

í hillu

78

Raforkumálastjóri

Bráðabirgðaaáætlun um rekstrarkostnað
og orkuverð frá vatnsaflsvirkjunum
við Efri-Brúará og jarðhitavirkjunum
í Hveragerði.

eftir
Jakob Björnsson og
Svein S. Einarsson
verkfræðinga

Reykjavík, júlí 1962

Raforkumflastjóri

Bráðabirgðastlun um rekstrarkostnað
og orkuverð frá vatnsaflsvirkjunum
við Efri-Brúará og jarðhitavirkjunum
í Hveragerði.

eftir

Jakob Björnsson og
Svein S. Einarsson
verkfræðinga

Reykjavík, júlí 1962

E f n i s y f i r l i t:

1. Inngangur
2. Niðurstöður; línurit
3. Rekstrarkostnaður og orkuverð Brúarárvirkjana
4. Rekstrarkostnaður og orkuverð jarðhitavirkjana
5. Önnur atriði varðandi samanburð Brúarárvirkjana og jarðhitavirkjana
6. Fylgiskjal: Forsendur ástlana um orkuverð Brúarárvirkjana
7. Fylgiskjal: Forsendur ástlana um orkuverð jarðhitastöðva.

1. Inngangur

Fyrir liggur að taka ákvörðun um það hvaða orkuver skuli byggt til þess að fullnægja vexti almennrar raforku-notkunar á Suðvesturlandi, þegar Sogið hefur verið fullvirkjað.

Gerðar hafa verið áætlanir um virkjun vatnsafls í Efri-Brúará af verkfræðiskrifstofu Sigurðar Thoroddsen og virkjun jarðgufu við Hveragerði af Merz and McLellan í Bretlandi.

Raforkumálastjóri hefur falið undirrituðum að gera samanburð á vinnslukostnaði raforku í umræddum virkjunum á grundvelli fyrrgreindra áætlana.

Í eftirfarandi skýrslu er gerður samanburður á fjórum virkjunartilhögunum, tveimur í Efri-Brúará og tveimur við Hveragerði. Í töflu 1 eru virkjanir þessar taldar upp, afl hvernar um sig, ^{verg og} hrein árleg orkuvinnsla (við Sogslínu) og stofnfé virkjananna ásamt tilheyrandi orkuflutningsvirkjum.

Tafla 1

Virkjun	Afl MW	Verg orku- vinnsla GWh/ár	Hrein orku- vinnsla GWh/ár	Stofnfé Mkr.
Efstadalsvirkjun, Efri-Brúará	18.2	146	136	261
Efri-Brúará, tilhögun A (Sig.Th.)	23.8	190	177	412
Jarðgufuaflistöð, Hveragerði, 1. áf.	17.0	136	130	223.2
" " 2. áf.	34.0	272	260	400

2. Niðurstöður

Línurit (1), (2) og (3) sýna orkuverðið frá stöðvunum. Er í öllum tilvikum miðað við orkuna komna í 138 kV línuna frá Sogi til Reykjavíkur, en flutningskostnaður um þá línu er ekki reiknaður með í orkuverðinu. Fyrir jarðhitastöðina er miðað við Sogslínuna, hjá Hveragerði, en fyrir virkjanirnar í Brúará við 138 kV teina Írafossstöðvarinnar. Flutningskostnaður og orkutöp á leiðinni frá Brúará að Írafossi er þá meðtalin.

Línurit (1) sýnir orkuverðið við mismunandi ársvexti af stofnfé og eru afskriftir þá miðaðar við hæfilegan endingartíma mannvirkja. Sama línurit, lesið "aftur á bak", sýnir arðgjöf stofnfjárins við mismunandi heildsöluverð raforkunnar.

Línurit (2) sýnir orkuverðið við mismunandi stofnfjáarkostnað (vexti og afborganir), án tillits til endingartíma mannvirkja.

Línurit (3) sýnir hlutfallslegt orkuverð, þ.e. orkuverð Efstadalsvirkjunar er sett 100 og orkuverð annarra virkjana hlutfallslegt við það. Fyrir jarðhitastöðina er hér miðað við 15 ára endingartíma borhola.

Af þeim virkjunartilhögunum, sem bornar eru saman, er fullvirkjun Efri-Brúarár, skv. tilhögun A í greinargerð Sigurðar Thoroddsen óhagstæðust. Þá er 17 MW jarðhitastöðin, þarnæst Efstadalsvirkjun ein sér og hagstæðust er svo 34 MW jarðhitastöðin, nema við mjög lága vexti af stofnfé

3. Rekstrarkostnaður og orkuverð virkjana í Efri-Brúará

Í töflum 2 til 7 hér á eftir er sundurliðaður útreikningur árlegs rekstrarkostnaðar og orkuverðs frá Efstadalsvirkjun (18,2 MW) og frá heildarvirkjun Efri-Brúarár, tilh. A.

Ástlanirnar eru tvennskonar. Annarsvegar er ástlun við mismunandi vexti af stofnfé, og eru afskriftir þá ákveðnar með hliðsjón af ástluðum fjárhagslega hagkvæmum endingartíma einstakra mannvirkja. Svára afskriftirnar til að orkuverio sjálft sé afskrifað á 30 árum, en orkuflutningsmannvirkin á 25. Hér er ekkert tillit tekið til þess, með hvaða kjörum stofnféð er fengið. Hins vegar er ástlun við mismunandi stofnfjáarkostnað (vexti og afborganir), þar sem eingöngu er tekið tillit til stofnfjáarkjaranna, en ekkert til endingartíma mannvirkja.

Byggt er á stofnfjárðstlun í greinargerð um virkjun Efri-Brúarár, frá Verkfræðisöfðu Sigurðar Thoroddsen (Efri-Brúará. Mat á virkjunaraðstöðu, Maí 1962). Í þeirri ástlun eru greiðslur fyrir vatns- og landsréttindi og skaðabætur ekki meðtaldar, né heldur kostnaður við undirbúningsrannsóknir. Hafa þessir liðir því verið ástlaðir sérstaklega og þeim bæt við ástlun Sigurðar, áður en rekstrarástlunin var gerð.

Auk rekstrarástlunar fyrir Efstadalsvirkjunina, hefur til samanburðar verið gerð samkonar ástlun fyrir heildarvirkjun Efri-Brúará, tilhögun A í áður nefndri greinargerð Sigurðar Thoroddsen. Þessi tilhögun inniheldur, auk Efstadalsvirkjunar, einnig svonefnda Kálfárvirkjun, ofar í ánni og Reykjavirkjun, neðar, í nánd við Reyki. Þessar tvær síðasttöldu virkjanir eru bersýnilega til muna óhagstæðari en Efstadalsvirkjunin ein, þannig að meðalorkuverið við heildarvirkjun skv. tilhögun A er ca. 22% hærra en frá Efstadalsvirkjun einni, þrátt fyrir það, að flutningskerfið yrði að verulegu leyti sameiginlegt.

Tilhögun sú á virkjun Efri-Brúarár sem heildar, sem lýst er í greinargerð Sigurðar, er þannig að byggja má Efstadalsvirkjun eina sér, án þess að með því sé á nokkurn hátt spillt fyrir byggingu hinna virkjananna. Þar má því gera síðar, ef þær þykja koma til mála vegna kostnaðar.

Tölurnar um orkuvinnslu, sem teknar eru úr greinargerð Sigurðar, eru byggðar á áætluðum nýtingartíma uppsetts afls, 8000 h á ári. Sú spurning vaknar, hvort rennslið í þurru ári leyfi svo mikla orkuvinnslu.

Samfelldar vatnamælingar á stíflustæði Efstadalsvirkjunar hafa aðeins farið fram um tæplega eins árs skeið. Hins vegar eru til rennsliðsskýrslur frá Dynjandi, neðar í Brúará, síðan 1. sept. 1948. Þar er Brúará að miklu leyti lindá, og við Efstadal að heita má hrein lindá. Þessir rennsliðshættir gera það að verkum, að mögulegt er að fá sambengi milli rennslisins við Dynjandi og við Efstadal, þegar mælinn þar efra hefur starfað nokkurn tíma. Út frá þessu sambengi og rennsliðsskýrslunum frá Dynjandi má síðan mæikna rennslið við Efstadal undanfarin ár með vel nothæfri nákvæmni. Athugun, sem gerð hefur verið, og byggð á á nokkurra mánaða samtímisskýrslum á þessum tveim stöðum, bendir til þess, að orkuvinnslugeta Efstadalsvirkjunar í þurru ári sé 164 GWh í stað 146, sem hér er reiknað með. Til þess að nýta þessa orkuvinnslugetu þyrfti að stækka virkjunina um ca. 2 MW. Þetta myndi lækka orkuverðið um nál. 6%. Ennþá nær þessi samanburður yfir of skamman tíma til þess að fárt þyki að reikna með 164 GWh. Nánari skýringar eru í fylgiskjali í 6. kafla.

Tafla 2

18.2 MW virkjun við Efstadal
Stofnfé

Orkuver:

Samkv. áætlun Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen, frá júní '62	222 Mkr.
Vatna- & landsréttindi; skaðabætur	5 -
Undirbúningsrannsóknir	5 -
Stofnfé orkuvers, samtals	<u>232 Mkr.</u>

Orkuflutningsvirki

Samkv. áætlun Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen, frá júní '62	29 Mkr.
<u>Stofnfé alls</u>	261 Mkr.

Tafla 3

18.2 MW virkjun við Efstadal. Árlegur rekstrarkostnaður og orkuverð við mismunandi vexti af stofnfé.

Árl. vextir af stofnfé	%	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Orkuver:</u>									
Vextir af stofnfé	Mkr.	6,96	9,28	11,60	13,92	16,24	18,56	20,88	23,20
Afskriftir (fakj. 1)	Mkr.	4,41	3,83	3,31	2,86	2,47	2,13	1,83	1,58
Viðhald orkuvers	Mkr.	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Vinnul. & rekstrarvörur	Mkr.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Alm. kostn. & yfirstj.	Mkr.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Opinber gjöld & trygg.	Mkr.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Orkuver, samt.	Mkr.	14,27	16,01	17,81	19,68	21,61	23,59	25,61	27,68
<u>Orkuflutningsvirki</u>									
Vextir af stofnfé	Mkr.	0,87	1,16	1,45	1,74	2,03	2,32	2,61	2,90
Afskriftir (fylgiskj. 1)	Mkr.	0,79	0,69	0,60	0,53	0,46	0,40	0,34	0,30
Viðhald flutn.virkja	Mkr.	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Flutn.virki, samtals	Mkr.	1,91	2,10	2,30	2,52	2,74	2,97	3,20	3,45
Rekstrarkostnaður alls	Mkr.	16,18	18,11	20,11	22,20	24,35	26,58	28,81	31,13
<u>Orkuvinnslugeta í þurru ári (Nýtingartími 8000 h/ári)</u>									
	GWh/a	146	146	146	146	146	146	146	146
<u>Orkutöp og stöðvarnotkun</u>									
	%	7	7	7	7	7	7	7	7
<u>Orkuverð á 138 kV teinum við Sög</u>									
	aur/kWh	11,9	13,4	14,8	16,4	17,9	19,6	21,2	22,9

Tafla 4

18.2 MW virkjun við Efstadal. Árlegur rekstrarkostnaður og orkuverð við mismunandi stofnfjáarkostnað

Árl. stofnfjáarkostn. %	6	7	8	9	10	11	12	
<u>Orkuver:</u>								
Stofnfjáarkostnaður	Mkr. 13,92	16,24	18,56	20,88	23,20	25,52	27,84	
Annar kostn. (sjá töflu 3)	Mkr. 2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	
<u>Orkuver, samtals</u>	Mkr. 16,82	19,14	21,46	23,78	26,10	28,42	30,74	
<u>Orkuflutningsvirki:</u>								
Stofnfjáarkostnaður	Mkr. 1,74	2,03	2,32	2,61	2,90	3,19	3,48	
Annar kostn. (sjá töflu 3)	Mkr. 0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
<u>Flutn. virki samtals</u>	Mkr. 1,99	2,28	2,57	2,86	3,15	3,44	3,73	
<u>Rekstrarkostn. alls</u>	Mkr. 18,81	21,42	24,03	26,64	29,25	31,86	34,47	
Orkuvinnslugeta; orkutöp og stöðvarnotkun sjá töflu 3)								
<u>Orkuverð á 138 kV teinum við Sog</u>	aur/kWh	13,9	15,8	17,7	19,7	21,6	23,5	25,4

Tafla 5

Heildarvirkjun Efri-Brúarár, tilhögun A. Stofnfé.

Orkuver:

Samkv. áætlun Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen, frá júní '62	349 Mkr.
Vatns & landsréttindi; skaðabætur	11 -
Undirbúningsrannsóknir	10 -
<u>Stofnfé orkuvers, samt.</u>	<u>370 Mkr.</u>

Orkuflutningsvirki

Samkv. áætlun Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen, frá júní '62	42 Mkr.
<u>Stofnfé alls</u>	<u>412 Mkr.</u>

Tafla 6

Heildarvirkjun Efri - Brúarár, tilh. A. Árlegur
rekstrarkostnaður og orkuverð við mismunandi
vexti af stofnfé.

Árl. vextir af stofnfé %		3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Orkuver:</u>									
Vextir af stofnfé	Mkr.	11,10	14,80	18,50	22,20	25,90	29,60	33,30	37,00
Afskriftir (fylgiskj.1)	"	7,04	6,11	5,28	4,56	3,94	3,39	2,91	2,51
Viðhald orkuvera	"	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Vinnulaun & rekstrarvör.	"	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Aim. kostn. & yfirstj.	"	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Opinber gjöld & trygg.	"	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Orkuver, samtals	Mkr.	28,84	25,61	28,48	31,46	34,54	37,69	40,91	44,21
<u>Orkuflutningsvirki:</u>									
Vextir af stofnfé	Mkr.	1,26	1,68	2,10	2,52	2,94	3,36	3,78	4,20
Afskriftir (fylgiskj.1)	"	1,14	1,00	0,88	0,76	0,66	0,58	0,50	0,43
Viðhald flutn.virkja	"	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Flutn.virki, samt.	Mkr.	2,75	3,03	3,33	3,63	3,95	4,29	4,63	4,98
Rekstrarkostnaður alls	Mkr.	25,59	28,64	31,81	35,09	38,49	41,98	45,54	49,19
<u>Orkuvinnslugeta í þurru ári (Nýtingartími 8000 h/ári)</u>									
	GWh/a	190	190	190	190	190	190	190	190
<u>Orkutöp og stöðva- notkun</u>									
	%	7	7	7	7	7	7	7	7
<u>Orkuverð á 138 kV teinum við Sög</u>									
	aur/kWh	14,5	16,2	18,0	19,9	21,8	23,8	25,8	27,9

Tafla 7

Heildarvirkjun Efri-Brúarár, tilh. A. Árlegur
rekstrarkostnaður og orkuverð við mismunandi
stofnfjárkostnaði

Árl. stofnfjárkostnaður %	6	7	8	9	10	11	12
Stofnfjárkostnaður	Mkr. 22,20	25,90	29,60	33,30	37,00	40,70	44,40
Annar kostnaður (sjá töflu " 6)	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
Orkuver samt.	Mkr. 26,90	30,60	34,30	38,00	41,70	45,40	49,10

Orkuflutningsvirki:

Stofnfjárkostnaður	Mkr. 2,52	2,94	3,36	3,78	4,20	4,62	5,04
Annar kostn. (sjá töflu " 6)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Flutn.virki, samt.	Mkr. 2,87	3,29	3,71	4,13	4,55	4,97	5,39

<u>Rekstrarkostnaður alls</u>	Mkr. 29,77	33,89	38,01	42,13	46,25	50,37	54,49
-------------------------------	------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Orkuvinnslugeta; orkutöp
og stöðvarnotkun
sjá töflu 6.

Orkuverð á 138 kV

<u>teinum við Sog</u>	aur/kWh	16,8	19,2	21,5	23,9	26,2	28,5	30,8
-----------------------	---------	------	------	------	------	------	------	------

4. Reksturskostnaður og orkuverð jarðgufuvirkjunar við Hveragerði.

Í töflum 8-11 hér á eftir er sundurliðaður útreikningur árlegs vinnslukostnaðar og orkuverðs frá 17 MW og 34 MW jarðgufuafliðöðvum í Hveragerði.

Ástlanirnar eru annars vegar reiknaðar fyrir fastan afskriftatíma helstu mannvirkja en breytilega árvexti af stofnfé, en hins vegar við breytilegan stofnfjáarkostnað (vexti + afborganir af lánum) án tillits til ákveðins afskriftatíma.

Stofnfjáarkostnaður borhola er þó reiknaður á annan hátt þ.e. fastur afskriftatími 5 og/eða 15 ár, vegna þess að nokkur vafi gegur leikið á því hvaða endingartíma megi mta borholunum.

Skýrsla verkfræðifirmans Merz and McLellan í London (Report on Geothermal Power Station Project, mars 1961) er lögð til grundvallar varðandi stofnfjárförf virkjananna, með þeirri brýtingu einni að kostnaður við stækkun spennistöðvar við Elliðaár er felldur niður.

Rekstursáætlun Merz and McLellan fyrir stöðina hefur verið endurskoðuð með hliðsjón af reynslu er fengist hefur síðan hún var samín. Á fylgiskjali ^{í 7. kafla} eru þær breytingar, sem gerðar hafa verið, skýrðar í einstökum atriðum, og eru þessar veiganestar:

- (a) Meðal afskriftatími annarra mannvirkja en borhola hefur verið lengdur úr 20 í 25 ár. Þetta er gert til þess að samræmi sé um ákvörðun afskriftatíma milli jarðgufu- og vatnsaflstæðvanna, og er þá í báðum tilfellum höfð hliðsjón af sennilegum endingartíma einstakra hluta mannvirkjanna.

- (b) Í áætlunum Merz and McLellan er endingartími borhola áætlaður aðeins 5 ár. Hér er reiknað með að hann liggi milli 5 og 15 ára, og orkuverð reiknað bæði fyrir 5 og 15 ára endingu.
- (c) Áætlanir um hreinsunar og viðhaldskostnað borholanna hafa verið endurskoðaðar frá grunni með tilliti til síðari reynslu, og tvítalning kostnaðar í áætlun Merz and McLellan leiðrétt.
- (d) Vinnulauna og stjórnarkostnaður hefur verið endurskoðaður m.t.t. íslenskra staðháttanna.
- (e) Árlegur nýtingartími hefur verið hækkaður úr 7500 í 8000 stundir, eða í um 92,5% af tímanum eins og reiknað er með hjá vatnsaflsstöðvunum í þessum samanburði. Hér má hafa í huga, að í jarðgufuaflestöðvum erlendis hefur nýtingartíminn nálgast 100% og léleg gufuár koma ekki fyrir tilsvarendi við léleg vatnsár.
- (f) Eigin orkunotkun stöðvarinnar hefur verið áætluð nákvæmari en áður og árleg orkuvinnsla hækkuð úr 112 GWh í 130 GWh á ári, með tilliti til þessa og hækkaðs nýtingartíma.

Jarðgufu er að sjálfsögðu hægt að virkja í minni eða stærri skrefum og er stærð 17 MW stöðvarinnar miðuð við það að núverandi Sogslína geti flutt alla orkuvinnslu hennar. Stöðina má svo stækka að vild. Tvöfalt aflmeiri stöð (34 MW) mundi geta framleitt orkuna með um 13% lagra verði.

Stöðinni hafa ekki verið reiknaðar neinar tekjur af hugsanlegri sölu á heitu afgangsvatni, þvert á móti hefur verið reiknaður verulegur kostnaður af því að kæla þetta heita vatn.

Hánari skýringar er að finna í fylgiskjali í kafla 7.

17 MW jarðkufusflæstöð í Hveragerði. Árlegur vinnslukostnaður og orkuverð við breytilega dræventi.

Árvestir	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Stofnfé mannvirkja annarra en borhola	200 Mkr.								
a) vextir	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	
b) afskriftir á 25 árum	5.49	4.80	4.20	3.65	3.16	2.74	2.36	2.04	
2. Stofnfé borhola	23.2 Mkr.								
a) vextir	0.70	0.93	1.16	1.39	1.62	1.86	2.09	2.32	
b) afskriftir á 5 árum	4.37	4.29	4.20	4.11	4.03	3.95	3.88	3.80	
c) " " 15 árum	1.25	1.16	1.07	1.00	0.92	0.85	0.79	0.73	
3. Hreinsun borhola	0.62								
4. Viðhald mannvirkja annarra en borhola	3.63								
5. Vinnulaun	1.00								
6. Yfirstjórn og almennur kostn.	0.60								
7. Opnber gjöld og tryggingar	0.50								
8. Árlegur vinnslukostnaður	22.91	24.37	25.91	27.50	29.16	30.90	32.68	34.51	
a) 5 ára afskriftir af borhólum	19.79	21.24	22.78	24.39	26.05	27.80	29.59	31.44	
9. Orkuver við Sogalínu miðað við 130 GWh hreina orkuvinnslu á ári	aur/kWh								
a) 5 ára afskriftir af borhólum	17.6	18.7	19.9	21.1	22.4	23.8	25.1	26.5	
b) 15 " " "	15.2	16.4	17.5	18.7	20.0	21.4	22.7	24.2	

17 MW jarðgufuaflistöð í Hveragerði. Árlegur vinnslukostnaður og orkuverð við breytilegan stofnfjarkostnað.

Stofnfjarkostnaður	% á ári	6	7	8	9	10	11	12
1. Stofnfé mannvirkja annarra en borhola	200 Mkr.	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00
Árlegur stofnfjarkostnaður								
2. Stofnfé borhola	232 Mkr.	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
a) 7% vextir		4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
b) afskriftir á 5 árum		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
c) " " "15		0.62						
3. Hreinsun borhola								
4. Viðhald mannvirkja annarra en borhola		3.63						
5. Vinnulaun		1.00						
6. Yfirstjórn og alm. kostn.		0.60						
7. Opinber gjöld og tryggingar		0.50	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35
8. Árlegur vinnslukostnaður		24.00	26.00	28.00	30.00	32.00	34.00	36.00
a) 5 ára afskriftir á borholum		20.89	22.89	24.89	26.89	28.89	30.89	32.89
b) 15 " "								
9. Orkuver við Sogslínu miðað við 130 GWh hreina orkuvinnslu á ári								
a) 5 ára afskriftir á borholum	aur/kWh	18,5	20,0	21,5	23,1	24,6	26,2	27,7
b) 15 " "		16,1	17,6	19,1	20,7	22,2	23,8	25,3

TAFLA 10

34 MW jarðgufuaflostöð í Hveragerði. Árlegur vinnslukostnaður og orkuverð við breytilega ársvexti.

Ársvextir	%	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Stofnfé mannvirkja annarra en borhola									
a) vextir	Mkr/ári	10.95	14.60	18.25	21.90	25.55	29.20	32.85	36.50
b) afskriftir á 25 árum	"	10.00	8.77	7.65	6.65	5.77	4.99	4.31	3.71
	365 Mkr.								
2. Stofnfé borhola									
a) vextir	"	1.05	1.40	1.75	2.10	2.45	2.80	3.15	3.50
b) afskriftir á 5 árum	"	6.60	6.46	6.34	6.20	6.09	5.96	5.86	5.74
c) " " 15	"	1.89	1.75	1.62	1.51	1.39	1.28	1.19	1.10
	35 Mkr.								
3. Hreinsun borhola	"	1.00							
4. Viðhald mannvirkja	"	5.75							
5. Vinnulaun	"	1.25							
6. Yfirstjórn og almennur kostn.	"	0.75							
7. Opinber gjöld og tryggingar	"	1.00	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
8. Árlegur vinnslukostnaður									
a) 5 ára afskriftir af borholum	"	38.35	40.98	43.74	46.60	49.61	52.70	55.92	59.20
b) 15 " "	"	33.64	36.27	39.02	41.91	44.91	48.02	51.25	54.56
9. Orkuverð við Sogslínu miðað við 260 GWh hreina orkuvinnslu á ári									
a) 5 ára afskriftir borhola	aur/kWh	14,8	15,7	16,8	17,9	19,1	20,3	21,5	22,8
b) 15 " "	"	13,0	13,9	15,0	16,1	17,3	18,5	19,7	21,0

TAFLA 12

Ákvörðun afskrifta af Efstadalsvirkjun

Hluti mannvirkis	Hluti stofn- fjár %	Afskr. tími ár	Afskriftarstuðull við mismunandi vexti								Afskriftir, í % stofnfjár, við mismunandi vexti							
			3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Orkuver:																		
Steinsteypt stífla	2,62	25	0,0274	0,0240	0,0209	0,0182	0,0158	0,0137	0,0118	0,0102	0,0717	0,0628	0,0547	0,0476	0,0414	0,0359	0,0309	0,0267
Jarðstífla; inntaks- skurður; frárennslis- skurður; hlað; um- hverfissnyrting; vegir; vatnsréttindi; land og skaðabætur	22,73	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inntak	3,11	35	0,0170	0,0136	0,0111	0,0090	0,0072	0,0058	0,0045	0,0037	0,0529	0,0423	0,0345	0,0280	0,0224	0,0180	0,140	0,115
Áðrennslispípa (trépípa)	33,87	25	0,0274	0,0240	0,0209	0,0182	0,0158	0,0137	0,0118	0,0102	0,9280	0,8129	0,7079	0,6164	0,5351	0,4640	0,3997	0,3455
Jöfnunarturn og brýstivatnspípa (stál)	7,83	30	0,0210	0,0178	0,0150	0,0127	0,0106	0,0088	0,0073	0,0061	0,1643	0,1394	0,1174	0,0995	0,0830	0,0688	0,0572	0,0478
Stöðvarhús og stöðvarvarðahús	7,15	50	0,0089	0,0066	0,0048	0,0034	0,0025	0,0017	0,0012	0,0009	0,0636	0,0472	0,0344	0,0243	0,0179	0,0122	0,0086	0,0064
Vatnsvél; krani; vélbúna. í stöð	9,50	30	0,0210	0,0178	0,0150	0,0127	0,0106	0,0088	0,0073	0,0061	0,1995	0,1692	0,1425	0,1207	0,1007	0,0836	0,0694	0,0580
Rafali, m. tilh.	10,88	25	0,0274	0,0240	0,0209	0,0182	0,0158	0,0137	0,0118	0,0102	0,2981	0,2611	0,2274	0,1980	0,1719	0,1491	0,1284	0,1110
Rafbúnaður í stöð	2,31	15	0,0538	0,0499	0,0463	0,0430	0,0398	0,0368	0,0341	0,0315	0,1242	0,1152	0,1070	0,0992	0,0919	0,0850	0,0788	0,0727
Orkuver, samtals	100,00	*	0,0190	0,0165	0,0143	0,0123	0,0106	0,0092	0,0079	0,0068	1,9023	1,6501	1,4258	1,2337	1,0643	0,9166	0,7870	0,6796
Orkuflutningsvirki:																		
Spennar	35,65	30	0,0210	0,0178	0,0150	0,0127	0,0106	0,0088	0,0073	0,0061	0,7487	0,6346	0,5348	0,4528	0,3779	0,3137	0,2602	0,2175
Rafb. spennistöðva	21,45	20	0,0372	0,0336	0,0303	0,0272	0,0244	0,0219	0,0196	0,0175	0,7979	0,7207	0,6499	0,5834	0,5234	0,4698	0,4204	0,3754
Háspennulína	42,90	25	0,0274	0,0240	0,0209	0,0182	0,0158	0,0137	0,0118	0,0102	1,1755	1,0296	0,8966	0,7808	0,6778	0,5877	0,5062	0,4376
Fl.virki, samtals	100,00	*	0,0272	0,0238	0,0208	0,0182	0,0158	0,0137	0,0119	0,0103	2,7221	2,3849	2,0813	1,8170	1,5791	1,3712	1,1868	1,0305

5. Önnur atriði

Hér verður dregið á nokkur atriði sem erfitt er að meta fjárhagslega, en hafa þarf hliðsjón af við val milli virkjananna.

Efri-Brúará

1. Efstadalsvirkjunin er ofanjarðarvirkjun og því er lítil hættá á ófyrirséðum atvikum er leitt gætu til hærri stofnfjár en áætlað er. Undirbúningsrannsóknnum er ekki lokið en þó hafa allvíðtækar rannsóknir þegar farið fram, og auðvelt er að ljúka því sem eftir er á skömmum tíma.
2. Orkuverið er í öllu tilliti "venjulegt". Áratuga reynsla er fyrir hendi hérlendis í rekstri slíkra orkuvera, svo og reynsla um endingartíma einstakra hluta þeirra við hérlendar aðstæður.
3. Efri-Brúará er hrein lindá, með mjög jöfnu rennsli. Meginhluti vatnsins sprettur upp skammt ofan inntaks, og er vatnshitinn vel ofan við frostmark allt árið. Um ís- eða aurburðartruflanir verður því ekki að ræða, og er rekstaröryggi virkjunarinnar þannig meira en almennt gerist um vatnsaflsstöðvar hér á landi.

Jarðhitastöð við Hveragerði

1. Borað hefur verið að mestu fyrir þeirri gufu sem stöðin þarfnast, og undirbúningsrannsóknnum má telja lokið í meginatriðum. Hættan á ófyrirséðum atvikum er hækkuðu stofnféð frá áætlun er talin mjög lítil.
2. Bygging og rekstur jarðgufuaflsstöðva er engin nýjung. Í Larderello hafa jarðgufuaflsstöðvar verið reknar lengur en t.d. vatnsaflsstöðvar við Sog og Laxá. Árið 1961 var afl Larderellostöðvanna 300 MW og ársvinnslan rúmlega 2000 GWh. Á Nýja-Sjálandi hefur 69 MW stöð starfað í 2 ár og verið er að stækka hana í 192 MW.
3. Varmanotkun jarðgufustöðvarinnar er mjög lítil hluti þess varmaafis, sem talið er hagnýtanlegt í Hveragerði. Varmavinnslan er óháð veðurfarsskilyrðum og öðrum breytilegum aðstæðum, og um truflanir af slíkum orsökum er því ekki að ræða. Vinnsla raforku með jarðgufu er ekki lengur á tilraunastigi; hún virðist annars staðar fullnægja fyllilega þeim kröfum, sem gerðar eru um rekstursöryggi almenningsrafveitna, samanber það að árlegur nýtingartími jarðgufuaflsstöðva nálgast oft 100%.

4. Efstadalsvirkjun hefur ekki dagurmiðlun. Hún hefur því ekki tryggt afl nema sem svarar til minnsta rennslis. Enda þótt rennslíð sé mjög jafnt má þó gera ráð fyrir að það verði ónógt fyrir full afköst endrum og eins. Benda athuganir til að aflíð geti farið niður í 75% af fullu afli stöðvarinnar. Hér er um áætlun að ræða, þar eð rennslismælingar liggja ekki fyrir við Efstadal nema um nokkurra mánaða skeið, en áætlunin styðst við 14 ára rennslisskýrslur Brúarár við Dynjandi, ^{ca}/kílómetrum neðar. Þetta þýðir að tryggt afl Efstadalsvirkjunarinnar er ca. 3 MW lægra en 17 MW jarðhitastöðvarinnar.
5. Áætluð orkuvinnslugeta Efstadalsvirkjunarinnar er miðuð við þurrt ár eins og 1950/51. Hún er byggð á rennslisskýrslunum við Dynjandi, þar eð mælingar við Efstadal skortir. Tekið er tillit til þess að rennslíð fer stundum undir virkjað rennslí (sbr. 4). Mælingar í Sogi benda til að vatnsár eins og 50/51 eða þurrara komi eigi oftár en 1 sinni á 20 árum til jafnaðar. Mælingar á Brúará við Dynjandi virðast staðfesta þá niðurstöðu, það sem þær ná, enda eru vatnasvið Sogsins og Brúarár á sama úrkomusvæði og báðar árnar því háðar svipuðum sveiflum í vatnsárferði. Líkurnar á minni orkuvinnslugetu en áætlað er eru þannig varla yfir 5%. Ekkert tillit er í áætluninni tekið til meiri orkuvinnslugetu í flestum árum.
4. Afl jarðhitastöðvarinnar er allt tryggt til álags á hvaða tíma sem er, nema þegar unnið er að viðhaldi véla, sem hafa má í hendi sér hvenær fer fram. Í stöðinni eru tvær samstæður, og yrði eigi nema önnur úr rekstri í senn, vegna viðhalds. Á hinn bóginn má búast við vissum byrjunarörðugleikum í rekstri stöðvarinnar, þar eð hérlandis er enn ekki fyrir hendi reynsla í rekstri jarðgufuorkuvera.
5. Jarðhitastöðin er óháð vatnsárferði og orkuvinnsla hennar getur því verið óbreytt í öllum árum, einnig óvenjulegum þurrkaárum. Líkur á lægri orkuvinnslu eru þannig 0. hvað þetta atriði snertir.

6. Talið er að aðrar virkjanir í Efri-Brúará en Efstadalsvirkjun komi tæplega til greina af fjárhagsástæðum. Um viðbótarvirkjun þar eða í nágrenninu er því varla að ræða.
7. Virkjunarstaðirnir eru í byggð, skammt frá þjóðvegum, en í nokkurri fjarlægð frá Sogsstöðvum og Sogslínunni.
8. Orku virkjunarinnar má flytja um núverandi Sogslínu, frá Sogi til Reykjavíkur. Orkutöp línunnar vaxa raunar nokkuð vegna þessa viðbótarflutnings, en flutningskostnaður er þó mjög lítil.
6. Við Hveragerði er hægt að virkja jarðgufu að vild; langt umfram það afl sem tekið er til samanburðar í þessari skýrslu. Virkjunar- og vinnukostnaður á einingu lækkar með stærri virkjunareiningum. Áætlunin um 34 MW stöðina er þó ennþá mun lauslegri en sú um 17 MW stöðina.
7. Aflsstöð í Hveragerði er rétt við aðalþjóðveginn austur og mjög skammt frá Sogslínunni.
8. Orku jarðhitastöðvarinnar má flytja um núverandi Sogslínu til Reykjavíkur, og er flutningskostnaðurinn mjög lítil. Sökum styttri vegalengdar og nokkru minna afls verða viðbótarorkutöpin heldur minni en við orkuflutning frá Efstadalsvirkjun. Varla er þó hægt að reikna með að flytja allt afl 34 MW stöðvarinnar um núverandi línu, og þarf því að gera sérstakar ráðstafanir í því efni þegar stöðin er stækkuð.
9. Jarðgufuvirkjun væri þýðingarmikill þróunaráfangi í notkun jarðhita hérlendis. Slík meiri háttar virkjun jarðgufusvæðis færði inn í landið tæknilega reynslu er hefði mikla þýðingu fyrir almenna hagnýtingu jarðgufusvæðanna til iðnaðar og hitaveitursturs.
10. Stöðugur rekstur jarðgufuaflstöðvar hefði mikið tilvitunargildi gagnvart fjármálastofnunum eða öðrum er hlut kunna að eiga að undirbúningi annarra virkjunarframkvæmda á jarðgufu.
11. Varmaorkan í frárennslisvatni stöðvarinnar hefur ekki verið virt henni til tekna í þessum samanburði. Vel gæti hún orðið stöðinni tekjulind er lækkaði vinnslukostnað raforkunnar frá því sem hér er sýnt. Við hagstæða aðstæður gæti verðmæti þessarar afgangorku verið sambærilegt við verð tilsvarendi varma, sem aflað væri með nýborunum.

12. Í áætlun fyrir 34 MW stöð er gert ráð fyrir að nýta varma vatnsins frá borholum niður í um 100°C. Þetta byggist á "flashing" á heitu vatni í all-stórum stíl og þykir Merz and McLellan ekki ráðlegt að taka það upp hér við 17 MW stöðina, þar eð kerfið hefur ekki verið fullreynt enn. Nokkun heits vatns á þennan hátt verður tekin upp við hina stækkuðu Wairakei stöð í byrjun ársins 1963 og fæst þá fljótlega reynsla í þessum efnum. Ef þetta mistækist mundu í staðinn notaðar viðbótarborholur. Hlutdeild þessara atriða í heildarstofni stöðvarinnar er hins vegar svo lítil, að það hefur engin teljandi áhrif á heildarniðurstöðuna, hver leið farin verður í þessum efnum.

Ath. J.B.:

13. Í áætlun Merz & McLellan (bls. 10) kemur fram það álit, að nokkur vandkvæði séu á því að ákveða endingartíma jarðgufu-aflsstöva og sé því erfitt að deila venjulegum fjárhagslegum samanburðaraðferðum við slík mannvirki. Þetta atriði hnágur í þá átt að gera rekstraráætlun og orkuverð jarðgufustöva mun óvissari en tilsvareandi áætlun fyrir vatnsaflsstöð.

14. Ávinningur sá, sem nefndur er í liðum 9 og 10 hér að framan kemur fyrst og fremst öðrum aðilum en raforkuiðnaðinum til góða. Það er því nokkur spurning hvort rétt sé að mæla raforkuiðnaðinum einum að standa undir kostnaðinum við öflun þessa ávinnings, í forni dýrari raforku en fánleg er með öðru móti.

6. Fylgiskjal:

Forsendur ástlana um orkuveró Brúararvirkjana

6.1 Vextir, þeir sem hér er reiknað með af stofnfé, er sú minnsta arógjöf, sem stofnfénu er ætlað að skila. Hér er ekki um að ræða vexti af lánum til virkjunarinnar. Vandamálinu með fjárútleigun, og því, með hvaða kjörum fé er fánlegt, er algerlega haldið utan við.

6.2 Afskriftir. Tafla 12 sýnir hvernig afskriftirnar eru ákvarðaðar. Hæfilegur afskriftatími er ástlaður fyrir einstaka hluta virkjunarinnar með hliðsjón af innlendum og erlendum reynslutölum. Við ákvörðun afskriftanna er gert ráð fyrir að þær verði kyrrar í fyrirtækinu og standi á sömu vöxtum og stofnfé þess.

6.3 Viðhald. Þenna lið er þróugt að ástla með vissu. Í töflu 13 er sýndur viðhaldskostnaður Sogastöðvanna undanfarin ár, skv. ársreikningum Sogevirkjunarinnar. Frá reikningstölunum hefur þó verið dregin kostnaður við jarðabætur, sem í reikningunum er talinn með viðhaldskostnaði. Samsvarendi kostnaður er við Efstadalavirkjun meðreiknaður í stofnkostnaði (snyrtning umhverfis), og sýnist það eðlilegra. Rétt þótti að reikna með nokkru hærri viðhaldskostnaði en tölurnar frá Sogi gefa til kynna.

6.4 Vinnulaun og rekstrarvörur. Gert er ráð fyrir 3 fóstum starfsmönnum við virkjunina, og að árlegur kostnaður þeirra vegna sé 400 þús. Til viðbótar er reiknað með 200 þús. í rekstrarvörur, eða alls 600 þús. Rétt er að benda á að til mála kemur að gera virkjunina fjarstýrða frá Sogi að mestu eða öllu leyti þannig að komast mætti af með einn mann við stöðina, eða jafnvel að hafa hana mannlausu með öllu. Á þessu stigi málsins þótti þó ekki rétt að reikna með því.

6.5 Almennur kostnaður/^{og}yfirstjórn. Tafla 13 sýnir árleg gjöld Sogsvirkjunarinnar til þessara hluta undanfarin ár.

Gert er ráð fyrir, að Efstadalsvirkjunin verði ekki skipulagslega sjálfstæð, heldur verði hún rekin sem hluti úr stærri heild. Af þeim sökum er virkjuninni aðeins talin til gjalds sú viðbót við almennan kostnað/^{og}yfirstjórn heildarinnar, er leiðir af tilkomu hennar.

6.6 Opinber gjöld og tryggingar. Gert er ráð fyrir, að Efstadalsvirkjun búi við svipuð ákvæði um álagningu opinberra gjalda og Sogsvirkjunin býr nú við, þ.e. að hún sé undanþegin tekjuskatti, útsvari og eignar- skatti, en greiði fasteignagjöld ýmiss konar. Af tryggingum greiðir Sogsvirkjunin lögboðnar brúna- tryggingar, en auk þess einhverjar tryggingar á vélum og áhöldum. Útgjöld Sogsvirkjunarinnar til þessara hluta nú undanfarin eru sýnd í töflu 14.

Fasteignagjöldin eru háð fasteignamati. Um fasteigna- mat vatnsaflsvirkjana virðast ekki gilda neinar sérstakar reglur. Það er því nokkrum vandkvæðum bundið að áætla þennan kostnaðarlið fyrir Efstadals- virkjunina, en með hliðsjón af tölunum fyrir Sogs- virkjunina þykir líklegt að hann verði nálægt 500 þús. kr. á ári.

TAFLA 13

Viðhaldskostnaður; almennur kostnaður og yfirstjórn skv. ársreikningum Sogsvirkjunar.

(Ath.: Kostnaður við jarðabætur ekki meðtalinn)

Upphæðir í þús. kr.

Ár	V i ð h a l d				Alm.kostn. & yfir- stjórn
	Ljósa- foss	Ira- foss	Sogs- lína I	Sogs- lína II	
1956	393	312	116	177	1486
1957	427	368	104	85	1627
1958	308	262	21	195	1584
1959	422	351	70	138	1260
1960	710	586	25	61	1800
1961	281	477	19	4	2375
Meðaltal	424	392	59	110	1690

TAFLA 14

Útgjöld Sogsvirkjunarinnar til opinberra gjalda og trygginga 1956 - '61 (skv. ársreikningum).

Upphæðir í þús. kr.

Ár	Opin- ber gjöld	Vá- trygg- ingar	Atvinnu- leysis trygg.	Samtals
1956	442	156	38 ¹⁾	638
1957	429	175	20	624
1958	525	156	15	696
1959	741	127	17	885
1960	744	171	19	934
1961	790	181	62 ²⁾	1033
Meðaltal	612	161	29	802

1) Eftirlaunasjóður

2) Slysatrygging meðtalín

7. Fylgiskjal

Forsendur áætlana um orkuverð jarðgufuafllstöðva.

7.01 Inngangur

Þegar fyrsta áætlunin um jarðgufuafllstöð við Hveragerði var samin 1959-60 (Sveinn S. Einarsson: Preliminary Cost Estimate for a 15 MW Geothermal Power Station in Iceland, januar 1960) voru ýmsar mælingar og prófanir á gufuborholum í Hveragerði skammt á veg komnar. Af þessum ástæðum þótti rétt að áætla alla kostnaðarliði í hærri lagi og ætla mjög ríflega fyrir ýmsum óvissum atriðum.

Sama sjónarmið var ráðandi er áætlun Merz & McLellan, (M & McL: Report on Geothermal Ewer Station Project, marz 1961) var gerð, 1960-61, enda voru tilteknir liðir hennar hækkaðir að ráði jarðhitadeildar raforku-málaskrifstofunnar frá áætlun þeirri er M & McL lögðu fram í uppkasti í des. 1960.

Síðari prófanir á borholum í Hveragerði, einkum vorid 1961, benda til þess að óhætt sé að lækka ýmsa kostnaðarliði frá því sem fram kemur í skýrslu M & McL í marz 1961. Hér á eftir verður gerð grein fyrir þessum liðum í einstökum atriðum.

Þegar nú er gerður samanburður milli áætlana annars vegar um virkjun jarðgufuaflls í Hveragerði og hins vegar virkjun vatnsaflls í Efri-Brúará, veltur á miklu að áætlanir séu gerðar á sambærilegum grundvelli. Samanburður verður hér örðugur að sumu leyti sökum þess að mannvirkin eru mjög ólík. Einustu sambærilegu meiriháttar mannvirkin eru stöðvarhúsin.

Til þessa hefur að jafnaði verið rætt um 15 eða 30 MW jarðgufuafllstöðvar í Hveragerði og hefur þá verið átt við lauslega áætlað hreint (netto) afl. Það er hins vegar í samræmi við venju að miða við ástimplað afl, og verður aflid því hér talið 17 eða 34 MW (vergt afl).

7.02 Einingarverð og byggingarkostnaður

Sundurliðuð áætlun er ekki fyrir hendi frá Merz & McLellan um byggingarkostnað stöðvarhúsa og annarra byggingamannvirkja, en heildarkostra þeirra er áætlaður þannig:

TAFLA 15

Stöðvarhús undirstöðvar, dæluhús og önnur byggingamannvirki	£ 228.000	Mkr. 27.60
+ ófyrirséð og verkfræðis-þjónusta 10%	- 22.800	2.76
	£ 250.800	Mkr. 30.36
+ vextir 7% í 1.43 ár	25.100	3.04
	<u>£ 275.900</u>	<u>Mkr. 33.40</u>

Byggingar þessar eru mjög verulegur hluti þeirra byggingamannvirkja (civil works) er stöðinni tilheyrar.

Ef húsn eru áætluð með einingarverðum sem notuð eru í áætlunum fyrir Efri-Brúará, verður heildarkostnaður við þau um 14.6 Mkr. Merz & McLellan virðast því hafa notað allmikið hærra einingarverð.

Árið 1960 gaf jarðhitadeild Merz & McLellan upp einingarverð, úr samningi við verktaka um byggingu Steingrímsstöðvar frá 1955 með eftirfarandi álagi:

- 3,75% fyrir stjórnunarkostnaði (skv. samningi)
- 7% fyrir kostnaði við vinnustað (skv. samningi)
- 60% fyrir hækkun byggingarkostnaðar skv. byggingarvísitölu.

Þessar hafa betzt á um 14,3% vegna gengislökkunar 1961 (áætlun Merz & McLellan er í sterlingspundum).

7.03 Stofnfjárfé kostnaður

Í stofnfé jarðgufuafli-stöðvarinnar er hér talið stofnfé allra þeirra mannvirkja, sem útheimtað til þess að afhenda raforkuna með 138 kV spennu inn á Sogslínu við Hveragerði.

Notuð er áætlun Merz & McLellan frá marz 1961 óbreytt að öðru en því, að kostnaður við stækkun spennistöðvar við Elliðaár er dreginn frá. Reiknað er með gangi 1£ = 121 kr.

7.03.1 Stofnfé 17 MW stöðvar

TAFLA 16

Beinn kostnaður skv. M & McL	£ 1.616.000	Mkr. 195.5
- stækkun við Elliðaár	£ 90.000	" 10.8
	£ 1.526.000	Mkr. 184.6
+ ófyrirséð og verkfræðis- þjónusta 10%	152.600	" 18.4
	£ 1.678.600	Mkr. 203.0
+ vextir 7% í 1.43 ár	167.900	20.3
Heildarstofnfé	£ 1.845.500	Mkr. 223.3

Vegna óvissu um endingartíma borholanna er stofnfé þeirra skilið frá, og skiptist þá stofnféð þannig:

Borholur	23.2 Mkr.
Önnur mannvirki	200.1 "
	<u>223.3 Mkr.</u>

7.03.2 Stofnfé 34 MW stöðvar

Yrði afl stöðvar í Hveragerði tvöfaldað mundi varminn í vatninu frá borholum notaður niður að 100°C í stað 160°C í 17 MW stöðinni. Þarf þá ekki að fjölga borholum nema um nálægt 50% þegar aflið er tvöfaldað.

Merz & McLellan áætla byggingarkostnað stöðvarinnar stækkaðrar £ 97 á uppsett kW (Hér verður til öryggis reiknað með 34 MW í stað 30 MW, sem M & McL virðast hafa í huga).

TAFLA 17

34 MW a £ 97	£ 3.300.000	Mkr. 400.0
þar af borholur	£ 290.000	35.0
Önnur mannvirki	£ 3.010.000	Mkr. 365.0

Breytilegur stofnfjáarkostnaður í áætlunum um orkuverð er reiknaður af 200 Mkr. fyrir 17 MW stöðina en 365 Mkr. fyrir 34 MW stöðina.

7.03.3 Afskriftatími

Merz & McLellan reikna með 20 ára afskriftatíma fyrir önnur mannvirki en borholur. Í samanburði milli jarðgufuvirkjunar og vatnsvirkjunar virðist eðlilegt að reikna út meðalendingartíma útfrá endingartíma einstakra hluta mannvirkjanna. Með þessu móti er aðilum gert jafnt.

Við ákvörðun endingartíma einstakra hluta er höfð hliðsjón af töflu í Mark's Mechanical Engineer's Handbook, 4th Ed. Í venjulegum varmaaflostöðvum eru afskriftir oft hraðari en þetta, og stafar það ekki sízt af því að orkuverin hafa úrelzt á tiltölulega skömmum tíma vegna framfara í varmanýtni. Vegna hins lága varmaverðs skiptir nýtingin ekki eins miklu máli í jarðgufustöðvum og í varmaaflostöðvum er nota venjulegt eldsneyti.

Ákvörðun meðalafskriftatíma fyrir 17 MW stöðina er sýnd í töflu 18 og eru hér notuð 25 ár sem afskriftatími fyrir önnur mannvirki en borholur.

TAFLA 18

17 MW jarðgufuaflostöð, Hveragerði, ákvörðun meðal-
afskriftatíma (miðað við 7% ársvexti)

	Ending	Stofnfé		Afskriftir	
	Ár	Beinn kostn. £	Heildar- kostn. Mkr. ^{x)}	%	Mkr./ár
Hverfil-rafalsamstæður ásamt þéttum og hjálpar- vélum	25	502.000	73.50	1.581	1.161
Stöðvarhús, dæluhús og önnur byggingarmannvirki	50	228.000	33.40	0.246	0.082
Aðveituseðar og búnaður við borholuop	15	160.000	23.50	3.979	0.935
Rafbúnaður, spennar og 132 kV lína	25	172.000	25.20	1.581	0.398
Kælivatnsdælur o.tilh.	25	64.000	9.36	1.581	0.148
Úðunarkerfi f. kælivatn	15	26.000	3.81	3.979	0.152
Kranar	25	16.000	2.35	1.581	0.037
Stífla í Varmá	25	10.000	1.46	1.581	0.023
Kælibúnaður f. heitt vatn	15	33.000	4.84	3.979	0.193
Öflun landsréttinda, skaðabætur o.fl.		40.000	5.86	0	0
Íbúðir stöðvarvarða	50	30.000	4.39	0.246	0.011
Jarðbor með hjálpar- tækjum	25	85.000	12.45	1.581	0.197
	Samtals		200.12		3.337
	Meðaltal	24.36		1.669	

x) Gengi 1£=121 ísl. kr., eftir að tölurnar í fyrri dálki hafa verið hækkðar f. ófyriréðu, vaxtatöpum o.fl.

7.03.4 Ending borhola

Í áætlunum fyrir jarðgufuaflostöðina í Hveragerði, hefur að ráði jarðhitadeildar jafnan verið reiknað með því að borholurnar yrðu afskrifaðar á aðeins 5 árum.

Reynslan ein getur skorið úr um endingartíma borholanna.

Til hliðsjónar má nefna eftirfarandi reynslutölur úr ýmsum áttum:

<u>Hveragerði:</u>	Gufuborhola í Reykjakotstúni hefur verið í notkun í um 20 ár.
<u>Krýsuvík:</u>	Hin alkunna gufuborhola hefur blásið samfleytt í um 15 ár.
<u>Larderello:</u> Ítalíu	Meðalævi borhola í notkun er talin 20-25 ár. 1)
<u>Wairakei:</u> Nýja-Sjálandi	Borholur í notkun eru margar hverjar orðnar 10 ára gamlar. 1)
<u>Geysers Valley:</u> Kalifornía	Nokkrar gufuborholur, sem nýlega voru virkjaðar höfðu þá blásið samfleytt í 38-39 ár 1)

Það virðist því varlegt að reikna með því, að borholurnar geti enzt 5-15 ár, og er við það miðað í áætlunum um vinnslukostnað hér.

- 1) Smith, John H.: Harnessing of Geothermal Energy and Geothermal Electricity Production, General Report, U.N. Conference on New Sources of Energy, Rome 1961.

7.04 Hreinsun borhola.

Um áramótin 1959/60 varð vart hraðfara kalkútfellingar í borholu No. 2. Þetta varð til þess að sérstakur jarðbor var tekinn inn á ástlanir fyrir stöðina, og mjög rífleg upphæð ætluð árlega til hreinsana á borholum, enda var þess vænst að hreinsa þyrfti hverja holu á jafnvel 2 mánaða fresti.

Tilrannir, sem gerðar voru vorið 1961 með margar borholur samtímis sýndu engin merki um útfellingu eftir 3 mánaða útblástur. Borhola No. 3 hefur blásið í meira en 6 mánuði, og hola No. 4 verið í stöðugri notkun með takmörkuðu álagi í 1 1/2 ár án þess að útfellingar hafi orðið vart.

Með hliðsjón af þessu er ekki talið óvarlegt að ætla að holurnar geti gengið á.m.k. 4 mánuði milli hreinsana, þ.e. tvisvar sinnum lengri tíma en áður var miðað við.

Þorbjörn Karlsson áætlaði (8.11. 1960, sjá töflu 19) árlegan hreinsunarkostnað fyrir 8 borholur 3 Mkr./ári, eða með þáverandi gengi £ 3.500 á holu á ári. Til frekara öryggis var Merz & McLellan ráðlagt að reikna með £ 5.500. Í áætlun Þorbjörns Karlssonar er kostnaður reiknaður eins og borinn væri sjálfstætt fyrirtæki. Merz & McLellan tekur fyrrnefndan hreinsunarkostnað upp sem sérstakan lið, en reiknar auk þess stofnfjáarkostnað borsins, vinnulaun bormanna o.fl. í öðrum reksturskostnaðarliðum stöðvarinnar. Auk þess sem hreinsunarkostnaðurinn var mjög ríflega áætlaður, eru því nokkrir hlutar hans tvítaldir í áætlun Merz & McLellan. Þetta er óhjákvæmilegt að leiðrétta nú.

Hér er notaður eftirfarandi reikningsgrundvöllur: Borinn er talinn hluti af stöðinni og stofnfjár-
kostnaður hans innifalinn í stofnfjáarkostnaði hennar. Yfirstjórn, verkstjórn og kaup bormanna er innifalið í tilsvarendi kostnaðarliðum fyrir stöðina alla. Viðhald borsins og rekstursvörur eru taldar í 2. dálki töflu 19 , og er þar reiknað með helmingi færri hreinsunum á ári en í áætlun Þorbjörns Karls-
sonar, en kostnaður talinn hafa hækkað um 15%.

TAFLA 19

	Áætlun Þ.K. 8.11. 1960	Endurskoðuð áætlun
1. Alm. kostnaður og yfirstjórn	100.000	-
2. Verkstjórnarkostnaður	150.000	-
3. Rekstur og viðhald bors	250.000	200.000
4. Vextir og afborganir (1/6 kaupverðs)	1.500.000	-
5. Kaup 4 menn	400.000	-
6. Borkrónur 8 3/4"	200.000	115.000
7. Leðjuefni	60.000	35.000
8. Lagfæring borstaða	120.000	70.000
9. Ýmislegt	220.000	200.000
	Kr. 3.000.000	Kr. 620.000
Reiknað á gengi 1£ = 106 kr.	£ 28.000	
Álag til öryggis	- 16.000	
Kostnaður í áætlun M & McL	£ 44.000	
Á gengi 1£ = 121 kr.	Kr. 5.320.000	Kr. 620.000

7.05 Viðhald mannvirkja

Þessi kostnaðarliður felur í sér aðkeypta vinnu og efni vegna viðhalds, og er tekinn óbreyttur úr áætlun Merz & McLellan enda þótt hann sýnist nokkuð hár, einkum þar sem í launakostnaði stöðvarinnar er reiknað með 5 föstum starfsmönnum, sem ætlað er að sinna viðhaldi auk hreinsunar á borholum.

7.06 Starfsmenn og vinnulaun

Í áætlun Merz & McLellan er gert ráð fyrir eftirfarandi starfslíði:

Stöðvarstjóri	1 maður
3 vaktir með 2 vélstjórum rafvirki	6 menn
bormenn, járnsmiður og alm. verkamenn	1 maður
	<u>8 menn</u>

Samtals 16 menn

Samkvæmt venjum hjá Sogsvirkjuninni ætti að mega komast af með eftirfarandi starfslíð og er þá bætt við 4 mönnum vegna borana:

Stöðvarstjóri	1 maður
vélstjórar á vöktum rafvirki	4 menn
	<u>1 maður</u>
	6 menn
viðhald og boranir	<u>5 menn</u>

Samtals 11 menn

Vinnulaun og kostnaður við starfsmenn áætlast þannig:

6 menn á 100.000 kr. til jafnaðar	Mkr. 0.6
5 menn á 80.000 " " " "	0.4
	<u>1.0</u>

Vinnulaun alls Mkr. 1.0

7.07 Stjórn og almennur kostnaður

Merz & McLellan áætla þennan lið £ 10.000 = 1.21 Mkr./ár. ef gengið er út frá að stöðin sé hluti í stærra orkukerfi og lúti sameiginlegri yfirstjórn þess áætlað skrifstofustjóri Sogsvirkjunarinnar að nægilegt sé að reikna með 0.6 Mkr./ár.

7.08 Opinber gjöld og tryggingar

Engar fastar reglur gilda í þessum efnum og er hér gízkað á 0.5 Mkr./ár. Þessi liður var ekki í áætlun Merz & McLellan.

7.09 Árlegur nýtingartími

Aðstreymi vatns og gufu er talið óháð árstíðasveiflum veðurfarsins. Öll ár eiga að geta verið góð "gufuár". Fyrir þessar sakir m.a. er eðlilegt að stöðin sé rekin sem grunnaflistöð. Árlegur nýtingartími er háður því hve lengi vélar geta gengið án skoðunar, viðhalds o.s. frv.

Samkvæmt fregnum frá Wairakei í Nýja Sjálandi hefur álag á vélar þar verið sérlega stöðugt og mjög venjulegt að vikulegur nýtingartími hafi nálgast 100% 2)

Í stöð No. 3 í Larderello, sem tekin var í notkun 1949, er gefið upp að nýtingartími fyrstu 12 árin hafi orðið um 98% 3)

Hér er reiknað með $7\frac{1}{2}\%$ frátöfum, þ.e. 8000 stunda árlegum nýtingartíma, og getur það naumast talist óvarlegt miðað við reynslu annarra.

7.10 Árleg orkuvinnsla

Gert er ráð fyrir því að ástimplað afl vélasamstæðanna verði $2 \times 8,5 \text{ MW} = 17 \text{ MW}$. Í fyrstu áætluninni sem gerð var, var eiginnotkun stöðvarinnar talin geta orðið allt að 2 MW. Samkvæmt síðari áætlunum verður eigin notkun mun minni en þetta vegna fyrirkomulagsbreytinga (notkun vatns eða gufu í stað raforku til þess að dæla óþéttanlegum lofttegundum út af þéttum, og breytingar á kælikerfi).

2) T.G.N. Haldane & H.C.H. Armstead: The Geothermal Power Development at Wairakei New Zealand, London 1962.

3) F. Villa: Latest trends in design of geothermal plants, U.N. E/Conf., Rome 1961.

Verg orkuvinnsla, eigin notkun og hrein orkuvinnsla
áætlast nú þannig:

Verg orkuvinnsla 17 MW í 8000 stundir 136,0GWh/ár

Eigin notkun:

Kælivatnsdælur 360 kW í 8000 st. 2,9 GWh

Hringrásardælur 120 " "4000 "

120 " " 2400 "

120 " " 800

120 kW í 7200 st. 0,9 GWh

Almenn orkunotkun
vegna ljósa, verk-
stöðis, krana o.s.frv.
ágizkað

2,2 GWh 6,0 GWh/ár

Hrein orkuframleiðsla

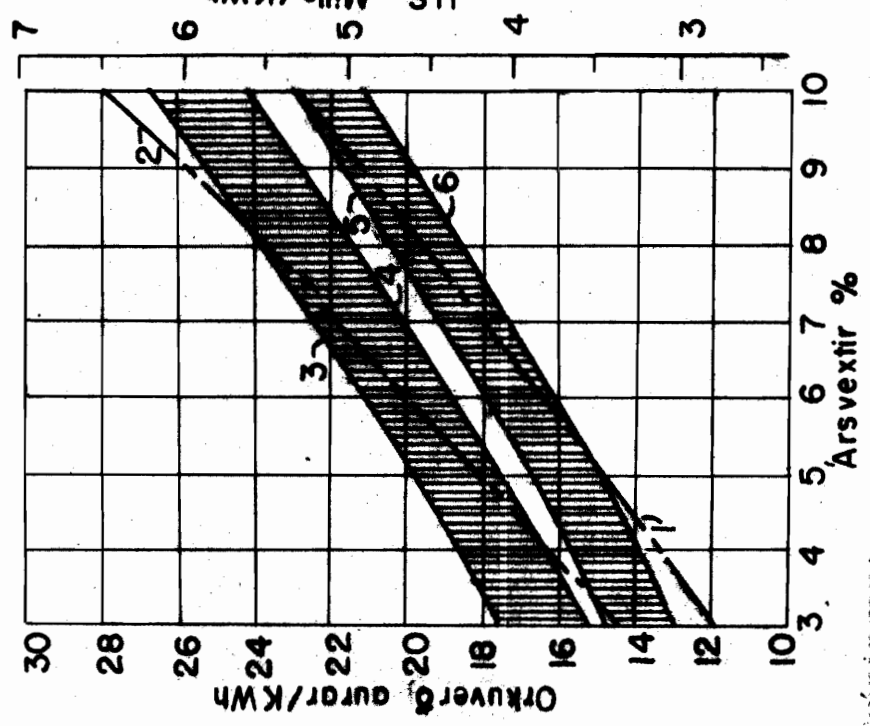
130,0 GWh/ár

LÍNURIT 1

Orkuverð frá virkjunum í Efri-Brúará og jarðgufuafstöðum í Hveragerði

12.7.62 330/JE

Jarðgufu- rafstöð Hveragerði	Vatnsvirkjun Efri Brúará	Tilhögun	
		Efstadals- virkjun	A 1)
17 MW	34 MW		
17 2x8.5	34 4x8.5	18.2 18.2	23.8 18.2+3.0 + 2.6
223.2 23.2	400 35	261	412
200.0	365		
5-15 25	5-15 25	30	30
23.2	35		
200,0	365	261	402
8000	8000	8000	8000



Afl, ástimplað MW
Vélasamstæður

Heildarstofné
Stöðva + flutninga-
virkja að Sogslínu
Mkr.

- Borholur Mkr.

Afskriftatími af
borholum á
öðrum mannvirkj. "
Afskriftir á 5-15
árum Mkr.
Afskr. á 25 árum af
" " 30 " "
Mkr.

árlegur nýtingartími
st/ár

Verg orkuvinnsla
GWh/ár

Eigin notkun &
fl.töþ 2) GWh/ár

Hrein orkuvinnsla

1) Efstadalsvirkjun 18,2 MW + Kálfárvirkjun 3,0 MW
+ Reykjavirkjun 2,6 MW

2) Flutningstöp vegna flutnings um Sogslínu til
Reykjavíkur ekki meðtalin

Ath: Tollar og aðflutningsgjöld eru meðtalin í
stofné.

- Ástimplan:
- 1 : 18,2 MW Efstadalsvirkjun
 - 2 : 23,8 " Efri-Brúará, tilh. A.
 - 3 : 17 MW Hveragerði, afskriftatími borhola 5 ár
 - 4 : 17 " Hveragerði, afskriftatími borhola 10 ár
 - 5 : 34 " Hveragerði, afskriftatími borhola 5 ár
 - 6 : 34 " Hveragerði, afskriftatími borhola 10 ár

Jarðgufu- rafstöð Hveragerði	Vatnsvirkjun Efri Brúará	
	Efstá- dals- virkjun	Tilbögun A
17 MW	34 MW	
1.7 2x8,5	3.4 4x8.5	23.8 18.2+3.0 + 2.6
223.2 23.2	400 35	412
-	200.0	365
5-15	5-15	402
200.0	365	8000 190
8000 136	8000 272	10 136
6	12	13
130	260	177

Afl, ástimplað MW
Vélasamstaður

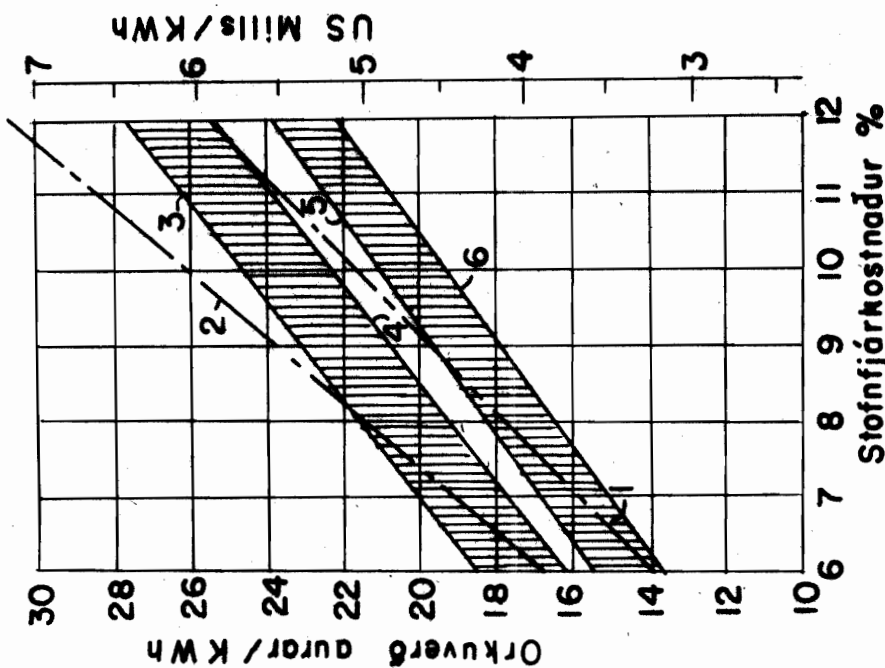
Heildarstofnfé
stöðva + flutninga-
virkja að Sogslínu Mkr.
- Borholur

Afskriftatími af
borholum
Stofnfjáarkostnaður
reiknast af
Árlegur nýtingartími
st/ár
Verg orkuvinnsla GWh/ár
Eigin notkun & fl.töpp
GWh/ár
Hrein orkuvinnsla

1) Efstadalsvirkjun 18,2 MW + Kálfárvirkjun 3,0 MW
+ Reykjavirkjun 2,6 MW

2) Flutningstöp vegna flutnings um Sogslínu til
Reykjavíkur ekki meðtalin

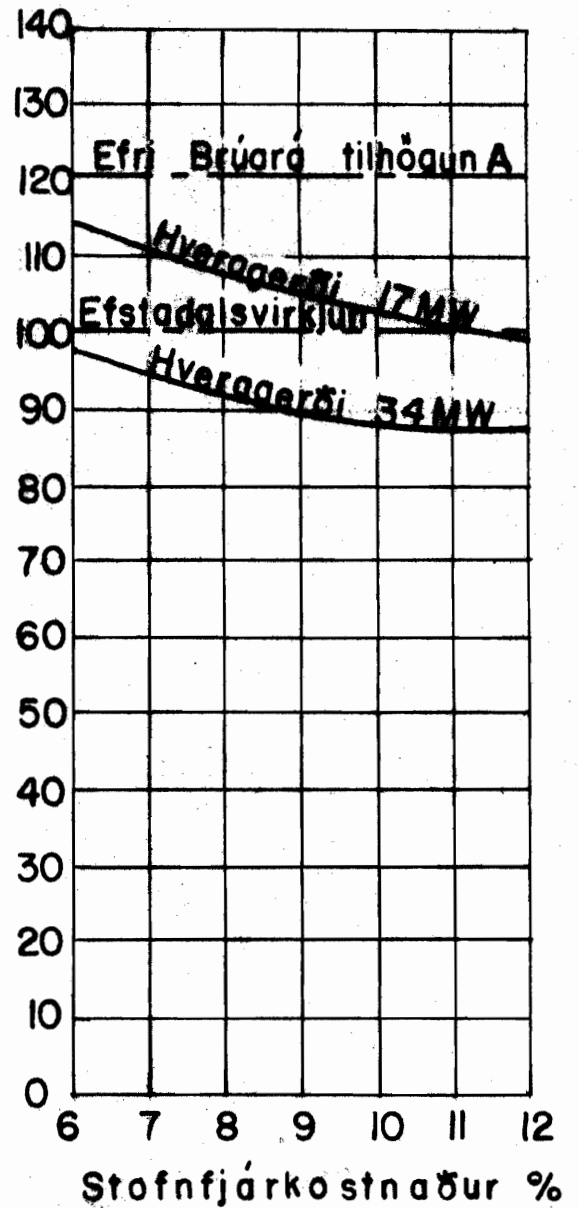
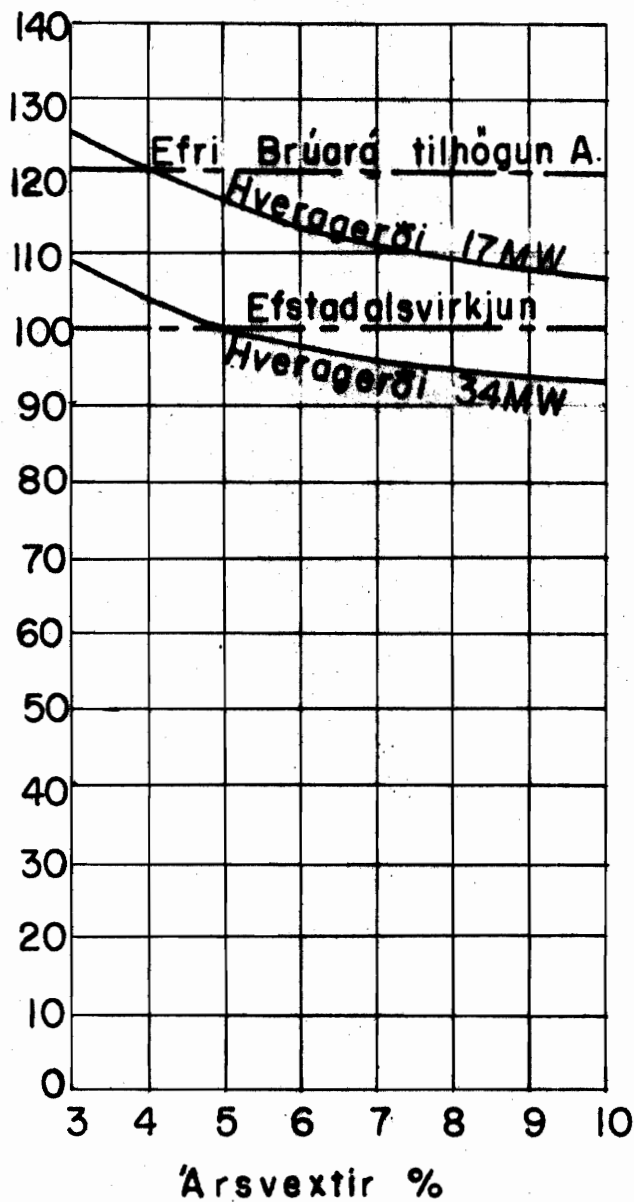
Ath: Tollar og aðflutningsgjöld eru meðtalin í
stofnfé.



Stofnfjáarkostnaður:

- Lína 1 : 18,0 MW, Efstadalsvirkjun
- " : 23,8 " Efri-Brúará, tilk. A.
- " 3 : 17 " Hveragerði, afskrifta-
tími borhola 5 ár
- " 4 : 17 " Hveragerði, afskrifta-
tími borhola 15 ár
- " 5 : 34 " Hveragerði, afskrifta-
tími borhola 5 ár
- " 6 : 34 " Hveragerði, afskrifta-
tími borhola 15 ár

Línurit 3	Hlutfallslegt orkuverð frá vatnsvirkjunum í Efri-Brúará og jarðgufuaflistöðvum í Hveragerði	24.7'62. SSE/SJ.
		T-40L T-303.
		B-274 J-Hverag
		FNR. 5807



Orkuverð frá Efstadalsvirkjun 100.
 Miðað er við 15 ára afskriftatíma
 fyrir borholur.