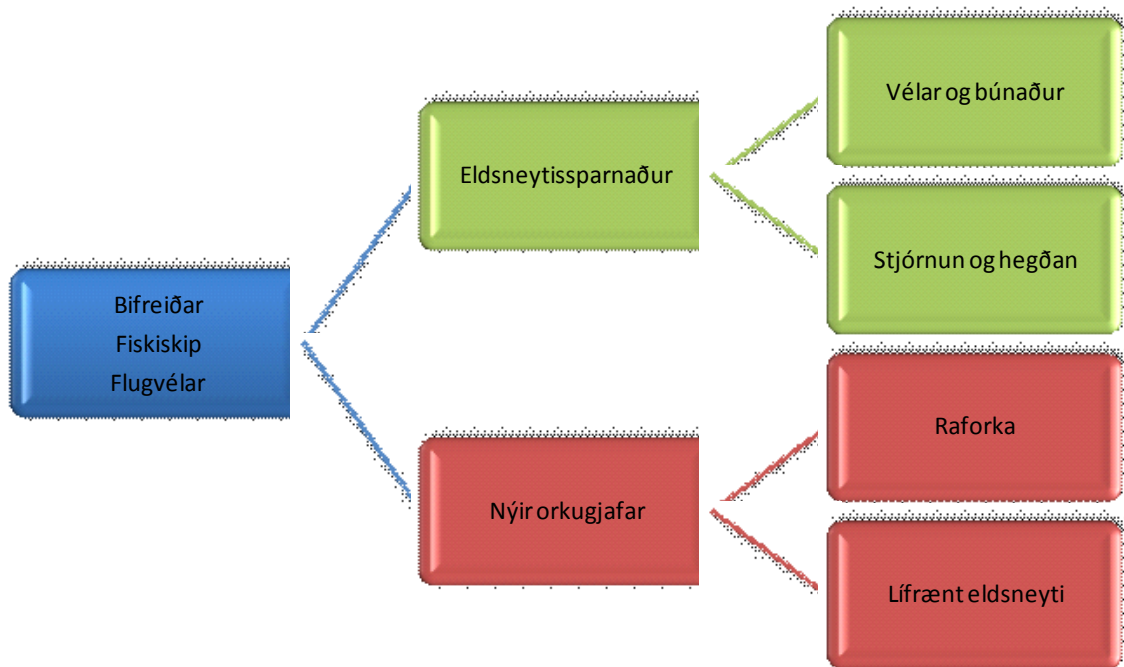


## **Innlend orka í stað innflutts eldsneytis**



# Greinargerð um notkun innlendar orku í stað innflutts eldsneytis

*Porkell Helgason og Andrés Svanbjörnsson, iðnaðarráðuneyti,  
Ágústa Steinunn Loftsdóttir og Sigurður Ingi Friðleifsson, Orkustofnun.*

## Inngangur

### Tilefni

Olíuverð hefur farið síhækkandi undanfarin misseri. Að flestra dómi stefnir verðið áfram upp á við þegar til lengdar er litið.<sup>1</sup> Við Íslendingar þurfum að flytja inn nær alla þá orku sem við þurfum til að knýja hreyfanleg tól og tæki: bíla, vinnuvélar, skip, fiskibáta og flugvélar.

Ekki síður verður að huga að hinni sívaxandi kröfu um að dregið sé úr útblæstri eða losun gróðurhúslofttegunda. Notkun á jarðefnaeldsneyti, einkum á bensíni og olíu, er einn aðalorsakavaldur í þeim efnunum hérlandis.

Hvað er til ráða? Í greinargerð þessari verður farið yfir helstu kosti í stöðunni. Fyrst verða þó markmiðin greind.

Ekki ber að líta á þessa greinargerð sem tæknilega úttekt; fremur sem innlegg í stefnumótun í málinu.

### Orkufrekur iðnaður sér á parti

Megnið af raforkuframleiðslu okkar fer til orkufreks iðnaðar, einkum framleiðslu á áli, en á árinu 2008 mun um 80% af raforkunni fara til þessarar stóriðju. Sú notkun er óbeinn útflutningur á orku. Hann er orðinn meiri en orkuinnflutningur í formi olíuvara (bensíns, dísilolíu o.s.frv.), a.m.k. að magni til en e.t.v. ekki í verðmæti reiknað.

Það gefur skarpari mynd af því viðfangsefni sem hér er til umræðu að halda stóriðjunni utan við hana. Sé það gert sést glöggst hvað innflutt eldsneyti er enn stór hluti af frumorkunotkun okkar. Hlutur innlendar orku verður um 85% af frumorkunotkun okkar á árinu 2008 að orkunotkun stóriðjunnar meðtalinni. En að stóriðjunni slepptri verður hlutur innlendar orku talsvert minni eða um 65-70% af orkunotkuninni.

Af sömu ástæðu verður stóriðjunni sleppt þegar fjallað verður um losun á gróðurhúslofttegundum. Sú losun er nær alfarið vegna iðnferlanna sem notaðir eru og eru þeir nánast eins um allan heim. Hún er alþjóðlegt viðfangsefni, ekki séríslenskt.

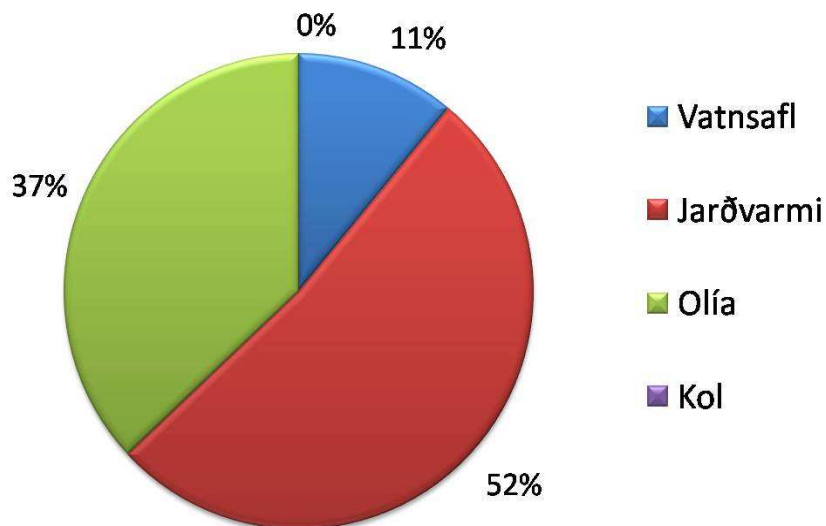
## Staðan nú og markmið breytinga

### Orkugjafar og orkunotkun okkar

Nýjustu sambærilegar tölur um frumorkunotkun og losun gróðurhúslofttegunda eru frá árinu 2004. Á mynd 1 er frumorkunotkuninni skipt upp eftir uppruna. Í samræmi við það sem segir í innganginum er frumorkuöflun vegna stóriðjunnar (ál- og járnblendivinnslu) sleppt.

---

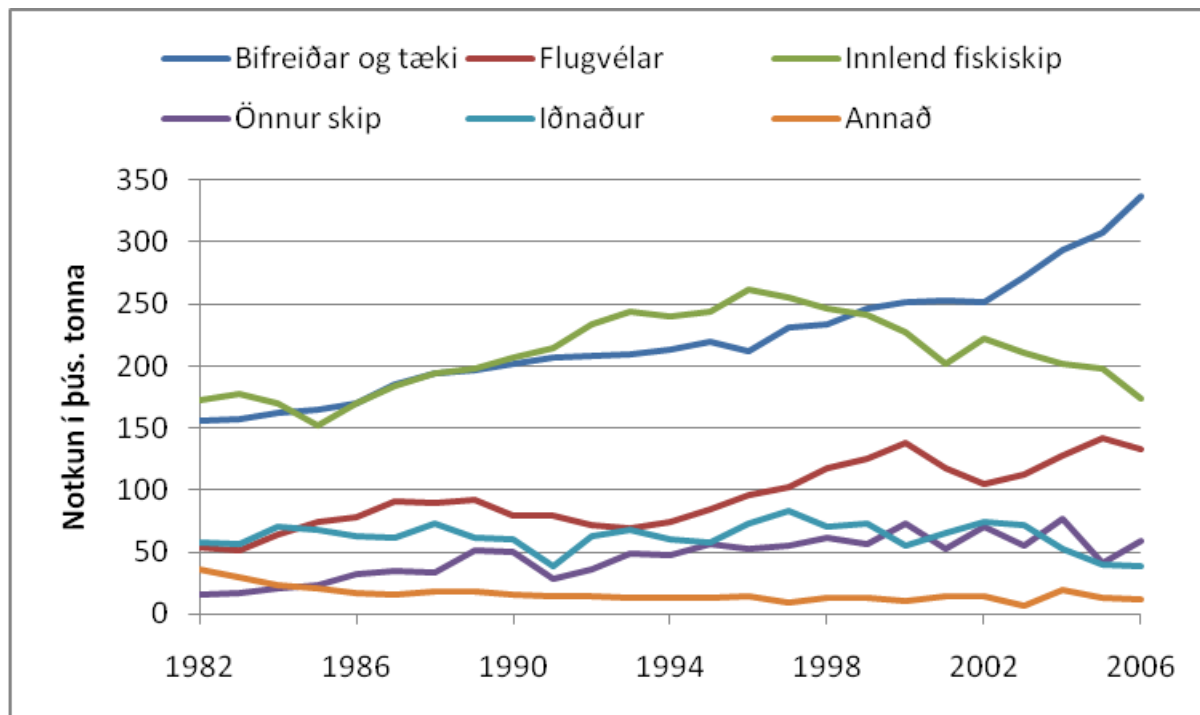
<sup>1</sup> Nú í febrúar 2008 sagði sá sem er nefndur höfðingi allra rýnenda í olíumálin, Charles T. Maxwell, að um 2010 myndi ósamræmi milli framboðs og eftirspurnar á olíumarkaðnum fara verulega að segja til sín. Hámarki í olíuframleiðslu heims yrði náð 2012-2015 og síðan hallaði undan fæti. Þetta gæti þýtt að olíuverð yrði um \$180 á fatið 2015, en það er nú um \$90. Og síðan mætti búast við \$300 á fatið um 2020. Sjá frásögn í <http://energytechstocks.com/wp/?p=819>.



Mynd 1: Skipting á frumorkunotkun árið 2004 eftir uppruna að slepptri orkunotkun stóriðjunnar.

Á mynd 1 sést að innflutt orka (olía og kol) er enn drjúgur hluti af almennri orkunotkun Íslendinga. Miðað er við frumorkunotkun eins og alsíða er í alþjóðlegri orkutölfræði. Ef horft er til nýtrrar orku, þ.e.a.s. þegar búið er að umbreyta henni í nothæfa orku (svo sem jarðgufu í rafmagn), verða hlutföllin talsvert önnur. Hlutfall vatnsorkunnar eykst þá verulega á kostnað hinna tveggja orkugjafanna.<sup>2</sup> En hvor viðmiðunin sem notuð er verður ekki framhjá því lítið að hlutfall erlends eldsneytis er verulegt.

Á mynd 2 er sýnd þróunin í notkun jarðefnaeldsneytis hér á landi s.l. aldarfjórðung.



Mynd 2: Eldsneytisnotkun á Íslandi eftir greinum, í þúsundum tonna tímabilið 1982-2006.<sup>3</sup>

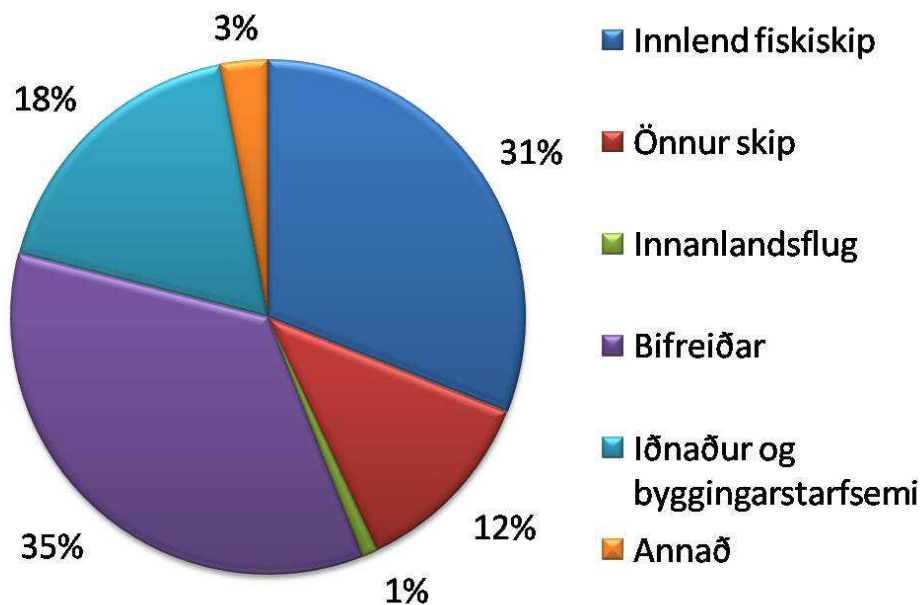
<sup>2</sup> Nákvæmir útreikningar á þessu liggja ekki fyrir.

<sup>3</sup> Myndin er sótt í rit Orkustofnunar, *Orkumál 2006, eldsneyti*. Þar er byggt á nýrri aðferðafræði við skráningu gagna. Nú er eldsneyti sem íslensk skip eða flugvélar kaupa erlendis fært í bókhald viðkomandi lands. Áftur á

Olfunotkun í fiskveiðum jókst verulega á fyrri helmingi tímabilsins en hefur síðan dregist saman allt niður í það sem var í upphafi tímabilsins. Miklar sveiflur í olfunotkun til fiskveiða skýrist að hluta til af breytilegri sókn, en einnig vegna þess að eldsneyti er ýmist keypt erlendis eða hér á landi. Eldsneyti sem tankað er á flugvélar hér á landi hefur að vísu aukist mikið en er þó verulega minna en það sem þarf í hina þættina tvo.

Vert er að vekja sérstaka athygli á hinum mikla vexti í eldsneytisnotkun undir flokknum bifreiðar og tæki, sem nú er langstærsti notkunarþátturinn. Á árinu 2006 var svo komið að 55% af öllu eldsneytinu fór til þessa notkunarflokks. Bráðabirgðatölur fyrir 2007 benda til þess að hlutfallið hafi enn hækkað. Til þess að hemja eldsneytisnotkunina er brýnast að taka á þessum notkunarþætti ásamt samsvarandi útblæstri. Eins og síðar verður rakið er jafnframt auðveldast að ná árangri þar, enda stjórnþætti tiltæk.

Á mynd 3 er eldsneytisnotkuninni árið 2004 skipt upp eftir notkungeirum og er þá aðeins tekið tillit til þeirrar notkunar sem hefur áhrif á þann útblástur sem fellur undir Kjótó-bókunina.<sup>4</sup> Er þetta gert til að myndir 3 og 4 séu sambærilegar og um leið verður viðfangsefnið skýrara: Að draga úr þeirri losun sem skuldbindingar okkar kveða á um. En myndir 2 og 3 eru þá ekki fyllileg sambærilegar.



Mynd 3: Skipting á eldsneytisnotkun árið 2004 eftir greinum, að slepptri stóriðjunni.<sup>5</sup>

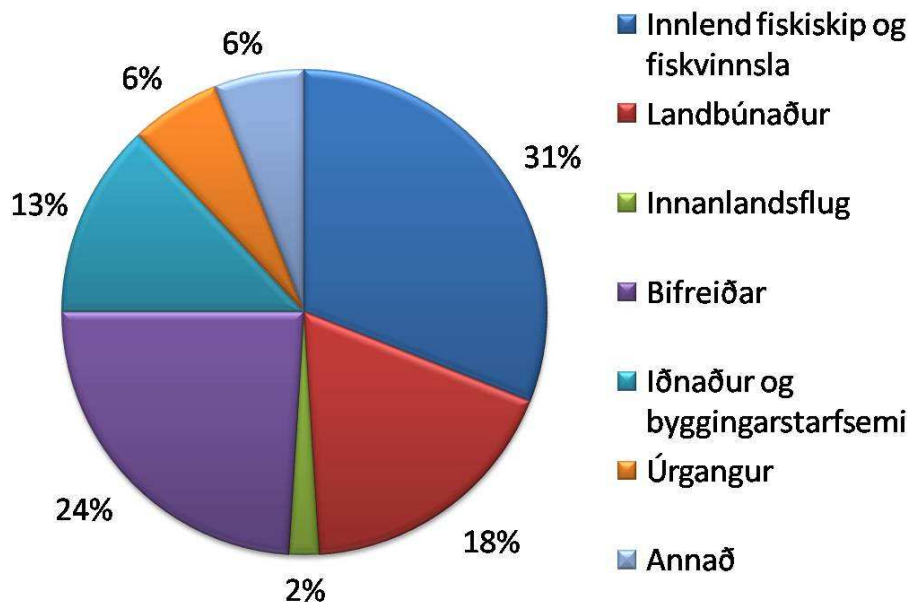
Með sama hætti sýnir mynd 4 hvaðan útblásturinn kemur (og aftur er stóriðjunni sleppt).

Myndir 3 og 4 eru ekki alfarið sambærilegar. T.d. er losun frá sjávarútvegi á mynd 4 bæði það sem fiskiskipin losa en líka fiskimjölsværsmiðjurnar. Þær falla aftur á móti undir iðnað á mynd 3. Þá á losun frá landbúnaði ekki rætur að rekja til eldsneytisbrennslu heldur er þar m.a. um að ræða alls kyns losun vegna metangerjunar í meltingarfærum húsdýra og vegna áburðarnotkunar, bæði húsdýraáburðar og tilbúins áburðar. Losun vegna úrgangs er vegna rotunar og gerjunar urðaðs úrgangs, sem og sorpbrennslu. En að þessum atriðum slepptum er samhljómur í myndum 3 og 4.

móti er það sem útlendir aðilar kaupa héraðs fært til eldsneytisnotkunar hér. Við þetta verður einkum hlutur flugvéla í eldsneytisnotkun okkar minni en hann var samkvæmt eldri aðferð.

<sup>4</sup> Eldsneytisnotkun vegna millilandasamgangna er því sleppt hér.

<sup>5</sup> Hér er aftur notuð hin „nýja aðferð“ við bókhaldið á eldsneytinu, sbr. það sem segir um mynd 2.



Mynd 4: Skipting á losun gróðurhúslofttegunda árið 2004 að slepptri losun frá stóriðjunni.<sup>6</sup>

## Markmið

Markmið þess að draga úr eða jafnvel ryðja innfluttu eldsneyti úr vegi geta verið af ýmsum toga:

- *Sjálfsþurftarbúskapur* í orkumálum, þ.e.a.s. að þjóðin verði sem minnst háð erlendri orku, ótryggu framboði hennar og hækkandi verði. Þetta getur þó seint náðst að fullu enda er orka hluti af verðmæti nær alls þess sem við flytjum inn. Ekki má heldur kosta til hverju sem er til að þjóðin verði sjálfri sér næg í þessum efnum. Þjóðin flytur að orkumagni til meira út af orku (í formi áls) en inn er flutt af olíu. Slík orkuviðskipti kunna að vera hagkvæmari en að láta innlenda orku koma í stað þeirrar innfluttu.
- *Hagstæðara orkuverð* handa fiskiskipum og í samgöngur. Þetta er mergurinn málsins. Er notkun á innlendri orku hagkvæmari en innflutt orka, þegar tekið er tillit til alls kostnaðar svo sem við breytta innviði ef þess þarf?
- *Minni losun gróðurhúslofttegunda*. Losun hérlendis (að stóriðjunni undanskilinni) skiptist árið 2004 þannig að um 24% kom frá bílum og öðrum hreyfanlegum tækjum á landi og frá sjávarútvegi (einkum fiskiskipunum) um 31%. Þetta er sú losun sem innlendir orkugjafar gætu hugsanlega komið í veg fyrir. En ekki verður séð í bráð að nota megi innlent eldsneyti á flugvélar, sem standa fyrir um 2% af losuninni eins og hún er skráð vegna Kjótó-bókunarinnar.<sup>7</sup>

Að mestu leyti fara þessi markmið saman. Þannig fæst minnkun á losun gróðurhúslofttegunda í kaupbæti ef markmiðið um aukinn hlut innlendrar orku næst. En líka öfugt: Ef losun gróðurhúslofttegunda og mengun fengi almennt á sig verðmiða yrði auðveldara að ná markmiðunum um nýtingu innlendrar orku.

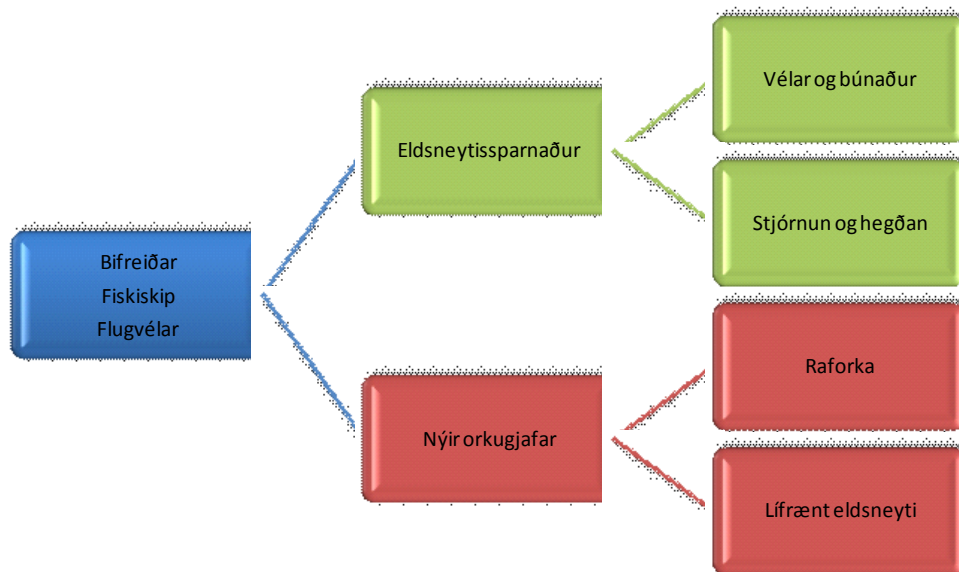
## Meginleiðir

### Yfirlit yfir leiðir

Viðfangsefni þessarar greinargerðar má skipta annars vegar í aðgerðir til að spara eldsneyti og hins vegar í leiðir til að nýta innlenda orkugjafa í stað innflutts jarðefnaeldsneytis. Eftirfarandi mynd 5 lýsir í meginráttum hvaða möguleikar eru fyrir hendi.

<sup>6</sup> Í útblástursbókhalda Umhverfisstofnunar er útblástur vegna iðnaðar- og byggingarstarfsemi ekki skipt á milli stóriðju og annars iðnaðar. Hinsvegar er útblásturinn greindur eftir því hvort um er að ræða eldsneytisbrennslu eða iðnaðarferla. Hér er iðnaðarferlunum sleppt en útblæstri vegna eldsneytisbrennslu haldið inni. Útblástur vegna iðnaðarferla tilheyrir að mestu leyti stóriðjunni en jafnframt eitthvað af eldsneytisbrennslunni.

<sup>7</sup> Þá er eingöngu horft til innanlandsflugs en millilandaflug er ekki tekið með í Kjótó-bókhalda. Líklegt að það verði með í einhverri mynd í næstu gerð loftslagssáttmála. Millilandaflug er um hálfdrættingur á við vegasamgöngur hvað varðar útblástur, þegar miðað er við eldsneyti sem selt er hérlendis.



Mynd 5: Flokkun á meginleiðum til minnkunar á notkun jarðefnaeldsneytis.

Eins og sjá má á myndinni greinast meginleiðirnar aftur í tvær greinar hvor. Lýsing á ferli nýrra orkugjafa er þó flóknara eins og skýrt verður nánar síðar. Hér á eftir verður fjallað nánar um sparnaðarleiðir annars vegar og nýja orkugjafa eða orkubera hins vegar.

## Orkusparnaður

Aðferðir til orkusparnaðar má sundurgreina, t.d. þannig:

- *Bætt tækni farartækja og skipa.* Hér er átt við tækniframfarir án byltingarkenndra breytinga á tækjunum, svo sem með nýjum tegundum véla eða nýjum orkubrum. Slíkar hægfara tækniframfarir hafa verið að gerast og munu halda áfram, eins og rakið verður að nokkru hér að neðan.<sup>8</sup> Þó verður að hafa í huga að aukinni orkunýtni eru viss takmörk sett, þó ekki væri nema vegna eðlisfræðilegra lögmála sem segja til um fræðilegt lágmarksorkutap við umbreytingu eldsneytis í hreyfanlega orku. Flestar umræddra tæknibreytinga koma að utan og fáum við hér á landi harla litlu um ráðið, nema með því að hvetja til notkunar þeirra.
- *Breytt stýring eða stjórnun.* Hér er m.a. átt við bætt vegakerfi eða breytingar á stjórnkerfi fiskveiða sem leitt geta til orkurýrari útgerðarháttá. Umbætur í flugumferðarstjórnun koma til álita enda þótt þar sé ekki feitan gölt að flá héraendis, þar sem tafir eru litlar í kringum okkar flugvelli. Þjóðhagslega hagkvæmasta val á vöruflytningi (land- eða sjóflytningar) fellur líka undir bættu stjórnun eða stýringu. Margt af þessu gætu íslensk stjórnvöld haft í hendi sér.
- *Breytingar á hegðun.* Með þessu er átt við samdrátt í notkun, t.d. flugs eða einkabíla, en líka breytt notkunarmynstur án beins samdráttar í notkun. Undir breytta hegðun falla líka breytingar í vali neytenda á ökutækjum, svo sem því að þeir kaupi sparneytnari bíla en áður. Aftur geta stjórnvöld haft mikil áhrif á þróunina, einkum með skattalegum stjórntækjum.

Í töflu 1 er dregið saman hvað gera mætti í hverjum þessara sparnaðarþátta og hvaða árangurs megi vænta. Hafa verður þann fyrirvara á að tölur um hugsanleg sparnaðarhlutföll eru ekki ætíð byggðar á traustum fræðilegum grunni, heldur fremur á mati með hliðsjón af skriflegum en líka munnlegum heimildum.

Í heild má draga þá ályktun af því sem upp er talið í töflu 1 að minnka megi eldsneytisnotkun bifreiða á fremur skömmum tíma (á 5-15 árum) um 30-50%, í fiskiskipaútgerð um a.m.k. 15% en gæti orðið mun meira. Að lokum má vænta að tækniframfarir o.fl. geti leitt til samdráttar í eldsneytisnotkun flugvéla um tugi prósentu.

Á móti þessu kemur aukin notkun. Bílafjöldi er að vísu nú þegar það mikill að vart verður séð að þeim fjölgi örur en sem nemur fólksfjölgun. Fiskveiðar takmarkast af náttúrulegum skilyrðum og munu vart aukast mikið að

<sup>8</sup> Sjá t.d. *DfT Research: Carbon to Hydrogen Roadmap for Passenger Cars: Update*, 29/06/2004, <http://www.dft.gov.uk/rmd/project.asp?intProjectID=11725>.

magni til. Samkvæmt flestum spám stefna flugferðalög látlaust upp á við og þá jafnvel örur en nemur fólksfjölgun. Bæði er um að ræða ferðir Íslendinga til útlanda svo og ferðir útlendinga hingað til lands. Hvort tveggja er mjög háð efnahagsástandi. T.d. myndi lækandi gengi krónunnar draga úr ferðum Íslendinga en fjölga erlendum ferðamönnum.

Atriði	Viðfang	Umbætur sem gera má fljótt	Sparnaður	Kostnaður	Heimild
Bætt tækni	Bifreiðar	Ýmsar umbætur á vél	20-30%	Fremur ódýrt	<i>The King Review of low-carbon cars</i>
		Umbætur á drifbúnaði	5-10%	Ódýrt	Sama
		Annað	20-25%	Nokkuð dýrt	Sama
		Alls að lágmarki	30%	300-500 þús.kr. á bíl	Sama
	Skip	Landrafmagn	19 GWh/a		Guðbergur Rúnarsson, LÍÚ Sami
		Íblöndun eldsneytis (með vetni?)	10%		
		Kælikerfi	6%		Sami
		Betri vélbúnaður	10%		Sami
		Betri varmanýting	3%		Sami
		Betri veiðarfæri	2%		Sami
	Alls að lágmarki	15%		Sami	
Flugvélar	Bætt eldsneytisnýting, t.d. með vissum íblöndum.	Verulegt		Jóhann Guðmundsson, samgönguráðuneyti	
Breytt stýring eða stjórnun	Bifreiðar	Bætt skipulag, betri vegir, bætt stýring		Dýrt	
	Skip	Betri beiting skipa og búnaður (t.d. búnaður <i>Marorku</i> )	10%		Guðbergur Rúnarsson
		Orkurýrara veiðimunstur (minni togveiðar)	Tugir %	Minni kostnaður?	Sami
		Alls að lágmarki	10%		
Flugvélar	Bætt og aukin flugumferðarstjórn	Lítið		Jóhann Guðmundsson	
	Betri sætanýting o.fl.	Óþekkt		Sami	
Breytingar á hegðun notenda	Bifreiðar	Val á bíl	15-25%	Oftast minni kostnaður!	<i>The King Review of low-carbon cars</i>
		Akstursmáti	15%		
		Alls að lágmarki	10-15%		Sama
	Skip	Áhrif af hækkuðu olíuverði	5%		Guðbergur Rúnarsson
Flugvélar	Færri ferðalög!	Óráðið!			

Tafla 1: Leiðir til sparnaðar í notkun eldsneytis.

### Upphitun á bílvélum

Bílar eyða miklu rétt eftir gangsetningu þar til vélin hefur náð eðlilegum hita. Talið er að eyðslan sé um 0,2-0,3 l af bensíni meiri en ella meðan vélin er köld. Sé bílinn ræstur 4-5 sinnum á dag, fer í þetta eitt um 1-1,5 bensínlítri daglega. Í köldum grannlöndum okkar, t.d. í Skandinavíu, er vinsælt að búa bíla hreyfilhiturum, einföldum rafmagnshitara. Þetta hefur ekki náð neinni útbreiðslu hérlendis, þó reynt hafi verið að stuðla að því. Íslendingar nenna ekki að tengja bílinn við rafkerfið á kvöldin og halda að þeir gleymi því að taka úr sambandi á morgnana.

Til er einfaldari lausn á þessum vanda. Hún felst í því að geyma kælivatnið af vélinni á e.k. hitabrusa meðan bílinn er ekki í notkun. Auðvitað er það látið gerast sjálfvirkir að kælivatnið fer á brúsann og aftur á vélina þegar bílinn er ræstur.

Slíkur búnaður er í þeirri gerð *Toyota Prius* sem seldur er í Bandaríkjunum. Nú er í verkfræðideild Háskóla Íslands verið að gera tilraun með búnað af þessu tagi sem hentað geti í flesta bíla. Fróðlegt verður að fylgjast með framvindunni.

## Orkusparnaður í umferð og bifreiðanotkun

Tvímælalaust eru fjölmargir möguleikar til sparnaðar í umferð og rekstri bifreiða þar sem stjórnvöld gætu haft veruleg áhrif á þróunina með sköttum og gjöldum. Róttækast væri að fá fólk út úr bílunum með því að gera þá svo dýra í rekstri að menn fari fremur að ganga, hjóla eða nota strætisvagna. Sömu markmið eiga þó ekki alfarið við um flutninga með bílum en tilfærsla til sjóflutninga er þó af þessum toga. Skemmra mætti ganga með því að auka ekki álögur en gera þær í ríkari mæli en nú háðar eldsneytisnotkun bifreiðanna eða réttara sagt losun þeirra á gróðurhúslofttegundum. Stýrihópur *Vettvangs um vistvænt eldsneyti* gerði einmitt tillögu í þessa veru fyrir ári og nú er nefnd á vegum fjármálaráðherra að vinna á sömu nótum.

### Almenningssamgöngur

Greinargerð þessari er einkum ætlað að varpa ljósi á tæknilegar lausnir til að draga úr eldsneytisnotkun.

En vitanlega er viðfangsefnið víðfeðmara: Efling almenningssamgangna gæti t.d. leitt til verulegs eldsneytissparnaðar.

Sumir telja að skattlagningin eigi að beinast að eldsneytinu fyrst og fremst en ekki að gerð eða stærð bifreiðanna. Það má að því leyti til sanns vegar færa að æviferilslosun af venjulegum bíl er um 85% vegna eldsneytisbrennslu, en afgangurinn vegna framleiðslu og förgunar bílsins. Það er á hinn bóginn mat fyrrgreinds stýrihóps að neytendur taki ákvarðanir um bifreiðakaup mun frekar út frá innkaupsverði en rekstrarkostnaði. Best sé að vinna að markmiðinu á öllum vígstöðvum og láta öll gjöld vera háð losun eða getu til losunar, hvort sem það eru vörugjöld á innkaupsverð, árleg bifreiðagjöld eða gjöld á orkugjafa. Sömu sjónarmið komu fram í nýlegri skýrslu um orkumál samgangna sem *Alþjóðaorkuráðið* hefur unnið að, sbr. síðar.

Sagt er að stighækkandi gjöld á einkabifreiðar eftir útblæstri mismuni fólki eftir fjölskyldustærð; litlar bifreiðar dugi ekki öllum. Vissulega eru mestir möguleikar í samdrætti á útblæstri bíla fölgirnir í því að dregið sé úr stærð þeirra, enda hefur hlutfall stórra einkabifreiða, t.d. jeppa og pallbíla, aukist mikið hér á landi undanfarinn áratug eða svo. En nú þegar eru á markaði bifreiðar með afar mismunandi eyðslu, og þar með útblæstri, í öllum stærðarflokkum. Leggja verður áherslu á hve miklu er unnt að áorka með því einu að fá fólk til að velja orkunýtnustu bifreiðirnar í hverjum stærðar- eða gerðarflokki, enda er breytileiki í eyðslu og útblæstri innan hvers flokks bifreiða mikill. Ekki er óraunhæft að ná megi fjórðungsminnkun útblásturs ef valinn er útblástursrýrasti bíllinn í hverjum stærðarflokki í stað meðalbílsins. Skattalegar aðgerðir þurfa því ekki að leiða til þess að þeir sem telja sig þurfa stórar bifreiðar gjaldi umtalsvert meira en aðrir. Stærðin segir ekki allt í þessum efnum fremur en mörgum öðrum.

Hérlandis eru dísilbifreiðar ekki eins algengar í hópi einkabifreiða (að jeppunum undanskildum) og í flestum grannlöndum okkar. Dísilbifreiðar eyða að jafnaði 15-30% minna en bensínbílur af sömu stærð. Með vörugjöldum sem miðuðust við útblástur yrðu þeir hagkvæmari og hlutdeild þeirra myndi aukast.

Leggja verður áherslu á mikilvægi þess að taka á öllum sviðum samhliða, frekar en að einblína á einstakar lausnir. Lausnirnar skarast óverulega og stangast ekki á. Þannig er vel hægt að auka hlut dísilbifreiða, almenningssamgangna og hjólréiða, allt á sama tíma.

### Flutningar á sjó og landi

Flutningar á sjó ættu að kosta minni orku en á landi og valda minni útblæstri.

Í áliti nefndar um þróun flutninga innanlands frá árinu 2002 er þetta þó dregið í efa hvað okkur varðar. Þar segir m.a.:

„Á síðastliðnum 20 árum hefur losun gróðurhúslofttegunda frá strandflutningaskipum minnkað um 40 þús. tonn en á sama tímabili jókst losun frá stórum bifreiðum um tæp 53 þús. tonn á ári. Sé gert ráð fyrir því að þessi aukningin sé eingöngu vegna vöruflutningabifreiða er niðurstaðan sú að losun gróðurhúslofttegunda vegna vöruflutninga hefur aukist um tæp 13 þús. tonn á tuttugu árum, eða um 9%. Almennt má segja að flutningar á sjó valdi minna útstreymi en flutningar á landi. Útreikningar nefndarinnar benda þó til þess að veruleg óvissa sé um þann ávinning sem ná mætti með auknum strandflutningum hvað útstreymi gróðurhúslofttegunda varðar og að líklegast sé að hann yrði óverulegur. Aðgerðir til að auka sparneytni og minnka útstreymi frá flutningabílum eru líklegri til að árangurs en sértækar aðgerðir til að færa flutninga út á sjó.“

Hitt er síðan annað mál hvort vegirnir þola þetta aukna álag.



## Þróun hefðbundinna ökutækja

Hefðbundnir bílar taka sífelldum framförum. Þetta kemur t.d. skýrt fram í nýrri breskri skýrslu *The King Review*<sup>9</sup> sem er e.k. framhald af hinni frægu *Stern*<sup>10</sup>-skýrslu. Þannig hefur meðallosun hjá hverjum nýjum meðalbíl þar í landi lækkað úr 190 g af CO<sub>2</sub> á hvern km í 165 g á s.l. tíu árum. Væntanlega hefur sama gerst hér á landi nema hvað bílarnir hafa trúlega stækkað meira hér en í Bretlandi og stækkunin vegið upp á móti bættri tækni.

En þróuninni er hvergi nærri lokið og er því spáð í skýrslunni að vænta megi 30% minnkunar á losun meðalbílsins á næstu 5-10 árum, að mestu með endurbótum á vél þeirra en líka með öðrum þáttum.

Skattalegum hvötum ætti að haga þannig að stuðlað sé að því að besta tækni sé nýtt á hverjum tíma. Fyrrgreindar tillögur stýrihópsins um vistvænt eldsneyti eru einmitt af þeim toga.

## Orkusparnaður í flugi og fiskveiðum

Orkusparnaður og um leið tilsvarendi samdráttur í losun er erfðari viðfangs í flugsamgöngum og fiskveiðum, hinum tveimur af stærstu notkunarflokkum eldsneytis hér á landi, en í bílanotkun. Ástæða þess að svigrúmið er minna er af tvennum toga. Annars vegar eru valkostir um breytta tækni færri og takmarkaðri en varðandi bifreiðar. En hitt er þó kannski mikilvægara að svigrúm stjórnvalda er þarna minna en í umferðinni þar sem skattlagning á flug og fiskveiðar er nú lítil sem engin og því ekki unnt að skapa fjárhagslega hvata nema með því að taka upp nýja skattlagningu. Á hinn bóginn hefur stórhækkað eldsneytisverð sömu áhrif. Hagrænu hvatarnir koma því óumbeðnir að utan, frekar en frá innlendum stjórnvöldum.

Eldsneytisnýting flugvéla hefur stórbatnað á liðnum seinustu áratugum og enn munu þar tækifæri, eins og rakið er í töflu 1. Auðvitað mætti draga úr notkun á flugi með skattlagningu á flugfargjöld eða losun í því sambandi. Ekki yrði það vinsælt og bryti efalaust í bága við milliríkjasamninga, nema það sé þá hluti af alþjóðlegum skuldbindingum eins og reifaðar hafa verið innan Evrópusambandsins. Á hitt er að líta að eldsneyti er verulegur þáttur í rekstrarkostnaði flugfélaga, hlutfallslega jafnvel meiri en í rekstri einkabíla þrátt fyrir allar álögur á bifreiðaeldsneyti. Hækkun á verði flugeldsneytis skapar því mjög sterka efnahagslega hvata til sparnaðar.

Fiskveiðar eru orkufrekar; fiskveiðifloti okkar þurfti árið 2003 um 120 g af olíu fyrir hvert landað kg af fiski. En sé tekið mið af verðmæti, t.d. með því að miða við þorskígildi, hækkar orkuþörfin í nær hálf kg af olíu fyrir hvert þorskígildiskílógramm. Þarna er efalaust talsvert svigrúm til sparnaðar sem er að mestu fólgið í því að beina útgerðarháttum og útgerðarmynstri að orkurýmum veiðum. Þjóðin, eigandi fiskistofnanna, gæti sett skilyrði eða skilmála inn í fiskveiðistjórnunarkerfið í þessu skyni, t.d. með því móti að veiðigjald tengist losun gróðurhúslofttegunda við veiðarnar. En jafnframt eru tækifæri til tæknilegra lausna eins og rakið er í töflu 1.

Braggist fiskistofnar, einkum þorskstofninn, eykst afli á sóknareiningu þ.a. orkunotkun ætti jafnvel að geta minnkað af þeim orsökum einum.

## Staðan og framvindan varðandi nýja orkubera

Að frágengnum sparnaðarmöguleikunum skal sýninni beint að því hvort taka megi upp nýja orkugjafa eða orkubera í stað þess jarðefnaeldsneytis sem nú er flutt inn.

### Aflakóngur ei meir!

Ætli „aflakóngur“ sé séríslenskt orð? Sumir urðu það með útsjónarsemi og þekkingu á hegðun fiska. Aðrir með því að vera alltaf með stærstu og bestu „græjurnar“, svo sem kraftmikil skip eða með því að draga vörpur um allan sjó. Efalaust hefur dregið úr þessu kappi með kvótakerfinu. En má ekki gera enn betur í þessum efnun? Sagt er að reglugerðir hindri að notuð sé hagkvæmasta skrufustærð í vissum tegundum báta. Má veita vistvænum veiðum forgang í kvótakerfinu með einhverju móti?

Á undanförunum árum hefur vélarstærð fiskiskipa og báta sífellt verið að aukast og þar með eldsneytiseyðslan. Togveiðiskip þurfa mikið vélarafl við togveiðar, en illskiljanlegt er af hverju nauðsynlegt er talið að útbúa minni fiskibáta með slíku vélarafli að þeir líkjast meir sporthraðbátum en atvinnutækjum. Spyrja má hvort ávinningurinn af því svari kostnaði.

<sup>9</sup> *The King Review of low-carbon cars, Part I*, október 2007, [http://www.hm-treasury.gov.uk/media/9/5/pbr\\_csr07\\_king840.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/media/9/5/pbr_csr07_king840.pdf).

<sup>10</sup> [http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm).

## Helstu orkugjafar og orkuberar

Hvaða nýir orkugjafar, eða öllu heldur orkuberar, koma til álita sem leyst geti innflutt jarðefnaeldsneyti af hólmi einkum til að knýja bifreiðar?

Mikilvægt er að gera sér grein fyrir því að meginkostirnir eru aðeins tveir:

- *Rafmagn*, sem auðvitað er ekki frumorkugjafi heldur orkuberi. Með raforku á hreyfanleg tæki værum við að nýta beint eða óbeint okkar alinnlendu og hreinu orkugjafa, vatnsorku og jarðhita. Leiðunum til að nýta raforkuna má aftur skipta í tvennt: Bein nýting sem byggist á geymslu þess á rafgeymum eða óbeint með sérstökum orkuberum sem frekari millilið, svo sem vetni.
- *Lífrænt eldsneyti*, sem er víðfeðmur flokkur. Annars vegar gæti verið um að ræða fullunnið innflutt lífrænt eldsneyti (t.d. etanól) eða innflutt lítt unnið eða óunnið lífrænt hráefni (t.d. repja). Hins vegar er eldsneyti framleitt úr hráefni sem ræktað væri innanlands, svo sem lúpínu. Til innlends hráfnis telst einnig metangas fengið úr gerjun á sorphaugum.

### Rafbílar í snattið?

Enn frekari fjölgun bíla þarf ekki endilega að þýða meiri akstur. Þannig má hugsa sér að fólk fengi sér vistvæna bíla (t.d. rafbíla) í snattakstur en héldi bensínhákanum áfram, a.m.k. til að byrja með.

Bílafjöldinn er þannig séð ekki endilega mælikvarði á vistvæna hegðun; en þó má ekki gleyma því að smíði bílanna kostar sitt fyrir umhverfið – og pyngjuna.

Möguleikarnir geta þó fléttast saman. Þannig þarf orku í talsverðum mæli, bæði rafmagn og innflutt eldsneyti eða jafnvel jarðgufu, til að framleiða hið lífræna eldsneyti. Ennfremur má vinna þá orkubera sem hér eru nefndir frekar, t.d. má framleiða olíulíki (lífdísílolíu) úr ýmsum af hinum lífrænu orkuberum.

Að lokum verður að hafa í huga að það kann að vera heppilegt að tvinnna saman innflutt og innlent eldsneyti: Rafgeymabílar með bensínhjálpurvél (tengiltvinnbílar), vélar í bíla eða skip sem ganga fyrir blöndu af venjulegu bensíni eða dísílolíu og lífrænu eldsneyti (t.d. etanóli) eða tilbúnu eldsneyti.

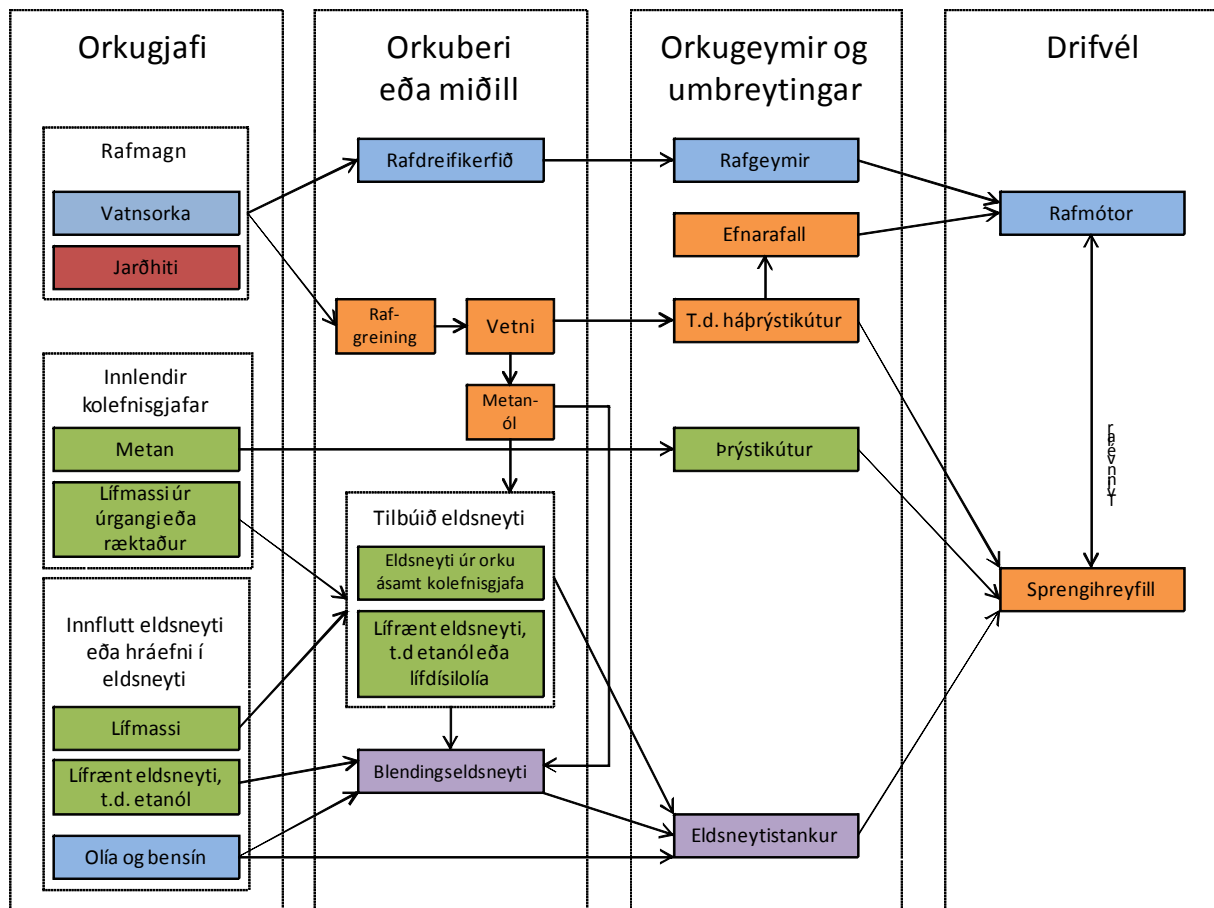
Á mynd 6 er möguleikarnir dregnir saman.

Áhersla skal lögð á það sem áður hefur komið fram að leiðirnar henta misvel fyrir bifreiðar, skip og flugvélar. Eins og vikið er að síðar er talið líklegt að rafgeymar verði nothæfir í bíla að talsverðu leyti innan skamms. En vart verður séð að rafgeymar, eins og við þekkjum þá nú, verði almennt nothæfir fyrir skip, hvað þá flugvélar, án stórtækra tæknibyltinga. Ætla verður að auðveldast verði að koma innlendri orku við í bílaflotanum m.a. vegna þess að sakir hárrar skattlagningar er unnt að skapa öfluga fjárhagslega hvata til að stýra þróuninni á þeim vettvangi.

Hvort sem notað er rafmagn eða lífmassi, þá er vert að hafa í huga að allar leiðirnar eru, a.m.k. í byrjun, dýrari en hin hefðbundna tækni. Fyrir nokkrum árum var talað um að vistvænt eldsneyti yrði samkeppnishæft við olíu um það leyti sem hráolíuverð færi um og yfir \$50 á fatið. Nú er verðið langt í tvöföld sú upphæð en vistvænt eldsneyti hafa ekki rutt sér til rúms líkt og menn höfðu búist við. Ástæðan er viss tregða en líka varfærni. Olíuöndurinn byggði áform sín lengi vel á því að langtímaverð væri \$25 á fatið og það löngu eftir að markaðsverð var orðið helmingi hærra. Það seinasta sem heyrst hefur er að nú sé farið að miða við \$40! Flestir bíla- og eldsneytisframleiðendur eru farnir að huga að vistvænum kostum. Kannski er olían að verða nógu dýr!

Jafnframt er að því að hyggja að það tekur sinn tíma að gera nýja tækni markaðshæfa jafnvel þótt tæknin sé til reiðu. Tæknilega séð ætti að vera unnt að bjóða nú þegar fjöldaframleidda tengiltvinnbíla (sjá rammagrein), en áður en það gerist er í mörg horn að líta. Er nýi búnaðurinn nógu öruggur þannig að amerískir skaðabótalögfræðingar geti ekki kaffært framleiðandann? Skaðar eða bætir ímyndin orðstír framleiðandans á öðrum sviðum? O.s.frv.

Eins og þegar hefur verið nefnt verður að hafa í huga að hefðbundin tækni stendur ekki í stað. Eigi nýir orkugjafar eða orkuberar að hasla sér völl gerðist það aðeins í samkeppni við síbatnandi hefðbundna tækni. Þetta á ekki síst við um bíla, en eins og fyrr segir er talið að þróun þar muni leiða til svo sem 30% minnkunar eldsneytisnotkunar og þar með útblásturs á næstu 5-10 árum.



Mynd 6: Frá orkugjafa til drifvélar.<sup>11</sup>

### Ný tækni við sjóndeildarhringinn

Umræðan í ritum og á þingum um orkumál snýst talsvert um það hvort framtíðin í samgöngum – og þá einkum bílunum – muni byggjast á vetnisleiðinni eða rafgeymaleiðinni. Fyrir nokkrum árum virtist vetnisleiðin hafa vinninginn í væntingum, en þróun hefur orðið hægari en margir spáðu. Aftur á móti hefur tvinnvélataeknin tekið stór skref og miklar væntingar eru í rafgeymamálum. Nú er tónninn mjög á þeim nótum að næsta skref verði tengiltvinnbílar með rafgeymum fyrir 50-100 km akstur. Verði framhaldið aukin drægni með enn betri rafgeymum kann svo að fara að vetnistækni verði ekki samkeppnisfær fyrir bíla, t.d. vegna orkutapa. En hún kann að eiga sér tilvist í skipum, e.t.v. ekki í beinu vetnisformi heldur með metanóli sem millilið. Í flugvélum kynni vetnið að geta haslað sér völl. Ördugt er að spá með einhverri vissu um þessa tækniþróun. En hollt er fyrir ráðamenn að hafa í huga að „hin endanlega lausn“ er ekki fundin. Þess vegna er vænlegast fyrir stjórnvöld, a.m.k. í smáriki sem hvorki framleiðir bíla né eldsneyti, að veðja ekki fyrirfram á einn hest.

#### Engin er rós án þyrna

Hér er því haldið fram að rafgeymaleiðin sé fýsilegust til þess að nýta okkar góða rafmagn á bíla. Bent er á að framleiðslu og förgun rafgeyma (núverandi en líka þeirra sem koma munu) fylgi umhverfisspjöll. Þetta er efalaust rétt en engin tækni, hvorki ný né gömul, er gallalaus. Á hinn bóginn gæti mikillar varfærni hjá bílaframleiðendum í þessum efnum. Þeir vilja bersýnilega ekki lenda í neinum vandræðum með tilheyrandi málaferlum. Kröfurnar eru því einatt meiri til nýs búnaðar en þess hefðbundna.

<sup>11</sup> Mynd sem þessi sýnir seint alla myndina og öll smáatriðin. Fara verður milliveg. Hér er t.d. allt eldsneyti eða hráefni í það sem innflutt er fært sem „orkugjafi“, enda þótt deila megi um hvort það er gjafi eða beri. Etanól er t.d. ekki frumorkugjafi, heldur er það unnið úr öðrum orkugjöfum svo sem sykurreyr, sem aftur er ekki frumorkugjafi; það er sólin! Dísílóla og bensín er unnið úr jarðolíu sem því má frekar kalla hinn upphaflega orkugjafa. Ef farið er út í þá sálma eru frumorkugjafar okkar jarðarbúa aðeins tveir: Sólin og jörðin hin innra (sem gefur okkur jarðhita og úraníum í kjarnorkuna).

## Kostir og gallar mismunandi leiða

Viðmiðin við mat á möguleikunum eru fjölbreyttir:

- *Þjóðhagsleg hagkvæmni*, sem auðvitað hlýtur að vera aðalviðmiðið. Þannig er kostnaður við vetnisleiðina a.m.k. enn sem komið er afar hár, en sumir af lífrænu kostunum eru einna hagkvæmastir. T.d. er innflutningsverð etanóls ámóta og bensíns og verð fjölkubíla sem geta gengið fyrir þessu eldsneyti litlu hærra en venjulegra bíla. Samt geta engir eða fáir af innlendu orkukostunum keppt við þá hefðbundnu, a.m.k. enn sem komið er.<sup>12</sup> Þrátt fyrir hækkanir á olíuverði er enn ódýrast að nota innflutt jarðefnaeldsneyti sem nýtt er á venjulegum sprengihreyflum, enda hafa þeir þróast í meira en heila öld. En þetta er að breytast – og hugsanlega hratt.
- *Tæknilegur þroski*, en með því er átt við á hvaða stigi tæknin er. T.d. er etanól þegar flutt inn og viðeigandi fjölkubílar á markaði. Metan úr sorpi er í notkun og bílar til reiðu. Rafbílur sem geyma orkuna alfarið á rafgeymum hafa lengi verið til, en með óviðunandi tækni, en þróunin er nú afar ör. Vetnisleiðin, með því sem til þarf (framleiðslu, dreifingu, geymslu um borð í farartækinu, efnarafölum), á lengra í land.
- *Innviðir*, en þá er spurt hvort breyta þurfi innviðum, einkum til dreifingar á hinum nýju orkuberum, lítið eða verulega. Ef orkuberarnir eru í vökvaformi og með ámóta orkuinnihaldi og bensín verða breytingar litlar, sér í lagi ef hægt er að blanda vökvanum út í bensín eða dísilolíu og nýta á þá bíla sem þegar eru á markaði. Þetta á t.d. við um tilbúið eldsneyti og flest af lífræna eldsneytinu. Rafbílavæðing kallar á nýtt orkuafhendingarform, raftengla. En flutnings- og dreifikerfi rafmagns ræður trúlega við slíkt viðbótarálag án verulegra viðbóta, einkum ef endurhleðsla getur farið fram að næturlagi. Vetnisleiðin er vandasamari, en þó síst ef vetnið er framleitt á afhendingarstað, eins og þegar hefur verið reynt hér á landi.
- *Losun gróðurhúslofttegunda* er mismikil og uppgjörð á því er flókið dæmi. Taka verður tillit til alls ferlisins; ekki aðeins framleiðslunnar á orkuberanum heldur líka framleiðslu þeirra tóla og tækja sem til þarf. Þannig er raforkuleiðin hreinust í okkar tilfalli, hvort sem raforkan er notuð beint eða með vetni sem millilið. En þá er ósagt hvað er losað við framleiðslu viðkomandi tækja: rafgeyma, efnarafala eða annars sem til þarf. Notkun á lífrænu eldsneyti er losunarfrí (vegna hringrásar náttúrunnar), en verulega orku (eldsneyti) þarf til að framleiða það og þá með tilheyrandi losun.
- *Orkunýtni* er afar breytileg eftir hinum ýmsu leiðum, en endurspeglast í hagkvæmnireikningunum. Samt er gagnlegt að hafa þetta atriði sérstaklega í huga á tímum síhækkandi orkuverðs. Orkunýtnin í hinu hreina rafferli (þar sem raforkan er geymd á rafgeymum) er langhæst, eða um eða yfir 80%, þ.e.a.s. töp á leiðinni frá rafmagnstenglinum út í hjólin (eða skipsskrúfunu, ef því væri að skipta) eru aðeins um eða undir 20%. Þurfi milliliði til að koma rafmagninu á leiðarenda tapast meira, jafnvel margfalt meira, síst þó ef hrein vetnisleið með efnarafölum reynist fær.

Niðurstaða þessa kafla er sú að æskilegasta leiðin til að nýta innlenda orku í stað innfluttrar í hreyfanlegri orkunotkun er að nota rafmagn fremur en lífrænt eldsneyti. Rafmagnið má ýmist nýta beint (geymt á rafgeymum) eða óbeint með vetni eða tilbúnu eldsneyti sem millilið. Ekki fer á milli mála að beina notkunin er sú sem skilar mestum ávinningi á flesta mælikvarða frá okkar sjónarhóli séð, þegar og ef því verður við komið.

Lífrænt eldsneyti sem unnið er úr hráefni sem fellur til, s.s. sorpi, sláturúrgangi eða afgangsheyi, er engu að síður heppilegur kostur og ætti að nýta eftir megni. Það er þó engan veginn nóg til af þessu hráefni nema fyrir broti af eldsneytisþörf þjóðarinnar, og ördugt getur reynst að afla lífmassa með öðrum hætti hér innanlands til að leysa af hólmi alla olíunotkun.

## Áætluð þörf á raforku til að leysa innflutta orku af hólmi

Hvað þyrfti mikla raforku til að knýja allan bíla- og fiskiskipaflotann með rafmagni? Þessu er reynt að svara í töflu 2. Annars vegar miðast svarið við það að nota megi rafmagnið beint og geyma það á rafgeymum. Hins vegar að vetni sé notað sem orkuberi og þá með efnarafölum.

Hafa verður fyrirvara um þessa útreikninga, sbr. það sem fram kemur í töflu 3. Allir umreikningar milli orkugjafa eða orkubera eru umdeildir og ýmis hlutföll í gangi. Í töflu 2 er gengið út frá hlutföllum sem *Alþjóða orkuráðið* hefur sett fram og notað varðandi orkuumbreytingu í bílum og þau hlutföll aðlöguð að fiskiskipum. Umbreyting raforku í vetni (rafgreining og það sem henni fylgir) er önnur umdeilanleg stærð. Hér er sótt í smíðju til *Íslenskrar NýOrku*. Sjá einnig skýringar í töflunni sjálfri.

---

<sup>12</sup> Metangas af sorphaugum er þó þegar ámóta eða ódýrari orkugjafi en innflutt eldsneyti, en magn þess er mjög takmarkað.

Með fyrrgreindum fyrirvörum má draga eftirfarandi ályktanir úr töflu 2 um raforkuþarfir til að knýja bíla, önnur tæki á landi og fiskiskipin miðað við notkun á eldsneyti í þessu skyni á árinu 2006:

- Hrein rafvæðing bifreiða, tækja á landi og fiskiskipa (raforkan geymd á rafgeymum): Nær 2 TWh/a.
- Vetnisvæðing bifreiða, tækja á landi og fiskiskipa (vetnið fengið með rafgreiningu):<sup>13</sup> Um 6 TWh/a.

Eldsneyti og sprengihreyflar	Núverandi vél	Olía/bensín (þús. tonn)	Orkunotkun í hlutfalli við bensinhreyfil í bíl. 1)	Orkuígildi eldsneytisins (PJ)				
<u>Bifreiðar og tæki</u>	Bensínvél	161	1,00	7,21				
	Dísilvél	176	0,82	7,63				
	Alls	337		14,84				
<u>Fiskiskip</u>		174	0,70	7,54				
<u>Samtals</u>		511		22,38				
Hrein rafleið með rafgeymum	Núverandi vél		Orkunotkun í hlutfalli við bensinhreyfil í bíl. 1)	Orkunotkun (PJ)	Töp í rafflutningi og dreifingu. 3)	Raforkuþörf (PJ)	Raforkuþörf (TWh)	
<u>Bifreiðar og tæki</u>	Bensínvél		0,20	1,44	10%	1,60	0,45	
	Dísilvél		0,20	1,86	10%	2,07	0,57	
	Alls			3,30	10%	3,67	1,02	
<u>Fiskiskip</u>			0,20	2,15	8%	2,33	0,65	
<u>Samtals</u>				5,45		6,00	1,67	
Hrein vetnisleið með efnarafölum	Núverandi vél		Orkunotkun í hlutfalli við bensinhreyfil í bíl. 1)	Orkunotkun (PJ)	Töp við rafgreiningu, þjöppun og geymslu vetnis. 2)	Töp í rafflutningi og dreifingu. 3)	Raforkuþörf (PJ)	Raforkuþörf (TWh)
<u>Bifreiðar og tæki</u>	Bensínvél		0,55	3,97	30%	8%	6,16	1,71
	Dísilvél		0,55	5,12	30%	8%	7,94	2,21
	Alls			9,08	30%	8%	14,10	3,92
<u>Fiskiskip</u>			0,45	4,83	30%	8%	7,50	2,08
<u>Samtals</u>				13,91			21,60	6,00
<p>1) Þessi hlutföll lýsa því hvað viðkomandi orkuberi og tækni tengd honum þarf af orku í hlutfalli við orkuþörf í bensínbíli til að sama nýtanleg orka skili sér til hjóla eða í skipskrúfu.  Heimild: Um bíla eru tölur sóttar í <i>Appendix 5 í Transport Technologies and Policy Scenarios, World Energy Council</i>, október 2007, <a href="http://www.worldenergy.org/documents/transportation_study_final_online.pdf">http://www.worldenergy.org/documents/transportation_study_final_online.pdf</a>.  Ekki eru tiltækar sambærilegar tölur fyrir fiskiskip en látið duga að taka mið af því að dísilvélar í skipum skila um 10-15% meiri nýtni en dísilvélar í bílum sakir stærðar og jafnara álags. Þá er og farið að ábendingu frá <i>Íslenskri NýOrku</i> um að nýtni vetniskerfis í bátum ætti að vera ívið meiri en í bílum.</p>								
<p>2) Heimild: Íslensk NýOrka. Hér er bæði tekið tillit til tapa við sjálfa rafgreininguna svo og við flutning, geymslu og ádælingu vetnisins.</p>								
<p>3) Heimild: Orkustofnun.</p>								

Tafla 2: Útreikningar á raforkuþörf eigi að knýja bíla og fiskiskip með rafmagni.

Margt þarf að hafa í huga við þessar tölur allar fyrir utan þá fyrirvara sem fyrr greinir:

- Í hvoru tveggja dæmanna, raf- eða vetnisvæðing, er miðað við hagstæðustu aðstæður. Þetta á ekki síst við um vetnisvæðinguna, sem hér byggir á notkun hreins vetnis á efnarafölum. Sú tækni er enn í þróun (sbr. líka töflu 3). Vera má að hún reynist ekki fær, a.m.k. kosti ekki alfarið. Þurfi að fara krókaleiðir t.d. í gegnum tilbúið eldsneyti snarhækka þessar raforkuþarfir. Gróft reiknað má áætla að þá kosti rafvæðing að fullu 10-12 TWh/a.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Þessar raforkuþarfir við vetnisvæðingu er meiri en hingað til hefur verið talið, en hingað til hefur verið rætt um 4,5 TWh/a í þessu sambandi. Skýringar eru ýmsar: Fyrri tölur byggjast á stærð bíla- og skipaflotans fyrir nokkrum árum, en bílaflotinn hefur vaxið mikið. Að auki gætti e.t.v. of mikillar bjartsýni varðandi töp í vetnisferlinu öllu.

<sup>14</sup> Þetta er staðfest í grein sem Ágúst Valfells eldri ritar í Morgunblaðið 11. febrúar 2008. Það er niðurstaða hans að það þurfi um 10 TWh/a til að framleiða eldsneyti eftir metanólleiðinni fyrir bíla, tæki og fiskiskip m.v. árið 2006.

- En síðan þarf að hafa í huga að ýmsar blendingsleiðir eru líklegastar, svo sem tengiltvinnbílar þar sem megnið af orkunni er rafmagn beint úr tengli en afgangurinn einhvers konar eldsneyti, t.d. lífrænt eldsneyti eða jafnvel vetni. Í fiskiskipunum er hreina rafleiðin harla ólíkleg í bráð.<sup>15</sup> Þar yrði að fara vetnis- eða einhverja blendingsleið. Raunsætt er því að reikna með að rafvæðing bíla og fiskiskipa kalli að lágmarki á 4 TWh/a af raforku eða langleiðina í ígildi Kárahnjúkavirkjunar.
- Aukist notkun, t.d. fjöldi og notkun bíla, þarf að taka tillit til þess.
- Hvorki raf- né heldur vetnisvæðing gengur yfir í einu stökki heldur hægt og bítandi og yrði vart lokið fyrir en um miðja öldina. Því þarf ekki að reisa stórar virkjanir í einu lagi. Auk þess má hafa það í huga að á umræddum tíma verður komið að endurnýjun orkusölusamninga við núverandi stóriðjuver.

### Tengiltvinnbílar

Eftir áratugalanga stöðnun virðist nú veruleg þróun vera í gerð rafgeyma (battería) sem hentað geta á bifreiðar. Mest er nú horft til svokallaðra líþíum-jóna rafgeyma. Þá er örtæknin, nanótæknin, að halda innreið sína á þessu sviði. Þessi tækni er einnig að koma við sögu í þróun vetnistækninnar, bæði í þróun efnarafala en líka í geymslutækni á vetni.

Annað sem skiptir meginmáli í þessu samhengi er tvinnvélatæknin (hybrid-vélar). Í sinni hreinustu mynd birtist hún í því að í farartækinu er rafstöð sem knúin er með sprengihreyfli, sem að jafnaði gengur fyrir hefðbundnu eldsneyti, en sjálf drifvélin er rafmótor sem knýr hjólin. Á milli rafstöðvar og drifmótorsins er rafhlaða, fremur lítil, til að jafna út álagið. Það sem vinnst er að sprengihreyfilinn má reka með nokkuð jöfnu og hagkvæmu álagi. Að auki má láta drifmótorinn halda við þegar bremsað er og safnast þá upp drjúgur hluti þeirrar orku sem ella fer forgörðum við bremsun. Þá fylgja þessu þægindi eins og að gúrkassi er óþarfur þar sem rafmótor kemur í staðinn. Allt er þetta gert mögulegt og um leið hagkvæmt með víðtækri tölvustýringu. Tvinnbílar hafa verið á markaði í um áratug og ein tegund þeirra, *Toyota Prius*, náð talsverðum vinsældum hér á landi.

Næsta gerð tvinnbíla kallast tengiltvinnbílar (plug-in hybrids), en forskeytið vísar til þess að þá má setja í samband við venjulegt rafkerfi og ná þaðan í viðbótarorku. Hugsunin er þá sú að rafgeymirinn verði talsvert orkurými en sá í venjulegum tvinnbíl. Hann mætti þá t.d. hlaða á næturstað bílsins nægilega til þess að bílinn hefði rafmagn til aksturs 50-100 km. Fyrst þegar hleðslurafmagnið er uppuríð grípur eldsneytisrafstöðin inn í þannig að aka má bílnum jafnlangt og hverjum öðrum bensínbíl. Akstursmunstur flestra heimilisbíla er slíkt að jafnvel þó einungis sé unnt að aka 50 km á rafmagni á degi hverjum má ætla að rafmagnið spari um ¼ af því eldsneyti sem ella væri eytt. Þar sem það nýtist auk þess vel í tengiltvinnbíl allt eins og í venjulegum tvinnbíl má ætla að meðaleldsneytisnotkun sé komin niður fyrir 2 l á hverja 100 km.

Byltingin með tengiltvinnbílum er ekki síður félagsleg en tæknileg. Það hefur verið Akkílesarhæll rafbíla að hafa ekki nægilega drægni, að ekki sé unnt að aka þeim þá 300-500 km sem menn telja lágmark á einni hleðslu. Það virðist talsvert í land með að hreinir rafbílar nái þessu marki. En tvinnvélatæknin leysir þá úr þessari úlfakreppu. Með innbyggðri rafstöð þarf ekki að gera þessa drægiskröfu lengur en ná því samt fram að obbinn af akstri hvers og eins verði á rafmagni. Talið er að þess sé skammt að bíða að stóru bílframleiðendurnir svo sem Toyota eða GM bjóði upp tengiltvinnbíla, en síðarnefnda fyrirtækið segist koma með slíka bíla á markað haustið 2010. Nú þegar fæst á óháðum markaði búnaður til að breyta *Toyota Prius* í tengiltvinnbíl. Einn slíkur er í reynsluakstri hérlendis.

Hvort sem framtíðin í bílatækninni verður hreinn rafbíl eða vetnisbíl virðast flestir kunnáttumanna þeirrar skoðunar að tengiltvinnleiðin verði næsta skref, enda verði hún alla vega nýtt í framtíðarlausninni.

Bent hefur verið á að tvinntæknin geti einnig komið við sögu í frekari þróun vetnisleiðarinnar. Hjálparvélin í tengiltvinnbílum gæti verið efnarafall knúin vetni. Kosturinn er talinn sá að með slíkri tegund rafstöðvar sé unnt að stýra betur hleðslunni inn á rafgeyminn og þar með auka endingu hans. Á móti má segja að ef tekst að minnka eldsneytisnotkun bíla um ¼ með tengiltvinntækninni, skipti ekki máli hvernig hjálparvélin er knúin og því sé hæpið að það geti svarað kostnaði að koma upp vetnisdreifikerfi vegna þessara þarfa.

<sup>15</sup> Þó eru menn á Húsavík með áform um að setja rafgeyma í hvalaskoðunarbat. Sjá rammagrein.

Til samanburðar við þessar raforkustærðir allar má hafa það í huga að Kárahnjúkavirkjun getur skilað um 4, 6 TWh/a.<sup>16</sup>

## Líkleg tæknipróun og áhrif þeirra

Viðfangsefni það sem hér um ræðir – að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis í samgöngum og við fiskveiðar – er að stærstum hluta alþjóðlegt verkefni. Við ráðum litlu um framþróun tækninnar á því sviði, en það getur þó skipt okkur verulegu máli hver þróun tækninnar verður; sumt kann að henta okkur, annað ekki.

Tafla 3, sem stærðarinnar vegna er færð í viðauka, sýnir hver staðan er ásamt líklegri þróun á næstunni varðandi nýja orkugjafa og orkubera, einkum fyrir bíla. Upplýsingar, sérstaklega um kostnað en einnig um orkunýtni, eru þó mjög á reiki í heimildum og ber því að taka þeim með fyrirvara.

Hjá sumum þjóðum eru mestar vonir bundnar við lífrænt eldsneyti, t.d. hjá Svíum, enda fellur þar til

ýmis lífrænn gróður og úrgangur svo sem úr timburiðnaðinum. Vonir eru jafnframt bundnar við beina vinnslu eldsneytis úr beðmi (sellulósa). Þá eru væntingar um að þróa megi örverugróður, í vatni eða sjó, sem uppsprettu lífrænnar orku. Talað er um 2. kynslóð af lífrænu eldsneyti í þessu samhengi. Miklar vonir eru bundnar við þessa framvindu, en enn er óvíst hvað úr verður. Þó er ekki ólíklegt að slíkt eldsneyti muni veita öðrum framtíðarkostum harða samkeppni, einkum þeim sem kalla á miklar umbyltingar svo sem vetnistæknina.

Þá má bæta við það sem fram kemur í töflunni að það getur farið saman að framleiða eldsneyti eins og metanól með aðstoð rafmagns og farga um leið koltvísýringi úr álverum eða jarðgufuverum. Áform eru um tilraunaverksmiðju þar að lútandi hérlendis.

Samkvæmt töflu 3 virðist það ákjósanlegast fyrir okkur að orkan eigi uppruna sinn í rafmagni þar sem hérlendis er það framleitt úr endurnýjanlegum orkulindum. Hinn meginflokkur lausna sem byggir á lífrænu eldsneyti hefur bæði þann ókost að vera ekki alfarið innlend orka eða að framleiðsla þess kallar á orku, sem oftast er ekki fæst aðeins með brennslu eldsneytis, eða að hið lífræna eldsneyti getur aðeins að hluta komið í stað jarðefnaeldsneytis, eins og t.d. metanið.

Þessu er öðru vísi varið víðast hvar erlendis. Þannig er ávinningur af rafmagnsbílum takmarkaður þegar rafmagnið sjálft er framleitt í rafstöðvum knúnum með jarðefnaeldsneyti. Enn minna vinnst við að nota þetta rafmagn svo til að framleiða vetni eða metanól sem orkubera fyrir bíla. Af þessum sökum er munurinn á kostum lífaldsneytis og rafmagns minni hjá flestum öðrum þjóðum en frá okkar sjónarhóli. Þetta kann að leiða meðvitað eða ómeðvitað til þess að áherslur í rannsóknum og þróun erlendis eru aðrar en okkur þætti æskilegast, sem aftur gæti verið okkur visst leiðarljós um rannsóknaráherslur okkar.

Okkar sérstaða er margvísleg:

- Fyrst sú að hafa nú hvergi þörf fyrir eldsneyti nema við hreyfanlega notkun (samgöngur og fiskveiðar).
- Í öðru lagi sú að eiga kost á ódýru rafmagni en búa yfir fáum öðrum kostum, m.a. rýrari kostum en flestir aðrir til að búa til okkar eigið lífrænt eldsneyti.
- Og í þriðja lagi er það sérstaða okkar hvað skip, einkum fiskiskip, eiga stóran hlut í eldsneytisnotkuninni. Ekki það að skip séu ekki víða, en hingað til hefur mestur hluti útblásturs frá flutningaskipum verið undanþeginn ákvæðum Kjótó-bókunarinnar sem dregur úr vilja til að taka á orkumálum skipanna.

<sup>16</sup> Á árinu 2008 mun stóriðjan nota um 12,5 TWh af raforku. Það er óbeinn útflutningur á raforku. Öll sala á olíu og bensíni innanlands nam árið 2006 755 þús. tonnum. Í töflu 2 er gerð grein fyrir þeim hluta sem fer í að knýja bíla, tæki og fiskiskip, alls 511 þús. tonn, og það eldsneytismagn síðan umreiknað í raforku með tvennum hætti. Þetta ásamt fleiru sýnir að hvernig sem reiknað er þá er útflutningur á orku orðinn meiri en innflutningur; jafnvel margfalt meiri.

## Nýir orkuberar ekki það brýnasta fyrir jarðarbúa

Sá sparnaður í orkunotkun og einkum í notkun á jarðefnaeldsneyti sem fengist með breytingum á orkugjöfum samgangna er afar takmarkaður á heimsvísu. Þetta kemur berlega fram í glænýrri skýrslu um orkumál samgangna frá Alþjóða orkuráðinu (WEC).<sup>17</sup> Að mati höfunda skýrslunnar er mestur ávinningur fólgin í breyttu notkunarmunstri og orkusparnaði því tengdu, en jafnframt tækniþróun á hefðbundnum búnaði. Þarna eiga þeir t.d. við margvíslegar umbætur á sprengihreyflum, svo og aukið hlutfall dísilbíla og tvinnbíla. Þá binda skýrsluhöfundar talsverðar vonir við lífrænt eldsneyti af ýmsum toga.

Að þessari þróun gefinni telja þeir fremur lítinn ávinning af innleiðingu rafmagnsbíla og enn minna sé að hafa ef vetnisleiðin er farin og jafnvel áhöld um hvort sú leið kostar ekki meira í jarðefnaeldsneyti en þeir hefðbundnu kostir sem eru fyrir hendi. Þetta byggir á því að frumorkan til framleiðslu á rafmagn og vetni verði framvegis í megindrátum jarðefnaeldsneyti eins og hefur verið hingað til. Allar spár benda til að svo verði áfram a.m.k. fram á miðja öldina. Í skýrslunni er þó tekið fram að innleiðing rafbíla og vetnisbíla leiði til verulegs samdráttar í losun gróðurhúslofttegunda og í notkun jarðefnaeldsneytis ef frumorkugjafarnir eru kolefnislausir, eins og hér á landi.

Allt þetta ber að sama brunn: Sé það markmið mannkyns að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis og um leið þeim útblæstri sem veldur loftslagsbreytingum, eru tæknilausnir á sviði samgangna ekki það sem er brýnast. Mikilvægast og langárangursríkast er að draga úr notkun á jarðefnaeldsneyti í raforkuframleiðslunni sjálfri en nú er um 2/3 af raforkuframleiðslu heimsins með þann uppruna. Hinn þriðjungurinn skiptist nokkuð jafnt milli kjarnorku og vatnsorku, en hlutur annarra orkugjafa er óverulegur. Það sem verra er benda allar hefðbundnar spár til að hlutur jarðefnaeldsneytis í raforkuframleiðslunni muni aukast á næstu áratugum, ekki aðeins að magni til heldur einnig hlutfallslega.

## Aðgerðir hins opinbera

### Skattalegir hvatar

Stýrihópur *Vettvangs um vistvænt eldsneyti* gerði tillögur um aðgerðir í eldsneytismálum einkabifreiða í árslok 2006. Þar var lagt til sem megináðgerð að skattlagningu á ökutæki, eldsneyti og umferð verði þannig háttáð að öflugur hvati verði til orkusparnaðar og um leið til að nýta kolefnisríkra orkugjafa. Þetta verði gert með almennum hætti án þess að lögð sé áhersla á einhverja sérstaka tæknilega lausn.

### Hvernig leggjum við mest af mörkum í loftslagsbaráttunni ?

Hvernig gætum við best notað okkar góða rafmagn til að draga úr loftslagsvandannum? Kostirnir eru eftirfarandi, raðað eftir árangri, sem mestri minnkun losunar á hverja kWh. Bestu kostirnir eru þá fyrst:

1. *Rafbílar þar sem rafmagn er geymt á rafgeymum; líka tengiltvinnbílar.*
2. Útflutningur rafmagns eftir sæstreng til Evrópu þar sem eldsneytiskynntu rafmagnni yrði í sama mæli rutt úr vegi.
3. Álframleiðsla, enda notar helmingur álvera í heiminum rafmagn fengið úr eldsneyti. Aukið framboð á áli ryður fyrst þeim álverum úr vegi.
4. *Vetnisframleiðsla, notað á farartæki með efnarafalataekni.*
5. *Vetnisframleiðsla, notað á farartæki með sprengihreyflum.*
6. Tilbúið eldsneyti fyrir farartæki eða skip, svo sem metanól.

Kostir 1 og 4 eru skáletraðir til að minna enn og aftur á að þeir eru ekki fullþróaðir. Hina kostina mætti nýta strax. Árangurinn er afar misjafn eftir þessum leiðum. Það fæst um 5-6 falt meiri minnkun losunar eftir fyrstu leiðinni en þeirri síðustu.

Nánast sama forgangsroðunin gildir í öllum hinum vestræna heimi, aðeins að í stað sæstrengs í 2. lið kemur háspennuflutningskerfi. Verði til aukið kolefnisfrítt rafmagn (svo sem frá vindmyllum eða úr sólarorku) liggur beinast við að láta það ryðja eldsneytiskynntum rafstöðum úr vegi. Ef hreinir rafbílar eru tiltækir er árangursríkt að nýta þá. En það er soun á rafmagninu að framleiða vetni eða annað tilbúið eldsneyti. Meðan notaðar eru eldsneytiskynntar rafstöðvar er betra að nota eldsneyti áfram á bílana en beina öllu auknu vistvænu rafmagnni inn á almenna rafkerfið.

Á hinn bóginn kunna að vera önnur umhverfisleg rök fyrir því að nota rafmagn til gerðar tilbúins eldsneytis (þ.m.t. vetni) til að draga úr mengun í miðborgum. En slíkt tilbúið eldsneyti yrði þá búið til beint úr jarðgasi fremur en með hjálp rafmagns.

<sup>17</sup> *Transport Technologies and Policy Scenarios*, World Energy Council, október 2007, [http://www.worldenergy.org/documents/transportation\\_study\\_final\\_online.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/transportation_study_final_online.pdf).



Hópurinn lagði því til eftirfarandi:

- Að skilgreina og afmarka sérstaklega gjöld fyrir notkun á vegakerfinu og aðra þjónustu við umferðina (veggjöld) og
- að tengja öll önnur gjöld, hvort sem er af stofnkostnaði, árlegri notkun eða eldsneytisnotkun við losun á koltvísýringi. Innbyrðis samsetning gjaldanna verði með þeim hætti að sem mestur samdráttar náist í losun á koltvísýringi og annarri mengun.

Nefnd á vegum fjármálaráðuneytisins er að vinna að tillögugerð um skattlagningu á þessu sviði. Þess er vænst að hún útfæri ofangreind meginþáttarmíð. Gert er ráð fyrir að nefndin skili af sér skýrslu sinni til fjármálaráðherra í febrúar 2008.

## Rannsóknir og þróun

Það er harla ólíklegt að Íslendingar geti skipt sköpum um þróun tækninnar. En þó gætum við reynt að bjóða okkur fram sem tilraunavettvang til prófunar á nýrri tækni, ekki síst fyrir félagsfræðilegar athuganir í tiltölulega afmörkuðu og samstæðu samfélagi. Þetta hefur verið gert varðandi vetnisstrætisvagna og fengist umtalsvert fé utanlands frá á þessum forsendum. Hængurinn er sá að margir aðrir róa á sömu mið: Að fá að prófa nýja tækni – en láta aðra borga. Norðmenn keppa t.d. að þessu sama.

## Upplýsingar og áróður

Auk skattalegra hvata og rannsókna geta og eiga stjórnvöld að veita upplýsingar um eldsneytissparnað og nýja tækni, jafnvel reka beinan áróður í þessu skyni. Þetta er þegar gert á Akureyrarútibúi Orkustofnunar, bæði á vegum *Vettvangs um vistvænt eldsneyti* en líka hjá *Orkusetri*. Þessa starfsemi má efla án verulegs tilkostnaðar. Fleira gæti komið til. T.d. má benda á að það væri unnt að krefjast þess að ökunemendum væri veitt fræðsla um vistvænan akstur; um það hvernig haga meggi akstri þannig að orkunotkun verði í lágmarki. Hægt er að hvetja fyrirtæki til þess að veita starfsfólki sínu þjálfun í vistakstri, og beina viðskiptum sínum að bílaleigum sem eiga vistvæna bíla. Stjórnvöld eiga að sjálfsögðu að ganga á undan með góðu fordæmi.

### „Pallbíla-smugan“

Alkunna er að stórir pallbílar hafa verið í tísku undanfarið. Ástæðan er ekki síst sú að þeir flokkast sem vöruflutningabifreiðar og bera mun lægri gjöld en ámótastórir fólksbílar. Allir vilja gera „góð kaup“. Þetta er dæmi um hvílk áhrif skattastefna stjórnvalda getur haft, jafnvel þótt það hafi verið ómeðvitað í þessu tilfelli.

Vandinn er fallinn í því að það skuli þurfa að gera mun á bílum til atvinnunota og einkanota. Þessi aðskilnaður er ekki aðeins vandamál héraendis heldur í öllum löndum með há bifreiðagjöld. Auðvitað mætti leysa vandann með því að hafa lág og almenn gjöld á alla bíla. En þá yrði að hækka gjöld á eldsneyti á móti, og þá með undanþágum fyrir raunverulegan eða meintan atvinnurekstur. Skattasniðganga er þá aðeins færð til.

Spyrja má hvort skilgreining á atvinnubifreiðum héraendis sé ekki of opin.

## Mikilvægi almennra lausna, ekki sértækra

Í fyrrgreindri skýrslu *Alþjóðaorkuráðsins* um orkumál samgangna er lögð áhersla á að það sé engin ein töfralausn í sjónmáli í málaflokkinum. Þess vegna eigi aðgerðir hins opinbera að vera á almennum nótum. Í samantekt á skýrslunni segir m.a um hlutverk stjórnvalda<sup>18</sup>:

- „Þungamiðjan í stefnumótun [í orkumálum samgangna] er sú að markaðurinn finni og styðji hagkvæmstu lausnirnar ... Og öfugt er mikil hætta á því að valin sé óhentug tækni og því ekki stefnt með fullnægjandi hætti að settu marki, ef [stjórnvöld] veðja á ákveðnar tæknilausnir með beinum hætti eða með sérstakri ívilnun.“
- „Til þess að ná skilgreindum markmiðum er vænlegasta heildarsýnin fólgin í samþættri nálgun, þar sem horft er heildstætt á viðfangsefnið fremur en að einblína á einstaka þætti svo sem tæknilegar lausnir.“
- „... árangursrík stefna getur þannig birst í formi hagrænna hvata í formi skattlagningar þar sem hlúð er að því eldsneyti og þeirri bifreiðatækni sem dregur úr orkunotkun og útblæstri. Slíkir hvatar verða með samstæðum hætti að stuðla að því að minnka eyðslu og útblástur. Skattar, sem leggjast hlutfallslega á ökutæki eftir skráðri eyðslu þeirra, skapa slíka hvata. Jaðarskattar í slíku kerfi verða að vera nægilegir til að neytendur kaupir viðeigandi farartæki þrátt fyrir herra innkaupsverð ... “

<sup>18</sup> *Transport Technologies and Policy Scenarios, Executive Summary*, World Energy Council, október 2007, bls. 8, [http://www.worldenergy.org/documents/transportation\\_study\\_executive\\_summary\\_online\\_version.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/transportation_study_executive_summary_online_version.pdf).

Allt þetta er mjög í samræmi við það sem stýrihópur *Vettvangs um vistvænt eldsneyti* hefur lagt til eins og fyrr segir.

## Niðurstaða, sýn og vegvísir

Meginnotkunarflokkar eldsneytis á Íslandi eru þessir og það í mikilvægisröð:

- Bílar og tæki.
- Skip, einkum fiskiskip.
- Flugvélar, einkum millilandaflug.

Að stóriðjunni slepptri fellur megnið af losun á gróðurhúslofttegundum nokkuð í sama hlutfalli á þessa þrjá geira enda þótt að auki komi sérstæð losun frá landbúnaði, iðnaði og að nokkru leyti frá nýtingu jarðvarma.

Vegvísir um hvernig minnka megi eldsneytisnotkun og um leið losun gróðurhúslofttegunda þyrfti því að beinast að öllum þremur notkunarflokkunum. Þó er ólíku saman að jafna hve auðvelt er að ná árangri með notkunarflokkana þrjá. Um flugið sérstaklega gilda að auki að nokkru sömu rök og um stóriðjuna að þar er um alþjóðleg umsvif að ræða og að verulegu leyti utan okkar umráðasviðs.

Auðveldast ætti að vera að ná breytingum á eldsneytisnotkun og losun frá bílunum og kemur þar tvennt til: Þar er verulegt svigrúm til skattalegra hvata til breytinga enda tíðkast háar álögur á bíla og umferð. Þessu er aftur á móti hvorki að heilsa í útgerð eða flugi. Þá virðast tæknilegar breytingar, bæði þær sem nú eru í gangi og þeim sem spáð er, snerta meira bíla en hina notkunarþættina.

Utanaðkomandi áhrif munu ráða mestu um framvinduna í þessum málum. Þessi áhrif eru t.d. eftirfarandi:

- *Tækniþróun:* Allur hefðbundinn búnaður þróast sífellt. En ný tækni er líka að hasla sér völl; svo sem ný kynslóð lífræns eldsneytis, rafgeymatækni, tvinnvélar og vetnistækni. Þetta mun allt gerast án þess að við fáum miklu um ráðið.
- *Orkuverð:* Allt orkuverð hlýtur þegar til lengdar lætur að hækka umfram annað verðlag og það verulega. Þetta verður aðalhvati okkar til að spara eldsneyti og nýta innlenda, vistvæna orku í þess stað.
- *Loftslagskvaðir:* Kjótó-bókunin og það sem á eftir fylgir mun setja okkur sem öðrum auknar skorður. Losun gróðurhúslofttegunda mun fá á sig verðmiða. Þetta er í senn ógnun, en ekki síður tækifæri fyrir okkur.

En hvað eiga þá stjórnvöld að gera og hvað geta þau gert?

- *Skattalegir hvatar:* Þetta er mikilvægasta aðgerðin sem stjórnvöld hafa í hendi sér, a.m.k. hvað varðar umferð og ökutæki. Hér þarf að marka skýra stefnu og til langrar framtíðar: Öll gjöld eiga að taka mið af útblæstri eða eldsneytisnotkun sem er nokkurn veginn það sama. Umbreyting í þessa veru þarf ekki að gerast í einu vettfangi, en áfangarnir þurfa að vera skýrir og stefnan markviss og mörkuð til langs tíma þannig að þeir sem taka ákvarðanir um fjárfestingar, jafnt neytendur svo og þeir sem þjóna þeim hafi fast land undir fótum.
- *Upplýsingar og áróður:* Auk fjárhagslegra hvata þarf að upplýsa um möguleikana og reka vissan áróður fyrir breytingum. Þetta er þegar gert á vegum útibús Orkustofnunar á Akureyri. Þá viðleitni mætti auka og efla án mikils tilkostnaðar.
- *Rannsóknir og þróun:* Enda þótt þess sé vart að vænta að við getum skipt sköpum um tæknilega þróun er engu að síður gagnlegt að hér sé stunduð þróunar- og tilraunastarfsemi með nýja tækni, nýja orkubera o.s.frv. Rökin eru m.a. þau að áherslur okkar kunni að vera aðrar en umheimsins og viss sérstaða, svo sem vægi fiskveiða í eldsneytisnotkuninni. Því ættu stjórnvöld að koma upp almennum þróunarsjóði í þessum málaflokki. Sjóðinn ætti að reka sem samkeppnissjóð, en ekki beina fénu í einstök gæluverkefni

### Vandinn nú annar en áður

Við blasir að skipta þurfi um orkugjafa í samgöngum og fiskveiðum, ekki aðeins á Íslandi heldur um heim allan. Við Íslendingar erum engir aukvisar í því að skipta um orkugjafa. Ísland hefur skipt úr mó í vatnsorku, kolum og olíu í jarðhita.

Hinsvegar er staðan önnur nú en áður. Fyrri breytingar urðu vegna þess að af þeim var strax – eða mjög fljótlega – efnahagslegur ávinningur. Nú stöndum við frammi fyrir því að aðalhvati breytinganna er ekki efnahagslegs eðlis, heldur fremur umhverfislegur. Það verður því að vera hlutverk stjórnvalda að skapa réttan efnahagslega hvata fyrir þá sem ákvarðanir taka. Beinn efnahagslegur ávinningur er ekki tryggur í upphafi án þess.

nema að vel ígrunduðu máli. Nýta þarf tækifæri eftir föngum til að ná í alþjóðlegt rannsóknarfé. Stjórnvöld geta þar aðstoðað með ýmsu móti.<sup>19</sup>

Hvaða árangurs má vænta af þeim aðgerðum sem hér eru reifaðar? Þeim aðgerðum, áföngum og árangri sem upp er talinn í töflu 4 ætti að vera raunhæft að ná.

Aðgerð	Lýsing	Framkvæmd	Væntingar innan áratugar
Skattalegir hvatar í bifreiðarekstri	Skattlagning á einkabíla og eldsneyti þeirra verði í sívaxandi mæli í beinu hlutfalli við skráða losun.	Taki gildi sem fyrst, komist á í áföngum á nokkrum árum, mest 5 árum	1. Innkaup á bílum beinist æ meir að eldsneytisrýrustu bílunum í hverjum gerðar - og stærðarflokki. 2. Hluttur vistvænna bíla verði ekki minni en 25% nýrra bíla. 3. Aksturvenjur mótist í vaxandi mæli af háu orkuverði og sköttum.
Upplýsingar og áróður	Öflug kynningarstarfsem á vegum opinberra aðila en líka áhugamannasamtaka um möguleika í tækni, vali og hegðun.	Starf á Akureyrarsetri OS eftl strax. Árangur metin og aðgerðir endurmetnar.	1. Almennitur verði búinn að fá fullan skilning á aðgerðum stjórnvalda, en þær geta orðið óvinsælar í byrjun s.s. hærri álögur á suma bíla og eldsneyti. 2. Almennitur verði meðvitaður og velji eftir föngum bestu tækni. 3. Hugarfarsbreyting í þjóðfélaginu varðandi samgöngur yfir höfuð.
Rannsókn- og tilraunasjóðir	Almennur samkeppnissjóður fyrir rannsóknir, þróun og prófanir á tækni til að minnka losun eða nýta innlent eldneiti. Tengsl við alþjóðlegt samstarf.	Stofnaður sem fyrst og starfi a.m.k. í 5 ár.	1. Prófanir á ýmsum gerðum vistvænna bifreiða eða aðstoð við öflun þeirra. 2. Þróun á orkusparandi búnaði fyrir skip komist strax af stað. 3. Átak til að auka fjarvinnu og heimavinnu.

Tafla 4: Vegvísir um aðgerðir.

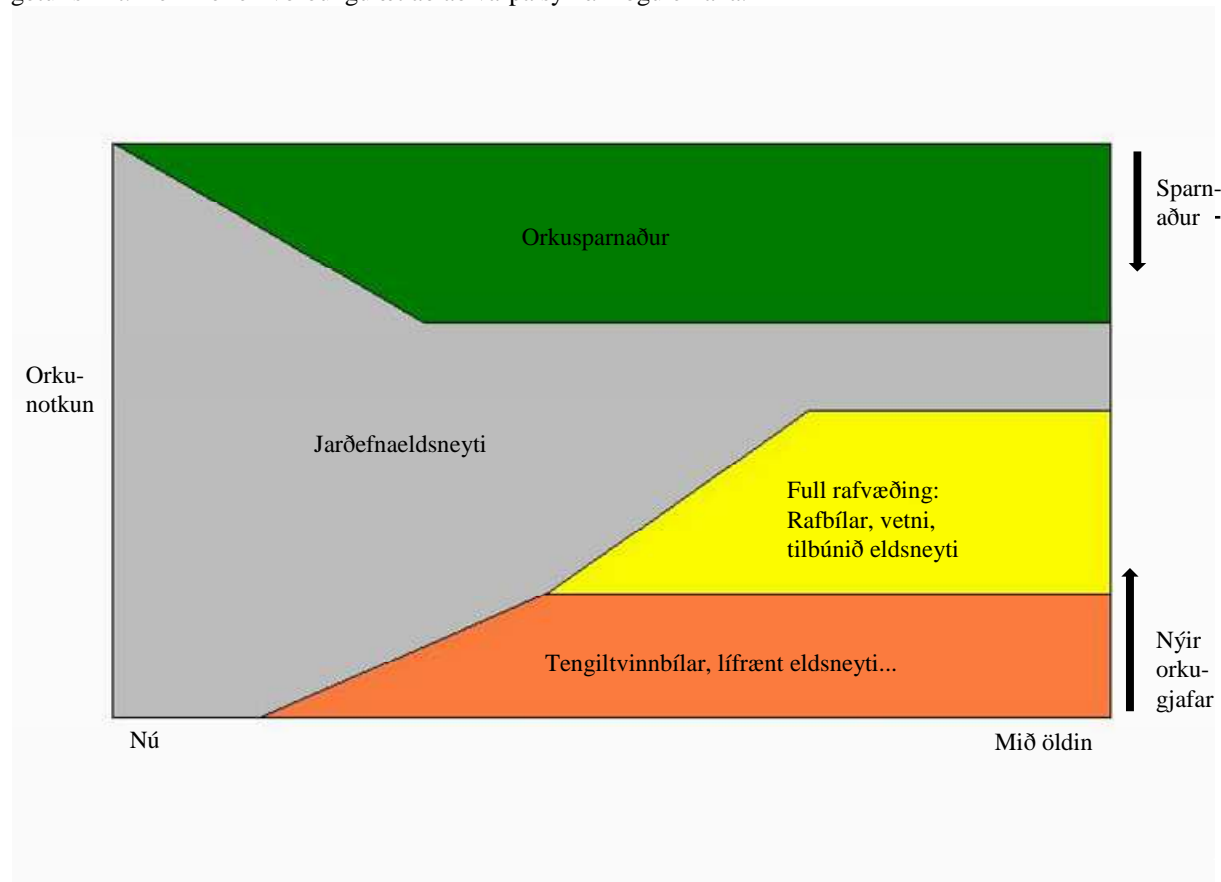
Umfjöllun um orkumál í samgöngum og fiskveiðum eiga að vera hluti af heildstæðri orkustefnu, stefnu þar sem m.a. er sýn á nýtingu orkuauðlindanna. Rafvæðing í öllum samgöngum á landi og í fiskveiðunum kallar á talsverða orku, e.t.v. um 2 TWh/a ef unnt er að fara hreina rafgeymaleið. Allt að tvöfalt meira þarf ef vetni er notað (með efnarafölum). Aftur verður að tvöfalda orkuþörfina ef fara þarf krókaleiðir svo sem í gegnum metanól. Einhverjar blendingsleiðir eru þó líklegastar; orkuþörfin yrði samt vart minni en 4 TWh/a. Það er þó undir tíunda hluta af áætlaðri raforkugetu auðlinda landsins. En engu að síður þarf að huga að þeim þörfum í heildarstefnu um nýtingu auðlindanna.

Á mynd 7 er sýnin á þróunina í orkumálum samgangna og fiskveiða dregin saman. Í upphafi er öllum orkuþörfunum sinnt með jarðefnaeldsneyti (gráa svæðið), en með hvers kyns sparnaðaraðgerðum ætti að vera unnt að saxa strax á þessar þarfir (að ofan á myndinni). Að neðan er skorið af gráa svæðinu kannski fyrst með tvinnbílatækni (tengiltvinnbílum). Síðar kunna að opnast frekari leiðir svo sem bein rafmagnsnotkun (með

<sup>19</sup> Bush Bandaríkjaforseti vék að þessu í ársskýrslu sinni til Bandaríkjaþings 28. janúar s.l.. Þar leggur hann til að komið verði á laggirnar alþjóðlegum sjóði til að styðja tæknilegar lausnir á gróðurhúsvandanum.

rafgeymum), vetnisvæðingu í einhverjum mæli, auk tilbúins eldsneytis (einkum fyrir fiskiskipin). En eins og myndin gefur til kynna kann að vera erfitt að útrýma síðasta olúdropanum.

Ekki má lesa myndina magnbundið, svo sem um tímasetningar eða hlutföll af orkuþörfunum sem hver þáttur getur sinnt. Henni er einvörðungu ætlað að varpa sýn á möguleikana.



Mynd 7: Sýn á þróunina í orkumálum samgangna og fiskveiða.

### Aðgerðir stjórnvalda í hnotskurn

Lagt er til að aðgerðir stjórnvalda í eldsneytismálum felist einkum í eftirfarandi:

- **Skattalegir hvatar:** Öll gjöld sem lögð eru á umferð og aðra eldsneytisnotkun taki beint mið af losun gróðurhúslofttegunda. Ákvæði verði sem almennust, mörkuð til langs tíma og án undantekninga.
- **Upplýsingar og áróður:** Veita þarf traustar og markvissar upplýsingar um hvað sé í húfi og hverra kosta sé völ. Þetta þarf ekki síst að gera í tengslum við umræddar skattabreytingar.
- **Rannsóknir og þróun:** Koma þarf upp almennum sjóði (t.d. innan Orkusjóðs) í þessum málaflokki til að styrkja rannsóknir, þróun, tilraunir og upplýsingagjöf.

Viðauki 1

Tafla 3: Orkugjafar og orkuberar fyrir bifreiðar.

Orkugjafi	Lýsing					Kostnaður og ávinningur (m.v. venjulega bíla)			
	Heiti, auðkenni	Meginlýsing	Nánari lýsing eða útfærsla	Innviðir	Tæknilegur þroski aðferðar	Kostnaður við bílanna	Losun gróðurhúsa-lofttegunda	Hluttur innlendirar orku	Orkunýtni (frá tanki til hjóla)
Rafmagn	Hreinn rafbíl	Orkuberi rafmagn, geymt á rafgeymum.	Hreinn rafbíl, engin hjálparvél. Hleðsla að nóttu eða við bílastæði.	Aukið aðgengi að rafmagni (nýir tenglar); lítill eða engin þörf á styrkingu rafdreifikerfis; aukin þjónusta við rafgeyma.	Á markaði frá upphafi bílaaldar; en ekki til almennrar notkun, allör þróun nú; óvíst um fjöldaframleiðslu.	Óvíst, en líklega ekki umtalsvert dýrari í innkaupum, en kostnaður við rekstur og endurnýjun rafgeymanna virðist enn verulegur.	Engin.	100%	70-90% að teknu tilliti til tapa í rafmótor, rafhlöðum og drifbúnaði.
	Tengiltvinnbíl	Orkuberi rafmagn auk nokkurs eldsneytis.	Rafbíl með eldsneytishjálparvél. Hleðsla að nóttu eða við bílastæði. Hjálparvélin knúin bensíni eða olíu, en gæti verið líffeldsneyti.	Sama og að ofan.	Næsta stig tvinnbíla sem hafa verið á markaði í 10 ár, nægilega góðar rafhlöður fyrir akstur fyrstu 50 km eða svo handan við hornið; fjöldaframleiðsla eftir 2010.	Svipað, kröfurnar til rafgeymanna þó verulega minni og þar með kostnaður við þá.	Svarar til hluta jarðefnaeldsneytsins, en tvinntæknin sparar líka; gæti því orðið 0-30% af losun venjulegra bíla.	60%-100%	40-90% allt eftir notkunarmunstri.
	Vetnisbíl með efnarafölum	Vetni fengið með rafgreininngu.	Vetni breytt í rafmagn með efnarafölum	Vetnisframleiðsla og geymsla umtalsverð fjárfesting (hvort sem framleitt er á afhendingarstað eða miðlægt).	Nánast enn á frumgerðar-stigi; vandinn sérstaklega við geymslu og við gerð ódýrra efnarafala. Vart á almennum markaði fyrr en 2015-2025.	Enn mjög hár, einkum vegna efnarafala og geymslu; óviss þróun með hugsanlegri fjöldaframleiðslu.	Engin.	100%	40-60%
	Vetnisbíl með sprengihreyfli	Vetni fengið með rafgreininngu.	Vetni notað beint á venjulega sprengihreyfla	Sama.	Geymsla vetnis enn á reiki, en önnur tækni er hefðbundin. Fjöldaframleiðsla gæti hafist fljótlega ef eftirspurn væri.	Kostnaður ætti ekki að vera mikið hærri, fer þó eftir aðferð við geymslu vetnis.	Engin.	100%	20-40%
	Metanól-íblöndur	Metanól unnið úr vetni og kolefnisgjafa.	Kolefni gæti komið úr kolein- eða tvísyringi úr jarðgufu og álverum; ella úr lífrænu efni eða innflutt. Bíllinn nánast hefðbundinn sprengihreyfilsbíl, en efnarafalaútgáfa einnig möguleg.	Dreifing og afgreiðsla lík og á öðru eldsneyti í vökviformi.	Blendingsbílar þegar á markaði, þ.e.a.s. fyrir blöndu af bensíni og metanóli. Efnarafalaútgáfa enn aðeins í frumgerðum.	Kostnaður ekki miklu hærri en á venjulegum bíl, ef um sprengihreyfil er að ræða.	Engin, ef kolefnisgjafinn er lífrænn eða talinn til losunar annars staðar (t.d. í álverunum).	Allt upp undir 100%, fer eftir kolefnisgjafanum	Trúleg ámóta og í venjulegum bíl, þó þer þess að gæta að metanólið er orkurýrara en bensínið, þannig að stærri geyma þarf til að komast jafnlangt á einni "hleðslu".
	Lífrænt eldsneyti (þrjú dæmi)	Metangasbílar	Metan fengið við rotnun úrgangs, líka hægt að framleiða úr lífmassa, s.s. heyi.	Metan þegar safnað hjá Sorpu, gæti dagað fyrir um 4000 bíla.	Dreifing og afgreiðsla kallar á nýja innviði, ef á almennan markað.	Metanbílar þegar á markaði.	Kostnaður ekki mikið hærri en á venjulegum bíl.	Minni en enginn, brennsla metans dregur úr gróðurhúsaáhrifum.	100%
Etanólíblöndur		Etanól fengið úr lífmassa, t.d. afgangsheyi eða lúpínu	Er þegar innflutt en mætti vinna úr innlendum lífmassa; hagkvæmni þess þó enn óviss, fer m.a. eftir sköttum á bíla og eldsneyti.	Dreifing og afgreiðsla lík og á öðru eldsneyti í vökviformi.	Blendingsbílar þegar á markaði, þ.e.a.s. fyrir blöndu af bensíni og etanóli.	Sama.	Enginn, ef unnið úr lífmassa en losun við ræktun og dreifingu etanóls getur verið umtalsverð; jafnvel meiri en það sem sparast.	Gæti verið alfarið innlent.	Ámóta og í venjulegum bíl, þó er etanólið orkurýrara en bensín, svo stærri tank þarf til að komast jafnlangt og á hreinu bensíni.
Líffísiíblöndur		Unnið úr fiturikum jurtum eða dýrafitu með efnahvörfum.	Mætti flytja inn eða vinna úr innlendum jurtum í einhverjum mæli, sláturúrgangi og úrgangsfitu.	Sama.	Eins og venjulegir díflisbílar ef líffísiill er aðeins blandaður í litlum mæli.	Kostnaður við breytingar á bílum lítill sem enginn.	Sama.	Sama.	Ámóta og í venjulegum bíl