

Raforkumálastjóri

Jarðhitadeild

1 billu

3

Sevrist  
Dr. Traustur Einarsson  
prófessor  
1/4 '59,  
B. T. Y.

ORKUSTOFNUN  
MÁLAFN

57

STUTT YFIRLIT UM NIÐURSTÖÐUR  
RANNSÓKNA Á ÁHRIFUM SÁPU Á  
GOS Í GEYSI Í HAUKADAL  
SUMARIÐ 1958

eftir

Sigurð V. Hallsson

STUTT YFIRLIT UM NIÐURSTÖÐUR RANNSÓKNA Á  
ÁHRIFUM SÁPU Á GOS Í GEYSI Í HAUKADAL SUMARIÐ 1958

Eftirfarandi yfirlit gefur til kynna niðurstöður einstakra rannsóknaliða.

I. Athuganir á hagkvæmum mælitækjum

- a) Örugg einangrun ("silicone" gúmmí) var fengin og gerði hún mælingar með viðnámshitamæli mögulegar í yfir  $130^{\circ}\text{C}$  heitu vatni (og í glycerínbaði).
- b) Sjálfritandi tæki gerðu mögulegar stanzlausar hitamælingar við mjög snöggbreytilegan hita.

Athuga skyldi fyrst, hvaða áhrif sápa hefði á yfirhitun í vatni.

II. Yfirhitun í hreinu vatni og sápuðu í tilraunaglassi

- a) Yfirhitun reyndist yfirleitt meiri í sápuupplausn (mest  $15^{\circ}\text{C}$ ) en hreinu vatni (mest  $11^{\circ}\text{C}$ ), en mun stafa af því, að óhreinindi í tilraunaglassinu, er mynda suðubólukjarna, eru leyst upp. (Erlendis hefur náðst  $63^{\circ}$  yfirhitun í tvíeimuðu vatni við venjulegan loftþrýsting).
- b) Gos voru eigi völdugri þótt yfirhitun væri meiri, en 1-2 m gos fengust með því að bæta sápuupplausn í vatnið. Í hreinu vatni voru gosin í mesta lagi 10-15 cm.
- c) Tilraunirnar sýndu, hve erfitt er að sannreyna hvort sápa eykur yfirhitun í vatni eða ei.
- d) Eiginleikar sápuogosanna voru allt aðrir en gosa í "hreinu" vatni. Samanburð mætti best gera með því að kvikmynda gosin í tilraunatækjum.
- e) Notuð var yfirleitt blautsápa, en enginn annar munur virtist á henni og t.d. stangasápu en sá, að betra var að leysa þá fyrrnefndu upp.
- f) Yfirhitun var nauðsynlegur undanfari goss.

Nauðsynlegt þótti, að athugað yrði hvort Geysir hefði kólnað frá því sem áður var og hvort nota mætti enn sápu til örvarnar á gosum.

### III. Hitamælingar í Geysi í Haukadal

- a) Hiti mældist mestur  $124,5^{\circ}\text{C}$  á  $18,25$  m dýpi en minnstur  $89,1^{\circ}\text{C}$  á yfirborðinu.
- b) Dýpi mældist fyrir gos mest  $19,5$  m en yfirleitt reyndist dýpi  $18,2$  m, þ.e. um  $3$  m minna en áður hafði mælt.
- c) Hitinn sveiflaðist mest á  $9$  m dýpi ( $93-114,4^{\circ}\text{C}$ ), en á um  $10$  m dýpi vikkar pípan mjög, og gæti sú víkkun skýrt hinar miklu hitasveiflur í Geysi.
- d) Á  $12$  m dýpi mældist  $0,6^{\circ}\text{C}$  yfirhitun.
- e) Mældur var hitinn á  $9$  m dýpi í tæpar  $13\frac{1}{2}$  klst. og var hitinn að hækka (en það hafði hann gert áður) er uppleyst sápa var sett út í Geysi. Hélt hitinn áfram að hækka en var eigi kominn hærra en áður hafði hæst mælt, er mælirinn brotnaði við fyrstu gosin. Var hitinn þá rúm  $1^{\circ}\text{C}$  neðan við suðumark á  $9$  m dýpi.
- f) Yfirborðshitinn mun hafa hækkað lítillega eftir að sápan var sett út í.
- g) Gos varð í Geysi aðeins  $39$  mín. eftir að uppleysta sápan var sett út í og stóðu gosin ( $40-50$  m há) í um  $20$  mín.
- h) Ályktað er, að mestur hluti vatnsins komi inn í pípunu neðst. Þó mætti skýra dynkina í Geysi út frá innrennsli sjóðandi vatns úr sprungu í um  $12$  m dýpi, þar sem hitinn komst yfir suðumark, en við það, að gufubólur þess féllu saman mynduðust dynkir, er vatnssúlan félli saman.
- i) Samanburður við svipaðar mælingar  $1948$  sýndi, að yfirborðshitinn var minni þá en  $1958$  en aðrennslið um  $1,5^{\circ}\text{C}$  heitara (þ.e. meiri yfirborðskæling).

Er hér var komið sögu þótti höfundur athuganir á mismun suðubólumyndunar í sápu og hreinu vatni helzt geta skýrt mismun gosa í hreinu og sápu vatni.

Eftirfarandi kom í ljós við athuganirnar í þá átt:

#### IV. Suðubólathuganir í hreinu vatni og sápu í tilraunataekjum

- a) Tvær tegundir bóla myndast bæði í hreinu og sápu vatni, þ.e. smáar og stórar bólar.
- b) Minni bólar (örmargar) mynda "frauðan" vatnsmassa í sápu vatni.
- c) Bæði myndun bóla og hegðun þeirra var önnur í sápu vatni en hreinu, og virtust því orsakir goss í sápuvatni borið saman við skvettur í hreinu vatni liggja í bólumynduninni sjálfri.

Tilraunirnar sýndu, að skýringar á sápu gosum var helzt að finna í bólumynduninni sjálfri, og því voru nýfengnar erlendar heimildir um suðu í vökvum og um sápu almennt athugaðar (sjá síðar).

#### V. Aðrar athuganir

Vikið skal fyrst að niðurstöðum athugana, er varða ~~hagkvæmstu tegund og magn sápu, er nota mætti til þess að örva gos í Geysi.~~

- 1) Rúmmál Geysis pipunnar reiknaðist (skv. niðurstöðum eldri þverskurðarmælinga og annarra athugana) um  $70 \text{ m}^3$  niður á 12 m dýpi og blöndunarhraði uppleystrar blautsápu í það magn var lauslega ályktað um 40 mín.
- 2) Sáputegundir og sápumagn, sem nota mætti til örvunar á gosum í Geysi, eru semnilegast þessar (skv. íslenskum og erlendum upplýsingum um sápu og útreikningi höfundar)
  - a) Blautsápa (kristalsápa): 65-80 kg
  - b) Tólgarsápa (úr ísl. sauðatólg): 40-80 kg
  - c) Þvottalögur (Súlfon-sápa): 40-80 kg

Eigi voru gerðar samanburðartilraunir með sápu- tegundir þessar, en val á rétttri tegund sápu verður að byggjast á raunhæfri tilraun í Geysi sjálfum, þar eð t.d. hitastig hefir mismunandi áhrif á verkun mismunandi tegunda sápu.

- 3) Gasmagn í Geysi var lauslega áætlað (eftir niðurstöðum mælinga í hverum nálægt Geysi 1951) og reiknaðist það geta verið um 10 ml/l vatns. Gert var ráð fyrir því, að áhrif þessa gasmagns séu aðallega fólgin í aukningu bólu myndandi punkta (fyrir tilverknað sápunnar) utan á bólu kjörnum þeim, sem sápan hefir komið af stað, en að gasið hefji eigi suðumyndunina sjálfa eða gosið.
- 4) Suðumarkshækkun vegna uppleystrar sápu í Geysi mun geta orðið um og yfir 0,6 °C.
- 5) Kalsíum útfelling sápu (um 29 mg/l vatns í Geysi) ætti að örva suðubólumyndunina.
- 6) Áhrif sápu á yfirborðskælingu í Geysi mun eflaust vera nokkur, þar eð þunn himna þungra sápusameinda sezt á yfirborðið og hlýtur að hindra uppgufun hinna léttu vatnssameinda, og þar með aðalkælinguna í Geysi, og hlýtur því að raska varmajafnvæginu í hverpípunni. Síðar hefir komið í ljós, að efni, er nefnist hexadecano og hagar sér á svipaðan máta og sápa á yfirborði vatns, mun hafa reynzt þrýðilega erlendis til hindrunar á uppgufun í stíflum, vatnsþróm og vötnum. Má ætla, að leggja megi meiri áherzlu á þessi áhrif sápunnar en gert er á bls. 36 í skýrslu höfundar.
- 7) Sett var sápa í vatnssýnishorn úr Geysi, og virtist kísilútfelling eiga sér stað. Þetta mun óljóst, en hins vegar munu áhrif slíkrar útfellingar geta haft hvetjandi áhrif á suðumyndunina í Geysi.

## VI. Athugun á niðurstöðum erlendra sápu- og suðusérfræðinga

Of langt mál væri að rekja ályktanir dregnar af athugunum á niðurstöðum erlendra sápu- og suðusérfræðinga, en af því, sem hér skiptir mestu máli, er þetta helzt:

- 1) Sápa minnkar yfirborðsspennu í vatni og hefir eftirfarandi áhrif á suðubólumyndun í vatni:
  - a) Auðveldar bólumyndunina (minni orku þarf til myndunar bólanna í sápuupplausn).
  - b) Hvetur myndun kjarna, sem eru upphaf suðubólunnar og eykur margfalt bólumyndunarhraðann.
  - c) Lækkar yfirhitunina, sem nauðsynleg er til þess að vatnið sjóði.
  - d) Gæti orsakað skyndisúðu, er sápan fellur út sem kalsíumsápa.
- 2) Ályktanir af niðurstöðum sápusérfræðinga gefa til kynna hvaða sáputegundir lækka mest yfirborðsspennu vatns, en þann eiginleika sápunnar má leggja til grundvallar að vali sápu, er bezt örvaði gos í Geysi.

VII. Athugaðar voru erlendar skýringar á sápu gosum og þær jafnframt gagnrýndar með tilliti til framangreindra niðurstaðna, en mest lagt upp úr að vinsa úr athyglisverðar niðurstöður. Þeirra verður þó eigi getið hér.

### Stutt skýring á gosi í Geysi

Rótist heitur vatnsmassi það hátt upp í pípu hversins, að hiti hans sé hærrí en suðumark á því dýpi (sennilega á um 12 m) er möguleiki á gosi.

Venjuleg gos í Geysi gætu þá orðið á þann hátt, að varmatapið frá hinum yfirhitaða vatnsmassa minnkar það mikið (t.d. við minnkun uppgufunar frá yfirborði hversins, þ.e. minnku yfirborðskælingar svo sem vegna veðurfars), að nógu ör suða hins yfirhitaða vatns náí að hefjast.

Einnig ætti lökkun yfirborðs hversins eða lökkun loftþrýstings, er hefði í för með sér lökkun á suðumarki alls staðar í hverum, að geta komið örri suðu af stað í hinu yfirhitaða vatni.

Sápa hvetur suðu á ýmsan hátt eins og getið er um hér að framan; eykur suðubólufjöldann og örvar framleiðslu suðubólanna margfalt. Þar að auki mun hún mjög sennilega minnka yfirborðskælinguna og því örva til kraftmikilla gosa. Við fyrstu gosin lækkar þrýstingurinn neðar í hvernum og suðumark þar með. Þannig færast hin kröftuga suða neðar í hverinn og heldur áfram þar til jafnvægi kemst á neðan hverpípunnar.

Í skýrslu minni bendi ég á nokkur framtíðarspursmál, sem ég tel, að leysa ætti. Með tilliti til nýrra viðhorfa varðandi möguleika á notkun svokallaðs hexadecanols legg ég fram tillögur um þau verkefni, sem ég tel að leysa ætti sem fyrst.

Tillögur þessar eru settar fram á bls. 9.

Svör við spurningum Geysisnefndar, er lagðar voru fram með bréfi, dagsettu 17. marz 1959

(1) Ég tel, að skaðlaust og ráðlegt sé, meðan aðrar hentugri aðferðir eru eigi fyrir séðar, að setja sápu í Geysi til að örva hann til að gjósa. Byggi ég skoðun mína á því, að áhrif sápunnar séu þau, að sápan rjúfi á mjög áhrifamikinn hátt og á mjög skömmum tíma jafnvægi það, sem er á varmaflutningi, til og frá pípu hversins og því sé með sápunni aðeins verið að mynda aðstæður í pípunni, sem geta skapast á eðlilegan hátt með öðru móti.

(2) Eins og getið er um á bls. 32 í skýrslu minni var ályktað án þess að sérstakar tilraunir hafi verið gerðar, að magn og tegund sápu, er hentugast yrði að nota til örvunar gosa í Geysi, séu sem hér segir:

<u>Tegund sápu</u>	<u>Magn notað hverju sinni 100% sápa</u>
1) Blautsápa:	70-80 kg
2) Tólgarsápa (úr ísl. sauðatólg, ef til vill sérstaklega tilbúin):	40-80 kg
3) Þvottalögur (súlfon-sápa):	40-80 kg

Verð á ofangreindum sáputegundum mun nú vera:

<u>Sáputegund</u>	<u>Magn og verð</u>		
	<u>(kr/kg)</u>	<u>(kg/gos)</u>	<u>(kr/gos)</u>
1) Blautsápa (100% sápa)	ca 21	70-80	ca 1500-160
2) Tólgarsápa (" " )	" 17-19	40-80	" 700-150
3) Þvottalögur (" " )	" 26	40-80	" 1000-200

Eigi hafa sápur þessar verið reyndar í Geysi og því liggur fyrst fyrir að gera samanburðartilraunir með þær.



Ég tel að setja eigi sáþuna út í Geysi í uppleystu ástandi, t.d. dæla henni í hverinn, því það tryggir jafnari blöndu og skjótari áhrif miðað við að setja sáþuna í hverinn í föstu ástandi. Einnig mun mikill hluti sáþunnar í föstu ástandi sökkva strax neðst í hverpípuna, en ég álit af niðurstöðum framangreindra rannsókna, að sáþan hefji snögga suðu á um 12 m dýpi þar, sem vatnið kemst yfir suðumark.

Benda ber á þann möguleika að nota efni, er heitir hexadecanol til þess að minnka yfirborðskælingu hversins. Mætti mjög sennilega nota efni þetta jafnt sáþunni.

Atti að athuga hvaða áhrif hexadecanol eitt sér hafi á hverinn, en ég geri ráð fyrir, að sáþuna þurfi með, þar eð hún eykur til muna "kröftugleika" gossins.

(3) Eftir kröftugt gos í Geysi mun það taka um 12 klst. fyrir hverpípuna að fyllast aftur og má því telja, að örva megi gos í Geysi í mesta lagi einu sinni á dag. Hvort þetta er hægt svo oft með þeirri aðferð, sem getið er um í svari (2), þyrfti að athuga með tilraunum.

"Goshæfni" Geysis hlýtur að byggjast á eftirfarandi:

a) Yfirhitun verður að geta átt sér stað, þ.e. heitur vatnsmassi verður að ná það hátt upp í hverpípuna, að hiti vatnsmassans sé yfir suðumarki á því dýpi.

b) Yfirborðskælingin má eigi vera það mikil, að varminn frá hinu yfirhitaða vatni komist burtu á eðlilegan hátt, t.d. með rólegri suðu eða kælingu ofan frá.

Það, sem gæti því eyðilaggt "goshæfni" Geysis, er kæling á vatninu í pípunni að því marki, að vatnið næði aldrei að yfirhitna.

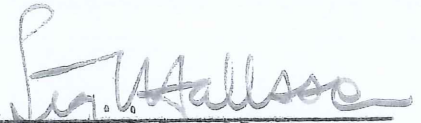
Sú hugsun, er meðal annars lá á bak við mælingar í Geysi í júní 1958, var sú að athuga hvort Geysir hefði kólnað.

Samanburður á mælingum 1948 og 1958 sýnir, að aðrennslisvatnið í Geysi var um  $1,5^{\circ}$  heitara 1948. Þessi mismunur þyrfti eigi að vera sannur og gæti stafað af mæliskekkjum, en gæti einnig bent til þess, að aðrennslisvatnið hefði blandast tiltölulega köldu vatni 1958.

Tillögur um nauðsynlegar tilraunir

Með tilliti til fyrri tillagna minna í ágúst 1958 um áframhaldandi athuganir á Geysi, vil ég benda á, að ég tel að gera mætti eftirfarandi tilraunir á mjög einfaldan og ódýran hátt og vænta jafnframt æskilegs árangurs:

- (I) Athuga áhrif hexadecanols á gos í Geysi.
- (II) Athuga hver hinna þriggja framangreindra sáputegunda sé hentugust.
- (III) Athuga samáhrif hentugustu sáputegundarinnar og hexadecanols á gos í Geysi.



---

Sigurður V. Hallsson  
jarðhitadeild  
raforkumálaskrifstofunnar  
25. marz 1959