

Borgum við Norðurslóð
600 Akureyri
Sími 460-8900 Fax 460-8919
rha@unak.is
<http://www.rha.is>



ORKUSKIPTI Á FÓLKSÞÍLUM Á ÍSLANDI

Þjóðhagslegt mat

Maí 2011

Jón Þorvaldur Heiðarsson

Verknúmer R10044SAM

Skýrsla unnin fyrir Iðnaðarráðuneytið/Orkustofnun

© RHA – Rannsókn- og þróunarmiðstöð Háskólans á Akureyri 2011

Öll réttindi áskilin. Skýrslu þessa má ekki afrita með neinum hætti, svo sem með ljósmyndun, prentun, hljóðritun eða á annan sambærilegan hátt, að hluta eða í heild, án skriflegs leyfis útgefanda.

RHA-S-02-2011

L-ISSN 1670-8873

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	1
MYNDIR Í SKÝRSLU	3
TÖFLUR Í SKÝRSLU	3
HELSTU NIÐURSTÖÐUR	4
INNGANGUR	5
1. ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR VIÐ BÍL	6
1.1. INNKAUPAKOSTNAÐUR BÍLS	6
1.2. ORKUKOSTNAÐUR	6
1.3. ANNAR KOSTNAÐUR	8
2. UM ÞAÐ AÐ SPARA GJALDEYRI	10
3. UM VANNÝTT VINNUAFL	12
4. RAFBÍLAR	13
4.1. KOSTNAÐUR VIÐ INNKAUP Á RAFBÍL	13
4.2. ELDSNEYTISKOSTNAÐUR (ORKUKOSTNAÐUR)	15
4.3. TENGIKOSTNAÐUR OG FLEIRI ATRÍÐI	17
4.4. ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR RAFBÍLS	18
4.5. HVAÐ ÞARF AÐ GERAST TIL AÐ RAFBÍLL VERÐI ÞJÓHAGSLEGA BETRI EN BENSÍNBÍLL?	19
4.6. RAFBÍLL, NIÐURSTAÐA	22
5. METANBÍLAR (METANGASBÍLAR)	23
5.1. KOSTNAÐUR VIÐ INNKAUP Á METANBÍL	23
5.2. ELDSNEYTISKOSTNAÐUR (ORKUKOSTNAÐUR)	24
5.3. ÖNNUR ATRÍÐI	25
5.4. ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR METANBÍLS	26
5.5. HVAÐ ÞARF AÐ GERAST TIL AÐ METANBÍLL VERÐI ÞJÓHAGSLEGA BETRI EN BENSÍNBÍLL?	27
5.6. METANBÍLL, NIÐURSTAÐA	28
6. METANÓL	29
6.1. KOSTNAÐUR VIÐ ELDSNEYTI OG INNKAUP Á METANÓLBÍL	29
6.2. ÞYNGD OG ÖNNUR ATRÍÐI	31
6.3. ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR METANÓLBÍLS	32

6.4.	METANÓLBÍLL, NIÐURSTAÐA	32
7.	ETANÓL	33
8.	LÍFDÍSILL (BÍÓDÍSILL) ÚR REPJUOLÍU.....	34
8.1.	ELDSNEYTISKOSTNAÐUR (ORKUKOSTNAÐUR).....	34
8.2.	KOSTNAÐUR VIÐ INNKAUP Á DÍLSÍL.....	35
8.3.	ÁHRIF Á LANDBÚNAÐ OG BYGGÐAÁHRIF	35
8.4.	ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR LÍFDÍSILS ÚR REPJU	36
8.5.	LÍFDÍSILL ÚR REPJUOLÍU, NIÐURSTAÐA.....	36
9.	VETNISBÍLAR	37
9.1.	KOSTNAÐUR VIÐ INNKAUP Á VETNISBÍL	37
9.2.	ELDSNEYTISKOSTNAÐUR (ORKUKOSTNAÐUR).....	38
9.3.	ÖNNUR ATRÍÐI.....	39
9.4.	ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR VETNISBÍLS.....	39
9.5.	HVAÐ ÞARF AÐ GERAST TIL AÐ VETNISBÍLL VERÐI ÞJÓHAGSLEGA BETRI EN BENSÍNBÍLL?	40
9.6.	VETNISBÍLL, NIÐURSTAÐA.....	40
10.	SAMABURÐUR.....	41
	HEIMILDIR	45

MYNDIR Í SKÝRSLU

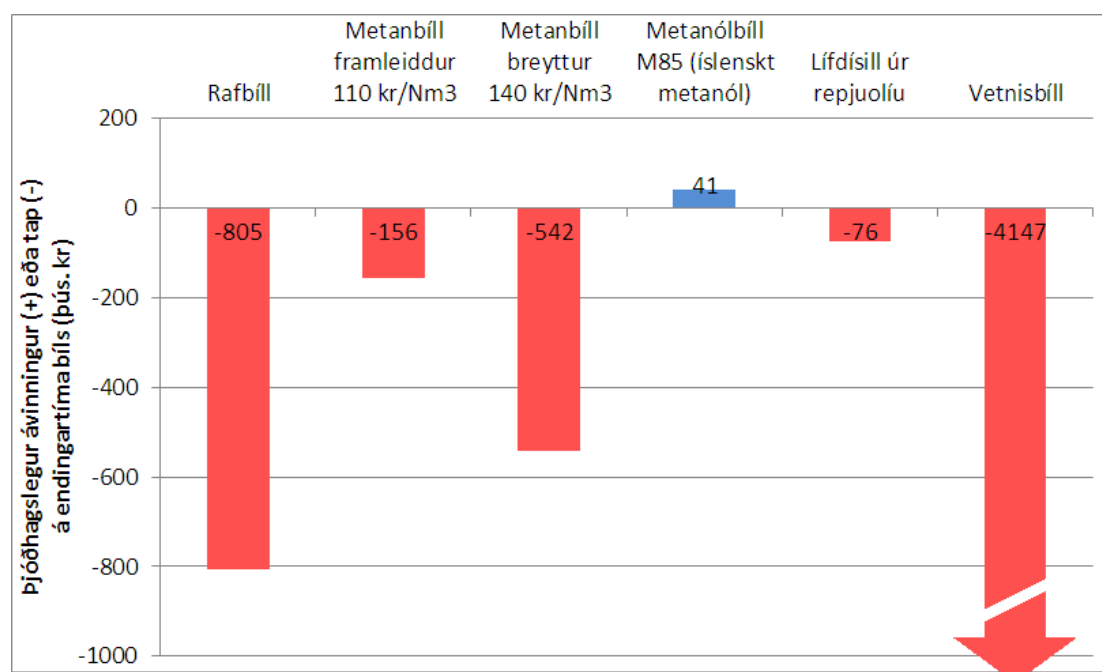
	Bls.
Mynd 1. Samanburður á þjóðhagslegum ávinningi orkukosta í samanburði við bensínbíl (dísilbíl í tilfalli lífdísils).	41
Mynd 2. Þjóðhagslegt mat á mismunandi orkugjöfum í fólksbílaumferð á Íslandi í nánustu framtíð.	43

TÖFLUR Í SKÝRSLU

	Bls.
Tafla 1. Rafbíl, þjóðhagslegt mat.	19
Tafla 2. Rafbíl árið 2016 ef rafgeymar lækka í takt við spá Deutsche Bank.....	20
Tafla 3. Rafbíl ef olíuverð hækkar 5% á ári í ISK.....	21
Tafla 4. Metanbíl, þjóðhagslegt mat.....	26
Tafla 5. Metanólbíl M85, þjóðhagslegt mat.	32
Tafla 6. Lífdísill úr repjuolíu, þjóðhagslegt mat.....	36
Tafla 7. Vetnisbíl, þjóðhagslegt mat.	39
Tafla 8. Vetnisbíl, þjóðhagslegt mat m.v. árið 2016.	40
Tafla 9. Yfirlit yfir þjóðhagslega hagkvæmni og atriði sem eru ekki metin þjóðhagslega. ...	42

HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Nokkrir kostir eru í boði til að koma í stað jarðefnaeldsneytis á fólksbíla á Íslandi. Þeir helstu voru skoðaðir í þessari skýrslu á þann mælikvarða hvernig þeir kæmu út þjóðhagslega á endingartíma bíls samanborið við bensínbíl (dísilbíl þegar um lífdísil var að ræða). Helstu forsendur voru: Endingartími bíls er 10 ár, akstur á ári er 15.000 km, olíuverð (og þar með bensínverð) mun hækka um 2% á ári umfram styrkingu krónunnar frá verðinu sem var í febrúar 2011. Raforkuverð mun einnig hækka um 2% á ári. Niðurstöður úr þessu mati má sjá á næstu mynd.



Allir möguleikarnir á myndinni sem eru í þjóðhagslegum mínus um þessar mundir munu draga á bensínbílinn með tímanum og sumir fara fram úr honum innan skamms.

Helstu niðurstöður skýrslunnar er þær að miðað við þessar forsendur þá munu bráðlega nokkrir orkugjafar verða þjóðhagslega hagstæðari en jarðefnaeldsneyti. Ekki er neinn skortur á möguleikum til að taka við af olíunni í framtíðinni. Framtíðin er því björt hvað þetta varðar. Vel mögulegt er að minnka koltvísýringútblástur í fólksbílaumferð verulega til ársins 2020. Fyrst í stað með metani, metanóli og jafnvel repjuolíu. Síðar með mikilli notkun rafbíla sem vonandi verða orðnir góður valkostur nokkru fyrir 2020.

Inngangur

Þessi skýrsla er skrifuð að beiðni Iðnaðarráðuneytisins í samvinnu við Orkustofnun. Aðaltengiliður höfundar við verkkaupa var Ágústa Loftsdóttir starfsmaður Orkustofnunar. Auk þess sótti höfundur mikið til Sigurðar Inga Friðleifssonar á Orkusetri og er þeim báðum þakkað samstarfið.

Í fyrstu köflum skýrslunnar er farið yfir nokkur almenn atriði er snerta matið almennt. Síðan eru orkukostirnir teknir stig af stigi og metnir til áhrifa á þjóðarhag.

Þetta mat er stutt, nokkurs konar forathugun, og ekki var gert ráð fyrir löngum tíma í vinnslu þess. Það á engu að síður að gefa nokkuð glögga mynd af því hvort hagkvæmt sé að skipta yfir í endurnýjanlega orkugjafa um þessar mundir í almennri bílaumferð á Íslandi (ekki í þungaflutningum) og þá hvaða orkugjafa. Ýmis atrið var ekki gerlegt að leggja þjóðhagslegt mat á í stuttu mati sem þessu. Hér og þar eru því minni spurningar sem á eftir að svara. Sumar þeirra henta fyrir nemendaverkefni.

1. ÞJÓÐHAGSLEGUR KOSTNAÐUR VIÐ BÍL

Í þessari skýrslu er hver bíll skoðaður yfir sinn endingartíma. Reynt er að meta allan þjóðhagslegan kostnað við hvern bíl frá upphafi til enda.

1.1. *Innkaupakostnaður bíls*

Í fyrsta lagi er þjóðhagslegur kostnaður fólginnt í innkaupum á bíl. Sá kostnaður er innkaupsverð, flutningskostnaður og kostnaður við afhendingu. Verðið sem kaupandinn þarf að borga er auk þessa vörugjöld og virðisaukaskattur. En þessir skattar eru ekki þjóðhagslegur kostnaður við innkaupin á bílnum heldur millifærslur milli íslenskra aðila (frá kaupanda til ríkissjóðs) sem ekki hafa þjóðhagsleg áhrif. Ef miðað er við að bílaumboð sé ekki að taka óeðlilegan hagnað af sölunni þá er álagning þeirra að endurspegla kostnað við afhendingu. Ef um óeðlilega mikinn hagnað (álagningu) umboðsaðila er að ræða er það ekki þjóðhagslegur kostnaður heldur millifærsla innan Íslands (frá kaupanda til seljanda). Þjóðhagslegi innkaupakostnaðurinn við bíl er því alla jafna afhendingarverðið að frádregnum sköttum (þ.e. sköttum sem ekki eru lagðir á til að standa undir raunverulegum kostnaði).

Í þessari skýrslu er miðað við gengi í febrúar 2011 fyri kostnað sem fellur til í byrjun svo sem innkaupakostnað á bíl.

1.2. *Orkukostnaður*

Hinn stóra upphæðin í þjóðhagslegum kostnaði við bíl er orkukostnaðurinn á endingartíma bílsins. Hér er miðað við að endingartími bíls sé 10 ár. Ef orkukostnaður bíls er skoðaður á sama tímapunkti og þegar hann er keyptur þarf að núvirða kostnaðinn sem til fellur á endingartíma bílsins. Spurningin er þá sú hvaða sjóð þarf bíleigandinn að hafa í upphafi ef sjóðurinn á að duga fyrir öllum orkukaupum á endingartíma bílsins. Sjóðurinn ber hins vegar einhverja vexti áður en hann tæmist, þess vegna má vera minna í sjóðnum í byrjun en tekið er út úr honum í heildina. Þetta samsvarar því að núvirða. Ef kostnaðarflæði er núvirt verður sú upphæð minni en flæðið samtals. Í þessari skýrslu er núvirt (afvaxtað) með 5% vöxtum (afvöxtunarstuðli). Rökin eru þau

að hjá flestum heimilum hefur raun fjármagnskostnaður verið um 5% síðustu áratugi þar sem húsnæðislán eru ráðandi í fjármagnskostnaði heimila.

Hækkandi orkuverð og gengisstyrking

Til að flækja dæmið enn frekar þá verða orkukaupin yfir langan tíma og því þarf að gera ráð fyrir verðbreytingum á orku. Í fyrsta lagi vegna verðbreytinga á olíu, en í öðru lagi vegna breytinga á gengi íslensku krónunnar (ISK) þar sem þjóðhagslegur kostnaður er hér metinn í ISK.

Hundruð hámenntaðra einstaklinga um allan heim hafa það að atvinnu að spá fyrir um olíuverð í framtíðinni. Örlög þessa fólks er að hafa sífellt rangt fyrir sér. Mjög erfiðlega hefur gengið að spá fyrir um þróun olíuverðs. Flestir ef ekki allir spá því þó að til langs tíma muni verðið hækka. Byggir það fyrst og fremst á því að framleiðslugeta og olíuforði er takmarkaður en eftirspurn líklega ennþá vaxandi svo sem í austur Asíu.

Líkur eru á að gengi ISK styrkist heldur næstu einn til tvo áratugi. Allt varðandi íslensku krónuna er þó einhver mesta óvissan á Íslandi um þessar mundir, m.a. hvort hún verður yfir höfuð til í framtíðinni. Ef gengið styrkist hægt og sígandi þá hefur það fyrst og fremst áhrif á eldsneytiskaupin. Virkar þá eins og eldsneytisverð verði lægra í ISK talið en ella.

Í þessari skýrslu er miðað við olíuverð í febrúar 2011 og gert ráð fyrir að það fari hækkandi í framtíðinni sem nemur **2% á ári** umfram gengisbreytingar. Það þýðir tvöföldun á 35 árum og fjórföldun á 70 árum. Sem dæmi má nefna að ef olíuverð hækkar um 3,5% á ári en gengið styrkist um 1,5% á ári þá verða áhrifin þau að verð á olíu í ISK hækkar um 2% á ári eins og hér er gert ráð fyrir.

Ef olía hækkar í krónum talið, mun verð á öðrum orkugjöfum einnig hækka á hliðstæðan hátt vegna meiri ásóknar í þá. Þetta mun eiga við um íslenska orku svo fremi sem hún er í samkeppni við erlenda orku sem þó er ekki endilega alltaf tilfellið. Raforka á Íslandi er í samkeppni við raforku annarsstaðar í heiminum. Fórnarkostnaður þess að nota íslenskt rafmagn á

rafbíla mun taka mið af alþjóðlegu orkuverði. Hér er því gert ráð fyrir að rafmagnsverð hækki einnig um 2% á ári í framtíðinni.

Þjóðhagslegur kostnaður bensíns

Eins og í innkaupum á bíl þarf að skilja á milli þjóðhagslegs kostnaðar og skatta í verði orku. Sá orkugjafi sem er lang algengastur í fólksbílaumferð er bensín. Þjóðhagslegur kostnaður bensíns er í fyrsta lagi innkaupsverð á heimsmarkaði, flutningur til landsins og síðan töluverður kostnaður við geymslu og dreifingu (kostnaður við olíutanka, flutning með tankbílum, rekstur eldsneytisstöðva og fleira). FÍB lagði mat á hvernig verðmyndun var á einum lítra af bensíni í febrúar 2011. Lítrinn kostaði 216,35 kr og þar af var innkaupsverð 77,3 kr, álagning og flutningur 28,48 kr og flutningsjöfnun 0,4 kr (Félag íslenskra bifreiðaeigenda, 2011). Gert er ráð fyrir að þetta sé þjóðhagslegi kostnaðurinn við bensínlíttrann eða 106,18 kr. Almennt er miðað við orkuverð og gengi í febrúar 2011 í þessari skýrslu.

1.3. Annar kostnaður

Um ýmiss konar þjóðhagslegan kostnað er að ræða annan en innkaupakostnað bíls og orkukostnað. Annar kostnaður getur verið mismunandi milli ökutækja sem nota mismunandi orkugjafa og er leitast við að benda á hann í hverju tilfelli fyrir sig. Í mörgum tilfellum eru þó ekki tæk á því í skýrslu sem þessari að setja verðmiða á mismuninn. Hvert er til dæmis þjóðhagslegt virði þess að bílvélar í fólksbílum séu hljóðlausar?

Hér verða þó tiltekin tvö atriði sem eru sameiginleg með þeim orkugjöfum sem hér eru skoðaðir sem möguleikar á móti bensíni.

Útblástur

Bensínbílar blása út koltvísýringi og öðrum miður góðum efnem. Nú er gefið upp hver útblásturinn af CO₂ er í g/km og bílar tollflokkaðir eftir því. Almenna reglan er sú að útblásturinn í g/km er 23 föld eyðslan í cl/km. Bíll sem eyðir 7,5 cl/km blæs því út um 172 g/km. Ef miðað er við 15.000 km akstur á ári eins og hér er gert þá er útblásturinn af CO₂ um 2.600 kg á ári.

Enginn beinn þjóðhagslegur ávinningur er sjáanlegur í minni útblæstri fólksbílaumferðar. Ekki er hægt að selja sem kolefniskvóta þann minni útblástur sem verður í fólksbílaumferð ef skipt er í græna orkugjafa. Ekki er útlit fyrir að Ísland muni bera af því einhvern peningalegan skaða þó markmiðið um að 20% eldsneytis verði umhverfisvænt árið 2020 náist ekki. Því verður að álykta sem svo að enginn beinn þjóðhagslegur ávinningur felist í þessu atriði.

Ef meta ætti óbeina ávinninginn þyrfti að meta hvað hvert kíló af CO₂ sem sleppt yrði í andrúmsloftið ylli Íslandi miklum skaða. Þar sem öll kíló af CO₂ sem sleppt er í andrúmsloftið um allan heim hafa sömu áhrif á Ísland verður þessi tala svo hverfandi að engin ástæða er til að reyna að meta hana. Ísland er auk þess ekki eitt af þeim löndum sem munu verða fyrir mestum skaða af völdum hlýnunar andrúmsloftsins. Þó verður að fara varlega í slíkum fullyrðingum. T.d. getur aukinn koltvísýringur í hafinu haft ófyrirsjáanleg áhrif á okkar stóru auðlind.

Orkuöryggi

Með notkun orkugjafa sem framleiddir eru hérlendis eykst orkuöryggi. Landið verður minna háð orkuinnflutning, duttlungum á markaði og ástandi í heimsmálum. Þó afar litlar líkur séu á að innflutningur á bensíni og olíum stöðvist einn daginn þá mátti litlu muna að einmitt það gerðist haustið 2008. Óvæntir atburðir hafa gerst og munu gerast áfram. Aðstæður munu einnig breytast. Ekki er víst að heimurinn verði alltaf jafn öruggur og nú hvað olíuflutninga áhrærir. Aukið orkuöryggi ætti að vera einhvers virði en hér verður ekki settur verðmiði á það.

2. UM ÞAÐ AÐ SPARA GJALDEYRI

Í daglegri umræðu er oft talað um hversu mikilvægt sé að spara gjaldeyri. Ef eitthvað er keypt frá útlöndum þá þarf fyrst að kaupa erlendan gjaldeyri og nota hann síðan til kaupanna. Að spara erlendan gjaldeyri felst þá í því að kaupa minna frá útlöndum en ella. Oft er látið í veðri vaka að þetta sé svo mikilvægt að mikið sé til þess vinnandi að spara gjaldeyrinn. Það sé til dæmis betra fyrir þjóðina að framleiða einhverja vöru innanlands í stað þess að flytja hana inn jafnvel þrátt fyrir að framleiðslukostnaður hér sé hærri en verð innfluttu vörunnar. Það sé t.d. þjóðhagslega betra að framleiða hér eldsneyti á bíla þó það sé dýrara en að flytja eldsneytið inn.

Þessi hugsun er hættuleg og byggir á misskilningi. Fyrir það fyrsta er ljóst hvað gerist ef allir hugsuðu á þennan veg. Þá myndu öll lönd reyna að minnka innflutning og þess í stað framleiða innanlands, með meiri tilkostnaði, það sem annars hefði verið flutt inn. Hlutfallslegir yfirburðir einstakra landa gætu þá ekki notið sín. Hvert land gæti ekki sérhæft sig í því sem það gerði best. Framleiðslan færi ekki fram þar sem hún væri hagkvæmust heldur myndi meðalframleiðslukostnaður í heiminum hækka og lífskjör því versna á heimsvísu.

Þetta var einmitt það sem gerðist í kreppunni miklu. Ný stefna, sem þá þótti nýttískuleg, fór eins og eldur í sinu um heimsbyggðina. Lönd reistu himinháa tollmúra í kring um sinn heimamarkað hvert á fætur öðru. Heimsviðskipti voru hneppt í höft og minnkuðu mikið. Þessi viðbrögð dýpkuðu kreppuna miklu til muna. Þegar lausafjárkreppan reið yfir heiminn síðari hluta árs 2008 var það einbeittur vilji alþjóðasamfélagsins að gera ekki sömu mistökin aftur, ekki mætti fara haftaleiðina aftur sem viðbrögð við kreppu því hún myndi hafa þveröfug áhrif.

Íslendingar sjá einnig í hendi sér hver áhrifin yrðu ef Evrópubúar hættu að vilja kaupa íslenskan fisk vegna þess að þeir vildu spara gjaldeyri. „Að spara gjaldeyri“ hugsunin er ekki Íslendingum í hag með sitt einhæfa hagkerfi.

En það getur varla gengið að flytja inn allar vörur og þjónustu og framleiða ekki nokkurn skapaðan hlut innanlands. Það er rétt. Það sem hins vegar

myndi gerast við slíkar aðstæður væri mikið framboð af íslenskrí krónu sem vildi kaupa erlendan gjaldeyri. Þá myndi erlendur gjaldeyrir hækka í verði gagnvart íslenskrí krónu. Við það myndi samkeppnisstaða einhverra atvinnugreina breytast það mikið að innlenda varan yrði ódýrari en sú erlenda. Gengi íslensku krónunnar myndi með öðrum orðum síga niður þar til jafnvægi yrði náð, þar sem svipað mikið yrði flutt inn og út úr landinu. Raunveruleikinn er flóknari en þessi einfalda skýring og koma þar til vextir og afborganir af erlendum lánum, fjárfestingar út fyrir landsteinana, kaup seðlabanka til að auka gjaldeyrisforða, vaxtamunarviðskipti og margt fleira. Í grunninn er það samt gengið sem leitar á þann stað þar sem jafnvægi ríkir milli innflutnings og útflutnings ef allir aðrir þættir eru settir á núll. Það á því almennt ekki að framleiða vöru innanlands ef hún er dýrari en innflutt vara. Það á að leyfa genginu að skera úr um það hvort er hagstæðara. Ef innflutta varan er ódýrari þá er þjóhaglega hagkvæmara að kaupa hana heldur en framleiða vöruna innanlands með meiri tilkostnaði.

Í þessari skýrslu er gengið út frá þessu.

3. UM VANNÝTT VINNUAFL

Þegar þetta er skrifað er mikið atvinnuleysi á Íslandi. Fjöldi fólks sem býr á landinu hefur ekki vinnu. Vinnuafli er vannýtt. Í staðinn er þessi hópur í flestum tilfellum á framfæri annarra, ættingja eða skattborgara. Kostnaðurinn við að framfleyta manneskju hverfur ekki þó hún geti ekki séð sér sjálf farborða. Við þessar aðstæður getur verið að þjóðhagslegur kostnaður vegna notkunar vinnuafli sé lægri en launakostnaðurinn. Þegar einhver kaupir þjónustu launafólks og eykur þannig útgjöld sín er annar að sleppa við útgjöld svo sem ríkið (skattborgararnir) vegna minni atvinnuleysisbóta. Nettókostnaðurinn fyrir þjóðfélagið af notkun vinnuafli í atvinnuleysi er því minni en launakostnaðurinn.

Þó má ekki líta á tíma atvinnulausra sem einskis virði fyrir þjóðfélagið. Atvinnulausir geta nýtt tímann á margskonar hátt sem kemur þjófélaginu til góða. Svo sem til ýmissa lagfæringa á heimahúsum, til meiri samveru með börnum, til meira sjálfboðastarfs fyrir íþróttafélög og svo mætti lengi telja.

Til langs tíma er óvarlegt að ætla að þjóðhagslegur kostnaður við vinnuafli sé annar en launakostnaður. Afbrigðilega mikið atvinnuleysi er oftast tímabundið og til langs tíma er atvinnuleysi nálægt einhverju jafnvægisgildi. Við þetta jafnvægisgildi þýðir ráðning á starfsmanni í nýtt starf að annað starf leggst niður á móti.

Í þessari skýrslu er gert ráð fyrir að þjóðhagslegur kostnaður við vinnuafli sé sá sami og launakostnaðurinn. Það er alls ekki víst að það sé endurnýjanlegum orkugjöfum í óhag að líta þannig á málin. Reyndar er ljóst að í tilviki rafmagnsbílsins eru mun færri störf í kring um hann en í kring um bensínbíl. Dreifikerfi bensíns er mannaflsfrekt en dreifikerfi rafmagns er nánast vinnuafllaus. Ef skipt væri algjörlega úr bensínbílum í rafbíla á tímamarki um þessar mundir myndu tugir eða hundruð manna missa vinnuna og fá störf skapast á móti.

4. RAFBÍLAR

Einn álitlegasti kosturinn í orkuskiptum úr jarðefnaeldsneyti yfir í umhverfisvæna orku fyrir almenna umferð er að skipta yfir í rafbíla. Í þessum kafla er reynt að meta hversu hagstætt það er þjóðinni.

4.1. *Kostnaður við innkaup á rafbíl*

Verð á rafbílum er töluvert hærra en verð á bensín- eða dísilbílum. Vonir standa þó til að þessi verðmunur muni minnka en það gerist varla að ráði fyrr en rafbílar fara að seljast í töluverðum mæli þannig að fjöldaframleiðsla og hörð samkeppni knýi verðið niður. Þó eru spár um að verð rafgeyma lækki töluvert í framtíðinni. Þegar þjóðhagslegt verð rafbíls er borið saman við þjóðhagslegt verð bensínbíls þarf að miða við innkaupsverð til Íslands með flutningskostnaði og kostnaði við afhendingu en undanskilja vörugjöld og virðisaukaskatt. Ef miðað er við að bílaumboð sé ekki að taka óeðlilegan hagnað af sölnunni er þjóðhagslegi kostnaðurinn afhendingarverð að frádregnum öllum sköttum. (þ.e. sköttum sem ekki eru lagðir á til að standa undir raunverulegum kostnaði). Fyrir rafbíl og bensínbíl sem eru sambærilegir að stærð er líklegt að flutningskostnaður og álagning sé svipuð upphæð og því er það innkaupsverðið sem býr til þjóðhagslega mismuninn. Skattar sem lagðir eru á bíl við sölu eru millifærsla milli íslenskar aðila (frá kaupanda til ríkissjóðs) sem ekki hafa þjóðhagsleg áhrif. Sama gildir um óeðlilega mikinn hagnað (álagningu) umboðsaðila.

Nissan Leaf

Rafbíllinn sem nú er hvað líklegastur að verða valkostur við bensínbíla er Nissan Leaf. Bíllinn er nú kominn í sölu í nokkrum löndum svo sem Bandaríkjunum og Japan og sala í Evrópu er að fara af stað. Samkvæmt EPA (umhverfisstofnun Bandaríkjanna) dregur bíllinn 117 km án endurhleðslu og eyðir 0,213 kWh/km. Þessi gildi eiga við blandaðan akstur. Drægnin er mjög mismunandi eftir aðstæðum. Nissan segist hafa gert eigið próf þar sem reynt var að herma eftir EPA prófinu. Að sögn Nissan var niðurstaðan m.a. að við bestu skilyrði í langakstri í 20°C á 61 km/klst hraða væri drægnin 222 km en í innanbæjarakstri í -10°C á 14 km/klst meðalhraða með miðstöðina á, væri

drægnin 100 km. Reynsla af bílnum er nú að verða til m.a. við vetraraðstæður og virðist drægnin í vægu frosti vera um 100 km¹.

Að sögn umboðsins fyrir Nissan á Íslandi, Ingvar Helgason, er líklegt að bíllinn verði fáanlegur á Íslandi í árslok 2012 eða ársbyrjun 2013. Bíllinn er í C-flokki að stærð. Aðrir bílar í C-flokki og því svipaðir að stærð eru Ford Focus, Opel Astra, Toyota Auris, Wolgsvagen Golf og Chevrolet Cruze.

Ekki er frágengið á hvaða verði Nissan Leaf verður seldur hér á landi. Því er einungis hægt að áætla hve dýr hann verður. Hér er gert ráð fyrir að þjóðhagslegt verð bílsins verði um 4 Mkr (þ.e. innkaup, flutningur og sala(álagning)). Það er fengið út frá því að líklegt sé að Nissan Leaf verði 1,5 til 2 Mkr dýrari kominn til landsins en sambærilegir bensínbílar sem kosta 2,2-2,4 Mkr (sjá næsta undirkafla). Þetta virðist vera munurinn þegar horft er á verðmun á mörkuðum þar sem bíllinn er þegar í sölu. Verðmunur á Nissan Leaf annars vegar og Volkswagen Golf og Toyota Matrix hins vegar í Bandaríkjunum virðis vera um 1,7 Mkr.

Þessi munur á verði er eðlilegur miðað við aðstæður nú, fyrst og fremst vegna þess að rafgeymar eru enn mjög dýrir. Samkvæmt Electric Car Guide 2010 (The Society of Motor Manufacturers and Traders, 2010) er dæmigert verð á rafbíl í Bretlandi 28.300 GBP en sambærilegum bensínbíl 19.500 GBP. Munurinn þarna er 8.800 GBP eða 1,6 til 1,7 Mkr. Virðisauki í Bretlandi er 20% og því er munurinn án virðisauka 1,3 til 1,4 Mkr. Verðmunurinn á Nissan Leaf og sambærilegum bensínbílum í Bretlandi virðist vera heldur meiri en þetta.

Sambærilegur bensínbíl

Sambærilegur bíll að stærð við Nissan Leaf svo sem Wolgsvagen Golf Trendline kostar 3,3 Mkr beinskiptur en 3,7 Mkr sjálfskiptur þegar þetta er skrifað. Toyota Auris kostar svipað eða 3,3 Mkr ódýrasta útgáfa en sjálfskiptur með stærri vél 4,4 Mkr. Þjóðhagslegt verð á þessum bílum, þ.e. þegar búið er að draga frá vörugjöld og virðisaukaskatt, er um 2,2 Mkr fyrir þá

¹ Sjá t.d. umfjöllun um þetta á http://en.wikipedia.org/wiki/Nissan_Leaf

beinskiptu en um 2,4 Mkr fyrir sjálfskipta Golfinn og 2,6 fyrir sjálfskipta Aurisinn. Af þessu þjóðhagslega verði eru líklega um 200 þús. kr í sölukostnað (álagning söluaðila) en að sögn kunnugra er álagning á algengum fólksbílum um 8-10%.

Rafbílar eru í eðli sínu ekki gírskiptir. Þeir eru líkari sjálfskiptum bílum hvað það varðar. Því má spyrja hvort ekki eigi að bera verð rafbíla eingöngu við verð sjálfskiptra bensínbíla. Því er til að svara að ekki er víst að neytandinn sjái hlutina á þann hátt. Margir bíleigendur hafa ekki áhuga á sjálfskiptingu. Þeirra val mun því standa á milli rafbíls og beinskipts bensínbíls. Þess vegna er mikilvægt að skoða ekki síður verð á beinskiptum bílum þegar að samanburði kemur. Jafnvel þó hluta bíleiganda þyki það einn kosti rafbíls að hann sé „sjálfskiptur“ þá hefur hann aðra ókosti á móti, svo sem litla drægni, sem ekki eru hér metnir til verðs.

Niðurstaða

Hér er gert ráð fyrir að þjóðhagslegur innkaupakostnaður rafbíls í C-flokki, svo sem Nissan Leaf sé 4 Mkr.

Jafnframt er hér gert ráð fyrir að þjóðhagslegur innkaupakostnaður sambærilegs bensínbíls í C-flokki, svo sem Volkswagen Golf eða Toyota Auris sé 2,3 Mkr.

4.2. Eldsneytiskostnaður (orkukostnaður)

Orkukostnaður rafbíls

Það er ekki augljóst hvað rafmagn á Íslandi kostar þjóðhagslega þegar það er notað á rafbíla. Það sem hér skiptir máli er jaðarkostnaður rafmagnsins. Hvað kostar þjóðhagslega ein kWh í viðbót sem notuð er á heimili? Og ekki nóg með það heldur þarf að spyrja: Hvað kostar þjóðhagslega ein kWh í viðbót á heimili ef þessi kWh er notuð yfir nóttina og þessi raforkunotkun er jafnvel meiri á sumrin en á veturna? Nokkuð ljóst er að flutningurinn á þessari kWh kostar ekki neitt. Enginn viðbótarkostnaður verður þó raforka sé flutt um núverandi kerfi á tímum þegar kerfið er vannýtt. Spurningin þrengist því niður í hver framleiðslukostnaðurinn er á raforku framleiddri á þessum

tíma. Raforka til almennings er dýrari en til stóriðju vegna þess að notkunin er sveiflukennd og meira er notað á veturna en sumrin. Ódýrara er að framleiða raforku með vatnsafla á sumrin en á veturna. Stóriðjan er með jafna notkun allan sólarhringinn allt árið og ódýrara er að framleiða raforku fyrir slíkan notanda. Að framleiða fyrir notanda sem notar meira á sumrin en veturna og meira á nóttunni en daginn ætti að vera enn ódýrara en fyrir stóriðju.

Rafmagn kostar um þessar mundir um 4,5 kr/kWh frá dreifiveitum án dreifingarkostnaðar og orkuskatts. Álverð er hátt þegar þetta er skrifað og eru álverin líklega að greiða um 3 kr/kWh. Þar sem ekki er alveg ljóst hvernig rafbílanotendur munu hegða sér þá er hér miðað við að þjóðhagslegt verð á raforku fyrir rafbíla sé um 3 kr/kWh. Það gæti gerst að mest yrði hlaðið síðdegis fyrst um sinn, en það ætti að vera hægt að hafa áhrif á það. Einnig gæti það gerst að rafbílur verði einkum notaðir innanbæjar sem annar bíll á heimili meðan drægni þeirra er takmörkuð og því minna eknir á sumrin en veturna. Með aukinni drægni mun notkun þeirra líkjast æ meira notkun núverandi fjölskyldubíla og þá má segja að verð á orkueiningu muni að meðaltali lækka eftir því sem notkunin eykst yfir sumartímann.

Ef gert er ráð fyrir 15.000 km akstri á ári þá er þjóðhagslegur orkukostnaður rafbíls um 9.600 kr á ári. Er þá miðað við eyðslu eins og í Nissan Leaf skv. EPA eða 0,213 kWh/km. Hér er litið svo á að þessi eyðsla sé í samræmi við það sem almennur notandi myndi upplifa en hún er meiri en framleiðandi gefur upp. Gert er ráð fyrir að þessi orkukostnaður vaxi um 2% á ári eins og verð á olíu.

Núvirtur raforkukostnaður í 10 ár með ofangreindum forsendum og ef núvirt er með 5% vöxtum er 82.400 kr.

Eldsneytiskostnaður bensínbíls

Wolksvagen Golf og Toyota Auris eru sambærilegir að stærð og Nissan Leaf. Eyðsla þeirra er skv. framleiðanda 5,9 til 7,2 cl/km². Toyota Auris 1,6l 124hö sjálfskiptur eyðir 7,2 cl/km en beinskiptur Auris 1,33l 101hö eyðir 5,9 cl/km. Wolksvagen Golf 1,4l 122hö beinskiptur eyðir 6,3 cl/km en sjálfskiptur bíll með sömu vél eyðir minnu eða 6,0 cl/km. Má því segja að sambærilegur bíll við Nissan Leaf eyði samkvæmt framleiðanda um 6,5 cl/km.

Reynsla flestra er hins vegar að bíllinn þeirra eyðir meiru en gefið er upp af framleiðanda (útkoma úr stöðluðum prófunum). Oft upplifa bíleigendur að raunveruleg eyðsla sé 15-20% meiri en gefið er upp (Félag íslenskra bifreiðaeigenda, 2008). Hér er því gert ráð fyrir að eyðslan sem almennur notandi myndi upplifa sé 15% meiri eða um 7,5 cl/km.

Eins árs akstur, 15.000 km, kostar þá þjóðhagslega 119.453 kr. Núvirtur kostnaður yfir 10 ár þar sem þjóðhagslegt bensínverð hækkar um 2% á ári og áfram eru 5% vextir notaðir til núvirðingar, er 1.027.000 kr.

Niðurstaða

Núvirtur þjóðhagslegur orkukostnaður rafbíls svo sem Nissan Leaf er 82.400 kr. á endingartíma hans. Núvirtur orkukostnaður sambærilegs bensínbíls er 1.027.000 kr.

4.3. Tengikostnaður og fleiri atriði

Á mörgum heimilum er auðvelt að setja rafbíl í samband en á öðrum þarf að leggja í einhvern kostnað við raftengingar til að gera hleðslu mögulega. Þetta á einkum við í fjölbýlishúsum. Fyrir raforkukerfið er einnig best að hafa tímarofa á slíkri tengingu þannig að rafbílar hlaðist á nóttunni, þegar þjóðhagslega hagkvæmast er að nota raforku. Hér verður ekki farið djúpt í kostnað við þetta enda er þetta stofnkostnaður sem verður einu sinni á hverju heimili en verður ekki við hvern nýjan bíl sem kemur á heimilið. Þetta ætti þó að vera fremur einfalt og kostnaður lítill. Hér er miðað við 50.000 kr.

² Yfirleitt er eyðsla gefin upp í lítrum á 100km. Þessi mælieining er nokkuð óþjál í ritmáli og því er notað í staðinn sentilítrar á km sem er það sama. Bíll sem eyðir 8 l/100km eyðir 8 cl/km

Hér er gert ráð fyrir að rafgeymar rafbíls endist líftíma hans eða 10 ár. Þó er ljóst að geymslugeta þeirra minnkar með tímanum og því matsatriði hvenær þarf (borgar sig) að skipta um rafgeymi.

Rafgeymar rafbíla gætu valdið kostnaði í förgun umfram rafgeyma í bensínbílum. Það er þó ekki víst. Hér er ekki gert ráð fyrir neinum aukalegum förgunarkostnaði á rafbíl umfram bensínbíl.

Í rafbílum er ekkert eldsneyti sem getur kviknað í. Þeir eru því hættuminni hvað það varðar. Ef kviknar í bensínbíl í jarðgöngum eða bílastæðakjallara er fjöldi mannlífa í hættu. Hættan af logandi rafbíl er mikil en þó mun minni en af logandi bensínbíl. Ekki verður reynt að meta þennan ávinning til fjár í þessari skýrslu.

Einhver ávinningur er í betri loftgæðum ef rafbíl er notaður í stað bensínbíls. Loftgæði verða meiri í þéttbýli auk þess sem útblástursgas úr bensínbílum er lífshættulegt í lokuðum rýmum. Sama má reyndar segja um hljóðgæði. Það ætti því að vera hægt að setja einhvern verðmiða á aukin loft- og hljóðgæði vegna rafbíla en hér verður ekki reynt að meta þann ávinning enda er hann líklega lítill í heildarmyndinni. Slíkt krefst sérstakrar rannsóknar á mati almennings á virði þessara þátta.

Vonir standa til að viðhald rafbíls sé minna en bensínbíls. Smurning er minni svo dæmi sé tekið. Reynslan á eftir að leiða þetta í ljós.

Niðurstaða

Gert er ráð fyrir að þjóðhagslegur kostnaður af tengingu rafbíls á heimili sé 50.000 kr. Önnur atriði eru ekki metin til þjóðhagslegs kostnaðar eða tekna.

4.4. Þjóðhagslegur kostnaður rafbíls

Samantekið er þjóðhagslegur kostnaður af rafbíl og bensínbíl í flokki C áætlaður eins og næsta tafla sýnir:

Tafla 1. Rafbíll, þjóðhagslegt mat.

Í þúsundum króna	Rafbíll (Nissan Leaf)	Bensínbíll
Innkaupakostnaður	4.000	2.300
Orkukostnaður	82	1.027
Tengikostnaður	50	0
Samtals	4.132	3.327
Mismunur	-805	
Rafbíll þjóðhagslega óhagkvæmari	805	

Samkvæmt þessu er rafbíll þjóðhagslega dýrari en bensínbíll. Það er því ekki efnahagslegur ávinningur af því að skipta yfir í rafbíla miðað við þessar forsendur.

4.5. Hvað þarf að gerast til að rafbíll verði þjóðhagslega betri en bensínbíll?

Meiri akstur

Í forsendunum hér að framan var gert ráð fyrir að akstur væri 15.000 km á ári eða að meðaltali 41 km á dag. Ef ekið er meira þá verður rafbíllinn betri kostur. Ef aksturinn er 27.797 km á ári (76 km á dag) verður rafbíllinn jafn góður kostur þjóðhagslega og bensínbíllinn. Spurning hversu raunhæfur svo mikill akstur er þar sem drægnin án endurhleðslu er aðeins 117 km svo sem í Nissan Leaf. Einnig er spurning hvort rafgeymirinn endist við þetta mikla notkun.

Lengri endingartími

Gert er ráð fyrir að endingartími bíls sé 10 ár. Ef endingartíminn er lengri t.d. 15 ár, bætir það stöðu rafbílsins. Mismunurinn rafbílnum í óhag minnkar þá úr 805 þús.kr niður í 427 þús.kr. Hér er einnig spurning um endingu rafgeymisins.

Meiri eyðsla

Spyrja má hversu mikið meiri eyðslan í bensínbílnum þurfi að vera til að jafna stöðuna við rafbíllinn. Svárið er að þá þarf bíllinn að eyða 13,4 cl/km

Ódýrari rafbíll

Gert er ráð fyrir að rafbíllinn sé 1,7 Mkr dýrari en bensínbíll. Af töflu 1 má sjá að rafbíllinn er um 0,8 Mkr óhagstæðari þjóðhagslega en bensínbíllinn. Ef hins vegar rafbíllinn lækkaði í verði um 0,8 Mkr þannig að hann kostaði þjóðhagslega 3,2 Mkr, þá yrðu bílarnir jafnir miðað við gefnar forsendur. Rafbíllinn þyrfti því að lækka um 20% í verði til að jafnast á við bensínbíllinn.

Það er líklegt að rafbíllar lækki í verði í framtíðinni. Deutsche Bank (Sankey, P., Clark, D.T., Micheloto, S., 2010) gerir ráð fyrir að verð á 25 kWh lípíumrafgeymi hafi verið 1,89 Mkr árið 2010, verði 1,31 Mkr árið 2012 en verði komið niður í 0,73 Mkr árið 2020. Það er verðlækkun um 1,16 Mkr frá 2010 til 2020. Miðað við þessa spá DB verður rafbíllin þjóðhagslega betri kostur á Íslandi eftir nokkur ár. Nánar tilteki **eftir aðeins 4-6 ár!** Rafgeymir í Nissan Leaf er 24 kWh. Ef gert er ráð fyrir að bíll eins og Nissan Leaf verði 0,7 Mkr ódýrari árið 2016 en hann er nú, og erlendir gjaldmiðlar hafi lækkað í verði um 7,3% (1,5% á ári) þá er þjóðhagslegi kostnaðurinn eins og næsta tafla sýnir.

Tafla 2. Rafbíll árið 2016 ef rafgeymar lækka í takt við spá Deutsche Bank

Í þúsundum króna	Rafbíll (Nissan Leaf)	Bensínbíll
Innkaupakostnaður	3.060	2.133
Orkukostnaður	91	1.134
Tengikostnaður	50	0
Samtals	3.201	3.267
Mismunur	66	
Rafbíll þjóðhagslega hagkvæmari	66	

Hærra orkuverð

Ef gert er ráð fyrir meiri hækkunum á orkuverði umfram gengisstyrkingu næstu árin eða 5% á ári (bæði olíu og rafmagni) þá breytist myndin aðeins. Stöðug hækkun um 5% á ári gerir það að verkum að verð tvöfaldast á 14 árum. Niðurstaðan verður þá eins og taflan sýnir.

Tafla 3. Rafbíll ef olíuverð hækkar 5% á ári í ISK.

Í þúsundum króna	Rafbíll (Nissan Leaf)	Bensínbíll
Innkaupakostnaður	4.000	2.300
Orkukostnaður	94	1.166
Tengikostnaður	50	0
Samtals	4.144	3.466
Mismunur	-678	
Rafbíll þjóðhagslega óhagkvæmari	678	

Eins og sjá má breytir þetta myndinni óverulega, gríðalegar hækkanir þyrftu til að rafbíllinn á óbreyttu verði hefði vinninginn um þessar mundir.

Um dýra bíla

Nú er það ekki svo að allir neytendur velji ódýrustu bílana miðað við eyðslu, rúmgæði eða annað. Sumir neytendur velja einfaldlega dýra bíla af öðrum ástæðum. Þær geta verið margar. Það getur verið smekkur (fyrir útliti eða öðru), þörf fyrir einhvers konar ímynd eða stöðutákn og margt fleira. Það hefur sýnt sig að neytendur eru oft á tíðum tilbúnir að borga töluvert fyrir stöðutákn eða hluti sem skera þá úr fjöldanum.

Ef neytandi er tilbúinn að eyða háum upphæðum í bíl, t.d. 5 Mkr þá er þjóðhagslega hagkvæmt að sá neytandi velji rafbíl fyrir 5 Mkr frekar en bensínbíl. Þá er þjóðhagslegur ávinningur hátt í 1Mkr vegna orkukostnaðarins sem hér hefur verið miðað við.

Það er hins vegar erfitt fyrir yfirvöld að hafa áhrif á ímynd eða hvað telst stöðutákn og hvað ekki. Vonandi munu þó rafbílar verða visst stöðutákn og gefa eigendum sínum jákvæða ímynd. Vaxandi áhersla á umhverfisvernd hjá borgurunum sjálfum ætti einnig að hjálpa þar til. Þeir ættu að vilja umhverfisvæna bíla umfram bensínbíla. Það er líklegt að það verði talið flott að vera á rafbíl.

4.6. Rafbíl, niðurstaða

Rafbíl er ekki þjóðhagslega hagkvæmur eins og staðan er nú miðað við gefnar forsendur í akstri og endingartíma.

Hins vegar virðist bíllinn vera orðinn þjóðhagslega hagkvæmur ef endingartíminn er nokkuð lengri en 10 ár og akstur er töluvert meiri en 15.000 km á ári. Það er hins vegar háð því að rafgeymirinn endist allan tímann og olíuverð haldi áfram að hækka.

Það er þjóðhagslega hagkvæmt að þeir sem vilja kaupa dýra bíla velji rafbíl frekar en dýran bensínbíl.

Ef verð rafbíls lækkar verulega í framtíðinni, sérstaklega vegna lækkandi verðs á lípíum rafgeymum, kann að vera að eftir nokkur ár eða innan áratugar verði rafbíllinn þjóðhagslega betri en bensínbíl.

5. METANBÍLAR (METANGASBÍLAR)

Nú þegar eru margir bílar í umferð sem brenna metangasi (hér eftir kallað metan). Þessir bílar brenna einnig bensíni sem notað er í ræsingu og þegar metanið klárast. Drægni er því ekki vandamál. Hér verður miðað við bíla sem eru bæði metan og bensínbílar. Metan getur verið jarðgas (jarðefnaeldsneyti) eða íslensk framleiðsla unnin á umhverfisvænan hátt úr lífrænum úrgangi í metanstöð eða unnið á enn ódýrari hátt úr hauggasi. Í þessum kafla er metið hversu þjóðhagslega hagstætt það er að skipta úr bensíni í íslenskt metan í almennri fólksbílaumferð.

5.1. *Kostnaður við innkaup á metanbíl*

Neytendur geta eignast metanbíl á tvennan hátt.

Annars vegar með því að breyta bensínbíl í metanbíl. Þá er settur búnaður í bílinn til að vélin geti brennt metani og jafnframt gaskútur sem oftast er settur í skottið og minnkar því farangursrými. Þessi breyting bensínsbíls kostar um 480.000 kr eða 382.500 kr án vsk. Drægni slíks breytts bensínbíls er 200-250 km á metaninu.

Hins vegar er hægt að kaupa nokkrar gerðir af nýjum sérframleiddum metanbílum á Íslandi. Þeir virðast vera um 200.000 – 300.000 kr dýrari í innkaupum en sambærilegir bensínbílar. Volkswagen Passat er dæmi um metanbíl sem er til sölu á Íslandi. Drægni hans er um 450 km á metani og síðan annað eins á bensíni. Hér verður miðað við að metanbíllinn sé 250.000 kr þjóðhagslega dýrari en bensínbíll. Sé miðað við sama stærðarflokk og fjallað var um í kaflanum um rafbíla, c-flokk, kostar bensínbíllinn þjóðhagslega um 2,3 Mkr. Bílar í þeim flokki eru af svipaðri stærða og Volkswagen Golf og Toyota Auris.

Niðurstaða

Metanbílar eru þjóðhagslega dýrari en bensínbílar. Gert er ráð fyrir að nýr metanbíll í c-flokki kosti þjóðhagslega um 2,55 Mkr en breyttur metanbíll kosti 2,682 Mkr. Bensínbíll í sama stærðarflokki er talinn kosta þjóðhagslega 2,3 Mkr.

5.2. Eldsneytiskostnaður (orkukostnaður)

Orkukostnaður metanbíls

Magneiningin sem er notuð fyrir metangas er Nm^3 , „normal“ rúmmetri af gasinu. Þessi Nm^3 er glettilega sambærilegur við lítra af bensíni. Nm^3 er þó eyllítið orkumeiri sem nemur um 5% þannig að hægt er að aka jafn langt á 100 Nm^3 af metani og 105 lítrum af bensíni.

Það er nokkuð óljóst hvað íslenskt metan kostar. Það fer eftir aðstæðum hverju sinni. Sérfræðingar telja að kostnaður við rúmmetra af hauggasi sé heldur meiri en hann er nú seldur á í Reykjavík af N1. Þar er verðið 120 kr/ Nm^3 með vsk. Kostnaður við metan sem kemur úr sérstakri metanstöð sem tekur við lífrænum úrgangi er líklega hærra eða 150-200 kr/ Nm^3 með vsk. Hér er ekki gert ráð fyrir að þannig stöð fái greitt fyrir að taka við úrganginum. Þetta þarf þó að skoða nánar, þ.e. hvort þjóðhagslegur sparnaður verður í förgun á lífrænum úrgangi, að geta losnað við hann í metanstöð í stað annarrar förgunar. Þjóðhagslega verðið er án virðisaukaskatts. Hér er miðað við að metan úr hauggalsi kosti þjóðhagslega um 110 kr/ Nm^3 en metan úr metanstöð kosti 140 kr/ Nm^3 .

Hér þarf þó að taka fram að ef fjárfesting í búnaði til að framleiða metangas er um garð gengin þá er sá kostnaður sokkinn eins og hagfræðingar kalla, hann skiptir ekki máli varðandi viðbótarkostnað við að taka einn normalrúmmetra í viðbót. Kostnaðurinn við að nýta ónýtta framleiðslugetu er harla lítill. Ef ekki nema hluti metangassins sem kemur frá Álfsnesi er nýttur, sem dæmi, og allt umfram metagas er brennt þá er þjóðhagslegur kostnaður við það metan sem hægt er að nýta án þess að fara í aukalegar fjárfestingar líklega ekki nema brot af því verði sem hér að framan var nefnt. Kostnaðurinn er þá fyrst og fremst jaðarkostnaðurinn við hreinsun og þjöppun á gasinu.

Ef gert er ráð fyrir 15.000 km akstri á ári þá er þjóðhagslegur orkukostnaður metanbíls um 117.860 kr á ári á hauggasi en 150.003 kr á metani frá metanstöð. Er þá miðað við bíl í C-stærðarflokki þar sem sambærilegur bensínbíll eyðir 7,5 cl/km. Ekki er gert ráð fyrir að þjóðhagslegt verð á metani

á bíla hækki með tímanum. Slíkt má einungis taka inn í dæmið ef annar notandi fer að þjóða hærra verð í þennan orkugjafa þannig að það verði fórnarkostnaður að selja metanið á þessu verði á bíla í stað þess að selja til nýja notandans. Það gæti vitaskuld gerst en slík samkeppni er ekki eins augljós og samkeppni um algengari orkugjafa til að mynda rafmagn.

Núvirtur kostnaður vegna metans í 10 ár með ofangreindum forsendum og ef núvirt er með 5% vöxtum er 933.000 kr ef um hauggas er að ræða en 1.187.000 kr ef um metan frá metanstöð er að ræða. Ef miðað er við ónýtta framleiðslugetu á hauggasi þá er núvirtur þjóðhagslegur kostnaður við það metan lítill, líklega ekki nema fá hundruð þúsunda.

Eldsneytiskostnaður bensínbíls

Eins og áður hefur komið fram er gert ráð fyrir að árs akstur á bensínbíl, 15.000 km, kosti þjóðhagslega 119.453 kr. Núvirtur kostnaður yfir 10 ár þar sem þjóðhagslegt bensínverð hækkar um 2% á ári og 5% vextir notaðir til núvirðingar er 1.027.000 kr.

Niðurstaða

Núvirtur þjóðhagslegur orkukostnaður metanbíls í C-stærðarflokki er 933.000 kr. á endingartíma hans ef um hauggas er að ræða en 1.187.000 kr ef metanið er framleitt á metanstöð sem tekur við lífrænum úrgangi. Núvirtur orkukostnaður sambærilegs bensínbíls er 1.027.000 kr.

5.3. Önnur atriði

Metanbílar eru mjög líkir bensínbílum og því eru ekki mörg atriði sem geta komið aukalega inn í myndina hvað þjóðhagslegan ávinning áhrærir. Þó ber að nefna að áfyllingarstöðvar fyrir metan eru fáar. Einungis tvær eru nú á höfuðborgarsvæðinu og engar þar fyrir utan. Þeim mun fjölga ef bílum sem nota metan fjölga. Þær munu þó líklega alltaf verða færri en núverandi bensínstöðvar. Það mun því verða einhver aukalegur kostnaður fyrir eigendur metanbíla að ná í metanið á bílinn. Ekki er víst að metanáfyllingarstöðin verði í alfaraleið fyrir þá. Þó er líklegt að þeir sem aka

framhá metanstöð í daglegu lífi séu líklegri til að velja metanbíl en aðrir. Hér er ekki lagt efnahagslegt mat á þennan kostnað enda mjög óljós.

Metanbílar blása út koltvísýringi eins og bensínbílar. Munurinn er þó sá að ef um hauggas eða gas úr metanstöð er að ræða er ekki um viðbót í lofthjúpinum að ræða. Efnin hefðu farið út í andrúmsloftið hvort sem er, reyndar í formi metans sem er umhverfislega verra en koltvísýringur.

5.4. Þjóðhagslegur kostnaður metanbíls

Hér að framan hefur verið settur fram tvenns konar kostnaður við metanbíl. Breyting á bensínbíl eða aukakostnaður við nýjan metanbíl. Einnig hefur verið settur fram tvenns konar kostnaður við metangasið sjálft. Möguleikarnir eru því fjórir sem þarf að bera saman við bensínbílinn. Hér verða tveir þeirra settir fram. Sá skásti og sá versti. Samantekið er þjóðhagslegur kostnaður við metanbíl og bensínbíl í flokki C áætlaður eins og næsta tafla sýnir:

Tafla 4. Metanbíl, þjóðhagslegt mat

Í þúsundum króna	Framleiddur metanbíl 110 kr/ Nm ³	Breyttur metanbíl 140 kr/Nm ³	Bensínbíl
Innkaupakostnaður	2.550	2.682	2.300
Orkukostnaður	933	1.187	1.027
Samtals	3.483	3.869	3.327
Mismunur	-156	-542	
Metanbíl þjóðhagslega óhagkvæmari	156	542	

Samkvæmt þessu er metanbílinn þjóðhagslega óhagkvæmari en bensínbíl en munurinn er ekki mikill. Það er því ekki efnahagslegur ávinningur af því að skipta yfir í metanbíla miðað við þessar forsendur. Hins vegar er ljóst að munurinn er það lítill að **mjög þjóðhagslega hagkvæmt er að nýta þá afkastagetu í metanframleiðslu sem nú þegar er til staðar.**

5.5. Hvað þarf að gerast til að metanbíll verði þjóðhagslega betri en bensínbíll?

Ódýrara metan

Spyrja má hvað metangasið þurfi að vera ódýrt til að jafna muninn við bensínbílinn. Svárið er 92 kr/Nm³ miðað við aðrar forsendur óbreyttar og bíllinn sé framleiddur metanbíll.

Ódýrari metanbílar

Ef áfyllingarstöðvar fyrir metan verða nægilega margar ættu að vera forsendur til að framleiða bíla sem fyrst og fremst eru gerðir fyrir metan. Bensín yrði þá eingöngu notað af tæknilegum ástæðum (ræsing og fleira) en ekki sem varaforði til að aka á ef metanið klárast. Slíkir bílar ættu að nálgast bensínbílinn enn frekar í verði. Ef metanbíllinn lækkar í verði um 156.000 kr þá er hann jafn þjóðhagslega hagkvæmur á hauggasi og bensínbíll en ósagt skal látið hvort það sé raunhæft.

Meiri akstur

Í forsendunum hér að framan var gert ráð fyrir að akstur væri 15.000 km á ári eða að meðaltali 41 km á dag. Ef ekið er meira og um ódýrt hauggas er að ræða þá verður metanbíllinn betri kostur, en breytingin er hæg. Aksturinn þarf að vera 40.000 km á ári til að munurinn hverfi í besta tilfallinu (framleiddur metanbíll ekinn á hauggasi).

Sama gildir um meiri akstur í formi þess að endingartími bílsins sé lengri en 10 ár. Þar er breyting einnig hæg.

Hvað þarf að bíða lengi?

Eins og áður var sagt þá er ekki gert ráð fyrir að verð á metani hækki með tímanum en hins vegar er gert ráð fyrir að bensínverð geri það. Það þýðir að fyrir rest verður metanbíllinn þjóðhagslega hagstæðari. Hér er þó einn mikill þrándur í götu. Bíða þarf mjög lengi til að bensínverð fari upp fyrir metanverð frá metanstöð, 10 – 20 ár. Ef ætlunin er að bíða eftir því að hauggasið verði það mikið hagstæðara en bensínið að það yfirvinni hærri innkaupakostnað metanbílsins, þá er það varla inni í myndinni. Á meðan beðið er hverfur gasið

úr haugnum. Það gerist þó ekki á einni nóttu og munurinn er það lítill á metanbílnum og bensínbílnum að bensín þarf ekki að hækka mikið til að metanbíllinn hafi vinninginn. Ef þjóðhagslegt verð á bensíni væri 122,5 kr/l en ekki 106,18 kr/l eða 15% dýrara þá væri munurinn jafnaður. Reyndar er það svo að þjóðhagslegt verð á bensíni er einmitt um 123 kr/l þegar þetta er skrifað í síðustu viku apríl 2011, en það kann að vera óeðlilegur toppur í verði vegna átaka í Lýbíu.

5.6. Metanbíll, niðurstaða

Framleiddur metanbíll ekinn á hauggasi er rétt undir því að vera þjóðhagslega hagkvæmari en bensínbíll. Bensínverð þarf þó ekki að hækka mikið til að metanbíllinn hafi vinninginn. Lengra er í að þjóðhagslega hagkvæmt verði að aka á metangasi úr metanstöð sem tekur við lífrænum úrgangi.

Mjög þjóðhagslega hagkvæmt er þó að aka á ónýttu metani sem nýtir þá afkastagetu í metanframleiðslu sem nú þegar er til staðar.

6. METANÓL

6.1. *Kostnaður við eldsneyti og innkaup á metanólbíl*

Metanól eða tréspíri er vökvi sem hægt er að brenna á svipaðan hátt og bensín. Orkuinnihald metanóls er þó minna en bensíns. Í 2,05 lítrum af metanóli er sama orka og í einum lítra af bensíni. Metanól er framleitt og selt á heimsmarkaði og virðist verð þess vera u.þ.b. það sama og á bensíni miðað við orkuinnihald. Það er eðlilegt, ef metanól væri ódýrara ykist eftirspurnin sem lyfti verðinu von bráðar í sambærilegt verð og á bensíni. Í Evrópu virðist verðið hafa verið um 325 EUR/tonn í febrúar og samsvarar það 40,9 kr/l. Bensínverð var um tvöfalt hærra, eins og hefur komið fram er miðað við verðið 77,3 kr/l í febrúar 2011. Álíka kostnaðarsamt er væntanlega að flytja tonnið af metanóli og tonn af bensíni. Miðað við orkuinnihald er því um tvöfalt dýrara að flytja metanól en bensín.

Til að nýta metanól á óbreyttan bílaflota Íslendingar þarf að blanda það í bensín. Á Íslandi sem og í Evrópusambandinu er ekki leyft hærra hlutfall metanóls í bensíni en 3%. Sú blanda er kölluð M3. Ekki er fyllilega sýnileg ástæða fyrir því að leyfa ekki hærra hlutfall, en það hefur eitthvað með uppgufun og hlutþrýsting að gera. Einnig er til blandan M85 þar sem hlutfall metanólsins er 85% en bensínsins 15%. Venjulegir bensínbílar geta ekki ekið á þessu eldsneyti. Bílar þurfa að vera sérstaklega framleiddir (eða breyttir) til að geta notað þessa blöndu. Þar sem orkuinnihald lítrans af metanóli er minna en bensíns þá er ekki hægt að aka eins langt á tanknum og með hreinu bensíni.

Þar sem verð á metanóli virðist fylgja bensínverði að mestu miðað við orkuinnihald, þó frávikin geti verið töluverð tímabundið, má segja að þjóðhagslega skipti ekki miklu máli hvort bensín eða metanól er keypt til að knýja bíla. Spurningin beinist miklu frekar að framleiðsluiðnaðinum sjálfum. Er þjóðhagslega hagkvæmt að framleiða metanól á Íslandi eða ekki, hvort sem það er selt til innlendra eða útlendra aðila? Þetta eru gjörólíkar aðstæður samanborið við framleiðslu á metangasi sem dæmi. Lítil grundvöllur er til að framleiða metangas nema samhliða sé markaður fyrir

það innanlands. Það er ekki tilfellið með metanól. Metanólframleiðsla getur staðið sem óháð grein svo fremi sem hún er samkeppnishæf á alþjóðamarkaði.

Þó má segja að þjóðhagslegt verð á metanóli framleiddu á Íslandi sé lægra en heimsmarkaðsverð sem nemur flutningskostnaðinum frá Íslandi á alþjóðamarkað. Ef á Íslandi er framleitt metanól sem er samkeppnishæft á alþjóðamarkaði má segja að þjóðhagslega sé hagkvæmara að nota það metanól heldur en innflutt bensín vegna flutningskostnaðarins. Flutningskostnaður á bensíni og olíu til Íslands er ekki mikill og virðist vera um 1,5-2 kr/l. Flutningur á metanóli ætti að var jafn dýr. Það þýðir að metanólverksmiðja á Íslandi ætti að vera tilbúin til að selja metanól á Íslandi á 1,5-2 kr lægra verði á lítra en í Rotterdam.

Dæmið má setja upp á eftirfarandi hátt út frá orkuinnihaldi: Í Rotterdam eða öðrum stað í svipaðri sjóleið frá Íslandi er hægt að fá bensín eða metanól og er verðið það sama á orkuinnihald á báðum vörum. Metanólið kemur frá Íslandi og er því 3-4 kr ódýrara á framleiðslustað en í Rotterdam miðað við orkuna í lítra af bensíni. Vegna þess að 2 lítra þarf af metanóli á móti bensínlíttranum. Bensínið flutt frá Rotterdam til Íslands er hins vegar 1,5-2 kr dýrara komið til Íslands. Orkuinnihald í metanóli sem samsvarar einum lítra af bensíni ætti því að vera 4,5-6 kr þjóðhagslega ódýrara frá metanólverksmiðju á Íslandi en innflutt bensín. Hins vegar er ekki ljóst hvar þessi þjóðhagslegi gróði lendir. Hann getur bæði lent hjá metanólverksmiðjunni sem hrein gróðaukning eða hjá neytendum metanólsins eða einhvers staðar þar á milli. Til að gera málið enn flóknara sigla þau skip sem koma með olíu til landsins að mestu tóm til baka og því er líklegt að flutningskostnaður til Evrópu á metanóli sem framleitt væri á Íslandi yrði mjög hagstæður fyrst um sinn.

Ef einungis er miðað við M3 þá er ávinningurinn harla lítill fyrir umferð fólksbíla á Íslandi, nánast hverfandi. Ef um M85 verður að ræða í framtíðinni verður ávinningurinn meiri hvað eldsneytið varðar en þá kemur upp sú spurning hvort sérútbúnir bílar fyrir M85 séu dýrari en venjulegir bensínbílar

og hvort aukalegur kostnaður falli til hjá bensínstöðvum. Eftir því sem næst verður komist eru metanólbílar ekki dýrari en bensínbílar og tiltölulega einfalt er að gera þær breytingar á bensínstöðvum sem þarf til að hægt sé að nota þær fyrir M85. Ekki fundust þó neinir M85 bílar frá bílaframleiðendum. Ef M85 bílar eru ekki dýrari en bensínbílar er líklegt að notkun M85 bíla sé eitthvað aðeins þjóðhagslega hagkvæmari en notkun bensínbíla ef metanólið er framleitt á Íslandi. Ef notað er metanól frá útlöndum er líklegt að hærri flutningskostnaður þess en bensíns til landsins geri það örlítið óhagkvæmara en bensín. Því er enginn ávinningur þjóðhagslega að nota innflutt metanól.

6.2. Þyngd og önnur atriði

Metanól er þyngra en bensín miðað við orkuinnihald. Það þýðir að ef bíll er ekinn á metanóli þá hefur hann minni drægni en ef ekið er á bensíni. Hins vegar ef drægnin á að vera sú sama þarf eldsneytisgeymir að vera stærri í metanólbílnum. Sá bíll er þá að meðaltali þyngrri en bensínbíll þar sem eðlisþyngd metanóls og bensíns er svipuð. Meiri þyngd þýðir meiri eldsneytiseyðslu og dregur því úr þjóðhagslegri hagkvæmni þess að nota metanól. Ekki er lagt mat á þennan þátt hér frekar en lagt var mat á áhrif þess að drægni rafbíla væri minni en bensínbíla.

Metanól getur verið erfitt fyrir gangsetningu í kulda og er þá verið að tala um blönduna M85. Þá getur þurft að auka við bensínið í blöndunni.

Er metanól grænn orkugjafi?

Á Íslandi yrðir metanól framleitt með rafmagni og CO₂ útblæstri frá t.d. háhitavirkjunum. Hér þarf að vera á hreinu hver er að menga. Ef litið er svo á að allt CO₂ frá virkjuninni sé hennar mengun þá er metanólið framleitt úr þessum koltvísýringi grænn orkugjafi. Metanólframleiðslan bætir þá ekki við koltvísýringi í andrúmsloftið. Ef hins vegar er litið svo á að virkjunin sé að menga minna með því að hluti koltvísýringsins frá henni fari í metanólframleiðslu þá er metanólið ekki grænn orkugjafi heldur veldur aukalegum koltvísýringi í andrúmsloftinu. Hver koltvísýringssameind hlýtur því að koma annað hvort frá háhitavirkjuninni eða metanólinu. Það er ekki hægt að halda því fram að hún komi frá hvorugum staðnum. Það verður að

vera annað hvort. Eða, sem kannski er eðlilegt, að skipta þessu til helminga. Þá getur virkjun sagst losa minna í lofthjúpin sem nemur helmingi þess sem fer í metanólframleiðslu og metanól er þá orðið grænt eldsneyti að hálfum hluta.

6.3. Þjóðhagslegur kostnaður metanólbíls

Ef litið er framhjá því að hugsanlega séu flutningar á metanóli hagstæðari frá Íslandi en aðrir flutningar, að þyngd metanóls er meiri til að komast jafn langt og fleiri atriða þá er samanburður M85 bíls við bensínbíl eins og taflan sýnir.

Tafla 5. Metanólbíll M85, þjóðhagslegt mat.

Í þúsundum króna	Metanólbíll M85	Bensínbíll
Innkaupakostnaður	2.300	2.300
Orkukostnaður	986	1.027
Samtals	3.286	3.327
Mismunur	41	
Metanólbíll þjóðhagslega hagkvæmari	41	

Eins og sjá má er ekki þjóðhagslega rík ástæða til að velja metanólbíl umfram bensínbíl. Þegar öll smáatriðin koma inn í myndina er því ekki víst að metanólbíllinn sé réttu megin við strikið þjóðhagslega.

6.4. Metanólbíll, niðurstaða

Notkun metanóbíla sem knúnir væru metanóli framleiddu á Íslandi fyrir heimsmarkað er líklega þjóðhagslega hagkvæmari en notkun bensínbíla. Það er þó háð því að metanóbílar séu ekki dýrari en bensínbílar og séu yfir höfuð í boði. Ef svo er ekki er ekki hægt að nota metanólið nema sem daufa íblöndun í bensín.

7. ETANÓL

Etanól eða alkahól er vökvi sem hægt er að brenna og er á margan hátt hliðstæður metanóli hvað bruna varðar. Til að samsvara einum lítra af bensíni í orku þarf 1,55 lítra af etanóli. Etanólið er því hagstæðara en metanólið hvað það varðar. Etanól er víða framleitt í miklum mæli í heiminum til nota á bíla. Fer þar Brasilía fremst í flokki en mikil aukning hefur verið í BNA. Svíar tóku þá ákvörðun að bjóða upp á E85 (85% etanól, 15% bensín) í stórum stíl í Svíþjóð og er landið í fararbroddi í Evrópu í nýtingu etanóls. Til að nýta E85 þarf sérútbúna bíla, ekki er hægt að nýta þá bensínbíla sem fyrir eru fyrir E85.

Viðskipti eru með etanól á heimsmarkaði en eftir því sem næst verður komist, a.m.k. hvað BNA varðar, þá er verð á etanóli alla jafna nokkuð hærra en á bensíni miðað við orkuinnihald. Við þær aðstæður er engin þjóðhagsleg hagkvæmni í því fólgin að skipta úr bensíni í almennri fólksbílaumferð á Íslandi yfir í innflutt etanól. Etanólið er þó mun umhverfisvænna þó það hafi verið gagnrýnt hversu mikla olíu þarf til að framleiða það.

Etanól þarf að brugga úr korni eða einhverju sambærilegu. Á þessari stundu er ekki sjáanlegt að etanólframleiðsla fari af stað á Íslandi í nánustu framtíð.

8. LÍFDÍSILL (BÍÓDÍSILL) ÚR REPJUOLÍU

Úr fitu er hægt að framleiða lífdísil. Orðið lífdísill er hér notað yfir olíur sem unnar eru úr lífverum og nota má á dísilvélar að hluta (á móti dísilólíu) eða öllu leyti. Hér er miðað við að hægt sé að nota lífdísil að öllu leyti. Nú þegar er framleiddur lífdísill úr steikingarolíu og lífrænum úrgangi frá sláturhúsum. En það er lítið magn, nokkur hundruð tonn á ári.

8.1. Eldsneytiskostnaður (orkukostnaður)

Ef lífdísill á að verða alvöru valkostur fyrir dísilvélar og svartolíuvélar á Íslandi þarf að rækta fitu. Sú leið sem mest hefur verið skoðuð í framleiðslu á lífdísil á Íslandi er ræktun repju. Árið 2010 kom út viðamikil skýrsla frá Siglingamálastofnun um nýtingu repju í þessum tilgangi (Jón Bernóðusson, 2010).

Þjóðhagslegt verð á lífdísil er að lágmarki það sem kostar að lífdísilvinna þá fitu sem berst til vinnslu. Eftir því sem næst verður komist kostar það ferli nokkra tugi króna, líklega 40-70 kr/l, fer að einhverju leyti eftir magni þar sem meira magn kostar minna á einingu. Ef um repjuolíu er að ræða bætist við kostnaður við pressun og flutning. Til samanburðar kostaði dísilólía í febrúar komin til Íslands um 90 kr/l. Lífdísil er hægt að selja á u.þ.b. sama verði þar sem orka úr lífdísil við bruna í dísilvél er svipuð og orka úr dísilólíu. Þetta á sérstaklega við um lífdísil þegar hann er blandaður við dísilólíu í litlu magni en ef nota á lífdísil að megninu til á dísilvélar eru líkur á að orkan úr lífdísilnum verði merkjanlega minni en úr dísilólíu.

Hvort lífdísill úr repjuolíu er þjóðhagslega hagkvæmur ræðst af því hvort ræktunarkostnaður auk kostnaðar við pressun, flutning og lífdísilvinnslu er lægri eða hærri en verð á innfluttri dísilólíu. Nettó ræktunarkostnaður á repjuolíu ræðst einnig af verði repjuhratsins sem er góður próteingjafi í fóður fyrir nautgripi. Samkvæmt Ólafi Eggertssyni á Þorvaldseyri sem ræktar repju kostar ræktun hektarans um 150.000 kr utan launa. Samkvæmt Jóni Bernóðussyni fæst af hektaranum um 3 tonn af fræjum og 3 tonn af stönglum. Úr fræjunum fæst rúmelga tonn af olíu og tvö tonn af hrati. Sambærilegt hrat er nú þegar keypt inn af einstaka fóðurstöðvum frá Evrópu

og kostar það komið til Íslands um 55-60 þús. kr/tonn. Hradið af einum hektara er því virði um 110 – 120 þús. kr. Nettó ræktunarkostnaður olíunnar er þá um 30-40 þús. kr/tonn, 30-40 kr/kg. Lítrinn af repjuolíu er 920 g við 20°C sem þýðir að ræktunarkostnaður á lítra er svipuð tala 30-40 kr/l.

Ræktunarkostnaður (30-40 kr/l án vinnulauna bóndans) auk kostnaðar við pressun (? kr/l), flutning (? kr/l) og lífdísilvinnslu (40-70 kr/l) er því líklega hærri upphæð en verð á innfluttri dísilolíu. Hversu mikið hærri er óljóst, sérstaklega í ljósi þess að óvíst er á hvaða verði bændur væru tilbúnir að selja olíuna (þeir munu vilja fá eitthvað fyrir vinnu sína). Líklega kostar lífdísill úr repjuolíu eitthvað í kring um 120-170 kr/l en þetta er mjög óljós tala enn og ræktun er í eðli sínu áhættusöm.

8.2. Kostnaður við innkaup á dísilbíl

Kosturinn við lífdísil er að bílarnir eru þeir sömu og notaðir eru fyrir dísilolíu. Því er kostnaðurinn í innkaupum sá sami. Hér er gert ráð fyrir að dísilbíll í C-flokki sé 9% dýrari en bensínbíll, en það skiptir svo sem ekki máli, aðalatriðið er að upphæðin er sú sama hvort sem notaður er á bílinn lífdísill eða venjuleg dísilolía. Gert er ráð fyrir að þessi bíll eyði 6 cl/km.

8.3. Áhrif á landbúnað og byggðaáhrif

Repjurækt krefst landrýmis og verður því í eðli sínu dreifð framleiðsla. Hún getur búið til nýja vídd í íslenskum landbúnaði og haft þannig jákvæð byggðaáhrif mjög víða um land.

Nú er ýmis landbúnaðarframleiðsla ríkisstyrkt og einnig vernduð með innflutningshöftum. Spyrja verður hvort landbúnaðarstyrkir nýtist betur til repjuræktar en matvælaframleiðslu. Þ.e. taka hluta af styrkjum til matvælaframleiðslu og setja í styrki til repjuframleiðslu. Landbúnaður fengi eftir sem áður jafn mikla styrki. Gefur það verðmætari framleiðslu? Einhverjir gætu notað þau rök gegn þessu að þá yrði matvælaframleiðsla minni og landbúnaðarstyrkir séu fyrst og fremst réttlætanagerir til að auka matvælaöryggi, ekki sé því réttlætanagerir að nota þá í annað. Þessi rök standast ekki. Matvælaframleiðsla á Íslandi krefst eldsneytis á dísilvélar. Ef

allur innflutningur stöðvaðist myndi landbúnaðurinn einnig stöðvast vegna olíuleysis. Sama gilti um möguleika á sjósókn. Með repjurækt og lífdísilframleiðslu væri því verið að auka matvælaöryggi landsins frekar en hitt. Repjuolían er líka hæf til manneldis, það væri hægt að nota hana til manneldis ef í harðbakkann slægi.

8.4. Þjóðhagslegur kostnaður lífdísils úr repju

Ef miðað er við að repjuolía kosti 140 kr/l þá lítur dæmið svona út:

Tafla 6. Lífdísill úr repjuolíu, þjóðhagslegt mat.

Í þúsundum króna	Dísilbíll lífdísill úr repju	Dísilbíll dísilolía
Innkaupakostnaður	2.500	2.500
Orkukostnaður	997	921
Samtals	3.497	3.421
Mismunur	-76	
Repjuolía þjóðhagslega óhagkvæmari	76	

Hér er miðað við að þjóðhagslegur kostnaður við dísilolíu sé 119 kr/l og hún hækki um 2% á ári en repjuolían hækki ekki á milli ára. Ennfremur er gert ráð fyrir að virði hratsins haldist milli ára en það kann að vera óraunhæft, bæði gæti verð á alþjóðamarkaði lækkað vegna meiri lífdísilframleiðslu í heiminum sem og að íslenski markaðurinn yfirfyllist.

Eins og sést er munurinn ekki ýkja mikill og liggur eingöngu í eldsneytinu. Aftur skal á það bent að kostnaður við repjuolíu er mjög óljós enn sem komið er og gæti verið töluvert langt frá 140 kr/l.

Ef þjóðhagslegur kostnaður við framleiðslu lífdísils úr repjuolíu er 129 kr/l þá er þjóðhagslegur munur enginn með sömu forsendum á verðhækkunum.

8.5. Lífdísill úr repjuolíu, niðurstaða

Repjuolía virðist enn sem komið er vera þjóðhagslega óhagkvæmari en innflutt dísilolía. Munurinn er þó ekki ýkja mikill á endingartíma eins bíls. Það þarf að láta betur á það reyna hver kostnaðurinn er við að framleiða olíuna. Það verður ekki gert nema með áframhaldandi ræktun og reynslusöfnun.

9. VETNISBÍLAR

Vetni er spennandi efni. Hægt er að nota vetni til að knýja bíla. Þá er vetnisgas framleitt, með rafgreiningu fyrst og fremst en hugsanlega með öðrum hætti, því þjappað saman, sett inn á gaskút í vetnisbíl, þaðan fer það inn á efnarafala þar sem vetninu er breytt til baka í rafmagn og rafmagnið fer síðan inn á rafmótor sem knýr bílinn.

9.1. *Kostnaður við innkaup á vetnisbíl*

Nokkrir vetnisbílar eru til á landinu en þeir tengjast allir rannsóknaverkefnum. Vetnisbílar eru ekki enn fánlegir frá bílaframleiðendum. Það er því ekki á vísan að róa hvað þeir muni kosta. Að sögn Jóns Björns Skúlasonar er líklegt að þeir muni kosta um 50.000 USD í fyrstu bylgju. Það eru 5,8 Mkr. Ofan á það bætist væntanlega flutningur og sölukostnaður (álagning) þannig að þjóðhagslegur kostnaður gæti orðið um sex og hálf milljón króna. Það sem hleypir kostnaðinum mest upp við vetnisbíl er verðið á efnarafölum. Nú er kostnaður við gerð efnarafala um 100 USD/kWh. Fyrir 70-100 kW rafmótor (94-134 hestöfl) þarf þá efnarafala fyrir 7-10 þús. USD eða 0,8-1,2 Mkr. Vonast er til að með fjöldaframleiðslu muni kostnaður við framleiðslu efnarafala lækka.

Drægni verður ekki vandamál með vetnisbíla. Líklega munu þeir hafa drægni upp undir 600 km. Er þá miðað við að vetnið verði á gaskútunum við 700 bara þrýsting. Minni þrýstingur gefur minna drægi.

Vonast er til að nokkrir framleiðendur muni hefja sölu á vetnisbílum 2015 en það getur verið að þeir bíði lengur og beri við að fyrst þurfi yfirvöld að tryggja að dreifikerfi fyrir vetni verði þá til staðar. Yfirvöld sjá hins vegar ekki ástæðu til að stuðla að uppsetningu dreifikerfisins nema ljóst sé að til staðar verði vetnisbílar.

Niðurstaða

Vetnisbílar eru ekki til sölu núna en gætu kostað þjóðhagslega um 6,5 Mkr um og eftir 2015. Bensínbíl í C-flokki kostar þjóðhagslega um 2,3 Mkr.

9.2. Eldsneytiskostnaður (orkukostnaður)

Vetni er nú þegar framleitt og selt á einum stað á Íslandi. Verðið þar er 1.076 kr/kg án vsk. Verðið er miðað við að sala standi undir kostnaði þegar nýting stöðvarinnar er bærileg. Hvert kg vetnis er 11 Nm^3 og því kostar hver Nm^3 um 98 kr. Hér er gert ráð fyrir að þetta verð endurspegli þjóðhagslegan kostnað fyrir utan rafmagnið sem er skoðað sérstaklega.

Til þess að framleiða hvern normalrúmmetra þarf 5,3-5,5 kWh af rafmagni. Það er nú keypt á taxta T1 hjá Orkuveitu Reykjavíkur. Sá taxti er háður tíma árs og tíma dags. Ef gert er ráð fyrir að núverandi vetni sé einungis framleitt á lágverði (sumar og nætur á veturna) og miðverði (dagtími í október, mars og apríl og fleira) þá er hlutur rafmagns í verðinu líklega í kring um 30-50 kr eða 6-9 kr/kWh. Eins og í tilfelli rafmagnsbílsins er spurning hvort þetta sé þjóðhagslegi kostnaðurinn við rafmagnið eða hvort hann sé lægri. Einhver raunverulegur kostnaður er við flutning þar sem búa þarf til nýja raftengingu inn í stöðina og þess háttar. Líklega er ekki hægt að einskorða raforkunotkun vetnisstöðvar eins mikið við nóttina eins og við hleðslu rafbíla. Hér er því gert ráð fyrir að þjóðhagslegur kostnaður við rafmagn sem notað er á vetnisstöð sé 4-5 kr/kWh. Þá ætti þjóðhagslegt verð á Nm^3 af vetni að vera lægra sem nemur 5-25 kr og vera 75-95 kr/ Nm^3 . Hér er miðað við 85 kr/ Nm^3 .

Ef verðið er 85 kr/ Nm^3 og þátturinn utan rafmagnsins er óbreyttur þá skiptist verðið í 27 kr rafmagn og 58 kr annað. Hlutfall orku er þá 32%. Ef orkuverð hækkar um 2% á ári ætti því vetni að hækka um 0,64% á ári.

Niðurstaða

Ef miðað er við bíl í C-stærðarflokki þar sem sambærilegur bensínbíll eyðir 7,5 cl/km þá eyðir vetnisbíll um 8-9 g/km af vetni eða um $0,094 \text{ Nm}^3/\text{km}$. Ef gert er ráð fyrir 15.000 km akstri á ári þá er þjóðhagslegur orkukostnaður vetnisbíls um 119.850 kr/ári. Sá kostnaður núvirtur með 5% vöxtum og 0,64% verðhækkun á ári er 974.000 kr.

Núvirtur orkukostnaður sambærilegs bensínbíls er 1.027.000 kr.

9.3. Önnur atriði

Í ofangreindum reikningum er miðað við að þrýstingur á vetnisgasinu sé sá sami og í núverandi vetnisstöð eða 440 bör. Í vetnisbílum í fyrstu bylgju verður þrýstingurinn líklega meiri eða 700 bör. Það kostar raforku að þjappa gasinu meira saman. Líklegt er að það kosti 25% meira rafmagn og jafnvel dýrari búnað. Ef þjóðhagslegt verð á vetni er 85 kr/Nm³ miðað við 440 bara þrýsting verður það a.m.k. 92 kr/Nm³ við 700 bara þrýsting.

Meiri þrýstingur hefur þann eina tilgang að minnka geymslurýmið og komast lengra á sömu stærð af kút. Vetnisbílar með 700 bara vetniskút munu væntanlega hafa 600 km drægi eða sambærilegt og bensínbíl. Drægni við 440 bör eins og hér hefur verið miðað við ætti að vera bærileg, 300-400 km.

Þetta er jafnframt stóri kosturinn við vetnisbíl umfram rafbíl. Drægnin er margfalt meiri. Hér er ekki lagt þjóðhagslegt mat á þetta atriði frekar en áður enda óljóst hvernig ætti að gera það.

9.4. Þjóðhagslegur kostnaður vetnisbíls

Samantekið er þjóðhagslegur kostnaður vetnisbíls og bensínbíls í flokki C áætlaður eins og næsta tafla sýnir og er þá miðað við að vetnisbílar væru fánlegir nú.

Tafla 7. Vetnisbíl, þjóðhagslegt mat.

Í þúsundum króna	Vetnisbíl (50.000 USD)	Bensínbíl
Innkaupakostnaður	6.500	2.300
Orkukostnaður	974	1.027
Samtals	7.474	3.327
Mismunur	-4.147	
Vetnisbíl þjóðhagslega óhagkvæmari	4.147	

Samkvæmt þessu er vetnisbíl þjóðhagslega dýrari en bensínbíl og munar miklu.

Þar sem vetnisbíllinn verður fyrst á boðstólnum árið 2015 er kannski fróðlegt að sjá hvernig hann stendur þá í samanburði við bensínbíl miðað við gefnar

forsendur. Notum samt árið 2016 eins og gert var í tilfelli rafmagnsbílsins. Þá er gert ráð fyrir að erlendir gjaldmiðlar hafi lækkað um 7,3% í verði (1,5% á ári). Þjóðhagslegi kostnaðurinn er þá eins og næsta tafla sýnir.

Tafla 8. Vetnisbíll, þjóðhagslegt mat m.v. árið 2016.

Í þúsundum króna	Vetnisbíll (50.000 USD)	Bensínbíll
Innkaupakostnaður	6.025	2.133
Orkukostnaður	999	1.111
Samtals	7.024	3.244
Mismunur	-3.780	
Vetnisbíll þjóðhagslega óhagkvæmari	3.780	

Niðurstaðan er meira og minna sú sama, vetnisbíllinn er mjög þjóðhagslega óhagkvæmur miðað við þessar forsendur.

9.5. Hvað þarf að gerast til að vetnisbíll verði þjóðhagslega betri en bensínbíll?

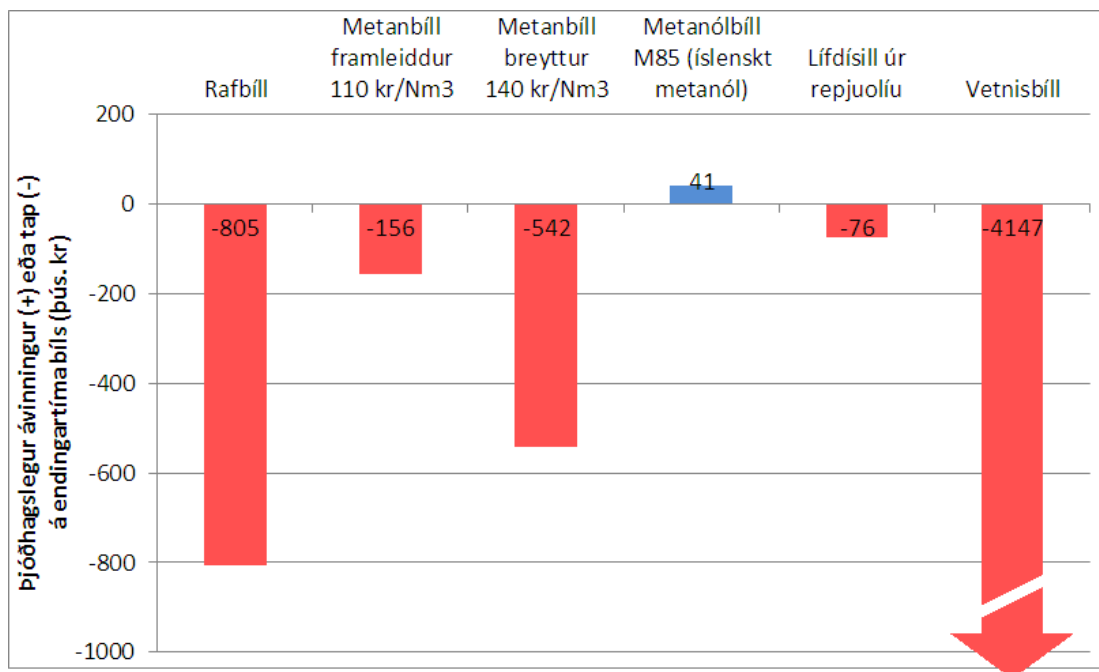
Vetnisbíllinn þyrfti að lækka mikið í verði til að jafnast á við bensínbíllinn. Helst eru bundnar vonir við að verð efnarafalanna lækki í framtíðinni. Hins vegar er munurinn á eldsneytiskostnaði ekki það mikill að vetnisbíllinn má ekki vera mikið dýrari en bensínbíll. Rafbíllinn má vera töluvert dýrari en bensínbíllinn til að jafnast á við hann þjóðhagslega vegna þess að þar er orkukostnaðurinn svo lágur. En aftur skal tekið fram að vetnisbíllinn hefur algjöra yfirburði yfir rafbíllinn í drægni.

9.6. Vetnisbíll, niðurstaða

Vetnisbíll er ekki fánlegur, en þó hann væri fánlegur er hann mjög þjóðhagslega óhagkvæmur miðað við gefnar forsendur. Þar ræður verð hans mestu. Vetnisbíllinn virðist einhver verstí kosturinn hvað þjóðhagslega hagkvæmni varðar eins og staðan er um þessar mundir. Ekki eru líkur á að það breytist mikið á næstu árum.

10. SAMABURÐUR

Ef allir þeir kostir sem hér hafa verið kannaðir eru settir hlið við hlið lítur matið út eins og næsta mynd sýnir:



Mynd 1. Samanburður á þjóðhagslegum ávinningi orkukosta í samanburði við bensínbíl (dísilbíl í tilfalli lífdísils).

Súlan fyrir vetnisbíl er í svo stórum mínus að ekki nema hluti hennar er sýndur.

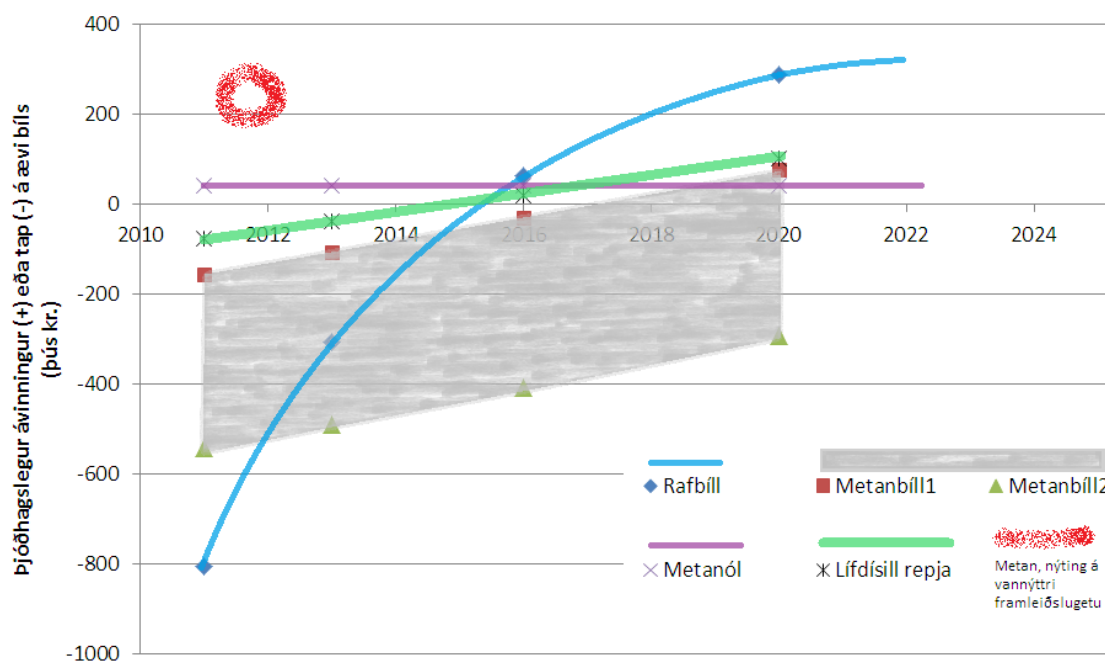
Ef mið er tekið af þessari mynd er nokkuð ljóst hvernig ætti að fara að ef ákveðið væri að auka notkun grænna orkugjafa í fólksbílaumferð. Þó það sé ekki sýnt á myndinni þá er hagkvæmast að nýta það metan sem þegar er til reiðu. Það er fyrsta skref, en það magn er takmarkað. Í öðru lagi að nýta metanól á fólksbíla ef farið verður að framleiða það hérlandis. Það er að því tilskyldu að metanól verði á einhvern hátt skilgreint sem grænn orkugjafi. Í þriðja lagi að nýta það hauggas sem til staðar er á Íslandi í nægjanlegu magni fyrir metanbíla. Í fjórða lagi að nýta lífrænan úrgang til metanframleiðslu. Staða repjuolíu er óljósari en gæti verið svipað góður kostur og metan. Rafbíll kemur þarna á eftir en getur nú þegar verið raunhæfur kostur fyrir þá sem aka mikið en þó ekki meira en drægnin leyfir. Rafbíllinn gæti einnig orðið mun samkeppnishæfari innan fárra missera. Vetnisbíll á mjög langt í land og kemur varla til greina á næstu árum.

Eins og tekið er fram víða í skýrslunni eru ýmis atriði sem eru jákvæð og neikvæð fyrir mismunandi orkukosti en eru ekki metin þjóðhagslega. Í næstu töflu eru þessi atriði talin upp, eflaust eru mörg fleiri sem hér eru ekki nefnd.

Tafla 9. Yfirlit yfir þjóðhagslega hagkvæmni og atriði sem eru ekki metin þjóðhagslega.

Tegund eldsneytis og þjóðhagslegt mat í þús. kr.	Jákvæð atriði (+) og <i>neikvæð atriði (-)</i> sem ekki eru tekin með í þjóðhagslegt mat (ekki tæmandi listi).
Rafbíll þjóðhagslega óhagstæður um 805 samanborinn við bensínbíl	<i>Stutt drægni.</i> <i>Rafgeymar gætu slappast nokkuð á endingartímanum, jafnvel orðið ónothæfir.</i> <i>Förgunarkostnaður rafgeyma</i> eða <i>virði rafgeyma til endurvinnslu.</i> <i>Minni eldhætta.</i> <i>Betri loftgæði, ekki lífshætta í lokuðu rými.</i> <i>Betri hljóðgæði.</i>
Metanbíll þjóðhagslega óhagstæður um 156-542 samanborinn við bensínbíl	<i>Líklega lengra að fara á metanstöð en bensínstöð, (möguleikar á að dreifa metanstöðvum takmarkaðri en annarra orkukosta).</i> <i>Nýting á ónýttri framleiðslugetu er þjóðhagslega hagkvæm.</i> <i>Gengur líka fyrir bensíni.</i>
Metanólbíll þjóðhagslega hagstæður um 41 samanborinn við bensínbíl	<i>Uppgufun og hlutþrýstingur.</i> <i>Ekki finnanlegir bílar frá framleiðendum sem eru gerðir fyrir þessa blöndu.</i> <i>Tvöfalt þyngra eldsneyti per orkuinnihald, þýðir minni drægni eða þyngrri bíl.</i> <i>Getur verið erfitt í gangsetningu í kulda.</i> <i>Skilgreiningaratriði hvort grænt eldsneyti eða ekki.</i>
Lífdísill, repja þjóðhagslega óhagstæður um 76 samanborinn við dísilbíl	<i>Ræktun er í eðli sínu áhættusöm, brugðið getur til beggja vona.</i> <i>Með meiri repjurækt í heiminum gæti verð lækkað á repjuhrati</i> <i>Hefur líklega jákvæð byggðaáhrif og eykur fjölbreytni í landbúnaði.</i>
Vetnisbíll þjóðhagslega óhagstæður um 4.147 samanborinn við bensínbíl	<i>Betri loftgæði, ekki lífshætta í lokuðu rými.</i> <i>Betri hljóðgæði.</i>

Ef reynt er að horfa fram í tímann með þeim forsendum sem notaðar hafa verið í skýrslunni kemur í ljós að flestir orkugjafar sækja á þjóðhagslega með tímanum, enda er gert ráð fyrir að olíuverð hækki um 2% á ári í íslenskum krónum talið. Á næstu mynd má sjá ófullkomna tilraun til að sýna hvaða kostir séu bestir þjóðhagslega í nánustu framtíð.



Mynd 2. Þjóðhagslegt mat á mismunandi orkugjöfum í fólksbílaumferð á Íslandi í nánustu framtíð.

Þessa mynd má alls ekki taka hráa sem endanlegan sannleik. Ýmsa fyrirvara verður að gera við hana.

- Hringurinn á myndinni er settur til að minna á að vannýtt framleiðslugeta er til staðar í metanframleiðslu. Mjög hagkvæmt er að nýta hana en stærð ávinningsins er óljós, enda um takmarkað magn að ræða sem innan skamms verður vonandi fullnýtt.
- Rafbíllinn kemur mjög vel út eftir 2016 og er þessi ferill byggður á spá Deutsche Bank um lækkingu verðs á rafgeymum sem áður var getið. Ekki er hægt að segja annað en bankinn sé bjartsýnn á verðþróun rafbíla, kannski of bjartsýnn.

- Ferill fyrir lífdísil úr repju er teiknaður á myndina en mjög mikil óvissa er hvar hann liggur eins og áður var lýst. Hér er miðað við kostnaðinn 140 kr/l. Ferillinn gæti verið neðar eða ofar en þarna er teiknað.
- Metannotkun spannar visst svæði eins og sést á myndinni. Efri hlutinn (metanbíll1) á við framleidda metanbíla á hauggasi ($110\text{kr}/\text{Nm}^3$) en neðri hlutinn (metanbíll2) á við breytta bíla á stöðvargasi ($140\text{kr}/\text{Nm}^3$). Á milli eru breyttir bílar á hauggasi og framleiddir bílar á stöðvargasi sem teljast verður líklegasta formið til langframa.
- Vetnisbíllinn er ekki teiknaður inn á myndina enda í fyrsta lagi í boði 2015. Einnig er spurning hvort hann komist upp fyrir -1Mkr í þjóðhagslegum halla miðað við bensínbíllinn á þeim tíma sem hér er sýndur.

Stærsta ályktunin sem má draga af myndinni er að bráðlega verði nokkrir orkugjafar þjóðhagslega betri en jarðefnaeldsneyti. Ekki er neinn skortur á möguleikum til að taka við af olíunni í framtíðinni. Framtíðin er því björt hvað það varðar. Ekki ætti að vera erfitt að knýja fólksbílaflotann að 20% á vistvænum orkugjöfum fyrir 2020.

Áætlunin gæti verið eins og kemur fram í næstu punktum:

- Fyrst um sinn er auðveldast að auka nýtingu á metani, sérstaklega hauggasi.
- Ef framleiðsla hefst á Íslandi á metanóli þarf að íhuga alvarlega hvernig hægt er a nýta það sem best innanlands.
- Ræktun á repju þarf að aukast stig af stigi og fá þannig úr því skorið hvort lífdísill úr repju sé samkeppnishæfur kostur eða hvenær sá orkugjafi verði vænlegur kostur.
- Rafbílar koma síðan vonandi til sögunnar eftir að ofangreindir punktar hafa verið í framkvæmd í hálfan eða heilan áratug. Þá er líklegt að hagkvæmt sé að gera hlut rafbíla stóran en hinir „grænu“ bílarnir verða þó áfram nauðsynlegir vegna meiri drægni.

HEIMILDIR

Félag íslenskra bifreiðaeigenda. (2011, 3. mars). *Hver fær hvað af verði bensínlítrans?*. Sótt 3. mars 2011 af <http://www.fib.is/?FID=2747>.

Félag íslenskra bifreiðaeigenda. (2008, 28. janúar). *Eyðslutölurnar- er þeim treystandi?*. Sótt 30. mars 2011 af <http://fib.is/?FID=1829&adalmenu=13>.

Jón Bernódusson (2010). *Umhverfissvænir orkugjafar: Ræktun á repju og nepju til framleiðslu á lífrænni dísilolíu fyrir íslenska fiskiskipafлотann*. Kópavogi: Siglingastofnun Íslands.

Sankey, P., Clark, D.T., Micheloto, S. (2010). *The End of the Oil Age – 2011 and beyond: a reality check*. BNA: Deutsche Bank Securities Inc.

The Society of Motor Manufacturers and Traders. (2010, september). *Electric Car Guide 2010*. Sótt 3. mars 2011 af <https://www.smmt.co.uk/shop/electric-car-guide-2010/>.

Nokkrar vefslóðir sem stuðst var við:

http://www.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm

http://www.simetric.co.uk/si_liquids.htm

http://www.toyota.is/cars/new_cars/price_all_cars.aspx

http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_density

http://www.volkswagen.is/etc/medialib/vwcms/virtualmaster/is_is/pdf.Par.0143.File.pdf/volkswagen_folksb.pdf

<http://www.altfuels.org/backgrnd/altftype/m85.html>

Viðmælendaskrá

Ásgeir Ívarsson, Mannviti, apríl 2011.

Birna Sigrún Hallsdóttir, Umhverfisstofnun, 17/3 2011.

Brynjar Elefsen Óskarsson, Heklu, apríl 2011.

Drífa Ólafsdóttir, Carbon Recycling International, 19/4 2011.

Einar Vilhjálmsson, Metan, apríl 2011

Gunnlaugur Kristinsson, Samvirkni, 22/2 2011.

Jón Björn Skúlason, Íslenskri nýorku, 26/4 2011

Kristinn Sigurharðarson, Orkey, apríl 2011

Magnús Ásgeirsson, N1, apríl 2011.

Ólafur Eggertsson, bóndi Þorvaldseyri, apríl 2011

Ómar Valgarðsson, Laxá fóðurverksmiðja, 27/4 2011.

Pálmi Snorrason, Höldur, apríl 2011

Rúnar Bridde, Ingvari Helgasyni, mars 2011

Þóroddur Sveinsson, apríl 2011.

Özzur Lárusson, Bílgreinasambandinu, 27/4 2011.