

UM MÆLINGAR
Á MEÐBURÐI OG RAKA Í GUFU
FRÁ SKILJU HOLU BG-10, NÁMAFJALLI,
SUMARIÐ 1977

GREINARGERÐ VEGNA UMMÆLA
Í SKÝRSLU OS JHD 7739

Halldór Ármannsson
Gestur Gíslason

UM MÆLINGAR
Á MEÐBURÐI OG RAKA Í GUFU
FRÁ SKILJU HOLU BG-10, NÁMAFJALLI,
SUMARIÐ 1977

GREINARGERÐ VEGNA UMMÆLA
Í SKÝRSLU OS JHD 7739

Halldór Ármannsson
Gestur Gíslason

I. Tilfni

Greinargerð þessi er samín vegna eftirfarandi ummæla í skýrslu Hreins Frímanssonar o.fl. (1) um mælingar á afköstum borhola í Bjarnarflagi: "Raki í gufu fyrir aftan skiljur var mældur með varmafræðilegum aðferðum (kalorímælir) þ.e. að hitastig á gufusýni var mælt bæði áður og eftir að því hafði verið flassað niður í atmosfæruþrýsting. Mælingar voru bornar saman við rakamælingar frá efnasýnitöku, en ekki hefur tekist að fá sambærilegar niðurstöður. Efnasýnitökur reyndust gefa um fimmfalt hærra magn. Efnasýnin voru tekin af Gestí Gíslasýni og Halldóri Ármannssýni. Engar viðhlítandi skýringar var hægt að gefa á þessu ósamræmi, en hinar breytilegu niðurstöður, sem komu frá efnasýnitöku gera þær aðferðir frekar grunsamlegri".

II. Mæling á meðburði með efnagreiningu

II-1. Undirstöðuatriði. Við gufun fylgja sum efni gufu (rokgjörn efni), en önnur verða eftir í vatnsfasa (órokgjörn efni). Finnist órokgjörn efni í sýni af þéttri gufu, er styrkur þeirra mælikvarði á það magn vatnsfasa, sem borist hefur með gufunni við skiljun. Til greina kemur ákvörðun nokkurra efna, en skilyrði fyrir vali viðmiðunar-efnis eru, að styrkur þess í vatnsfasa sé tiltölulega mikill, og að til sé handhæg og örugg efnagreiningaraðferð. Einkum er um natríum eða klóríð að ræða, en þar sem súlfíð (sem mikið er af í háhitavatni) truflar efnagreiningu klóríðs, varð natríum fyrir valinu.

II-2. Aðferð. Notuð var logaljósmæling (Flame Photometry), sem notuð hefur verið til natríumgreininga áratugum saman og þykir sérlega örugg og laus við truflanir (2). Með sámlægu móti er unnt að mæla natríumstyrk allt niður í 0,02 ppm, en þynna þarf sýni, sem í er meira en 2 ppm Na. Þar sem u.þ.b. 200 ppm Na eru í vatnsfasa frá gufuborholum í Námafjalli og Kröflu, er unnt að mæla meðburð niður að 0,01% í sýnum þaðan. Búast má við bestri samkvæmni, þar sem meðburður er 0,5-1%, en heldur verri, ef þynningar þarf með. Til mælinganna var notað tæki frá EEL, sem hefur verið á markaði í allmörg ár, og ekki er vitað

til, að hafi þótt grunsamlegt í þeim fjölmörgu rannsóknastofum, þar sem það hefur verið notað. Einnig má geta þess, að sama tæki var notað við meðburðarmælingar í Svartsengi. Vegna hinnar miklu seltu vatns þar, reyndist leiðnimæling handhægari, en leiðnimælirinn var stilltur með logaljósmælinum. Skv. upplýsingum frá Sverri Þórhalls- syni eru því þær tölur frá Svartsengi, sem vitnað er til í skýrslu Hreins Frimannssonar o.fl. (1), byggðar á mælingum með sama tæki.

II-3. Sýnataka. Gufan er leidd frá sýnatökukrana um slöngu í kæli- spíral úr ryðfriú stáli, þétt þar og þéttivatni safnað á plastflösku eða gastúbu. Hefur aðferð þessi gefist vel við sýnatöku til almennra efnagreininga undanfarin ár, og ekki orðið vart mengunar úr slöngum eða spírölum. Í sumum tilvikum hefur verið notuð til söfnunar þétti- vatnsslanga, sem næst á undan var notuð við söfnun vatnsfasa. Ber þá að gæta þess, að vatn sitji ekki eftir í slöngunni og mengi þéttivatnið. Prófanir hafa sýnt að með venjulegu söfnunarstreymi (20-50 ml/mín) verður vatnsblöndunar ekki vart frá 10-15 m langri slöngu eftir 3-5 mínútna skolun. Til öryggis voru slöngur yfirleitt skolaðar með miklu streymi í 20-30 mínútur fyrir sýnatöku og er fráleitt að ætla, að fjöldi hárra meðburðarniðurstaðna hafi fengist af slíkum sökum.

Röð mælinga í Kröflu frá 1977-09-02 (Tafla I), var þó talin gefa vís- bendingu um, að tímabáttur þessi gæti verið enn lengri, þar eð með- burður fór minnkandi í meira en 40 mínútur.

Til könnunar á þessu varð gerð röð mælinga 1977-09-07 og var þá notuð sín hvor slangan til töku gufu og vatnsfasa. Hafði slangan, sem notuð var við töku gufusýnis ekki verið notuð áður og átti því vatnsblöndun ekki að koma til greina. Niðurstöður (Tafla II) sýna þó mismunandi meðburðarmagn, t.d. aukningu eftir u.þ.b. 1.5 klst. frá upphafi sýna- töku. Bendir það til sveiflna í meðburðarmagni en ekki vatnsblöndunar í slöngu. Þær breytingar, sem mældust 1977-02-09 gætu verið af svip- uðum toga. Jafnvel þótt þær hefðu stafað af vatnsblöndun er stærðar- gráða þeirra áhrifa e.t.v. 0.2%, en ekki 5-25% eins og þurft hefði til að valda þeim truflunum, sem skýrt gætu það meðburðarmagn, sem stundum mældist í gufu frá skilju BG-10 í Bjarnarflagi.

Rakamælingar með kalorimæli (sjá III) voru gerðar samhliða meðburðarmælingunum 1977-09-02 og lengur. Af niðurstöðum þeirra (sjá töflu I) má ráða, að töluverðar sveiflur geti orðið í þannig mældu rakamagni. Virðist sem um raunverulegar rakasveiflur sé að ræða, og ekki unnt að kenna vatni í slöngum, þar eð slöngur voru ekki notaðar við þessar mælingar.

III. Rakamæling með kalorimæli

Hreinn Frimannsson o.fl. (1) nota kalorimæli til rakamælinga. Aðferð þessari er lýst í fylgiskjali I í skýrslu þeirra. Góð reynsla er af aðferð þessari við rakamælingar í gufuvélum, en ekki er vitað til þess, að hún hafi verið reynd við skiljur á gufuborholum fyrr. Í fyrrnefndu fylgiskjali kemur fram, að ekki er unnt að mæla nema til-
tölulega lítinn raka á þennan hátt.

IV. Sambærileiki mældra stærða

Hér að framan hefur orðið meðburður verið notað um þá stærð, sem fundin er með efnagreiningu, en raki um þá, sem mæld er með kalorimæli. Í fyrra tilvikinu er eingöngu mælt magn þess vökva, er berst með gufu við skiljun. Í því síðara getur verið um að ræða meðburð að viðbættum vökva, sem þétst hefur eftir skiljun, eða eingöngu það, sem eftir er af meðburði, þegar gufa hefur þornað á leið til kalorimælis, t.d. vegna þrýstifallsáhrifa. Við mælingar á skiljuhæfni er meðburður sú stærð, sem þýðingu hefur.

V. Mælingar í Kröflu

Allmargar mælingar hafa verið gerðar í Kröflu með báðum aðferðum. ar hefur meðburður yfirleitt reynst mjög lítill en raki jafnan nokkru hærri. Þó er misræmi lítið miðað við það, sem kom fram í Bjarnarflagi. Má t.d. benda á, að í töflu I, eru niðurstöður meðburðar- og rakamælinga af sömu stærðargráðu. Í desember 1977 voru gerðar allmargar raka- og meðburðarmælingar og reyndist raki jafnan u.þ.b. 0,3% en meðburður 0,0% (3). Nokkurt natríum fannst þá í frárennsli frá gufugildru. Túlkun þeirrar niðurstöðu er sú, að meðburður geti sest í botn leiðslu

og ekki komið fram í sýnum teknum ofar úr henni. Getur þetta skýrt að nokkru þann mun, sem kom fram, á niðurstöðum meðburðar- og rakamælinga. Í samtali við Runólf Maack, sem var einn þeirra, er að þessum prófunum stóð, kom fram, að notkun kalorímælis er meiri vandkvæðum bundið en álitíð var. Stafar það af áhrifum einangrunar. Sé einangrun ekki nægileg, truflast mælirinn af ytri áhrifum, en sé hún nægileg, er svörun hans það hæg, að mjög erfitt er að nota hann. Lýsti hann t.d. prófi, þar sem vatni var komið fyrir í leiðslunni, en engin svörun hafði fengist frá kalorímæli eftir 10 mínútur. Má ætla, að slík vandamál hefðu getað haft áhrif á prófanirnar á skilju BG-10.

VI. Meðburður í gufusýnum frá BG-10, Námafjalli

Yfirleitt mældist töluverður meðburður (1-25%) í þeim sýnum, sem tekin voru úr BG-10, þegar bera átti saman kalorímælingu og natríumefnagreiningu. Eins og kom fram hér að framan (sjá III), er kalorímæling óheppileg fyrir mikinn laka. Því verður að teljast óráðlegt að nota kalorímælingar, þar sem meðburður er svo mikill, þó að þær séu e.t.v. réttlætanager, þar sem hann er lítill (sbr. V).

VII. Prófanir á logaljósmælingu

Gerðar voru samkvæmnisprófanir á einu sýni frá Kröflu, sem mjög lítill meðburður var í og einu frá BG-10, þar sem meðburður var u.þ.b. 3%. Niðurstöður (Tafla III) gefa til kynna, að unnt er að mæla allt niður í 0.01% meðburð, og fullnægjandi samkvæmni fæst. Einnig hefur samkvæmni natríumgreiningar verið prófuð á nokkrum vatnsfasasýnum frá Kröflu og Námafjalli og reynst fullnægjandi. Sömu sýni voru mæld með annarri aðferð (Atómabsorption spektrometríu) og bar niðurstöðum beggja aðferða vel saman (4).

Til samanburðar var annað órokgjarnt efni, kalíum, mælt í þremur gufusýnum frá BG-10 og meðburður reiknaður. Meðburðarniðurstöðum frá natríum- og kalíummælingum bar einkar vel saman (Tafla IV).

VIII. Ályktanir

Mikill meðburður var í gufu frá skilju BG-10, þegar samanburðarmælingar voru gerðar, væntanlega vegna of mikils álags á skilju. Logaljósmælingu natriúms til meðburðarákvörðunar er unnt að nota fyrir 0.01-100% meðburð. Kalorimæling hentar hins vegar aðeins fyrir lítinn raka, og ber því að taka háum niðurstöðum með varúð. Hafi fengist hátt gildi með logaljósmælingu en lágt með kalorimælingu, er hið fyrra tvímælalaust öruggari mælikvarði á meðburð. Þó getur hið lága kalorimælda gildi stafað af þornun gufu vegna þrýstifallsáhrifa á leið frá skilju að kalorimæli, en þannig fengin tala gefur litlar upplýsingar um skiljuhæfni eða álag á skilju.

Tafla 1. Mælingar á meðburði og raka í gufu frá skilju
KJ-11, Kröflu 1977-09-02

Kl.	13 ¹⁰	13 ²⁵	13 ⁴⁰	13 ⁵⁵	14 ⁰⁵	14 ²⁰	14 ³⁵	15 ²⁰	16 ⁰⁵
Meðburður %	Ekki mældur	0.38	0.27	0.23	0.18	Ekki mældur	Ekki mældur	Ekki mældur	Ekki mældur
Raki %	0.82	0.37	0.38	0.33	0.31	0.71	0.96	0.98	0.98

Tafla II. Mælingar á meðburði í gufu frá skilju
KJ-11, Kröflu 1977-09-07

Kl.	13 ⁵⁰	14 ⁴⁵	15 ¹⁰	16 ⁰⁵	16 ³⁵	17 ⁰⁰
Meðburður %	0.25	0.23	0.49	0.10	0.09	0.06

Tafla III. Niðurstöður samkvæmnisprófana á natríumlogaljósmælingu
til ákvörðunar meðburðar.

Staður	Dagsetning	Skilja holunr.	Fjöldi meðburðar ákvarðana	Meðburður % Meðaltal	Staðalfráv. s, ppm	Staðalfráv. Sr, %
Krafla	1978-02-01	KJ-9	13	0.034	0.008	24
Námafjall	1978-01-13	BG-10	6	2.97	0.08	2.8

Tafla IV. Niðurstöður meðburðarákvarðana með natríum og kalíumlogaljós-
mælingum á þremur sýnum frá BG-10, Námafjalli (Dags. 1977-08-05).

Sýni nr.	1	2	3
% Meðburður, skv. natríummælingu	4.3	0.76	3.1
% Meðburður, skv. kalíummælingu	3.4	1.16	3.0

Tilvísanir

1. Hreinn Frímansson, Jón Ásmundsson, Sæþór Jónsson og Valdimar K. Jónsson, 1977.
Mælingar á afköstum borhola í Bjarnarflagi og eiginleikar tveggja mismunandi skilja. Skýrsla Orkustofnunar, Virkis h.f. og VST h.f., OS JHD 7739, 11 bls.
2. J.A. Dean, 1960. Flame Photometry New York; Mac Graw-Hill Book Company, Inc.
3. Runólfur Maack, Jón Ásmundsson og Matthías Matthíasson, 1977.
Greinargerð um prófanir á gufuveitu Kröfluvirkjunar. Óútgefin skýrsla OS og ráðgjafarverkfræðinga.
4. Halldór Ármannsson og Trausti Hauksson, 1978. Um Natríumákvörðun. Skýrsla Orkustofnunar OS JHD 7815, 8 bls.