

FRUMKOSTNAÐARÁÆTLUN FYRIR UPPSETNINGU VARMADÆLU
Á STÖNG Í S-ÞINGEYJARSÝSLU

Gunnar V. Johnsen

KOSTNAÐARAÐTLUN FYRIR STÖNG Í MÝVATNSSVEIT

Inngangur

Bærinn Stöng er í Mývatnssveit í Suður-Dingeyjarsýslu.

Um 200 m frá bænum er borhola. Vatnsrennsli úr borholunni er tvískipt. Af litlu dýpi kemur kalt vatn í holuna, en heitt vatn af meira dýpi. Rennsli kalda og heita vatnsins er að mestu aðskilið. Hitastig heita vatnsins er 24°C og streymi 1,5 l/sek. Vatnið er eitthvað heitara neðar í holunni.

Bærinn Stöng er fjórbýli og er 1064 m³. Bærinn er byggður í tvennu lagi, annar hlutinn er gamall, frá um 1915, en hinn er nýlegur.

Upphitun fer fram með tvennu móti. Í gamla hlutanum er oliúkynding og tilheyrandi vatnsöfnakerfi, en í nýja hlutanum er rafhitun.

Uppsett varmadæluakerfi mundi eðlilegast nýta varma frá vatni borholunnar í aðfærsluakerfi, en dreifikerfi yrði tvískipt, vatnsöfnakerfi í eldri hluta hússins, en loftsdreifikerfi sett í stað raföfna í nýja hluta hússins, í samræmi við óskir eiganda.

Varmadælan mundi þannig vinna í grundvallaratriðum á eftirfarandi hátt: Heitt vatn í borholu er látið streyma til uppgufara, þar sem það kólnar um nokkrar gráður. Í uppgufara er kæliefni (oft FREON) við tiltölulega lágt hitastig og lágan þrýsting, sem tekur til sín varman og gufar við það upp. Kæliefnið á gufuformi sogast inn í þjöppu, sem þjappar gufunni saman. Við að þjappast saman hækkar hitastig kæliefnisins ennþá meira. Frá þjöppunni fer gufan við hátt hitastig og háan þrýsting til þéttis eða þetta. Í þétti kælist kæliefnið, þéttist, og verður að vökva á ný. Við þessa þéttingu gefur

kæliefnið frá sér varma, uppgufunarvarman og varmaaukan frá þjöppu, til umhverfis síns. Í þessu kerfi yrði þéttirinn tvískiptur eða tvöfaldur, annarsvegar tæki vatn í lokuðu vatnsofnakerfi við varmanum en hins vegar loft í loftræstikerfi. Frá þétti fer kæliefnið, nú á vökvaformi, til þrýstjöfnunarloka, þar sem þrýstingur er lækkaður. Hringrásin endar svo í uppgufara á ný. Mynd 1 sýnir þessa hringrás. Á myndinni eru þéttar sýndir raðtengdir, en þeir þurfa ekki að vera það í framkvæmd.

Orkubörf hússins

Eldri hluti hússins er 420 m^3 . Einangrun þessa hluta hússins byggist á tvískiptum steinveggjum með torf á milli. Einangrun er góð að sögn eiganda. Þessi hluti hússins hefur, sem fyrr segir, olíukyndingu. Áætlað er, að olíunotkunin sé um 9000 lítrar á ári. Reikna má með að nýtni olíunnar sé að jafnaði um 65%, eðlisþyngd olíunnar $0,88 \text{ g/cm}^3$ og ef hitaorka olíunnar er 9900 Kcal/kg þá fæst orkubörf þessa hluta hússins sem:

$$9000 \times 0,65 \times 9900 \times 0,88 = 50,97 \text{ Gcal/ári}$$

Nýrri hluti hússins er 644 m^3 . Einangrun þessa hluta hússins byggist á vikur- og plasteinangrun. Þessi hluti hússins er kyntur með rafmagnskyndingu. Áætluð rafmagnsnotkun mun vera 90000 kwh/ári. Reikna má með að sú orka nýtist því sem næst öll.

Heildarorkubörf hússins er því 50,97 Gcal/ári (= 59300 kwh/ári) frá gamla hluta hússins + 90000 kwh/ári í nýja hlutanum, þ.e.

$$59300 + 90000 = 149300 \text{ kwh/ári (= 128,400 Gcal/ári).}$$

Hér er gengið út frá tölum sem fengust frá íbúum hússins og miðast við ársnotkun síðastliðið ár.

Afköst borholu

Hitastig heita vatnsins í borholunni er 24°C og rennsli 1,5 l/sek. Borholan þarf að geta skilað af sér 128,4 Gcal/ári eða um 14650 kcal/h.

Þegar 1 lítri af vatni kólnar um 1 gráðu fæst út 1 kcal, þannig að ef reiknað er með að 1,2 lítrar/sek streymi (af 1,5 l/sek) nýtist í aðfærslukerfi til varmadælu, þá þyrfti hitafall yfir uppgufara (varmaskipti) að vera um 3,4° til að ná þessum afköstum. Eftir yrði þá um 0,3 l/sek af 24°C heitu vatni + 1,2 l/sek af 20°C heitu vatni til ráðstöfunar á annan hátt. Ef hins vegar allt vatnið, 1,5 l/sek, yrði notað þyrfti hitafall að vera um 2,7°, til að ná sömu afköstum.

Flestar varmadælur erlendis sem eru í fjöldaframleiðslu taka við vatni sem er um 10°C heitt eða kaldara. Ef ekki fæst hagkvæm varmadæla fyrir 24°C heitt vatn, mætti því með auðveldu móti blanda betur heita og kalda vatninu í borholunni. Fengist þannig meira streymi en við lægra hitastig. Þetta er þó enganveginn æskilegt í þessu tilfalli, þar sem eðlilega þarf meiri orku til að lyfta varmanum frá t.d. 10°C til 50°C en 20°C til 50°C.

Heitavatnshitun

Langflestar varmadælur sem eru í notkun í dag, skila af sér varma við um 50°-55°C í vatni. Venja er að hita vatn, sem nota á til eigin þarfa, kranavatn, upp í 75°-85°C. Búast má því við að fólki þyki ekki vatnið frá varmadælunni nægilega heitt til þessara nota. Þetta má leysa með því að tengja við varmadæluna heitavatnshitara. Varmadælan yrði þá notuð til að forhita þetta vatn, ásamt vatninu í vatnsofnakerfinu, og síðan er heitavatnshitari fenginn til að hita hluta af vatninu upp í 75-85°C.

Mynd 2 sýnir hugsanlega tengingu við kælliefni-vatn þéttinn. Gert er ráð fyrir að vatnsofnakerfið sé lokað, enda sé kólnun ekki svo mikil að vatn komi kaldar en 24°C (borholuhiti) úr ofnum. Lokað er kerfið að vísu ekki alveg, því bætt er við vatni beint frá borholu til heitavatnsnotkunar. Lokurnar, sem sýndar eru á myndinni, eru alltaf lokaðar, nema þegar á þarf að halda meira vatni fyrir heitavatnsnotkun.

Margir varmadæluframleiðendur hafa tök á að útvega heitavatnshitara með varmadælu sinni. Sumir framleiða sjálfir heitavatnshitara og láta fylgja með, ef óskað er. Til er jafnvel, að frá varmadælu sé þannig gengið af hálfu framleiðanda, að gert sé ráð fyrir tengingum fyrir heitavatnshitara. Að minnsta kosti eitt fyrirtæki framleiðir varmadælur ætlaðar heitavatnshitum. Þessi varmadæla skilar af sér vatninu 50-55°C heitu.

Uppsetning varmadælukerfisins

Við uppsetningu varmadælukerfisins verður að gera ýmsar breytingar á sjálfu húsinu. Auk þess verða ýmsar lagnir að koma til. Verður hér getið nokkurra helstu atriða.

Frá borholu og inn í hús verður að leggja rör til að flytja inn vatnið. Lögnin þarf að vera einangruð, til að koma í veg fyrir hitatap. Gera verður ráð fyrir að setja verði þensluhlykk og auk þess kemur sérbúnaður á samskeytum (borhola, inntak). Þessi lögn er um 200 m. Þá kemur einnig til frárennislögn frá varmadælu og út í niðurfall.

Sjálf varmadælan yrði tvískipt af gerðinni vatn-vatn og vatn-loft. Flestar fjöldaframleiddar varmadælur eru af stærðargráðunni 200 X 50 X 50 cm, sem í rauninni þýðir að varla þarf að hafa mikið fyrir því að koma henni fyrir.

Þar sem varmadælan er að hluta vatn-loft varmadæla, verður að gera ráð fyrir eðlilegri endurnýjun lofts í loftræstikerfinu. Þetta endurnýjaða loft yrði að sækja að utan. Til að nýta sem best varmann frá borholunni og spara í varmadælunni, væri æskilegt að forhita loftið með því að láta það fara í gegnum varmaskipti með frárennsli-vatninu frá uppgufara varmadællunnar.

Frá varmadælu mun varma dreift um húsið á tvennan hátt, með vatns-ofnakerfi og með loftræstingarkerfi.

Hitastig vatns í vatnsfnakerfum er yfirleitt um 80°C, en flestar varmadælur skila af sér um 50°C heitt vatn. Vani er að ofnar séu settir frekar of stórir heldur en of smáir, þegar vatnsfnakerfi er sett upp. Reikna má því með að stærstu ofnarnir, sem fyrir eru á bænum, standi áfram, en að hugsanlega verði að skipta minnstu ofnunum og fá stærri. Þó ætti að reyna kerfið áður en farið er að skipta um ofna. Vatnsfnakerfið ætti að vera lokað.

Sem fyrr segir er rafhitakerfi fyrir í nýja hluta hússins með tilheyrandi rafofnum og raflögnum. Leggja verður því algerlega nýtt dreifikerfi fyrir varmann frá varmadælunni. Þetta dreifikerfi mætti vera annað hvort vatnsfnæ- eða loftræstingarkerfi. Í báðum tilfellum mundi dreifilögn liggja utan með veggjum. Eigendur hafa sjálfir óskað eftir loftræstikerfi. Slíkt kerfi felur í sér loftlögn um allt hús, viftur, filtera og fleira, svo dæmi sé nefnt.

Nota mætti varmadæluna til heitavatnsnotkunar (kranavatn) og nýta vatnsgeymi þann sem fyrir er á staðnum til að geyma vatnið í. Lögn þarf því frá varmadælu og að geyminum. Í samræmi við óskir eigenda mætti síðar, ef þeir telja þörf á, setja upp sér heitavatnshitara. Slíkur hitari yrði þá staðsettur í lögninni milli varmadælu og vatnsgeymis.

Æskilegt væri að núverandi upphitunarkerfi, olíu- og rafkerfi, væri varðveitt og haft til reiðu, ef eitthvað bilaði. Það skiptir engu hvort ábyrgð fylgir varmadælukerfinu, því það tekur alltaf vissan tíma að lagfæra bilun. Skal í því sambandi sérstaklega bent á, að engin varmadælupjónusta er til í landinu.

KOSTNAÐUR VIÐ UPPSETNINGU VARMADÆLUKERFISINS

Erfitt er að gefa upp verð á sjálfri varmadælunni, því það er háð mjög mörgu , t.d. stærð varmadælnnar og svo hvort um er að ræða fjöldaframleidda verksmiðjueiningu eða ekki. Reikna má með, að fjöldaframleiddar varmadælu séu mun ódýrari en þær sem eru meira eða minna settar saman á staðnum.

Sjálf varmadælan, sem sett yrði upp á Stöng yrði fremur stór (varmaþörf hússins er um 149300 kwh/ári). Búast má við, að stofnkostnaður sjálfrar varmadælu sé um 900.000 - 1.200.000 krónur, og er þá reiknað með að varmadælan sé kominn að Stöng og tilbúinn til notkunar. Innkaupaverð sömu varmadælu, þ.e. verð sem framleiðandi setur upp, er um 600.000 - 900.000 kr.

Auk þessa, tilkemur ýmiss annar kostnaður við uppsetningu kerfisins og skal hér getið þeirra helstu.

Leggja þarf loftræstingakerfi í nýja hluta hússins. Sem áður er hér einnig mjög erfitt að gefa upp ákveðið verð. Verðið fer mjög eftir gerð og stærð kerfis og skiptir þá einnig mjög miklu máli hvernig húsið sjálft er, þ.e. herbergjaskipan og stærð, hvort breyta þurfi o.s.frv. Verkfræðiskrifstofan Fjarhitun hf, Reykjavík hefur tekið saman verð við lögn í nokkur hús. Samkvæmt þessari samantekt er einingarverð (verð loftræstikerfis pr. m³) mjög breytilegt, en þó má ætla að það sé almennt um 800 - 1000 kr pr m³. Þeir vara jafnframt við því að nota þessar tölur íhugunarlaust, því þetta fer mjög eftir staðháttum hverju sinni og auk þess má búast við aukakostnaði (t.d. flutningskostnaði), þar sem húsið er í dreifbýli, tiltölulega langt frá þéttbýliskjarna. Hér verður því reiknað með 1000 kr pr m³. Nýi hluti hússins er 644 m³ þannig að ætla mætti að kostnaður við uppsetningu loftræstikerfis sé um 650.000 kr.

Frá borholu þarf að leggja einangraða vatnlögn að bænum. Þessi lögn mun þurfa að vera um 200 m á lengd. Verð á hitaveituheimaðum er milli 3 og 4 þúsund kr meterinn í þéttbýli. Þetta verð felur í sér allt efni, vinnu við samsetningu (t.d. rafsuða), gröft og allan frágang. Á Stöng ætti þessi kostnaður ekki að þurfa að vera svona mikill. Hér mætti sennilega láta sér nægja að setja rörin ofanjarðar eða að eigendur sjálfir ynnu hluta af þeirri vinnu sem þyrfti til að hylja rörin. Kostnaður í rörum með einangrun er um 1000 kr pr meter. Reikna má því með að lögnin kosti um 2000 kr pr meter þannig að kostnaður við vatnslögn frá borholu og inn í hús ætti að vera um 200.000 kr.

Ýmiss annar kostnaður tilfellur við uppsetningu varmadælukerfisins, sem mun erfiðara er að meta, að svo stöddu máli. Hér má nefna allan aukabúnað, sem hugsanlegt er að þurfi að setja upp: aukaviftur og pumpur ef á þarf að halda, filtera, termostat á ofna o.fl. Einnig gæti þurft á heitavatnshitara að halda ef vatnið telst ekki nógu heitt að mati húsráðenda.

Orkuþörf varmadælukerfis

Nýtnisstuðull varmadælu (ϵ) er skilgreindur, sem hlutfallið milli þeirrar hitaorku sem varmadælan skilar af sér og þeirrar orku sem fer í að knýja rásina (þjöppu, dælur, viftur o.fl.). Nýtnisstuðullinn er oftast milli 2 og 6, sem þýðir að það þarf frá helming og niður í sjötta hluta þeirrar orku sem fer í venjulegt kerfi, t.d. bein rafhitun. Varmadælukerfi er yfirleitt ekki talið gott ef nýtnisstuðull er undir 3.

Húsið að Stöng notar nú 9000 lítra af olíu á ári, sem samsvara um 50,97 Gcal/ári (= 59300 kwh/ári) og að auki 90000 kwh/ári í beina rafhitun. Núverandi orkuþörf hússins er því um 149300 kwh/ári (= 14,567 kcal/h).

Héreftir verður reiknað með nýtnisstuðul varmadælukerfis sem nemur $\epsilon = 3,4$ og 5. Taflan hér á eftir sýnir orkuþörf varmadælukerfisins við mismunandi ϵ .

ϵ	kwh/ári	kw	kwh/ári (með hitara)	kw
3	49767	5.68	51.800	5.91
4	37325	4.26	39.300	4.89
5	29860	3.41	31.900	3.64

Sem er, sem fyrr segir, orkan sem fer í að knýja rásina. Áætla má að um 2000 kwh/ári fari í heitavatnshitun. Fjórði og fimmti dálkurinn sýna árlega orkuþörf kerfisins með þessari heitavatnshitun, en ekki er þó víst að á henni þurfi að halda.

Samanburður á rekstrarkostnaði kerfanna

Rekstrarkostnaður húshitunarkerfisins, sem fyrir er á Stöng miðast við kaup á 9000 lítrum af olíu á ári og 90000 kwh/ári af rafmagni.

Samkvæmt gjaldskrá um olíuverð frá 75-11-19 er c.i.f. verð olíu 17,75 kr pr líter, en kaupverð notanda er 24,11 kr pr líter. C.i.f. verðið er í rauninni sá hluti, sem greiða verður í beinum erlendum gjaldeyri. Kostnaður eiganda af 9000 l er því 217.800 kr pr ár. Víða hafa sveitarfélögin greitt niður olíukaup, en slík niðurgreiðsla á sér ekki stað á Stöng.

Raforkukaup miðast við smásölugjaldskrá Rafmagnsveitu ríkisins frá 1. september 1975. Á Stöng gildir taxti samkvæmt 1.gjaldskrárlið 2.kafli (notkun til heimilisparfa, búrekstrar o.fl.) grein 23 (Markmæling).

Þar segir:

Aflgjald, lágmarksstilling 4 kw	kr 63.026,00 á ári
Aflgjald umfram 4 kw að hámarksstillingu 20 kw	kr 8.534,00 á ári
Orkugjald af allri notkun	kr 1,50 á kwh
Orkugjald af notkun umfram aflstillingu	kr 12,00 á kwh

Á Stöng er málum þannig háttað nú, að aflgjald miðast við 14 kw lágmarksstillingu. Þannig er árlegur raforkukostnaður

63.026,00 + 10 X 8.534,00 eða 148.366,00 kr fyrir uppsett afl.

14 kw lágmarksstilling svarar til 122.640 kwh á ári. Samkvæmt eigendum er árleg raforkunotkun til húshitunar 90000 kwh. Hluttur húshitunar í fyrrgreindum raforkukostnaði er því $(90000/122640) \cdot 148366 = 108880$ kr. Við þetta bætist svo orkugjald 1.50 kr/kwh eða $1.50 \times 90000 = 135000$ kr þannig að heildarraforkukostnaður er $108880 + 135000 = 243880$ kr.

Heildarkostnaður af olíu- og raforkukaupum til húshitunar er þannig : $217.800 + 243.880 = 461.600$ kr á ári.

Rekstrarkostnaður varmadælukerfisins er háð nýtnistuðli kerfisins. Reiknað verður hér með að sami taxti sem áður verði látinn gilda. Taflan hér á eftir sýnir þennan rekstrarkostnað sem fall af ϵ , með eða án heitavatnshitara.

ϵ	orkuþörf kwh/ári	kw	lágmarksstilling kw	rekstrarkostnaður kr	sparnaður kr
3	51.800	5.91	6.0	157.800,00	303.800,00
4	39.300	4.89	5.0	130.500,00	331.100,00
5	31.900	3.64	4.0	110.900,00	350.700,00

Í þessum tölum er ekkert tillit tekið til viðhaldskostnaðar kerfanna. Gera má þó ráð fyrir að hann sé alltaf fyrir hendi í öllum kerfunum, t.d. mun reglulega þurfa að skipta um filtera í loftstokkum loftrástinga-kerfisins.

Samantekt

Við uppsetningu varmadælukerfis að Stöng mun þurfa að gera fremur miklar breytingar á núverandi hitakerfi hússins.

Gera má ráð fyrir að stofnkostnaður varmadælukerfisins með nauðsynlegum breytingum muni kosta um 1.8 - 2.3 milljónir kr.

Beinn árlegur gjaldeyrissparnaður er um 160.000,00 kr.

Núverandi orkukaupakostnaður er nú kr 462 þúsund
en áætlaður orkukaupakostnaður varmadælukerfis kr 110 - 160 þúsund

Árlegur orkukaupaspargnaður yrði því um kr 300 - 350 þúsund.

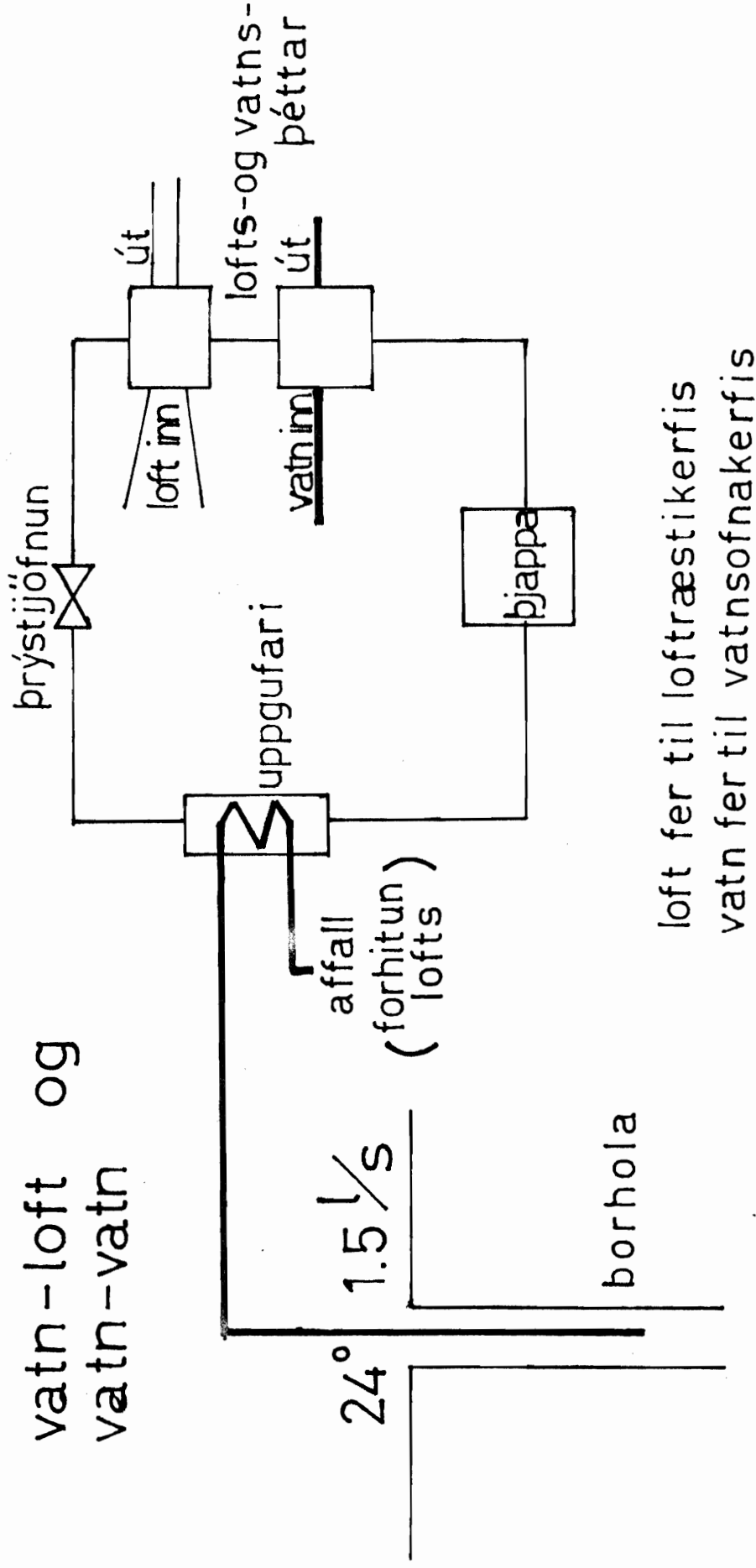
Reykjavík, nóv. 1976

Gunnar V Johnsen

STÖNG.

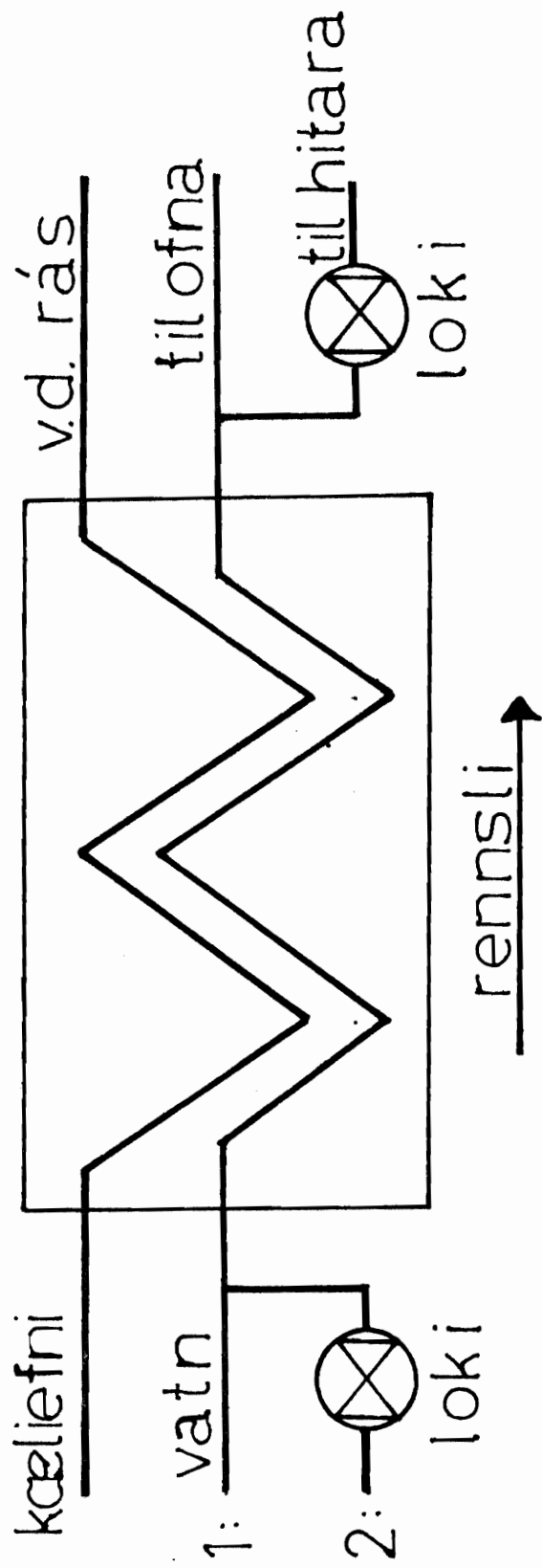
tvískipt varmadælukerfi

vatn-loft og
vatn-vatn



Mynd 1

Péttir.



- 1: frá ofnum
- 2: frá borholu

Mynd 2