

Raunhæfar leiðir til þess að spara jarðefnaeldsneyti

Sigþór Pétursson

Háskólinn á Akureyri

Vefútgáfa: 22. júlí 2008

Ágrip – Í greininni er fjallað um almennt viðurkennda nauðsyn þess að draga verulega úr notkun jarðefnaeldsneytis í heiminum. Vakin er athygli á muninum á tæknilegum útfærslum á miðlun orku, til dæmis til samgöngutækja, og orkuframleiðslunni sjálfri. Möguleikar okkar Íslendinga til þess að gera enn betur, bæði í orkuframleiðslu og sparnaði á jarðefnaeldsneyti, eru einnig ræddir.

1. Inngangur

Í skýrslu fjölþjóðlegrar nefndar um loftlagsbreytingar á vegum Sameinuðu þjóðanna (United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)), sem gefin var út fyrir rúmu ári síðan segir að nú séu yfirgnæfandi líkur á því að athafnir mannsins hafi áhrif á hlýnun jarðarinnar [1]. Þær athafnir mannsins, sem hér skipta mestu máli, eru sem kunnugt er brennsla jarðefnaeldsneytis. Í niðurstöðum nefndarinnar segir meðal annars:

1. Meðalhitastig jarðar hækkaði um $0,74^{\circ}\text{C}$ á undanförnum 100 árum (1906–2005). Meðalhitastigshækkun um $0,2^{\circ}\text{C}$ á áratug er spáð fyrir næstu tvo áratugi, þ.e. $0,4^{\circ}\text{C}$ fram á miðjan þriðja áratug þessarar aldar.
2. Nú spá fræðimenn hækkun yfirborðs sjávar vegna útþenslu sjávarins og bráðnun jökla til loka aldarinnar með meiri nákvæmni, um 28–58 cm, samborið við miklu meiri óvissu hvað þetta snertir í skýrslu frá 2001 sem gaf líklega hækkun sem 9–88 cm. Í núverandi spá er þó ekki talið útilokað að hækkun sjávaryfirborðsins verði allt að einum metra.
3. Ís Norðurheimskautssvæðisins hefur dregist saman um 2,7% á áratug frá árinu 1978 og um 7,1% ef miðað er við lágmarksþekju á sumartíma.
4. Frosið land á vetrum og fram á vor hefur minnkað um u.þ.b. 7% á norðurhveli jarðar á síðari helmingi 20. aldarinnar. Dagsetning ísmyndunar á ám og stöðuvötnum hefur verið skráð á unadanförnum 150 árum. Meðaltal þessara dagsetninga hef-

ur færst aftur um 5,8 daga á öld. Á sama hátt hafa menn skráð dagsetningu á þiðnun slíks íss, en meðaltal þeirrar dagsetningar hefur færst fram um 6,5 daga á öld.

Þessi upptalning er ekki tæmandi en einnig er spáð öfgakenndari sveiflum og almennt breytingum á veðurfari. Fyrir okkur sem búum á Íslandi kunna þessar afleiðingar hlýnunar jarðar ekki að virðast svo mikilvægar. Hækkun á yfirborði sjávar um allt að einum metra myndi hafa verulegar afleiðingar í för með sér, meira að segja hér á landi. Á heimsvísu myndu þessar breytingar hafa mikil áhrif, oft hjá þjóðum sem eru verst í stakk búnar til þess að bregðast við afleiðingunum. Það er athyglisvert að í byrjun árs 2008 segja vísindamenn Geimvísindastofnunar Bandaríkjanna að bráðnun bæði Grænlandsjökuls og ísþekju Suðurskautslandsins sé mun hraðari en áður var talið og þeir spá 2,5 m hækkun sjávar á þessari öld [2]. Sem kunnugt er vilja margir gera lítið úr gróðurhúsaáhrifunum og eru ýmis rök tilfærð í því sambandi eins og þau að sveiflur á hitastigi hafi gerst á fyrri tímáskeiðum löngu fyrir losun koldíoxíðs af manna völdum. Efasemdamenn hafa líka bent á að koldíoxíð sé ekki mikilvægasta gróðurhúsalofttegundin. Samt sem áður er yfirgnæfandi fjöldi umhverfisfræðimanna í aðalatriðum sammála þessum spám.

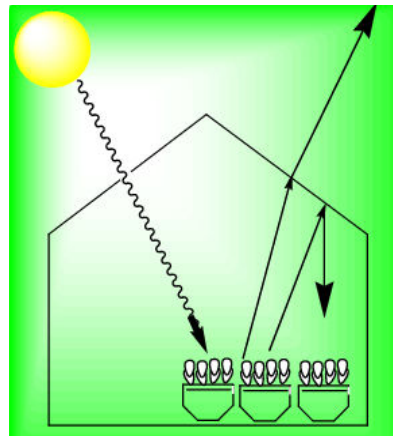
Áður en lengra er haldið er rétt að skýra nokkur undirstöðuatriði varðandi hlýnun jarðarinnar vegna gróðurhúsalofttegunda.

Í fyrsta lagi má minnst á nokkrar sögulegar staðreyndir, en þar sjáum við nöfn manna sem við

þekkjum af góðu einu, meðal annars á sviði efnafræðinnar. Sá sem fyrstur vakti athygli á mögulegum áhrifum gróðurhúsalofttegunda á hitastig jarðar árið 1827 var franskur vísindamaðurinn Jean-Baptiste Fourier, sem er betur þekktur fyrir framlag sitt í stærðfræði. Honum má einnig þakka samlíkinguna við gróðurhús sem gaf fyrirbrygðinu nafn. Árið 1860 mældi breski vísindamaðurinn John Tyndall gleypni koldíoxíðs og vatnsgufu á innrauða lírófsbilinu. Tyndall kom einnig með þá tilgátu að það væri samband á milli gróðurhúsalofttegunda og ísaldanna. Sænski efnafræðingurinn Svante Arrhenius reiknaði út áhrif hækkanðs styrks gróðurhúsalofttegunda á hitastig jarðar árið 1896. Hans niðurstaða var að tvöföldun á styrk koldíoxíðs í andrúmsloftinu myndi valda hitastigshækkun um 5-6°C, sem er ekki svo ólík tala og nútíma-reiknilíkon gefa. Um hálfri öld síðar reiknaði G. S. Callender út hitastigshækkunina vegna losunar koldíoxíðs við bruna jarðefnaeldsneytis. Það var ekki fyrr en undir lok sjötta áratugar síðustu aldar að Roger Revelle og Hans Suess við Scripps Institute of Oceanography í Kaliforníu bentu á að gróðurhúsaáhrifin gætu valdið vandamálum fyrir okkur jarðarbúa.

Flestir þekkja gróðurhúsaáhrif í sinni einföldustu mynd af eigin reynslu, en þessi áhrif byggjast á því að venjulegt gler hleypir í gegnum sig sýnilegu sólarljósi en endurvarpar orkuminni innrauðri útgeislun sem hlutir í gróðurhúsinu senda frá sér, svokallaða "black body radiation". Svipað á sér stað í loftþjúpi jarðarinnar. Gróðurhúsalofttegund, eins og koldíoxíð, drekkur til dæmis mikið í sig á bilinu 14 til 18 míkrometrar (bylgjutala 770 til 580 cm⁻¹) en "black body radiation" við yfirborð jarðar og meira að segja við lágt hitastig í háloftunum er mikil á þessu bili. Þetta er sýnt á mynd 1, sem sýnir endurvarp varma-geislunar frá gleri í gróðurhúsi.

Orka sólarljóssins er fellur á fermetra jarðarinnar sem snýr að sólu er 1,370 kwatt/m². Þegar tekið er til lit til kúlulögunar jarðarinnar og snúnings hennar um ás sinn þá er meðalorkan, sem fellur á hvern fermetra jarðarinnar, þó aðeins 0,3430 kW/m². Þetta samsvarar 1235 kJ á fermetra á klukkustund. Yfirborðsflatarmál jarðarinnar er 5,10×10⁸ km² eða 5,10×10¹⁴ m². Á hverri klukkustund fellur þess vegna á yfirborð jarðar sólarorka, sem samsvarar 5,10×10¹⁴ m² × 1235 kJ/m² = 6,30×10¹⁷ kJ. Til þess að átta sig á stærðinni á þessari tölu má benda á að heildarorku-



Mynd 1. Gróðurhúsaáhrif vegna endurvarps glers á varma-geislun í gróðurhúsi.

notkun jarðarbúa allt árið 2004 var 5,0×10¹⁷ kJ, sem er heldur minna en kemur frá sólinni á hverri klukkustund. Það má þess vegna ljóst vera, að röskun á því jafnvægi sem ríkir á milli sólarorkunnar sem fellur á jörðina og útgeislunar frá henni getur leitt til breytinga á hitastigi jarðarinnar. Þessi umfjöllun um gróðurhúsaáhrifin er byggð á bók John Houghton, Global Warming, sem kom út árið 2004 [4].

2. Orkugjafar heims

Til þess að öðlast nokkra yfirsýn yfir orkumál heimsins skulum við líta á töflu 1, sem sýnir hlutfallslegt magn frumorkugjafa heimsins árið 2004, en nýrri tölur fyrir heiminn allan eru ekki á heimasíðu US Energy Information Administration, sem þessar tölur eru fengnar frá [5].

Jarðvarmi og annað nær yfir alla nýja og vistvæna orkugjafa eins og vindorku, sólarorku og lífmassa. Það hefur verið veruleg aukning á vistvænni orkuframleiðslu, sérstaklega framleiðslu með vindorku, á

Tafla 1. Frumorkugjafar heimsins árið 2004.

Orkugjafi	Hlutfall (%)
Olía	36 *
Kol	26 *
Jarðgas	24 *
Kjarnorka	6,4
Vatnsaflsvirkjanir	6,4
Jarðvarmi og annað	1,5

* Samtals 86%

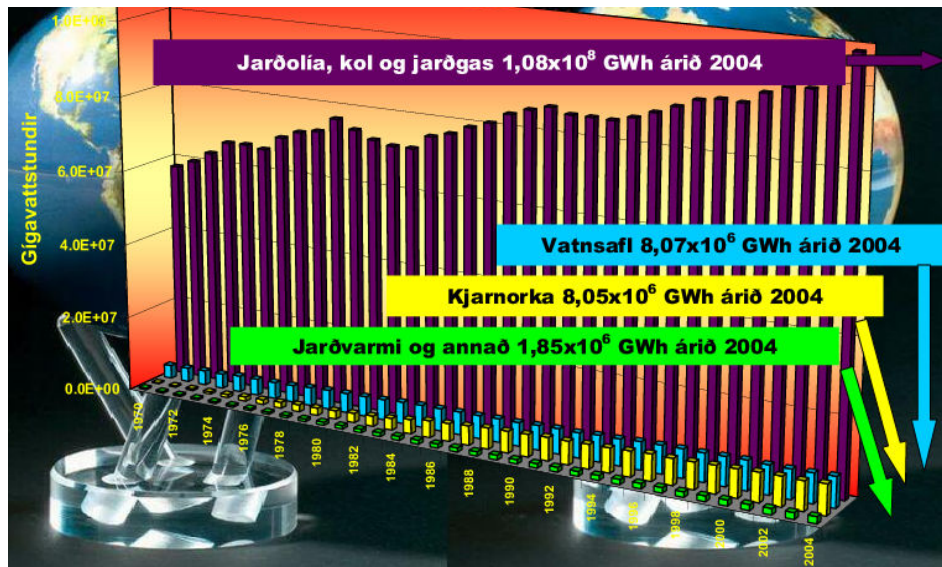
síðustu árum en ekki þannig að það breyti heildarmyndinni verulega. Mynd 2 sýnir þróunina í orkuframleiðslu heimsins frá árinu 1970 til 2004. Það hefur verið nokkuð jöfn aukning í kola- og olíunotkun yfir þetta tímabil en olíunotkunin er verulega meiri allt tímabilið og er um 50% meiri árið 2004. Heildaraukning í kolanotkun frá 1970 er um 55% en olíunotkun rúmlega 60%. Aukningin í notkun jarðgass við orkuframleiðslu á tímabilinu er miklu meiri, eða um þreföld og árið 2004 slagar jarðgas- ið upp í kolanotkunina. Fremstu stólparnir á myndinni eru umhverfisvænu orkugjafarnir eins og vatnsafl, kjarnorka, jarðvarmi og fleira. Nauðsynlegt er að taka fram að menn hafa mismunandi skilning á hugtökum eins og "vistvænn" og "endurnýjanlegur". Til dæmis er almennt lítið á vatnsaflsvirkjanir sem bæði vistvænar og að þær framleiði endurnýjanlega orku, en eins og sést hefur á umræðunni um Kárahnjúkavirkjun er hvort tveggja umdeilt í dag. Hitt er annað mál, að með tilliti til losunar gróðurhúsalofttegunda eru þessir orkugjafar vistvænnir en jarðefnaeldsneyti. Eins og kom fram í töflu 1, er vatnsafl og kjarnorka af svipaðri stærðargráðu. Aukningin í raforkuframleiðslu með kjarnorku var mjög ör frá 1970 til loka níunda áratugs síðustu aldar, en síðan stöðvaðist þessi aukning vegna þess óorðs sem kjarnorkan fékk á sig eftir tvö mjög alvarleg óhöpp í kjarnorkuverum. Hið flata súlurit fyrir vatnsafl ið á síðustu árum má án efa skýra á því að nærtækustu virkjunarkostirnir hafa þegar verið nýttir. Jarðvarmi hefur verið mikið í umræðunni hér á Íslandi á síðustu árum. Íslendingar eru mjög smátækir hvað snertir raforkuframleiðslu með jarðvarma, en hins vegar mjög framarlega hvað snertir heildarnotkun á jarðvarma, en þar vegur jarðvarmi til húshitunar þýngst. Ef við setjum þróun á nýtingu jarðvarma og annarra vistvænna orkugjafa í samhengi við orkuframleiðslu heimsins eins og gert er á mynd 2, er augljóst að það þarf stórkostlegt átak til þess að slá verulega á notkun jarðefnaeldsneytisins með aukningu á þessum orkuframleiðsluaðferðum.

Þær umhverfisástæður sem ræddar eru að fram- an gefa ærið tilefni til þess að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis, en það er að sjálfsögðu önnur hlið á þessu máli, sem er ending jarðefnaeldsneytisins. Vel er þekkt hvernig jarðefnaeldsneyti hefur myndast á milljónum ára. Þrátt fyrir það að magnið sé mikið, sérstaklega af kolum, þá fer það ekki á milli mála að hér er um endanlegar byrgðir að ræða. Það

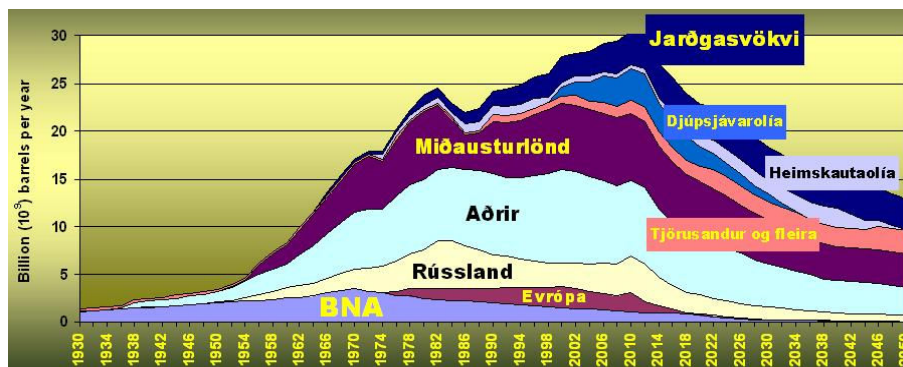
eru áratugir síðan jarðfræðingar og jarðeðlisfræðingar vöktu athygli á þessu. Það er hins vegar mjög lítið sem bendir til þess að orkustefna flestra þjóða heims hafi tekið mið af þessum staðreyndum. Þekktastur af þeim mönnum, sem reyndu að opna augu samlanda sinna fyrir þessum augljósu staðreyndum, var bandaríski jarðeðlisfræðingurinn Marion King Hubbert, sem setti fram spá um hámark í olíuframleiðslu Bandaríkjanna árið 1956 [7]. Hubbert var mjög umdeildur og jafnvel ofsóttur af áhrifamönnum í stjórnkerfi Bandaríkjanna, en þegar spá hans um að olíuframleiðsla BNA myndi ná hámarki um 1970 rættist, jókst hróður hans og augu margra opnuðust. Hubbert sagði meðal annars í lauslegri þýðingu: "Fáfræði okkar er ekki eins ógnvekjandi og sú staðreynd að við notum ekki þá þekkingu sem við þó höfum". Mynd 3 sýnir nútíma útgáfu af svokölluðu "Hubbert Peak" fyrir heiminn allan, þ.e. hvenær hámarksframleiðsla verði náð. Þetta línurit er byggt á upplýsingum af heimasíðu Uppsala Hydrocarbon Depletion Study Group, sem Kjell Aleklett prófessor leiðir [8].

Eins og sést á mynd 3 er heimurinn í raun að nálgast hámarksframleiðslu á olíu og gasi um þessar mundir. Eins og málum er háttað í heiminum í dag er ekkert sem bendir til þess að eftirspurn eftir jarðefnaeldsneyti muni minnka á komandi árum og það þarf engan sérfræðing til þess að spá hverjar afleiðingar minnkandi framleiðslu og vaxandi eftirspurnar muni verða. Þetta er rætt á ábyrgan hátt á fyrrnefndri heimasíðu Uppsalahópsins og til dæmis í nýlegri bók David Strahans, *The Last Oil Shock* [9].

Á sama hátt og Hubbert ofbauð sinnuleysi landa sinna um miðja síðustu öld sætir það furðu hvað litlu púðri er eitt í raunhæfar lausnir í orkumálum í dag. Það virðist sem meira að segja stórbjóð eins og Bandaríkin (BNA) hafi ekki alveg gert upp við sig, hvort stefnan í orkumálum eigi að beinast að nýjum orkugjöfum til þess að koma í staðinn fyrir þverrandi jarðefnaeldsneyti, eða að því að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda. Vætnisvæðingarumræðan er gott dæmi um þetta. Vistvænt framleitt vetni, sem ég held að flestir geri sér grein fyrir að BNA hafi enga möguleika á að framleiða í verulegu magni í bráð, myndi að sjálfsögðu draga úr losun koldíoxíðs en við hljótum að spyrja, hver er frumorkugjafinn? Mikilvægt sjónarmið í orkumálum BNA er hins vegar það að þeir vilja vera minna háðir öðrum þjóðum hvað frumorkugjafa snertir. Í því ljósi má skilja áhuga



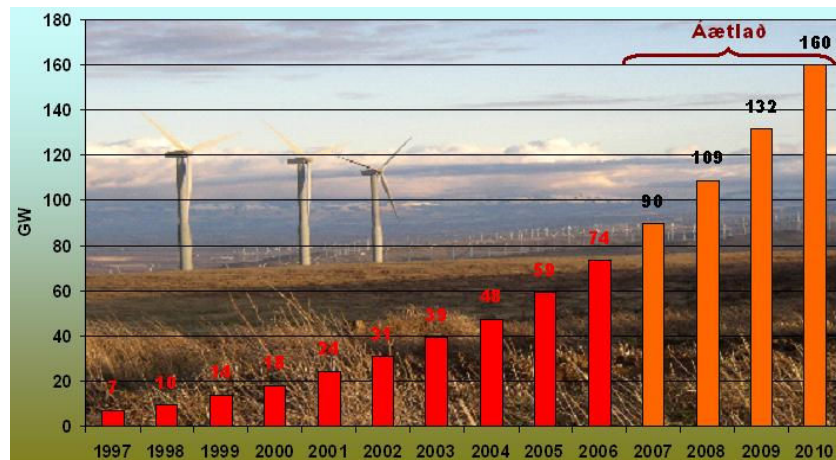
Mynd 2. Heimsframleiðsla orku úr mismunandi orkugjöfum 1970 - 2004. Upplýsingar fyrir allra síðustu ár fyrir heiminn allan liggja ekki fyrir en hlutfallslegar breytingarnar eru ekki miklar [6].



Mynd 3. Olíu- og gasframleiðsla í heiminum og spá um hámarksframleiðslu (Hubbert Peak).

þeirra á vetnisframleiðslu úr umtalsverðum kolabirgðum sem þeir eiga. Þegar þessar hugmyndir eru settar í samhengi við urðun koldíoxíðs, sem myndast við vetnisframleiðsluna má segja að þetta hljómi nokkuð aðlaðandi, það er ef menn horfa fram hjá þeim fjölmörgu óleystu tæknilegu vandamálum sem fyrir liggja. Þrátt fyrir það, að lausnir á öllum tæknilegu vandamálum vetnsivæðingarinnar lægju fyrir, er allt tal um vetni sem einhverja lausn á þverrandi hefðbundnum orkugjöfum heimsins ekki samboðið upplýstum fræðimönnum. Vetni sem orkuberi er meira að segja vafasöm tæknileg útfærsla, sérstaklega fyrir samgöngutæki eins og ítarlegar úttektir hafa sýnt fram á [10, 11].

Með þá þekkingu sem við höfum í dag er vetnisvæðing Íslands enn fjarstæðukenndari, þó við gætum vissulega framleitt nægilegt vistvænt vetni fyrir samgöngutæki okkar. Koldíoxíðlosun okkar Íslendinga var rúmlega 0,01% eða um einn tíuþúsundasti af koldíoxíðlosun heimsins árið 2004 [12]. Þetta eru eflaust ekki rök fyrir því að við eigum að leiða hjá okkur umræðuna um minnkun á losun gróðurhúsalofttegunda, en það segir okkur að það skiptir hverfandi máli hvort okkar framlag sé beint með minnkun koldíoxíðsútblásturs, eða óbeint með framleiðslu vistvænnar orku til hvaða nauðsynlegra nota sem er. Þegar yfirlit eins og það, sem sýnt er á mynd 2, er skoðað er erfitt að draga þá ályktun að einhver sérstök áhersla hafi verið



Mynd 4. Heimsframleiðsla á vindorku frá 1997 til 2006 og áætlun til 2010.

lögð á endurnýjanlega orkugjafa heimsins síðasta áratuginn eða svo. Kannski er ekki við því að búast að dregið hafi úr notkun jarðefnaeldsneytis, enda er það ekki raunin, en er skýringin á litlum vexti endurnýjanlegu orkugjafanna sú að möguleikarnir til vistvænnar orkuframleiðslu séu litlir eða draga þjóðir heims einfaldlega lappirnar í þessum málum?

Að sjálfsögðu er ánægjulegt fyrir okkur Íslendinga að við höfum mikla sérstöðu í þessum efnum, en það er bara eins og dropi í hafnið á heimsvísu. Sem fyrr segir ræða menn fyrst og fremst möguleika á frekari nýtingu jarðvarma hér á landi en aðrar þjóðir leggja miklu meiri áherslu á sólar- og vindorku, enda miklu meiri og aðgengilegri möguleikar þar. Það er fyrst og fremst kostnaður, sem er takmarkandi þáttur við nýtingu sólarorku, en við miðbaug er orka sólarinnar sem fellur á landsvæðið sem er aðeins um 200×150 kílómetrar að flatarmáli meiri en öll orkuþörf heimsins. Nýting sólarorkunnar á norðlægarri slóðum er að sjálfsögðu óhagkvæmari en það má flytja rafmagn langar leiðir.

Vindorka er sú vistvæna orkuframleiðsla, sem hefur aukist hraðast í heiminum á undanförunum árum. Mynd 4 sýnir þróunina frá 1997 og áætlun til 2010. Áætlunin gerir ráð fyrir 160 GW uppsettu vindafla í heiminum árið 2010 [13]. Þetta jafnast á við um 230 Kárahnjúkavirkjanir.

Tafla 2 sýnir tíu stærstu vindorkuframleiðendur heims árið 2006. Ekki er annað hægt en að dást að frændum okkar Dönum, sem eru þarna ofarlega á

Tafla 2. Tíu stærstu vindorkuframleiðslulönd heimsins árið 2006 og hvað upp sett afl þeirra jafnast á við margar Kárahnjúkavirkjanir [14].

Land	Uppsett afl árið 2006, MW	Kárahnjúkajafngildi
Þýskaland	20.622	30
Spánn	11.615	17
Bandaríkin	11.603	17
Indland	6.270	9
Danmörk	3.136	4,5
Kína	2.405	3,5
Ítalía	2.123	3,1
Bretland	1.963	2,8
Portúgal	1.650	2,4
Frakkland	1.567	2,3

meðal margfalt stærri þjóða, en þeir framleiða um 20% af sínu rafmagni með vindmyllum.

Sérkennilegt er að lítil opinber umræða hefur farið fram um nýtingu vindorku á Íslandi. Vindur er mjög breytilegur hér á landi eins og víða annars staðar, en það þarf ekki að koma í veg fyrir nýtingu vindorku, enda eru til margar tæknilegar útfærslur til jöfnunar orkuframboðs eins og uppistöðulón eru dæmi um. Ísland þyrfti ekki annað en tengjast raforkukerfi Evrópu með sæstreng til þess að hafa markað, sem gæti án efa tekið við vistvænni raforku þrátt

fyrir bæði árstíða og skammtíma sveiflur á raforkuframleiðslu.

Á heimasíðu "American Wind Energy Association" kemur fram að fræðilega gæti vindorka gefið um 15 falda orkuþörf heimsins þannig að hér er um mikla orkuauðlind að ræða [15]. Það er talið að það þurfi meðalvindhraða um 7 m/s eða meira til þess að það sé hagkvæmt að virkja vindorkuna með vindmyllum. Það eru til óhemjumikil landsvæði á Íslandi sem hafa vel yfir 7 m/s meðalvindhraða [16]. Það er líka mikilvægt við virkjun vindorkunnar að vindmyllurnar taka mjög lítið landrými sjálfar og spilla ekki landinu umhverfis sig. Þannig gæti hefðbundin landnýting haldið áfram þó vindmyllur væru byggðar á bændabýlum landsins, en auk þess eru víða stór og vannýtt landflæmi, sem væru kjörin fyrir vindorkubú.

Í dag eru 1-2 MW vindmyllur algengar og til eru 5 MW vindmyllur. Hundrað slíkar slaga upp í uppsett afl Kárahnjúkavirkjunar (690 MW). Háslón er 57 ferkílómetrar, ef þetta landflæmi væri notað fyrir vindorkuframleiðslu (sem veldur lítilli röskun á landinu sjálfu), myndi það nægja fyrir um 570 MW uppsett afl (83% af virkjuninni). Miðað við 50% orkunýtingu, sem er ekki óraunhæft fyrir vindmyllur, gæfi þetta tæp 300 MW.

3. Vetni og vistvæn orka fyrir samgöngutæki

Vetni, eins og allir lesendur þessa rits þekkja eflaust, er þýðingarmikið iðnaðarefni, sérstaklega vegna framleiðslu ammóníaks fyrir köfnunarefnisáburð. Slíka framleiðslu ættum að hefja aftur og stórkoma hér á Íslandi um leið og við höfum vistvæna raforku aflögu á samkeppnisfæru verði. Þróun efnarafala, sem nota vetni sem eldsneyti, kann að eiga rétt á sér í vissum tilvikum og einhver markaður fyrir slíka efnarafala gæti vel skapast í framtíðinni, en að ræða um vetni sem einhverja lausn á orku- og umhverfismálum heimsins er villandi eins og fyrr segir, enda tel ég að augu flestra hafi opnast fyrir þeim óraunhæfu væntingum sem bundnar voru við vetnisvæðinguna fyrir nokkrum árum. Í þessu sambandi ætti að nægja að vitna í úttekt Bossels og félaga í heimildum 10 og 11. Vissulega þurfa Íslendingar eins og aðrir að finna lausn á því hvernig samgöngutækin og skipaflotinn verða knúin, þegar framboð á jarðolíu fer að minnka og verð að hækka. Leiðin í þeim málum er örugglega ekki að styðja stórfyrirtæki í þróunarvinnu við vetnisbíla. Af hverju lítum við ekki fyrst á nærtæku lausn-

irnar? Allir þungaflutningar landsins hafa á síðustu árum verið færðir yfir á vegi landsins með stórauðinni slysaðu á ófullkomnum vegum, sem margoft hefur verið bent á að þola varla þessa þungaflutninga. Hvað um að byggja járnbraut frá Reykjavík eða kannski frá norðanverðum Hvalfirði til Austurlands og setja alla þungaflutninga á flutningalest, sem færi þessa leið daglega og væri knúin með vistvænu íslensku rafmagni? Slík lest gæti að sjálfsögðu líka þjónað suðvesturhorninu með flutningi á vörum, sem landað væri á Austurlandi og sparað siglingu frá Evrópu vestur fyrir land. Margar þjóðir búa yfir aldagamalli þekkingu á lagningu járnbrauta við miklu erfiðari aðstæður en við þekkjum hér á Íslandi, þannig að það ætti að vera auðvelt að fá kostnaðartölur fyrir slík mannvirki og bera þær saman við kostnað á tvöföldun vega á landsbyggðinni. Án þungaflutningsbíla myndi öryggi vegakerfisins stórukast og viðhaldskostnaður minnka.

4. Lokaorð

1. Það er nægur markaður fyrir alla þá vistvænu orku sem Íslendingar komast yfir að virkja í náinni framtíð þó það þurfi að leysa ákveðin vandamál við fullnýtingu lághitavatns sem til fellur við raforkuframleiðslu með jarðvarma.
2. Við getum stuðlað enn frekar að minnkun á losun gróðurhúsalofttegunda með því að hætta notkun áburðar, sem framleiddur er með jarðefnaeldsneyti en við slíka framleiðslu losnar koldíoxíð.
3. Bæði vatnsafls- og jarðvarmavirkjanir eru þegar orðnar umhverfislega umdeildar, af hverju ekki að beisla vindorkuna eins og aðrar þjóðir gera í sívaxandi mæli?
4. Íslendingar eru það vistvænir í orkuframleiðslu að það er engin ástæða til þess að við eyðum opinberu fé í að styðja stórfyrirtæki eins og bílaframleiðendur í þróunarvinnu, sem oft virðist drifin áfram af ótrúlegu skilningsleysi.
5. Ef allir vistvænir orkumöguleikar okkar Íslendinga eru nýttir, höfum við gert okkar, svo framarlega sem við sóum þessari orku ekki eins og gert væri með vetnisbílum, en sýnt hefur verið fram á að orkunýting þar sem raforku er breytt í vetni, sem síðan er notað á bíl sem knúinn væri með efnarafali, er um 20%. Orkunýting rafknúins samgöngutækis er yfir 60% [10, 11].

6. Við eigum að nota þekktar og viðurkenndar lausnir til þess að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis. Dæmi um þetta er notkun rafmagns fyrir samgöngutæki, t.d. rafknúnar járnbrautarlestir fyrir þungaflutninga og tengiltvinnbíla sem vonandi verða komnir á markað innan fárra ára.

Heimildir

- [1] The Intergovernmental Panel on Climate Change Online Resources, <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/links/ipcc.htm>.
- [2] E. J. Rohling, K. Grant, Ch. Hemleben, M. Siddall, B. A. A. Hoogakker, M. Bolshaw & M. Kucera, *Nature Geoscience* 1, (2008), 38-42.
- [3] Uppsala Hydrocarbon Depletion Study Group, UHDSG, <http://www.tsl.uu.se/uhdsg/>
- [4] John Houghton, *Global Warming*, 3. útgáfa, CUP, 2004, Ch. 2.
- [5] US Energy Information Administration, *International Energy Annual* 2004.
- [6] Energy Information Administration, www.eia.doe.gov/emeu/international/energyproduction.html
- [7] M. King Hubbert, *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*, Publication No. 95, Shell Development Company, June 1956. <http://www.energybulletin.net/13630.html>. Sjá einnig Kenneth S. Deffeyes, *Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak*, Hill and Wang, 2005.
- [8] Uppsala Hydrocarbon Depletion Study Group, <http://www.tsl.uu.se/UHDSG/>
- [9] David Strahans, *The Last Oil Shock*, John Murray, London 2007.
- [10] Ulf Bossel, Baldur Eliasson and Gordon Taylor, *The Future of the Hydrogen Economy, Bright or Bleak?* April 2003, <http://www.efcf.com/reports>
- [11] Ulf Bossel, Report E13, *Does a Hydrogen Economy Make Sense?* April 2005 <http://www.efcf.com/>
- [12] Environment energy-related emissions data & environmental analyses, <http://www.eia.doe.gov/environment.html>
- [13] Kane, Anil, *European Sustainable Energy Forum, Conference in Lucerne, Switzerland, July 3, 2007*.
- [14] World Resources Institute, <http://earthtrends.wri.org/updates/node/277>
- [15] American Wind Energy Association, <http://www.awea.org/>
- [16] Heimasíða Veðurstofu Íslands, <http://www.vedur.is/>

Summary: The paper discusses the generally accepted need to reduce significantly the world's use of fossil fuels. The mounting evidence for the environmental reasons for this need are discussed and explained as well as the need due to diminishing fossil fuel resources. Iceland's favourable position with regard to renewable energy is also discussed and how we could even improve our position. The author also points out what he considers flaws in the so-called Hydrogen Economy, especially in the Icelandic context. Wind energy, an unexploited renewable energy source in Iceland, is also discussed.

Um höfundinn: Sigbór Pétursson lauk B.Sc. prófi í efnafræði við University of Edinburgh, Skotlandi árið 1970 og doktorsprófi í efnafræði kolhydrata frá University of Birmingham, Englandi árið 1979. Hann starfaði sem efnafræðikennari við Menntaskólann í Reykjavík árin 1970 til 1975. Árin 1978 til 1983 starfaði hann við rannsóknir á penisilín kljúfandi ensímum (beta-lactamösúm) og penisilín myndandandi ensímum við Sir William Dunn School of Pathology og við Dyson Perrins Laboratory, University of Oxford. Frá 1984 til 1990 starfaði hann í Department of Biochemistry og við Dyson Perrins Laboratory, University of Oxford, við rannsóknir tengdar fásykrum ónæmiskerfisins og efnasmíðum glykosidasa tálma. Frá 1990 hefur hann starfað við Sjávarútvegsdeild, nú Viðskipta og raunvísinda-deild Háskólans á Akureyri þar sem hann er nú prófessor. Auk rannsókna á sviði efnafræði fjölhydroxyefnasambanda, hvötunar í einsleitum kerfum og í matvælaefnafræði hefur hann fjallað um orku- og umhverfismál á opinberum vettvangi og kennt við RES orkuskólann á Akureyri.

Sigbór Pétursson
Háskólinn á Akureyri
600 Akureyri
sigthor@unak.is
Móttekin: 19. febrúar 2008

