

Raforkumálastjóri
Orkudeld

SKÝRSLA I

um

RAFORKUMÁL LAXÁRSVÆDISINS
OG AUSTURLANDS

samið hefur

Jakob Björnsson

Reykjavík, september 1966

Raforkumálastjóri
Orkudeild

SKÝRSLA I

um

RAFORKUMÁL LAXÁRSVÆÐISINS
OG AUSTURLANDS

samið hefur

Jakob Björnsson

Reykjavík, september 1966

E F N I S Y F I R L I T

	<u>Bls.</u>
Útdráttur og megin niðurstöður	1
1. Inngangur	3
2. Valkostir þeir, er bornir voru saman	6
3. Orkuspár	10
4. Vextir	14
5. Öryggiskröfur	14
6. Kostnaður	15
7. Tollar og aðflutningsgjöld	15
8. Niðurstöður	15
9. Framkvæmd athugana þessara	18

Töflur:

1. Helztu niðurstöður athugunarinnar á Laxárvæðinu.
2. Helztu niðurstöður Austurlandsathugunar, ef bæði lína frá Laxá og Lagarfossvirkjun, 6,3 MW, koma í gagnið á hagkvæmasta tíma.
3. Helztu niðurstöður Austurlandsathugunar; ef lína frá Laxá kemur í gagnið 1969, en Lagarfossvirkjun, 6,3 MW, 1970.

Fylgiskjöl:

1. Raforkuplan Laxárvæðis, orkuspá 1.
Meðalkostnaður orku. Hagkvæmasti innsetningartími.
2. Raforkuplan Laxárvæðis, orkuspá 1 og 2.
Meðalkostnaður orku. Hagkvæmasti innsetningartími.
3. Raforkuplan Norðurlands (Laxárveitusvæði).
4. Raforkuplan Austurlands.
5. Lína Laxá-Egilsstaðir, stofnkostn. eftir flutningsgetu.
6. Yfirlit um kostnaðartölur, sem notaðar voru.

ÚTDRÄTTUR OG MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Skýrsla þessi fjallar um athuganir á raforkumálum Laxárvæðisins og Austurlands, sem unnið hefur verið að á vegum raforkumálastjórnarinnar fyrri hluta þessa árs. Henni er ekki ætlað að vera lokaskýrsla um þær; slík skýrsla verður samin síðar, en hún skýrir þó frá öllum helztu niðurstöðum athugananna.

Athuganirnar tóku eingöngu til raforkukostnaðar frá mismunandi valkostum til raforkuöflunar fyrir þessi svæði, en ekki til fjároflunarvandamál. Liggur sú hugsun að baki, að raforkuvalkosti ber fyrst og fremst að bera saman á kostnaðargrundvelli og velja þann sem lægstan orkukostnað gefur nema því aðeins að fjároflun til þess valkosts sé slíkum erfiðleikum bundin, að af þeim sökum verði að velja annan.

Orkukostnaðurinn er reiknaður á grundvelli reiknilíkans fyrir rafeindareikni, sem hannað var af vinnuhóp þeim, er þessar athuganir framkvæmdi, og lýst verður í einstökum atriðum í lokaskýrslunni. Er þetta fyrsta verkefnið, sem líkani þessu er beitt við.

Megin niðurstöður athugana þessara eru þær, að frá sjónarmiði raforkukostnaðar er það hagkvæmara fyrir báða aðila, Laxárvæðið og Austurland, að tengja orkukerfi þeirra saman með háspennulínu frá Laxárvirkjun til Egilsstaða og gera eina sameiginlega virkjun fyrir þau bæði, en að virkja sérstaklega í Laxá fyrir Laxárvæðið og gera jafnframt virkjun í Lagarfossi fyrir Austurland, 6,3 MW eða stærri, svo framarlega sem nauðsynlegt er vegna rekstraröryggis að gera þá virkjun með miðlunarstíflu. Takist að finna leið til að virkja Lagarfoss á viðunandi öruggan hátt án slíkrar stíflu, er hugsanlegt, að þessar niðurstöður breytist eitthvað.

Það skiptir kostnaðarlega engu máli, hvort hin sameiginlega virkjun er 12 MW virkjun við Efstafall í Laxá eða jafnstór virkjun í Lagarfossi.

Virkjun við Efstafall í Laxá er kostnaðarlega hagkvæmast að taki til starfa 1972 - 1974, ef núverandi þróun í húshitun með raforku á Laxárvæðinu helzt í framtíðinni, en 1976 - 1978, ef vöxtur rafhitunarinnar er takmarkaður mun meira en gert hefur verið. Þetta miðast við 6 - 8% vexti; við hærri vexti flyzt hagkvæmasta innsetning lengra fram í tímann.

Þetta er ennfremur miðað við Laxárvæðið út af fyrir sig. Sé tenging gerð austur, flyzt hagkvæmasta innsetning aftur, nær nútímanum, um ca. 1 - 2 ár að því er vænta má. Tekið skal fram, að tilflutningur um 1 - 2 ár frá hagkvæmasta tíma hefur hverfandi áhrif á orkukostnaðinn.

Lagarfossvirkjun 12 MW, fyrir bæði svæðin, er hagkvæmast að taki til starfa á nokkurn veginn alveg sama tíma og samsvarandi virkjun við Efstafall.

Virkjun við Efstafall mundi útrýma núverandi ístruflunum við Laxá, sem sameiginleg virkjun í Lagarfossi mundi ekki gera. Í samanburðinum er tekið tillit til þess kostnaðar, sem af því er að setja nauðsynlegt varafl í dísilstöðina á Akureyri, ef Lagarfoss er virkjaður, þannig að sambærilegt rekstraröryggi náist á hvorum staðnum, sem virkjað er.

Það fer mjög eftir þróun raforkunotkunarinnar á Austurlandi í framtíðinni, hvenær hagkvæmast er, að tenging við Laxá komist á. Verði vöxturinn ör, er tenging tímbær nú þegar eða eins fljótt og við verður komið, en ekki fyrr en um 1990, ef vöxturinn verður mjög hægur og engin húshitun er með rafmagni Austanlands. Sé húshitun Austanlands þar á móti eins mikil hlutfallslega við aðra notkun, eins og á Laxárvæðinu nú, verður tenging hagkvæm 1973 - '74, enda þótt um hægfara vöxt verði að ræða. Þetta miðast allt við 6 - 8% vexti, hærri vextir fresta hagkvæmustu innsetningu.

Athyglisvert er, að sú meginniðurstaða, að tenging Austanlands við Laxá gefi lægri raforkukostnað Austanlands en virkjun Lagarfoss er óháð þróun notkunarinnar eystra, innan þeirra marka, sem nú verður séð, að hún komi til með að leggja. Þetta er mikilvægt atriði vegna þess, að örðugt er að spá um þróun notkunarinnar eystra.

Enda þótt það sé hagkvæmt frá sjónarmiði beggja að tengja svæðin saman, þá má vitanlega skipta ávinningnum af því á mismunandi vegu, og ávinnungur hvers um sig er að sjálfsögðu mjög undir skiptingum kominn. Stærð heildarávinningsins og skipting þarf nánari athugunar við, en lauslegar athuganir benda til, að þessum ávinning sé nokkurn veginn jafnt skipt, ef kostnaður þeirrar orku, sem fer frá Laxá í línu austur er talinn 60 - 75% af meðalorkukostnaði næsta virkjunarvalkosts í Laxá. Þetta þarf þó nánari athugunar við og er sett fram með fyrirvara.

Að öðru leyti vísast til kaflans "niðurstöður" aftast í skýrslunni.

1. INNGANGUR

Skýrslu þessari er ætlað að greina frá tveimur athugunum, sem fram hafa farið hjá raforkumálastjóra undanfarnar vikur og mánuði, þ.e. (1) athugun á raforkuöflun fyrir Laxárvirkjunarsvæðið, er framkvæmd var í sambandi við málaleitun Laxárvirkjunar til ríkisstjórnarinnar um fyrirgreiðslu við öflun fjár til nýrrar virkjunar í Laxá og (2) athugun á heppilegustu leiðum til öflunar raforku fyrir Austurland, en að þeirri athugun hefur verið unnið um nokkurra mánaða skeið, eftir fyrirmælum ráðherra.

Ekki hefur enn verið að fullu lokið við athuganir þessar, og er ætlunin að semja um þær lokaskýrslu síðar, ásamt ítarlegum fylgiskjölum. Þar eð samning slískrar lokaskýrslu er allmikið verk, en megin niðurstöður beggja þessara athugana liggja hins vegar fyrir, þykir rétt að gera nú þessa skýrslu nr. 1, er skýri frá helztu niðurstöðum, því ekki er ástæða til að það biði eftir að gerð sé ítarleg grein fyrir gangi athugananna í einstökum atriðum.

Athuganir þær, sem hér um ræðir, voru eingöngu tæknilegar og kostnaðarlegar. Það vandamál, hversu fjár skuli aflað til framkvæmdanna, hefur alls eigi verið meðhöndlað né heldur rekstrarrafkoma mannvirkja, enda er hún mjög undir því komin með hvaða kjörum fjármagnið fæst, bæði varðandi vexti, tímalengd lána og afborgunarskilmála, svo og því á hvaða verði raforkan er sold. Þessum atriðum er ekki sleppt hér, vegna þess að þau skipti út af fyrir sig ekki máli, heldur af hinu, að það er að okkar dómi fremur í verkahring fjármálasérfræðinga og -stofnana en tækni-sérfræðinga eða -stofnana að bera saman valkostí út frá hreinum fjárföflunar eða rekstrarhagfræðilegum sjónarmiðum. Það er enn fremur álit okkar, að virkjunarvalkosti beri fyrst og fremst að bera saman á kostnaðargrundvelli. Með því er átt við, að valkostum skuli raðað eftir hækkanandi meðalkostnaðarverði þeirrar raforku, sem frá þeim fæst, þannig að sá kostur, sem lægstan kostnað hefur, telzt "beztur", sá sem hefur næstlægstan kostnað "næstbeztur" o.s.frv. Okkur er ljóst, að örðug fjárföflun getur leitt til þess, að hafna verði valkosti sem "beztur" er skv. þessari skilgreiningu. Við því er ekkert að segja - ekki verður ávallt á hið bezta kosið - en þá er undir öllum kringumstæðum rétt að það komi skýrt fram, að það eru örðugleikarnir við fjárföflunina, sem valda því, að kostinum er hafnað.

Meðalkostnaðarverð raforku frá orkuöflunarvalkosti er býsna teygjanlegt

hugtak. Ekki skal hér farið út í að ræða mismunandi hugsanlegar skilgreiningar á því. Einfalt dæmi gefur þó gðða hugmynd um, hvernig við höfum notað hugtakið í athugunum þessum. Hugsum okkur vatnsaflsstöð, sem kostar ákveðna upphæð í stofnkostnaði og árlegum rekstri, og getur unnið ákveðinn fjölda kílowattstunda á ári. Sé nú stofnkostnaðinum dreift yfir áætlaðan endingartíma virkjunarinnar sem annuiteti, þ.e. sem jöfnu árgjaldi með tilteknum vöxtum, rekstrarkostnaðinum bætt þar ofan á og deilt í útkomuna með árlegri orkuvinnslu, þá fæst kostnaður á hverja kílowattstund. Því aðeins hefur þessi reikningsmáti gildi fyrir samanburð milli valkosta, að orkuvinnslan geti orðið sú sama hvert ár, eins og kostnaðurinn er hinn sami, að öðrum kosti verður ofangreint hlutfall sibreytilegt eftir orkuvinnslunni frá ári til árs. Sé orkuvinnslan t.d. vaxandi eins og á sér stað, meðan aflsstöðin er enn eigi fullnýtt, fer kostnaður á orkueiningu lækkandi jafnt og þétt, unz vinnsla stöðvarinnar hættir að vaxa, þ.e. unz orkuvinnslugeta hennar er fullnýtt. Framangreint hlutfall hefur þá mjög takmarkað samanburðargildi.

Erlendis hagar víða svo til, að orkuvinnslugeta einstakra orkuvera er mjög lítil í samanburði við heildarorkupörf þess kerfis, sem stöðin vinnur inn á, og orkuverið nær þá fullri orkuvinnslu mjög skömmu eftir að það tekur til starfa, oft á örfáum árum. Þar er meðalkostnaðarverðið eins og það er skilgreint hér að framan, af þeim sökum mætavel nothaeft sem mælikvarði á "gæði" virkjunarvalkosta þeirra, er bera skal saman. Hér á landi er heildarorkupörfin hins vegar að jafnaði tiltölulega lítil í samanburði við orkuvinnslugetu þeirra valkosta, er bera skal saman. Virkjanir hér á landi eru með öðrum orðum flestar hlutfallslega stórar, þ.e. stórar í hlutfalli við orkumarkaðinn, og að sama skapi lengi að ná fullri nýtingu. Sem dæmi má nefna, að Laxárstöðin stærri, sem tók til starfa 1953, er fyrst nú, 13 árum síðar, að verða fullnýtt að afli, og enn vantar talsvert á að hún sé fullnýtt að orku. Við núverandi kringumstæður hér á landi getur því framangreint meðalkostnaðarverð orku tæplega komið að notum sem samanburðargrundvöllur milli valkosta.

Á hinn bóginн er unnt að taka tillit til þess við útsetning á meðalkostnaðarverði orkunnar, að valkosturinn nær ekki fullri nýtingu strax, heldur smárn saman. Sjálfir reikningarnir verða þá ekki lengur eins einfaldir og í dæminu hér að framan og raunar talsvert flóknir, en útkoman er algerlega hliðstæð þeim, sem þar fékkst, og jafnhæf til samanburðar milli valkosta og hún er.

Fyrir þessa útreikninga, þar sem tekið er tillit til vaxandi orkuvinnslu með árunum, var gert sérstakt reiknislíkan hér á raforkumálaskrifstofunni á s.l. vetri. Orðið reiknislíkan er hér notað sem safnheiti yfir þá mynd af vexti orkuþarfarnar og orkuvinnslu valkostsins, ásamt öllum öðrum forsendum og innbyrðis rökrænu samhengi þeirra, sem útreikningur meðalverðsins er byggður á. Hér verður líkaninu sjálfu ekki lýst; það mun verða gert í lokaskýrslum, en þess aðeins getið að tillit til tímans er tekið í líkaninu með venjulegri "diskonteringu", þ.e. með því að flytja kostnaðartölur er eiga við mismunandi ár að sameiginlegum tímapunkti með tilteknum vöxtum. Ennfremur skal þess getið, að í líkaninu er tekinn með allur kostnaður við valkost þann sem til athugunar er um alla framtíð. Hins vegar er ekki tekin með í líkaninu kostnaður við orkuöfluna eftir að valkostur þessi er fullnýttur. Sá kostnaður tilheyrir næsta valkosti þar á eftir, sem ekki er til athugunar að sinni. Að sjálfsögðu má beita sömu reikningsaðferð á nýjan leik við hann er þar að kemur.

Rétt er að vekja athygli á því strax, að þar eð líkanið tekur með allan kostnað við viðkomandi valkost um alla framtíð, þá verða ekki af niðurstöðum reikninganna dregnar neinar ályktanir um kostnað einstakra ára eða samanlagðan kostnað á einhverju tilteknu árabili. Ef óskað er upplýsinga um það þarf sérstaka reikninga sem eru þessu líkani óviðkomandi. Þá þarf annað reiknilíkan.

Rétt er og að endurtaka það sem sagt var hér að framan, að hér er um hreina kostnaðarútreikninga að ræða en ekki rekstrarathugun af neinu tagi. Af þeim sökum hefur söluverð raforku engin áhrif á niðurstöður frá reiknilíkani þessu. Hins vegar má túlka niðurstöður þessar sem það meðalverð - reiknað í orkuveri eða aðalaðveitustöð, ef um aðflutningslínu er að ræða - sem fást þarf fyrir hverja kWh orkunnar frá valkostinum til þess að mæta öllum kostnaði, er honum er samfara yfir tímabilið héðan í frá og um alla framtíð, tekið sem heild.

Við treystum okkur ekki til að leggja dóm á það, hvað telja beri hæfilega vexti af fjármagni, er bundið er í raforkuvirkjum. Höfum við því endurtekið reikningana fyrir mismunandi vexti á því vaxtabili, sem um er að ræða.

Allir útreikningarnir eru miðaðir við fast verðlag og eru byggðir á verðlagi fyrri hluta árs 1966. Á það skal enginn dómur lagður, hvort rétt sé að taka tillit til verðlagsbreytinga í framtíðinni í athugun sem þessari eða

ekki. Líkanið er þannig gert, að auðvelt er að gera það, sé þess óskað, en auðvitað verða breytingarnar þá að vera þekktar eða áætlaðar.

Orðið "valkostur" og "kostur", sem báðum er ætlað að merkja sama og notuð eru nokkuð sitt á hvað hér, þarfnaст e.t.v. nokkurra skýringa. Með valkostur er hér átt við vatnsaflsvirkjun eða aðflutningslínuna- eða virkj-anir og línur, ef svo ber undir, er taka til starfa tiltekið ár, ásamt þeirri vinnslu orku með dísilafli, sem nauðsynleg kann að vera til að "brúa bilið", þar til virkjunin tekur til starfa, og aðstoða hana vegna vatnsskorts og til vinnslu topporku, eins langt fram í tímann og slík aðstoð borgar sig. Ný Laxárvirkjun, ~~er tekur til starfa 1970~~, er þannig einn valkostur; sama virkjun, er tekur til starfa 1971, er annar o.s.frv.

Reiknilíkan það, sem hér er notað, var valið að vandlega athuguðu máli, og er grundvallarforsenda allra þeirra niðurstaðna, er skýrt verður frá hér á eftir. Það er að sjálfsögðu ekki hið eina sem mögulegt er og ennþá síður fullkomnið; þvert á móti eru miklir möguleikar á að þróa það áfram. En með því er fengin betri aðferð en áður til kerfisbundins samanburðar á orkukostnaði frá virkjunarvalkostum, og það er álit okkar, að val milli þeirra eigi fyrst og fremst að fara fram á grundvelli slíks samanburðar, enda þótt margt annað og þá fyrst og fremst fjároflun og rekstrarrafkoma hljóti einnig að ráða miklu um valið.

A grundvelli líkansins hafa verið gerðar reikniforskriftir fyrir rafeindareikni. Hafa mestallir talnareikningar í sambandi við athuganir þessar verið gerðir á rafeindareikni Reiknistofnunar Háskólangs.

2. VALKOSTIR ÞEIR, SEM BORNIR VORU SAMAN

Af hagkvæmnisástæðum í vinnubrögðum, og eins vegna þess að byrjað var á Austurlandsathuguninni áður en athugun Laxárvæðisins kom til, þá var samanburðinum hagað þannig, að borð var saman (1) hvaða valkostur væri hagkvæmastur fyrir Laxárvæðið, að öllu óbreyttu fyrir Austurland og (2) hvað væri hagkvæmast fyrir Austurland að öllu óbreyttu fyrir Laxárvæðið. Út frá þessu tvennu fæst augljóslega hagkvæmasta lausnin fyrir heildina.

Valkostir þeir, sem bornir voru saman eru:

2.1 Fyrir Laxárvsvæðið:

1. Efstafallsvirkjun í Laxá 12,0 MW, tekin í notkun á mismunandi tímum, allt frá árslokum 1969 til ársloka 1984.
2. 12,0 MW virkjun í Lagarfossi á mismunandi tímum frá 1969 til 1984, að því tilskildu, að nægilega öflug flutningslína yrði lögð milli Egilsstaða og Láxárvirkjunar, enda þótt Efstafallsvirkjun yrði gerð í stað Lagarfoss, þannig að kostnaður við þá línu felli ekki á Lagarfossvirkjun sérstaklega. (Þessi forsenda styðst við það, að Austurlandsathugunin hefur bent til, að hagkvæmara muni fyrir Austurland, að öllu óbreyttu fyrir Laxárvsvæðið, að leggja línu með 16 MW í flutningsgetu frá Laxá en að gera virkjun í Lagarfossi, 6,3 MW eða stærri, fyrir Austurland sérstaklega, án tengingar norður. Línu með slíkri flutningsgetu mætti hins vegar alveg eins nota til að flytja orku frá 12 MW virkjun til Norðurlands, og þar eð hún er réttlætanleg vegna Austurlands einvörðungu, án tillits til Norðurlands, er kostnaður við hana óháður því hvort virkjað er í Lagarfossi eða Laxá, svo framarlega sem reiknað er með svona mikilli flutningsgetu, 16 MW.)

2.2 Fyrir Austurland:

1. Lagarfossvirkjun, 6,3 MW að afli ásamt línu til Egilsstaða, sett inn á mjög mismunandi tímum, allt frá 1970 og fram um 1990.
2. Lína frá Láxárvirkjun til Egilsstaða, með 16 MW flutningsgetu (við 5% aftöp og afslstuðul 1,0), einnig sett inn á mismunandi tímum allt frá 1970 - 1990 eða þar í kring, og ennfremur við mismunandi kostnað orkunnar frá Laxá, sem um línuna fer, reiknað við stöðvarvegg Láxárvirkjunar.

Þessi síðastaldi orkukostnaður þarf nánari skýringar við. Þar er ekki um að ræða meðalkostnað orkunnar frá Laxá, eins og hann kemur fram í Láxárvathuguninni; ennþá síður um söluverð orku frá Laxá til Austurlands - muna ber, að hér er um hreina kostnaðarathugun að ræða, þar sem kaup og sala koma alls ekki inn í dæmið. Það sem hér er átt við, er umframkostnaður orku þeirrar frá Laxá, sem fer til Vestrílandi vestra til Austurlands fer. Pennan umframkostnað má finna þannig:

Tengingen austur, og sú aukning orkubarfarinnar, sem Laxá verður að fullnægja (þ.e. orkuþörfin austanlands að frádreginni vinnslu Grimsá-^{Grimsáhalsar og Laxárhals} virkjunar) leiðir óhjákvæmilega af sér, að virkjun í Laxá verður fyrr full-

nýtt en ef engin tenging er gerð og Laxá þarf aðeins að sjá um sitt svæði. Þetta þýðir, að virkja verður fyrr í Laxá eða annars staðar fyrir Laxárvæðið - ef tengt er ^{þó} austur en ef ekki er tengt. Að flýta framkvæmd sem gerð er einhverntíma í framtíðinni þýðir, að flytja kostnað hennar nær nútímanum, en það þýðir aftur, skv. venjulegum reglum um "diskonteringu" að hækka núkostnað hennar, þ.e. núgildi kostnaðar hennar. Sú orka, sem um línuna fer til Austurlands á tímabilinu frá því hún er gerð og þar til hún er fullnýtt, leiðir af sér að allar virkjanir fyrir Laxárvæðið um alla framtíð - ekki bara á tímanum, sem línan er að ná fullri nýtingu - færast nær nútímanum og núkostnaður þeirra hækkar. Umframkostnaður sá, er hér um ræðir, er þessi aukning núkostnaðar, deilt með núgildi orkunnar, sem um línuna fer, frá því hún tekur til starfa og um alla framtíð.

Sagt á annan hátt: Hugsi maður sér hækkunina í núkostnaði sem núgildi af "tímastraumi" þeirra kostnaðarbreytinga, sem leiða af flýtingu einstakra virkjunaraðgerða fyrir Laxárvæðið í framtíðinni og skoði þær kostnaðartilfærslur í tíma sem "útgjöld", þá er umframkostnaðarverð það, sem leitað er að, x, sú upphæð, sem selja þyrfti hverja þá kilowattstund á sem um línuna fer ^{þó} austur, frá því hún tekur til starfa og um alla framtíð, til þess að núgildi "gjálдаstraumsins" yrði jafnt núgildi "tekjustraumsins" af slíkri "sölu".

Virðast má í fljótu bragði sem slíkur "umframkostnaður" sé lítt til praktiskra nota, þar sem inn í hann gengur kostnaður virkjunarframkvæmda fyrir Laxárvæðið "um alla framtíð". Hins vegar er þess að gæta, að "diskontering" með vöxtum þeim, sem um er að ræða í reynd, veldur því, að einungis nokkuð nálæg framtíð skiptir máli fyrir útkomuna; núkostnaður hins sem lengra frammi í tíma ^{núum} liggar, og að sjálfsögðu er lítið vitað um í dag, er svo lítill, að hann skiptir sáralitlu máli.

Því er þó ekki að leyna, að til þess að reikna þennan umframkostnað, þurfa nokkur næstu virkjunarstig fyrir Laxárvæðið að vera þekkt bæði um kostnað, tímaröð og tímasetningu. Þetta er ekki nákvæmlega vitað nú, og því liggja ennþá ekki fyrir næg gögn til þess að unnt sé að reikna þennan umframkostnað nákvæmlega og þar með þann hagnað, sem af samtengingu Laxárvæðisins og Austurlands raunverulega leiðir. Því hefur hér verið farin sú leið að finna hve hár umframkostnaður orkunnar frá Laxá mætti vera, til þess að meðalkostnaður orkunnar frá Laxá, reiknaður á Egils-

stöðum og við stöðvarvegg díselstöðvar yrði jafnhár meðalkostnaði orku frá Lagarfossi, reiknað á sömu stöðum; hvort tveggja byggt á reiknilíkani því sem notað er. Því næst er reynt að gera sér grein fyrir hvort umfram-kostnaðurinn frá Laxá liggur ofan eða neðan við þetta mark, sem er allt annað og auðveldara en að ákveða þennan kostnað nákvæmlega. Liggi hann ofan við það, er tengingin óhagkvæmari en Lagarfossvirkjun; en hagkvæm-ari, ef hann liggur neðan þess. Hér er því - enn sem komið er - um það að ræða að skera úr um hvor tveggja leiða sé hagkvæmari, en ekki að segja hve miklu hagkvæmari önnur sé. Það er umfangsmeira verk.

Rétt er að víkja lítillega að nokkrum valkostum, sem ekki voru teknir með í athuganir þessar. Er þá fyrst fyrir Laxárvæðið virkjun í Laxá samhliða núverandi Laxá I og með sama inntakslóni, án miðlunarstíflu í Laxárgljúfri, svo sem reiknað er með fyrir Efstafallsvirkjun. Ekki liggur enn fyrir ítarleg kostnaðaráætlun um þessa virkjun, en ætla má þó að hún gæti orðið mun ódýrari en Efstafall. Hins vegar hefur þessi virkj-un þann mikla galla að vera jafn-berskjölduð fyrir ístruflunum og núver-andi virkjanir, og sáralítið af afli hennar yrði tiltækt, þegar ís truflar. Reikni maður stærð ístruflunar, sem þann fjölda megawatta í vélafli, sem verður óstarfhæfur, þá þýddi slík virkjun í rauninni stóraukningu ís-truflana í Laxá frá því sem nú er. Slík virkjun getur með engu móti talizt tæknilega forsvaranleg. Það er sök sér að velja virkjun fyrir Laxárvæðið, sem lætur núverandi ástand óbreytt, eins og 12 MW virkjun í Lagarfossi fyrir Norður- og Austurland sameiginlega, en beinlínis að auka þær, teljum við ekki koma til grein. Gæta verður þess, að slík virkjun í Laxá myndi nota sama inntakslón og eldri stöðin í Laxá, Laxá I, sem er óheppilegt frá íssjónarmiði, og að þar er ekki unnt að koma við sams konar lausn ísvandamálsins og við Búrfellsvirkjun í Þórsá.

Fyrir Austurland er hugsanlegt að gera mun ódýrari virkjun í Lagarfossi 2 - 3 MW, án stíflu. Slík virkjun myndi að líkindum enga miðlunarmöguleika hafa og vera ofurseld ístruflunum og vatnsleysi, ekki síður en Grímsá nú. Tryggt afl hennar í ístruflunum yrði að líkindum ekkert, og yrði að hafa 100% af afli hennar tiltækt til vara í dísilstöðvum. Hér væri m.o.o. um það að ræða, að beinlínis auka ístruflanir reiknaðar í töpuðum megawöttum, stórlega frá því sem nú er, og verður slík virkjun því að teljast neðan við þann tæknilega staðal, sem heimta verður af raf-orkukerfi nú á tínum.

Báðum þessum virkjunum hefur því verið sleppt í athugun þessari af orsökum, sem nú voru raktar. Ef á hinn bóginn tækist að hanna stíflulausa virkjun í Lagarfossi, sem er mikið til laus við ístruflanir og að öðru leyti tæknilega viðunanleg, er ástæða til að athuga hana nánar.

Rétt er að vekja athygli á því, að í samanburðinum á línu og Lagarfoss-virkjun er reiknað með 132 kV línu þegar í upphafi, af algerlega hefðbundi-
nni gerð, með þremur vírum, er flutt getur 16 MW við 5% aftöp. Hins
vegar eru möguleikar á að spara 15 - 20% af stofnkostnaði línumnar í byrj-
un eða meir með því að hafa hana með tveim vírum í stað þriggja og með
því að reka hana í fyrstu á lægri spennu, 66 kV, sem nægja mun um all-
mög ár. Nánari tæknileg athgun er þó nauðsynleg á tveggja víra línu,
áður en forsvaranlegt getur talizt að leggja slíka línu sem þessa á þann
hátt. Það þótti rétt að leggja í þessari athugin megin áherzluna á saman-
burð milli línu annars vegar og Lagarfossvirkjunar hins vegar, en láta
nánari samanburð á mismunandi línugerðum bíða þess, að hans væri þörf,
því hefði Lagarfossvirkjun komið hagstæðar út en línan, var auðvitað ekki
ástæða til að athuga línumna nánar. Övarlegt þótti að byggja þennan megin-
samанburð á línugerð, sem ekki liggur alveg ljós fyrir tæknilega.

Þetta atriði er þó rétt að hafa í huga, er niðurstöður eru metnar, einkum
í orkuspám 3 og 6, þar sem flutningsgeta þeirrar línu, sem hér er reikn-
að með nýtist mjög illa, og ódýrari lína með minni flutningsgetu kæmi
betur út.

3. ORKUSPÁR

Niðurstöður athugunar sem þessarar geta verið mjög undir því komnar
hver þróun raforkunotkunarinnar verður í framtíðinni. Sú þróun er ávallt
í meiri og minni óvissu, og engin leið að spá fyrir um hana langt fram í
tímann með verulegu öryggi. Því var sú leið farin hér, að framkvæma
athugunina fyrir mismunandi orkuspár, til þess að fá fram áhrif mismun-
andi spáa á niðurstöðurnar.

Fyrir Laxárvæðið voru gerðar tvær orkuspár, 1 og 2. Meginforsendur
þeirra eru :

Orkuspá 1

1. Almenn notkun: 5,8% vöxtur á ári
2. Húshitun: 5,0% vöxtur á ári

Orkuspá 2

1. Almenn notkun: 5,8% vöxtur á ári
2. Húshitun: 1,8% vöxtur á ári

Mismunru orkuspánna liggur fyrst og fremst í mismikilli húshitun með raforku, eða öllu heldur mismiklum vexti hennar. Orkuspá 1 er nokkurn veginn eins og orkuspá sú sem Laxárvirkjunin létt fylgja með greinargerð sinni um nauðsyn nýrrar virkjunar í Laxá; þó gerði sú spá ráð fyrir 5,8% vexti í hitun, eins og í almennu notkuninni. Raunar var notkunin ekki aðgreind í notkunartegundir í þeirri spá, en það er alveg óhjákvæmilegt að gera fyrir reiknilíkan það sem hér er notað.

Í meginindráttum má segja, að orkuspá 1 tákni framhald þeirrar þróunar, sem átt hefur sér stað á Laxárvæðinu að undanförnu, en að orkuspá 2 tákni að hafður verði meiri hemill á vexti húshitunar með rafmágni en gert hefur verið að undanförnu.

Sá vöxtur almennrar notkunar, 5,8% á ári, sem hér er reiknað með, er hinn sami og verið hefur á Laxárvæðinu nú um skeið. Svo vill til, að mjög svipaður vöxtur almennrar notkunar hefur einnig átt sér stað í Reykjavík nú undanfarin ár.

Í báðum orkuspánum er tekið sérstakt tillit til tilkomu kísligúrverksmiðjunnar við Mývatn og orkuþarfarnar hennar, í samráði við þá Baldur Líndal og Jóhann Indriðason, verkfræðinga, er starfað hafa fyrir Kísiliðjuna h/f. Jafnframt hefur, í samráði við rafveitustjórnann á Akureyri verið reiknað sérstaklega með aukinni notkun til iðnaðar á Akureyri nú á næstu árum, með því að áætla vöxt almennrar notkunar á næstunni nokkru hraðar en þau 5,8%, sem gert er ráð fyrir að vöxturinn verði að meðaltali yfir lengra tímabil.

Fyrir Austurland voru gerðar alls 6 orkuspár. Þar af voru tvær nr. 1 og nr. 4 gerðar af hreint vinnutæknilegum ástæðum, en hafa ekki gildi við mat á heildarniðurstöðum. Eftir verða þá fíðrar orkuspár, sem niðurstöður eru sýndar fyrir, nfl. nr. 2, 3, 5 og 6.

Meginforsendur þeirra eru:

Orkuspá 2

1. Almenn notkun vex um 7% á ári.
2. Raforkunotkun síldar- og fiskiðnaðarins vex mjög örт á næstunni, eða um 90% á næstu 4 - 5 árum, en síðan hægt, um 2% á ári.
3. Raforka til húshitunar er engin.

Orkuspá 3

1. Almenn notkun vex um 4 % á ári.
2. Núverandi raforkunotkun síldar- og fiskiðnaðar helzt óbreytt, en vex ekki.
3. Raforka til húshitunar er engin.

Orkuspá 5

Eins og orkuspá 2 að því viðbættu að

3. Raforka til húshitunar vex á áratugnum 1970-1980, en þó fyrst og fremst á árunum 1973-1978, úr svo til engu upp í að ná almennu notkuninni 1980 og vaxa með sama hraða og hún eftir það.

Orkuspá 6

Eins og orkuspá 3 að því viðbættu að

3. Raforka til húshitunar nær almennu notkuninni 1980 á sama hátt og í orkuspá 5 og fylgir henni síðan.
(Þess er að gæta að almenna notkunin er mun minni í þessari spá en í 5, og þar með er hitunin einnig minni.)

Ástæðan til þess að hitunin í 5 og 6 er miðuð við almennu notkunina, í stað þess að tiltaka hana beint, er sú, að það fer mjög eftir almennu notkuninni hversu mikla hitunarorku er unnt að selja, án þess að auka mesta álagið verulega, þ.e. dreifa henni, án þess að auka dreifingarkostnaðinn í heild að marki. Sem stendur er raforkunotkun til húshitunar á Laxárvæðinu álíka mikil og almenna notkunin, og þar er líka farið að bera á umframtoppi vegna hitunarinnar, svo að margt bendir til að þetta hlutfall húshitunar við almenna notkun sé nokkurn veginn það hæsta, sem náð verður áni aukadreifingarkostnaðar hitunarorkunnar. Þetta hlutfall er einnig hið hæsta, sem þekkist hér á landi.

Þróun raforkunotkunar - eins og þróun atvinnulífsins á Austurlandi - hefur verið mjög óregluleg undanfarin ár, og verður lítt af henni ráðið um framtíðina. Síðustu árin hafa einkennzt af hinum geysilega öra vexti síldar- iðnaðarins þar. Almenn notkun hefur vaxið milli 6 og 7% árlega. Húshitun með raforku er hverfandi lítil. Raforkunotkun síldar- og fiskiðnaðarins hefur hins vegar aukizt um 30% á ári að meðaltali síðustu 3-4 árin. Við slíkar aðstæður verður bersýnilega lítið sem ekkert ráðið um framtíðina út frá fortíðinni. Austurland er í þessu tilliti "óstabilt" óvisst svæði andstætt t.d. Laxárvæðinu, þar sem þróunin hefur verið tiltölulega stöðug og jöfn undanfarið.

Þegar svona stendur á er tæplega önnur leið fær en að reyna að búa til eina "mestu" orkuspá og aðra "minnstu", á þann hátt að gildar ástæður séu til að ætla, að raunveruleikinn komi til með að liggja þar á milli.

Þessi leið var farin hér. Orkuspá 2, eða hitunaráfbrigði hennar, orkuspá 5, táknað "mestu spána"; orkuspá 3 hina minnstu.

Orkuspá 2 táknað áframhaldandi efnahagslegan uppgang Austurlands og síðan "stabiliseringu". Hún táknað, að takast megi að gera síldariðnaðinn eystra árvissan með afköstum er nema um það bil tvöföldum afköstum hans 1965, og ekki nóg með það, heldur að tryggja áframhaldandi stöðugan vöxt - að vísu hægan, 2% á ári. Hún gerir ráð fyrir vaxandi fólksfjölða í fjórðungnum, því með öðru móti verður ekki til langframa haldið 7% árlegum vexti almennrar notkunar. Þótt auðvitað megi um slíkt deila þá komum við ekki auga á neitt sem réttlæti að gera ráð fyrir enn örari þróun en samsvarar orkuspánum 2 og 5.

Orkuspá 3 táknað í meginatriðum stöðnun, vel að merkja við núverandi ástand, status quo, ekki neina afturför. Hún táknað að síldar- og fiskiðnaðurinn helzt á því stigi sem hann var á 1965, sem var alls ekki lágt, en vex ekki. Hún táknað nokkurn veginn stöðnun í fólksfjölða; aukning almennrar notkunar fylgir nokkurn veginn aukningu notkunarinnar á mann vegna stærri, en þó umfram allt sifellt nýrra og nýrra rafmagnstækja.

Vert er að leggja áherzlu á, að bein afturför frá núverandi efnahags- ástandi á Austfjörðum myndi tákna enn lægri orkuspá en nr. 3.

Orkuspá 5 og 6 eru í rauninni einungis afbrigði hinna tveggja, þar sem húshitun er bætt við.

Orkuspárnar, sem hér eru notaðar, taka einungis til orku (í GWh), ekki afsls eða mesta álags; ákvörðun þess út frá orkutölunum og dreifingu notkunarinnar innan ársins og sólarhringsins er byggð inn í sjálft reiknilíkanið. Orkuspárnar eru hins vegar greindar í sundur eftir notkunarflokkum.

Töflur yfir spárnar eru sýndar á fylgisjöldum 3 og 4.

4. VEXTIR

Eins og drepið er á hér að framan, höfum við engan dóm viljað leggja á það, hvaða vextir teljast mættu "eðlilegir". Útreikningar voru því gerðir fyrir 6, 8, 10 og 12% vexti.

5. ÖRYGGISKRÖFUR

Til þess að fá sambærilegar niðurstöður við samanburð valkosta, er nauðsynlegt að gera sams konar kröfur um rekstraröryggi kerfisins í öllum valkostum. Annað mál er hverjar þær kröfur eiga að vera. Út í það skal ekki farið hér, enda flókið mál, en þess aðeins getið, að í þessari athugun voru eftirfarandi öryggiskröfur gerðar:

Fyrir Laxárvæðið:

1. Unnt sé á hverjum tíma þar til Efstafallsvirkjun tekur til starfa, að anna 100% mesta álags á Laxárvæðinu, þótt 6 MW verði óvirk í Laxárstöðvunum vegna ísa.
2. Unnt sé á hverjum tíma að anna 60% mesta álags á Laxárvæðinu, þótt stærsta vélasamstæða í kerfinu bili.
3. Unnt sé á hverjum tíma að anna 80% mesta álags á Laxárvæðinu, þótt lína austan að slitni (ef virkuð eru 12 MW í Lagarfossi fyrir allt svæðið).

Fyrir Austurland:

1. Unnt sé á hverjum tíma að anna 100% mesta álags á Austurlandi, þótt 1,3 MW verði óvirk í Grímsá vegna ístruflana og/eða leka (þ.e. afl stöðvarinnar falli niður í 1,5 MW).
2. Unnt sé á hverjum tíma að anna 60% mesta álags, þótt stærsta vél á kerfinu bili.
3. Unnt sé á hverjum tíma að anna 80% mesta álags á Austurlandi, þótt lína frá Laxá til Austurlands bili.

Á hverjum tíma er nauðsynlegt vara afl ákveðið út frá þeirri af þessum kröfum, sem ströngust er í það og það skiptið. Um það sér reiknilíkanið sjálfkrafa, eða forskrift sú, sem gerð var eftir því, og eins um

að bæta við dísilafli til þess að allar þessar öryggiskröfur séu uppfylltar, og reiknar jafnframt kostnað við það jafnóðum.

6. KOSTNAÐUR

Á fylgiskjali 6 er að finna yfirlit yfir þær kostnaðartölur, sem notaðar voru í athuguninni.

7. TOLLAR OG AÐFLUTNINGSGJÖLD

Í Laxárathuguninni var hvergi reiknað með tollum og aðflutningsgjöldum. Í Austurlandsathuguninni var hvort tveggja gert, reiknað bæði með tollum og án þeirra, en til þess að gera framsetningu á niðurstöðum einfaldari, eru einungis sýndar hér niðurstöður Austurlandsathugunar án tolla. Tollarnir hækkuðu meðalkostnaðinn bæði frá línumni og Lagarfossvirkjun, og þó meira frá Lagarfossvirkjun, þar eð stofnkostnaður hennar er hærri en línumnar.

8. NIÐURSTÖÐUR

8.1 Laxárvæðið

Sem fyrr segir gekk athúgunin fyrir Laxárvæðið út á það að athuga hvenær hagkvæmast væri að Efstafallsvirkjun taki til starfa og eins að bera saman við hana 12 MW virkjun í Lagarfossi að því tilskyldu, að lína væri áður komin á milli Laxár og Egilsstaða.

Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 1 og línumriti á fylgiskjali 1.

Þær má draga saman í stutu máli þannig :

1. Við orkusþá 1 er hagkvæmast, að Efstafallsvirkjun taki til starfa 1972, ef vextir eru 6% en 1978, ef þeir eru 8%.
2. Við orkusþá 2 er hagkvæmast, að Efstafallsvirkjun taki til starfa 1976, ef vextir eru 6%, en 1978, ef þeir eru 8%.
3. Sé virkjunin látin taka til starfa 1969, hækkar meðalkostnaður orkunnar og verður sem hér segir, í % af orkukostnaðinum við hagkvæmustu innsetningu virkjunarinnar.

	<u>Orkuspá 1</u>	<u>Orkuspá 2</u>
Vextir 6%	104	105
Vextir 8%	110	115

4. Lagarfossvirkjun, 12 MW, fyrir Norður- og Austurland er tíma-bær nokkurn veginn á sama tíma og jafnstórt virkjun í Laxá.
5. Lagarfossvirkjun, 12 MW, gefur fyrir Laxárvæðið - að öllu óbreyttu fyrir Austurland 5 - 10 % lægri meðalorkukostnað en Efstafallsvirkjun. Er þá reiknað með þeirri 132 kV, 16 MW línu á milli, sem miðað var við í Austurlandsathugüninni. Sé hins vegar tekið tillit til þess, að ekki er þörf eins öflugarar línu til flutnings austur frá Laxá eins og vestur frá Lagarfossi (magn þeirrar orku, sem flytja þarf austur er miklu minna), má segja að Lagarfossvirkjun, 12 MW og Efstafallsvirkjun í Laxá gefi nokkurn veginn sama orkukostnað fyrir Laxárvæðið, að öllu óbreyttu fyrir Austurland. Er þá tekið tillit til þess í kostnaðinum, að ístruflanir í Laxá halda áfram, ef Lagarfoss er virkjadur fyrir bæði svæðin, og því þörf á meira dísilafli til vara á Norðurlandi, ef virkjað er eystra.

8.2 Austurland

Megintilgangur Austurlandsathugananna var, sem fyrr segir, að bera saman annars vegar virkjun í Lagarfossi fyrir Austurland sérstaklega og lagningu línu frá Laxá til Egilsstaða hins vegar. En jafnframt var athugaður hagkvæmasti innsetningartími þessara mannvirkja hvors um sig, þ.e. hvenær þau væru tímabær.

Niðurstöðurnar eru sýndar á töflum 2 og 3 fyrir hinar fjórar orkuspár, sem að framan eru nefndar.

Tafla 2 sýnir, fyrir tilgreindar orkuspár og (1) vexti, (2) og (3) hvenær lína og Lagarfossvirkjun eru tímabærar, (4) meðalorkukostnað frá Lagarfossi, ef valin er hagkvæmasta innsetning, (5) svonefndur jafngildisorkukostnaður frá Laxá, þ.e. sá kostnaður orkunnar frá Laxá í línumuna austur, sem gefur sama meðalorkukostnað á Austurlandi frá línuvalkostinum eins og frá Lagarfossi, (6) lauslega áætlun um raunverulegan umframkostnað orku frá Laxá: (7) meðalorkukostnað á Austurlandi frá línnunni, miðað við að heildarávinningi sé jafnt skipt milli línu og Laxár, þ.e. muninum á (5) og (6) og valin sé hagkvæmasta innsetning línu, og (8) meðalorkukostnað frá Lagarfossi skv. (4) í % af meðalorkukostnaði frá línu skv. (7).

Tafla 3 sýnir svo hið sama, ef línan kemur í gagnið 1969 og Lagarfoss 1970, þ.e. ef ekki er tekið tillit til hagkvæmusters innsetningar, en tímasetning mannvirkja þessara ákveðin nú þegar og þau gerð eins fljótt og verða má.

Helztu atriði niðurstöðanna má draga saman þannig:

1. Hagkvæmasti innsetningartími línu frá Laxá, 16 MW, inn á kerfið er sem hér segir við 6 - 8% vexti.

	<u>Engin húshitun m. raforku</u>	<u>Húshitun hlutfallslega eins og mest gerist hér á landi</u>
Hraður vöxtur orkuþarfar	1966	1966
Hægur vöxtur orkuþarfar	1988 - 1990	1973 - 1974

2. Hagkvæmasti innsetningartími Lagarfossvirkjunar, 6,3 MW, inn á kerfið er sem hér segir við 6 - 8% vexti.

	<u>Engin húshitun m. raforku</u>	<u>Húshitun hlutfallslega eins og mest gerist hér á landi</u>
Hraður vöxtur orkuþarfar	1972 - 1975	1971 - 1972
Hægur vöxtur orkuþarfar	1994 - 1998	1975 - 1981

3. Raforkukostnaður á Austurlandi verður þá 2 - 22% hærri frá Lagarfossvirkjun en frá línu, ef orkukostnaðurinn frá Laxá er þannig, að heildarávinningnum af tengingunni er skipt jafnt milli Norður- og Austurlands og hvor valkostur um sig settur inn á hagkvæmasta tíma. Er munurinn þá minnstur við hægan vöxt orkuþarfarnar: meiri við hraðan vöxt (ástæðan er sú, að við hægan vöxt líður hvort sem er langur tími, þar til innsetning er hagkvæm).
4. Sé miðað við, að lína komi í gagnið 1969 og Lagarfoss 1970, verður raforkukostnaður frá Lagarfossi 12 - 13 % hærri en frá línu við jafna skiptingu heildarávinnings milli Laxárvæðisins og Austurlands.
5. Niðurstöðurnar í 3 og 4 gilda við allar orkuspár og er það ákaflegt mikilvægt atriði, og sýnir, að lína frá Laxá er Austurlandi hagstæðari valkostur, hver sem þróun notkunarinnar þar verður innan þeirra viðu marka, sem orkuspárnar taka til.

6. Tölurnar í aftasta dálki í töflum 2 og 3 gefa aðeins til kynna þann helming heildarávinningsins af tengingunni, sem fellur í hlut Austurlands, og birtist sem lægri raforkukostnaður frá línum unni en frá Lagarfossi. Hluti Laxárvirkjunars í ávinningnum kemur fram sem auknar tekjur Laxárvirkjunar af orkusölu austur. Þessi ávinningur er til staðar, hvort sem orkuspá 1 eða 2 fyrir Laxárvæðið gildir, þ.e. hvort heldur sem raforkunotkun til húshitunar vex þar hratt eða hægt.

A þetta síðasta atriði er vert að leggja þunga áherzlu, því hún er meginundirstaða Austurlandsathugunarinnar. Austurlands-
athugunin sýnir sem sé, að það er kostnaðarlega beggja hagur,
Austfirðinga og Laxárvirkjunar, að raforkumál Austurlands og
Laxárvæðisins séu leyst sameiginlega og þau tengd saman með
háspennu.

Tekið skal fram enn einu sinni, að athugun þessi tekur til Lagarfossvirkjunar, 6,3 MW eða stærri, sem gerð yrði með miðlunarstíflu við Lagarfoss. Ef takast mætti að gera virkjun þar, er væri sæmilega trygg gegn vatnsleysi og ístruflunum án verulegs stíflukostnaðar, þarf að endurtaka samanburðinn.

9. FRAMKVÆMD ATHUGANA ÞESSARA

Athuganir þær, sem að framan eru raktar, voru gerðar af vinnuhópi, sem raforkumálastjóri fól það verk um s.l. áramót. Í vinnuhópnum voru Egill Skúli Ingibergsson, verkfr., Glúmur Björnsson, skrifstofustjóri og Jakob Björnsson, verkfræðingur, sem jafnframt hafði stjórn verksins á hendi og annaðist samningu þessarar skýrslu nr. 1 um athuganirnar.

Vinnuhópurinn hefur notið aðstoðar ýmissa starfsmanna rafmagnsveitna ríkisins, einkum þeirra verkfræðinganna Ottós Valdimarssonar, Tryggva Sigurbjarnarsonar og Samúels Asgeirssonar, og svo Sigurðar Gústavssonar, viðskiptafræðings, svo og Verkfraðistofu Sigurðar Thoroddsen s.f., einkum Sigurðar Þórðarsonar, verkfræðings. Kann hópurinn þeim öllum beztu þakkir fyrir veitta hjálp.

Jakob Björnsson

TÖFLUR

Tollar ekki meðreiknaðir

Tafla 1.
Helztu niðurstöður athugunarinnar
á Laxárvæðinu.

1. Hagkvæmasta innsetning og meðalkostnaður orku, fyrir Laxárvæðið að öllu óbreyttu fyrir Austurland.

Vextir %	Efstafallsvirkjun, 12 MW		Lagarfossvirkjun, 12 MW 1)		Lagarf. 12 Laxá 12 %
	Hag- kvæmasta innsetn.	Meðal- orkukostn. aur/kWh	Hag- kvæmasta innsetn.	Meðal- orkukostn. aur/kWh	
1. Virkjanir settar inn á hagkvæmasta tíma					
Orkuspá 1 á Laxárvæði	6	1972	20,6	1971	19,2
	8	1974	25,9	1974	24,2
	10	1976	31,0	1975	29,0
	12	1977	35,3	1976	33,3
Orkuspá 2 á Laxárvæði	6	1976	21,3	1976	19,9
	8	1978	26,5	1977	25,0
	10	1979	31,3	1979	29,6
	12	1981	35,2	1980	33,6
2. Virkjanir settar inn 1969					
Orkuspá 1 á Laxárvæði	6	.	21,4	.	19,7
	8	.	28,5	.	26,0
	10	.	36,5	.	33,1
	12	.	45,3	.	40,9
Orkuspá 2 á Laxárvæði	6	.	24,4	.	22,4
	8	.	33,7	.	30,6
	10	.	44,3	.	40,0
	12	.	56,2	.	50,6

- 1) Miðað við línu með 16 MW flutningsgetu, hvort sem flutt er austur eða vestur. Sé tekið tillit til þess, að línan má vera minni og ódýrari, ef flutt er austur, hverfur munurinn á Laxá og Lagarfossi mikið til.

(Tafla 1, frh.)

2. Meðalkostnaður við innsetningu 1969
í hlutfalli við meðalkostnað við
hagkvæmustu innsetningu.

	Vextir %	Laxá, 12 MW %	Lagarfoss, 12 MW %
Orkuspá 1 á Laxárvæði	6	104	103
	8	110	107
	10	118	114
	12	128	123
Orkuspá 2 á Laxárvæði	6	115	113
	8	127	122
	10	142	135
	12	160	151

Tollar ekki meðreiknaðir

Tafla 2.

Helztu niðurstöður Austurlands-athugunar, ef bæði lína frá Laxá og Lagarfossvirkjun, 6,3 MW, koma í gagnið á hagkvæmasta tíma (þegar þau eru tímabær).

Vextir	Lína 16 MW	Lagarf. 6,3 MW	Lagarf. Laxá	Meðal-	Jafng.	Áætl.	Meðal-	Lagarfoss-	
				orku- kostn.	orku- kostn.	raunvl.	orku- kostn.	lína	
				frá frá	umfram-	kostn.	frá línu		
	Vextir árið 1)	tímab. árið					við jafna skiptingu heildar- ávinnung		
	%			aur/kWh	aur/kWh	aur/kWh	aur/kWh	%	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
Orkuspá 2	6	1966	1972	39,3	22,8	7	32,2	122	26,6
	8	1966	1975	48,3	26,1	9	41,1	118	33,7
	10	1971	1978	55,6	29,5	12	49,6	112	37,8
	12	1974	1981	60,9	32,4	15	57,3	106	53,0
Orkuspá 3	6	1988	1994	50,0	20,7	7	46,6	107	43,2
	8	1990	1998	57,6	24,3	9	55,4	104	52,8
	10	1993	2000	62,2	28,8	9	60,8	102	59,0
	12	1997	2000	65,1	33,8	9	64,1	102	63,0
Orkuspá 5	6	1966	1971	31,2	18,2	8	27,5	113	23,8
	8	1966	1972	38,9	22,5	10	34,4	113	29,9
	10	1970	1973	46,3	27,8	11	41,5	112	36,2
	12	1972	1975	52,6	31,5	13	47,2	111	42,7
Orkuspá 6	6	1973	1975	37,5	18,2	8	33,8	110	29,8
	8	1974	1981	46,8	22,0	11	43,0	109	39,2
	10	1975	1984	53,9	25,0	15	51,4	105	48,9
	12	1981	1988	58,6	27,9	17	57,1	103	55,3

1) við 15 aur/kWh orkukostnað frá Laxá

(9) Meðalorkukastnaður frá línu, ef allur ávinningurinn kemur í heil Austurlands

(10) Hlutfallið dælur (8)
dælur (9)

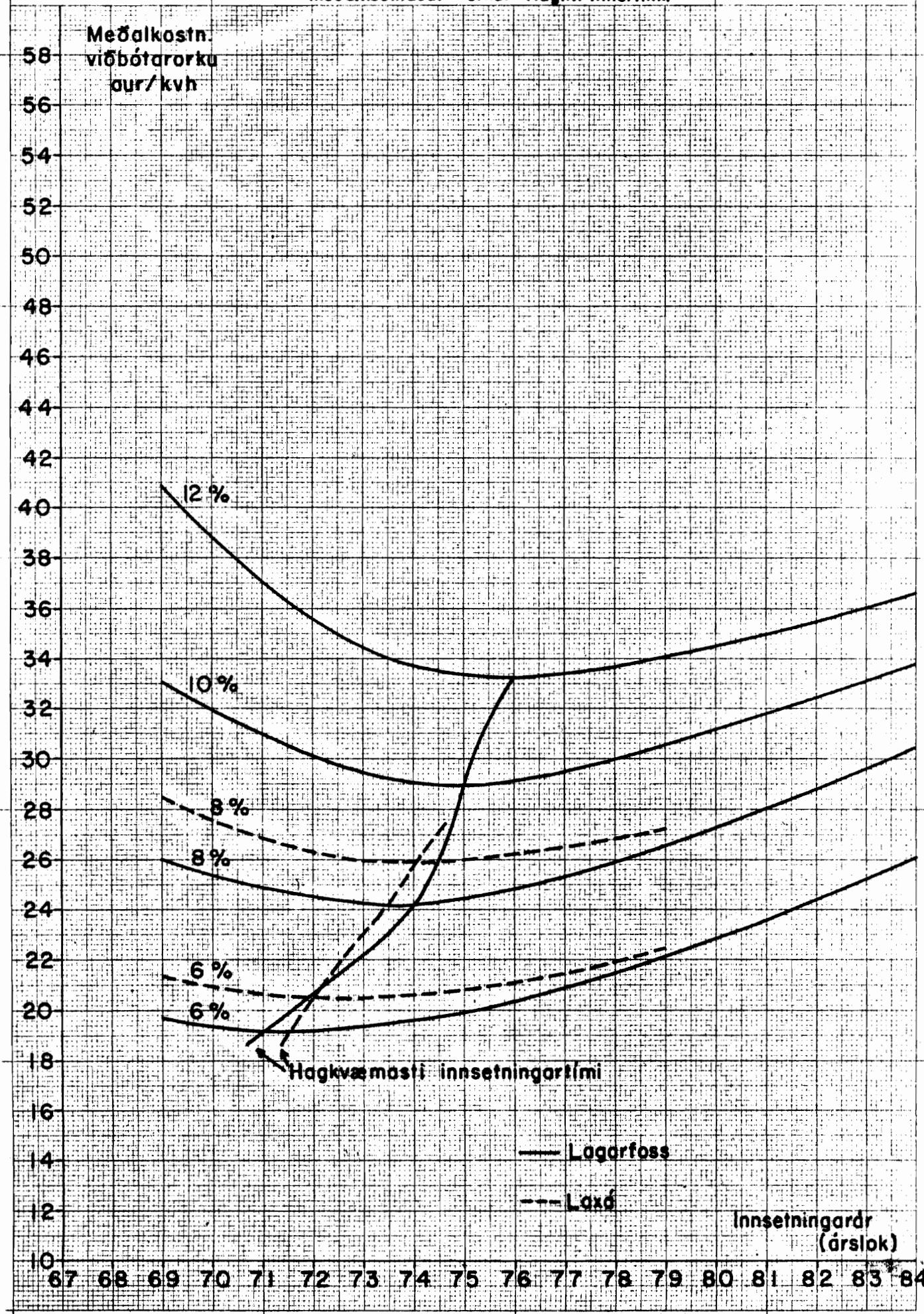
Tollar ekki meðreiknaðir

Tafla 3.

Helztu niðurstöður Austurlands-athugunar, ef lína frá Laxá kemur í gagnið 1969, en Lagarfossvirkjun, 6,3 MW, 1970.

	Meðal- orku- kostn. frá Lagarf.	Jafngild. - orkukostn. frá Laxá	Áætl. raunv. 1. umframk. orku frá Laxá	Meðal orkukostn. frá línu við jafna skiptingu ávinnings	Lagarfoss- lína			
	Vextir	%	aur/kWh	aur/kWh	aur/kWh	%		
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Orkuspá 2	6	39,6	22,5		7	32,9	120	26,2
	8	50,3	27,7		9	41,9	120	35,0
	10	61,3	33,1		12	53,9	114	45,0
	12	72,1	38,3		15	63,6	113	55,1
Orkuspá 3	6	71,1	36,0		8	61,0	118	49,4
	8	98,7	52,9		10	83,2	119	67,9
	10	127,4	73,5		11	106,9	119	86,2
	12	155,3	95,0		13	130,0	119	104,6
Orkuspá 5	6	31,3	17,6		8	28,0	112	24,6
	8	39,8	23,6		10	35,2	113	30,6
	10	48,7	29,2		11	42,6	114	36,6
	12	58,0	34,7		13	50,8	114	43,8
Orkuspá 6	6	41,2	20,7		8	36,1	114	31,1
	8	56,2	28,8		12	49,9	113	43,4
	10	73,2	38,1		15	64,6	113	56,1
	12	91,8	49,0		18	80,6	114	69,6

F Y L G I S K J Ö L



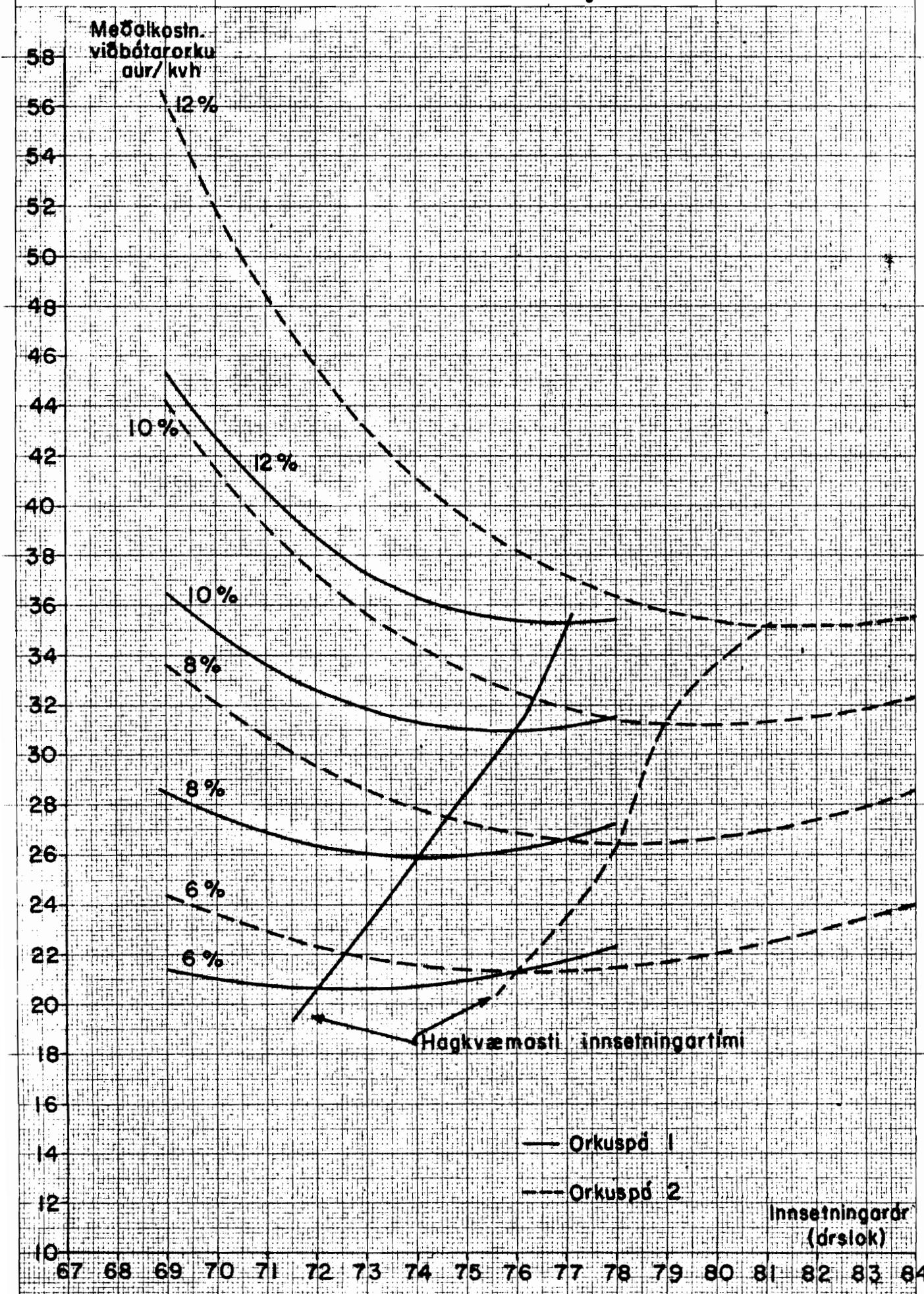
RAFORKUMÁLASTJÓRI Orkudeild

30.8 '66 S.B./I.S.

B-241

Tnr. 280

Fnr. 7544



RAFORKUPLAN NORÐURLANDS (Laxárveitusvæði)

Orkuspár lagðar til grundvallar útreikningum.

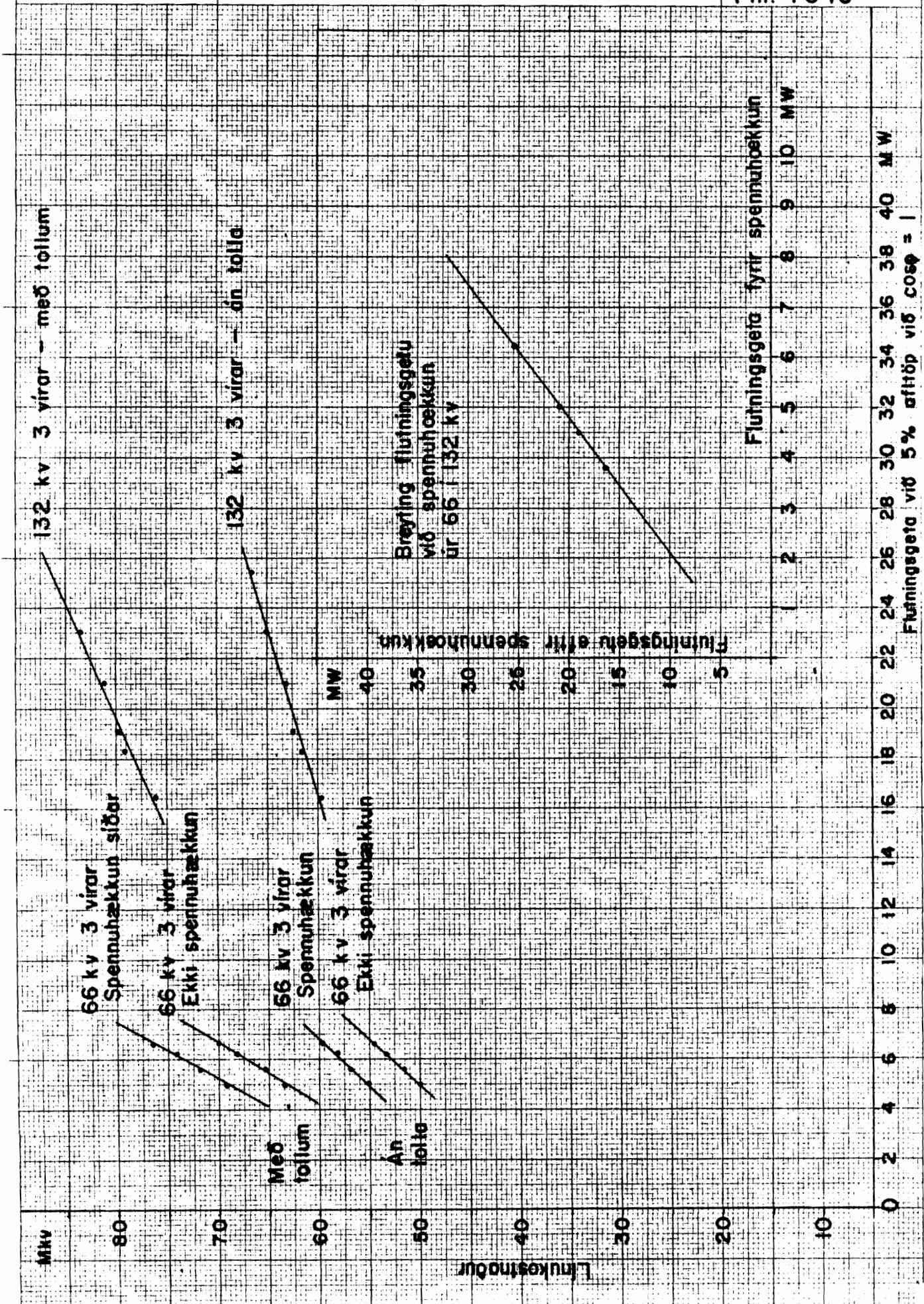
Ar	Orkuspá 1				Orkuspá 2			
	Almenn notkun GWh	Kísilgúr- vinnsla GWh	Hitun GWh	Samtals GWh	Almenn notkun GWh	Kísilgúr- vinnsla GWh	Hitun GWh	Samtals GWh
1965	34,91	0,00	34,76	69,67	34,91	0,00	33,70	68,61
1966	36,94	0,00	36,49	73,43	36,94	0,00	34,30	71,24
1967	40,00	0,00	38,32	78,32	40,00	0,00	34,92	74,92
1968	43,33	0,95	40,23	84,51	43,33	0,95	35,55	79,83
1969	46,92	1,26	42,24	90,42	46,92	1,26	36,19	84,37
1970	48,94	1,58	44,36	94,88	48,94	1,58	36,84	87,36
1971	51,04	1,72	46,57	99,33	51,04	1,72	37,50	90,26
1972	53,24	2,19	48,90	104,33	53,24	2,19	38,18	93,61
1973	55,53	2,43	51,35	109,31	55,53	2,43	38,86	96,82
1974	57,91	2,94	53,92	114,77	57,91	2,94	39,56	100,41
1975	61,27	3,48	56,61	121,36	61,27	3,48	40,28	105,03
1976	64,83	3,83	59,44	128,10	64,83	3,83	41,00	109,66
1977	68,59	3,83	62,41	134,83	68,59	3,83	41,74	114,16
1978	72,57	3,83	65,53	141,93	72,57	3,83	42,49	118,89
1979	76,77	3,83	68,81	149,41	76,77	3,83	43,26	123,86
1980	81,23	3,83	72,25	157,31	81,23	3,83	44,03	129,09
1981	85,94	3,83	75,86	165,63	85,94	3,83	44,83	134,60
1982	90,92	3,83	79,66	174,41	90,92	3,83	45,63	140,38
1983	96,20	3,83	83,64	183,67	96,20	3,83	46,45	146,48
1984	101,78	3,83	87,82	193,43	101,78	3,83	47,29	152,90
1985	107,68	3,83	92,21	203,72	107,68	3,83	48,14	159,65
1986	113,92	3,83	96,82	214,57	113,92	3,83	49,01	166,76
1987	120,53	3,83	101,67	226,03	120,53	3,83	49,89	174,25
1988	127,52	3,83	106,75	238,10	127,52	3,83	50,79	182,14
1989	134,92	3,83	112,09	250,84	134,92	3,83	51,70	190,45
1990	142,74	3,83	117,69	264,26	142,74	3,83	52,63	199,20
1991	151,02	3,83	123,58	278,43	151,02	3,83	53,58	208,43
1992	159,78	3,83	129,75	293,36	159,78	3,83	54,54	218,15
1993	169,05	3,83	136,24	309,12	169,05	3,83	55,53	228,41
1994	178,85	3,83	143,05	325,73	178,85	3,83	56,53	239,21
1995	189,22	3,83	150,21	343,26	189,22	3,83	57,54	250,59
1996	200,20	3,83	157,72	361,75	200,20	3,83	58,57	262,60
1997	211,81	3,83	165,60	381,24	211,81	3,83	59,63	275,27
1998	224,10	3,83	173,88	401,81	224,10	3,83	60,71	288,64
1999	237,10	3,83	182,58	423,51	237,10	3,83	61,80	302,73
2000	250,85	3,83	185,86	440,54	250,85	3,83	62,91	317,59

RAFORKUPLAN AUSTURLANDS

Orkuspárt lagðar til grundvallar útreikningum.

Orkuspá 2				Orkuspá 3				Orkuspá 5				Orkuspá 6			
Alm. notk. GWh	Fisk- iðn. GWh	Síldar- iðn. GWh	Sam- tals GWh	Alm. notk. GWh	Fisk- iðn. GWh	Síldar- iðn. GWh	Hús- hitun GWh	Sam- tals GWh	Alm. notk. GWh	Fisk- iðn. GWh	Síldar- iðn. GWh	Hús- hitun GWh	Sam- tals GWh		
1965 6,80	3,00	8,30	18,10	6,80	3,00	8,30	18,10	6,80	3,00	8,30	-	18,10	6,80	3,00	8,30
1966 7,28	3,06	10,46	20,80	7,07	3,00	8,30	18,37	7,28	3,06	10,46	-	20,80	7,07	3,00	8,30
1967 7,79	3,12	12,55	23,46	7,35	3,00	8,30	18,65	7,79	3,12	12,55	-	23,46	7,35	3,00	8,30
1968 8,33	3,18	14,31	25,82	7,64	3,00	8,30	18,94	8,33	3,19	14,31	-	25,83	7,64	3,00	8,30
1969 8,91	3,24	15,45	27,60	7,95	3,00	8,30	19,25	8,91	3,24	15,45	-	27,60	7,95	3,00	8,30
1970 9,53	3,30	15,76	28,59	8,27	3,00	8,30	19,57	9,53	3,30	15,76	0,19	28,78	8,27	3,00	8,30
1971 10,20	3,37	16,08	29,65	8,60	3,00	8,30	19,90	10,20	3,37	16,08	0,41	30,06	8,60	3,00	8,34
1972 10,91	3,44	16,40	30,75	8,94	3,00	8,30	20,24	10,91	3,44	16,40	1,09	31,84	8,94	3,00	8,89
1973 11,67	3,51	16,73	31,91	9,30	3,00	8,30	20,60	11,67	3,51	16,73	2,33	34,24	9,30	3,00	8,86
1974 12,49	3,58	17,06	33,13	9,67	3,00	8,30	20,97	12,49	3,58	17,06	4,11	37,24	9,67	3,00	8,86
1975 13,36	3,65	17,40	34,41	10,06	3,00	8,30	21,36	13,36	3,65	17,40	6,68	41,09	10,06	3,00	8,86
1976 14,30	3,72	17,75	35,77	10,46	3,00	8,30	21,76	14,30	3,72	17,75	10,73	46,50	10,46	3,00	8,86
1977 15,30	3,79	18,10	37,19	10,88	3,00	8,30	22,18	15,30	3,79	18,10	13,77	50,96	10,88	3,00	8,86
1978 16,37	3,87	18,46	38,70	11,32	3,00	8,30	22,62	16,37	3,87	18,46	15,88	54,58	11,32	3,00	8,86
1979 17,52	3,95	18,83	40,30	11,77	3,00	8,30	23,07	17,52	3,95	18,83	17,52	57,82	11,77	3,00	8,86
1980 18,74	4,03	19,21	41,98	12,24	3,00	8,30	23,54	18,74	4,03	19,21	18,74	60,72	12,24	3,00	8,86
1981 20,05	4,11	19,59	43,75	12,73	3,00	8,30	24,03	20,05	4,11	19,53	20,05	63,74	12,73	3,00	8,86
1982 21,45	4,19	19,98	45,62	13,24	3,00	8,30	24,54	21,45	4,19	19,98	21,45	67,07	13,34	3,00	8,86
1983 22,95	4,27	20,38	47,60	13,77	3,00	8,30	25,07	22,95	4,27	20,38	22,95	70,55	13,77	3,00	8,86
1984 24,56	4,36	20,70	49,62	14,32	3,00	8,30	25,62	24,56	4,36	20,79	24,56	74,27	14,32	3,00	8,86
1985 26,28	4,45	21,21	51,94	14,89	3,00	8,30	26,19	26,28	4,45	21,21	26,28	78,22	14,89	3,00	8,86
1986 28,12	4,54	21,63	54,29	15,49	3,00	8,30	26,79	28,12	4,54	21,63	28,12	82,41	15,49	3,00	8,86
1987 30,09	4,63	22,06	56,78	16,11	3,00	8,30	27,41	30,09	4,63	22,06	30,09	86,87	16,11	3,00	8,86
1988 32,20	4,72	22,50	59,42	16,75	3,00	8,30	28,05	32,20	4,72	22,50	32,20	91,62	16,75	3,00	8,86
1989 34,45	4,81	22,95	62,21	17,42	3,00	8,30	28,72	34,45	4,81	22,95	34,45	96,66	17,42	3,00	8,86
1990 36,86	4,91	23,41	65,18	18,12	3,00	8,30	29,42	36,68	4,91	23,41	36,68	101,68	18,12	3,00	8,86
1991 39,44	5,01	23,88	68,33	18,84	3,00	8,30	30,14	39,44	5,01	23,88	39,44	107,77	18,84	3,00	8,86
1992 42,20	5,11	24,36	71,67	19,59	3,00	8,30	30,89	42,20	5,11	24,36	42,20	113,87	19,59	3,00	8,86
1993 45,15	5,21	24,85	75,21	20,37	3,00	8,30	31,67	45,15	5,21	24,85	45,15	120,36	20,37	3,00	8,86
1994 48,31	5,31	25,35	78,97	21,18	3,00	8,30	32,48	48,31	5,31	25,35	48,31	127,28	21,18	3,00	8,86
1995 51,69	5,42	25,86	82,97	22,03	3,00	8,30	33,33	51,69	5,42	25,86	51,69	134,66	22,03	3,00	8,86
1996 55,31	5,53	26,38	87,22	22,91	3,00	8,30	34,21	55,31	5,53	26,38	55,31	142,53	22,91	3,00	8,86
1997 59,18	5,64	26,90	91,72	23,83	3,00	8,30	35,13	59,18	5,64	26,90	59,18	150,90	23,83	3,00	8,86
1998 63,32	5,75	27,44	96,51	24,78	3,00	8,30	36,08	63,32	5,75	27,44	63,32	159,83	24,78	3,00	8,86
1999 67,75	5,86	27,99	101,60	25,77	3,00	8,30	37,07	67,75	5,86	27,99	67,75	169,35	25,77	3,00	8,86
2000 72,49	5,98	28,55	107,02	26,80	3,00	8,30	38,10	72,49	5,98	28,55	72,49	179,51	26,80	3,00	8,86

Lína Laxá — Egilsstaðir
Stofnkostnaður eftir flutningsgetu



Yfirlit um kostnaðartölur, sem notaðar voru.

<u>1. Stofnkostnaður Efstafallsvirkjunar.</u>	<u>Með tollum</u>	<u>Án tolla</u>
a) Byggingarmannvirki .....	...	99,02 Mkr.
b) Vélar og rafbúnaður .....	...	28,70 "
Ótalið annars st. 15%+ af (a) og 5%+ af (b) ..	...	16,28 "
Hönnun og umsjónarkostn. 9%+ .....	...	13,00 "
Undirbúningsrannsóknir .....	...	3,00 "
Landsspjöll og skaðabætur .....	...	7,00 "
Heildarkostnaður		167,00 Mkr.
<u>2. Stofnkostnaður 12 MW Lagarfossvirkjunar.</u>		
a) Byggingarmannvirki	74,13 Mkr.	64,12 Mkr.
b) Vélar og rafbúnaður	40,36 "	29,02 "
Ótalið annars staðar 15%+ af (a) og 5%+ af (b)	13,21 "	11,07 "
Hönnun og umsjónarkostn. 9%+	11,30 "	9,79 "
Undirbúningsrannsóknir	4,00 "	4,00 "
Landsspjöll og skaðabætur	7,00 "	7,00 "
Lína til Egilsstaða	20,00 "	16,00 "
Heildarkostnaður	170,00 Mkr.	141,00 Mkr.
<u>3. Stofnkostnaður 9 MW Lagarfossvirkjunar.</u>		
a) Byggingarmannvirki	61,89 Mkr.	53,50 Mkr.
b) Vélar og rafbúnaður	35,84 "	25,84 "
Ótalið annars staðar 15%+ af (a) og 5%+ af (b)	11,27 "	9,16 "
Hönnun og umsjónarkostn. 9%+	7,50 "	7,50 "
Undirbúningsrannsóknir	2,00 "	2,00 "
Lína til Egilsstaða	20,00 "	16,00 "
Heildarkostnaður	138,50 Mkr.	114,00 Mkr.
<u>4. Stofnkostnaður 6,6 MW Lagarfossvirkjunar.</u>		
a) Byggingarmannvirki	58,27 Mkr.	50,36 Mkr.
b) Vélar og rafbúnaður	25,23 "	18,22 "
Ótalið annars staðar 15%+ af (a) og 5%+ af (b)	10,00 "	8,42 "
Hönnun og umsjónarkostn. 9%+	7,00 "	7,00 "
Undirbúningsrannsóknir	2,00 "	2,00 "
Lína til Egilsstaða	20,00 "	16,00 "
Heildarkostnaður	122,50 Mkr.	102,00 Mkr.
<u>5. Stofnkostnaður dísilstöðva.</u>		
Austurland, 500 kW einingar	7200 kr/kW	5600 kr/kW
Laxárvæðið, 2000 kW einingar		5200 "
<u>6. Orkukostnaður dísilstöðva.</u>		
Austurland	0,52 kr/kW	0,52 kr/kW
Laxárvæðið	0,48 "	0,48 "