

Nefnd iðnaðarráðuneytisins

SJÁLFBÆRT ORKUKERFI Í GRÍMSEY
- greinargerð nefndarinnar

Febrúar 2003

Samantekt niðurstaðna

Skýrslan geymir yfirlit yfir núverandi orkukerfi í Grímsey og samantekt yfir þær úttektir sem gerðar hafa verið á undanförunum árum á möguleikum varðandi uppsetningu og rekstur nýrra orkukerfa í Grímsey.

Í skýrslunni er gerð forúttekt á fimm orkukerfum í Grímsey og árlegur kostnaður við þau er borinn saman við kostnað við núverandi kerfi. Hagkvæmni vindbeislunar í Grímsey er skoðuð á grundvelli tilboðs frá danska vindmylluframleiðandanum Vestas sem býður minnstu fjöldaframleiddu vindmyllu sína til uppsetningar í Grímsey. Hagkvæmni þess að leggja hitaveitu í Grímsey er skoðuð og miðað við að heitt vatn komi úr borholu eða að vatn verði hitað í olíukatli eða rafskautakatli.

Lagning hitaveitu í Grímsey virðist vera vænlegur kostur ef nýta má jarðhitavatn til húshitunar eða ef hita má vatn upp með afgangorku frá vindmyllu. Árlegur sparnaður af þessum orkukerfum er þó ekki mikill m.v. núverandi orkukerfi og er nauðsynlegt að ráðast í frekari athuganir á orkukerfunum áður en ákvarðanir eru teknar um fjárfestingar.

Efnisyfirlit

Samantekt niðurstaðna	2
Efnisyfirlit	3
1 Inngangur	4
2 Staðhættir	5
2.1 Staðhættir	5
2.2 Núverandi fyrirkomulag orkumála.....	5
3 Leiðir í átt að sjálfbæru orkusamfélagi	9
3.1 Inngangur	9
3.2 Vindbeislun	10
3.3 Rafstrengur	11
3.4 Efnarafalar	11
3.5 Hitaveita - dreifikerfi.....	12
3.6 Jarðhiti.....	12
3.7 Varmadæla	13
3.8 Olíu- og rafskautakatlar.....	14
3.9 Brennsla sorps	14
4 Fjárhagslegir útreikningar	15
4.1 Inngangur	15
4.2 Kostur 1a – Vindmylla til raforkuframleiðslu.....	15
4.3 Kostur 1b – Vindmylla til raforkuframleiðslu, rafofnar til upphitunar	16
4.4 Kostur 2a – Hitaveita og brennsla svartolíu	16
4.5 Kostur 2b – Hitaveita og nýting jarðhitavatns	17
4.6 Kostur 3 – Hitaveita og vindmylla	17
5 Samanburður orkukerfa.....	18
6 Niðurstöður.....	20
Heimildir	21

1 Inngangur

Þann 6. júlí 2001 skipaði iðnaðarráðherra nefnd til að meta hvort og með hvaða hætti unnt sé að koma á sjálfbæru orkusamfélagi í Grímsey. Nefndin skyldi koma með tillögur um mögulegar leiðir og gera ítarlega grein fyrir hagkvæmni viðkomandi kosta út frá umhverfislegum, tæknilegum og fjárhagslegum forsendum. Í nefndina voru skipuð þau Hjálmar Árnason alþingismaður (formaður), Þorsteinn I. Sigfússon prófessor, Örn Helgason prófessor, Helga Tulinius jarðeðlisfræðingur og Árni Ragnarsson verkfræðingur.

Snemma á árinu 2002 kom Helgi Þór Ingason véla- og iðnaðarverkfræðingur að störfum nefndarinnar og hefur gert útreikninga og tekið saman eftirfarandi greinargerð um sjálfbært orkukerfi í Grímsey. Allir nefndarmenn hafa komið að samantekt og yfirlestri greinargerðarinnar en einkum þó og sér í lagi þeir Árni Ragnarsson og Þorsteinn I. Sigfússon. Þá hefur Steinar Friðgeirsson veitt mikilvægar upplýsingar.

Tafla 2.1 Olíunotkun í Grímsey árin 1999, 2000 og 2001 – olíunotkun báta er þó undanskilin (Árni Ragnarsson, 2001 og 2002).

	Upphitun húsnæðis		Rafstöð	Alls	Verð	Heildarkostnaður	
	Atvinnu-	Íbúðar-			m.VSK	vegna hitunar	
	líttrar	líttrar	líttrar	líttrar	Hitun	Atvinnu-	Íbúðar-
					kr/l	þ.kr	þ.kr
1999	57.539	123.973	204.208	385.720	22,51	1.295	2.791
2000	55.967	120.552	216.728	393.247	34,45	1.949	4.152
2001	67.223	121.437	229.253	417.913	43,94	2.954	5.336

2.2.1 Notkun olíu til upphitunar

Hús í Grímsey eru hituð með gasolíu, sem brennd er í miðstöðvarkötlum í hverju húsi. Alls eru 32 íbúðarhús hituð með olíu í Grímsey, en einnig er hluti atvinnuhúsnæðis í eygni hitaður með olíu enda þótt mestur hluti þess muni vera úpphitaður (VST, 1994). Að auki eru tvö íbúðarhús og eitt sumarhús ásamt sundlaug hituð upp með því að nýta afgangsvarma frá dísilvélum til raforkuvinnslu. Samkvæmt Landskrá fasteigna er heildarrúmmál þeirra íbúðarhúsa sem kynnt eru með olíu 13.757 m³ og meðalstærð þeirra er því 430 m³. Miðað við 9,92 kWh/l orkuinnihald í olíu og 70% nýtnihlutfall var meðalorkunotkun til hitunar íbúðarhúsnæðis í Grímsey árið 1999 62,6 kWh/m³, 60,8 kWh/m³ árið 2000 og 61,3 kWh/m³ árið 2001. Til viðbótar við íbúðarhúsnæði er hluti atvinnuhúsnæðis upphitaður og lætur nærri að 22.700 m³ af húsnæði í eygni séu upphitaðir (Ásgeir Ólafsson og Sigurður Óli Guðmundsson, 2001). Heildar olíunotkun vegna upphitunar í Grímsey var 181.512 lítrar árið 1999 (1.260 MWh), 176.514 lítrar (1.226 MWh) árið 2000 og 188.660 lítrar (1.310 MWh) árið 2001. Meðalorkunotkun til húshitunar í Grímsey má bera saman við almennt viðmið Orkuspárnefndar sem gerir ráð fyrir að orkunotkun á Norðurlandi sé 75 kWh/m³. Samkvæmt þessu er orkunotkun til húshitunar í Grímsey heldur minni en viðmiðunargildi Orkuspárnefndar. Í B.Sc. ritgerð sinni við Tækniskóla Íslands (Ásgeir Ólafsson og Sigurður Óli Guðmundsson, 2001) sýna höfundar fram á að hitastig í Grímsey er svipað og í Reykjavík yfir veturinn en nokkru lægra að jafnaði á sumrin. Höfundar ritgerðarinnar telja að meginástæða fyrir lægri orkunotkun í Grímsey sé hár kostnaður við notkun olíu til húshitunar, en hann hefur verið borinn af eyjarskeggjum. Einnig má álykta að einangrun húsa sé góð í Grímsey.

Við mat á kostnaði við upphitun íbúðar- og atvinnuhúsnæðis í Grímsey í þessari skýrslu verður gengið út frá gildinu 70 kWh/m³ sem er lægra en viðmiðunargildi Orkuspárnefndar en herra en orkunotkun undanfarinna ára. Ef þetta gildi er margfaldað við heildarrúmmál upphitaðs húsnæðis fæst árleg orkuþörf til upphitunar; 1.589 MWh. Ef miðað er við 9,92 kWh/l orkuinnihald í olíu og 70% nýtnihlutfall svarar þetta til um 229 þúsund lítra af olíu á ári. Núverandi verð á gasolíu er um 34 kr/líttra án VSK sem er 14% til húshitunar en 24,5% annars. Heildarkostnaður við upphitun húsnæðis í Grímsey er sundurliðaður í töflu 2.2.

Tafla 2.2 Heildarkostnaður við húshitun í Grímsey (án VSK).

Kostnaðarliður	Verð í þ.kr.
Olíukostnaður, 228.800 lítrar @ 34 kr/líttra	7.794
Viðhald & endurnýjun kynditækja, byggt á (VST, 1994) og uppreiknað miðað við VB 08.02	1.135
Samtals	8.929

Ótalinn er kostnaður við nýtingu á afgangsvarma frá dísilvélum, sem nemur um 200 MWh á ári hverju. Hér er gert ráð fyrir að þessi kostnaður sé innifalinn í rekstri raforkukerfisins

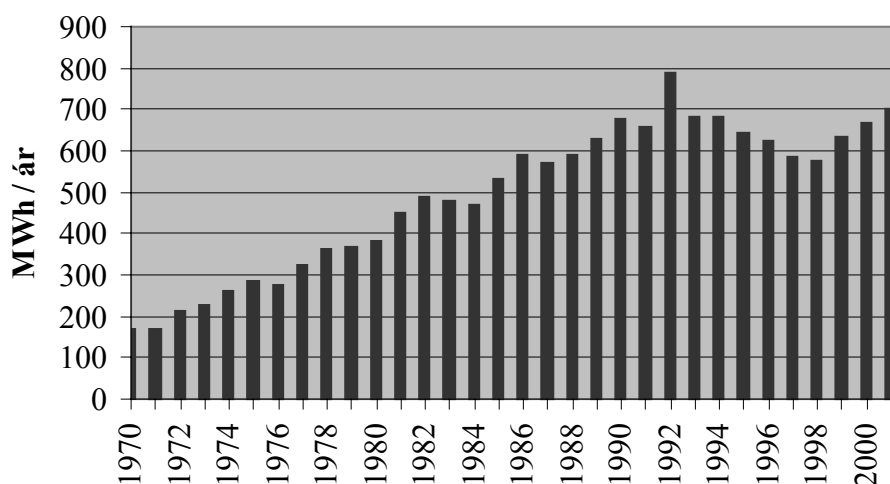
2.2.2 Raforkuvinnsla

Allt rafmagn í eygni er framleitt með ljósavélum í eigu Rarik. Rarik rekur þrjár dísilstöðvar í eygni eins og sýnt er í töflu 2.3 (Árni Ragnarsson, 2002).

Tafla 2.3 Dísilrafstöðvar í Grímsey.

Vélarnr.	Hestöfl (hö)	kVA	kW
58	313	200	165
97	313	200	165
104	313	200	165
Samtals	939	600	495

Raforkunotkunin er þó ekki meiri en svo að nægilegt er að hafa eina vél í gangi í einu. Afgangsvarmi frá dísilvélunum er nýttur eins og greint er frá hér að ofan og nemur lauslega áætlað 200 MWh/ári. Rafmagnsframleiðsla í eygni hefur þróast frá árinu 1970 eins og sýnt er í mynd 2.2 sem byggð er á gögnum frá VST (1994) og Árna Ragnarssyni (2001 og 2002).



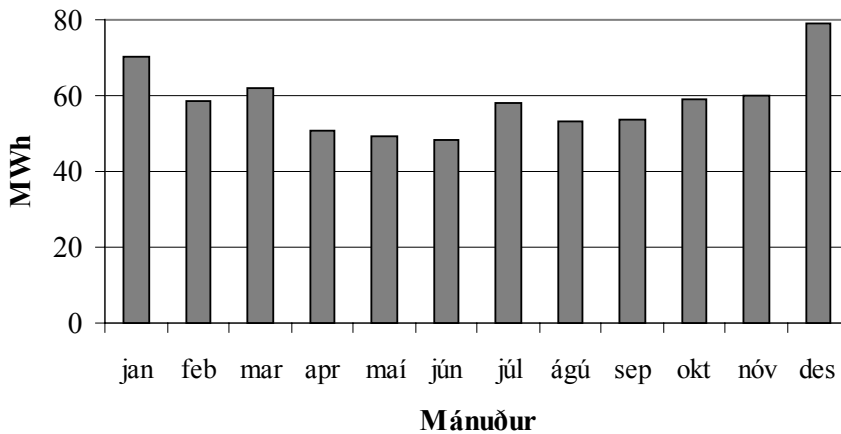
Mynd 2.2 Árleg raforkuvinnsla í Grímsey 1970-2001.

Samkvæmt söluskrám Rarik fyrir árin 1998-2001 voru um 29% af raforkunotkun í Grímsey árið 2000 almenn heimilisnotkun (ekki hitun), 14% voru vegna saltfisk- og skreiðarvinnslu og 8% vegna fiskfrystingar (Árni Ragnarsson, 2002).

Raforkuvinnsla í Grímsey er nokkuð jöfn innan ársins eins og fram kemur í mynd 2.3 sem sýnir raforkuvinnsluna árið 2001. Þá var hún minnst í maí og júní, tæplega 50 MWh en mest í desember, um 80 MWh. Í heild var raforkuvinnslan 703 MWh (Árni Ragnarsson, 2002). Meðalálagið árið 2000 var um 76 kW en mesta álag á raforkukerfið var um 180 kW eða um 2,4 sinnum hærra en meðalálag. Þannig sést að vel er séð fyrir varaafli á staðnum þar sem heildar uppsett afl dísilvélna er ríflega þrefalt mesta álag. Hafa ber í huga að raforkunotkun er að jafnaði 10% minni en framleiðsla og samsvarar þessi munur töpum í dreifikerfinu.

Mat á núverandi kostnaði við raforkuvinnslu í Grímsey byggist á VST (1994), uppreiknuðum m.v. vísitölu byggingakostnaðar ásamt upplýsingum um olíuverð. Gengið er út frá rekstri ársins 2000 og áætlað að olíunotkun til rafmagnsvinnslu nemi 220.000 lítrum á ári.

Heildarkostnaður við raforkuvinnslu í Grímsey er sundurliðaður í töflu 2.4. Byggt er á VST (1994) og uppreiknað m.v. vísitölu byggingarkostnaðar (888 í ágúst 2002) fyrir aðra liði en þann fyrsta. Til einföldunar er gert ráð fyrir 700 MWh árlegri orkuþörf og miðað við sömu eyðslu eins og árið 2000 eða 0,32 l/kWh.



Mynd 2.3 Raforkuvinnsla í Grímsey árið 2001.

Tafla 2.4 Heildarkostnaður við raforkuvinnslu í Grímsey (án VSK).

Kostnaðarliður	Verð í þ.kr.
Olíukostnaður, 226.500 lítrar @ 34 kr/líttra	7.716
Rekstrarkostnaður, vinna.	3.263
Rekstrarkostnaður, aðföng.	993
Viðhald, aðkeypt vinna.	496
Annað viðhald.	1.418
Samtals	13.886

2.2.3 Samantekt og kostnaðarskipting

Í köflum hér á undan hefur verið fjallað um núverandi fyrirkomulag orkuframleiðslu í Grímsey og kostnað við þá vinnslu. Áréttað skal að allar tölur eru án virðisaukaskatts. Fram hefur komið að heildarkostnaður er um 22,8 m.kr. sem skiptist á milli raforkuvinnslu (13,9 m.kr) og upphitunar (8,9 m.kr). Miðað við núverandi aðstæður skiptist þessi kostnaður milli íbúanna og opinberra aðila (Rarik og ríkið). Hvað varðar raforkuvinnslu greiða íbúar fyrir rafmagn skv. taxa Rarik sem er 5.645 kr árlegt tengigjald og breytilegt verð 7,74 kr/kWh í ágúst 2002 (www.rarik.is). Íbúarnir bera því alls um 5,5 m.kr. af 13,9 m.kr. kostnaði við raforkuvinnsluna. Hvað húshitun varðar samþykkti Alþingi þann 30. apríl 2002 lög um niðurgreiðslur húshitunarkostnaðar (www.althingi.is). Samkvæmt 6. gr. II. kafla þeirra laga skal miða upphæð niðurgreiðslna á olíu við að kostnaður notenda við hitun íbúðarhúsnæðis verði svipaður við olíuhitun og rafhitun. Áður hafði hitun með olíu ekki verið niðurgreidd. Ef miðað er við verðskrá Rarik sést að grunn gjald í taxa C.1/D.1 (rofin daghitun) er 17.615 kr árlegt tengigjald auk breytilegs verðs 1,89 kr/kWh með afslætti og niðurgreiðslu. Miðað við heildar rúmmál íbúðarhúsnæðis (13.757 m³) og viðmið orkunotkunar; 70 kWh/m³ þarf árlega 963 MWh til upphitunar íbúðarhúsnæðis í Grímsey. Miðað við taxa Rarik munu íbúarnir því greiða 2,4 m.kr. árlega vegna húshitunar, þegar niðurgreiðsla olíukostnaðar verður komin til framkvæmda. Ef gert er ráð fyrir að fyrirtæki í Grímsey greiði 4,54 kr/kWh til húshitunar (taxi C.1/D.1) auk fastagjalds og miðað við sama viðmið orkunotkunar og heildarrúmmál atvinnuhúsnæðis má því áætla að kostnaður þeirra nemi um 3,1 m.kr. árlega. Opinberir aðilar bera þá 3,4 m.kr. af kostnaði við húshitun. Árlegur kostnaður við framleiðslu rafmagns og húshitun í Grímsey skiptist þá þannig að opinberir aðilar greiða 11,8 m.kr. en íbúar og fyrirtæki greiða 11,0 m.kr.

Til einföldunar verður framvegis í þessari skýrslu fjallað um heildarkostnað við orkuframleiðslu í Grímsey án þess að taka tillit til þess hver ber þann kostnað, opinberir aðilar eða íbúarnir.

3 Leiðir í átt að sjálfbæru orkusamfélagi

3.1 Inngangur

Í umræðum um sjálfbært orkukerfi í Grímsey hafa ýmsir möguleikar verið nefndir undanfarin ár og áratugi. Hugmyndin um vindmyllu og/eða hitaveitu í eygni er alls ekki ný af nálinni. Í skýrslu sinni fyrir Rarik árið 1980 fjallaði Róbert Magnússon um hagkvæmni þess að nota vindorku til orkuframleiðslu í Grímsey. Til grundvallar lagði hann bandaríska 200 kW rafstöð sem framleitt gat allt að 60% af heildarorku eyjarinnar. Til samanburðar miðaði Róbert við svartolíukynta hitaveitu sem nýtti afgangsvarma dísilvéla og þessir kostir voru bornir saman við óbreytt ástand. Niðurstaða Róberts var sú að verulegur þjóðhagslegur sparnaður væri af því að koma á fót hitaveitu í Grímsey, sem notaði svartolíu og nýtti afgangsvarma frá dísilvélum. Einnig væri umtalsverður sparnaður af því að reka í eygni vindorkuver (Róbert Magnússon, 1980).

Á níunda áratugnum stóð Örn Helgason eðlisfræðingur við Raunvísindastofnun háskólans að merkum tilraunum sem fram fóru í Grímsey. Að þeim komu nokkrir fleiri háskólamenn. Þær fólu í sér að vindtúrbína knúði "vatnsbremsu" þar sem vatn var hitað upp með núningskrafti með nýstárlegum hætti. Fræðilegir útreikningar sýndu að þessi aðferð var mjög nýtin og áhugaverð og birtar voru greinar á alþjóðlegum vettvangi um efnið. Spaði og vatnsbremsa voru smíðuð og prófuð ásamt tölvustýrikerfi. Reistur var turn í eygni sem enn stendur.

Árið 1984 vann verkfræðistofan Fjarhitun frumáætlun um hitaveitu í Grímsey fyrir Rarik. Þar voru kannaðir möguleikar á nýtingu varma frá dísilrafstöð til upphitunar byggðar í eygni og áætlun gerð um kyndistöð og dreifikerfi fyrir hitaveitu. Niðurstaða frumathugunarinnar var sú að lagning slíkrar hitaveitu væri mjög hagstæð í samanburði við óbreytt fyrirkomulag; kyndingu með gasolíu í miðstöðvarkötlum í hverju húsi. Nánar tiltekið var arðsemin reiknuð á bilinu 8-12% (Fjarhitun, 1984).

Árið 1985 vann verkfræðistofan Strengur greinargerð fyrir Rarik um hagkvæmni vindrafstöðva og hitaveitu í Grímsey. Þar voru kannaðir þeir kostir að setja upp tvær 40 kW vindrafstöðvar í eygni og framleiða þar raforku til almennra nota, til upphitunar sundlaugar og hugsanlega til upphitunar húsnæðis í eygni með hitaveitu. Þessir kostir voru bornir saman við óbreytt ástand; rekstur dísilvéla til rafmagnsframleiðslu og kyndingu með olíu. Niðurstaðan var sú að umtalsverður sparnaður var fölginn í að setja upp vindmyllurnar en samsvarandi sparnaður virtist ekki vera fölginn í lagningu hitaveitu (Strengur, 1985).

Árið 1994 gerði Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen forathugun fyrir Rarik um orkumál í Grímsey. Þar var gerð grein fyrir áætlunum um vindrafstöð í eygni, gerð var kostnaðaráætlun og áætlun um orkuvinnslu 150 kW og 225 kW vindmyllu. Einnig voru endurskoðaðar fyrri athuganir á hitaveitu í eygni og kostnaðaráætlanir færðar til verðlags 1994. Samanburður á mismunandi kostum til orkuöflunar gaf til kynna að hagkvæmt gæti orðið að reisa vindmyllu til raforkuframleiðslu í Grímsey, miðað við þáverandi olíuverð og gefnar forsendur. Hagkvæmni hitaveitu var einnig talin hugsanleg (VST, 1994).

Árið 2001 gerðu tveir nemendur við Tækniskóla Íslands lokaverkefni þar sem fjallað var um varmadælur til húshitunar í Grímsey og gerð var frumathugun á hagkvæmni slíks rekstrar miðað við mismunandi forsendur varðandi útfærslu. Niðurstaða þeirrar athugunar var sú að ekki væri hagkvæmt að setja upp litlar varmadælur í hverju íbúðarhúsi en vert væri að skoða nánar möguleikann á hitaveitu sem byggðist á varmadælu (Ásgeir Ólafsson og Sigurður Óli Guðmundsson, 2001).

Í textanum hér á eftir verður gerð grein fyrir helstu möguleikum sem nú eru í umræðunni varðandi orkuvinnslu í Grímsey. Þessum möguleikum er lýst í stuttu máli og gerð grein fyrir kostum þeirra og göllum, kostnaði í upphafi og kostnaði við rekstur og öðrum þeim álitamálum er máli skipta. Sumir þessara kosta teljast ekki raunhæfir og eru færð rök fyrir því. Þeir kostir sem raunhæfir teljast eru skilgreindir nánar í kafla 4 og bornir saman í kafla 5.

3.2 Vindbeislun

Samfelldar vindmælingar hafa verið gerðar í Grímsey allt frá árinu 1955. Sumarið 1968 var gangsettur í eygni síritandi mælir sem nam 10 mínútna meðaltal vindhraðans. Skráning var gerð af veðurathugunarmanni á þriggja tíma fresti, sjö sinnum á sólahring. Slíkar upplýsingar gefa ágætar vísbendingar um hversu vel Grímsey er fallin til raforkuframleiðslu með vindi en gerðar eru kröfur um mun umfangsmeiri upplýsingar sem grundvöll ákvarðanatöku um að setja upp vindmyllur.

Þann 23. júní 1994 var settur upp í eygni sjálfvirkur vindmælir sem skráir vindátt og meðalvindhraða yfir 10 mínútur. Gögnin eru tölvutæk og þau eru send reglulega í tölvu Veðurstofunnar í Reykjavík. Vindmælirinn er í staur sem er fastur við símstöðvarhúsið. Nánar tiltekið er staðsetning hans og hæð eins og sýnt er í töflu 3.1.

Tafla 3.1 Hnit og hæð sjálfvirks vindmælis í Grímsey.

breidd	66°32'	hæð stöðvar	16 m yfir sjávarmáli
lengd	18°01'	hæð vindmælis	11.4 m yfir jörðu

Í ársbyrjun 2002 voru vindgögn úr hinum sjálfvirka mæli, sem ná allt til þess tíma er mælingar með honum hófust, lögð til grundvallar við gerð vindkorts af Grímsey. Auk vindgagna var notast við stafrænt kort af eygni og þessar upplýsingar voru samkeyrðar í öflugum hugbúnaði sem rekinn ef af Veðurstofu Íslands fyrir hönd stýrihóps um vind á Íslandi sem skipaður er sérfræðingum ýmissa opinberra stofnana. Niðurstöður þessarar úttektar liggja nú fyrir (Veðurstofa Íslands, 2002) og hefur fyrirtækið Vestas einnig gert útreikninga á grundvelli sömu gagna.

Vestas í Danmörku hefur gert tilboð í smíði og uppsetningu vindmyllu af gerðinni Vestas V47 - 660 í Grímsey (Vestas, 2002). Hér er um að ræða minnstu fjöldaframleiddu vindmyllu Vestas. Tilboðið byggir á vindgögnum Veðurstofunnar og upplýsingum um aðstæður í eygni. Heppilegast virðst vera að staðsetja vindmyllu á austurströnd Grímseyjar. Ástæða þessa er sú að í eygni eru austan og norðaustanáttir ríkjandi vindáttir. Svokölluð Weibull dreifing gagnanna sýnir að tíðni vindhraða undir 4 m/s er 17,5% en þá framleiðir vindmyllan ekkert rafmagn. Heildarkostnaður við uppsetta vindmyllu er um 81,8 m.kr. (m.v. gengi DKR í ágúst 2002) og er þá kostnaður við flutninga og uppsetningu meðtalinn. Árlegur kostnaður við varahluti og viðhald er áætlaður 1,8 m.kr. en gert er ráð fyrir að sami starfsmaður sem annast dísilrafstöðvar þjónusti mylluna. Sú mylla sem Vestas býður er minnsta fjöldaframleidda vélin í framleiðslulínu fyrirtækisins. Miðað við vindgögnin úr Grímsey getur vélin framleitt allt að 2,6 GWh á ári hverju af raforku. Hins vegar er nauðsynlegt að keyra dísilrafstöð þegar vindur er undir 4 m/s eða 17,5% tímans og þar að auki sem samsvarar 20% af heildar álagi. Vindmyllur eru jafnan tengdar rafmagnsneti sem jafnar út spennusveiflur vegna breytinga í vindstyrk. Slíkt net er ekki fyrir hendi í Grímsey og því er þörf á að reka dísilrafstöðvar samhliða vindmyllunni (Bindner, 2002). Af þessu sést að vindmylla mun alls ekki koma algerlega í staðinn fyrir dísilrafstöð. Ljóst er þó að framleiðslugeta myllunnar er mun meiri en sem nemur raforkuþörfinni. Því er freistandi að nota umframorku til húshitunar. Það má t.d. gera með því að hita húsin með rafmagnsþilofnum. Einnig má koma litlum rafskautakatli fyrir í hverju húsi til hliðar við miðstöðvarketil. Til að meta að hve miklu leyti slík upphitun getur komið í stað núverandi olíukyndingar má skoða tíðni vindstyrks í Grímsey og bera saman við afl myllunnar m.v. mismunandi vindstyrk. Hámarksálag á raforkukerfið er 180 kW en meðalálag 76 kW eins og áður hefur komið fram. Í einföldu dæmi er gengið út frá því að framleiðsla myllunnar þurfi að vera yfir 145 kW til að eitthvað sé aflögu til upphitunar. Jafnframt er gengið út frá meðalálagi vegna upphitunar; 180 kW. Miðað við þessar einföldu forsendur má álykta að vindmyllan geti framleitt 40% af þeirri orku til upphitunar sem í dag er framleidd með olíukyndingu.

Að auki er ljóst að nota má mylluna til að hita vatn í rafskautakatli í tengslum við hitaveitu.

3.3 Rafstrengur

Með rafstreng til Grímseyjar mætti leysa öll orkumál á staðnum. Hætta mætti daglegum rekstri dísilvéla enda væri þeirra ekki þörf nema til vara. Einnig mætti nota rafmagn til upphitunar, annað hvort með því að hita vatn í hitaveitu (sjá kafla 3.5) eða með rafmagnspilofnum í hverju húsi.

Þessi möguleiki var ræddur á fundi með Steinari Friðgeirssyni hjá RARIK (Steinar Friðgeirsson, 2002). Rarik býr yfir upplýsingum sem nýtast til að meta kostnað við lagningu sæstrengs á grófan hátt en þó með nægilegri nákvæmni til að draga megi af því ályktanir um raunhæfi möguleikans. Nánar tiltekið er byggt á gögnum og reynslu frá lagningu sæstrengs í Hvalfirði sumarið 2000 og reynslu frá lagningu sæstrengs til Vestmannaeyja 1989 og 1990.

Miðað er við lagningu 24 kV strengs sem rekinn væri á 22 kV. Slíkur strengur kostar um 2 m.kr. fyrir hvern kílómetra. Til viðbótar kemur endabúnaður sem kostar um 10 m.kr. og kostnaður við lagningu, um 1,2 m.kr. fyrir hvern kílómetra. Stysta fjarlægð frá Grímsey í spennistöð í landi, á Siglufirði, Ólafsfirði eða Húsavík, er að líkindum um 60 km. Þetta þýðir að lagning sæstrengs til Grímseyjar myndi kosta um 200 m.kr.

Töluverð áhætta fylgir lagningu og rekstri sæstrengs til Grímseyjar. Á milli eyjar og lands eru fengsæl fiskimið og áhættan felst einkum í því að veiðarfæri togskipa festist í strengnum og skemmi hann. Viðgerð á slíkum rafstreng getur verið mjög kostnaðarsöm og hana er ekki hægt að framkvæma nema á sumrin þegar veðurskilyrði eru hagstæð. Ef strengurinn yrði fyrir skemmdum að hausti til yrði því að bíða til næsta sumars eftir viðgerð og á þeim tíma yrði að brenna olíu til rafmagnsframleiðslu og upphitunar. Ekki er óraunhæft að ætla að framkvæma þurfi meiriháttar viðgerð á strengnum á 10 ára fresti. Viðgerð kallar á að leigt sé sérstakt viðgerðarskip erlendis frá og kostnaður við hverja viðgerð er af stærðargráðunni 40 m.kr.

Þegar lagður er til grundvallar hinn mikli stofnkostnaður og mikil áhætta varðandi skemmdir og háan viðgerðakostnað er ljóst að rafstrengur er ekki raunhæfur kostur í þeim samanburði sem gerður er í þessari skýrslu og verður því ekki nánar um hann fjallað.

3.4 Efnarafalar

Í framtíðar orkukerfi Grímseyjar gæti rafgreining vatns og notkun efnarafala vel komið til greina á svipaðan hátt og Norðmenn ráðgera í eyggi Utsira. Nýtni rafgreiningar er mjög há eða yfir 90% og vetnið sem framleitt er með henni má geyma með ýmsu móti. Algengasta leiðin er að nota háþrýstibúnað, t.d. um 350 bar þrýsting. Þá gæti verið áhugavert í samspili vindrafstöðvar og dísilstöðvar með varmaveitu í Grímsey að geyma vetni á formi vetnishýdríðs. Við hagnýtingu eins og þá sem ráðgerð er í Grímsey væri umfang geymslunnar ekki vandamál, ólíkt því sem á við í vetnisgeymslu fyrir farartæki. Vetnisgeymslur á formi hýdríða geyma um 2-4% af massa sínum á formi vetnis. Eitt kíló af vetni hefur varmagildi um 33 kWh og því ljóst að hver MWh orku kallar á 1.500-3.000 kíló af vetnishýdríði (Þorsteinn I. Sigfússon, 2002).

Vetnið sem framleitt væri með rafgreiningu og geymt mætti nýta með bruna í efnarafala. Slíkir rafalar eru nú að verða söluvara á heimsmarkaði og má minna á að efnarafalar þeir sem ráðgert er að nota í strætisvagnaverkefni Íslenskrar NýOrku eru nokkur hundruð kW að afli.

Á þessu stigi er ekki raunhæft að mæla með fjárfestingum í búnaði til rafgreiningar og vetnisgeymslu og efnarafölum vegna hins háa stofnkostnaðar. Hins vegar er lagt til að stjórnvöld fylgist vel með Utsira verkefni Norðmanna með það í huga að hagnýta niðurstöður þess til notkunar á Íslandi. Í Grímsey gæti slík notkun orðið síðari fasi í sjálfbærnu orkukerfi, þegar reynsla hefur fengist af beislun vinds til raforkuframleiðslu og upphitunar.

3.5 Hitaveita - dreifikerfi

Hitaveita í Grímsey var forhönnuð af verkfræðistofunni Fjarhitun fyrir Rarik árið 1984 (Fjarhitun, 1984). Skýrsla VST frá 1994 byggði á forhönnun Fjarhitunar og tók tillit til breyttra aðstæðna frá ritun hennar (VST, 1994). Nýjasta úttekt á lagningu hitaveitu í Grímsey er í lokaverkefni frá 2001 við Tækniskóla Íslands (Ásgeir Ólafsson og Sigurður Óli Guðmundsson, 2001). Í textanum hér á eftir verður byggt á hugmyndum sem settar voru fram í lokaverkefninu.

Gert er ráð fyrir að kerfið verði tvöfalt, lokað kerfi og að notaður verði varmaskiptir fyrir heitt neysluvatn. Hitaveitan kemur inn á húsin í stað olíuhitunarinnar og kallar þetta ekki á stórtækar breytingar á hitakerfum húsanna. Settar verða upp inntaksgrindur með lokum, mæli og þrýstijafnara ásamt öðru sem þarf til. Þeir sem kjósa geta áfram haft olíuhitun til vara.

Sjálft dreifikerfið nær yfir alla byggðina nema sundlaugina og nyrstu húsin, Bása og flugstöðina (sjá mynd 2.1). Alls 19.660 m³ af húsnaði tengjast því dreifikerfinu. Meginstofn þess liggur með Vallargötu að Múla og eftir lóðarmörkum að Sveintúni. Að Sveinagörðum og áfram að syðstu húsunum liggur stofninn með veginum að ofanverðu.

Áætlaður stofnkostnaður þeirrar hitaveitu sem lýst er hér að ofan er 33,1 m.kr. án VSK. Í þeirri tölu er allur efnis- og uppsetningarkostnaður við dreifikerfið, m.a. tengigrindur í öll hús, 60 rúmmetra vatnstankur og 90 m³ stálgrindarhús fyrir rafskauta- og olíuketil. Talan inniheldur einnig 15% ofan á útreiknaðan kostnað sem ófyrirséð. Byggt er á lokaverkefninu við Tækniskólann frá desember 2001 og uppreiknað miðað við byggingarvísitölu í ágúst 2002. Tillit hefur verið tekið til þess að ef vindmylla er notuð til raforkuvinnslu dregur svo úr notkun dísilvéla að afgangsvarmi þeirra nýtist ekki til upphitunar sundlaugar og tveggja íbúðarhúsa eins og nú er. Því þarf að tengja téð íbúðarhús og sundlaug við hitaveituna með tilheyrandi kostnaði. Gert er ráð fyrir því að kostnaður við viðhald og umsjón kerfisins sé árlega 6% af stofnkostnaði eða um 1,8 m.kr.

Vatn til húshitunar með þeirri hitaveitu sem fjallað er um hér að ofan má afla með nokkrum leiðum sem gerð verður grein fyrir í næstu köflum. Þar er um að ræða jarðhitavatn, vatn sem hitað er með varmadælu, vatn sem hitað er upp með olíu og loks vatn sem hitað er upp með raforku frá vindmyllu í rafskautakatli. Síðastnefndu kostina ber að skoða í samhengi enda yrði olíuhitun væntanlega varalausn fyrir rafhitun.

3.6 Jarðhiti

Kristján Sæmundsson jarðfræðingur á Orkustofnun hefur gert minnisblað um jarðhitalíkur í Grímsey (Kristján Sæmundsson, 2001). Í minnisblaði hans kemur fram að athugandi sé að bora eftir heitu vatni í eyinni. Lagt er til að boraðar séu þrjár 80-100 m djúpar leitarholur til að fá áreiðanlegri upplýsingar um hita í berginu. Að auki þurfi að bora granna 1.000 m holu og telja verði talsverðar líkur á að sú hola gæfi vatn. Heildarkostnaður við jarðfræðiathuganir, flutning bors og borun rannsóknarhola og úrvinnslu mælinga, auk borunar 1.000 m grannrar rannsóknaholu er um 12 m.kr. að mati Kristjáns. Hann nefnir að ef boruð yrði víð hola í stað grannrar myndi kostnaður verða um 20 m.kr. Við hola býður upp á meiri möguleika varðandi dýpkun og örfun.

Ekki liggur fyrir mat á líkum þess að borun leiði til þess að vatn finnist í nægu magni og nægilega heitt til að það svari þörfum Grímseyinga. Athugasemd Kristjáns um líkur á að heitt vatn finnist er uppörvandi en ljóst er að ef ráðist verður í þetta verkefni liggur engin vissa fyrir um árangur þess. Gera verður ráð fyrir því að jarðhitavatnið yrði mjög sjómengað. Af þeim sökum yrði að varmaskipta því til að nota megi vatnið til upphitunar og neyslu og segir Kristján að vatnsþörf vegna þessa myndi tæpast ofgera núverandi vatnsveitu.

Gróflega áætlaður stofnkostnaður við varmaskipti og lagnir frá borholu að miðstöð dreifikerfisins er 12 m.kr. Áætlaður rekstrarkostnaður er 4% af stofnkostnaði á ári . Hér er farin sú leið að ganga út frá því að heitt vatn finnist í nægilegu magni og er stofnkostnaður og árlegur kostnaður við vatnsöflun með jarðhita borinn saman við önnur orkukerfi.

3.7 Varmadæla

Varmadælur eru tæknilega séð byggðar upp eins og hefðbundin kælikerfi, en yfirleitt notaðar í andstæðum tilgangi, þ.e. til hitunar í stað kælingar. Varmadælur nota raforku til að flytja varma úr varmageymi við tiltölulega lágt hitastig (útiloft, grunnvatn, berg o.fl.) þangað sem hans er þörf við hærra hitastig, t.d. við húshitun. Varminn sem fæst er oftast á bilinu þreföld til fimmföld sú raforka sem notuð er.

Varmadælur hafa verið notaðar erlendis í mörg ár, lengst af með útiloft sem algengasta varmagjafa en á undanförunum árum hefur orðið mikil aukning í varmadælum sem taka varma úr jörð (Bandaríkin, Sviss, Svíþjóð). Þær hafa háa nýtni og mikið rekstraröryggi. Til þessa hafa varmadælur ekki náð mikilli útbreiðslu hér á landi. Þó má nefna að Norðurorka rekur tvær stórar varmadælur, samtals 3,8 MW, fyrir hitaveituna á Akureyri.

Ein af ástæðunum fyrir því að varmadælum hefur ekki verið gefinn meiri gaumur hér á landi en raun ber vitni er eflaust yfirburðastaða jarðhitans við húshitun. Líklegt er þó að til lengri tíma litið þurfi að fullnægja allt að 10% af húshitun hér á landi með öðrum orkugjöfum en jarðhita. Önnur ástæða fyrir lítilli útbreiðslu varmadælna hér á landi er áhrif niðurgreiðslna til húshitunar, en raforka á varmadælur var ekki niðurgreidd þar til ný niðurgreiðslulög tóku gildi vorið 2002.

Margt bendir til að varmadælur geti verið fýsilegur kostur til húshitunar á köldum svæðum hér á landi. Enn frekar eru þær áhugaverðar á jarðhitasvæðum þar sem vatnshitinn er of lágur fyrir hefðbundna upphitun, en víða á landinu háttar þannig til. Undir slíkum kringumstæðum er nýtni varmadælna mun betri en þegar varmagjafinn er við lægra hitastig eins og algengast er erlendis.

Eins og fyrr var nefnt unnu tveir nemendur við Tækniskóla Íslands lokaverkefni í orkutæknifræði haustið 2001 þar sem fjallað var um varmadælur til húshitunar í Grímsey. Gerð var frumathugun á hagkvæmni tveggja mismunandi útfærslna, annars vegar að hafa litla varmadælu í hverju húsi og hins vegar að hafa eina sameiginlega varmadælu í kyndistöð með tilheyrandi dreifikerfi fyrir heitt vatn (hitaveitu). Niðurstöður skýrslunnar eru þær að orkuverð frá litlum varmadælum í hverju húsi sé nokkru hærra en núverandi orkuverð við olíuhitun. Hins vegar er reiknað orkuverð frá hitaveitu sem byggir á varmadælu lægra eða a.m.k. svipað og orkuverð við olíuhitun.

Sú staðreynd að öll raforka í Grímsey er framleidd með olíu gerir samkeppnisstöðu varmadælna erfiða. Sú orka sem fæst úr hverju tonni af olíu og nýtist til raforkuvinnslu er aðeins um þriðjungur af þeirri orku sem nýtist ef olían er notuð á hefðbundinn hátt til upphitunar. Nýtni varmadælnnar þarf því að vera mjög góð ef hún á að spara olíu, enda voru niðurstöður tæknifræðinemanna þær að olíunotkun í Grímsey myndi lítið breytast með tilkomu varmadælna. Ef ódýrari raforka, eða a.m.k. raforka framleidd á umhverfisvænni hátt en með olíu, væri tiltæk í Grímsey myndu varmadælur verða fýsilegri kostur en við núverandi aðstæður. Raforka frá vindmyllu kæmi þannig vel til greina sem orkugjafi fyrir varmadælu.

Ekki hefur farið fram ítarleg könnun á hagkvæmni þess að nota varmadælur við húshitun í Grímsey en þær niðurstöður sem liggja fyrir og nefndar voru hér að framan benda til þess að áhugavert sé að skoða þennan möguleika betur, sérstaklega ef farið verður út í jarðhitaleit og hún ber ekki tilætlaðan árangur hvað varðar vatnshita. Ef vatnsmagnið er nægilegt gæti verið hagkvæmt að nýta það sem varmagjafa við upphitun á bakrásarvatni í lokuðu hitaveitukerfi. Þannig mætti ná fullnægjandi framrásarhita fyrir veituna eða 55 til 60°C.

3.8 Olíu- og rafskautakatlar

Nota má olíuketil og/eða rafskautaketil til að hita vatn sem dreift væri til húshitunar með hitaveitunni sem fjallað er um hér að ofan. Ef hitaveita yrði lögð í eygni mætti nýta afgangsorku frá dísilvélum enda er nýtanlegur varmi frá dísilrafstöð áætlaður 125% af framleiddri raforku (VST, 1994). Þeirrar orku sem upp á vantar til að hita húsnaði í eygni má afla með svartolíukyndingu í olíukatli eða með því að nýta afgangsráforku frá vindmyllu í rafskautakatli. Í báðum tilfellum er gengið út frá því að nýta stálgrindarhús sem reiknað er inn í stofnkostnað dreifikerfisins fyrir kyndistöð þar sem komið yrði fyrir reykkatli til nýtingar á varma úr reyk frá dísilvélunum, kælivatnsvarmaskipti sem nýtti varma kælivatnsins og svartolíukatli og/eða rafskautakatli. Kostnaður við uppsetningu kyndistöðvar fyrir svartolíu er áætlaður rúmlega 7,4 m.kr. og byggist sú tala á áætlun Rarik frá 1994 sem hefur verið uppreiknuð miðað við byggingavísitölu. Árlegt viðhald er áætlað 6% af stofnkostnaði.

Stofnkostnaður vegna rafskautaketils er að auki áætlaður 2,5 m.kr. og árlegt viðhald 6% af stofnkostnaði (Héðinn, 2002) en vatnstankur var reiknaður inn í stofnkostnað dreifikerfisins.

3.9 Brennsla sorps

Hægt er að nýta varma sem myndast við brennslu sorps til upphitunar húsa. Slíkt er gert hjá tveimur kyntum hitaveitum hér á landi, í Vestmannaeyjum og á Ísafirði. Á báðum þessum stöðum kemur um 10% af orkuvinnslu veitunnar frá sorpbrennslu. Einnig má nefna að sundlaugarnar að Svínafelli í Öræfum (Flosalaug) og á Kirkjubæjaklaustri eru hitaðar með varma frá sorporkustöðvum. Slíkar stöðvar taka við nánast öllum úrgangi. Þó er nauðsynlegt að flokka frá þau efni sem mestum skaða geta valdið við bruna (sýrur, rafhlöður, PVC-plast o.fl.).

Gera má ráð fyrir að úr 1 kg af sorpi fái um 3,2 kWh af nýtanlegri orku (Ingvar Níelsson, 2002). Að meðaltali fellur til árlega um 400 kg af sorpi á hvern íbúa hér á landi og því má gera má ráð fyrir að 38 tonn falli til á hverju ári í Grímsey (95 íbúar). Orkan sem fæst við brennslu á þessum úrgangi er um 122 MWh eða 7-8% af áætlaðri heildarorkuþörf til húshitunar í eygni.

Í hugmynd að hitaveitu fyrir Grímsey sem Ingvar Níelsson hefur sett fram er gert ráð fyrir að grunnafl veitunnar komi annars vegar frá varmadælu og hins vegar frá sorporkuvél. Toppaflinu verði síðan mætt með olíukatli. Hugmyndin gerir ráð fyrir að á fyrsta stigi upphitunar hitaveituvatnsins sé varmadæla sem tekur varma úr andrúmsloftinu og að þjappa varmadællunnar sé knúin með dísilvél sem jafnframt framleiðir raforku fyrir dælur og annan búnað í kerfinu. Á öðru stigi yrði afgangsorka dísilvélarinnar nýtt til upphitunar á hitaveituvatninu sem síðan yrði hitað upp í sorporkuvélinni og að lokum í olíukatli.

Ekki hafa verið gerðir útreikningar á nauðsynlegum afköstum einstakra hluta þessa kerfis eða hvernig hugmyndin yrði útfærð nánar. Því hefur heldur ekki verið reynt að leggja mat á kostnað við uppsetningu og rekstur á slíku kerfi. Telja verður ólíklegt að hagkvæmt sé að setja upp sorporkustöð sem annar svo litlum hluta af orkuþörfinni (7-8%) nema litið verði á slíka framkvæmd sem lið í að bæta aðferðir við förgun úrgangs í Grímsey, en það er nú gert með opinni brennslu og urðun.

4 Fjárhagslegir útreikningar

4.1 Inngangur

Í eftirfarandi texta verða teknar saman tölur um stofnkostnað og rekstrarkostnað við fimm kosti. Þeir kostir sem skoðaðar verða eru:

1a: Vindmylla notuð til rafmagnsframleiðslu, annað óbreytt.

1b: Vindmylla notuð til rafmagnsframleiðslu, rafhitun kemur að hluta í stað olíukyndingar.

2a: Hitaveita, vatn hitað með afgangsvarma dísilvéla auk brennslu svartolíu.

2b: Hitaveita með jarðhitavatni.

3 Hitaveita og vindmylla til rafmagnsframleiðslu, aukaorka myllu notuð til vatnshitunar.

Að auki er kostur 0 hafður til hliðsjónar; óbreytt ástand. Fjallað er um orkujafnvægi allra kosta í kafla 5 þar sem kostirnir eru bornir saman.

Í útreikningunum er stuðst við nokkrar forsendur sem vert er að taka fram. Upplýsingar um byggingavísitölu eru fengnar af vef Hagstofunnar (www.hagstofa.is). Miðað er við að gengi dönsku krónunar sé 11 íslenskar krónur. Lánavextir eru 6% og endurgreiðslutími jafngreiðslulána er 20 ár. Loks er miðað við að verð gasolíulíttra sé 34,06 kr en verð svartolíulíttra sé 26,59 kr. Þessi verð eru án virðisaukaskatts eins og allir aðrir útreikningar í þessari skýrslu. Verðin eru úr verðskrá Olíufélagsins 1. júlí 2002 (www.esso.is).

4.2 Kostur 1a – Vindmylla til raforkuframleiðslu

Þessum kosti var lýst í kafla 3.2 en tekið skal fram að hér er einvörðungu átt við að nota mylluna til raforkuframleiðslu – ekki til upphitunar. Áætlun um stofnkostnað og rekstrarkostnað er sem hér segir:

Tafla 4.1 Stofnkostnaður og rekstrarkostnaður Vestas vindmyllu

Atriði	Verð í krónum	Heimild
Vestas V47-660kW (með uppsetningu)	37.389.000	Vestas quotation no. 1261A-02 - Grimsey
Rafstrengur	2.127.796	Byggt á VST, 1994
Tenging við net	1.418.530	Byggt á VST, 1994
Annar rafbúnaður	567.412	Byggt á VST, 1994
Vegalagning	3.600.000	Útreikningar byggðir á AV 11.01
Steyptar undirstöður	3.648.000	Almenna verkfr.stofan 11.01
Innlendur starfskraftur v. uppsetningar	1.200.000	Byggt m.a. á tilboði Vestas
Flutningur á krana	9.774.600	Byggt á tilboði Vestas sem innifól tilboð í flutning
Flutningur á myllu	12.356.300	Byggt á tilboði Vestas sem innifól tilboð í flutning
<hr/>		
Samtals kostnaður v. búnaðar	72.081.638	
Ófyrirséð	7.208.164	Grf. 10 % óvissu
Stofnkostnaður, alls (verktakakostnaður)	79.289.802	
<hr/>		
Ferða- & undirbúningskostnaður	1.000.000	Byggt m.a. á tilboði Vestas
Verkefnastjórnun	1.585.796	2% af stofnkostnaði
<hr/>		
Heildarstofnkostnaður	81.875.598	kr
<hr/>		
Vextir	6%	
Afskriftatími / Endurgr.	20	Byggt á VST, 1994
<hr/>		
Fjármagnskostnaður	7.138.288	
Rekstur og viðhald (2,5% af stofnkostnaði)	1.802.041	Byggt á VST, 1994
<hr/>		
Árlegur kostnaður v. vindmyllu	8.940.329	kr

Eins og fram hefur komið þarf að reka dísilrafstöðina þrátt fyrir að rafmagn sé framleitt með vindmyllu. Í fjárhagslegum samanburði er gert ráð fyrir að viðhaldskostnaður vegna rafstöðvarinnar sé 70% af fullum kostnaði í þessu tilfalli.

4.3 Kostur 1b – Vindmylla til raforkuframleiðslu, rafofnar til upphitunar

Munurinn á kosti 1a og 1b er sá að í 1b er gert ráð fyrir því að keyptir séu rafmagnsþilofnar og þeim komið fyrir í öllum þeim húsum í Grímsey sem hituð eru upp. Áréttað skal að einnig er raunhæft að koma fyrir rafskautakötlum í öllum húsum, við hlið þeirra oliukatla sem fyrir eru. Forsendum varðandi þennan kost er annars lýst í kafla 3.2 og tafla 4.1 um stofnkostnað og rekstrarkostnað vindmyllu gildir einnig fyrir þennan kost. Við mat á stofnkostnaði þilofna er miðað við upplýsingar frá Johann Rönning (Rönning, 2002). Gert er ráð fyrir að keyptir verði 757 þilofnar, hver um sig 1 kW. Stofnkostnaður vegna þessa er 7,7 m.kr. og er þá gert ráð fyrir að kostnaður við uppsetningu ofnanna nemi 50% af innkaupsverði þeirra. Árlegur fjármagnskostnaður m.v. 6% vexti og 20 ára endurgreiðslutíma er 673 þ.kr. Gengið er út frá því að dreifikerfi raforku í Grímsey þoli það aukalega álag sem hljótast mun af notkun rafmagnsþilofna.

4.4 Kostur 2a – Hitaveita og brennsla svartolíu

Þessum kosti var lýst í kafla 3.5 og áréttað skal að hér er ekki gert ráð fyrir uppsetningu vindmyllu. Áætlun um stofnkostnað og rekstrarkostnað er sem hér segir:

Tafla 4.2 Stofn- og rekstrarkostnaður dreifikerfis.

Atriði	Verð í krónum	Heimild
Dreifikerfið	33.100.000	Byggt á skýrslu TÍ, að meðtalinni 15% óvissu
3 hús til viðbótar	2.256.818	Sundlaug og 2 húsum bætt við skv. hlutfallinu 3/44
Samtals	35.356.818	
VSK (24,5%) dreginn frá	-6.957.767	Útreikningar TÍ voru með VSK
	28.399.051	Þessi tala miðast við 12.01
Heildarstofnkostnaður		
Uppreiknað m.v. byggingavísitölu	30.021.854	M.v. byggingavísitölu 08.02
Vextir	6%	
Afskriftatími / Endurgr.	20	
Fjármagnskostnaður	2.617.442	
Viðhald og umsjón (6%)	1.801.311	6% af stofnkostn. sbr. VST 1994
Rafmagnskostnaður	326.262	Byggt á VST 1994
Árlegur kostnaður v. dreifikerfis	4.745.015	

Fjallað er um kyndistöð og nýtingu afgangsvarma dísilvéla í kafla 3.8 en áætlun um stofn- og rekstrarkostnað kyndistöðvar er að finna í töflu 4.3.

Tafla 4.3 Stofn- og rekstrarkostnaður kyndistöðvar

Atriði	Verð í krónum	Heimild
Kyndistöð (efni og vinna)	7.450.770	kr
Heildarstofnkostnaður	7.450.770	kr Byggt á VST, 1994 - uppreiknað m.v. BV
<u>Árlegur kostnaður</u>		
Orkuþörf í svartolíu	1.182 MWh/ár	Hér er búið að draga 875 frá heildarþörfinni
Magn svartolíu pr. ár	137.739	l/ár
Kostnaður v. svartolíu	3.662.475	kr
Viðhald	447.046	kr Nota 6% af stofnkostnaði katla
Samtals	4.109.521	kr
Vextir	6%	
Afskriftartími	20	
Árlegur fjármagnskostnaður	649.592	kr
Árlegur kostnaður v. kyndistöðvar	4.759.113	kr

4.5 Kostur 2b – Hitaveita og nýting jarðhitavatns

Hér er gert ráð fyrir að leggja hitaveitu. Greint er frá stofnkostnaði og árlegum kostnaði við hitaveituna í töflu 4.2.

Gengið er út frá því að borun eftir vatni skili góðum árangri og heitt vatn fáist í nægilegu magni til að fullnægja allri þörf Grímseyinga fyrir heitt vatn. Stofnkostnaður vegna leitar og nýtingar jarðhitavatnsins sundurliðast þannig að borunin og frágangur holu kostar 20 m.kr., borholudæla kostar 2 m.kr, varmaskiptastöð kostar 6 m.kr. og 1.000 metra aðveituæð kostar 4 m.kr., samtals 32 m.kr. (Árni Ragnarsson, 2002). Árlegur kostnaður við viðhald og rekstur er metinn 4% af stofnkostnaði eða 1.280 þ.kr. Miðað er við 6% vexti og 20 ára endurgreiðslutíma lána og er því árlegur fjármagnskostnaður 2.790 þ.kr.

4.6 Kostur 3 – Hitaveita og vindmylla

Hér er gert ráð fyrir því að koma upp dreifikerfi eins og lýst er í kafla 4.4 en jafnframt að setja upp vindmyllu. Hin miklu afköst vindmyllunnar yrðu auk hefðbundinnar rafmagnsframleiðslu nýtt til að hita vatn fyrir hitaveituna í rafskautakatli. Tölur 4.1, 4.2 og 4.3 lýsa stofnkostnaði við þennan kost en til viðbótar kemur kostnaður við rafskautaketil. Gert er ráð fyrir að setja upp 200 kW ketil og skv. upplýsingum frá Héðni (Héðinn, 2002) er stofnkostnaður hans um 2,5 m.kr. Miðað við 6% vexti og 20 ára afskriftatíma er árlegur kostnaður 218 þ.kr. en gert er ráð fyrir að árlegur viðhaldskostnaður sé að auki 6% af stofnkostnaði.

Tekið skal fram að rekstrarkostnaður kyndistöðvar verður mun minni en skv. töflu 4.5 enda er stöðin lítið sem ekkert notuð vegna tilkomu rafskautaketilsins. Nánar er gerð grein fyrir þessu í kafla 5.

5 Samanburður orkukerfa

Tafla 5.1 geymir orkujafnvægi fyrir þau orkukerfi sem borin eru saman í þessari skýrslu. Í töflunni kemur fram hve mikil orka í MWh/ár felst í rafmagnsframleiðslu og húshitun fyrir öll þau tilfelli sem til umfjöllunar eru, auk núverandi ástands.

Tafla 5.1 Orkujafnvægi mismunandi orkukerfa í MWh/ár.

Kerfi	Núverandi ástand, dísilrafstöð & olíuhitun	Vindmylla & olíuhitun	Vindmylla, olíuhitun & rafhitun	Hitaveita, nýtir olíu og afg.varma	Hitaveita, nýtir jarðhitavatn	Vindmylla, hitaveita nýtir raforku & afg.varma
	0	1A	1B	2A	2B	3
Raforka						
Dísilvélar	700	241	299	700	700	241
Vindmylla		459	968			459
Upphitun						
Afg.varmi dísilvéla	200	69	85	875		301
Afgangsvarmi myllu						1756
Olíukynding í húsum	1589	1720	1137			
Jarðhiti					2057	
Svartolíukynding í stöð				1182		0
Samtals	2489	2489	2489	2757	2757	2757

Athygli skal vakin á að í orkukerfum 2 og 3 þarf að taka tillit til 15% tapa í dreifikerfinu. Einnig skal á það bent að skv. orkujafnvæginu er ekki þörf á að brenna svartolíu til upphitunar í orkukerfi 3 og byggir það á þeirri forsendu að nýta megi raforku frá vindmyllu til að hita vatn í rafskautakatli, auk þess sem afgangsvarmi dísilvéla er nýttur.

Þegar orkukerfin eru skoðuð með tilliti til kostnaðar og miðað við allar þær forsendur sem raktar hafa verið í skýrslunni, auk orkujafnvægisins sem útskýrt er í töflu 5.1, verður útkoman eins og sýnt er í töflu 5.2. Áréttað skal að allar tölur eru án VSK.

Tafla 5.2 Stofn- og rekstarkostnaður mismunandi orkukerfa í þúsund krónum/ár

Kerfi	Núverandi ástand, dísilrafstöð & oliuhitun	Vindmylla & oliuhitun	Vindmylla, oliuhitun & rafhitun	Hitaveita, nýtir olíu og afg. varma	Hitaveita, nýtir jarðhitavætn	Vindmylla, hitaveita nýtir raforku & afg. varma
	0	1A	1B	2A	2B	3
Dísilrafstöð						
dísilolía	7.716	2.654	3.295	7.716	7.716	2.654
rekstur og viðhald	4.752	3.326	3.326	4.752	4.752	3.326
annað	1.419	993	993	1.419	1.419	993
Vindmylla						
árlegur hluti stofnkostn.		7.138	7.138			7.138
rekstur og viðhald		1.802	1.802			1.802
Húshitun						
dísilolía	7.794	8.438	5.577			
rekstur og viðhald	1.135	1.135	567			
stofnkostn. rafþilofna			673			
Kyndistöð						
árl. hluti stofnk. kyndist.				650		650
árl. hluti stofnk. dreifk.				2.617	2.617	2.617
árl. hluti stofnk. rafkatlar						218
árl. hluti stofnk. - jarðhiti					2.790	
svartolía				3.662		0
rekstur og viðhald kyndist				447		447
rekstur og viðhald dreifk.				2.128		2.128
rekstur og viðhald rafkatla						150
rekstur og viðhald v. jarðhita					1.280	
Árlegur heildarkostn.	22.815	25.486	23.372	23.391	20.574	22.124

6 Niðurstöður

Í kafla 5 eru bornir saman fimm mismunandi kostir við orkuöflun í Grímsey, auk óbreytts ástand, samtals sex möguleikar. Niðurstöður eru settar fram í töflu 5.1 sem sýnir orkujafnvægi hinna mismunandi orkukerfa og töflu 5.2 sem sýnir stofnkostnað og árlegan kostnað orkukerfanna.

Þegar tafla 5.2 er skoðuð sést að einungis orkukerfi 2B og 3 eru ódýrari en núverandi orkukerfi. Munurinn er þó ekki mikill og mismunur vart marktækur vegna óvissu í forsendum. Rétt er að benda á nokkra mikilvæga þætti sem vega þungt í þessum útreikningum:

- Gengið er út frá verði á gas- og svartolíu skv. verðskrá Essó 1. júlí 2002. Ef gengið er út frá 10% hærra verði á olíu breytist samanburðurinn í töflu 5.2. Þannig verður árlegur kostnaður við óbreytt kerfi 24,4 m.kr., kostnaður við kerfi 1B verður 24,3 m.kr. kostnaður við kerfi 2A verður 24,5 m.kr. og 21.3 m.kr. við kerfi 2B. Loks verður kostnaður við kerfi 3 alls 22,4 m.kr. Því er ljóst að hagkvæmni þess að skipta um orkukerfi vex mjög hratt eftir því sem olíuverð hækkar.
- Gengið er út frá því að vextir lána vegna fjárfestinga séu 6% og að þau séu greidd á 20 árum.
- Vindmylla sú sem til skoðunar er í þessari skýrslu er minnsta fjöldaframleidda vindmylla Vestas en engu að síður er hún mjög stór miðað við árlega raforkunotkun Grímseyinga. Áhugavert er að kanna hvort fá megi mun minni vindmyllu og hversu hagkvæm sú lausn yrði í samanburði við aðrar lausnir sem ræddar hafa verið í þessari skýrslu.
- Útreikningar á orkujafnvægi kerfis sem byggist á vindmyllu eru afar háðir því í hve miklum mæli þarf að keyra dísilrafstöðvar samhliða vindmyllunni. Jafnframt er rekstrarkostnaður dísilvéla, annar en olíukostnaður, metinn 70% af fullum kostnaði í tilfellum 1 og 3 enda þótt vélarnar séu keyrðar á skertu álagi.
- Nokkur óvissar ríkir um í hve miklum mæli má nota vindmylluna til að draga úr kyndipörf með dísilolíu sbr. tilfelli 1b.
- Úttektin bendir til að komast megi hjá brennslu svartolíu sbr. tilfelli 3. Hugsanlega mætti komast hjá því að setja upp svartolíuketil (hér er gert ráð fyrir að hann yrði settur upp til öryggis) og myndi þá kostnaður við orkukerfi 3 lækka.

Þegar niðurstöðurnar eru skoðaðar er ljóst að nokkrir áhugaverðir möguleikar eru opnir varðandi orkumál Grímseyinga og tengjast þeir einkum lagningu hitaveitu sem nýtir jarðhitavatn og beislun vindafis. Niðurstaða nefndarinnar er því tvíþætt.

- Lagt er til að nú þegar verði ráðist í tæknilega úttekt á samkeyrslu dísilrafstöðva og rekstri vindmyllu í Grímsey og er eðlilegt að fela sérfræðingum í beislun vindafis það verkefni. Nærtækast er að leita til sérfræðinga dönsku vindrannsóknastöðvarinnar á Risö.
- Lagt er til að nú þegar verði ráðist í tilraunaboranir í Grímsey til að fá staðfest að þar sé að finna nægilega heitt vatn í nægu magni til að fullnægja þörfum hitaveitu.

Heimildir

- Árni Ragnarsson (2001), Orkunotkun í Grímsey, Greinargerð, Orkustofnun, júní 2001.
- Árni Ragnarsson (2002), Viðræður, ágúst 2002.
- Ásgeir Ólafsson og Sigurður Óli Guðmundsson (2001), Varmadætur til húshitunar í Grímsey – frumathugun, B.Sc. verkefni við Tækniskóla Íslands, desember 2001.
- Fjarhitun (1984), Hitaveita í Grímsey, Frumáætlun, apríl 1984.
- Fjarhitun (1985), Hitaveita í Grímsey, Viðauki við frumáætlun, júlí 1985.
- Héðinn (2002), símtal við sölumann um stofnkostnað í hitaveitu, ágúst 2002.
- Henrik Bindner (2002), Tölvupóstur um samkeyrslu dísilrafstöðvar og vindmyllu, Bindner starfar á dönsku vindrannsóknastöðinni á Risö, júní 2002.
- Ingvar Nielsson (2001), Upplýsingablöð um Hoval sorporkubúnað.
- Kristján Sæmundsson (2001), Jarðhitalíkur í Grímsey, Greinargerð, Orkustofnun, október 2001.
- Nemendahópur í vélaverkfræðiskor HÍ skipaður Árna Sigurði Ingasyni, Birni Margeirssyni, Hlyn Kristjánssyni og Kristjáni Guðmundssyni (2001), Nemendaverkefni í námskeiðinu Hagverkfræði um notkun vindmyllu sem grunn í sjálfbæru orkukerfi í Grímsey.
- Róbert Magnússon (1980), Hagnýting vindorku í Grímsey, Rarik, september 1980.
- Rönning (2002), símtal við sölumann um stofnkostnað v. þilofna, ágúst 2002.
- Steinar Friðgeirsson (2002), Viðræður á skrifstofu Rarik, febrúar 2002.
- Strengur (1985), Nýting vindorku í Grímsey, Greinargerð um hagkvæmni vindrafstöðva og hitaveitu, Strengur, október 1985.
- Þorsteinn I. Sigfússon (2002), Viðræður, ágúst 2002.
- Veðurstofa Íslands (2002), Vindmælingar í Grímsey á 7 ára tímabili, mars 2002.
- Vefsíða Alþingis, www.althingi.is, 2002
- Vefsíða Essó, www.esso.is, 2002.
- Vefsíða Hagstofunnar, www.hagstofa.is, 2002.
- Vefsíða Rarik, www.rarik.is, 2002
- Vefsíða, <http://www.veftorg.is>, 2002
- Vestas (2002), Quotation no. 1261A_02, maí 2002.
- VST (1994), Orkumál í Grímsey, forathugun, VST, janúar 1994.