



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**ATHUGUN Á STÝRINGU VARMASKIPTA
FYRIR GUFUVEITUNA Í HVERAGERÐI**

Hjörleifur Jakobsson

OS-83116/JHD-45 B

Desember 1983



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

**ATHUGUN Á STÝRINGU VARMASKIPTA
FYRIR GUFUVEITUNA Í HVERAGERÐI**

Hjörleifur Jakobsson

OS-83116/JHD-45 B

Desember 1983

EFNISYFIRLIT

| | bls. |
|-----------------------------|------|
| INNGANGUR | 3 |
| FRAMKVÆMD ATHUGUNAR | 3 |
| NIÐURSTÖÐUR ATHUGUNAR | 4 |
| Stýring A | 4 |
| Stýring B | 5 |
| LOKAORÐ | 6 |

MYNDASKRÁ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 Upsetning mælitækja | 8 |
| 2 Bakrásarhitastig jarðhitarennis sem fall af álagi | 9 |
| 3 Bakrásarhitastig hringrásarvatns sem fall af rennsli þess fyrir mismunandi álag og ákveðið framrásarhitastig | 9 |

INNGANGUR

Eins og kunnugt er, er Hitaveita Hveragerðis að hluta til rekin með varma sem fæst úr borholum víðs vegar um bæinn. Hitastig í þessum holum hefur verið mælt um 180°C og streymir úr þeim blanda vatns og gufu. Rennið streymir þaðan í misvel einangruðum pípum um bæinn og inn í íbúðar- og gróðurhús. Sumsstaðar eru pípurnar algerlega óvarðar og því hættulegar viðkomu. Einnig eru þær lekar á mörgum stöðum. Í gróðurhúsunum fer rennið í gegnum pípukerfi sem hitar upp húsið. Íbúðarhúsin hafa hinsvegar forhitara sem hita upp hringrásarvatn á ofna og neysluvatn á krana. Jarðhitavatnið streymir að lokum út í frárennslislagnir misheitt.

Í Hveragerði hafa menn haft nokkrar áhyggjur af þessu fyrirkomulagi bæði vegna öryggis og lélegrar nýtingar varmans. Einnig eru vandamál um verðlagningu og sölu á varmanum því að ekki er vitað hve mikill hluti rennisins er vatn og hve mikill hluti er gufa á hverjum stað. Orkustofnun hefur einnig haft áhuga á þessu máli, því að hér er um einstaka hitaveitu að ræða, vegna tvífasa rennslis.

Íbúum er í sjálfsvald sett hvernig varmaskipta þeir kaupa en tvöfaldir spíralkútar frá Funaofnum í Hveragerði eru mjög algengir. Stýrikerfin sem tengd hafa verið við þessa kúta eru aðallega tvenns konar og láta menn misjafnlega af þeim. Uppi hafa verið hugmyndir um að nýta tvífasa rennslis víðar í bænum, en nú er gert, en af framangreindum ástæðum hafa menn farið hægt í sakirnar. Í þessu sambandi tók Orkustofnun að sér að gera athuganir á tveimur áður nefndum stýrikerfum og hvernig stýringu yrði best fyrirkomið á þessari ákveðnu tegund varmaskipta þannig að þökkaleg nýting fengist á jarðhitanum.

FRAMKVÆMD ATHUGUNAR

Ákveðið var að athugunin skyldi framkvæmd í íbúðarhúsi sem tengt væri gufuveitunni. Skömmu áður en athugunin hófst voru nokkur hús tengd gufuveitunni og fékkst leyfi fyrir athugunina í einu þeirra, Heiðmörk 3. Húsið er tengt við holu 3 og er um 3-400 m frá henni. Var mælitækjum komið þar fyrir og er uppsetningin sýnd á mynd 1.

Jarðhitarennið streymir í gegnum annan spíralinn (3/4") sem er 36 m langur. Þessi lengd á spíral er algeng í Hveragerði en einnig er algengt að í kútnum sé 30 m spíral. Neysluvatnið streymir í hinum spíralnum (1/2") sem er jafnlangur, og hringrásarvatnið streymir síðan inn í kútnum sjálfum.

Tvær tegundir af stýrikerfum voru tengd við kútin, stýring A og

stýring B.

Stýring A er hitastýrður bakrásarloki með þreifara. Lokinn er tengdur við bakrás jarðhitarennis og þreifarinn við framrás hringrásarvatnsins. Lokinn er síðan stilltur þannig að hringrásarvatnið verði um 80°C og heldur því með að skammta hæfilegt magn af jarðhitarenni gegnum sig. Einn galli á þessu kerfi er að bakrásarhitastigi jarðhitarennisins er ekki stýrt og því getur það verið nokkuð hátt, sérstaklega ef um litla varmaskipta er að ræða.

Stýring B er hitastýrður bakrásarloki með innbyggðum þreifara. Lokinn sem er á bakrás jarðhitarennisins nemur hitastig þess og lokar þegar það verður of hátt. Með þessu er viss trygging fyrir því að rennið fari ekki of heitt út. Einn galli á kerfinu er að framrásarhitastigi hringrásarvatnsins er ekkert stýrt.

Tilgangurinn með athuguninni var að kanna hvernig þessi tvö kerfi brygðust við mismunandi álagi. Hægt var að stilla rennsli hringrásarvatns og einnig bakrásarhitastig þess með utanaðkomandi kælingu (plötuvarmaskiptir). Með þessu móti var hægt að breyta álagi og kalla fram kalda daga. Komið var fyrir magnmæli á hringrásarvatnið og þannig hægt að mæla streymi þess í gegnum varmaskiptinn. Einnig voru settir upp hita- og þrýstimælar við öll út- og inntök varmaskiptisins.

Athugunin var síðan framkvæmd í tvennu lagi, fyrst fyrir stýringu A og síðan fyrir stýringu B. Strax í upphafi kom í ljós að rennið inn í þetta hús var ekki tvífasa heldur einfasa vatn undir þrýstingi. Ekki eru til miklar upplýsingar um ástand rennisins á hinum ýmsu endapunktum í bænum þannig að erfitt er að segja til um hvort algengt er að streymi sé einfasa við endapunkta eða hvort hér er um undantekningu að ræða.

NIÐURSTÖÐUR ATHUGUNAR

Stýring A

Fyrst var bakrásarhitastig hringrásarvatnsins stillt á um 40°C með kælingu. Lokinn var síðan stilltur þannig að framrásarhitastig hringrásarvatnsins væri 80°C. Á meðan athugunin stóð yfir hélst framrásarhitastig jarðhitarennisins á bilinu 140-150°C. Rennsli hringrásarvatnsins var nú aukið í þrepum og öll mæligildi skráð. Helstu niðurstöður voru þær að lokinn hélt framrásarhitastigi hringrásarvatnsins mjög stöðugu 80°C ± 1°C. Varmaskiptirinn kældi jarðhitarennið vel og var bakrásarhitastig þess um 40°C óháð álagi. Mælingarnar voru síðan endurteknaðar með bakrásarhitastig

hringrásarvatnsins stillt á 60°C. Niðurstöðurnar voru af svipuðum toga og bakrásarhitastig jarðhitarennisins varð um 60°C þ.e. sama og hringrásarvatnsins. Teknar voru nokkrar mælingar með bakrásarhitastig hringrásarvatns stillt á 20°C og varð bakrásarhitastig jarðhitarennisins þá um 25°C við 30 kW álag.

Mynd 2 sýnir niðurstöðurnar. Þar sést bakrásarhitastig jarðhitarennisins sem fall af álagi. Álagið er reiknað samkvæmt jöfnunni:

$$Q = m \times c \times (T_f - T_b)$$

Þar sem Q er álagið á kW, m er massastreymi hringrásarvatnsins í kg/s, c er eðlisvarmi vatns ($c = 4,186 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$), T_f er framrásarhitastig hringrásarvatnsins og T_b er bakrásarhitastig þess. Fræðilega getur bakrásarhitastig jarðhitarennisins aldrei orðið lægra en bakrásarhitastig hringrásarvatnsins. Á myndinni sést að þessu hitastigi er í flestum tilvikum náð jafnvel þótt álagið sé komið yfir 35 kW. Til viðmiðunar má geta þess að meðaleinbýlishús notar 10-15 kW í mestu frostum. Þessar niðurstöður þýða að fyrir þessa stýringu ræðst nýting jarðhitarennisins eingöngu af bakrásarhitastigi hringrásarvatnsins. Þetta er að sjálfsögðu háð því að varmaskiptirinn sé nógu stór.

Á mynd 3 sést bakrásarhitastig hringrásarvatnsins sem fall af rennsli þess við mismunandi álag og ákveðið framrásarhitastig. Með því að nýta hringrásarvatnið vel í ofnum hússins, lækkar bakrásarhitastig þess og um leið bakrásarhitastig jarðhitarennisins. Að sama skapi nýtist jarðhitarennið illa ef bakrásarhitastig hringrásarvatnsins er hátt.

Á meðan á athuguninni stóð var prófað að skrúfa snögglega frá og fyrir hringrásarvatnið. Stýrikerfið brást vel við þessu og lokaði fyrir jarðhitarennið þannig að ekki var hætta á suðu á kerfinu.

Stýring B

Lokinn virkaði þokkalega til þess að halda bakrásarhitastigi jarðhitarennisins niðri en var samt nokkuð ónákvæmur þannig að fyrir sömu stillingu gat munað miklu í hitastigi eftir því hvert álagið var. Einnig var mikil hreifing á framrásarhitastigi hringrásarvatnsins eftir álagi. Fór það upp úr öllu valdi við lítið hringrásarennisli og þurfti þá að hemla sérstaklega fyrir framan hitastýrða lokann. Prófað var að loka snögglega fyrir hringrásarvatnið og steig framrásarhitastig þess þá úr 75°C í 95°C á 30 mínútum og var enn á uppleið. Var þá skrúfað aftur frá

hringrásarvatninu og steig þá framrásarhitastig þess snögglega yfir 110°C (hæsta gildi á hitamæli) þannig að ljóst er að hitastig í kútnum hefur verið á því róli sem þýðir að lokinn er of svifaseinn eða hefur ekki lokað nægilega vel fyrir. Þrýstingur á hringrásarvatninu var um 1,5 bar þannig að hitastig þess mátti fara upp í 125°C án þess að syði á kerfinu.

Neysluvatnið var ekki sérstaklega mælt en húsráðandi sagði að áberandi minna magn af heitu vatni fengist með þessari stýringu.

LOKAORÐ

Helstu niðurstöður þessarar athugunar eru að báðar stýringarnar eru nothæfar en þó er stýring A að mörgu leyti heppilegri þar eð hún gefur meira neysluvatn og er þægilegri í rekstri fyrir notandann.

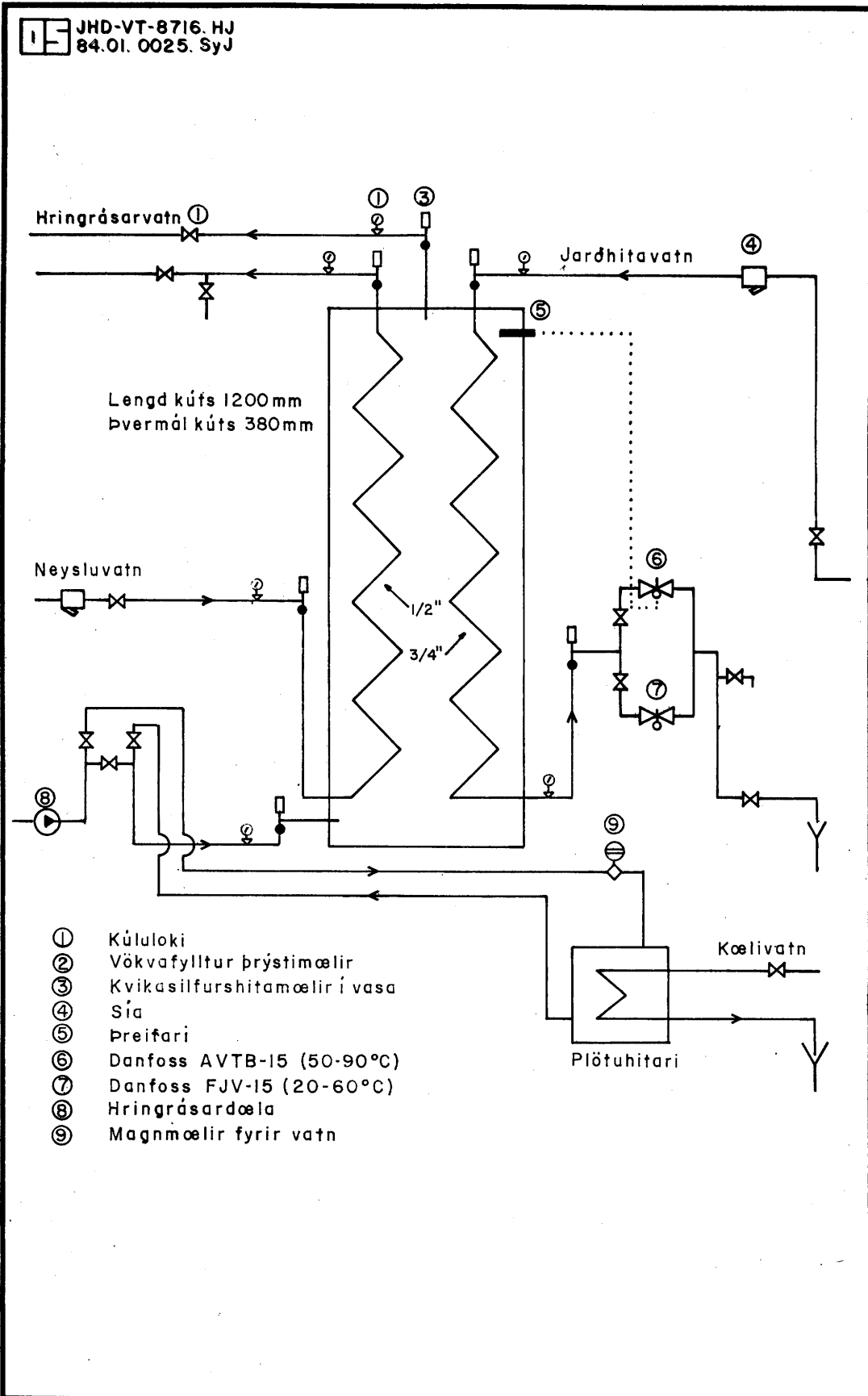
Eitt af vandamálunum við rekstur tvífasa hitaveitu eru erfiðleikar með að mæla notkunina. Stafar það af því að ekki er hægt að mæla rennslið og eins er varmainnihald rennisins (þ.e. hlutfall vatns og gufu) misjafnt eftir staðsetningu húsa og því ekki nóg að mæla afrennslið. Mögulegt er að selja varmann eftir stærð húsa en hús eru misvel einangruð og því misjafnt hvað þau þurfa mikið. Hægt er að leysa þetta með uppsetningu kaloríumæla, en þeir eru nokkuð dýrir og eins er líklegt að jarðhitarennið verði þá illa nýtt og streymi heitt út í frárennslislagnir. Við vinnslu þessa verkefnis kom upp ein hugmynd sem ætti að vera nothæf að miklu leyti.

Ef stýring A er notuð er hægt að stilla hitastýrða hemilinn þannig að notandinn fái alltaf 80°C heitt hringrásarvatn og innsigla lokann. Síðan er hægt að mæla rennslið í gegnum húsið með einföldum magnmæli eins og Hitaveita Reykjavíkur gerir. Hringrásarvatnið yrði svo selt eftir mæli. Ef varmaskiptar eru nógu stórir (eins og t.d. þeir sem notaðir eru í dag) verður bakrásarhitastig jarðhitarennisins svipað og bakrásarhitastig hringrásarvatnsins. Ef menn nýta hringrásarvatnið illa, t.d. niður í 60°C, fer jarðhitarennið út ca 60°C. Ef menn nýta hringrásarvatnið aftur á móti vel, eins og t.d. niður í 40°C, þá þurfa þeir að kaupa helmingi minna og jarðhitarennið nýtist jafnframt vel. Gjald notandans er því algerlega háð því hversu mikið hann kaupir af hringrásarvatni og um leið hvernig hann nýtir jarðhitarennið. Þetta er í raun svipað sölufyrirkomulag og hjá Hitaveitu Reykjavíkur þar sem viðskiptavinir kaupa 80°C vatn og ráða hversu vel þeir nýta það. Undirstaða þess að þetta sé framkvæmanlegt er að varmaskiptarnir séu nógu stórir.

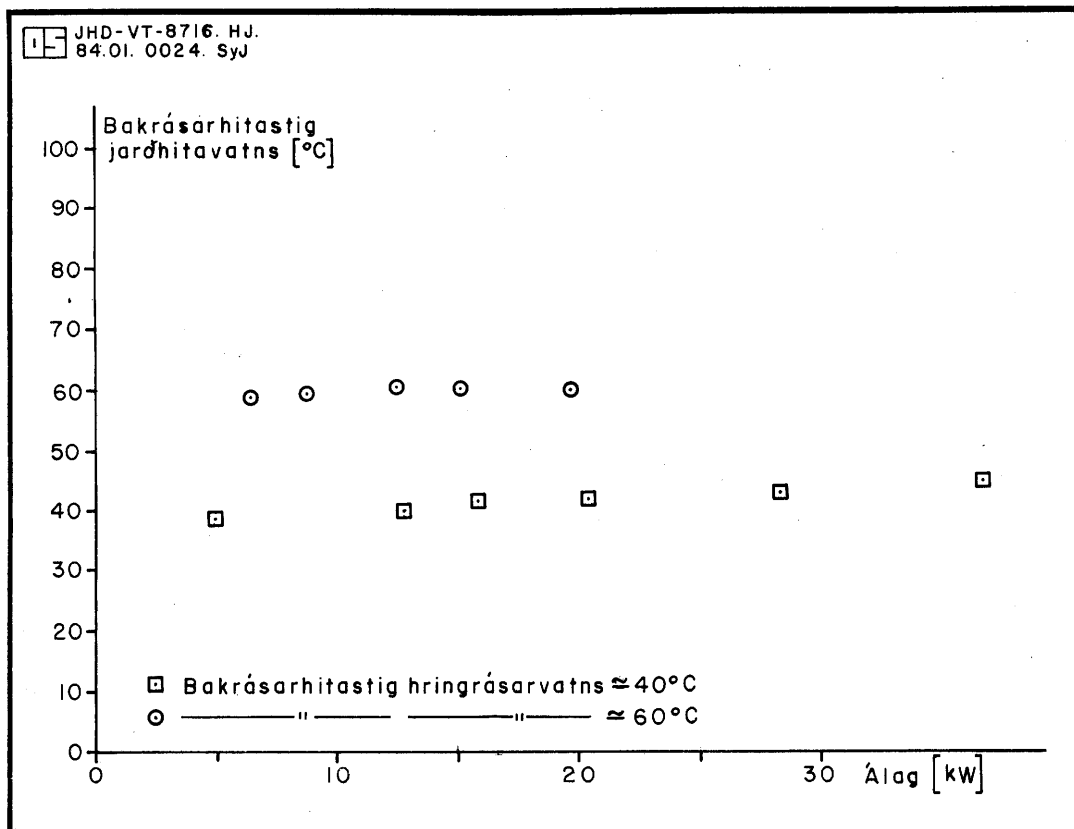
Neysluvatn mátti síðan selja með ákveðnu gjaldi per íbúa í húsi en til

eru ákveðnar reynslutölur um það hjá Hitaveitu Reykjavíkur.

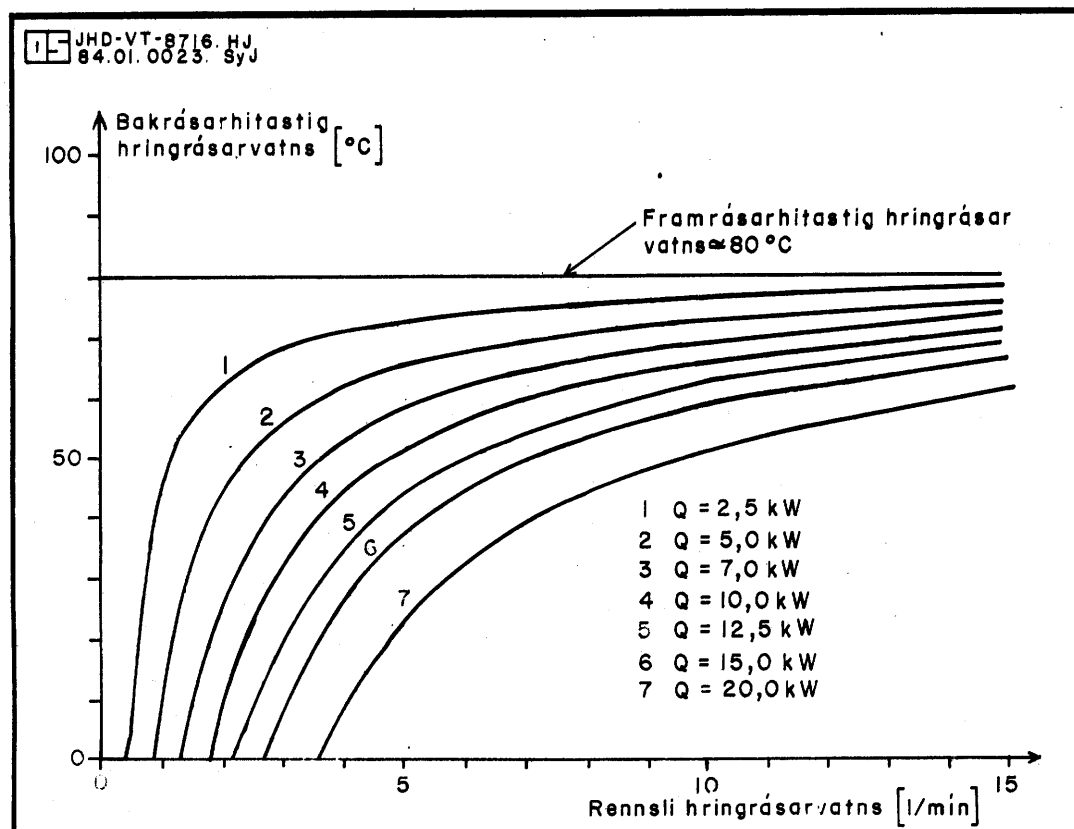
Þessa aðferð er ekki hægt að nota í gróðurhúsunum því þar er ekki um hringrásarkerfi að ræða.



Mynd 1 Uppsetning tækja



Mynd 2 Bakrásarhitastig jarðhitarennis sem fall af álagi



Mynd 3 Bakrásarhitastig hringrásarvatns sem fall af rennsli þess fyrir mismunandi álag og ákveðið framrásarhitastig (80°C)