



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA

**HELSTU NIÐURSTÖÐUR KRÖFLUFERÐAR
1982.11.23-12.02**

Halldór Ármannsson
Guðjón Guðmundsson
Guðni Guðmundsson

OS82110/JHD28 B

Desember 1982

BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA

**HELSTU NIÐURSTÖÐUR KRÖFLUFERÐAR
1982.11.23-12.02**

Halldór Ármannsson
Guðjón Guðmundsson
Guðni Guðmundsson

OS82110/JHD28 B

Desember 1982

EFNISYFIRLIT

| | Bls |
|---|-----|
| EFNISYFIRLIT | 2 |
| TÖFLU- OG MYNDASKRÁ | 2 |
| 1 INNGANGUR | 3 |
| 2 HOLA KJ-19 | 3 |
| 3 GAS Í GUFU KRÖFLUHOLA | 3 |
| 4 BORHOLUMÆLINGAR Í KRÖFLU DAGANA 24. NÓV. - 1. DES. | 4 |
| 5 HOLA KJ-9 | 5 |
| 6 HOLA KJ-20 | 5 |
| 7 HOLA KJ-21 | 6 |
| HEIMILDIR | 8 |

TÖFLUSKRÁ

| | |
|--|----|
| 1 Krafla KJ-19. Niðurstöður aflmælingar og fyrstu efnagreininga sýnis sem tekið var 1982.11.25 | 9 |
| 2 Nýttar Kröfluholur. Gufu- og gasrennsli reiknað við 7 bar a fyrir holur á gamla svæðinu, en 14 bar a fyrir Suðurhlíðaholur | 9 |
| 3 Krafla KJ-20. Afl, gasstyrkur, kísilhiti 1982.11.25 | 10 |
| 4 Krafla KJ-21. Afl við mismunandi toppbrýsting | 10 |

MYNDASKRÁ

| | |
|---|----|
| 1 Krafla. Hola KJ-9. Hita- og þrýstimælingar 82.11.24 og 82.11.30 | 11 |
| 2 Krafla. Hola KJ-9. Vatnsborð og upphleyping nóv. '82 | 12 |
| 3 Krafla. Hola KJ-9. Afl fyrstu daga eftir upphleypingu | 13 |
| 4 Krafla. Hola KJ-20. Hitamælingar | 14 |
| 5 Krafla. Hola KJ-21. Afl 1982.11.10 - 12.01 | 15 |
| 6 Mettunarferill kalsíts og jónamargfeldi í vatni frá holum KW-2, KJ-9 og KJ-21 | 16 |

1 INNGANGUR

Aðalerindi þessarar ferðar var mælingar og sýnataka úr holum KJ-9, KJ-20 og KJ-21. Verður niðurstöðum nánar lýst í skýrslum um upphitun, upphleypingu og blástur holanna. Auk þess var tekið sýni úr holu KJ-19, sem við það kemst úr tölu nýrra hola og verður eftirlitshola, og úr gufuveitu vegna athugana á gasi í gufu virkjunarinnar. Hér á eftir verður skýrt frá fyrstu niðurstöðum efnagreiningar sýnis úr KJ-19 og aflmælingar á henni, fjallað um gas í gufu Kröfluhola og sagt frá nokkrum þáttum varðandi athuganir á KJ-9, KJ-20 og KJ-21

2 HOLA KJ-19

Niðurstöður aflmælingar og fyrstu efnagreininga sýnis úr þessari holu eru í töflu 1. Gasstyrkur hefur staðið í stað en kísilstyrkur lækkað. Varmainnhald hefur hækkað lítillega.

3 Gas í gufu Kröfluhola

Í töflu 2 er yfirlit um gasstyrk gufu og rennsli í nýttum holum Kröfluvirkjunar. Frá þeim tölum er reiknað gasrennsli frá hverri holu í grömmum á sekúndu (g/s), og gufu- og gasrennsli hveurrar holu sem hlutfall af heildar gufu- og gasrennsli. Í síðasta dálki er svo nokkurs konar gasvísitala holanna, þ.e. gufurennslishlutfall deilt með gasrennslishlutfalli. Meðalholan ætti þá að hafa gasvísitölu 1, en hagstæð gasvísitala er hærri en 1 og óhagstæð lægri en 1. Sé litið á þessar tölur má sjá, að hola KJ-15 sker sig algerlega úr hvað varðar óhagstæða gasvísitölu, og liggur reyndar nærri, að hún vegi ein á móti öllum hinum, þar eð eina önnur holan, sem ber óhagstæða gasvísitölu er hola KJ-20.

Það kemur víst engum á óvart, að hagkvæmasta leiðin til að losna við gas, þannig að sem minnst afl tapist, er að loka fyrir holu KJ-15. Eigi hins vegar að taka fleiri minni háttar holur úr rekstri er röðin: KJ-11, KG-12, KJ-7, og er reyndar hæpið, að borgi sig að hætta rekstri þeirrar

síðasttöldu. Ekkert myndi vinnast við að stöðva vinnslu úr KJ-13, og aðrar holur eru of aflmiklar til að til greina komi, að nýta þær ekki. Í töflu 3 eru og sýndar reiknaðar tölur um heildargufurennslu, gashlutfall og gasrennsli ef hola KJ-15 er ekki rekin, og einnig ef holur KJ-15 og KJ-11 eru ekki reknar. Í síðara tilvikinu næðust um 86% af upphaflegu gufurennslu og myndu fylgja því 66% af upphaflegu gasrennsli.

Gasstyrkur var mældur með lútartítrun í gufusýni frá gufulögn í stöðvarhúsi. Reyndist hann 1,6%, sá sami og Egill Sigurðsson hefur mælt undanfarið með tímamælingu (Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1982). Eins og sjá má í töflu 3, er hann allmiklu lægri en búast mætti við út frá mældu rennsli og gasstyrk í holunum. Annaðhvort tapast gas á leiðinni frá holunum að stöðvarhúsinu eða gasstyrkur gufu einhverra holanna hefur breyst síðan hann var síðast mældur.

4 Borholumælingar í Kröflu dagana 24. nóv - 1. des.

Eftirfarandi mælingar voru gerðar:

| | | | |
|------------|---------------------|----------|----------|
| Hola KJ-9 | hitamæld | 82.11.24 | í 1259 m |
| | þrýstimæld | 82.11.24 | í 1260 m |
| | hitamæld | 82.11.30 | í 1258 m |
| Hola KJ-20 | hitamæld | 82.11.25 | í 1735 m |
| Hola KJ-21 | hitamælingartilraun | 82.11.26 | í 475 m |
| | lóðun 2" karfa | 82.11.30 | í 641 m |
| | -"- 4 1/4" karfa | 82.11.30 | í 641 m |
| | -"- 6 1/4" " | 82.11.30 | í 239 m |

Auk þess var fylgst með upphleypingu KJ-9 og afls holanna þennan tíma m.a. var mælt afl KJ-21 við mismunandi toppþrýsting.

5 Hola KJ-9

Hola KJ-9 var hita- og þrýstimæld 24. nóv. Var vatnsborð þá í 161,4 m. Um hádegi daginn eftir hófst loftdæling á holuna með 8 bar þrýstingi. Stóð hún þar til um kl 17:00 þ. 26. nóv. að holunni var hleypt upp. Var það gert svo fljótt vegna erfiðleika við loftdælinguna vegna frosta. Á mynd 2 er sýnt vatnsborð holunnar fyrir upphleypingu og toppþrýstingur fyrstu tvo tímána eftir upphleypingu. Fylgst var með afli holunnar næstu daga og er það sýnt á mynd 3. Þá var holan hitamæld eftir blástur þann 30. nóv. Er sú mæling sýnd með hinum mælingunum á mynd 1.

Tekið var sýni úr holunni 1982.11.29 og eru markverðustu niðurstöður þær, að kísilhiti er 243°C, en gasstyrkur gufu 0,30%. Sambærilegar tölur 1982.08.25 eru 241°C og 0,33%. Virðist holan því mjög svipuð nú og hún var, áður en ráðist var í viðgerðina. Það þýðir, að hún dregur eitthvað úr neðri hluta jarðhitakerfisins.

6 Hola KJ-20

Rennsli þessarar holu var beint frá veitu á hljóðdeyfislögn þann 24.nóv. Þá var $P_0 \approx 11$ bar en ekkert rennsli virðist hafa verið úr holunni (Rögnvaldur Egill Sigurðsson, persónul. uppl.). Daginn eftir var holan hitamæld eftir sýnatöku. Á mynd 4 eru sýndar niðurstöður mælingarinnar og þeirrar næstu á undan (frá 22. okt. '82). Holan hefur öll hitnað en þó mest á 1300-1600 m dýpi. Þegar holan blés um hljóðdeyfi var P_0 rúmlega 14 bar (blenda 75 mm) en við lokun á meðan á hitamælingu stóð fór P_0 í tæp 28 bar.

Holan hefur verið aflmæld reglulega og hefur farið hitnandi. Niðurstöður aflmælingar ásamt tölum um gasstyrk og kísilhita, sem fengust við sýnatöku 1982.11.25 eru birtar í töflu 3. Kísilhiti hefur hækkað mikið (var 265°C 1982.10.14). Bendir það til þess, að renni það, sem hún dregur inn sé heitara en niðurstöður hitamælinga sýna, og að enn eigi eftir að hitna í holunni. Gasstyrkur gufu hefur minnkað eins og við er að búast með auknum gufuhluta (var 3,6% 1982.10.14), en reiknaður heildarstyrkur í renni hefur aukist (var 0,56% 1982.10.14). Bendir það til aukinnar þátttöku heitari æða í blæstri. Hann er þó ekki verulega

mikill og ætti gasstyrkur gufunnar að verða mjög viðráðanlegur, ef holan hitnar enn án verulegrar gasviðbótar. $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ hlutfall er með herra móti miðað við Suðurhlíðaholur í upphafi blásturs (Benedikt Steingrímsson og Halldór Ármannsson 1982), en hefur lækkað mikið (var 63,2 1982. 10.14), og á væntanlega eftir að lækka enn með hitnun, svo að ekki eru nein augljós merki um kvikuáhrif í gasi holunnar.

7 Hóla KJ-21

Hólan hefur blásið um hljóðdeyfi síðan 9. okt. Í byrjun nóvember virtist hólan komin í nokkuð stöðugt rennsli um 17 kg/s (G_7 bar a). Þann 17. nóv. hafði hins vegar orðið marktæk rýrnun frá mælingunni þann 15. nóv. í tæp 16 kg/s (mynd 5). Við hitamælingu þann 26. nóv. gekk hitamælir ekki niður fyrir 475 m. Fengin voru lóð ásamt körfum frá Reykjavík en vegna samgöngu-erfiðleika komu þau ekki í Kröflu fyrr en að kvöldi 29. nóv. Fyrst var reynt lóð, sem var eftirlíking af Ameradamæli með 2" stýrikörfu á endanum. Gekk lóðið viðstöðulaust á 641 m dýpi en ekki lengra þrátt fyrir ítrekaðar tilraunir. Þá var og prófað að fara aftur framhjá "fyrirstöðunni" á 475 m án þess að nokkurs yrði vart. Það vakti athygli að neðst á grindinni neðan á lóðinu var ljósgrár leir sem virtist svipaður þeim, sem upp kemur í blæstri. Sýni af því, sem upp kemur í blæstri var röntgengreint, og reyndist úr æðum komið (Ásgrímur Guðmundsson, munnlegar upplýsingar). Leirinn sem kom upp með lóðinu hefur enn ekki verið greindur

Næst var reynd karfa sem var 6 1/4" í þvermál og gekk hún niður á 239 m þar sem hún festist. Er það nálægt efri brún leiðara (skv. borskýrslu 233 m frá flansi). Þá var körfu sem var 4 1/4" í þvermál rennt niður og gekk hún viðstöðulaust á 641 m dýpi eins og 2" lóðið. Ekki var talin ástæða til að hitamæla að þessu dýpi í holunni, þar sem hitastig er vel þekkt frá fyrri mælingum.

Þá hafa þessa viku verið reyndar mismunandi blendur á holunni (tafla 4 og mynd 5). Því er ekki að fullu lokið nú. Eftir að lokið er blæstri um 80 mm blendu er lagt til, að hólan verði látin blása "frítt" um tíma en síðan aftur tekin aflferill með blendum 155 mm, 101,3 mm og 80 mm til samanburðar.

Tekið var sýni úr holu KJ-21 1982.11.27. Helstu niðurstöður eru, að gasstyrkur er 0,57%, hefur hækkað, en er samt lágur miðað við aðrar Kröfluholur, en kísilhiti er 273°C, hefur hækkað úr 264°C (1982.10.10). Sú spurning hefur vaknað, hvort fyrirstaða sú, sem fundist hefur í holunni, gæti verið af völdum útfellinga. Í Kröflu hafa orðið þrjár tegundir útfellinga, þ.e. járnsúlfíð-, kísil- og kalsítútfellingar. Athugun á gasstyrk útilokar þær fyrstnefndu sem rekja má til kvikugasa. Kísilfellingar verða á tiltölulega löngum tíma og eingöngu, ef holur eru reknar við þrýsting, sem er töluvert undir ópalmettunarmörkum. Þau mörk eru 8,9 bar a við pH 8 og um 4 bar a við pH 9, en pH sýna frá 1982.10.10 og 1982.11.27 var 9,12 og 8,83. Holan hefur alla tíð blásið við hærri þrýsting, svo að kísilfelling ætti að vera útilokuð.

Jónamargfeldi kalsíts í vatni hola KW-2 og KJ-9, þar sem kalsítútfellingar hafa orðið, eru teiknuð ásamt jónamargfeldi vatns úr KJ-21 (1982.10.10) og metturarferli kalsíts fyrir suðu við mismunandi hitastig á mynd 6. Kemur þar fram að yfirmettun í holum KW-2 og KJ-9 er mun meiri en í holu KJ-21. Að auki var vatnsrennsli meira úr fyrirnefndu holunum, og hefðu útfellingar átt að myndast hraðar þar en í KJ-21. Þær hafa þó ekki stíflast, fyrr en eftir a.m.k. 9 mánaða blástur. Ennfremur kemur fram yfirmettun við innrennslisaðstæður KJ-21, og bendir það til þess, að suða sé hafin úti í bergi, áður en holan fær rennsli þaðan. Ættu því kalkútfellingar, ef einhverjar eru, að myndast úti í berginu, áður en rennið nær holunni.

Í stuttu máli er niðurstaða þessara athugana sú, að mjög ólíklegt sé, að útfellingar valdi fyrirstöðu í holu KJ-21. Helst var talið, að um væri að ræða svarf eða leir eins og það, sem komið hefur upp í blæstri. Lokað var fyrir holuna og stútur og blenda tekið úr, og holan látin blása þannig í tvo sólarhringa. Ruddi hún þá úr sér heilmiklu efni. Stútur var þá settur í aftur og aflmælingar eftir þetta benda til þess, að holan hafi náð fyrra afli (þ.e. svipuðu því, sem mælt var fyrir 15. nóv.), og því hafi stíflan væntanlega náðst úr henni við þessar aðgerðir (Hjörtur Tryggvason, munnl. upplýsingar).

HEIMILDIR

Benedikt Steingrímsson & Halldór Ármannsson 1982. Krafla hola KJ-19.

Upphitun, upphleyping og blástur. OS82099/JHD27 B.

TAFILA 1. Krafla KJ-19. Niðurstöður aflmælingar og fyrstu efnagreininga sýnis sem tekið var 1982.11.25.

| Sýni nr | P _o bar | Vatnsfasi | | | | Gufufasi | | | | H _o kJ/kg | Q _T kg/s | Q _W kg/s | Q _{g7} kg/s |
|---------|--------------------|-----------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | pH/°C | CO ₂ mg/kg | H ₂ S mg/kg | SiO ₂ mg/kg | Gas % | CO ₂ mg/kg | H ₂ S mg/kg | CO ₂ /H ₂ S | | | | |
| 1123 | 10,3 | 8,62/22 | 219 | 101 | 609 | 1,7 | 16517 | 1051 | 15,7 | 2529 | 8,8 | 0,6 | 7,9 |

TAFILA 2. Nýttar Kröfluholur. Gufu- og gasrennsli, reiknað við 7 bar a fyrir holur á gamla svæðinu, en 14 bar a fyrir Suðurhlíðaholur.

| Hola nr | Dags. | Gufa 7/14 bar a kg/s | Gas % | Gas g/s | % af heildar-gufu-rennsli | % af heildar-gas-rennsli | Gasvísitala |
|---------------------------|------------|----------------------|-------|---------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| 7 | 1982.08.28 | 2,3 | 1,2 | 28 | 5,7 | 2,8 | 2,0 |
| 11 | 1982.08.25 | 2,3 | 1,9 | 44 | 5,7 | 4,4 | 1,3 |
| 12 | 1982.05.24 | 2,3 | 1,8 | 41 | 5,7 | 4,2 | 1,4 |
| 13 | 1982.08.27 | 1,7 | 0,9 | 15 | 4,2 | 1,6 | 2,6 |
| 14 | 1982.08.27 | 10,8 | 2,2 | 238 | 26,2 | 24,2 | 1,1 |
| 15 | 1982.08.25 | 3,5 | 8,2 | 287 | 8,6 | 29,2 | 0,3 |
| 17 | 1982.07.31 | 4,3 ¹⁾ | 1,0 | 43 | 10,6 | 4,4 | 2,4 |
| 19 | 1982.11.25 | 7,6 | 1,7 | 129 | 18,7 | 13,2 | 1,4 |
| 20 | 1982.11.25 | 5,8 | 2,7 | 157 | 14,3 | 16,0 | 0,9 |
| Summa | | 40,6 | | 982 | | | |
| Vegið meðaltal | | | 2,4 | | | | |
| Veitugas, mælt | | | 1,6 | 650 | | | |
| Heildartölur KJ-15 úti | | 37,1 | 1,9 | 694 | | | |
| Heildartölur KJ-15,11 úti | | 34,8 | 1,9 | 651 | | | |

1) Vegið meðaltal yfir einn hegðunarferil 1982.08.24.

TAFLA 3. Krafla KJ-20. Afl, gasstyrkur, kísilhiti 1982.11.25

| Sýni nr | P _O bar | H _O kJ/kg | Q _T kg/s | Q _W kg/s | Q _{G7} kg/s | Gufa Gas % | Renni Heildar gas % | CO ₂ H ₂ S | Kísil- °C |
|------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------|
| 1122 | 14,1 | 1666 | 13,7 | 6,1 | 6,4 | 2,7 | 1,2 | 23,2 | 298 |

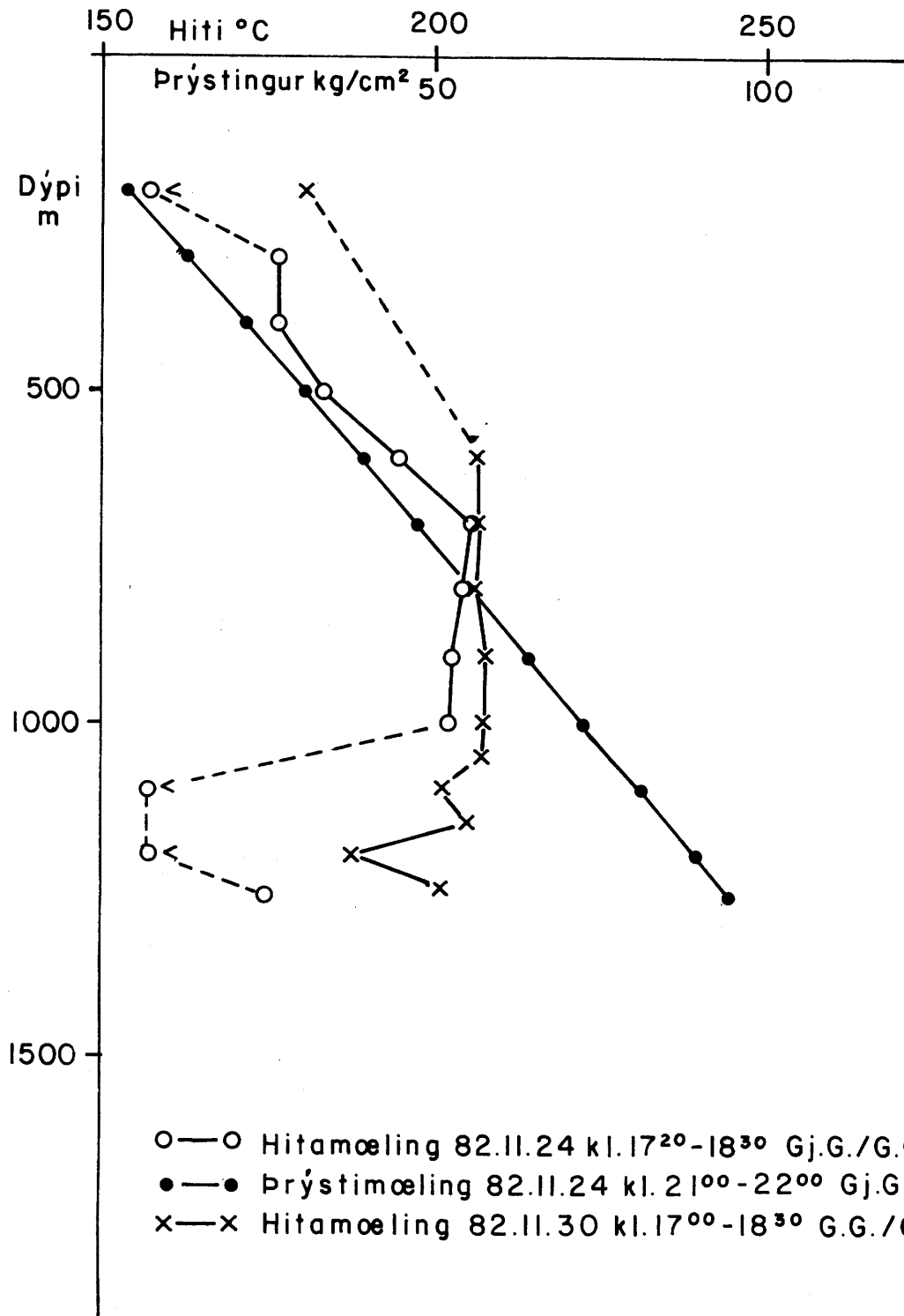
TAFLA 4. Krafla KJ-21. Afl við mismunandi toppþrýsting

| Blenda | P _O bar | P _C bar | Vatn kg/s | H kJ/kg | Q _T kg/s | Q _{G1} kg/s | Q _{G7} kg/s |
|---------|--------------------|--------------------|--------------|---------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 155 mm | 9,3 | 2,8 | 15,4 | 1650 | 34,0 | 18,3 | 15,8 |
| 101,3 " | 16,9 | 2,33 | 16,7 | 1530 | 32,8 | 15,8 | 13,2 |
| 90 " | 19,7 | 2,0 | 12,5 | 1640 | 27,4 | 14,6 | 12,6 |
| 80 " | | | | | | | |

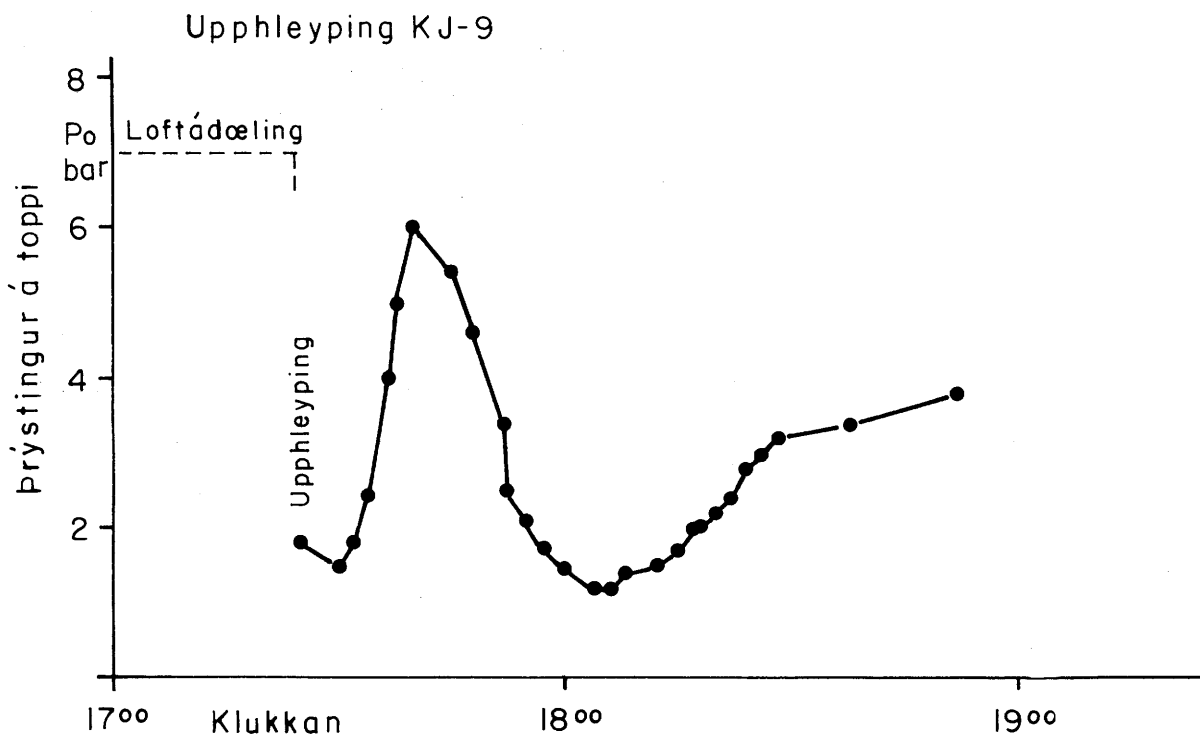
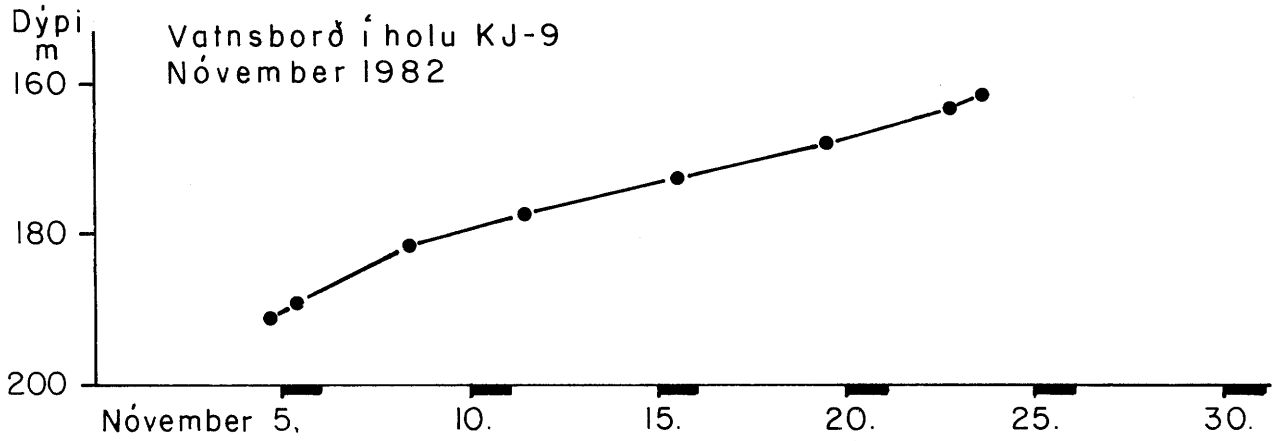


KRAFLA HOLA KJ-9

Hita- og þrýstimælingar 82.11.24 og 82.11.30



KRAFLA HOLA KJ-9 Vatnsborð og upphleyping nóv.'82

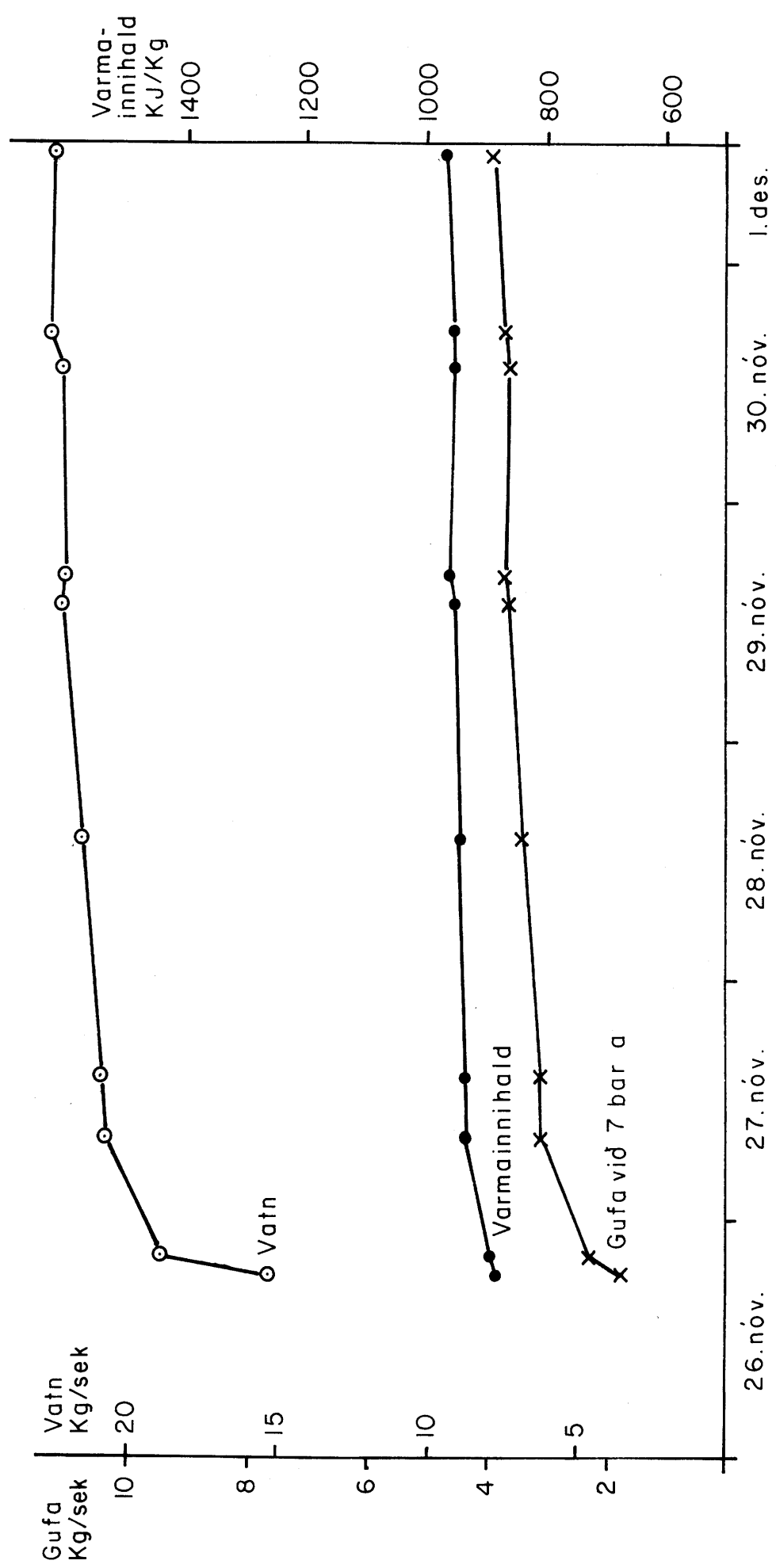




JHD-BM-6607. Gj.G.
82.12.1537. Sy.J.

KRAFLA HOLA KJ-9 Afl fyrstu daga eftir upphleypingu

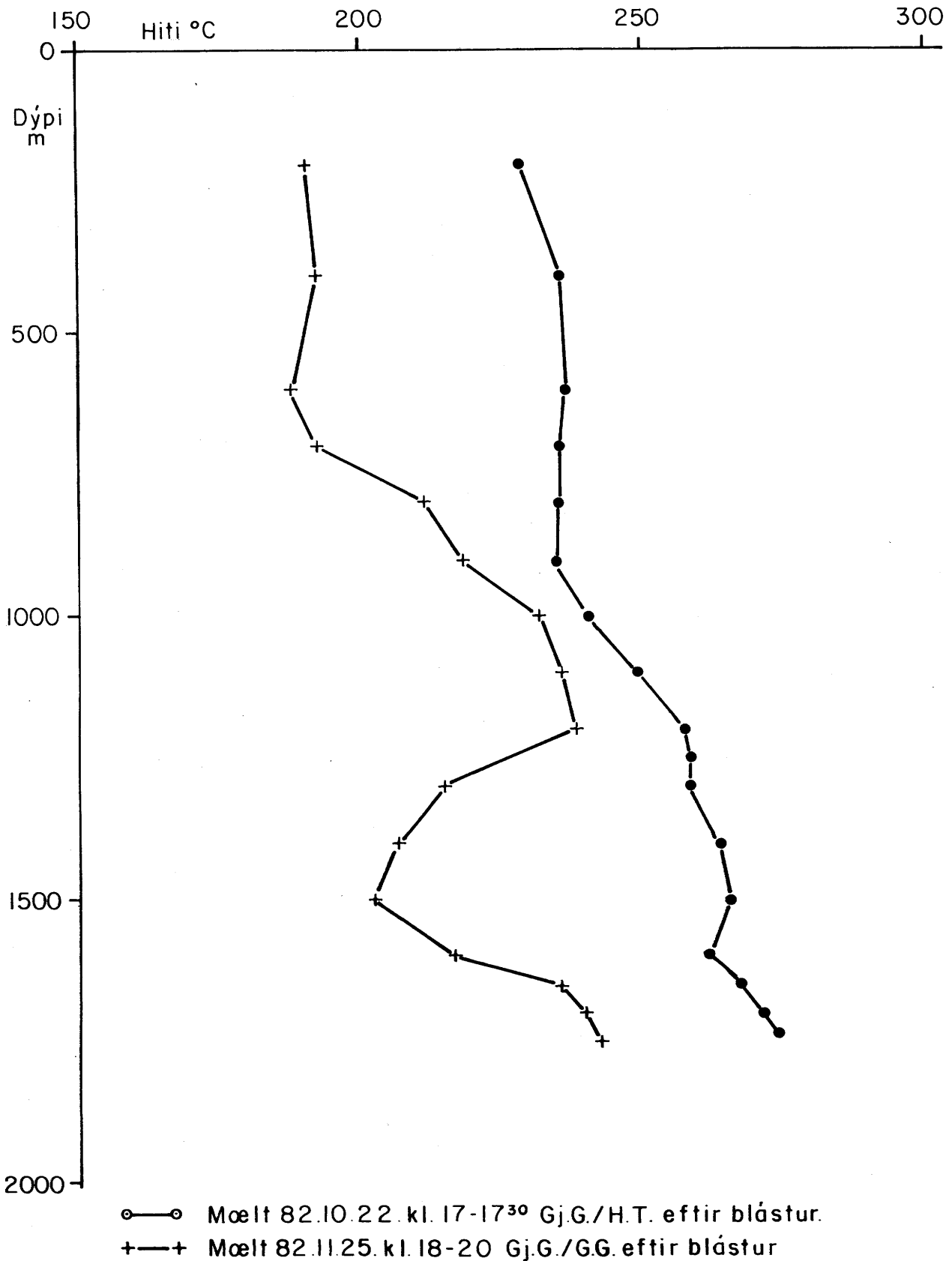
Mynd 3

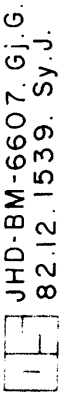




KRAFLA HOLA KJ-20

Hitamælingar



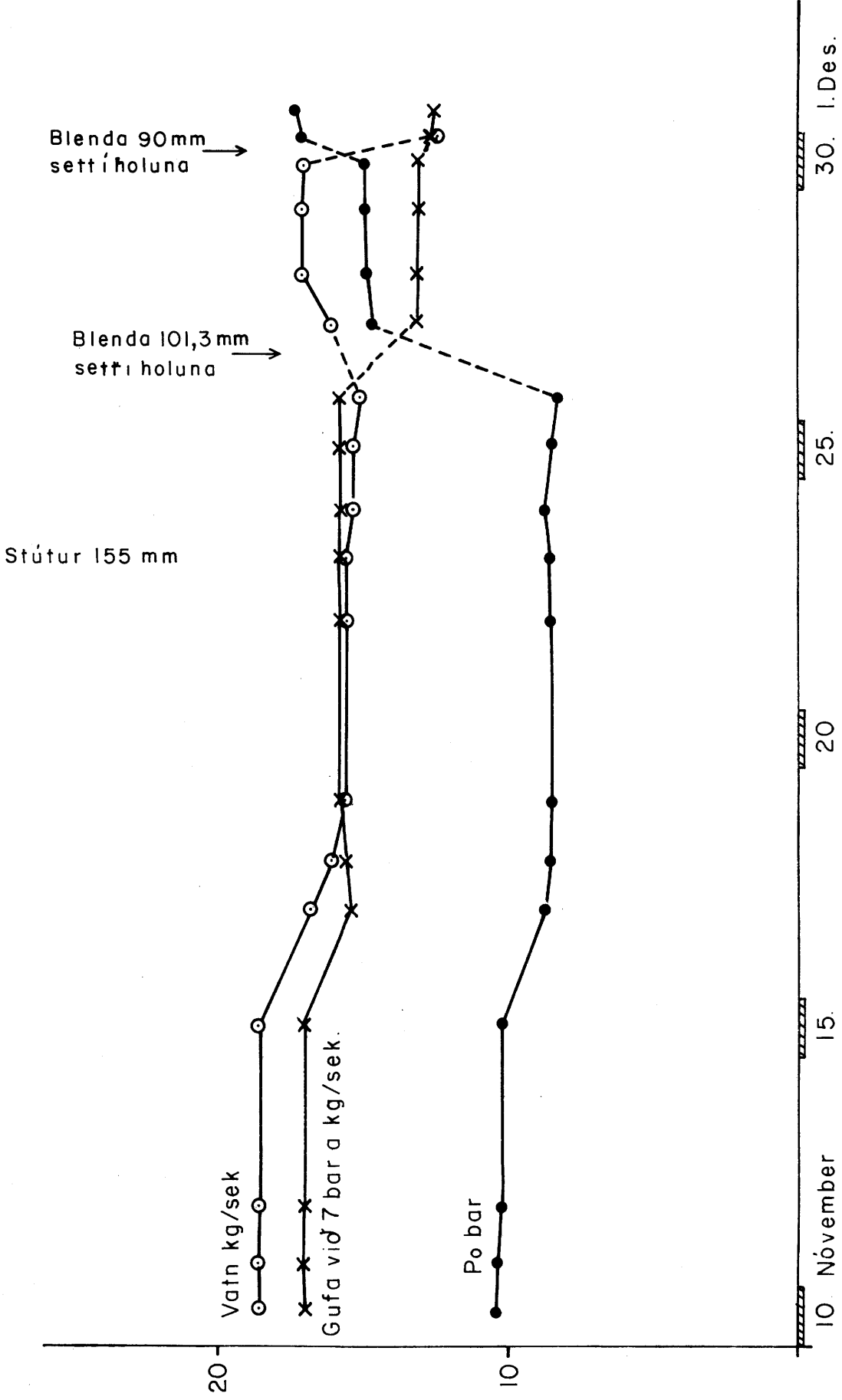


JHD-BM-6607, G.J.G.
82.12.1539, Sy.J.

KRAFLA HOLA KJ-21

Afl 1982.II.29-12.01.

Mynd 5



Mettunarferill kalsíts og jónamargfeldi í vatni
frá holum KW-2, KJ-9 og KJ-21.

