



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SVARTSENGI
Eðlismassi vatns í Bláa lóninu

Jón Örn Bjarnason

OS-86068/JHD-29 B

Nóvember 1986

SVARTSENGI
Eðlismassi vatns í Bláa lóninu

Jón Örn Bjarnason

OS-86068/JHD-29 B

Nóvember 1986

EFNISYFIRLIT

| | bls. |
|--------------------------------------|------|
| 1 INNGANGUR | 3 |
| 2 SÝNI TEKID 24. ÁGÚST | 4 |
| 3 SÝNI TEKID 26. SEPTEMBER | 5 |
| 4 SAMBAND EÐLISMASSA OG KLÓRÍÐSTYRKS | 6 |
| HEIMILDIR | 7 |

TÖFLUR

| | |
|---|---|
| 1 Affallslón í Svartsengi, 24.ágúst 1986. Eðlismassi vökva (g/cm^3) við mismunandi hitastig. | 4 |
| 2 Affallslón í Svartsengi, 26. september 1986. Eðlismassi vökva (g/cm^3) við mismunandi hitastig. | 5 |
| 3 Eðlismassi eimaðs vatns (g/cm^3) við mismunandi hitastig. | 6 |

MYNDIR

| | |
|---|----|
| 1 Bláa Lónið, 24/8/1986. Eðlismassi. | 8 |
| 2 Bláa Lónið, 26/9/1986. Eðlismassi. | 9 |
| 3 Eimað vatn. Eðlismassi. | 10 |
| 4 Eðlismassamunur lónvökva og eimaðs vatns. | 11 |

1 INNGANGUR

Vegna líkanreikninga á grunnvatnsrennsli á Reykjanesskaga var þess farið á leit við efnafræðistofu Orkustofnunnar að hún mældi eðlisþyngd affallsvökva í Bláa Lóninu, sem svo er kallað, í Svartsengi. Því var tekið sýni af vatni úr lóninu þann 24. ágúst 1986, og aftur þann 26. september. Voru sýnin sótt í lækinn sem rennur frá lóninu. Var sá staður valinn til sýnatökunnar vegna þess að samsetning vökvans og eðlisþyngd eru þar væntanlega líkastar samsetningu og eðlisþyngd þess vökva sem niður í hraunið fer.

Eðlisþyngd vökvans var mæld á hefðbundinn hátt með vigtun í pycnomælum, sem látnir voru ná varmajafnvægi í hitabaði. Mælt var við fimm mismunandi hitastig, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C og 60°C. Allar mælingar voru gerðar í tvítaki og pycnomælarnir kvarðaðir við hvert hitastig.

2 SÝNI TEKIÐ 24. ÁGÚST

Fljótt kom í ljós að eðlismassi þessa sýnis var minni en búist hafði verið við. Var þá klóríðstyrkur vatnsins ákvarðaður og reyndist hann einungis 12008 mg/l, en hafði verið 18514 mg/l þegar sýni úr lóninu var greint sumarið 1982. Við eftirgrennslan kom í ljós að um hríð hafði, auk jarðsjávar, verið dælt ferskvatni út í lónið og var þar komin skýringin á hinum lága eðlismassa.

Niðurstöður eðlismassamælingar á sýninu sem tekið var þann 24. ágúst eru sýndar í töflu 1 og á mynd 1.

Mældum eðlismassa lónvökvans ber þokkalega saman við eðlismassa NaCl lausnar með svipuðu klóríðinnihaldi, eins og hann er skráður í International Critical Tables. Að vísu er eðlismassi lónvökvans nokkru hærri þrátt fyrir minna klóríðinnihald, en rétt er að hafa í huga að í lóninu er dálítið súlfat og brómíð, auk klóríðsins, og þessum anjónum fylgja katjónir. Þá er þess að gæta að meðalmólmassi katjónanna í lóninu er nokkru hærri en mólmassi natríums.

TAFLA 1. Affallslón í Svartsengi, 24. ágúst 1986.

Eðlismassi vökvu (g/cm^3) við mismunandi hitastig.

| T ($^{\circ}\text{C}$) | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| Eðlismassi | A: | 1,01293 | 1,01029 | 1,00653 | 1,00260 | 0,99823 |
| lónvökva (12008 ppm Cl) | B: | 1,01286 | 1,01005 | 1,00643 | 1,00244 | 0,99760 |
| Eðlismassi 2% NaCl (12130 ppm Cl) (International Critical Tables) | | 1,01243 | 1,00954 | 1,00590 | 1,00158 | 0,99667 |

A og B tákna tvítök mælinga.

3 SÝNI TEKID 26. SEPTEMBER

Þegar aftur var tekið sýni, hinn 26. september, hafði engu ferskvatni verið dælt í lónið í tvær vikur, og aðeins litlu vikuna þar á undan. Var því búist við því að efnasamsetning þækilsins í lóninu væri komin í eðlilegt horf. Nokkuð virðist þó skorta á að svo hafi verið, því klóríðstyrkur vökvans mældist aðeins 16167 mg/l.

Eðlismassi vökvans var engu að síður ákvarðaður og eru niðurstöður sýndar í töflu 2 og á mynd 2.

TAFLA 2. Affallslón í Svartsengi, 26. september 1986.

Eðlismassi vökva (g/cm^3) við mismunandi hitastig.

| T (°C) | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|----------------------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| Eðlismassi | A: | 1,01763 | 1,01488 | 1,01152 | 1,00747 | 1,00163 |
| lónvökva (16167 ppm Cl) | B: | 1,01766 | 1,01494 | 1,01113 | 1,00730 | 1,00181 |

A og B tákna tvítök mælinga.

Sennilegt er, að skýringin á lágum eðlismassa og klóríðstyrk í þessu sýni sé sú að áhrifa ferskvatnsdælingarinnar hafi enn gætt. Rétt er þó að geta þess, að við sýnatöku úr borholum í júní 1986 kom í ljós að efnainnihald vökva úr holu 6 var um þriðjung minna en áður. Ástæða þessa er talin vera sú, að langvarandi niðurdæling ferskvatns í holu 12 hafi þynnt jarðsjó í næsta nágrenni. Þessi þynning sýnist þó aðeins eiga að valda u.þ.b. 5% lækkun seltu í lóninu þegar tekið hefur verið tillit til hlutfallslegs rennslis úr holunum. Má eftir þessu búast við að klóríðstyrkur í lóninu verði um 17500 - 17600 mg/l þegar jafnvægi hefur náðst á ný.

Vilji menn bera saman eðlismassa lónvökva og sjávar er rétt að hafa í huga, að lónvökvi með sama klóríðstyrk og sjór myndi væntanlega vera nokkru eðlisléttari, vegna þess að í sjó er miklu meira súlfat, sem að auki fylgir samsvarandi magn katjóna.

4 SAMBAND EÐLISMASSA OG KLÓRÍÐSTYRKS

Til samanburðar við ofangreindar eðlismassaákvarðanir er í töflu 3 og á mynd 3 sýndur eðlismassi eimaðs vatns sem fall af hitastigi. Gildin eru fengin úr gufutöflum. Glöggst sést hve breyting eðlismassa með hitastigi myndar líka ferla fyrir eimað vatn og fyrir lónvökva.

TAFLA 3. Eðlismassi eimaðs vatns (g/cm^3) við mismunandi hitastig.

| T(°C) | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Eðlismassi eimaðs vatns | 0,99828 | 0,99571 | 0,99225 | 0,98803 | 0,98314 |

Sé nú reiknaður mismunur eðlismassa lónvökva og eimaðs vatns við eitthvert tiltekið hitastig, kemur í ljós, að munur þessi er nánast hinn sami við öll þau hitastig sem mælt var við, fyrir hvort sýni. Að sjálfsögðu er þessi mismunur ólíkur milli sýna, enda annað eðlisþyngra en hitt. Á mynd 4 er þessi mismunur eðlismassa lónvökva og eimaðs vatns dreginn sem fall af klóríðstyrk fyrir sýnin tvö úr lóninu, og er eitt tákn fyrir hvert hitastig, en meðaltöl tvítakanna notuð. Reiknuð var besta lína punktanna, en henni sett það skilyrði að hún lægi um upphafspunktinn, af augljósum ástæðum. Lína þessi er einnig sýnd á mynd 4.

Eðlismassa vökvans í Bláa Lóninu mætti því reikna við mismunandi hitastig og klóríðinnihald úr jöfnunni

$$\text{Rho}(T) = \text{Rho}_0(T) + 1,19 \times 10^{-6} \times Cl$$

þar sem $\text{Rho}(T)$ táknar eðlismassa lónvökva í g/cm^3 við hitastig T , $\text{Rho}_0(T)$ eðlismassa eimaðs vatns í sömu einingu og við sama hitastig, og Cl styrk klóríðs í mg/l .

Sé reiknað með að hitastig ferska grunnvatnsins á Reykjanesskaga sé um 4°C og hafi því eðlismassa mjög nálægt 1,000, er ljóst að eðlismassi lónvökva við venjulegar aðstæður er ávallt meiri en eðlismassi ferska grunnvatnsins; nema hitastig lónvökvans fari upp fyrir 65°C . Hitastig í frárennslislæk lónsins mælist um 45°C við sýnatöku, en lægra í tjörn þeirri sem lækurinn hefur nýlega myndað spölkorn vestur í hrauni. Þar er það á bilinu 20°C til 40°C .

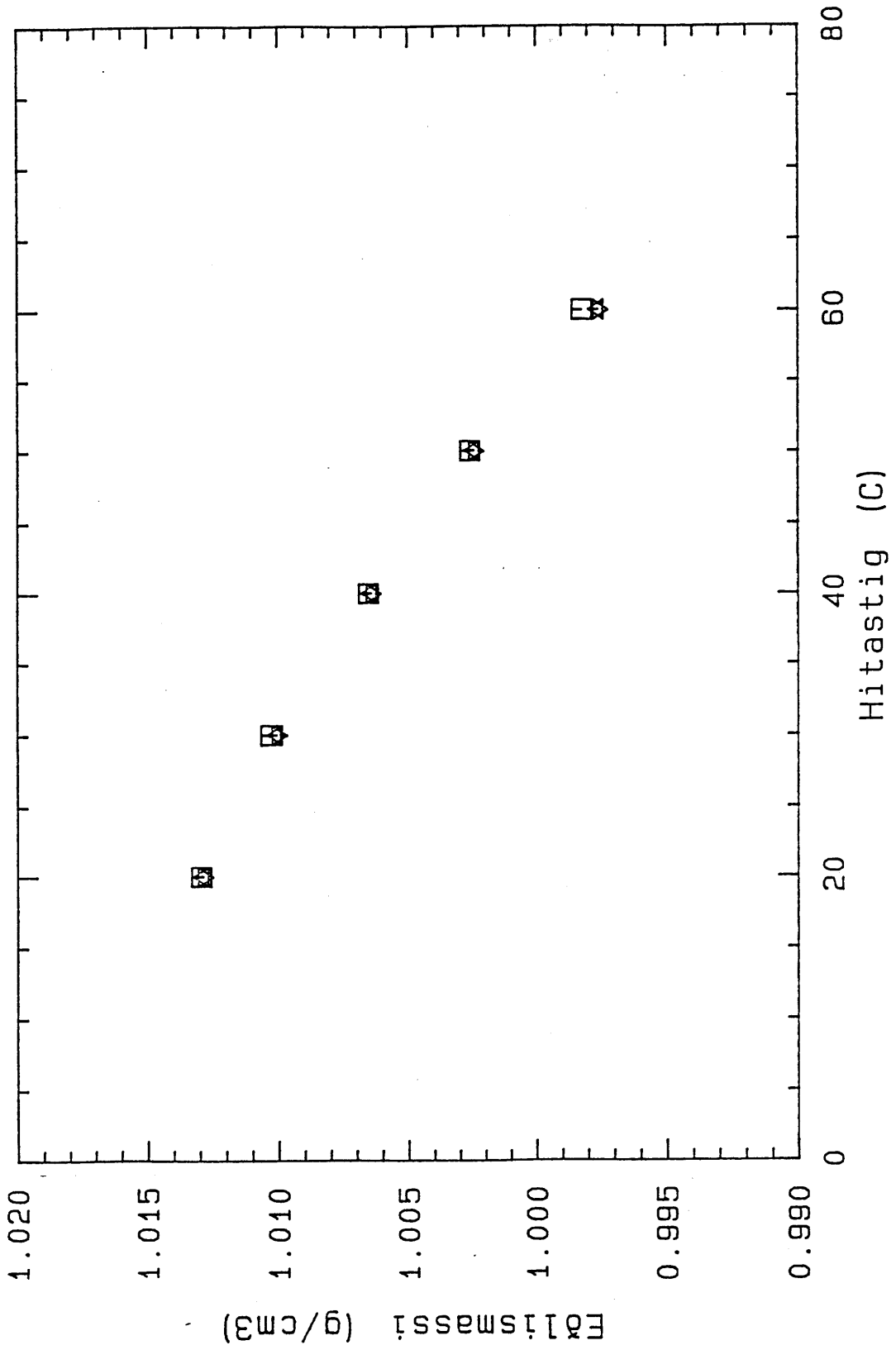
HEIMILDIR

Washburn, E. W. et al. (eds.), 1928: International Critical Tables of Numerical Data, Physics, Chemistry and Technology. Volume III. McGraw-Hill, New York.

Schmidt, E. & Grigull, U., 1979: Properties of Water and Steam in SI-units. Springer, Berlin, 189 pp.

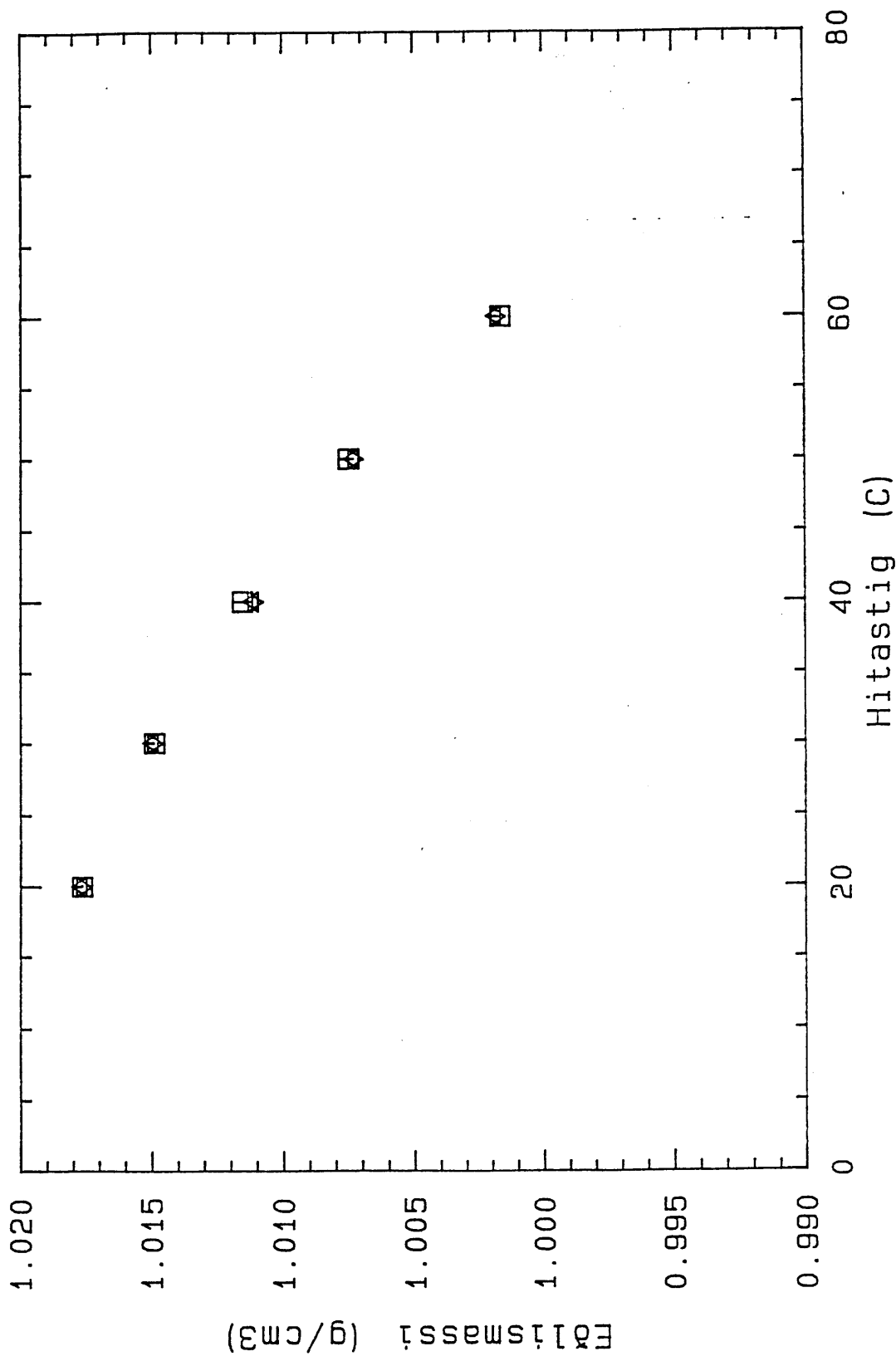
JHD·JEF·2300·JOB
86.11.0934

Mynd 1. Bláa Lónið, 24/8/1986.



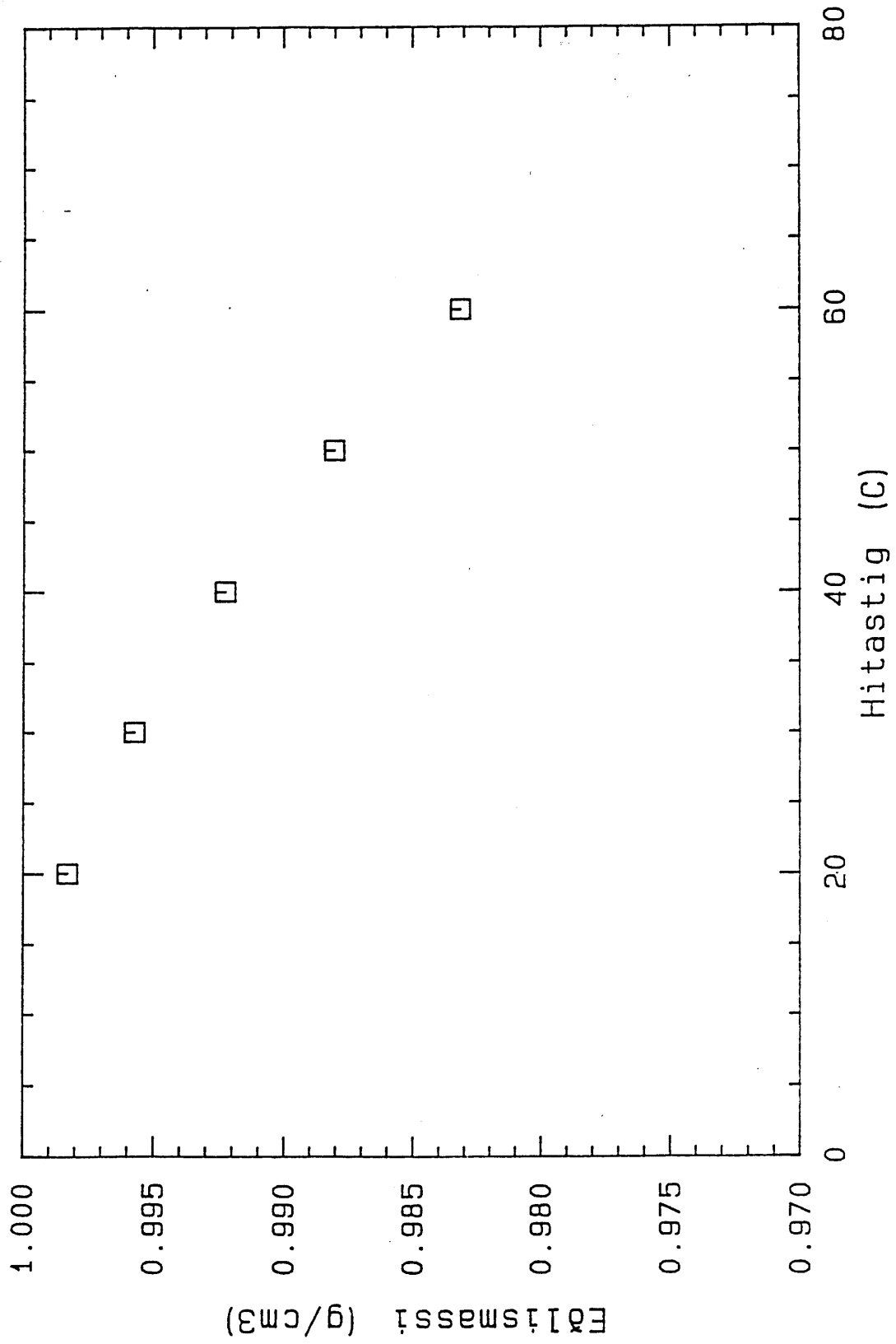
15 JHD·JEF·2300·JOB
88.11.0835 T

Mynd 2. Bláa Lónið, 26/9/1986.



IE JHD-JEF-2300-J08
88.11.0838

Mynd 3. Eimað vatn.



JHD · JEF · 2300 · JOB
86.11.0937

Mynd 4. Eðlismassamunur lónvökva og eimaðs vatns.

