggur frá Heiðartanga upp með ánni um 3 km vegalengd, og er hún höfð af því tagi til að lágmarka lekahættu. Stíflan er hæst í farvegi árinna um 17 m, en um 10 m hæst syðst á hrauninu og lækkar svo til norðurs. Við efri enda jarðstíflunnar tekur við grjótvarið yfirfall, 1,5 km að lengd. Það liggur einnig á árbakkanum en verður út á eyrunum í norðurenda. Yfirfallshæð er 51 m y. s. og hæð yfirfallsstíflunnar er 1-3 m. Norður af yfirfallinu er lágur garður upp að Skeiðháholti. Einnig er lágur garður nokkuð samsíða stíflu og yfirfalli. Er það til þess að hindra að yfirfallsvatn flæði ótakmarkað og halda því í farvegi. Að sömu notum kæmi garðurinn við hugsanlegt stíflubrot í jarðskjálfta. Á staðinu milli garða yrði farvegur lagfærður til að taka við stórflóðum. Botnrás verður í Heiðartanganum og um hana færi venjulegt flóðvatn.

Vatnsvegur byrjar í svæði sem á korti er kallað Lón og er framhald þeirrar uppistöðu, sem myndast af ánni austan undir Heiðartanganum. Þar verður grafinn um 300 m langur aðrennslisskurður að inntaki í aðrennslisgöng, sem verða 200 m löng. Við enda þeirra verða 50 m löng fallgöng inn í stöðvarhús. Aðkeyrslugöng verða nokkuð samsíða vatnsvegi með tengingu við efri hluta stöðvarhúss og frárennslisgöng.

Stöðvarhús er undir Lónsheiði þar sem lengst er upp á yfirborð. Frárennslisgöng eru 1500 m löng og koma út í Þjórsá 100-200 m neðan við Urriðafoss. Samkvæmt langskurði á vatnshæð þarna að vera 10 m. Lagfæring á farveginum neðan jarðgangaenda kemur til greina, en ekki er reiknað með því hér.

Kostnaður er reiknaður í virkjanalíkani Orkustofnunar á verðlagi desember 1993. Þessi niðurstaða er færð til verðlags janúar 1999 samkvæmt virkjanavísitölu Landsvirkjunar. Í nokkrum tilfellum eru eldri áætlanir notaðar færðar til sama verðlags. Einnig er stuðst við virkjanalíkan norsku orkustofnunarinnar, NVE, frá 1995. Gengi norsku krónunnar er reiknað 10 kr. íslenskar. Niðurstöður kostnaðarreikninga eru í töflu 2. Samkvæmt þeim er 62% kostnaðar vegna landslagsháðra mannvirkja.

Tafla 2
Höfuðstærðir og kostnaðaráætlun Urriðafossvirkjunar

Mannvirki	Nr.	Höfuðstærðir	Kostnaður
<i>Stíflumannvirki:</i>			
Jarðstífla í ánni og uppmeð	622	L4;R1030;H55	1010
Grjótvarið yfirfall		L1,5;R75Q5800;H51	190
Efri garður		L3;R35;H55	35
Leiðigarður		L3;R35;H46-54	10
Yfirfallsfarvegur		L2;R185;H44-51	90
Botnrás		Q600;H51-38	210
Samtals stíflur:			
<i>Vatnsvegur:</i>			
Aðrennslisskurður	673	L0.3;Q440;R175;H40	160
Inntak		Q440;H45-51	815
Aðrennslisgöng		Q440;L0,2;D14,7	125
Fallgöng		Q440;L0,05;D9	335
Frárennslisgöng		Q440;L1,5;D14,7	1015
Samtals vatnsvegur			
<i>Stöðvarmannvirki:</i>			
Aðkeyrslugöng		L0,35	170
Stöðvarhús		MW157	1180
Vélar og rafbúnaður		MW157	3840
Stöðvarbyggð			105
Vegagerð		L17	60
Samtals stöð			5355
Samtals virkjun			9350
Með álagi 1,644			15371

Helstu stærðir eru: L: lengd í km; R: rúmmál í Gl; Q: rennsli í m³/s; H: hæði m y.s.; D:þvermál í m.

2.3. Afl og orka í Urriðafossi

Heildarverkkostnaður er **átlaður 9.350 Mkr** og að viðbættu 64,4% álagi fyrir ýmislegt ófyrirséð, verkkaupakostnað og vexti á byggingartíma verður heildar-kostnaður **15. 370 Mkr** á verðlagi jan. 1999. Afl og orka eru tekin úr skýrslunni frá 1984 og samkvæmt henni á afl að vera **157 MW** og orkugeta **875 GWh/ári**. Aflsetning er nú önnur og minni en tíðkaðist á níunda áratugnum vegna sífellt vaxandi hlutar orkufreks iðnaðar í orkumarkaðinum. Rennslisorka er **1.080 GWh/ári** og samsvarar aflsetning um 81% nýtingar á rennslisorku. Einingarverð forgangsorku verður **17,6 kr/kWh/ári**. Það er nokkurnveginn eins og síðustu átlanir frá VST gerðu ráð fyrir. **Þetta er því með ódýrasta vatnsafli á landinu.**

3. VEITA HVÍTÁR OG VIÐBÓTARVIRKJUN VIÐ URRÍÐAFOSS

Hugmyndir um samvirkjun Hvítár og Þjórsár komu fyrst fram um 1950. Þær byggðust á langsniði, sem mælt var 1951 milli Þjórsár og Hvítár frá Iðu að Murneyri. Niðurstaða þeirrar mælingar var að árnar væru nokkurnveginn í sömu hæð, en þó væri Þjórsá nokkru hærra í landinu. Þetta var þá talin neikvæð niðurstaða fyrir veitu Hvítár þessa leið. Á söunda áratugnum var leitað annarra leiða og veitu miklu neðar. Veitan var þá áætluð frá Árhrauni í Hvítá til Þjórsár við Vörðusker. Þetta var 6,5 km langur skurður, nokkuð lægra í landinu en yfirvatnshæð Urriðafossvirkjunar eins og henni er lýst hér. Virkjun Hvítár við Hestvatn nýtir sama stíflustæði og veitan frá Árhrauni. Allar mynsturátlanir sjöunda áratugarins gerðu ráð fyrir Árhraunsveitu og töldu hana hagstæða. Einnig var litið á þann möguleika að veita Þjórsá yfir til Hvítár efst á Skeiðum. Þar eru greinilegir farvegir frá Þjórsá til Stóru-Laxár og um þá er örugglega lang ódýrasta veituleiðin, en nýting árinna í mörgum lágfallsvirkjunum er ekki góður kostur.

Þversnið farvegar Hvítár milli hrauns og hlíðar við Árhraun ræður vatnshæð í ánni langt upp fyrir Iðu. Í stórflóðum myndast þá stöðuvatn á Skeiðum og upp með Vörðufelli og síðan bakvatn frá því upp í Krók í Tungufljóti, sbr. mynd 3 um mældan halla á móts við Útverk og mynd 4 um melda vatnshæð við mismunandi rennsli. Þessar myndir eru teknar úr skýrslunum um Hestvatnsvirkjun frá 1961. Aðstæðurnar valda því að lágur stíflur á þessu svæði mundu fara í kaf í aftakaflóðum án þess að skemmast. Þær þurfa litla yfirhæð og er sennilega rétt að byggja þær sem grjótvarið yfirfall. Undirstaðan er botnlaus sandur. Tillögurnar sem hér eru til skoðunnar byggist annarsvegar á að veita Hvítá frá Iðu eftir veituleiðinni sem valin var og mæld 1951 og síðan Brúará í sérstakri veitu, og hinsvegar á því að veita Hvítá frá Útverkum að Skeiðháholti.

3.1. Veita Hvítár frá Iðu – Lýsing mannvirkja

Meðalrennsli Brúarár í 45 ár er **67 m³/s**. Rennsli Hvítár við Hestvatn var átlað **270 m³/s**, sem bendir til að það sé um **200 m³/s** við Iðu. Stífla verður rétt ofan Iðubrúar. Hún yrði grjótvarið yfirfall, sem hækkar vatnið ofan við um 1,5 m við venjulega vatnstöðu. Í stórflóðum færi stíflan í kaf vegna bakvatns frá Árhrauni. Stíflan yrði 800 m löng og yfirfallshæð 53 m y. s. Botnrás eða flóðgátt væri við landið að norðan. Hún er miðuð við að geta flutt meðalrennsli árinna þegar vatnsborð er í yfirfallshæð.

Skurður yrði í farvegi Stóru-Laxár fyrsta spölinn. Þar er hann í sandi og öðrum mjög auðgræfum efnum. Þessi kafli er 3 km að lengd og er yfirborð í um 52-53 m hæð. Næst tekur við kafli þar sem er 3 m bakki við Stóru Laxá. Landhæð er 56 m og lengd 2 km. Síðan kemur kafli þar sem víst er að Þjórsárhraunið liggur undir. Það er þó mjög í kafi í sandi, sem Þjórsá hefur borið í það. Gert er ráð fyrir 4 m dýpi á heillegt hraun. Þessi kafli er 3,5 km að lengd og landhæð er um 57 m. Á þessum kafla yrði loka í skurðinum. Neðsti kaflinn er á aurum Þjórsár. Þar getur verið hraun undir en lítið sést á það, og sennilega er það svo neðarlega að skurðurinn verður auðgrafinn. Landhæð skurðstæðisins er í 52-50 m hæð og lengd þessa kafla er 4 km. Þarna er vatnsborð þekkt stærð en gert er ráð fyrir eins m vatnsdýpi. Þarna hefur áin grafið sig töluvert vegna stöðvunar aurburðar í virkjunum Þjórsár og Tungnaár. Skurðurinn kæmi inn í inntakslón Urriðafossvirkjunar í vatnshæð 51 m.

Stækkun stöðvarinnar í Urriðafossi krefst viðbótarflutningsgetu í vatnsvegi. Til þess að flytja vatn Þjórsár að viðbættri veitunni þarf göng semyrðu 18 m í þvermál. Slík göng þurfa mikla styrkingu og gefur ástæðu til þess að áætla að göngin ættu að vera tvenn. Er reiknað með því hér fyrir frárennslisgöngin.

Þessi kostnaðaráætlun byggist á sömu forsendum og áætlun um Urriðafossvirkjun. Hún sýnir annarsvegar veitumannvirkin með stíflu í Hvítá og skurðinn á milli ána og hinsvegar um verðmismun á Urriðafossvirkjun með eða án veitunnar. Rennslisorka veitunnar er 620 GWh/ári og með 80 % nýtingu er orkugetan 500 GWh/ári. Orkuverð er 17,1 kr/kWh/ári. Niðurstaða þessara reikninga eru í töflu 3.

Tafla 3
Veita Hvítár frá Iðu

Mannvirki	Nr.	Höfuðstærðir	Kostnaður
Veitumannvirki			
Grjótvarið yfirfall		L800,Q500,H53.5	75
Flóðgátt		Q200,H53	60
Skurður Fyrsti hluti	67	L3km,Q250,R250	250
Miðhluti	1	L3.7km,Q250,R255	695
Syðsti hluti	66	L3km,Q250,R210	205
Loka í skurði	9		60
Samtals veitumannvirki	67		1345
	1		
<i>Viðbætur Urriðafoss:</i>			
Skurður að inntaki			85
Inntak			350
Aðrennslisgöng einföld		D18	70
Fallgöng	67	D11.2	185
Frárennslisgöng tvöföld	3	D13.2	670
Stöðvarhús		MW242	530
Vélar 0g rafbúnaður			1905
Samtals			3865
viðbótarmannvirki			5210
Samtals virkjun			8565
Með 1.644 % álagi			

4. VEITA BRÚARÁR OG VIÐBÓT VIÐ HVÍTÁRVEITU

Veitan byrjar á lágri yfirfallsstíflu í Brúará við Dynjanda. Yfirfallshæð er 59 m y. s. Einnig verður flóðgátt, sem tekur meðalrennsli 67 m³/s. Frá þessari stíflu er stuttur skurður að gangamunna og lokuvirki. Þaðan liggja vélboruð göng til Hrosshagalæks í hæð 53 m y. s. Vatnsvegurinn ber meðalrennsli við 6 m fall í göngum. Síðan þarf að auka flutningsgetu skurðarins til Þjórsár um 25%. Loks þarf að bæta við mannvirkin í stöðinni við Urriðafoss.

Kostnaðaráætlun þessi er á verðlagi janúar 1999 og er gerð á sama hátt og Hvítárveituáætlunin. Í fyrsta lagi er reiknaður kostnaður við veitu Brúarár yfir í Hrosshagavík og í öðru lagi kostnaður við áætlun um stækkun Hvítárveitu og í þriðja lagi aukinn kostnaður vegna stærri Urriðafossvirkjunar. Margar af kostnaðartölunum eru lauslegar. Í töflu 4 er niðurstaða þessara reikninga. Brúarárveitan kostar samkvæmt þessu **3.198 Mkr** og rennslisorka veitunnar er **200 GWh/ári**. Með 80% nýtingu rennslisorku er orkukostnaður **20,0 kr/kWh/ári** eða nokkuð meiri en aðrar tilhaganir.

Tafla 4
Brúarárveita

Mannvirki	Nr.	Höfuðstærðir	Kostnaður
<i>Brúarárveita:</i>			
Yfirfall Brúará		H59,L80,Q500	50
Flóðgátt		H59;Q70	50
Loka göng		Q67	55
Boruð jarðgöng		Q67,L2.52,D5	415
Skurður Hrosshagalæk	67	L600,Q67,R70	45
Samtals Brúarárveita	2		615
<i>Stækkun Hvítárveitu og</i>			
<i>virkjunar</i>			305
Hvítárskurður	67		60
Aðrennslisskurður	3		20
Aðrennslisgöng			105
Inntak			105
Fallgöng			115
Frárennslisgöng		MW270;H40	110
Stöðvarhús		MW270,H40	510
Vélar og rafbúnaður			1330
Samtals viðbætur			1945
Samtals veitan			3198
Með 1.644% álagi			

5. VEITA HVÍTÁR FRÁ ÚTVERKUM

Þessi virkjunarstaður nýtir nánast sama fall og vatn og sameiginleg Hvítár- og Brúarárveita í þeirri tilhögun sem lýst var hér á undan. Landið og veituleiðin er öll um það bil 2 m lægra en veitan frá Iðu. Því verður vatnsborð í 51 m y. s. að vestanverðu en í 50 m að austanverðu. Tilhögun veitunnar er sýnd á kortunum á myndum 1 og 2. Að vestanverðu myndu mannvirkin ná frá svolitlum móbergsrana neðan við bæinn Hamra í Grímsnesi. Þessi rani væri undirstaða fyrir botnrás og hugsanlega hluta af yfirfalli. Að öðru leyti yrði stíflan grjótvarið yfirfall, sem liggur á ská niður farveg árinna í átt að Útverkatungu.

Tafla 5
Veita Hvítár frá Útverkatungu

Mannvirki	Nr.	Höfuðstærðir	Kostnaður Mkr
<i>Veitumannvirki:</i>			
Flóðgátt		H51,Q270	80
Grjótvarið yfirfall		L1000,Q5000,H51,R50	130
Skurður Útverkatungu		L600,Q300,R180	55
Stífla Bauluós		L200,H53,R25	25
Aðalskurður	67	L5670,Q300,R1688	1275
Lokubúnaður	7	Q300	70
Samtals:			1635
<i>Viðbætur</i>			
<i>Stöðvarvatnsvegur:</i>			
Aðrennslisskurður			150
Inntak			470
Aðrennslisgöng		Q755,L195,D18,7	
Fallgöng tvöföld		Q377;L0,05;D8,3	40 110
Frárennslisgöng tvöföld		Q377;L1,5;D13,7	720
Samtals:			1490
<i>Stöðvarmannvirki:</i>			
Stöðvarhús tvöfalt		Q377;H40;MW132	535
Vélar og rafbúnaður			2230
Samtals:		MW132	2765
Samtals veita og Virkjunar			5890
viðbætur			9684
Með 1,644 % álagi			

Skurðurinn héldi fyrsta sömu stefnu og stífan yfir í Bauluós, sem einnig þarf að stífla. Bauluósinn er sjálfgerður 1,3 km langur farvegur í réttri stefnu á norðurenda Skeiðhólts, en það er stefna veituskurðarins. Á þessu svæði er landið lágt, sennilega nærri því í “normal” vatnsborðshæð veitunnar. Ekki sést í hraun á þessu svæði. En þegar

austar dregur hækkar landið og þar er hraun undir þótt lítið sjáist í það. Hæst er landið nærri þjóðveginum og yrðu þar 3 m niður á vatn. Á því svæði yrði loka í skurðinum. Skurðurinn endaði við Þjórsá norðan við Skeiðháholt. Þar var vatnsborð í um 50 m hæð þegar lágt var í Þjórsá. Nú hefur eitthvað grafist vegna minnkandi aurburðar við stöðvun hans ofar í ánni. Gert er ráð fyrir að gröfturinn valdi því að farvegur Þjórsár hafi næga flutningsgetu til að flytja báðar árnar við vatnsborð 50 m y. s. norðan við Skeiðháholt.

Mannvirki þessarar veitutilhöggunnar eru að mestu samskonar og í veita Hvítár frá Iðu. Aðalmunurinn liggur í lengd og rúmmáli veituskurða. Stöðvarmannvirki og stíflur virkjunarinnar eru hin sömu en rekstrarfallhæð verður 1 m minni. Straumhraði í skurði verður 1 m/s og falltap við hönnunarrennsli 1 m. Rennslisorka veitunnar er **820 GWh/ári** og með 80 % nýtingu er orkugeta **660 GWh/ári** og orkukostnaður hennar **14,7 kr á kWh/á ári**. Þessi tilhögun veitu virðist mjög hagkvæmur virkjunarkostur.

6. UMHVERFISMÁL

Umhverfisáhrif Hvítárveitu eru þau helst að land fer undir vatn eða verður að votlendi. Allt er þetta einkaland. Aðallega eru það 2 bæir sem mundu missa land undir vatn, þ.e. Útverk og Fjall á Skeiðum. Einnig þarf að kaupa land undir skurð og uppmokstur, og væri þar um 100 m breiða ræmu að ræða, eða um 0,5 km² tilheyrandi mörgum bæjum. Helsta vandamálið yrði sennilega laxinn, því það er mikil laxveiði í Hvítá og Ölfusá. Byggja þarf laxastiga í stífluna og í þessum áætlunum er sá kostnaður talinn innan óvissumarka.

Veita sunnar en hér er gert ráð fyrir var skoðuð hér áður og fyrr meir. Hún kom vel út en er ekki reiknuð hér. Hún er sennilega á svipuðu verði og Útverkaveitan, en gefur um 10 % minna fall í Urriðafossvirkjun, og þar af leiðandi minni orku. **Samanlagt gefur Útverkaveita og virkjun við Urriðafoss 1.530 GWh/ári og kosta 25.054 Mkr. Einingarverð er 16,3 kr/kWh/ári, sem er mjög hagstætt verð.**

Tafla 6
Kostnaður og orkugeta Urriðafossvirkjunar og Hvítárveitu

Áfangar	Rennslis- Orka GWh/a	Forgangs Orka GWh/a	Kostnaður Mkr	Kr/kWh/ a
Þjórsá við Urriðafoss	1080 620	875 500	14185 8170	16.2 16.3
Hvítá frá Iðu Brúará frá dynjanda	205	165	3075	18.6
Samtals:	1905	1540	25430	16.5
Hvítá frá Útverkatungu	825 1905	665 1540	9358 23543	14,2 15.3
Samtals:				

7. NIÐURSTAÐA

Í töflu 6 eru sýndar niðurstöður þessara reikninga. Þar sést að hér er um mjög ódýra virkjunarkosti að ræða með meðalverð forgangsorku nálægt **15 kr/kwh/ári**. Hvítárveitan frá Útverkum er langódýrust og er hún sjálfsagt sá kostur, sem skoða ber nánar ef farið er í hönnun virkjana á þessu sæði. Hagkvæmur virkjunarkostur er einnig í Þjórsá milli Búrfells og Urriðafoss.

8. HEIMILDIR

Harza Engineering Company International 1960. Hydroelectric Power Resources, Hvíta and Thjorsa River Systems Southwest Iceland. The State Electricity Authority, Government of Iceland 1960.

Haukur Tómasson 1961. Virkjun Hvítár við Hestvatn, 3 Aurburður. Raforkumálastjóri 1961.

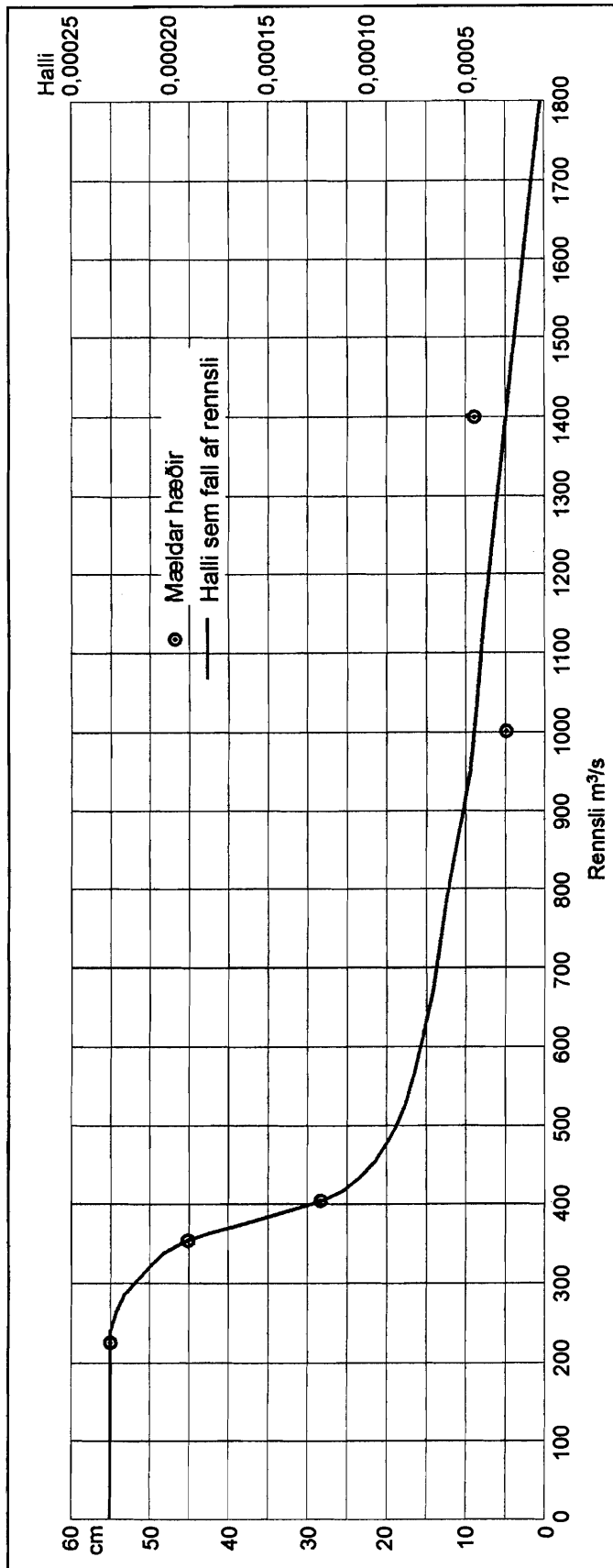
Hörður Svavarsson 1981. Þjórsárvirkjanir, forathugun á virkjun Þjórsár neðan Búrfells. Orkustofnun, OS HS-81/02.

Noreno Foundation 1966. Survey of the Hvíta Thjorsá River Basins, Iceland. United Nations 1966.

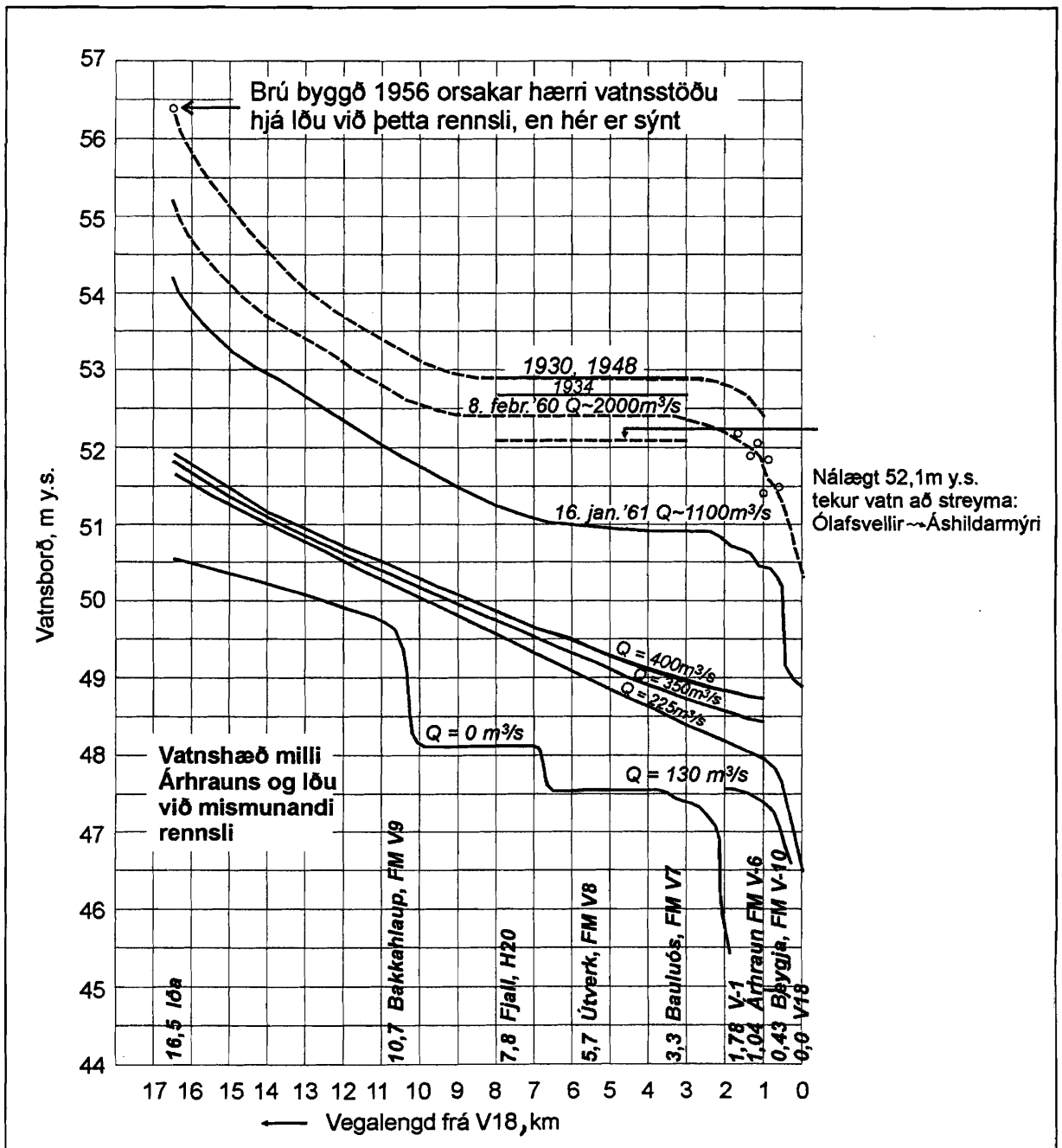
Sigurjón Rist 1961. Virkjun Hvítár við Hestvatn, 2 Vatnafræði. Raforkumálastjóri 1961.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1967. Mynsturáætlun Þjórsár- og Hvítárvirkjana. Orkustofnun.

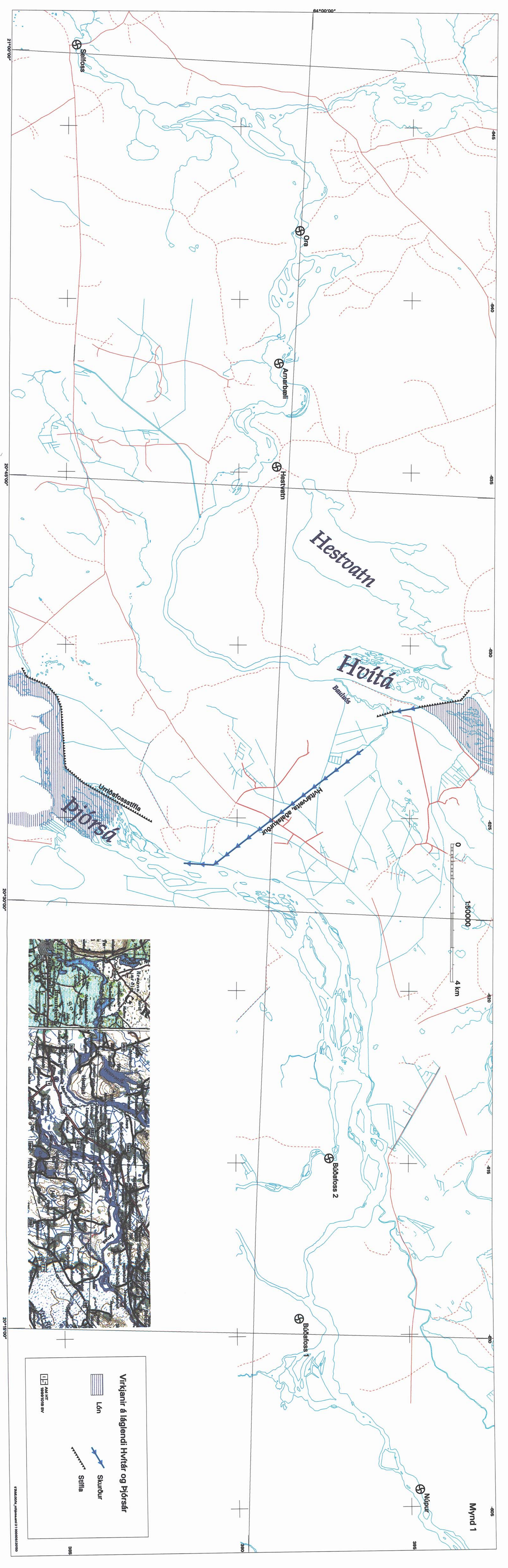
Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1984. Þjórsárvirkjanir, forathugun á virkjunaraðstæðum neðan Búrfells. Orkustofnun, OS-84106/VOD12.



Mynd 3. Halli og fall Hvítár, sem fall af rennsli við Útverk.



Mynd 4. Mæld vatnshæð við mismunandi rennsli frá Árhrauni að Iðu.



Mynd 1



Virkjanir á láglandi Hvítár og Þjórsár

- Lón
- Skurður
- Stífla
- Aftir 1990-1995

-630

-626

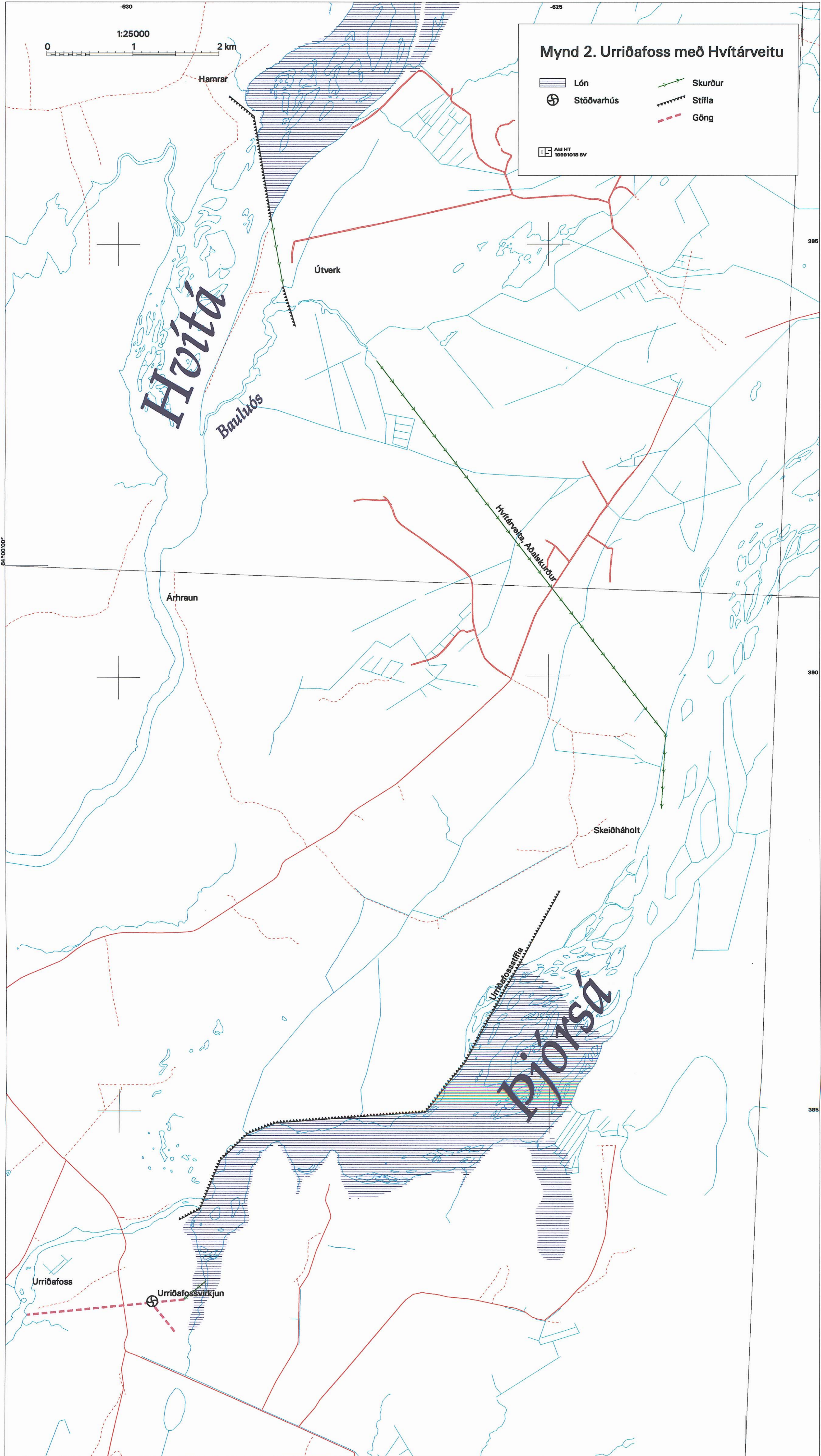
1:25000

0 1 2 km

Mynd 2. Urriðafoss með Hvítárveitu

-  Lón
-  Skurður
-  Stöðvarhús
-  Stífla
-  Göng

Ald HT
1989/10/18 SV



64°00'00"

395

390

385

20°30'00"