

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

BORHOLUR 2 OG 3 I SVARTSENGI

- afl, efni, útfellingar -

eftir

Stefán Arnórsson

Mai 1972.

Borholur 2 og 3 í Svartsengi
- afl, efni, útfellingar -

eftir

Stefán Arnórsson

Maí 1972.

Efnisyfirlit

| | bls. |
|----------------------------|------|
| 0. Ágrip af niðurstöðum | 1 |
| 1. Efni í vatni | 3 |
| 2. Útfellingar | 9 |
| 2.1 Kísilútfellingar | 9 |
| 2.2 Kalsítútfellingar | 11 |
| 3. Afl borhola | 12 |
| 4. Atriði er varða nýtingu | 16 |

0. Ágrip af niðurstöðum

1. Selta háhitavatnsins, sem streymir inn í borholur 2 og 3 í Svartsengi er nálægt $2/3$ af seltu sjávar. Þegar þetta vatn hefur tapað gufu við að sjóða niður í 100 stig er seltan um $9/10$ af seltu sjávar. Vonlaust er að nota þetta vatn beint til húshitunar, heldur er nauðsynlegt að hita upp ferskt vatn í varmaskiptum, sem síðan mætti veita inn á hitaveitukerfi. Frekar er talið, að selta breytist ekki með dýpi í jarðhita-kerfinu, en þessi tilgáta er þó ekki vel grundvölluð.
2. Ljóst er að kísilútfellingar munu valda örðugleikum í varmaskiptum, en talið er, að unnt verði að leysa þá örðugleika tæknilega með því að fella kísilinn út úr vatninu, áður en það fer inn á varmaskiptana. Ef til vill geta orðið kalsítútfellingar úr vatninu, meðan suða á sér stað, en það vandamál hefur ekki verið tekið til raunhæfrar athugunar.
3. Hiti vatnsins samkvæmt kísilinnihaldi er 235 stig fyrir borholu 2 en 242 stig fyrir borholu 3. Samsvarandi mældur hiti í botni holanna er 297 stig og 212 stig. Þessar niðurstöður eru taldar benda eindregið til þess, að dýpri borun geti gefið a.m.k. 240 stiga heitt vatn og ekki virðist ólíklegt að telja, að 250-270 stiga heitt vatn fáið í 1000 m djúpri holu.
4. Heildarrennsli borholu 2 mældist um 60 kg/sek og heildarrennsli borholu 3 um 70 kg/sek. Við útreikninga á aflri borhola var miðað við mældan hita í botni holanna. Ekki er unnt að prófa heildarrennsli holanna í langan tíma, vegna hættu á því, að háspennulína og jarðsími vestan holanna skémmist af völdum vatns og gufu. Með samanburði við borholur á Reykjanesi má gera ráð fyrir því, að heildarrennsli holanna minnki allt að $1/3$, ef þær blása lengi samfelld.

5. Áður en mögulegt er að nýta varmann úr háhitavatninu í Svartsengi til húshitunar, þarf að afla kalds vatns til upphitunar, kanna hvers konar varmaskiptar eru viðunandi, leysa vandamál kísilútfellinga í varmaskiptunum og rannsaka tæringaráhrif heita vatnsins.

1. Efni í vatni.

Niðurstöður efnagreininga úr borholum 2 og 3 eru sýndar í töflum 1.1-1.3. Söfnun sýna úr gufuborholum er nokkuð flókin, vegna þess að í slíkum holum er blanda af vatni og gufu og þarf að safna vatninu sér við þekktan þrýsting og sömuleiðis gufunni. Bæði vatnið og gufan eru kæld niður við söfnunina og þéttist þá gufan (þéttivatn). Þegar borholuvatnið sýður, þá fara öll rokgjörn efni úr því og í gufuna. Hluti af þessum rokgjörnu efnum leysist upp í þéttivatninu, en þeim hluta, sem gerir það ekki, verður að safna sérstaklega sem gasi.

Þegar vatni, gufu og gasi hefur verið safnað við þekktan þrýsting, má finna út efnainnihald vatnsins, sem streymir inn í holuna og áður en það byrjar að sjóða, svo fremi sem hiti þess er þekktur. Hér er kísilinnihald vatnsins notað til þess að finna hitann, en í töflu 1.4 er efnainnihald vatnsins sýnt, áður en suða hefst.

Allmiklir örðugleikar eru á söfnun sýna úr borholum í Svartsengi, þar sem holurnar geta ekki blásið í langan tíma vegna hættu á, að háspennulína og jarðsími, sem eru þar rétt hjá, skemmist af völdum vatns og gufu.

Vera má, að efnainnihald vatnsins breytist nokkuð, fyrst eftir að holurnar eru látnar blása, og þess vegna séu þær efnagreiningar, sem gerðar hafa verið, ekki einkennandi fyrir djúpvatnið. Þó er talið, að öll uppleyst steinefni breytist ekki mikið með tíma við blástur, en innihald rokgjarnra efna gæti líklega breytzt nokkuð.

Klóríðinnihald (Cl^-) djúpvatnsins í Svartsengi nemur um 2/3 af klóríðinnihaldi sjávar og er ekki marktækur munur á klóríðinnihaldi holanna. Miðað við klóríð er natríum (Na^+) innihald borholuvatnsins í Svartsengi nokkru lægra en í sjó. Aftur á móti er kalsíum (Ca^{++}) og kalí (K^+) innihaldið talsvert herra en í sjó, en magníum (Mg^{++}) og súlfat (SO_4^{--}) miklu lægra.

Tafla 1.1. Efni í borholuvatni í Svartsengi. Styrkur í mg/l.

| borh. (sýni nr) | H 2 (0015) | H 2 (0031) | H 3 (0025) | H 3 (0028) |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Efni | 26.04.72 | 27.04.72 | 26.04.72 | 27.04.72 |
| pH/°C | 7.60/20 | 7.55/20 | 7.65/20 | 7.75/20 |
| SiO ₂ | 492.6 | 567.6 | 569.5 | 567.6 |
| Na ⁺ | 8400 | 8400 | 8100 | 8000 |
| K ⁺ | 1250 | 1300 | 1630 | 1300 |
| Ca ⁺⁺ | 1292 | 1236 | 1182 | 1136 |
| Mg ⁺⁺ | 1.5 | 1.0 | 1.3 | 1.7 |
| CO ₂ (total) | 19.6 | 21.7 | 22.7 | 20.7 |
| SO ₄ ⁻⁻ | 57.6 | 54.7 | 33.3 | 31.3 |
| H ₂ S | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Cl ⁻ | 15310 | 16270 | 15920 | 16020 |
| F ⁻ | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| uppl. efni | 26249 | 28419 | 27856 | 27960 |
| söfn. þrýst. ata | 3.75 | 3.03 | 4.77 | 4.88 |

Tafla 1.2. Gas í borholum 2 og 3 í Svartsengi
Styrkur % rúmmáls.

| Borhola (sýni nr.) Efni | H 2 (0023) | H 2 (0032) | H 3 (0026) | H 3 (0029) |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| CO ₂ | 9.2 | 81.5 | 92.8 | 97.8 |
| H ₂ S | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.6 |
| H ₂ | 0.0 | 0.4 | 0.6 | - |
| O ₂ | 18.6* | 3.1 | 0.7 | - |
| l gas/kg þéttivatn | 0.55 | 0.12 | 0.23 | 0.24 |
| Cl ⁻ í þéttivatni * | 8820 | 12.6 | 4.2 | 18.4 |
| söfn. þrýst. ata | 3.75 | 3.03 | 4.77 | 4.88 |

* Cl⁻ innihald þéttivatns, sem safnast með gasinu, er mælikvarði á hversu mikið holuvatn hefur blandast gufunni við sýnitöku.

* sýni að mestu andrúmsloft.

Tafla 1.3. Rokgjörn efni í þéttivatni úr borholum 2 og 3 í Svartsengi. Styrkur í mg/l.

| borhola (sýni nr.) Efni | H 2 (0024) | H 2 (0033) | H 3 (0027) | H 3 (0030) |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| CO ₂ | 180 | 652 | 254 | 470 |
| H ₂ S | 3.6 | 8.4 | 15.3 | 28.6 |
| pH/°C | 4.85/20 | 4.75/20 | 5.05/20 | 4.70/20 |
| Cl ⁻ ^x | 9220 | 1535 | 0.0 | 6.4 |
| söfn. þrýst. ata | 3.75 | 3.03 | 4.77 | 4.88 |

^x Cl⁻ innihald þéttivatnsins er mælikvarði á hversu mikið holuvatn hefur blandast gufunni við sýnitöku.

Tafla 1.4. Efni í vatni við innstreymi í borholur 2 og 3 í Svartsengi. Styrkur í mg/l.

| Borhola (sýni nr.) | H.2 0015 | H 2 0031 | H 3 0025 | H 3 0028 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Efni | | | | |
| pH | 6.6 | 6.6 | 6.8 | 6.6 |
| SiO ₂ | 401 | 444 | 458 | 458 |
| Na ⁺ | 6838 | 6569 | 6520 | 6456 |
| K ⁺ | 1018 | 1017 | 1312 | 1049 |
| Ca ⁺⁺ | 1052 | 967 | 952 | 917 |
| Mg ⁺⁺ | 1.2 | 0.8 | 1.0 | 1.4 |
| CO ₂ | 143 | 215 | 150 | 196 |
| SO ₄ ⁻ | 46.9 | 42.8 | 26.8 | 25.3 |
| H ₂ S | <0.7 | 2.0 | 3.3 | 5.9 |
| Cl ⁻ | 12462 | 12723 | 12816 | 12928 |
| F ⁻ | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| uppl. efni | 21367 | 22224 | 22424 | 22564 |
| mældur hiti í botni °C | 197 | 197 | 212 | 212 |
| kísilhiti °C | 230 | 239 | 242 | 242 |
| enthalpy kkal/kg | 236.3 | 246.5 | 248.7 | 248.7 |

Miðað við jarðsjóinn á Reykjanesi er innihald rökjarnra efna (CO_2 , H_2S , H_2) mjög lágt í borholuvatninu í Svartsengi, en koldíoxíð innihaldið (CO_2) er svipað og í Hveragerði. Innihald brennisteinsvetnis (H_2S) og vetnis (H_2) er óvenjulágt af háhitavatni að vera. Brennisteinsvetni hvarfast við járn í leiðslum og myndar svarta og harða húð af brennisteinskís, sem virðist verja járníð tæringu. Það er því ástæða til þess að gefa rækilega gaum tæringareiginleikum háhitavatnsins í Svartsengi, sem er svo salt. Eðlilegt er að gera ráð fyrir því, að innihald brennisteinsvetnis í djúpvatni aukist með vaxandi hita þess.

Styrkur kísils í borholuvatninu samsvarar 230-239 stiga hita fyrir borholu 2 og 242 stiga hita fyrir borholu 3, en þessi hiti er 30-38 stigum hærri en mældur hiti í botni holanna. Það er því talið, að dýpri borun muni gefa a.m.k. 240 stiga heitt vatn og ekki virðist óskynsamlegt að telja, að hiti í 1000 m djúpri holu geti verið 250-270 stig. Hækki hiti umfram það sem kísillinn bendir nú til, byrja útfellingar hans við hærri hita, samanber næsta kafla um kísilútfellingar.

Ekki er vitað, hvort seltuinnihald háhitavatnsins í Svartsengi muni vera herra í dýpri borholum en það er í núverandi holum. Vafalaust er seltan til orðin á þann hátt, að sjór streymir inn í berggrunn og blandast þar fersku vatni, sem er regnvatn að uppruna. Sá, er þetta ritar, telur líklegt, að jarðhitakerfið undir Svartsengi sé einfalt hringstreymi (ein konvektion sella) og að heitur sjór og heitt ferskt vatn blandist neðst í þessu hringstreymi og því ætti seltuinnihald vatnsins að vera svipað í grunnum og djúpum borholum, sem á annað borð lenda í háhitavatni. Það skal þó tekið fram, að þessi tilgáta er ekki svo vel grundvölluð að hana megi taka bókstaflega fyrir hugmyndir um nýtingu jarðhitasvæðisins.

Munurinn á innihaldi Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} og SO_4^{--} í háhitavatninu í Svartsengi og 2/1 blöndu af sjó/fersku vatni stafar vafalítið af efnahvörfum milli bergs og vatns og útfellingum anhydriðs.

2. Útfellingar.

2.1 Kísill

Eins og á öðrum háhitasvæðum, ákveðst kísilinnihald heita vatnsins í berggrunni af uppleysanleika kvars (ferill 1 á mynd 2.1). Uppleysanleiki kvars eykst með hita, einkum ofan við 200°C. Við kólnun vegna suðu í borholum verður vatnið yfirmettað af kísil með tilliti til uppleysanleika kvars. Ennfremur eykst styrkur kísilsins í vatninu vegna gufutaps, sem stafar af suðunni. Útfelling kísils verður samt ekki í borholunni eða frárennsli hennar nema ópalmettun náist, en ópal er miklu leysanlegra en kvars (ferill 2 á mynd 2.1). Fellur kísillinn þá út úr vatninu sem ópal.

Vegna þrýstings á vatnsæðum, sem koma inn í holurnar í Svartsengi, er eingöngu vatn í þeim, en þrýstingurinn ákvarðast fyrst og fremst af dýpi. Með lakkandi þrýstingi á leið sinni upp holuna tekur vatnið að sjóða og kemur blanda af vatni og gufu til yfirborðs.

Þegar vatnið sýður, verður kísillinn eftir í vatninu, og eykst því styrkur hans eftir því sem meiri gufa tapast við suðuna eins og áður kom fram. Aukning á kísilinnihaldi vegna suðu er sýnd á mynd 2.1 en þessi aukning flýttir fyrir því að ópalmettun náist.

Eins og lesa má út úr mynd 2.1 verður ópalmettun og því kísilútfelling við nálægt 130 stig í holu 2 og við nálægt 140 stig í holu 3. Þess ber að geta, að kísilinnihaldið í vatninu bendir til 30-38 stig hærri hita en mælist í botni holanna og er því fastlega gert ráð fyrir því, að allmiklu heitara vatn fáist með dýpri borun. Ljóst er að kísilútfelling verður í varmaskiptum, ef heita vatnið verður kælt niður fyrir 130-140 stig.

Þótt ópalmettun hafi náðst, sýnir reynslan, að útfelling er mjög hæg, en selta örfar útfellingu og iðustreymi (turbulence) sömuleiðis. Vegna þess, hve heita vatnið í Svartsengi er salt, er því full ástæða til þess að gera ráð fyrir, að kísilútfelling í varmaskiptum verði svo ör, að hún valdi miklum örðugleikum.

Með því að setja vatnið úr borholunum inn á varmaskipta undir talsverðum þrýstingi verður ópalmettun við nokkru lægri hita vegna minna gufutaps, þessi lækun er þó varla meira en 10 stig og skiptir því tæplega máli.

Til þess að leysa vandamál kísilútfellinga í varmaskiptum virðast tvær leiðir hugsanlegar. Í fyrsta lagi að hreinsa varmaskiptana reglulega og í öðru lagi fella kísilinn út úr heita vatninu, áður en það streymir inn á þá. Þá er einnig hugsanlegt að losna við útfellingarvandamál í varmaskiptunum með því að skilja vatn og gufu og setja gufuna eina inn á varmaskiptana og kasta vatninu. Með þessu móti verður þó mjög léleg nýting á varmaafli holanna.

Útfelling kísils úr háhitavatni hefur ekki verið leyst tæknilega hér á landi, en samkvæmt upplýsingum hefur slík útfelling (polymering) heppnast í Japan, þar sem háhitavatn er notað til raforkuframleiðslu. Vegna þess að heita vatnið í Svartsengi hefur sýrustig, sem er nálægt pH 7.5 og svo hátt seltu innihald, virðist líklegt, að ekki reynist erfitt að útbúa tæki til útfellingar á kísilnum. Á þessu stigi málsins er þó ekki unnt að gera sér nokkra grein fyrir hinni kostnaðarlegu hlið við útfellingar. Tæknileg og hagkvæm lausn á kísilútfellingum úr háhitavatni hlýtur að hafa í för með sér stórauðna möguleika á nýtingu þessa vatns til húshitunar og telur jarðhitadeild því mjög mikilvægt að hefja rannsóknir að þessu lútandi, en það hlýtur samt að líða nokkur tími, (2 ár?) áður en hagkvæm lausn fæst.

2.2 Kalsítútfellingar.

Á þessu stigi málsins er lítið hægt að segja fyrir um kalsítútfellingar (kalkútfellingar). Þegar vatn kólnar, eykst uppleysanleiki kalsíts í því, en við hækkun á sýrustigi vatnsins minnkar uppleysanleiki þess. Vatn, sem sýður á leið sinni upp borholu, kólnar adiabatískt (þ.e. varmi fer í myndun gufu en tapast ekki úr vatninu og gufublöndunni) en sýrustig þess hækkar, vegna þess að kolsýra (CO_2) og í minna mæli brennisteinsvetni (H_2S) rjúka úr vatninu í gufunu. Samverkun þessara tveggja breytinga, þ.e. kólnunar og hækkunar á sýrustigi, ráða því, hvort kalsít fellur út. Útfelling kalsíts í kólnandi vatni er aðeins möguleg, ef vatnið sýður og ef hækkun á sýrustigi vegna suðunnar skiptir meira máli en kólnunin vegna suðunnar.

Lauslegir útreikningar sýna, að djúpvatnið í Svartsengi er mettað af kalsíti, áður en suða hefst, en við því mátti búast. Fyrir salta vatnið í Svartsengi skipta áhrif kolsýru mestu máli fyrir sýrustigsbreytingar á vatninu við suðu, en til þess að geta fundið þær breytingar, þarf að þekkja dreifihlutfall kolsýru milli gufu og vatns. Vera má að þetta dreifihlutfall sé þekkt fyrir vatn með sömu seltu og í Svartsengi, en selta breytir hlutfallinu. Upplýsingar þar um eru þó ekki í höndum þess, er þetta ritar og þarf að afla þeirra erlendis frá. Vegna þess að kolsýruinnihald djúpvatnsins í Svartsengi er tiltölulega lágt virðist ekki ólíklegt, að kalsítútfellingar geti orðið, þar sem vatnið sýður í holunum og frárennsli þeirra. Áætlað er, að gera nokkrar athuganir á kalsítútfellingum, þegar nauðsynleg gögn eru til staðar.

3. Afl borhola

Niðurstöður hitamælinga úr borholum 2 og 3 eru sýndar á mynd 3.1. Sýna þær, að hiti í botni í holu 2 er 197°C en í holu 3, 212°C . Út frá styrk kísils í vatninu reiknast, að hitinn við innstreymi í holu 2 sé 235°C og í holu 3 242°C .

Aflmæling var gerð dagana 26-27. apríl 1972 af Stefáni Arnórs-syni með aðstoð Ólafs Sigurjónssonar og Braga Eggertssonar. Varmainnihald (enthalpy) vatns- og gufublöndunnar var fundið út frá mældum hita í holunni. Heildarrennsli var mælt með útblástursaðferð, þ.e. krítískum þrýstingi í útstreymisopi.

Heildarrennsli borholu 2 mældist 60-63 kg/sek og borholu 3 69-75 kg/sek, en gufurensli borholu 2 við 1 loftþyngd 40-42 tn/klst og gufurensli borholu 3 við sömu aðstæður 54-58 tn/klst. Áætluð skekkja við mælingu á heildarrennsli er $\pm 3\%$. Niðurstöður einstakra aflestra eru sýndar í töflum 3.1 og 3.2.

Þegar borholurnar voru aflmældar, höfðu þær ekki blásið sem neinu nemur frá því, að þær voru boraðar. Á þeim sólarhring, sem fylgzt var með afli holanna, kom ekki fram nein minnkun á heildarrennsli þeirra og rennslissveiflur eru innan skekkju-marka. Samkvæmt reynslu minnkar afl gufuborshola til að byrja með, þegar þær eru láttnar blása í langan tíma. Þykir skynsamlegt að áætla, að rennsli holanna geti minnkað allt að $1/3$, ef þær blása stöðugt eins og verður, ef til nýtingar kemur. Ekki er unnt að gera aflmælingar á holunum í langan tíma, vegna nálægðar háspennulína og jarðsíma, en hætta er á skemmdum af vatninu og gufunni, standi vindur af holunum á þessi mannvirki. Verður því að styðjast við áætlun á minnkun á heildarrennsli holanna við langtímablástur.

Ekki kom fram nein aukning á rennsli úr borholu 2, þegar borholu 3 var lokað, eða rennsli hennar minnkað með því að skrúfa að nokkru leyti fyrir. Þetta sýnir, að holurnar fá ekki vatn sitt úr sömu æðinni. Með lakkun á þrýstingi umhverfis holurnar við langtímablástur má þó gera ráð fyrir, að holurnar taki hvor frá annarri.

Lokunarþrýstingur borholu 2 er 12-13 kp/cm² og borholu 3, 15-16 kp/cm². Þessi þrýstingur var á holunum undir aðalloka, áður en þær voru opnaðar og má því gera ráð fyrir, að svo hár þrýstingur haldizt alltaf, undir aðalloka, þegar holurnar blása ekki. Þessi háí þrýstingur reynir mikið á útbúnað á holutoppnum og er því talið nauðsynlegt að fylgjast með holunum og sjá til þess, að öllum útbúnaði sé vel við haldið.

TAFILA

Niðurstöður aflmælinga á borholu 3. Hitti 212 °C.

| Dags | k1. | Po atg | Pc atg | Heildarrensli kg/sek | Gufa (Gp ₀) tn/k1st | Gufa (G 1 atm) tn/k1st |
|-------|-------|--------|--------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 26.04 | 15.00 | 6.4 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 |
| | 15.30 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 |
| | 16.00 | 6.5 | 1.26 | 74.5 | | 58.0 |
| | 16.30 | 6.5 | 1.21 | 72.9 | | 56.7 |
| | 17.00 | 6.5 | 1.23 | 73.5 | | 57.2 |
| | 17.30 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 |
| | 18.15 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 |
| | 19.00 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 |
| | 20.00 | 6.4 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 |
| | 21.00 | 6.4 | 1.12 | 70.0 | | 54.5 |
| | 22.00 | 6.4 | 1.14 | 70.8 | | 54.5 |
| | 23.00 | 6.4 | 1.12 | 70.0 | | 54.0 |
| | 24.00 | 6.4 | 1.11 | 69.5 | | 54.0 |
| | 01.00 | 6.6 | 1.22 | 73.1 | | 56.9 |
| 02.00 | 6.6 | 1.16 | 71.2 | | 55.5 | |
| 03.00 | 6.6 | 1.13 | 70.5 | | 54.9 | |
| 04.00 | 6.6 | 1.15 | 71.0 | | 55.2 | |
| 05.00 | 6.6 | 1.13 | 70.5 | | 54.9 | |
| 06.00 | 6.6 | 1.13 | 70.5 | | 54.9 | |
| 07.00 | 6.6 | 1.16 | 71.2 | | 55.4 | |
| 08.00 | 6.6 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 | |
| 09.00 | 6.6 | 1.17 | 71.6 | | 55.7 | |
| 10.00 | 6.6 | 1.19 | 72.2 | | 56.2 | |
| 11.00 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 | |
| 12.00 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 | |
| 13.00 | 6.5 | 1.25 | 74.2 | | 57.7 | |
| 14.00 | 6.5 | 1.26 | 74.5 | | 58.0 | |

TAFLA

3.1. Niðurstöður aflmælinga á borholu 2. Hiti 197°C.

| Dags. | kl. | Po atg | Pc atg | Heildarrensli kg/sek | Gufa (G _{po}) tn/klst | Gufa (G _{1 atm}) tn/klst | |
|-------|-------|--------|--------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------|
| 26.04 | 15.00 | 4:70 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 | |
| | 15.30 | 4:70 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 | |
| | 16.00 | 4:70 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 | |
| | 16.30 | 4:70 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 | |
| | 17.00 | 4:70 | 0.67 | 62.5 | | 42.2 | |
| | 17.30 | 4:70 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 | |
| | 18.15 | 4:70 | 0.66 | 62.1 | | 42.0 | |
| | 19.00 | 4:70 | 0.66 | 62.1 | | 42.0 | |
| | 20.00 | 4:70 | 0.66 | 62.1 | | 42.0 | |
| | 21.00 | 4:50 | 0.62 | 60.7 | | 41.0 | |
| | 22.00 | 4:50 | 0.62 | 60.7 | | 41.0 | |
| | 23.00 | 4:60 | 0.62 | 60.7 | | 41.0 | |
| | 24.00 | 4:70 | 0.64 | 61.4 | | 41.4 | |
| | 27.04 | 01.00 | 5:10 | 0.67 | 62.5 | | 42.2 |
| | | 02.00 | 5:10 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 |
| | | 03.00 | 5:00 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 |
| | | 04.00 | 5:10 | 0.63 | 61.0 | | 41.2 |
| | | 05.00 | 5:10 | 0.62 | 60.7 | | 41.0 |
| | | 06.00 | 5:00 | 0.63 | 61.0 | | 41.2 |
| | | 07.00 | 5:00 | 0.65 | 61.6 | | 41.6 |
| 08.00 | | 5:10 | 0.61 | 60.2 | | 40.7 | |
| 09.00 | 5:00 | 0.61 | 60.2 | | 40.7 | | |
| 10.00 | 5:00 | 0.62 | 60.7 | | 41.0 | | |
| 11.00 | 4:90 | 0.60 | 59.9 | | 40.4 | | |
| 12.00 | 5:00 | 0.64 | 61.4 | | 41.4 | | |
| 13.00 | 5:00 | 0.64 | 61.4 | | 41.4 | | |
| 14.00 | 5:00 | 0.63 | 61.0 | | 41.2 | | |
| 15.00 | 5:00 | 0.63 | 61.0 | | 41.2 | | |
| 16.45 | 5:00 | 0.63 | 61.0 | | 41.2 | | |

4. Atriði er varða nýtingu.

Hér á eftir verður aðeins höfð í huga nýting vegna húshitunar og rædd nokkur atriði um nýtingarvandamál vegna efnainnihalds heita vatnsins.

Ljóst er, að borholur 2 og 3 í Svartsengi gefa meira en nógan varma fyrir húshitun í Grindavík, en varmaþörf til húshitunar fyrir 1000 manna byggðarlag er af stærðargráðunni 20 lítrar á sekúndu af 100 stiga heitu vatni.

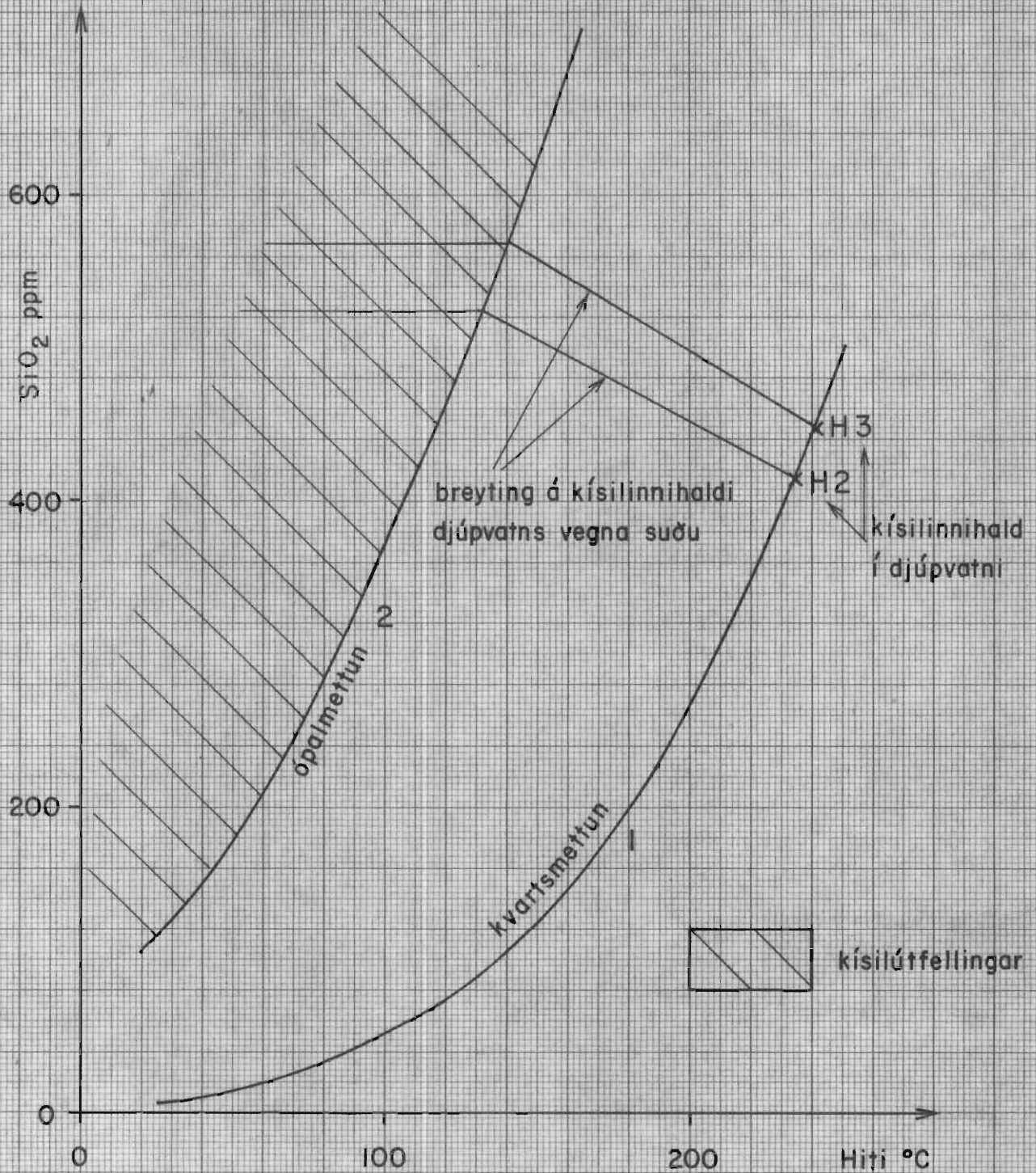
Útilokað er, að veita vatninu úr borholunum inn á hitakerfi vegna seltu þess, sem gerir vatnið tærandi og algerlega óhæft til neyzlu og þvotta. Áður en af nýtingu heita vatnsins verður, þarf því að afla fersks jarðvatns með borunum til upphitunar og smíða varmaskipta, sem henta og þola salta háhitavatnið.

Hugsanlegt er að skilja gufu frá vatni við holurnar og leiða aðeins gufuna inn á varmaskiptana. Þannig yrði komizt hjá tæringar - og útfellingarvandamálum, en með þessu móti minnkar nýting varmans úr holunum u.þ.b. fimmfalt.

Hvort sem gufa eða heildarrennsli borholanna verða sett inn á varmaskipta þarf að losna við affallsvatn, þ.e. salta vatnið úr holunum. Það virðist mögulegt að skila vatninu aftur niður í hraunin, eftir að það hefur verið látið kólna í lóni, þar sem kísillinn fellur út. Þó má ekki setja salta vatnið niður í hraunin nærri þeim stað, sem ferska vatnið, er nota skal til upphitunar í varmaskipta, er fengið úr borholum. Vegna þess, að kælilón gæti þótt lýtir umhverfinu og seltan skemmt gróður, mætti hugsa sér að leiða affallsvatnið í stökk út í sjó, en svo virðist sem sjálfrennsli megi fá frá borholunum vestan fyrir Þorbjörn og allt út í sjó. Nauðsynlegt væri að gera sér grein fyrir kostnaði við lögn í slíkum stökk.

Kísilútfellingar úr borholuvatni
úr Svartsengi

Mynd 2.1



73 25 01 - 523 A4 - 1x1 mm

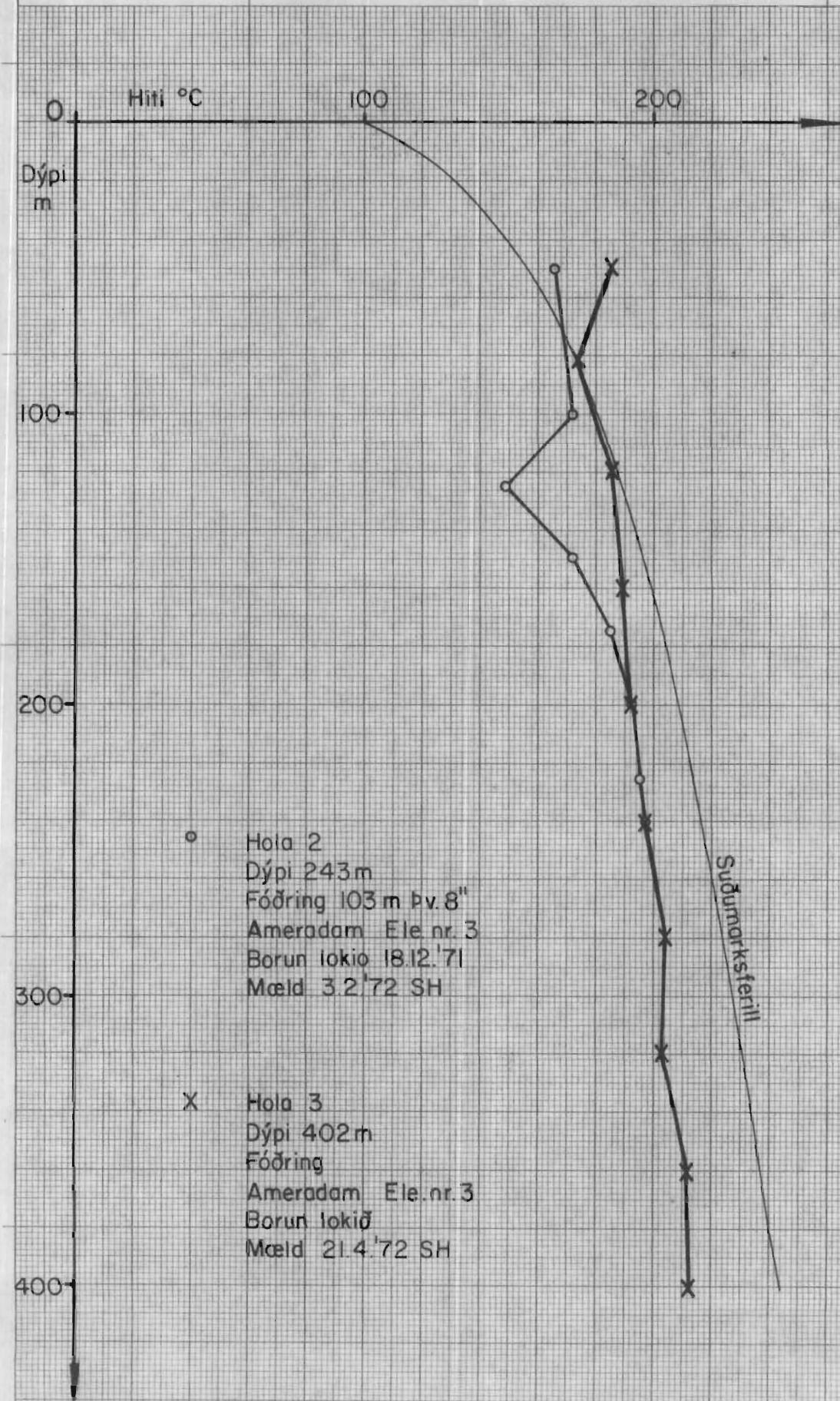
Mýnd 3.1

Hitamælingar í borholum 2 og 3
í Svartsengi

Tnr.3 Tnr.884

J-Svartsengi J-Hitam.

Fnr. 10577



o Hóla 2
Dýpi 243m
Fóðring 103m þv. 8"
Ameradam Ele. nr. 3
Borun lokið 18.12.'71
Mæld 3.2.'72 SH

x Hóla 3
Dýpi 402m
Fóðring
Ameradam Ele. nr. 3
Borun lokið
Mæld 21.4.'72 SH

Suðmarksterill

#3-25.01 - 523 A4 - 1 x 1 mm

Vinnsluferlar. Borholur 2og3
í Svartengi.

Mynd 3.2

