Umsögn um

"Bessastaðavirkjun í Fljótsdal. Frumáætlun" eftir Leif Benediktsson

Verkfræðistofa
Sigurðar Thoroddsen SF.

oktober 1974
Unnið fyrir Orkumálastjóra

Iðnaðarráðuneytið,
ARNARHVOLI,
Rvík.

JB/at 10.10.74.

Hjálagt sendist hinu háa ráðuneyti umsögn um svonefnda Bessastaða-virkjun í Fljótsdal, frumáætlun eftir Leif Benediktsson, verkfræðing.

Umsögn þessa hefur Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen gert að beiðni Orkustofnunar.

Í umsögninni er lögð áherzla á, að tiltæk gögn séu ónóg til að byggja á raunhæfa áætlun, en að líkur bendi til, að þrátt geti orðið um tiltölulega hagkvæma virkjun að ræða, miðað við stærð.

Lauslega áætlar Verkfræðistofan stofnkostnað 30 MW virkjunar ásamt 65 Gl miðlun 1900 Mkr á verðlagi í ágúst 1974, enda sé höfð aðeins ein vélasamstæða, en 2300 Mkr, ef um tvær jafnstórar samstæður er að ræða. Orkuvinnslugeta, í samrekstri við virkjanir, sem fyrir eru á Austurlandi, er áætluð 150-160 GWh/a.

Orkustofnun mun síðar ræða umsögnina nánar við hið háa ráðuneyti.

Allra virðingarfyllst,

Jakob Björnsson.

VERKFRÆÐISTOFA
SIGURÐAR THORODDSEN SF.
ÁRMÚLA 4 . REYKJAVÍK . SÍMI 81575

Orkumálastjóri
Hr. Jakob Björnsson
Laugavegi 116
Reykjavík

Reykjavík, 8. okt. 1974.

Með bréfi dags 17-4-'74 óskuðuð þér eftir umsögn verkfræðistofunnar um "Bessastaðaárvirkjun í Fljótsdal, frumáætlun" eftir Leif Benediktsson, verkfræðing.

Þessi umsögn liggur nú fyrir og fylgir hér með.

Þar kemur fram, að tiltæk gögn séu ónóg til að byggja á raunhæfa áætlun, en líkur benda til að þarna geti orðið um að ræða tiltölulega hagkvæma virkjun miðað við stærð.

Kostnaðartölur í áætlun L.B. eru þó að okkar dómi of lágar, og kemur þar bæði til vanreiknað einingarmagn og lág einingarverð.

Munar þar mest um efnismagn í jarðstíflum og áætlaðan kostnað við jarðgöng, sem L.B. gerir ráð fyrir að gerð verði með jarðgangaborvél.

Með breyttu fyrirkomulagi virðist þó unnt að lækka stíflukostnað allverulega. Þá gerum við ráð fyrir vatnsvegum, sem að hluta verði stálpípa ofanjarðar, en að hluta jarðgöng eða opinn skurður.

Áreiðanlega kostnaðaráætlun um þetta virkjunarfyrirkomulag er ekki unnt að gera fyrr en nákvæmari kort liggja fyrir, og á þessu stigi hljóta kostnaðartölur að byggjast á ágiskunum að nokkru leyti.

Kostnað við 30 MW virkjun með einni vélasamstæðu ásamt, 65 Gl miðlun höfum við þannig "áætlað" um 1900 Mkr. á verðlagi í ágúst '74, en um 2300 Mkr. ef vélasamstæður voru tvær og byggt yrði í áföngum.

Útreikningar á orkuvinnslugetu þessarar virkjunar hafa verið gerðir í rafreikni og miðaðir við áætlaða orkuþörf á Austurlandi, þar með talda stóraukna rafhitun húsa. Í samrekstri við aðrar vatnsaflstöðvar á svæðinu verður þannig reiknuð orkuvinnslugeta virkjunarinnar um 150-160 Gwh/a. Er þá miðað við meðaltal vatnsáranna 1970-73 að báðum meðtöldum.

Miðluð orka er um 50% af orkuvinnslugetunni. Samrekstur við önnur orkuveitusvæði með vatnsaflsstöðvum af svipaðri stærð, en með takmarkaða miðlun, gæti því orðið mjög hagkvæmur, og e.t.v. mætti uppsett afl þá vera nokkru meira en hér hefur verið ráðgert.

Þegar kort af svæðinu í mælikv. 1:20000 liggja fyrir, en þau munu væntanleg á vetri komanda, verður hægt að gera áætlun, sem byggja má á ákvörðun um frekari framvindu. Ef niðurstaða verður jákvæð, þarf að gera nákvæmari kort af ákveðnum svæðum., rannsaka jarðgrunn á mannvirkjastæðum og leita að byggingarefnum. Ef virkjunartilhögun með jarðgöngum verður valin, þarf að bora nokkrar rannsóknarholur með kjarnabor.

Þessum rannsóknum er væntanlega unnt að ljúka sumarið 1975, ef miðað er við þá virkjunartilhögun, sem við höfum ráðgert. Sé hins vegar valin tilhögun þar sem vatnsvegir eru jarðgöng eingöngu, þarf annaðhvort mjög djúpar kjarnaholur eða rannsóknargöng, sem tímafrekt getur orðið að framkvæma.

Æskilegt er að rennslislykill fyrir vatnshæðarmælinn í Bessastaðaá verði ákvarðaður nákvæmar en gert hefur verið, og við útrennslið úr Gilsárvötnum og í Eyvindará er einnig nauðsynlegt að mæla.

Eins og bent hefur verið á má líta á þessa virkjun sem 1. áfanga svonefndrar Fljótsdalsvirkjunar, sem er virkjun á sama falli með vatni úr Jökulsá í Fljótsdal, Bessastaðaá og upptakakvíslar Keldu-ár.

Frumdrög að endurskoðaðri áætlun um þá virkjun voru send yður með bréfi dags. 18.7.'74. Þar var stofnkostnaður hennar lauslega áætlaður um 12.300 Mkr. Ef virkjun Bessastaðaár verður komin áður, má gera ráð fyrir að sá kostnaður lækki um 700-800 Mkr. vegna mannvirkja sem nýtast báðum virkjununum og vegna minnkunar á uppsettu afli Fljótsdalsvirkjunar um 30 MW.

Ef ákvörðun um virkjun Bessastaðaár verður tekin á vetri komanda og framkvæmdum síðan hraðað eins og kostur er, er hugsanlegt að hún geti tekið til starfa í árslok 1978.

Rétt er að benda á, að miðlun Bessastaðaárvirkjunar nýtist einnig Lagarfossvirkjun. Sú nýting verður þó ekki góð nema lokur komi í flóðgáttina við Lagarfoss, en lokuhæðin skiptir þá ekki meginmáli.

Virðingarfyllst,

Sigurður Thoroddsen.

Umsögn um
"Bessastaðaárvirkjun í Fljótsdal, frumáætlun"
eftir Leif Benediktsson, byggingarverkfræðing.

1. Inngangur

Með bréfi dags. 17.4.´74 óskaði orkumálastjóri eftir umsögn verkfræðistofunnar um ofangreinda áætlun, sem er úrdráttur úr prófverkefni L.B. við D.T.H. í Kaupmannahöfn, 1971.

Auk umsagnar um virkjunartilhögun þá, sem ráðgerð er, var óskað eftir endurkoðaðri kostnaðaráætlun og útreikningi á orkuvinnslugetu.

Gögn þau, sem L.B. byggir á, eru kort Bandaríkjahers í mælikvarða 1:50.000 og niðurstöður rennslismælinga í Bessastaðaá 1947- ´50. Lesið var á kvarða, reglulega fyrsta árið, en síðan voru mælingar stopular.

Í áætlun sinni vitnar L.B. einnig til skýrslu um jarðfræðiathuganir við jökulsá í Fljótsdal eftir Elsu Vilmundardóttur (Orkustofnun 1972).

Þessi gögn eru að sjálfsögðu ófullnægjandi til að byggja á raunhæfa áætlun, bæði af því er varðar virkjunarkostnað og orkuvinnslu.

Þetta stendur þó til bóta, því að síritandi vatnshæðarmælir hefur nú verið starfandi í Bessastaðaá síðan á miðju ári 1970 og kort af svæðinu í mælikvarða 1:20.000 eru væntanleg veturinn 1974- ´75. Ætti því að vera mögulegt að gera fyrir næsta vor betri áætlun um virkjun Bessastaðaár, heldur en þau gögn leyfa, sem nú eru tiltæk.

Hugmyndin um virkjun úr Gilsárvötnum niður í Fljótsdal mun fyrst hafa komið fram árið 1946, þegar Sigurður Thoroddsen verkfr. og Höskuldur Baldvinsson, tæknifræðingur gerðu áætlanir um nokkrar virkjanir á Austurlandi. Þar á meðal var virkjun Bessastaðaár úr Gilsárvötnum niður í Jökulsá nálægt

Egilsstöðum í Fljótsdal. Umhverfi Gilsárvatna var þá mælt og kortlagt, og sömuleiðis pípustæði frá Eyrarselsvatni niður í Fljótsdal.

Undanfarið hafa svo verið uppi hugmyndir um að veita Jökulsá í Fljótsdal í Gilsárvatn og virkja hana þaðan ásamt Bessastaðaá niður í Fljótsdal nálægt Valþjófsstað (Fljótsdalsvirkjun). Líta má á virkjun Bessastaðaár sem fyrsta stig þeirrar virkjunar, sem geti því aðeins verið hagkvæmt að nokkur tími líði þar til ráðist verður í Fljótsdalsvirkjun.

2. Virkjunartilhögun

Athugasemdir okkar við virkjunartilhögun L.B. varða einkum fyrirkomulag miðlunar og gerð vatnsvega.

2.1 Miðlun

L.B. ráðgerir miðlun í Hólmavatni eingöngu, sem fæst við stóra stíflu norðan vatnsins (stíflustæði I). Hann áætlar heildarmagn í jarðvegsstíflum 620.000 m^3 miðað við að hæsta vatnsborð verði 620 m.y.s. Samkvæmt útreikningum okkar verður stífla með krónuhæð 623 m y.s. á þessum stað hins vegar um 920.000 m^3, og til viðbótar koma smærri stíflur í Bessastaðaá og við veitu úr Eyvindará. Vegna þess hve kortin eru ónákvæm er ómögulegt að reikna út efnismagn í þessum lágu stíflum, en ætla má heildarmagn í öllum stíflum verði a.m.k. 1.100.000 m^3. Þar jarðvegsathuganir, sem gerðar hafa verið á svæðinu, benda ekki til þess, að mikið af jarðefnum til stíflugerðar séu nærtæk. Þess vegna teljum við óvarlegt annað en að reikna með tiltölulega háu einingarverði á stíflufnum, og sjálfsagt er að nýta til fulls þá miðlunarmöguleika sem fyrir hendi eru, án þess að efnismiklar stíflur þurfi til. Í Gilsárvötnum eru talsverðir miðlunarmöguleikar með tiltölulega litlum stíflum. Með því að nota þá, og minnka miðlunina í Hólmavatni að sama skapi, er unnt að minnka heildarmagn fyllingarefna verulega. Þá virðist einnig hagkvæmara að velja stíflustæðið nær Hólmavatni en L.B. gerir. (Stíflust. II í stað stíflust. I, fylgibl. 1) Reiknað út frá hæðarlínum amerísku kortanna fæst þannig 35 Gl miðlun í vatninu með um 300.000 m^3 fyllingu á stíflustæði II. en um 550.000 m^3 fyllingu á stíflustæði I. (sjá fylgiblað 2. og 3.).

Verður ekki farið nánar út í þessa hluti hér, enda þarf nákvæmari kort af miðlunar- og stíflustæðum til þess að unnt sé að ákvarða endanlega hagkvæmasta fyrirkomulag miðlunar.

2.2 Vatnsvegir

Í áætlun L.B. er gert ráð fyrir þrýstivatnsgöngum, gerðum með jarðgangaborvél, og sú tilhögun talin hagkvæmari en virkjun með pípum.

Jarðgangagerð með þessari aðferð hefur ekki verið reynd hérlendis enn sem komið er, en Haukur Tómasson, jarðfr. hefur kynnt sér hana allítarlega og gert þar um skýrslu á vegum Orkustofnunar "Um athuganir á nýjum aðferðum við jarðgangagerð" (apríl 1972). Í lokaorðum skýrslunnar segir svo:

"Til þess að hægt sé að gera ábyggilegar áætlanir um jarðgangagerð með þessum borvélum hér á landi vantar reynslutölur fyrir bergið hér. Að fá svona borvél til landsins er of mikil áhætta fyrir venjulega verktaka svo að ríkisfyrirtæki þau sem láta gera jarðgöng verða að taka um það ákvörðun að prófa slík tæki við eitthvað verk, sem hentar þeim, jafnvel þó að um það væri að ræða að göngin yrðu eitthvað dýrari".

Í nýrri bók, norskri, "Fjellsprengningsteknikk" (Teknisk Forlag 1974) er kafli um vélborun jarðganga. Þar er ekki talið hagkvæmt að nota þessa aðferð við norskar aðstæður:
"Det må være særlige forhold som skal rettfærdiggjöre bruk af fullprofilboring af tunneler her i landet"

Hins vegar er aðferðin talin geta verið hagkvæm við gerð lóðréttra eða mikið hallandi stokka, þar sem venjuleg sprenging krefst stærra þversniðs en annars er nauðsynlegt. Því grennri sem stokkurinn má vera, þeim mun hagkvæmari er borunin.

Þessar upplýsingar benda ekki til þess, að nokkur verulegur hagnaður verði að því að nota jarðgangaborvél við það verk sem hér um ræðir, og á þessu stigi virðist óraunhæft að áætla kostnað lægri en við venjuleg sprengd göng.

L.B. gerir ráð fyrir að göngin geti verið ófóðruð að mestu, nema á láréttа kaflanum neðst. Í jarðfræðiskýrslu Elsu Vilmundardóttur er lýst jarðlagasniði við Grundarlæk, skammt

frá gangastæðinu. Eftir því að dæma virðist fráleitt annað en gera ráð fyrir alfóðruðum göngum langleiðina uppeftir. Í skýrslunni segir svo, m.a.: "Hlíðin við Grundarlæk er hlaðin upp úr mjög reglulegum hraunlögum .... Millilög eru ekki önnur en lagamótabreksía, og að heita má undantekningarlaust hafa hraunlögin gjallkennt og blöðrótt yfirborð..... Grundarlækur fellur eftir gangi, sem þversker hlíðina.

Er bergið talsvert sprungið og bakað meðfram ganginum og hefur grafist auðveldlega ..... Fleiri lækir virðast falla eftir göngunum á þennan hátt í nágrenninu, en ekki athuðum við það nánar."

Auk virkjunar með borðuðum göngum (tilh. I) gerir L.B. í kostnaðaráætlun ráð fyrir virkjun með þrýstipípum ofanjarðar (tilh. II). Hann ráðgerir tvær pípur, öryggis vegna. Yfirleitt er þó talið nægilega öruggt að hafa eina pípu.

3. Kostnaður

Að svo miklu leyti sem gögn leyfa, höfum við leitast við að sannprófa magntölur í kostnaðaráætlun L.B., og ennfremur gert athugasemdir við ýmis einingarverð sem hann notar.

3.1 Stíflur

Eins og áður segir, áætlum við fyllingarmagn við stíflutilhögun L.B. a.m.k. 1.100.000 m^3 í stað 620.000 sem hann reiknar með.

Einingarverð teljum við einnig of lágt, einkum þegar haft er í huga, að ekki er vitað um nærtækt efni.

3.2 Vatnsvegir

Hér verður ekki gerð tilraun til að áætla kostnað við vélboruð göng. Hins vegar er gangalengd sú, sem L.B. reiknar með í áætlun sinni og sýnd er í sniði á teikn nr. 6 ekki í samræmi við yfirlitsmyndina (teikn. nr. 5.). Samkv. henni verður lárétt lengd milli inntaks og stöðvarhúss a.m.k. 2500m. Lárétt göng verða þá um 900 m (400 m hjá L.B.) en hallandi göng um 1700 m eins og í áætlun L.B. Á teikningu nr. 6 (tilhögun II) er pípa einnig sýnd of stutt. Við höfum áætlað þunga tveggja pípna um 2000 t en L.B. reiknar með 1480 t í áætlun sinni.

Einingarverðið 200 kr/kg gæti verið nærri lagi fyrir kaupverði og uppsetningu en þá vantar allan kostnað við einangrun pípunnar, jarðvinnu í pípustæðinu, undirstöður og festla.

Þann kostnað er erfitt að áætla út frá þeim gögnum sem tiltæk eru.

3.3 Skurðir

Við tilhögun II (virkjað með pípu), þarf að sprengja skurð niður í ca. 602 m hæð y.s. í gegnum hæðina við suðurenda Hólmavatns (dregið er niður í 605 m.y.s. í vatninu).

Efnismagn úr þeim skurði einum verður a.m.k. 80.000 m^3, reiknað út frá hæðarlínum amerísku kortanna. Til viðbótar koma svo skurðir vegna veitu úr Eyvindará, sem ógerlegt er að magnreikna eftir kortunum. L.B. áætlar heildarmagn í skurðum 30.000,- m^3.

Einingarverið 500 kr/m^3 er einnig í lægsta lagi.

3.4 Steypt mannvirki

Einingarverð fyrir steypu með mótum og stáli, kr. 10.000,- pr m^3, teljum við of lágt, en það vegur ekki mikið í heildarkostnaði.

3.5 Endurskoðuð kostnaðaráætlun

Með þeim aðalbreytingum, sem gerð er grein fyrir hér að framan, verður áætlunin fyrir tilhögun II þannig (verðlag í marz 1974):

Jarðvegsstíflur	1.000.000 m^3	á	600,-	660 Mkr.
Inntak, yfirfall	500 m^3	á	14.000,-	7 "
Lokubúnaður				6 "
Skurðir	90.000 m^3	á	700,-	63 "
Pípur	2.000 t	á	200.000,-	400 "
Pípur, jarðvinna, undirst., festlar, einangrun (ágiskun)				60 "
Stöðvarhús, útivirki, frárennsli				50 "
Stöðvarvarðarhús				5 "
Vegagerð, bráðabirgðavirki				40 "
Vélar og rafbúnaður (ein vélasamst.)				280 "
				1.571 "
Ófyrirséð, hönnun, umsjón, vextir um 40%				629 "
				2.200 Mkr.

Á verðlagi í ágúst '74 má gera ráð fyrir að kostnaðurinn sé orðinn um 1900 Mkr.

Þessa áætlun ber auðvitað að taka með varúð, vegna þess hve byggt er á ófullkomnum gögnum.

Með tveimur vélasamstæðum verður virkjunin heldur dýrari, en á móti kemur aukið rekstraröryggi og möguleikar á áfangaskiptingu. Í 1. áfanga yrði uppsett afl 15 MW og miðlun aðeins í Hólmavatni, um 35 Gl. Í 2. áfanga kæmi önnur vélasamstæða jafnstór, miðlun í Gilsárvötnum og veita úr Eyvindará. Þrýstivatnspípur yrðu þá væntanlega tvær hvor fyrir sína vélasamstæðu.

Heildarkostnaður við 1. áfanga er á sama grundvelli og gert er hér að framan, "áætlaður" um 1230 Mkr á verðlagi í marz 1974 (1460 Mkr í ág 1974).

Heildarkostnaður við báða áfanga (2x15 MW) er á sama hátt áætlaður um 1930 Mkr. (2300 Mkr. í ágúst 1974).

4. Orkuvinnsla

Orkuvinnslureikningar eru gerðir fyrir áætlaðan orkumarkað á Austurlandi frá Hornafirði til Vopnafjarðar. Gert er ráð fyrir að orkuþörf svæðisins verði orðin um 170 Gwh/a árið 1980, þar af um 120 Gwh til húsahitunar eða nálægt 75% af allri húsahitun á svæðinu (áætlaðri). Hagkvæmast væri að sú aukning kæmi nokkuð snögglega, um það leyti sem virkjun Bessastaðaár tekur til starfa.

Hins vegar er reiknað með, að hlutfallsleg aukning almennrar notkunar minnki smám saman niður í 3% á ári.

Reiknað er með samrekstri fjögurra vatnsaflsvirkjana, Grímsár- Lagarfoss- og Smyrlabjargaárvirkjana auk 30 MW virkjunar Bessastaðaár.

Meðalrennsli Bessastaðaár, síðan síritandi vatnshæðarmælir tók til starfa, er um 3,6 m^3/sek. Meðalrennsli til miðlunarlóns er áætlað 4.0 m^3/sek, og er þá einnig reiknað með veitu úr Eyvindará. Gert er ráð fyrir að rennsli til miðlunarlóns breytist hlutfallslega eins og rennsli á mælistað.

Orkuvinnsla virkjananna er reiknuð út frá mældu rennsli fjög-

Eins og áður segir virðist unnt að minnka efnismagn í stíflum verulega með því að nota Gilsárvötn ásamt Hólmavatni til virkjunar, og velja stíflustæði II í stað stíflustæðis I við Hólmavatn. Ef aðeins er höfð ein vélasamstæða teljum við ástæðulaust annað en láta eina þrýstivatnspípu nægja.

Á yfirlitsmyndinni (fylgiblað 1.) eru í aðaldráttum sýndar tvær virkjanatilhaganir. Stíflur eru hinar sömu í báðum tilvikum þ.e. miðlun bæði í Gilsárvatni og Hólmavatni en fyrirkomulag vatnsvega mismunandi. Annars vegar er opinn skurður út úr Hólmavatni að inntaki á fjallsbrúninni, en stálpípa þaðan niður hlíðina að stöðvarhúsi á bakka Jökulsár, rétt utan við Þuríðarstaði (tilhögun A). Hins vegar, (tilhögun B), eru lárétt jarðgöng úr Hólmavatni út á fjallsbrúnina og síðan stálpípa niður hlíðina, styttri en við tilhögun A og nokkru utar í hlíðinni.

Gert er ráð fyrir að miðlun verði 65 Gl og uppsett afl 30 MW.

Ekki verður úr því skorið á þessu stigi hver tilhögunin muni verða hagkvæmari, en mjög lausleg kostnaðaráætlun, sem hér fer á eftir, er miðuð við tilhögun B með einni vélasamstæðu og einni þrýstivatnspípu:

Jarðvegsstíflur	600.000 m^3 á	600,-	360 Mkr.
Inntak, yfirfall			8 "
Skurðir	40.000 m^3 á	700,-	28 "
Göng, sprenging	30.000 m^3 á	2.500,-	75 "
Göng, styrking og fóðrun			40 "
Pípa, efni og uppsetning	11.000 t á	200.000,-	220 "
Pípa, jarðvinna undirst. festlar og einangrun			40 "
Stöðvarhús, útivirki, frárennsli			50 "
Stöðvarvarðarhús			5 "
Vegagerð, bráðabirgðavirki			40 "
Vélar og rafbúnaður			280 "
Ófyrirséð, umsjón og vextir um 40%			454 "
Heildarkostnaður			1600 Mkr.

urra ára, 1970-1973. Mælingar í Bessastaðaá hófust þó ekki fyrr en á miðju ári 1970, en rennslið á fyrri hluta þess árs er áætlað.

Reiknað er fyrir þrjár miðlunarstærðir, 50, 65 og 80 Gl.

Niðurstöður eru settar fram í línuriti, fylgibl. 4. Þar kemur fram, að með 65 Gl miðlun verði orkuskortur (dísilkeyrsla) hverfandi við orkuþörf allt að 200 Gwh/a. Úr því fer orkuskorturinn smám saman vaxandi, en vatnaflsstöðvarnar vinna þó meginnhlutann af vinnsluaukningunni upp í a.m.k. 250 Gwh árlega orkuþörf. Þá verður skipting orkuvinnslunnar um það bil þannig(meðaltal vatnsára 1970-73):

Grímsá, Smyrla, Lagarfoss	85 Gwh/a
Bessastaðaá	154 "
Orkuskortur (dísilvinnsla)	11 "
Samtals:	250 Gwh/a

Samkvæmt þessu ætti að vera nærri lagi að telja orkuvinnslugetu Bessastaðaár 150-160 Gwh/a.

Við teljum að 1. áfangi virkjunar Bessastaðaár gæti hugsanlega tekið til starfa fyrir árslok 1978.

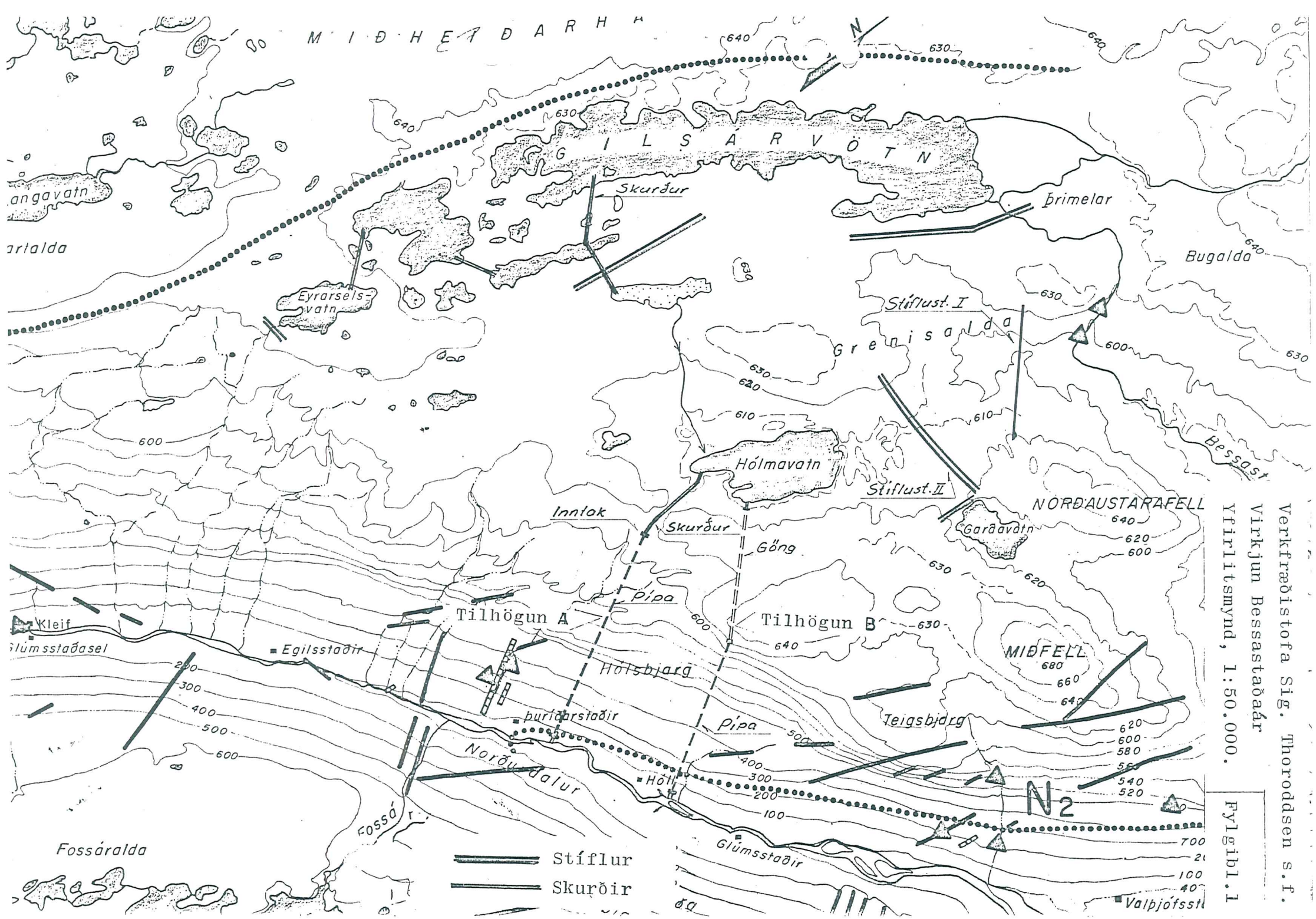
Nauðsynlegum mælingum og forrannsóknum þyrfti þá að ljúka sumarið 1975.

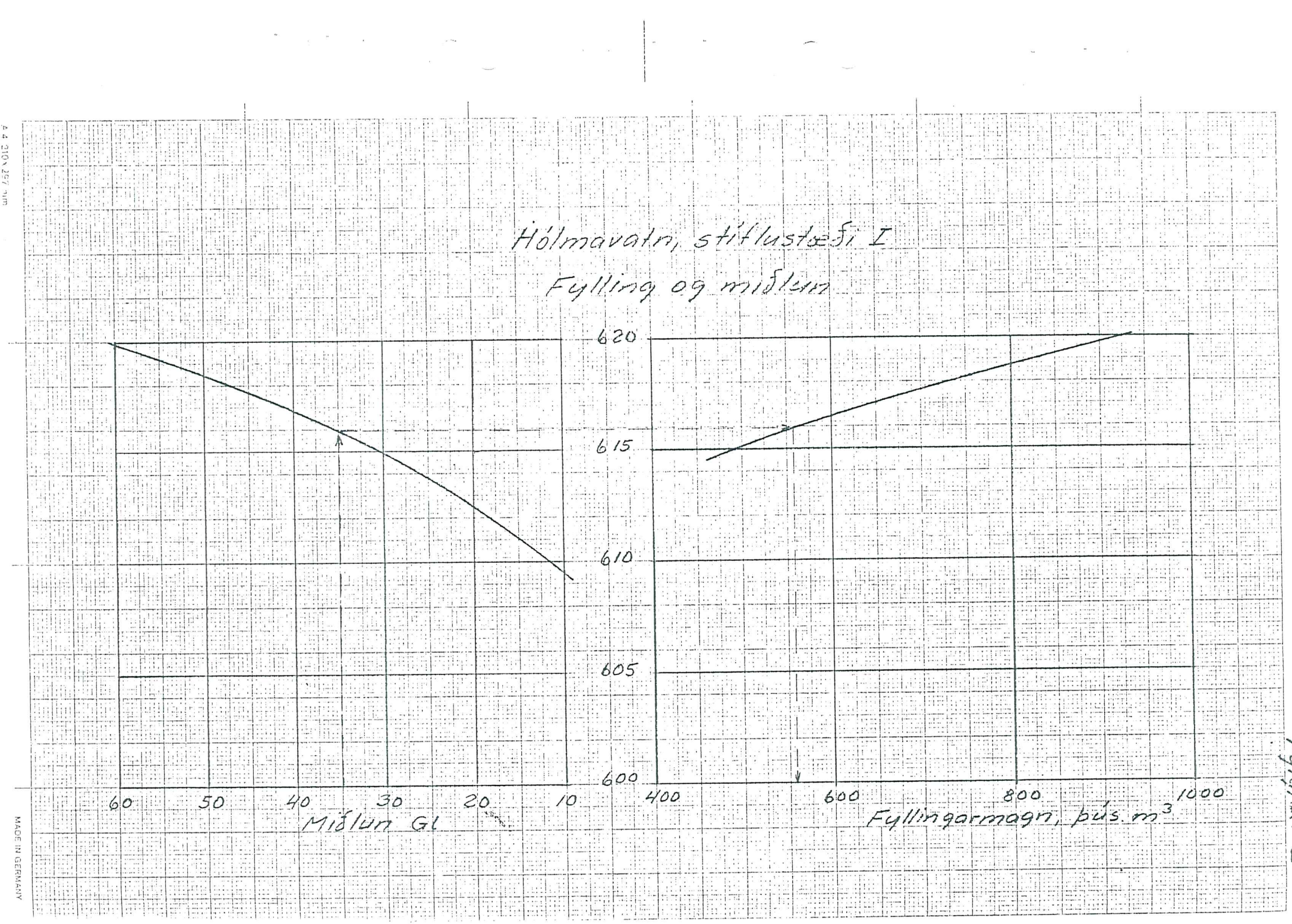
Útboð véla, rafbúnaðar og þrýstipípu færi fram veturinn 1975- '76 og útboð byggingavirkja væntanlega sumarið '76.

Reykjavík 8. oktober 1974

Sigurjón Helgason

Sigurjón Helgason.


M I Ð H E I Ð A R H A
G I L S Á R V Ö T N
Skurður
Þrímelar
Bugalda
Eyrarsels-vatn
Stíflust. I
Grenisalda
Hólmavatn
Stíflust. II
NORÐAUSTARAFELL
Garðavatn
Inntak
Skurður
Göng
Pípa
Tilhögun A
Tilhögun B
Kleif
Egilsstaðir
Hólsbjarg
MIÐFELL
Teigsbjarg
Norðurdalur
Fossá
Fossáralda
Glúmsstaðir
Stíflur
Skurðir
N2
Verkfræðistofa Sig. Thoroddsen s.f.
Virkjun Bessastaðaár
Yfirlitsmynd, 1:50.000.
Fylgibl. 1



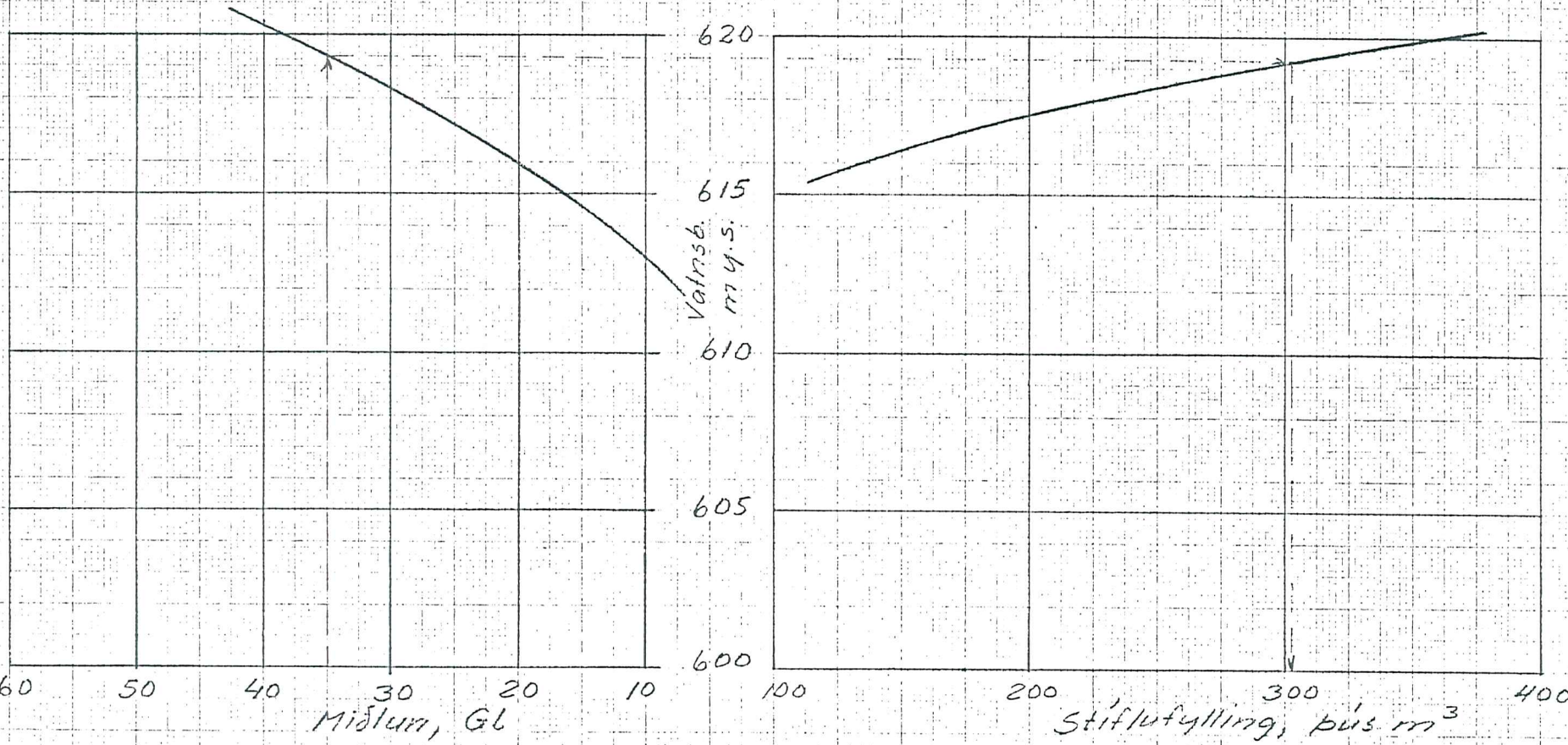
Fylgiskj. 2

A 4 210 x 297 mm
MADE IN GERMANY

Fylgibl. 3

Holmavatn, stíflustæði II

Fylling og miðlun



Orkuþörf, Gwh/a

Sept '74 S.H/S.Þ