

VERKFRÆÐISTOFA
SIGURÐAR THORODDSEN
MIKLUBRAUT 34 . REYKJAVÍK SÍMI 14578

VIRKJUN BOTNSÁR

30 MW

Desember 1962

VERKFRÆÐISTOFA
SIGURÐAR THORODDSEN
MIKLUBRAUT 94 . REYKJAVÍK SÍMI 14575

VIRKJUN BOTNSÁR

30 MW

Desember 1962

Rafornumálastjóri,
Laugavegi 118,
Reykjavík.

Hérmeð sendist yður greinargerð um virkjun Botnsár í Hvalfirði.

Virkjunarstærðin, 30 MW, er samkvæmt fyrirmælum yðar. Með þessari virkjunarstærð og þeirri miðlun, sem hér er gert ráð fyrir, getur orkuvinnslan verið 49 GWh á ári til jafnaðar.

Stofnkostnaður við þessa virkjun nemur samkvæmt áætluninni:

Orkuver	244 Mkr.
Flutningsvirki	<u>63 -</u>
Samtals 307 Mkr.	

og er þá gert ráð fyrir háspennulínu til Reykjavíkur. Þessi kostnaður felur í sér allan byggingarkostnað, tollar og skattar meðtaldir. Greiðslur á vatnsréttindum, landsspjöllum og þess háttar eru ekki innifaldar.

Af ýmsum virkjunartilhögunum, sem athugaverðar eru, völdum við eina úr og gerðum um hana kostnaðaráætlun. Í henni er gert ráð fyrir miðlun í Hvalvatni, inntaksstíflu við Glym, þrýstivatnspípu og ofanjarðarstöð ofan við Stóra-Botn. Er ekki þar með sagt, að þetta sé hagkvæmasta virkjunarleiðin, en áætlun um hana gefur mynd af virkjunarkostnaðinum, sem ekki ætti að breytast mikið til eða frá, þó að aðrar leiðir yrðu valdar.

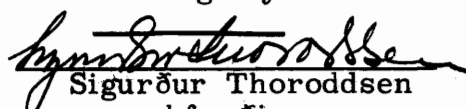
Af þeim tilhögunum öðrum, sem athyglisverðar eru og rétt þykir að athuga til samanburðar, má benda á virkjanir með neðanjarðarstöð rétt við og undir inntaki með frárennsli annars vegar út í Botnsá við Stóra-Botn á sama stað og hér er gert ráð fyrir og hins vegar út í Botnsárgljúfur neðan við Glym. Við þessa síðastnefndu tilhögun yrðu vatnsvegir mikið styttri, en fallið myndi minnka, en ekki er vitað hve miklu sú minnkun nemur, þar sem mælingar eru ekki til.

Aður en fullnaðarhönnun getur fram farið þarf að gera ýmsar rannsóknir og er nánar vikið að þessu atriði í greinargerðinni.

Það er álit okkar að vel komi til mála að virkja Botnsá, ef og þegar að því kemur, að aðkallandi verði að sjá fyrir toppafli, þar sem verðið er mjög sambærilegt við stofnkostnað dísilorkuvera. Sömuleiðis teljum við slíka virkjun geta komið að gagni sem varaafstöð í sambandi við rekstur alumíniumverksmiðju, er fengi orku sína frá svo ótryggu orkuveri, að búast mætti við allverulegum truflunum af ís og krapi, að það útheimti árlega svo mikla orkuvinnslu og hér er um að ræða.

Að endingu læt ég ekki hjá líða að geta þess, að greinargerðinni fylgir skýrsla eftir dr. Þorleif Einarsson, jarðfræðing, um jarðfræði virkjunarsvæðisins, og flyt ég honum þakkar Verkfræðistofunnar fyrir góða og þægilega samvinnu.

Virðingarfyllst


Sigurður Thoroddsen
verkfræðingur

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

	Bls.
0 HELZTU MANNVIRKI OG EINKENNISSTÆRÐIR	5
1 LÝSING STAÐHATTA	7
2 VIRKJUNARTILHÖGUN	7
3 RENNSLI OG MIÐLUN	8
4 AFL OG ORKA	8
5 MANNVIRKI	8
5.1 Hvalvatnsmiðlun	8
5.2 Virkjun Glyms	9
6 KOSTNAÐUR	11
7 UNDIRBÚNINGSRANNSÓKNIR	12
7.1 Landmælingar	12
7.2 Jarðkönnun	12
7.3 Vatnafræði	12
8 Dr. Þorleifur Einarsson: DRÖG AÐ JARÐFRÆÐI BOTNSDALS, HVALFELLS OG HVALVATNS (Virkjun Botnsár)	13
8.1 Inngangur	13
8.2 Jarðmyndanir	13
8.21 Tertiera basaltmyndunin	13
8.22 Kvarterar jarðmyndanir	14
8.3 Mannvirki	15
8.31 Jarðgöng Hvalvatn - Breiðfoss (göng II)	15
8.32 Stífla í Botnsá við Hvalvatn (stífla II)	15
8.33 Stífla í Botnsá ofan Glyms (stífla I)	16
8.34 Inntaksgöng (göng I), pípuleið og stöðvarhús	16
8.35 Stækkun vatnasvæðis Botnsár og Hvalvatns	16
8.36 Byggingarefni	16

Fylgiskjal 1	Botnsá. Vatnsmagn ársins '49-'60
" 2	Úrkomumælingar við Hvalvatn '49-'60
" 3	Flatarmál og rúmmál Hvalvatns
" 4	Flatarmál lóns og rúmtak þess ofan núverandi yfirborðs Hvalvatns
" 5-7	Uppdrættir nr. A-2431, A-2432, A-2433. Virkjun Botnsár 30 MW
" 8	Einlínutengimynd
" 9	Sundurliðaðar kostnaðaráætlanir
" 10-14	Jarðfræðiuppdrættir

0 HELZTU MANNVIRKI OG EINKENNISSTÆRÐIR

Yfirlit

Vatnafræði

Hvalvatn

Vatnasvið	34 km ²
Stærð	4,4 km ²
Rúmtak	300 Gl
Mesta dýpi	160 m

Hvalvatnsós

MQ	2,7 kl/s
HQ	~ 30 kl/s
MΣaQ ('49-'60)	85 Gl
HΣaQ ('49-'60)	111 Gl
LΣaQ ('49-'60) 57/58	41 Gl
ΣaQ 50/51	60 Gl
Notað lónrými	143 Gl
Niðurdráttur í lóni	30 m

Hvalvatnsmiðlun

Steypufóðruð jarðgöng

Lengd	2 km
Þverskurðarflötur	5,14 m ²
Fjarstýrðar lokur ofarlega í göngunum	2,4 x 2,4 m
Skurður neðan við jarðgöng	
Lengd	0,5 km

Virkjun Glyms

Stífla

Gerð	Grjótstífla með steypupekju vatnsmegin
Lengd	65 m
Mesta hæð	15 m
Krónuhæð	343 m y. s.

Stíflulón

Flatarmál (vb. í 340 m y. s.)	144.000 m ²
Lónrými við 2ja m niðurdrátt (340-338 m y. s.)	230.000 kl

Yfirfall

Gerð	Steypt renna við vesturenda stíflu
Hæð yfirfallsbrúnar	340 m y. s.
Lengd rennu	50 m
Flutningsgeta við vb. í 342 m y. s.	35 kl/s

Inntak

Hæð á þröskuldi	331,5 m y. s.
Inntaksop	3 x 4 = 12 m ²
Loka	hjólloka 2,4 x 2,4 m

Göng, steypufóðruð

Lengd	220 m
Þverskurðarflötur	5,14 m ²

Pípa

Gerð	Stálpípa á festlum og pendúlundirstöðum
Lengd	1200 m
Þvermál efst	2,20 m
Þvermál neðst	1,75 m

Orkuver

Gerð	Venjuleg ofanjarðarstöð
------	-------------------------

Fallhæð og falltap

Brúttófall, H _{Br}	265 m
(Yfirvatn 340 m y.s., undirvatn 75 m y.s.)	
Falltap (Q = 14,5 kl/s)	17 m
" " "	6,4 % af H _{Br}
Nettófall, H _n , (Q = 14,5 kl/s)	248 m

Vatnsvél

Francishjól á lóðréttum ás (með fráslagsventli)	
Afl (H _n = 248 m, Q = 14,5 kl/s)	43.500 hō
Snúningshraði	428 sn/mín

Rafall

Afl	33,33 MVA
cos φ	0,9
Spenna	10,5 kV
Snúningshraði	428 sn/mín

Aðalspennir

Spenna	10,5/138 kV
Afl	33,33 MVA

Háspennulína

Spenna	138 kV
Rásafjöldi	1
Lengd	50 km

Viðbót við Elliðaárspennistöð

Afl spennis	33,33 MVA
Spenna	138/34,5 kV

1 LÝSING STAÐHATTA

Botnsá kemur úr Hvalvatni. Samkvæmt uppdrætti ameríska hersins í mælikvarða 1:25 000 er það í 386 m hæð y. s., en á uppdráttum þeim, er við höfum haft með höndum og gerðir hafa verið á vegum raforkumálastjóra, er það talið í 378 m y. s. Á þeim uppdráttum er staðbundið hæðakerfi miðað við þá hæð á vatninu og í greinargerð þessari er miðað við hæðir þess kerfis.

Fyrst rennur áin norðan við Hvalfell og er þar 50-60 m fall á tæplega 3 km. Á þessari leið er lágur foss, Breiðfoss. Vestan við Hvallfell steypist Botnsá í háum fossi, Glym, ofaní þröngt gljúfur. Glymur er álitinn hæsti foss landsins, en ekki er okkur kunnugt um að hann hafi verið mældur. Gljúfrið er um 1 km að lengd og neðan við það er áin komin niður fyrir 100 m hæð y. s. Síðan rennur áin með minnkandi falli fram Botnsdal til sjávar í Botnsvogi. Lengstu þverár Botnsár eru Hvalskarðsá og Litlabotnsá.

Um jarðfræði vísast til greinargerðar dr. Þorleifs Einarssonar jarðfræðings.

2 VIRKJUNARTILHÖGUN

Hér er tekin til athugunar 30 MW virkjun. Til að fá svo mikið afl þarf að nota vatnsrennsli, sem er fimm til sexfalt meðalrennsli árinna. Til að fá miðlun að einhverju gagni verður að lækka vatnsborð Hvalvatns meira eða minna, því að há stífla við ósinn verður mjög löng. Það virðist því allavega vera eðlilegast að hafa inntaksstíflu virkjunarinnar ofan við Glym. Til eru mælingar raforkumálastjórnarinnar af tveimur pípulínunum frá Glym, annarri niður í 31,5 m hæð y. s., hinnari niður í 75 m y. s. Línan niður í 31,5 m y. s. er allt að helmingi lengri. Hér er gert ráð fyrir að virkja fallið niður í 75 m y. s. Við lauslegar athuganir virðist það hagkvæmara en að fara alla leið niður í 31,5 m y. s., og nákvæmir uppdrættir eru ekki til af fleiri möguleikum. Að sjálfsögðu verða gerðar nánari rannsóknir á því, hvaða fallhæð er hagkvæmust, ef svona virkjun verður gerð, en athuganir okkar benda til, að undirvatn í 75 m y. s. sé ekki fjarri lagi.

Sú virkjunartilhögun, sem hér er gert ráð fyrir, er í stuttu máli þessi:

Gerð verða göng frá Botnsá í um 340 m y. s. inn í Hvalvatn, svo að lækka megi vatnsborð þess um allt að 30 m. Lokur verða í göngunum ofarlega.

Ofan við Glym er grjótstífla með yfirfallsrennu. Ofan við stífluna er inntaksvirki á hægri bakka og þaðan jarðgöng gegnum hæðina vestan við Glym. Jarðgöngin opnast í um 325 m y. s. og þaðan er stálpípa niður að stöðvarhúsi í hvammi við Botnsá í um 80 m y. s. Stuttur frárennslisskurður er frá stöðvarhúsinu út í Botnsá.

3 RENNSLI OG MIÐLUN

Við upptök Botnsár er vatnasvið hennar 34 km², stærð Hvalvatns er 4,4 km². Síritandi vatnshæðarmælir hefur verið við upptökin síðan 1949 og hefur verið unnið úr mælingunum fyrir 11 ár. Á fylgiskjali 1 er skráð ársvatnið í þessi 11 ár. Meðalársvatnið, M₁aQ, er 85 Gl. H₁aQ á þessu tímabili er 111 Gl. Vatnsárið 50/51, sem talið er þurrt, er ársvatnið 60 Gl. En 57/58 er ársvatnið aðeins 41 Gl, og er það furðu lítið.

Úrkomumælar frá veðurstofunni eru við Hvalvatn. Niðurstöður úrkomumælinganna 1949-60 eru teknar saman á fylgiskjali 2. Eftir úrkomumælingunum að dæma gæti ársvatnið 57/58 verið eins mikið og 50/51, en hins vegar er sambandið milli úrkomunnar, þar sem hún hefur verið mæld, og ársvatnsins ekki svo einhlítt, að ástæða sé til að ætla að vatnsmælingin 57/58 sé vafasöm.

Ef virkjað er frá Glym, eins og hér er gert ráð fyrir, er hægt að lækka vatnsborð Hvalvatns um ca. 30 m, en það gefur 143 Gl miðlun, sbr. fylgiskjal 3. Ef stíflað væri upp í 390 m y.s., fengjust 60 Gl við vatnsborðshækkunina, sbr. fylgiskjal 4. Sú stífla yrði um 250 m löng og um 15 m á hæð.

Hér er gert ráð fyrir göngum inn í vatnið, þannig að lækka megi vatnsborðið um 30 m, þ.e.a.s. 143 Gl miðlun. Sú miðlun nægir til að nýta meðalrennslið í flestum árum.

Að sjálfsögðu fer miðlunarpörfin eftir því, hversu mikil orka skal vera örugg frá virkjuninni.

4 AFL OG ORKA

Greinargerð þessi fjallar um 30 MW virkjun, en það var sú virkjunarstærð, er tiltekin var og óskað var eftir að við gerðum áætlun um.

Stærðin 30 MW er valin með hliðsjón af því, að hún henti sem varaafli fyrir virkjun við Búrfell, er gerð kynni að verða með rekstur aluminiumverksmiðju fyrir augum.

Með virkjunartilhögun þeirri, sem við höfum valið, er virkjað rennsli 14,5 kl/s. Með því að nýta meðalrennslið, 85 Gl á ári, getur stöðin unnið við fullt álag, 30 MW, í um 1630 h/ári, en það svarar til að orkuvinnslan væri til jafnaðar um 49 GWh/ári.

5 MANNVIRKI (Fylgiskjöl 5-7. Uppdrættir A-2431, A-2432, A-2433)

5.1 Hvalvatnsmiðlun

Gert er ráð fyrir jarðgöngum inn í Hvalvatn. Að neðan enda þau í skurði í um 340 m hæð. Reiknað er með að göngin verði fóðruð alla leið. Eins og göngin eru teiknuð á uppdrætti A-2431 eru þau sennilega í tertíeru basaltlagi. Líklega yrðu göngin í þessu basaltlagi þó að þau væru stytt með því að færa þau nær Hvalfelli, sbr. skýrslu dr. Þorleifs Einarssonar jarðfræðings. Ráðgert er að hafa

lokur uppi við Hvalvatn, fjarstýrðar frá stöðinni. - Þverskurðarflötur ganganna er 5,14 m². - Ef könnun leiðir í ljós, að bergið er óhentugt fyrir jarðgöng, verður að gera stíflu og skurð til miðlunar. Það yrði e.t.v. nokkru dýrara, en í því tilfalli þyrfti ekki að gera ráð fyrir miklum ófyrirséðum kostnaði.

5.2 Virkjun Glyms

Stífla

Undirstaða stíflunnar virðist vera gott móberg og lítil lekahætta. Þverskurður stíflustæðisins er í jarðfræðiskýrslunni. Gert er ráð fyrir grjótstíflu, grjótið kemur úr jarðgöngunum inn í Hvalvatn. Vatnsmegin er steinsteypupekja á sand og malarlagi. Ofan við stífluna myndast lón, um 144.000 m² við venjulegt vatnsborð, 340 m y.s. Lónrými við tveggja metra niðurdrátt, 340 til 338 m y.s. er um 230.000 kl.

Yfirfall

Yfirfallið er renna við vesturenda stíflunnar. Nokkuð þarf að sprengja fyrir rennunni, en gert er ráð fyrir að hún sé steyppt. Ætlazt er til að rennan geti flutt 35 kl/s við tveggja metra yfirvatshæð, þ.e.a.s. vb. í lóni í 342 m y.s., en krónuhæð stíflunnar er 343 m y.s. Samkvæmt "Íslenskum vötnum" er HQ ~ 30 kl/s við Hvalvatnsós.

Inntak

Inntakið er í vesturbakka árinna, 30-40 m ofan við stíflu. Gert er ráð fyrir um 50 m löngum skurði inn í bakkann og venjulegu inntaksvirki í enda hans. Ráðgerð er fylling út að inntaksvirkinu, efni í hana fæst úr skurðinum. - Inntakslökan verður fjarstýrð frá stöðinni.

Göng

Frá inntakinu eru göng gegnum hæðina vestan Glyms. Gert er ráð fyrir að þau séu fóðruð, þverskurðarflötur: 5,14 m². Göngin eru í góðu móbergi, sbr. skýrslu dr. Þorleifs Einarssonar. Lengd ganganna er um 220 m.

Pípa

Frá göngunum er gert ráð fyrir stálpípu niður að stöðinni. Efst er þvermál hennar 2,20 m og þykkt 9 mm, neðst er þvermál 1,75 m, þykkt 28 mm. Lengd pípunnar er rúmlega 1200 m. Milli festlanna er gert ráð fyrir pendúlundirstöðum. Pípan er bæði á basalti og móbergi, en ekki ættu að vera nein vandræði með undirstöður. Loka er á pípunni við vatnsvélina.

Orkuver

Orkuverið er venjuleg ofanjarðarstöð. Gert er ráð fyrir öllu venjulegu húsrými og verður því ekki lýst nánar hér. Orkuverið er staðsett í hvammi við Botnsá í um 80 m hæð y.s.

Frárennslisskurður

Frá stöðinni er um 80 m langur frárennslisskurður út í Botnsá.

Reiknað er með, að venjulegt undirvatn sé í 75 m y. s.

Önnur byggingamannvirki

Gert er ráð fyrir vegi upp úr Botnsdal að stíflunni við Glym og upp að Hvalvatni.

Rafmagnslínu þarf að leggja frá stöðinni upp að Hvalvatni.

Íbúðir stöðvarvarða verða staðsettar einhvers staðar í grennd við stöðina.

Vélar og rafbúnaður í orkuveri

Vatnsvélin er af Francis gerð, með lóðréttum ás. Astimplað afl er 43 500 hö og snúningshraði 428 sn/mín. Við aðfærslupípuna, rétt ofan við lokann að vatnsvélinni, er tengdur frásláttarloki, sem stjórnað er frá gangráði vatnsvélarinnar, þannig að ef álag hverfur skyndilega af stöðinni, t. d. vegna þess að línan leysir út eða af öðrum þvílíkum orsökum, opnar frásláttarlokinn vatninu leið út úr þrýstivatnspípunni um leið og vatnsvélarlokinn lokar. Frásláttarlokinn lokar því næst aftur fyrir vatnið, en nægilega hægt, til þess að þrýstingsaukningin á pípunu verður ekki óleyfilega mikil.

Rafalinn er ástengdur vatnsvélinni. Astimplað afl hans er 33,33 MVA; $\cos \varphi$ 0,9 (gert er ráð fyrir að stöðin sé varastöð fyrir aluminiumverksmiðju), spennan 10,5 kV, og snúningshraðinn að sjálfsögðu 428 sn/mín, eins og vatnsvélarinnar.

Rafbúnaður stöðvar. Á fskj. 8 er sýnd einlínutengimynd fyrir stöðina. Rafalinn er tengdur við aðalteina stöðvarinnar, sem eru innanhúss, og hafa 10,5 kV spennu. Eiginnotkun sjálfs orkuversins er tekin frá aðalteinum um tvo 300 kVA spenna, 10,5/0,4 kV; eru þeir búnir sjálfvirkri spennustillingu undir álagi. Orka fyrir inntaksvirkin og miðlunarstífluna við Hvalvatn er einnig tekin frá aðalteinum um spenni 50 kVA; 10,5/11 kV og leidd um 11 kV háspennulínu samtals 3,9 km að lengd að mannvirkjum þessum, þar sem spennan er lækkuð í 400 V í 11/0,4 kV spennu, 25 kVA að stærð, á hvorum stað.

Flutningsvirki

Spennistöð við orkuverið er staðsett utanhúss. Í henni er einn spennir, 33,33 MVA; 10,5/138 kV, auk rofa, mæla og annars búnaðar (sjá einlínumynd).

Háspennulínan hefur 138 kV spennu og er byggð á tvöföldum trémöstrum. Lega hennar er hugsuð þannig, að frá stöðinni liggur hún út Botnsdal, út með Múlafjalli, fyrir mynni Brynjudals og lítið eitt út með Hvalfirði. Síðan um Reynivallaháls yfir í Kjós, þá fram Kjós og um Svínadal yfir í Mosfellsdal og þaðan sem leið liggur um neðri hluta Mosfellssveitar að Elliðaám, þar sem hún tengist núverandi spennistöð. Lengdin er um 50 km.

Viðbót við Elliðaárspennistöð. Gert er ráð fyrir að línan tengist 138 kV teinunum í núverandi aðalspennistöð við Elliðaár. Í þá spennistöð þarf að bæta einum spenni, 33,33 MVA, vegna tilkomu virkjunarinnar, og er kostnaður við þá viðbót meðtalin í kostnaðaráætlun.

Vera má að heppilegra þyki að tengja háspennulínuna beint við tengivirki aluminiumverksmiðju í stað þess að leiða orkuna fyrst um núverandi Elliðaárspennistöð. Kostnaðarlega breytir það litlu hvor leiðin er valin.

6 KOSTNAÐUR

Kostnaðaráætlunin nær til alls kostnaðar við mannvirkin að meðtöldum tollum og sköttum, annars en þess, er leiðir af öflun vatnsréttinda, réttar til efnistöku og landsspjöllum.

Verð á vélum og rafbúnaði er áætlað á raforkumálaskrifstofunni.

Að venju er bætt við liðum vegna ófyrirséðra hluta, umsjónarkostnaði og vaxtatapi á byggingartíma. Þessir liðir eru áætlanir sem hér segir:

1. Ófyrirséð: 20% af beinum kostnaði.
2. Umsjónarkostnaður: 8% af beinum kostnaði að viðbættum ófyrirséðum kostnaði.
3. Vaxtatap á byggingartíma. $8\frac{1}{2}\%$ af beinum kostnaði að viðbættum ófyrirséðum- og umsjónarkostnaði.

Fyrsti liðurinn er nokkuð hár, einkum vegna þess að ókannaðar eru aðstæður um jarðgöngin inn í Hvalvatn.

Hér á eftir fer kostnaðaryfirlit, en sundurliðaðar kostnaðaráætlanir eru á fylgiskjali 9.

Stofnkostnaður, yfirlit

Hvalvatnsmiðlun, byggingarmannvirki	35,58 Mkr.
Virkjun Glyms, " "	76,57 "
Vélar og rafbúnaður	61,20 "
Orkuver, beinn kostnaður	173,35 Mkr.
Ófyrirséð, um 20%	34,65 "
	208,00 Mkr.
Umsjónarkostnaður, um 8%	17,00 "
	225,00 Mkr.
Vextir á byggingartíma, um $8\frac{1}{2}\%$	19,00 "
Orkuver, heildarkostnaður	244,00 Mkr.
Flutningsvirki, beinn kostnaður	44,70 Mkr.
Ófyrirséð, um 20%	8,90 "
	53,60 Mkr.
Umsjónarkostnaður, um 8%	4,40 "
	58,00 Mkr.
Vextir á byggingartíma, um $8\frac{1}{2}\%$	5,00 "
Flutningsvirki, heildarkostn.	63,00 Mkr.

7 UNDIRBÚNINGSRANNSÓKNIR

7.1 Landmælingar

Auk herforingjaráðsuppdrátta og uppdráttar, er ameríski herinn hefir látið gera í mælikvarða 1:25 000 með 10 m hæðalínum, eru til uppdrættir raforkumálastjóra af Hvalvatni og Botnsá frá Hvalvatni að Glym í mælikvörðum 1:2500 og 1:5000. Mælingar af tveimur pípuleiðum og stöðvarhússtæðum í mælikvarða 1:1000 og 1:500.

Heildaruppdráttur af virkjunarsvæðinu er ekki til, en hann þarf að gera auk hlutauppdrátta, þar sem mannvirki verða. Uppdráttur þessi þarf að ná yfir Botnsárgljúfur neðan við Glym, niður að Stóra-Botni og auk þess yfir þau svæði, sem hugsanlegt er að auka vatnasvið Hvalvatns um. Hann þarf einnig að ná til vegarstæðis upp að vatninu.

7.2 Jarðkönnun

Dr. Þorleifur Einarsson hefir gert grein fyrir jarðlögum við Botnsá og Hvalvatn í skýrslu þeirri, er fylgir hér með. Enda þótt þarna hátti svo til, að jarðlagaskipan sé nokkuð ljós, þarf að sjálfsögðu að kanna eiginleika berggrunnsins á þeim svæðum, er mannvirki koma. Má þar sérstaklega nefna gangastæðin upp við Hvalvatn og við Glym og ennfremur og ekki síður stæði fyrir neðanjarðarvirkjun við Glym. Þetta verður auðvitað ekki gert nema með borunum.

Leit að byggingaefni þarf að framkvæma. Líklegt má telja, að steypuefni finnist í malarhjöllum í Botnsdal, en ganga þarf úr skugga um gæði þess og magn.

7.3 Vatnafræði

Sjálfsagt er að halda rennslismælingum áfram og ganga svo frá þeim mælingum, að þeim verði treyst. Er þetta sagt hér af því tilefni, að okkur þykir mælingar vatnsrennslisársins 57/58 grunn- samlegar og höfum ekki geta fundið skýringu á því, hve lágt rennslið mældist það ár, er við teljum að öllu viðunandi.

8 Þorleifur Einarsson:

DRÖG AÐ JARÐFRÆÐI BOTNSDALS, HVALFELLS

OG HVALVATNS (Virkjun Botnsár)

8.1 Inngangur

Jarðfræðiathuganir þær, sem hér greinir frá, voru gerðar síðla sumars 1962 á vegum raforkumálastjóra í sambandi við áætlun um virkjun Botnsár. Virkjunaráætlunin er gerð af Sigurði Thoroddsen verkfræðing.

Botnsá kemur úr Hvalvatni og fellur síðan norðan Hvalfells ofan í Botnsdal og út í Botnsvog í Hvalfirði. Í Botnsá eru nokkrir fossar. Mestur þeirra er Glymur um 200 m að hæð. Aðrir fossar eru Breiðfoss um 1 km neðan Hvalvatns og Folaldafoss skammt suðaustur frá bænum í Stóra-Botni. Báðir eru fossar þessir lágir. Meðalrennsli í Botnsá er 2,7 kl/s.

Hvalvatn liggur í kvos milli Botnsúlna (1093 m) að sunnan, Hvalfells (852 m) að vestan og Veggja (582 m) að norðan. Vatnið er í 386 m y. s. Það er 4,4 km² að stærð og mesta dýpi er 160 m. (Mælingar á vatnsrennsli Botnsár og dýpt Hvalvatns eru gerðar af Sigurjóni Rist á vegum raforkumálastjóra.)

Um jarðfræði svæðisins við Hvalfjarðarbotn hefur nokkuð verið ritað. Má þar til nefna Helga Péturss (Om nogle glaciale og interglaciale Vulkaner på Island. - Det kgl. danske Videnskaberne Selskab Forhandl., 4, 1-51, Kbh. 1904), Trausta Einarsson (Origin of the Basic Tuffs of Iceland. - Acta naturalia Islandica, I. 1, 75 bls., Reykjavík 1946) og (Upper Tertiary and Pleistocene Rocks in Iceland. - Rit Vísindafél. Íslendinga, XXXVI, 196 bls., Reykjavík 1962), M. G. Rutten (Geological Reconnaissance of the Esja - Hvalfjörður - Ármannsfell Area, SW-Iceland. - Verh. v.h. kon. ned. geologisch-mijnbounskundig Genootschap, XVII, 219-298, Haag 1958), svo og Jarðfræðikort Guðmundar Kjartanssonar, blað 3, Suðvesturland, Reykjavík 1960. Í eftirfarandi verður stuðzt nokkuð við rit þessi.

8.2 Jarðmyndanir

8.21 Tertiera basaltmyndunin:

Samkvæmt athugunum má skipta tertieru basaltmynduninni á Esju - Hvalfjarðarsvæðinu í þrjár jarðlagasyrpu. Elzt er basaltlagasyrpa (tertiary plateau basalts; PB), sem rekja má í neðanverðri Esju og Hvalfjarðarfjöllum allt inn í Múlafjall og Þyril. Basaltlög þessarar syrpu eru mjög ummynduð af jarðhita. Þeim hallar allt að 10° til ASA.

Mislægt á PB liggur allþykk syrpa af gráleitum basaltlögum IS (intermediate Series) með þykkum millilögum af gosmóbergi og setbergi (sandsteinn, völuberg, hnulungaberg). Gosmóbergið kemur ýmist fyrir í lögum, sem fylgja má langan veg, eða sem lítið útbreidd, þykk hrúgöld, sem líklega eru leifar eldfjalla. Yngstu jarðlög IS er samkv. athugunum mínum fossbrúnarlag Glyms (Glyms-

lag), gráleitt dílabasalt, sem rekja má frá Glymsgljúfri og norður til Hrosshæðar og Sellækjargosmóberg, sem liggur ofan á Glymslaginu og rekja má frá Glym í farvegi Sellækjar og Botnsár að Breiðfossi. Berg IS er alla jafna lítið ummyndað af jarðhita, en mjög sundurskorið af basaltgöngum. Í fjöllum norðan Botnsdals og í Múlafjalli og þó einkum í Glymsgljúfri, eru góðar opnur í IS. Heildarþykkt IS mun á þessum slóðum vera um 500 m og hallinn er um 5° til ASA. Í Glymsgljúfri er góður þverskurður af efsta hluta IS-syrpunnar (sbr. þverskurð Botnsá - Glymur, mynd 5). Upp að 270 m y.s. eru basaltlög með þunnum gjallmillilögum og síðan taka við setlög (Glymssetlög) með nokkrum þunnum basaltlögum upp að Glymslagi í 325 m y.s. Ofan á Glymslaginu kemur Sellækjargosmóberg og ofan á því, sunnan ár, jökulberg og Hvalfellsmóberg.

Yngsta jarðlagásyrpa tertieru basaltmyndunarinnar við Hvalfjarðarbotn nefnist gráa hæðin (GS; Graue Stufe). Hún er gerð úr gráum, ferskum basaltlögum. Neðst í GS er víða á Esju - Hvalfjarðarsvæðinu jökulbergslag. Það er þó ekki að finna í nágrenni Hvalvatns. Fossbrúnarlag Breiðfoss er neðsta lag GS norðan Hvalfells. Það liggur mislægt á Sellækjargosmóberginu. Breiðfossalagið má rekja allt norður til Hrosshæðar. Veggir og hæðirnar austan Hvalvatns við Krókatjarnir, svo og undirstaða Botnsúlna er gerð úr basaltlögum gráu hæðarinnar. Jarðlögum GS hallar við Hvalvatn 3-4° til ASA.

A jarðfræðikortinu (mynd 1), sem hér fylgir, er tertiera basaltmyndunin sýnd sem ein heild (TPB).

Eins og að framan getur er halli elzta hluta tertieru basaltmyndunarinnar mun meiri en yngsta hlutans, svo að augljóst er, að höllunin hefur staðið lengi yfir. Jafnframt hölluninni hefur tertieri berggrunnurinn sprungið og misgengið. Brotalínur svo og basaltgangar við Hvalfjarðarbotn stefna alla jafna NA-SV.

Eftir að myndun tertiera berggrunnins lauk, bærði jarðeldurinn ekki á sér um langt skeið á svæðinu við botn Hvalfjarðar. Á þessum tíma hafa rofízt djúpir dalir í berggrunninn af völdum straumvatna og jökla. Botnsdalur hefur fengið líka lögun og Brynjudalur hefur nú.

8.22 Kvarterar jarðmyndanir:

A jökultíma tók jarðeldurinn upp iðju sína að nýju og hlóð upp eldfjöll á svæðinu við botn Hvalfjarðar. Botnsúlur og Búrfell urðu líklega til á íslausu landi á jökultíma (interglasial), en Þverfell, Kvígindisfell og Hvalfell hlóðust upp undir jökli.

Jarðeldurinn hefur brætt geil í ísskjöldinn, þar sem nú er Hvalfell, og laus gosefni hafa hrúgast upp í geilinni. Geilin hefur smáan samman fyllt af bólstrabergi, túffi og breksíu (Hvalfellsmóberg), þegar fellið hafði náð 700 m hæð hefur kolli þess skotið upp úr jökli og grágrýtishraun þakið koll þess. Fjöll af líkri gerð og Hvalfell nefnast móbergsstapar (sbr. þverskurð Veggir - Hvalfell - Botnsúlur, myndir 2 og 3).

Þegar upphleðslu Hvalfells var lokið, varð eftir djúp kvos milli Hvalfells og botns hins forna Botnsdals. Í kvosinni er nú Hvalvatn. Hin mikla dýpt Hvalvatns bendir til þess, að ekki sé mjög langur tími liðinn frá upphleðslu Hvalfells. Líklega er fellið myndað á síðustu eða næst síðustu ísöld jökultímans.

Móbergið í Skinnhúfuhöfða, austan Hvalvatns, svo og í Svartahrygg í norðanverðum Botnsdal ofan bæjar að Stóra-Botni, gætu verið af líkum aldri og Hvalfell. Móberg þetta gæti verið komið upp við gos í Hvalfelli.

Ovíst er, hvort jökull hefur sorfið koll Hvalfells eftir að það myndast. Á kalli þess finnast nú engin merki jökulrofs, en í hlíðum þess er að finna minjar eftir jökulrof.

Í lok jökultímans hefur sjór staðið um 70 m hærra í Hvalfirði en í dag, svo sem malarhjallar og brimþrep í Botnsdal sýna.

Eftir að Hvalfell hlóðst upp hefur Botnsá tekið að renna norðan Hvalfells og grafið Glymsgljúfur. En tæplega mun Botnsá hafa megnað að grafa sér svo mikið gljúfur í tertiera berggrunninn á ekki lengri tíma en liðinn er síðan jökla síðustu ísaldar tók upp af svæðinu. Glymsgljúfur er grafið eftir brotalínu. Sellækur virðist einnig renna í samræmi við þessa brotalínu.

8.3 Mannvirki

8.31 Jarðgöng Hvalvatn - Breiðfoss (göng II) (myndir 1 og 4) :

Gert er ráð fyrir, að grafin verði jarðgöng frá Breiðfossi inn í Hvalvatn, en skurður frá Breiðfossi niður á móts við mót Sellækjar og Botnsár. Göngin verða tekin út úr Hvalvatni í 348 m y. s.^{x)} og enda í skurði í 340 m y. s. við mót Sellækjar og Botnsár. Á þann hátt er unnt að miðla um 30 m vatnshæð í Hvalvatni. Heildarlengd jarðgangna og skurðar er um 2500 m.

Í farvegi og síðan sunnan Botnsár frá mótum Sellækjar inn á móts við Breiðfoss yrði grafinn skurður í Sellækjarmóberg. Þáðan yrðu grafin jarðgöng inn í Hvalvatn. Göngin munu verða fyrstu 5-600 m í Sellækjarmóbergi, en síðan í basaltlögum gráu hæðarinnar (GS).

Frekari rannsóknir (boranir) munu skera úr, hvort unnt verður að grafa jarðgöng inn undir Hvalvatn eða gera verður skurð, er inn undir vatnið kemur, og lækka vatnsyfirborðið jafnframt. Ætla má, að lög gráu hæðarinnar séu allþétt.

8.32 Stífla í Botnsá við Hvalvatn (stífla II) (myndir 1 og 4) :

Auk 30 m lækkunar Hvalvatns til miðlunar um jarðgöng væri hugsanlegt að auka vatnsforða vatnsins með því að gera 10 m háa grjóstíflu í Botnsá við Hvalvatn milli Oshöfða og Hvalfells. Stíflan myndi standa á basaltlögum gráu hæðarinnar. Að sunnan myndi hún þó liggja upp að Hvalfells móbergi.

Berg gráu hæðarinnar mun vera allþétt, en Hvalfells móbergið síður þétt.

x) Í jarðfræðikafla hafa verið notaðar hæðartölur korts Landmælinga Íslands og bandaríska hersins í mælikvarða 1:25 000. Í kaflanum mannvirki hefur verið stuðzt við hæðartölur af uppdráttum raforkumálastjóra FNR 1186, FNR 1190 og FNR 4768.

8.33 Stífla í Botnsá ofan Glyms (stífla I) (myndir 1 og 5) :

Gert er ráð fyrir um 15 m hárra grjótstíflu ofan Glyms. Stíflan verður þétt með steinsteypupekju straummegin. Norðan ár og í árbotninum mun stíflan standa á Sellækjarmóbergi, sem mun vera allþétt, en nokkuð sprungið (kleyfnisprungur). Einnig gengur brotalínan, sem Glymisgljúfur er grafið eftir, í árfarveginum til norðausturs. Brotalömin og kleyfnisprungurnar eru nokkuð þéttaðar af holufyllingum (kalk og zeolitar). Að sunnan mun stíflan liggja upp að Hvalfellsmóbergi. Hvalfellsmóbergið er þar fínkornað og líklega nokkuð þétt. A milli Sellækjar- og Hvalfellsmóbergsins er jökulbergslag, sem mun vera allþétt.

8.34 Inntaksjarðgöng (göng I), pípuleið og stöðvarhús (myndir 1 og 5) :

Gert er ráð fyrir inntaksjarðgöngum í gegnum móbergshæð (352 m, mynd 1) norðan Botnsár við Glym. Inntakið er í 332 m y.s. rétt ofan stíflunnar ofan Glyms. Jarðgöngin eru um 225 m löng og liggja í boga gegnum Sellækjarmóbergi og koma út í 326 m y.s.

Efstu 250 m þrýstipípunnar (frá 326 - 275 m y.s.) liggja á Glymslagi og Glymssetlögum. Næstu 600 m pípunnar (frá 275 - 190 m y.s.) liggja á basaltlögum. Neðsti spölurinn, sem er um 275 m að lengd (frá 190-80 m y.s.), liggur á Hvalfellsmóbergi, sem þar er misjafnlega samanlímd breksía.

Stöðvarhúsið stendur í misjafnlega samlímdu Hvalfellsmóbergi (breksíu) í 75-80 m y.s.

Einnig væri hugsanlegt að gera nær lóðrétt jarðgöng við Glym, þ.e. að stöðvarhúsið yrði byggt neðanjarðar undir Glym. Við það mundu að öllum líkindum tapast um 50 m af heildarfalli miðað við áður nefnda virkjunartilhögun, en kostnaður verða minni. Sjá jarðlagaskipan á mynd 5.

8.35 Stækkun vatnasvæðis Botnsár og Hvalvatns (mynd 1) :

Með litlum tilkostnaði má veita upptakakvíslum Hvalskarðsár til Hvalvatns og stækka þar með vatnasvæði Botnsárvirkjunar.

Einnig kæmi til greina að gera stíflu í Hvanndalakvísl, sem kemur úr Krókatjörnum og rennur til austurs í Sæluhúskvísl, og gera þar miðlunarlon fyrir virkjun Botnsár og stækka þar með vatnasvæðið. Auk stíflu í Hvanndalakvísl yrði þá að gera um 500 m langa skurði og jarðgöng í gegnum bergþröskuldinn (gráa hæðin) milli Hvalvatns og Krókatjarna.

8.36 Byggingarefni (mynd 1) :

Byggingarefni, möl og sandur hafa lítt verið athuguð í Botnsdal. Í dalnum er nokkuð um forna malarbakka og malarhjalla frá hærri sjávarstöðu í ísaldarlokin. Einnig er nokkuð um möl í farvegi Botnsár neðan Litla-Botns.

Virkjun Botnsár 30 MW

Fylgiskjal 1

Vhm: 044

Vatnsfall:

Botnsá, Hvalfirði

Mælistaður:

útrekni Hvalvatns

Vatnasvið: 34 km²

VATNSMAGN ÁRSINS

Vatnsár	ΣaQ Gl
49/50	77
50/51	60
51/52	78
52/53	94
53/54	111
54/55	93
55/56	75
56/57	109
57/58	41
58/59	103
59/60	93

ÚRKOMUMÆLINGAR VIÐ HVALVATN

Heimild: Veðráttan. Ársyfirlit samið á veðurstofunni

Virkjun Botnsár 30 MW

Fylgiskjal 2

Staðsetning mælis	Ú r k o m a í m m											
	15/9'49 - 19/11'50	19/11'50 - 20/11'51	12/11'51 - 24/8'52	24/8'52 - 31/10'53	31/10'53 - 12/9'54	12/9'54 - 15/8'55	15/8'55 - 16/8'56	16/8'56 - 20/8'57	20/8'57 - 29/8'58	29/8'58 - 27/8'59	27/8'59 - 24/8'60	
Breiðfoss	1045	815	824	1571	1090	873	1286	1414	717	1571	1394	
Skinnhúfuflói	1328	1247	1080	2170	1708	1443	1718	2091	1139	2513	(2156)	
Kvígindisfell	1140	904	1080	1865	1512	1384	1345	1855	...	2091	1679	
Súnakvísl	1822	1699	1482	2906	...	2120	2386	2464	...	3976	2749	
Hvalskaarð	1782	1324	1280 ¹⁾	2680	2101	1561	2052	2896	1531	2759	2435	
Miðhöfði	...	...	746	1630	1257	992	1325	1561	776	1806	1522
Súnaskál	...	...	1394	2759	2228	1669	2062	2641	(1207)	...	2739
Veggjadalur	...	...	...	1600	1286	972	1266	1512	825	1747	1571
Háa-Súla	...	...	...	...	...	...	2435	2307	1266	2533	2366

1) Mælingin í Hvalskaarði gefur til kynna of lítið úrkömumagn, þar sem nokkuð lak úr mælinum.

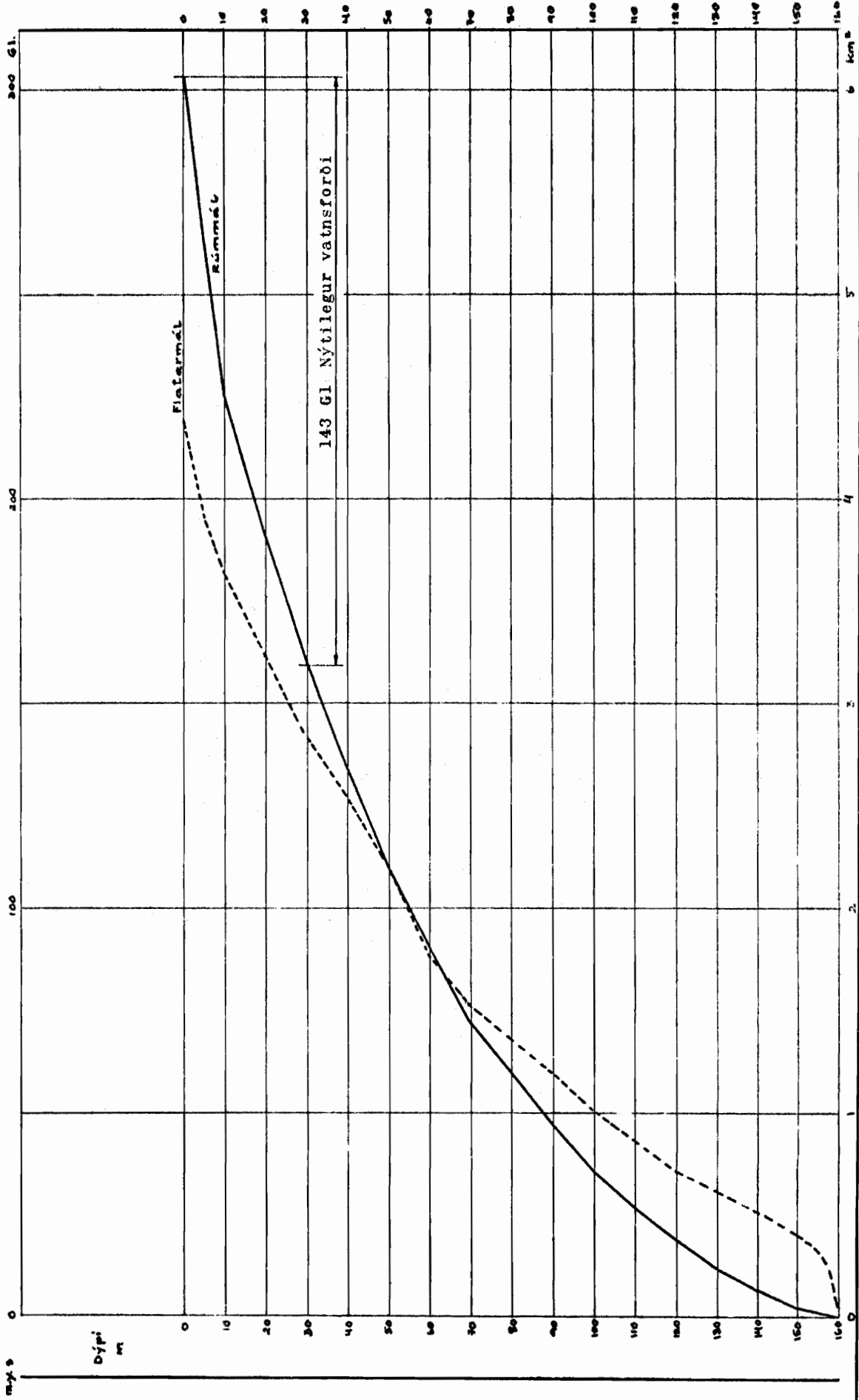
THE STATE ELECTRICITY AUTHORITY
Hvalvatn lake. Area and volume.

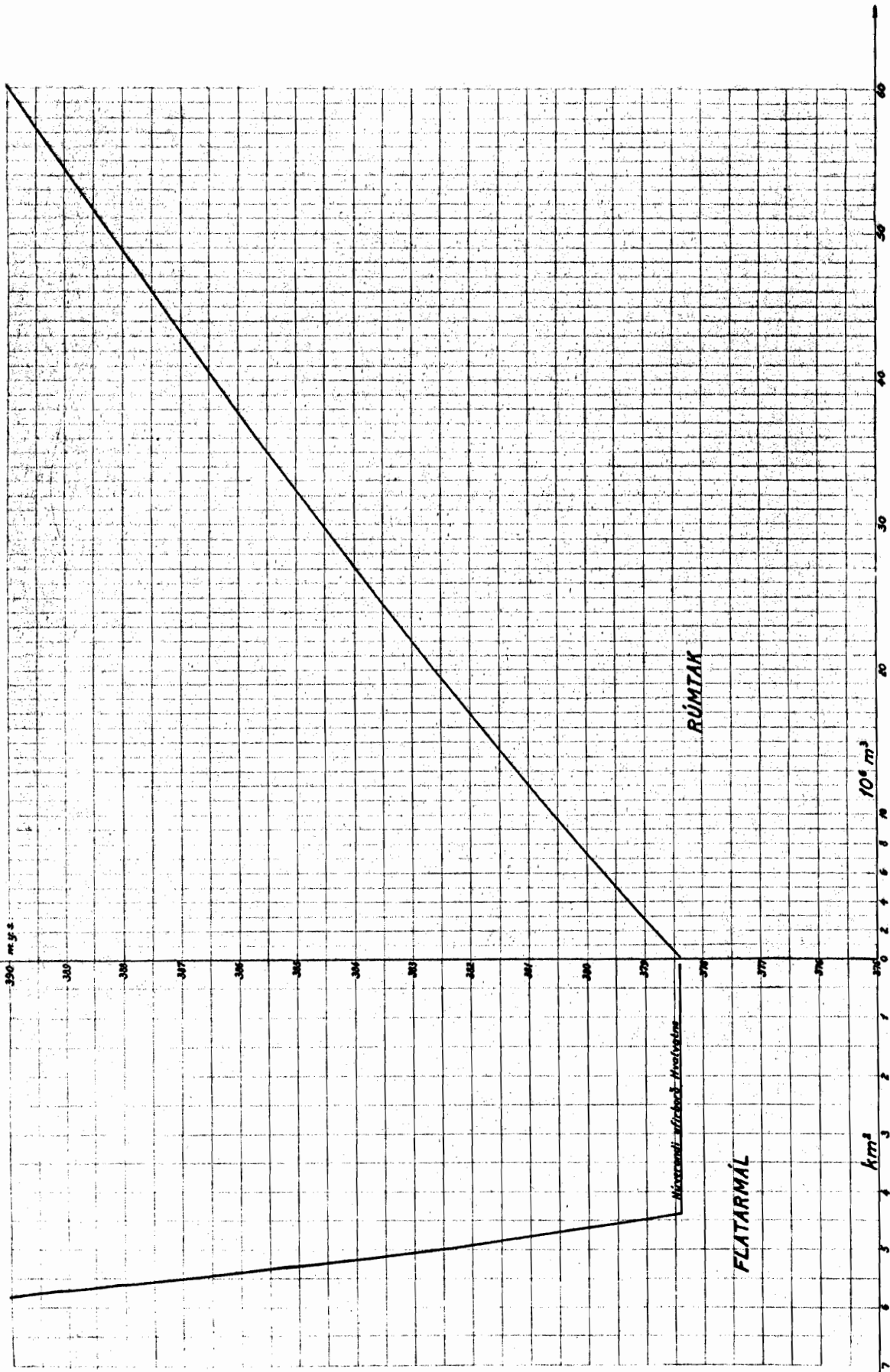
Referentum á laustjófri.
Fláttarmál og rúmmál Hvalvatns.

14.10.59 / E.P.
T.N.F. - 161
B.3 - ým.
Frfr. - 4906

VIRKJUN BOTNSÁR 30 MW
Fylgiskjal 3

Dýpformaling gerd við vatnshöfnarlestur 190 cm á þvítarar.





SIGURDUR S. THORODDSEN TÆKNAFRÖÐUNAR VFI
REYKJAVÍK - 1089 011

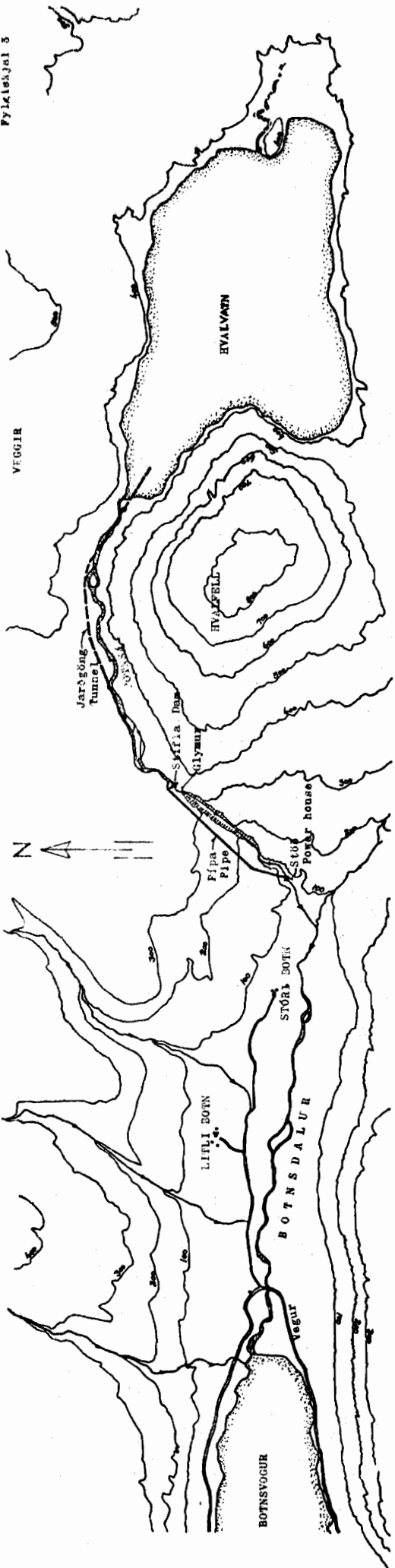
Virðjun Botnsár

Flatarmál láns og rúmtak þess
ofan núverandi yfirborðs flakvæðis

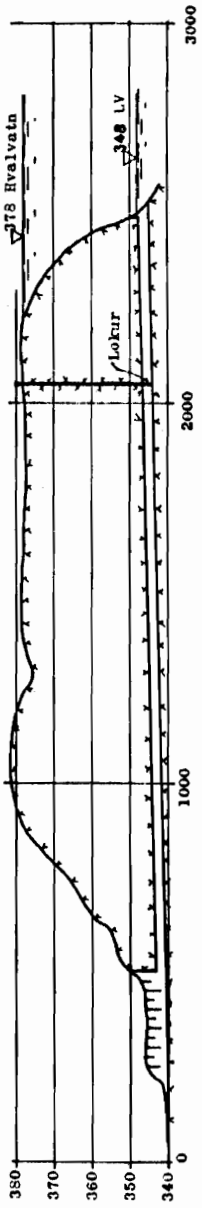
BOTSÁ DEVELOPMENT
EVALVATN LAKE: AREA AND VOLUME
OVER EXISTING WATER LEVEL.

Proj. no.: A 1491	Bl.
Skp. no.:	Bláinn G. 12
Math. mál:	Bláinn G. 14
	Bláinn
Dagur (M. / A. / Þ.)	Skjal 54

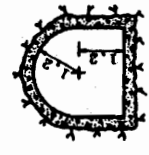
VFGIR



A.P. STÓÐUMYND
General layout



LANGSURNUR I JARÐGÖNG
Tunnel. Longitudinal section.



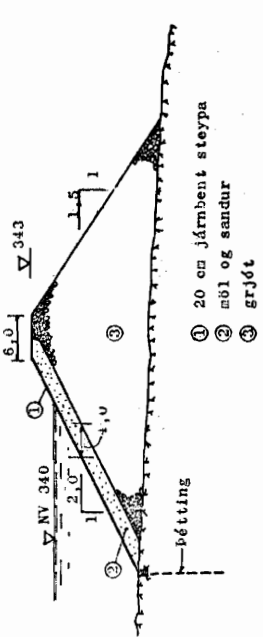
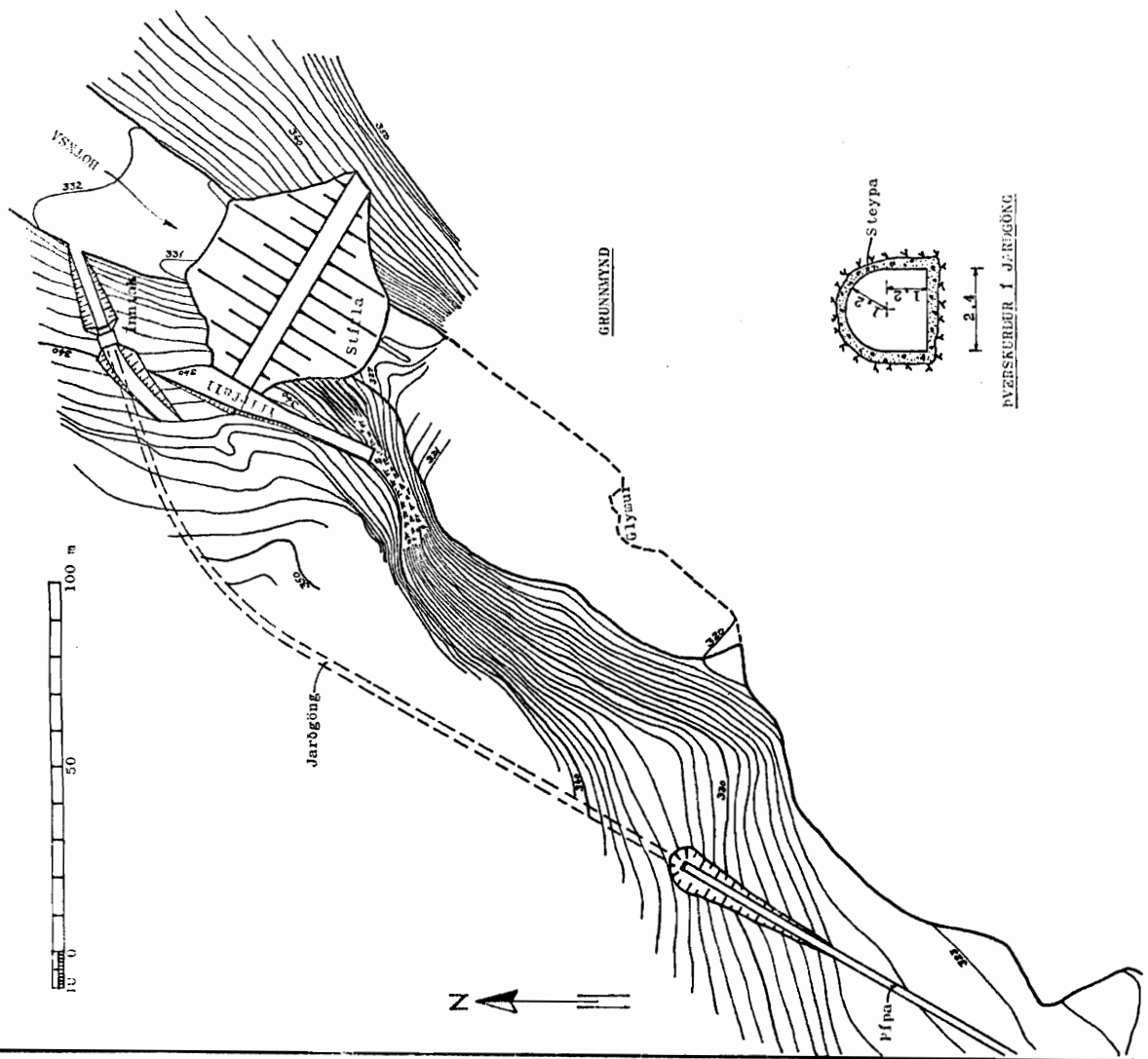
ÞVERSNUR I JARÐGÖNG
Tunnel. Section.

Afstaðmynd er gerð eftir kortum ameríska hersins í milli-
kvarða 1:25000.
Að öðru leyti eru notaðir uppdrættir raforumálanstjóra
Far. 1186, Far. 1190 og Far. 4768.

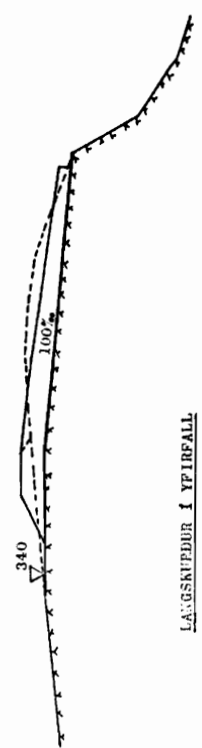
Höfð og ónefnd máli eru í metrum.

THE STATE ELECTRICITY AUTHORITY
BOTNSÁ DEVELOPMENT 30 MW PROJECT

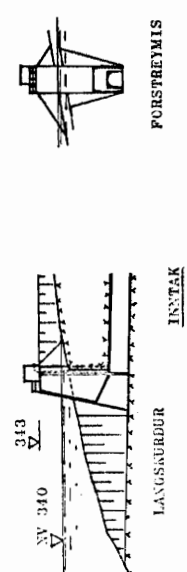
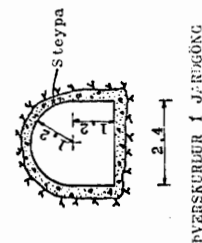
RAPORREMAEASTJÓRI	
VIÐAÐON BOTNSÁK 09 89	
478-11000-101. JARÐGÖNG.	
1:25000	Far. 1186, Far. 1190, Far. 4768.
Dag 22.11.62	M.
SIGURÐUR THORODDSEN, VERKFRÆÐISTOFA	
MILJUBAUG 44, REYKJAVIK, SMI 11475	
Nr. A-2431	



DYRSKURUR Í STÍFLU



LANGSKURUR Í YFIRFALL



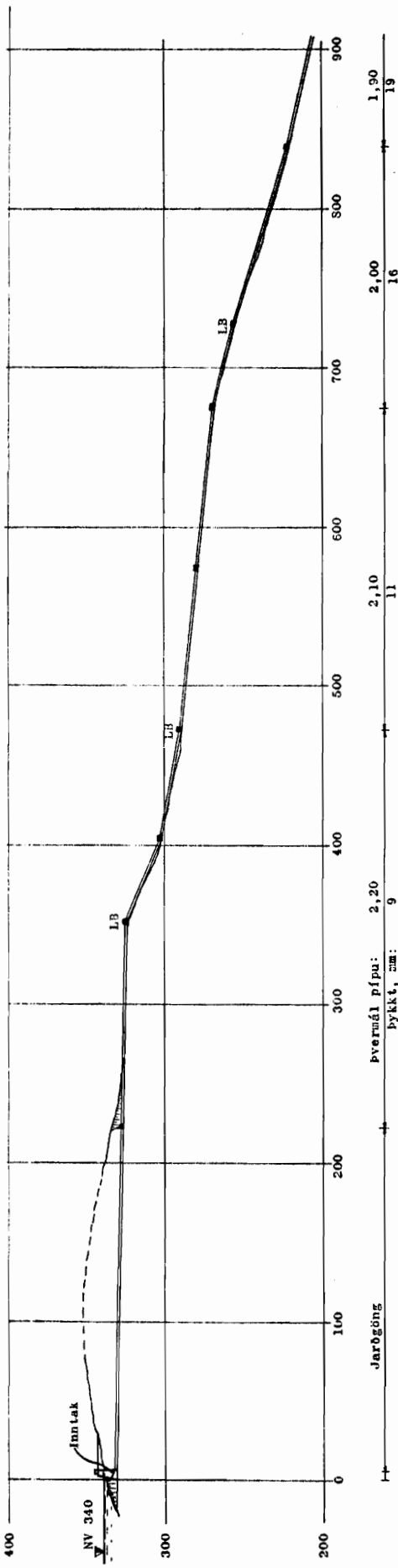
THE STATE ELECTRICITY AUTHORITY
 BOTNSÁ DEVELOPMENT - 30 MW PROJECT
 DAM, SPILLWAY AND INTAKE



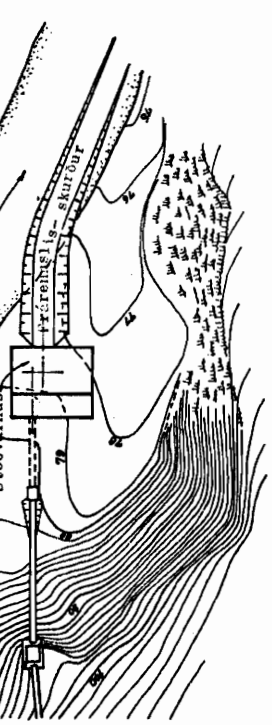
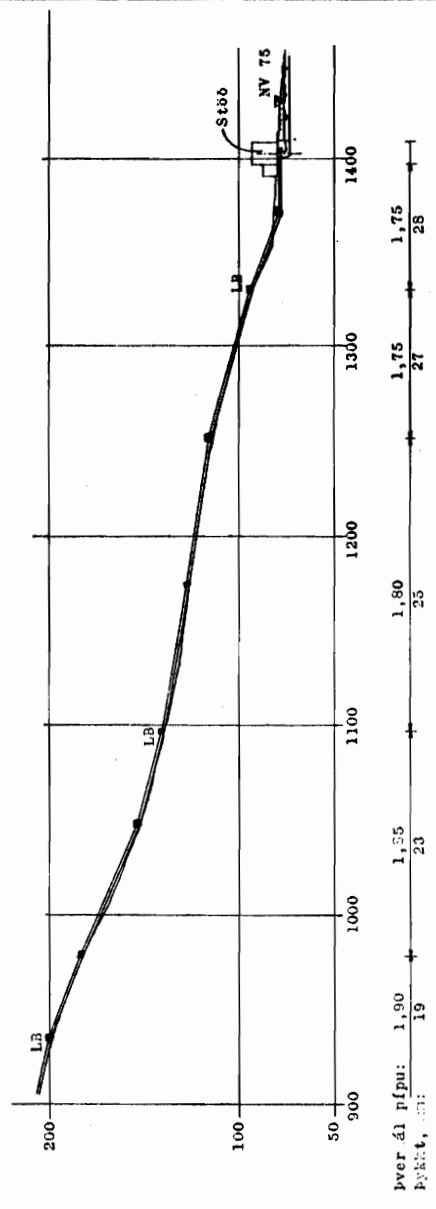
Hæðir og ónefnd mál eru í metrum

RAÞORRÚMÁLASTJÓRI VINGVEIÐSVEIÐ 20 75 107 KILÓVATT 1950	
Daga 22.11.62	St. 500
SÍGURDUR THORODDSEN, VERKFRÆÐISTOFA SÍGURVEIÐ, REYKJAVÍK, SÍM 145-55	
Nr. A-2432	

LB: Deýja í íarétttri mynd.

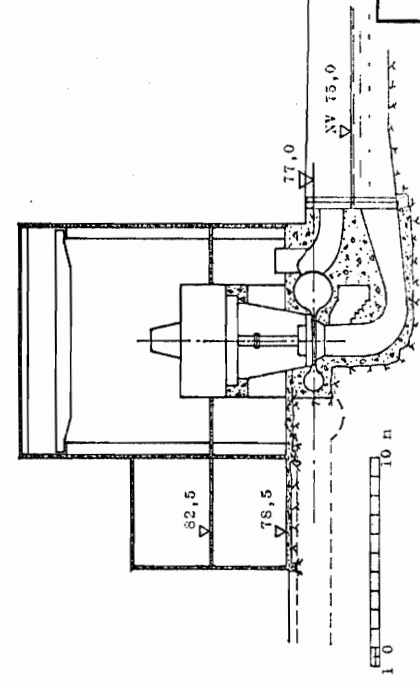


LANGSKURÐUR Í VATNSVEGI
Longitudinal section through tunnel and penstock.



GRUNNMYND AF STÖÐVARHÁLSI OG UMVERFI
Plan of power house.

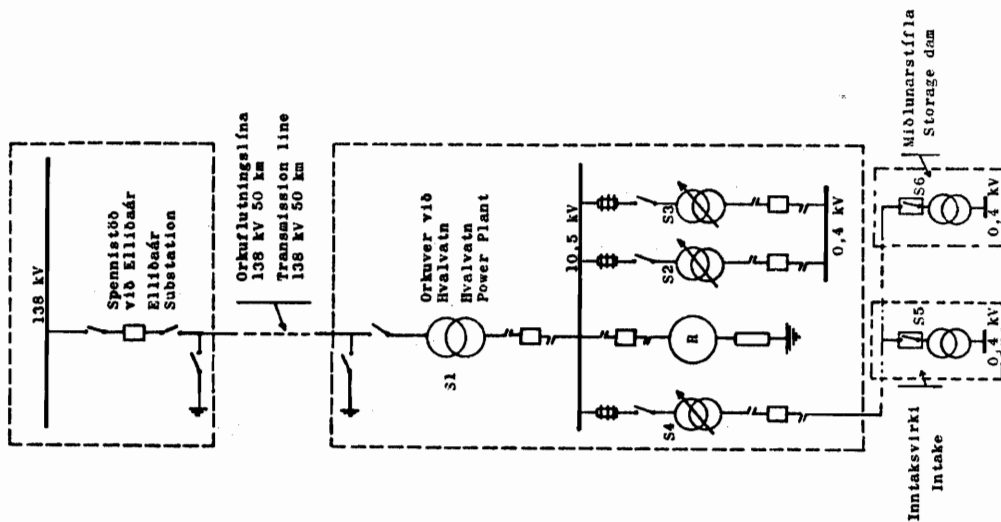
Hæðir og óhæðir máli eru í metrum.



ÞVERSKURÐUR Í STÖÐVARHÁLSI
Section through power house.

THE STATE ELECTRICITY AUTHORITY
BOTNSÁ DEVELOPMENT. 30 MW PROJECT

R A P Ö R K U M Á L A S T J Ó R I
VIRKJON DÖTNSÁR 30 MW
LÖGJAFRÖÐUR Í VATNSVEGI. STÖÐVARHÁLS.
Til SV R. S. F. Y. S. S. Dgr. 22.11.67 M.
SIGURÐUR THORODDSEN, VERKFRÆÐISSTOFA
N. A-2433



Helstu tæki og stærðir þeirra.
MAIN PLANT DATA

- R Rafali, 33,33 MVA $\cos\phi$ 0,9
428 sn/min, 10,5 kV
GENERATOR, 33,33 MVA 0,9 p.f.
428 RPM, 10,5 kV
- S1 Spennir, 33,33 MVA, 10,5/138 kV
TRANSFORMER, 33,33 MVA, 10,5/138 kV
- S2AS3 Spennar, hvor 300 kVA, 10,5/0,4 kV
TRANSFORMERS, each 300 kVA, 10,5/0,4
- S4 Spennir, 50 kVA, 10,5/11 kV
TRANSFORMER, 50 kVA, 10,5/11 kV
- SSAS6 Spennar, hvor 25 kVA, 11/0,4 kV
TRANSFORMERS, EACH 25 kVA 11/0,4 kV

SKýringar:

- LEGEND
- Teinar
BUS BARS
 - Aflrofi
CIRCUIT BREAKER
 - Afl-teinrofi
POWER-BREAKING SWITCH
 - Teinrofi
DISC. SWITCH
 - Útdráttarsnetur
DRAW-OUT CONTACTS
 - Jardtengiviðnám
GROUNDING IMPEDANCE
 - Spennir með sjálfvirkri spennustillingu undir álagi
TRANSFORMER WITH AUTOMATIC ON-LOAD VOLTAGE REGULATION
 - Var
FUSE

THE STATE ELECTRICITY AUTHORITY
BOTNSÁ DEVELOPMENT - 30 MW PROJECT
SINGLE LINE DIAGRAM

RAFORRUMÁLAUSTJÓRI
VIRKJEN BOTSÁR 30 MW
EKKILANDSVEGJÓRÐ

SI. 1000 Y. S. 1000 Darg. 20.2.63 M.

SIGURBEN THORODDSEN, VEKFERÐISTOFA
REIÐARSTJÓRI

Nr. A-2460







SUNDURLIÐAÐAR KOSTNAÐARAÆTLANIR

		Magn	Verð/ ein.	Verð	
<u>Hvalvatnsmiðlun</u>					
Jarðgöng inn í Hvalvatn					
Sprengingar	m ³	20.000	650	13.000.000	
Steinsteypa	m ³	8.500	1.600	13.600.000	
Mótasmíði	m ²	18.000	200	3.600.000	
Stál	t	170	14.000	2.380.000	
Lokur	l. s.			2.000.000	
Annar kostnaður	l. s.			1.000.000	35.580.000
Beinn kostnaður					35.580.000
<u>Virkjun Glyms</u>					
Stífla					
Sprengingar	l. s.			100.000	
Bergþéttingar	l. s.			750.000	
Grjót	m ³	21.000	120	2.520.000	
Sand- og malarsíur	m ³	3.000	150	450.000	
Steinsteypa	m ³	350	1.500	525.000	
Stál	t	31	14.000	434.000	
Steypuskilapéttingar	l. s.			450.000	5.229.000
Yfirfall					
Sprengingar	m ³	800	300	240.000	
Steinsteypa	m ³	200	1.500	300.000	
Mótasmíði	m ²	600	300	180.000	
Stál	t	15	14.000	210.000	930.000
Inntak					
Sprengingar	m ³	750	300	225.000	
Steinsteypa	m ³	100	1.500	150.000	
Stál	t	10	14.000	140.000	
Mótasmíði	m ²	250	300	75.000	
Loka, rist og loftháfur	l. s.			1.500.000	
Vegur að inntaki og annar kostnaður				100.000	2.190.000
Göng					
Sprengingar	m ³	2.700	420	1.134.000	
Steinsteypa (með mótum og stáli)	m ³	1.000	1.600	1.600.000	2.734.000
Flyt kr.					11.083.000

Fylgiskjal 9, frh.

		Magn	Verð/ ein.	Verð	
Fluttar kr.					11.083.000
Prýstivatnspípa					
Gröftur og sprengingar	l. s.			750.000	
Steinsteypa (með mótum og stáli)	m ³	3.000	2.000	6.000.000	
Stál í pípu, uppsett	t	1.200	35.000	42.000.000	48.750.000
Stöðvarhús og frárennsli					
Gröftur	m ³	400	35	14.000	
Sprengingar	m ³	700	400	280.000	
Steinsteypa í neðri hluta	m ³	300	1.500	450.000	
" " efri hluta	m ³	830	3.500	2.905.000	
Stál	t	100	13.500	1.350.000	
Annar frágangur	l. s.			1.500.000	
Frárennslisskurður, sprengingar	m ³	600	400	240.000	
Ymiss stöðvarbúnaður	l. s.			4.000.000	10.739.000
Stöðvarvarðaíbúðir	l. s.			3.000.000	3.000.000
Vegagerð	l. s.			3.000.000	3.000.000
Byggingarmann- virki, beinn kostn.					76.572.000
Vélar og rafbúnaður					
Vatnsvél með gangráð og öðru tilheyrandi				13.000.000	
Rafali með segulmögn- unarvél og tilh. búnaði				21.600.000	
Rafbún. í stöð, annar en rafali				8.000.000	
Háspennulína að inntaks- virki og miðlunarlokum ásamt spennistöðvum þar				600.000	
Stöðvarhússkrani				4.000.000	
Frásláttarloki				6.000.000	
Ymiss vélbún. og áhöld, pípulagnir, hit. lögn o. fl.				8.000.000	61.200.000
Vélar og rafbúnaður, beinn kostnaður					61.200.000
<u>Flutningsvirki</u>					
Spennistöð í Botnsdal					
Spennir				5.000.000	
Annar búnaður				1.500.000	6.500.000
Háspennulína til Rvíkur	km	50	550.000	27.500.000	27.500.000
Viðbót v. Elliðaársp.st.					
Spennir				6.000.000	
2 aflrofar með tilheyr.				3.000.000	
Viðbót við stellverkið				1.700.000	10.700.000
Flutningsvirki, beinn kostnaður					44.700.000

VITJÓLA BOTTASDÓTTIR
 Þryggaálfjal 10

-  Hæstu sjóvarbrú og berggrunnur innan lína og útan
-  Hvalfellsgróphyti
-  Hvalfellsnóberg
-  Tertiar basaltmyndun
-  breotlínur
-  Þverskurdir



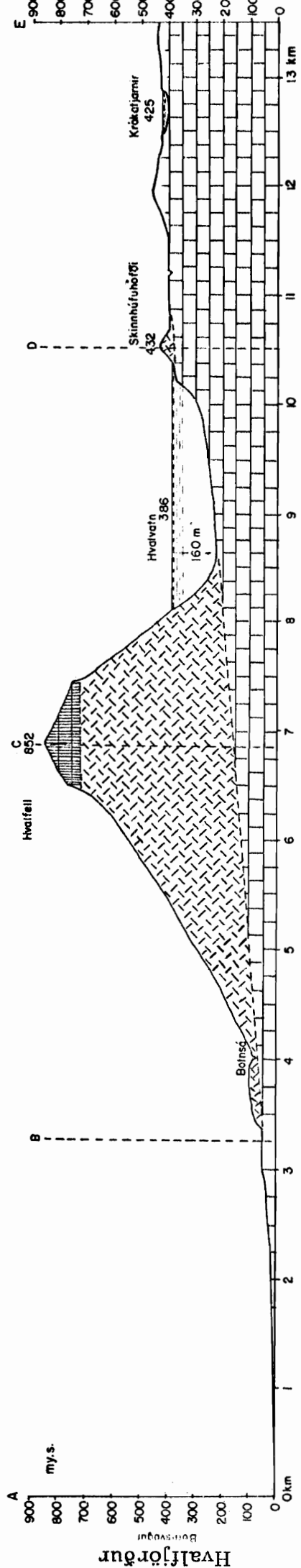
RAFORKU MALASTJÓRTI

Hvalvatn og umhverfi	22.03.94
Jarðfræðiskort	Töl. 36
Mynd 1	A/B-90

Fr. 086



VIRKJUN BOTNASÁR 30 MF
Frískjal 11

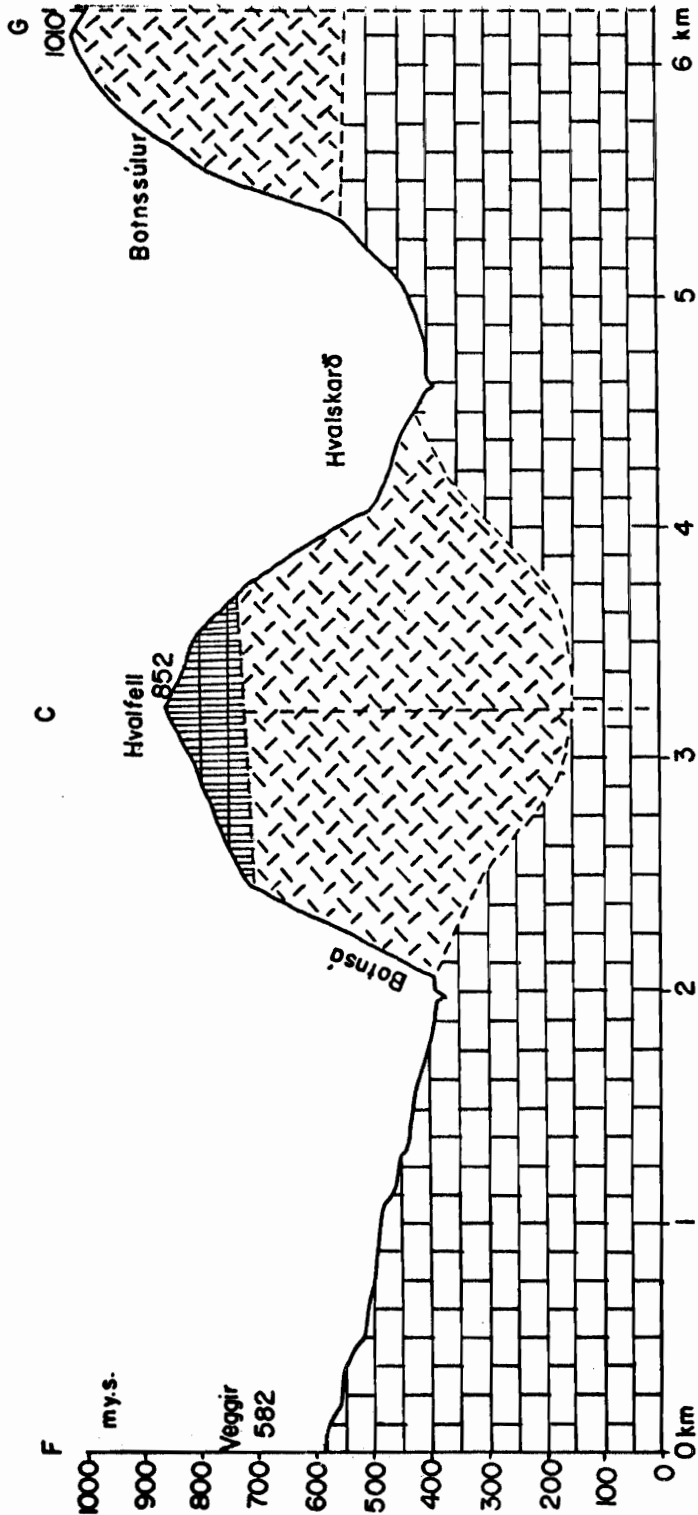


-  Hvalfellsgrágrýti
-  Hvalfellsmóberg
-  Terrier basaltmyndun

RAFORKUMÁLASTJÓR		28163
		HL 1:25
Þverskurður Botnsdalur - Hvalfell-Hvalv.	B-90	
	Tnr.38	
Mynd 2	Fnr. 6088	

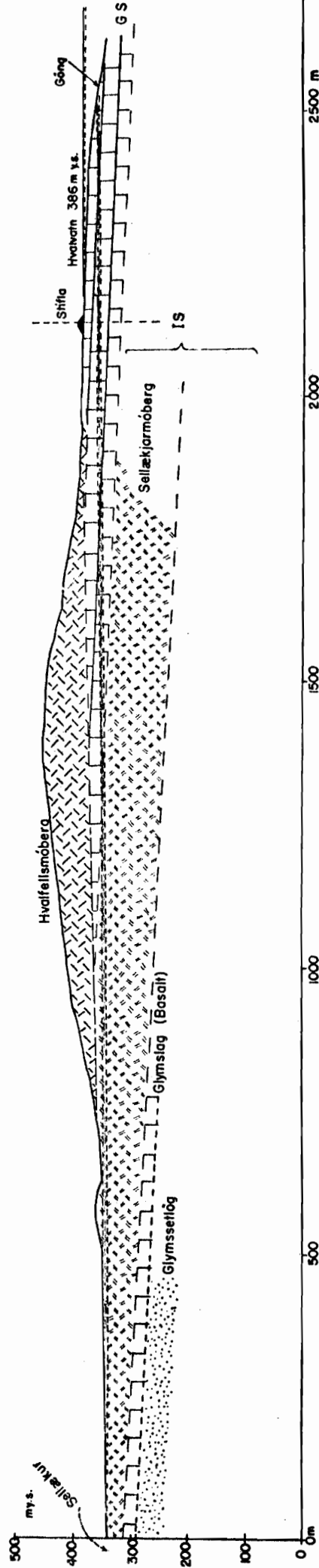
Suður


Norður



RAFORKUMÁLASTJÓRI Þverskurður Veggir - Hvalfell - Botnssúlur Mynd 3		H:L 1:2,5	28.1.63. ÞE.64
			B-90
			Tnr. 39
		Fnr. 6089	

VIRKJUN BOTNSÁR 30 MW
 Þýðingarkjöl 13



-  Hvalfellsmóberg
-  Tertiar basaltmyndun
-  Tertiar móberg (mittillag)

RAFORKUMÁLASTJÓRI		28.10.2013
		B-90
Göng		Tnr. 40
Breiðifoss - Hvalvatn		
Mynd 4		Fnr. 6090

