

Greinargerð um athuganir á
útfellingum í aðveituaðri
Hitaveitu Reykjahlíðar.
KR/sv

06.10.72

Í framhaldi af athugunum á Hitaveitu Reykjahlíðar og skýrslu um þær, "Kísilútfellingar í Hitaveitu Reykjahlíðar, ágúst 1972" fóru norður þann 18.09.72 Karl Ragnars og Bragi Eggertsson frá jarðhitadeild, Karl Ómar Jónsson frá Fjarhitun h.f. og Baldur Líndal.

Tilgangur ferðarinnar var aðallega sá að athuga ástand aðfærsluæða hitaveitunnar svo og ástandið almennt.

Aðfærsluæðin var tekin í sundur þar sem hún þrengist úr 8" í 6" og var vatnið látið renna þar út. Þykkt útfellingar á þessum stað var 5-10 mm og skolaðist út nokkuð magn af lausum kísil.

Þá kom í ljós að mikill kísilkökkur var í leiðslunni við safnþróna á ca. 0,5 m lengd. Ástæðan fyrir þessari kísilmyndun er sennilega sú að rist í safnþró framan við leiðsluopið var að mestu stífluð, þannig að ekki hefur fallið nægilegt vatnsmagn inn í leiðsluna og þessvegna myndast undirþrýstingur á þessum stað og suða myndast í vatninu.

Gerðar voru mælingar á þrýstingi og hitastigi í leiðslunni á ýmsum stöðum og er fjallað um þær í kafla hér á eftir. Einnig fylgir bréf frá Housman and Thompson Limited þar sem fjallað er um aðferðir til að hreinsa leiðslurnar. Einnig fylgja athugasemdir Baldurs Líndal.

Niðurstöður þessara athugana eru þær sömu og í fyrri skýrslu, að brýnt sé að fylgja þessu vandamáli eftir og þyrfti að marka ákveðna stefnu í þeim tilgangi.

Eins og fram kom í fyrri skýrslu er áriðandi, að sem mest vatnsmagn renni um aðfærsluæðarnar til að halda uppi nægum vatnshraða og hitastigi, en þessu atriði hefur ekki verið sinnt sem skyldi.

Þrýstifall í aðfærsluæðum frá safnþró í Námafjalli
til Reykjahlíðar og frá Reykjahlíð til Voga.

Þrýstifall í pípum sem liggja á ósléttu landi ákvarðast af líkingunni:

$$(p_1 + h_1) - (p_2 + h_2) = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot v^2 \quad (1)$$

- p_1 : þrýstingur við stað 1
 h_1 : hæðarkvóti við stað 1
 p_2 : þrýstingur við stað 2
 h_2 : hæðarkvóti við stað 2
 λ : mótstöðustuðull, einingarlaus stuðull sem ákvarðast af hrjúfleika pípuveggjanna og Re - tölu.
 l : vegalengd milli staða 1 og 2
 d : þvermál pípunnar
 g : þyngdarstuðull
 γ : eðlisþyngd vatns
 v : hraði vatns í pípunni

af líkingu (1) má leiða líkinguna

$$\Delta p_{12} = \lambda \cdot \frac{Q^2 (l/\text{sek})}{d^5 (\text{cm})} \cdot 8,2 \cdot 10^5 (\text{m VS}/1000 \text{ m}) \quad (2)$$

Þegar um er að ræða hreina pípu með sléttum veggjum eins og gerast í nýjum asbestpípum ákvarðast mótstöðustuðullinn λ af líkingu Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{0,27}{d/k} \right) \quad (3)$$

Hér er stærðin k mál á þykkt hrjúflekans í pípunni og d/k er hlutfall milli þvermáls pípu og þykktar hrjúfleika. Í nýjum asbestpípum með þvermáli og vatnsflutningi eins og um er að ræða í Hitaveitu Reykjahlíðar eru gildin á mótstöðustuðlunum

$$\lambda = 0,018 - 0,024$$

Ef pípur eru ekki nýjar og farið að gæta hrjúfleika á pípuveggjum, sem er með grófara móti, gildir ekki líking (3) og er þá notuð líking Nikuradse:

$$\lambda = \frac{0,25}{(\log (3,715 \cdot d/k))^2} \quad (4)$$

Þessi líking gildir fyrir skeljun í pípum, t.d. ryðmyndun og sléttrar kalkútfellingar, en líklega verða gildi á λ skv. líkingunni of lítil þegar um er að ræða útfellingu eins og er í aðfærsluæðum hitaveitunnar, en þar er hún nálamynduð, þar sem nálarnar vaxa gegn streyminu, og þykkt útfellingarinnar er 5-10 mm. Hér á eftir fara nokkur útreiknuð gildi á λ eftir líkingu (4)

Gildi á λ eftir líkingu (4)

d/k	10	20	30	40	50	100	1000
λ	0,101	0,071	0,059	0,052	0,048	0,038	0,019

Þrýstingur í aðfærsluæðinni frá safnþró til Reykjahlíðar og frá Reykjahlíð að Vogum var mældur og er þrýstilínan færð inn á uppdrátt, sem fylgir hér á eftir.

Vatnsrennsli um pípuna var u.þ.b. 12 l/sek og 25 l/sek, en einhver ónákvæmni gæti verið í þeirri mælingu, þar sem rennslismælir reyndist ekki réttur (mælir u.þ.b. 3 l/sek of lítið) Vatnsrennsli um pípuna til Voga var óþekktur en ástæða til að ætla, að það hafi verið 2-3 l/sek. Þá gætir nokkurrar ónákvæmni í þrýstimælingum og hæðarkvótum í landi.

Mælingarniðurstöður eru færðar inn í líkingu (2) og mótstöðustuðullinn λ reiknaður út frá líkingunni.

Mælingarnar og útreiknað gildi á mótstöðustuðlinum λ eru í meðfylgjandi töflu, og kemur í ljós að gildin á λ eru stærst við safnþró og fara minnkandi eftir því sem fjær dregur frá þrónni. "Systematísk" skekkja í mælingum gæti valdið þessari tilhneigingu, en þó má með skekkjuútreikningum sýna fram á, að þessi tilhneiging sé fyrir hendi, en af henni má draga þá ályktun að útfelling sé meiri í pípunni nær safnþrónni og fari minnkandi eftir því sem fjær dregur frá þrónni.

Skv. töflunni má ætla að útreiknuð gildi á mótstöðustuðlinum á aðfærslusæðinni frá safnþró að Reykjahlíð sé að meðaltali $\lambda = 0,080 - 0,100$, en gildi á mótstöðustuðlinum í aðfærslusæðinni frá Reykjahlíð að Vogum virðast vera um helmingur af þessu eða $\lambda = 0,020 - 0,050$.

Þessi gildi á λ eru nokkru hærri en líking (4) gefur, þar sem sú líking, eins og fyrr getur, miðast meira við skeljun, en í þessu tilfalli er um að ræða nálar, sem mynda ólgustreymi við vegg pípunnar og vinnur það gegn streyminu. Þrátt fyrir að þessar nálar og þykkt útfellingar á pípuveggjunum sé ekki meiri en 5-10 mm sýna niðurstöður þessara mælinga, að mótstaða í aðfærsluæðum hefur vaxið 4 til 5 sinnum miðað við hreinar pípur, en það hefur í för með sér, að 8" pípa hefur sömu flutningsgetu og 5 3/4" - 6" pípa og 6" pípa hefur sömu flutningsgetu og 4 1/4" - 4 1/2" pípa.

Háttímælingar gerðar 21.09.72
 á aðfærsluæðum Hitaveitu Reykjahlíðar
 og Voga.

Hlutf. d/k	Þvermál $d_1 = d \div 2k$	Vatnsmagn Q	Vegalengd frá safnþró l	Þrýstifall ΔP	Mótstöðustuðull λ
40	200 - 10 mm	12 l/sek	610 m	4,5 m vs	0,154
20	200 - 20 mm	12 l/sek	610 m	4,5 m vs	0,117
40	200 - 10 mm	12 l/sek	1060 m	6,0 m vs	0,118
40	200 - 10 mm	12 l/sek	1205 m	6,0 m vs	0,104
40	200 - 10 mm	12 l/sek	1485 m	6,0 m vs	0,085
40	200 - 10 mm	25 l/sek	1510 m	36,0 m vs	0,114
30	150 - 10 mm	12 l/sek	680 m	14,0 m vs	0,094
30	150 - 10 mm	12 l/sek	1100 m	19,0 m vs	0,078
16	80 - 10 mm	2 l/sek	1890 m	18 m vs	0,049
16	80 - 10 mm	3 l/sek	1890 m	18 m vs	0,021

Vegalengd frá
þrengingu 8"-6"

Vegalengd frá
heimæðabr. til
Bjargs og kaupf.



Houseman & Thompson Limited

THE PRIORITY BURNHAM BUCKINGHAMSHIRE SL1 7LS

Telegrams Houseman Burnham, Slough Tel. Burnham (06286) 4488 Telex 84252
REPRESENTED THROUGHOUT THE WORLD
SPECIALISTS IN WATER TREATMENT SINCE 1876

. BRS/VW

21 September, 1972

Orkustofnun,
National Energy Authority,
Laugavegur 116,
Reykjavik,
Iceland.

. For the attention of Mr. K. Ragnars

Dear Sirs,

SILICA DEPOSITION IN BOILERS AND PIPEWORK

1. Further to your letter of 20 August, we have now analysed the deposit and have pleasure in enclosing herewith a copy of our Laboratory Report No. 24791. Enclosed also are comments by our Chief Analyst, Mr. W.T. Dent, who gives directions for the disposal of this deposit by chemical means. This method would certainly be suitable for a boiler but not necessarily for the main hot water circulating system which we gather is also suffering from deposition.
2. As regards cleaning the pipework system we have difficulty in imagining that you could use this very highly acidic and aggressive material unless it is a closed circuit and unless there is absolutely no question of contaminating the domestic supply as actually used. We are sending our local agent operating details covering the cleaning of Economic boilers using these chemicals.
3. Perhaps you should give us further details of the pipework system i.e. closed or once through ??

Yours faithfully,
HOUSEMAN & THOMPSON LIMITED

B.R. SCRIVEN,
Manager,
Technical Services

I.M. SIMPSON,
Associate Director,
Export Sales Manager

Houseman & Thompson Limited

.. LABORATORY REPORT ..

Report No. 24791

To:

Our Ref: WTD/VW

A.F. No. 27157

12. 9.72

Details of Sample:

Name of firm: Orkustofnun, Iceland

Nature of Sample: Pipe and scale

Origin of Sample:

Date taken:

Taken by:

Identification No.

Date received at Laboratories:

Description of sample

Soft, moist, grey deposit

Analysis as received

Silica

Estimated %

90-95

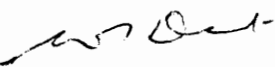
Iron as ferrous oxide

1-2

Organic matter

2-3

HOUSEMAN & THOMPSON LIMITED

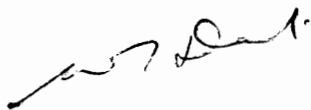

W.T. DENT,
Analytical Chemist

REPORT NO. 24791

Comments

Analysis of the deposit confirms the statement that heavy precipitation of silica has occurred due to the thermal waters being very high in silica.

Chemical cleaning tests carried out in the laboratory showed that with HTL and ammonium bifluoride after 4 hours at 90°C, 80% of the deposit was removed and the remainder was soft and easily detached from the tube. With circulation no doubt the residue would be physically removed. From this it would appear that the addition of 10% HTL plus 2% ammonium bifluoride with circulation would remove the majority if not all of this scale in 6 to 8 hours.



W.T. DENT

KÍSILÚTFELLINGAR Í HITAVEITU REYKJAHLÍÐAR

RANNSÓKN DAGANA 19.-21. SEPTEMBER 1972

Hitaveita Reykjahlíðar hefur nú verið rekin í 12 mánuði. Á þeim tíma hefur mikið orðið vart kísilútfellinga, þannig að forhitarar þurfa að hreinsast á um tveggja mánaða fresti. ~~Laval hitarasiur stíflast oft. Þá hafa~~ rör í inntökum stíflast sums staðar. Hefur kísill venjulega hlaðist á einhvern aðskotahlut í leiðslunni, svo sem tréflís, steinvölu eða hamp við tengsli. Samanlagt hefur þetta valdið verulegum erfiðleikum í rekstri.

Úrbætur hingað til

Í sumar voru gerðar hér tilraunir með að hólfa jöfnunargeyminn innan, svo að vatnið helzt þar 60 mínútur miðað við venjulegt rennsli. Jöfnunargeymirinn er í beinu framhaldi af gufuskiljunni við efsta punkt veitunnar. Hitafall í þessum geymi reyndist vera allt að 10°C.

Tilgangurinn með þessum hólfum var að hefta straum, svo að sem mest kollóíðmyndun yrði í kísil. Byrjað var að nota þennan útbúnað í lok júlí.

Jöfnunargeymir

Hitastig vatns inn er um 100°C. Hitastig vatns út er um 90°C. Kísilútfelling á veggjum geymis allt að 10 mm. Kísilhrúðrið er að mestu byggt upp af óreglulegum nálum, sem mynda svampkennda hrauka og garða. Þykktin er misjöfn. Hér var einn flötur á stálplötu hreinsaður fyrir 4 vikum og var nú greinileg nýmyndun nála og hrúðurhrauka sjáanleg, en með nokkru millibili þó.

Rist við safngeymi

Hiti um 90°C. Ristin var alveg fyllt kísilsvampi nema eitt hringlaga auga með stútmyndun úr kísil (þetta hreinsað úr nú). Stálpípa neðan við ristina var líka full af kísilsvampi á 1 m kafla. Þar tók asbeiströr við, og var ekki hægt að sjá þar annað en hina venjulegu kísilgarða og nálar. (Pípan hreinsuð nú).

Brunnur

Hiti um 90°C. Rennsli 11,5 l/sek. Straummælir var tekinn úr. Var hann búinn að vera 4 vikur í. Spaðar með 1-2 mm nállaga útfellingum á dreif (u.p.b. 2 mm á milli). Leiðiblöðin með 4 mm háum gördum móti straumi. Garðar þessir mynda V á kambi leiðaranna móti straumi.

Kísilútfellingin er mjög laus í sér og virðist að mestu uppbyggð úr nálum. Í rörum að og frá mælistykki voru allt að 10 mm háir garðar, bæði í stálrörum, sem næst eru, og asbest-rörum, sem taka við. Leiðslan er hér 8".

Mót 8" og 6" leiðslna

Leiðslan var tekin í sundurhér og 8" leiðslan skoðuð og skoluð út. Stakstæðar en nokkuð þéttar 5-10 mm útfellingar. Flestar nállaga eða flögulaga og snúa þá hliðinni skáhallt móti straumi. Útfellingar eru lausar í sér. Kristalmynduninni svipar til grunnstinguls í vatni. Skolun með hámarks rennsli og opinni leiðslu losaði örlítinn kísil, en ekki svo um munaði.

Brunnur, Ípróttavegur-Múlavegur

Leiðsla 6". Hiti 86°C. Í tengi út í Múlaveg er greinileg útfelling. Hæð kristalhrauka u.þ.b. 2 mm.

Brunnur, Reykjahlíð 1

Leiðsla 6". Hiti 85°C. Kísilflikrur greinilegar í tengi hér.

Leiðslan að Vogum

Leiðslan 80 mm asbest. Skoðuð voru rör, sem tekin höfðu verið úr vegna galla fyrir skömmu síðan miðja vegu milli Reykjahlíðar og Voga. Rörin reyndust hafa 1 til 3 mm kísilútfellingar í hraukum og nálum.

Í Vogum

Hiti í leiðslu í þorpinu nú viðast 70° - 60°C, en úti í enda 56°C. Hér hefur borið á stíflun í heimæðum og truflunum í miðstöðvarkerfum. Engir forhitarar hafa verið settir upp enn.

Almennt

Á þessu hitaveitukerfi eru margir rennilokar, bæði í aðal-leiðslu og í lögnum að húsunum. Þessir lokar virtust undan-tekningarlítið í lagi, og var því ekki að sjá, að kísill hefði rýrt notagildi þeirra svo miklu næmi.

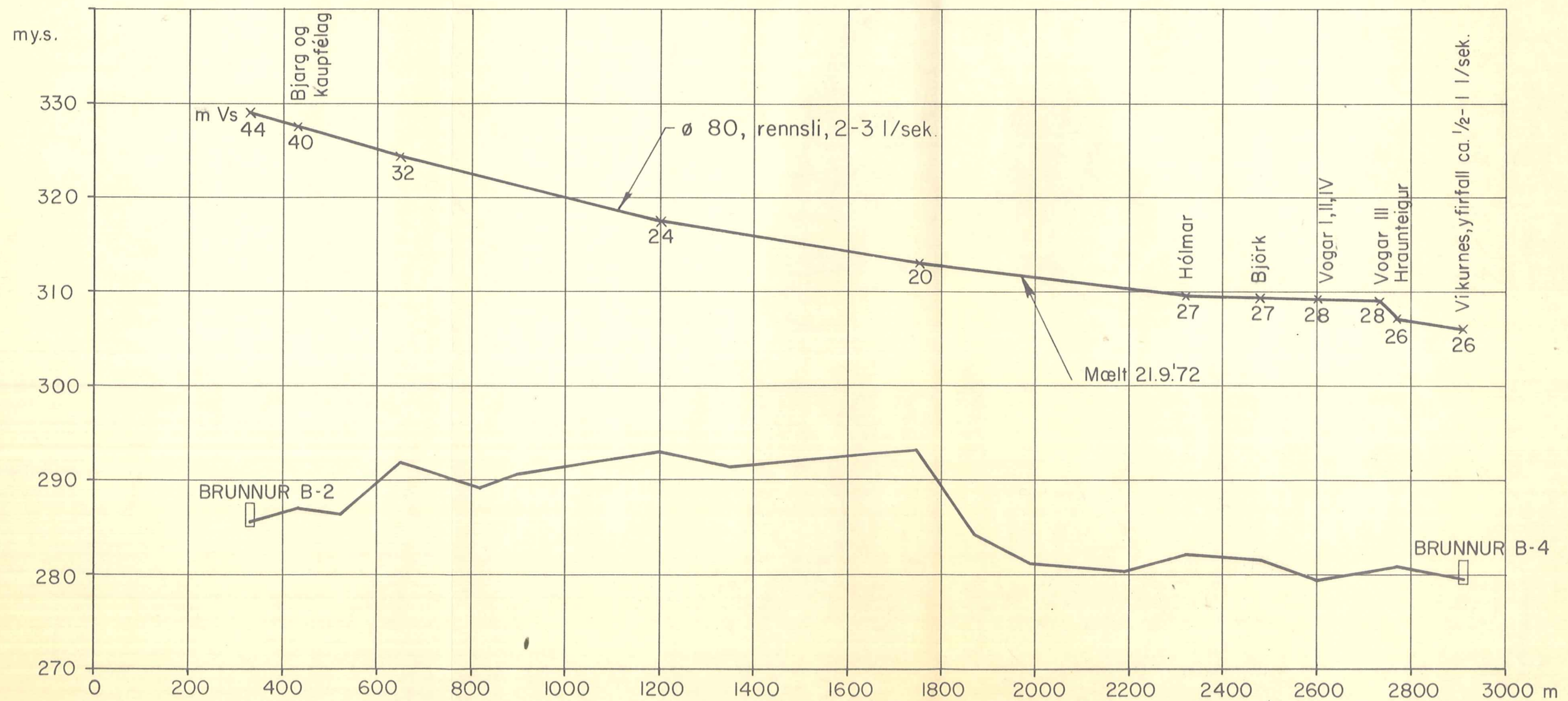
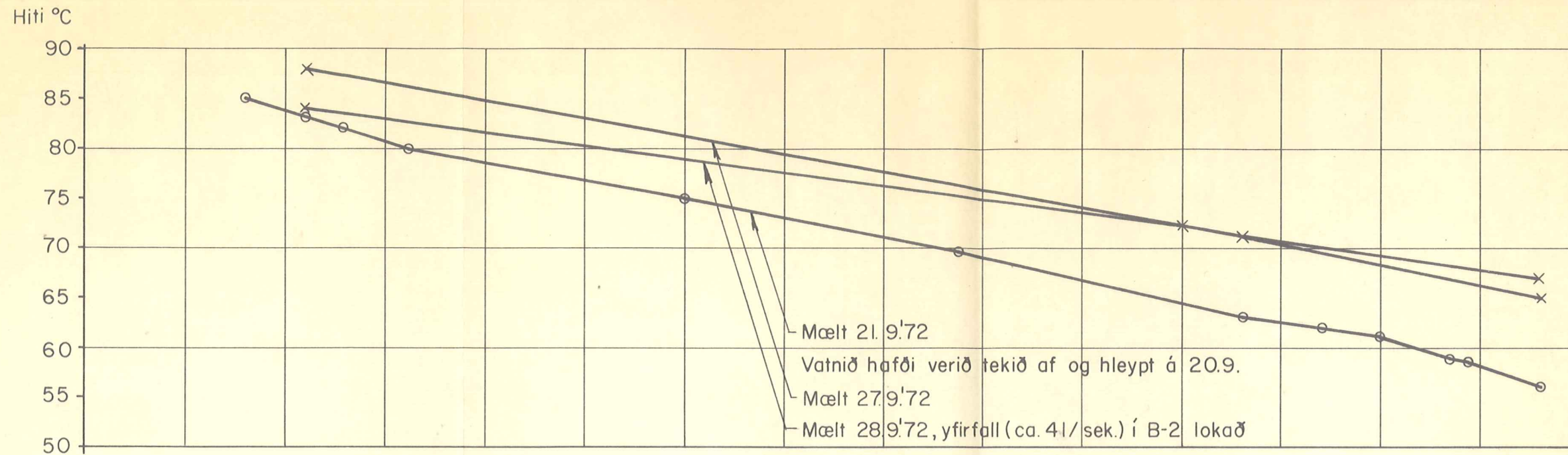
Kísilútfellingarnar eru alls staðar lausar í sér að svo stöddu máli. Straumhraði í kerfinu er lítill og á það vafalítið sinn þátt í því.

Kísilútfellingar þessar mynda sérlega hrjúft yfirborð gagnvart vatnsstreymi, og mun því kísillinn hækka núningsstuðul vatnsrennslis um leiðslurnar verulega.

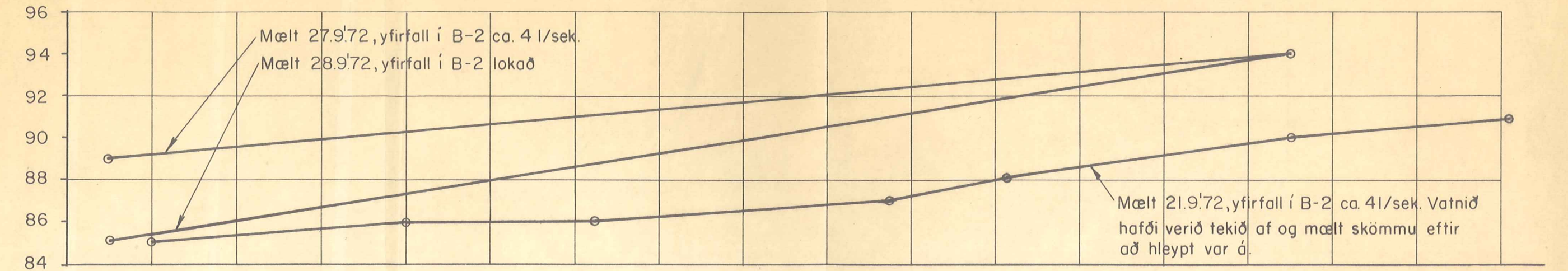
Alyktanir

1. Aðgerðir þær, sem gerðar voru í sumar varðandi aukinn tíma hitaveituvatns í safngeymi hafa ekki hindrað kísilútfellingu í aðalleiðslunni.
2. Ef ekkert verður að gert frekar til að hindra kísilútfellingu, hlýtur það að leiða til stórfelldra erfiðleika í aðveitukerfinu, þegar frá líður.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Bæinn" followed by a stylized flourish.



Hiti °C



m.s.

