



Varmadæla fyrir Fjarvarmaveitu Vestmannaeyja Fýsileikakönnun

September 2009

Frosti Gíslason, Nýsköpunarmiðstöð Íslands
Þorsteinn Ingi Sigfússon, Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Ívar Atlason, Hitaveitu Suðurnesja

Árni Geirsson, Alta

Samantekt

Skýrsla þessi fjallar um fýsileika þess að setja upp varmadælur við Fjarvarmaveitu Vestmannaeyja sem geta unnið varma úr sjó og leyst þannig af hólmi töluverða rafmagnsnotkun. Varmadælur hafa ekki verið mikið notaðar á Íslandi til þessa, nema þá helst minni tæki en hér um ræðir, enda er jarðvarmi aðgengilegur víða um landið.

Þótt ekki virðist mikill ylur í sjónum er hann tiltölulega hlýr við landið vegna Golfstraumsins og því um mikla varmaorku að ræða sem straumurinn flytur frá suðlægari breiddargráðum til Íslands. Varmadælan, sem er tæknilega sambærileg við kælivel í ísskáp, getur dregið varmann úr sjónum og fellt þannig hitastig hans um örfáar gráður og skilað sama varma yfir í hitaveituna við mun hærra hitastig. Við bætist sú raforka sem nauðsynleg er til að knýja varmadæluna.

Skýrslan er tekin saman á tímum þar sem forsendur sem um gengi krónunnar og verð á raforku til hitaveitunnar í Vestmannaeyjum eru nokkuð ótryggar. Niðurstöður benda til að þær þurfi lítið að breytast til þess að varmadælan verði hagkvæm sem hluti af tækjabúnaði hitaveitunnar, að því gefnu að niðurgreiðslur breytist ekki en til þess þarf lagabreytingu. Í raun má telja mjög líklegt að gengi krónu styrkist og raforkuverð hækki, miðað við þær forsendur sem hér eru notaðar.

Með varmadælunni er beisluð varmaorka við lágan hita en í staðinn spöruð raforka sem vegna aðgengileika (e. exergy) er mun notadrýgri og verðmætari orkulind þótt verðið endurspegli það ekki að fullu. Ennfremur má gera ráð fyrir minni notkun olíukatla og þar með kolefnislosun. Um helmingur aðkeyptrar raforku til húshitunar myndi sparast.

Áform um varmadælu í Vestmannaeyjum ber að líta á sem brautryðjendaverkefni sem önnur bæjarfélög við sjávarsíðuna geta horft til. Eins og fram kom hér að framan þarf aðeins litlar breytingar á forsendum til þess að slík hagnýting golfstraumsins geti verið hagkvæm í mörgum sjávarbyggðum. Gildi slíks brautryðjendaverkefnis felst ekki síst í því að afla reynslu og rauntalna um uppbyggingu og rekstur sem byggja má á ákvarðanir um frekari útbreiðslu.

Hagnýting varmans í Golfstraumnum myndi auka enn á fjölbreytnina í hagnýtingu endurnýjanlegra orkugjafa á Íslandi en það er eitt af viðfangsefnum stefnumótunar stjórnvalda um sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi, Velferð til framtíðar.

Frosti Gíslason

Þorsteinn Ingi Sigfússon

Ívar Atlason

Árni Geirsson

Efnisyfirlit

1 Inngangur	1
2 Almenn um varmadælu	1
2.1 Vinnuferli og afköst.....	1
3 Hagnýting erlendis	3
4 Forsendur í Vestmannaeyjum	3
4.1 Söguleg þróun.....	3
4.2 Aðrir orkuöflunarmöguleikar.....	4
4.3 Stutt lýsing á veitukerfinu.....	4
4.4 Veitukerfi með varmadælu.....	5
4.5 Rekstarforsendur varmadælu.....	6
5 Umhverfislegir þættir	8
6 Hagrænir þættir og arðsemismat	8
6.1 Rekstrarumhverfi kyntra hitaveitna.....	8
6.2 Arðsemismat.....	8
7 Lagalegir þættir	12
8 Niðurstaða	12
9 Heimildaskrá	13

1 Inngangur

Með varmadælum má nýta varmalind við tiltölulega lágt hitastig til húshitunar. Þær geta því gagnast þar sem jarðhiti er ekki nægur til beinnar húshitunar í stað rafhitunar. Þannig sparast raforka en á móti kemur fjárfesting í varmadæluþúnaði. Ýmsar athuganir hafa verið gerðar á hagkvæmni varmadælna héraðs og verður ekki gerð grein fyrir þeim hér heldur athyglinni beint að þeim hugmyndum sem lúta að hagnýtingu varmadælu fyrir fjarvarmaveituna í Vestmannaeyjum með sjó sem varmagjafa. Vísað er til heimildaskrár varðandi aðrar athuganir.

Markmið athugunarinnar er að skapa traustan grunn ákvörðunartöku um þann tæknilega möguleika að hagnýta varma úr sjó með aðstoð varmadælu, til upphitunar húsa í Vestmannaeyjum.

2 Almennt um varmadælu

2.1 Vinnuferli og afköst

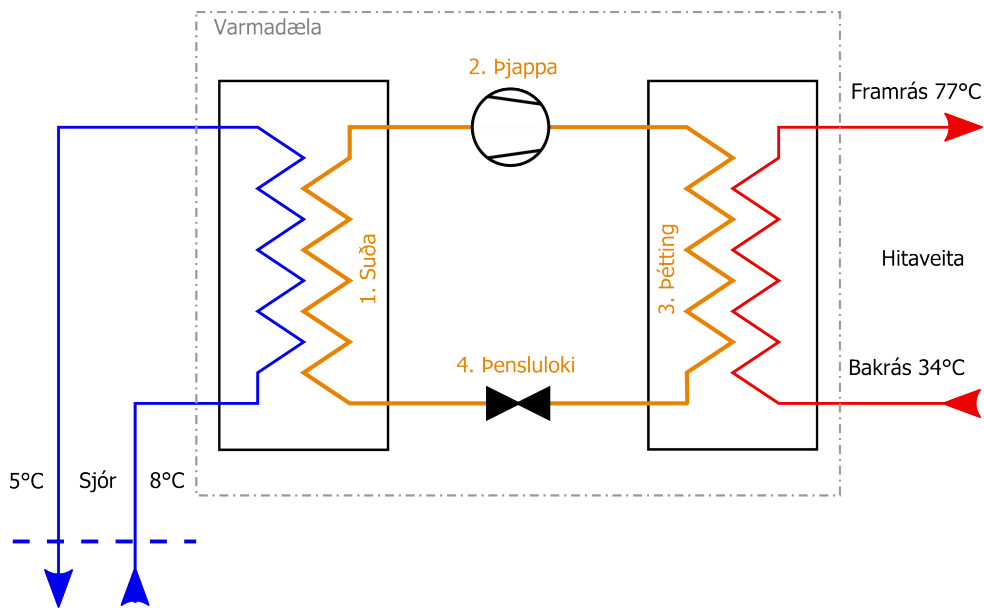
Varmadælu eru vélar sem flytja varma úr efni við lágt hitastig yfir í efni við hærra hitastig. Kalda efnið (varmagjafinn) sem varminn fer úr, það kólnar en heitara efnið, sem tekur við varmanum, það hitnar. Til þess að koma þessu í kring er sérstakur vökví látinn sjóða við lágan þrýsting í varmaskipti sem er á köldu hliðinni og gufan sem við það myndast er látin þéttast og losa þannig varma við hærri þrýsting á heitu hliðinni. Hér er hvorki um nýja tækni né sjaldgæfa að ræða enda er á hverju heimili til varmadæla, sem er ísskápurinn í eldhúsinu. Hins vegar eru varmadælu afar margbreytilegar hvað varðar stærð og hagnýtingu þótt virkni þeirra lúti sömu lögmálum óháð stærð. Reyndar eru til aðrar leiðir til að dæla varma í smáum stíl en þær koma ekki við sögu hér.

Hér verður aðeins gerð örstutt grein fyrir helstu atriðum varðandi eðlisfræði varmadælna en að öðru leyti vísað til greina sem skrifaðar hafa verið um varmadælu og hagnýtingu þeirra á Íslandi, sjá t.d. greinar Odds B. Björnssonar og Ragnars K. Ásmundssonar sem vísar er til í heimildaskrá.

Til einföldunar verður hér lýst varmadælu af sama tagi og hentar til þess að draga varma úr sjó og flytja hann inn í vatnsrás fjarvarmaveitunnar í Vestmannaeyjum. Þar er því um vökvu að ræða beggja vegna.

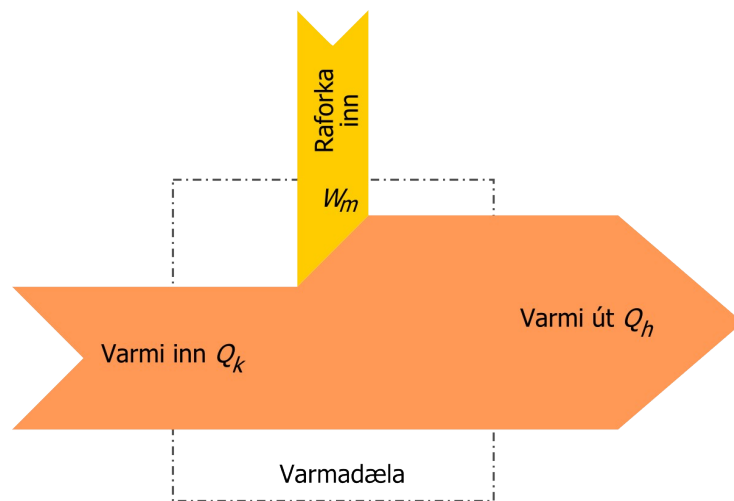
Kjarni varmadælu er lokuð hringrás vinnuvökvu sem valinn er með hliðsjón m.a. af þeim hitastigum sem eru fyrir hendi á hvorri hlið, þ.e. hitastig sjávar og hitastig hitaveituvatnsins. Hringrásin fer um varmaskipti á köldu hliðinni, þaðan í þjöppu, þaðan í varmaskipti á heitu hliðinni og loks gegnum þensluloka áður en hringnum er lokað í varmaskiptinum á köldu hliðinni. Það sem gerist í varmadælu er eftirfarandi:

1. Vinnuvökvinn er hafður við lágan þrýsting í varmaskiptinum á köldu hliðinni og séð til þess að suðumark hans sé lægra en hitastig sjávarins. Varminn úr sjónum flyst því inn í vinnuvökvann og sýður hann.
2. Þjappan tekur við uppgufuðum vinnuvökvannum og hækkar þrýstinginn og skilar samþjöppuðu gasinu inn á varmaskiptinn á heitu hliðinni. Vegna þjöppunarinnar hækkar hitastig gassins verulega. Hitastig og þrýstingur þarf að vera nægilega hár til þess að daggarmark gassins sé við það hitastig sem hitaveituvatnið á að þiggja varmann við.
3. Í varmaskiptinum á heitu hliðinni er gasið við hærra hitastig en hitaveituvatnið og varmaleiðni yfir í hitaveituvatnið leiðir til þess að hitastig gassins fellur og það þéttist innan á veggjum varmaskiptisins. Vökvinn safnast saman og streymir til þenslulokans.
4. Í þenslulokanum lækkar þrýstingurinn svo suðumark vökvans færast aftur niður fyrir hitastig sjávarins.
5. Aftur í skref 1.



Mynd 1: Vinnuferli varmadællunnar, sjá skýringar við tölulíði í texta.

Ef horft er framhjá lítilsháttar varmatöpum gildir að varmaorkan sem færast yfir í hitaveituvatnið Q_h er jöfn samanlagðri þeirri varmaorku sem sótt var í sjóinn Q_k og raforkunni sem var kostað til við að knýja þjöppuna W_m .



Mynd 2: Varminn sem varmadælan skilar er summa varmans sem kemur úr varmalindinni og raforkunnar sem notuð er til að knýja dæluna.

$$Q_h = Q_k + W_m$$

Stóra spurningin er þá sú hve mikilli raforku við þurfum að kosta til, þ.e. hvert hlutfall raforkunnar er af heildarorkunni sem varmadælan skilar. Lögmaðl varmafræðinnar kveða á um lágmark þeirrar raforku sem nota þarf til að knýja þjöppuna miðað við að varmadælan sé öllu leyti fullkomin. Hvert lágmarkið er ræðst af hitastigunum sem vinnuvökvinn sýður og þéttist við. Raunveruleikinn setur svo þetta lágmark heldur hærra vegna þess að ekki er hægt að komast hjá töpum af ýmsu tagi. Ekki verður farið nánar út í þessa sálma hér heldur vísað á fyrrgreindar heimildir og sú staðreynd einfaldlega sett fram að við þau hitastig sem hér um ræðir, þ.e. suðu við 1°C á köldu hliðinni og þéttingu við 77°C á heitu

hliðinni, má búast við að varmadæla geti skilað varmaorku á heitu hliðinni sem er raforkan margfölduð með 2,9:

$$Q_h = 2,9 W_m$$

Hlutfallinu er gefið sérstakt nafn, COP eða aflstuðull. Við sækjumst eftir því að aflstuðullinn sé sem hæstur því þá fáum við hlutfallslega mikinn varmaflutning miðað við raforkuna sem kostað er til. Eftir því sem munurinn á hitastigum hvorrar hliðar er minni, hækkar aflstuðullinn, enda vinnur varmadælan þá léttara verk.

Aflstuðullinn að ofan gildir þegar varmadælan vinnur á fullum afköstum. Ef varmaþörfin er minni en sem svarar fullum afköstum varmadælnnar lækkar aflstuðullinn nokkuð eins og nánar er rakið síðar.

Rétt er að ítreka að aflstuðullinn sem tiltekinn er hér fyrir ofan á aðeins við um þær forsendur sem gefnar eru fyrir fjarvarmaveituna í Vestmannaeyjum og hann er ekki yfirfærانlegur á önnur tilfelli.

3 Hagnýting erlendis

Erlendis eru nokkur fordæmi fyrir því að fjarvarmaveitur sækja varma úr sjó með varmadælum og fer áhugi á slíkum lausnum vaxandi, ekki síst þar sem orka er fengin með bruna eldsneytis. Nokkur reynsla hefur safnast t.d. í Noregi, þar sem sjór er talinn vera góður varmagjafi en þó þurfi að huga vel að inntaksvirkni fyrir sjóinn, því þar geta safnast þörungar og skeljar auk tæringar sem saltvatnið veldur. Þetta vandamál er leyst að hluta með því að taka sjó á 30-50 metra dýpi en þar er hitastig jafnara og vegna ljósleysis er minna um lífverur sem geta valdið skaða. Sjóinn þarf þó að sía.

Einn skýrsluhöfundur heimsótti eina slíka stöð í Noregi í janúar 2009. Bærum Fjernvarme AS rekur fjarvarmaveitu í Fornebu í Oslo og notar varmadælu frá Friothersm bæði til upphitunar og kælingar. Notaðar eru tvær varmadælu, 5,6 og 8,3 MW sem sækja varma úr sjó. Þær eru staðsettar í stóru skrifstofuhúsnæði Telenor í Fornebu. Sjór er tekinn á 30 metra dýpi og leiddur 300 metra leið að varmadælunum.

Þar sem gert er ráð fyrir sjódælingu upp úr borholu í Eyjum má gera ráð fyrir því að gróður og skeldýr við inntakið verði ekki til vandræða. Rekstarkostnaður ætti því að verða lægri að þessu leyti en á móti kemur stofnkostnaður við borholu.

Auk fjarvarmaveitna eru dæmi í Noregi um hótél og ráðstefnuhallir sem nýta varma úr sjó í kerfum með varmafl innan við 1 MW.

Nýlega voru fyrstu húsin tengd við fjarvarmaveitu í Haag í Hollandi, sem byggir á varma úr sjó með hjálp varmadælna. Þar er reyndar varmadæla látin hita framrás veitunnar upp í millihitastig sem síðan er hækkað með varmadælu fyrir hvert hús.

Fjöldmörg önnur dæmi mætti tilfæra og ljóst að áhugi er mikill á þessari hagnýtingu varmadælna.

4 Forsendur í Vestmannaeyjum

4.1 Söguleg þróun

Á síðustu öld voru heimili og fyrirtæki í Vestmannaeyjum nær eingöngu hituð upp með olíu. Olúkatlar voru í hverju húsi í sérstöku rými sem oftast var kallað kyndiklefi eða olúfirkompa. Olútankurinn var síðan úti á lóð næst útvegg kyndiklefans. Helstu gallar olúkyndingarinnar voru kostnaður og eldhætta enda voru eldsvoðar tíðir.

Árið 1962 var lagður sæstrengur til Vestmannaeyja og þá varð mögulegt að nota rafkyndingu sem margir nýttu sér. Ný hús voru nær eingöngu með rafkyndingu og aðrir skiptu úr olíukyndingunni yfir í rafkyndingu, aðallega með þilofnum.

Eftir eldgosíð á Heimaey 1973 kom fram enn einn möguleikinn varðandi upphitun húsa en það var hitaveita sem nýtti varmann frá nýja hrauninu. Þessi möguleiki varð til þess að byrjað að leggja dreifikerfi hitaveitu í bæinn og byggja kyndistöð til þess að nýta varmann frá hrauninu. Kyndistöðin var tekin í notkun í desember 1978.

Að því kom árið 1988 að varminn í hrauninu reyndist ekki nægur til að uppfylla orkuþörf veitunnar og upp frá því hefur rafskautaketill verið notaður til þess að hita vatnið. Kyndistöðin er stundum nefnd „Krafla“ eftir gufuaflsvirkjuninni norður í landi. Einnig er varminn frá Sorpbrennslunni nýttur til upphitunar ásamt afgangsvarma frá fiskimjölsverksmiðjum Ísfélags Vestmannaeyja og Vinnslustöðvarinnar.

Nokkrum sinnum hefur verið leitað eftir heitu vatni á Heimaey en það ekki fundist í nægjanlegu magni.



Mynd 3: Heimaklettur og byggðin í Eyjum

4.2 Aðrir orkuöflunarmöguleikar

Nefnd um orkuöflun til húshitunar í Vestmannaeyjum gaf út skýrslu árið 1987 þar sem fjallað var um orkuöflun til húshitunar í Vestmannaeyjum.

Þar var fjallað um eftirfarandi valkosti:

- Vindorkuver/vatnsbremsa (26 GWh)
- Sorpbrennsluver (16 GWh)
- Svartolíuketill (60 GWh)
- Rafskautaketill (60 GWh)
- Sjávarvarmadæla (30 GWh)
- Sjávarvarmadæla (55 GWh)
- Kolaketill (60 GWh)

Eftir útgáfu þessarar skýrslu var nýr rafskautaketill keyptur og settur upp, sorpbrennsluver sett á laggirnar og þrjár svartolíukatlar settir upp.

Árið 1998 hófst nýting afgangsvarma frá Fiskimjölsverksmiðju Ísfélags Vestmannaeyja og árið 2003 var farið að nýta afgangsvarma frá Fiskimjölsverksmiðju Vinnslustöðvarinnar.

Úrgangsolía, sem er hreinsuð og brennd, er einnig notuð til upphitunar í litlum mæli.

Árið 2001 var gerð könnun á notkun á vindmyllum til upphitunar á vatni og framleiðslu rafmagns fyrir Vestmannaeyjar.

Árið 2005 var boruð 2300 m djúp hola austan við Helgafell til þess að leita að nýtanlegum varma.

4.3 Stutt lýsing á veitukerfinu

Dreifikerfi fjarvarmaveitunnar í Vestmannaeyjabæ er tvöfalt þ.e. bakrásarvatni er veitt til baka til kyndistöðvarinnar þar sem það er hitað upp og sent aftur út um framrásina. Dreifikerfið er tvískipt, efra dreifikerfi og neðra dreifikerfi eftir landhæð í bænum. Notendur greiða fyrir notkun samkvæmt mæli en í langflestum tilfellum er um að ræða rúmmálmælingu og örfáum tilfellum orkumælingu. Alls voru 1428 mælar í kerfinu í janúar 2009.

Gert er ráð fyrir því að varmadæla yrði hliðtengd við ketilinn og látin hita bakrásarvatn að þeim rennismörkum sem hún annar en ketillinn myndi hita það rennsli sem varmadælan annar ekki. Rennsli frá katli og varmadælu sameinast síðan inn á framrás beggja dreifikerfa.

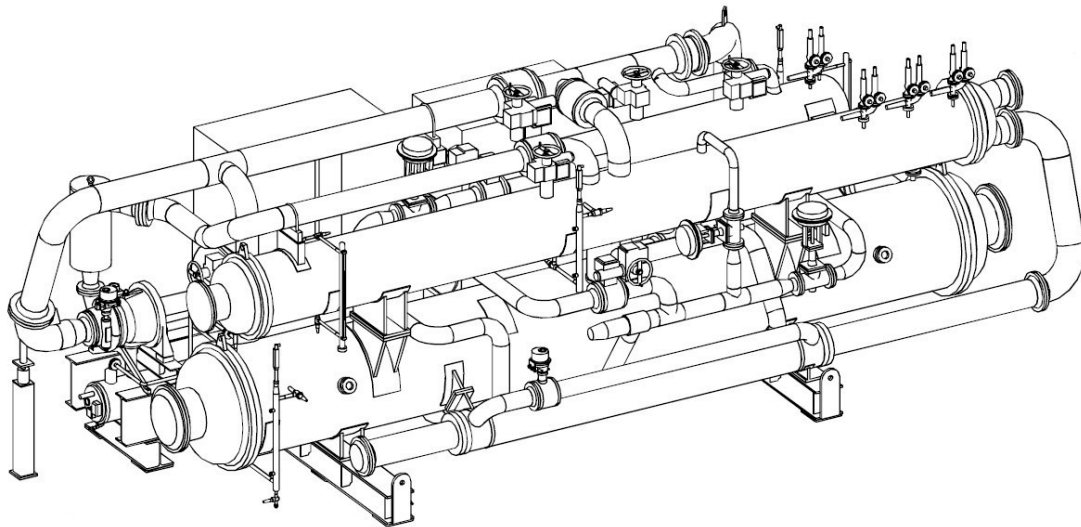
4.5 Rekstarforsendur varmadælu

Óskgildi hitastýringar í framrás hitaveitunnar er 77°C en mælt hitastig er oftast á bilinu 74 - 76°C. Hitastig bakrásarinnar er breytilegra, bæði eftir varmaálagi í byggðinni og því hvort sorpbrennslan er í gangi eða ekki, yfirleitt 33 - 38°C. Rennslið er yfirleitt á bilinu 50 - 250 m³/klst eftir veðri og sveiflast því eftir árstíma.

Öll raforka sem notuð er í Vestmannaeyjum kemur um rafstreng frá meginlandinu. Málafli rafstrengsins og spennuvirkja sem honum tengjast er 22 MW og því ljóst að það munar um 20 MW rafketilinn þegar hann er á fullu afli. Varmadæla er því áhugaverð m.a. til þess að létta álagi af rafstrengnum.

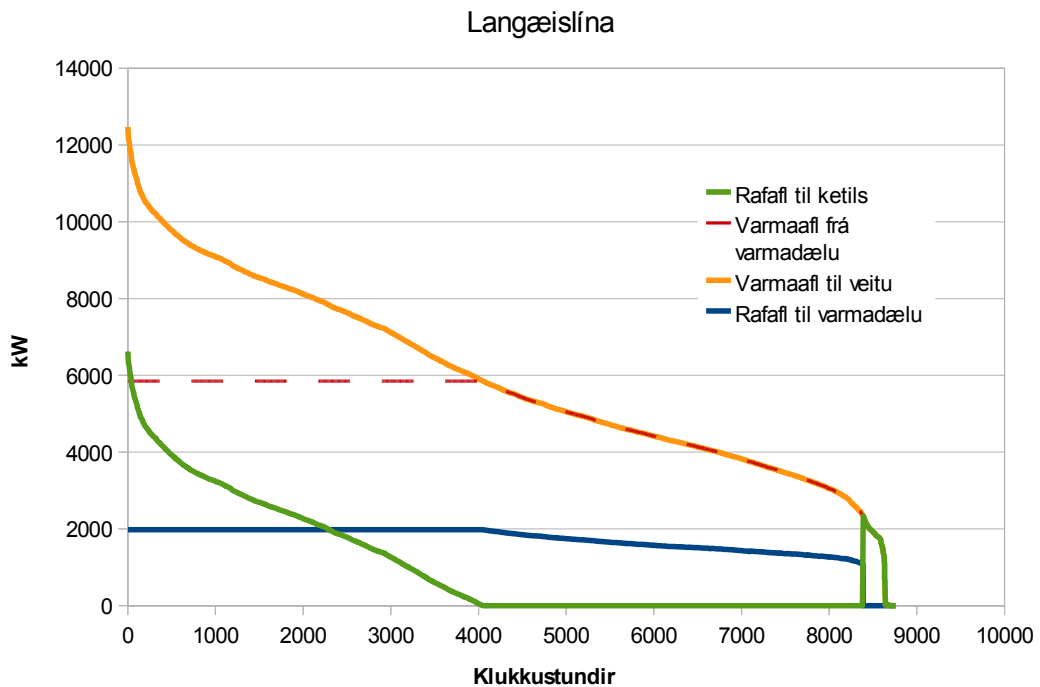
Til þess að finna heppilegt málafli varmadælnnar er reynt að tryggja að hún gangi sem lengst á fullum afköstum. Oft er miðað við að heppilegt málafli varmadælu til þessara nota sé um 50% af hámarksafli hitaveitunnar [Oddur B. Björnsson, 2003]. Reiknuð var langæisliða fyrir rafskautsketilinn, byggð á gögnum um rekstur hans árið 2006 (sjá neðar). Þar kemur fram m.a. að hámarksafli er um 12,4 MW.

Til hliðsjónar við frekari útreikninga á rekstrarforsendum og arðsemi er höfð varmadæla frá Friotherm AG í Sviss skv. gögnum sem send voru Hitaveitu Suðurnesja í desember 2008. Þar er valin varmadæla með hliðsjón af varmaálagi í hitaveitu Vestmannaeyjabæjar, gerð UNITOP 28/28CY, með málafli 5.850 kW, þ.e. sá varmi sem losaður er á þéttihlið varmadælnnar við full afköst. Hámarksafstuðull (COP) þessarar varmadælu er 2,957. Þetta val á stærð varmadælnnar er í góðu samræmi við regluna sem vikið var að hér á undan.



Mynd 6: Útlitsmynd af varmadælnni sem miðað er við. Heildarlengd búnaðarins er um 12 metrar.

Miðað er við að bakrásarvatn hitaveitunnar komi að varmadælnni við 34°C og hitni upp í 77°C. Þá er gert ráð fyrir sjávarhita 8°C og að hann sé lækkaður um 3°C á suðuhliðinni. Meðalhiti sjávar yfir árið er um 8,4°C og fer niður undir 6°C á veturna en yfir 10°C á sumrin. Sjórinn komi úr borholu neðan við fjarvarmaveituna sem stendur í 37 m hæð yfir sjávarmál og honum verði dælt með 0,2 MW dælu til varmaskiptis á gufunarhlið varmadælnnar, síðan aftur út í sjó eða í borholu. Þótt þessi breytileiki sjávarhitans hafi nokkur áhrif á afköst varmadælnnar eru þau ekki tekin með í reikninginn þar sem ætla má að þau jafnist að verulegu leyti út yfir árið.



Mynd 7: Langæislína fyrir varmaafi fjarvarmaveitunnar með varmadælu. Í heilu ári eru 8760 klukkustundir.

Myndin hér fyrir ofan sýnir langæislínu varmaafis sem kerfið þurfti árið 2006, byggða á gögnum um rekstur rafskautaketilsins (gul lína, efst). Neðri línurnar sýna hvernig sama varmaafi hefði verið framleitt, annars vegar með rafafli til ketilsins (græn lína) og hins vegar rafafli til varmadælnnar (blá lína). Varmadælan breytir rafafliinu inn (bláu línunni) í næstum þrefalt meira varmaafi út (rauða brotna línan) og tæpan helming ársins dugar það. Þegar varmaálagið er mest þarf ketillinn (græn lína) að skaffa það sem upp á vantar. Athuga ber að til þess að auðvelda samanburð er sama röðun aflagilda látin halda sér fyrir allar línurnar, sem veldur því að græna línan fyrir ketilinn verður ekki alveg rétt langæislína en sýnir í staðinn hvernig varmadælan dettur út lengst til hægri, þ.e. þær stundir þar sem varmaálagið er minnst, sem væntanlega gerist á heitum sumardögum. Eftir sem áður gildir að flatarmálið undir hverri línu gefur til kynna heildarorkuna sem sú lína stendur fyrir.

Af myndinni má lesa að í um 4.000 klukkustundir á ári gengur varmadælan á fullu rafafli (1.978 kW) og framleiðir þá 5.850 kW af varma inn á veituna. Þegar aflþörfin til hitunar er meiri en þetta hámarks varmaafi varmadælnnar er ketillinn notaður á sama tíma til að framleiða varmann sem þörf er fyrir umfram afköst varmadælnnar. Í um 4.400 stundir annar varmadælan allri aflþörfinni og gengur á hlutaálagi. Ekki er hægt að nota varmadæluna við lægra hlutaálag en 50% og þess vegna er slökkt á henni í um 360 stundir og ketillinn látinn annast alla hitunina, eins og sést lengst til hægri á línuritinu.

Við hlutaálag lækkar aflstuðull varmadælnnar. Við fullt álag er hann 2,957 en lækkar niður í 2,81 við 75% álag og 2,36 við 50% álag.

Niðurstaða þessara reikninga er að ef þessi varmadæla hefði verið í gangi með þeim hætti sem hér er lýst árið 2006 hefði raforkunotkunin (þ.e. samanlagt flatarmál undir bláa og græna ferlinum) verið 24,5 GWh í stað 51,9 GWh sem raunin varð án varmadælnnar. Raforkunotkunin með varmadælnni er því 47% af notkuninni án varmadælnnar. Þetta hlutfall verður notað sem forsenda í arðsemisreikningum.

Taka þarf tillit til þess við arðsemisreikninga að sjóðæling er veruleg, því miðað við 3°C hitastigslækkun sjávarins þarf 1.074 m³/klst af sjó.

5 Umhverfislegir þættir

Ýmsir þættir sem varða umhverfið geta haft áhrif á hagkvæmni varmadælnnar í stærra samhengi. Nefna má eftirfarandi:

- Með tilkomu varmadælnnar má gera ráð fyrir minni olúkyndingu í Eyjum, bæði vegna hitaveitunnar sjálfar og vegna þess að raforkustrengur til Vestmannaeyja er fulllestaður yfir vertíðar. Fiskvinnslustöðvarnar fá ekki nægilegt rafmagn til þurrkunar á mjöli og þurfa að grípa til olúkyndingar yfir vertíðina. Með varmadælum fyrir fjarvarmaveitu Vestmannaeyja skapast Hitaveitu Suðurnesja aukið svigrúm til að útvega rafmagn til fiskvinnslustöðvanna án þess að rafstrengurinn verði endurnýjaður strax.
- Með hagnýtingu varmadælnnar færast notkun frá raforku, sem hefur mikinn aðgengileika (exergy) yfir í varmaorku. Þetta hefur þann kost að hagnýta má rafmagnið þar sem aðgengileikans er þörf eða spara það til að virkjunarmöguleikar nýtist betur. Reikna má með því að stofnkostnaður vatnsaflvirkjunar sé um 150 kr/W. Þá myndi kosta 585 milljónir að reisa virkjun til þess að skaffa 3,9 MW. Með hagnýtingu varmadælnnar losnar sú fjárfesting til annarra þarfa. Það mætti hugsa sér að styrkur til nýjunga í orkuframleiðslu væri tiltekið hlutfall af þessari fjárhæð.
- Sjórinn sem varmadælan tekur inn á sig kólnar um u.þ.b. 3°C. Kanna þarf hvaða leiðir eru heppilegastar til þess að skila þessum kalda sjó út í náttúruna með sem minnstum tilkostnaði og án þess að hafa neikvæð áhrif á lífverur. Hér er gengið út frá því að einföld losun sjávarins út í hafið eða í borholu, sé ásættanleg og ódýr leið.

Þótt vakin sé athygli á þessum þáttum hafa þeir ekki áhrif á arðsemismatið.

6 Hagrænir þættir og arðsemismat

6.1 Rekstrarumhverfi kyntra hitaveitna

Raforka til húshitunar á köldum svæðum er niðurgreidd skv. heimild í lögum nr. 78/2002 og reglugerð nr. 284/2005 m.s.br. í samræmi við fjárveitingar á fjárlögum til slíkra niðurgreiðslna. Fjárhæð niðurgreiðslna er ákveðin af iðnaðarráðherra á hverju ári í samræmi við fjárveitingar og að fengum tillögum Orkusstofnunar um hámarksfjölda kWh sem niðurgreiða skal fyrir hverja íbúð. Undanfarin ár hefur verið miðað við að niðurgreiðsla vegna kyntra hitaveitna nemi kr. 2,04 fyrir hverja kWh sem upphitunin krefst. Kyntum hitaveitum hefur boðist ótryggt rafmagn undanfarið á 1,64 kr/kWh en reynsla undanfarinna ára sýnir að afhendingarrof eru mjög fátíð. Í Vestmannaeyjum eru olúkatlar til reiðu ef afhending raforku rofnar.

Nú eru mest 40.000 kWh niðurgreiddar fyrir hverja íbúð á ári. Lögin kveða á um það að ef varmadæla er notuð skuli niðurgreiðslan aðeins ná til þriðjungs þessa fjölda kílóvattstunda, eða 13.333 kWh (Iðnaðarráðuneytið, 2005). Í frumvarpi til laga um breytingu á fyrrgreindum lögum, sem lagt var fyrir 136. löggjafarþing er gert ráð fyrir því að þessi skerðing falli brott enda verður hún til þess að eigandi varmadælnnar nýtur engra hagsbóta af fjárfestingu í henni.

6.2 Arðsemismat

Arðsemi varmadælnnar má meta frá mismunandi sjónarhornum sem snúa einkum að því hvert verðmæti orkusparnaðarins er. Fara má nærri um stofn- og rekstrarkostnað varmadælnnar ásamt þeim orkusparnaði sem af notkun hennar hlýst en matið á verðmæti sparnaðarins er teygjanlegra eftir því hver metur og hvaða forsendur eru notaðar.

6.2.1 Stofnkostnaður og rekstur

Eins og áður er getið er stuðst við upplýsingar um varmadælu frá Friothersm í Sviss og tæknilegum eiginleikum hennar lýst hér fyrir framan. Stofnkostnaður miðast við gengi gjaldmiðla í mars 2009.

Áætlaður stofnkostnaður kemur fram í töflunni hér fyrir neðan, í milljónum króna. Mestri óvissu valda gengi krónunnar og kostnaður við borholur.

Varmadæla, DDU	351,0
Uppskipun, niðursetning	1,0
Gangsetning	4,4
Húsbygging, 140 m ²	16,0
Sjódæluvirki, með borholum og byggingu	44,0
Annar stofnkostnaður	2,0
Stofnkostnaður alls	416,4

Rafkyntar hitaveitur greiða núna taxa ótryggs rafmagns sem er 1,64 kr/kWh en undanfarin ár hefur lítið verið um afhendingarrof. Fyrirsjáanlegt er að breytingar verði á verðlagningu þegar rafrænn skyndimarkaður með raforku tekur til starfa en verðþróunin er óviss. Þó má ætla að almennt sé vaxandi eftirspurn eftir raforku sem framleidd er með endurnýjanlegum orkugjöfum um leið og vaxandi umhverfiskostnaður leggst á raforku sem leiðir af sér kolefnislosun. Ef horft er framhjá niðurgreiðslum líta helstu rekstrarþættir svona út:

Árleg varmaorkuþörf til kyndingar	52,00 GWh
Þar af raforka til hitunar og reksturs varmadælu	47%
Aðkeypt raforka alls	24,9 GWh
Raforkuspamaður	27,1 GWh
Orkuverð	1,64 kr/kWh
Sparaður orkukostnaður	44,4 MKr / ár
Fráðreginn rekstrarkostnaður	-6,2 MKr / ár
Fráðregnar niðurgreiðslur	0,0 MKr / ár
Nettó sparnaður á ári	38,2 MKr / ár

Þeir þættir sem bjóða helst upp á vangaveltur eru litaðir með gulum lit í töflunni hér fyrir ofan, þ.e.a.s. orkuverðið og það hvað hagnýting varmadælu þarf að bera mikla niðurfellingu á niðurgreiðslum. Síðartalda atriðið er reyndar engum vafa undirorpið því um það gilda landslög og ljóst að ef varmadæla er hagnýtt í kyntri hitaveitu myndu niðurgreiðslur falla niður. Í þessari fýsileikakönnun verður samt lítið svo á að skoða megi fleiri möguleika í þessum efnunum.

Hér á eftir eru sett fram þrjú sjónarhorn sem gera ráð fyrir breyttu fyrirkomulagi. Ef fjárfest væri í varmadælu við gildandi lög myndi hámarksniðurgreiðsla skerðast um tvo þriðju og styrkur myndi ekki fást til fjárfestingarinnar. Þar sem veitan þyrfti þá bæði að standa straum af fjárfestingunni og taka á sig verulegan hluta niðurgreiðslanna er útilokað að slíkt geti borgað sig.

6.2.2 Sjónarhorn A

Forsendur:

Hitaveita, sem kyndir með rafmagni, kaupir varmadælu til þess að drýgja þá raforku sem keypt er til hitunarinnar. Aukin rekstrarhagkvæmni greiðir upp stofnkostnað við varmadælu.

Gengið er út frá því að hitaveitan fjármagni varmadælu sjálf, eins og annan búnað veitunnar. Jafnframt er gert ráð fyrir því að fjárfestingin snerti ekki fyrirkomulag niðurgreiðslna en til þess þarf lagabreytingu.

Við þessar forsendur er það stjórn Hitaveitu Suðurnesja sem stendur frammi fyrir þeirri ákvörðun hvort fjárfesta beri í varmadælu, t.d. af þeirri gerð sem hér um ræðir og njóta í staðinn lægri raforkukostnaðar. Þrjár stærðir ráða úrslitum um það hver niðurstaðan verður:

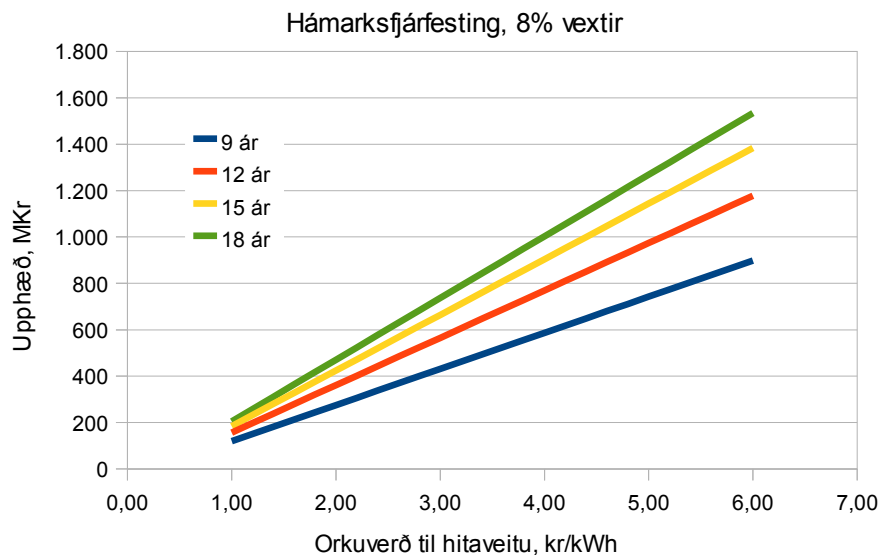
- Raforkuverð, sem ákvarðar árlegan sparnað á endurgreiðslutíma fjárfestingarinnar.
- Lengd endurgreiðslutímans.
- Vaxtakrafa, sem gerð er til fjárfestingarinnar.

Reikna má núvirði S_N árlegs sparnaðar S_A á vöxtum i yfir árafjöldann n til samanburðar við stofnkostnað, með eftirfarandi jöfnu:

$$S_N = S_A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Ef gefnar eru mjög varfærnar forsendur um sama raforkuverð og nú gildir haldist allan endurgreiðslutímann og fjárfestingin skili sér með 8% vöxtum á 16 árum er aðeins svigrúm fyrir liðlega 300 milljón króna fjárfestingu en það dugar ekki fyrir varmadælu. Sé hins vegar gert ráð fyrir því að meðaltalsverð raforkunnar verði 2,00 kr/kWh á sama endurgreiðslutíma og með sömu vöxtum er fjárfestingin á mörkum þess að borga sig. Allar tilslakanir í forsendum umfram þessar leiða því af sér jákvæða niðurstöðu.

Það er því ekki útilokað að HS líti á varmadælu sem hagkvæman fjárfestingarkost eftir því hvaða forsendur fyrirtækið vill gefa sér um orkuverð í nútíð og framtíð, endurgreiðslutíma og vexti. Með því að halda niðurgreiðslum óbreyttum væri ríkið í raun kaupa rafhitun vatnsins af HS frá ári til árs án þess að skipta sér af því hvernig farið væri að því að hita vatnið og HS gæti þá nýtt sér úrræði á borð við varmadælu ef það reynist hagkvæmt. Niðurgreiðslan myndar þannig svigrúm í gjaldskrá HS til þess að leita hugvitsamlegra leiða til þess að hita vatnið.



Mynd 8: Sýnd er hámarksupphæð fjárfestingar í varmadælu miðað við 8% vexti og mismunandi endurgreiðslutíma.

6.2.3 Sjónarhorn B

Forsendur:

Ríkisvaldið vill komast undan niðurgreiðslum með því að stuðla að orkusparandi aðgerðum á veitusvæði kyntrar hitaveitu, eins og nú þegar er gert ráð fyrir í lögum. Ríkið veitir því styrk til kaupa á varmadælu en lækkar í staðinn niðurgreiðslur sem nemur því hlutfalli raforkunnar sem sparast. Þá vaknar sú spurning hvers virði það er fyrir ríkið að losna við hverja niðurgreidda kílóvattstund. Núna (mars 2009) miðast niðurgreiðsla fyrir kyntar hitaveitur við 2,04 kr/kWh. Af gildandi lögum verður ekki annað séð en að ríkið vilji nota þá tölu eða sömu forsendu til að ákvarða styrk til orkusparandi aðgerða, óháð innkaupsverði raforku til veitunnar. Óljóst er hvaða hlutfall niðurgreiðslu kynni að falla niður ef orkusparandi aðgerð sparar hluta af aðkeyptri raforku í kerfi sem þjónar bæði heimilum sem njóta niðurgreiðslu og fyrirtækjum sem njóta hennar ekki.

Gengið er út frá lagabreytingum sem fólgnar eru í frumvarpi til laga um breytingu á lögum nr. 78/2002, með breytingartillögum, þar sem heimilað er að styrkja breytta orkuöflun til húshitunar.

Jafnframt slíkum styrk myndi niðurgreiðsla til notenda falla niður í hlutfalli við orkusparnað og hitaveitan þurfa að lækka söluverð sitt sem því næmi.

Ef þetta sjónarhorn gildir getur HS væntanlega fengið styrk sem nemur 8 ára niðurgreiðslum til þess að fjármagna varmadælu. Árlega sparar varmadælan um 28 GWh sem samkvæmt ofangreindu verðmati (2,04 kr/kWh) nemur kr. 56 milljónum króna árlega og styrkurinn væri því áttföld sú fjárhæð eða 448 milljónir. Sá böggull fylgir þó skammrífi að HS myndi væntanlega þurfa að sjá til þess að notendur þyrftu ekki að greiða meira fyrir heita vatnið en áður og þar með minnka tekjur af heitavatnssölu um sömu 56 milljónir árlega.

HS stendur þá frammi fyrir því að fá 448 milljónir í styrk en þurfa í staðinn að bera mismuninn á lægra söluverði (56 m) og raforkusparnaði (38 m) sem nemur um 18 milljónum árlega, um aldur og ævi, ef forsendur haldast óbreyttar.

Heildarfjárhæð niðurgreiðslanna er um 75 milljónir á ári og eins og dæmið er lagt upp hér er lítið svo á að varmadælan þjóni aðeins heimilum og allur sparnaður sem af henni hlýst nýttist þeim, þ.e. 56 milljónir á ári. Það dugir þó ekki til og eftir standa 19 milljónir sem ríkið mun áfram þurfa að greiða heimilunum.

Nú er, eins og áður er getið, óvíst hvernig raforkuverð breytist en telja verður líklegt að það hækki frekar en lækki. Óvíst er hvort HS getur þá hækkað verð til að mæta hærri kostnaði og í því felst nokkur áhætta.

Vandinn við þetta fyrirkomulag er sá að HS myndi þurfa að nota fé sem sparast í raforkukaupum umfram það sem fyrirtækið tekur á sig af niðurgreiðslum eða lækkuðu verði til notenda til þess að fjármagna næstu varmadælu, ef sú fyrsta fæst nokkurn veginn fyrir styrkinn. Ef raforkuverð hækkar eykst sparnaðurinn en gera má ráð fyrir því að niðurgreiðslurnar hækki þá líka og óvíst að dæmið verði nokkurntíma jákvætt. Athuganir sýna að til þess að unnt sé að greiða fyrir 400 milljón kr. varmadælu á 20 árum með 8% vöxtum þarf orkuverð á kWh að vera næstum 2 krónum hærra en niðurgreiðsluverðið. Styrkfyrirkomulagið sem kveðið er á um lögnum er því ekki líklegt til að henta þeim sem vilja bæta orkunýtingu kyntrar hitaveitu með varmadælu þótt það kunni að henta þeim sem vilja setja á stofn nýja hitaveitu þar sem engin er fyrir. Munurinn er þessi:

- Þegar ný hitaveita er stofnsett lýtur hún sömu lögmálum og aðrar hitaveitur og þarfnast óverulegrar raforkunotkunar. Það er því engin þörf lengur fyrir niðurgreiðslur og sala á heitu vatni dugar fyrir viðhaldi og afskriftum kerfisins.
- Þegar varmadælu er bætt inn í rafkynta fjarvarmaveitu minnkar raforkunotkun um u.þ.b. helming í því tilfelli sem hér er til skoðunar. Þessi sparnaður helst þó ekki nema með verulegum rekstrarkostnaði auk afskrifta, sem er umfram búnað venjulegrar hitaveitu. Hitaveitunni verður að falla til sparnaður umfram andvirði niðurgreiðslna til að mæta þessum kostnaði en undir því styrkjafyrirkomulagi sem löginn gera ráð fyrir virðist það ekki vera líklegt.

Ávinningurinn af hagnýtingu varmadælunnar felst í raforkusparnaði sem er umfram rekstarkostnað auk afskrifta og niðurgreiðslna sem kynta hitaveitan tekur á sig. Sá sem ber áhættu af óvissuþáttum varðandi fjárfestinguna verður líka að njóta ávinningsins, a.m.k. að verulegum hluta. Með því fyrirkomulagi sem löginn kveða á um, virðist þessa ekki vera gætt.

6.2.4 Sjónarhorn C

Forsendur:

Ríkisvaldið vill ýta undir tæknilegan fjölbreytileika í hagnýtingu sjálfbærra orkulinda og tæknipækkingu sem því viðfangsefni tengist. Af þeim sökum verði veittir styrkir til kyntra hitaveitna sem vilja fara ótroðnar slóðir í hagnýtingu endurnýjanlegra orkugjafa, t.d. með varmadælum, vindmyllum, bruna lífeldsneytis eða öðrum leiðum. Styrkirnir verði veittir til að greiða hluta stofnkostnaðar, t.d. 1/3. Áskilið sé að styrkþegi miðli þekkingu sinni og reynslu af uppsetningu og rekstri búnaðar sem um ræðir.

Ekki er tekin afstaða til þess hér hvaða styrki eða fjárveitingar hér kynni að vera um að ræða.

Fáist styrkur af þessu tagi er líklegt að fjárfestingarkosturinn sé hagstæður fyrir HS með sama hætti og lýst er í sjónarhorni A, jafnvel við það lága orkuverð sem nú er greitt. Styrkveitingin verður ekki til þess að niðurgreiðslur falli niður en margvíslegur óbeinn hagur er af fjárfestingunni fyrir þjóðarbúið, s.s. aukin tækniþekking, aukin fjölbreytni í orkutækni og betri nýting orkulinda. Notkun varmadællunnar sem hér hefur verið fjallað um mun létta um 3,9 MW af raforkukerfinu og þá sérstaklega rafstrengnum út í Eyjar, sem er þegar fulllestaður. Að auki mun sparast 585 MKr fjárfesting í virkjunum eins og áður var getið, miðað við að verð á nýju uppsettu afli í vatnsaflvirkjunum sé 150 kr/W.

7 Lagalegir þættir

Sjónarhornin sem sett eru fram hér að framan vísa til gildandi laga og breytinga á þeim sem þegar eru ráðgerðar. Fyrirhugaðar breytingar [Alþingi, 2009] nægja þó ekki til þess að kynt hitaveita eins og um er að ræða í Vestmannaeyjum geti á hagkvæman hátt nýtt sér varma úr sjó með varmadælu. Hér er því sett fram tillaga til úrbóta.

Æskilegt væri að kynt hitaveita geti að verulegu leyti ráðið því sjálf hvernig hún verður sér úti um þá varmaorku sem þarf til að kynda hitaveituna án þess að það hafi áhrif á niðurgreiðslur, enda sé þá ekki um hitaveitu að ræða. Með niðurgreiðslu til notenda myndast svigrúm í gjaldskrá sem nú er ætlast til að hitaveitan noti til að standa straum af raforkukaupum til kyndingar. Ef ríkisvaldið er tilbúið til þess að leyfa hitaveitunni að nota þetta sama svigrúm til annarrar jafngildrar orkuöflunar, án þess að tilgreina hana frekar, getur hitaveitan notað útsjónarsemi sína til þess að leita annarra hagkvæmra leiða. Vissulega bætir þetta hag ríkissjóðs ekki beint þar sem niðurgreiðslur yrðu óbreyttar en hagnaðarvon hitaveitunnar gæti örvað hana til að hagnýta nýja tækni eða þróa hugvitsamlegar leiðir. Af þessu væri skýr óbeinn hagur fyrir samfélagið allt án þess að það kosti neinu til aukalega. Setja mætti skilyrði um að þetta ætti aðeins við um vistvæna orkuöflun. Fyrirkomulag niðurgreiðslna yrði að öðru leyti óbreytt.

8 Niðurstaða

Sú athugun sem hér er lýst leiðir í ljós að hvorki núgildandi lög né þau úrræði sem felast í nýju frumvarpi um breytingar á lögum um niðurgreiðslur húshitunarkostnaðar eru líkleg til þess að gera hagnýtingu varmadælna fýsilega, í því tilfalli sem hér hefur verið skoðað. Á hinn bóginn mætti með einfaldri lagabreytingu gera þær að áhugaverðu sparnaðartækifæri fyrir kyntar hitaveitur án lækkunar á niðurgreiðslum ríkisins. Ríkið hefði óbeinan hag af slíkri ráðstöfun þar sem fjölbreyttari endurnýjanlegar orkulindir myndu nýtast. Gera má ráð fyrir því að vinnsla varma úr sjó hefði mjög óveruleg umhverfisáhrif og hún sparar töluverða raforku.

Niðurstaðan er því sú að með einfaldri lagabreytingu má gera hagnýtingu varmadælna að arðsömum og áhugaverðum kosti í orkuöflun. Rekstraraðilar kyntra hitaveitna myndu ná fram sparnaði og samfélagið allt myndi ná aukinni breidd í tækniþekkingu og fjölbreytilegri, sjálfbærri nýtingu orkulinda.

9 Heimildaskrá

Alþingi, 2002: Lög um niðurgreiðslur húshitunarkostnaðar, nr. 78/2002.

Alþingi, 2009: Þingskjal 675, lagt fram á 136. löggjafarþingi ásamt breytingartillögum.

Iðnaðarráðuneytið, 2005: Reglugerð um niðurgreiðslur húshitunar, nr 284/2005, m.s.br.

Norsk Teknologi, 2008: Varmepumper, hefte nr. 9.

Oddur B. Björnsson, 2003: Varmadælur og hlutverk þeirra á Íslandi. Jarðhitafélag Íslands, rit 7/2003

Oddur B. Björnsson ofl., 2005: Notkun varmadælna til húshitunar í Vík í Mýrdal. Hagkvæmniathugun. Orkustofnun, Mýrdalshreppur og Fjarhitun.

Ragnar K. Ásmundsson, 2005: Varmadælur, hagkvæmni á Íslandi. ÍSOR-2005/024

Þórólfur Hafstað, 2009: Upplýsingar veittar í samtali.