

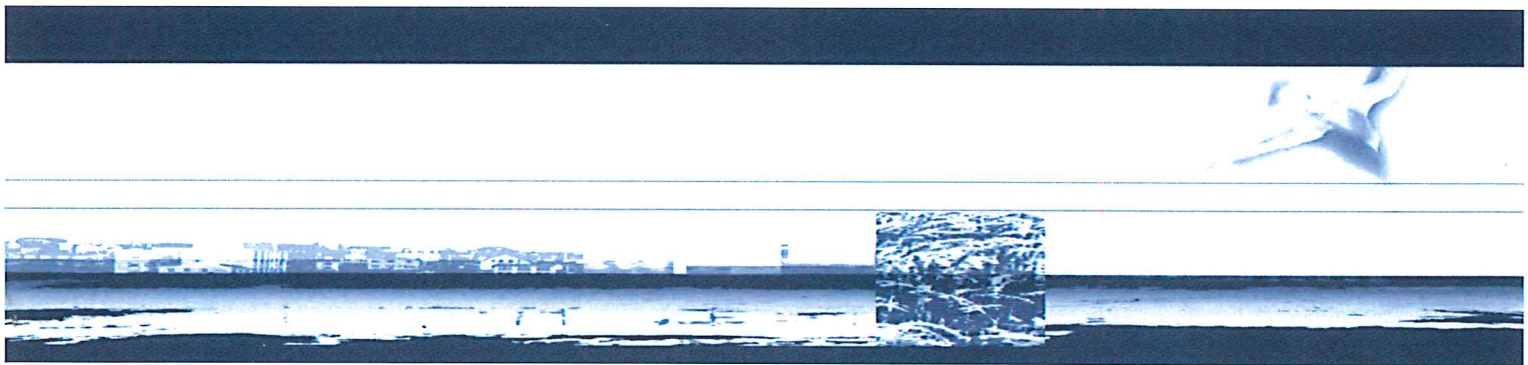
**ITÍ0703/EUT03
8UI05097
Steinar Rafn Beck
Þórhildur Fjóla Kristjánsdóttir**

Orkunotkun utan landsnets

Sjálfbær orkuframleiðsla fyrir notendur utan landsnetstengingar

Grímsstaðir á Fjöllum – Sumarbústaðaeigendur

**Lokaskýrsla
Júní 2007**



Efnisyfirlit

Inngangur	7
Markmið	8
Sjálfstæð og umhverfissvænni orkuframleiðslu fyrir Grímsstaði á Fjöllum	9
Forsaga	9
Orkukostir	10
Núverandi ástand – dísil rafstöð.....	10
Rafmagnsjarðstrengur frá Kröflu	10
Vind- og dísilrafstöð.....	10
Metan.....	11
Lífdísill í stað dísilolífu	11
Lítil vatnsaflsvirkjun	11
Raunhæfar leiðir í átt að sjálfbærri orkuframleiðslu	13
Vind- og dísilrafstöð.....	13
Sól – vind blendingskerfi með dísilrafstöð	16
Lítil vatnsaflsvirkjun 3km frá bænum.....	18
Samanburður á kostnaði og hagkvæmni	20
Framkvæmdaáætlun	23
Ákvörðun um framkvæmdir.....	23
Grunnrannsóknir.....	23

Leita tilboða.....	23
Fjármögnun	23
Uppsetning kerfis	24
Eftirlit / rannsóknarverkefni	24
Niðurlag.....	26
Sjálfstæð og umhverfisvæn orkuframleiðsla fyrir sumarbústaðaeigendur utan Landsnets	27
Forsaga	27
Þarfagreining	27
Hvaða möguleikar eru fyrir hendi?	30
Vindrafstöð.....	30
Sólarrafall	36
Blandað vind - sólarorku kerfi	39
Varmadælur	41
Hvað hentar mér?.....	42
Heimildir	43

Myndir

Mynd 1. Vindrafstöðvar kerfi.....	30
Mynd 2. Sólarrafla kerfi	36
Mynd 3 Blendingskerfi sól / vind.....	39

Töflur

Tafla 1. Verðsamanburður á vindrafstöðvum.	14
Tafla 2. Heildarverð fyrir vindrafstöðvar með tilheyrandi fylgihlutum.....	15
Tafla 3. 10.1 kW blendingskerfi.....	16
Tafla 4. Kostnaður við vatnsaflsvirkjun með uppsett afl 5 kW.....	19
Tafla 5. Samanburður á kostnaði við fjóra mismunandi raforkukosti.....	20
Tafla 6. Samanburður á framleiðslukostnaði raforku.....	21
Tafla 7. Tengigjöld vegna lagningu rafmagnsstrengs – dæmi um kostnað.....	28
Tafla 8. Orkunotkun algengra rafmagnstækja í sumarbústað	29
Tafla 9. Samanburður á vindrafstöðvum (kr / W).....	34
Tafla 10. Verð á vindrafstöðvum með öllu	35
Tafla 11. Sólarraflar hjá íslenskum aðilum	37
Tafla 12. Verðsamanburður á sólaröflum	37
Tafla 13 Blendingskerfi frá Bergey með uppsett afl 1.2 kW	39
Tafla 14. Dæmi um samsett blendingskerfi með uppsett afl 1.4 kW	40

Inngangur

Íslendingar hafa mjög góða þekkingu á hvernig nýta á vatnsafl og jarðhita til rafmagnsframleiðslu og til hitaveitu. Við búum við ótrúlegt magn af þessum auðlindum og getum hæglega séð öllum landsmönnum fyrir sjálfbærri orku. En ekki er alltaf hagkvæmt að tengja inn notendur á landsnetið eða við hitaveituæðar. Þá er mikilvægt að búa yfir þekkingu hvernig hægt er að nýta aðra vistvæna orkugjafa til að sjá þeim notendum fyrir sjálfbærri orku.

Nokkrir staðir á landinu eru utan alfaraleiðar og ekki er hagkvæmt að setja upp rafmagnstengingar fyrir þessa staði. Dísilrafstöð er víða notuð til að uppfylla þær orkukröfur sem eru til staðar en þær eru bæði eldsneytis- og viðhaldsfrekar.

Verkefni þetta snýr að úttekt á möguleikum fyrir vistvæna orkuframleiðslu til eigin nota fyrir notendur sem ekki hafa aðgang að landsneti eða hitaveituæðum. Enn er frekar takmörkuð þekking á þessum möguleikum hér á landi. Verkefnið er aðallega hugsað út frá minni notendum þar sem orkuþörfin er á bilinu 5-100 kW á dag. Verkefnið snýr að notendum sem ekki þurfa meiri en u.þ.b. 100 kW og er því mikilvægt að skoðaður verði möguleikinn á að nýta litlar vindrafstöðvar. Aðrir möguleikar sem verða skoðaðir eru sólarorka og litlar vatnsaflsvirkjanir. Einnig hefur ekki verið skoðað hvort að það sé hagkvæmt að nýta varmadælur fyrir þessa notendur en verið er að vinna skýrslu um almenna hagkvæmni varmadælna hér á landi sem hægt verður að nýta.

Mikilvægt er að til séu aðgengilegar upplýsingar á íslensku sem geti auðveldað þeim sem hafa hug á að framleiða umhverfisvæna orku til eigin nota hvaða möguleikar eru fyrir hendi. Verkefnið er tvískipt þar sem fyrri hlutinn fjallar um möguleika á sjálfbærri raforkuframleiðslu fyrir Grímsstaði á Fjöllum. Seinn hlutinn fjallar svo um möguleika sumarbústaða eigenda eða annarra smærri aðila til sjálfbærrar raforkuframleiðslu.

Markmið

Meginmarkmið verkefnisins eru eftirfarandi:

Kanna og meta valmöguleika innan umhverfissvænnar orkuframleiðslu fyrir notendur utan landsnets tengingar, með áherslu á litlar vindrafstöðvar.

Verkefnið snýr annars vegar að því að kortleggja umhverfissvæna kosti til orkuframleiðslu fyrir Grímsstaði á Fjöllum og hins vegar fyrir sumarbústaðaeigendur.

Búa til aðgengilegar upplýsingar sem ótengdir raforku- og hitaveitu notendur geta nýtt sér við að finna möguleika á orkuframleiðslu fyrir tiltekna orkunotkun og staðsetningu.

Búa til framkvæmdaráætlun um nýtingu umhverfissvænnar orkuframleiðslu á Grímstöðum á Fjöllum (notkun um 60 kW).

Lýsing í umsókn

“Verkefninu er ætlað að kortleggja þá möguleika sem fyrir hendi eru varðandi framleiðslu á umhverfissvænni orku fyrir orkunotendur sem ekki eru tengdir inn á raforkunetið eða hitaveituæðar. Í framhaldi af því verður gerð úttekt á hvaða umhverfissvænu möguleikar eru hagkvæmir og geta uppfyllt orkuþarfir fyrir þessa notendur. Sérstaklega verða skoðaðir möguleikar á litlum vindmyllum, nýtingu sólarorku sem og aðrir vistvænir kostir. Verkefnið snýr ekki að stórum notendum heldur að einstaka búum og byggðum sem þurfa um 5-100 kW. Sú þekking sem aflast með verkefninu verður síðan nýtt til að hanna vistvænt orkukerfi fyrir Grímsstaði á Fjöllum og útbúa framkvæmdaáætlun fyrir uppsetningu þess. Markmiðum verkefnisins má skipta í þrennt: Í fyrsta lagi, að kanna og meta valmöguleika umhverfissvænnar orkuframleiðslu fyrir notendur utan landsnetstengingar. Í öðru lagi, að afla og setja fram aðgengilegar upplýsingar, sem notendur ótengdir raforkuneti og hitaveitu geta nýtt sér við að finna möguleika á orkuframleiðslu fyrir tiltekna orkunotkun og staðsetningu og í þriðja lagi, að búa til framkvæmdaáætlun fyrir uppsetningu á umhverfissvænni orkuframleiðslu á Grímstöðum á Fjöllum.

Ávinningur verkefnisins er að stuðla að notkun innlendra umhverfissvænna orkugjafa á stöðum fjarlægum landsneti. Draga þar með úr neikvæðum áhrifum af völdum notkunar jarðefnaeldsneytis og efla hérlanda kunnáttu á sviði sjálfbærrar orkunýtingar.”

Sjálfstæð og umhverfisvænni orkuframleiðslu fyrir Grímsstaði á Fjöllum

Mikill áhugi af hálfu Braga Benediktssonar íbúa á Grímstöðum á að geta nýtt vistvæna orkugjafa í stað dísilrafstöðva er meðal annars kveikjan að þessu verkefni. Í kaflanum hér á eftir verður farið yfir þá kosti sem hugsanlega er hægt að nýta til framleiðslu vistvænnar orku og í framhaldinu af því er fjallað sérstaklega um þá kosti sem teljast raunhæfir við þær aðstæður sem eru á Grímstöðum á Fjöllum. Í framhaldi af því eru raunhæfir orkukostir dregnir saman og metnir út frá kostnaði og hagkvæmni. Að lokum er lögð fram framkvæmdaáætlun fyrir næstu skref ef ráðist yrði í uppsetningu á þeim kosti sem yrði fyrir valinu.

Forsaga

Grímsstaðir á Fjöllum eru um 40 km austur af Mývatni. Grímsstaðir eru ekki tengdir inn á háspennulínu Landsets og rafmagnsframleiðslan í dag byggir á tveimur dísilrafstöðvum sem eru 14 kW og 27 kW og komnar á aldur. Með því að búa til framkvæmdaáætlun fyrir umhverfisvæna orkuframleiðslu á Grímstöðum næst fram mikilvæg reynsla á sviði umhverfisvænna orkugjafa fyrir byggðir utan raforkukerfisins. Samkvæmt Elvari Daða Guðjónssyni, ábúanda á Grímstöðum og rekstraraðila ferðaþjónustu á staðnum, er mjög líklegt að orkuþörfin fyrir Grímstaði eigi eftir að aukast og sú framleiðsla sem er í gangi í dag nægi ekki þegar álag er mikið, eins og t.d um kvöldmatarleytið yfir háannatíma í ferðaþjónustunni.

Möguleikinn á vindrafstöð á Grímstöðum er fyrir hendi samkvæmt skýrslu Arnars Matthíassonar sem unnin var sem lokaverkefni frá Rafvirkjudeild Iðnskólans í Reykjavík árið 2003. Lítil sem engin reynsla er á uppsetningu á vindrafstöð á Íslandi en með því að setja upp slíka rafstöð á Grímstöðum á Fjöllum næst fram mikilvæg þekking og reynsla á nýtingu þessarar orkuauðlindar hér á landi. Með gerð framkvæmdaáætlunar fyrir uppsetningu á vindrafstöð með umhverfisvænu varaafli á Grímstöðum á Fjöllum er mikilvægasta skrefið að framkvæmd þess unnin.

Orkukostir

Núverandi ástand – dísil rafstöð

Dísilrafstöðvarnar kosta, að sögn Elvars Daða, um 3 milljónir á ári í rekstri. Ef það þyrfti að auka rafmagnsframleiðsluna með dísil rafstöðvunum, myndi það kalla á aukinn rekstrarkostnað. Stofnkostnaður við dísilrafstöðvar er hins vegar mjög lágur, samanborið við aðrar umhverfisvænni lausnir. Dísilólíunotkunin nú er um 20.000 l á ári og hugsanlegt að hún gæti aukist með auknum umsvifum vegna ferðamennsku á svæðinu. Orkuþörfin er allt að 60 kW á dag sem skiptist þannig að 30 kW þarf af rafmagni og 30 kW í hitun.

Rafmagnsjarðstrengur frá Kröflu

Ef lagður yrði rafmagnsjarðstrengur frá Kröflu að Grímsstöðum og Grímstungu mun það leysa alfarið dísilrafstöðvarnar af hólmi og auðvelt er fyrir ábúendur að auka við rafmagnsnotkun eftir þörfum. Rökin á móti rafstrengnum eru mjög hár kostnaður. Ekki er auðvelt að segja til um hversu mikið orkunotkunin eigi eftir að aukast en ef litið er til síðustu ára hefur verið að stöðug uppbygging í ferðaþjónustu með fleiri húsum og tilheyrandi aukningu á orkuþörf. Lagning rafmagnstrengjar er dýr þar sem hver kílómeter kostar um 1,2 millj. kr¹, vegalengdin sem þyrfti að leggja er um 40 km. Lagning rafmagnsstrengs myndi aftur á móti tryggja stöðugt rafmang og jafnframt væri verið að notast við umhverfisvæna orku í stað þess að brenna dísilólíuna.

Vind- og dísilrafstöð

Meðalvindhraði á Grímsstöðum er ekki mjög mikill, en hann hefur verið um 6 m/s síðustu árin. Hugsanlega vindrafstöð yrði að vera með mjög hátt mastur, eða um 20-40 m og það mun hafa mikil útlitsleg áhrif á fjalla umhverfið á Grímsstöðum. Vindrafstöðvar myndu líklega aldrei geta verið heildarlausn fyrir Grímsstaði í ljósi þess að vindur er mjög óstöðugur orkugjafi, því þyrfti alltaf að vera varaafsstöð til staðar. Einnig er ekki auðvelt að auka við orkuframleiðslu með vindrafstöð, nema með uppsetningu á nýrri vindrafstöð, sem er mjög kostnaðarsamt. Nánari athugun þarf að

¹ Gjaldskrá RARIK, kostnaður aldrei lægri en 1200 kr/m við lagningu rafstrengs í dreifbýli

fara fram á fjármálum varðandi uppsetningu og rekstrarkostnaðar við vindrafstöð. Ekki væri eingöngu hægt að notast við vindmyllu og því þyrfti að nota rafstöð sem varaafli.

Metan

Á Grímsstöðum eru rúmlega 2000 m³ af lífrænum úrgangi frá sauðfé á ári. Þó hér sé um töluvert mikið magn að ræða, er ekki hægt að byggja upp framtíðarlausn í kringum brennslu á lífrænu gasi, þar sem ábúendur á Grímsstöðum hafa að mestu hætt búskap og því hefur dregið verulega úr framleiðslu á lífrænum úrgangi. Gerð hefur verið úttekt á því að nota lífrænan úrgang í skýrslu sem unnin var af VSÓ ráðgjöf og kallast “MEGAS”. Í úttektinni kemur fram að ekki er hagkvæmt að framleiða metan nema á kúabúi með 40 kýr eða fleiri. Einnig kemur fram í skýrslunni að 70 kinda bú gefi af sér úrgang á við 5 kýr (kindur í húsi 6 mánuði á ári). Til að vera hagkvæmt þyrfti því að vera með 500-600 kindur til fá úrgang á við það sem kemur frá 40 kúa búi.²

Lífdísill í stað dísilolíu

Einn umhverfissvænn möguleiki er að nýta lífdísilolíu í stað þess að brenna dísilolíuna á rafstöðvunum, en lífdísill er lífrænt umhverfissvænt eldsneyti. Lífdísill hefur nánast alfarið sömu brennslueiginleika og dísilolíu. Lífdísill er í dag ekki framleiddur hér á landi. Hugsanlegt er að framleiðsla á lífdísli úr úrgangsdýrafitu verði að veruleika á Íslandi eftir einhvern tíma, gróf fjárhagsáætlun gerir ráð fyrir því að verð á þeim lífdísli verði um 80-100 kr/l.³ Verð á lífdísilolíu frá Danmörku er um 70 kr/l.⁴ Að brenna lífdísil væri hugsanlega ágætis lausn ef vilji er fyrir því að bæta ímynd staðarins í umhverfismálum. Lífdísill getur dregið úr notkun á dísilolíu við raforkuframleiðslu á staðnum en þá þyrfti að flytja hana þangað annarsstaðar frá. Þar sem framleiðsla á lífdísil er ekki til staðar er þetta ekki raunhæfur kostur í stöðunni.

Lítill vatnsaflsvirkjun

Með breytingu á raforkulögum árið 2003 hefur áhugi vaknað á ný fyrir gerð tiltölulega lítilla vatnsaflsvirkjana á Íslandi, svonefndra „smávirjkjana“ eða „bændavirkjana“. Ein

² Hallsdóttir, B.S et al (2005)

³ Ólafsson, G.T et al. (2006)

⁴ Ólafsson, G.T et al. (2006)

meginforsendan fyrir því, að hægt sé að hanna og leggja mat á hagkvæmni fyrirhugaðra vatnsaflsvirkjana, er að mælingar á rennsli í viðkomandi vatnsfalli liggi fyrir. Ekki þarf sérstakt leyfi fyrir virkjunum sem eru 30-1000 kW og eingöngu þarf að skila inn tæknilegum upplýsingum um fyrirhugaða virkjun. Að sögn Braga Benediktssonar ábúanda á Grímsstöðum, var aðili hjá Raforkubændum búinn að gera úttekt á því hvort það væri hægt að fara í virkjun í ánni sem er um 3 km frá bænum. Niðurstöður úr rennslismælingunum sýndu rennsli upp á 62 l/s (mæling gerð í ágústmánuði 1971).⁵

⁵ Zhóphóníasson, S. 2006

Raunhæfar leiðir í átt að sjálfbærri orkuframleiðslu

Miðað við þá kosti sem fjallað hefur verið um hér að framan þá er um þrjá kosti að ræða til að ná markmiðum um umhverfissvænni orku á Grímsstöðum. Frekari úttekt á þeim kostum sem til greina koma er fjallað um hér í framhaldinu.

Vind- og dísilrafstöð

Ein hugmynd er að hrinda í framkvæmd tillögu úr lokaverkefni sem unnið var við Iðntækniskólann í Reykjavík af Arnari Matthíassyni. Verkefnið miðaði að því að kanna möguleika á vindrafstöð með dísil vararafstöð. Í því verkefni kom fram að hægt væri að koma upp vöktunarbúnaði sem stýrði afli inn á „netið“ og stýrði því að vindrafstöðin væri að framleiða sem mest og sem minnst álag væri á dísilrafstöðina. Ef nægur vindur væri, þá myndi dísilstöðin slökkva á sér. Til er búnaður sem ræsir dísilstöðina aftur ef vind lægir, virkar hann ekkert ósvipað Schmitt trigger, eða þannig að þó vind lægi aðeins og væri á mörkunum með að vera nægilegur, þá væri díselstöðin ekki að drepa á sér og kveikja aftur ef kviðuna lægði, heldur þarf stöðugur vindur að fara niður fyrir ákveðið gildi í ákveðinn tíma til að dísilstöðin ræsi sig.⁶

Vindhraði á Grímsstöðum er ekki mikill ef skoðuð eru meðalgildi fyrir mánuði. Á árunum 1961-2005 var meðalvindhraði á mánuði um 4.8 m/s en ef gögnin eru skoðuð nánar kemur í ljós að vindhraðinn hefur verið að aukast. Á árunum frá 1989-2005 er meðalvindhraði á mánuði komin í 6.1 m/s.⁷

Þessi kostur er líklega sá ódýrasti af þeim þrem sem eru raunhæfir ef eingöngu er horft á stofnkostnað og gæti hugsanlega minkað notkun á dísilolíu um helming.

⁶ Matthíasson, A., 2003

⁷ Veðurstofa Íslands, vefheimild 2006

Tafla 1. Verðsamanburður á vindrafstöðvum.

	Uppsett afl (W)	Miðast við vindhraða	Framleiðsla við 11 m/s W	Rafmagnsframleiðsla á mánuði miðað við 6 m/s meðalvindhraða (kWst)	Verð ISK*	kr / W **
Bergey Windpower						
XL.7.5	7500	12.5 m/s	7020	1250	2.020.000	256
Excel 10	10000	13.8 m/s	4110	1477	2.531.000	243
Proven Energy						
Proven 6	6000	12 m/s	5900	720	1.380.000	217
Proven 15	15000	12 m/s	15000	2880	2.554.000	164

* Áætlað verð miðað við 24,5% VSK og 100.000 kr flutningskostnaði, € 90 ikr \$ 70 ikr

** kr / W er miðað við uppsett afl - flutningskostnaður ekki inn í reikningum

Í töflu 1 eru tekin dæmi um vindrafstöðvar frá tveim framleiðendum sem kæmu til með að henta ágætlega við íslenskar aðstæður. Vindrafstöðvarnar eru frá Bergey Windenergy og Proven Energy og gætu hentað vel við íslenskar aðstæður þar sem þær þola mikinn vind, seltu og frost. Tvær gerðir frá Proven Energy kæmu til greina Proven 6000 eða Proven 15000. Miðað við 6 m/s meðalvindhraða þá er væri hægt að framleiða um 36 kW af rafmagni á dag með Proven 6 en 96 kW með Proven 15. Þetta gæti dugað miðað við að þörfin er um 60kW á dag í hitun og rafmagn. Bergey Windenergy er einnig með tvær gerðir af vindrafstöðvum sem kæmu til greina og eru 7.5 kW og 10 kW. Hægt væri að framleiða 42-50 kW á dag miðað við 6 m/s meðalvindhraða. Kostnaðurinn við slíkar vindrafstöðvar er frá 1.4 millj. kr og upp í 2.5 millj. kr. Algengur samanburður á vindrafstöðvum er hve mikið hvert W kostar og í þeim samanburði kemur Proven Energy betur út.

Kostnaðurinn í töflu 1 er eingöngu fyrir staka vindrafstöð en það er einnig annar búnaður sem þarf að kaupa til að hægt sé að nota vindrafstöðvarnar. Einna mikilvægast er að kaupa stjórnstöð sem ætluð er fyrir hverja tegund af vindrafstöð, annar búnaður eins og mastur, rafgeyma og rafmagnsleiðslur er hugsanlega hagkvæmara að kaupa hér heima. Í töflu 2 hér að neðan er tekin saman heildarkostnaður og þar með talið sá búnaður sem er nauðsynlegur fylgibúnaður fyrir vindrafstöðvarnar.

Tafla 2. Heildarverð fyrir vindrafstöðvar með tilheyrandi fylgihlutum.

Framleiðandi	Vindrafstöð	Fylgihlutir	Rafgeymar	Samtals kr	
Bergey Windpower					
	XL7.5	2.020.000	1.270.000	132.000	3.422.000
	Excel 10	2.531.000	1.412.000	264.000	4.207.000
Proven Energy					
	Proven 6	1.380.000	943.000	132.000	2.455.000
	Proven 15	2.554.000	3.042.000	264.000	5.860.000

Innifalið í verðinu er vindrafstöð, turn, rafgeymar ásamt öllum snúrum og rafbúnaði sem til þarf. Hugsanlega er hagkvæmast að kaupa bara vindmylluna erlendis frá og kaupa annað sem til þarf á Íslandi. Mesti kostnaður fylgihlutanna liggur í turninum og rafgeymunum. Verð fyrir staka vindmyllu gæti verið í kring um 2 millj. kr. (fyrir utan turn, rafgeyma og uppsetningu sem gæti kostað um 2 millj.kr) og allur pakinn á 4 millj. kr. Miðað við það sem gefið er upp hjá fyrirtækinu þá á svona vindrafstöð að geta framleitt um 60 kW á dag miðað við 6 m/s vindhraða og 30 m háan turn. Þetta væri því nóg til að þjóna orkuþörfinni á Grímsstöðum.

Gallinn við að setja upp vindmyllu er aftur á móti sá það með henni þyrfti alltaf að vera dísilrafstöð sem varaflgjafi vegna þess að það koma dagar þar sem vindur er ekki nægjanlegur til framleiðslu rafmagns. Stofnkostnaður við nýja dísil rafstöð sem þyrfti að vera 30-40 kW er ekki mikill en á móti kemur að rekstrarkostnaðurinn er frekar hár. Einn möguleiki væri að nota þær dísil vélar sem fyrir eru til sem varaafgjafa. Með þessari uppsetningu væri líklega mögulegt að minnka notkun á dísil um helming miðað við núverandi aðstæður.

Sól – vind blendingskerfi með dísilrafstöð

Blendingskerfi eru mikið að ryðja sér til rúms þar sem þau veita mun stöðugri framleiðslu á rafmagni allan ársins hring. Hér er blandað saman vindrafstöð og sólaröflum með miklum möguleikum á framleiðslu rafmagns. Bergery Windenergy selur slík kerfi og er með tvær gerðir 1.2 kW og 10.1 kW. Stærri kerfið það er 10.1 kW gæti hentað vel við framleiðslu rafmagns á Grímsstöðum á Fjöllum. Miðað við meðalvindhraða upp á 6 m/s og 6 klst. sól á dag þá gæti þetta kerfi vel þjónað raforkuþörf Grímsstaða sem er um 60 kW á dag eða um 1800 kW á mánuði. Framleiðsla frá sólaröflunum væri minni yfir dimmstu mánuðina en á þeim tíma er vindhraði vanalega meiri.

Tafla 3. 10.1 kW blendingskerfi.

Blendingskerfi	Uppsett afl (W)*	Framleiðsla á dag ** (W)	Verð***	**** kr / W
Vindrafstöð				
- Bergey 1kW	1.000	5900	325.000	226
Sólarrafall				
- 2 x Sharp ND-208U1	416	2500	417.200	404
Samtals	1.416	8400	742.200	278

* Miðast við 11 m/s og 1000 W/m² - ** Miðast við 6 klst sól á dag og 5 m/s meðalvindhraða

*** Miðast við 24,5% VSK og 100.000 kr. í flutningskostnað - allur nauðsynlegur búnaður innifalinn

**** kr / W er miðað við uppsett afl - flutningskostnaður ekki inn í reikningum

Ein og kemur fram í töflu 3 þá kostar slíkt blendingskerfi rúmar 6.6 millj. kr en þá á eftir að bæta við kostnaði við uppsetningu sem gæti verið um 500 þús. kr. Þannig að heildarpakkinn gæti verið á rúmar 7 millj. kr. Kerfið gæti uppfyllt þá raforkuþörf sem er á Grímsstöðum miðað við þær aðstæður sem gefnar eru upp í töflunni hér að ofan. Rafmagnsframleiðsla yfir dimmstu vetrarmánuði myndi að sjálfsögðu ekki vera mikil frá sólaröflunum en tekið skal fram að ekki þarf að vera sólskin til að þeir framleiði rafmagn.

Kerfi eins og það sem er í töflunni hér að ofan er talið henta heimilum utan landsnets og þurfa yfir 700 kW af rafmagni á mánuði. Auðvelt er að tengja þetta blendingskerfi við kerfi þar sem eingöngu hefur verið notast við dísilvélar. Með þessu má draga verulega úr notkun jarðefnaeldsneytis en að sama skapi skaffa raforku allan sólarhringinn.

Umfram orka sem blendingskerfið framleiðir er geymd á rafgeymum sem einnig má hlaða með varaafsgjafanum (dísilvél).

Lítill vatnsaflsvirkjun 3km frá bænum

Litlar vatnsaflsvirkjanir hafa lengi verið notaðar til framleiðslu raforku á Íslandi. Samkvæmt skýrslu sem unnin var fyrir Iðnaðarráðuneytið kemur frama að árið 1998 voru um 196 einkareknar vatnsaflsrafstöðvar á Íslandi með framleiðslugetu upp á 4 MW.⁸ Áhugi til að virkja “bæjarlæk” hefur einnig verið að aukast hin síðari ár og kemur þar helst til breytingar á raforkulögum. Raforkulög, nr. 65/2003⁹, voru samþykkt á Alþingi vorið 2003 og gerir smærri aðilum kleyft selja þá umframorku sem þeir framleiða inn á raforkunetið.

Gróflega má áætla út frá rennsli (62 l/s) að það ætti að vera hægt að setja upp um 5 kW vatnsaflsvirkjun, en það þyrfti að gera stíflu sem gæti orðið kostnaðarsöm ein og áður sagði. Fallhæðinni í ánni, sem rennur um 3 km frá bænum, er ekki mikil og því þyrfti að gera frekari rannsóknir á svæðinu og gera nýja rennslismælingu. Vatnaflsvirkjun í “bæjarlæk” með uppsett afl 5 kW myndi teljast vera vistvæn þar sem skilgreining evrópskra samtaka miðast við 30 MW til að teljast vera vistvænn orkugjafi.¹⁰ Ljóst má því vera að virkjun á læk með 0,62 l/s rennsli og 5 kW uppsett afl teljist vistvæn aðgerð samkvæmt þeirri skilgreiningu.

Stofnkostnaður vegna lítilla vatnsaflsvirkjana er töluverður en hins vegar er rekstrarkostnaður óverulegur og endingartími er langur. Að mati Eiðs Jónssonar rafvirkja og framleiðanda smávirkjana má gróflega áætla að kostnaðurinn geti verið um 4-5 milljónir fyrir að virkja “bæjarlæk”. Samkvæmt RARIK kostar að lágmarki um 1.2¹¹ milljónir / km að leggja minnsta rafstreng í jörð. Að leggja rafstreng vegalengdina frá virkjun að bænum, sem er um 3 km, myndi því kosta a.m.k 6 milljónir. Þó að fallhæðin sé ekki mikil, þá má áætla að kostnaðurinn sé þá að hámarki um 12 milljónir, rekstrarkostnaðurinn er lítil miðað við aðra möguleika.

⁸ Árnason, H. 2000

⁹ Heimasiða Alþingis Íslands, vefheimild 2007

¹⁰ Árnason, H. 2000

¹¹ Gjaldskrá Rarik, 2007

Tafla 4. Kostnaður við vatnsaflsvirkjun með uppsett afl 5 kW.

	Uppsett afl kW	Rennsli (l/s)	Framleiðsla á dag kW	Verð*	kr/W**
Vatnsaflsvirkjun	5	62	120	12.000.000	900

* Miðast við tilbúna virkjun, tengingu við bæjinn og vinnu

** Miðast eingöngu við virkjunina sjálfa þar sem reiknað er með 4.5 millj. í kostnað

Virkjunin myndi flokkast sem örvirkjun þar sem framleiðslugetan er undir 100 kW. Eins og fram kemur í töflu 4 þá gæti slík virkjun framleitt um 120 kW á dag og kostnaður á W væri um 900 kr. Líftími slíkrar virkjunar gæti verið um 50 ár sem er mun lengra en hinna kostanna sem lagðir eru til hér. Virkjunin þyrfti líklega að vera með miðlunarlón og því yrði hugsanlega um eitthvert jarðrask að ræða meðan á framkvæmdum stæði. Mælt er með timburstífu í svo litlum lækjum ef ekki verða stórflóð í þeim og þá helst með V-laga yfirfalli.¹² Í skýrslunni “Litlar vatnsaflsvirkjarnir”, sem unnin var fyrir Iðnaðarráðuneytið af VGK verkfræðistofu og kom út 2003, er farið ýtarlega í uppsetningu vatnsaflsvirkjana með tilliti til aðstæða, búnaðar og kostnaðar. Skýrslan veitir haldgóðar upplýsingar um vatnsaflsvirkjanir nýtist vel við undirbúning slíks mannvirkis.¹³ Til að hægt sé að meta betur hvernig virkjun hentaði best fyrir Grímsstaði þyrfti að liggja fyrir frekara mat á aðstæðum ásamt nýrri rennslismælingum.

¹² Jónsdóttir et al., 2002

¹³ VGK verkfræðistofa, 2003

Samanburður á kostnaði og hagkvæmni

Hér verður metið hversu hagkvæmt það er fyrir orkunotanda að fjárfesta í raforkuframleiðslukerfi fyrir Grímsstaði á Fjöllum. Almennt er talað um að fjárfesting sé hagkvæm ef uppsetningar- og rekstrarkostnaður er ekki hærri en sá hagnaður sem hafa má af fjárfestingunni. Mælikvarði á hagkvæmni er yfirleitt ákveðin út frá núvirði eða innri vöxtum. Utan þessara tveggja mælikvarða er oft lagt mat á hagnaðar- eða endurgreiðslutíma. Til að hægt sé að leggja mat á fjárfestinguna þurfa allir kostnaðarliðir að liggja fyrir áður en hagkvæmni mismunandi kosta er borin saman.

Tafla 5. Samanburður á kostnaði við fjóra mismunandi raforkukosti.

Valkostir	Kostnaður	Lækkun rekstrark.	Rekstrark.	Sparnaður	Líftími
1. Vindrafstöð + dísil vararafstöð	4.000.000*	50%	1.580.000*	1.420.000	30
2. Sól - vind + dísil vararafstöð	7.000.000**	80%	740.000	2.260.000	30
3. Vatnsaflsvirkjum 5kW	12.000.000	100%	500.000	2.500.000	50

* 7.5 kW Bergey vindrafstöð með öllu

** 7.5 kW Bergey vindrafstöð + 48x55w sólarrafilar

Rekstrarkostnaður miðað við núverandi ástand er um 3 millj. kr eins og áður hefur komið fram. Rekstrarkostnaðurinn miðað við þá kosti sem teknir eru fyrir í töflu 4 er reiknaður sem 2 % af stofnkostnaði og að auki bætist við rekstur á dísilrafstöð.

Kostnaðurinn við dísilrafstöðina er reiknaður út frá því hlutfalli sem reiknað er með að dragi úr notkun hennar eins og gefið er upp í töflunni. Fyrir kosti 1 og 2 hefur einnig verið bætti við kostnaði vegna uppsetningar. Reiknað er með að ekki sé fjárfest í nýrri dísilrafstöð heldur notast við aðra af þeim sem fyrir er.

Raforkuþörfin fyrir Grímsstaði á Fjöllum eru tæp 22 þúsund kW á ári (60 kW á dag fyrir hita og rafmagn) og hefur verið að aukast allavega yfir sumartímamann vegna aukinnar ferðamennsku. Ef tölur um árlega raforkuframleiðslu eru skoðaðar í töflu 6 þá má sjá að kostirnir sem teknir eru fyrir geta staðið undir þeirri raforkuframleiðslu sem þörf er á. Hugsanlega er sú prósentulækkun á rekstrarkostnaði sem sett er fram í töflu 5 of há eða of lá miðað við árlega afkastagetu kosta 1 og 2 en þetta er eingöngu mat um hugsanlegan sparnað.

Tafla 6. Samanburður á framleiðslukostnaði raforku.

		Kostur 1	Kostur 2	Kostur 3
Uppsett afl	kW	7,5	10,1	5,0
Stofnkostnaður		4.000.000	7.000.000	12.000.000
Árleg raforkuframleiðsla*	kWh	22.000	27.600	43.800
Árlegur rekstrarkostnaður (2% af stofnkostnaði)		80.000	140.000	240.000
Eigið framlag í t.d formi vinnu		300.000	300.000	300.000
Styrkir 50% af stofnkostnaði		2.000.000	3.500.000	6.000.000
Lán til 10 ára 8% vextir		1.700.000	3.200.000	5.700.000
- Jafnar afborganir á ári		232.453	437.453	779.120
Framleiðslukostnaður raforku	kr / kW	10,57	15,85	17,79

* Miðast við 6 klst sól á dag (1000 W/m²) og 6 m/s meðalvindhraða

Tafla 6 gefur til kynna hver framleiðslukostnaður er á hverju kW miðað við þá þrjá valkosti sem tilteknir eru. Miðað við þær forsendur sem notaðar eru til útreikninga er eðlilegt að ódýrasta raforkan fáiast þar sem stofnkostnaðurinn er lægstur. Ef við skoðum kost 1 fyrst þá er ljóst út frá töflu 5 og 6 að þessi framleiðslukostnaður raforkunnar er lægstur eða 10,57 kr/kW sem er eðlilegt þar sem þetta er ódýrasti kosturinn.

Raforkuframleiðslan vindrafstöðvarinnar er frekar óstöðug þar sem hún er háð vindhraða og því er nauðsynlegt að hafa varaafslgjafa. Í töflu 5 hér að ofan er gert ráð fyrir að með því að setja slíka vindrafstöð upp mætti draga úr notkun dísilolíu um 50 % sem er áætlað út frá framleiðslugetu og vindhraða á Grímsstöðum. Vindrafstöð með líftíma upp á 30 ár, lækkun rekstrarkostnaðar upp á 50 % og 6 % ávöxtunarkröfu myndi borga sig upp á rúmum 2,5 árum. Ódýrasti og hagkvæmasti kosturinn af þessum þrem sem eru til umfjöllunar en jafnframt sá sem dregur minnst úr notkun jarðefnaeldsneytis.

Kostur 2 þar sem um er að ræða blendingskerfi er mjög áhugaverður. Eins og fram kemur í töflu 6 þá er framleiðslukostnaður raforkunnar 15,85 kr/kW en með þessu kerfi fæst mun stöðugri raforkuframleiðsla en með kosti 1. Í töflu 5 er gert ráð fyrir að með blendingskerfinu megi draga úr notkun jarðefnaeldsneytis um allt að 80 % sem gæti verið of hátt eða of lágt. Engin reynsla er af slíkum kerfum hér á landi þannig að þessi kostur gæti verið áhugavert rannsókarverkefni. Blendingskerfi með líftíma upp á 30 ár, lækkun rekstrarkostnaðar um 80 % og 6 % ávöxtunarkröfu myndi borga sig upp á tæpum 3 árum. Ódýr kostur sem býður upp á áhugaverðar rannsóknir samhliða notkun kerfisins og gæti dregið verulega úr notkun jarðefnaeldsneytis.

Kostur 3 er miðað við fyrrgreindar forsendur mjög raunhæfur valkostur bæði út frá umhverfis- og hagkvæmnissjónarmiðum. Þetta mat er byggt á því að þarna er um tiltölulega stöðuga orku að ræða og þrátt fyrir háan stofnkostnað þá myndi slík virkjun borga sig upp á um 5 árum miðað við gefnar forsendur hér að ofan, 6% ávöxtunarkröfu og 50 ára líftíma. Hugsanlega er sú rafmangsframleiðsla sem fengist með vatnsaflsvirkjun sé ekki nægjanleg til að anna orkuþörfinni þegar notkunin er hvað mest yfir daginn. Rennslismælingar sem til eru fyrir “bæjarlækinn” er mjög gamlar og því þyrfti að láta mæla lækinn til að hægt sé að taka ákvörðun um framhaldið. Dýrasti kosturinn en jafnframt sá umhverfisvænasti af þeim þremur en til að hægt sé að meta hann betur þarf að fara fram frekari mælingar á rennsli í “bæjarlæknum”.

Framkvæmdaáætlun

Ákvörðun um framkvæmdir

Ákvörðun um hvaða kostur er valin verður að liggja fyrir til að hægt sé að hrinda í framkvæmd áætlun um næstu skref.

Grunnrannsóknir

Þegar liggur fyrir úttekt á því að setja upp vindrafstöð á Grímsstöðum á Fjöllum. Vindrafstöð á Grímsstöðum þyrfti alltaf að vera með dísilrafstöð sem varaafsgjafa. Kanna þarf þennan kost mjög vel og velja samstarfsaðila. Fyrirtækið Stálflex ehf. er umboðsaðili fyrir Bergey vindrafstöðvar og hefur góða reynslu af þeim

Nákvæm úttekt á þeim möguleika að setja upp vatnsaflsvirkjun þyrfti að fara fram. Slíkt mat kostar að lágmarki 50 þúsund krónur fyrir úttekt. Búið er að gera einhverjar rannsóknir á þessum möguleika þar sem fyrir liggur að möguleiki sé á að byggja 4-5 kW vatnsaflsvirkjun sem kostaði að hámarki 12 milljónir.

Leita tilboða

Fá nákvæmt tilboð í þann valkost sem verður fyrri valinu til að geta leitað eftir fjármagni.

Fjármögnun

Fjölmargir möguleikar eru á fjármögnun einkarafstöðva og því er mikilvægt að kynna sér vel þá kosti sem bjóðast. Hér eru nefndir nokkrir helstu möguleikar til fjármögnunar en jafnframt skal bent á félagasamtök eins og Landsamband Raforkubænda og Félag áhugamanna um litlar virkjanir á Austurlandi.

Orkusjóður – Fjármagnar grunnrannsóknir á sviði orkumála annars vegar og fjárhagslegan stuðningur við ýmsar framkvæmdir og verkefni hins vegar. Sjóðunum er heimilt að styrkja sérstök verkefni á sviði hagkvæmrar orkunotkunar.

Framleiðnisjóður Landbúnaðarins – Sjóðurinn leitast við að styðja við frumkvæði og vænleg viðfangsefni til atvinnusköpunar á bújörðum en einnig við stærri verkefni á sviði atvinnuuppbyggingar í dreifbýli.

Lánasjóður Landbúnaðarins – Hlutverk sjóðsins er að tryggja landbúnaðinum lánsfé til fjárfestinga á hagstæðum kjörum og stuðla þannig að æskilegri þróun atvinnuvegarins.

Byggðastofnun – Hlutverk stofnunarinnar er að vinna að eflingu byggðar og atvinnulífs á landsbyggðinni. Stofnunin veitir lán til byggingar smávirkjana og hugsanlega styrki ef um er að ræða verkefni sem felur í sér nýmæli af einhverju tagi.

Ýmsir sjóðir – Hugsanlega er hægt að sækja í atvinnuþróunarsjóði, Nýsköpunarsjóð og Átak til atvinnusköpunar.

Bankar og fjármögnunarfyrirtæki.

Uppsetning kerfis

Aðilar sem kæmu hugsanlega að því væru Eiður Jónsson ef vatnsaflsvirkjun yrði fyrir valinu. Stálflex er söluaðili fyrir Bergey og Southwest Windpower vindrafla og Rótor selur Proven vindrafla. Þetta færi vitaskuld eftir því hvað af þessum þremur kostum yrði fyrir valinu.

Eftirlit / rannsóknarverkefni

Áhugavert væri að koma á rannsóknarverkefnum í samvinnu við Háskóla ef vindrafstöð eða sól-vind blendingskerfi yrði fyrir valinu. Þar væri áhugavert að fylgjast með afkastagetu slíkra kerfa við íslenskar aðstæður ásamt því að fá reynslu og frekari þekkingu á slíkum kerfum hér á landi. Sérstaklega væri þetta áhugavert verkefni ef sól-vind blendingskerfið yrði fyrir valinu þar sem slíkt kerfi gæti verið með nokkuð stöðuga raforkuframleiðslu allan ársins hring. Við þennan valkost myndi verða til mikil þekkingarsköpun þar sem hægt væri að fylgjast sólarrafla af slíkri stærð með tilliti til raforkuframleiðslu á ársgrunvelli, sem gæti gefið áhugaverðar niðurstöður.

Í útreikningum er reiknað með að draga megi úr notkun dísilrafstöðvar um 50-80 % sem er í raun eingöngu áætlun út frá afkastagetu kerfanna sem mælt er með. Raunveruleg minnkun á notkun dísilrafstöðvar er gæti því verið mjög áhugavert rannsóknarverkefni.

Niðurlag

Lagðar eru til þjárfar leiðir til umhverfissvænni orkuframleiðslu fyrir Grímsstaði á Föllum sem hver fyrir sig hefur sína kosti og galla. Eitt eiga þessir kostir þó sameiginlegt að draga verulega úr útblæstri gróðurhúsalofttegunda en það er einmitt markmiðið með þessu verkefni. Allir kostirnir eiga það að vísu sameiginlegt að það þyrfti líklega að vera með dísilrafstöð sem varaflgjafa en þó líklega síst ef vatnsaflsvirkjunin yrði fyrir valinu, en hugsanlega er afkastageta hennar ekki nægjanleg til að uppfylla orkuþörfina.

Hugsanlegt væri einnig að orkuframleiðslan yrði alfarið umhverfissvæn en til þess þyrfti varaafgjafinn að vera keyrður á lífdísil. Slíkt er ekki svo fjarlægur draumur þar sem framleiðsla á lífdísil gæti verið í undirbúningi.

Einfalt mat á raunhæfum kostum:

Vindrafstöð með dísilvaraflsgjafa er ódýrasti kosturinn og gæti verið mjög áhugavert rannsóknarefni.

Blandað kerfi sólarrafla og vindrafstöðvar er áhugaverðasti kosturinn þar sem mikil þekking á bæði vind og sólar orku fengjust með uppsetningu slíks kerfis. Kosturinn er sá næst dýrasti með næst mestu framleiðslugetuna.

Virkjunin er dýrasti kosturinn af þessum þrem en jafnframt stöðugasti umhverfissvæni orkugjafinn. Frekari úttekt á rennsli í “bæjarlæknum” er þörf ef fara á út í slíka framkvæmd.

Sjálfstæð og umhverfisvæn orkuframleiðsla fyrir sumarbústaðaeigendur utan Landsnets

Í eftirfarandi yfirferð er leitast til að leggja fram leiðbeinandi upplýsingar fyrir sumarbústaðaeigendur og aðra sem eiga erfitt með að tengjast landsneti. Í upphafi er farið í þarfagreiningu þar sem settar eru fram ákveðnar spurningar sem auðveldar eiga fyrri við að meta stöðu hvers og eins. Í framhaldi af því er farið yfir þá kosti sem eru í stöðunni með áherslu á vindrafstöðvar en einnig eru tekin sérstaklega fyrir sólarraflar og blönduð kerfi sól og vind. Þessi samantekt gerir notendum vonandi auðveldar fyrir að meta hvaða kostir henta best eftir notkun og staðsetningu.

Forsaga

Nokkrir staðir á landinu eru utan alfaraleiðar og ekki telst vera hagkvæmt að setja upp rafmagnstengingar fyrir þessa staði þar sem kostnaður við lagningu er um 2-3 milljónir á hvern kílómetra. Algengt er að notast við díselrafstöðvar til að uppfylla orkuþörf á þessum stöðum. Vegna hækkunar á dísilolíu og aukinnar umhverfisvitundar þá er líklegt að sumarhúsaeygendur leiti annarra leiða til orkuframleiðslu.

Eru einhverjir aðrir raunhæfir umhverfisvænni möguleikar í stöðunni fyrir þessa staði?

Verkefnið snýr að úttekt á möguleikum fyrir vistvæna orkuframleiðslu til eigin nota fyrir notendur sem hafa ekki aðgang að landsneti eða hitaveitu. Lítið hefur verið gert í þessum málum hér á landi og þekking á öðrum möguleikum í orkuframleiðslu fyrir minni notendur er frekar takmörkuð. Huga þarf að mörgum þáttum þegar valið er um orkugjafa og verður tekið á þeim helstu hér í framhaldinu.

Þarfagreining

Nokkrar spurningar sem vert er að svara áður en fjárfest er í kerfi til að framleiða rafmagn.

Hversu langt er í tengingu við landsnetið?

Huga þarf að því hversu langt er í tengingu við landsnetið áður en farið er að huga að öðrum kostum. Lagning rafstrengs getur verið mjög dýr ef leggja á langar vegalendir.

Samkvæmt gjaldskrá Rarik kostar lágmarks stærð heimtaugar (þriggja fasa 20A) 295.000 kr með VSK. Þetta verð miðast við að hús sé staðsett innan við 200 m frá næstu spennistöð, frá 200 m til 350 m greiðast 1.100 kr á metra og umfram það að lágmarki 1.200 kr. á metra. Fyrir nýja spennistöð þar sem ekki er spennistöð fyrir greiðir notandi 387.000 kr. fyrir 10 kVA spennistöð. Í töflu 7 er tekinn saman sá kostnaður sem til fellur við tengingu bústaðar með rafmagnsstreng við landsnetið.

Tafla 7. Tengigjöld vegna lagningu rafmagnsstrengs – dæmi um kostnað.¹⁴

Tengigjöld vegna rafmagnsstrengs	200m	350m	1000m
20 A þriggja fasa heimtaug að 200m	295.000	295.000	295.000
1.100 kr/m - 200m-350m frá spennistöð		165.000	
1.200 kr/m - 350 +			960.000
Ný spennistöð	387.700	387.700	387.700
Kostnaður m/ spennistöð	682.700	847.700	1.642.700
Kostnaður án spennistöðvar	295.000	460.000	1.255.000

Er eingöngu um að ræða sumarnotkun (4mánuðir á ári) eða er notkunin blönduð sumar / vetur?

Þörfin fyrir orku er mjög mismunandi en stjórnast af hversu mikil notkunin er á bústaðnum. Notkun sumarbústaða getur verið mjög mismunandi. Algengt er að mest notkun sé yfir sumarmánuðina en aukning hefur verið í notkun yfir vetrarmánuðina.

Hversu mikil er notkunin á bústaðnum á mánuði?

Algeng notkun sumarbústaða er yfir helgar og má þá gera ráð fyrir að bústaðurinn sé í notkun í um 12 daga í mánuði. Notkunin getur einnig verið mun meiri og minni og því nauðsynlegt að þessi þáttur sé metinn inn þegar valið kemur að því að kaupa réttan búnað.

Á að nota rafmagn eingöngu til heimilistækja eða einnig til hitunar?

Þessa spurningu er mikilvægt að hafa í huga við val á réttum búnaði til að anna orkuþörfinni því rafmagnsnotkun getur verið mjög mismunandi og fer mjög eftir stærð

¹⁴ Gjaldskrá Rarik 2006

bústaðar og fjölda rafmangstækja sem eru í notkun hverju sinni. Orkuþörf fyrir venjuleg heimili er að mestu til hitunar eða um 70-90 % og afgangurinn fer þá í til lýsingar og annarra raftækja svo sem eldavélar og ískápa. Orkunotkun til rafhitunar sýnir að meðal orkuþörfin er 67 kWst/m³ á ári¹⁵. Gera má ráð fyrir að orkuþörfin sé aðeins minni fyrir sumarbústaði þar sem notkunin er mest yfir sumartímann þegar minni upphitunar er þörf.

Tafla 8. Orkunotkun algengra rafmangstækja í sumarbústað

Rafmangstæki	Fjöldi	Orkunotkun (W)	Notkun (klst/dag)	Orkuþörf (W/dag)
Brauðrist	1	800	0,5	400
Hitaplata 1	1	1500	1	1500
Hitaplata 2	1	1200	1	1200
Ljósapera 40W	4	40	6	960
Ljósapera 60W	2	60	6	720
Kaffivel	1	1000	0,5	500
Útvarp	1	600	2	500
Ísskápur	1	350	24	1200
Samtals				6980 W

Algeng rafmangstæki í sumarbústað eru rafmagnshella, ískápur, kaffivel, útvarp, brauðrist og ljósabúnaður. Miðað við lágmarksnotkun þessara tækja á dag þá er orkuþörfin um 6980 W (6,98 kW) eins og sjá má í töflu 8, en þetta miðar að því að allt sé í notkun á sama tíma sem er sjaldan raunin. Í þessum útreikningum er ekki tekin með hitun sem oftast er reiknað með að sé um 70-90% af orkuþörf húsæðis. Ef það væri tekið með í reikninginn þá hækkar orkuþörfin yfir daginn í 24000w (24kWst)¹⁶. Mjög einfalt er að draga verulega úr notkun rafmagns með því að velja rafmangstæki sem eru með orkunýtni A eða hærra, þetta á einnig við um ljósaperur. Mjög góðar upplýsingar er hægt að fá hjá Orkusetrinu á Akureyri (www.orkusetur.is) um rafmagnseyðslu.

¹⁵ Þórarinsson, E.G. 2005

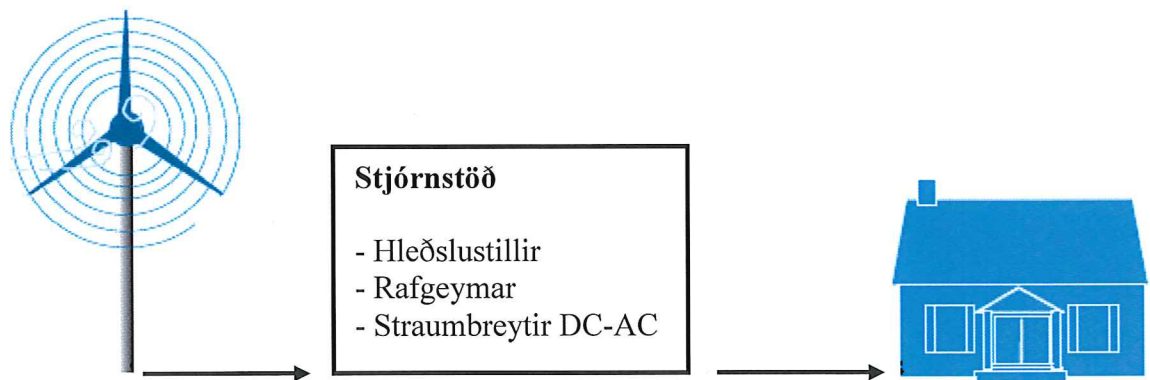
¹⁶ Þrír 600w rafmangsofnar – notkun í 10klst á dag.

Hvaða möguleikar eru fyrir hendi?

Helstu möguleikarnir fyrir utan varmadælur og vatnsaflsvirkjanir eru vind- og sólarorka. Fjallað verður um möguleika minni notenda á vind- og sólarorku til raforkuframleiðslu hér í framhaldinu.

Vindrafstöð

Vindrafstöð eða vindmylla breytir vindi í rafmagn. Þeim mun meiri vindhraði því mun meiri rafmagnsframleiðsla. Vindmyllur eru mjög góðar til framleiðslu rafmagns á stöðum þar sem meðalvindhraði er yfir 4 m/s. Rafmagnsframleiðslan er eingöngu háð vindhraða og því getur kerfið framleitt allt árið. Mikilvægt er þegar hugað er að kaupum á vindrafstöð er að komast að því hver meðalvindhraði er á staðnum sem á að nota vindrafstöðina. Því miður eru ekki til gögn um þetta nema á þeim stöðum þar sem veðurathugunarstöðvar eru staðsettar. Orkustofnun er að vinna að verkefni sem miðar að því að gera svokallað “Vindkort” af öllu landinu og mun það auðvelda mjög þeim sem ætla að setja upp vindrafstöð.



Mynd 1. Vindrafstöðvar kerfi

Notkun á vindorku hefur vaxið mikið í Evrópu. Samhliða þessum vexti hefur þróun stórra og lítilla vindrafstöðva tekið miklum framförum sem skilar sér bæði í betri vöru og ódýrari. Vindmyllur er hægt að fá í mörgum stærðum og gerðum allt eftir því hvað hentar eftir raforkuþörf. Fyrir minni notendur eru vindmyllur sem framleiða frá 600 W og upp í 10 kW algengar. Við val á slíkum vindmyllum er verður að hafa í huga vindhraða á svæðinu sem á að setja búnaðinn upp og hversu mikil notkunin á að vera. Algengt er að vindmyllur þurfi lágmarks vind upp á 2,5-3,5 m/s til að byrja að framleiða

rafmagn. Fjöldmörg fyrirtæki framleiða vindrafstöðvar af mismunandi stærðum og gerðum og verður nokkrum af þeim gerð grein hér í framhaldinu. Þessi fyrirtæki eru stærst á þessum markaði með tilliti til lítilla vindrafstöðva og notkunarmöguleika.

Bergey Windpower

Bergey Windpower (www.bergey.com) framleiðir vindrafstöðvar sem hugsaðar eru fyrir hús utan raforkunets. Hægt er að kaupa pakka frá þeim og þá annaðhvort 1kW eða 7.5 kW vindrafstöðvar. Fyrir kerfi með 7.5 kW vindrafstöð er gert ráð fyrir að notkun á mánuði sé meiri en 500 kW. Allur búnaður sem tengist vindrafstöðinni er innifalinn í verði (7.5 kW vindrafstöð, turn, leiðslur, rafmagnstafla, 5 rafgeymar og straumbreytir), en annað eins og t.d. undirstöður er ekki með í verði. Vindrafstöðvarnar er einnig hægt að kaupa stakar það er án alls búnaðar en þá þyrfti að kaupa mastur, rafgeyma, rafmagnstöflu og straumbreyti hér á Íslandi. Töluverð reynsla er kominn á Bergey vindrafstöðvar á Íslandi og hafa 1 kW vindrafstöðvar verið í notkun hér á landi meðal annars á Lýsuhóli¹⁷ og hjá Símanum. Að sögn Hauks Þórðarsonar sem hefur verið umsjónaraðili með vindrafstöðinni á Lýsuhóli þá hefur gengið á ýmsu með hana. Hún hefur orðið fyrir skemmdum og bilunum sem að hans sögn hefur eingöngu með vindhraðann að gera. Vindrafstöðin á Lýsuhóli er staðsett við fjallsrætur þar sem er mjög vindasamt og fer vindhraði yfir 70 m/s í hviðum. Bergey vindrafstöðin er gefin upp fyrir að þola vindhraða upp á 54 m/s. Aðilar hjá Stálflex hafa komið að hönnunarmálum á þessum vindrafstöðvunum út frá íslenskum aðstæðum og meðal annars komið því í gegn að þær eru úr ryðfríu efni. Umframrafmagn eftir að geymar eru orðnir fullir fer ekki til spillis heldur fer það í varmaframleiðslu. Vindrafstöðvarnar eru með 5 ára ábyrgð, 30 ára líftíma og gefnar upp fyrir að þola allt að 54 m/s vindhraða.

Southwest Windpower

Southwest Windpower er framleiðandi sem býður upp á nokkrar gerðir af vindrafstöðvum. Vindrafstöðvar sem frameiðandinn býður upp á eru með uppsett afl 0.4 kW, 0.9 kW, 1 kW og 3.2 kW. Fjöldmargar útgáfur eru af vindrafstöðvum og er þá tekið mið af notkun þeirra á landi eða sjó. Vindrafstöðvarnar eru með 3-5 ára ábyrgð og þola vindhraða 55-63 m/s eftir tegundum. Inni í verðinu eru engir fylgihlutir heldur eingöngu

¹⁷ Þórðarson, H., 2006

vindrafstöðin. Vindrafstöðvarnar eru af gerðunum AIR X, Whisperer og Skystream. Eingöngu er hægt að kaupa vindrafstöðvar og stýrikerfi en ekki turna og rafgeyma. Stálflex eru einnig umboðsaðilar fyrir þessa tegund vindrafstöðva á Íslandi.

Proven Energy

Proven Energy Ltd. er fyrirtæki í Bretlandi sem einnig framleiðir vindrafstöðvar fyrir minni notendur. Vindrafstöðvar frá þeim hafa uppsett afl 0.6 kW, 2.5 kW, 6 kW og 15 kW. Vindrafstöðvar af þessari gerð ættu að henta vel fyrir íslenskar aðstæður þar sem þær þola frost niður í -40°C og eru byggðar til að þola sjávarseltu og vindhraða allt að 65 m/s. Proven 0.6 vindrafstöðin er gefin upp fyrir að geta seð 3 herbergja íbúð fyrir rafmagni til lýsingar. Proven 2.5 dugir 3 herbergja íbúð til raforkunotkunar (lýsing og helstu heimilistæki). Líftími vindrafstöðvar frá Proven er 25 ár. Rótor ehf. er umboðsaðili fyrir Proven vindrafstöðvar á Íslandi.

Ampair MicroWind

Rótor ehf. er einnig með umboð fyrir minni vindrafstöðvar frá Ampair sem eru 100 W, 300 W og 600 W. Mest sala hefur verið í 100 W vindrafstöðvunum og þá helst til sumarbústaðaeigenda. Vindrafstöðvarnar frá Ampair eru úr steypu áli og sýru- og riðfrú stáli og vatnsheldar. Þær þola vindhraða allt að 60 m/s, frost allt að -30 °C og hafa líftíma upp á 20-30 ár. Algengt er að Ampair 100 séu keyptar með sólarroflum. Mjög sterkir og góðir vindraflar sem henta vel fyrir íslenskar aðstæður.

Minni vindrafstöðvar

Einnig er hægt að fá mun minni vindrafstöðvar eða frá 50-200 W sem henta þá notendum sem eru með enn minni orkuþörf eins og til dæmis í lítil veiðihús sem eru fjarri rafmagni. Aðallega er um að ræða tvo aðila á Íslandi Ásco og Fálkann. Ásco selur Rutland FM 910-3 vindrafstöð sem er með uppgefið afl 75 W við 9.8 m/s. Fálkinn selur vindrafstöð sem þeir smíða sjálfir og hefur uppsett afl 100W. Verðið á þessum vindrafstöð er 170-180 þúsund krónur. Vegagerðin hefur verið að nota vindrafstöðvar frá Fálkanum til rafmagnsframleiðslu fyrir sjálfvirkar mælistöðvar með góðum

árangri.¹⁸ Rótor ehf. er einnig með umboð fyrir minni vindrafstöðvar frá Ampair sem eru 100-600 w. Mest sala hefur verið í 100 w vindrafstöðvunum og þá helst til sumarbústaðaeigenda.

¹⁸ Jónasson, N., 2006

Samanburður á vindrafstöðvum

Vindrafstöðvar sem hægt er að kaupa eru mjög mismunandi af stærð og gerð. Ein algengasta leiðin til að bera saman mismunandi kosti er því að skoða hvað hvert vatt (W) kostar í krónum eins og sjá má í töflu 9.

Tafla 9. Samanburður á vindrafstöðvum (kr / W).

	Uppsett afl (W)	Miðast við vindhraða	Framleiðsla við 11 m/s (W)	Rafmagnsframleiðsla á mánuði miðað við 6 m/s meðalvindhraða (kWst)	Verð ISK*	kr / W**
Bergey Windpower						
XL.1	1000	11 m/s	1000	208	325.000	226
XL.7.5	7500	12.5 m/s	7020	1250	2.020.000	256
Southwest Windpower						
Whisper 100	900	13.5 m/s	700	100	304.000	227
Skystream 3.7	1800	9 m/s	1800	350	570.000	261
Proven						
Proven 0.6	600	10 m/s	650	75-125	404.000	506
Proven 2.5	2500	12 m/s	2200	208-417	702.000	241
Ampair MicroWind						
100	100	20 m/s	75	12	189.000	893
600	600	12 m/s	475	37	324.000	872

* Áætlað verð miðað við 24,5% VSK og 100.000 kr flutningskostnaði, € 90 ikr, \$ 70 ikr, £ 120 ikr.

** kr / W er miðað við uppsett afl - flutningskostnaður ekki inn í reikningum

Tafla 9 gefur vel til kynna að samanburður á þeim vindrafstöðvum sem teknar voru fyrir að Bergey er með besta verðið þegar miðað er við kr/W. Við val á vindrafstöð þarf einnig að hafa í huga hvort hún henti fyrir þær aðstæður sem á að nota hana við eins og til dæmis frost, sjávarseltu og mikinn vindhraða. Þetta eru allt þætti sem eru mjög mikilvægir og tekið var tillit til þess við val á vindrafstöðvum sem fjallað er um hér.

Í samantektinni fyrir vindrafla er eingöngu kostnaður við raflana sjálfa en ekki fylgihlutina. Mikilvægast er utan rafstöðvarinnar sjálfrar eru hleðslustillir (svo að rafgeymarnir ofhlaðist ekki), rafgeymar og straumbreytir úr DC í AC. Kostnaðurinn við þessa hluti getur verið mjög misjafn gera má ráð fyrir að þeir kosti jafn mikið og verð þess rafals sem keyptur er. Mælt er með að hafa rafgeyma sem duga í 1-2 daga ef engin framleiðsla er á kerfinu vegna logns eða sólarleysis. Rafgeymar sem mælt er með eru svokallaðir djúpaflhleðslugeymar sem þíðir að það er hægt að tæma meira af þeim. Bergey mælir með 4 rafgeymum með 1 kW vindrafstöðinni sem eru 225 amperastundir (Ah).

Tafla 10. Verð á vindrafstöðvum með öllu

Framleiðandi	Vindrafstöð	Fylgihlutir	Rafgeymar	Samtals kr	
Bergey Windpower					
	XL1	325.000	230.000	123.000	678.000
	XL7.5	2.020.000	1.270.000	132.000	3.422.000
Proven Energy					
	Proven 0.6	404.000	176.000	123.000	703.000
	Proven 2.5	702.000	437.000	132.000	1.271.000

Fyrir sumarhús ættu vindrafstöðvar frá 0.6 – 2.5 kW að vera nægjanlegar og þá hugsanlega með dísil rafstöð sem varaafli. Verð fyrir heildarpakka utan varaaflgjafa gæti því verið á bilinu 700 - 1300 þ. ískr.

Kostir þess að nota vindorku eru þeir að þetta er endurnýjanlegur orkugjafi, mengunarfrír og þarfnast lítils viðhalds. Hinsvegar eru ókostirnir sjónmengun og hljóðmengun. Staðarval fyrir vindrafstöðina þarf einnig að vera vel hugsað ásamt hæð turns sem valin er. Því lengra sem vindrafstöðin er frá sumarhúsi eða hvers kyns hindrun því stöðugri vindhraði. Hæð turnsins skiptir einnig miklu máli í þessu samhengi vegna þess að með hærri turni fæst einnig stöðugri vindhraði.

Sólarrafall

Sólarraflar virka þannig að þær breyta geislum sólar í rafmagn. Framleiðslugetan er háð fjölda rafla sem notaðir eru ásamt fjölda sólarstunda. Kostir þess að nota sólarfla er að rafmagnsframleiðslan fer hljóðlega fram, er umhverfisvæn og þeir eru mjög endingargóðir (allt að 50 ár).



Sólarraflahlöðukerfi eru mjög einföld og byggja á því að breyta geislum sólar í rafmagn og geyma á rafhlöðum. Kerfið samanstendur af sólarfli, rafgeymi og spennustilli. Stærð slíkra kerfa eru mjög mismunandi og fer eftir þörfum hverju sinni. Mörgum dettur eflaust ekki í hug að hægt sé að nota sólarorku til raforkuframleiðslu á Íslandi, en staðreyndin er önnur. Þróun í sólröflum hefur verið gríðarlega mikil síðustu 20 árin sem hefur skilað sér í betri orkunýtingu sem og lægri kostnaði á orkueiningu. Kerfið framleiðir rafmagn þó að það sé ekki alveg heiðskýrt.



Mynd 2. Sólarrafla kerfi

Nokkrir aðilar eru að selja sólarrafla á Íslandi og má þar helst nefna Víkurverk ehf., Skorra ehf., Rafgeymasöluna ehf. og Rótor ehf. Þessi fyrirtæki eru að selja sambærilega sólarrafla með uppsett afl 10-115 W. Rafgeymasalan lætur framleiða sólarrafla eftir stærð og þörfum viðskiptavinarins. Mest hafa þeir verið að selja sveigjanlegar sólarrafla á húsbíla. Fyrirtækin eru að selja tilbúna pakka með öllu og er verið frá 80 - 190 þ. íkr eftir stærð og gerð sólarraflanna.

Tafla 11. Sólarrafilar hjá íslenskum aðilum

Söluaðili	Sólarrafall	Fylgihlutir	Rafgeymar	Samtals kr
Skorri ehf. bp380 - 80w	x	x	x	107.900
Skorri ehf. bp380 - 80w	x	x	2x	149.900
Skorri ehf. bp315 - 115w	x	x	3x	189.900
Rafgeymasalan 70-90w	x	-	-	73.932
Rafgeymasalan 110-130w	x	-	-	105.791

Mikill fjöldi fyrirtækja framleiðir sólarrafila og væri langur listi að fara að telja það allt upp hér. Í töflu 12 er tekið dæmi um sólarrafila frá nokkrum af helstu fyrirtækjum á markaðnum og þeir bornir saman. Lista með framleiðendum má finna í viðauka 1 ásamt slóðum á heimasíður þar sem hægt er að panta sólarrafila og fylgihluti á mjög sanngjörnu verði.

Tafla 12. Verðsamanburður á sólaröflum

Sólarrafall	Uppsett afl* (W)	Stærð m ²	Framleiðsla á dag** (W)	Verð***	kr/W ****
SunTech STP175S-24	175	1,3	1050	212.086	500
Kyocera KC 130TM	130	0,9	780	178.533	416
SolarWorld SW175	175	1,3	1050	202.064	443
Sharp ND-208U1	208	1,6	1248	208.600	404
Mitsubishi MF110EC3	110	0,9	660	171.561	428
Sanyo HIP-200BA3	200	1,2	1200	222.544	490
bp solar BPSX170B	170	1,26	1020	196.835	425
Sunwize Solar SW-120	120	0,9	720	173.740	410
GE Solar GEPV-200	200	1,5	1200	210.779	431

* Miðast við 1000 W/m² - ** Full afköst - 6klst á dag - ** Miðast við 24,5% VSK og 100.000 kr. í flutningskostnað

**** kr / W er miðað við uppsett afl - flutningskostnaður ekki inn í reikningum

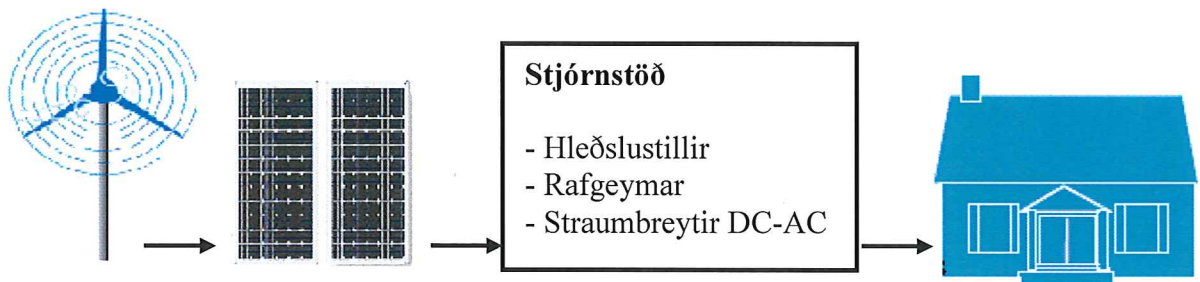
Verð í töflu 12 miðast eingöngu við sólarrafalinn en auk hans þarf stjórnstöð, rafgeymi og raflagnir. Kostnaðurinn við stjórnstöð og raflagnir gæti numið um 15.000 kr með VSK.¹⁹ Kostnaðurinn við rafgeyma fer mjög mikið eftir því hver notkunin er. Einnig þarf að huga það því að það getur verið skýjað einhverja daga þannig að rafgeymarnir þurfa að geta geymt ákveðið magn.

¹⁹ Verðskrá Rafgeymasölnunnar ehf. 2006

Kostir þess að nota sólarorku eru þeir að þetta er endurnýjanlegur orkugjafi, mengunarfrír og þarfnast lítils viðhalds. Ókostirnir eru hinsvegar þeir að sólarorka er mjög óáreiðanlegur orkugjafi ef horft er til notkunar á Íslandi en það skal tekið fram að slíkur búnaður er í notkun víðsvegar um landið. Í töflu 12 er tekið fram framleiðsla á dag við full afköst í 6 klst. á dag en það er eingöngu gert til að fá grófa mynd hversu mikið sólarraflarnir geta framleitt. Sólarraflar byrja að framleiða rafmagn um leið og birta tekur af degi þannig að yfir sumartímann þegar bjart er allan sólarhringinn á Íslandi þá er stöðug framleiðsla rafmagns.

Blandað vind - sólarorku kerfi

Til eru svokölluð “Hybrid” eða blendings vind- og sólarorkukerfi þar sem um er að ræða vindrafstöð með sólarfla. Slík kerfi eru áreiðanlegri en eins og til dæmis eingöngu sólarfall og gefa meiri sveigjanleika ef notkunin er ekki eingöngu yfir sumartímann. Framleiðendur bjóða almennt ekki upp á slík blendingskerfi og í raun fannst bara einn söluaðili slíks kerfis við gerð þessarar samantektar og það var fyrirtækið Bergey Windpower. Blendingskerfið er hægt að fá í tveimur útfærslum annars vegar kerfi með 1.2 kW í uppsett afl og hins vegar 10.2 kW. Minna kerfið samanstendur af tveimur 90 W sólröflum, einni 1 kW vindmyllu, 20 m háum turni, tveimur 10.2 kWst. rafgeymum og einum 1500 W straumbreyti og er hugsað fyrir minni notendur.



Mynd 3 Blendingskerfi sól / vind.

Kostnaður við 1.2 kW blendingskerfið með öllu gæti verið um 750 þ. ísk. en þá á eftir að flytja kerfið á staðinn og setja upp þannig að kostnaðurinn gæti verið um 1 millj. ísk.

Tafla 13 Blendingskerfi frá Bergey með uppsett afl 1.2 kW

Blendingskerfi	Uppsett afl (W)*	Framleiðsla á dag (W)**	Verð***	**** kr/W
Bergey 1.2 Hybrid				
- 1 kW vindrafstöð	1.000			
- 180 W sólarrafall	180	5.600	750.000	290

* Miðast við 11 m/s og 1000 W/m² - ** Miðast við 6 klst sól á dag og 5 m/s meðalvindhraða

*** Allt innifalið í verði sem miðast við 24,5% VSK og 100.000 kr. í flutningskostnað

**** kr / W er miðað við uppsett afl - flutningskostnaður ekki inn í reikningum

Ástæða þessa að það eru ekki fleiri sem bjóða upp á slík kerfi eru að það virðist ver frekar einfalt að tengja sólarraflla og vindrafstöðvar saman þannig að úr verði blendingskerfi. Þannig getur notandinn einfaldlega valið saman í sitt eigið kerfi eftir því sem hann telur henta við sínar aðstæður.

Tafla 14. Dæmi um samsett blendingskerfi með uppsett afl 1.4 kW

Blendingskerfi	Uppsett afl (W)*	Framleiðsla á dag (W)	Verð***	**** kr / W
Vindrafstöð				
- Air X-24	400			
Sólarrafall				
- 8 x Kyocera KC130TM	1040	5.200	1.330.000	328

* Miðast við 12.5 m/s og 1000 W/m² - ** Miðast við 6 klst sól á dag og 5,4 m/s meðalvindhraða

*** Miðast við 24,5% VSK og 100.000 kr. í flutningskostnað - allur nauðsynlegur búnaður innifalinn

**** kr / W er miðað við uppsett afl - flutningskostnaður ekki inn í reikningum

Í töflu 6 er dæmi um samsett blendingskerfi sem gæti þjónað þeirri raforkuþörf sem listuð er upp í töflu 2. Blendingskerfin eru hugsanlega mjög hentug fyrir íslenskar aðstæður gætu og haldið uppi nokkuð stöðugri orkuframleiðslu allt árið. Eini galli þessa kerfis er að raforkuframleiðsla sólarflanna er frekar lítil miðað við afköst vindrafstöðvarinnar. Hugsanlega þyrfti því að bæta við nokkrum röflum til að efla myndun rafmagns með sólarorku en það færi að sjálfsögðu eftir væntanlegri notkun. Einnig er hægt að hafa einfaldlega fleiri rafgeyma til að hlaða. Hver og einn verðu að meta sína þörf eftir aðstæðum í hvert sinn.

Varmadælur

Varmadælur eru öflugur kostur til upphitunar húsnæðis á Íslandi á þeim stöðum þar sem engin hitaveita er. Varmadælur eru mjög vinsælar erlendis og þá sérstaklega á Norðurlöndunum, Sviss, Þýskalandi og Bandaríkjunum. Helstu ástæður fyrir lítilli notkun á Íslandi eru tvær, hár stofnkostnaður og lágt rafmagnsverð til húshitunar. Á Íslandi kæmi helst til greina að nýta jarðvarma þar sem hann er til staðar en einnig má nýta læki með stöðugu rennsli, sjávarhita og jafnvel lofthita. Hagkvæmast m.t.t. orku er að nýta jarðvarma þar sem aðgengi er að volgu rennandi vatni sem tryggir stöðugt varmaflæði og eru það hinar sértæku aðstæður sem eru á Íslandi og í þeim löndum þar sem jarðvarmi er nægur.

Sumarhúsanotendur geta sparað umtalsvert með varmadæluframkvæmd og þeim mun meira sem notkun þeirra eykst og í þeim tilvikum gilda sömu lögmál og víða erlendis þar sem hagkvæmni slíkrar framkvæmdar skilar sér á fyrstu 5-10 árunum. Varmadæla sem kostar um 800 þúsund krónur gæti því borgað sig uppá 7-9 árum (6% vextir)²⁰. Notkun varmadælu er háð rafmangi og fyrir bústað sem ekki er tengdur við landsnetið þyrfti sú framleiðsla að fara fram til dæmis með hinum möguleikunum hér að framan.

Ekki verður farið frekar í notkun varmadælna en bent er á skýrsluna “Varmadælur: Hagkvæmni á Íslandi” sem unnin var af Ragnari K. Ásmundssyni fyrir Orkustofnun.

²⁰ Ásmundsson, R.K. 2005

Hvað hentar mér?

Til að hægt sé að svara þessari spurningu þurfa svör við spurningum hér að framan að liggja fyrir. Hver og einn notandi verður að meta sínar aðstæður með tilliti til vegalengdar frá aðgangi að Landsneti ásamt aðstæðum á þeim stað þar sem framleiða á raforku. Einnig þarf notkunin að vera þekkt það er hvort um er að ræða mikla eða litla notkun yfir árið og hvor raforkan eigi einnig að vera notuð til upphitunar. Einnig þarf að huga að því að flestir sumarbústaðaeigendur fara í bústaðinn þegar vel viðrar, sól og lítill vindur, þannig að þá er líklegra að sólarrafklar séu svarið. Hugsanlega er blendingskerfi það sem myndi henta íslenskum aðstæðum hvað best en þá þyrfti að auka hlut sólarrafkla í kerfinu eða rafgeyma því sjaldan er veðrið þannig að það haldist logn í nema einn dag. Einnig þarf að huga að því hvort eigi að vera eigi alfarið með umhverfisvæna orkugjafa eða hafa varafafslgjafa (dísil rafstöð).

Notendur sem eru innan við 1000 m frá landsneti ættu að skoða það mjög vel að fara í framkvæmdir til að tengjast netinu. Hinsvegar þegar vegalengdin eru orðin meiri en 1500 m þá ætti að fara að kanna aðra möguleika og þá eru þeir kostir sem taldir hafa verið upp hér að framan mjög áhugaverðir og vert að kanna. Kostnaðurinn við lagningu 1 km rafstrengs gæti verið um 1.6 millj. kr en það er nálægt því verði sem hægt væri að kaupa mjög öflugt blendingskerfi. Kostirnir við rafstrenginn eru augljósir það er stöðugt rafmagn, ekkert viðhald og endurnýjanleg orka. Blendingskerfi, vindrafstöð eða sólarrafall eru einnig góðir valkostir sem hægt er að mæla með til sjálfbærrar raforkuframleiðslu fyrir sumarbústaðaeigendur á Íslandi.

Heimildir

Ritaðar heimildir

Árnason, H. (2000). Raforkubændur : hagkvæmni, tækni, möguleikar.) Skýrsla unnin fyrir Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið.

Ásmundsson, R.K. (2005). Varmadælur: Hagkvæmni á Íslandi. Skýrsla unnin fyrir Orkustofnun.

Hallsdóttir, B.S og Halldórsson, B.H (2005). *MEGAS: Metanvinnsla úr lífrænum úrgangi frá landbúnaði. Forverkefni styrkt af Rannís. VSÓ ráðgjöf.*

Jónsdóttir, J.F., Einarsson, K., Zóphóníasson, S., Kristinsson, B. og Elfsen, S. (2002). *Leiðbeiningar um mælingar á vatnsrennsli í smáám og lækjum.* Skýrsla unnin með styrk úr Orkusjóði.

Kristjánisdóttir, Þ.F., Jónsdóttir, H., Ólafsson, G.T. og Jóhannsson, R. (2006). *Framleiðsla lífdísils úr úrgangsfitu. Iðntæknistofnun.*

Mattiasson, A. (2003). *Samnýting vind- og dieselrafstöðva á Grímsstöðum á Fjöllum – Lokaverkefni við rafvirkjabraut Iðnskólans í Reykjavík.*

VGK verkfræðistofa (2003). *Litlar vatnsaflsvirkjanir – Kynning og leiðbeiningar um undirbúning.* Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytið.

Þórarinsson, E.G. (2005). *Orkunotkun á köldum svæðum – Ráðstefna um orkunotkun heimila og iðnaðar á vegum Orkustofnunar og Iðnaðarráðuneytis.* Verkfræðideild Háskóla Íslands.

Vefheimildir:

Heimasíða Bergey Windpower Co. www.bergey.com

Heimasíða Soutwest windenergy ltd. www.windenergy.com

Heimasíða Proven energy Ltd. www.provenenergy.co.uk

Heimasíða American wind energy association www.awea.com

Heimasíða Alþingis Ísland, lagasafn: Raforkulög, nr. 65/2003 www.althingi.is

Munnlegar heimildir

Zhópóniásson, S. Orkustofnun (2006). *Samtal vegna rennslismælinga í bæjarlæk við Grímsstaði á Fjöllum.*

Jónsson, E. (2006). Samtal vegna uppsetningar og kostnaðar lítilla virkjana.

Jónason, N. Vegagerðin (2006). Samtal vegna vindrafstöðva og sólarrafla sem Vegagerðin notar.

Pórðarson, H. Lýsuhólsskóla (2006). Samtal vegna Bergey vindrafstöðvar.

Viðauki 1

Sólarraflar

Innlendir söluaðilar:

Rafgeymasalan ehf. Dalshrauni 17 220 Hafnarfirði Sími 565-4060

www.rafgeymar.is

Skorri ehf. Bíldshöfða 12, 110 Reykjavík sími 577-1515

www.skorri.is

Víkurverk ehf, Tangarhöfða 1 í Reykjavík. Sími: 557 7720

www.vortex.is/tor - (Galileo verslunarvefurinn)

Rótor ehf. Helluhrauni 4, 220 Hafnarfirði. Sími : 555 4900.

www.rotor.is

Erlendir söluaðilar:

Artesa www.artesa.com

RWE Schott solar www.schott.com/photovoltaic/english/index.html

BP solar www.bp.com/modularhome.do?categoryId=4260

Evergreen solar www.evergreensolar.com/

GE Energy www.gepower.com/prod_serv/products/solar/en/index.htm

ISOFOTON www.isofoton.com

Kyosera www.kyocerasolar.com

Vindrafstöðvar

Innlendir söluaðilar:

Stálflex ehf. Skúlagötu 36, 105 Reykjavík. Sími: 5621105.

Umboð fyrir Bergey- og Southern windenergy vindrafstöðvar.

Ásco ehf. Glerárgata 34b v/ Hvannavelli, 600 Akureyri. Sími : 461 1092.

www.asco.is

Rótor ehf. Helluhrauni 4, 220 Hafnarfirði. Sími : 555 4900.

www.rotor.is

Erlendir söluaðilar

Bergey windenergy ltd. www.bergey.com

Southern Windenergy ltd. www.southernwind.com

Proven Energy ltd. www.provenenergy.com

Ampair MicroWind www.ampair.com

Sölusíður fyrir sólarrafla og blönduð kerfi

www.affordable-solar.com

www.wholesalesolar.com