

19/1971

JARÐHITI Í SKÚTUDAL

Boranir 1971 og dæluþrófun á borholu 6

eftir

Stefán Arnórsson

Nóv. 1971

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

JARÐHITI Í SKÚTUDAL

Boranir 1971 og dæluprófun á borholu 6

eftir

Stefán Arnórsson

Nóv. 1971

Efnisyfirlit

bls.

0.	Helztu niðurstöður	1
1.	Árangur af borunum 1971	3
2.	Dæluprófun á borholu 6	3
2.1	Frankvæmd	3
2.2	Niðurstöður af dæluprófun	4

Myndir:

Mynd 1	Borhraðalínurit fyrir borholur 5 og 6
Mynd 2	Rennsli úr borholu 6 með dælingu
Mynd 3	Afstöðumynd af borholum í Skútudal

Töflur:

Tafla 1	Dæluprófun á borholu 6, niðurstöður mælinga
Tafla 2	Vatnsborð í borholum í Skútudal eftir dælingu úr borholu 6.

## 0. Helztu niðurstöður

1. Ekki tókst að auka sjálfrennsli heits vatns til yfirborðs á jarðhitasvæðinu í Skútudal sem neinu nemur með borun tveggja hola (borholur 5 og 6) sumarið 1971, en þessar holur urðu 293 m og 491 m djúpar. Markverðar upplýsingar um jarðhitasvæðið komu samt í ljós við þessar boranir. Báðar þessar borholur lentu í sömu vatnsæðinni og þeirri, sem gefur vatnið í borholu 2. Frárennslishiti í borholu 6 er 67 stig, í borholu 5 65 stig og í borholu 2, 63 stig. Hitaaukning um 4 stig samsvavar um 15% aukningu á nýtanlegum varma.
2. Áætlað er, að með dælingu úr borholu 6 megi fá 15 - 20 l/sek. af 67 stiga heitu vatni og er þá miðað við 125 m niðurdrátt. Þessi áætlun er ekki talin óvarleg, en á það er skylt að benda, að eingöngu bein prófun gefur vitneskju um raunverulegt vatnsmagn, sem fæst úr borholu 6 við langtímamælingu. Aðalóvissan er minnkun á rennsli við langtímadælinguna.
3. Niðurstöður dæluprófunar benda til þess, að frekari boranir niður á 300 - 500 m dýpi auki ekki vatnsrennsli til yfirborðs eins mikið og dæling úr borholu 6. Hugsanlegt er að bora miklu dýpra, 1000 - 1200 m, og er þá eðlilegt að gera ráð fyrir meira öryggi á vatnsöflun með dælingu úr svo djúpri borholu lendi hún í vatnsæðum neðan við 500 m. Slík borun væri hrein tilraun. Búast má við, að bergið verði þéttara með dýpi og því minni möguleikar á að lenda í stórum vatnsæðum eftir því sem dýpi eykst. Auk þess yrði svo djúp borun mjög kostnaðarsöm og er ekki vitað, hvort það væri þess virði að taka áhættu af árangri hennar vegna hugsanlegrar hitaveitu. Jarðhitadeild Orkustofnunar er reiðubúin að gera kostnaðaráætlun um borun 1200 m djúprar holu og/eða dýpkun borholu 6 í 1200 m, óski Siglufjarðarkaupstaður þess.

4. Mælt er með því, að Siglufjarðarkaupstaður láti kanna, hvort hagkvæmt yrði að dæla vatni úr borholu 6 með það fyrir augum að nota það í hitaveitu fyrir hluta af Siglufjarðarbæ. Talið er vafasamt, að unnt reynist að afla nægilegs vatns af jarðhitasvæðinu í Skútudal í hitaveitu fyrir allan Siglufjarðarkaupstað.
5. Reynist hagkvæmt að virkja borholu 6 fyrir hitaveitu, þarf að rýma holuna út niður á 140 m dýpi. Sú rýmun kostar kkr. 500 samkvæmt mjög lauslegri áætlun.
6. Nokkur áhætta fylgir því, að byggja hitaveitu á dælingu úr einni holu, þar sem bilun getur orðið á dæluútbúnaði. Skal því nefnt, að hugsanlegt er að rýma einnig út borholu 2 og hafa hana sem varaholu, komi til þess, að borhola 6 verði nýtt.

## 1. Árangur af borunum 1971

Sumarið 1971 voru boraðar 2 borholur í Skútudal. Við staðsetningu holanna var stuðzt við niðurstöður fyrri borana og viðnámsmælingar. Fyrri holan varð 294 m djúp og sú síðari 491 m djúp. Árangur þessara borana varð sá, að þær lentu báðar í sömu vatnsæðinni og þeirri, sem gefur vatnið í borholu 2. Um litla rennslisaukningu varð að ræða, eða 1-2 l/sek. Rennur allt vatnið úr borholu 6, en hún stendur lægst af þessum 3 holum og stafar rennslisaukningin af lakkun á þrýstingi á vatnsæðinni vegna hæðarmunarins. Hins vegar er vatnið í borholu 6, 67 stiga heitt en var 63 stiga heitt í borholu 2. Sé miðað við nýtingu á hitabilinu: (borholuhiti  $-2^{\circ}$ ) -  $35^{\circ}$  þýðir þessi hitaaukning um 15% aukningu á nýtanlegum varma.

Vatnsæðin, sem borholur <sup>2</sup> 5 og 6 lentu í, er á minnstu dýpi í holu 2 (100 m), en á mestu dýpi í holu 6 (200-300 m). Auðséð er af vatnsrennsli borhola 2, 5 og 6, að sá hluti jarðhitasvæðisins, sem þær eru á, er tiltölulega vatnsgengur. Fyrri boranir höfðu hins vegar sýnt, að svæðið í heild virtist ekki verulega vatnsgengt, þar sem ekki hafði tekizt að bora í verulega stóra vatnsæð nema einu sinni.

Borholur 2, 5 og 6 lenda austan við bergganga, sem holur 1, 3 og 4 eru allar vestan við. Virðist sem uppstreymi heita vatnsins sé austan við þessa ganga og að þeir séu stífla fyrir rennsli heita vatnsins.

## 2. Dæluprófun á borholu 6

### 2.1 Framkvæmd

Ekki reyndist unnt að fá leigða djúpdælu fyrir dæluprófunina. Var því tekið það ráð að dæla lofti á borholu 6 með loftpressu til þess að lækka þrýstinginn á holunni. Dæluprófun með lofti er miklum mun ódýrari en dæling með djúpdælu, en aðalókosturinn við hana er sá, að ekki er mögulegt að vita nákvæmlega niðurdráttinn, sem verður í holunni.

Siglufjarðarkaupstaður lagði til allan útbúnað, sem þurfti til dæluprófunarinnar og ennfremur aðstoðarmenn með Stefáni Arnórssyni, jarðfræðingi, á Orkustofnun til þess að framkvæma mælingar. Dæluprófunin stóð í samtals 44 klst. Þorsteinn Jóhannsson, bæjarverkfræðingur, á Siglufirði tók virkan þátt í dæluprófuninni og mældi lokunarþrýsting á borholum 2, 5 og 6 eftir að dæluprófun lauk og ennfremur sjálfrennsli í borholu 6.

Rennslið var mælt á þann hátt, að frárennsli holunnar var veitt í asbeiströr, sem tengt var við stórt ker og mældur tíminn, unz vatnsborðið í kerinu hafði náð ákveðnu marki og voru þá í því 4700 l.

## 2.2 Niðurstöður af dæluprófun

Þegar dæluprófun er gerð með því, að blása lofti niður í holuna, hefur það þann ókost í för með sér, að ekki er unnt að mæla niðurdráttinn í holunni nákvæmlega. Séu holuveggirnir nokkuð þéttir, verður allmiklu meiri niðurdráttur í holunni, sem dælt er úr, en öðrum holum á svæðinu. Samt hækkar vatnsborðið fyrst snögglega í holunni, sem dælt er úr, eftir að dæling er stöðvuð og því ógerlegt að fá áreiðanlega mælingu á vatnsborðið.

Sé mjög opið milli tveggja hola og dælt úr annarri verður niðurdrátturinn í báðum eins og má því gera ráð fyrir, að niðurdrátturinn í holunni, sem dælt er úr, sé hinn sami og mældur er í hinni. Sá tími, sem líður, unz niðurdráttur á vatnsborði í aðliggjandi holu við dæluholu helst óbreyttur, gefur til kynna sambandið á milli holanna. Sambandið milli borhola 2, 5 og 6 bendir til þess, að niðurdráttur í borholu 6 hefur ekki verið öllu meiri en niðurdráttur í borholum 2 og 5.

Í töflu 2.1 eru sýndar mælingar á rennsli í borholu 6 við mismunandi niðurdrátt ásamt niðurdrætti í holum 2 og 5 vegna dælingarinnar.

Tafla 2.1 - Dæluprófun á borholu 6, niðurstöður mælinga.

Heildarrennsli H-6			Niðurdráttur í H-2			Niðurdráttur í H-5		
l/sek	kl. dags.		m	kl. dags.		m	kl. dags.	
1. Dæling hefst kl. 20.10, 26.10.71. Niðurdráttur í lok dælingar 85 m								
17.9	20.24	26.10				6.0	20.40	26.10
						8.0	23.23	26.10
			8.2	01.28	27.10	7.8	01.25	27.10
9.9	11.45	27.10	8.3	12.00	27.10	7.9	10.48	27.10
2. Dæling hefst kl. 15.00 27.10.71. Niðurdráttur í lok dælingar 22.0 m								
22.0	15.20	27.10	15.6	15.25	27.10	15.6	15.25	27.10
15.4	16.15	27.10	19.0	16.30	27.10	19.0	16.30	27.10
14.9	17.15	27.10	20.6	18.05	27.10	20.4	18.05	27.10
13.9	20.45	27.10	21.7	20.55	27.10	21.6	20.55	27.10
3. Dæling hefst kl. 21.00 27.10.71. Niðurdráttur í lok dælingar 24.9 m								
14.1	21.50	27.10	26.1	00.40	28.10	24.7	21.55	27.10
14.1	00.25	28.10	26.5	02.30	28.10	25.9	00.40	28.10
14.2	02.10	28.10				26.4	02.30	28.10
13.9	10.45	28.10	24.8	10.20	28.10	24.2	10.15	28.10

Á mynd 2 sést samband milli heildarrennslis úr borholu 6 og niðurdráttar samkvæmt þeirri dæluprófun, sem gerð var 26.- 28.10.71. Lokunarþrýstingur á borholunni var 2.4 kp/cm<sup>2</sup>. Með því að draga vatnsborðið niður í 76 m dýpi á svæðinu umhverfis holu 6 og að holu 2 má fá heildarrennsli úr holunni sem nemur 19-21 l/sek. Með því að draga vatnsborðið niður í 125 m fást 24-26 l/sek úr borholu 6. Við þessa útreikninga er ekki gert ráð fyrir minnkun á rennsli vegna langtímadælingar.



Borhola 2 hefur verið sjálfrennandi í 2 ár síðan hún var boruð 1969. Sumarið 1969 mældist rennslið 6-7 l/sek og 6.5 og 7.6 l/sek sumarið 1970. Eftir að borholur 5 og 6 voru boraðar fór allt vatnið úr borholu 2 yfir í þær. Sé gert ráð fyrir, að þetta sé sama vatnið, mundi borhola 6 gefa sama rennsli og borhola 2, ef á henni væri 0.68 kp/cm<sup>2</sup> þrýstingur, en sá þrýstingur samsvarar hæðarmuninum á holunum. Við 0.68 kp/cm<sup>2</sup> þrýsting reiknast, að rennslið úr borholu 6 sé mjög nálægt 7 l/sek. Verður því ekki annað séð en rennsli borholu 2 hafi haldizt óbreytt í 2 ár. Af þessu er dregin sú ályktun, að minnkun á rennsli verði ekki mikil við langtímadælingu úr borholu 6. Þess vegna þykir það ekki óvarlega áætlað að unnt sé að ná 15-20 l/sek úr borholu 6 með 125 m niðurdrætti við langtímadælingu. Hins vegar skal á það bent, að raunveruleg minnkun á rennsli við langtímadælingu fæst eingöngu með beinni prófun.

Þegar dælt hafði verið úr borholu 6 í tæpa 2 sólarhringa, sýndi sig, að vatnsborðið í öllum hinum holunum hafði lækkað nokkuð (tafla 2). Vatnsborðið í borholum 2, 5 og 6 var í sömu hæð miðað við sjávarmál, en í borholum 1, 3 og 4 var það aðeins neðar. Þar sem dælt var úr borholu 6, en lökkun á vatnsborði miðað við sjávarmál í borholum 1, 3 og 4 varð meiri en í borholu 6 túlkast niðurstöðurnar þannig: Uppstreymi er nálægt borholu 6 og streymir þaðan í átt til borhola 1, 3 og 4, en á milli þessara hola og borholu 6 eru berggangar, sem virka sem stíflur og valda þrýstifalli á heita vatninu, er það seitlar í gegn.

Borholur 1 og 2 eru í sitt hvorum enda jarðhitasvæðisins og þar sem áhrifa dælingar í borholu 6 gætir í þeim er ljóst, að áhrifa dælingarinnar gætir á öllu jarðhitasvæðinu. Virðist því, sem dæling úr borholu 6 nýti heita vatnið á jarðhitasvæðinu á því dýpi, sem hún nær niður á.

Tafla 2

Vatnsborð í borholum (m.y.s.) í Skútudal eftir 14 klst.  
dælingu úr borholu 6 við 25 m niðurdrátt.

borhola	hæð borholu m.y.s.	niðurdráttur m	vatnsborð m.y.s.
1	122.8	0.4	122.4
2	156.0	24.8	124.4
3	136.3	10.3	123.2
4	123.5	1.4	122.1
5	151.0	24.2	124.8
6	149.4	24.9	124.5

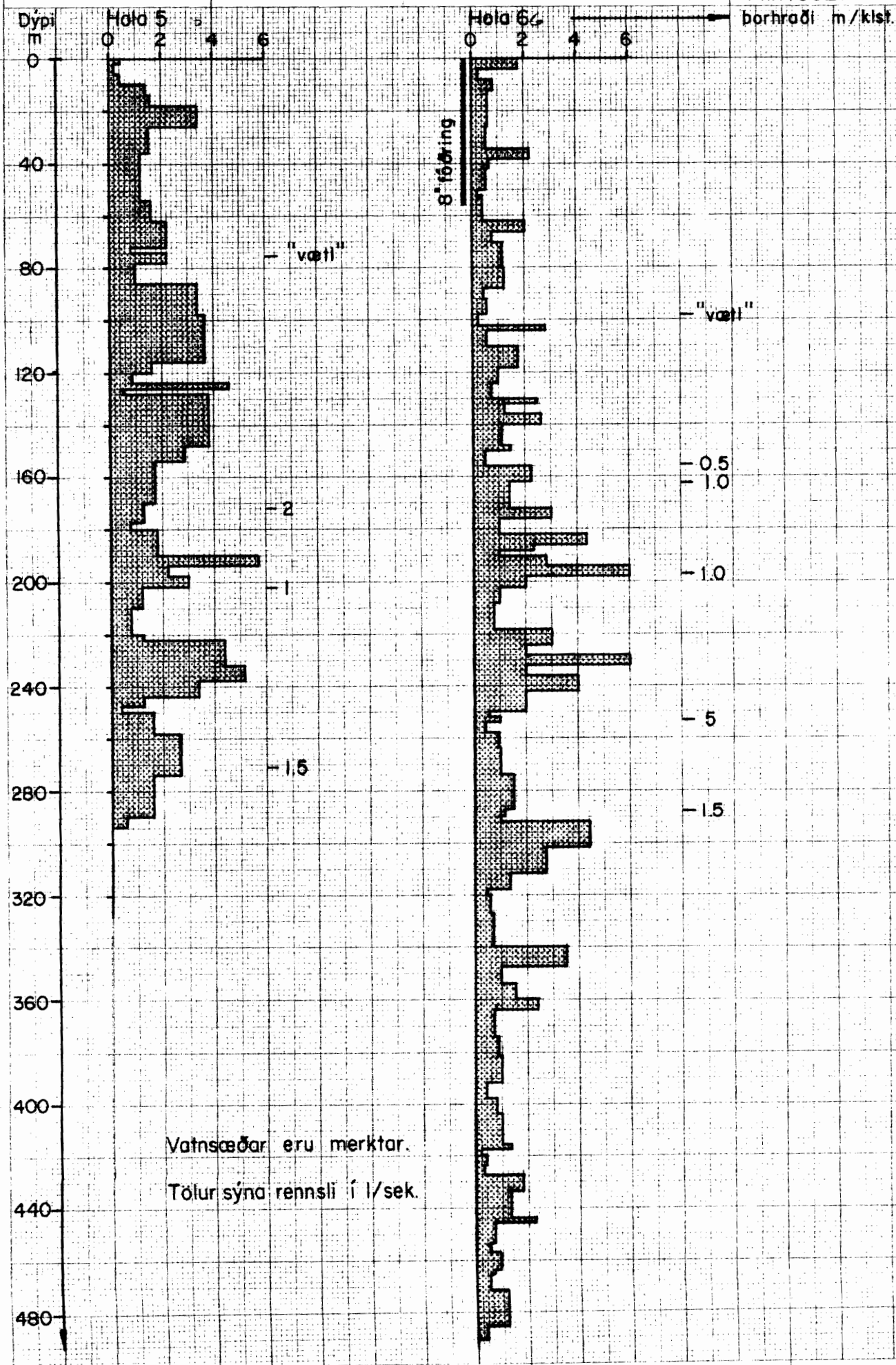
Mynd I

SKÚTUDALUR SIGLUFJÖRDUR  
Borhraðalínurit fyrir borholur 5 og 6.

Tnr. 14

J-Siglu fj.

Fnr. 10327



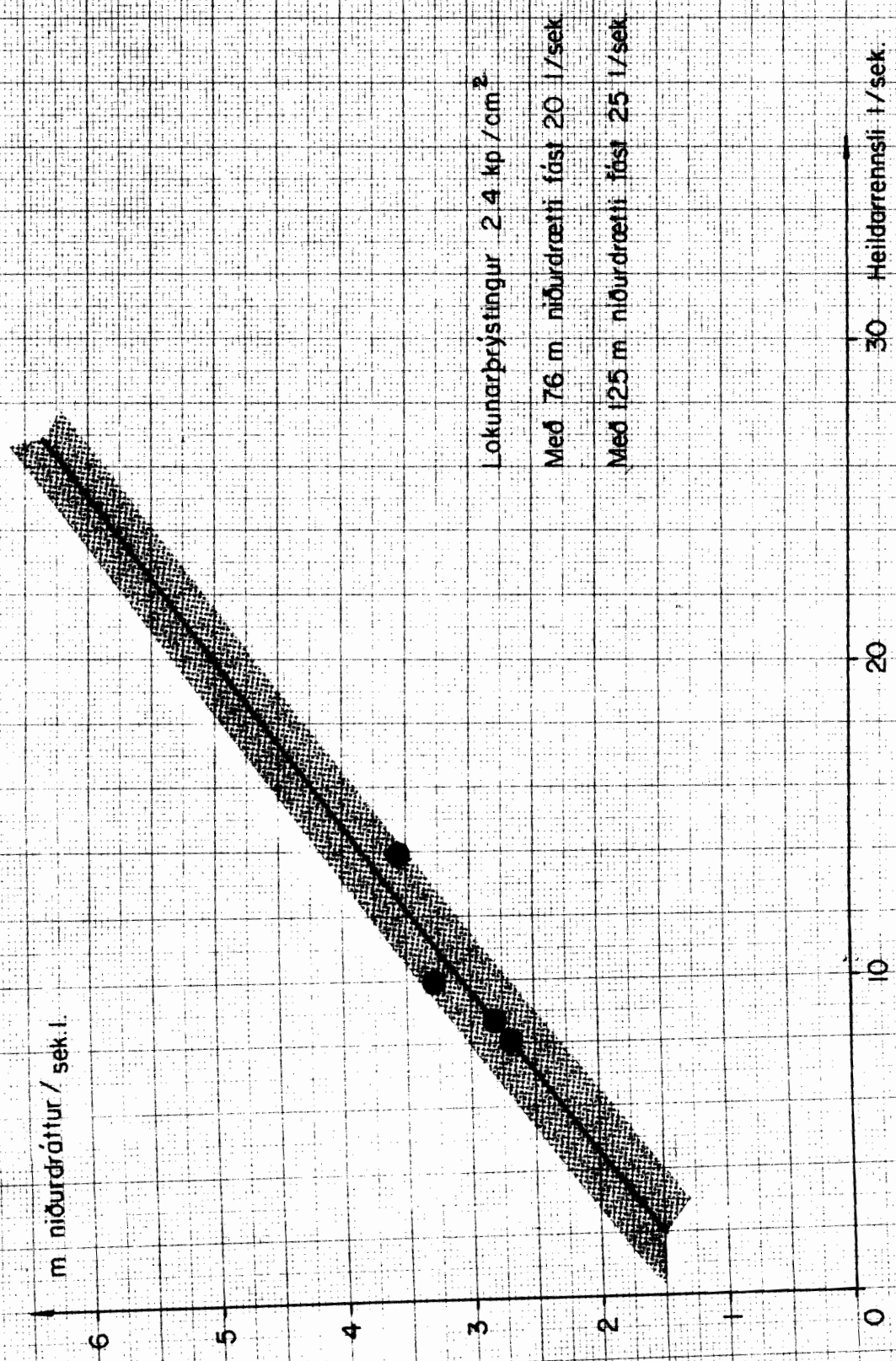
Vatnsáðar eru merktar.  
Tölur sýna rennsli í l/sek.

Mynd 2

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

SKÚTUDALUR, SÍGLUFJÖRÐUR  
Dæluþrófun á borholu 6; gerð 26.-28.okt.'71

10.12.'71 St.A./eó  
Tnr. 15  
J - Siglufjörður  
Fnr. 10328





Áætlun meðalskekkja við ákvörðun tækishæðar,  $\sigma = 1m$

Áætlun meðalskekkja á hæðarmismun milli borhola,  $\sigma = 2cm$

Mælt af bæjarverkfr. Siglufjarðar

Hola I  
●  
122.75

Hola IV  
●  
123.52

Hola VI  
●  
149.40

Hola V  
●  
151.00

Hola II  
●  
156.01

