

# Orkugjafar, eldsneyti og tæknilausnir fyrir vélknúin ökutæki

---

Samgöngur í ljósi fjármagnskreppu

**Lokaskýrsla**  
**Unnið fyrir styrk úr Orkusjóði**

**Haraldur Sigbórsson og Stefán Einarsson**

**30. mars 2011**

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	3
Samgönguvandinn í sögulegu samhengi .....	4
Liklegt er að samkeppni um framtíðareldsneytið fari vaxandi .....	6
Stefnumótun í orkuskiptamálum .....	7
Horft lengra inn í framtíðina .....	7
Notkun metans sem orkugjafa verður æ vinsælli .....	10
Rafmagnsbílar eru taldir skipta miklu máli í framtíðinni .....	11
Tvinnbílar .....	11
Endurnýjanlegir orkugjafar og orkuberar .....	12
Aðrir samgöngumáttar .....	16
Vandamál tengd umferðarmenningu og umferðaröryggi .....	16
Afleiðing af orkuskiptaferlunum og kreppu fyrir vegagerð .....	17
Staða orkuskipta í dag .....	17
Lokaorð .....	17
Heimildir .....	18

## Myndaskrá

Mynd 1: Spá um innlenda notkun orku frá 2008-2050. ....	3
Mynd 2: Þróun á losun CO <sub>2</sub> í 27 ríkjum Efnahagsbandalagsins skipt á mismunandi geira atvinnulífsins frá 1990-2007. ....	4
Mynd 3: Fjölgun bifreiða í heiminum á undanförunum árum. ....	5
Mynd 4: Útblástur á CO <sub>2</sub> í hinum ýmsu Evrópulöndum á 15 ára tímabili. ....	6
Mynd 5: Losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi. ....	8
Mynd 6: Samband eldsneytiseyðslu og losunar CO <sub>2</sub> . ....	9
Mynd 7: Meðallosun CO <sub>2</sub> frá nýjum bílum. ....	10

## Töfluskrá

Tafla 1: Dísileldsneyti.....	12
Tafla 2: Alkóhól. ....	13
Tafla 3: Gös.....	14
Tafla 4: Tæknilausnir.....	15

## Inngangur

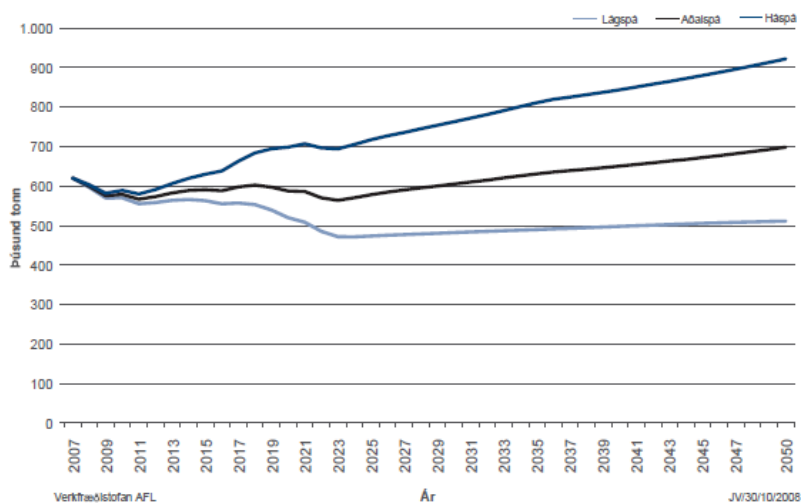
Í stuttu máli má segja að meginvandi í íslenskum samgöngum sé fjórþættur. Hér er mikill fjöldi bifreiða, verðsprenging hefur orðið á eldsneyti á skömmum tíma og mjög mikil losun er á gróðurhúsalofttegundum. Kröfur til betri og öruggari vega eru einnig sífellt í umræðunni.

Í ársbyrjun 2010 voru 646 skráðar fólksbifreiðar á hverja 1000 íbúa hér á landi. Í ársbyrjun árið 2005 voru 658 skráðar fólksbifreiðar á hverja 1000 íbúa. Þetta er með því mesta sem gerist í heiminum. Í Evrópu voru aðeins Lúxemborg og Liechtenstein með fleiri bíla m.v. fólksfjölda. Til samanburðar voru í aðildarríkjum evrópska efnahagssvæðisins (EES 32) að meðaltali 460 bílar á hverja 1.000 íbúa árið 2005. Undanfarin ár hefur orkunotkun nýrra bifreiða verið hærri á Íslandi en í öðrum Evrópulöndum, en minnkaði þó um 8% milli árána 2002 og 2007.

Samhliða þessari bílafjölgun hefur orðið mikil aukning í notkun eldsneytis og þar af leiðandi hefur orðið mikil losun á gróðurhúsalofttegundum. Mikil þörf hefur því skapast til að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis og eru ályktanir þar um rekjanlegar til Kyotobókunarinnar frá 1992 um sjálfbærni.

Á síðustu mánuðum hefur orðið nánast verðsprenging á verði eldsneytis og hefur verð á eldsneyti tvöfaldast á hlutfallslega skömmum tíma.

Ef tölur, sem gefnar hafa verið upp um þróun olíuverðs í riti orkuspárnefndar (Orkustofnun, 2008) um notkun frá 2007 til 2050 og oliuverð í lágspá (130 \$ á tunnu) og háspá (70 \$ á tunnu) eru skoðaðar og bornar saman við spár 2011, sem segja að olíutunna fari í 150 \$, ekki seinna en í október þá virðist raunveruleiki um framvindu í orkuspármálum mjög erfiður viðfangs. Ekki síst í ljósi nýrra álagna vegna erfiðs efnahagsástands og þeirrar staðreyndar að gjaldeyrisforði til þess að kaupa eldsneyti mun væntanlega dragast saman á næstu árum.



MYND 6.3

Spá um innlenda notkun olíu og nýrra orkugjafa ásamt vökmörkum.

**Mynd 1:** Spá um innlenda notkun orku frá 2008-2050. (Heimild: Orkuspárnefnd, 2010).

Hér fylgir línurit (Mynd 1) frá Orkuspárnefnd, sem sýnir hugsanlega þróun allt til ársins 2050. Nýrri erlendar spár um þróun orkuverðs eru jafnvel neikvæðari en þarna kemur fram eins og nefnt hefur verið. Spáin er því nánast úrelt strax, enda hefur skýrslan verið unnin fyrir hrun 2008. Jafnframt mun hafa dregið úr notkun eldsneytis nýverið, þannig að líklegt er að notkun sé ofáætluð í upphafi spátímabils.

Á mynd 1 má sjá spá Orkuspárnefndar allt til ársins 2050, en sjá má að í aðalspá að magn eldsneytis er áætlað 100.000 tonnum meir en notað er um þessar mundir. Ef litið er til áætlaðrar eldsneytisneyslu árið 2020 sést að hún er áþekkt notkun núna eða nálægt 600 þúsund tonnum.

Vandi evrópuþjóða er áþekkur vanda Íslendinga, en evrópuþjóðir hafa sett fram sameiginleg markmið í orkuskiptamálum og miða þau að því að útskipting á óæskilegu eldsneyti hafi það í för með sér að losun óæskilegra lofttegunda minnki um 20%, árið 2020. Hið sama gildir um áform Íslendinga.

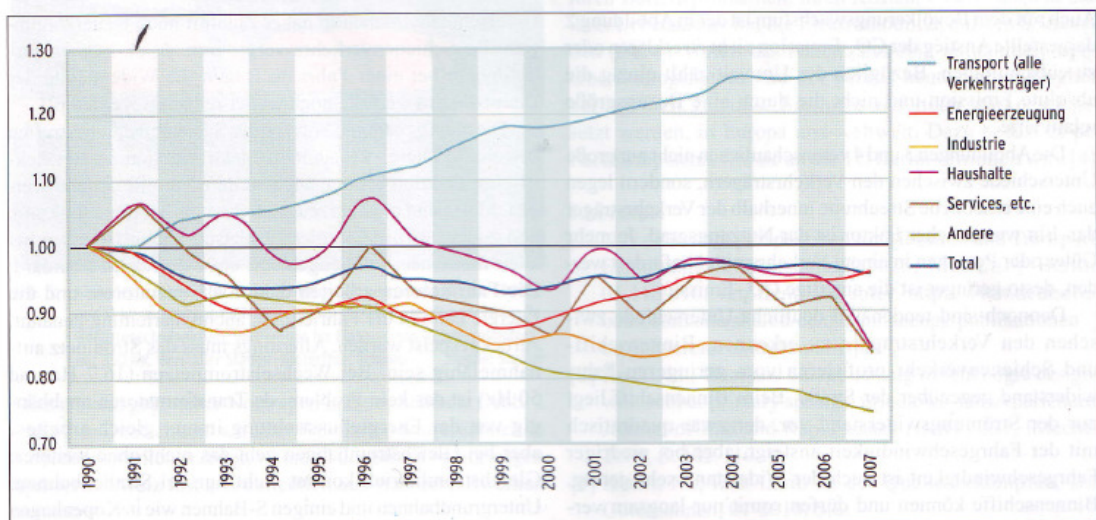


Abb. 1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emission in den 27 Mitgliedstaaten der Europäischen Union, aufgeteilt nach Emittenten

Quelle: Statistical Pocketbook 2010

**Mynd 2:** Þróun á losun CO<sub>2</sub> í 27 ríkjum Efnahagsbandalagsins skipt á mismunandi geira atvinnulífsins frá 1990-2007.

(Heimild: Mobilität und Verkehrsplanung, Nr 67 TU Berlin 2011).

Myndin sýnir þróun um 17 ára skeið í flutningum, orkuframleiðslu, iðnaði, heimilisrekstri, þjónustu, annað og heildræna losun. Vöxtur er langmestur í samgöngugeiranum og á hið sama við hjá okkur Íslendingum.

## Samgönguvandinn í sögulegu samhengi

Vandamálið á heimsvísu lítur þó öðruvísi út, en vandamál Evrópuríkjanna. Í hinum vestræna heimi er komin á viss metnun í fjölda bifreiða og er ekki gert ráð fyrir mikilli fjölgun þar. Hún getur engu að síður orðið umtalsverð. Í Asíu er hins vegar gífurleg eftirspurn eftir bifreiðum og er gert ráð fyrir að bifreiðum í heiminum muni fjölga í 2 milljarða (m.v. fimm hundruð milljónir í kringum 2005) á árunum fram til 2030. Kína og Indland mundu þá nota til samans meir af eldsneyti en heimurinn gerir í dag. Eftirfarandi mynd sýnir þróun í fjölda bifreiða á undanförunum árum í heiminum öllum.

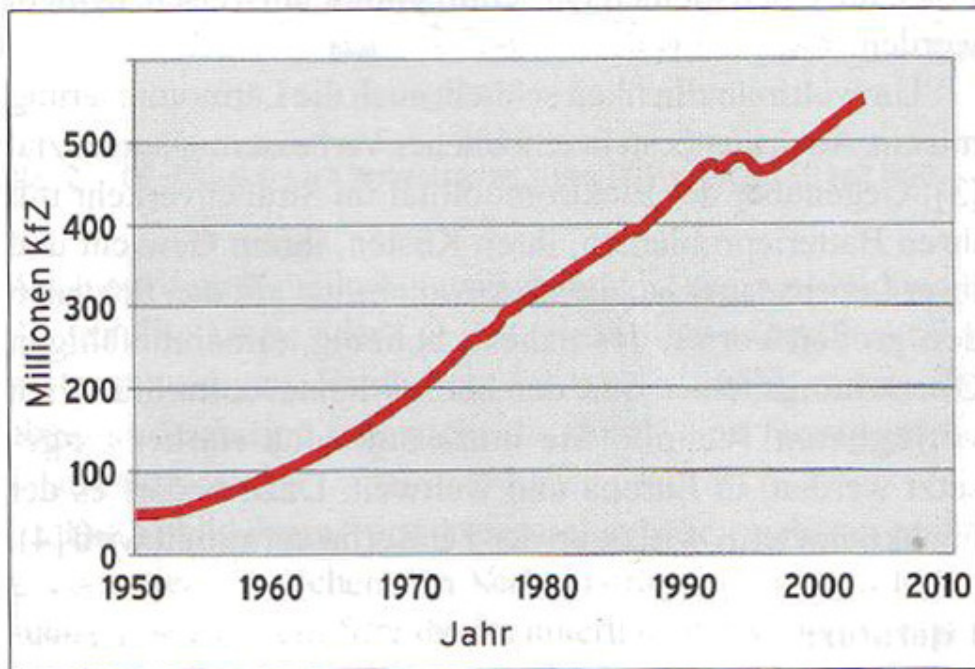


Abb. 1: Weltweite Verkehrsentwicklung

Quelle: World Watch Institute, Vital Signs Facts, 2005

**Mynd 3:** Fjölgun bifreiða í heiminum á undanförunum árum.

Á y-ás milljón bifreiðar, á x-ás ártal. (Heimild: Mobilität und Verkehrsplanung, 2011).

Framhjá þessu er ekki hægt að horfa, þegar lausnir eru þróaðar, en dýrar lausnir munu að sjálfsögðu standa Íslendingum til boða líka, eins og t.a.m rafmagnsbílar, sem um þessar mundir eru boðnir fram í sívaxandi gæðum, en verð þeirra er afar hátt. Ekki er víst að unnt verði að bregðast við seinni tíma vanda, sem virðist sívaxandi tenging við oliuvandamál heimsins eða yfirvofandi birgðaskort, nema að mikil stefnufesta sé viðhöfð strax í upphafi. Á móti þessu kemur að bílaframleiðendum í heiminum fjölga og hugsanlega munu ný bifreiðaframleiðsluríki framleiða mun ódýrari bíla í framtíðinni. Þetta gæti t.d. átt við Indland og Kína.

Iðnaðarnotkun er væntanlega hlutfallslega meiri hér á landi en í löndum Efnahagsbandalagsins og því þarf að hafa hana upp á borðinu líka, þegar metið er hvernig sé hægt að lækka útblástur á CO<sub>2</sub> gildum í framtíðinni.

Minnkun á notkun jarðfnaeldsneytis og sjálfbærir flutningar á Íslandi og í evrópulöndunum eru skyld markmið. Flutningar valda mestri losun á gróðurhúsalofttegundum í Efnahagsbandalaginu og á Íslandi er þetta sá þáttur sem vex mest í þessu tilliti. Það má því segja, að vandamál þessarar stóru viðskiptablokkar séu afar skyld okkar vandamálum, hvað þennan þátt varðar.

Lausnarmöguleikar eru sennilega að hluta ólíkir því að evrópubúar geta notað rafmagnslestir til að bæta stöðuna hjá sér og aukið hlut almenningsgangna. Sums staðar hefur þetta í för með sér aukinn vanda, ef kol eru notuð til að framleiða rafmagn.

## Liklegt er að samkeppni um framtíðareldsneytið fari vaxandi

Þetta eru bæði góð tíðindi og vond í senn. Samkeppni um jarðefnaeldsneyti á eftir að aukast í framtíðinni ef gert er ráð fyrir, að Indland og Kína verði miklir stórnotendur í framtíðinni. Tæknilausnir, sem geta brúað tímabil óvissu eru líklegri að koma frá fjársterkum framleiðendum í stórþjóðum, fremur en smærri ríkjum. Indland og Kína eru t.a.m. bílaframleiðendur í dag. Átök um jarðolíu og gas hafa verið ákaflega hatrömm á undanförunum áratugum og er gott að geta staðið fyrir utan slík átök, svo sem kostur er.

Nýjar bifreiðar eyða mun minna en eldri bifreiðar. Þetta kemur m.a. annars til af áframhaldandi bestun bensín- og dísil mótor, sem mun hafa áhrif langt inn í framtíðina. Bifreiðaflotinn íslenski telst gamall en, er þó ekki mikið eldri en meðalaldur bifreiðaflota Efnahagsbandalagsins. Orkuskipti frá jarðefnaeldsneyti yfir á aðrar tegundir eldsneytis virðast vera sjálfsagðar og eðlilegar út frá íslenskum hagsmunum um sem mest sjálfstæði í orkumálum, en einnig út af ákvörðunum Efnahagsbandalagsins, Bandaríkjanna og fleiri þjóða, sem stefna í þá áttina og þær munu því bjóða nýjar tegundir bifreiða, sem nota annað en hefðbundið jarðefnaeldsneyti.

Á undanförunum árum hafa verið stigin mörg skref í þá átt að draga úr mengun jarðefnaeldsneytis frá bifreiðum og auka nýtni þeirra og má nefna sem dæmi svokallaða tvinnbíla sem hafa bæði rafmagnsmótor og venjulegan bifreiðamótor. Aukning í notkun jarðefnaeldsneytis verður gerð óheppilegri þegar fram í sækir og slíkt eldsneyti verður lúxusvara. Markmið Evrópusambandsins eru fjölþættari en markmið Íslendinga, því að vegakerfi í mörgum Evrópulöndum er ofhlaðið nú þegar og kallar það á ýmsar kerfislægar lausnir, sem ekki er þörf fyrir hér. Sjá nánar í hvítbók Evrópusambandsins (White paper, 2011) Myndin sýnir flutninga, orkuviðnað, heimili, þjónustu, iðnað og annað.

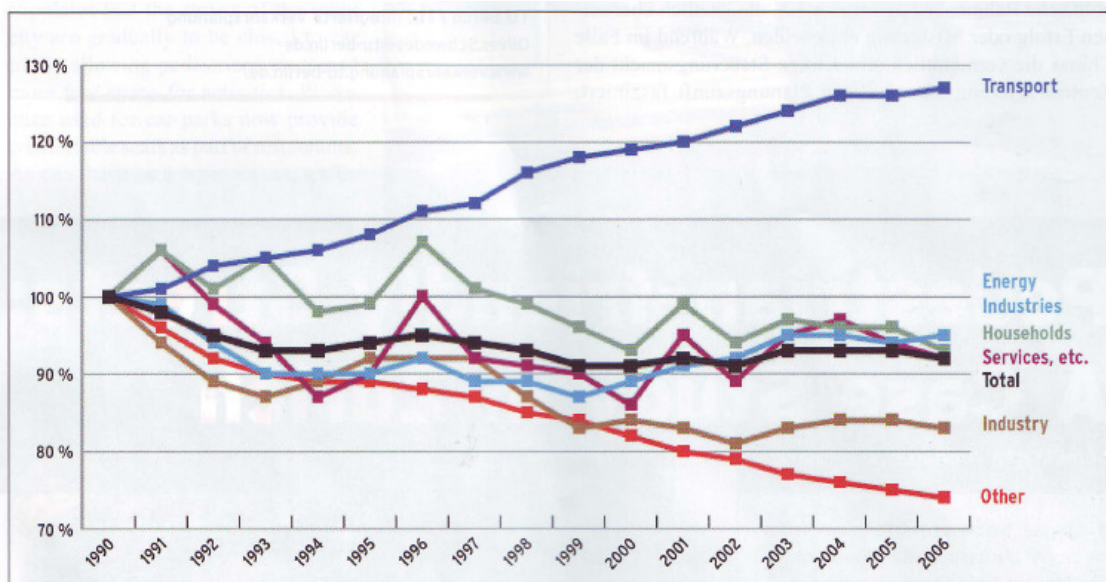


Abb. 3: CO<sub>2</sub>-Emissionen in der EU nach Sektoren

Quelle: Statistical pocketbook 2009

**Mynd 4:** Útblástur á CO<sub>2</sub> í hinum ýmsu Evrópulöndum á 15 ára tímabili. (Heimild: Mobilität und Verkehrsplanung, TU Berlin, 2011).



## Stefnumótun í orkuskiptamálum

Stefnumótun í vandamálinu er þó í fullri vinnslu hér á landi og eru fjölmargir aðilar sem beina sjónum sínum að vandamálinu, eins og t.a.m. olúfélögin og allir þeir aðilar sem hugsanlega munu koma að framleiðslu eldsneytis eða undirbúningi þess í framtíðinni.

Í nýrri skýrslu iðnaðarráðuneytis um orkustefnu er þetta orðað með eftirfarandi hætti:

„Ljóst er að hægt er að auka orkuöryggi Íslendinga, stuðla að markmiðum um minni losun gróðurhúsalofttegunda, og uppfylla kröfur um aukinn hlut endurnýjanlegrar orku í samgöngum, með því að draga úr notkun á innfluttu jarðefnaeldsneyti. Skipta má leiðum í átt til þess markmiðs í þrjá flokka:

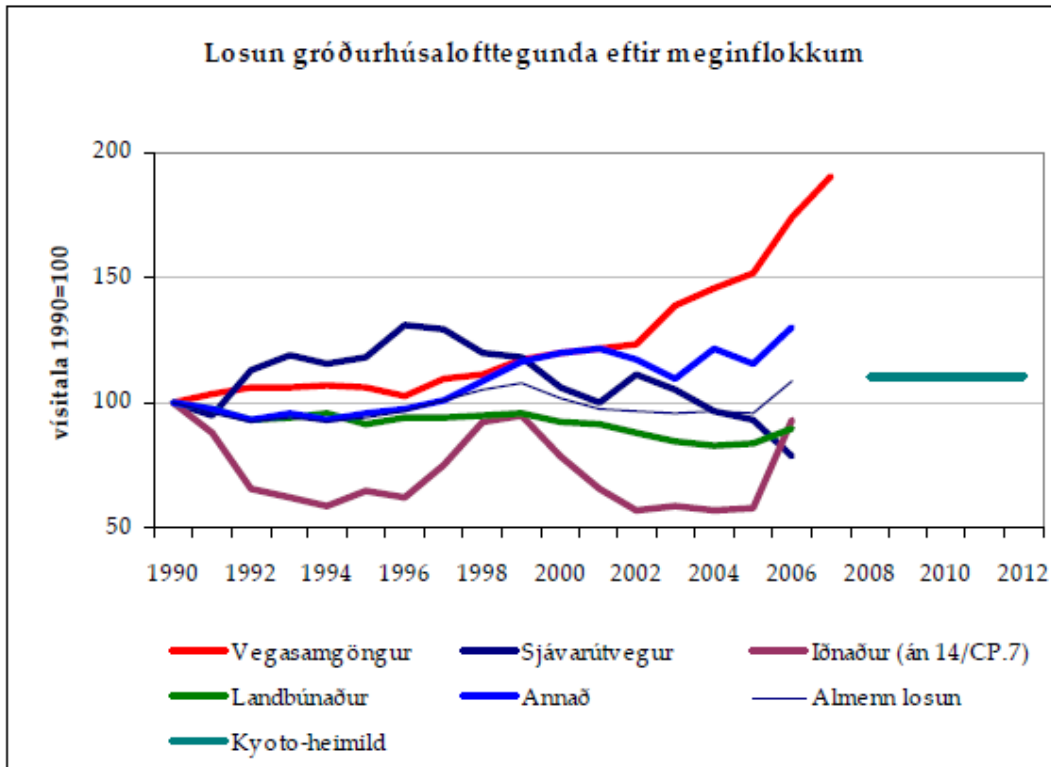
1. Að bæta nýtingu jarðefnaeldsneytis.
2. Að auka innlenda framleiðslu á vistvænu eldsneyti eða orkuberum sem koma í stað jarðefnaeldsneytis. Auk þess að styðja við tækni sem slíkt eldsneyti eða orkuberar krefjast.
3. Að auka innflutning á vistvænu eldsneyti, svo sem lífeldsneyti, að því marki sem slíkt telst stuðla að sjálfbærnimarkmiðum.“

Segja má, að unnið sé í öllum þrem markmiðunum á landinu nú þegar. Fluttir eru inn bílar sem bæta nýtingu eldsneytisins. Leitað er að innlendum orkuberum, sem hægt er að nota til þess að framleiða eldsneyti, að blanda í eldsneyti eða hægt að nota sem íblöndunarefni í eldsneyti. Innflutningur á endurnýjanlegum orkugjöfum svo sem etanóli á sér stað í nokkrum mæli. Einnig eru hér uppi áform um að reisa verksmiðju fyrir endurnýjanlega orkubera, t.a.m. metanólverksmiðju sem umbreytir koldíoxíði í metanól.

Möguleikarnir á að bæta nýtingu jarðefnaeldsneytis með breytingu á mótorum og stýrikerfi þeirra eru staðfestir af erlendum vísindamönnum. Talið er að möguleikarnir til að framleiða íslenskt eldsneyti í miklu magni séu takmarkaðir. Hins vegar er framleiðsla orkugjafa og orkubera möguleg og hefur t.a.m. metan náð hér miklum vinsældum. Nú eru þrjú verkstæði í gangi sem breyta bifreiðum í tvíorkubíla, þannig að þeir ganga bæði fyrir metani og jarðefnaeldsneyti. Metan er öflug gróðurhúsalofttegund og því er álitlegur valkostur að vinna metan úr hauggasi og mykju og nota sem eldsneyti þannig að gróðurhúsaáhrif fari minnkandi. Gert er ráð fyrir, að metanbílar á landinu verði allt að 1000 í lok þessa árs, en umbreyting í metanbíla mun fyrst hafa átt sér stað um aldamótin 2000.

## Horft lengra inn í framtíðina

Íslendingar hafa hingað til einblínt á vetni og rafmagn sem sjálfbæra orkugjafa og stefndu að því að verða fyrsta vetnissamfélagið. Nokkrir vetnisbílar eru til í landinu en það er mat manna að allnokkur tími muni liða uns þessir bílar verði hagkvæmir. Um rafbíla gegnir öðru máli og hefur metið aðlögunartímabil þeirra verið nokkuð á reiki, en 10-20 ár eru talin líða, uns fjöldi þeirra verður marktækur. Þó virðist rafmagnsbíllinn kominn á götuna í dag en skammdrægni hans á fullri rafhleðslu (60-100km), einkum minni gerða hans gerir hann ekki áhugaverðan kost m.v. hefbundinn dísilbíl eða bensínbíl. Eitt afbrigði rafmagnsbílsins er þó komið á götuna, sem sýnir, að hann er fyrir á ferðinni en vetnið. Þetta eru svokallaðir tvinnbílar eða tvinntengilbílar, en þeim er hægt að aka á rafmagnsmótor, sem stilltur er á móti bensínmótor sem tekur sjálfkrafa við þegar rafmótorinn tæmist. Tvinntengilbílum er hægt að stinga í samband í raftengil og hlaða upp rafmagnsmótorinn í honum yfir nótt.



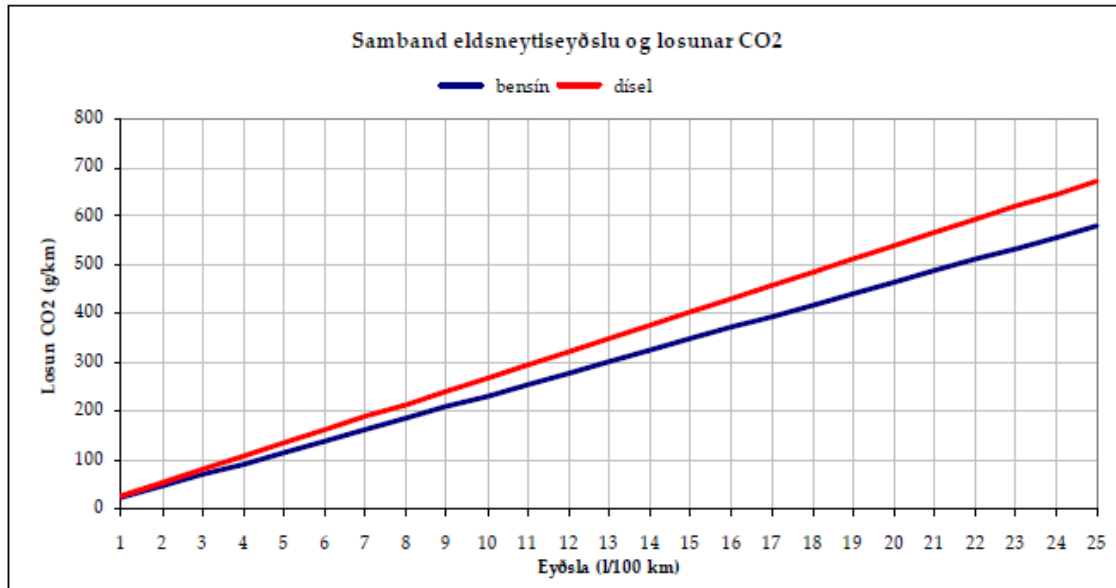
**Mynd 5:** Losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi.  
(Heimild: Heildarstefnumótun um skattlagningu ökutækja og eldsneytis, Fjárm.r.n, 2008).

Mynd 5 sýnir losun gróðurhúsalofttegunda frá nokkrum almennum þáttum og sést, að hlutur losunar frá vegasamgöngum hefur aukist verulega á undanförunum árum. Til hliðsjónar er svokölluð Kyoto-heimild sett inn á myndina.

Rannsóknir eru víða stundaðar á rafmagns- og vetnisbílum og er litið til þess að þetta muni verða heppilegar framtíðarlausnir m.a. vegna hreinleika og góðra áhrifa á umhverfi. Þegar allt orkusamfélagið er skoðað í heild sinni og tekið mið af væntanlegri eftirspurn, þá virðast ekki margar aðrar leiðir í boði, ef einkabíllinn á að hafa það hlutverk í framtíðinni sem hann hefur haft hingað til. Þó er ekki gert ráð fyrir að líða muni færri en 10 ár, þar til útskipting í rafmagn hefur komist verulega af stað, enda hafi bensín- og dísilmotorar enn mikla möguleika á orkusparnaði, sem verði nýttir til fulls. Forsendur eru þó að sjálfsögðu að það takist að auka orkurymd rafgeyma verulega.

Dísilnotkun hefur aukist mikið á undanförunum árum og má því segja, að dísil hafi gegnt mikilvægu hlutverki við að draga úr mengun sem hefði orðið enn verri, ef hans hefði ekki notið við. Í viðbót hefur reynst unnt að framleiða mjög sparneytnar dísilbifreiðar. Þetta hefur þó ekki komið í veg fyrir að heildarorkunotkun jarðolíu hefur aukist jafnt og þétt og kemur það til vegna mikillar fjölgunar bifreiða.





**Mynd 6:** Samband eldsneytiseyðslu og losunar CO<sub>2</sub>.

(Heimild: Heildarstefnumótum um skattlagningu ökutækja og eldsneytis, Fjármála.r.n., 2008).

Mynd 6 sýnir nánast línulegt samband milli eyðslu bensín- og dísilbíla og losunar á CO<sub>2</sub>. Sparneytnir dísilbílar eyða oft ekki meira en 4 lítrum á hundraðið, en bensínbílar 7-8 lítrum sem þýðir mun meiri losun á CO<sub>2</sub> skv. línuriti.

Nú hafa önnur efni verið nefnd til sögunnar sem draga frekar úr mengun með CO<sub>2</sub> og er þessum efnum ætlað það hlutverk að draga úr ásækni í jarðefnaeldsneyti, m.a. vegna verðmunar en olíuverð hefur oft hækkað snögglega og það um miklar upphæðir eins og bent var á í upphafi þessarar greinar.

Upplýsingar um óstöðugleika á olíumarkaði er mikill vandi efnahagslíf heimsins í dag og í áfangaskýrslu 1 var bent á þennan vanda. Nýlegar fréttir frá árinu 2011 og spá fram í tímann eru enn mjög svartsýnar, hvað þetta varðar, en því er spáð að hráolíuverð fari upp í 150 dollara á tunnu á seinni hluta ársins 2011. Þetta er ekki hvað síst óstöðugu ástandi í nokkrum hefðbundnum olíusöluríkjum að kenna. Sé mælieiningin tonn notuð fyrir dísileldsneyti og bensín lætur nærri að borga þurfi 900 dollara fyrir tonnið af eldsneytinu skv. nýrri fréttum nú í upphafi marsmánaðar 2011. Það virðist því mjög aðkallandi að ná sem fyrst meiri árangri í að gera sig óháða þessum efnum sem mest og koma á skiptum í ódýrari og umhverfisvænni orkubera fyrir hið dýra jarðefnaeldsneyti.

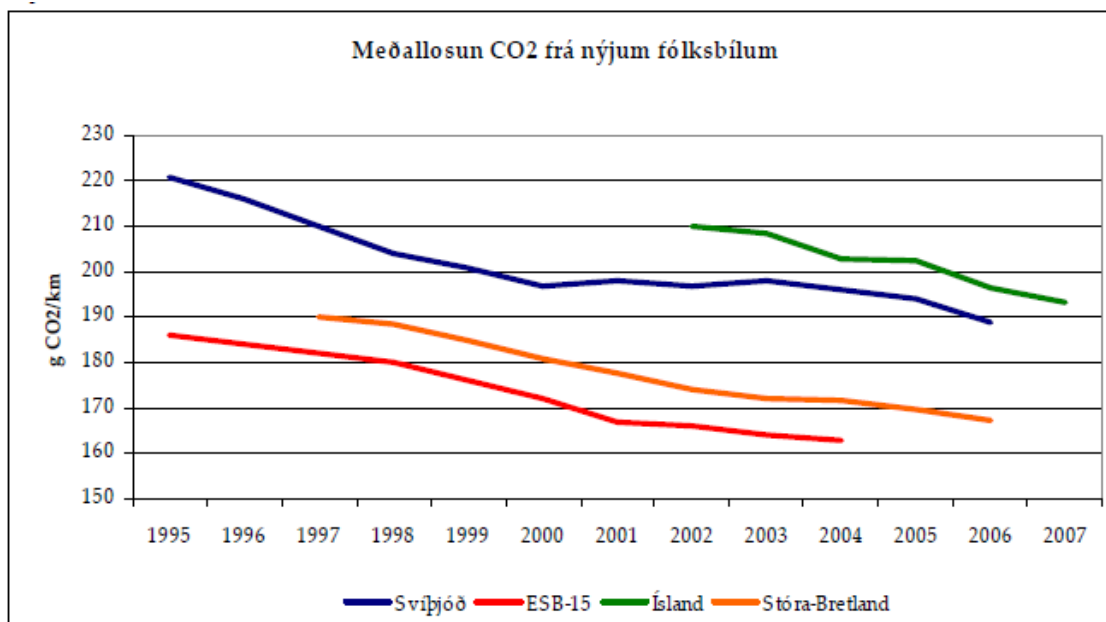
Orkuskiptin gerast í áföngum og er mikilvægt að fara rétt af stað og finna hvaða efni henta íslensku umhverfi best og hver eru líkleg til þess að vera hagkvæm efnahagslega og að leiða til sparnaðar á jarðefnaeldsneyti og jafnframt minni losunar gróðurhúsalofttegunda.

Ef litið er á tímabilið frá 1992 til dagsins í dag má segja að tvenns konar útskipting eigi sér stað og hafi átt sér stað um allan tíma. Fjöldi dísilbíla jókst mikið frá þessu tímabili til dagsins í dag og má segja að það hafi verið upphaf orkuskiptaferilsins. En dísilbílar hafa verið sparneytnir og hafa því haft veruleg áhrif í þá átt að draga úr samfelluhraða í aukningu jarðefnaeldsneytis. Um þessar mundir er dísileldsneyti þó dýrara en bensín. Þá hefur orðið umtalsverð útskipting með gasi, svo sem eins og metans og própans.

## Notkun metans sem orkugjafa verður æ vinsælli

Í augnablikinu virðist einungis hægt að minnka eldsneytiskostnað hér á landi með litlum fyrirvara með því að nota metan.

Sem stendur eru mörg efni nefnd til sögunnar, en einungis tiltölulega fá þeirra eru orku- og gjaldeyrisparandi eins og metan. Stjórnkerfið hefur komið til móts við metannotkun m.a. með að gera notkun þess undanþegna vörugjaldi. Núverandi kerfi felur í sér endurgreiðslu á útlögðum kostnaði fyrir breytingar á bifreiðum en jafnvel er gengið lengra og gert ráð fyrir að umbreyttir metanbílar verði ódýrari í framtíðinni og ódýrari en bensínbílar. Metannotkun á sér stað samhliða bæði dísil- og bensínnotkun. Markaðurinn virðist vera að bregðast við þessum ábendingum í sívaxandi mæli og nýverið hafa borist fréttir af miklum áhuga leigubílstjóra að taka þetta efni í notkun. Notkun metans og própans á sér nokkra sögu m.a. frá Þrándheimi í Noregi, þar sem notkun þess hefur verið umtalsverð.



**Mynd 6:** Meðallosun CO<sub>2</sub> frá nýjum bílum.

Heimild: Heildarstefnumótun um skattlagningu ökutækja og eldsneytis (Fjármála.r.n.2008).

Eins og myndin ber með sér fer losun lækkandi jafnt og þétt og virðist við árið 2007 samsvara losun bifreiðar, sem eyðir 9 litrum á hundraðið. (sbr. mynd 6)

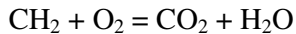
Önnur efni virðast hafa það hlutverk að þynna jerðefnaeldsneytið og auka þannig beint og óbeint nýtingu þess og valda þannig sparnaði á orkueldsneytinu og draga úr gróðurhúsaáhrifum, en ekki fást uppgefnar eða ekki eru ávallt að fullu þekktar hliðarverkanir, svo sem nýtni og sparnaður véla og ending vélarluta. Þá þarf að bera efnin saman m.t.t. gróðurhúsaáhrifa, en mörg hinna nýju efna hafa þann kost, að afar mikið dregur úr myndun gróðurhúsalofttegunda við notkun þeirra.

Sum efnin eru ræktanleg hér eða finnast hér svo sem hauggas og repja, sem gefa möguleika á takmarkaðri framleiðslu hérlendis, en önnur þarf að flytja inn.

## Rafmagnsbílar eru taldir skipta miklu máli í framtíðinni

Nokkuð hefur borið á eins konar ofurtrú á rafmagnsbílum og skal hér gerður til skýringar samanburður á orkujöfnuði í rafmagnsbíl og bíl knúnum jarðefnaeldsneyti.

Skoða má vandamálið út frá orkuhleðslu en í venjulegum bensínbíl er grunnorkuferlið:



CH- hlutfallið í efnajöfnunni væri nálægt 14 á móti 48 fyrir súrefni. Eldsneytið kemur því að miklu leyti úr umhverfinu.

Rafgeymabíll ber hins vegar allt eldsneytið innanborðs og erfitt er að stjórna orkuferlinu, þannig að það sé algerlega öruggt.

Grunnorkuferlið er  $A+B = C + \text{Orka}$

Rafmagnsbílar verða ekki eins orkumiklir og bensín-eða dísilbifreiðar. Stöðugleiki orkugjafa er mikið vandamál. Rafmagnsbílar eru betri í breytilegri nýtni, 90% nýtni er í rafbíl, en 20% - 30 nýtni í bensínbíl. Verð á rafmagnsbíl á þó að geta nálgast verð bensínbíls á nokkrum árum. Í rafmagnsbíl eru 100 hreyfanlegir hlutir m.v. 4000 í venjulegum bensínbíl.

Eldri rafgeymar hafa 4-5 sinnum minni orkurýmd en nýir geymar. Þessi þróun hefur átt sér stað á 10 árum. Drægni venjulegra rafbíla er einungis u.þ.b. 100- 120 km. Tvinnbílar, sem eru eins konar afbrigði rafmagnsbíla eyða almennt minna, en hefðbundnir bílar innanbæjar en ekki endilega utanbæjar. En þrátt fyrir að við náum inn í rafbílaöldina innan skamms, þá verður mikilvægasta tækið sem verður að stýra maðurinn sjálfur (Lookkit, 2011).

## Tvinnbílar

Tvinnbílar komu fram um aldamótin 2000. Aðrar lausnir eru í boði og nýtísku tvinnbílar spara mikið bensin og þeir geta því verið álitlegur kostur, vegna öflugrar tækniþróunar, þannig að framleiðslumarkaðurinn býður upp á nokkrar lausnir, en ekki er auðvelt að sjá hvernig innanlandsmarkaðurinn tekur við lausnunum og leysir hina mörgu þætti, sem virðist þurfa að samþætta til þess að viðunandi árangur náist. Sparnaður á notkun jarðefnaeldsneytis mun þó nýverið væntanlega hafa aukist nokkuð. Þetta hefur verið mælt óbeint t.a.m með mælingu á umferðarmagni, en öruggara mat fæst væntanlega með mælingu á fjölda sparneytinna bíla og skráningu á heildarnotkun eldsneytis.

Ef framleiða á þessi viðbótarefni hér á landi, þá þarf það að gerast með hagkvæmum hætti og helst sjálfbærum, ef ná á nægilegu sjálfstæði gagnvart erlendum orkusöluaðilum. Tíminn til stefnumörkunar er greinilega ekki álitinn mikill, þar sem talið er að olúbirgðir heimsins dugi aðeins til 40 ára og birgðir af gasi til 60 ára. Það er því eðlilegt, að lausnir sem innihalda gas skipti miklu máli á allra næstu árum. Þær virðast því hafa meiri sjálfbærni en aðrar lausnir, ef komast má þannig að orði.

Ef gera á samanburðarúttekt á nýju eldsneyti m.t.t gæða og kostnaðar, þá þarf ávallt að gera þarfagreiningu í leiðinni, því ekki er víst að bílategundir verði vinsælar hjá öllum einungis

vegna sjálfbærnieiginleika. Þó má leiða líkur að því, að rafmagnsbílar eða tvinntengilsbílar geti hentað leigubílstjórum vel þar sem tími gæti gefist til að hlaða bílinn milli túra. Þetta yrði þá væntanlega í framhaldi af metanvæðingu leigubílaflotans, sem minnst hefur verið á áður.

Óhjákvæmilegt virðist að meta kosti og galla eldsneytisins og orkugjafa og orkubera sem í boði er til þess að rétt skref verði tekin í framhaldi af því sem henti notkun á Íslandi og sé hagkvæm þar. Þörf fyrir öfluga fjórhjóladrifsbíla mun eftir sem áður verða til staðar á Íslandi. Mikill fjöldi bíla á höfuðborgarsvæði, sem taka mikið pláss gerir það að verkum að þörf fyrir smærri bíla mun aukast þar, þannig að rafmagnsbíllinn gæti fengið framtíðartækifæri þar.

## Endurnýjanlegir orkugjafar og orkuberar

Eftirfarandi töflur sýna í yfirliti nokkrar helstu eldsneytistegundir og tæknilausnir, sem eru í umfjöllun hérlendis, m.a. vegna notkunar sem þegar er komin á eða vegna fyrirhugaðrar notkunar:

**Tafla 1:** Dísileldsneyti.

Eldsneyti	Kostir	Gallar
Bíódísill („lífdísill“)	Endurnýting orkugjafa annarra en jarðefnaeldsneytis. Hlutfall lífrænna efna mismunandi, eða frá 2% allt upp í 20%. Íslensk framleiðsla á bíódísil með repjuræktun. Bretland notar 5% blöndu vegna almennra ákvæða í lögum um notkun á endurnýjanlegum orkugjöfum. Má nota óbreyttan á dísilvélar og veldur minna sliti á vélum.  Bíódísill er frameiddur úr jurtaolíu og dýrafitu. Hann framleiðir minna af umhverfismengandi efnum heldur en dísill sem byggir á jarðolíu. Fyrstu niðurstöður um kostnað vegna repjuræktunar lofa góðu.	Veldur enn töluverðum útblæstri á gróðurhúsalofttegundum. Þó talinn standa framur flestum endurnýjanlegum orkugjöfum í dag.
Syngas FT dísill („Efnadísill“)	Dísill framleiddur með efnahvötum. Blandanlegur við venjulegan dísil í öllum hlutföllum,engin breyting á innviðum nauðsynleg.	Hægt að framleiða hér á landi, en spurning um samkeppnishæfni og framleiðsluverð. Engar kolanámur falla til í landinu.

**Tafla 2: Alkóhól.**

<b>Eldsneyti</b>	<b>Kostir</b>	<b>Gallar</b>
Metanól	Endurnýjanlegur orkuberi fyrirhugað sem íblöndunarefni í bensín. Vinnsla þess er fyrirhuguð á Íslandi og er í raun binding á CO <sub>2</sub> , þannig að framleiðslan dregur úr myndun gróðurhúsalofttegunda. Talið er að metanól sé ódýrasta lausnin til draga úr mengun CO <sub>2</sub> .	En ókostur við það er að það er mjög eitrað og er hugsanlegt að það dragi úr áhuga til þess að nota það sem endurnýjanlegan orkubera. Notkun alkóhóla hefur verið álitin hafa í för með sér minni eldhættu en notkun með hefðbundnu eldsneyti. Þau eru álitin hafa þann ágalla, að þau tæri vélbúnað meir en hefðbundið eldsneyti. Metanól er mun ódýrara en etanól.
Etanól E10	Minni mengun gróðurhúsalofttegunda.	Talið geta valdið tæringu í mótorum.
Etanól E85	Enn minni mengun gróðurhúsalofttegunda en minni kraftur í orkugjafanum m.v. hefðbundið bensíneldsneyti. Etanól er framleitt úr korni og öðrum slíkum afurðum og framleiðir minna af gróðurhúsalofttegundum, en hefðbundið eldsneyti.	Bæði þessi eldsneyti taka pláss í matvælaframleiðslu og hafi áhrif á verð þess, þannig að ekki er öruggt að hægt verði að auka framleiðslu þess í jafnríkum mæli og verið hefur en framleiðsla þess hefur margfaldast eftir árið 2000. Í Brasilíu er lögbundið að nota E25.
Bútanól	Efnið er framleitt á svipaðan hátt og etanól og orkumagn þess er töluvert meira en etanóls eða metanóls. og einungis 10% minna en bensíns. Ef bútanoli hefur verið blandað í bensín hafa náðst betri afköst og betra tæringarþol, en ef etanol eða E85 hefur verið notað. Hægt er að flytja bútanól eftir dreifikerfi bensíns vegna þess hversu líkir þessir vökvar eru. Efnið er einfalt í framleiðslu og mælir Siglingastofnun með að það verði notað sem arftaki bensíns í framtíðinni.	Ekki hefur reynt unnt að framleiða efnið á samkeppnishæfu verði enn sem komið er

**Tafla 3:** Gös.

<b>Eldsneyti</b>	<b>Kostir</b>	<b>Gallar</b>
Metan	<p>Til í miklum mæli, ódýrt og hentugt að því leyti að hægt er að nota það á bensín- og dísilvélar. Hefur náð ákveðinni fótfestu hér á landi og er líklegt að þetta verði notað vegna meiri hreinleika, en hægt er að ná með t.a.m própan. Jarðgas er jarðefnaeldsneyti sem framleiðir minna af loftmengandi efnunum en þó mikið af gróðurhúsalofttegundum, þegar það fer óbrennt í andrúmsloftið. Það finnst hér í haughúsum á sorpvinnslustöðum og fjósum. Framleiðsla þess innanlands mun léttu undir val þess sem annan valkost fyrir eldsneytisframleiðslu hér á landi. Hún mun þó ekki duga til að anna væntanlegri eftirspurn innanlands.</p>	<p>Er sjálft öflug gróðurhúsalofttegund og því mikilvægt að eyða því með brennslu.</p>
Própan gas	<p>Er notað töluvert í Noregi, en ekki eru framleiddar bifreiðir í Bandaríkjunum fyrir það sem stendur. Gasið veldur minni útblæstri á hættulegum mengunarefnum en hefðbundið jarðefnaeldsneyti. Gasið hefur náð 3. sæti í heimsframleiðslu á eldsneyti og munu vera til átta milljón bílar sem nota það í dag.</p>	<p>Ekki virðist áætlað að þetta efni muni fara í notkun hér á landi. Og gæti þar verið um að ræða heilsufarsáhrif frá því en það er eitrað og hefur ýmis önnur varhugaverð áhrif. Auk þess er framleiðsla þess takmörkuð og háð bensínframleiðslu, þannig að það virðist ekki hentugt til útskiptingar.</p> <p>Ekki hafa verið framleiddir nýverið (síðan 2004) bílar eða trukkar í Bandaríkjunum sem drifnir hafa verið áfram af própangasi en hægt er að umbreyta bensínbílum og dísilbílum í þá veru að þeir noti própan í viðbót við hefðbundið bensín og dísilólíu. .</p>



**Tafla 4:** Tæknilausnir.

<b>Eldsneyti</b>	<b>Kostir</b>	<b>Gallar</b>
Tæknilausnir s.s. tvinnbílar og tvinntengibílar	Er blönduð hagkvæm lausn þar sem hluti lausnarinnar felst í því að hægt er að nota bílinn sem rafmagnsbíl, auk þess að aka honum á hefðbundnu eldsneyti . Millilausn, sem verður vinsæl.	Talið er, að eldsneytisnýting þeirra í langtímaakstri sé ekki nógu góð. Þetta er því eitthvað sem á eftir að bæta.
Rafmagnsbílar.	Eyða litlu virðist geta verið framtíðarlausn í stórborgum Evrópu á snjóléttari svæðum, en eru enn of dýrir m.v. gæði. Hugsanlegur sem fjölskyldubíll nr. 2 á höfuðborgarsvæði. Miklar vonir eru bundnar við rafmagnsbílinn í Efnahagsbandalaginu, m.a hversu hljóðlátur hann er og að hann veldur ekki heilsu-og umhverfisspillandi útblæstri.	Miðstöð léleg, bifreiðar litlar og drægri takmörkuð og henta þær því illa fyrir íslenskar aðstæður. Hægt er að laga miðstöð með bensínmiðstöð eða nota til þess aðra orkugjafa eins og lífdísil til þess að hita bílinn að innan.
Vetnisbílar.	Hentugt sjálfbært eldsneyti, en dýrt er að framleiða vetni með rafgreiningu. Gera þyrfti breytingar á kveikjutíma vélarinnar, ef vetni yrði notað á bensínvél. Framtíðarsýn margra þar sem um mjög hreint eldsneyti er að ræða.	Lágt orkumagn á rúmmálseiningu. Geymt við 350 bara þrýsting, en orkuþéttleikinn verður einungis 3,5 MJ/lítra við þennan mikla þrýsting. Ekki unnt að geyma það í stöðugu ástandi kalt (v. -253 gr.)
Fúelcellur (Efnaraflar)	(Metanol, vetni) Gefa frá sér hreinan útblástur. Áhugaverð framtíðartækni.	Lausnir, sem enn hafa ekki náð samkeppnisverði.

Þegar litið er yfir þessa töflur, þá er hægt draga nokkrar almennar ályktanir um hagkvæmni viðkomandi kosts um val á eldsneyti. Hins vegar eru ýmsir kostir með þeim hætti, að ekki er komin nein umtalsverð reynsla á þá í bílvélum. Tekur þetta m.a til nýtni og viðhaldskostnaðar viðkomandi lausnar. Í sumum tilfellum fylgir mengun önnur en gróðurhúsalofttegundir, sem getur brotið í bága við staðla Efnahagsbandalagsins um mengun andrúmsloftsins. Aukakostnaður vegna innviða er mismunandi, þannig að það er flókið dæmi að reikna allan kostnað, sem fylgir hverri eldsneytistegund, þannig að endanlegur samanburður fáiast. Ekki er að sjá, að það hafi tilgang við núverandi stöðu mála. Það verður því ekki gert innan þess ramma, sem settur er um þetta verkefni.

## Aðrir samgöngumátar

Í upptalningu skýrslu um orkustefnu fyrir Ísland, orkuskipti og framtíðarsýn er m.a. rætt um um orkuskipti sem komi til með auknum almenningssamgöngum og notkun hjólreiða.

„Almenningssamgöngur og annar vistvænn ferðamáti, t.d. hjólreiðar, verði styrktar með tilliti til þess að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis“.

Samsetning mengunarefna í andrúmslofti getur haft áhrif á heilsu hjólreiðarmanna, og því ættu forsendur fyrir notkun reiðhjóla að batna. Margir virðast hafa trú á því að hjólreiðar geti gegnt veigamiklu hlutverki við að gera þjóðina óháðari eldsneyti og hefur helst verið rætt um notkun á höfuðborgarsvæði í því sambandi.

Höfundar eru ekki bjartsýnir á að þetta takist, m.a. vegna þess að ekki hefur verið gert ráð fyrir notkun reiðhjóla í borgarskipulagi og ekki hefur tekist að reka almenningssamgöngur með hagnaði í fleiri ár. Veðurfar hamlar auk þess mikilli og almennri notkun reiðhjóla. Varðandi almenningssamgöngur má fullyrða að þær verði að njóta góðs af nýju ódýrara eldsneyti, t.d. metan ef þetta á að takast.

## Vandamál tengd umferðarmenningu og umferðaröryggi

Hefðbundin vandamál varðandi umferðarmenningu munu án efa koma upp á yfirborðið tengd nýrri notkun og tækni og breyttum ferðamáta: Á það var bent í fyrri skýrslu að mikil slyshætta er af mótórhjólum og vespum. Þetta á einnig við um hjólreiðar, en fjöldi slysa á hjólreiðum jókst mikið milli ára 2009 og 2010. ([www.us.is](http://www.us.is))

Reykjavíkurborg hefur gert ráð fyrir að hægt sé að auka hjólreiðar verulega og spara þannig allt að 9 milljörðum króna í eldsneytiskostnað. Höfundar hafa talið það fullmikla bjartsýni.

Nýjar umbreyttar (þannig að þær beri metan eldsneyti) bifreiðategundir eru nú á götum borgarinnar og eru í þeim þrýstikútar með 220-230 bara þrýstingi.

Þetta gæti skapað sérstaka hættu í árekstrum og útafkeyrslum. Lekahættan, sem er því samfara getur orðið að eld- og sprengihættu við sérstakar aðstæður. Þetta er atriði sem skoðunaraðilar verða að hafa í huga, þar sem mismunandi aðilar taka að sér þessa umbreytingu á bifreiðunum. Ekki er víst að verklag þeirra sé samræmt, þó að þeir njóti fagþekkingar frá erlendum aðilum.

Fjöldmörg vandamál virðast geta fylgt rekstri rafmagnsbíla. Sérstaklega, ef rafgeymar þeirra eru að tæmast og menn hafa ekki yfirlit yfir hversu mikil orka er eftir á geymunum. Þá er fjöldi rafmagnsbíla enn það smábyggður að það getur ógnað verulega persónulegu öryggi ökumanna og farþega í akstri innanbæjar sem utan.

Ef mikil vandamál fylgja því að venjast viðbrögðum bílanna, t.d. vegna færslu þyngdarpunktar eða vegna þess að eldsneyti (orkuberi) er kraftminna en hefbundið eldsneyti, þá munu slík vandamál geta raskað umferðaröryggi og haft áhrif á umferðarmenningu. Þá ber þess að geta að rafmagnsbílar eru hljóðlátir og getur það haft töluverð áhrif á öryggi ökumanna og gangandi vegfarenda.

Þetta getur þýtt að endurskoða þurfi reglur um hámarkshraða víða, eingöngu vegna tregðu í umferðarflæði, eða að taka verður upp öflug stýrikerfi, sem geta stýrt umferðinni með nákvæmum hætti.

## Afleiðing af orkuskiptaferlunum og kreppu fyrir vegagerð

Orkuskiptaferlin munu enn um sinn ekki hafa mikla áhrif á vegagerð, nema að menn taki upp háttsemi Spánverja og reyni að lækka meðalhraða bifreiða í þeim tilgangi að spara orku. Einnig hefur akstursbann á sunnudögum verið sett á í þeim sama tilgangi, en það var m.a. gert í Þýskalandi í olúkreppunni 1973.

Kreppan hefur hins vegar mikil áhrif á útgjöld til vegagerðar og nú er ekki einhlýtt að byggðir verði tvíbreiðir vegir í nágrenni Reykjavíkur, fremur 2+1 vegir sem eru mun ódýrari, en gefa þó mikið öryggi skv. sænskum upplýsingum.

Þá eru líkur á því að lögð verði áhersla á minni vegbætur og síður farið í dýrar framkvæmdir eins og jarðgöng, en jafnvel ódýrari jarðgöng mundu tæma framlag ríkisins til vegamála á árinu 2011.

Vegtollar virðast ekki vinsæl ráðstöfun til þess að fjármagna lagningu vega og er þess ekki að vænta að unnt verði að byggja dýrari vegi með þeim hætti í framtíðinni. Þó munu um þessar mundir vera fyrirhuguð lagning Héðinsfjarðarganga, en þar hafa ríki og bæjarfélög á Norðurlandi myndað sameignarfélag um byggingu vegar, sem kostar 10,5 milljarða en styttr hringveginn einungis um 17 km.

## Staða orkuskipta í dag

Höfundar hafa kannað stöðu orkuskipta í dag og mun útskipting ganga fremur rólega í dag heilðrænt séð. Áætlað er að dísilbifreiðum fjölgi enn sem fyrr í sama hlutfalli og áður, en fjöldi metanbifreiða er áætlaður um 500, fjöldi tvinnbíla um 500, en aðrir bílar sem ganga fyrir rafmagni eða vetni er enn mjög fáir eða innan við 50.

Ef hugsað er til þess að breytt neysluhverfi geti leyst eitthvað af umhverfisvandamálum og jafnframt sparað orku í verulegum mæli þarf hraði þessara umbreytinga að aukast verulega og má gera sér vonir um að fjöldi dísilbíla og umbreyttra bíla geti orðið allt að 50 þúsund um áramótin 2020 en í besta falli c.a. 80 þúsund. Magn gróðurhúsalofttegunda ætti þá að geta minnkað í verulegum mæli og 20% markmiðið um 20% minnkun í losun gróðurhúsalofttegunda ætti að nást.

## Lokaorð

Skýrsla þessi hefur dregið á gróðurhúsavandamálum tengdri notkun á jarðefnaeldneyti og hugsanlegum lausnum á því vandamáli með efnafræðilausnum (lífdísill, alkóhól og gas) annars vegar og tæknilausum (rafbílar, tvinnbílar, vetnisbílar og bílar knúnir efnarafölum) hins vegar. Tilgangurinn er bæði að minnka eyðslu og notkun jarðefnaeldsneytis og minnka hlutdeild gróðurhúsalofttegunda í útblæstri frá samgöngum.

Enn er fullsnemmt að spá fram í tímann um lausnir fyrir íslenskt þjóðfélag, en eins og skýrslan gefur til kynna, þá eru nú kannaðir og útfærðar leiðir sem leiða til tímabundins árangurs og tímabundinna lausna á vandamálinu sjálfu þó í litlum mæli sé miðað við umfang heildarvandamálsins. Má þar nefna notkun metans, lífdísils og notkun tvinnbíla. Þetta gætu verið millilausnir á komandi árum á meðan varanlegri lausnir koma fram og hugsanlega ódýrari bílar. Það er mat höfunda að gera þurfi stöðumat á ástandinu, ekki seinna en að tveim árum liðnum.

## Heimildir

European Commission: White paper Roadmap to a single European Transport Area-Towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, 2011.

Haraldur Sigþórsson og Stefán Einarsson: Arðsemi vegaf framkvæmda í ljósi nýrra aðstæðna á Íslandi, áfangaskýrsla, 2010.

Iðnaðarráðuneytið: Orkustefna fyrir Ísland, Drög til umsagnar, Stýrihópur um mótun heildstæðrar orkustefnu, 2011.

Jón Bernóðusson: Umhverfissvænir orkugjafir: Ræktun á repju og nepju til framleiðslu á lífrænni dísilólú fyrir íslenska fiskiskipaflotann, Siglingastofnun 2010.

Kristin Hodt Bjerke, Geir Aspelund, Marit Vadseth, Ramnath Ambathy: Konvertering av veitrafikken i Trondheim til Naturgass, NTNU Trondheim 2002.

Kristinn Sigurjónsson: Munnleg heimild, 2011.

Lookkit: Das Magazin fuer Forschung, Lehre. Innovation, Karlsruhe Institute of Technology, Ausgabe 01/2011.

Magnús Guðmundsson: Munnleg heimild, 2011.

Orkusparnefnd: Eldsneytisspá 2008-2050, Orkusparnefnd 2008.

Starfshópur á vegum fjármálaráðherra: Heildarstefnumótun um skattlagningu ökutækja og eldsneyti, Reykjavík, 2008.

TU Berlin: Mobilität und Verkehrsplanung Nr. 67, Januar 2011.

Umferðarstofa: [www.us.is](http://www.us.is).