

 **ORKUSTOFNUN**



Mýrdalshreppur
Vík í Mýrdal

Notkun varmadælna til húshitunar í Vík í
Mýrdal
Hagkvæmniathugun



FJARHITUN
VERKFRÆÐISTOFA
Desember 2005
Nr. 22/OBB/ÞÓ

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR	3
1 INNGANGUR	4
2 ÁLAGSFORSENDUR	4
2.1 Dreifing á varmaálagi í Vík í Mýrdal	4
2.2 Ákvörðun á hámarksálagi	5
3 NÚVERANDI VIRKJUN, FORSENDUR UM BORHOLUR	5
3.1 Frekari virkjunaráætlanir	5
4 DREIFIKERFI HITAVEITU OG STÝRIBÚNAÐUR	6
4.1 Dreifikerfi hitaveitu	6
4.1.1 Tvöfalt dreifikerfi	7
4.1.2 Einfalt dreifikerfi	7
4.1.3 Kostnaður við dreifikerfi	7
4.2 Dælustöð og stjórnstöð dreifikerfis - stýribúnaður	7
5 VARMADÆLA	8
5.1 Almenn um varmadælu	8
5.2 Kostnaður við varmaöflun varmadælu	10
5.3 Heppilegasta stærð varmadælu	10
5.4 Toppafl - varaafli	11
6 RAFHITAKETILL	11
7 KOSTNAÐARÁÆTLUN HITAVEITU	12
7.1 Stofnkostnaður fyrir allt kerfið	12
7.2 Rekstrarkostnaður vegna orkukaupa, ótryggt rafmagn	13
7.3 Árlegur rekstrar- og viðhaldskostnaður kerfis	14
7.4 Opinberir styrkir til húshitunar	16
7.4.1 Rafhitunarniðurgreiðslur	16
7.4.2 Stofnstyrkur	16
7.4.3 Kostnaður með niðurgreiðslum, samantekt	17
7.5 Kostnaðaráætlun - umfjöllun	18

8	HITAKERFI HÚSEIGENDA / NOTENDA	18
8.1	Forsendur um kostnaðaráætlun húskerfa	18
8.2	Kostnaðaráætlun húskerfa - heildarkostnaður	19
9	NÆMNI KOSTNAÐARÁÆTLUNAR	19
10	NIÐURSTAÐA – NÆSTU SKREF	21
11	HEIMILDIR	22
12	VIÐAUKAR	23
TEIKNINGAR		T-01, T-02 OG T-03

ÚTDRÁTTUR

Varmadælar eru mögulegur kostur í virkjun jarðhita á lághitasvæðum, þar sem hiti er of lágur fyrir beina nýtingu á jarðhita. Vík í Mýrdal er eitt þeirra svæða sem hefur nóg af volgu vatni, en þó ekki nægjanlega heitu til að hagkvæmt sé að virkja það beint. Í þessari greinargerð er skoðaður kostnaður við uppsetningu og rekstur á hitaveitu með varmadælu fyrir kaптúnið.

Skoðuð var hagkvæmni á varmadælu fyrir Vík miðað við tvær gerðir og staðsetningar á borholum í grennd við bæinn. Holurnar gefa misheitt vatn og mismiklu þarf að kosta til við að virkja holurnar með varmadælu í hitaveituf framkvæmd.

Niðurgreiðslur hafa talsverð áhrif á hagkvæmni hitaveitu. Án niðurgreiðslna borgar sig að fara í hitaveituvæðingu en með niðurgreiðslum breytist niðurstaðan á þann veg að framkvæmdin er ekki eins hagkvæm. Helstu tölur eru í neðangreindri töflu. Öll verð í töflu eru á ársgrundvelli, án VSK.

Íhlutur	Varmadæla á 37°C vatni	Varmadæla á 20°C vatni	Rafhitaketill	Óbreytt ástand
Jafnar afborganir af stofnkostnaði, Mkr/ári	15,9	14,5	9,1	
Viðhaldskostnaður, Mkr/ári	3,2	3,5	1,4	
Rafmagnskostnaður, Mkr/ári	3,1	3,4	9,1	
Starfsmaður 1/3 starf, Mkr/ári	2,0	2,0	2,0	
Heild: Árlegur kostnaður, Mkr	24,2	23,4	21,6	
Orkukostnaður varma í kr/kWh án niðurgreiðslna	5,26	5,09	4,70	5,92
Stofnstyrkur, Mkr/ári	-2,47	-2,47	0	
Rekstrarstyrkur, Mkr/ári	-1,94	-1,94	-5,79	
Heildarkostnaður með niðurgreiðslum, Mkr/ári	19,79	18,99	15,81	
Orkukostnaður varma með niðurgreiðslum kr/kWh_{varma}	4,30	4,13	3,44	4,28

Kostnaður við breytingu húskerfa er ekki innifalinn í kostnaðaráætlun en hann er áætlaður 35 Mkr.

1 INNGANGUR

Orkustofnun og Mýrdalshreppur hafa falið Fjarhitun hf. að vinna hagkvæmniathugun á notkun varmadælna til húshitunar fyrir Vík í Mýrdal.

Verkefnið felst í því hvort fjárhagslega hagkvæmt sé að ráðast í hönnun og byggingu á hitaveitu sem notar varmadælur sem grunnafl. Þekkt er að varmadælur geta hentað þar sem að aðgangur er að volgu vatni, sem ekki er nægjanlega heitt til beinnar nýtingar í hitakerfum.

Fáeinar holur hafa verið boraðar umhverfis Vík í Mýrdal. Tvær holur við bæinn, hola 1 í Suðurvík (SV-01) og hola 2 í Norðurvík (NV-02), eru það kaldar að tæplega megi nýta þær með hagkvæmum hætti beint í hitaveitu. Önnur vatnsmikil hola, HB-02 er á Höfðabrekku um 6 km austan við Vík. Sú hola skilar 15 l/s af 38-40°C vatni í sjálfrennsli en það vatn er notað beint í hitaveitu og neysluvatn á Hótel Höfðabrekku og nærliggjandi húsum.

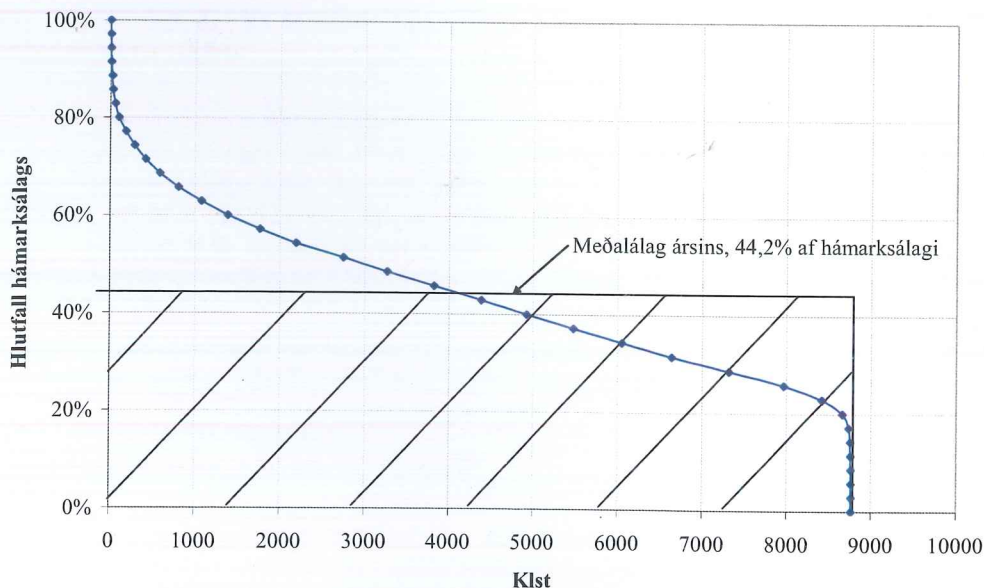
Til hitaveitu telst m.a. borhola og varmadæla, dreifikerfi, inntök, aðveituæð og dælustöð. Einnig þarf að huga að varaafli og stundum toppafli.

2 ÁLAGSFORSENDUR

2.1 DREIFING Á VARMAÁLAGI Í VÍK Í MÝRDAL

Langægisferill er ferill sem lýsir hvernig varmaþörf dreifist út frá hámarksálagi yfir árið ef henni er raðað í minnkandi röð, klukkustund fyrir klukkustund. Meðalálag á langægisferli í Reykjavík er 44,2% af hámarksálagi, en það samsvarar jafnframt 4100 klst nýtingartímum af hámarksafli. Hér verður gert ráð fyrir því að varmaálag í Vík megi lýsa með sambærilegum langægisferli og gildir í Reykjavík.

Mynd 1. sýnir útlit langægisferilsins.



Mynd 1. Langægisferill, lýsir álagi sem hlutfall af hámarksálagi í raðaðri röð á SV-landi

2.2 ÁKVÖRÐUN Á HÁMARKSÁLAGI

Skráðar eru 248 húseignir í Vík í Myrdal, sjá viðauka frá RB, en þar af eru 60 bílskúrar og í 7 eignum er starfsemi sem krefst ekki hitunar. Til eigna í Vík teljast 9 sumarbústaðir og er ekki heilsársbúseta í 23 húsum.

Samkvæmt tölum frá OS þá hafa rúmlega 3.000.000 kWh/ári verið notaðar til upphitunar á íbúðarhúsnæði á undanförunum árum. Til viðbótar hafa rúmar 1.700.000 kWh/ári verið notaðar til upphitunar á iðnaðarhúsnæði. Ef skoðuð eru hlutföllin kWh/m³, þá má ætla útfrá uppgefnum tölum að sama notkun sé í iðnaðarhúsnæði og í íbúðarhúsnæði. Þetta er óvenjulegt þar eð notkun í iðnaðarhúsnæði er yfirleitt minni en í íbúðarhúsum

Meðalafþörf til húshitunar í Vík í Myrdal reiknast tæplega 510 kW.

Hér verður reiknað með að hámarksálag í Vík sé 1,2 MW og heildarorkuþörf 4,6 GWh. Mæld orkunotkun árið 2004 var 4,72 GWh sem er í góðu samræmi við áætlun. Hér verður reiknað með óbreyttu álagi í framtíðinni, en ef ákveðið verður að ráðast í hitaveitu þarf að huga að mögulegum vexti byggðar áður en stærð varmadælu er ákveðin.

3 NÚVERANDI VIRKJUN, FORSENDUR UM BORHOLUR

Líkt og getið er í inngangi eru tvær holur við Vík í Myrdal. Hóla SV-01 var boruð árið 1977 sem tilraunahóla og árið 1986 var hól NV-02 (Norður-Vík 2) bætt við. Hóla NV-02 var boruð í nokkrum áföngum og nú er hún fódruð niður á 482m og með dælu á um 330m dýpi. Hóla SV-01 er aftur á móti ónýtt.

Vatn úr NV-02 er nýtt beint í sundlaugar í Vík (16m*8m sundlaug, heitur pottur og vaðlaug) og til upphitunar á viðbyggingu grunnskólans og íþróttahúsi, en þessi mannvirki eru alls rúmlega 1.000 m². Aðgengilegt vatn úr borholu hefur dugað þessum notendum á köldustu dögum ársins, en tæplega þó. Til að ná heitara vatni úr holunni var sett "skott" á dæluna og nær það niður á 950m dýpi. Með dælingu úr NV-02 fást 2,4 l/s af 46-47°C vatni úr holunni. Við þessa dælingu verður töluverður niðurdráttur (meiri en 100m).

Hóla HB-02 á Höfðabrekku, 6 km austan við Vík, gefur um 15 l/s af 38°C vatni í sjálfrennsli. Uppruni vatns er úr yfirþrýstri sprungu á um 600m dýpi en þaðan kemur 40°C vatn sem kólnar um 2°C á leiðinni upp. Nokkrar kaldari æðar eru í efri jarðlögum en þær eru fóðraðar af niður á um 162m dýpi. Köld undirþrýst æð er á um 330 m dýpi og er hún stífluð a.m.k. að einhverju leyti, með borsvarfi. Vegna þeirrar æðar er ekki ráðlagt að setja dælu ofan í holuna. Mögulega mætti auka rennsli úr holunni með því að færa tengipunkt á hól niður fyrir holutopp, í lægstu hæð í borholukjallara.

Af samtölum við bormenn og Kristján Sæmundsson er háskalegt að reyna að steypa upp í hól og fylla þannig í undirþrýstu æðina. Mælt er með nýrri hól í sömu sprungu í staðinn. [4]

3.1 FREKARI VIRKJUNARÁÆTLANIR

Volgt vatn þarf sem uppsprettu fyrir varmadælu. Þær holur sem eru í dag eru fullnýttar, en reiknað er með því að hægt sé að nálgast 20°C vatn innan bæjarmarkanna í Vík og einnig er gert ráð fyrir því að hægt sé að nálgast 40°C vatn í Höfðabrekku, með því að bora nýja hól í sömu sprungu. Einnig eru ákveðnar vísbendingar eru um að hægt sé að hitta á sprungu með 40°C heitu vatni 1,5km austan við Vík en ekki er hægt að ganga að þessu vatni með vissu, þar eð ekkert hefur verið borað.

Varmadæla byggir á miklu rennsli og heldur lítilli kælingu. Ekki liggur fyrir hver vatnsgæfni holna verður, en ef tryggja þyrfti rennsli með dælingu þarf vídd holu að vera a.m.k. 10". Þetta er meiri vídd en gefið er upp í [7] og vegna kaldra yfirborðsæða þarf að fódra mun lengra en þar er gefið upp. Talsverð óvissa er um kostnað við borun holna fyrir Vík en samkvæmt [4] má ætla eftirfarandi:

20°C hola innan bæjarmarka í Vík (350m hola):	10 Mkr
40°C hola við Höfðabrekku (600m hola, fódruð niður á 350-400m):	20 Mkr

Auk þessa þarf að ganga frá holutoppi með dælu og lokum og mælum. Gert er ráð fyrir því að sett verði hús utan um holutopp, og leggja þarf rafmagn að holu. Áætlað er að borholudæla kosti um **1,5 Mkr**. Gert er ráð fyrir litlu húsi með opnanlegu þaki umhverfis holutopp og áætlaður kostnaður við frágang á holutoppi er **2 Mkr á holu**.

Reikna má með því að hvor hola gefi 20-30 l/s af vatni með dælingu. Gert er ráð fyrir að notuð verði PEH pípa í aðveituæð. Kostnaður við aðveituæð frá Höfðabrekku sést í neðangreindri töflu. Í töflunni er miðað við að hámarksþrýstifall í pípunni sé 7 mm/m. Heildarþrýstítap m.v. mismunandi víddir frá Höfðabrekku verður þá 42 m, m.v. 6 km langt lagnastæði.

Tafla 1 – Gerðir óeinangraðra aðveituæða frá Höfðabrekku, flutningsgeta og áætlaður kostnaður

	ø140x5,4	ø160x6,2	ø180x7	ø200x8,7
Flutningsgeta (l/s)	12,2	17,4	23,7	30,5
Áætlaður kostnaður (Mkr)	9,9*	12,6*	22,9	25,7

*Gert er ráð fyrir því að unnt sé að plægja þessar lagnir niður í jörð meðfram vegi.

Vatnshiti að varmadælu skiptir máli og eftir því sem vatn er heitara, því betra verður að fá hagkvæman rekstur á varmadælu. Ef miðað er við að reka hitaveitu á 70°C framrásarhita þá má vatnshiti að varmadælu ekki vera lægri en 35°C að varmadælu ef notast á við eins þreps varmadælu, en sé hiti lægri þarf varmadælan að hafa milliprep, nema framrásarhiti sé lækkaður. Sjá nánar í kafla um varmadælur.

Kólnun í aðveituæð var ekki skoðuð sérstaklega í þessum útreikningum, en með einangrun eykst kostnaður við aðveituæð þónokkuð. Nefna má að þurr sandur er nokkuð vel einangrandi og mikill sandur er í jörðu á milli Höfðabrekku og Víkur. Á seinni stigum má skoða kólnun í aðveituæð sérstaklega með samanburði á dælukostnaði vegna grennri pípu og einangrun á víðari pípu.

4 DREIFIKERFI HITAVEITU OG STÝRIBÚNAÐUR

Teikning T-01 sýnir yfirlitsmynd af Vík í Mýrdal ásamt staðsetningu á borholu NV-2. Á teikningunni er einnig auðkennt íþróttahús og sundlaug. Núverandi dreifikerfi hitaveitu er frá holu NV-02 að íþróttahúsi og sundlaug.

4.1 DREIFIKERFI HITAVEITU

Til álita er að leggja tvö konar dreifikerfi í Vík, annars vegar einfalt dreifikerfi og hins vegar tvöfalt dreifikerfi. Efni sem notað er í dreifikerfi eru stálpípur einangraðar með polyurethan í plastkápu.

Reiknað er með því að vatn fari 70°C út úr miðstöð veitu og í hámarksálagi er reiknað með því að vatn kólni um 35°C og komi því tilbaka til miðstöðvar veitu við um 35°C úr hitakerfum húsa.

4.1.1 Tvöfalt dreifikerfi

Tvöfalt kerfi hefur bæði framvatnspípu og bakvatnspípu. Í þessu tilfalli, þ.e. þegar kynt er með varmadælu, er kerfið 100% lokað og þá er öllu framrásarvatni safnað í bakvatnspípu. Notendur þyrftu allir að hafa varmaskipti þar sem kalt vatn er hitað upp fyrir heitt neysluvatn. Teikning T-03 sýnir kerfismynd hitaveitu af þessari gerð.

Ef ekki finnst mjög mikið vatn við borun og vatnshiti er ekki mikill (<30°C) hefur tvöfalt kerfi umtalsverða yfirburði yfir einfalt kerfi. Með því að setja varaafstöð í miðstöð hitaveitu verður rekstraröryggi hitaveitunnar umtalsvert meira samanborið við einfalt kerfi.

4.1.2 Einfalt dreifikerfi

Einfalt kerfi hefur eina framvatnspípu og bakþrýstiloka hjá notendum og öllu vatni er hent hjá notendum eftir að þeir hafa notað það (til upphitunar eða annarra nota). Einfölduð kerfismynd einfalds kerfis sést á teikningu T-02.

Á teikningu T-02 er sýnt að einfalt kerfi krefst bæði stærri varmadælu og meira rennslis en tvöfalt kerfi og fer hvort tveggja eftir hita úr borholu. Ef miðað er við 800 kW varma út á kerfi frá varmadælu (m.v. 35°C bakrásarhita) sést hvernig breytingar verða í samanburði við tvöfalt kerfi. Umframfl er notað til að hita borholuvatn upp í 35°C og umframagn er notað til þess í varmadælu. Einn ókostur við einfalt kerfi er að erfitt er að tryggja rekstraröryggi. Ef hiti á að haldast á hitaveitu við rafmagnsleysi þarf vararafstöð á borholudælum og mögulega á varmadælu, en öðrum kosti má einnig skoða að sætta sig við minna rekstraröryggi á kerfi.

Annar ókostur við einfalt kerfi er að nauðsynlegt er að losna við súrefni úr vatninu. Á teikningu hefur verið gert ráð fyrir að stórir undirþrýstings-afloftarar ("vakúm") sjóði vatn áður en það fer út á kerfi, en við það kólnar vatnið lítillega.

Ekki er mælt með að einfalt dreifikerfi verði skoðað frekar nema vatnsmikil hola finnist og vatnshiti úr henni verði hærri en 30°C.

4.1.3 Kostnaður við dreifikerfi

Talsverður munur er á kostnaði við dreifikerfi eftir því hvort lagt er í gróið hverfi, eða hvort hitaveita er lögð með gatnaframkvæmd. Munar þar mestu um yfirborðsfrágang og meðhöndlun jarðstrengja. Hitaveita innifelur inntök og á þeim er mælir og sía í eigu hitaveitu.

Heildarkostnaður við einfalt dreifikerfi er áætlaður **65 Mkr** en tvöfalt dreifikerfi **87 Mkr**. Við þennan kostnað bætist hönnunarkostnaður.

4.2 DÆLUSTÖÐ OG STJÓRNSTÖÐ DREIFIKERFIS - STÝRIBÚNAÐUR

Gert er ráð fyrir því að byggð verði miðstöð hitaveitu og að í henni verði varmadæla og þrýsti- og hitastýribúnaður hitaveitu ásamt toppafls- og varaafslbúnaði.

Áætlað er að stjórnstöð verði um 45 m² hús með dælusal fyrir varmadælur, dælur, loka og ketil. Kostnaður við húsbygginguna sjálfa er áætlaður **9 Mkr**, en kostnaður við þrýstistýribúnað (annan en á varmadælu) er **2,5 Mkr** og kostnaður við afloftunarbúnað og áfyllibúnað er áætlaður **1,5 Mkr**.

Uppsetning á pípum, lokum og öllum búnaði er áætlaður 4 Mkr. Kostnaður við rafmagn, hústöflu og forritun er áætlaður 3,5 Mkr.

Ef ákveðið yrði að fara út í hitaveitu með rafhitakatli, þá er ketill settur í stað varmadælu inn í hús. Í slíku tilfalli gildir hið sama um kostnað við hús (9 Mkr), þrýstistýribúnað (2,5 Mkr), áfyllibúnað (1,5 Mkr) og rafmagnstöflu (3,5 Mkr) en gert er ráð fyrir því að vinna við uppsetningu verði eilítið ódýrari, eða á 3,0 Mkr.

5 VARMADÆLA

Með varmadælu er unnt að hækka framrennslshitann upp í það sem æskilegt er fyrir hitakerfi húsa.

5.1 ALMENNT UM VARMADÆLUR

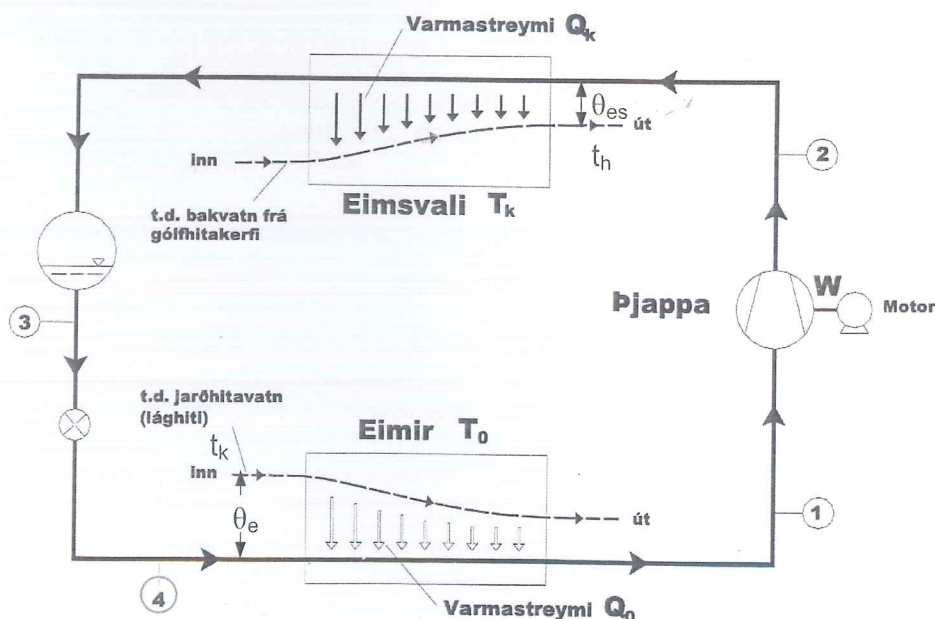
Í [2] er dregin upp einföld skýringarmynd af varmadælu og má sjá hana á mynd 2. Í stuttu máli er virkni varmadælnnar eftirfarandi:

Vinnslumiðill t.d. ammóníak, NH_3 , er á gufuformi í punkti (1). Þjappa tekur við miðlinum og eykur þrýsting hans og eftir þjöppu er hann yfirhituð gufa (2).

Eimsvali tekur þá við miðlinum og þar gefur hann frá sér varma, þéttist og verður að vökva (3). Móttakandi varmans er hér hitaveituvatn (í einföldu kerfi, T-02) eða bakvatn frá hitaveitu (í tvöföldu kerfi, T-03).

Á eftir eimsvala fer miðillinn á vökvaformi í gegnum þrýstiminnkara og þar er þrýstingur felldur. Miðillinn verður að einhverju leyti að gufu við þessa þrýstingsmínkun (4).

Að lokum er miðillinn látinn sjóða við lægri þrýsting. Varminn sem sýður vökvann kemur frá borholu og skilar miðlinum til upphafspunkts í rásinni (1).



Mynd 2. Skýringarmynd af eins þreps varmadælu. Tekið frá [2] og bætt við skýringum.

Um varmadælur gildir eftirfarandi jafna um afkastastuðul ε (e. COP). Afkastastuðull lýsir hlutfalli framleidds varma og notaðs rafafls og sé stuðullinn hár, s.s. $\varepsilon = 5$ þýðir það að fyrir hverja eina einingu af rafmagni fást 5 af varma:

$$\varepsilon = \eta_c \cdot \varepsilon_c = \frac{Q_k}{P_r} \quad (1)$$

Þar sem: η_c : Carnot nýtni varmadælu, háð stærð dælu
 ε_c : Carnot afkastastuðull varmadælu, $T_k/(T_k-T_0)$
 Q_k : Framleiddur varmi (sjá mynd 2)
 P_r : Notað rafafll, sem fer að mestu eða öllu leyti til að knýja þjöppu

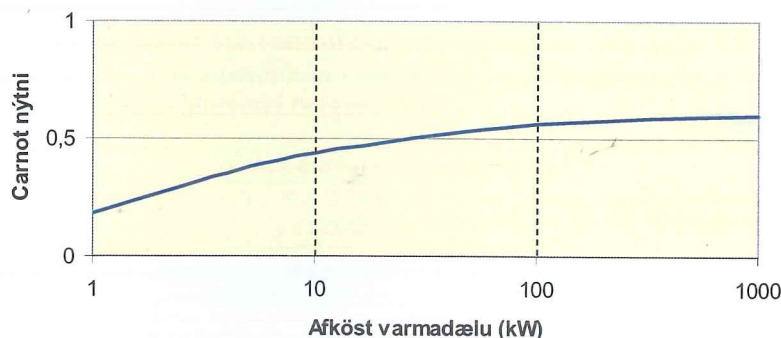
Jöfnu 1 má umskrifa þannig þegar varmadælan er eins þreps (mynd 2):

$$\varepsilon = \eta_c \frac{t_h + 273 + \theta_{es}}{t_h - t_k + \theta_{es} + \theta_e} \quad (2)$$

Þar sem: $t_h, t_k, \theta_e, \theta_{es}$: Hitastig varmastrauma og hitamismuna, skv. mynd 2

Jafna (2) gildir aðeins fyrir eins þreps varmadælur, en virkni þeirra er lýst með mynd 2. Ef óskhiti út á kerfi er 70°C mæla sumir stórir framleiðendur með því að notast sé við eins þreps varmadælur ef hitastig á lind, t_k , er heitara en 35°C , en sé vatnið kaldara er notast við tveggja þrepa varmadælur. Tveggja þrepa varmadælur hafa sömu virkni og tvær eins þreps varmadælur, þar sem eimsvalinn á annarri (lágþrýstari) varmadælunni er eimir á hinn (háþrýstari) varmadælunni.

Carnot nýtni (η_c) er aðeins fall af stærð varmadælu. Hún innifelur töp í rásinni, einkum mekanísk töp í þjöppu. Mynd 3 sýnir hvernig Carnot nýtni er sem fall af afköstum. Úr myndinni má lesa að eftir því sem þjappa stækkar, því hagkvæmari verður rekstur hennar og þar með varmadælnnar sjálfrar.

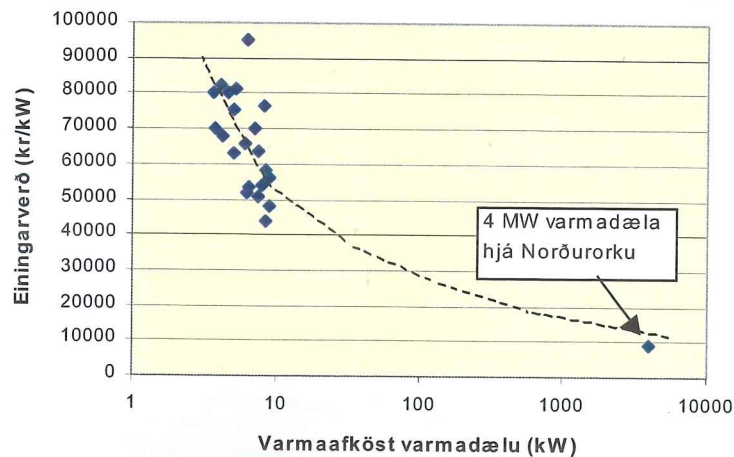


Mynd 3. Breytingar á Carnot nýtni sem fall af afköstum varmadælu. Tekið frá [2].

Algengur afkastastuðull ε (e. COP) fyrir eins þreps varmadælur sem nýta varm úr $t_k=35-40^\circ\text{C}$ heitri lind er um 5,5. Algengur afkastastuðull fyrir tveggja þrepa varmadælur með $t_k=20^\circ\text{C}$ er um 4,4, en fyrir sambærilega eins þreps varmadælu (sem keyrð væri á talsvert hærra þjöppuhlutfalli) er um 2,7. Fyrir 20°C vatn er tveggja þrepa varmadælan dýrari í innkaupum en ódýrari í rekstri.

5.2 KOSTNAÐUR VIÐ VARMAÖFLUN VARMADÆLU

Kostnað við að nýta varma frá varmadælu í $\text{kr/kWh}_{\text{varma}}$ er breytileg eftir stærð varmadælu. Í [2] er sett fram eftirfarandi niðurstaða varðandi stofnkostnað varmadælna, ásamt leitni í verðum. Innifalið er verð varmadælnanna en ekki uppsetning þeirra né virkjun á varmalind.



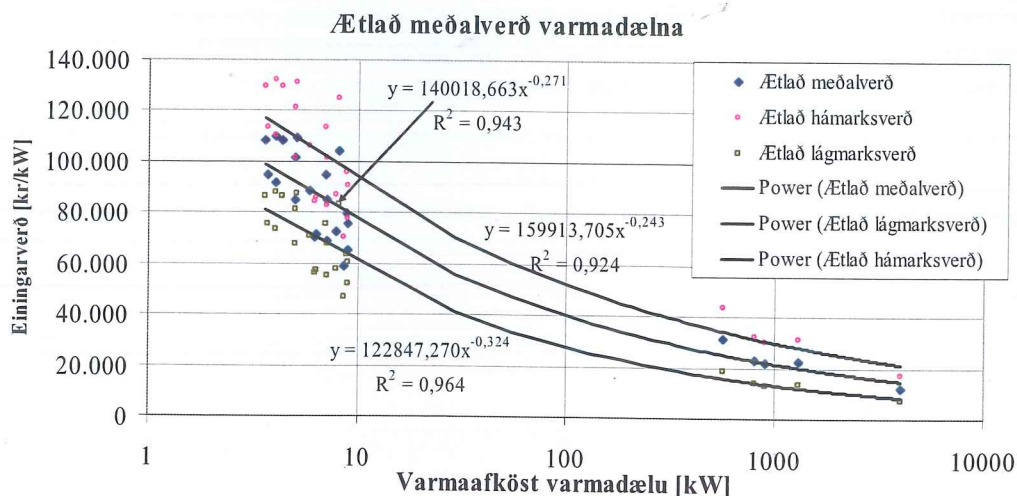
Mynd 4. Verð á varmadælum ásamt leitni. Tekið frá heimild [2].

Ljóst er af mynd 3 og mynd 4 að eftir talsverðu er að slægjast við það að hafa miðlæga varmadælu, til samanburðar við það að hafa eina varmadælu hjá hverjum og einum.

5.3 HEPPILEGASTA STÆRÐ VARMADÆLU

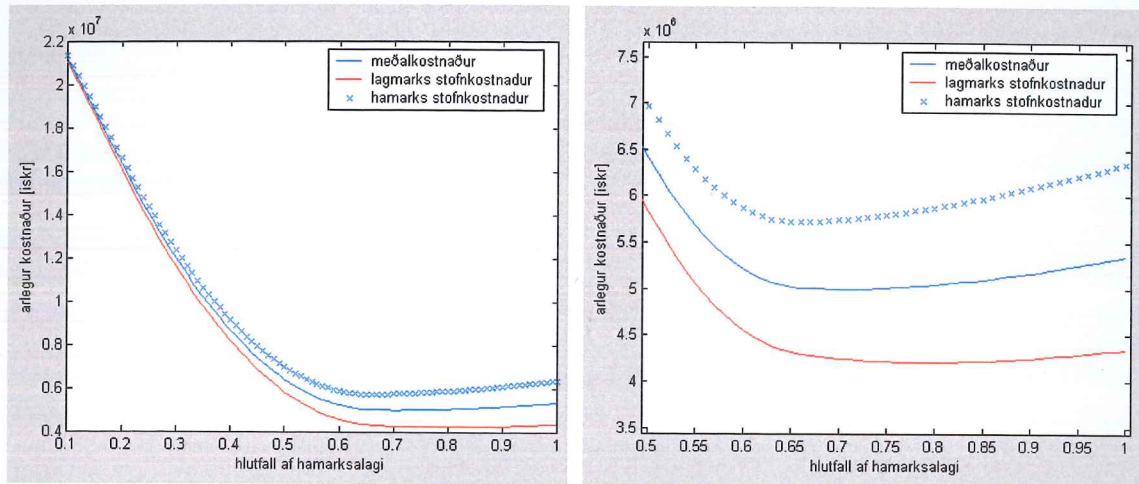
Varmaálag er mjög breytilegt, eins og sést á langægisferli (mynd 1) og í Noregi hefur verið reiknað út að hagkvæmasta stærð varmadælu er á bilinu 50-60%. Hagkvæmast er að anna toppafli á annan hátt en með varmadælu. Hér verður reiknað hvort það sama sé uppi á teningunum hérlendis.

Fyrir Vík í Mýrdal verður miðað við varmadælu sem nýtir 20°C vatn sem varmagjafa (varmalind). Mynd 5 lýsir ætlaðri leitni í innkaupsverðum varmadælna og á myndinni eru gefin vikið, $\pm 40\%$ í stærstu varmadælum sem gegna hlutverki öryggismarka.



Mynd 5. Leitni í innkaupsverðum varmadælna. Heimild [2] uppfærð og bætt við gögnum.

Sé tekið tillit til langægisferils og orkuverð reiknað miðað við þrjá ofangreinda ferla af mynd 5 er unnt að reikna hagkvæmstu stærð varmadælu. Niðurstaðan fyrir $Q_{\max}=1200$ kW, COP = 4,4, rafmagnsverð = 2,4 kr/kWh, toppaflsverð = 5,5 kr/kWh verður líkt og sést á myndum 6 og 7.



Myndir 6 og 7. Hagkvæmasta stærð varmadælu sem fall af hámarksálagi

Líkt og sést á myndum 6 og 7 þá er hagkvæmasta stærð varmadælna, fyrir þessar aðstæður um 70% álag (eða um 840 kW). Kostnaður á lóðréttum ás (árlegur kostnaður) á aðeins við um varmadæluna sjálfa, viðhald hennar og stofnkostnað. Ef kostnaður við toppafl minnkar (úr 5,5 kr/kWh) lækkar hagstæðasta hlutfall á stærð varmadælu. Lausn er ekki sérlega næm samkvæmt útreikningunum. Munar litlu á að vera með varmadælu sem annar hámarksþörf, sé stofnkostnaður lágur en sé stofnkostnaður hár munar meiru. Fyrir tveggja þrepa varmadælu er stofnkostnaður hár og lausn nærri efsta ferli.

5.4 TOPPAFL - VARAAFL

Líkt og sést á myndum 6 og 7 er hagkvæmt að anna toppálagi með öðru en varmadælu. Gert er ráð fyrir samnýtingu toppafls og varmadælu þar sem toppafl er aðeins notað þegar álag er mikið.

Toppafl getur verið úr vatnskatli sem knúinn er með rafmagni. Rafhitaketill er mun ódýrari en varmadæla með sambærileg afköst, 1,2 MW ketill kostar tæplega 2,2 Mkr og rekstur hans er hagkvæmur, eða 2-3 kr/kWh (fer eftir taxa). Einnig væri hægt að miða við svartolíuketil en rekstur hans yrði varla undir 4 kr/kWh. Á hinn bóginn er rétt að nefna að svartolíuketill stöðvast ekki við rafmagnsleysi og er því tryggari orkugjafi.

Vegna öryggis í rekstri verður hér miðað við að olíuketill verði keyptur, en dæmi eru um olíukatla í hitaveitum hérlendis, s.s. í R/O veitum á Höfn, Seyðisfirði, Ísafirði, Vestmannaeyjum og víðar. Stofnkostnaður á 1,1 MW olíukatli með skorsteini er áætlaður 3,5 Mkr.

6 RAFHITAKETILL

Líkt og getið er í kafla 5.4 er unnt að nýta rafhitaketil sem toppafl. Rafhitaketill er ódýr í innkaupum en dýrari en varmadæla í rekstri.

Til samanburðar þá má kanna hvernig útkoman verður ef settur er upp miðlægur rafhitaketill með dreifikerfi, eða R/O veita í stað varmadælu. Ef skipt er úr rafhitakerfi hjá hverjum og einum og sett

upp miðlæg hitaveita má gera hagkvæmari innkaup á orku en ella. Verðmunur á almennum taxta og taxta með ótryggða orku er meira en 50%.

Leitað var eftir tilboðum í rafhitaketil og fékkst tilboð upp á tæplega 2,2 Mkr í 1,2 MW ketil. Sá ketill er með hitastýringu, þ.a. breyta má framrásarhita frá 10°C til 100°C ef ástæða er til þess. Ketillinn er með góða nýtni.

Rétt er að nefna að ef settur er upp miðlægur rafhitaketill má breyta hitaveitumiðstöð á síðari stigum yfir í varmadæluhitaveitu ef svo ber undir, þar sem dreifikerfi, afloftun og þrýstistýribúnaður er kominn upp.

7 KOSTNAÐARÁÆTLUN HITAVEITU

Hér á eftir fylgir samantekt á kostnaði við hitaveitu í Vík. Miðað er við byggingarvísitölu 315,1 (sept '05).

7.1 STOFNKOSTNAÐUR FYRIR ALLT KERFIÐ

Miðað er við að hafa alls staðar tvöfalt dreifikerfi.

Gert er ráð fyrir að oliuketill verði settur upp sem varaafli og einnig er gert ráð fyrir að miðstöð hitaveitu verði miðsvæðis og nálægt Víkurá, sbr. tillögu á teikningu T-01. Affallsvatni gæti verið veitt beint út í ána, þannig yrði lítill kostnaður við losun á því vatni.

Gert er ráð fyrir því að rafhitaketill 1,2 MW verði settur upp í öllum tilfellum sem toppafl. Ástæðan fyrir þessu er sú að ef að uppsett afl er yfir 1 MW þá lækkar innkaupstaxti á ótryggðu rafmagni, rafhitaketill er ódýr (2,2 Mkr í innkaupum) og rekstur rafhitaketils er ódýrari en svartoliuketils.

Í töflu 2 er sett fram kostnaðaráætlun fyrir hitaveitu með vatni frá Höfðabrekku (37°), fyrir hitaveitu með vatni sem er fengið í grennd við Vík (20°) og fyrir hitaveitu með rafhitakatli. Allar kostnaðartölur eru án VSK.

Tafla 2 – Kostnaðarliðir hitaveitu: stofnkostnaður

Íhlutur	Hitaveita með varmadælu sem nýtir 37°C vatn (Mkr)	Hitaveita með varmadælu sem nýtir 20°C vatn (Mkr)	Hitaveita með miðlægum rafhitakatli (Mkr)
Borhola	20,0	10,0	0
Borholuhús	2,0	2,0	0
Borholudæla og tilheyrandi	1,5	1,5	0
Aðveituæð	22,9	5,6	0
Dælustöð og miðstöð veitu (hús)	9,0	9,0	9,0
Varmadæla (bún.)	22,0	30,5	0
Rafhitaketill 1,2 MW	2,2	2,2	2,2
Hringrásardælu dreifikerfis og öryggisbúnaður	2,5	2,5	2,5

Olúketill (bún.)	3,5	3,5	3,5
Afloftari	1,5	1,5	1,5
Vinna v. uppsetn. í húsi	4,0	4,0	3,0
Rafmagn og forritun	3,5	3,5	3,5
Dreifikerfi	87,0	87,0	87,0
Ótalið (10%)	18,2	16,3	11,2
Hönnun og umsjón (10%)	20,0	17,9	12,3
ALLS:	219,7	197,0	135,8

Gert er ráð fyrir því að aflofta áfyllingarvatn á dreifikerfi við venjulegan loftþrýsting og rafhitun. Skoða má nánar hagkvæmni í öðrum gerðum afloftara á seinni stigum.

7.2 REKSTRARKOSTNAÐUR VEGNA ORKUKAUPA, ÓTRYGGT RAFMAGN

Við ákvörðun á rafmagnskostnaði er miðað við að keypt sé ótryggð orka. Innkaup á ótryggðri orku samkvæmt tóxtum RARIK sést í töflu 4. Gert er ráð fyrir að aðgengi á ótryggðri orku sé 95% og í rafmagnsleysi er kynt með olúkatli. Með því að hafa ketil sem 100% varaafli er Vík í góðri aðstöðu til að semja við raforkuframleiðanda og gefur það hugsanlega möguleika á afslætti í innkaupum á orku.

Gert er ráð fyrir að árleg þörf á varmaorku sé 4,6 GWh. Vegna tapa í dreifikerfi eru framleiddar 4,8 GWh í miðstöð veitu. Rafhitaketill framleiðir það sem vantar upp á þegar varmaálag er hærra en hámark varmadælu og svartolíuketill framleiðir rafmagn þegar ótryggt rafmagn er óaðgengilegt. Rekstur svartolíuketils er dýrari en rafhitaketils og því er hann aðeins keyrður þegar rafmagn er óaðgengilegt. Stofnkostnaður beggja katla er verulega lægri en varmadælu.

Til grundvallar á útreikningum á orkukaupum eru eftirfarandi forsendur:

Tafla 3 – Árleg orkuþörf varma- og rafmagns eftir útfærslum í MWh.

	800kW varmad. (COP _{varmad} = 5,65)		830kW 2.ja þrepa varmad. (COP _{varmad} = 4,4)		Rafhitaketill (Ætluð rafnýtni=0,95)	
	Raforka	Varmaorka	Raforka	Varmaorka	Raforka	Varmaorka
Varmadæla	795	4.480	1.020	4.490	0	0
Rafhitaketill	85	80	75	70	4.800	4.560
Olúketill	0	240	0	240	0	240
Dælur o.fl.	330	0	290	0	40	0
Alls	1.210	4.800	1.385	4.800	4.840	4.800

Líkt og sést þá er raforkunotkun varmadælna talsvert lægri en rafhitaketils. Kostnaður við orkuinnkaup má finna með því að nota taxta frá RARIK. Gert er ráð fyrir að unnt sé að semja um kaup á ótryggðu rafmagni til allra jaðartækja.

Tafla 4 – Árlegur orkukostnaður án niðurgreiðslna og VSK.

Taxti		800kW varmad. sem nýtir 37°C vatn (COP _{varmad} = 5,65)	830kW 2.ja þrepa varmad. sem nýtir 20° vatn (COP _{varmad} = 4,4)	Rafhitaketill (Ætluð rafnýtni=0,95)
Fast gjald VO500 og VO600	165.733 kr/ári	165.733	165.733	165.733
Orkugjald VO500	1,20 kr/kWh	0*	0*	0
Orkugjald VO600	0,85 kr/kWh	1.028.500	1.177.250	4.114.000
Fast gjald SO300	12.000 kr/ári	12.000	12.000	12.000
Orkugjald SO300	0,80 kr/kWh	968.000	1.108.000	3.872.000
Svartolía	3,76 kr/kWh	902.400	902.400	902.400
Samtals:		3.076.633	3.365.383	9.066.133

*Vegna rafhitaketils fer uppsett afl yfir 1MW og því er notaður taxti VO600, en ekki VO500

7.3 ÁRLEGUR REKSTRAR- OG VIÐHALDSKOSTNAÐUR KERFIS

Árlegur kostnaður við varmaöflun alls kerfisins fæst með því að taka saman alla stofnkostnaðarliði og rekstrarkostnað yfir eitt ár.

Greiðslur vegna viðhalds eru áætlaðar sem ákveðið fast hlutfall stofnkostnaðar á hverjum íhlut. Hreyfanlegir hlutir eru oft með meira viðhald en aðrir.

Jafna sem tekur tillit til kostnaðarliða allra hluta og miðar við lánsfé á 6% vöxtum með jöfnum afborgunum (miðað við að veita skili hvorki hagnaði né tapi á tilteknum árafjölda) verður þannig:

$$k_{\text{varmi}} = \frac{\sum_{\text{íhlutir}} K_{\text{stofnk.íhlutar}} * a_{\text{íhlutar}} + \sum_{\text{íhlutir}} K_{\text{stofnk.íhlutar}} * V^{\%}_{\text{íhlutar}} + \sum_{\text{hreyfanl-íhlutir}} RC_{\text{íhlutar}}}{Q_{\text{tot}}} \quad (3)$$

Þar sem:

k_{varmi} : heildarkostnaður við varmaöflun í kr/kWh.

$K_{\text{stofnk.íhlutar}}$: stofnkostnaður íhlutar í kr.

$a_{\text{íhlutar}}$: stuðull jafnra afborgana (amortisering), % á ári.

$V^{\%}$: árlegur viðhaldskostnaður íhlutar sem % af stofnkostnaði á ári.

$RC_{\text{íhlutar}}$: Kostnaður vegna orkunotkunar íhlutar á ári, sjá töflu 4

Q_{tot} : Heildarframleiðsla á varmaorku á ári í kWh.

Þessi jafna inniheldur ekki aflstuðull varmadælu (ϵ) beint, en hann þarf að nota til að ákvarða $RC_{\text{íhlutar}}$. Jafngreiðslustuðull stofnkostnaðar og viðhaldsprósenta er sett fram í töflu 5.

Tafla 5 – Kostnaðarliðir hitaveitu: ætlaður líftími, jafngreiðslustuðull (a) og viðhaldsliðir

Íhlutur	Afskriftartími	a (%)	Árleg þjónusta & viðhald
Borholur	30 ár	7,3%	0,5%
Borholuhús	30 ár	7,3%	1%
Borholudæla og tilheyrandi	12 ár	11,9%	4%
Aðveituæð	30 ár	7,3%	1%
Dælustöð og miðstöð veitu (hús)	50 ár	6,3%	1%
Varmadæla (bún.)	15 ár	10,3%	6%
Rafhitaketill (bún.)	15 ár	10,3%	5%
Hringrásardælur dreifikerfis, öryggisbúnaður og afloftari	25 ár	7,8%	2,5%
Rafmagn og forritun	15 ár	10,3%	3%
Olúketill (bún.)	25 ár	7,8%	2%
Dreifikerfi	50 ár	6,3%	0,75%
Ótalið	25 ár	7,8%	1%
Hönnun og umsjón	25 ár	7,8%	0%

Niðurstöður fyrir tilfellið hér að ofan verða eftirfarandi:

Tafla 6 – Árlegur kostnaður fyrir hitaveitu í rekstri og tilsvareandi orkukostnaður án niðurgreiðslna og VSK.

Íhlutur	Varmadæla á 37°C vatni	Varmadæla á 20°C vatni	Rafhitaketill	Óbreytt ástand
Jafnar afborganir v. stofnkostnaðar, Mkr	15,9	14,5	9,1	
Viðhaldskostnaður, Mkr	3,2	3,5	1,4	
Orkukostnaður, innkaup, Mkr	3,1	3,4	9,1	
Starfsmaður 1/3 starf Mkr	2,0	2,0	2,0	
Heild: Árlegur kostnaður, Mkr	24,2	23,4	21,6	
Orkukostnaður varma í kr/kWh	5,26	5,09	4,70	5,92*

*Gert er ráð fyrir að hver notandi kaupir 35.000 kWh á ári til hitunar og af þeim séu 2.300 kWh keyptar á fyrsta þrepi í taxa RARIK. Fastagjaldi er sleppt þar sem það mun leggjast á almenna notkun þótt rafhitun verði hætt.

Tafla 6 sýnir að miðað við óbreytt ástand, þ.e. hefðbundna rafhitun, myndi hitaveita, kynt með rafhitakatli eða varmadælu, lækka orkukostnaðinn lítillega. Þetta þýðir að lægra raforkuverð til hitaveitunnar vegna kaupa á ótryggðri orku vegur að mestu leyti upp á móti háum stofnkostnaði við dreifikerfi hitaveitunnar og tilheyrandi búnað.

7.4 OPINBERIR STYRKIR TIL HÚSHITUNAR

Kostnaður við rafhitun íbúðarhúsnæðis hefur verið niðurgreiddur af ríkinu í fjölda ára. Um þetta gilda sérstök lög (lög um niðurgreiðslur húshitunarkostnaðar, nr. 78/2002). Tilgangur laganna er að tryggja að kostnaður við hitun íbúðarhúsnæðis hjá þeim sem ekki njóta jarðhita verði sambærilegur við það sem þekkist hjá hitaveitum sem nýta jarðhita. Auk hefðbundinnar rafhitunar er greiddur niður kostnaður vegna kaupa á raforku á varmadælur og einnig olíuhitun þar sem ekki eru aðrir kostir við upphitun.

Í niðurgreiðslulögunum er einnig ákvæði um stofnstyrki sem ríkið veitir til nýrra hitaveitna sem nýta jarðhita á svæðum þar sem rafhitun hefur verið áður. Hér á eftir verður gerð nánari grein fyrir þessum tveimur formum styrkja og hvernig þeir geta nýst við upphitun með varmadælum í Vík.

7.4.1 Rafhitunarniðurgreiðslur

Ljóst er að ef hitaveita með varmadælu verður sett upp í Vík fást niðurgreiðslur vegna þeirrar raforku sem varmadælan notar. Í þessu tilfalli er um svokallaða kynta hitaveitu að ræða eins og nú er á Höfn, Seyðisfirði og víðar. Eini munurinn er sá að á þessum stöðum fæst nánast öll varmaorkan úr raforku. Samkvæmt lögum miðast hámark niðurgreiðslu til hvernar íbúðar þar sem eru varmadælur við þriðjung þess hámarks sem almennt gildir, enda gert ráð fyrir að einn þriðji orkunnar komi úr raforkunni og tveir þriðju úr varmalindinni sem varmadælan notar (jarðhita). Miðað við þær reglur sem nú eru í gildi eru að hámarki 35.000 kWh niðurgreiddar fyrir hverja íbúð þar sem er hefðbundin rafhitun eða kynt hitaveita. Með varmadælu yrði þetta hámark því 11.667 kWh fyrir hverja íbúð.

Ekki eru starfandi neinar hitaveitur hér á landi sem byggja á varmadælum og uppfylla ákvæði laga um niðurgreiðslur. Því eru ýmis atriði við framkvæmd laganna óviss. Hér verður miðað við forsendur sem talið er líklegt að fylgt verði ef niðurgreiðslur af þessu tagi verða af veruleika.

Á árinu 2004 voru 2,84 GWh niðurgreiðsluhæfar af alls 3,02 GWh sem notaðar voru til upphitunar á íbúðarhúsnæði í Vík, en upphitun iðnaðarhúsnæðis er ekki niðurgreiðsluhæf og ekki upphitun íbúðarhúsnæðis umfram 35.000 kWh hjá hverjum notanda. Þar sem alls voru notaðar 4,6 GWh til húshitunar má segja að rúmlega 60% af raforku sem fer til upphitunar í Vík séu niðurgreiðsluhæf. Á árinu 2004 fór 7,7 Mkr. til niðurgreiðslna á raforku vegna upphitunar íbúðarhúsnæðis.

Á veitusvæði Rarik í þéttbýli nemur niðurgreiðslan fyrir hefðbundna rafhitun eins og nú er í Vík 2,72 kr/kWh. Hjá kyntum veitum þar sem eru orkumælar eins og búast má við að yrðu settir upp í Vík nemur niðurgreiðslan hins vegar 2,04 kr/kWh. Hluttur raforkunnar í þeirri varmaorku sem notendur kaupa ræðst af afkastastuðli varmadællunnar og er ekki endanlega þekktur fyrirfram. Einnig er óvíst hvernig niðurgreiðslurnar verða útfærðar í smáatriðum. Til einföldunar verður hér tekið mið af þeirri raforku sem var niðurgreidd árið 2004, alls 2,84 GWh, og gert ráð fyrir að þriðjungur þeirrar orku verði niðurgreiddur eftir uppsetningu varmadælu eða 0,95 GWh. Miðað við 2,04 kr/kWh munu því rafhitunarniðurgreiðslur alls nema 1,94 Mkr. á ári. Ef hins vegar rafhitaketill yrði settur upp myndu niðurgreiðslurnar nema þrefalt hærri upphæð eða 5,79 Mkr. á ári.

7.4.2 Stofnstyrkur

Stofnstyrkir til nýrra hitaveitna sem nýta jarðhita geta numið allt að 8 ára niðurgreiðslum eins og þær hafa verið undanfarin ár. Allmargir slíkir styrkir hafa verið veittir til hitaveitna á undanförunum árum þó ekki séu fordæmi fyrir því að uppsetning varmadælna hafi verið styrkt á þennan hátt. Með þessu er ríkið að spara sér útgjöld sem annars hefðu orðið vegna niðurgreiðslna. Þar sem varmadælan nýtir

varma úr jörðu má segja að um jarðhitanýtingu sé að ræða og því er gert ráð fyrir að stofnstyrkur fái í hlutfalli við þær niðurgreiðslur sem sparast vegna minni raforkunotkunar. Eins og áður gerum við ráð fyrir að tveir þriðju af raforkunotkuninni sparist, enda þótt sparnaðurinn geti í raun orðið meiri ef afkastastuðull varmadælnunnar er hár. Til grundvallar styrkuppþæðinni leggjast því tveir þriðju hlutar af 2,84 GWh eða 1,89 GWh. Alls nemur styrkurinn þá $1,89 \cdot 2,72 \cdot 8 = 41,1$ Mkr. Sé hann látinn dreifast á hvert ár út í óendanleikann á 6% vöxtum jafngildir stofnstyrkurinn 2,47 Mkr. árlegum styrk.

7.4.3 Kostnaður með niðurgreiðslum, samantekt

Samantekt á niðurgreiðslum sést í töflu 7. Hún er framhald af töflu 6.

Tafla 7 – Orkukostnaður með niðurgreiðslum en án VSK

Íhlutur	Varmadæla á 37°C vatni	Varmadæla á 20°C vatni	Rafhitaketill	Óbreytt ástand
Heild: Árlegur kostnaður án niðurgreiðslna, Mkr (tafla 6)	24,2	23,4	21,6	
Orkukostnaður varma í kr/kWh án niðurgreiðslna (tafla 6)	5,26	5,09	4,70	5,92
Stofnstyrkur (Mkr/ári)	-2,47	-2,47	0	0
Rafhitunarniðurgreiðslur (Mkr/ári)	-1,94	-1,94	-5,79	
Heildarkostnaður með niðurgreiðslum (Mkr/ári)	19,79	18,99	15,81	
Orkukostnaður varma með niðurgreiðslum kr/kWh_{varma}	4,30	4,13	3,44	4,28*

*Niðurgreiðslur við hitun íbúðarhúsnæðis eru 2,72 kr/kWh og orkuverðið í því tilfelli $5,92 - 2,72 = 3,2$ kr/kWh. Af 4,72 GWh sem notaðar eru til húshitunar í Vík eru 2,84 GWh niðurgreidd. Vegið meðalverð er því 4,48 kr/kWh.

Til samanburðar þá er verð á heitu vatni í Reykjavík 65,2 kr/m³. Hver og einn notandi nýtir það síðan í sínum kerfum, en ef hitanýtingin er 40°C þá er söluverð orku um 1,40 kr/kWh án VSK.

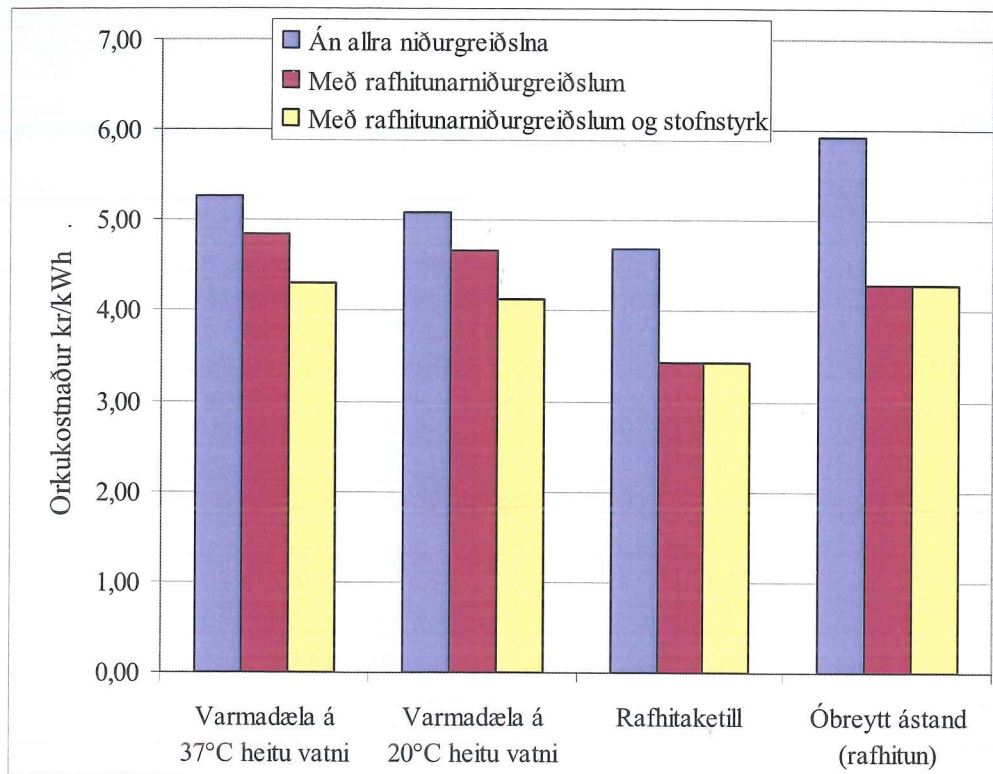
7.4.4 Útfærsla á niðurgreiðslum

Líkt og getið er í kafla 7.4.1. eru kvaðir á rafhitunarniðurgreiðslum og sams konar kvaðir verða á niðurgreiðslum á varma út frá miðlægri veitu. Kvaðir þessar eru þannig að notendur hitaveitu fá niðurgreiddan varma upp að ákveðnu árlegu marki, sem ákveðið er af iðnaðarráðherra árlega.

Hér hefur verið miðað við að hitaveita í Vík yrði með tvöfalt dreifikerfi og 100% lokað kerfi. Í slíku tilfelli er heppilegt að miða við orkumælingu hjá notendum, en ekki aðeins rúmmetramælingu. Kostnaður við að skipta út rúmmetramæli fyrir orkumæli í grind notenda er áætlaður kr 10.000 hjá hverjum notanda, án VSK. Í kafla 4 var miðað við rúmmetramælingu í hitaveitugrind hjá notendum og viðbótarkostnaður vegna orkumælingar verður færður til bókar í kafla 8.2.

7.5 KOSTNAÐARÁÆTLUN - UMFJÖLLUN

Skv. töflum 6 og 7 er rafhitaketill hagkvæmastur ef engar niðurgreiðslur koma til. Varmadæla kemur vart til álíta nema með breyttum forsendum. Myndrænt líta niðurstöðurnar út eftirfarandi.



Mynd 8. Kostnaður við varmaöflun eftir nokkrum leiðum

Ljóst er að rafhitaketill er hagkvæmastur miðað við ofangreindar forsendur og núverandi taxa RARIK.

8 HITAKERFI HÚSEIGENDA / NOTENDA

Til að unnt sé að nýta jarðhitann á sem hagkvæmasta hátt þarf að skoða þau hitunarkerfi sem eru til staðar. Sum hitunarkerfi þarf að leggja upp á nýtt, t.d. ef að rafmagnsöfnar hafa verið notaðir, en önnur eru þannig að mögulega væri hægt að tengja inn á þau beint.

Samkvæmt samtölum við Hvolfsvallaútibú Rarik [6] má ætla gróft að um helmingur notenda hafi túpu og hinn helmingurinn noti rafmagnsöfna.

8.1 FORSENDUR UM KOSTNAÐARÁÆTLUN HÚSKERFA

Þar sem að ekki eru vatnshitakerfi er nauðsynlegt að setja þau upp. Kostnaður af þessu fellur beint á notendur. Reikna má með því að kostnaður vegna hitakerfa nemi 2.500 kr/m² húsnæðis, en húsin eru mörg hver orðin nokkuð gömul og etv. ekki vel einangruð.

Ef notast er við tvöfalt dreifikerfi þarf mögulega að breyta húskerfum. Í rafhitunarkerfum er annað hvort sér túpa fyrir neysluvatn og önnur fyrir hitakerfi, eða varmaskiptir á hitakerfi fyrir neysluvatn. Í fyrra tilfellinu þyrfti að kaupa varmaskipti, en í hinu síðara má mögulega endurnýta eldri varmaskipti.

Ef ekki eru neysluvatnsvarmaskiptar fyrir í húsum er um að ræða kostnað á hús af stærðargráðunni 30.000-50.000 kr vegna varmaskipta. Til viðbótar við þetta þarf pípur og þrýstistýriloka. Með vinnu er reiknað með kostnaði 60.000 kr/hús, en líklega þyrfti að endurnýja stýribúnað á eldri varmaskiptum.

8.2 KOSTNAÐARÁÆTLUN HÚSKERFA - HEILDARKOSTNAÐUR

Til að fá heildarkostnað vegna breytinga á húskerfum er kostnaður settur fram í eftirfarandi töflu:

Tafla 8 – Kostnaður við breytingar á húskerfum.

Inntaksbúnaður í hús		
Neysluvatnsvarmaskiptar og þrýstistýring	60.000	kr/hús
Orkumælir í hitaveitugrind	10.000	kr/hús
Fyrir 150 hús, Heild, inntaksbúnaður í hús	10.500.000	kr
Ofnakerfi í hús		
	2.500	kr/m ² í húsum
Meðalflötur	140	m ² /hús
Sett er kerfi í	70	hús
Heild, ofnakerfi	24.500.000	kr
Húskerfi samtals	35.000.000	kr

Rétt er að nefna að ef ákveðið verður að fara í hitaveituvæðingu, má telja víst að íbúar fái vitneskju um það með a.m.k. eins árs fyrirvara. Á þeim tíma gætu íbúar haldið að sér höndum í endurnýjun á þilofnum og frestað endurnýjunum á þeim. Með þessu móti geta íbúar sparað fjárhæðir sem ella færu í endurnýjun þilofna.

Til að verkefnið borgi sig þarf þessi sparnaður að nást fram á nokkrum árum. Varla er hagkvæmt að fara í verkefnið nema orkusparnaður verði a.m.k. 3,5-5 Mkr á ári, en þá borgar verkefnið sig upp á 7-10 árum (án tillits til vaxta).

Sé miðað við 4,4 Mkr árlegan sparnað, þá þarf orkukostnaður að minnka um 1 kr/kWh frá því sem nú er. Miðað við útreikninga og óbreyttan taxta næst um 0,84 kr/kWh lækkun á orkukostnaði með rafkyntri hitaveitu án VSK.

9 NÆMNI KOSTNAÐARÁÆTLUNAR

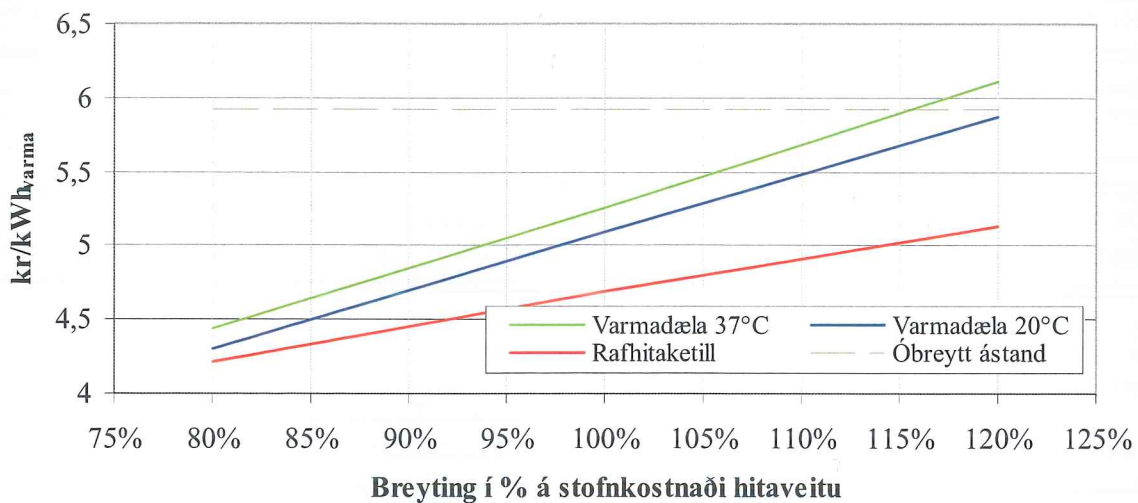
Hér að ofan hafa verið settar fram kostnaðaráætlanir sem miða við ákveðið fast verð í alla íhluti, en hér á eftir er kannað hvernig orkuverð breytist ef forsendur breytast.

Líkt og sést á myndum 6 og 7 þá er stærð varmadælu ekki mikilvæg, svo framarlega sem varmadælan anni 65-80% af heildarafþörf.

Næmni kostnaðar tekur mið af þeirri hönnun sem gengið hefur verið út frá. Ef ákveðið er að breyta hönnun eftir á, s.s. frá tvöföldu yfir í einfalt dreifikerfi, breytast forsendur verulega og fara þarf yfir forsendur á nýjan leik.

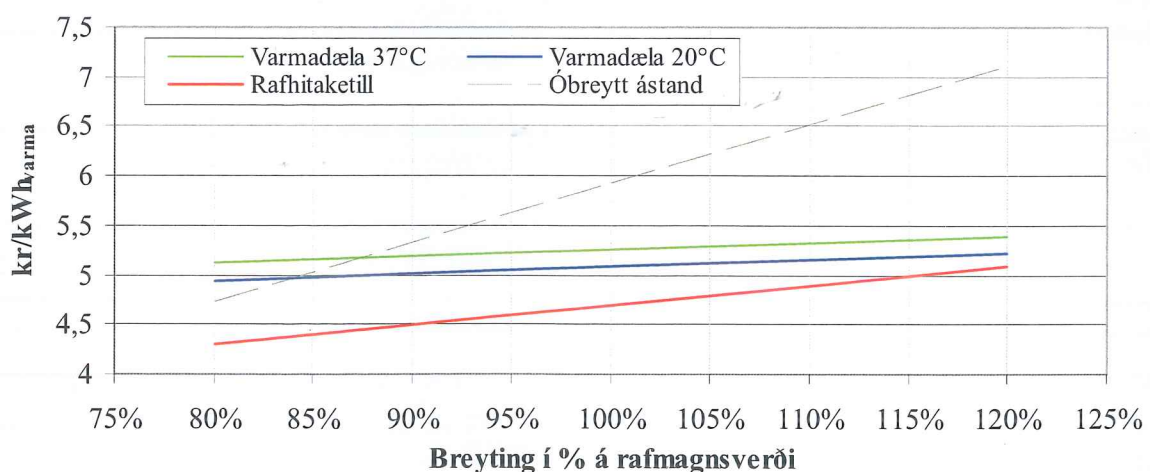
Næmnigraf hér að neðan sýnir hvernig orkuverð breytist við breytingar á stofnkostnaði hitaveitu. Ef skoðaður er stofnkostnaður dreifikerfis sérstaklega verður næmni allra útfærslna eins (sami halli).

Á mynd 9 er miðað við orkuverð án allra niðurgreiðslna. Ef stofnkostnaður breytist þá breytist einnig viðhaldskostnaður, þar sem gert er ráð fyrir því að hann sé föst % af stofnkostnaði. Af þessum sökum er næmni rafhitaketils minnst, því þar er stofnkostnaður minnstur.



Mynd 9. Næmni í útreikningi á orkuverði með breytingum á stofnkostnaði án niðurgreiðslna

Ef raforkutaxtar hækka í framtíðinni breytist útreiknað orkuverð, skv. mynd 10. Á mynd 10 er ekki tekið tillit til niðurgreiðslna.



Mynd 10. Næmni orkuverðs með breytilegu rafmagnsverði án niðurgreiðslna

Líkt og sést þá er orkukostnaður með rafhitakatli næmari fyrir breytingum á rafmagnsverði en lausnir með varmadælu. Á hinn bóginn þá eru varmadælur næmari en rafhitaketill fyrir breytingum á stofnkostnaði.

10 NIÐURSTAÐA – NÆSTU SKREF

Opinberir styrkir til húshitunar hafa mikil áhrif á orkukostnað við húshitun í Vík. Þetta á við um alla þá valkosti sem skoðaðir eru í þessari skýrslu. Að öllum niðurgreiðslum slepptum fæst lægstur orkukostnaður með rafkyntri hitaveitu. Sparnaðurinn memur um 1,20 kr/kWh miðað við hefðbundna rafhitun eins og tíðkast í dag. Þessi sparnaður næst vegna þess að verð á ótryggðri raforku er mun lægra en það verð sem notendur greiða í dag og innifelur hann stofnkostnað við dreifikerfi hitaveitunnar og annan búnað. Með varmadælum fæst einnig lækkun á núverandi orkukostnaði þó mismunurinn sé þar minni eða 0,60 - 0,75 kr/kWh.

Þegar tekið er tillit til rafhitunarniðurgreiðslna og stofnstyrks sem vænta má að fáist ef varmadæla verður sett upp breytist samanburðurinn lítillega. Rafkynt hitaveita gefur eftir sem áður lægsta orkukostnað sem í þessu tilviki er um 0,90 kr/kWh lægri en núverandi kostnaður. Miðað við núverandi orkukostnað gefur varmadæla sem nýtir 37°C heitt vatn nánast sama orkukostnað. Varmadæla sem nýtir 20°C heitt vatn gefur hins vegar lítið eitt lægri orkukostnað og nemur lækkunin um 0,1 kr/kWh.

Hér að framan var bent á að vegna kostnaðar sem fellur á notendur við breytingar á hitakerfum húsa samhliða lagningu hitaveitu (33,5 Mkr.) þyrfti orkukostnaður að lækka um sem nemur u.þ.b. 1 kr/kWh til að framkvæmdin borgi sig upp á 7-8 árum og geti talist þökkalega hagkvæm. Ef engar niðurgreiðslur kæmu til væri rafkynt hitaveita samkvæmt þessu hagkvæm en ekki varmadælur. Orkukostnaður varmadælna liggur þó ekki langt frá hagkvæmnimörkum. Að teknu tilliti til niðurgreiðslna eins og þær eru í dag er rafkynt hitaveita kostnaðarlega rétt undir hagkvæmnimörkum og varmadælur nokkuð frá því að vera hagkvæmar. Að slepptum kostnaði við breytingar á hitakerfum húsa eru varmadælur á mörkum þess að vera hagkvæmar.

Rétt er að benda á að sá fyrirvari er gerður að samningar náist um kaup á ótryggðri raforku fyrir varmadælu eða rafhitaketil og útreikningar miðaðir við taxa Rarik fyrir slíka orku. Einnig er nokkur óvissa um hve stórum hluta af orkuþörfinni þarf að fullnægja með öðru en ótryggðri raforku, en hér er gert ráð fyrir að þetta hlutfall sé 5%.

Niðurgreiðsluþak hækkar á árinu 2006 um 5.000 kWh/ári, frá árinu 2005 í 40.000 kWh/ári. Ákvarðanir um niðurgreiðslur eru teknar árlega af iðnaðarráðherra. Þetta hefur þau áhrif að stofnstyrkur með varmadælum eykst og hagkvæmni breytist í samræmi við forsendur í kafla 7.4.2. Samanburður á óbreyttu ástandi og varmadælu verður óhagstæðari eftir því sem niðurgreiðsluþak hækkar (þ.e. óbreytt ástand verður hagkvæmara en ella).

Ef farið er í hitaveitufamkvæmdir með rafhitakatli má skoða það sem möguleika að hafa hús undir miðstöð veitu í rýmra lagi. Með því móti mætti kúpla inn varmadælu í framtíð ef að rafmagnsverð hækkar í framtíð.

Gera mætti betri úttekt á húsakerfum, t.d. kanna betur hve hátt hlutfall er með þilofnum.

Ef talið er líklegt að húshitunarálag aukist batna skilyrði fyrir hitaveituvæðingu, þar eð stofnkostnaður dreifist á fleiri notendur.

Rétt er að nefna að ef vatn, heitara en 35°C finnst í grennd við Vík minnkar stofnkostnaður við varmadælu og rekstrarkostnaður einnig. Í slíku tilfelli er líklegt að hitaveituvæðing borgi sig. Af þessum sökum er rétt að nefna að ef unnt er að fá styrk frá Orkusjóði við jarðhitaleit má hugsanlega gera varmadelukostinn fýsilegri.

Ef ákveðið er að fara út í hitaveitu með varmadælu, þá er mögulegt að íbúar njóti í einhverjum mæli meiri þæginda. Hægt er að halda sundlaug heitri án vandræða o.fl. Hagkvæmni hitaveitu eykst auk þess við fjölgun notenda, t.d. ef byggð eru fleiri íbúðar- og iðnaðarhús í Vík.

11 HEIMILDIR

- [1] Grímur Björnsson, Guðni Axelsson. Langtímaprófun holu 2 í Norður-Vík Mýrdal veturinn 1995-1996. Maí 1996. OS-96026/JHD-15 B
- [2] Oddur B. Björnsson. Varmadælar og hlutverk þeirra á Íslandi. Erindi flutt eftir aðalfund Jarðhitafélagsins 23. apríl 2003. Rit 7/2003.
- [3] Varmepumper - Grunnleggende varmpumpeteknikk, NTH-SINTEF. Kuldeteknikk – program for anvendelse av varmpumper, 1998. NTNf
- [4] Johnny Símonarson (bormaður, Ræktunarsamband Flóa og Skeiða), Kristján Sæmundsson (jarðfræðingur, ÍSOR). Munnlegar heimildir.
- [5] <http://www.orkutolur.is/mm/nidurgreidslur/upplysingar.html>
- [6] Lárus Einarsson og Svavar, starfsmenn RARIK Hvolsvelli. Munnlegar heimildir.
- [7] Ragnar K. Ásmundsson. Varmadælar, Hagkvæmni á Íslandi, Unnið fyrir Orkustofnun, ÍSOR-2005/024, Júlí 2005 - *ófullgert eintak fékkst frá Ragnari vegna verkefnis*

12 VIÐAUKAR

Viðaukar hér eru:

- Minnisblað úr orkusparnaðarverkefni Rannsóknarstofnunar Byggingariðnaðarins (RB) og Orkustofnunar. Höfundur Eggert Þórarinsson (4 síður).
- Teikningar af Vík og kerfismyndir.

Minnisblað – Vík í Mýrdal

Upplýsingar um orkunotkun og húseignir í Vík í Mýrdal

Upplýsingarnar hér að neðan byggja annars vegar á upplýsingum frá Orkustofnun (OS) um orkunotkun í öllum húsum á landinu sem njóta niðurgreiðslna á raforku til húshitunar (upplýsingar fyrir árið 2004) og hins vegar á afriti af landsskrá fasteigna frá Fasteignamati ríkisins (FMR).

Húseignir í Vík í Mýrdal:

Upplýsingarnar um húseignir í Vík í Mýrdal byggja á upplýsingum frá FMR. Upplýsingar hjá FMR er flokkaðar eftir sveitafélagsnúmerum. Vík í Mýrdal tilheyrir Mýrdalshreppi með sveitafélagsnúmerið 8508. Í Mýrdalshreppi öllum eru skráðar 822 fasteignir. Af þeim tilheyra 248 fasteignir þorpinu í Vík í Mýrdal og er skipting þeirra eftirfarandi eftir notkunarflokkum hjá FMR;

Flokkur	Fjöldi	Meðalstærð [m ³]	Meðalaldur [ár]
Aðstöðuhús	1	187	21
Afgreiðsluplan	1	450	31
Áhaldahús	1	1996	30
Bátaskýli	1	108	47
Bifreiðaverkstæði	1	1449	51
Bílskúr/skúr	60	130	41
Björgunarstöð	1	1644	27
Einbýlishús	87	426	54
Flugskýli	1	390	25
Frystihús	1	1049	50
Gestahús	1	79	2
Geymsla	4	148	54
Gistihús	1	999	56
Grunnskóli	1	333	29
Hausaskúr	1	73	22
Heilsugæslustöð	1	1655	29
Hesthús	4	375	29
Hlaða	3	432	32
Hótel	1	1752	45
Íbúðir f/aldræða	1	559	22
Íðnaðarhús	8	3377	33
Íþróttahús	1	7627	3
Kirkja	1	816	72
Raðhús	21	454	54
Rafstöð	1	806	49
Safnhús	1	2138	47
Sambýlishús	7	749	45
Samkomuhús	1	2100	41
Sérhæfð eign	8	750	59
Skrifstofuhús	2	1269	37
Sláturhús	1	4382	50
Slökkvistöð	1	885	45
Smurstöð	1	686	60
Söluskáli	1	2035	31
Spennistöð	1	68	33
Sumarbústaður	9	154	39
Þjónustuhús	1	513	10
Þvottaplan	1	240	31
Versl/skrifstofuhús	3	1589	53
Vörugeymsla	5	1157	58

Tafla 1. Skipting fasteigna í Vík í Mýrdal eftir notkunarflokkum hjá FMR, ásamt meðalstærð og meðalaldri sérhvers flokks.

Breytileikinn inn sérhvers notkunarflokkis er í flestum tilvikum lítill ef undan er skilinn flokkurinn sérhæfð eign. Til hans telst m.a. Klettsvegur 1 sem er hótel og húsin að Ránarbraut 5 og 7 ásamt Víkurbraut 28 en þessi hús eru notuð sem íbúðarhúsnæði, að minnsta kosti að hluta.

Íbúðarhúsnæði er að finna í fjórum flokkum í töflu 1, hér að ofan; einbýlishús, íbúðir f/aldræða, raðhús og sambýlishús. Samtals eru þetta 116 fasteignir. Sambýlishúsin eru í

öllum tilvikum tvíbýlishús nema eitt sem er þríbýlishús. Samkeyrsla á þessum 116 heimilisföngum við þjóðskrá gefur aðeins samsvörun í 93 tilvikum sem bendir til þess að heilsársbúseta sé ekki í 23 af þessum 116 fasteignum. Sú staðreynd hefur veruleg áhrif á orkunotkun þeirra fasteigna.

Orkunotkun í húseignum í Vík í Mýrdal:

Upplýsingar um orkunotkun í húseignum í Vík í Mýrdal byggja á upplýsingum um þær húseignir sem njóta niðurgreiðslna á raforku til húshitunar frá OS. Þessar upplýsingar eru flokkaðar eftir póstnúmerum. Vík í Mýrdal, þorpið, hefur póstnúmerið 870 en 871 er póstnúmerið fyrir Vík í Mýrdal, dreifbýli. Fyrir þorpið í Vík í Mýrdal er að finna 95 gagnapunkta í orkunotkunargögnunum. Þetta er í öllum tilvikum nema tveimur íbúahúsnæði en þar er um að ræða björgunarmiðstöðina og kirkjuna. Rétt er að taka fram áður en lengra er haldið að notast er við, samkvæmt venju, að rafmagnsnotkun til húshitunar sé 85% af heildar rafmagnsnotkuninni.

Til að ákvarða fjölda íbúða í hverju húsi er notaður niðurgreiðslustuðull. Séu tvær íbúðir í húsinu er eðlilegt að niðurgreiðslustuðullinn sé 2, en 1 sé húsið einbýlishús. Upplýsingar um orkunotkunina í einu af sambýlishúsunum vantar. Eitt þeirra er skráð með eina íbúð, í orkunotkunargögnunum, en hin 5 með fleiri en eina íbúð í húsinu. Auk þess eru 3 einbýlishús skráð með tvær íbúðir. Samanburð á orkunotkun í þeim húsum sem skráð eru með eina íbúð og þeim sem skráð eru með fleiri en eina má sjá í töflu 2;

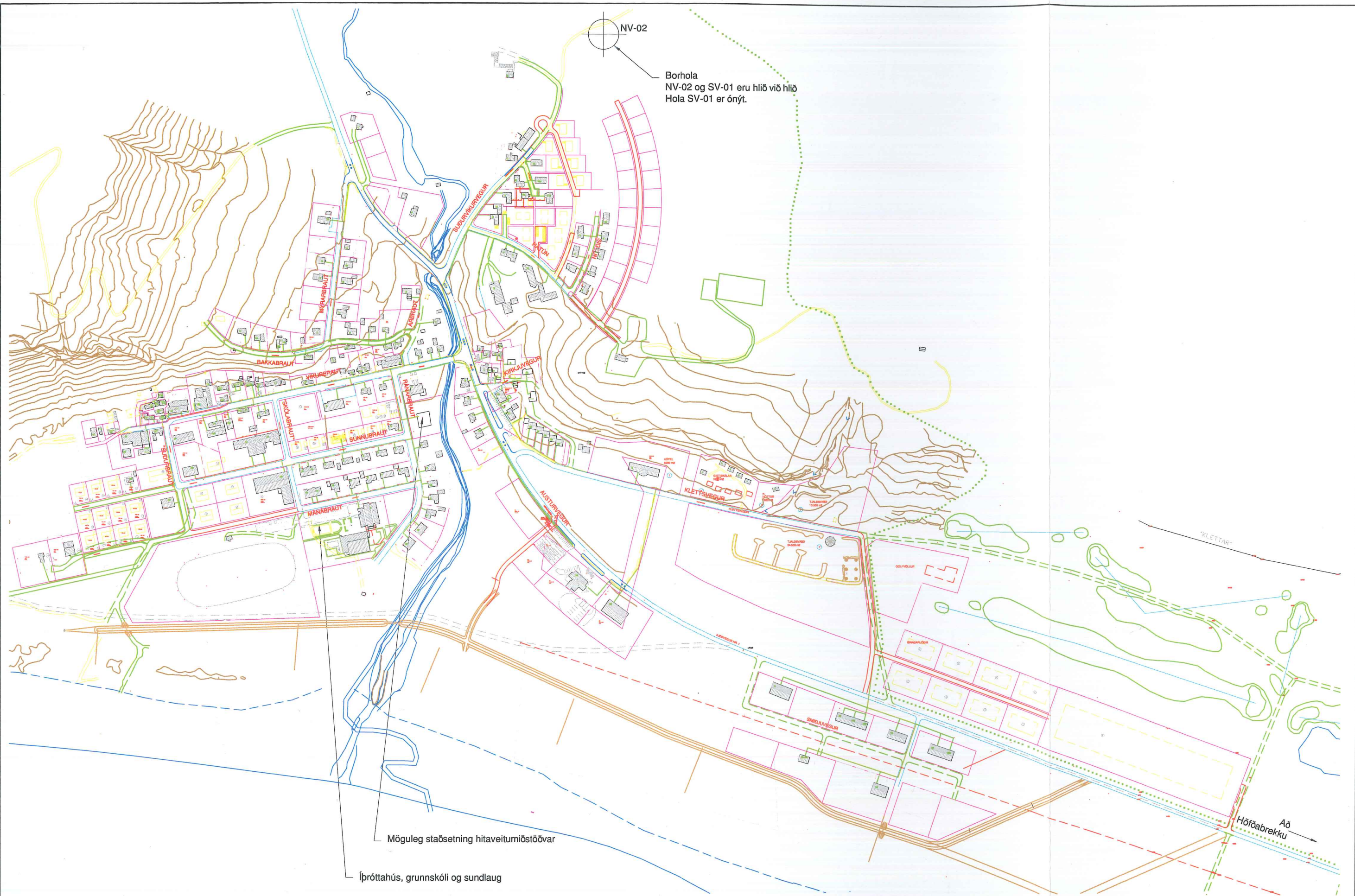
Fjöldi íbúða í húsi	Fjöldi húsa	Meðalársnotkun til húshitunar	Meðalársnotkun til húshitunar per. íbúð	Meðalstærð hús	Meðalstærð íbúða	Meðalársnotkun til húshitunar/rúmmál
		[kWh]	[kWh]	[m3]	[m3]	[kWh/m3]
1	82	23241	23241	444.4	444.4	55.6
1<	8	36484	17631	802.3	382.5	46.4

Tafla 2. Samanburður á orkunotkun og stærð einbýlishúsa og fleirbýlishúsa í Vík í Mýrdal.

Orkunotkunin getur einnig verið mjög misjöfn milli gatna enda getur aldur húsnæðisins verið mjög mismunandi milli einstakra gatna. Tafla 3 sýnir samanburð á orkunotkuninni milli einstakra gatna í Vík í Mýrdal;

Gata	Fjöldi húsa	Fjöldi íbúða	Meðalársnotkun til húshitunar	Meðalársnotkun til húshitunar per. íbúð	Meðalstærð húss	Meðalstærð íbúða	Meðalársnotkun til húshitunar/rúmmál
			[kWh]	[kWh]	[m3]	[m3]	[kWh/m3]
Árbraut	2	2	20989	20989	370	370	57
Austurvegur	9	9	25851	25851	479	479	56
Bakkabraut	11	11	20158	20158	369	369	56
Hátún	3	3	43427	43427	738	738	59
Kirkjuvegur	2	2	24373	24373	518	518	48
Mánabraut	7	7	23480	23480	440	440	54
Mýrarbraut	7	8	30781	25785	532	434	62
Ránarbraut	7	9	26743	23154	555	465	49
Sigtún	8	11	30600	25834	709	587	44
Suðurvíkurvegur	9	10	22026	19930	534	478	43
Sunnubraut	8	8	22575	22575	471	471	48
Víkurbraut	18	20	20641	18767	342	310	67

Tafla 3. Samanburður á orkunotkun og stærð íbúðahúsnæðis milli einstakra gatna í Vík í Mýrdal.



Borhola
 NV-02 og SV-01 eru hlið við hlið
 Hóla SV-01 er ónýtt.

Möguleg staðsetning hitaveitumiðstöðvar
 Íþróttahús, grunnskóli og sundlaug

















Kvarði: 1:5000

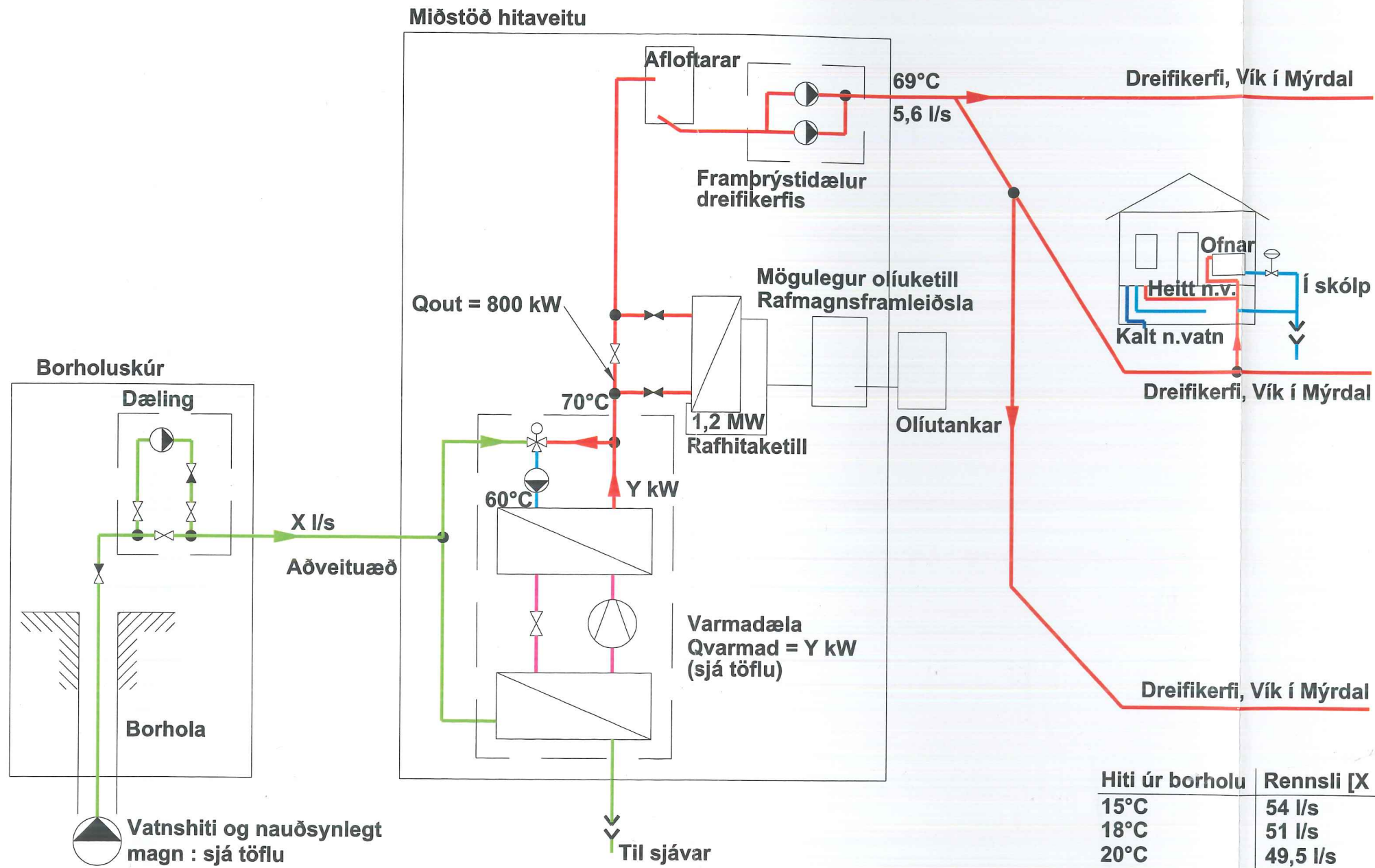
SKÝRINGAR:
 Frumútgáfa yfirlitsmyndar.

FJARHITUN H/F
VERKFRÆÐISTOFA
 SUDURLANDSBRAUT 4 - 108 REYKJAVÍK
 Sími 578 4500 - BRÉFSÍMI 578 4599

Orkustofnun og Mýrdalshreppur Vík í Mýrdal	Reiknað ÞÓ	Kvarði N/A
Hagkvæmniathutun á varmadælu Yfirlitsmynd yfir Vík	Dags. 09.2005	Númer T-01

SKÝRINGAR

-  Loki
-  Lokaður loki
-  Einstefnuloki
-  Þjappa
-  Rennismælir
-  Dela
-  Niðurhleypling / í frænnli
-  Varmaskiptir
-  Slaufuloki
-  Framvatn til notenda, 65-75°C
-  Bakvatn frá notendum, 25-40°C
-  Kalt vatn, 5-7°C
-  Borholuvatn, 20-40°C
-  Kælimiðill



Hiti úr borholu	Rennsli [X l/s]	Stærð varmadælu [Y kW]
15°C	54 l/s	1290 kW
18°C	51 l/s	1220 kW
20°C	49,5 l/s	1170 kW
22°C	48 l/s	1125 kW
25°C	45 l/s	1055 kW
28°C	42,5 l/s	985 kW
32°C	39 l/s	890 kW















SKÝRINGAR:
Frumútgáfa kerfismyndar.

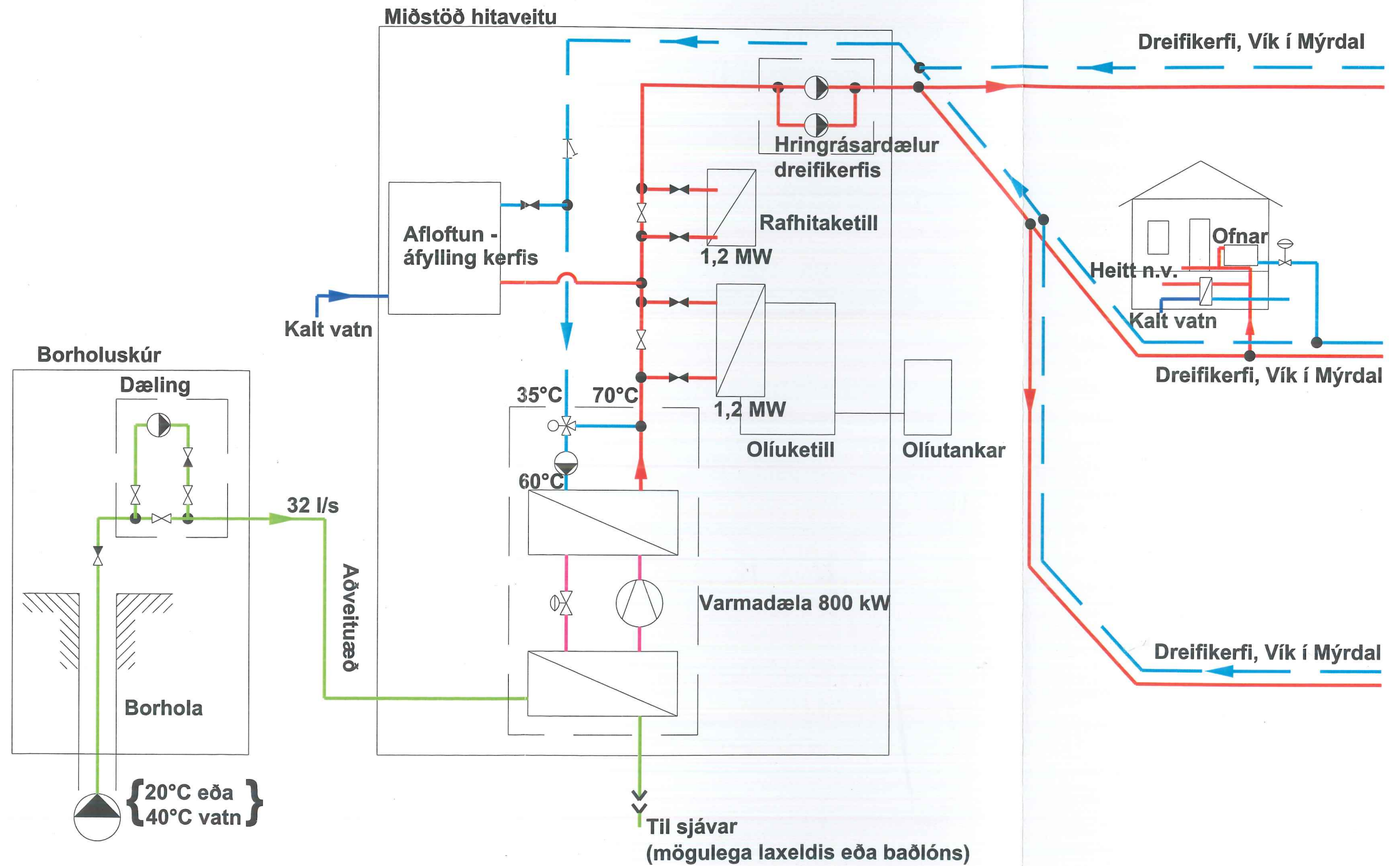
FJARHITUN H/F
VERKFRÆÐISTOFA
SUDURLANDSBRÁUT 4 - 108 REYKJAVÍK
SÍMI 578 4500 - BRÉFSÍMI 578 4599

Vík í Mýrdal
Varmadæla í hitaveitu
Hagkvæmniathugun
Kerfismynd - einfalt kerfi

Reiknað ÞÓ	Kvarði N/A
Dags. 08.2005	Númer T-02

SKÝRINGAR

-  Loki
-  Lokaður loki
-  Einstefnuloki
-  Þjappa
-  Rennismælir
-  Dæla
-  Niðurhleypling / í frárennsli
-  Varmaskiptir
-  Slaufuloki
-  Framvatn til notenda, 65-75°C
-  Bakvatn frá notendum, 25-40°C
-  Kalt vatn, 5-7°C
-  Borholuvatn, 20-40°C
-  Kælimiðill



SKÝRINGAR:
Frumútgáfa kerfismyndar.

FJARHITUN H/F
VERKFRÆÐISTOFA
SUDURLANDSBRAUT 4 - 108 REYKJAVÍK
SÍMI 578 4500 - BRÉFSÍMI 578 4599

Vík í Mýrdal
Varmadæla í hitaveitu
Hagkvæmniathugun
Kerfismynd - tvöfalt kerfi

Reiknað ÞÓ	Kvarði N/A
Dags. 08.2005	Númer T-03