

TÆKNINEFND Í VIRKJUNARMÁLUM
(skipuð í maí 1964)

FYLGISKJAL NR. IV

GREINARGERÐ

UM RAFORKUMÁL NORÐURLANDS

Reykjavík
30. sept. 1964

GREINARGERÐ

UM RAFORKUMAL NORÐURLANDS

Niðurstaða :

Ef ráðist er í Búrfellsvirkjun við Þjórsá sýna þær áætlanir, sem nú liggja fyrir, að hentugasta lausnin á raforkumálum Norðurlands sé að stuðst verði við olíustöðvar fram undir 1974, þá lögð lína frá Búrfellsvirkjun til Akureyrar og Laxá þvínæst virkjuð í stórum áföngum um það bil sem Búrfellsvirkjun er fullnotuð eða fyrir ef réttara þykir í samanburði við síðari virkjunarstig Búrfells.

I. Inngangur

Í athugun er nú að koma upp 105 MW virkjun við Búrfell, sem síðar má stækka í 210 MW, jafnhliða 30 þús. tonna alumíníumbræðslu. Verði slík bræðsla staðsett fyrir sunnan vaknar sú spurning hvort hagkvæmara sé að virkja Laxá við Brúar fyrir Norðurland eða leggja fyrst línu frá Búrfelli til Akureyrar og virkja Laxá síðar. Hér verður leitast við að bera þessar tvær leiðir saman fram til loka næsta áratugs og þá jafnframt gert ráð fyrir tveimur mismunandi orku - mörkuðum þ.e. núverandi orkuveitusvæði Laxárvirkjunar með og án Norðvesturlands (frá Hrútafirði til Höfðastrandar) og Austfjarða (frá Vopnafirði til Breiðdalsvíkur).

II. Orkuþörf

Hér er stuðst við orkuspár raforkumálastjóra og verkfræðingafirmans Harza. Í orkuspánum fyrir Norðvesturland og Austfirði er vinnslugeta núverandi vatnsaflsstöðva dregin frá og gert er ráð fyrir að þessi viðbótarmarkaður fáiast allur þ.e.a.s. að olústöðvar verði ekki notaðar á þessum svæðum nema til vara. Út frá þessum forsendum áætlast orkuþörfin eins og sýnt er á 1. fylgiskjali.

III. Stofnkostnaður

Áætlanir Sigurðar Thoroddsen um Laxárvirkjanir við Brúar, dags. í apríl 1964, eru ekki að öllu sambærilegar við áætlanir Harza um Búrfellsvirkjun. Harza reiknar hærra að því er virkjanir snertir en hjá Sig. Thoroddsen eru spennistöðvar gerðar mjög til muna veigameiri og dýrari en Harza mundi væntanlega reikna með miðað við forsendur. 132 KV háspennulínur áætla báðir hins vegar á svipaðan hátt. Hér eru tölur Sig. Thoroddsen lauslega samræmdar við tölur Harza með hliðsjón af þeim upplýsingum sem tækninefndin hefur með höndum. Samanburðurinn er þessi á tveimur fyrstu stigum í tillögun 3 hjá Sig. Thoroddsen (Fellsvirkjun) en hún er valin hér (sjá síðar).

1. TAFLA

Samræming á virkjunaráætlunum

	Sig.	Th.	Harza	Hækkun
<u>Fellsvirkjun</u>	Mkr		Mkr	%
1. stig 20 MW	328		355	8
2. " "	184		214	16
	<u>512</u>		<u>569</u>	<u>11</u>

Eins og síðar getur er hér gert ráð fyrir 10 MW gastúrbínustöð á Akureyri og áætlast hún kosta 30 Mkr. Háspennulínur milli landshluta áætlast þannig :

2. TAFLA

Aætlaður kostnaður háspennulína

<u>Búrfell-Akureyri</u>	Spenna	Flutn. - geta	Stofn- kostn.
	Kv	MW	Mkr
Tilhögun B I	115	25	100
" B II	115	40	130
Laxá-Egilstaðir	115	20	65
Akureyri-Varmahlíð	66	10	35

Hér er reiknað með 2-víra línunum og jörð að Varmahlíðarlínu undanskilinni sem áætlast 3-víra. Með því að auka spennustöðvar og leyfa allt að 10% spennufall má auka flutningsgetuna til muna.

3. og 4. virkjunarstig Búrfellsvirkjunar, sem síðar getur, áætlast kosta 320 og 65 Mkr.

Að framan er í öllum tilfellum aðflutningsgjöldum sleppt en þau mundu hækka tölurnar um 20 - 25% nema kostnað gastúrbínunnar sem hækka mundi um rúm 30%. Vextir á byggingartíma eru hins vegar taldir með.

IV. Reksturskostnaður

Hér er í öllum tilfellum opinberum gjöldum, vatns- og landsréttindum og hagnaði sleppt. Reksturskostnaður virkjana og veitna áætlast þá 10% af stofnkostnaði á ári. Kostnaður gastúrbínunnar áætlast 10% á ári þegar hún stendur til vara eingöngu en ca: 13% þegar hún er notuð til toppvinnslu.

V. Tímabilið fram til 1974

Núverandi stöðvar, sem samtals eru að afli 16-17 MW endast vart til ársloka 1968. Sé þó ráð fyrir því gert má áætla að reksturskostnaður Laxárvirkjunar árið 1968 verði 18,5 Mkr, þar af um 5 Mkr í olíukostnað. Taki þá 1. stig Fellsvirkjunar við þýðir það að útgjöldin hækka frá árinu 1968 til 1969 úr 18,5 Mkr í 48,5 Mkr eða á einu ári um 30 Mkr. Má ljóst vera hvílíkum erfiðleikum þetta mundi valda og það einnig þó lækka mætti stofnkostnaði 1. virkjunarstigsins um t.d. rúmar 100 Mkr. Og gæta verður þess að aðflutningsgjöld eru hér ekki meðtalin. Bezta lausnin á þessu vandamáli mun vera sú að setja 10 MW gastúrbínustöð upp á Akureyri, og það ekki seinna en á árinu 1967, og fresta fyrstu Fellsvirkjun til ársins 1974. Áætlaður kostnaður við raforkuöflunina fram til 1974 verður þá eins og sýnt er á 2. fylgiskjali, þ.e.a.s. um 1150 kr/kw að meðaltali. Miðað við orkuspar munu Norðlendingar ekki geta fengið ódýrari raforku en á þennan hátt fram til 1974. Hér verður því reiknað með að þessi leið verði farin í öllum þeim fjórum tilhögunum sem athugaðar eru og þannig ná til tímabilsins 1974-79. Ennfremur verða reikningarnir miðaðir við þann viðbótarmarkað og viðbótarkostnað sem verður á þessu tímabili.

VI. Tilhögun L I. Núverandi Laxárvirkjunarsvæði.

Fellsvirkjun

Ódýrasta byrjunin er tilhögun 1. hjá Sig. Thoroddsen (Efstafallsvirkjun). Samanborið við Fellsvirkjun yrði mismunurinn á reksturskostnaði fyrsta árið þó ekki meiri en 6 Mkr og eftir 4-5 ár yrði hann horfinn vegna olíukostnaðar milli 1. og 2. virkjunarstigs í tilhögun 1. Fellsvirkjun er því valin hér, þar sem hún er ólíkt betri þegar fram í sækir. Áætlaður kostnaður við raforkuöflunina 1974-1979 verður þá eins og sýnt er á 3. fylgiskjali.

VII. Tilhögun L II. Núverandi Laxárvirkjunarsvæði að Norðvestur-landi og Austfjörðum viðbættum.

Fellsvirkjun

Hér mætti íhuga tilhögun 2. hjá Sig. Thoroddsen (Geitafellsvirkjun), en þar sem hún er mjög svipuð Fellsvirkjun er sú síðarnefnda valin hér eins og í tilhögun L I. Annað stigið er virkjað 1979 og olíustöðvarnar látnar brúa bilið milli virkjunarstiga. Aætlaður kostnaður við raforkuöflunina 1974 - 1979 verður þá eins og sýnt er á 3. fylgiskjali.

VIII. Tilhögun B I. Núverandi Laxárvirkjunarsvæði.

Búrfellslína

Hér kemur Búrfellslína í stað Fellsvirkjunar. Tengingin flýtir 3. og 4. virkjunarstigi Búrfellsvirkjunar um 1 ár og auk þess kemur fram mismunur á olíukostnaði Suðurlandskerfisins. Aætlaður kostnaður við raforkuöflunina 1974 - 1979 verður eins og sýnt er á 4. fylgiskjal

IX. Tilhögun B II. Núverandi Laxárvæði að Norðvesturlandi og Austfjörðum viðbættum.

Búrfellslína

Hér kemur eins og áður Búrfellslína í stað Fellsvirkjunar. Tengingin flýtir 3. stigi Búrfellsvirkjunar um eitt ár og því 4. um tvö ár. Aætlaður kostnaður við raforkuöflunina er sýndur á 4. fylgiskjali.

X. Fjárhagslegur samanburður tilhagana á tímabilinu 1974 - 1979.

a) Núverandi Laxárvirkjunarsvæði

Samkvæmt 5. fylgiskjali verður heildar reksturskostnaður á tímabilinu um 115 Mkr lægri ef Búrfellslína er valin í stað Fellsvirkjunar. Kostnaðurinn við öflun viðbótaraflsins verður að meðaltali 1050 kr/kw í fyrra tilfellinu en 1960 kr/kw í því síðara, sbr. 3. og 4. fylgiskjal.

b) Núverandi Laxárvirkjunarsvæði að Norðvesturlandi og Austfjörðum viðbættum.

Samkvæmt 5. fylgiskjali verður heildar reksturskostnaður á tímabilinu um 105 Mkr. lægri ef Búrfellslína er valin í stað Fellsvirkjunar. Kostnaðurinn við öflun viðbótaraflsins verður að meðaltali 1245 kr/kw í fyrra tilfellinu en 1785 kr/kw í því síðara, sbr. 3. og 4. fylgiskjal.

c) Ahrif tengingar Norðvesturlands og Austfjarða.

Samkvæmt ath. 2 á 3. og 4. fylgiskjali er meðalkostnaður viðbótar-
aflsins fyrir Norðvesturland og Austfirði um 1500 kr/kw hvort heldur
ráðist er í Fellsvirkjun eða Búrfellslínu. Ahrifin af tengingu þessara
landshluta fara eftir mismuninum á þessu kostnaðarverði og söluverði.

d) Fjárfesting

Fjárfestingin á tímabilinu áætlast þannig, ef gert er ráð fyrir að hún
falli öll á, árið áður en hlutaðeigandi virkjun eða veita tekur til
starfa.

	<u>Tilhögun</u>		<u>Tilhögun</u>	
	L I	B I	L II	B II
	Mkr	Mkr	Mkr	Mkr
73 Fellsvirkjun	355	-	355	-
Landslínur	-	100	100	230
75 Búrfellsvirkjun	-	320	-	320
76 "	320	-	320	65
77 "	-	65	-	-
78 Fellsvirkjun	-	-	215	-
Búrfellsvirkjun	<u>65</u>	<u>-</u>	<u>65</u>	<u>-</u>
	<u>740</u>	<u>485</u>	<u>1055</u>	<u>615</u>

Fjárfestingin á áratugnum er þannig lægri ef Búrfellslína er valin,
enda í samræmi við niðurstöður rekstursreikninga.

e) Tímabilið eftir 1979

Hér hefur ekki verið farið lengra en til loka næsta áratugs, og niður-
staðan orðin sú, að Búrfellslínan gefi til muna betri útkomu til þess
tíma en Fellsvirkjun. Árið 1980 er Búrfellsvirkjun fullnýtt miðað
við áðurnefnda 30 þús. tonna alumíníumbraðslu, og má þá virkja Laxá
hvort heldur er við Brúar eða Mývatn í stórum stökkum og frá henni
strax það ódýra afl, sem hún sannanlega getur gefið. Og verði alumin-
íumbraðslan stækkuð í 60 þús. tonn á næsta áratug, þá ætti það ekki að

þýða annað en það, að hægt verði að virkja Laxá fyrr, á hagkvæman hátt, ef komið er á sambandi milli Norður- og Suðurlands.

XI. Rekstursöryggi

Fram til 1974 er öryggið hið sama í öllum tilhögunum. Þyki það ekki nægilegt má t. d. flýta Fellsvirkjun eða Búrfellslínu, en ódýrasta leiðin og jafnframt sú bezta til frambúðar yrði vafalítið sú að koma upp annarri 10 MW gastúrbínu á Akureyri.

Ef Fellsvirkjun er valin (tilhögun L I) verða línurnar frá Laxá tvær, en þar sem þær liggja fyrir sömu vindátt er all mikil hætt á að þær geti bilað samtímis. Það mundi þýða að Eyjafjörður hefði aðeins á að skipa 14 MW og því ástæða til að íhuga aðra 10 MW gastúrbínu á Akureyri til vara í þessu tilfalli. Hún mundi þá einnig gegna því hlutverki að vera til vara við vélarbilun í Fellsvirkjun, en komi hún fyrir vantar t. d. árið 1978 um 20% af afli.

Sé Búrfellslína valin (tilhögun B I) vantar á sama hátt um 20% af afli árið 1978 ef línan bilar. Komi það fyrir að bæði línan og Laxárvirkjun stöðvist samtímis verður niðurstaðan sú sama og áður að aðeins 14 MW verða til umráða í Eyjafirði. Einnig í þessu tilfalli er því ástæða til að íhuga aðra 10 MW gastúrbínu til vara.

Yfirleitt má segja að tilhögun L I og B I séu svipaðar að öryggi og þá m. a. vegna þess að Búrfellslína og Laxárlína liggja hornrétt hvor á aðra, en að sjálfsögðu er fjárhagur Búrfellsleiðarinnar rýmri ef kaupa skal áðurnefnda gastúrbínu til vara.

Að því er snertir tilhögun L II og B II þá er hér reiknað með að Norðvesturland og Austfirðir mundu sjá um varaafli fyrir sitt leyti.

XII. Lokaorð

Niðurstaða undirritaðra af þessari greinargerð er tekin saman í upphafi. Henni til viðbótar skal á það bent þar sem oft er talað um olíunotkun og gastúrbínur, en stofnkostnaður þeirra er mjög lágur, að síðustu áratugi hafa vextir farið hækkandi en olíuverð hlutfallslega lækkandi og jafnframt hefur orkunýting og rekstursöryggi eldneysisstöðva aukist. Notkun eldneysisstöðva jafnhliða vatnsaflsvirkjunum fer því vaxandi en í flestum tilfellum næst beztur árangur með notkun beggja.

Reykjavík, 30/9 1964.

Steingr. Jónsson
- sign -

E. Briem
- sign -

Jakob Guðjohnsen
- sign -

K. Otterstedt
- sign -

1. Fylgiskjal

Orku markaður

Ár	NV-land ⁽¹⁾		Austfirðir ⁽¹⁾		Laxárvirkj.- svæðio		Alls c:a	
	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW
68	3,5	1,8	7,2	2,8	87	18	98	22
69	4,3	2,0	8,4	3,2	93	19	106	24
1970	5,1	2,3	9,7	3,6	99	20	114	26
71	6,0	2,6	11,1	4,0	105	22	122	29
72	6,9	2,8	12,4	4,5	111	23	130	30
73	7,9	3,1	13,9	5,0	119	25	141	33
74	9,0	3,4	15,5	5,5	127	26	152	35
1975	10,1	3,7	17,2	6,1	134	28	161	38
76	11,3	4,1	19,0	6,7	142	29	172	40
77	12,6	4,4	20,9	7,3	150	31	184	43
78	13,9	4,8	23,0	8,0	159	33	196	46
79	15,4	5,2	25,2	8,8	169	35	210	49
1980	17,0	5,7	27,5	9,5	178	37	223	52
81	18,7	6,2	30,0	10,3	189	39	238	56
82	20,5	6,7	33,6	11,2	201	42	255	60

1) Að frádreginni vinnslugetu núverandi vatnsaflstöðva.

Laxárvirkjun með 10 MW gastúrbinustöð
Tímabilið 1968-73

Ár	MW	GWh	MW	GWh	Laxárvirkj.	MW	GWh	Olíufustöðv.	MW	GWh	Kostn. núv. stöðva Mkr.	Kostn. turbínu Mkr.	gas-turbínu Mkr.	Olíu-kostn. Mkr.	Kostn. alls Mkr.	Kostn. árskv kr./kW
68	16	87	12	77	6	10	13,5	4,0	5,0	22,5	1250					
69	19	93	12	80	7	13	13,0	4,0	6,5	23,5	1235					
70	20	99	12	82	8	17	10,5	4,0	8,5	23,0	1150					
71	22	105	12	83	10	22	10,0	4,0	11,0	25,0	1135					
72	23	111	12	84	11	27	8,0	4,0	13,5	25,5	1110					
73	25	119	12	85	13	34	7,0	4,0	17,0	28,0	1120					

2. Fylgiskjal

3. fylgiskjalTilhögun L I

Ár	Viðbótar álag MW	Fells- virkjun MW	Olíu- stöðv. Akureyri MW	Viðbótar reksturs- kostn. Mkr.	Olíu- kostn. Mkr.	Kostn. alls Mkr.	Kostn. árskw kr/árskw
74	14	14	-	35,5	-	35,5	2540
75	16	16	-	35,5	-	35,5	2200
76	17	17	-	35,5	-	35,5	2090
77	19	19	-	35,5	-	35,5	1870
78	21	20	1	35,5	-	35,5	1690
79	23	20	3	36,5	1,0	37,5	1630

Meðaltölur: Álag 18,3 MW, Árskostn. 35,9 Mkr., Aflverð 1960 kr/kW

Tilhögun L II

74	23	20	3	46,5	0,5	47,0	2040
75	26	20	6	46,5	1,5	48,0	1845
76	28	20	8	46,5	3,5	50,0	1785
77	31	20	11	46,5	5,5	52,0	1680
78	34	20	14	46,5	8,5	55,0	1620
79	37	40	-	67,0	-	67,0	1810

Meðaltölur: Álag 29,8 MW, Árskostn. 53,1 Mkr., Aflverð 1785 kr/kW

Ath. 1. Olíukostnaðurinn er reiknaður út frá heildartölum kerfisins.

Ath. 2. Mismunurinn á L I og L II sem sýnir kostnaðinn af tengingu Norðausturlands og Austfjarða er:

Meðaltölur: Álag 11,5 MW, Árskostnaður 17,2 Mkr., Aflverð 1500 kr/kW

4. Fylgiskjal

Tilhögun B I

Ár	Viðbótar- álag MW	Búrfells lína MW	Viðbótar reksturs- kostn. Mkr.	Olíu- kostn. S-land Mkr.	Kostn. alls Mkr.	Kostn. árskw kr/kW
74	14	14	10,0	3,5	13,5	965
75	16	16	10,0	12,0	22,0	1375
76	17	17	42,0	- 7,0	35,0	2060
77	19	19	10,0	8,0	18,0	950
78	21	21	16,5	- 4,0	12,5	595
79	23	23	10,0	4,5	14,5	630

Meðaltölur: Álag 18,3 MW, Árskostn. 19,3 Mkr., Aflkostn. 1050 kr/kW

Tilhögun B II

74	23	23	23,0	8,5	31,5	1370
75	26	26	23,0	17,0	40,0	1540
76	28	28	55,0	-	55,0	1865
77	31	31	29,5	-	29,5	950
78	34	34	29,5	-	29,5	870
79	37	37	23,0	15,0	38,0	1025

Meðaltölur: Álag 29,8 MW, Árskostn. 37,1 Mkr., Aflkostn. 1245 kr/kW

Ath. 1. Olíukostnaðurinn er reiknaður út frá heildartölum Suðurlandskerfisins. Ekki er reiknað með olíunotkun á Akureyri (nema við truflanir).

Ath. 2. Mismunurinn á B I og B II sem sýnir kostnaðinn af tengingu Norðurlands og Austfjarða er:

Meðaltölur: Álag 11,5 MW, Árskostnaður 17,8 Mkr.,
Aflverð 1550 kr/kW

5. fylgiskjal

Samanburður á tilhögun L I og B I

Laxárvirkjunarsvæðið eitt

Ár	Viðbótar- kostnaður Fellsvirkj.	Viðbótar- kostnaður Búrf.lína	Árlegur mis- munur	Mismunur í árslok með 6% vöxtum
	Mkr.	Mkr.	Mkr.	Mkr.
74	35,5	13,5	22,0	22,0
75	35,5	22,0	13,5	37,0
76	35,5	35,0	0,5	39,5
77	35,5	18,0	17,5	59,1
78	35,5	12,5	23,0	85,6
79	37,5	14,5	23,0	<u>114,0</u>

Samanburður á tilhögun L II og B II

Laxárvirkjunarsvæðið ásamt Norðvesturlandi og Austfjörðum

74	47,0	31,5	15,5	15,5
75	48,0	40,0	8,0	24,5
76	50,0	55,0	- 5,0	21,0
77	52,0	29,5	22,5	45,0
78	55,0	29,5	25,5	73,0
79	67,0	38,0	29,0	<u>106,5</u>