



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**SKILAGREIN**

**HOLA-4, HVALSTÖÐ Í HVALFIRÐI  
Rennslismælingar og efnagreiningar**

Karl Ragnars

OS82056/JHD10 B

Júní 1982



**ORKUSTOFNUN**  
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

**SKILAGREIN**

**MÁ EKKI FJARLEGJA**

**HOLA-4, HVALSTÖÐ Í HVALFIRÐI**  
**Rennslismælingar og efnagreiningar**

Karl Ragnars

OS82056/JHD10 B

Júní 1982

## EFNISYFIRLIT

Bls.

INNGANGUR.....	3
ORKUNOTKUN Í HVALSTÖÐINNI.....	5
RENNSLISMÆLINGAR.....	6
EFNAGREININGAR Á GUFU OG VATNI.....	7

## TÖFLUR

1 Hóla 4 - Hvalstöð. Mótþrýstingur og vatnsrennsli.....	6
2 Hóla 4 - Hvalstöð, 1982-01-04. Niðurstöður efnagreininga á sýni.....	9
3 Efnahiti miðaður við mismunandi steindir.....	9
4 Efnasamsetning djúpvatns við 150°C (mg/kg).....	9
5 Gas í djúpgufu, miðað við ímyndaða suðu frá 150-100°C.....	9

## MYNDIR

1 Hvalfjörður - Hóla GN-4. Hitamæling 82.03.16.....	4
2 Hóla 4 - Hvalstöð. Mettunarferill og jónamargfeldi fyrir kalsít.....	10

## INNGANGUR

Þrjár grunnar rannsóknarholur boraðar kringum 1950 til könnunar á líparíti urðu kveikjan að jarðhitaleit í Hvalfirði. Sú dýpsta af þeim (85 m), þoruð við Hvalstöðina, sýndi 30°C hita í botni.

Hola Hvals hf., sem er hola 4 á svæðinu, var staðsett með hliðsjón af misgengjum og þoruð í tveimur áföngum. Í fyrri áfanga, í ársbyrjun 1978, var borað í 1070 m og gengið frá 10" fóðringu í 246 m. Holan gaf um 1/2 l/s af 70°C heitu vatni úr æðum ofan 500 m. Þar fyrir neðan fundust ekki vatnsæðarenberghiti var hægt vaxandi frá 110°C í 500 m í 130°C í botni (1070 m). Holan var síðan dýpkuð í ársbyrjun 1982 í 1513 m. Allstór vatnsæð opnaðist í kringum 1490 m. Í lok borunar brotnuðu stangir og borinn lenti í slæmri festu. Vegna þess hve nærri var komið takmörkum borsins var ekki talið ráðlegt að bora dýpra.

Strax eftir borun var holunni hleyp upp og hún látin gjósa fullopin í 8 klst. Þar á eftir var hún hitamæld (mynd 1). Við hitamælinguna fannst fyrirstaða í 1386 m, sem ekki var átt við að hreinsa úr. Hiti á því dýpi var 139°C og má ætla af lögum hitaferilsins að hiti í vatnsæðinni sé 140°C. Loks var dælt köldu vatni, allt að 30 l/s við 13 kg/cm<sup>2</sup> þrýsting, ofan í holuna ef það mætti verða til þess að skola út aðfærsluæðar hennar.

Að borun lokinni var komið fyrir gufksilju og rennsliskeri við holuna og hún rennslismæld í sex vikur. Einnig var tekið sýni af gufu og vatni úr holunni og það efnagreint.

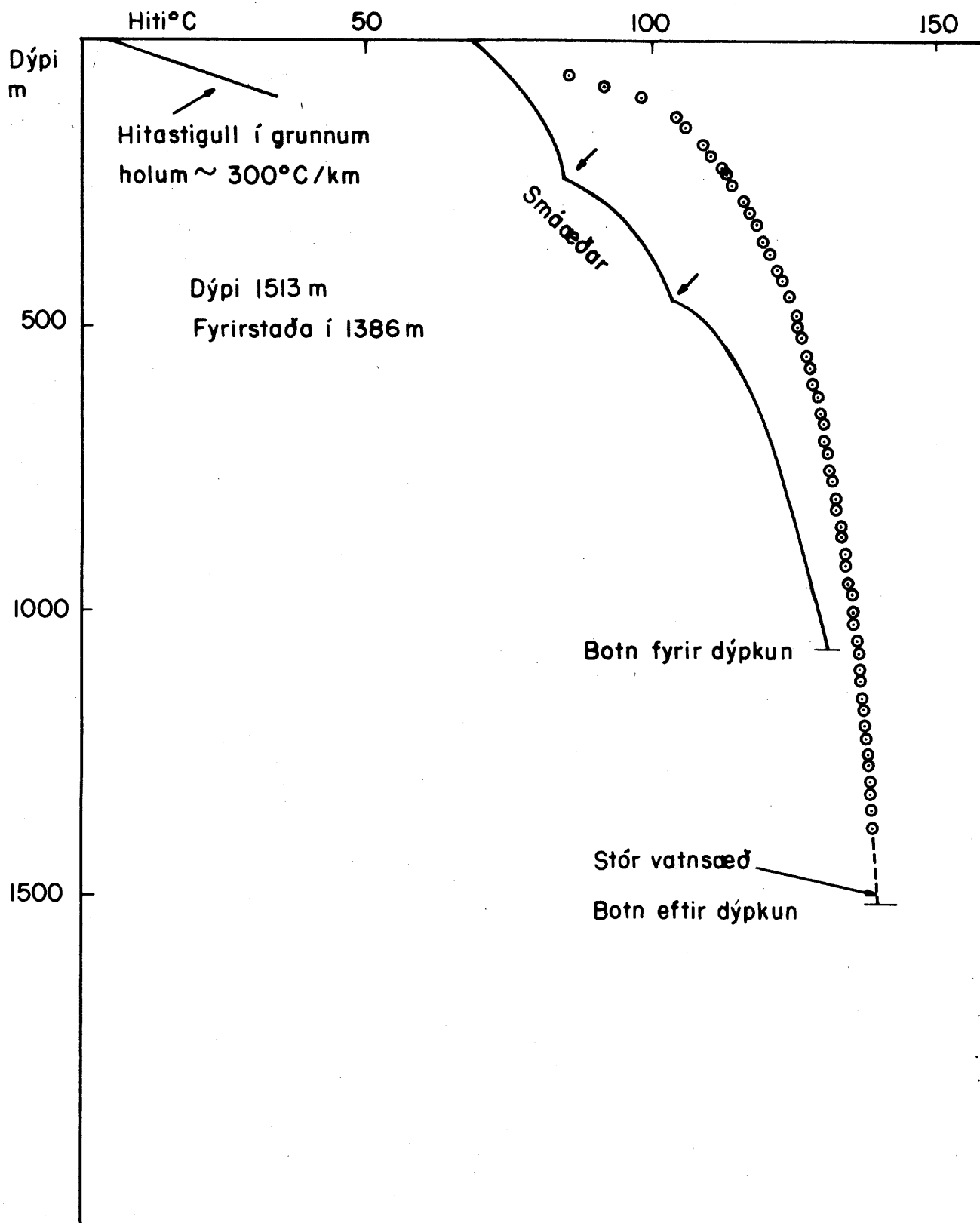
Kristján Sæmundsson var jarðfræðilegur ráðunautur við borun holunnar, Ólafur Sigurjónsson sá um framkvæmd rennslismælinga og Halldór Ármannsson annaðist sýnatöku og efnagreiningar.



MYND I

HVALFJÖRÐUR HOLA GN-4

Hitamæling 82.03.16



## ORKUNOTKUN Í HVALSTÖÐINNI

Í Hvalstöðinni er framleitt mjöl og lýsi úr hvalaafurðum, ásamt vinnslu og frystingu á fersku hvalkjöti. Gufa til stöðvarinnar er fengin úr þrem 140 m<sup>2</sup> gufukötlum, sem framleiða mest 12 tonn/klst af gufu við 8,5-9,0 bar yfirþrýsting en meðalframleiðsla gufu í Hvalstöðinni er 5,6 tonn/klst, og svartolíunotkun við þá gufufframleiðslu um 11 tonn á sólarhring.

Við vinnsluna er gufan notuð beint til suðu og þurrkunar á mjöli og soðkjarna í röra- og kápuþurrkurum. Gufan er jafnframt notuð á gufuvélar, sem tengdar eru spilum til þess að hífa hvalina á land. Öll þessi tæki eru hönnuð fyrir ofangreindan þrýsting og samsvarandi hitastig á gufunni.

Gufan er jafnframt notuð til þess að forhita fæðivatn inn á gufukatla um 80-90°C og til þess að forhita svartolíuna í 45-60°C og enn fremur til upphitunar á lýsi í lýsistönkum í ca 34°C áður en því er skipað út. Svo tekið sé dæmi til viðmiðunar þarf við útskipun um 10 tonn af svartolíu til þess að hita þúsund tonna lýsisfarm.

Svefnskálar og matarskáli eru hitaðir upp með rafmagni. Neysluvatn í svefnskálum er hitað með rafmagni en með olíu í matarskála. Tengt rafafli til upphitunar er 150 kW og 16 stk. af 200 l - 1500 W hitavatns-kútum sjá fyrir neysluvatnsþörfinni. Þessi aflþörf samsvarar u.þ.b. 1,2 l/s af 100°C vatni frá borholu og hefur verið lögð 1 1/2" einangruð stál-pípa, 1 km löng með 11 m hæðarmun, frá borholu til skálanna.

Þeir staðir þar sem hægt er að nota heitt vatn frá borholu í stað annarra orkugjafa eru:

- . Vinnubúðir, upphitun
- . " " , neysluvatn
- . Fæðivatn gufukatla, forhitun
- . Svartolía, forhitun
- . Lýsistankar, upphitun
- . "Slam" tankar og límvatnstankur

RENNSLISMÆLINGAR

Hola 4 var rennslismæld á tímabilinu 23. mars til 10. maí 1982. Komið var fyrir gufuskilju við holuna, sem skilur vatn og gufu við þrýsting andrúmsloftsins, en mótþrýstingur holunnar er lesinn af þrýstingsmæli framan við ventil á inntaki skiljunnar. Holuvatnið var leitt frá skiljunni að rennsliskeri með V-yfirfalli þar sem mælt er vatnsrennslið og voru rennslistödlur yfirfallsins bornar saman við rennsli í tunnu nokkrum sinnum. Ágæt samsvörun var milli yfirfalls- og tunnumælinganna.

Fyrstu dagana rann úr holunni við 2-3 bar mótþrýsting, síðan rann úr henni án mótþrýstings í u.þ.b. þrjár vikur en þá var aftur settur mótþrýstingur á holuna. Eftirfarandi tafla sýnir niðurstöður rennslismælingarinnar í holu 4 einnig eru sýnd áhrif rennslisins á holur 2 og 3.

Tafla 1 Hola 4-Hvalstöð. Mótþrýstingur og vatnsrennsli

Dags.	kl.	Mótþr. bar	Vatns- rennsli l/s	Hola 3	Hola 2
23/3	10:06	5,5	2,0		
"	10:20	3,0	8,3		
"	11:00	2,3	6,3		
"	12:50	2,0	5,2		
"	15:30	2,0	5,2		
26/3	10:45	2,2	4,7		
"	11:00	0	14,4		
"	11:15	0	9,8		
"	11:30	0	7,8		
"	11:45	0	7,6		
"	12:00	0	7,5		
"	17:30	0	7,4		
29/3	10:30	0	6,6		
"	15:00	0	6,5	185 cm á vatnsb.	
30/3	12:30	0	6,5	286 cm á vatnsb.	1,2 l/s
6/4	17:00	0	6,3	739 cm á vatnsb.	
13/4	11:50	0	6,5	900 cm á vatnsb.	0,8 l/s
30/4	16:30	2,3	6,0	0,4 l/s rennsli	
10/5	10:20	2,3	5,9	0,4 l/s rennsli	1,2 l/s

Ath: Til viðbótar framangreindum rennslistölum renna úr holunni u.þ.b. 0,4 l/s til Hvalstöðvarinnar. Vatnshiti var við suðumark allan mælitímann.

Án mótþrýstings er vatnsrennsli úr holunni 6-7 l/s en við rúmlega 2 bar mótþrýsting er rennslið 5-6 l/s. Við fullt rennsli er greinilegur niðurdráttur í holu 3 og minnkun á rennsli í holu 2. Þessvegna verður að álykta að eftir sex vikna rennsli sé ekki komið á jafnvægi á milli rennslis úr holunni og jarðhitakerfisins. Við fullt rennsli kemur jafnframt fram óregla, þ.e. holan dettur alveg niður um stund og kemur síðan upp aftur með tvöföldu rennsli í nokkrar mínútur þar til jafnvægi er náð á ný. Þetta gerist að því er virðist einu sinni til nokkrum sinnum á sólarhring. Af þessum ástæðum virðist ekki æskilegt að rennsli úr holunni sé til langframa án mótþrýstings og má haga hámarksrennsli úr henni á þann veg að vatnsborð holu 3 sé í jafnvægi a.m.k. þar til betri reynsla er fengin af viðbrögðum jarðhitasvæðisins.

#### EFNAGREININGAR Á GUFU OG VATNI ÚR HOLU 4

Þann 1982-01-04 var sýni tekið úr skilju holu 4 við andrúmsloftsþrýsting. Mæld efnasamsetning er sýnd í töflu 2.

Efnahiti, fenginn á þrjá vegu er sýndur í töflu 3. Þar sem hiti hefur mælst um 140°C á 1380 m dýpi, er nokkuð öruggt, að hann er hærri við æðina, sem er á um 1500 m dýpi. Í ljósi þessara upplýsinga er gert ráð fyrir 150°C djúphita við reikninga, og að ekki séu líkur til að vatnið eigi uppruna í enn heitara kerfi. Efnasamsetning djúpvatns við 150°C er sýnd í töflu 4.

Könnuð var breyting á efnasamsetningu jarðvatnsins við mismunandi hitastig, við ímyndaða suðu frá 150°C djúphita í 100°C. Niðurstöður eru sýndar í töflu 5. Reiknuð var ópalmettunarhitastig og reyndist það < 30°C, og ætti því ekki að vera hætta á kísilútfellingum. Jónamargfeldi kalsíum-karbonats var reiknað miðað við ofangreinda ímyndaða suðu. Kom fram lítils háttar yfirmettun við 130°C og 140°C (mynd 2). Lítil hætta ætti því að vera á kalkútfellingum í borholunni, en um slíkt verður þá aldrei fullyrt án reynslu. Hætta á kalkútfellingum á öðrum stöðum í kerfinu er ekki fyrir hendi.



Í vatninu er brennisteinsvetni, sem þarf að sjóða úr áður en vatnið er notað. Svipað á við um gufuna, því að varhugavert magn brennisteinsvetnis er í henni til beinnar nýtingar við matvælaframleiðslu, og þyrfti að huga að aðferðum til að hreinsa það úr. Einnig er rétt að minna á, að koldíoxíðstyrkur gufunnar er allhár.

TAFLA 5 Gas í djúpgufu, miðað við ímyndaða suðu frá 150-100°C

Hitastig °C	140	130	120	110	100
CO <sub>2</sub> mg/kg	1807	1045	752	594	495
H <sub>2</sub> S mg/kg	73,6	50,1	39,9	33,9	29,9
CH <sub>4</sub> mg/kg	17,9	9,10	6,17	4,70	3,83
N <sub>2</sub> mg/kg	3283	1670	1132	863	703

TAFLA 2 Hala 4 - Hvalstöð, 1982-01-04. Niðurstöður efnagreininga á sýni

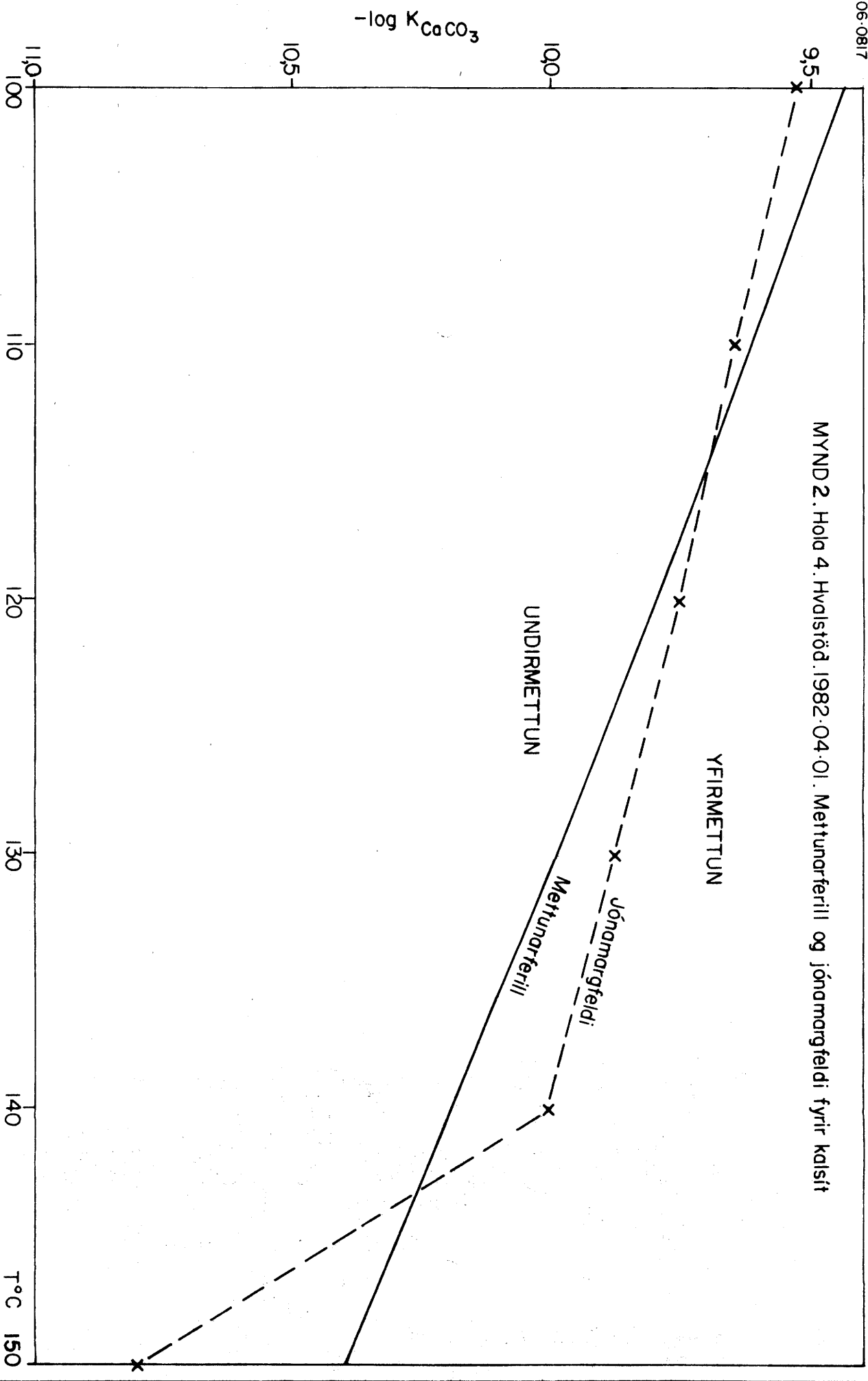
Dagur	Vatn mg/kg												Þéttvatn mg/kg			Gas, rúmmál %							lgas kg þéttvatn °C
	pH/°C	SiO <sub>2</sub>	Na	K	Ca	Mg	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	Cl	F	Uppleyst steinefni	pH/°C	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>		
0	9,17 23,5	160	87,9	4,48	4,88	0,03	28,6	76,0	1,77	40,1	3,78	422	4,55 23,5	116	14,6	14,95	0,88	0,00	2,47	0,77	80,92	0,74 22,0	

TAFLA 3 Efnahiti miðaður við mismunandi steindir

Steind	Kvars	Kalsedón	Na/K feldspöt
Hiti °C	159	130	137

TAFLA 4 Efnasamsetning djúpvatns við 150°C (mg/kg)

SiO <sub>2</sub>	Na	K	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Cl	F	Uppleyst steinefni	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
145	79,4	4,05	4,41	0,03	68,6	36,2	3,42	381	56,4	3,89	0,00	2,32	0,36	66,4



MYND 2. Hóla 4. Hvalstöð. 1982-04-01. Mettunarfelli og jónamargfeldi fyrir kalsít