



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

SÝNIEINTAK
-má ekki fjarlægja

VÍK Í MÝRDAL
BORUN EFTIR JARÐSJÓ

ÁRNI HJARTARSON

OS-86033/VOD-11 B

Maí 1986

MA EKKI FJARLÆGJA

ORKUSTOFNUN
VATNSORKUDEILD

Verknr.: 000

UNNIÐ FYRIR HAFTÆKNI HF.
OG AKK SF.

VÍK Í MÝRDAL
BORUN EFTIR JARÐSJÓ

ÁRNI HJARTARSON

OS-86033/VOD-11 B

Maí 1986

EFNISYFIRLIT

	bls.
1 INNGANGUR	5
2 VATNSBORUN OG MÆLIRÖR (PISARÖR).	6
3 COBRABORANIR	9
4 BORUN MEÐ JARBORNUM GLAUM	9
5 BORHOLUSNIÐ	10
6 MÆLINGAR Í HOLUNNI OG DÆLING	10
7 HAMFARAHÆTTA	13
8 HELSTU NIÐURSTÖÐUR OG NÆSTU AÐGERÐIR	13

MYNDASKRÁ

1 Skýringarmynd. Grunnvatnslag á jarðsjó.	5
2 Afstöðumynd: Fjörुकambur, borhola, brunnur og mælirör (píсарör)	7
3 Sjávarföll við strönd og í mæliholum við Vík.	8
4 Borholusnið og viðnámsferlar.	12
5 Rannsóknarhola við Vík í Mýrdal, boruð 1977.	15

1 INNGANGUR

Árið 1985 veitti Rannsóknarráð ríkisins fiskiræktarfélagunum Haftækni hf. í Reykjavík og Akk sf. í Vík, styrk til rannsókna á möguleikum á öflun jarðsjávar á ströndinni á nágrenni Víkur í Mýrdal. Orkustofnun var fengin til að annast hina jarðfræðilegu ráðgjöf. Hafist var handa við verkið í ársbyrjun 1986. Þá var gerð dæluprófun í tunnubrunni sem áhugamenn um fiskirækt í Vík höfðu komið fyrir haustið áður. Einnig var framkvæmd einföld landmæling. Tunnubrunnurinn er fast innan við fjörुकambinn niður af iðnaðarhverfinu í Vík, um 100 m frá meðalsjávarmáli. Dæluprófunin gaf ekki marktækar niðurstöður því bæði var brunnurinn ekki nægilega gataður og seig þar að auki í sandinn meðan dælt var. Að auki trufluðu sjávarföll mælingar. Vatnsdýpi í brunninum var á þessum tíma um 3 m. Úr brunninum kom ferskt grunnvatn 5,8 gráður.

Landmælingar gáfu til kynna að meðalvatnshæð í brunninum, miðað við bæjarkerfið í Vík væri nálægt 1 m. Samkvæmt Ghyben - Herzberg formúlu þýðir það um 40 þykkt grunnvatnslag yfir jarðsjónum á þessum slóðum. Mikil óvissa er þó í þessari mælingu bæði hvað varðar rétta hæð bæjarkerfisins í Vík og meðalvatnsborð í brunninum.

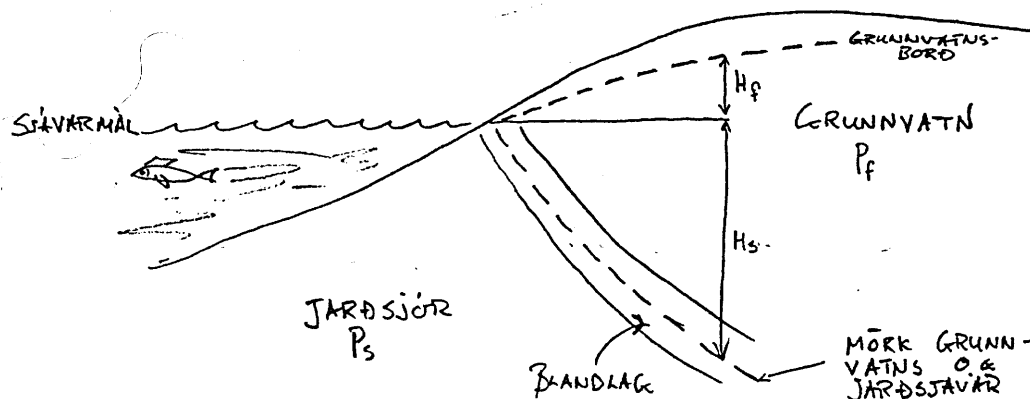
$$H_s = \frac{P_f}{P_s - P_h} H_f$$

H_s er dýpi á jarðsjó undir sjávarmáli.
 H_f er grunnvatnshæð yfir sjávarmáli.
 P_f er eðlisþungi vatns = 1 g/cm^3
 P_s er eðlisþungi sjávar = $1,028 \text{ g/cm}^3$

$$H_s = \frac{1 \text{ g/cm}^3}{1,028 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3} 1 \text{ m}$$

$H_s = 36 \text{ m}$.
Borun leiddi síðar í ljós að ferskvatnslagið er all miklu þykkara.

1 Skýringarmynd. Grunnvatnslag á jarðsjó.



2 VATNSBORUN OG MÆLIRÖR (PÍ SARÖR).

Næsta skref athugananna var, að tilraun var gerð til að dæla rörum niður í sandinn, í þeirri von, að þannig mætti á ódýran hátt gera tilraunaholu, sem næði allt niður í gegn um grunnvatnslagið. Þannig var vonast til að afla mætti upplýsinga um þykkt þess og einnig hitastig og efnainnihald grunnvatnsins og jarðsjávarins undir. Skemmst er frá því að segja að þessi tilraun mistókst. Rörin komust aldrei nema 5 - 6 m niður - dælan reyndist of kraftlítil og lektin í sandinum of há.

Í sömu ferð voru rekin niður þrjú mælirör (písarör) til mælinga á grunnvatnsborði og sjávarfallasveiflunni í því.

Mynd 2 sýnir afstöðu þessara röra til strandarinnar, tunnubrunnsins og borholunnar sem síðar var boruð á svæðinu. Mynd 3 sýnir sjávarfallasveifluna í rörunum. Þar kemur fram að þrjár klukkutímar líða frá því að háflæði er við ströndina og þar til flóðtoppurinn kemur í brunninn og písa holuna innan við fjörुकambinn. Bylgjan hefur lækkað að mun og er 12 % af því sem hún er við ströndina. Út frá þessum upplýsingum má reikna út vatnsleiðnina í sandinum með eftirfarandi jöfnum:

$$T/S = \left(\frac{x^2}{4Ln \frac{hx}{ho}} \right) / t_0$$

$$T/S = (x/t_1)^2 t_0/4$$

T = vatnsleiðni í sandinum (transmissivity).

S = geymslustuðull (storage).

t₀ = sveiflutími sjávarfallabylgjunnar.

t₁ = tímamismunur sjávarfallabylgju við strönd og í mæliröri.

x = fjarlægð frá strönd.

hx/ho = deyfing sjávarfallabylgjunnar í sandinum.

T og S eru óþekktu stærðirnar í dæminu. Ef þekktu stærðunum er nú stungið inn í jöfnurnar fæst:

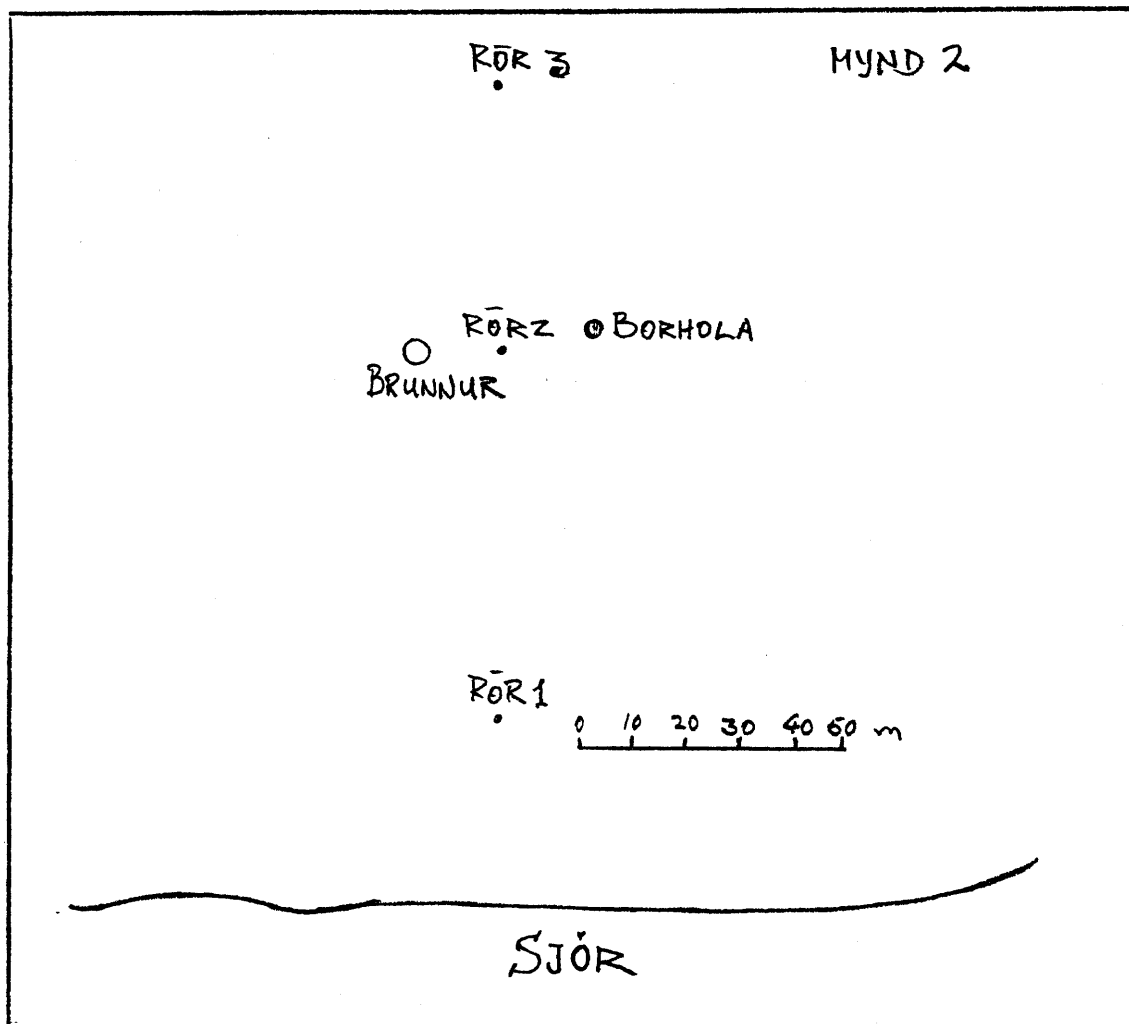
$$\text{Fyrri jafna; } T/S = -\left(\frac{115\text{m}}{\ln 0,044}\right)^2 \frac{\sqrt{43200}}{43200\text{sek.}} = 0,1 \text{ m}^2/\text{sek.}$$

$$\text{Seinni jafna; } T/S = \left(\frac{115 \text{ m}}{3 \cdot 3600 \text{ sek.}}\right)^2 \frac{43200 \text{ sek.}}{4\sqrt{43200}} = 0,39 \text{ m}^2/\text{sek.}$$

$T = 0,3 \text{ m}^2/\text{sek.}$ eða þar um bil.

Samkvæmt þessu er leiðnin í efstu lögunum góð og lík því sem almennt gerist í grófum sandi. Hins vegar segja þessir útreikningar ekkert um leiðnina í dýpri lögum.

2 Afstöðumynd: Fjörukambur, borhola, brunnur og mælirör (písarör) Vík í Mýrdal.



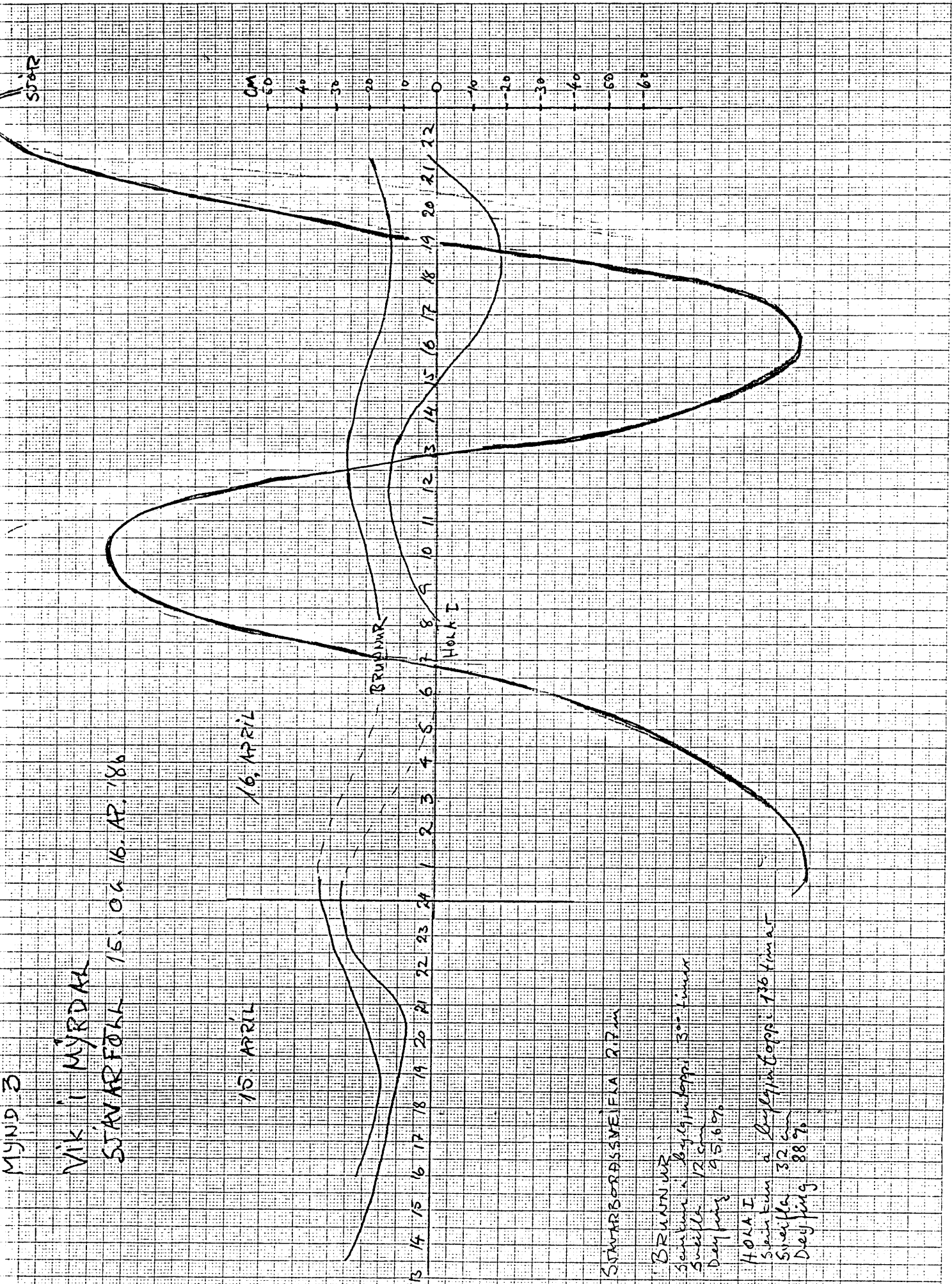
MYND 3

VIK I MYRÐAL

STAVARFÖLL 15. OG 16. APR. 186

15. APRIL

16. APRIL



3 COBRABORANIR

Cobrabor er lítill handbor sem notaður er til að kanna þykkt á lausum jarðlögum. Cobraboranir voru gerðar á nokkrum stöðum við ströndina allt frá ósum Víkurár og austur á móts við hesthúskofa 2 - 3 km austar með fjörunum. Borinn komst ekki nema 12 - 16 m niður. Við Víkurá virtist borinn lenda á klöpp eða stórum steinum á um 12 m. Austur við brunnstæðið stöðvaðist borinn einnig á um 12 m. Þar varð þó ekki vart við klöpp en sandurinn virtist all þéttur fyrir. Austur á móts við hesthúsin komst borinn niður á 16 m en þar var hætt af ótta við festu. Þarna varð ekki vart við neina lagskiptingu í sandinum, sem virtist samur og jafn niður úr. Af cobraborunninni að dæma var þetta álitlegasti staðurinn fyrir sjóholu en staðurinn við tunnubrunninn virtist ekki óálitlegur heldur. Síðarnefndi staðurinn varð svo fyrir valinu, bæði vegna þess að hann er nær þorpínu og fellur að skipulagi þess og síðast en ekki síst gengur brim sjaldnar þar yfir en austar með fjörunni.

4 BORUN MEÐ JARBORNUM GLAUM

Eftir all miklar vangaveltur var ákveðið að fá jarðborinn Glaum til að bora með geli 60 m djúpa holu í fjörukambinn. Í holuna skyldi svo sett 10" járnfóðring, raufuð á neðstu 20 metrunum þ.e. frá 40 m niður í 60 m.

Jarðhitadeild Orkustofnunar gerði áætlun um hvernig að þessari borun skyldi staðið. Þar var gert ráð fyrir tveimur holum. Önnur skyldi vera 2" víð og gefa upplýsingar um jarðlög, hve djúpt væri á jarðsjó og hvernig haganlegast væri að ganga frá aðalholunni. Kostnaðurinn við þessa tilhögun var þó svo hár að hugmyndinni var hafnað.

Borunin hófst 14. apríl. Hún gekk vel og um kvöldmatarleyti 15. apríl var borinn á 68 m dýpi. Fóðringum var komið fyrir þann 16. og dæling með loftpressu undirbúin. Þann 17 apríl var dælt úr holunni og hún hreinsuð.

Niðurstöður borunarinnar voru þær, að gelborun hentar vel við aðstaður eins og þær gerast við Vík. Sýni voru tekin af borsvarfinu á 2 m bili. Bergið virðist vera vel lekt. Að mati bormanna komu um 50 l/sek. úr

holunni við dælingu. Hitastig vatnsins kom á óvart en það reyndist um 9 gráður. Það urðu mönnum hins vegar nokkur vonbrigði að vatnið sem upp kom var ekki nema lítillega salt, borinn hafði ekki náð niður í jarðsjó.

5 BORHOLUSNIÐ

Athugun á svarfsýnunum sem úr holunni komu leiðir í ljós, að laus sandur nær niður á um 35 m dýpi, þar fyrir neðan tekur föst klöpp við. Á 35 - 45 m er móberg en síðan tekur við móberg með bólstrabergsívafi sem nær niður á um 56 m. Þar fyrir neðan virðist vera bólstraberg.

Með samanburði við borholusnið úr gömlu holunni á Vík (mynd 5) má ráða, að sama móbergsmyndunin sé efst í báðum sniðunum. Basaltið sem kemur fram á um 60 m dýpi í gömlu holunni er e.t.v. sama myndun og bólstrabergið neðst í sjóholunni. Sem fyrr segir gekk borunin vel. Holan stóð vel og ekki varð vart við neitt hrún. Fóðring er því sennilega ekki nauðsynleg nema í sandinum í efstu 35 m holunnar. Næstu vinnsluholur sem þarna yrðu boraðar gætu því orðið ódýrari en þessi, jafnvel þótt þær yrðu nokkru dýpri.

6 MÆLINGAR Í HOLUNNI OG DÆLING

Hita og seltumælingar hafa nokkrum sinnum verið gerðar í holunni. Mynd 4 sýnir þessar mælingar. Fyrstu mælingarnar voru gerðar viku eftir að borun lauk, á sumardaginn fyrsta 24. apríl. Ekki er víst að þær sýni náttúrulegt grunnvatnsástand í holunni en þó getur það ekki verið langt frá réttu lagi.

Hitaferillinn frá 24. apríl á mynd 4 sýnir áhrif frá lofthita efst í holunni. Nokkrum metrum undir grunnvatnsborði er kominn eðlilegur grunnvatnshiti á þessum slóðum, 5 - 6 gráður. Hitinn hækkar síðan jafnt og þétt í 9 gráður í holubotni. Dæling úr holunni hækkar hitann í henni allri og jafnar hitamuninn efst og neðst, eins og sést á hitaferlunum frá 27. apríl. Það bendir til þess að vatnið sem inn í hana streymdi hafi komið úr neðsta hluta hennar, þ.e. bólstraberginu, en það kemur heim og saman við þá gömlu reynslu, að bólstraberg er allra bergtegunda bestur vatnsleiðari. Hitinn er nokkru hærri en búist var við. Hugsanlega er hér um jarðhitaáhrif að ræða. Með svipuðum jarðhitastigli og er neðst í holunni, þar sem hitinn vex úr 7,4 gráðum

á 40 m dýpi í 9 gráður á 60 m, mætti búast við 12 gráðum á um 100 m dýpi. Við mikla dælingu af svæðinu er líklegt að hitinn lækki og nálgist meðalsjávarhita.

Viðnámsferlarnir á mynd 4 sýna að dæling hefur all mikil áhrif. Viðnámið endurspeglar seltuna í vatninu þannig að því lægra sem það er því meiri er seltan. Fyrir dælingu, þann 24. apríl, var seltumagnið allhátt efst í holunni en fór lækandi niður á við, allt niður á 56 m dýpi en þar tekur seltustigið stökk upp á við og sér ekki fyrir endann á því stökki við holubotn. Hið háa seltustig efst í holunni stafar af sjávarúða sem stöðugt berst yfir fjörukambinn úr brimöldunni sem brotnar látlaust við sandinn. Þessi áhrif sjávarins dvína með auknu dýpi. Neðst í holunni virðist svo sem komið sé niður úr ferskvatnslaginu og í blandlagið sem skilur að grunnvatn og jarðsjó.

Gert var ráð fyrir að með dælingu úr holunni mætti draga sjóinn upp í hana. Dæling hófst 24. apríl og lauk 30. apríl. Notuð var lítil sogdæla af gerðinni Honda í eigu Orkustofnunar. 4 - 4,5 m eru niður á vatnsborð í holunni. Við dælingu varð að auki 1 - 1,5 m niðurdráttur svo lyftihæðin úr holunni var 5 - 6 m. Við þá lyftihæð afkastar dælan um 8 l/s en það er of lítið til að búast megi við miklum og skjótum árangri. Fyrstu tvo sólarhringana dró dælan vatn af 33 m dýpi en síðan var sogrörið lengt niður á 55 m. Árangurinn varð eins og sést á línuritinu að blandlagið lyfti sér um eina 8 m og seltan jókst í holubotni án þess þó að hreinn sjór kæmi í ljós. Með öflugari dælu mætti vafalaust ná betri árangri.

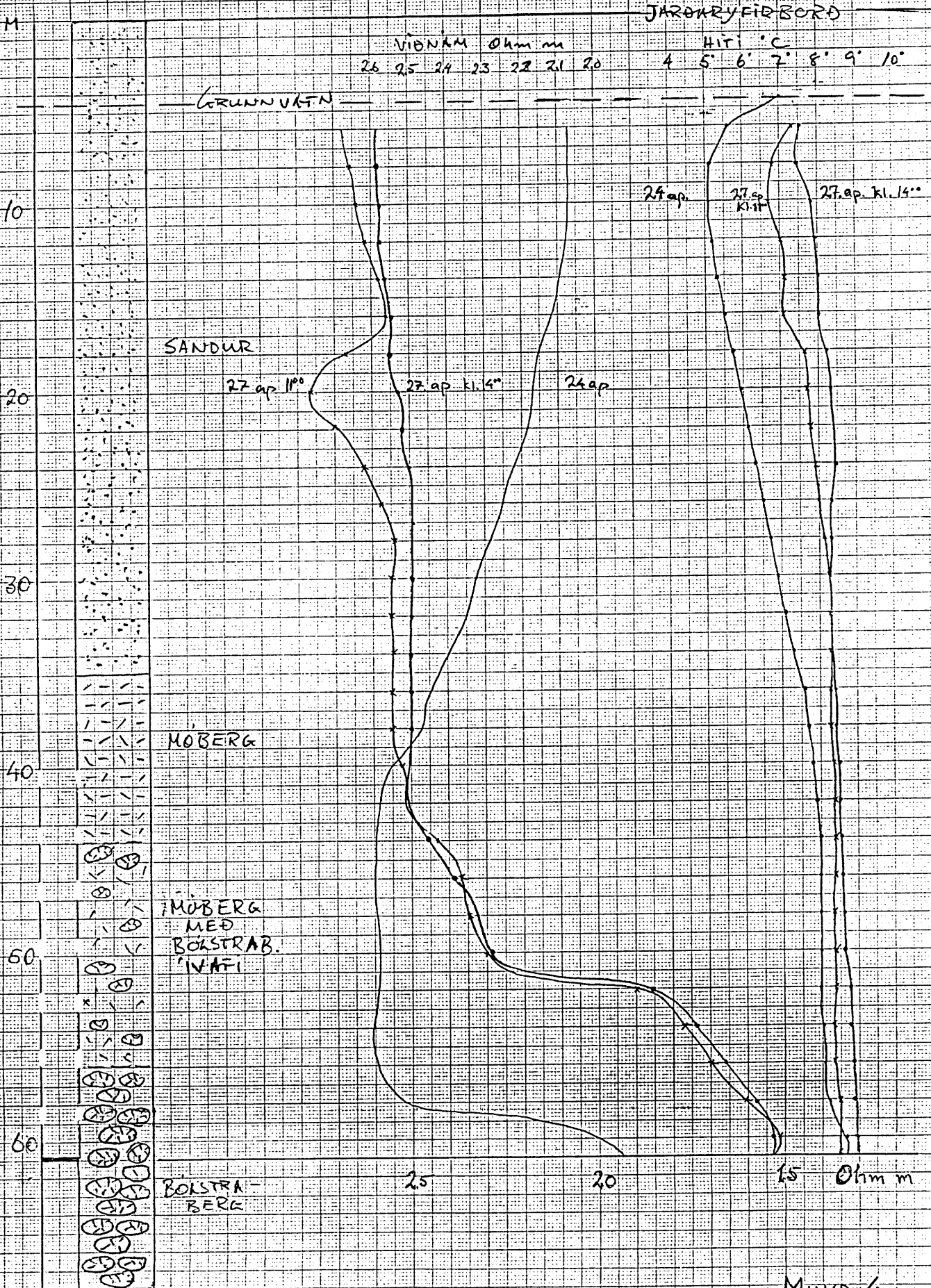
Sýni voru tekin af vatninu sem dælt var upp. Þrjú þessara sýna voru efnagreind með tilliti til seltu á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar. Niðurstöðurnar voru eftirfarandi :

SÝNI	DAGS.	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻
1	24.4.'86	1421,7 ppm	218,6 ppm
4	27.4.'86	1379,8 ppm	216,8 ppm
6	29.4.'86	1415,3 ppm	218,6 ppm

Klór magnið í hreinum sjó er um 19000 ppm. Klór magnið í sýnunum svarar því til 7,5 % sjávarblöndunar. Viðnámsferlarnir á mynd 4 benda til að seltan sé nokkru hærri við holubotn, eða sem svarar 10 - 15 % sjávarblöndun.

VÍK Í MYRDAL

BORHOKA, JARÐLAGASNIÐ, VINDNÁMSFERLAR OG HITASTIG



7 HAMFARAHETTA

Ekki er hægt að skrifa svo um fjöruna í nágrenni Víkur að ekki sé minnst á þær breytingar sem á henni hafa orðið á umliðnum árum og öldum. Kötlugos og hlaup samfara þeim hafa valdið miklum breytingum á ströndinni og fært hana út svo kílómetrum skiptir á sögulegum tíma. Í hlaupinu 1918 er talið að sandurinn hafi færst fram um eina 4 km á breiðum kafla milli Hjørleifshöfða og Höfðabrekkufjalls. Þá myndaðist Kötlutangi syðsti tangi íslenska fastalandsins. Þegar að hlaupi loknu tók sjórinn að brjóta hið nýja land og færa efnið vestur með ströndinni. Strax árið 1919 hafði Kötlutangi rýrnað um 2 km og síðan hefur hann styst um 1 km til viðbótar. Á þessu tímabili hefur ströndin við Vík verið að færast fram. Að sögn Skúla Víkingssonar á Orkustofnun, sem kannað hefur strandbreytingar Sunnanlands á þessari öld, færðist ströndin fram um 150 m á árabílinu 1945 - 1960. Og enn er þessi þróun í gangi.

Mesta hættan sem mannvirkjum á ströndinni við Vík stafa af Kötlugosum er líklega af flóðbylgju, sem myndast er Kötluhlaup geysast í sjó fram fyrir Mýrdalssandi með öllum þeim jakaburði sem fylgir. Þess er t.d. getið um gosið 1721, að flóðbylgja frá því hafi skolað út hjalli í Vestmannaeyjum og varningi úr skemmum.

Þess verður einnig að gæta í þessu sambandi, að ekki þarf Kötluhlaup til að sjór gangi langt á land á þessum slóðum. Í aftakaveðrum getur brim auðveldlega farið yfir fjörukambinn og sjór gengið yfir allt strandsvæðið. Öll mannvirki verða því að vera byggð með tilliti til að standast slíkar ákomur.

8 HELSTU NIÐURSTÖÐUR OG NÆSTU AÐGERÐIR

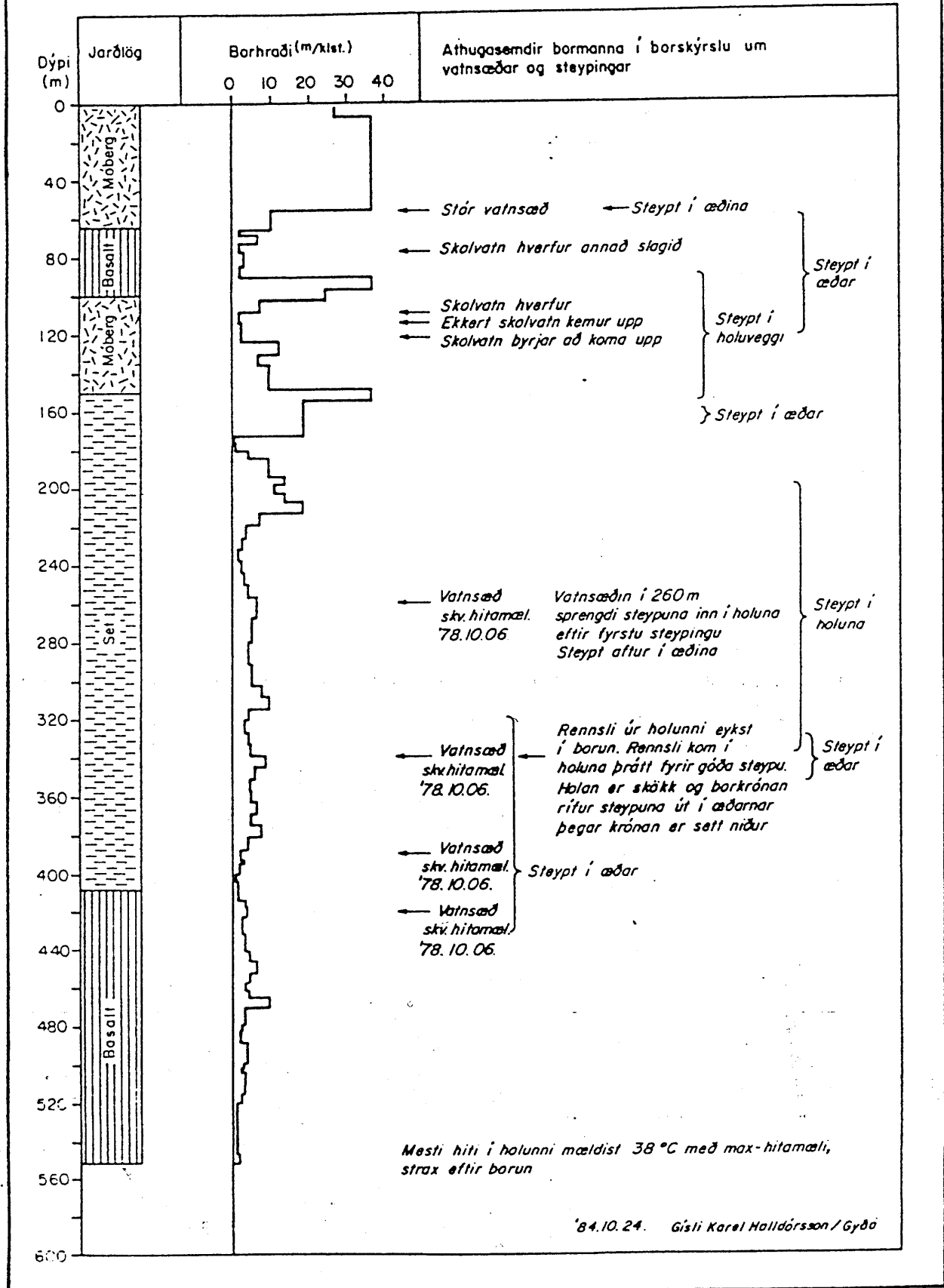
Borun sjóholunnar á ströndinni við Vík í Mýrdal gekk vel. Borunin sjálf tók tæpa tvo daga og fóðring, frágangur, hreinsun og flutningur þrjá daga í viðbót. Reynslan af þessari borun á að gera mönnum fært að vinna næstu holar bæði hraðar og með minni fóðringarkostnaði. Sandurinn á umsvifasvæðinu neðan við Vík reyndist 35 m þykkur. Þar fyrir neðan er móberg sem nær á 45 m en þar tekur við móberg með bólstrabergsívafi. Á 56 m er komið í nær hreint bólstraberg sem nær til botns í holunni á 68 m dýpi. Afköst holunnar hafa ekki verið mæld

en hún virðist geta gefið þokkalega af sér. Dæling eftir borun gaf 9 gráðu heitt ísalt vatn. Vatnið virtist koma úr bólstraberginu neðst í holunni. Leiðnimælingar á vatninu gáfu til kynna 10 - 15 % sjóblöndu í því. Styrkur sjávarblöndunnar fór vaxandi með dælingu. Hita- og leiðnimælingarnar benda til að stutt sé í mun saltara vatn.

Næstu skref þessarar tilraunar ættu að vera öflugari dæling úr holunni til þess að sjá hvort ekki megi ná upp hreinum jarðsjó. Einnig þarf að gera dæluprófun á holunni svo meta megi afkastagetu hennar. Sennilega þarf að reka niður nýtt píсарör í nágrenni borholunnar í tengslum við dæluprófunina. Í þriðja lagi þarf að gera efnagreiningar á sjóblöndunni í holunni. Að því loknu má ætla að fyrir liggi nauðsynlegustu grundvallargögn til að meta kostnað við vinnslu jarðsjávar á þessum slóðum.

Rannsóknarhola við Vík í Mýrdal

Borað 26. janúar – 27. febrúar 1977



Mynd 5 Rannsóknarhola við Vík
Jarðlög, borhraði, vatnsæðar og steypingar