



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

EFRIREYKIR Í BISKUPSTUNGUM

Afkastaprófun holu 23

Sæþór L. Jónsson, Guðjón Guðmundsson,
Guðni Axelsson og Guðlaugur Hermannsson

Unnið fyrir Gunnar Ingvarsson

OS-88048/JHD-24 B Nóvember 1988

EFRIREYKIR Í BISKUPSTUNGUM

Afkastaprófun holu 23

Sæþór L. Jónsson, Guðjón Guðmundsson,
Guðni Axelsson og Guðlaugur Hermannsson

Unnið fyrir Gunnar Ingvarsson

OS-88048/JHD-24 B Nóvember 1988

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. AFKASTAPRÓFUN	3
2.1 Prepaþrófun	3
2.2 Langtímablástursþrófun	3
2.3 Niðurstöður afkastaprófunar	4
3. HITAMÆLING	10

1. INNGANGUR

Hola 23 að Efrireykjum var boruð með jarðbornum Glaum á tímabilinu 19. apríl til 1. júní 1988. Holan er 722 m djúp, fóðruð með 10 3/4" fóðurröri í 58 m og að mestu boruð með 6 3/4" borkrónu neðan fóðringar. Aðalvatnsæðar holunnar eru á 660-670 m dýpi. Hitastig þeirra virðist vera um 146°C. Rannsókn efnasýna annaðist Stefán Arnórsson á Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.

2. AFKASTAPRÓFUN

Hola 23 var afkastaprófuð dagana 12. ágúst til 2. september 1988. Afkastaprófunin var tvíþætt: Holan var í fyrstu látin blása í u.þ.b. 30 mín. þrepum við mismunandi toppþrýsting og síðan var hún látin blása stöðugt í tæpan 21 sólarhring. Við prófunina var notuð gufuskilja í eigu Orkustofnunar. Vatnsrennslið var mælt í kari með V-yfirfalli og gufuhlutinn síðan ákvarðaður með hliðsjón af hitastigi aðalvatnsæðanna. Hér að neðan verður fjallað nánar um þau gögn sem safnað var.

2.1 Prepaprófun

Prepaprófunin var framkvæmd í þeim tilgangi að meta hvernig afköst holunnar, til skamms tíma, eru háð toppþrýsting. Gögn úr prepaprófuninni eru birt á mynd 1. Þar er sýndur toppþrýstingur, sem fall af rennsli, eftir að 30 mín voru liðnar af hverju þrepi. Toppþrýsting á holu 23 eftir 30 mín. rennsli má síðan nálga með jöfnunni:

$$p = 4,20 + 0,019 q + 0,00056 q^2$$

Þar sem p er toppþrýstingur í bary og q er rennsli í l/s. Fyrsti liðurinn gefur þann yfirþrýsting sem er í holunni þegar henni er lokað. Annar liðurinn í jöfnunni lýsir þeirri þrýstingslækkun sem verður vegna lagstreymisþrýstifalls í vatnskerfinu umhverfis holuna. Þessi liður er háður tíma og jafnan á því aðeins við um 30 mín. blástur. Þriðji liðurinn lýsir hins vegar þeirri þrýstingslækkun sem verður vegna iðustreymisþrýsti-

falls í holunni og næst henni. Þetta iðustreymistap kemur yfirleitt fram strax og rennsli hefst eða það breytist. Iðustreymistapið veldur því að toppþrýstingurinn er ekki línulega háður dælingu, eins og sést á mynd 1.

Þar sem annar liðurinn í jöfnunni hér að ofan (þrýstifallið í vatnskerfinu) vex með tíma nægir slík prepaprófun yfirleitt ekki til þess að meta langtímaafköst borhola. Því er nauðsynlegt að prófa holur í lengri tíma.

2.2 Langtímablástursprófun

Langtímaprófunin var framkvæmd til þess að kanna hvernig toppþrýstingur og afköst holu 23 breyttust með tíma og jafnframt afla einhverra upplýsinga um vatnafræðilega eiginleika vatnskerfisins sem holan tengist. Gögn úr langtímaprófuninni eru birt á mynd 2 og í töflu 1 hér á eftir. Þar sést að jafnvægi er komið á eftir nokkra daga og helst vatnsrennsli eftir það um 45 kg/s og toppþrýstingur um 1,45 bary. Varmainnihaldið er áætlað um 616 kJ/kg útfrá hitastigi á aðalæðum holu 23 og má því áætla að gufustreymið sé um 4,3 kg/s og heildarrennslið 49,3 kg/s.

Einnig var fylgst með toppþrýstingi á holu 21 og eru þau gögn birt á mynd 3 og í töflunni. Hola 21 er í u.þ.b. 97 m fjarlægð frá holu 23. Hún er 152 m djúp og með aðalæð á 58 m dýpi. Í langtímaprófuninni féll þrýstingur holu 21 um 0,53 bar.

Lekt (vatnsleiðni) jarðhitakerfis er mælikvarði á hversu greiðlega vatn streymir í því. Til þess að áætla lekt í jarðhitakerfinu að Efrireykjum þá var þrýstifallið í holu 21 túlkað á grundvelli líkans af óendanlegu, einsleitu og leku hálfúmi með þéttu yfirborði og einsátta lekt, jafnt láréttri sem lóðréttri. Þannig fékkst að

$$\frac{k}{\nu} = 2,2 \times 10^{-7} \text{ s,}$$

eða að

$$k = 6,6 \times 10^{-14} \text{ m}^2.$$

Hér gildir að k er lekt skv. líkaninu, og þar með mat á meðallekt jarðhitakerfisins, en ν er eðlisseigja jarðhitavökvans. Í þessu tilfelli er meðallektin þokkalega há. Þó verður að hafa í huga að þetta mat á lekt kerfisins er líkanháð og ber aðeins að skoða í ljósi hálf-rúmslíkansins, sem stuðst var við. Segja má að hér sé um sýndarlekt jarðhitakerfisins að ræða.

2.3 Niðurstöður afkastaprófunar

Niðurstöðurnar úr þrepaprófuninni og langtímaprófuninni er hægt að nota til þess að spá fyrir um framtíðarafköst holu 23. Er sú spá birt á mynd 4. Þar sést að við t.d. 3ja bary toppþrýsting mun heildarrensli verða um 25 l/s, en við 2 bary toppþrýsting mun rennsli verða um 40 l/s. Þó verður að hafa í huga að hér er aðeins um spá að ræða, sem byggð er á stuttri afkastaprófun. Þrýstifall frá borholu að skilju, að viðbættum þrýstingi á skilju, takmarkar það magn sem hægt er að ná úr holunni. Við langtímanýtingu holunnar gætu afköstin farið minnkandi þó engra vísbendinga um slíkt yrði vart í prófuninni. Þetta ber að hafa í huga þegar vatni er ráðstafað úr holunni. Því verður nauðsynlegt að fylgjast vel með toppþrýstingi og afköstum holunnar í framtíðinni. Einnig væri rétt að fylgjast með efnainnihaldi vatnsins, því þannig má oft sjá óæskilegar breytingar fyrir, t.d. minnkandi varmainnihald vegna innstreymis kaldara vatns í jarðhitakerfið.

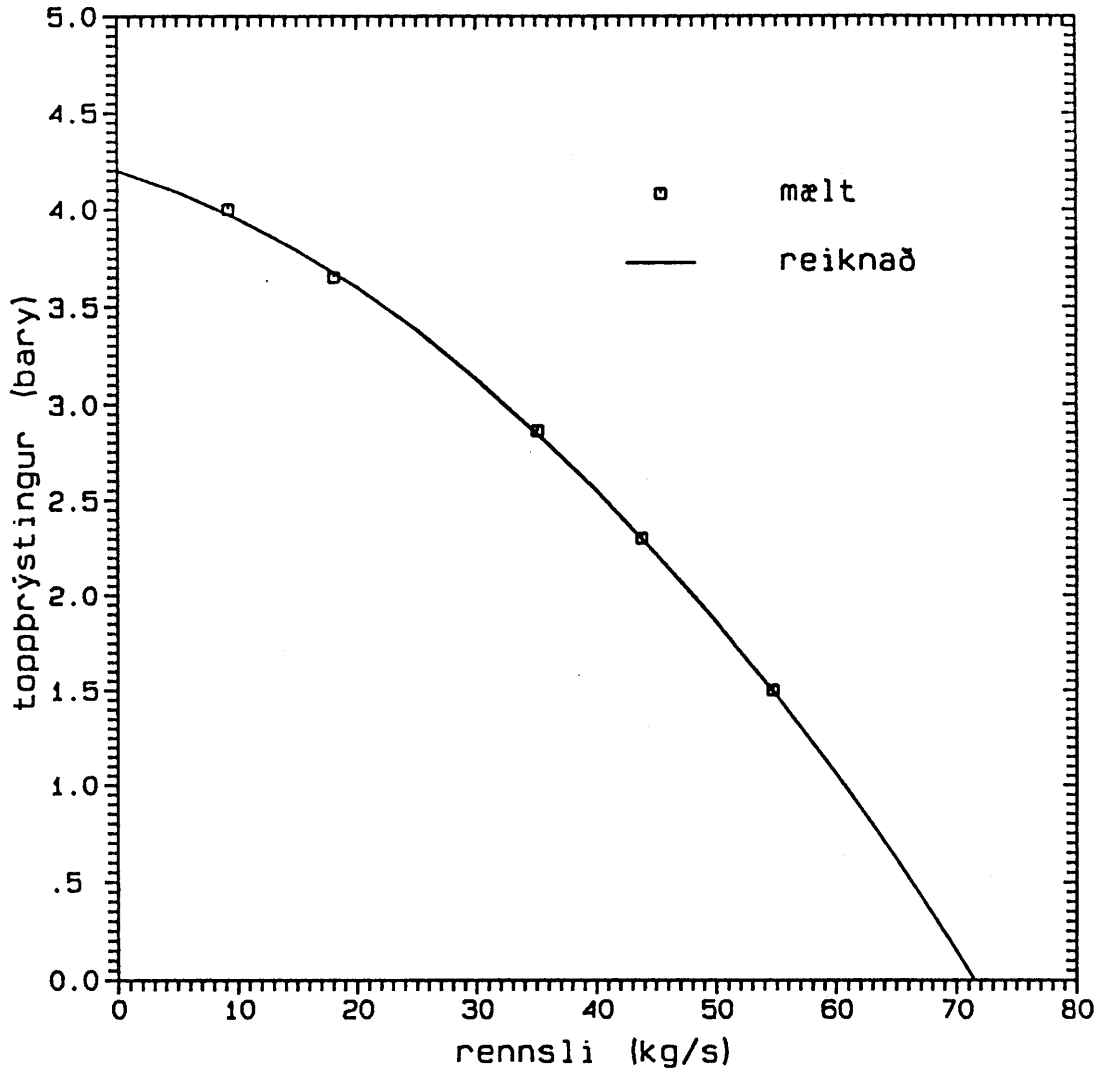
Blástur holu 23 hefur nokkur áhrif á holu 21, þó æðar þessara hola séu á mjög mismunandi dýpi (rúmlega 600 m dýptarmunur). Þess vegna er mögulegt að nýting holu 23 hafi í framtíðinni einhver áhrif á hverri og borholur í næsta nágrenni, t.d. að Syðrireykjum í um 2 1/2 km fjarlægð. Ef gengið er út frá því að tengsl séu milli jarðhitans að Syðrireykjum og jarðhitans að Efrireykjum og að lektin þar á milli sé svipuð og lektin sem var áætluð hér að ofan, þá má áætla að við t.d. 40 l/s rennsli úr holu 23 að Efrireykjum gæti orðið allt að 0,15 bar þrýstifall í jarðhitakerfinu að Syðrireykjum. Hve mikla minnkun á rennsli úr hverum þar þetta myndi hafa í för með sér er ómögulegt að segja. Eins er mögulegt að blástur holu 23 hafi engin áhrif á hverri að Syðrireykjum. Til þess að hægt verði að skera úr um þetta verður annað hvort að fylgjast nákvæmlega með rennsli hveranna er notkun holu 23 að Efrireykjum hefst, eða að bora eftirlitsholu ofan í uppstreymisrás hveranna þannig að hægt sé að fylgjast með þrýstingi í henni.

TAFLA 1. Efireykir Biskupstungum. Afkastaprófun holu 23

Dag- setning	Kl.	Topp- þryst. (bary)	Heildar- streymi (kg/s)	Varma- innih. (kJ/kg)	Gufa v. 2.0 bary (kg/s)	Gufa v. 0.0 bary (kg/s)	Vatn v. 0.0 bary (kg/s)	P21 (bary)
88.08.12	11:00	3.90	0.0	616.	0.0	0.0	0.0	0.65
88.08.12	11:15	4.00	0.0	616.	0.0	0.0	0.0	
88.08.12	11:20	4.00	12.0	616.	0.3	0.7	11.0	
88.08.12	11:25	4.00	9.7	616.	0.2	0.6	8.9	
88.08.12	11:30	4.00	9.6	616.	0.2	0.6	8.7	0.52
88.08.12	11:40	4.00	9.4	616.	0.2	0.6	8.6	0.51
88.08.12	11:45	4.00	9.2	616.	0.2	0.6	8.4	0.50
88.08.12	11:50	3.72	19.9	616.	0.5	1.2	18.2	
88.08.12	11:55	3.72	19.7	616.	0.5	1.2	18.0	0.48
88.08.12	12:00	3.68	18.8	616.	0.5	1.2	17.2	
88.08.12	12:05	3.66	18.8	616.	0.5	1.2	17.2	0.55
88.08.12	12:10	3.65	18.8	616.	0.5	1.2	17.2	
88.08.12	12:15	3.65	17.3	616.	0.4	1.1	15.8	
88.08.12	12:20	2.93	36.7	616.	0.9	2.3	33.5	
88.08.12	12:25	2.90	35.9	616.	0.9	2.2	32.8	0.48
88.08.12	12:35	2.86	35.1	616.	0.9	2.2	32.1	0.52
88.08.12	13:00	2.84	34.0	616.	0.8	2.1	31.0	
88.08.12	13:10	2.30	44.3	616.	1.1	2.7	40.4	
88.08.12	13:20	2.30	43.8	616.	1.1	2.7	40.0	0.47
88.08.12	13:30	2.30	43.8	616.	1.1	2.7	40.0	
88.08.12	13:40	1.50	55.7	616.	1.4	3.4	50.9	
88.08.12	13:50	1.50	55.7	616.	1.4	3.4	50.9	
88.08.12	14:00	1.50	54.7	616.	1.4	3.4	50.0	0.28
88.08.12	14:30	1.50	54.2	616.	1.4	3.3	49.5	
88.08.12	15:20	1.50	53.2	616.	1.3	3.3	48.6	0.20
88.08.12	20:00	1.45	51.7	616.	1.3	3.2	47.2	0.20
88.08.13	08:00	1.45	51.7	616.	1.3	3.2	47.2	0.20
88.08.13	20:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.20
88.08.14	08:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.20
88.08.14	20:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.20
88.08.15	08:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.20
88.08.15	20:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.20
88.08.16	08:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.18
88.08.16	20:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.16
88.08.17	08:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.16
88.08.17	20:00	1.45	49.8	616.	1.2	3.1	45.5	0.15
88.08.18	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.18	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.19	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.19	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.20	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.20	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.21	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.22	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.22	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.23	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.23	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.15
88.08.24	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.13
88.08.24	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.13
88.08.25	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.13
88.08.25	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.13
88.08.26	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.26	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.27	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.27	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.28	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.28	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.29	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.29	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.30	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.30	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.31	08:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.08.31	20:00	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.12
88.09.02	11:50	1.45	49.3	616.	1.2	3.0	45.0	0.16
88.09.02	12:00	2.10	35.5	616.	0.9	2.2	32.4	0.27
88.09.02	12:10	2.10	34.7	616.	0.9	2.1	31.7	0.28
88.09.02	12:50	2.10	34.7	616.	0.9	2.1	31.7	0.32
88.09.02	13:50	2.65	25.0	616.	0.6	1.5	22.8	0.45
88.09.02	14:15	3.30	0.0	616.	0.0	0.0	0.0	0.52

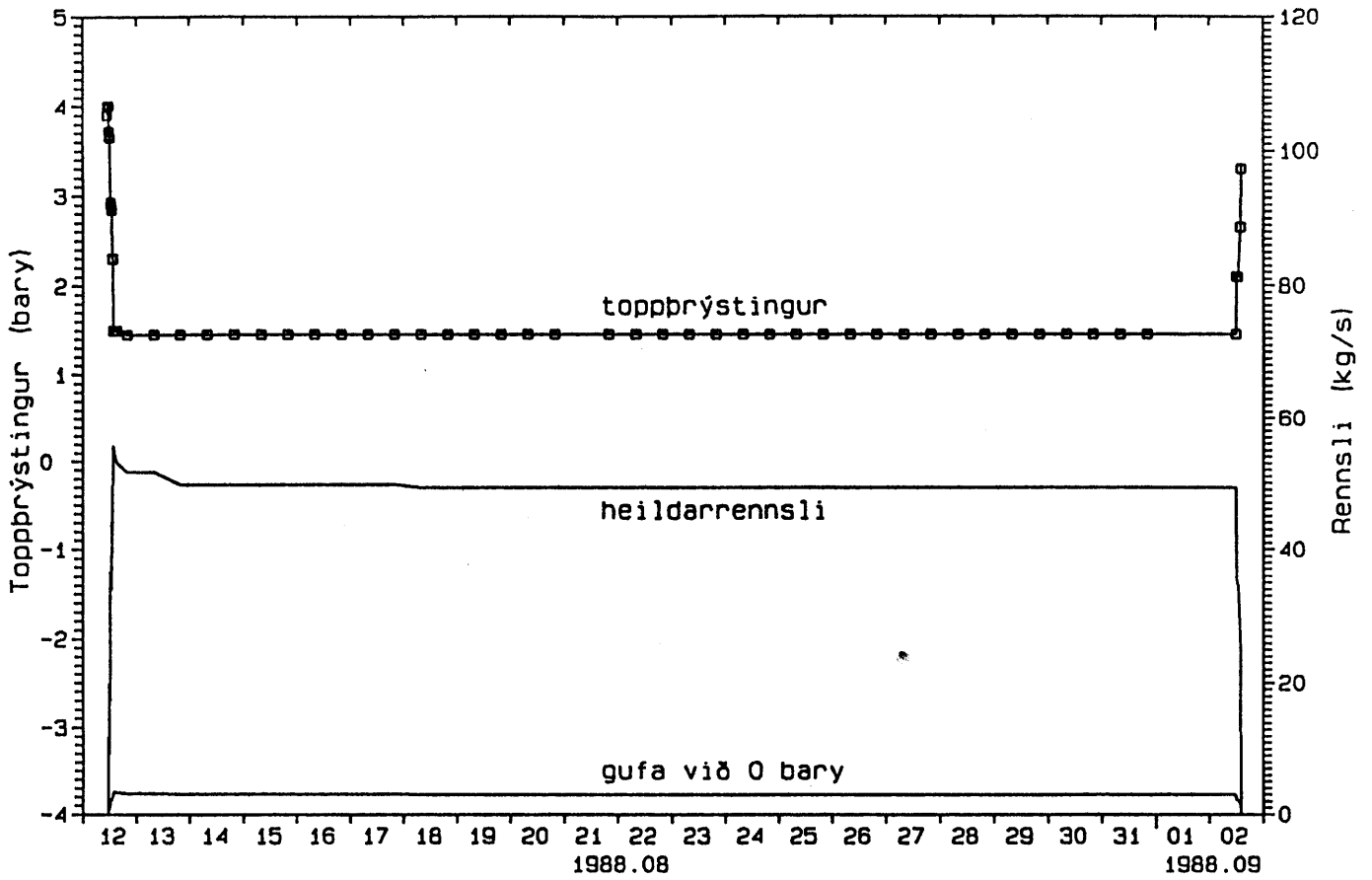
JHD-BM-8711 Gax
88.10.0567 T

Efri-Reykir í Biskupstungum þrepaprófun holu 23



MYND 1. Þrepaprófun holu 23

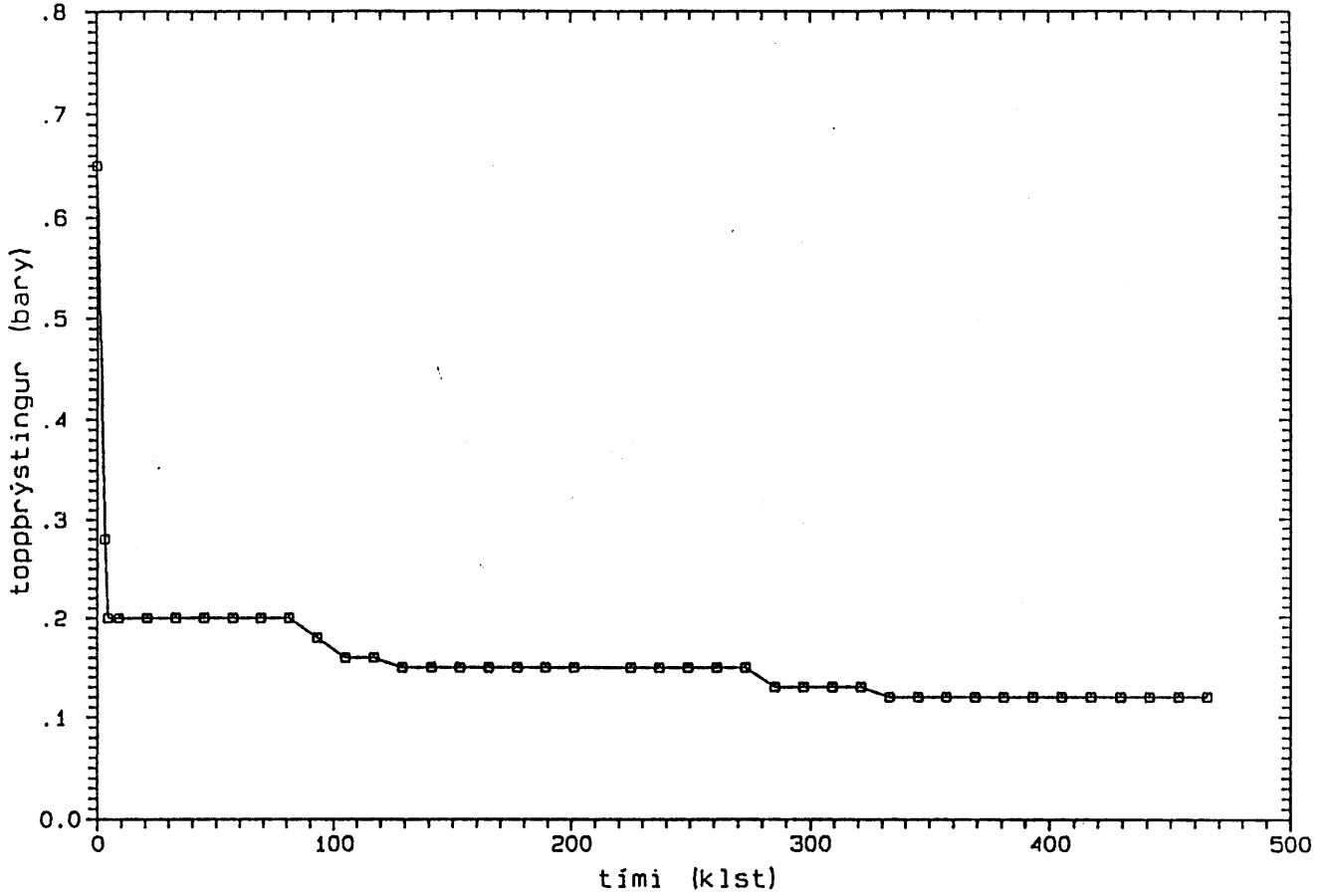
JHD-BM-8711 GAx
88.10.0566 T Efri-Reykir Biskupstungum
Afkastamæling holu 23



MYND 2. Afkastamæling holu 23

1E JHD-BM-8711 GAx
88.10.0568 T

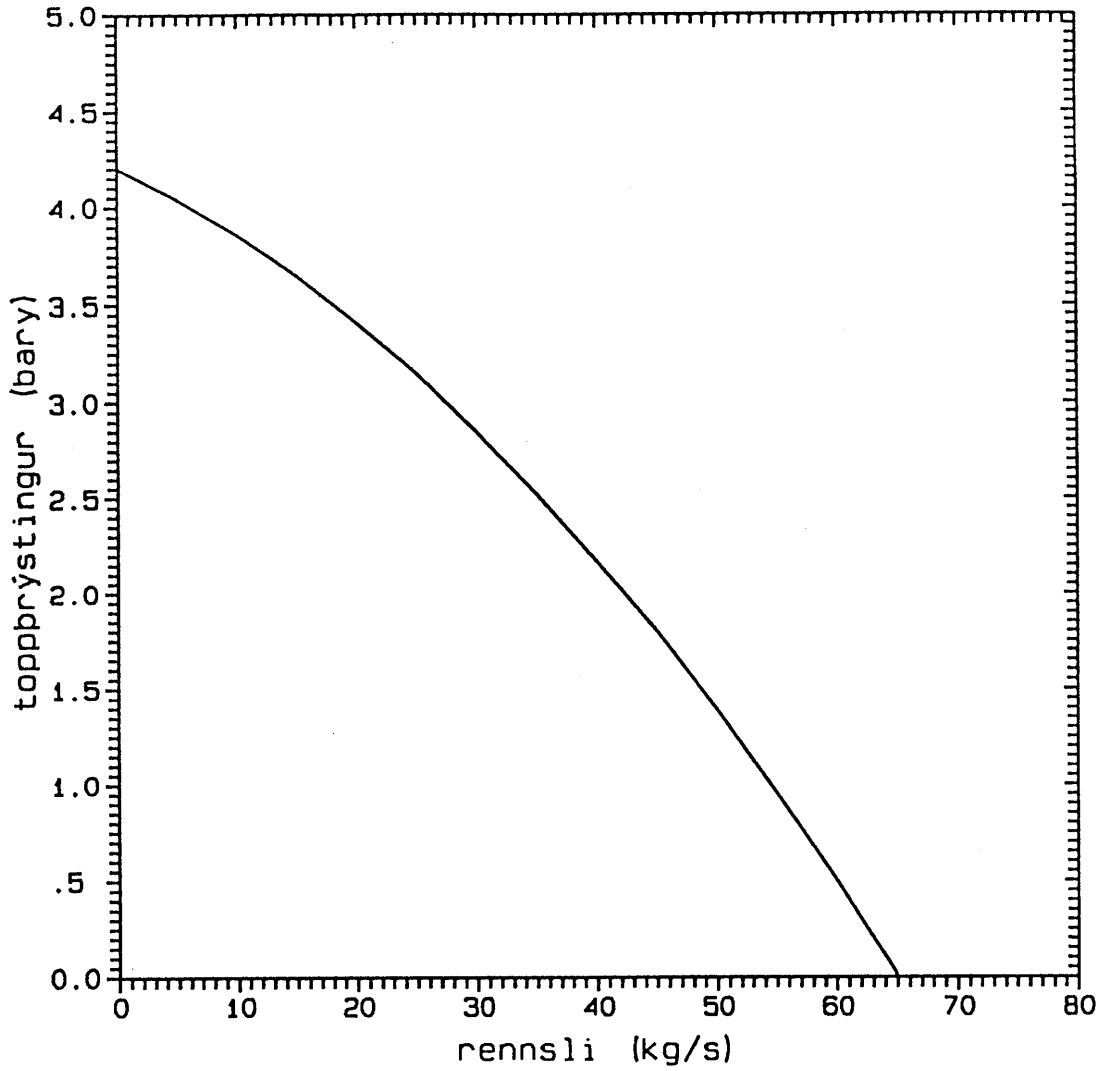
Hola 21 Efri-Reykjum
Toppbrýstingur við prófun holu 23



MYND 3. Toppbrýstingur holu 21 við prófun holu 23

JHD-BM-8711 GAX
88.10.0569 T

Efri-Reykir í Biskupstungum Spá um langtímaafköst holu 23



MYND 4. Spá um langtímaafköst holu 23

3. HITAMÆLING

Hiti var mældur í holu 23 að Efireykjum þann 29. ágúst 1988. Holan hafði þá blásið um nokkurt skeið til reynslu og runnu um 95 l/sek frá skiljunni. Holunni var lokað kl. 13:25 og stóð sjálf hitamælingin yfir frá kl. 14:00-16:00. Notaður var Kustermælir no 10149 (kvörðun 87.09.18) og mælt á 25-50 m bili. Toppþrýstingur var 3.19-3.62 kg/cm² á meðan mælt var og var enn stígandi er holunni var hleypt í blástur á ný kl. 16:35.

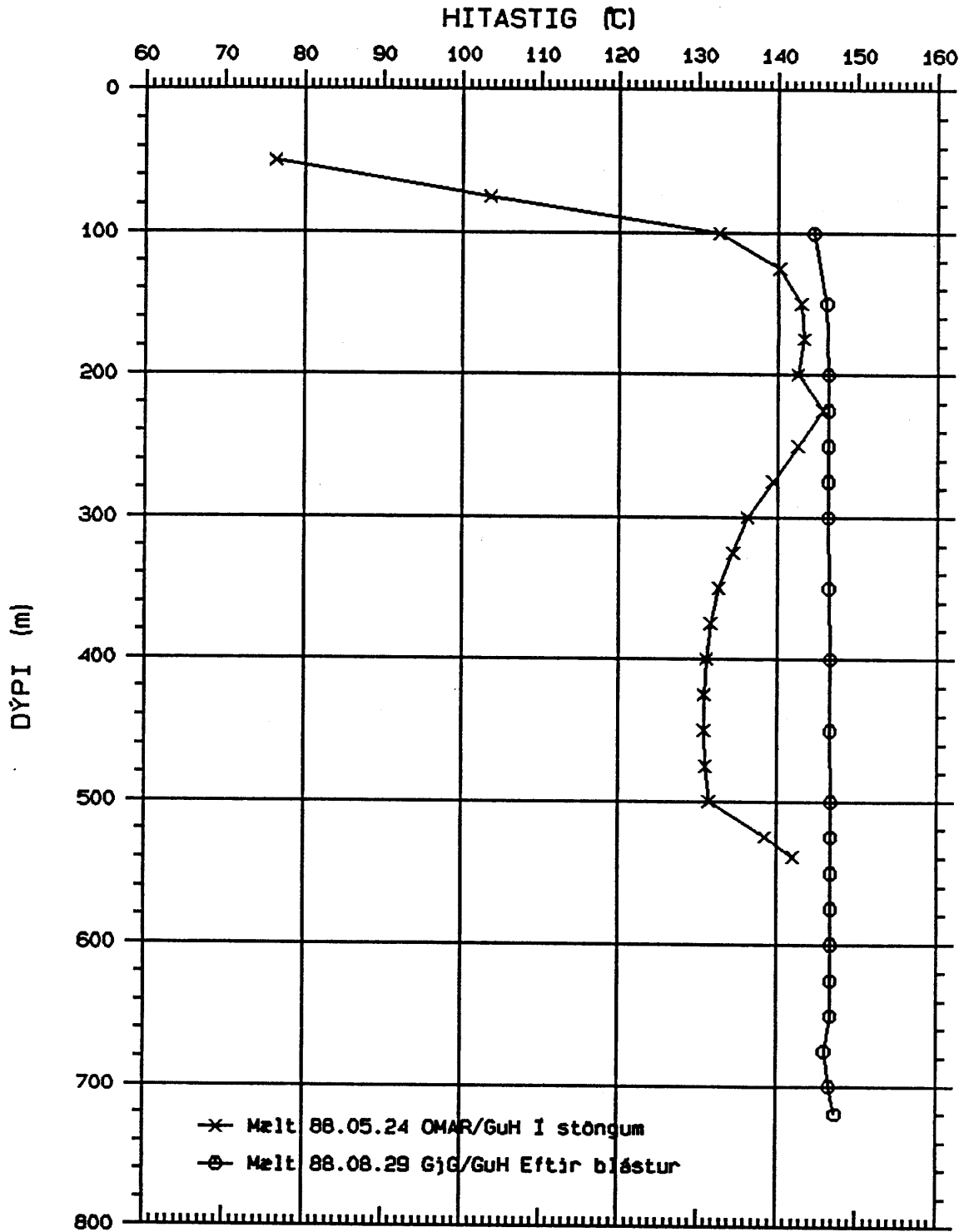
Mælingin er skráð í töflu 2 og sýnd á mynd 5 ásamt mælingu sem gerð var 24. maí 1988 eftir helgarleyfi bormanna.

TAFLA 1. Hitamæling í holu 23 (mælt 88.08.29)

Dýpi (m)	Hiti °C
100.00	144.50
150.00	146.10
200.00	146.30
225.00	146.30
250.00	146.30
275.00	146.30
300.00	146.30
350.00	146.40
400.00	146.60
450.00	146.60
500.00	146.70
525.00	146.70
550.00	146.70
575.00	146.70
600.00	146.70
625.00	146.70
650.00	146.70
675.00	146.00
700.00	146.60
720.00	147.30

Mælt af Guðjóni Guðmundssyni og Guðlaugi Hermannssyni.

EFRI-REYKIR HOLA 23 HITAMÆLINGAR



MYND 5. Hitamælingar í holu 23