

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

VATNSSTÖÐUMÆLINGAR Í BORHOLUM A

SELTJARNARNESI 1966-1969

Eftir

Þorstein Thorsteinsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

VATNSSTÖÐUMÆLINGAR Í BORHOLUM A

SELTJARNARNESI 1966-1969

Eftir

Þorstein Thorsteinsson

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

	<u>Bls.</u>
Inngangur	1
Borholur	1
Mælingar	1-2
Úrvinnsla Mælinga	2-4
Niðurstöður	4-5

M Y N D I R

	<u>Fnr.</u>
Borholur á Seltjarnarnesi	8908
Holur 1 og 2, Vatnsmagn og vatnsstaða	8907
Hola 1, Vatnsmagn og vatnsstaða	8905
Hola 2, rennsli Júlí 1966- Jan. 1968	8914
Hola A, Reiknuð vatnsstaða	8917
Hola 1, Vatnsstaða 7.6.-9.6.1969	8913
Hola við Ísbjörn, Vatnsstaða 9.6.-13.6.1969	8915

INNGANGUR

Mælingar á vatnsstöðu og vatnsrennsli úr borholum á Seltjarnarnesi hafa verið gerðar á vegum Jarðhita-deildar Orkustofnunar frá því um áramót 1965-1966. Þær voru í fyrstu gerðar til þess að kanna hugsanleg áhrif 4-5 gígalítra árlegrar vatnsvinnslu á Laugavegssvæðinu í Reykjavík, í 3-5 km fjarlægð, á vatnsstöðu holanna. Síðari mælingar, sem gerðar voru samhliða dælingu og þrýstitilraun í holu 1, við Bakka, í nóvdes, 1968 og í júní 1969, voru gerðar gagnagert til að kanna rennsliseiginleika jarðlaga á Seltjarnarnesi og þar með möguleika til heitavatnsvinnslu úr þeim.

Borholur.

Staðsetning mælingarhola er sýnd á fnr. 8908. Dýpt holanna við Ægisíðu og Ánanaust er um 100 metrar en holu við Ísbjörninn 49 metrar. Hola 1, við Bakka, var í upphafi mælingartímabilsins 100 metrar í dýpt en varð 1282 metrar eftir dýpkun í marz-Júlí, 1967. Hola 2, við Bygggarð, var í upphafi 311 metrar á dýpt en varð 854 metrar eftir dýpkun, apríl-Júlí, 1966. Hitaferlar og jarðlagasnið úr holum 1 og 2 sýna að rennslið úr holunum er mestmegnis úr vatnsgengum jarðlögum í 500-800 metra dýpt. Hitaferill úr holu 1 bendir auk þess til heitari vatnsæða neðan 800 metra.

Mælingar.

Mælingar á vatnstöðu holanna og á vatnsmagni og hitastigi úr holum 1 og 2, eftir að rennsli hófst úr þeim í nóv. 1967 og júlí 1966, voru gerðar því sem næst mánaðarlega. Mælingar voru einnig gerðar reglulega á vatnsstöðu allra holanna meðan þrýstitilraun var gerð í holu 1, í júní, 1969, en hola 2 stóð þá lokað og voru mælingar gerðar á henni með Bourdon Þrýstimæli.

Þá var vatnsstaða holu 1 mæld við mismunandi vatnsmagn, meðan dælt var úr henni, eftir virkjun með borholudælu í nóv. 1968 og aftur í júní, 1969 eftir þrýstitilraun. Var þetta gert til að ákvarða rennslismótstöðu í holunni og í næsta námunda við hana. Loks voru gerðar mælingar með síritandi vatnsstöðumæli í holu 1, holu við Egisíðu og holu við Ísbjörn í júní, 1969, til þess að kanna áhrif sjávarfalla og loftþyngdar á vatnsstöðu holanna.

Úrvinnsla mælinga.

Breytingar urðu ekki á vatnsstöðu holanna við Egisíðu, Ananaust og Ísbjörninn, né heldur hola 1 og 2 fyrir dýpkun þeirra, aðrar en þær sem orsakast af sjávarföllum, loftþyngd og úrkomu. Rennsli úr holu 2 minkaði hinsvegar úr ca. 4 sek.l. í júlí, 1966, í 3.15.sek.l. í feb., 1968. (Fnr. 8914), en hitastig hélzt óbreytt, 77.5° C.

Vatnsstaða og rennsli úr holu 1, eftir dýpkun í 1282 metra, sýndi engin merki um áhrif ártíðarbundinnar vatnsvinnslu á Laugavegssvæðinu í Reykjavík. Þetta bendir til óvatnsgengra jarðlaga þar á milli a.m.k. niður í 1282 metra dýpt. Hin tiltölulega öra lækun rennslis úr holu 2 eftir áramót 1966-67 orsakast sennilega af takmörkunum á víðáttu svæðisins á einn eða fleiri vegu.

Þrýstitilraun í holu 1 olli rúmlega 1 meters hækkun vatnsstöðu í holu 2 og eftirfarnadi dæling lækun um 1/2 meter (Fnr. 8907). Áhrifa þrýstitilraunar og dælingar gætti ekki í öðrum holum (Fnr. 8915):

Misvægislíking Theis, sem notuð hefur verið með góðum árangri á Laugavegs og Elliðaársvæðunum í Reykjavík, var notuð til þess að ákvarða rennslisstuðla vatnsgengu jarðlaganna í 500-800 metra dýpt og þar með vatnsvinnslupól þeirra miðað við víðráðanlega vatnsstöðulekkun.

Rennslisstuðlarnir, heildarvatnsleiðnin $T=2.2$ sek.l á breiddarmeter vatnsgengu jarðlaganna og rýmdarstuðull þeirra $S=4 \times 10^{-5}$, voru ákvarðaðir með lakkandi vatnsstöðuferli úr holu 2, 7 og 8 júní, eftir þrýstitilraun í holu 1. T var einnig ákvarðað eftir rennslisferli holu 2 frá júlí, 1966 til jan. 1968 og varð þá 1.3 sek.l. á breiddarmeter (Fnr. 8914). Þess ber að gæta að fyrstu vatnsmagnsmælingar eftir að rennslí hófst í júlí 1966, kunna að vera of háar og þetta gildi á T, því of lágt. Einnig er nokkur óvissa á vatnsmagnsmælingum í þrýstitilraun og gæti gildið á T, sem með þeim er fengið, 2.2 sek.l. á meter verið of hátt. Eftir aðstæðum þykir þó ekki óvarlegt að áætla $T=1.5-2.0$ sek.l. á meter.

Rennslisstuðlarnir T og S voru síðan notaðir til að reikna vatnsstöðulækkun í vinnsluholu staðsettri líkt og hola A á Fnr. 8908 og miðað við samtals 60 sek.l. vatnsvinnslu úr sex vinnsluholum. Vatnsstöðulækkunin var reiknuð fyrir gildin $T=1.0$ og 1.5 sek.l./m og $S=4 \times 10^{-5}$, og gert ráð fyrir óvatnsgengum jarðlögum eins og myndin sýnir. Reiknuð vatnsstaða holu A miðað við efri brún fóðurrörs er sýnd á fnr. 8917. Eftir 200 daga vatnsvinnslu er hún - 72 metrar ef $T=1.0$ sek.l/m, - 48 metrar ef $T=1.5$ sek.l/m en yrði - 36 metrar ef $T=2.0$ sek.l/m.

Vatnsstöðulækkunin, sem reiknuð er á Fnr. 8917, er línulegs eðlis þ.e. hún stendur í beinu hlutfalli við vatnsmagnið Q og stuðul B, sem háður er logaritma af tíma frá upphafi vatnsvinnslu og rennslisstuðlunum T og S. Við þessa lækkun í vinnsluholu bætist lækkun sem orsakast af rennslismótstöðu í holunni sjálfri og í næsta nánunda við hana. Lækkun í vinnsluholu verður þannig $h = BQ + CQ^2$. Niðurstöður mælinga á vatnsstöðu við mismunandi vatnsmagn úr holu 1 í nóv-des. 1968 og júní 1969, að þrýstitilraun lokinni, eru sýndar á Fnr. 8905. Stuðullinn C lækkaði úr 1.05 m/sek.l.² í 0.68 m/sek.l.² vegna þrýstitilraunarinnar.

Sjávarföll orsaka vatnsstöðubreytingar í öllum holunum að undanskilinni holu við Ísbjörn. Áhrif þeirra eru 22% af hæðarmismun flóðs og fjöru í Reykjavíkurböfn í holum 1 og 2, en um 3% í holum við Egisíðu og Ananaust. (Fnr. 8907 og 8913). óbreytt efnainnihald vatnsins úr holum 1 og 2 og lítill sem enginn fasamismunur sveiflanna í holunum og í sjónum benda til þess að áhrifin séu óbein og orsakist af mismunandi fargi á vatnsgnegum jarðlögum við mismunandi sjávarhæð.

Sé þykkt vatnsgengu jarðlaganna í 500-800 metra dýpt, þ, áætluð 100 metrar og gert ráð fyrir að þau séu fjaðurmögnuð (elastic), verður gleipni (Porositet) þeirra, reiknuð út frá rýmdarstuðlinum $S=4 \times 10^{-5}$ og 19% áhrifum sjávarfalla (22%-3%), um 7%. Eðlisleiðni (permeability) laganna verður T/P eða 1.5×10^{-3} - 2.0×10^{-3} cm/sek, sem jafngildir 0,58-0,77 darcy miðað við 75°C heitt vatn.

Niðurstöður.

Vatnsstöðubreytingar í holu 2 vegna dælingar og þrýstítilrauna í holu 1 í 1200 metra fjarlægð benda til víðáttumikilla vatnsgengra jarðlaga undir vesturhluta Seltjarnarness. Hitaferlar og jarðlagasnið holanna benda til þess að vatnsgengu jarðlögin séu í 500-800 metra dýpt. Vatnsleiðnin milli holanna 1.5×10^{-3} - 2.0×10^{-3} sek.l/m, er tiltölulega lítil miðað við t.d. Laugavegssvæðið í Reykjavík, þar sem leiðnin er 5-7 sek.l/m, og Elliðaársvæðið, þar sem hún er 3-4 sek.l/m. Hún ætti þó að nægja til 50-60 sek.l vatnsvinnslu í samfleytt 200 daga með viðráðanlegri vatnsstöðulækkun úr 6 vinnsluholum staðsettum líkt og Fnr. 8908 sýnir. Er þá gert ráð fyrir innstreymisstuðlinu $C=0.6-0.7$ m/sek.l².

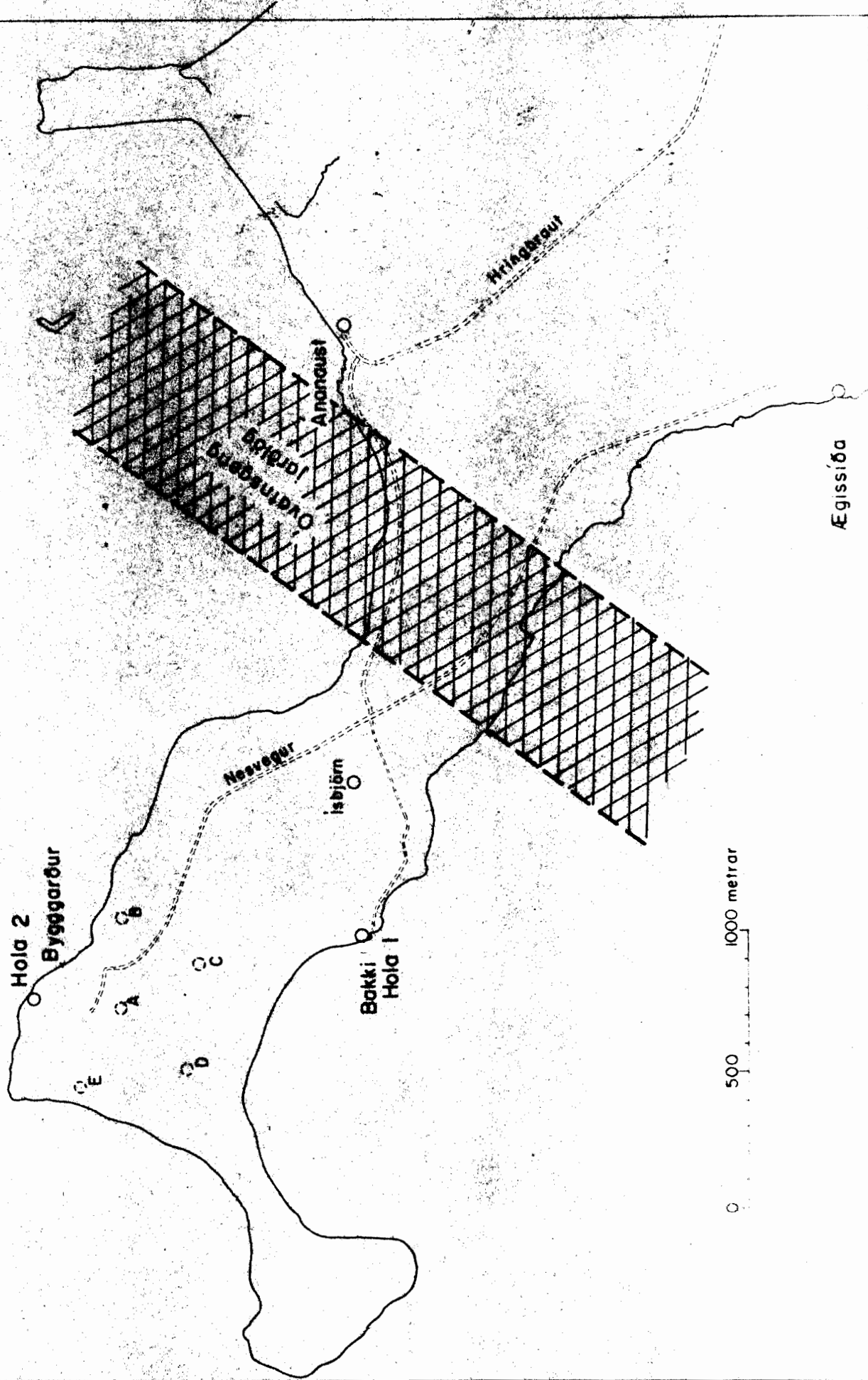
Ekki er vitað um vatnsleiðni jarðlaga neðan 850 metra,

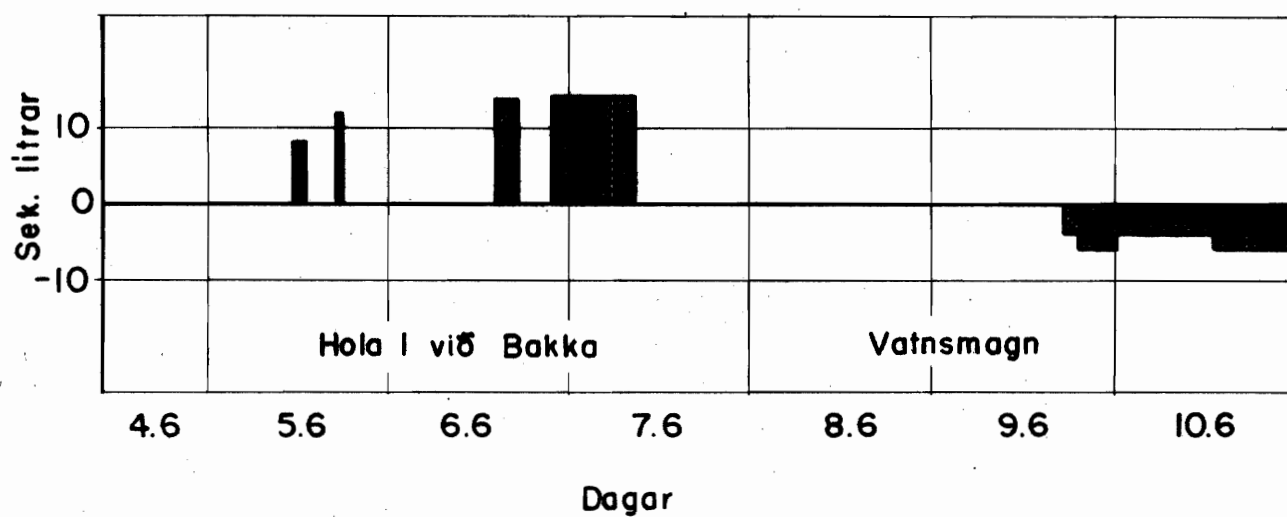
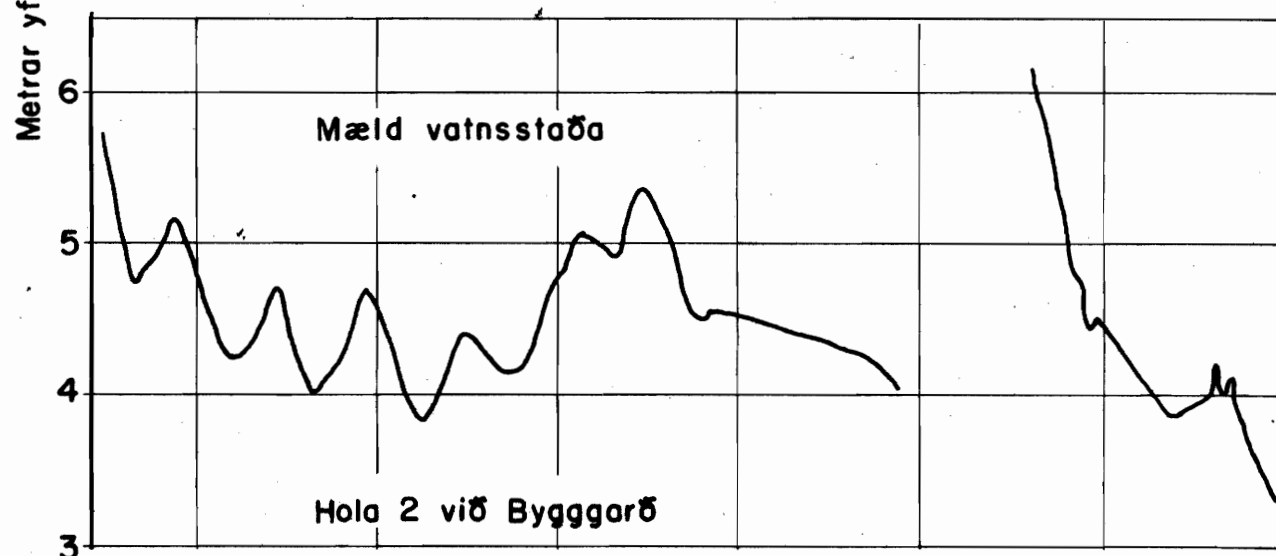
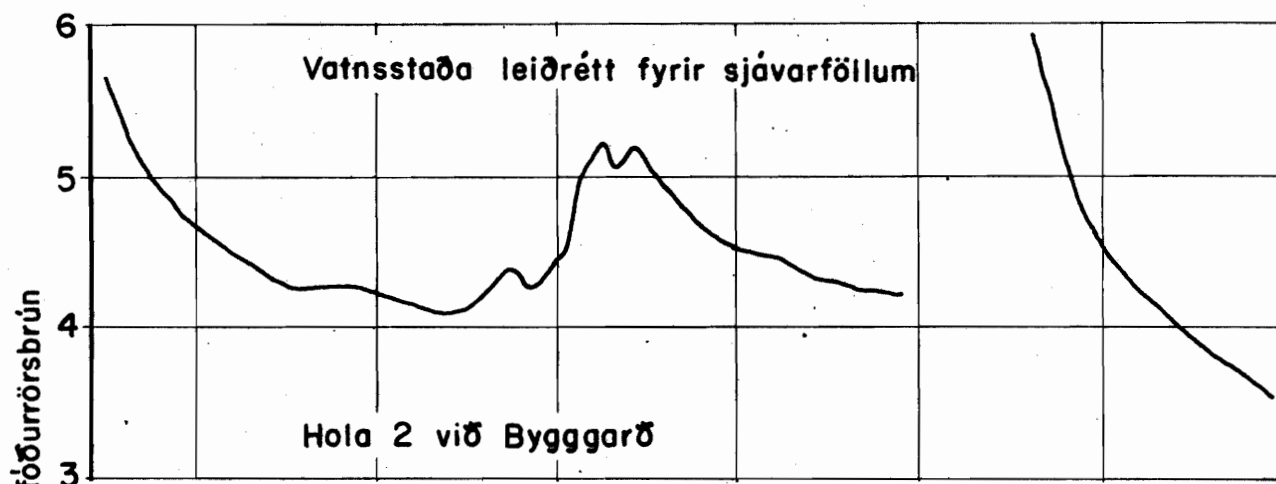
en hærri hitastig vatnsins úr 500-800 metra dýpt í holu 2 en í holu 1. gæti bent til þess að hún væri meiri í nánunda við Bygggarð en við Bakka. Einnig er líklegt að innstreymisstuðullinn, C, sem var 0.67 m/sek.^2 eftir þrýstitilraun í holu 1 og sem yrði orsök meira en helmingis vatnsstöðulækkunar í vinnsluholu, verði lægri þar.

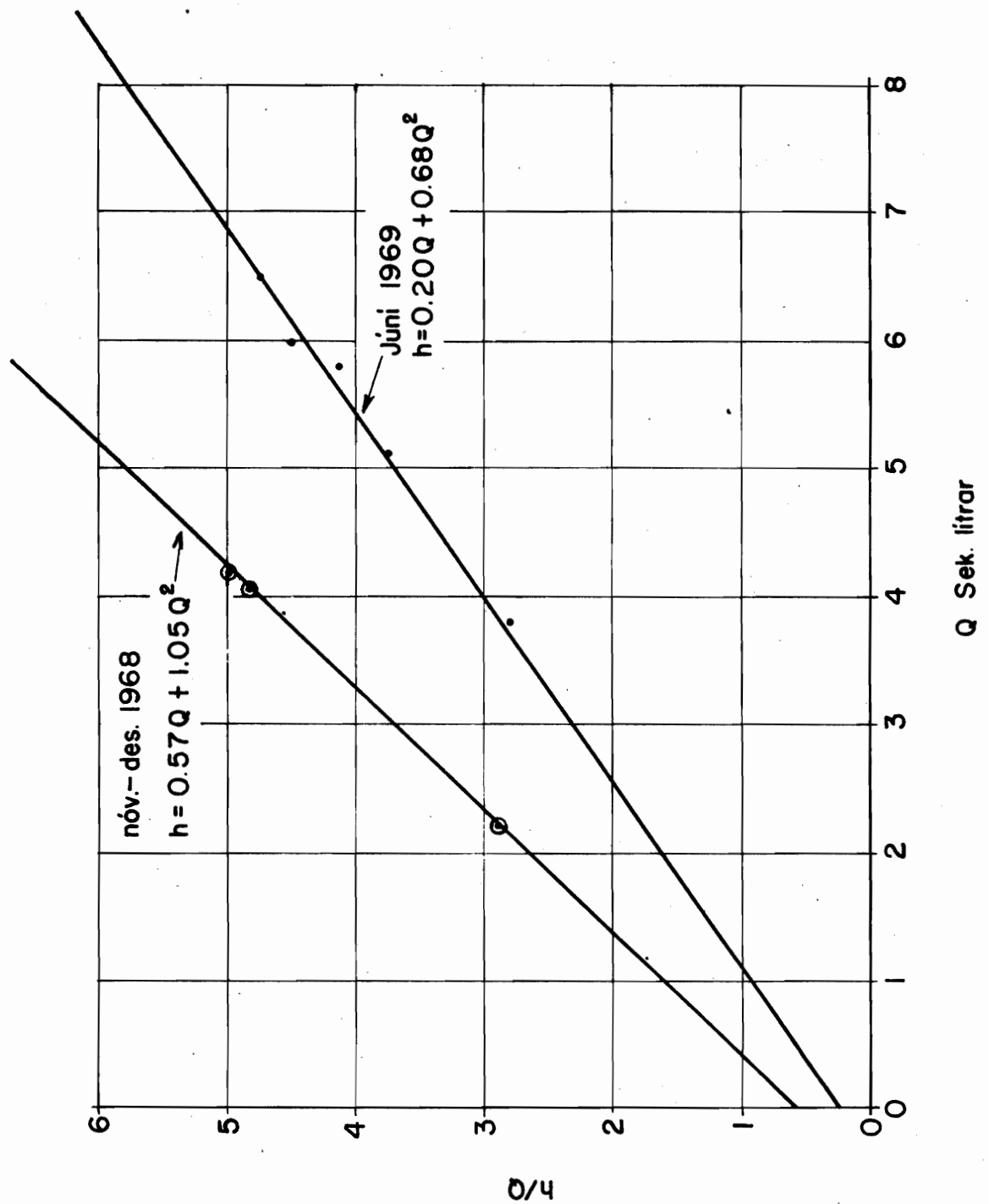
Aður en fleiri borholur eru staðsettir á Seltjarnarnesi væri æskilegt að dæla til reynslu úr holu 2 til ákvörðunar á C og til öruggari ákvörðunar á rennslisstuðlum jarðlaga í 500-800 metra dýpt milli hola 1 og 2.

31.6.69 Þ.H./Q.M.
 Tmr. 18
 J.-Self.
 Far. 8908

ORKUSTOFNUN
 Jarðhitadælið
 Borholur á Seltjarnarnesi







ORKUSTOFNUN
Jörðhitadeild

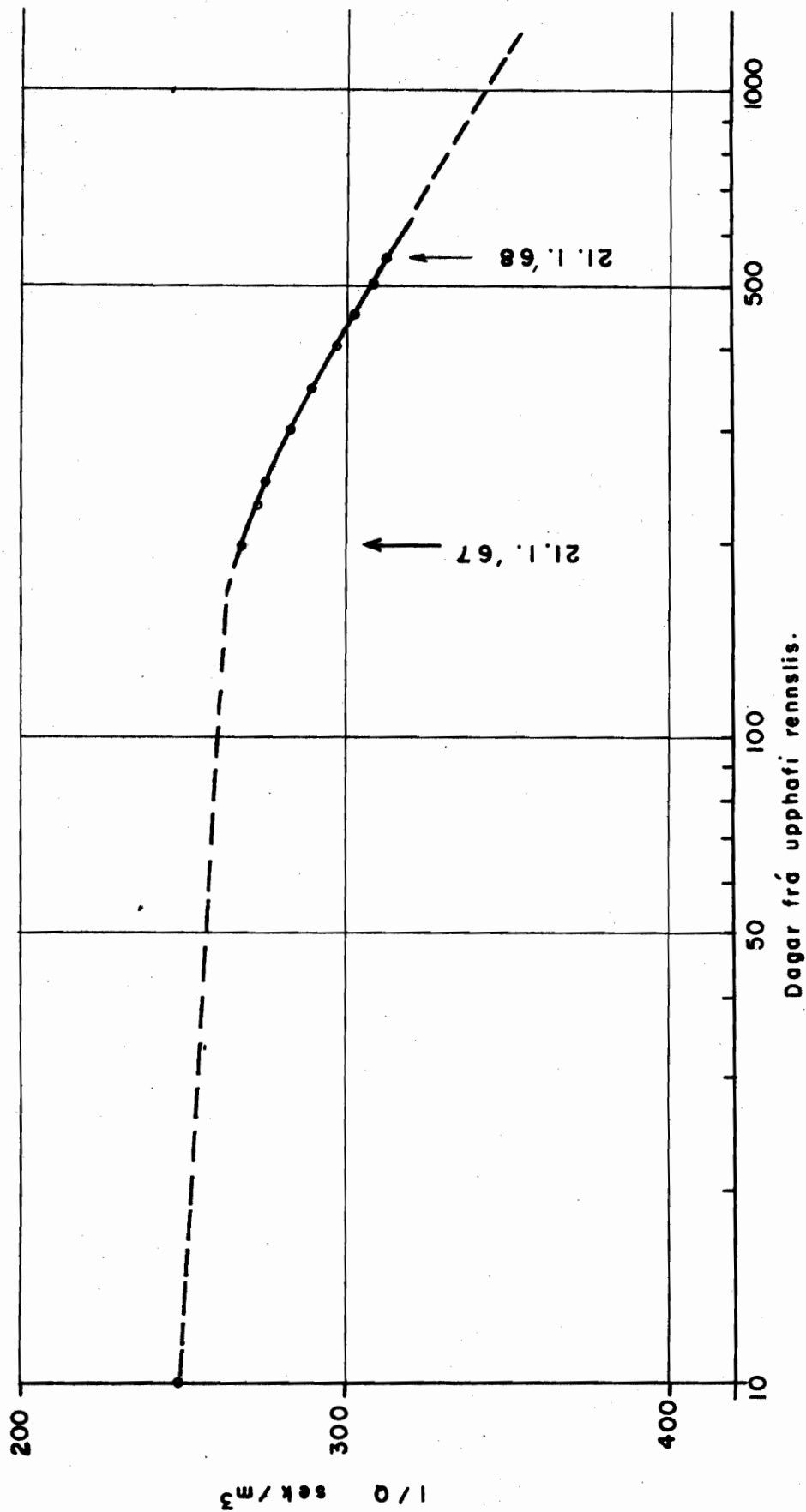
HOLA 2 Á SELTJARNARNESI, 1/2 BYGGGARD.
Rennsli: Júlí 1966 - Jan. 1968

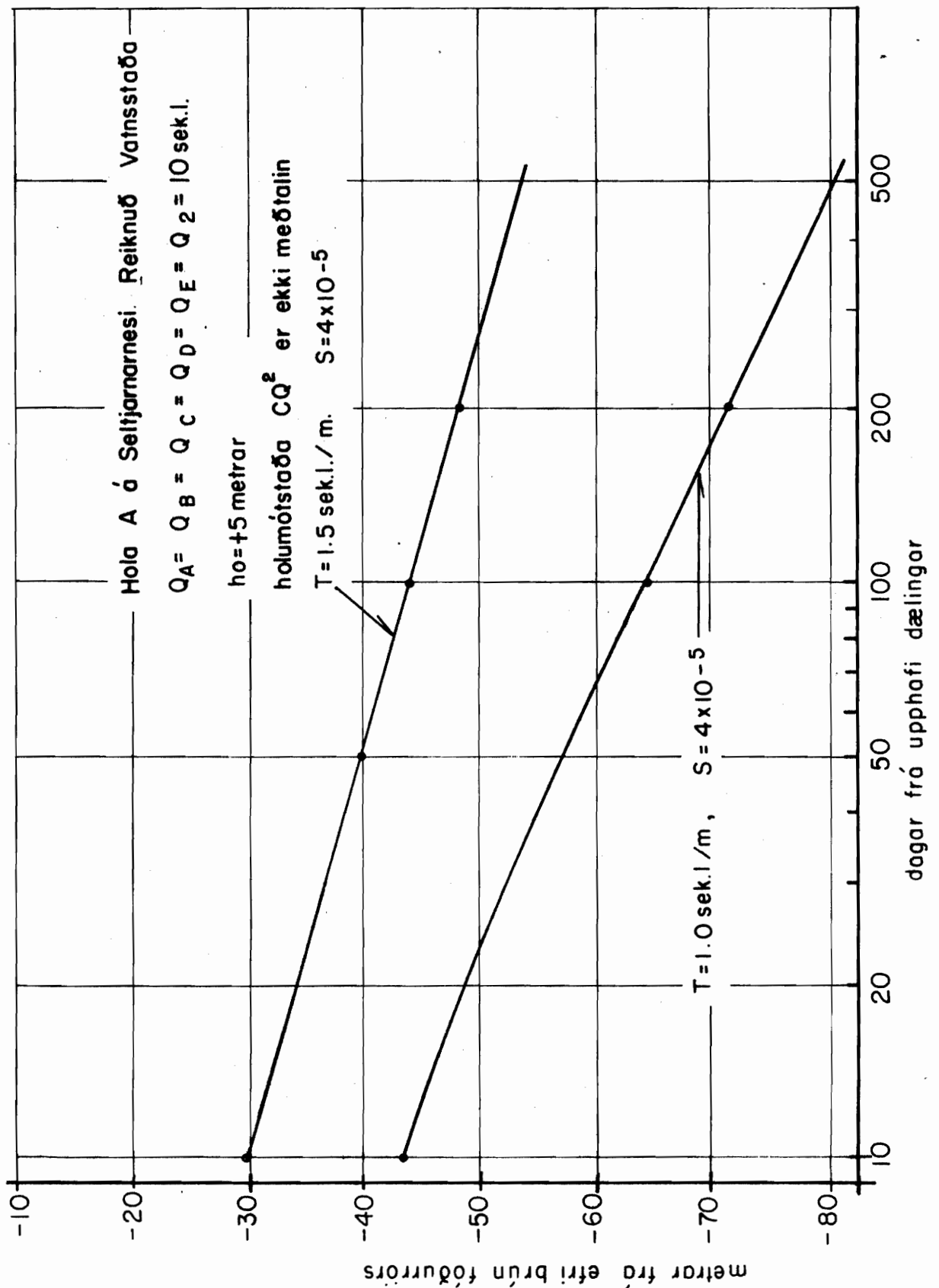
5.7.'69. Þ.TH / PJ

TNR 20

J - Seltjarnarn.

FNR. 8914





ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

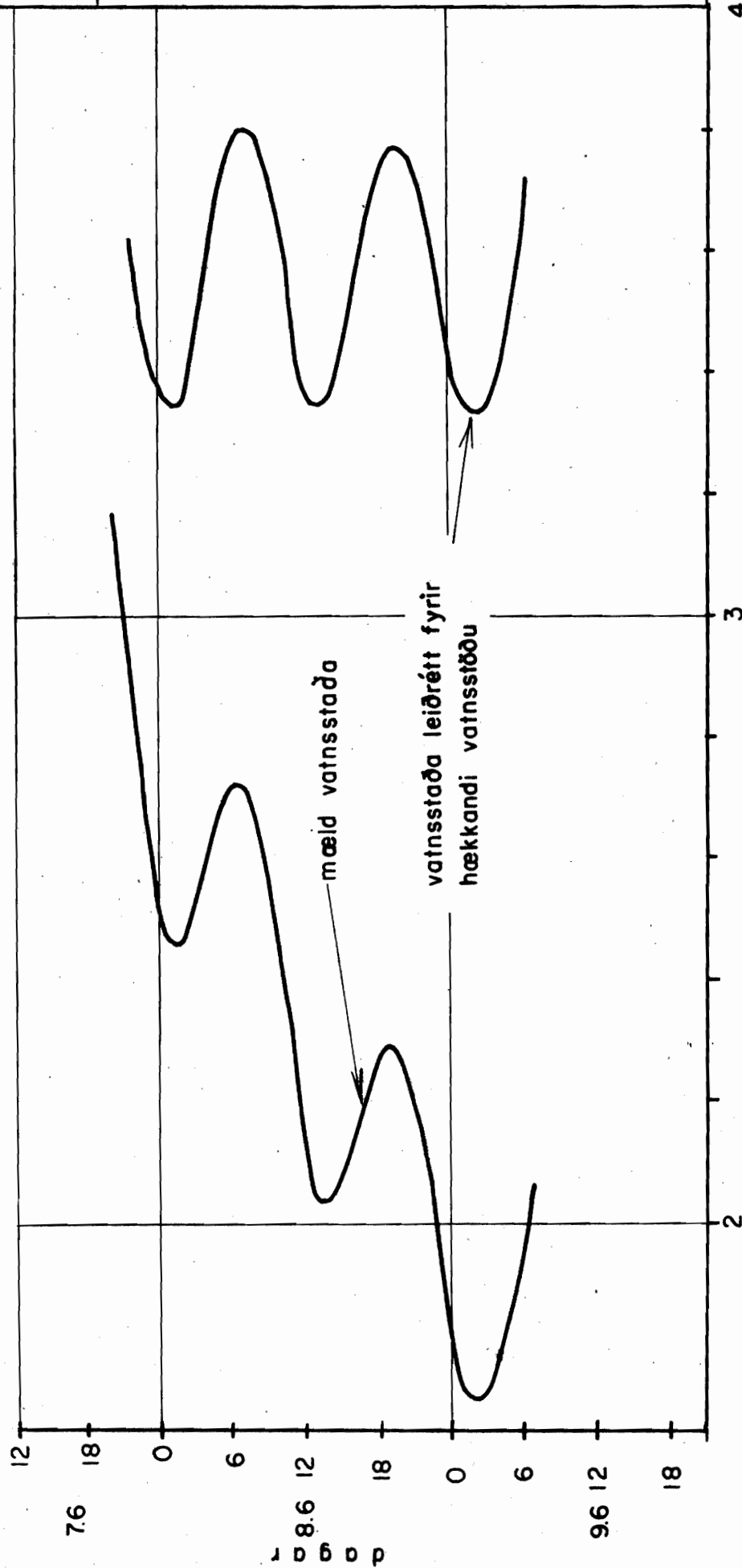
HOLA I á Seltjarnarnesi v/Bakki
Vatnsstaða 7.6 — 9.6.'69

7.7.'69 PTh / PJ

Tnr. 19

J — Seltjarnarn.

Fnr. 8913



metrar frá fóðurrörsbrún

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

BORHOLA ∇ / frystih. ÍSBJÖRNIN, SELTJARN.N.

Vatnsstaða 9.6 — 13.6. '69.

5.7.'69 ÞTH./PJ

TNR. 21

J — Seltjarnarn

FNR. 8915

