



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

AUSTURLANDSVIRKJUN- MÚLAVIRKJUN

Forathugun á virkjun Jökulsár í Fljótsdal
með Hraunaveitu og Eyjabakkaveitu

Sveinn Þorgrímsson

OS79026/ROD09

Reykjavík, júní 1979

AUSTURLANDSVIRKJUN- MÚLAVIRKJUN

**Forathugun á virkjun Jökulsár í Fljótsdal
með Hraunaveitu og Eyjabakkaveitu**

Sveinn Þorgrímsson

OS79026/ROD09

Reykjavík, júní 1979

FORMÁLI

Síðastliðinn vetur kom út skýrsla um Austurlandsvirkjun (OS-ROD-7817,I-VI), sem unnin var hjá Almennu verkfræðistofunni hf., Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf. og Virki hf., í samvinnu við Orkustofnun og Rafmagnsveitur ríkisins. Í bindum IV "Múlavirkjun" og V "Fljótsdalsvirkjun" er fjallað um virkjun Jökulsá í Fljótsdal. Veita af Hraunum var athuguð í því sambandi en í báðum tilfellum er hún talin óhagkæm, nema Sauðárveita, úr Sauðárvatni í Eyjabakkalón.

Ofangreind skýrsla er á forathugunarstigi. Það liggur því í hlutarins eðli að á þessu stigi virkjunarathugana er ekki búið að koma auga á alla virkjunarmöguleika, hvað þá reikna þá út. Hér er um flókið verk að ræða og möguleikarnir nánast óteljandi. Vinnu verkfræðistofanna hlaut einhvers staðar að ljúka og á fundi hönnunarstjórnar í júní 1978 var ákveðið að gefa út skýrslu um þær forathuganir, sem þá var lokið. Á fundinum var bókað að undirritaður teldi Hraunaveitu vegna Múlavirkjunar vanmetna samkvæmt þeim niðurstöðum sem þá lágu fyrir.

Þessi skoðun var byggð á því að árnar á Hraunum renna saman niður í dalnum og stefna þegar saman uppi á hálendinu. Gerð veitu sem endar í um 600 m hæð í neðri enda, þ.e. í Kelduá, gerir mögulegt að hafa Hraunaveitu styttri en ella. Þessi hönnun Hraunaveitu kemur einungis Múlavirkjun til góða.

Á seinustu tveim árum hefur verið unnið að gerð reiknilíkans fyrir virkjanir. Reiknilíkanið reiknað þá þætti virkjana sem eru fall af rennsli og fallhæð, þar á meðal orkuvinnslu virkjunar og virkjunarnets. Aðra hluta virkjana má yfirleitt líta á sem fasta, háða landslagi, stærð virkjunarsvæðis og gerð mannvirkja. Reiknilíkanið er þróað af Gunnlaugi Jónssyni eðlisfræðingi, með aðstoð Guðmundar Vigfússonar kerfisfræðings.

Hönnunarstaðlar fyrir forhönnun virkjana voru unnir af verkfræðistofunum. Staðlarnir eru að verulegu leyti upprunnir hjá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen og byggjast á fyrri reynslu við forathuganir fyrir Orkustofnun. Þær fórsendur sem lagðar eru til grundvallar í stöðlunum miðast við verðlag og þekktar fórsendur í maí 1976 og eru þær notaðar hér.

Reiknilíkanið tekur ekki tillit til annarra þátta en rennslis og landslags. Þessi einföldun getur virkað mismunandi á hina ýmsu virkjunarkosti. Samanburður virkjunarkosta með sambærileg mannvirki ætti þó að vera marktækur, jafnvel þegar tiltölulega lítið ber á milli.

Helstu niðurstöður þeirra forathugana, sem hér eru kynntar, benda til að verulegur hluti Hraunaveitu sé hagkvæmari en fyrri niðurstöður gáfu til kynna. Við þetta verður Múlavirkjun hagkvæmari en Fljótsdalsvirkjun. Munurinn á hagkvæmni þessara tveggja virkjanakosta er þó lítill og frekari rannsóknir verða að skera út um þetta endanlega.

Reykjavík 1979.07.03.

Haukur Tómasson

Haukur Tómasson.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
FORMÁLI	3
SKRÁ YFIR TÖFLUR	6
SKRÁ YFIR MYNDIR	6
ÁGRIP	7
1 VIRKJUNARTILHÖGUN	9
1.1 EYJAB-I	9
1.2 EYJAB-II	15
1.3 EYJAB-III	15
1.4 EYJAB-IV	16
1.5 EYJAB-V	16
1.6 EYJAB-VI	16
1.7 HRAUN-I	16
1.8 HRAUN-II	17
1.9 HRAUN-III	17
1.10 HRAUN-IV	18
1.11 HRAUN-V	18
1.12 HRAUN-VI	19
2 VATNAFRÆÐI	21
3 HÖNNUNAR- OG KOSTNAÐARFORSENDUR	29
3.1 Skurðir	29
3.2 Stíflur	30
3.3 Jarðgöng	35
3.4 Stöðvarhús og aðliggjandi mannvirki	36
4 ORKUVINNSLA OG ORKUKOSTNAÐUR	39
HEIMILDASKRÁ	47

TÖFLUR

1	Miðlanir og miðlunarþörf	13
2	Meðalrennsli deilivæða	23
3	Magntölur og kostnaður veitumannvirkja, Eyjabakkar-Múli	31
4	Magntölur og kostnaður veitumannvirkja, Hraunaveita ...	32
5	Heildarkostnaður veitumannvirkja	33
6	Helstu einkennistöflur	43
7	Hlutfallsaukning stofnkostnaðar og orkuvinnslu	44

MYNDIR

1	Yfirlitskort	11
2	Virkjunarkostir	12
3	Veitumannvirki og vatnasvið deilivæða	í vasa aftast
4	Afrennsli deilivæða	25
5	Viðnámshorn sem fall af poruhluta	37
6	Öryggisstuðull sem fall af viðnámshorni og fláa	38
7	Orkuvinnsluferlar	41
8	Jafnhagnaðarlínur	42

ÁGRIP

Múlavirkjun byggist á Eyjabakkamiðlun, en þar er áætluð 514 GL miðlun miðað við vatnshæð 665 m y.s. Stækkun virkjunarinnar er fólgin í veitum af Hraunum beint í inntakslónið, og úr Vatnadæld og Geithellnaá til Eyjabakkamiðlunar. Stærstu miðlanir á Hraunum eru í Sauðaá, Sauðárvatni, Hamarsá og Leirudal. Þessar miðlanir eru alls 112 GL. Í inntakslóni er hægt að miðla rúnum 5 GL, sem er liðlega tveggja daga miðlun fyrir minnsta virkjunarkostinn.

Afrennslið er áætlað út frá 13 ára rennslisröð í Bessastaðaá og að auki rennslisröð við Hól fyrir Jökulsá í Fljótsdal. Í rennslisröðinni eru þrjú léleg vatnsár, sem eru mjög óhagstæð fyrir virkjunina, þar sem talið er að orkuvinnslan takmarkist einkum af heildarvatnsbúskap lélegustu vatnsáranna.

Kostnaðar- og hönnunarforsendur eru í meginráttum byggðar á hönnunarstöðlum fyrir forhönnun Austurlandsvirkjunar. Kostnaðartölur miðast við verðlag í maí 1976. Algengasti straumhraði í veituskurðum er 1,5 m/s, en leyfilegur straumhraði er $1,3 \text{ m/s} \leq V \leq 0,6 \text{ m/s}$. Að öðru leyti er ekki tekið sérstakt tillit til áhrifa ísmyndunar á rennslið, enda er álitnið, að nægileg gögn til þess liggi ekki ennþá fyrir. Gert er ráð fyrir að flestar stíflur verði grjótstíflur, en Eyjabakkastífla, inntaksstífla og stífla í Leirudal verði jarðstíflur. Þetta mótast af lauslegri spá um nýtilegt byggingarefni. Jarðgöng eru höfð skeifulaga með lágmarksþvermál 2,5 m.

Við mat á orkuvinnslu er ekki tekið tillit til samtengingar við landskerfið. Árleg orkuvinnsla minnsta virkjunarkosts er 720 GWh/á og orkukostnaður 2,21 kr/kWh, en sá stærsti gefur 1720 GWh/á í orkuvinnslu á 2,52 kr/kWh. Miklir möguleikar eru á skiptingu virkjunarinnar í byggingaráfanga og voru í þeim tilgangi metnir 12 virkjunarkostir. Hagkvæmast virðist að virkja HRAUN-II, t.d. í tveim áföngum, þar sem EYJAB-I gæti verið fyrri áfanginn. Múlavirkjun HRAUN-II gefur 1280 GWh/á í orkuvinnslu á kostnaðarverði 2,22 kr/kWh. Fullnýting virkjunarinnar er ekki talin eins hagkvæm.

1 VIRKJUNARTILHÖGUN

Múlavirkjun skiptist í þrjú meginmannvirki: Eyjabakkamiðlun, sem er kjarni virkjunarinnar, og Hraunaveitu og Eyjabakkaveitu, sem eru forsendur fyrir stækkun hennar. Hraunaveita nýtir afrennsli af allt að 291 km² svæði (Hraunum) er fullnýtt gefur af sér 21,6 m³/s meðalrennsli, sem án verulegrar miðlunar er veitt í inntakslón. Eyjabakkaveita nýtir afrennsli af allt að 146 km² svæði, er fullnýtt gefur 11,4 m³/s meðalrennsli, sem rennur í Eyjabakkamiðlun. Eigið vatnasvið Eyjabakkamiðlunar og aðrennslismannvirkja er áætlað 302 km² og meðalrennsli 19,9 km². Þegar allt meðtalið verður vatnasviðið um 739 km² og meðalafrennslið um 53 m³/s.

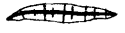
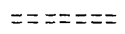
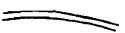

Athugaðir voru 12 virkjunarkostir fyrir Múlavirkjun, þ.e. virkjun án veitu (EYJAB-I) virkjun með fimm mismunandi útfærslum af Eyjabakkaveitu (EYJAB-II - EYJAB-VI), virkjun með fimm mismunandi útfærslum á Hraunaveitu (HRAUN-I - HRAUN-V), og virkjun með öllum veitumöguleikum fullnýttum (HRAUN-VI). Mynd 1 er yfirlitsmynd. Virkjunarkostir eru sýndir á mynd 2, og helstu mannvirkin og vatnasvið þeirra á mynd 3, korti í vasa. Miðlanir og miðlunarpörf virkjunarkostanna er sýnd í töflu 1.

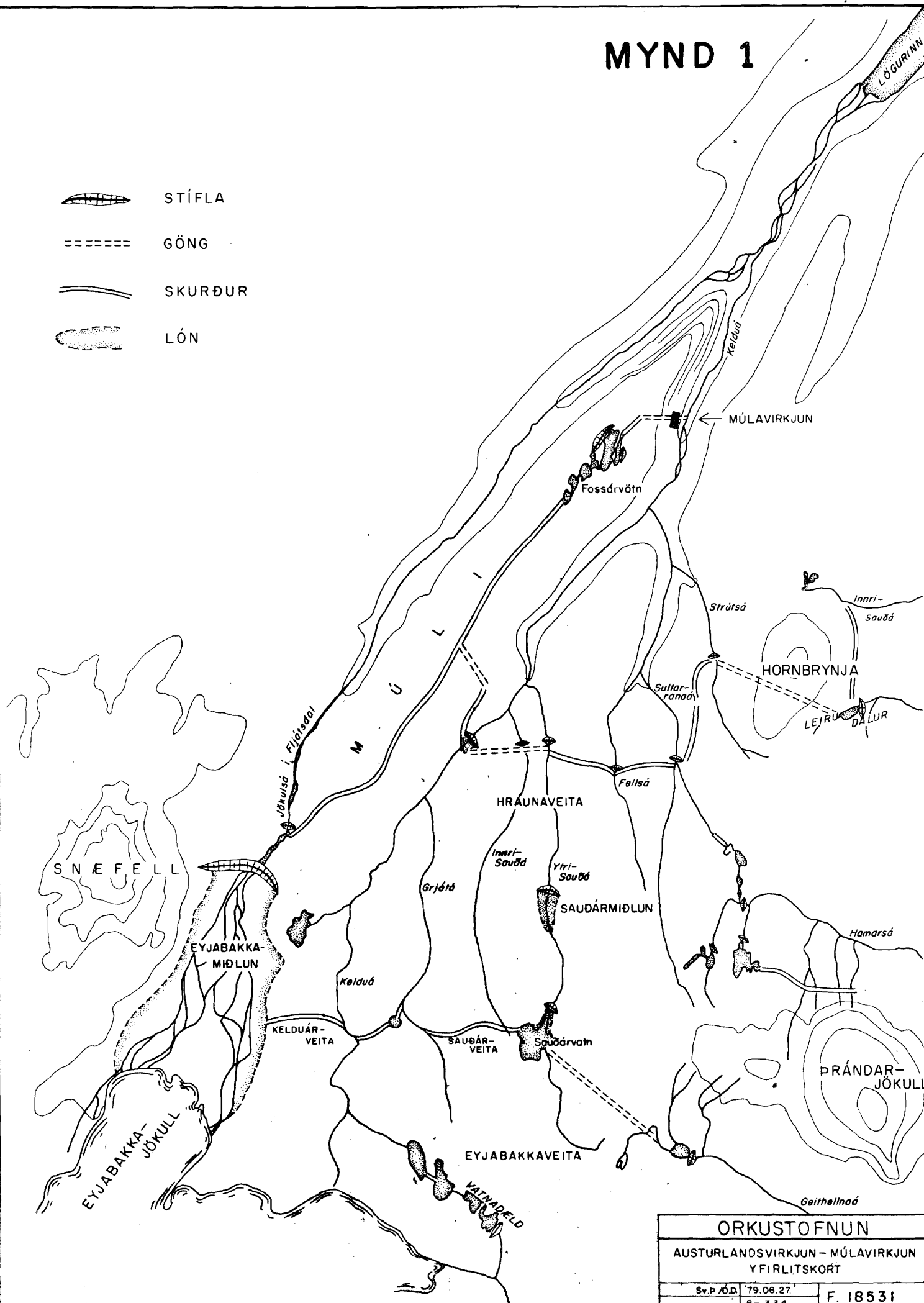
1.1 EYJAB-I

EYJAB-I er einfaldasta útfærslan á Múlavirkjun. Vatnshæð í Eyjabakkamiðlun er áætluð 660 m y.s. (EYJAB-I), sem gefur 307 Gl miðlun miðað við 14 m niðurdrátt (Tafla 1). Meðalafrennsli af vatnasvæði virkjunarinnar er 19,9 m³/s og ársvatn 627 Gl.

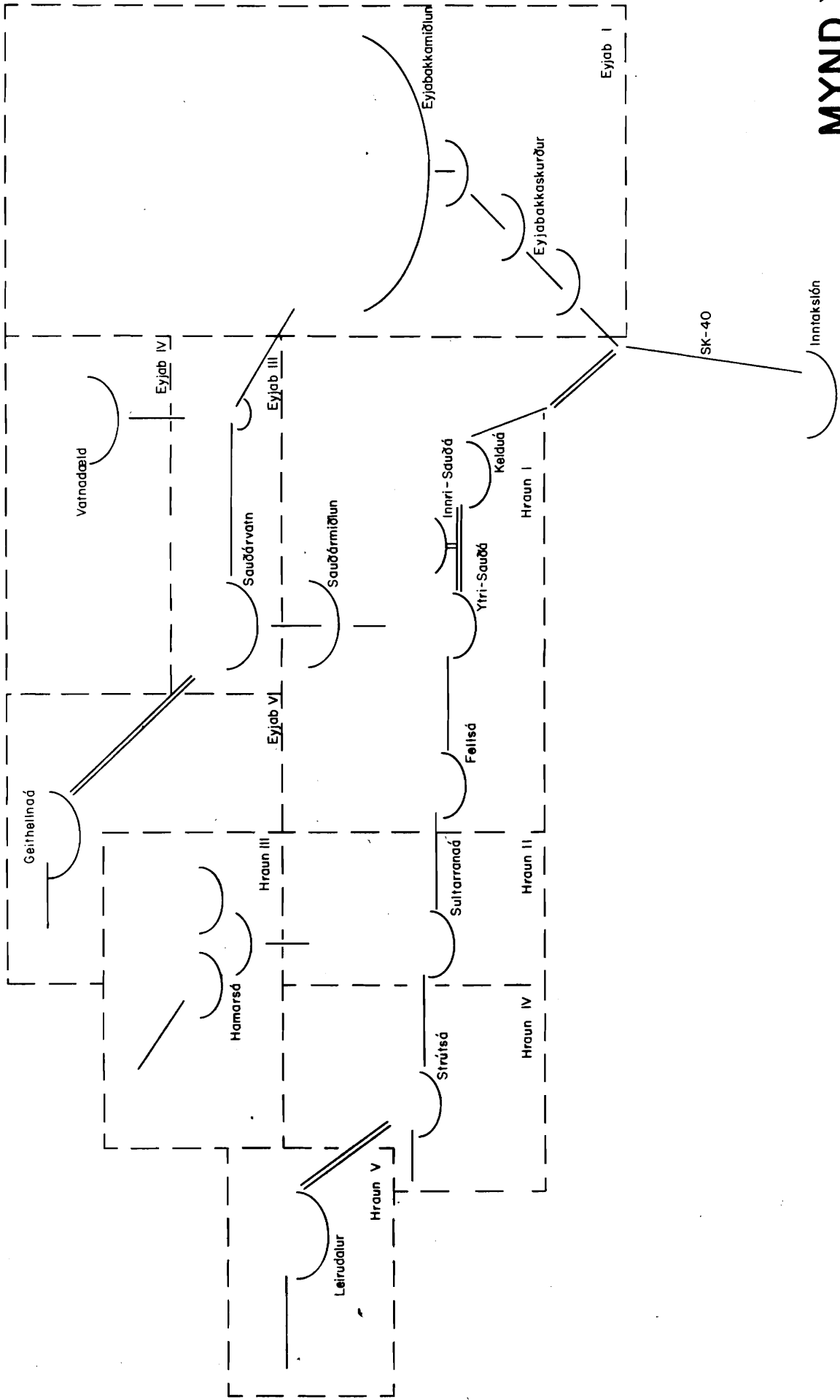
Úttak Eyjabakkamiðlunar er í farvegi jökulsárinnar, en á þann hátt nýtist miðlunin best. Tæpum 2 km neðan Eyjabakkastíflu er veitustífla (ST-1), sem markar upphaf veituskurðarins til Múlavirkjunar (Eyjabakkaskurður). Vatnsborð við skurðinntak er 622 m y.s. Eyjabakkaskurður er 15,5 km langur og veitir vatninu fram í Fossárvötn á Múla (inntakslón). Rétt neðan við Sníkilsvatn sameinast Eyjabakkaskurður Hraunaveitu, og nefnist hann þá Sk-40.

MYND 1

-  STÍFLA
-  GÖNG
-  SKURÐUR
-  LÓN



ORKUSTOFNUN	
AUSTURLANDSVIRKJUN - MÚLAVIRKJUN YFIRLITSKORT	
Sv.P.Ö.D.	79.06.27
8-334	F. 18531



MYND 2

ORKUSTOFNUN	
M Ú LAVIRKJUN	
Virkiunarkostir	
79.06.21.	SKP/Ó.D.
B-334	F.18525

TAFLA 1

Múlavirkjun
Miðlanir og miðlunarþörf

Virðjunarvalkostur	Miðlanir Gl						Miðlun alls		Miðlunarþörf	
	Inntakslón	Eyjabakkar	Sauðárvatn	Sauðármiðlun	Hamarsá	Leirárdalur	Gl	GWh	GWh	
									m	
Eyjabakkar I	5,1	307					312	407	439	0,93
Eyjabakkar II	5,1	388					393	514	529	0,97
Eyjabakkar II-A	5,1	514					519	679	529	1,28
Eyjabakkar III	5,1	388	7,0				400	524	560	0,93
Eyjabakkar III-A	5,1	514	7,0				526	689	560	1,23
Eyjabakkar IV	5,1	514	7,0				526	689	614	1,12
Eyjabakkar V	5,1	514	7,0				526	689	620	1,11
Eyjabakkar VI	5,1	514	7,0				526	689	672	1,03
Hraun I	5,1	514	7,0	44,2			570	747	772	0,97
Hraun II	5,1	514	7,0	44,2			570	747	820	0,91
Hraun III	5,1	514	7,0	44,2	22,0		592	776	887	0,87
Hraun IV	5,1	514	7,0	44,2	22,0		592	776	924	0,84
Hraun V	5,1	514	7,0	44,2	22,0	38,4	631	826	1005	0,82
Hraun VI	5,1	706	7,0	44,2	22,0	38,4	823	1076	1128	0,95

Á skurðleiðinni eru 2 veitulón (ST-2 og ST-3) en þau nýtast ekki til miðlunar. Skurðurinn er ekki hannaður sérstaklega með tilliti til ísvandamála. Mesta vatnshæð í inntakslóni virkjunarinnar er 597 m y.s. og við 2 m niðurdrátt fæst 5,1 Gl miðlunarrými. Inntakslónið samanstendur af tveim eða þrem aðskildum vötnum sem eru mynduð af fjórum stíflum. Vötnin eru tengd með skurðum, sem jafnframt er aðrennslis-skurður virkjunarinnar. Aðrennsliskurðurinn er 6,75 km langur að meðtöldum þeim hluta Fossárvatna, sem áætlað er að ekki þurfi að dýpka.

1.2 EYJAB -II

Athugað var hvernig auka mætti við EYJAB -I á hagkvæman hátt í smáum áföngum. Sú viðbót sem felst í EYJAB -II er veita frá Sauðárvatni í Eyjabakkamiðlun. Hér er um tvo veituskurði að ræða, Sauðárveitu frá Sauðárvatni í Kelduá og Kelduárveitu frá Kelduá í Eyjabakkamiðlun. Þessi viðbót eykur meðalafrennsli til virkjunarinnar um 4,6 m³/s. Miðað við vatnshæð 662 m y.s., eins og í EYJAB -IA vex árlegur hagnaður af virkjuninni um helming úr 194 Mkr í 387 Mkr.

1.3 EYJAB -III

Stífla í Sauðárvatni gerir mögulegt að veita vatni af vatnasviði Sauðárvatns yfir í Eyjabakkamiðlun, um Sauðár- og Kelduárveitur. Með því að hækka vatnsborð Sauðárvatns í 800 m y.s. fæst þar 18 Gl miðlun, miðað við 5 m niðurdrátt (Tafla 1). Ef vatnsborð við inntak Sauðárveitu er 798 m y.s. má miðla þangað 7 Gl. Þeir 11 Gl sem eru í miðluninni neðan 800 m y.s. nýtast síðar að fullu í Hraunaveitu.

Sauðár- og Kelduárveita eru hannaðar fyrir fimmfalt meðalrennsli. Meðalafrennsli af vatnasvæði Sauðárvatns er áætlað 1,8 m³/s og er gert ráð fyrir, að a.m.k. 1,3 m³/s nýtist til Eyjabakkamiðlunar, en 0,5 m³/s renni til Hraunaveitu.

Í EYJAB -III er gert ráð fyrir vatnshæð 662 m y.s. við Eyjabakka. Með frekari stækkun virkjunarinnar, en einnig vegna samkeyrsluáhrifa, vex miðlunarpörfin. EYJAB -IIIA er fyrir vatnshæð 665 m y.s., sem gefur 514 Gl miðlun miðað við 19 m niðurdrátt. Þeir virkjunarvalkostir sem á eftir fylgja byggjast á EYJAB -IIIA.

1.4 EYJAB -IV

Efst á vatnasvæði Jökulsár í Lóni er Vatnadæld. Í Vatnadæld eru þrjú vötn í 800-818 m hæð yfir sjó. Reiknað er með, að unnt sé að stífla útrennsli neðsta vatnsins, hækka yfirborð þess í 812,5 m y.s. og jafnframt opna skurð yfir í Kelduárvatn.

Vatnasvið Vatnadældarinnar er stækkað með þrem veitum: af Kollumúlaheiði; til norðausturs í Víðidalsdrög; og til suðvesturs í Vesturdalsdrög. Vatnasviðið verður við þetta um 24 km² og meðalafrennslið 2,6 m³/s.

Vatninu er veitt sem leið liggur um Kelduárveitu í Eyjabakkamiðlun. Flutningsgeta Kelduárveitu er fimmfalt meðalrennslið eins og áður.

1.5 EYJAB -V

Mögulegt er að stífla Geithellnavatn og veita vatninu um jarðgöng yfir í Sauðárvatn. Gert er ráð fyrir að gerð verði 12,5 m há stífla við Geithellnavatn, sem hækkar vatnsborðið um 10 m í 822 m hæð yfir sjávarmál. Ef miðlað er frá 820 m y.s. fæst 1,3 Gl miðlun. Fyrirhuguð jarðgöng eru 4850 m löng og flytja fimmfalt meðalrennsli.

Vatnasvið Geithellnavatns er aukið með veitu út Jökulhæð, en við það næst í vatn frá Þrándarjökli. Við þetta verður vatnasvið Geithellnaveitu um 29 km² og meðalrennslið 2,9 m³/s. Virkjunartilhögun EYJAB -V er EYJAB -IIIA að viðbættri Geithellnaveitu.

1.6 EYJAB -VI

Virkjunartilhögun EYJAB -VI er fullnýting allra veitumöguleika í Eyjabakkamiðlun, þ.e. EYJAB -IIIA með Sauðárveitu, Geithellnaveitu og Vatnadæld.

1.7 HRAUN-I

Í virkjunartilhögun HRAUN-I er gert ráð fyrir að stífla Ytri-Sauða um

5,5 km neðan Sauðárvatns. Áætluð vatnshæð er 743 m y.s. og geymslu-
rými 33 Gl miðað við 17 m niðurdrátt í lóni. Eigið vatnasvið Sauðár-
miðlunar er 25,6 km², sem er jafnt vatnasviði Sauðárvatns. Yfirfalls-
vatn frá Sauðárvatni rennur í Sauðármíðlun, en allt annað yfirfallsvatn
af Hraunum tapast virkjuninni.

Gert er ráð fyrir að stífla Fellsá í 636 m hæð með 16 m hárrí stíflu
og vatninu veitt þaðan um skurð SK-6 í Ytri-Sauða, sem er stífluð í
622 m hæð með 8 m hárrí stíflu. Frá Ytri-Sauða er vatninu veitt um
2460 m löng jarðgöng (G-2) í Kelduá. Í Innri-Sauða er áætluð 20 m há
stífla, en þaðan er vatnið leitt ofan í G-2 um hallandi göng. Kelduá
er stífluð í 585 m hæð með 22 m hárrí stíflu. Þar má nýta um 1,3 Gl
miðlun, en ekki er gert ráð fyrir miðlun við aðrar veitustíflur á
Hraunum. Frá Kelduá liggur veituskurður SK-5 að jarðgöngum G-1. Göngin,
sem eru 1420 m löng, enda í Eyjabakkaskurði í rúmlega 600 m hæð.

Allir veituskurðir á Hraunum eru reiknaðir fyrir 2,5 -falt meðalrennsli.
Vatnasvið Hraunaveitunnar er 155 km² og meðalrennslið 10,6 m³/s, þar
af eru 8,3 m³/s að mestu ómiðlaðir og renna beint í inntakslónið.

HRAUN-I er ofangreind veita af Hraunum, auk EYJAB -IIIA (514 Gl miðlun við
Eyjabakka við vatnshæð 665 m y.s.).

1.8 HRAUN-II

Virkjunartilhögun HRAUN-II er að öllu leyti eins og HRAUN-I, að viðbættri
veitustíflu í Sultarranaá og veituskurði SK-7 þaðan í Fellsá. Sultarranaá
er stífluð í 646 m hæð með 11 m hárrí stíflu. HRAUN-II eykur vatnasvið
Hraunaveitu um 32 km² í 187 km², og meðalrennslið vex um 2,2 m³/s í
12,3 m³/s. Miðlunarrýmið vex ekki, og hlutur ómiðlaðs vatns verður
meiri.

1.9 HRAUN-III

Efst á vatnasviði Hamarsár í um 790-825 m hæð eru nokkur lítil vötn,
sem eru nýtt til miðlunar. Upphaflega voru þarna fyrirhuguð þrjú

miðlunarlón, en vegna mikils kostnaðar var því breytt í eina 21 Gl miðlun, Hamarsá II, og aðra litla 1,1 Gl miðlun, Hamarsá I. Hamarsá III er nú aðeins veitustífla, sem ásamt SK-14 veitir vatninu yfir í farveg Sultarranaár.

Gert er ráð fyrir að byggður verði veituskurður (SK-12) upp undir Þrándarjökul. Á þennan hátt nýtist Hamarsárveitunni hluti af afrennsli jökulsins. Vatnasvið Hamarsveitu er áætlað tæpir 34 km² og meðalrennslið 3,2 m³/s.

1.10 HRAUN-IV

Stútsá má stífla í 678 m hæð yfir sjó með 5 m hárrí stíflu. Þaðan yrði vatninu veitt um SK-8 yfir í Sultarranaá. Vatnasvið Strútsár má auka um 3,7 km² með litlum skurðum í Hornbrynju. Við þetta verður vatnasvið Strútsár ofan stíflu 25,1 km² og áætlað meðalrennsli 1,8 m³/s.

Vatnasvið Hraunaveitu er nú orðið rúmlega 246 km², meðalafrennsli 17,8 m³/s og ársvatnið 561 Gl. Miðlunarmöguleikar á Hraunum eru af skornum skammti en þar er gert ráð fyrir alls 66 Gl miðlun, sem er um 12% af ársvatninu. Miðlunarrýmið má auka talsvert fram yfir það sem hér er gert ráð fyrir, en það verður varla án síaukins kostnaðar.

1.11 HRAUN-V

Efst á vatnasviði Grímsár eru Leirudalur, suðaustan Hornbrynju og Innri-Sauðá norðaustan hennar. Þessir staðir eru utan hins raunverulega Hraunasvæðis, en hugsanlegt er að veita vatni af þessum svæðum um 3,2 km löng göng (G-4) yfir á vatnasvið Strútsár og þaðan, sem leið liggur, um Hraunaveitu til Múlavirkjunar.

Gert er ráð fyrir 38 Gl miðlun í Leirudal, en þangað lægju veituskurðir frá Innri-Sauðá og úr Geitdalsá. Auk þess er áætlað að nýta vatnasvið þriggja lítilla vatna, sem eru sunnan Leirudals í 820-830 m hæð. Alls er því nýtt afrennsli af um 45 km² svæði með áætlað meðalrennsli 3,8 m³/s.

1.12 HRAUN-VI

HRAUN-VI er samkeyrsla allra virkjunarmöguleikanna, þ.e. EYJAB -VI og HRAUN-V, eins og þeim hefur verið lýst hér að framan. Til að fá betri orkunýtingu verður að auka miðlunina við Eyjabakka, og er gert ráð fyrir að miðla þar 706 G1, miðað við vatnshæð 669 m y.s.

2 VAFNAFRÆÐI

Afrennslissvæði Múlavirkjunar er skipt í 18 deilissvæði og eru áætluð vatnasvið og meðalrennsli þeirra sýnd í töflu 2. Mynd 4 sýnir afrennsli deilissvæðanna og mynd 3 vatnasvið þeira.

Allt vatnasvið virkjunarinnar er ofan 600 m y.s. og er meginhluti Hraunasvæðisins á milli 600 til 680 m hæðar að neðan og 900 til 970 m hæðar að ofan, að jöklunum undanskildum, en þar nær það yfir 1200 m y.s. Meðalhæð Hrauna er um 800 m y.s. og hækkar hún til austurs, en hæðarsviðið er víðast um 300 m.

Áætlanir um stærð vatnasviðsins ofan Eyjabakka hafa verið nokkuð ósamhljóða, en það er almennt álitid um 100 km² á jökli og 156 km² neðan jökuls. Afrennsli af jökli er áætlað 90 l/s/km² og neðan jökuls 57 l/s/km². Vatnasvið annarra deilissvæða var mælt á kortum Orkustofnunar í mælikvarða 1:20.000, en jökulhluti Kelduár svo og vatnasvið Þrándarjökuls í Hamarsárveitu og Geithellnaveitu var lauslega áætlað.

Meðalrennsli við Eyjabakka (R_E) er áætlað á grundvelli rennslis við Hól ($R_{HÓ}$) og í Bessastaðaá (R_B) á þann hátt að dregið er frá rennslisgildum við Hól gildi, sem svarar til viðbótarrennslisins á milli Eyjabakka og Hóls. Samkvæmt þessu er rennslið við Eyjabakka reiknað þannig:

$$R_E = R_{HÓ} - 2,9R_B, \text{ meðalrennsli} = 17,9 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (1963-'75)}$$

Þessi líking hefur þann meginókost, að þegar hlutfallslega mikið rennsli er í Bessastaðaá, eins og í vorleysingum, getur líkingin gefið neikvætt rennslisgildi.

Meðalrennsli allra annarra deilissvæða er áætlað út frá rennsli í Bessastaðaá. Fyrir virkjunartilhögun HRAUN-II er rennslið af Hraunum reiknað þannig:

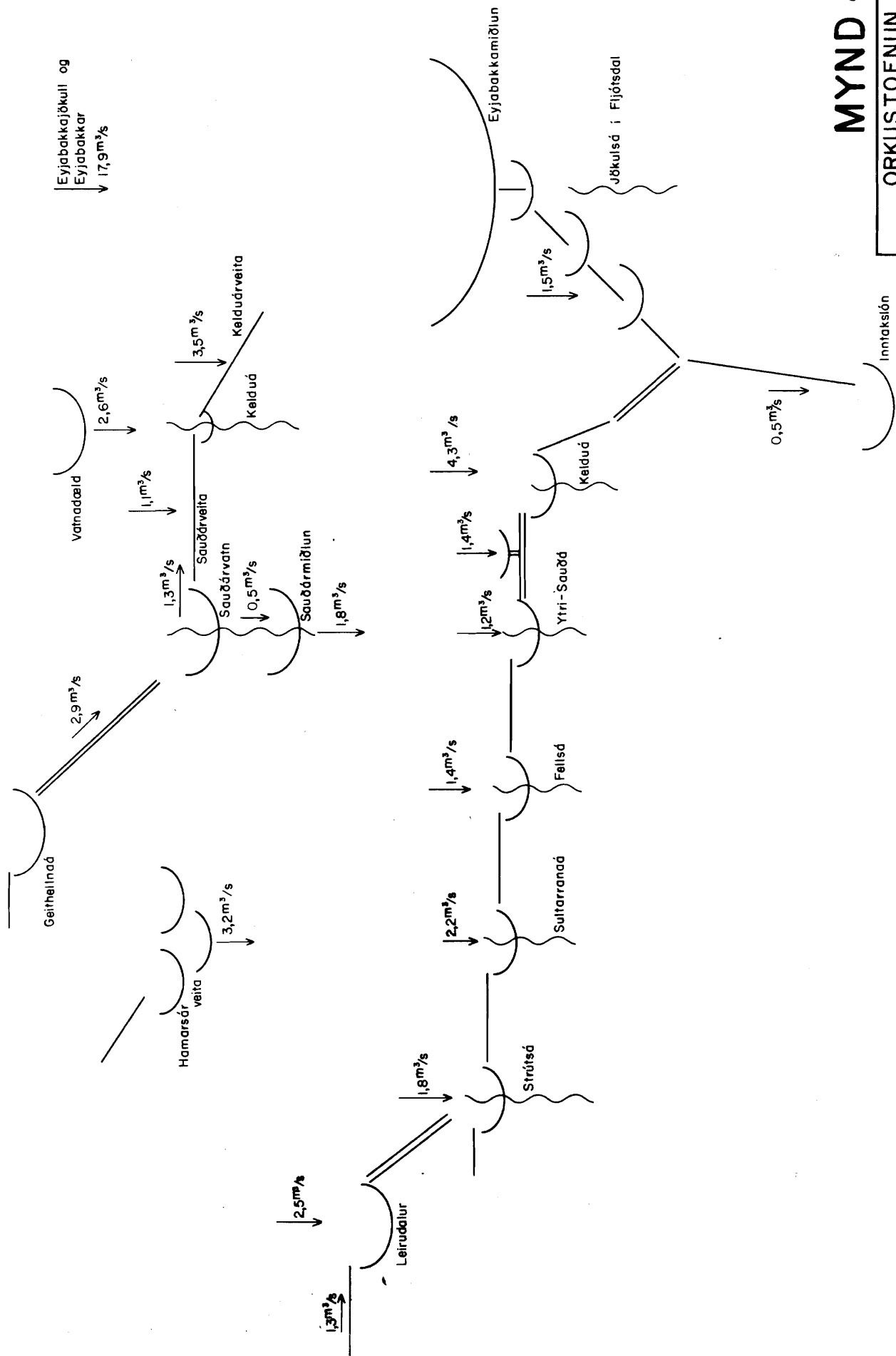
$$R_{HII} = 4,3 R_B, \text{ meðalrennsli} = 12,6 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (1963-'75)}$$

Ólíklegt er, að Hraunasvæðið hafi sömu rennsliseinkenni og vatnasvið Bessastaðaár. Samkvæmt rennslismælingum í Bessastaðaá (Vhm 034) og við Hól (Vhm 109)

TAFLA 2

Múlavirkjun
Meðalrennsli

	Meðalrennsli helstu deilisvæða				Ætlað meðalrennsli helstu virkjunarkosta, m ³ /s											
	Vatn km ²	Árennsli l/s km ²	Meðalrennsli m ³ /s	Ársvatn Gl	EYJAB I	EYJAB IIIA	EYJAB IV	HRAUN I	HRAUN II	HRAUN III	HRAUN IV	HRAUN V	HRAUN VI			
Geithellnaveita	28,6	100	2,9	91,4			9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0			
Vatnadæld	23,9	110	2,6	81,9		2,6										
Eyjabakkajökull	100	90	9,0	283,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0			
Eyjabakkar	156	57	8,9	280,4	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9			
Sauðárvatn	25,7	70	1,8	56,7			1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3			
Sauðárveita	17,2	65	1,1	34,7			1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1			
Kelduárveita	15/35,4	90/60	3,5	110,3			3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5			
Eyjabakka sk.	32,6	45	1,5	47,3			1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Innskot og Sk-40	13,2	40	0,5	15,8			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5			
Kelduá og Grjóta	71,1	60	4,3	135,5			4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3			
Innri Sauða	21,4	65	1,4	44,1			1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4			
Sauðarmiðlun	25,6	70	1,8	56,7			2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3			
Ytri Sauða	17,4	70	1,2	37,8			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2			
Fellsá	20	70	1,4	44,1			1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4			
Sultarranaá	31,7	70	2,2	69,3			2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2			
Strútsá	25,1	70	1,8	56,7						1,8	1,8	1,8	1,8			
Leirudalur	28,6/16,5	85/80	3,8	119,7								3,8	3,8			
Hamarsárveita	33,8	95	3,2	100,8					3,2	3,2	3,2	3,2	3,2			
Σ	738,8		52,9	1666,7	19,9	25,8	28,4	36,4	38,6	41,8	43,6	47,4	52,9			



MYND 4

ORKUSTOFNUN	
MÚLAVIRKJUN	
A frennli deilivæða	
79.06.21.	Sv. P / Ó.D.
B-334	F 18524

má búast við árstíðabundnu rennsli, með allsnörpum flóðum á vorin, litlu rennsli sumar og haust og þurrkum á veturnum. Næst Eyjabökkum (Kelduá-Múli) er hitafar og úrkoma sennilega nokkuð svipuð og er við Bessastaðaá. Þegar austar dregur á Hraun fer meira að gæta nálægðar við sjóinn og suðaustlægrar veðuráttar. Rennslistoppa sumar og haust fer að gæta samkvæmt því og gera má ráð fyrir meiri snjógeymslu. Því er gert ráð fyrir að afrennsli fari vaxandi er kemur austar og sunnar á svæðið. Möguleikar á vetrarblotum vaxa sömuleiðis, þó varla sé að búast við miklum vetrarleysingum vegna hárrar legu svæðisins.

Hæðardreifing á Hraunum er meiri en við Bessastaðaá, og er snjór á efsta hluta svæðisins að bráðna fram yfir mitt sumar. Leysingarvatn af Hraunum ætti því að dreifast á lengra tímabil en er við Bessastaðaá. Þetta gerir það að verkum, að hanna mætti veituskurði á Hraunum fyrir minna hámarksrennsli en annars væri. Hér hefur verið notast við þá reglu að reikna alla veituskurði á Hraunum fyrir 2,5-falt meðalrennsli. Ekki er þó víst að þetta sé hagkvæmasta hámarksrennslið í skurðunum.

Líkur benda til að rennslisdreifingin yfir árið sé ekki svo mjög takmarkandi fyrir orkuvinnslugetuna, heldur sé heildarafrennsli verstu vatnsáranna hinn takmarkandi þáttur. Í þessari áætlun eru notaðar 13 ára rennslisráðir frá Bessastaðaá, sem mældar hafa verið og áætlaðar fyrir tímabilið 1963/64-1975/76. Í rennslisröðum eru þrjú samliggjandi vatnsár, sem eru mjög slæm, þ.e. 1965/66-1967/68 og kemur það niður á orkuvinnslunni. Áhrifa þessa ára gætir minna ef notuð er 25 ára rennslisröð.

Um þessar mundir er unnið að endurmati á rennslisröðum fyrir Hraunaveitu. Þetta endurmat byggist fyrst og fremst á vatnshæðarmælingum í Kelduá og Fellsá frá 1977, athugunum á veðurfari á Teigarhorni, Hallormsstað og Höfn/Hólum í Hornafirði, og víðtækum rennslismælingum á Hraunum. Enn er of snemmt að segja til um niðurstöður þessara athugana, en ef að líkum lætur benda þær til aukins afrennslis og betri rennslisdreifingar, en nú er stuðst við. Stefnt er að því að þær athuganir gefi grundvöll að gerð rennslislíkans fyrir Hraunasvæðið, þannig að hægt verði að segja til um hagkvæmasta skurðpunkt aukins afrennslis/aukins kostnaðar til austurs og suðurs á svæðinu að gefnum öðrum forsendum.

3 HÖNNUNAR- OG KOSTNAÐARFORSENDUR

Hönnunarforsendur eru í megindráttum byggðar á hönnunarstöðlum fyrir forhönnun Austurlandsvirkjunar, sem gerðir voru af Almennu verkfræðistofunni, Virki og Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen árið 1977. Fáeinar breytingar hafa þó verið gerðar til einföldunar og er gerð grein fyrir þeim hér á eftir. Um önnur mannvirki en stíflur, skurði og jarðgöng, svo og allan útbúnað vísast til hönnunarstaðlanna. Kostnaðarforsendur eru einnig byggðar á ofangreindum stöðlum (HST.7), sem miða við verðlag í maí 1976. Í einingarverði er meðtalinn allur kostnaður við aðstöðu- sköpun, rekstur vinnubúða og annar kostnaður við mannhald og rekstur véla. Til viðbótar grunnkostnaði er bætt óbeinum kostnaði, sem reiknast 50% af áætluðum kostnaði til verksala. Tölur 3 og 4 sýna helstu einkennis- stærðir og kostnaðartölur veitumannvirkjanna. Heildarkostnaður veitumannvirkja hinna mismunandi virkjunarkosta er sýndur í tölfu 5. Allar kostnaðartölur innihalda óbeinan kostnað.

3.1 Skurðir

Reiknað er með, að á skurðleiðum sé að jafnaði efsti 1,5 m laus jarð- vegur eða lélegt graftrarhæft berg. Að öðru leyti eru skurðir sprengdir í klöpp. Flái í klöpp er 1:0,25 en 1:2,5 í yfirborðslögum. Botnbreidd er fastsett jöfn tvöföldu vatnsdýpi. Fríborð í sprengdum skurði er 1,5 m, en 2 m við stíflugarða meðfram skurðum. Ekki er gert ráð fyrir þétting- arkostnaði þar sem skurðir liggja um lek jarðlög. Reiknað er með að gröftur lausra jarðlaga kosti 518 kr/m³ og gröftur með rifjun 840 kr/m³. Ef talið er að um 1/4 af yfirborðslaginu þurfi að losa upp með rifjun, verður einingarverð lausra jarðlaga 600 kr/m³. Sprengingar eru áætlaðar á 2100 kr/m³ og stíflugarðar á 1600 kr/m³, án tillits til gerðar og stærðar. Stíflugarðarnir hafa innri fláa 1:1,6, ytri fláa 1:1,5 og 5 m krónubreydd.

Engar veðurathuganir né ísspár hafa verið gerðar á svæðinu. Af þessum sökum er ekki tekið sérstakt tillit til hugsanlegra þarfa fyrir vötn eða lón á veituleiðum, sem þjóna mun þeim eina tilgangi að taka við ísahrönnum að vetrarlagi.

Algengasti straumhraði í skurðum er 1,5 m/s, en leyfilegur straumhraði en annað hvort minni en 0,6 m/s eða meiri en 1,3 m/s. Í öllum tilfellum er miðað við 2,5-falt meðalrennsli, eða annað hámarksrennsli. Afrennslið er illa skilgreint vegna fárra mælinga og veðurfræðilegir þættir, sem áhrif hafa á ísamyndun, eru lítt þekktir. Því var ákveðið að sleppa áhrifum ísmyndunarinnar út úr þessari förathugun.

3.2 Stíflur

Gert er ráð fyrir að stíflur verði lagskiptar jarðstíflur, þar sem laust efni er nærtækt í stoðfyllingu, en að öðrum kosti grjótstíflur. Almennt er gert ráð fyrir að fjarlægja þurfi 1,5 m þykkt yfirborðslag undan allri stíflunni. Ekki er kostnaður reiknaður sérstaklega fyrir hvert lag stíflunnar, en heildarkostnaður við stíflugerðina er fundinn út frá rúmmáli fyllingar, sem er metinn á 1600 kr/m³. Í þessari upphæð er innifalinn kostnaður við þéttingu og hreinsun undir kjarna. Miðað er við, að nægilegt stífluefni sé að finna innan 2-3 km frá stíflustæðinu.

Við lauslega athugun á svæðinu virðist víðast þurfa að nota sprengt grjót í stoðfyllingu og er reiknað með að það komi að mestu leyti úr veituskurðunum. Veitustíflurnar eru flestar litlar og ætti yfirdrifið nóg efni að fást í þær úr skurðunum. Ekki er víst að bygging stíflanna haldist í hendur við gröft skurðanna og þyrfti þá að safna efni til stíflugerðarinnar. Ekki hefur verið tekið tillit til aukins kostnaðar sem af þessu kann að skapast.

Gert er ráð fyrir að nægilegt og gott efni sé fyrir hendi í þéttikjarna og síur, en efnisleit er enn ekki komin á það stig, að hægt sé að fullyrða þar um. Ef svo fer að ekkert nýtilegt kjarnaefni finnst innan hagkvæmrar fjarlægðar frá einhverjum stíflunum kann að vera tímabært að huga að froststíflum. Sú gerð af froststíflum, sem helst virðist koma til greina er með lokuðu Freon-kerfi, sem starfar sem sjálfvirk varmadæla er frystir kjarnann á veturna, en lokar varmastreyminu á sumrin með lofttappa.

Stærstu miðlunarstíflurnar eru með 6 m krónubreidd, innri fláa 1:1,8 og ytri fláa 1:1,6. Þessar stíflur eru við Eyjabakka, Sauðárvatn, Sauðármíðlun, Leirudal og inntaksstíflan við Fossárvötn. Eyjabakkastífla

TAFLA 5

Múlavirkjun
Heildarkostnaður veitumannvirkja

	EYJAB-I	EYJAB-IIIA	EYJAB-IV	HRAUN-I	HRAUN-II	HRAUN-III	HRAUN-IV	HRAUN-V	HRAUN-VI
Geithellnaveita									1509
Vatnadæld I			305						305
Vatnadæld II			153						153
Vatnadæld III			313						313
Sauðárvatn St.		239	239	239	239	239	239	239	239
Sauðárveita		162(13)	162	162	162	162	162	162	205
Kelduárveita		330(30)	397(48)	330	330	330	330	330	428
Eyjabakkast. *	1440	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	3993
Stífla St.-1	177	177	177	177	177	177	177	177	177
Skurður Sk-1	90(25) **	98(30)	108(36)	106(35)	108(36)	111(38)	115(40)	119(42)	123(44)
St-2	239	239	239	239	239	239	239	239	239
Sk-2	365	386	410	406	410	418	426	434	442
St-3	189	189	189	189	189	189	189	189	189
Sk-3	335	360	390	385	390	400	411	421	432
Sk-4	62	68	76	75	76	78	80	82	84
Sk-40	412(26)	428(32)	447(38)	460(42)	468(43)	525(51)	533(52)	558(55)	602(60)
Aðrennslissk.	780	917	1057	1151	1178	1355	1378	1435	1581
Inntaksst. *	1405	1405	1405	1405	1405	1405	1405	1405	1405
Frárennslissk.	290	350	404	440	449	516	525	546	605
Sk-5				122(26)	138(32)	158(40)	165(44)	165	165
Jarðgöng G-1				425	444	492	512	512	512
Kelduá St.				784	784	784	784	784	784
G-2				545(16)	625(21)	720(29)	796(34)	796	796
Innri Sauða St.				171	171	171	171	171	171
Ytri Sauða St.				86	86	86	86	86	86
Sauðarmiðlun St. *				1020	1020	1020	1020	1020	1020
Sk-6				74(4)	115(9)	140(17)	160(22)	160	160
Fellsá St.				194	194	194	194	194	194
Sk-7					262(6)	305(14)	339(18)	385(25)	385
Sultará St.					90	90	90	90	90
Sk-8							160	240	240
Strútsá St.							58	58	58
Sk-9							18	18	18
Sk-12						80(3)	80	80	80
Hamarsá-I St.						38	38	38	38
Hamarsá-II St. *						395	395	395	395
Hamarsá-III St.						73	73	73	73
Sk-13						2	2	2	2
Sk-14						217(8)	217	217	217
G-4								903(10)	903
Leirdalur St. *								653	653
Sk-10								450	450
St-13								43	43
St-14								24	24
St-15								110	110
Sk-11								10	10
Vegagerð, húð o. fl.	900	940	1125	1140	1170	1260	1320	1440	1765
Kostnaður alls Mkr.	6684	8926	10236	12965	13559	15009	15527	18093	22466

* Safnpunktur

** (25): Skurðurinn er hannaður fyrir 25 m³/s rennsli.

verður eflaust jarðvegsstífla með stoðfyllingu úr ármöl og skriðugrjóti. Stíflan í Leirudal verður jarðvegsstífla og inntaksstíflan að einhverju leyti, en einnig má búast við að þar verði notast að hluta til við uppgröft úr aðrennslisskurði. Líkur benda til að aðrar stíflur verði grjótstíflur með stoðfyllingu, sem að mestu yrði sprengt grjót, unnið úr sérstökum námum, og úr veituskurðunum.

Styrkur stíflunnar byggist að mestu á stoðfyllingunni og í grjótstíflum er skerstyrkur stíflunnar nokkuð jafn skerstyrk grjótfyllingarinnar. Grjótfyllingin er að öllu jöfnu mjög lek og þar myndast ekki poruþrýstingur, sem ógnar stíflunni. Grjótfyllingin hefur ekki samloðun og er skerstyrkurinn því aðeins háður viðnámshorni efnisins.

Ef gert er ráð fyrir að grjótfyllingin sé sprengt grjót má áætla viðnámshorn hennar $\phi = 45-50^\circ$, miðað við að poruhluti sé 25 (mynd 5). Stíflufláinn er eins og skerstyrkurinn, í þessu tilfelli, einfalt samband af ϕ og þeim öryggisstuðli sem sóst er eftir. Mynd 6 sýnir þetta samband og samkvæmt því er stífla með fláa 1:1,5 með öryggisstuðul 1,5-1,8 og fyrir fláann 1:1,6 er öryggisstuðullinn 1,6-1,9. Þetta verður að teljast nokkuð öruggt fyrir lágar stíflur, eins og veitustíflurnar eru allar og aðrar miðlunarstíflur en að ofan greinir.

Yfirhæð er hér miðuð við mestu vatnshæð í lóni. Yfirhæð er 4 m í Eyjabakkamiðlun; 3 m í inntakslóni, í Kelduá og í Sauðármiðlun; og 2,5 m í Sauðárvatni, Hamarsá I og II, Leirudal, Vatnadæld og Geithellnaá. Aðrar stíflur eru veitustíflur með nær ekkert lón að baki sér, og hafa 2 m yfirhæð eins og stíflugarðar meðfram skurðum. Öll yfirföll eru reiknuð sem 4 m há og verður það að teljast nokkuð ríflegt.

3.3 Jarðgöng

Reiknað er með að skurðir verði allt að 15 m djúpir að gangamunnum. Þetta er gert vegna vandamála, sem geta skapast við jarðgangagerð nærri yfirborði. Kostnaður við þessa skurði, svo og falltap í þeim er innifalið í kostnaði og falltapi jarðganganna. Gert er ráð fyrir að göngin séu steypufóðruð að 1/5 hluta lengdar sinnar, en án annarrar

styrkingar. Lágmarksþvermál er $d = 2,5$ m, en þvermálið er að öðru leyti reiknað út frá hönnunarrennsli (Q m³/s) skv.:

$$d = 1,174 \cdot Q^{0,414}, \text{ m.}$$

Kostnaðurinn er eingöngu háður þvermálinu og er fundinn skv.:

$$K = (2,2 \cdot d^2 + 20,6d + 37,4) \cdot 1,5 \text{ Mkr/km,}$$

og falltap skv.:

$$I = \frac{Q^2}{L \cdot R^{5/6} \cdot F} \text{ m/m,}$$

þar sem:

$$F = \text{Þverskurðarflatarmál skeifulaga ganga, m}^2.$$

$$R = 0,25d$$

$$L = 20,25/k^{1/3}$$

$$k = \text{hrýfni, m}$$

3.4 Stöðvarhús og aðliggjandi mannvirki

Fyrirkomulag aðrennslisganga, stöðvarhúss, aðkomuganga, frárennslisganga og frárennslisskurðar er í öllum atriðum tekið beint úr skýrslu Almennu verkfræðistofunnar "Austurlandsvirkjun, Múlavirkjun OS-ROD-7817".

Kostnaður þessara mannvirkja er reiknaður samkvæmt hönnunarstöðlum fyrir forhönnun Austurlandsvirkjunar.

Fyrirkomulag aðrennslisskurðar, inntakslóns og SK-40 er einnig samkvæmt ofangreindri skýrslu. Lauslegar athuganir á þessum mannvirkjum sýna að hægt er að þrefalda inntaksmiðlunina og auka rennslisöryggi skurðanna með vötnum, án verulegs viðbótarkostnaðar. Fullvinnsla þessara hugmynda býður nýrra hönnunarstaðla fyrir veituskurði, sem væntanlega taka mið af fyrirhuguðum veðurathugunum á svæðinu.



MÚLAVIRKJUN

Viðnámshorn sem fall af poruhluta

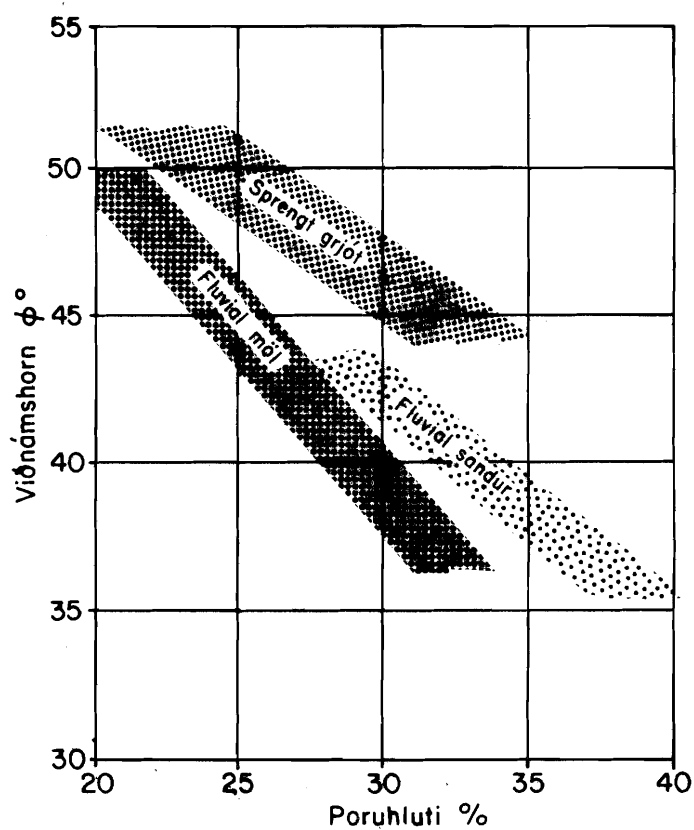
79.06.15.

Sv. P / GSJ

B - 334

F. 18514

MYND 5



(Heimild : Kjaernsli, 1970)



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

MÚLAVIRKJUN

ÖRYGGISSTUÐULL SEM FALL AF VIÐNÁMSHORN
OG FLÁA

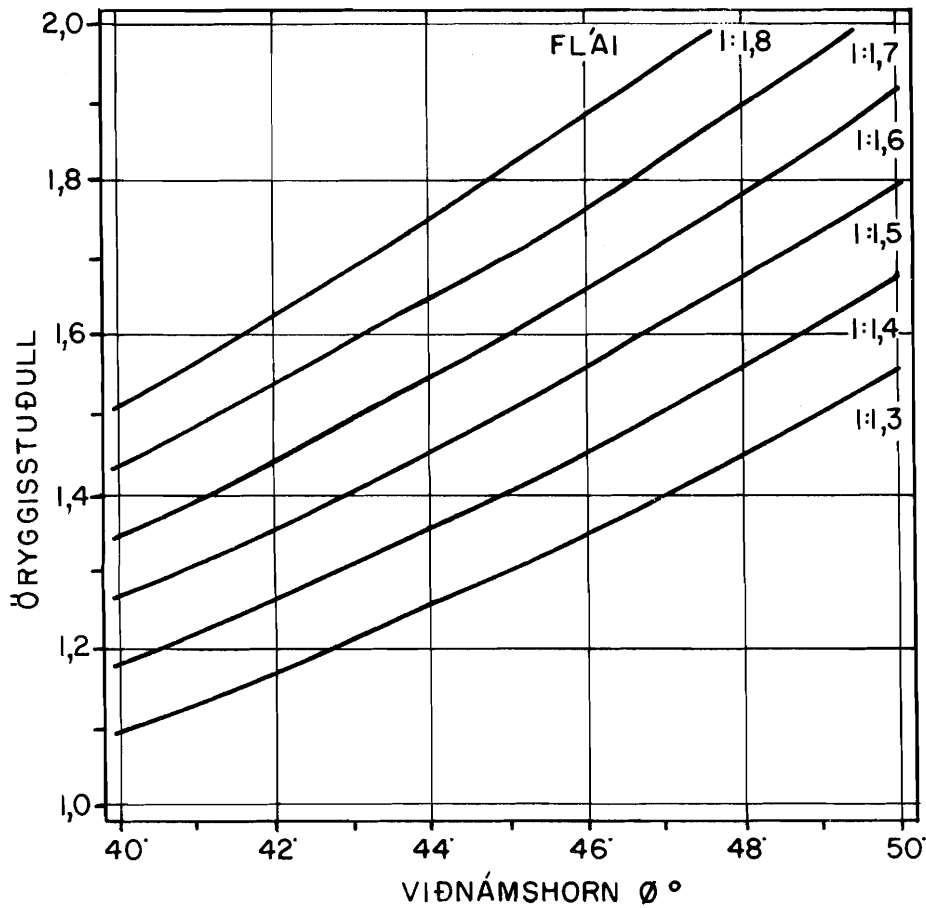
79.06.15.

Sv.p.Ó.D.

B-334

F.18515

MYND 6



4 ORKUVINNSLA OG ORKUKOSTNAÐUR

Allar kostnaðartölur eru miðaðar við verðlag í maí 1976. Orkuverð er miðað við að árlegur kostnaður verði 13,13% af stofnkostnaði. Í öllum tilfellum er miðað við að uppsett afl jafngild sem næst 6000 nýtingartímum á ári. Helstu einkennistölar er varða orkuvinnsluna og orkukostnað eru sýndar í töflu 6. Í töfluinni er stofnkostnaður og orkukostnaður einnig færður fram til verðlags í september 1977. Orkuverð í sept. 1977 er miðað við að árlegur kostnaður verði 10% af stofnkostnaði, sem gerir ráð fyrir 8% ársvöxtum og fullnýtingu virkjunarinnar á þrem árum.

Orkuvinnsla er orkuþörf miðað við ákveðinn orkustuðul, en orkuþörfin er framleidd orka að viðbættum orkuskorti, sem kann að skapast vegna vatnsleysis. Umframorka er aftur á móti einskis metin. Orkuvinnslan miðast eingöngu við tiltekna virkjunartilhögun, en ekki er tekið tillit til áhrifa á orkuvinnslukerfið í heild, þ.e. samtengingu við landskerfið. Orkuvinnsla verður því sú orka sem viðkomandi virkjunartilhögun getur eitt og sér aflað kaupendum forgangsorkunnar í lélegustu vatnsárunum.

Eins og getið var um í kafla 2 er notast við 13 ára rennslisröð, sem byggir á rennsli í Bessastaðaá. Í rennslisröðinni eru þrjú mjög léleg samliggjandi vatnsár, sem hafa veruleg áhrif á orkuvinnsluna, en orkuvinnslan virðist einmitt takmarkast af heildarvatnsbúskap lélegustu vatnsáranna, en mun minna af dreifingu rennslisins innan ársins.

Árlegur hagnaður af virkjunarkosti er miðaður við að söluverð orkunnar við stöðvarvegg sé 2,50 kr/kWh og að orkuskortur kosti orkusala 17,50 kr/kWh. Hagnaður er því skilgreindur samkvæmt:

$$\begin{aligned} \text{Hagnaður} &= 2,50 \text{ Mkr/GWh} \cdot \text{Orkuvinnsla} \\ &- 0,1313 \cdot \text{Stofnkostnaður} - 17,50 \text{ Mkr/GWh} \cdot \text{Orkuskortur}. \end{aligned}$$

Mynd 7 sýnir orkuvinnslu virkjunarkosta, sem fall af árlegum hagnaði. EYJAB-I gæti verið grunntilhögun Múlavirkjunar. Með tilliti til

Stækkunar virkjunarinnar og samkeyrsluáhrifa gæti verið hagkvæmt að byggja Eyjabakkamiðlun í fulla stærð með rúmlega 500 GJ hámarksmiðlun, ef stuttur tími líður á milli byggingaráfanga. Minni miðlun, með lægri stíflu, gefur minni orkuvinnslu en meiri árlegan hagnað, ef ekki er tekið tillit til samkeyrsluáhrifa.

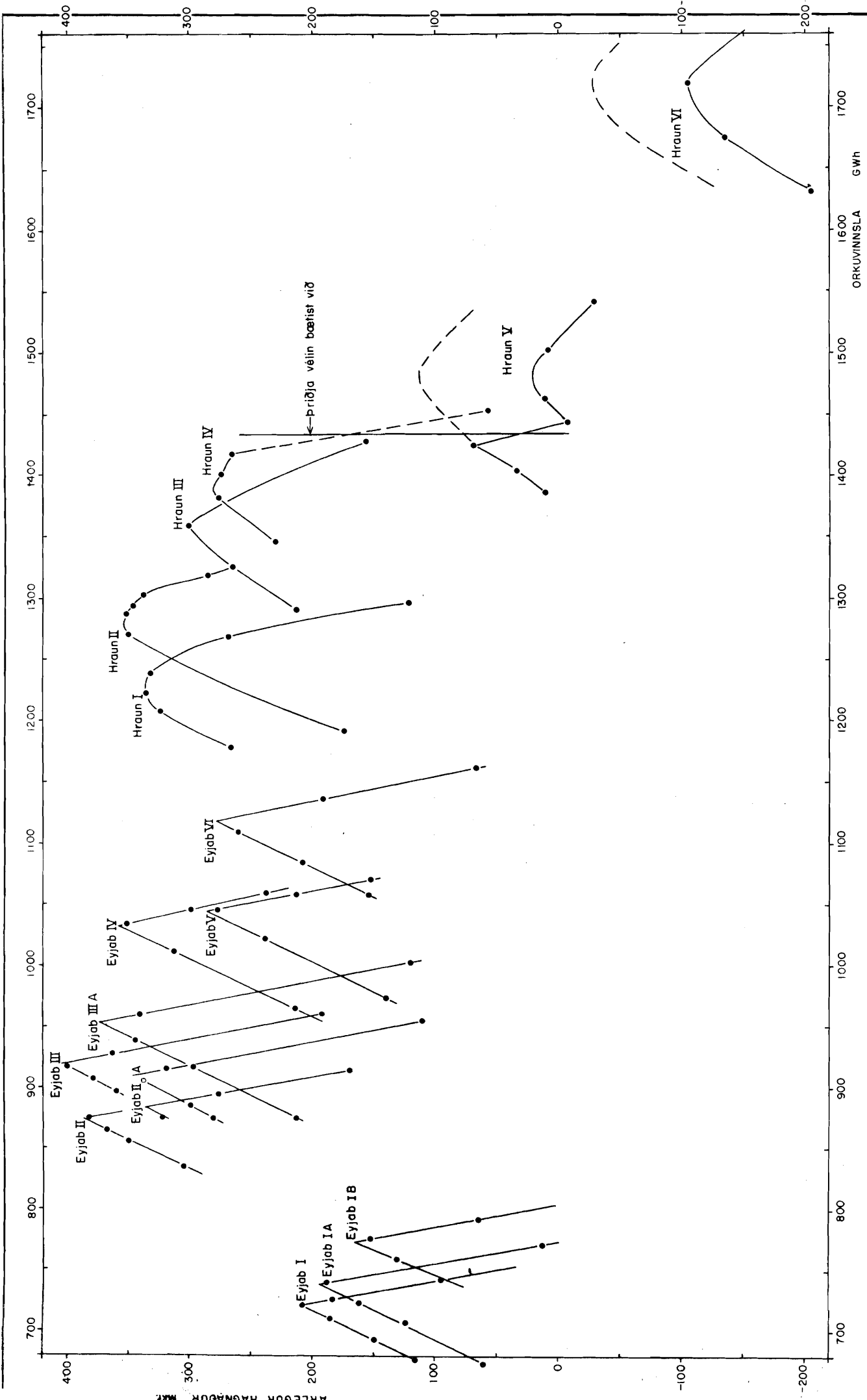
Ef fyrsti áfangi er virkjun jökulsárinnar einnar, með t.d. 307 GJ miðlun við 660 m vatnshæð í Eyjabakkamiðlun, EYJAB -I, fæst 720 GWh í árlegri orkuvinnslu og orkukostnaður verður 2,21 kr/kWh (Tafla 6). Hlutfall stofnkostnaðar og orkuvinnslu fyrir þennan áfanga er 16,7 Mkr/GWh/á (Tafla 7).

Annar byggingaráfangi gæti verið EYJAB -IIIA, með 514 GJ miðlun við 665 m vatnshæð í Eyjabakkamiðlun. Árleg orkuvinnsla vex í 952 GWh en orkukostnaður minnkar og verður 2,11 kr/kWh (Tafla 6). Hlutfallsaukning stofnkostnaðar og orkuvinnslu EYJAB-IIIA er 13,9 Mkr/GWh/á miðað við að EYJAB.-I sé komin á undan, en ef EYJAB -IIIA væri fyrsti áfangi virkjunarinnar yrði hlutfall stofnkostnaðar og orkuvinnsla 16 Mkr/GWh/á (Tafla 7).

HRAUN-II má hugsa sér sem þriðja byggingaráfanga Múlavirkjunar, með orkuvinnsluna 1280 GWh/á og orkukostnað 2,22 kr/kWh, sem er nærri sami orkukostnaður og er fyrir EYJAB-I, en orkuvinnslan hefur vaxið um 77%. Hlutfallsaukning stofnkostnaðar og orkuvinnslu er 16 Mkr/GWh/á miðað við EYJAB -I, en 18,5 Mkr/GWh/á miðað við EYJAB -IIIA.

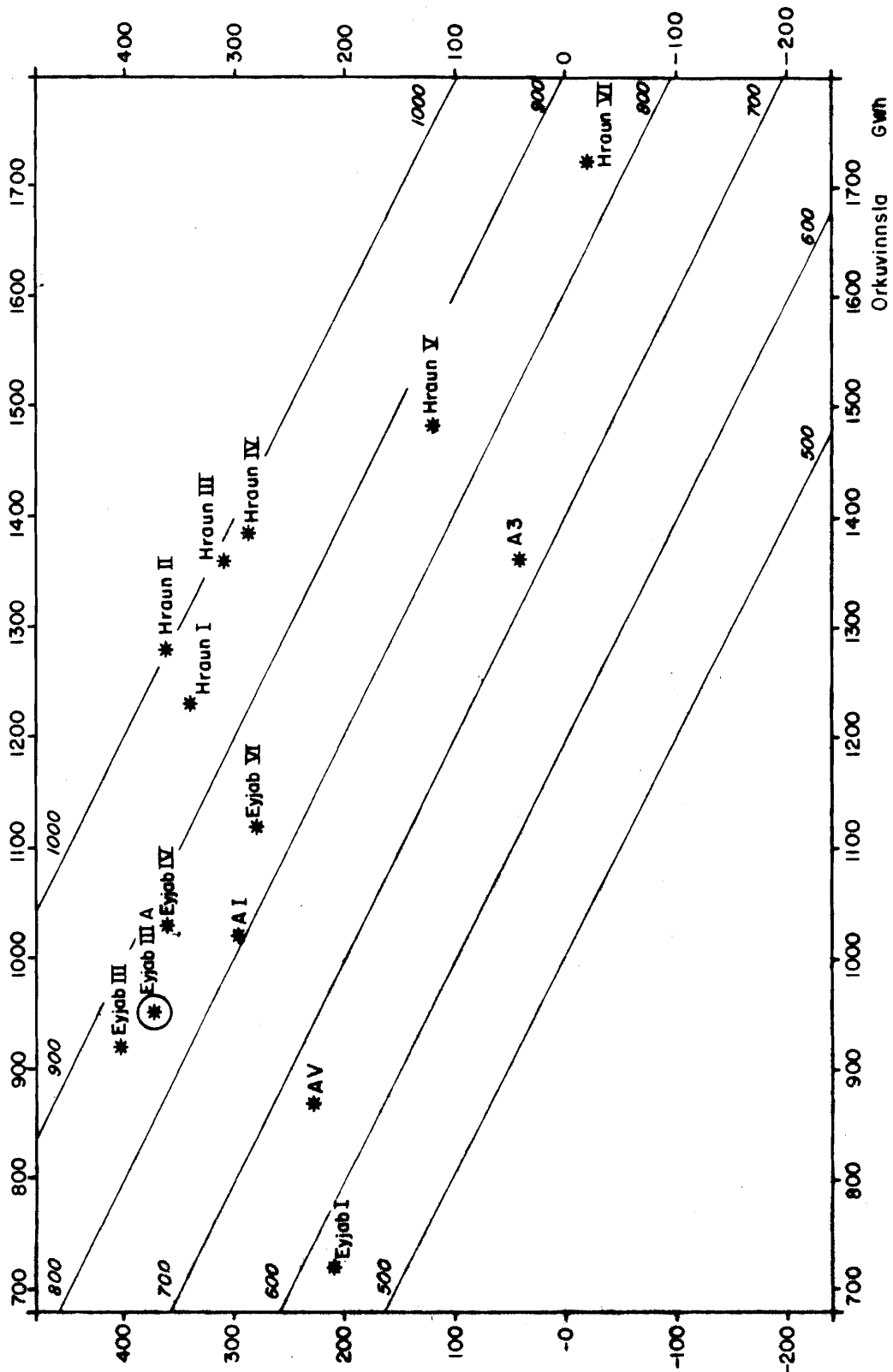
Frekari stækkanir Múlavirkjunar eru ekki eins hagkvæmar ef orkuverð er 2,50 kr/kWh. Miðað við þær takmörkuðu vatnafræðilegu forsendur sem hér er beitt virðist miðlun úr Vatnaðæld, EYJAB -IV, eðlilegur næsti áfangi, og eykur hann orkuvinnsluna um 80 GWh. Þetta er þó of lítill áfangi einn og sér, en hann gæti komið samtímis stækkun Hraunaveitu að Strútsá, HRAUN-IV. Orkuvinnslan væri þá orðin 1385 GWh/á og orkukostnaður 2,30 kr/kWh.

HRAUN-VI með veitum úr Leirudal og Geithellnaá má hugsa sem seinasta



ORKUSTOFNUN	
MÚLAVIRKJUN	
Orkuvinnsluferlar	
79 06 21	Sv. P. / Ó. D.
B - 334	F. 18523

MYND 7



MYND 8

79.09.21. Sv. R. / 00
B-334
F. 18522

ORKUSTOFNUN
Raforkudæild

MÚLAVIRKJUN
Jafnhagnaðaríniur

Jafnhagnaðaríniur (Mkr) fyrir orkuverð 3,00 kr./kWh

TAFLA 6

Múlavirkjun
Helstu einkennistöðlur

VIRKJUNARKOSTUR	EYJAB I	EYJAB IIIA	EYJAB IV	EYJAB VI	HRAUN I	HRAUN II	HRAUN III	HRAUN IV	HRAUN V	HRAUN VI	AV	A1	A3
Orkuvinnsla GWh/á	720	952	1032	1118	1228	1280	1358	1385	1480	1720	875	1020	1360
Orkustuðull	0,89	0,89	0,88	0,87	0,82	0,81	0,79	0,77	0,76	0,79			
Uppsett afl MW	120	158	172	186	204	213	225	231	247	287			
Kostn.veitur Mkr	6684	8926	10236	12154	12965	13559	15009	15527	18093	22466			
Kostn.stöð & fl.Mkr	5321	6306	6764	7001	7506	7745	8017	8100	8716	9687			
Stofnkostn. Mkr	12005	15232	17000	19155	20471	21304	23026	23627	26809	32153	14855		
Meðal rennsli m ³ /s	19,9	25,8	28,4	31,3	36,4	38,6	41,8	43,6	47,4	52,9			
Ársvatn Gl/á	627	813	895	986	1147	1216	1317	1373	1493	1666			
Kostnaðarauki Mkr/Gl/á	19,1	18,7	19,0	19,4	17,8	17,4	17,4	17,2	17,9	19,3			
Milðlun Gl	312	526	526	526	570	570	592	592	631	823			
Milðlunarstuðull	0,93	1,28	1,12	1,03	0,97	,091	0,87	0,84	0,82	0,95			
Hagnaður Mkr/á	208	374	358	280	338	356	302	282	114	-26	220	300	40
Orkukostnaður Kr/kWh	2,21	2,11	2,15	2,25	2,22	2,22	2,28	2,30	2,42	2,52	2,25	2,21	2,47
Stofnkostn. '77.09. Mkr	17527	22239	24820	27966	29813	31029	33532	34409	39055	46857	21688		
Orkukostn. '77.09. Kr/kWh	2,46	2,35	2,39	2,50	2,47	2,47	2,53	2,55	2,69	2,80	2,50	2,46	2,75

TAFLA 7

Múlavirkjun

Hlutfallsaukning stofnkostnaðar og orkuvinnslu (Δ Mkr/ Δ GWh/ár)

Virkjunartilhögun	Δ Mkr/ Δ GWh/ár	Miðað við virkjunartilhögun
EYJAB-I	16,7	*
EYJAB-IIIA	13,9	EYJAB-I
EYJAB-IIIA	16	*
EYJAB-IV	22,1	EYJAB-IIIA
EYJAB-VI	25,1	EYJAB-IV
HRAUN-I	19,0	EYJAB-IIIA
HRAUN-II	16	HRAUN-I
HRAUN-II	18,5	EYJAB-IIIA
HRAUN-III	22,1	HRAUN-II
HRAUN-IV	22,3	HRAUN-III
HRAUN-V	33,5	HRAUN-IV
HRAUN-VI	25,5	HRAUN-IV
HRAUN-VI	22,3	HRAUN-V

* Virkjunartilhögun er fyrsti áfangi

byggingaráfanga virkjunarinnar. Báðar þessar veitur byggja á miklum jarðgöngum og gætu að því leyti hentað vel í sama byggingaráfanga. Fullnýtt orkuvinnsla virkjunarinnar er áætluð 1720 GWh/á, uppsett afl 287 MW og orkukostnaður 2,52 kr/kWh.

Gert er ráð fyrir að mesta uppsett afl hveirrar vélasamstæðu sé 120 MW. Þeir virkjunarkostir, sem hér er fjallað um, gera flestir ráð fyrir tveim vélum. Þegar orkuvinnslan er orðin 1440 GWh/á kemur þriðja vélin inn í dæmið með talsvert auknum kostnaði og minnkandi hagnaði. Til samræmingar á innbyrðis orkuvinnslu- og hagnaðarsamanburði eru virkjunarkostir HRAUN-V og VI sýndir á mynd 7 með þrem vélum, og einnig tveim vélum (brotnir ferlar).

Á mynd 8 eru sýndir hæstu punktar orkuvinnsluferlanna á mynd 7, miðað við að orkuverð við stöðvarvegg sé 2,50 kr/kWh og einnig miðað við orkuverð 3,0 kr/kWh. Ef orkuverðið hækkar sem þessari hálfu krónu nemur verða allir virkjunarkostir Hraunaveitu sambærilegir við eða betri en EYJAB -IIIA, en HRAUN-II og III eru hagkvæmastir. Á sömu mynd (mynd C) eru til samanburðar sýndir hæstu punktar orkuvinnsluferla fyrir Múlavirkjun án Hraunaveitu (AV) frá Almennu verkfræðistofunni, Fljótsdalsvirkjun án Hraunaveitu (A-1), og Fljótsdalsvirkjun með Hraunaveitu (A-3), hvoru tveggja frá verkfræðistofunni Hönnun.

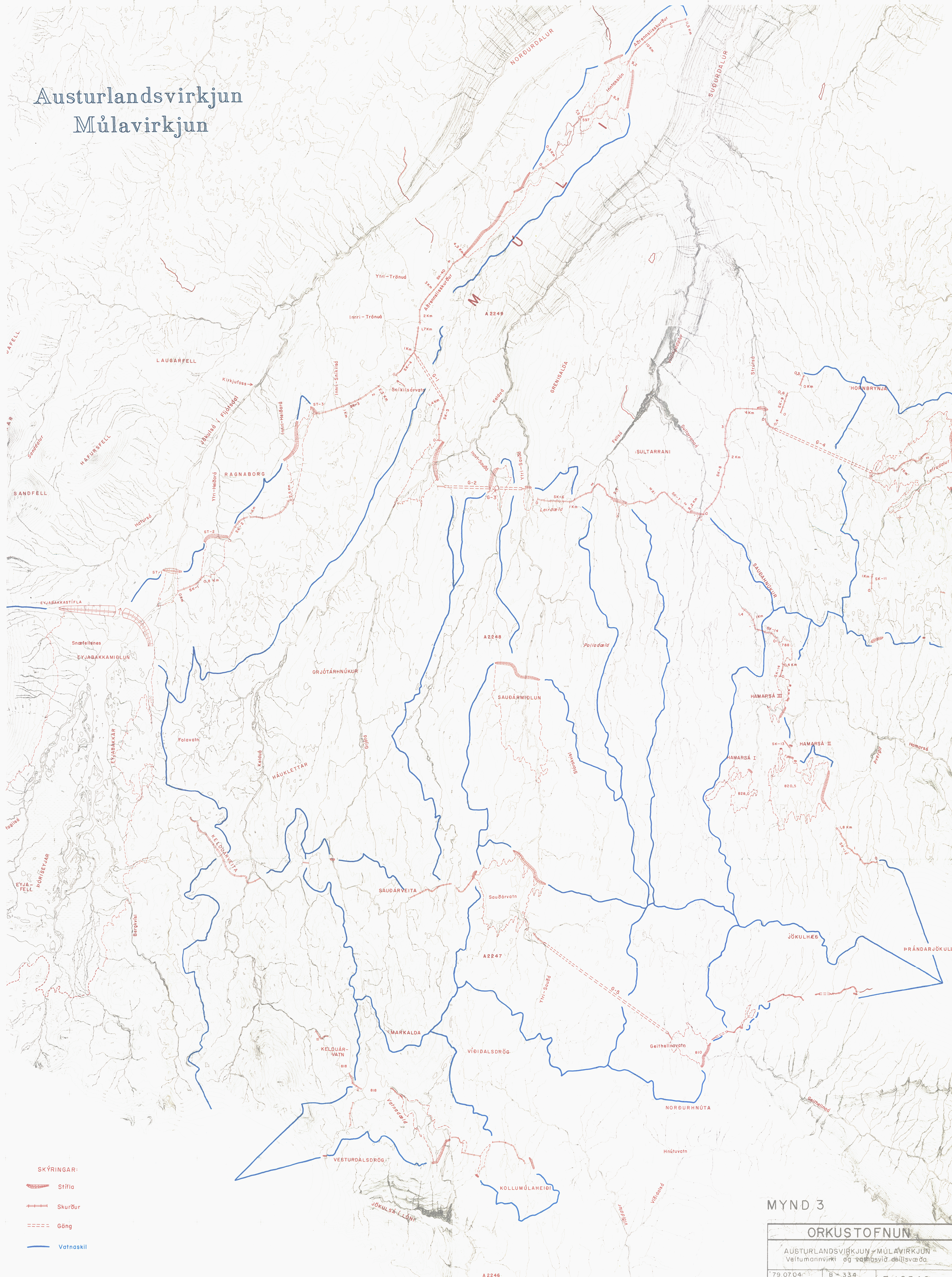
HEIMILDASKRÁ

Almenna verkfræðistofan hf., Virkir hf., Verkfræðistofa Sigurðar
Thoroddsen hf. 1977: Austurlandsvirkjun, hönnunarstaðlar fyrir
forhönnun. Handrit, Orkustofnun.

Almenna verkfræðistofan hf., Virkir hf., Verkfræðistofa Sigurðar
Thoroddsen hf. 1978: Austurlandsvirkjun, forathugun virkjana
á vatnasviðum Jökulsár á Fjöllum, Jökulsár á Brú og Jökulsár
í Fljótsdal (Hefti IV Múlavirkjun). Reykjavík, Orkustofnun
- Rafmagnsveitur ríkisins, OS-ROD-7817, (82) s.

Kjaernsli, B., 1970: General procedure in investigation, design and
control during construction of earth and rock-fill dams in
Norway. Norwegian Geotechnical Institute Publication 84.

Austurlandsvirkjun Múlavirkjun



SKÝRINGAR:

-  Stífla
-  Skurður
-  Göng
-  Vatnskil

MYND 3

ORKUSTOFNUN		
AUSTURLANDSVIRKJUN - MÚLAVIRKJUN		
Veitumannvirki og varðsvið deilsvæða		
79.07.04	B 334	F 18540
Sv. Þ / ÖB		

A 2246