
Viðskiptasvið

Rafbílavæðing á Íslandi

Kostir og gallar

Ritgerð til BS gráðu

Nafn nemanda: Ágúst Brynjar Daníelsson

Leiðbeinandi: Jón Freyr Jóhannsson

(Haustönn – 2014)



HÁSKÓLINN Á BIFRÖST

BIFRÖST UNIVERSITY



HÁSKÓLINN Á BIFRÖST
BIFRÖST UNIVERSITY



Viðskiptasvið

Rafbílavæðing á Íslandi

Kostir og gallar rafbílavæðingu á Íslandi

Ritgerð til BS gráðu
Nafn nemanda: Ágúst Brynjar Daníelsson
Leiðbeinandi: Jón Freyr Jóhannsson
(Haustönn – 2014)

Lokaverkefnið hefur verið metið samkvæmt reglum Háskólans á Bifröst

og hlotið lokaeinkunnina: _____

Bifröst, desember 2014



HÁSKÓLINN Á BIFRÖST
BIFRÖST UNIVERSITY

Útdráttur

Þegar kemur að framtíðarorkugjöfum bílaflota landsmanna þá er annars vegar horft til rafbílavæðingar hans eða vetnisvæðingar. Báðir þessir orkukostir hafa þá kosti að vera mengunarlitlir, hægt væri að framleiða þá innanlands og þar með spara þjóðarþúinu íslenska töluverðar fjárhæðir. Vetnisbílar eru enn í fjarlægri framtíð en rafmagnsbílar hafa á síðustu árum risið úr öskustónni eftir að hafa lognast að mestu leyti út í byrjun 20. aldarinnar og komið nú fram sem kostur til móts við bíla knúna jarðefnaeldsneyti. Það er ljóst að bílaframleiðendur munu í auknum mæli framleiða rafmagnsbíla til að svara kröfum markaðarins sem og stjórnvalda um umhverfisvænni fararskjóta. Búast má við því að á næstu árum mun úrval rafmagnsbíla aukast töluvert frá því sem nú er en enn eru bílarnir á jaðri þess að vera raunhæfur kostur, í ljósi kostnaðar og langdrægni þeirra, til að koma í stað venjulega heimilisbílsins.

Tilgangur þessarar ritgerðar er að kanna hversu hagkvæmir rafmagnsbílar eru í raun og veru, kosti þeirra og galla ásamt markaðssetningu þeirra. Í fyrsta sinn er nú er nú í boði sami bíll í rafmagns-, bensín- og díselútgáfu og er því hægt að gera beinan samanburð á þessum orkugjöfum á sömu forsendum og verður notast við módel sem byggt er á módeli FÍB um rekstrarkostnað bifreiða. Í ritgerðinni verður stiklað á stóru í rafbílasögunni, framtíð rafmagnsbílsins könnuð, reifaðir verða helstu samkeppnisaðilar þeirra, skoðaðar verða sviðsmyndir af uppbyggingu hleðslunets á landsvísu og gerðar verða SVÓT og söluráðagreiningar á rafmagnsbílum.

Ritgerðin sýnir berlega að rafmagnsbílar eru ekki enn sem komið er raunhæfur kostur til að skipta algerlega út bílaflota landsmanna. Of margar tæknilegar hindranir eru enn til staðar til að viðtæk rafbílavæðing geti orðið að veruleika á næstu árum. Tímabundnar niðurgreiðslur hins opinbera í formi niðurfellingar virðisaukaskatts og vörugjalda er stórt jákvætt skref en án þeirra eru rafmagnsbílar ekki samkeppnishæfir í verði.

Það er mat höfundar að rafmagnsbílar eru framtíðin og að rafmagnsbílum muni hægt og rólega fjölga í umferðinni. Í ljósi sérstöðu rafmagnsframleiðslu landsins þá er rafmagnsbílavæðing umhverfis- og efnahagslegt markmið sem ber að stefna að.

Formáli

Ritgerð þessi er 14 eininga lokaverkefni til BS gráðu við Viðskiptasvið Háskólans á Bifröst. Verkefnið var unnið frá september 2014 fram í desember 2014.

Viðfangsefni ritgerðarinnar er hagkvæmni rafbíla á Íslandi, kosti þeirra og galla. Flest öll sjónarhorn rafbílsins verða skoðuð ásamt raforkuframleiðslu og hugsanlegri uppbyggingar hleðslunets fyrir rafbíla á landsvísu. Leitast verður við að svara rannsóknarspurningunum: Eru rafbílur hagkvæmir fyrir íslenska neytendur? Hvernig er markaðssetningu þeirra háttáð? Hversu víðtækt þarf hleðslunet á landsvísu að vera?

Höfundur vill að sjálfsögðu þakka leiðbeinanda sínum, Jón Frey Jóhannssyni aðjúnkt við Háskólann á Bifröst fyrir leiðsögn sína. Einnig fær fjölskylda höfundar þakkir fyrir þolinmæði og biðlund.

Höfundur vann ritgerðina á eigin spýtur, og í samræmi við reglur Háskólans á Bifröst.

Sønderborg, desember 2014

Ágúst Brynjar Daníelsson

Efnisyfirlit

Mynda- og töfluskrá	9
1. Inngangur	12
1.1. Röksemdir fyrir efnisvali	13
1.2. Markmið ritgerðarinnar	14
1.3. Aðferðarfræðin	14
1.4. Rannsóknaraðferðir	14
1.5. Rannsóknarspurningin:	15
1.6. Gagnasöfnunin	15
1.7. Tilvísanir	16
2. Bílabyltingin	17
2.1. Uppruni bílsins	17
2.2. Rafbíllinn 1.0 - Tímabilið 1880-1920	18
2.3. Rafbíllinn 1.2 - Tímabilið 1920-1990	20
2.4. Rafbíllinn 1.5 – Tímabilið 1990-2003 - EV1	20
2.5. Rafbíllinn 1.7 – Tímabilið 2003-2010 - Tesla Roadster	21
2.6. Rafbíllinn 2.0 – Tímabilið 2010-.... - Tesla S / Nissan Leaf	22
3. Rafhlöður	24
3.1. Sagan	24
3.2. Tegundir rafhlaðna	24
3.2.1. Lead Acid	24
3.2.2. Nickel-Cadmium (NiCd)	24
3.2.3. Nickel-Metal Hybride (NiMH)	25
3.2.4. Lithium-ion (Li-Ion)	25
3.2.5. Lithium-poly (LiPo, Li-poly)	25
3.3. Annmarkar	26
3.4. Framtíðin	26

4. Rafbíllinn 2.0	28
4.1. Vélbúnaður	28
4.1.1. Rafmótorinn	29
4.1.2. Rafhlaðan	29
4.1.3. Stjórnbúnaðurinn	30
4.2. Skilgreining á rafbílum	31
4.2.1. Hreinræktaðir rafmagnsbílar	31
4.2.2. Tengitvinnbílar	31
4.3. Langdrægni	32
4.4. Mengun	32
4.4.1. Bein mengun	32
4.4.2. Óbein mengun	33
4.5. Öryggi	34
4.6. Ábyrgð	35
4.7. Orkukostnaður	36
5. Samkeppnin	37
5.1. Bílar knúnir jarðefnaeldsneyti	37
5.2. Umhverfisvænir bílar	38
5.2.1. Gasknúnir-bílar	38
5.2.2. Vetnis-bílar	39
5.2.3. Tvinnbílar	39
5.2.4. Tengitvinnbílar - Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV):	40
5.2.5. Loftknúnir bílar	41
6. Hleðslustöðvar	42
6.1. Langdrægni rafbíla	42
6.2. Dreifing hleðslupósta / hleðslustöðva	42
6.2.1. Raunhæf sviðsmynd af hleðsluneti á Íslandi	43

6.2.2.	Hleðslunet Clever í Danmörku.....	45
6.2.3.	Hleðslunet Tesla í Evrópu.....	46
7.	Markaðsfræðin	47
7.1.	Lífímaskeið vöru (e. product life cycle).....	47
7.2.	Markhópurinn	49
7.3.	Markhópagreining	50
7.4.	Söluráðar / The marketing mix (4 P's).....	51
7.4.1.	Skilgreining söluráða (4 P's):	52
7.4.2.	Product /Varan	52
7.4.3.	Price/Verð.....	53
7.4.4.	Promotion/Vegsauki.....	54
7.4.5.	Place/Vettvangur.....	54
7.5.	SVÓT greining - skilgreining	55
7.6.	SVÓT greining rafmagnsbíla.....	56
7.6.1.	Styrkleikar rafmagnsbíls	56
7.6.2.	Veikleikar rafmagnsbíls	57
7.6.3.	Ógnanir við rafmagnsbíla	60
7.6.4.	Tækifæri fyrir rafmagnsbíla.....	62
8.	Hagfræðin	64
8.1.	Skattlagning rafmagnsbíla á Íslandi.....	64
8.2.	Skattalegar undanþágur á Íslandi.....	64
8.3.	Skattalegar undanþágur erlendis.....	65
8.4.	Skattalegar undanþágur í Danmörku	65
8.5.	Skattlagning orkugjafa	67
8.5.1.	Raforkan á Íslandi	67
8.5.2.	Raforkan í Danmörku.....	67
8.5.3.	Eldsneytisskattar	68

8.5.4. Álagning „eldsneytisskatta“ á rafmagnsbíla.....	70
9. Tölfræðin	73
9.1. Nýskráning bifreiða	73
9.2. Skráðar bifreiðar í lok 2013 á væntanlegum markaðssvæðum	73
9.3. Möguleg stærð markaðar fyrir rafmagnsbíla.....	74
10. Rekstrarlegur samanburður bíla með mismunandi orkugjafa	75
10.1. Rekstrarkostnaður	75
10.1.1. Rekstrarkostnaðarmódel	76
10.1.2. Rekstrarkostnaður bíla yfir 10 ár	78
11. Niðurstöður og lokaorð.....	80
Niðurstöður	80
Lokaorð.....	82
Heimildaskrá.....	83
12. Viðaukar.....	92

Mynda- og töfluskrá

Tafla 1 - Samanburður á ábyrgð þriggja rafbíla.....	35
Tafla 2 - Samanburður á orkukostnaði miðað við blandaðan akstur.....	36
Tafla 3 – Verðskrá Clever í Danmörku	45
Tafla 4 - Verðbreytingar orkugjafa 2007 til 2014.....	56
Tafla 5 - Rafmagnsverð á svæði OR	67
Tafla 6 - Rafmagnsverð á svæði Syd Energi í Danmörku	68
Tafla 7 - Sviðsmynd af stærð markhópsins	74
Tafla 8 – Rekstrarkostnaður bifreiða #1.....	77
Tafla 9 - Rekstrarkostnaður bifreiða #2.....	77
Tafla 10 - Rekstrarkostnaður bifreiða #3.....	77
Tafla 11 - Rekstrarkostnaður bifreiða #4.....	78
Tafla 12 - Heildarrekstrarkostnaður yfir 10 ár.....	78

Tafla 13 – Viðmiðunargengisskráning ritgerðar	92
Tafla 14 - Viðmiðunarbifreiðar og einingaverð orkugjafa	92
Tafla 15 – Rafmagnsframleiðsla í Evrópu.....	93
Tafla 16 - VW Golf/e-Golf verðsamanburður Ísland/Danmörk	94
Tafla 17 - Sviðsmynd #1	95
Tafla 18 - Sviðsmynd #2	96
Tafla 19 - Sviðsmynd #3	97
Tafla 20 - Sviðsmynd #4	98
Graf 1 - Hvaðan kemur rafmagnið?	33
Graf 2 - Raunlangdrægni rafbíla í Noregi	42
Graf 3 - Hálfárs bifreiðagjöld í Danmörku 2014 með dæmum.....	66
Graf 4 - Hlutfall opinberra gjalda í einingaverði orkugjafa.....	69
Graf 5 - Hvað skilar hver orkueining í gjöld og skatta.....	69
Graf 6 - Hlutföll mismunandi orkugjafa við nýskráningu	73
Graf 7 - Raunlangdrægni rafmagnsbíla í Noregi	94
Mynd 1 - Teikningar Leonardo Da Vinci	17
Mynd 2 - Gufuvagn Cugnot.....	17
Mynd 3 - Winton Phateon bensínbíll, 1899.....	18
Mynd 4 –1888 Flocken Elektrowagen	19
Mynd 5 - La Jamais Contente	19
Mynd 6 - EV1	20
Mynd 7 - Tesla Roadster	22
Mynd 8 - Nissan Leaf.....	22
Mynd 9 - Hefðbundinn drifbúnaður bíls	28
Mynd 10 - Drifbúnaður og rafhlaða Tesla Model S.....	28
Mynd 11 - EV mótör	29
Mynd 12 – Staðsetning rafhlöðu í Nissan Leaf	29
Mynd 13 - VW Golf.....	37
Mynd 14 - VW Passat CNG	38
Mynd 15 - Honda Clarity.....	39
Mynd 16 - Toyota Prius.....	39

Mynd 17 - Chevrolet Volt.....	40
Mynd 18 - Hleðslunets sviðsmynd NLE	43
Mynd 19 - Hleðslunet Clever í Danmörku	45
Mynd 20 - Hraðhleðslunet Tesla í nóvember 2014.....	46
Mynd 21 - Hraðhleðslunet Tesla, áætlun 2015	46
Mynd 22 – Líftímaskeið vöru (e. product life cycle)	47
Mynd 23 - Söluráðar.....	52
Mynd 24 – Verðdæmi ef VSK leggst á rafbíla	53
Mynd 25 - Langdrægni Nissan Leaf við mismunandi aðstæður.....	93

1. Inngangur

Ísland er eyland sem er ríkt af endurnýtanlegum orkugjöfum í formi vatnsafls, vindorku og jarðvarma. Eylandinu fylgir líka sú kvöð að flytja þarf inn erlendis frá allt það jarðefnaeldsneyti sem þörf er fyrir og það kostar töluverðar fjárhæðir í gjaldeyri. Verandi með einn minnsta gjaldmiðil í heimi gerir það að verkum að eldsneytisverð er viðkvæmt fyrir pólitískum óstöðugleika í heiminum og hafa íslenskir neytendur fengið að kynnast því í ljósi síhækkandi eldsneytisverðs í gegnum árin. 2008 skall svo á fjármálafárviðri erlendis en efnahagsleg eyðilegging á Íslandi var, þegar yfirstóð, algjört fall íslenska fjármálakerfisins. Ein af afleiðingum þess var hrun íslensku krónunnar sem orsaðði töluverðar verðhækkningar á öllum þeim nytjavörum sem fluttar voru inn til landsins þ.m.t. eldsneyti. Rekstur heimilisbílsins er þungur baggi á mörgum fjölskyldum og er eldsneytiskostnaður stór hluti rekstrar hans. Ef mögulegt væri að skipta út jarðefnaeldsneyti fyrir innlandan orkugjafa á borð við rafmagn þá myndi það spara þjóðarþúinu háar fjárhæðir, draga úr útblástursmengun, auka loftgæði og hugsanlega hagvöxtinn líka. Rafmagnsframleiðsla Íslands telst vera græn þar sem að nýttar eru endurnýtanlegar orkulindir vatnsaflsins og jarðvarmans. Báðar þessar orkuvinnsluaðferðir eru þó ekki eilífar þar sem að þær eru annaðhvort háðar veðurfarslegum breytum (bráðnun jökla, endurnýjun þeirra og úrkomu) eða jarðfræðilegum (aðgengilegum gufuþrýstingi). Einnig eru nýlega hafnar tilraunir á vindorkuframleiðslu með stórum vindmyllum.

Ritgerðinni er skipt upp í 11 aðalkafla og einn aukakafla:

1. kafli er inngangur að ritgerðinni og gerð er grein fyrir viðfangsefninu sem valið var, rök færð fyrir valinu og aðferðarfræði ritgerðarinnar tíunduð.
2. kafli fjallar um sögu rafbílsins í stórum dráttum en sögu rafbílsins verður skipt niður í nokkur tímabil sem þykja marka tímamót í sögu hans.
3. kafli er um rafhlöður, saga þeirra stuttlega rakin og mismunandi tegundir útskýrðar. Skoðaðir verða afmarkar þeirra rafhlaðna sem eru notaðar í rafbíla og skyggst verður inní framtíð þeirra og reynt að sjá hvað hún býður uppá.
4. kafli fjallar um helstu þætti rafbílsins einsog hann er í dag. Skoðaðir verða þættir einsog langdrægni, vélbúnaður hans, öryggi, ábyrgð, mengun og tengi-tvinn bílar.
5. kafli inniheldur skoðun á helstu samkeppnisorkugjöfum rafbílsins bæði í nútíð og framtíð.

6. kafli er krufning á þörfinni fyrir hleðsluneti á landsvísu til að gera rafmagnsbílaeigendum kleift að ferðast landshorna á milli.
7. kafli er um markaðsfræðilega hlutann sem snýr að rafmagnsbílum og er þetta einn viðamesti kafli í ritgerðinni. SVÓT greining er gerð á rafmagnsbílum, markhópagreining og vangaveltur um hvar á líftímaskeiði vöru rafmagnsbíllinn er staðsettur.
8. kafli ber heitið Hagfræðin en þar er fjallað um skattheimtu ríkisins af núverandi orkugjöfum bifreiða og hugsanlegt framtíðar gjaldkerfi fyrir rafmagnsbíla sem ætlað væri til að bæta ríkinu upp tekjutapinu sem stafar af minni innheimtu bensín- og olúgjalda.
9. kafli ritgerðarinnar inniheldur tölfræðilegar upplýsingar um nýskráningu bifreiða á Íslandi, stærð fólksbílaflotans og útfra því er sett upp sviðsmynd af því hversu stór væntur markhópur getur verið miðað við gefnar forsendur.
10. kafli er um samanburð rafmagnsbíls við bíla knúna þeim orkugjöfum sem eru ráðandi á bílamarkaðnum: bensín og dísel.
11. kafli fjallar um niðurstöður ritgerðarinnar og lokaorð höfundar um viðfangsefnið.
12. kafli, öðru nafni Viðaukar, inniheldur ítarefni til stuðnings skrifuðum texta.

1.1. Röksemdir fyrir efnisvali.

Það hefur verið ljóst áratugum saman að olúbirgðir jarðar eru takmarkaðar og oft hafa birst í gegnum tíðina fyrirsagnir um að nú séu aðeins X miklar birgðir eftir, sem muni einungis endast í Y mörg ár. Með tilkomu nýrrar tækni við olúvinnslu og nýrra olúlinda á áður óvinnanlegum stöðum þá hefur sífellt tekist að lengja í líflínu hins olúþyrsta heims. En menn vita að þetta endist ekki að eilífu og að olúverð muni sennilega bara hækka til lengri tíma litið. Bifreiðaframleiðendur hafa í gegnum tíðina gert tilraunir með nánast alla aðra orkugjafa og sérstaklega hefur áhuginn risið í takt við óróleika á olúmörkuðum.

Höfundur hefur síðastliðin áratug fylgst með þróuninni á bílskúrsbreytingamarkaðnum þar sem að áhugamenn um rafmagnsbíla hafa breytt venjulegum bílum í rafmagnsbíla. Þegar breytingarferlið er skoðað (eldsneytisknúinn bíll → rafmagnsbíll) þá er furðulegt hversu einfalt í raun það er að breyta bílunum og enn furðulegra hvers vegna bilaframleiðendur hafi ekki fyrr komið með alvöru rafmagnsbíla. Ísland er Sádi-Arabía rafmagnsins, með gríðarlegt magn endurnýjanlegra orkulinda sem henta vel hinni grænu ímynd rafmagnsbíllanna. Í ljósi

alls þessa og að nú eru loksins farnir að koma á markað úrval rafmagnsbíla sem gefa staðkvæmdar frændum sínum lítið eftir í notagildi, þá fannst höfundur tilvalið að skoða það hvort að rafmagnsbílar séu komnir yfir þröskuldinn og hvort að þeir séu raunhæfur kostur fyrir neytendur á Íslandi.

1.2. Markmið ritgerðarinnar

Markmiðið með þessari ritgerð er að kanna hvort að rafmagnsbílar séu raunhæfur bifreiðakostur fyrir íslenska neytendur útfrá sundurgreiningu á kostum þeirra sem og göllum. Að auki vildi höfundur kanna væntanlega sviðsmynd fyrir hleðslunet á landsvísu í ljósi strjálbýlis Íslands og legu vegakerfisins. Að lokum var gerð athugun á markaðssetningu rafbíla og hvaða úrbætur mætti gera á þeim sviðum.

1.3. Aðferðarfræðin

Stuðst verður við kenningar sem fram koma í bókinni Principles of Marketing eftir Kotler, Armstrong, Wong og Saunders. Sú aðferðarfræði byggir á því að fyrirhugað verkefni er skilgreint ásamt þeim rannsóknarmarkmiðum sem leitað er eftir. Þegar því er lokið þá var hafist við gerð rannsóknaráætlunar og útfærð vinnsla hennar ásamt gagnasöfnunar og greiningar á þeim gögnum sem safnað hafði verið saman.

1.4. Rannsóknaraðferðir

Í upphafi verkefnisins var ákveðið að styðjast við gögn úr meginðlegum rannsóknum en láta eigindlega rannsókn bíða betri tíma. Sá grundvallar munur á þessum tveimur rannsóknaraðferðum liggur í því að eigindlegar rannsóknir kafa mun dýpra í viðfangsefnið en meginðlegar rannsóknir.

Meginðlegar rannsóknar (e. Quantatative research): safnað er saman miklu magni gagna sem notuð eru til uppbyggingar tölfræðilegs gagnagruns um viðfangsefnið og notagildi þess. Rannsakendur notast við verkfæri á borð við spurningarlista eða önnur tæki til að safna tölulegum upplýsingum. Gögnin eru í formi talna og tölfræði upplýsinga. Rannsóknin er hlutlæg og leitar eftir nákvæmri lýsingu og greiningu viðfangsefnisins og er mikið notast við skoðanakannanir og spurningarlista (Creswell, 2007). Spurningar eru í stöðluðu formi oftast og oft settar upp með svarmöguleikum einsog: já/nei, á skalanum 1-5... og hversu líklegt/ólíklegt er.....

Eigindlegar rannsóknar (e. Qualitative research): farið er dýpra í viðfangsefnið og reynt að öðlast skilning á undirliggjandi ástæðum fólks. Rannsóknaraðilinn safnar

sjálfur gögnunum og eru gögnin í formi orða, mynda eða hluta. Rannsóknin er huglæg: persónuleg upplifun af viðfangsefninu er mikilvæg og er notast m.a. annars við djúpvíðtöl. Spurningarnar eru margar hverjar staðlaðar en spyrjandi getur farið dýpra í hverja spurningu og spurt nýrra spurninga eftir því sem viðtalið þróast. Hér er spurt um hluti einsog: hvaða merkingu hefur X fyrir þig? Hver er reynsla þín af X? Hvernig myndir þú lýsa X? (Creswell, 2007)

Gögnin sem notast er við í þessari rannsókn eru að mestu leyti afleidd gögn (e. secondary data) en lítillaga er notast við frumgögn (e. primary data).

Frumgögn eru þau gögn sem rannsakandi sjálfur hefur safnað saman fyrir það verkefni sem hann er að vinna að (Philip Kotler, 2008).

Afleidd gögn eru hinsvegar utanaðkomandi gögn sem eru nú þegar fyrirliggjandi og hefur verið safnað saman af öðrum aðilum í sama eða öðrum tilgangi (Philip Kotler, 2008).

1.5. Rannsóknarspurningin:

Á síðustu árum hefur rafbílum verið hampað með miklum lúðraþyt sem vænlegum kosti fyrir íslenska neytendur og samfélagið. Hægt væri að spara háar fjárhæðir í orkukostnaði og með því að notast við innlenda umhverfisvæna orku mætti spara þjóðarþúin töluverðar fjárhæðir og draga úr mengun á sama tíma.

Í upphafi átti að leitast við að svara tveimur rannsóknarspurningum:

1. eru rafmagnsbílar hagkvæmir fyrir íslenska neytendur?
2. Hvernig er markaðssetning rafbíla?

Bætt hefur verið við þriðju rannsóknarspurningunni:

3. Hvernig skal staðið að uppbyggingu hleðslunets fyrir rafbíla?

1.6. Gagnasöfnunin

Gögnum var safnað saman yfir tveggja ára tímabil og fór heimildaöflunin að mestu leyti fram í gegnum internetið enda er mikið magn afleiddra gagna fáanlegt í gegnum hina ýmsu gagnagrunna. Ekki var ráðist í gerð skoðanakönnunar en þess í stað var notast við fyrirliggjandi kannanir.

1.7. Tilvísanir

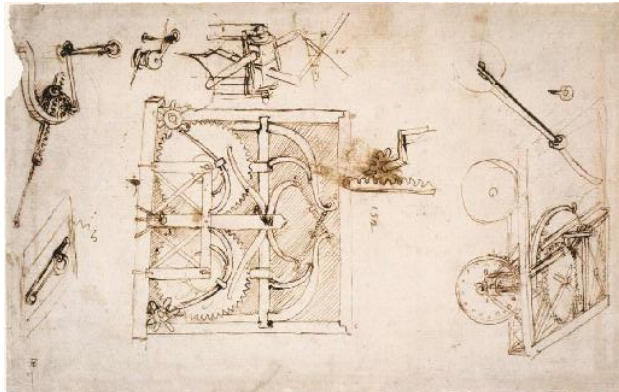
Í ritgerðinni eru nokkur atriði sem notuð eru sem föst viðmið:

- Gengisskráning gjaldmiðla miðast við miðgengi Seðlabanka Íslands 12.09.2014 ef annað gengi er ekki tilgreint í texta.
- Viðmiðunarbifreiðarnar eru VW Golf Comfortline árgerð 2014/15 (sjálfskiptir bensín- og díselbílar), VW e-Golf (rafbíll) og Nissan Leaf 2014/15 (rafbíll).
- Verð orkugjafa var fest miðað við dagsetningu: 13.09.2014.

2. Bílabyltingin

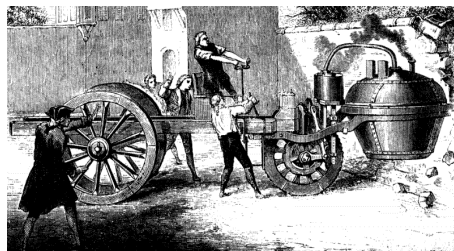
2.1. Uppruni bílsins

Það er ekki alveg vitað hvenær fyrsta bifreiðin var fundin upp né hverjum hægt sé að eigna heiðurinn af því að finna hana upp. Það liggja til að mynda fyrir teikningar eftir Leonardo Da Vinci sem líkjast bifreið eða a.m.k. grunnhugmyndinni á bakvið sjálfrennreiðina.



Mynd 1 - Teikningar Leonardo Da Vinci ([Leonardo Da Vinci's Inventions](#))

Nicolas-Joseph Cugnot er af mörgum eignaður heiðurinn af fyrstu sjálfrennreiðinni 1769 en hann fann upp vagn sem var gufuknúinn. Gufuknúinir vagnar fóru fljótlega eftir það að líta dagsins ljós og voru í umferð allt fram í byrjun 20. aldarinnar.



Mynd 2 - Gufuvagn Cugnot ([Wikipedia](#))

Þegar fyrstu alvöru bifreiðarnar byrjuðu að líta dagsins ljós í lok 19. aldarinnar, þá voru margar fyrstu bifreiðarnar byggðar á hönnun hestvagna að miklu leyti: útlitið bar sterkan hestvagnasvip og fyrstu hjólbarðarnir voru mjóir einsog á hestvögnunum. Það er því ekki skrítið að fyrstu bílarnir fengu viðurnefnið hest-lausr-vagnar (e. horseless-carriages) eða einsog á íslensku: sjálfrennreiðar. Framleiðendur hestvagna voru fljótir að átta sig á að þarna væri nýr markaður að koma fram sem byði uppá mikla

framtíðarmöguleika. Menn voru óhræddir við að prófa sig áfram með drifrásir þessara sjálfrennireiða og fyrstu vélarnar voru drifnar áfram af kolum (gufuafli) en síðar af bensíni og rafmagni en einnig voru gerðar tilraunir með loftknúnar vélar en þær náðu þó aldrei almennri útbreiðslu.

Gufuknúnu bílarnir voru í raun sjálfgæfin framlenging af eimreiðunum enda þekktu menn vel þá tækni. Gufuvélin hafði þá ókosti að dágóðan tíma tók að ná upp nægilegu gufuafli áður en að bifreiðin var nothæf til aksturs og að auki voru þær tæknilega flóknar og þurftu mikla orku.

Bensínvélina var töluvert nettari að öllu leyti en gufuvélin, sem gerði mönnum kleift að nota nettari vagna. En fyrstu bensínvélarnar voru ekki gallalausar: þær voru háværar, áttu það til að sprengja útúr pústinu (sem hræddi hrossin á götunum) og það var mikil mengun frá þeim. Einnig þurfti að snúa vélinni í gang með sveif sem var erfitt, gat verið hættulegt og síðast en ekki síst þá áttu konur erfitt með að snúa þeim í gang sökum þess að það var líkamlega erfitt og hin hamlandi kvenfatatíska þess tíma (Renault).



Mynd 3 - Winton Phateon bensínbíll, 1899 (Renault)

2.2. Rafbíllinn 1.0 - Tímabilið 1880-1920

Fyrstu rafbílnir voru einsog aðrar bifreiðar, byggðir á hestvögnum og því í raun ekki það frábrugðnir samkeppnisbílnum í útliti. En aðalmunurinn lá í drifrás rafbílsins. Það var enginn útblástur frá bílnum og hann var svo til hljóðlaus, fyrir utan suðið frá rafmótornum sem gerði hann „hestvænan“ í umferðinni. Þar sem að ekki þurfti að snúa honum í gang, aðeins ýta á einn takka, þá var hann „konuvænn“ og það opnaði upp aðgang að markaði sem samkeppnin átti erfiðara með að nálgast.



Mynd 4 -1888 Flocken Elektrowagen (Renault)

Við talningu á bifreiðum í Bandaríkjunum 1896 þá voru skráðir 1.681 gufuknúnir bílar, 1.575 rafdrifnir og 986 knúnir bensíni. Árið 1915 voru um 100 fyrirtæki sem framleiddu rafmagnsbíla og árleg framleiðsla var um 6.000 rafmagnsbílar og 4.000 flutning- eða vörubílar knúnir rafmagni (Renault). Árið 1899 átti rafmagnsbíllinn „La Jamais Contente“ landhraðametið: 106 km/h (Renault).



Mynd 5 - La Jamais Contente (EV.com, 2014)

En þó svo að rafbíllinn væri hefði gríðarlega yfirburði á mörgum sviðum þá skorti hann langdrægnina (langdrægnin var eingöngu 30-40 mílur/48-64 km) (Renault) sem bensínbílarirnir höfðu og með sífellt betra og viðameira vegakerfi þá fór að draga úr vinsældum hans. En banabiti hans reyndist vera sá sami og var hans stærsti kostur: rafmótor. Árið varð Henry Leland vitni að því þegar vinur sinn reyndi að snúa bensínbíl í gang með banvænum afleiðingum, véllin sparkaði til baka og sveifin lenti í höfði vinarins sem seinna lést af sárum sínum. Eftir þessa lífeyrslu sína þá fann Leland upp lítinn rafmótor sem tengdur var við bensínvélina og snéri henni í gang og þar með var startarinn orðinn að raunveruleika. Cadillac Model Thirty frá 1912 varð fyrsti bíllinn í heiminum sem var útbúinn rafstartara.

2.3. Rafbíllinn 1.2 - Tímabilið 1920-1990

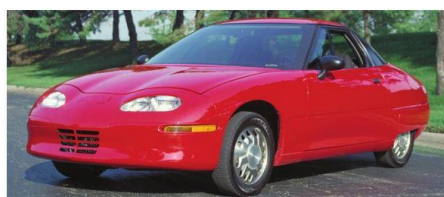
Frá því að rafbíllinn laut í lægra haldi fyrir sprengihreyflinum þá fór ekki mikið fyrir frekari hönnun og þróun í gegnum heilu áratugin. Þróun rafmagnsfarartækja beindist nú að mestu leyti inná brautir atvinnutækja einsog t.d. lyftara og lesta. Fyrir hinn almenna neytanda var það helst golfbíllinn sem leit dagsins ljós og aðrir litlir fjölnotabílar sem voru í raun byggðir á grunnhugmynd golfbílans.

Þó nokkrir litlir framleiðendur litu þó dagsins ljós í gegnum tíðina en flestir náðu engri athygli og örfáir náðu að framleiða nokkur hundruð eintök og einstaka sinnum náði heildaframleiðslan yfir þúsundið. Stóru alþjóðlegu framleiðendurnir voru ekkert að sinna þessu að neinni alvöru enda var olíuverð lágt og því lítil sem enginn hvati til breytinga nema til að vekja athygli á eigin hönnun og hugmyndaári hönnuða og verkfræðinga fyrirtækjanna.

2.4. Rafbíllinn 1.5 – Tímabilið 1990-2003 - EV1

(Paine, *Who Killed the Electric Car?*, 2006)

Margir bílaframleiðendur höfðu í gegnum árin gert tilraunir með bifreiðar knúnar öðru eldsneyti en bensíni/olíu, allt frá þotuhreyflum að kjarnorkuknúnum bifreiðum. En þessar tilraunir voru meira á teikniborðum verkfræðinga eða í formi hugmynda/tilraunabíla sem ekki litu dagsins ljóss fyrir augum almennings. En í ljósi hækkandi eldsneytisverðs og síðast en ekki síst hertari krafna um minnkandi útblásturmengun þá þurftu framleiðendur að finna raunhæfa lausn sem hægt var að fjöldaframleiða. Helst voru það kröfur í Bandaríkjunum og þá sérstaklega í Kaliforníu sem þrýstu á breytingarnar og ýttu í raun rafbílnum af stað. Lög Kaliforníu kröfðust þess að framleiðendur þyrftu að bjóða uppá eyðslugrana bíla úrvali sínu (græna bíla) til að mega selja bíla sína í ríkinu, það þurfti eingöngu að bjóða þá til sölu en engar kröfur um hversu mörg eintök voru seld miðað heildarsölu til að uppfylla skilyrði laganna. General Motors og Toyota svöruðu kallinu með því að bjóða uppá rafmagnsbíla. Toyota bauð uppá Rav4 jepplinginn í rafútgáfu en mjög takmörkuðu upplagi.



Mynd 6 - EV1

General Motors kom fram með bílinn EV1 (1996), sem var fólksbíll. Bifreiðin var ekki boðin til sölu en hægt var að taka hann á rekstrarleigu gegn mánaðargjaldi. Markaðssetningin einblíndi mikið á fræga fólknið enda var það hugmyndin að þau myndu auglýsa upp bílinn og skapa þar með eftirspurn hjá hinum almenna neytenda. Bílinn var sérstakur í útliti, með ávalar línur til að minnka loftmótstöðu. Langdrægni fyrstu kynslóðarinnar var um 100km á hleðslunni en önnur kynslóðin fékk uppfærslu á rafgeymana sem gerðu þeim kleift að komast um 250km á hleðslunni.

2.5. Rafbíllinn 1.7 – Tímabilið 2003-2010 - Tesla Roadster

(Paine, *Revenge of the Electric Car*, 2011)

Eftir að EV1 var afturkallaður og tekinn úr umferð (framleiðslu hætt 1999, afturköllun byrjar 2003) þá fór þróun rafbíla aftur í hlutlausan gír að nánast öllu leyti. Nokkrir litlir framleiðendur reyndu að brjótast inná markaðinn og skapa sér markaðshlutdeild í krafti sérstöðu rafmagnsbílsins og aukinnar umhverfisvitundar almennings, en tókst ekki að brjótast í gegnum glerþakið og fóru flestir í gjaldþrot á endanum. Þessir framleiðendur áttu það sameiginlegt að einblína á litlar bifreiðar, svokallaða borgarbíla, sem hentuðu vel í stórborgum en voru ekki hugsaðar til langferða og voru því litlar, með takmarkaðan hámarkshraða, litla langdrægni á hleðslunni, voru dýrir miðað við sambærilega hefðbundna bíla og vöktu því litlar undirtektir hjá hinum almenna neytenda. Eitt þessara nýju fyrirtækja átti rætur sínar að rekja til tölvugeira Kísildalsins í Kaliforníu: Tesla. Það sem gerði Tesla frábrugðnara öðrum rafbílaframleiðendum var fernt:

1. Tesla menn gerðu sér grein fyrir því að rafbílur ættu að vera skemmtilegir í akstri og að engu eða litlu leyti frábrugðnir hinum hefðbundnu bifreiðum.
2. Rafgeymar sem voru fáanlegir á markaðnum voru ekki nógu góðir og því leituðu þeir í tækni einhvers sem þeir þekktu vel til: fartölvunnar en rafhlöðuþróun hennar hafði tekið miklum framförum til að svara sífellt öflugri tæknibúnaði og kröfum neytenda um endingu rafhlöðunnar.
3. Þeir voru ekki að finna upp hjólið, bara betrubæta það.
4. Sexið (kynþokkinn) selur. Frumburðurinn var sportbíll sem var byggður á hinum breska Lotus Elise og framleiddur í samstarfi við Lotus.



Mynd 7 - Tesla Roadster

Árið 2008 kom Tesla Roadster á markaðinn og hann markaði tímamót í rafbílasögunni. Hann gaf systurbílnum Lotus Elise lítið eftir í aksturseginnleikum og var með áður óheyrða langdrægni rafmagnsbíls (uppgæfið: yfir 320km). Bíllinn hafði einnig kynþokkann til að höfða til hins almenna neytenda sem vildi lítinn sportbíl en ekki bara þá sem var umhugað um umhverfið. Verðið var hátt en ekki óviðráðanlegt: \$109.000 í Bandaríkjunum árið 2010 (12.705.040 ISK)¹ og þá átti eftir að reikna inn fáanlegar opinberar niðurgreiðslur. En mesta framförin var langdrægnin sem var 320km, þökk sé samskonar Lithium-Ion rafhlöðum og notaðar voru í fartölvum sem Tesla menn aðlöguðu svo að hönnun bílsins. Roadsterinn átti erfiða fæðingu með þó nokkrum tæknilegum örðugleikum og framleiðsluvandræðum en á endanum virtist Tesla hafa tekist að ráða bót á þessum annmörkum og bjóða uppá raunhæfa samkeppnishæfa vöru og um leið opna dyrnar að endurfæðingu rafmagnsbílsins.

2.6. Rafbíllinn 2.0 – Tímabilið 2010-.... - Tesla S / Nissan Leaf

(Paine, *Revenge of the Electric Car*, 2011)

Þegar stóru bílaframleiðendunum varð ljóst að Tesla væri með vöru sem var raunhæf þá byrjuðu þeir einn af öðrum að hoppa á rafmagnsvagninn en með mismikilli alvöru þó til að byrja með. Nissan var eini framleiðandinn sem setti sig að fullri alvöru á bakvið rafbílahönnun sína og kynnti til sögunnar Nissan Leaf. Á meðan Tesla hafði valið að markaðssetja sinn Roadster á sportbílamarkaðnum þá ákvað Nissan að ráðast á garðinn þar sem að hann er einna hæstur: hinn almenna smábílamarkað.



Mynd 8 - Nissan Leaf

¹ Miðgengi Seðlabanka Íslands 1.12.2010, USD = 116,5 ISK

Nissan Leaf er í sama stærðarflokki og VW Golf/Ford Focus/Mazda3 og var því ljóst að samkeppnin yrði gífurlega hörð. Árið 2010 voru fyrstu Nissan Leaf bílarnir afhentir. Leaf hafði 160km langdrægni (uppgengið drægi af framleiðanda) þegar hann var kynntur og verðmiðinn var um \$33.000 (3.846.480 ISK)² í Bandaríkjunum (fyrir opinbera styrki). Nissan Leaf er í dag söluhæsti rafbíllinn á heimsvísu og má segja að hann leiði rafbílabyltinguna að mörgu leyti. Tesla kynnti svo til sögunnar Model S bíllinn árið 2009 sem var fullvaxinn 4 dyra stallbakur og langdrægni sem hljóðaði uppá 370km (60kW útg.) og 510km (85kW útg.). Bílnum var beint að lúxusbílamarkaðnum þar sem framleiðendur einsog Benz/BMW/Audi voru meðal keppinauta. Fyrstu bílarnir voru tilbúnir til afhendingar 2012.

² Miðgengi Seðlabanka Íslands 1.12.2010, USD = 116,5 ISK

3. Rafhlöður

3.1. Sagan

Þó svo að margir trúir því að batteríð frá Baghdad (Messópótamía 250 f.kr. – 250 e.kr.) sé fyrsta rafhlaðan þá hefur ekki tekist að sanna það með óhyggjandi hætti. Almennt er talið að heiturinn af fyrstu rafhlöðunni sé Ítalans Alessandro Volta en hann bjó til fyrstu nothæfu rafhlöðuna í kringum árið 1800.

Í gegnum fyrrihluta 19. aldarinnar voru margir sem endurbættu eða útfærðu grunnhönnun Volta. Það var ekki fyrr en 1859 sem hinn franskir Gaston Planté fann upp fyrstu nothæfu geymslurafhlöðuna sem var forveri nútíma rafgeymis. Það var svo í kringum aldamótin 1900 sem Alkaline og Nickel-Cadmium rafgeymar litu dagsins ljóss en þau höfðu meiri líftíma og geymslugetu en áður þekktist (Battery, 2014).

3.2. Tegundir rafhlaðna

(Anderson, Current Battery Technology, 2010), (Battery, 2014)

3.2.1. Lead Acid

Þetta er langafinn í rafhlöðufjölskyldunni og var fundin upp árið 1859. Þessar rafhlöður hafa verið algengasta tegund endurhlaðanlegra rafhlaðna í gegnum tíðina og þrátt fyrir háan aldur þá hafa þær allt að um 20-falda geymslugetu en NiCd rafhlöðurnar, mælt í wSt (e. watt-hours). Þær hafa þann kost að það er hægt að misbjóða þeim mikið, þær eru ódýrar, endingargóðar og fjölbreytileika í hleðslu- og afhleðslumöguleikum þ.e. það þarf ekki að passa uppá hvort þær séu algjörlega tómar þegar á að endurhlaða þær. Þær eru enn þann dag notaðar í hefðbundnum bifreiðum sem aðalrafgeymir og margir bílskúrsgrúskarar nota þessa rafgeyma í sína fyrstu rafbíla. Helsti ókostur þeirra er þyngdin og minnsta orkugetan miðað við þyngd. Þessi tegund rafhlaðna var notuð í EV1 og Rav4 á sínum tíma. Endingartími: 500-800 hleðslur (Wikipedia).

3.2.2. Nickel-Cadmium (NiCd)

NiCd rafhlöðurnar eru þær rafhlöður sem voru allsráðandi á markaðnum fyrir smáraftæki í gegnum árin. Þó svo að Lithium rafhlöður séu farnar að taka yfir, þar sem að mikillar orku er krafist, þá eru þetta þær endurhlaðanlegu rafhlöður sem flestir

þekkingu. Þær voru mikið notaðar í handverkfæri og fyrstu kynslóðir stafrænna myndavéla svo dæmi séu tekin. Þær endast betur ef þær eru alveg tæmdar áður en þær eru endurhlaðnar, annars var hætt við að rafhlaðan „legði á minnið“ skerta geymslugetu og hegðaði sér í samræmi við það. Þær eru mikið notaðar í varaafstöðvar enda geta þær gefið af sér mikinn straum, hafa mikið endurhleðsluþol (e. charge cycles) og þykja almennt mjög áreiðanlegar. Þær eru samt of þungur og hafa takmarkaða orkugetu til að geta hentað í langdræga rafmagnsbíla.

3.2.3. Nickel-Metal Hybride (NiMH)

NiMH rafhlöður hafa fræðilega geymslugetu sem er 20-40% hærri en sambærileg Cadmium rafhlöður. Voru að mestu notaðar í smærri raftæki en hafa síðustu ár verið framleiddar í stórum einingum sem hafa getuna til að knýja rafbíl. Þær eru enn sem komið er hlutfallslega dýrar og ekki með nægjanlegan líftíma en búist er við að næsta kynslóð muni brúa bilið sem þarf og að líftími þeirra verði sambærilegur við líftíma bílsins³. Endingartími: 500-2000 hleðslur (Wikipedia).

3.2.4. Lithium-ion (Li-Ion)

Algengasta tegund langtímarafhlaðna í dag. Er í sífelldri þróun og hefur geymslugeta þeirra margfaldast í gegnum árin. Þær hafa mikla geymslugetu miðað við þyngd og eru mikið notaðar þar sem að langtímaending rafhlöðu er krafist t.d. í hjartagangþráðum, fartölvum og farsímum. Þær hafa samt þann ókost að vera mjög næmar fyrir hitabreytingum og kannast flestir við það þegar kalt er úti, að farsíminn virðist hafa óvenju lélega rafhlöðuendingu. Annað þekkt vandamál er að rafhlöðurnar hitna ógurlega mikið við hleðslu/afhleðslu, reyndar svo mikið að raunveruleg hætta er á sjálfsíkviknun. Tesla notar svona rafhlöður í bíla sína og eru þær í grunninn þær sömu og knýja fartölvur; svokallaðar 18650 rafhlöður. Nissan Leaf er einnig búinn Li-Ion rafhlöðum sem og VW e-Golf. Endingartími: 400-1.200 hleðslur (Wikipedia).

3.2.5. Lithium-poly (LiPo, Li-poly)

Lithium Polymer er ný útfærsla af Li-Ion rafhlöðunni sem lofar góðu og hefur meiri geymslugetu en hefðbundin Li-Ion rafhlaða. Þessar rafhlöður hafa verið að ryðja sér

³ Það er ekki til neitt sem heitir líftími bíls en búast má við að bílar dugi í allt að 250.000 mílna akstur. (Jim Gorzelany, 2013)

til rúms í smáraftækjum einsog farsímum frá Apple en tæknin þykir enn of óreynd og ótraust til að hafa ratað í rafbílaframleiðsluna.

3.3. Annmarkar

Líftími rafhlaðna er mældur í hleðslum en ekki notkunartíma. Apple fyrirtækið skilgreinir hleðslu sem notkun sem jafngildir geymslugetu rafhlöðunnar þ.e. ef tækið notar 50% af batteríinu og er svo fullhlaðið og svo endurtekið daginn eftir þá jafngildir það 1 hleðslu en ekki tveimur (Apple). Meðallíftími rafhlaðna er á bilinu 500-1.200 hleðslur (The Electropaedia) en í tilviki rafhlaðna þá þýðir líftími ekki endilega að rafhlaðan sé ónýtt að líftíma loknum, heldur er geymslugeta rafhlöðunnar fallin niður fyrir eða í 80% getu. Aðrar utanaðkomandi aðstæður hafa einnig áhrif á líftímamann, aðstæður einsog lofthiti og rakastig. Algengt er að ábyrgð á rafhlöðum í farsímum og fartölvum sé ekki nema 6 mánuðir á Íslandi.

3.4. Framtíðin

Lithium rafhlöður eru notaðar í nánast öll raftæki sem krefjast mikillar orku og ætlað er að endast í lengri tíma á rafhlöðunni einni saman. GSM símar, myndavélar, tölvur, rafverkfæri og rafmagnsbílar eru bara nokkrar af þeim vörum sem nota rafhlöður sem innihalda Lithium af einhverju leyti. Með síaukinni eftirspurn eftir langtímarafhlöðum þá er hætt við að eftirspurnin eftir Lithium fari framúr framboðinu en það mun ýta verðinu upp. Á milli 2005 og 2008 þá tvöfaldaðist verðið og stóð í kringum 500\$ (73.885 ISK)⁴ tonnið (Anderson, Current Battery Technology, 2010). Heimsframleiðslan var áætluð 36.600t árið 2012 og höfðu tveir stærstu framleiðendur Lithium's þá aukið framleiðslu sína um 9% en á sama tíma var eftirspurnin 28.200t og hafði vaxið um 9% frá 2011⁵ (USGS). Að sama skapi var áætlað að framleiðendur væru komnir í 80% af heildarframleiðslugetu. 2013 var framleiðslan komin uppí 35.000t sem var óbreytt frá árinu 2012⁶ (USGS).

Zinc-air rafhlöður lofa góðu í formi geymslugetu en eru enn sem komið er bara í formi einnota rafhlaðna og hafa séð notkun í heyrnatækjum og úrum svo dæmi séu tekin. Fræðilega séð þá hrörnar Zinc-air rafhlaðan ekki við geymslu til lengri tíma.

⁴ Miðgengi Seðlabanka Íslands 1.12.2008 USD = 114,77 ISK.

⁵ Fyrir utan framleiðslu Bandaríkjanna:

⁶ Fyrir utan framleiðslu Bandaríkjanna:

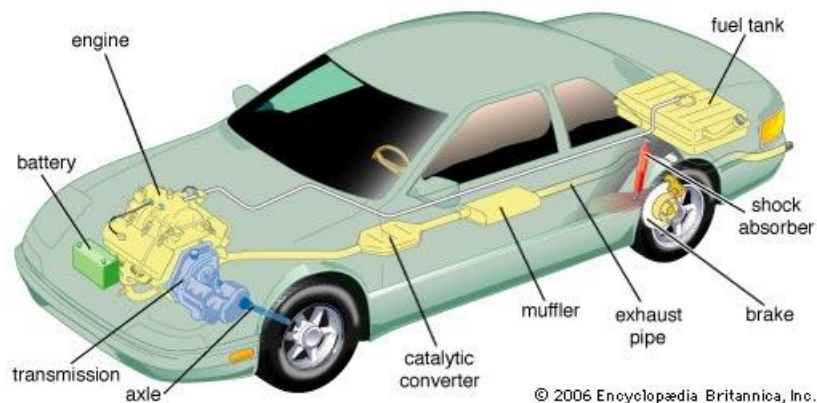
Zinc hefur þann kost fram yfir Lithium að margfalt meiri birgðir eru til í heiminum og ættu birgðirnar því að duga fyrir töluvert fleiri rafbíla þegar til lengdar lætur.

Aluminium-air rafhlöður myndu umbylta rafbílaþróun þar sem að þær hafa fræðilega áttfaldna geymslugetu á við Li-Ion rafhlöður miðað við þyngd. Þessar rafhlöður eru enn á þróunarstiginu og eru mörg tæknileg vandamál sem þarf að leysa áður en rafhlaðan er raunhæfur kostur fyrir rafbíla. Ef þessi tækni nær að þróast yfir í nothæfar rafhlöður fyrir rafbíla þá myndi það útrýma langdrægni vandamálunum og gera rafbílinn að virkilega raunhæfum valkosti (Yang, 2002).

4. Rafbíllinn 2.0

4.1. Vélbúnaður

Helsti munur á hefðbundnum bíl og rafmagnsbíl eru orkan og vélbúnaðurinn sem knýr bílinn áfram.



Mynd 9 - Hefðbundinn drifbúnaður bíls (Britannica, 2006)

Á einfaldan hátt má segja að vélbúnaður hefðbundins bíls samanstandi af: vélinni, gírkassa, útblásturs- og mengunarvarnarkerfum, bensíntanki og rafgeymi. Allir þessir hlutir taka gríðarlegt pláss í bílnum og koma t.d. í veg fyrir að hægt sé að hafa botnplötu bílsins flata sem aftur á móti eykur loftmótstöðu bílsins. Einnig setur þetta hönnuðum þröngar skorður þegar bifreið er hönnuð enda þarf að huga að hvaða vélbúnaður sé í boði hverju sinni og hvernig er hægt að koma honum fyrir.

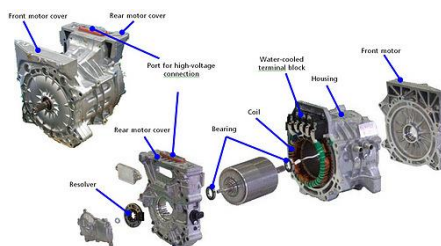


Mynd 10 - Drifbúnaður og rafhlaða Tesla Model S (Tesla Motors)

Vélbúnað rafbílsins má hinsvegar lýsa á einfaldan hátt sem: rafmótor(ar), rafhlöðu(m) og stjórnúnaður fyrir rafkerfið. Hugsanlega bætist gírkassi í einhverri mynd við flóruna í framtíðinni en bílaframleiðendur hafa gert tilraunir með fjölgírakassa í

gegnum tíðina en þeir hafa ekki litið dagsins ljóss í framleiðslunni. Allt tekur þetta töluvert minna pláss en vélbúnaður hefðbundna bílsins og gefur því mun meiri möguleika á betri nýtni hönnunarinnar sem og hægt er til að mynda að hafa botnplötu bílsins flata sem minnkar vindmótstöðu sem leiðir af sér minni eyðsla og meira innanrými.

4.1.1. Rafmótorinn



Mynd 11 - EV mótór (SAE International)

Rafmótorinn virkar þannig að hann snýst þegar rafmagn er hleypt á hann og getur hann snúist í báðar áttir. Ólíkt brunavélum sem hafa hámarksafl við ákveðinn snúning þá hefur rafmótorinn hámarksafl strax og er bíllinn því mun snarpari í hægum akstri en hefðbundnir bílar en dalar svo þegar hraðar er farið. Rafmótorinn hefur eingöngu einn hreyfanlegan hlut en hefðbundin vél er byggð á þúsundum hluta sem þurfa að vinna saman til að koma bílnum áfram. Rafmótorinn í rafmagnsbílum er langtum minni í umfangi en hefðbundin brunavél, í raun er hægt að hafa rafbíl fjórhjóladrifinn með því að einfaldlega koma rafmótörum fyrir inni hverri felgu fyrir sig eða hafa sitt hvorn rafmótorinn fyrir hvorn öxul fyrir sig.

4.1.2. Rafhlaðan



Mynd 12 – Staðsetning rafhlöðu í Nissan Leaf (EVBud.com, 2014)

Í stað eldsneytistanks þá kemur rafhlöðupakki eða pakkar. Rafhlaðan er fyrirferðamesti hluti vélbúnaðarins en hún er samt ekki bundin sömu fastskorðuðu

lögmálum og eldsneytistankar. Rafhlaða rafbíls er hlaðin með því að stinga bílnum í samband við innstungu eða þar til gert hleðslutæki. Mjög mismunandi er hvernig útfærsla er á rafhlöðupökkunum milli framleiðenda. Tesla hefur flatann pakka sem komið er fyrir í botnplötu bílsins sem losar gríðarlegt pláss sem nýtt er sem viðbótar geymslupláss. VW e-Golf hefur sinn pakka undir aftursætunum og aftur í skott en Chevrolet Volt hefur T-laga pakka sem liggur eftir bílnum langsum sem býr til háan miðjustokk í staðinn og bíllinn er því bara fjögurra manna í stað fimm. Tilraunir hafa verið gerðar með rafhlöðupakka sem hægt er að skipta út með hraði á hleðslustöðvum og var Renault Fluence Z.E fyrsti bíllinn sem var útbúinn útskiptanlegri rafhlöðu.

4.1.3. Stjórnbúnaðurinn

Hjarta rafbílsins er stjórnbúnaðurinn sem stýrir flæði rafmagns frá rafhlöðum til rafmótorsins. Inngjöf rafbíls virkar í grundvallaratriðum einsog í hefðbundnum bíl: meiri inngjöf = meiri snúningur mótorsins. Inngjöfinni eru tengdir tveir skynjarar sem segja til um hversu miklu afli óskað er eftir og öryggisins vegna þurfa báðir að sýna sama afl til að stjórnbúnaðurinn hleypi umbeðnu afli í gegn. Þetta er gert til þess að koma í veg fyrir að inngjöfin „festist“ í botni ef skynjari myndi bila, með tilheyrandi vandræðum en ókosturinn er sá að ef annar skynjaranna bilar þá fer bíllinn ekki neitt. Þegar inngjöfinni er sleppt þá kemur ekkert rafmagn frá rafhlöðunum og í flestum rafbílum í dag er hægt að láta rafmótorinn hægja á bílnum með þessum hætti og endurheimta rafmagn á sama tíma inná rafgeymana (e. Regenerative braking). Sumir rafbílar hafa nokkrar stillingar á þessum eiginleika og hefur e-Golf til að mynda 3 stig allt eftir því hversu skarpt mótórin á að bremsa. Stjórnbúnaðurinn stýrir einnig því þegar ökumaður vill bakka bílnum en þá er straumnum snúið við með því að setja gírstöngina í R og rafmótorinn snýst þá hreinlega í öfuga átt.

Þegar öllu er á botninn hvolft þá eru margir nútíma rafbílar ekki frábrugðnir venjulegum bílum. Útlit þeirra getur verið nákvæmlega það sama bæði að utan sem innan einsog sést í tilfelli VW e-Golf. En það fer samt eftir því hvort að bíllinn sé hannaður frá grunni til að vera rafbíll eða hvort að ákveðið hafi verið að breyta núverandi hefðbundnum bíl í rafbíl. Þó svo að allur hefðbundinn vélbúnaður sé fjarlægður þá þurfa rafhlöðurnar mikið pláss og oft er skottplássi eða öðru notagildi fórnað þegar núverandi módeli er breytt í rafbíl. Honda Jazz rafbíllinn missir t.d.

töfrasætin sín sem núverandi bensín útgáfa er einna þekktust fyrir. Tesla Model S er á hinn bóginn hannaður frá grunni sem eingöngu rafbíll og staðsetning rafhlaðanna er í botni bílsins. Þessi útfærsla gefur tækifæri á að búa til gríðarlegt pláss inní bílnum og er hann í raun með tvö skottpláss ef svo má segja: annað á sínum stað að aftan þar sem að hægt er að koma fyrir tveimur barnasætum⁷ og svo hitt geymsluplássið sem er staðsett í húddinu. Þessi hönnun er ekki gallalaus enda er staðsetning rafhlaðanna á viðkvæmum stað einsog berlega kom í ljós þegar Model S bíll stóð í ljósum logum eftir að hafa fengið aðskotahlut frá götu í rafhlöðupakkann. Eftir að hafa neitað að þetta væri hönnunargalli eða veikleiki þá endurhönnuðu Tesla menn botn bílsins og bættu við varnarhlífum úr titáníum og áli (Musk, 2014) til að koma í veg fyrir frekari óhöpp.

4.2. Skilgreining á rafbílum

Skilgreiningin á hvað er rafmagnsbíll hefur verið svolítið í umræðunni síðustu árin og í dag eru í raun tvær mismunandi útgáfur til af rafmagnsbílum en menn eru samt ekki á einu máli hvort að það megi skilgreina tengitvinnbíla sem rafmagnsbíla. Í Danmörku eru tengitvinnbílar til að mynda skilgreindir sem hefðbundnir bensínbílar og skattlagðir samkvæmt því og er því Opel Ampera í raun skattlagður útaf markaðnum.

4.2.1. Hreinræktaðir rafmagnsbílar

Hreinræktaðir rafbílar eru þær bifreiðar sem ganga eingöngu fyrir rafmagn frá rafgeymum sínum. Rafmagnið kemur af landsnetinu og eru rafhlöðurnar hlaðnar með því að bílunum er stungið í samband einsog hverju öðru heimilistæki sem krefst rafmagns.

Dæmi um bíla: Tesla Model S, Nissan Leaf, VW e-Golf og e-Up!

4.2.2. Tengitvinnbílar

Tengitvinnbílar eru knúnir áfram af raforku en hafa litla ljósavél um borð til að framleiða rafmagn þegar rafgeymarnir tæmast niður að viðmiðunarlágmörkum. Það er hægt að hlaða þá einsog hefðbundinn rafmagnsbíll en þeir hafa mjög takmarkaða langdrægni á batteríunum eða á milli 40-60km. Þrátt fyrir takmarkaða langdrægni þá

⁷ Fánleg sem aukabúnaður,

er hún nóg til að uppfylla daglegan meðalakstur flestra og því er fræðilega hægt að keyra alltaf á batteríunum án þess ljósavélin fari nokkurn tíma í gang. Dæmi um bíla: Chevrolet Volt/Opel Ampera.

4.3. Langdrægni

Langdrægni rafmagnsbíla er þeirra helsti vandi og er langdrægni-kvíði (e. range anxiety) fylgifiskur þess og er einna efst í huga þeirra neytenda sem langar að kaupa sér rafmagnsbíl en hafa efasemdir um notagildi fjárfestingarinnar.

Í dag er algengt að rafmagnsbílar einsog Nissan Leaf og e-Golf séu með uppgefna langdrægni uppá 150-190 km en almennt má gera ráð fyrir minni langdrægni við venjulegan akstur⁸. Þó svo að langdrægnin detti niður í kringum 100-120 km⁹ þá er það samt næg langdrægni til að uppfylla daglegan meðalakstur Íslendinga. Samkvæmt tölum Umferðarstofu fyrir árið 2013 þá var meðalaksturinn 32,6 km fyrir bensínbíla og 42,3 fyrir dísel knúna. Ef menn taka sumarbústaðarrúntinn með í reikninginn þá er Borgarnes 75km í burtu og Grímsnesið um 68km þ.a. langdrægnin ætti að duga uppí bústað og jafnvel tilbaka ef menn vilja ekki stoppa of lengi.

Ef miðað er við upplýsingarnar frá umboði Nissan á Íslandi um langdrægni, þ.e. 160km fyrir Nissan Leaf, þá dugir hleðslan rétt til þess að keyra Þingvallarhringinn (Reykjavík-Þingvellir-Selfoss-Reykjavík) sem eru 153km¹⁰. Samkvæmt leiðbeinandi grafi um raunlangdrægni rafbíla í Noregi¹¹ þá kemur fram að langdrægni Nissan Leaf er á bilinu 75km til 230km og VW e-Golf 100-190km.

4.4. Mengun

4.4.1. Bein mengun

Það er engin bein mengun frá rafbílum þegar þeir eru í akstri enda er enginn útblástur frá þeim. Hljóðmengun er heldur ekki til staðar enda gefa þeir bara frá sér lágt suð

⁸ Umboðsaðili Nissan á Íslandi: „Þrátt fyrir uppgefna langdrægni framleiðanda allt að 199* km á hleðslunni má reikna með að við Íslenskar aðstæður sé langdrægnin nær 160 km á hleðslunni...“

⁹ Nissan Leaf er með uppgefna þéttbýlislangdrægni uppá 124km miðað við -10° lofthita, 24km/h og kveikt á miðstöðinni samkv. Nissan Danmörku. 120-130km raunlangdrægni (án hraðbrautaraksturs) samkvæmt starfsmanni Hertz í Danmörku.

¹⁰ Samkvæmt Google maps 26-9-2014

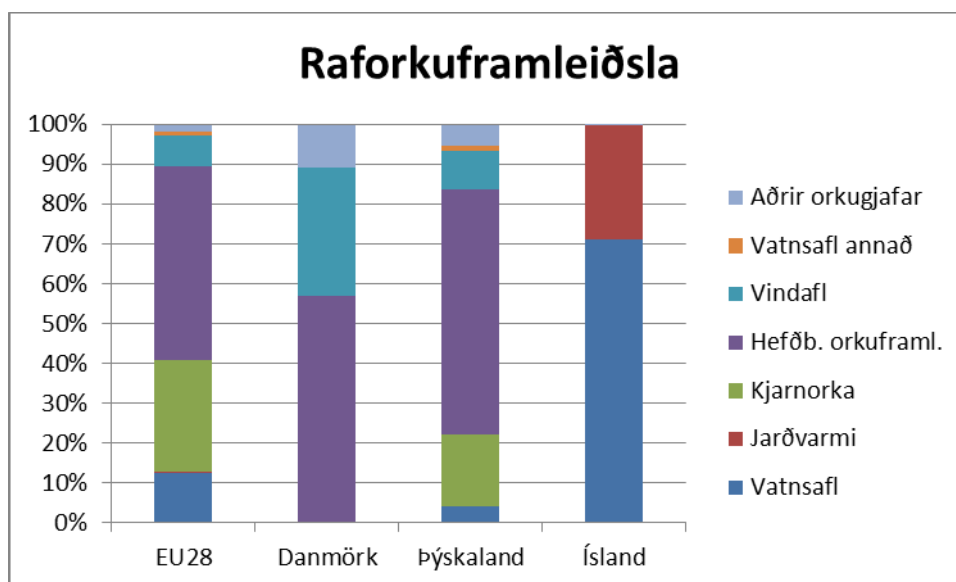
¹¹ Viðauki 6

sem í flestum tilfellum yfirgnæfist í veghljóðinu frá dekkjunum. Framleiðendur rafbíla hafa þó verið að gera tilraunir með hljóðgjafa til að uppfylla kröfur er varða öryggi annarra vegfarenda í umferðinni og þá sérstaklega blindra.

En rafbílur eru ekki með öllu mengunarlausir enda fellur til mengun við framleiðslu þeirra en þó sérstaklega eru uppi áhyggjur með förgun rafhlaðna þeirra. En með bættri endurvinnslutækni þá standa vonir til að hægt sé að endurnýta rafhlöðurnar að miklu leyti og hefur t.d. Nissan farið í samstarf við Sumimoto Corp. í Japan sem snýr að endurnýtingu rafhlaðna Nissan rafbíla (Nissan).

4.4.2. Óbein mengun

Einn stærsti sölupunktur rafbíla er sá að þeir mengi ekki og er það rétt er varðar útblástursmengun en öðru máli gegnir um rafmagnið sjálft og má því segja að í flestum tilfellum er óbein mengun af rafbílum. Á Íslandi er nánast öll raforka framleidd með endurnýtanlegum orkugjöfum þ.e. vatnsafl, jarðvarma og nú nýlega vindorku. En Ísland er jaðardæmi um hreinleika þeirrar raforku sem framleidd er og nýtt innanlands. Innan Evrópusambandsins er einungis lítill hluti rafmagnsframleiðslunnar frá endurnýjanlegum orkugjöfum, kjarnorka og hefðbundin orkuvinnsla stóð árið 2013 undir tæplega 77% orkuframleiðslunnar (Eurostat, 2014)¹².



Graf 1 - Hvaðan kemur rafmagnið?

¹² Viðauki 3 inniheldur frekari upplýsingar um skiptinguna

Í Danmörku er hlutfallið betra með 57% framleiðslunnar frá hefðbundnum orkuverum og 32% frá vindmyllum (Eurostat, 2014)¹³ en á Íslandi er allt önnur saga en hér framleiðum við með vatnsafla 71% orkunnar og tæplega 29% með jarðvarma (Eurostat, 2014)¹⁴.

Orkuvinnsla á Íslandi er samt langt í frá að vera mengunarlaus þó svo að orkan sé kynnt þannig enda er útblásturmengun frá jarðvarmavirkjunum í formi til að mynda brennisteinsvetnis (mbl.is, Innlent, 2012) og aukinnar jarðskjálftavirkni gætir á nærsvæðinu (mbl.is, Innlent, 2014). Einnig eru önnur umhverfisáhrif umdeild og ekki fullrannsökuð einsog deilurnar um Kárahnjúkavirkjun hafa sýnt.

4.5. Öryggi

Öryggi rafmagnsbíla er að mörgu leyti sambærilegt við hefðbundna bíla en áhyggjur hafa einna helst snúist um öryggi rafhlaðanna við árekstur og rafkerfisins. Helst hafa menn haft áhyggjur af möguleika þess að farþegar rafbíls geti fengið rafstraum ef til árekstur kemur og hvort að raunveruleg hættu sé á því að rafhlöðupakkinn springi eða kvikni í honum. Eins og dæmin með Tesla Model S sýna þá er raunhæfur möguleiki á því að það geti kviknað í rafhlöðunum en sá möguleiki er samt lítill og Tesla hóf strax endurbætur á sínum bíl til að minnka þann möguleika. Í árekstrarprófunum EuroNCAP um öryggi farþega þá fékk rafbíllinn BMWi3 fjórar stjörnur af fimm og Nissan Leaf fékk fimm af fimm (EuroNCAP). Nissan Leaf árgerð 2014 gekk hinsvegar ekki jafnvel í prófunum vestanhafs hjá IIHS og fékk fallelkunn en ekki komu fram neinar sérstakar áhyggjur varðandi rafhlöðurnar eða rafkerfið (IIHS, 2014). Tesla Model S fékk 5 stjörnur í árekstrarprófunum hjá NHTSA í Bandaríkjunum og án þess að skemmdir yrðu á rafhlöðunum við prófanirnar.

¹³ Viðauki 3 inniheldur frekari upplýsingar um skiptinguna

¹⁴ Viðauki 3 inniheldur frekari upplýsingar um skiptinguna

4.6. Ábyrgð

Framleiðendur rafmagnsbíla bjóða sambærilega seljandaábyrgð á þeim og hefðbundnum bílum en rafhlöðupakkarnir bera oft aukna ábyrgð. VW e-Golf ber til að mynda 2 ára svokallaða nýbílaábyrgð (d. Nyvogngaranti) í Danmörku en 8 ára / 160.000 km ábyrgð á rafhlöðunni (-30% skerðing á geymslugetu). Hér að neðan sést mismunandi ábyrgðartími nokkurra rafbíla:

Bíltegund	Nýbílaábyrgð Ár / km	Rafhlöðuábyrgð Ár / km
VW e-Golf	2 / óuppgafið	8 / 160.000
Nissan Leaf	3 / 100.000	5 / 100.000
Tesla Model S	4 / 80.000	8 / 200.000

Tafla 1 - Samanburður á ábyrgð þriggja rafbíla¹⁵

¹⁵ Tesla hefur mismunandi ábyrgð á rafhlöðunni eftir stærð hennar, 60kW ber ábyrgð í töflu en 85kW hefur ekki takmarkanir á kílómetrum.

4.7. Orkukostnaður

Rafbílar búa við þann kost að nýta venjulegt heimilisrafmagn sem orkugjafa og er því ekki hægt að gera greinarmun á þeim og ísskápnum þegar kemur að orkugjafanum, ekki frekar en sláttuvéla og hefðbundinna bifreiða. Það er því erfitt að aðgreina rafmagnið annars vegar í heimilisrafmagn og hinsvegar rafmagn handa bílnum. Skattlagning rafmagns í því mæli sem eldsneyti býr við er því fjarlægur möguleiki og er því ljóst að orkukostnaður rafbíla verður áfram lágur um ókomin ár. Ef skoðaður er sá rekstrarkostnaður sem hinn almenni neytandi verður hvað mest var við þ.e. eldsneytiskostnaðurinn þá hefur rafbíllinn gríðarlegt forskot á hina hefðbundnu bræður sína. Ef bornir eru saman algjörlega sambærilegir bílar þá er orkukostnaður þeirra eftirfarandi:

	Rafmagn	Bensín	Dísel
Einingarverð orkugjafa	13,79 ISK	244,10 ISK	236,00 ISK
Miðgildi meðalakstur á Íslandi	37 km.	37 km.	37 km.
Árleg keyrsla	13.505 km.	13.505 km.	13.505 km.
Orku-/eldsneytisnotkun á dag	4,70 kWst	1,85 L	1,44 L
Kostnaður á dag	64,8 ISK	451,6 ISK	340,5 ISK
Árlegur kostnaður	23.652 ISK	164.829 ISK	124.300 ISK
Mismunur á orku-/eldsneytiskostnaði miðað við rafmagn		141.177 ISK	100.648 ISK
Orku-/eldsneytiseyðsla á hverja 100 km.	12,70 kWst	5,00 L	3,90 L
Orku-/eldsneytiskostnaður á hverja 100 km.	175 ISK	1.221 ISK	920 ISK

Tafla 2 - Samanburður á orkukostnaði miðað við blandaðan akstur

Rekstur rafbílsins er 100.000 til 140.000 ISK lægri árlega miðað við gefnar forsendur en gera má ráð fyrir því að olíuverð sveiflist mun meira en raforkuverð til lengri tíma litið. Raforkan er einnig framleidd innanlands og því þarf ekki að hafa miklar áhyggjur af áhrif gengis gjaldmiðla á orkuverðið eða af pólitískum óstöðugleika í fjarlægum löndum.

5. Samkeppnin

5.1. Bílar knúnir jarðefnaeldsneyti



Mynd 13 - VW Golf (Car and Driver, 2014)

Þetta eru hinir dæmigerðu bílar sem ganga fyrir jarðefnaeldsneyti, oftast talað um dísel- eða bensínbíla. Þessi flokkur gnæfir yfir markaðinn og hefur nánast einokað hann síðan 1920 þegar olían varð auðvinnanleg og bílabyltingin byrjaði fyrir alvöru með hinum fjöldaframleidda Ford T. Ef skoðaðar eru tölur um nýskráningu bifreiða á Íslandi árið 2013 þá sést að þessar tvær vélategundir eru með 97% hlutdeild í skráningu nýrra bifreiða og 93% hlutdeild af nýskráðum notuðum bílum. Ef heildarfjöldi skráðra fólksbíla á Íslandi er skoðaður þá er hlutfallið rúmlega 99% (Samgöngustofa, 2013). Brunavélarnar hafa tekið miklum framförum á undanförunum árum og með tækni einsog Start/stop¹⁶, betri hönnun véla og léttari hönnun þá hafa stórir bílar einsog t.d. Mazda6 náð eldsneytiseyðslu í blönduðum akstri niður í kringum 6/100km og 4/100km (bensín og dísel) (Brimborg). Það er því ljóst að framleiðendur eru að svara kröfum markaðarins um sparneytnari bíla án þess að fórnar aksturseginnleikum eða notagildi. Þegar kemur að orkunýtni þá eru brunavélarnar ekki að nýta nema 30% af orkunni (bensínvélar) til þess að knýja bílinn áfram en afgangurinn tapast t.d. í formi varma. Díselvélar eru ekki með mikið meiri orkunýtni í dag eða um 40% og það er því ljóst að sprengihreyfilinn hefur mikið rúm til endurbóta þegar kemur að orkunýtni og má því gera ráð fyrir því að þessar tvær vélategundir verði ráðandi á markaðnum næstu árin ef ekki áratugin ef engar stórvægilegar hugarfarsbreytingar eða tækniframfarir eigi sér stað.

¹⁶ Drepur á vélinni þegar stoppað er t.d. á umferðaljósum

5.2. Umhverfisvænir bílar

5.2.1. Gasknúnir-bílar



Mynd 14 - VW Passat CNG (Motor Authority, 2008)

Bílar drifnir áfram af jarðgasi eru engin nýlunda á bílamarkaðnum og hafa verið til staðar svo áratugum skiptir í Evrópu. Mismunandi þó er hvort að bíllinn komi frá framleiðanda með þennan eldsneytismöguleika (t.d. CNG bílar frá VW og Benz) eða hefur verið breytt eftirá með viðeigandi aukabúnaði (metanbreytingar og LPG). Bent hefur verið á að bruni t.d. metangass er mun umhverfisvænna en ef það sleppur beint úti umhverfið. Metangass fellur t.d. til við rotnun gróðurs, úrgangi frá búfenaði en einnig á ruslahaugum þar sem að möguleikinn er til staðar að safna því saman, hreinsa og selja sem eldsneyti. Bifreiðar knúna metan eða jarðgasi eru ekki framleiddar í miklu mæli í hinu stóra samhengi fólksbílaframleiðslunnar en þó er hægt að fá vinsælan bíl frá VW í CNG útfærslu: VW Passat. Eftirábreytingar eru algengari þar sem að fólk lætur breyta bifreiðum sínum hjá öðrum en framleiðanda og eru ekki mörg ár síðan að metanbreytingar fyrir bifreiðar vöktu mikinn áhuga á Íslandi en sá áhugi virðist hafa dalað töluvert í ljósi tækniörðugleika við breytingar, dreifingarvandræða metangass, skorti á sölustöðum, kostnaðar og skerts notagildis hins breytta bíls (skottplássi fórnað fyrir gaskút(a))

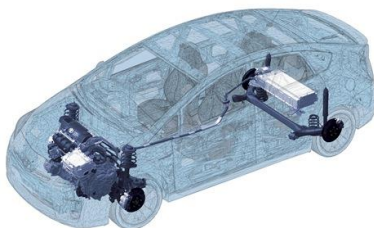
5.2.2. Vetnis-bílar



Mynd 15 - Honda Clarity (Car and Driver, 2011)

Miklar vonir voru bundnar við vetni á síðastliðnum áratug þegar eldsneytisverð fór hækkandi á heimsvísu og aukinni umhverfisvitund almennt. Vetnisbílar eru knúnir áfram af annarsvegar brunavél sem brennir vetni eða efnarafólum sem með efnahvörfum framleiða rafmagn fyrir rafmótor(a) bílsins. Þrátt fyrir að vetni sé algengasta efni alheimsins þá myndast það ekki náttúrulega hér á jörðinni. Það þarf því að framleiða það, sem krefst mun meiri orku en fæst úr því. Framleiðslukostnaður vetnis er því stærsti Akkillesarhæll vetnisbíllanna í dag: vetnið er alltof dýr eldsneytisgjafi til að vera raunhæf samkeppnisvara við aðra orkugjafa. Vetnisbifreiðar er varla hægt að segja að séu fjöldaframleiddar þar sem að framleiddur fjöldi þeirra er sáralítill. Bílarnir eru ekki til sölu á almennum markaði en hinsvegar er hægt að taka þá á rekstrarleigu (e. Lease). Honda hefur verið einna fremst á þessu sviði en einnig er Toyota með vetnisbíl í pípunum ásamt fleiri stóru bílaframleiðandanna. Hvað verður svo raunverulega úr þessum áformum verður framtíðin svo að leiða í ljós.

5.2.3. Tvinnbílar



Mynd 16 - Toyota Prius (The Motor Report, 2009)

Tvinnbílar (hybrids) eru bílar sem eru bæði með rafmótor og brunavél sem aflagjafa. Það er mismunandi milli bíltegunda hvernig þessir tveir mótórar vinna saman við það að knýja bifreiðina áfram. Toyota Prius ruddi brautina fyrir tvinnbíllana þó svo að

hann hafi ekki verið fyrsti tvinnbíllinn, sá heiður fellur til fjórhjóra drifins bíls að nafni Mixtie sem var þróaður árið 1900 af Lohner Coach Factory og var hannaður af Ferdinand Porche. Priusinn ruddi hinsvegar brautina fyrir nútíma-tvinnbíllinn og sýndi frammá kosti tvinnbíllanna: mun lægri eldsneytiseyðsla sem var náðargjöf á tímum hækkandi eldsneytisverðs. Priusinn var knúinn áfram að rafmótor þegar hann var á litlum hraða og rafmagnið dugði aðeins örfáa kílómetra, þegar rafmagnið var búið eða hraðinn fór yfir viðmiðin þá tók bensínvélina við, knúði bíllinn áfram og endurhlóð rafgeymana. Aðrir framleiðendur notast ýmist við þessa tækni eða notast við brunavélina sem aðalvél en rafmótor(a) til stuðnings s.s. bíllinn er aldrei keyrður á 100% rafmagni. Kosturinn við tvinntæknina er lítil eldsneytisnotkun í þéttbýlisumferð en einsog í tilfelli Priusins þá var eyðslan við langkeyrslu ekki það frábrugðin eyðslu venjulegs bíls.

5.2.4. Tengitvinnbílar - Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV):



Mynd 17 - Chevrolet Volt (The Quintek Group inc.)

Þetta eru bílar sem ganga fyrir rafmagni en þegar rafmagnið þrýtur á rafgeymunum þá fer lítil brunavél í gang sem framleiðir rafmagn inná rafgeymana. Bílarnir keyra því alltaf á rafmagni en það er bara mismunandi hvaðan það kemur. Það er hægt að hlaða rafgeymana af landsnetinu einsog rafmagnsbíl og fræðilega séð er hægt að keyra þá án þess að nokkurn tímann notast við brunavélina þ.e. ef brunavélin fer ekki sjálfkrafa í gang af tæknilegum ástæðum s.s. til að liðka vélina öðru hverju. Chevrolet kom á markaðinn með Chevrolet Volt, betur þekktum sem Opel Ampera í Evrópu, sem hefur langdrægni milli 40-80km á rafmagni einu sér en heildarlangdrægni um 600km. Þessi eiginleiki gerir Voltinn að raunhæfum kosti þeirra sem vilja keyra á rafmagnsbíl en þurfa einstaka sinnum að keyra lengri vegalengdir án þessa að hafa áhyggjur af því hvar hægt sé að komast í næstu rafmagnsinnstungu.

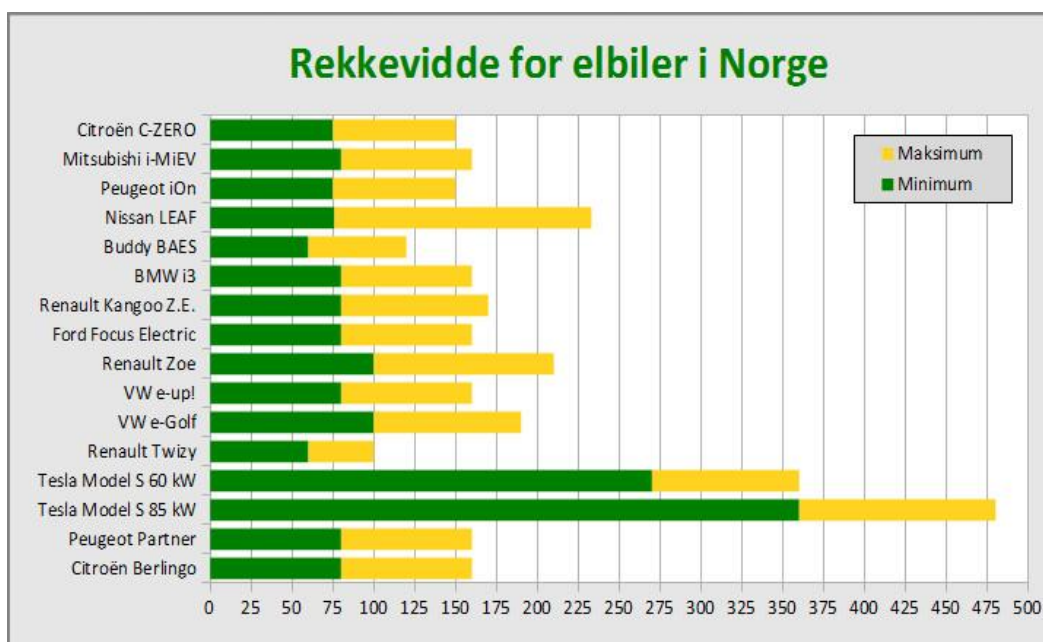
5.2.5. Loftknúnir bílar

Loftknúnir bílar hafa verið til frá því snemma á 20. öldinni en þó aldrei verið algengir. Tæknin er í raun svipuð og í gufuvél þar sem að loftþrýstingur er nýttur til að knýja bifreiðina áfram. Þessi orkugjafi er umdeildur enda þarf að geyma loftið undir miklum þrýstingi og ekki er vitað með afleiðingar árekstra á loftkútana. Eldsneytistaka eða réttara sagt lofttaka, ætti ekki að krefjast annars en öflugrar loftdælu sem vekur þá upp spurningar um hljóðmengun sem og orkukostnaðinn við að fylla á bílinn. Einnig hafa verið hugmyndir um tvinnútgáfur af vélinni þar sem að þrýstiloft yrði nýtt til að létta undir með sprengihreyflinum. En það er þó einhver alvara á bakvið hugmyndina því bæði Honda og Peugeot/Citroën hafa þróað hugmyndina og Honda hefur kynnt hugmyndabíl byggðan á þessari tækni.

6. Hleðslustöðvar

6.1. Langdrægni rafbíla

Í leiðbeiningartöflu um raunlangdrægni rafbíla í Noregi kemur fram að neðri gildi eru oftast í kringum 75km¹⁷ en efri gildi eru í samræmi við uppgefna langdrægni framleiðenda (150-200km)¹⁸. Það er því ljóst að gífurlegrar fjárfestingar er krafist ef byggja á upp hleðslunet umhverfis landið til að gera rafbílaeigendum kost á að fara í langferðir enda þyrfti fjöldi stöðva að vera töluverður.



Graf 2 - Raunlangdrægni rafbíla í Noregi (Norsk Elbilforening)

6.2. Dreifing hleðslupósta / hleðslustöðva

Ef miðað er við 120-150km raunlangdrægni rafmagnsbíla þá þyrftu hleðslustöðvarnar að uppfylla a.m.k. þrjú skilyrði:

- 100-120km þyrftu að vera á milli þeirra og jafnvel alveg niður í 50-60km til að gefa bílstjórum frelsi til að velja um það hvenær þeir vilja hlaða.
- Hraðhleðsla (50+ kW.) þarf að vera möguleg. Flestir rafmagnsbílar hafa þann möguleika að það sé hægt að hraðhlaða þá upp að 80% hleðslu og yfirleitt er talað um að það taki um 30 mínútur, samanborið við um 2 mínútur fyrir bensínbíl (Honda Jazz, áfyllt 40L).

¹⁷ Að frátöldum Tesla Model S.

¹⁸ Nissan Leaf fer reyndar 10% yfir uppgefna langdrægni framleiðenda í efra gildinu

- Hver stöð þarf að anna a.m.k. 2-4 bílum í einu. Þó svo að fjöldi rafmagnsbíla sé takmarkaður þá er ekki hægt að útiloka að svo hitti á, að tveir eða fleiri komi á svipuðum tíma inná hleðslustöð. Sé miðað við 30 mín hleðslutíma þá er ekki hægt að ætlast til að bílstjórar sætti sig við 30-90 mínútna bið og það jafnvel síendurtekið .

Ef miðað er við hleðslustöð á 100km fresti þá þarf a.m.k. 14 stöðvar til að dekkja Þjóðveg 1 umhverfis landið¹⁹, tvöfalt fleiri ef 50km ættu að vera á milli stöðvanna. Stórum hluta hleðslustöðvanna á Þjóðvegi 1 mætti koma fyrir á núverandi vegasjoppum og bensínstöðvum t.a.m. í Staðarskála og Varmahlíð. En það væri samt einhver X fjöldi stöðva sem gæti þurft að finna staðsetningu „úti á túni“ og kostnaður við slíkar stöðvar gæti orðið töluvert hár ef leggja þarf rafmagn langar leiðir (Mývatn → Egilsstaðir) og byggja upp aðstöðu frá grunni.

6.2.1. Raunhæf sviðsmynd af hleðsluneti á Íslandi



Mynd 18 - Hleðslunets sviðsmynd NLE (Hleðslunet NLE)

Fyrirtækið Northern Lights Energy hefur sett upp eigin sviðsmynd af því hvernig heildarhleðslunet getur litið út á Íslandi. Einsog sést á myndinni þá dekkar netið ansi vel ferðalag umhverfis Ísland og er ekki einskorðar við Þjóðveg 1. Þessi sviðsmynd gefur því mjög raunhæfa mynd af því hvernig netið þarf að líta út. Það eru þó tvö

¹⁹ Þjóðvegur 1 (Hringvegurinn) er 1332 kílómetrar að lengd (Vegagerðin, 2014)

augljós göt í kortinu²⁰: Hólmavík → Súðavík (u.þ.b. 200km) og Mývatn → Egilsstaðir (175km)²¹. Þessi tvö göt eru ágæt dæmi um hleðslustöðvar sem þarf að finna staðsetningu „úti á túni“.

Mögulega væri hægt að stoppa í þessi göt með því að fá leyfi til að reisa stöð á eða í grennd við bæjarhlaðið á einhverjum sveitabænum enda þarf þá ekki mikla nýlagningu rafmagnsstrengja. Þetta væri í raun nokkurs konar endurvakning á gömlu sveitabensínstöðvunum sem margir muna eftir. Ef það er ekki hægt þá er hætt við að kostnaður við hleðslustöðina margfaldist, einsog reyndin gæti verið með stöðina sem þarf að brúa vegalengdina frá Mývatni til Egilsstaða en þar gæti þurft að leggjast í miklar framkvæmdir til að koma rafmagni að stöðinni. Ákjósanlegasta staðsetning stöðvarinnar yrði á vegamótum Þjóðvegur 1 og Norðausturvegar (Þjóðvegur 85) og þannig væri einnig komin upp stöð nánast miðja vegu milli Egilsstaðar og Vopnafjarðar. En þó að hleðslustöð/hleðslupóstur yrði sett þar upp, þá er staðsetning á berangri með engu skjóli fyrir veðri og vindum. Staðsetning stöðvarinnar milli Hólmavíkur og Súðavíkur þyrfti að vera í grennd við Þernuvík en ekki er vitað hvernig aðgengi að rafmagni er þar í nánd né hvernig landfræðilegar aðstæður eru þar með tilliti til veðurs og vinda.

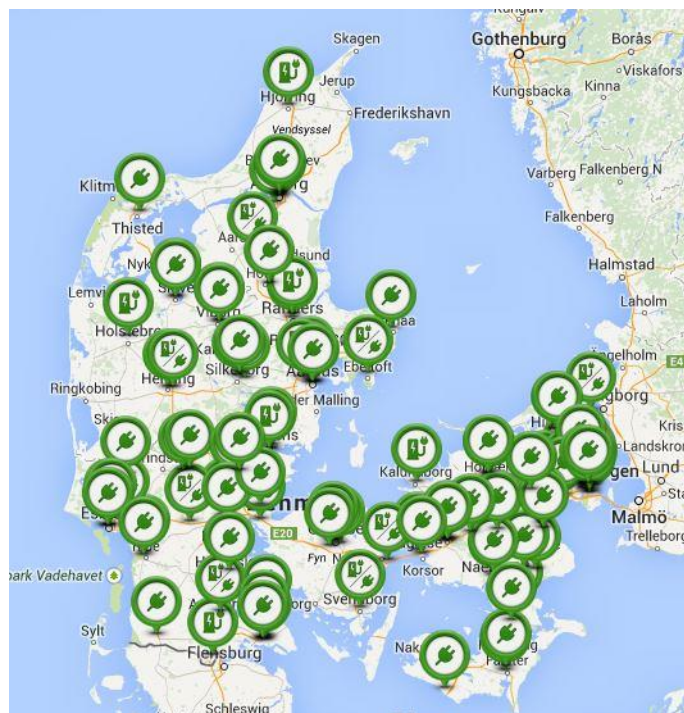
Ef miðað er við að gróflega áætlaður meðalkostnaður við uppsetningu hleðslustöðvar sé á bilinu 3-6 milljónir (mbl.is, 2013) þá er ljóst að fjárfesting hleðslustöðva í kringum landið muni ekki borga sig fljótt tilbaka. Ef miðað er við orkuverð 14 ISK (Orkusetur, 2014)²² þá kostar það ekki nema 336 ISK að fullhlaða Nissan Leaf (rafhlaða: 24kWh) og því ljóst að endurheimtur stofnkostnaðar tekur mörg ár á helstu umferðarvegum og jafnvel áratugi á fáfarnari vegum.

²⁰ Kortið er ekki gagnvirkt og með engum staðarnófum. Staðsetningar eru áætlaðar útfrá samanburði við landakort.

²¹ Samkvæmt Google Maps 28-9-2014

²² Raforkusali: Orka Náttúrunnar, Dreifing: OR þéttbýli, Verð inniheldur vsk.

6.2.2. Hleðslunet Clever í Danmörku



Mynd 19 - Hleðslunet Clever í Danmörku (Clever, 2014)

Í Danmörku hefur verið byggt upp net hleðslustöðva undir merkjum fyrirtækisins Clever. Þetta net er viðamikild og dekkar nánast alla Danmörku sem gerir eigendum rafmagnsbíla kleift að ferðast tiltölulega öruggir um að vera alltaf í grennd við hleðslustöð. Til að nota stöðvarnar þá þarf annað hvort að kaupa viðskiptakort frá þeim eða gerast áskrifandi og fer verð rafmagnsins eftir því hvor leiðin er valin:

	Viðskiptakort	Áskriftarkort
Startgjald	350 DKK	-
Mánaðargjald	-	99 DKK
Verð á kWst.	5,5 DKK	3,5 DKK

Tafla 3 - Verðskrá Clever í Danmörku (Clever, 2014)

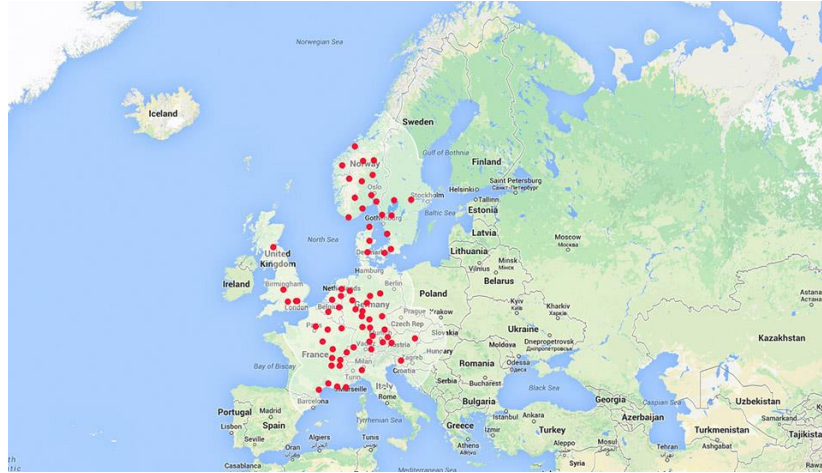
Almennt rafmagnsverð í Danmörku er 2-2,25 DKK²³ (41-47 ISK) sem þýðir að rafmagnid sem Clever selur er 1,5-2,4 sinnum dýrara en almenna verðið²⁴. Ef sömu

²³ Þar sem að verð rafmagns í Danmörku er háð framboði og eftirspurn á hverjum tíma (ólíkt Íslandi) þá er erfitt að setja niður hvað er grunnverð, en á heimasíðu Tesla Danmörku er gefið upp að meðalverð rafmagns í Danmörku sé 2,25 DKK. Rafmagnsverð 2014 á svæði Syd Energy er um 2 DKK

²⁴ Danska ríkið tekur sinn skerf af þessu í formi skatta og gjalda.

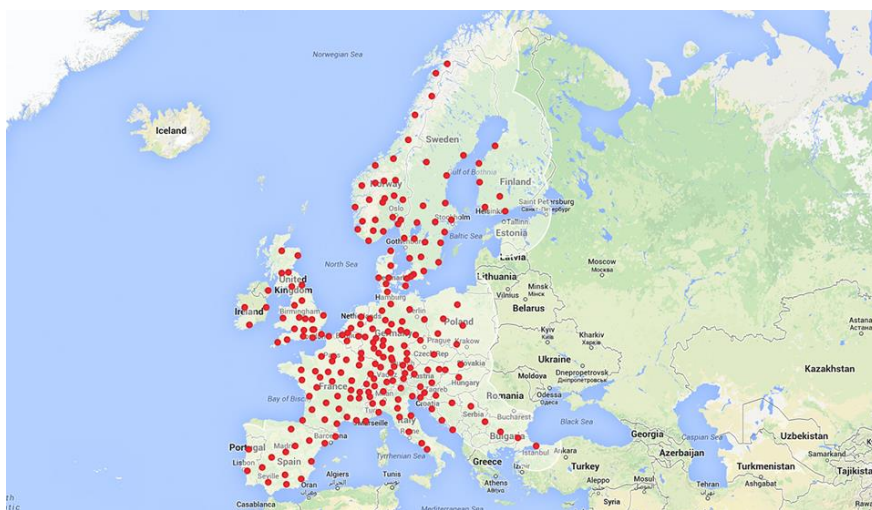
forsendur og í Danmörku eru heimfærðar á íslenska markaðinn þá er hugsanlegt útsöluverð á kWst. á hleðslustöðvunum yrði á bilinu 21-35 ISK.

6.2.3. Hleðslunet Tesla í Evrópu



Mynd 20 - Hraðhleðslunet Tesla í nóvember 2014 (Tesla hraðhleðslunet)

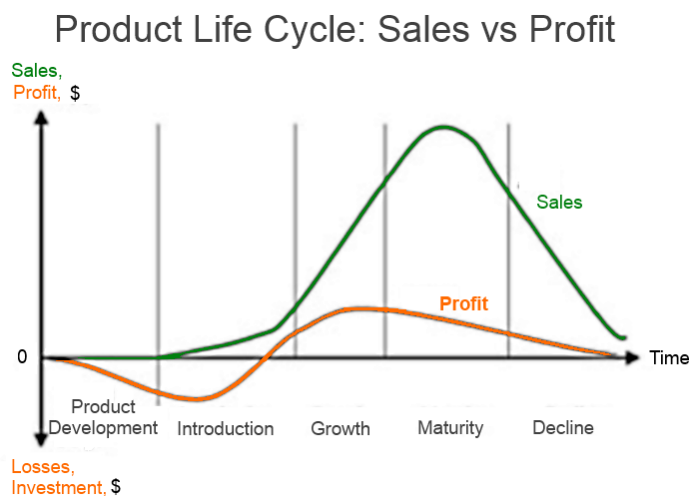
Til að vinna bug á langdrægnihræðslu kaupanda og auka notagildi bíla sinna þá hóf Tesla að byggja upp sitt eigið net hraðhleðslustöðva með reglulegu millibili (270km) á fjölförnum hraðbrautum í Evrópu og Ameríku. Eigendur Tesla bíla greiða ekkert fyrir rafmagnið og ekki hefur verið gefið upp af hálfu Tesla hvort að það sé á döfinni að breyta því fyrirkomulagi í nánustu framtíð. Í dag er búið að taka í notkun 71 hleðslustöð í Evrópu og 116 í Bandaríkjunum. Grunnhugmyndin er sú að ökumenn Model S geti því farið í langferðir án þess að hafa áhyggjur af því hversu langt sé í næstu hleðslustöð. Á næstu árum á svo að útvíkka netið enn frekar til að gera langferðir enn raunhæfari kost á Tesla bílum (Tesla hraðhleðslunet):



Mynd 21 - Hraðhleðslunet Tesla, áætlun 2015 (Tesla hraðhleðslunet)

7. Markaðsfræðin

7.1. Líftímaskeið vöru (e. product life cycle).



Mynd 22 - Líftímaskeið vöru (e. product life cycle) (Comindwork, 2013)

Þegar vara er hönnuð þá er ekki gert ráð fyrir því að hún lifi að eilífu í sinni upprunalegu mynd. Það er því hlutverk stjórnenda fyrirtækja að reyna að tryggja það að líftími vörunnar verði sem lengstur enda þarf að ná inn fyrir þróunarkostnaði hennar og væntum hagnaði. Líftímaskeið vöru hefur verið skilgreint sem 5 stig: þróunarstig, kynningarstig, vaxtastig, mettnarstig og að lokum hnignunarstig. Það er ekki hægt að skilgreina hvernig hvert stig fyrir sig þróast eða hversu lengi hvert stig er. Sumar vörur hafa langan þróunartíma en stuttan sölutíma, með öfgakenndri sölu og hnignun á meðan aðrar vörur hafa mun lengra ferli.

Þróunarstigið hefst þegar fyrirtækið hefur þróun vörunnar, fjármagnsstreymið er í mínus enda er engin almenn sala hafin á vörunni. Bílaframleiðendur hafa þó stundum boðið tilraunabíla til leigu til útvaldra aðila sem hluta af þróunarferli bílsins enda getur almenn notkun vörunnar framkallað aðstæður sem ekki er hægt að ná fram í stýrðu umhverfi þróunardeildanna.

Kynningarstigið markast af hægri aukningu í sölu og neikvæðu fjárstreymi enda er markaðssetningin að hefjast og kostnaður á einingu er hlutfallslega hár. Líklegt er að lítil eða engin samkeppni sé til staðar og sala takmarkast við nýjungagjarna neytendur. Markmið markaðssetningar er að kynna vöruna og fá vænta neytendur til að prófa hana, þá oft í gegnum hina nýjungagjörnu. Verðið er uppsett verð án afsláttar en söluaukar eru nýttir til að laða að kaupendur.

Vaxtarstigið einkennist af mikilli aukningu í sölu, í takt við aukna vitund á markaði og framleiðslan fer að skila hagnaði. Kostnaður á framleidda einingu fer lækkandi og fyrri meirihluti neytenda kaupir vöruna. Stuðningsvörur koma fram og dreifing eykst með það markmið að ná til fjöldans. Ef varan er ný af nálinni þá byrja samkeppnisaðilar að hugsa sér til hreyfings og jafnvel líta dagsins ljós. Verðlækkun byrjar til að svara samkeppni og dregið er úr söluaukum.

Mettunarstiginu er náð þegar aukning sölu fer minnkandi og hámarki er náð. Kostnaður á einingu er minnstur en hagnaður í hámarki. Markaðssetning miðast við það að viðhalda markaðshlutdeild og þeim ávinningi sem neytandinn hefur af vörunni. Seinni meirihluti kaupir vöruna. Samkeppnisaðilar eru farnir að láta til sín taka af fullum krafti á markaði og er verði og söluaukum beitt til að laða að viðskiptavinum samkeppnisaðilanna.

Hnignunarstigið er „lokastig“ lífstímaskeiðsins og er minnkandi sala einkenni stigsins. Dregið er úr markaðsaðgerðum þar sem að samkeppnisaðilar hafa jafnvel dregið sig af markaði og til að draga úr kostnaði. Oft er fyrra orðspor vörunnar látið nægja til að laða að kaupendum. Vöruframboð er minnkað til muna í takt við minnkandi sölu. Verð nær lágmarki til að hreinsa upp fyrirbyggjandi birgðir. Tækifæri fyrir nýja aðila á markaði með nýja nálgun á vöruna sem ef vel tekst til; endurræst lífstímaskeiðið að nýju en þó frá millivegi af kynningar- og vaxtarstiginu þ.e. hinir nýjungagjörnu kaupa fyrst en stutt er í kaup fyrri meirihlutann.

Rafmagnsbíllinn náði hátindi sínum²⁵ í upphafi 20. Aldarinnar þegar bifreiðar fóru að verða almennings eign en með tækni framförum sem hann réð ekki við þá færðist ládeyða yfir þróun hans í yfir hálfu öld. Með tilkomu Tesla Roadster og velgengni hans, bæði í markaðsfræðilegum skilningi og tæknilegum, þá varð framleiðendum og almenningi ljóst að rafbíllinn væri raunhæfur möguleiki. Þegar kemur að því að staðsetja rafbíllinn í lífstímaskeiðs módelinu þá er það ekki hægt enda er rafbíllinn vöruflokkur en ekki einstök vara. Ef yfir heildina er litið má sennilega segja að flestir framleiðendur eru enn á þróunarstiginu eða á neikvæðum helming kynningarstigsins. Tesla Model S er sennilega farinn að lyfta sér frá botni kynningarstigsins og farinn að nálgast vaxtarstigið en nákvæmlega hvar er erfitt að segja til um enda er Tesla nýr

²⁵ Sem hlutfall af framleiddum bilum.

framleiðandi og allur kostnaður er því hlutfallslega gríðarlega hár og hefur farið hækkandi í takt við auknar fjárfestingar í framtíðarframleiðslulínunum fyrirtækisins. Nissan Leaf er farinn að lyfta sér af botni kynningarstigsins en viðtökur bílsins hafa ekki verið í samræmi við væntingar forráðamanna Nissan (Reuters, 2014).

7.2. Markhópurinn

Væntanlegur markhópur rafmagnsbíla er í raun allur fólksbílamarkaðurinn²⁶ en þó með þeim takmörkunum að ekki eru í boði stórir fjölskyldubílar einsog fjölnotabílar og skutbílar enn sem komið er. Einnig hafa aðeins örfáir framleiðendur reynt við jepplingamarkaðinn en þar er helst að merkja Toyota með rafútgáfu af Rav4 jepplinginum sínum og væntanlegan jeppling frá Tesla: Model X. Það er því ljóst að heildarmarkhópurinn er gríðarlega stór þó svo að öllum kröfum markaðarins sé ekki svarað. En þó svo að markhópurinn sé stór þá þrengist hann töluvert þegar verð og langdrægni rafbíla eru skoðuð. Hátt verð þeirra útilokar efnaminni kaupendur enn sem komið er og ef bara er tekið mið af verði VW up! í Danmörku þá er rafútgáfan um 65% dýrari en hefðbundin útgáfa^{27,28}. Ekki er vitað hversu mikið VW e-up! mun kosta á Íslandi en það má gera ráð fyrir því að hann kosti í kringum 3 milljónir sem er um 35-60% hærra verð en á hefðbundna bílnum (Hekla, 2014)²⁹. Þegar kemur að takmarkaðri langdrægni þá er ljóst að markhópurinn einskorðast að mestu leyti við þéttbýli, enn sem komið er og daglegan þéttbýlisakstur. Það er samt lítið sem kemur í veg fyrir að dreifbýlisbúar geti nýtt sér rafbíla svo lengi sem þeir þurfa ekki meiri langdrægni en 75-120 km.³⁰ fyrir daglegar útréttingar.

Fyrirtæki reka flest bíl(a) sem ætlað er að þjóna daglegum útréttingum og þjónustu við viðskiptavini. Það er samt erfitt að fullyrða hversu hátt hlutfall fyrirtækja gætu skipt yfir í rafbíla sökum mismunandi akstursþarfa þeirra en flestöll sem reka marga bíla ættu að geta skipt hluta þeirra út fyrir rafbíl. Með því móti minnkar

²⁶ Sjá nánar í kafla um tölfræði

²⁷ Rafbílar bera fullan virðisaukaskatt (d. moms) í Danmörku en eru undanþegnir skráningargjöldum(koma í stað tolla enda eru tollar brot á samningum ESB)

²⁸ 186.315 DKK rafútgáfan/ 112.797 DKK bensín Akkilleshæll VW move up! – (Volkswagen e-up!, 2014) (Volkswagen up!, 2014)

²⁹ 1.990.000 ISK til 2.290.000 ISK - bensínbíll. Rafútgáfa miðast við verð í Danmörku án VSK = 149.052 DKK. Vænt útsöluverð miðað við miðgengi SÍ = 149.052*20,698 = 3.085.078 ISK

³⁰ Viðauki 6 – Raunlangdrægni rafbíla í Noregi, miðast við lægri mörk.

eldsneytiskostnaðurinn og fyrirtækið fær um leið grænni ímynd sem hægt er að blása upp og nýta í markaðsskyni á meðan fjöldi rafbíla á götunum er takmarkaður. Enn er þó þörf fyrir hefðbundna bíla til að sinna langkeyrsluverkefnum.

Rafbílum er í meginráttum hægt að skipta í þrjá flokka í dag: borgarbíla-, smábíla- og lúxusbílaflokk.

Til borgarbíla teljast t.d. VW e-up! og Mitsubishi i-MiEV og er þessum flokki ætlaður markhópnur sem þarf bíl til að komast á milli staða innanbæjar. Smæð bílanna gerir þá auðveldu í akstri í þungri umferðinni, auðvelt er að þræða þröngar götur og það er ekki mikið vandaverk að leggja þeim í stæði.

Smábílamarkaðurinn, ef svo má að orði komast, þjónar mjög breiðum markhópi almennt enda eru þar bílar í stærðinni frá Opel Astra uppí Skoda Octavia (Wikipedia). Til þessa markaðar teljast því VW e-Golf og Nissan Leaf og eru þeir ætlaðir þeim markhópi sem þurfa meira pláss og þá sérstaklega meira farangursrými heldur en borgarbílarnir bjóða uppá.

Síðasti markhópurinn er svo lúxusbílaflokkurinn. Hér er það Tesla Model S sem er einráður á markaðnum enda er hann eini bíllinn sem er raunverulega í boði enn sem komið er. Til þess að svara hugsanlegri framtíðarsamkeppni þá hefur Tesla tekið upp sömu nálgun og Apple gerði áður fyrr en það er að vera öðruvísi en keppinautarnir og setja viðmiðin sem keppinautarnir þurfa að elta. Tesla Model S hefur verið lýst af mörgum sem að það sé einsog að setjast inní risavaxinn iPad (Car and Driver, 2011)³¹ þegar sest er um borð í hann.

7.3. Markhópagreining

„Misjafnt er hvað hentar hverjum og einum og því krefst árangur á markaði þess að fyrirtæki þekki þann hóp eða hópa sem það vill ná til. Þessi þekking gerir allt markaðsstarf hnitmiðaðra og hámarkar nýtingu þeirra fjármuna og þess tíma sem notaður er til að ná til hópsins. (Capacent)“

Með því að greina markhópa þá getur fyrirtækið markað sér skýra stefnu um það hvernig og til hverra fyrirtækið vill höfða markaðssetningu sinni. Hver markhópur

³¹ Það er bara tveir takkar í mælaborði Model S: einn til að opna hanskahólfið en hinn til að kveikja á hazard ljósunum, allt annað er stýrt af stórum snertiskjá sem framleiddur er af Apple.

hverju sinni er samansettur af hópi neytenda sem hefur einhverja þörf sem fyrirtækið telur sig geta uppfyllt.

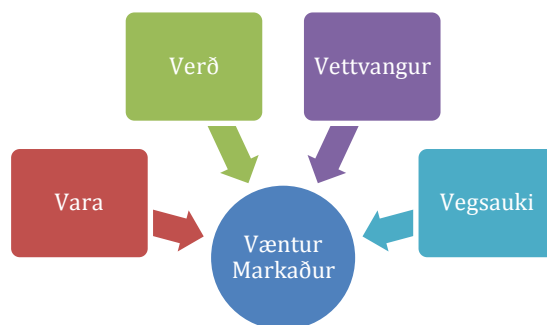
Góð og vel unnin markhópagreining getur skilið á milli þess að markaðssetning vöru gangi upp eða sé algjört flopp. Ef markaðssetningin er vel heppnuð þá tekst að skapa eftirspurn eftir vörunni og byggja upp markhópin eða markhópana.

Ef greiningin er röng þá kemur fram sölutregða í besta falli en í versta falli er varan dauðadæmd og þarf því að draga hana af markaðnum.

7.4. Söluráðar / The marketing mix (4 P's)

Þegar kemur að markaðssetningu vöru þá þurfa fyrirtæki að ákveða hvernig þau vilja koma vöru sinni á framfæri við væntanlega kaupendur. Eftir að markaðssetningin hefur verið ákveðin í grófum dráttum þá er þörf á því að rýna nákvæmlega hvernig markaðssetningin skal útfærð. Söluráðar (e. the marketing mix) er samheiti yfir fjóra meginflokka stjórnanlegra, taktískra markaðssetningar tóla sem fyrirtæki blanda saman til að ná fram þeim markmiðum sem þau ætla sér á hverjum markaði. Söluráðar samstanda af öllum þeim markaðsráðum sem fyrirtæki búa yfir til að hafa áhrif á eftirspurn eftir vörunni (Philip Kotler, 2008) Söluráðarnir snúa eingöngu að því sem viðkemur fyrirtækjunum en einnig hefur verði sett fram gagnkenning sem snýr að nánari greiningu á þörfum væntanlegra viðskiptavina: 4 C's kenningin (Lauterborn, 1990).

7.4.1. Skilgreining söluráða (4 P's):



Mynd 23 - Söluráðar (Philip Kotler, 2008)

7.4.2. Product /Varan, er sambland vöru og þjónustu sem fyrirtækið býður á markaði. Vara getur verið eitthvað sem hefur fjárhagslegt virði og gengur kaupum og sölum á markaði til eignar eða notkunar til að uppfylla þrá eða nauðsyn.

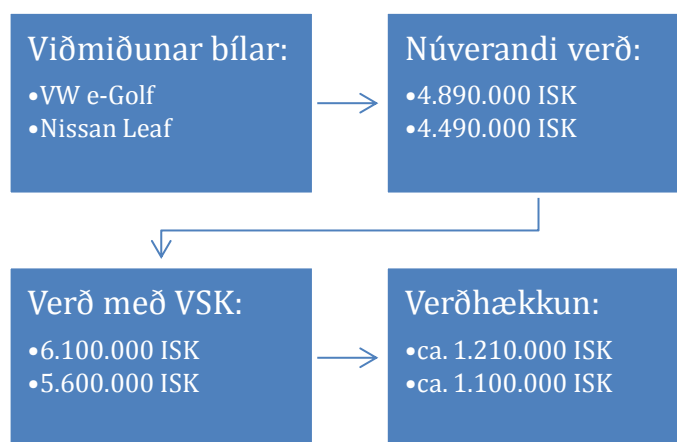
Rafmagnsbíllinn er vara sem hefur áður verið í boði, nánast horfið af sjónarsviðinu í langan tíma og er nú hugsanlega að ganga í endurnýjun lífdaga. Í ljósi aukinnar umhverfisvitundar og minnkandi olúburgða þá er kominn vísir að staðgengisvöru fyrir hinn almenn heimilisbíl. Tesla og Nissan riðu á vaðið af fullum krafti og nú eru fáir ef nokkrir bílaframleiðendur sem ekki eru með rafbíla í sölulínu sinni, væntanlega á markað eða í þróun.

Tesla sker sig úr fjöldanum með því að bjóða uppá rafbíl í fullri stærð sem hefur langdrægnina. Tesla er einnig með jeppling (e. SUV) væntanlegan á markað á næsta ári. Aðrir framleiðendur hafa einbeitt sér að litlum borgarbílum einsog t.d. Mitsubishi i-MiEV. Einhvers staðar þar á milli bjóða svo Nissan og VW uppá Nissan Leaf og VW e-Golf sem eru í einum rótgrónasta stærðarflokki bíla. Þar sem að rafmótorinn í rafbíl hefur aðeins einn hreyfanlegan hlut þá er búist við og því haldið fram að rafbíllinn sé mun ódýrari í viðhaldi en sambærilegir bílar búnir sprengihreyfli.

Rafhlaðan er veikasti hlekkur tæknilegu hliðar rafbílsins en þær hrörna með aldrinum og endurteknum hleðslum. Ending þeirra er þó eitt stórt spurningarmerki enda er lítil sem engin reynsla komin á endinguna, þess ber þó að geta að ending rafhlaðna Tesla Roadster komu framleiðendanum á óvart og fóru þær langt frammúr væntingum. Rafhlöðurnar eru frá flestöllum framleiðendum með 5-8 ára ábyrgð en í Nissan Leaf kostar ný rafhlaða yfir 600.000 ISK (\$5.500) í Bandaríkjunum.

Rafmagnsbílararnir eru sjálfir mjög hljóðlátir ef frá eru talið suðið í rafmótornum og veghljóðið frá dekkjunum en þess ber að geta að uppi eru kröfur um hljóðgervla sem gefa frá sér mótorkljóð til að gangandi og hjólandi vegfarendur geri sér grein fyrir bílunum í umferðinni. Rafbílar í dag eru hannaðir til þess að uppfylla þær kröfur sem gerðar eru til hefðbundinna bíla og notagildi þeirra. Þess er þó gætt að rafmerkingin sé birt á áberandi hátt utaná bílnum til að sýna frammá að þarna sé rafbíll á ferðinni og um leið auka sýnileika bílanna í augum neytenda.

7.4.3. Price/Verð. Eftir að þörfin fyrir hlut X hefur verið skilgreind hjá kaupanda þá er verðið eitt það fyrsta sem horft er áður en kemur að endanlegum kaupum á vöru. Rafbílar eru í dag ósamkeppnishæfir í verði við hefðbundnar bifreiðar ef ekki kæmi til opinberra undanþága og niðurgreiðslna. VW e-Golf er um milljón krónum dýrari en sambærilegur bensínbíll og hálfri milljón dýrari en díselbíllinn³². Þetta er þrátt fyrir að e-Golf beri hvorki tolla né virðisaukaskatt. Ef undanþágur rafbíla yrðu afnumdar og þeir tollaðir einsog hefðbundnir bílar þá skekkist myndin ennþá meira. Í dag eru bílar tollaðir á Íslandi eftir útblæstri og rafbílar myndu því falla í flokk með bílum sem hafa skráðan koltvísýrings útblástur á bilinu 0-80 g/km en þeir bera 0% toll og engin vörugjöld og þ.a.l. kæmi aðeins virðisaukaskatturinn ofan á tollverðið:



Mynd 24 – Verðdæmi ef VSK leggst á rafbíla³³

³² Með fyrirvara um mismunandi útbúnað. Verð bensín- og díselbíla miðast við Comfort útgáfur.

³³ Reiknað út frá núverandi útsöluverði með reiknivél Tollstjóra 25-9-14 og af því gefnu að umboðin lækki ekki útsöluverð til að vega uppá móti verðhækkuninni.

Álagning virðisaukaskatts hefur þau áhrif fyrir e-Golf að hann yrði rúmlega 2.200.000 dýrari en bensínútgáfan og rúmlega 1.700.000 dýrari en díselbíllinn.

7.4.4. Promotion/Vegsauki, eru þær aðferðir sem notaðar eru til að koma ágæti vörunnar á framfæri til viðskiptavina á markaði og freista þess að selja þeim hana. Markaðssetning rafbíla hefur að mestu leyti farið fram eftir hefðbundnum markaðsaðferðum sem notaðar eru við kynningar á nýjum bíl; sjónvarp, útvarp, netið og prentmiðlar. En einnig hefur verið unnið ötullega að því hafa bílana sýnilega á bílasýningum, grænum ráðstefnum og síðast en ekki síst að blása á hinar gömlu mýtur sem hafa fylgt ímynd rafmagnsbílsins í gegnum áratugina: þeir eru hægir, hafa lítið notagildi og komast ekki langt á hleðslunni. Þar sem að neytendur í dag búa við þann kost að þurfa ekki lengur að fara á sölustað til að skoða vöruna þá er það mikilvægara en áður að hafa allar upplýsingar um rafbílinn á heimasíðum söluaðila. Það er ekki nóg að hafa hinar hefðbundnu upplýsingar um ágæti bílsins heldur er einnig nauðsynlegt að birta: hversu langt bíllinn kemst, hvað kostar að hlaða hann, hversu langan tíma það tekur og hver ábyrgðin er á rafhlöðunum. Upplýsingasíða fyrir Nissan Leaf hjá umboðsaðila Nissan á Íslandi er til dæmis sorglega takmörkuð³⁴ og er mun fátæklegri heldur en sömu upplýsingasíður í Danmörku, Bretlandi og Þýskalandi sem allar innihalda mun nákvæmari upplýsingar um bílinn en sú íslenska³⁵.

7.4.5. Place/Vettvangur. Þegar neytandinn hefur ákveðið að kaupa sér bíl þá hefur hann oft nokkuð góða hugmynd um það hvernig bíl hann er að leita að a.m.k. í hvaða stærðarflokki og leitar hann því frekari upplýsinga hjá viðeigandi söluaðilum. Sú þjónustuuþplifun sem viðskiptavinurinn verður fyrir hjá söluaðila getur ráðið því hvort hann vilji kaupa viðkomandi bíl eður ei. En þar sem að rafbílar eru enn í takmörkuðu magni þ.e. ekki bjóða allir framleiðendur uppá rafmagnsbílana, þá er það mikilvægara en áður fyrir söluaðila að sækja sér viðskiptavini í stað þess að sitja bakvið skrifborðið og bíða eftir að þeir komi. Einnig í ljósi skorts á úrvalinu þá þarf

³⁴ Skoðuð 20.9.2014

³⁵ Síða Nissan á Íslandi má þó eiga það að þar er tekið fram að miðað við íslenskar aðstæður þá megi gera ráð fyrir að langdrægri Nissan Leaf sé um 20% lægri (160 km. í stað 199 km.) en framleiðandi gefur upp. Erlendu síðurnar gefa í staðinn upp fjórar sviðsmyndir af akstri miðað við mismunandi aðstæður.

enn frekar að selja rafbílinn sem vænlegan kost því að margir sem eru í bílahugleiðingum eru vanafastir á sitt bílamerki og hafa haldið tryggð við sama merkið í gegnum mörg bílakaupin. Það er því við ramman reip að draga að fá viðskiptavin sem hefur alltaf keypt merki A (sem býður ekki rafbíl) til að skipta yfir í merki B (sem selur rafbíl) í stað þess að bíða eftir að merki A komi með sinn eigin rafbíl. Söluaðilar rafbíla geta komið sér fyrir með kynningarbása á áberandi stöðum þar sem að margir koma saman og liggur því beinast við að vera með bílana til sýnis í Kringlunni og Smáralindinni en svo einnig á stórum íþróttaviðburðum. Til að bæta þjónustupplifunina þá mætti bjóða uppá reynsluakstur á staðnum í stað þess að senda viðskiptavininn uppí umboðið. Einnig að hafa þann möguleika á að loka sölunni á staðnum ef ekki er um uppítöku á gömlum bíl að ræða.

7.5. SVÓT greining - skilgreining

Ein af greiningum markaðsfræðinnar er svokölluð SVÓT greining (e. SWOT) en nafnið stendur fyrir (S)tyrkleika, (V)eikleika, (Ó)gnanir og (T)ækifæri. Þó svo að SVÓT greiningin sé hugsuð sem greining á þáttum fyrirtækja þá má auðveldlega heimfæra greininguna á vöru og greina hvar framleiðandi á að beina sjónum sínum að. Eftir að endurskoðun á öllum ytri og innri þáttum í umhverfi fyrirtækisins er lokið, þá liggur fyrir hafsjór af mismunandi mikilvægum og traustum upplýsingum. SVÓT greiningin á að „eima“ þessar upplýsingar þannig að eftir liggja mikilvægar skýrortar og nothæfar upplýsingar úr innri og ytri endurskoðuninni (Philip Kotler, 2008). Greiningin er fjórþætt og skipt í innri og ytri þætti:

- Styrkleikar og Veikleikar eru þættir sem snúa að innri þáttum vörunnar sem stjórnendur fyrirtækis hafa stjórn á.
- Ógnanir og Tækifæri eru hinsvegar ytri þættir sem stjórnendur hafa enga stjórn yfir.

(S)tyrkleikar eru þeir eiginleikar sem fyrirtækið/varan búa yfir, sem veitir þeim forskot á markaði.

(V)eikleikar eru þeir eiginleikar fyrirtækis/vöru sem getur ógnað forskoti þeirra á markaði.

(Ó)gnanir segja til um hvaða aðstæður í ytra umhverfi fyrirtækisins/vörunnar geta hamlað vexti eða ógnað rekstraráætlunum þess. Þetta geta til dæmis verið

ríkisstjórnarskipti, reglugerðarbreytingar, aukin samkeppni, breyting tolla og líka lýðfræðilegar ástæður.

(T)ækifæri segir til um hvar tækifærin liggja í ytra umhverfi fyrirtækisins. Þau geta t.d. verið breytingar á markaði, efnahagslegar, tæknilegar eða lýðfræðilegar ástæður.

7.6. SVÓT greining rafmagnsbíla

Styrkleikar	Veikleikar	Ógnanir	Tækifæri
<ul style="list-style-type: none"> • Orkuverð • Útblástur • Aðgengi að orku • Græn ímynd • Opinberar niðurgreiðslur • Hljóðlátir • Viðhaldskostnaður • Rafhlöður framtíðarinnar • Frítt í stæði • Tímabundin ókeypis orka 	<ul style="list-style-type: none"> • Skortur á langdrægni • Hleðsla heimafyrir • Líftími rafhlaðna • Hleðslutími • Endurnýjun rafhlöðu • Almenn áfylling rafmagns • Útbreiðsla hleðslupósta • Öryggi við akstur • Óreynd tækni • Verð • Hleðslutæknin • Hljóðlátir 	<ul style="list-style-type: none"> • Aðgengi að rafmagni • Hráefnisskortur • Orkuverð • Landsnetið • Skattabreytingar • Betri bensínbílar • Samkeppnin • Of miklar væntingar • Græn samkeppni • EOL • Tölvuhakkarar 	<ul style="list-style-type: none"> • Hleðslustöðvar • Þráðlaus hleðsla • Frúarbíllinn • Strangari mengunarkröfur • Hækkandi eldsneytisverð • Nýir framleiðendur • Ný tækni

7.6.1. Styrkleikar rafmagnsbíls

Orkuverð – Frá 2007 (mbl.is, 2007) hefur eldsneytisverð hækkað um 90% en á sama tíma hefur rafmagnsverðið hækkað um 66% (ASÍ, 2008). Þó svo að rafmagnsverðið hafi hækkað töluvert, þá er verðið mun stöðugra en eldsneytisverðið og er ekki eins háð gjaldeyrisflökki né pólitískum óróa á alþjóðavettvangi a.m.k. til skemmri tíma litið.

Orkugjafi	Bensín	Dísel	Rafmagn
Viðmiðunarverð 2007	127,20 ISK	126,00 ISK	8,28 ISK
Viðmiðunarverð 2014	244,10 ISK	236,00 ISK	13,79 ISK
Hækkun í krónum	116,90 ISK	110,00 ISK	5,51 ISK
Hækkun í prósentum	91,90%	87,30%	66,55%

Tafla 4 - Verðbreytingar orkugjafa 2007 til 2014

Útblástur – Þar sem að rafmagnsbílar sjálfir brenna engu eldsneyti þá er heldur enginn útblástur frá þeim.

Aðgengi að orku – Fræðilega er hægt að hlaða hvar svo lengi sem hægt er að komast í rafmagn, þess vegna með venjulegri rafstöð (autobloggreen, 2014).

Græn ímynd – Rafmagnsbílar hafa græna ímynd þar sem að þeir eru hljóðlátir og hafa enga útblástursmengun. Í dag er mikil græn vakning í flestöllum samfélögum og þar sem að Íslendingar búa svo vel að nánast allt rafmagn er framleitt með endurvinnanlegum orkugjöfum (Hagstofan) þá er græna ímyndin ennþá sterkari þegar kemur að markaðssetningu rafmagnsbíla.

Opinberar niðurgreiðslur – Í dag bera rafmagnsbílar ekki tolla og eru einnig undanþegnir virðisaukaskatti ef verðmæti þeirra er undir 6 milljónum annars greiðist virðisaukaskattur af því sem umfram er 6 milljónir (Alþingi, 2013) (mbl.is, 2014).

Hljóðlátir – Þar sem að rafmótor rafbíls framleiðir lítið annað en lágt suð eða hvin þá er nær engin hljóðmengun frá rafbílum.

Viðhaldskostnaður – Kostnaður við almennt viðhald er lægri en hefðbundins bíls þar sem að rafbíllinn þarf ekki olú- eða síuskipti.

Rafhlöður framtíðarinnar – Erfitt er að spá fyrir hvað framtíðin geymir en það má gera ráð fyrir að með betri tækni, nýjum hráefnum og sífelldri þróun rafhlaðna þá er ekki ólíklegt að hægt verði að uppfæra rafhlöðuna í framtíðinni. Þessi uppfærsla myndi gera eigendum kleift að aka lengra en fyrri kynslóðir rafhlaðna.

Frí bílastæði í Reykjavík – Rangnefni að segja að frítt sé í stæðin en rafmagnsbílar og aðrir vistvænir bílar njóta þess að geta verið lagt gjaldfrjálst í stæði í Reykjavík í 90 mínútur (Reykjavíkurborg, 2012).

Tímabundin ókeypis orka – Orka náttúrunnar býður fyrst um sinn uppá ókeypis rafmagnshleðslu á orkupóstum sínum (Orka Náttúrunnar).

7.6.2. Veikleikar rafmagnsbíls

Skortur á langdrægni – Í dag má búast við að meðalrafbíllinn hafi raunlangdrægni sem nemur 75-150 km.³⁶ Þó svo að þessi langdrægni sé vel innan þeirra marka meðalakstur flestra (um 30-40 km. á Íslandi) þá er þetta helsti veikleiki rafbílsins og skerðir notagildi hans að töluverðu leyti.

Hleðsla heima fyrir – Næsta ómögulegt er að hlaða bíllinn heima fyrir nema hafa til þess aðgengi að rafmagn í námunda við bílastæðið og það er ekki sjálfsagður hlutur fyrir alla. Ef viðkomandi býr í blokkaríbúð þá er allar líkur á því að ekki er hægt að komast í rafmagn á bílastæðinu. Blokkirnar við Hraunbæ í Reykjavík voru með

³⁶Viðauki 6 – Langdrægni rafbíla í Noregi. Tesla Model S undantekning

innstungur við hvert sérstæði sem fylgdi íbúðinni en í dag er þessu ekki svo farið (almennt). Það er því ljóst að töluverður aukakostnaður fylgir því að koma sér upp hleðsluáðstöðu hvort sem það er venjuleg innstunga sem þarf að leggja fyrir (kostnaður óviss) eða með heimahleðslustöð fyrir rafbíl (verð í Danmörku = 148.900 ISK)³⁷.

Líftími rafhlaðna – Rafhlöðurnar endast ekki að eilífu og þær hrörna með aldrinum, notkunarleysi, hversu oft er hlaðið og hvernig. Ef mikið er notast við hraðhleðslu þá hrörnar líftími rafhlöðunnar hraðar en ef venjuleg hleðsluáðferð er notuð.³⁸ Framleiðendur hafa mætt þessu með því að bjóða annarsvegar uppá ábyrgð um ákveðna lágmarks endingu eða réttara sagt afföll í hleðslugetu og hinsvegar uppá að leigja rafhlöðuna gegn mánaðargjaldi og lægra útsöluverði á bílnum í staðinn³⁹. Nissan bauð fyrst uppá 8 ára ábyrgð (miðað við að halda a.m.k. 80% hleðslu) en hefur minnkað hana niður í 5 ár / 100.000 km (Nissan Leaf). VW býður uppá 8 ára / 160.000km (e-Golf) og miðar við ekki meira en 30% missi í hleðslugetu. Tesla býður uppá annars vegar 8 ára /200.000km (Model S 60kWh) ábyrgð og hins vegar 8 ára ábyrgð með ótakmörkuðum kílómetrafjölda (Model S 85KWh) en hvergi er tekið fram hvort miðað sé við einhverja ákveðna hleðsluskerðingu. Þó svo að hefðbundnir bílar séu yfirleitt eingöngu með 2-3 ára ábyrgð þá hefur sprengihreyfillinn sýnt frammá að geta enst langt umfram 160.000km og jafnvel áratugum saman.

Hleðslutími – Sá tími sem tekur að fullhlaða rafmagnsbíl fer fyrst og fremst eftir stærð rafhlöðu bílsins og tegund hleðslutækis. Með hefðbundnu hleðslutæki er hægt að búast við 8-12 tíma hleðslutíma en allt niður í 20-30 mínútur með hraðhleðslutæki (ef viðkomandi rafmagnsbíll býður uppá hraðhleðslumöguleika). Að fullhlaða Tesla Model S (85kW) tekur um 36 klst. ef hann er hlaðinn í gegnum venjulega innstungu en ekki með viðeigandi hleðslutæki (Børsen, 2014). Til samanburðar þá tekur það ekki nema 2 mínútur að fylla Honda Jazz bensínbíl (40L).

³⁷ 3,7kW hleðslustöð án uppsetningar samkv. verðlista (Clever) og miðgengi Seðlabanka Íslands

³⁸ "NISSAN recommends using normal charging for usual charging of the vehicle. Use of quick charge should be minimized in order to help prolong Li-ion battery life." Nissan Leaf Owners manual 2014, (Nissan North America, 2014)

³⁹ Í Danmörku er hægt að kaupa Nissan Leaf með rafhlöðu eða án. Ef rafhlaðan er ekki keypt þá er hægt að leigja hana gegn mánaðarlegri greiðslu og er þá bíllinn sjálfur 14%-17% ódýrari í innkaupum (Nissan DK).

Endurnýjun rafhlöðu – Þegar mönnum varð ljóst að tvinn- og seinna rafbílar voru farnir að festa sig í sessi þá var ein helsta grýlan hvað rafhlaðan væri dýr þegar kæmi að endurnýjun. Í Bandaríkjunum hefur Nissan tilkynnt að ný rafhlaða í Nissan Leaf kosti \$5.499 (eftir \$1.000 skilagjald á þeirri gömlu) fyrir utan ísetningu og skatta. (Green Car Reports, 2014) Þetta jafngildir því að rafhlaðan gæti kostað í kringum 655.000 kr. á Íslandi⁴⁰.

Almenn áfylling rafmagns – Rafmagnsbílar eru háðari staðsetningu áfyllingarstöðva en hefðbundnir bílar enda hafa þeir minni langdrægni á hverri áfyllingu. Einnig hafa þeir þann ókost að ekki er hægt að fylla á þá á handhægan hátt ef þeir verða rafmagnslausir. Ökumenn rafbíla þurfa því alltaf að skipuleggja lengri ferðalög með það í huga hvar hægt sé að hlaða bílana ef þurfa þykir. Einnig er ekki öruggt að þegar komið er á hleðslustöð að það sé ekki neinn annar eða aðrir þar fyrir að hlaða sína bíla og þá tekur hugsanlega við löng bið eftir lausum hleðslupósti.

Útbreiðsla hleðslupósta – Það er ljóst að hleðslupóstar verða fyrst settir upp í helstu þéttbýlissvæðum og á fjölförnum ferðaleiðum en óvíst er með hversu þéttriðið netið verður á jaðarsvæðum og hversu langan endurgreiðslutíma slík fjárfesting hefði.

Öryggi við árekstur – Þar sem að rafmagnsbíllinn er tiltölulega nýtt fyrirbrigði í umferðinni þá hafa verið vangaveltur um öryggi þeirra ef þeir lenda í slysi, svipað og þegar metanbreytingar voru kynntar fyrir nokkrum árum á Íslandi. Það er samt ekki verið að óttast um bílinn sjálfan heldur snýr óttinn að rafhlöðunum og hvað gerist við áreksturinn: kviknar í þeim, springa þær eða fá farþegarnir banvænt rafstuð. Tesla lenti í vandræðum með Model S bílinn sinn eftir að nokkrir þeirra urðu eldi að brád án þess að lenda í árekstri heldur voru þeir í venjulegum akstri (autobloggreen, 2013). Tesla útskýrði atvikin sem tölfræðilegt jaðartilvik þar sem að aðskotahlutur hafði skotist af veginum inní rafhlöðuna og orsakað eldinn. Tesla endurbætti þó rafhlöðuhlífina eftir atvikin til að koma í veg fyrir að þetta endurtæki sig (Musk, 2014).

Óreynd tækni – Þó svo að rafmótorinn og rafhlöður séu ekki ný af nálinni þá er ekki komin nein langtíma reynsla á það hvernig tæknin reynist í bílum sem eru í daglegri notkun og við mismunandi skilyrði.

⁴⁰ Verð er án opinberra gjalda á Íslandi enda er ekki fullvíst hvernig svona rafhlöður yrðu skattlagðar.

Verð – Í dag eru rafmagnsbílar á mörkum þess að vera sambærilegir í verði við hina hefðbundnu bíla þó svo að opinberar niðurgreiðslur séu til staðar. VW e-Golf kostar t.a.m. um einni milljón meira en sambærilegur bensínbíll og hálfri milljón meira en díselbíllinn. Þetta er þrátt fyrir að e-Golf beri hvorki tolla né virðisaukaskatt.

Hleðslutæknin – Einsog framleiðendur farsíma forðum þá hafa framleiðendur rafmagnsbíla heldur ekki komið sér saman um eitt sameiginlegt hleðslutengi fyrir bílana.

Hljóðlátir – Rafmagnsbílar eru hljóðlátir fyrir utan veghljóðið sem kemur frá dekkjunum og lágt suð frá rafmótornum. Þetta gerir bílana hættulega fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur í umferðinni og þá sér í lagi blinda og sjónskerta.

7.6.3. Ógnanir við rafmagnsbíla

Aðgengi að rafmagni – Það er ekki sjálfgefið að aðgengi sé að rafmagni í námunda við bílastæði og erfitt getur verið að koma því við ef það er ekki til staðar, svo ekki sé minnst á kostnaðarsamt.

Hráefnisskortur – Í dag byggja rafhlöðurnar á Lithium tækni en sama tækni er notuð í rafhlöður sem flest öll snúrulaus rafmagnstæki nota og er því ljóst að töluverð samkeppni er um hráefnið.

Orkuverð - Á Íslandi eru rafmagnsbílar á undanþágu frá tolli og virðisaukaskatti ásamt því að keyra um á mjög ódýru rafmagni. Ríkið mun á einhverjum tímavarki þurfa að finna út leið til þess að ná meiri tekjum útúr rafmagninu til að veita uppá móti tapi á eldsneytissköttum. Rafmagn ber t.d. eingöngu 0,13 ISK orkuskatt (Orkusettur, 2014), á einingu, í dag til móts við 71 ISK sem bensín ber og 62 ISK á dísel (Fjármála- og efnahagsráðuneytið, 2014).

Landsnetið – Rafmagnsbílar hafa mjög takmarkaða langdrægni í dag og mæla framleiðendur með því að bílarnir séu alltaf í hleðslu ef þeir eru ekki í notkun. Það er því bagaleg staðreynd að rafmagnsbílar þurfa að hlíta svipuðum lögmálum og flestir snjallsímar; rafhlaðan endist ekki mikið meira en tvo daga á hleðslu. Þó svo að langtímarafmagnsleysi sé ekki algengt á Íslandi þá er alltaf hættu á því og sú spennusveifla sem verður þegar rafmagn dettur út eða kemur aftur inn getur skemmt raftæki (ruv.is, 2014).

Skattabreytingar – Eftir því sem rafmagnsbílum í umferðinni fjölga þá líklegar er að þær undanþágur og niðurgreiðslur sem þeir njóta í skattkerfinu muni hverfa.

Betri bensínbílar – Þó að framleiðendur séu farnir að sýna rafbílum áhuga og keppast við að koma með þá á markaðinn þá eru þeir líka að vinna hörðum höndum að því að betrubæta núverandi brunavélar. Stórir bílar einsog Mazda6 eru komnir með blandaða eyðslu niður í 6L/100 (bensín) og 3,9L/100 (dísel) (Brimborg) og smábílar einsog VW up! eru í kringum 4L/100. Þessar eyðslutölur sem og lágt verð bílanna gera „gömlu“ orkugjafana að verðugum samkeppnisaðilum næstu árin ef ekki áratugina.

Samkeppnin – Ef rafbíllinn nær alvöru markaðshlutdeild á bílamarkaðnum og fleiri framleiðendur fara að bjóða uppá rafbíla þá mun samkeppnin harðna til muna, sem mun auka úrval til neytenda en um leið minnka hagnað framleiðenda. Þetta getur leitt til þess að framleiðendur hellist úr lestinni vegna taprekstur á rafbílaframleiðslunni (Reuters, 2014). Þetta getur leitt til þess að úrvalið dragist aftur saman og að næstu árin/áratugina verði rafmagnsbíllinn lúxusvara og verðlagður samkvæmt því eða hreinlega lognist útaf aftur einsog gerðist á fyrri hluta 20. aldarinnar.

Of miklar væntingar – Í gegnum árin hafa komið fram stórar yfirlýsingar og háleit markmið um rafbílavæðingu íslenska bílaflotans en lítið hefur farið fyrir því að þetta hafi ræst. Félögin: 2012-Nýtt upphaf, Northern Light Energy og Even hafa öll komið með þessi háleitu markmið og það ekki hægt að lasta forsvarsmönnum þeirra fyrir þennan metnað. En svona yfirlýsingar sem rætast ekki, geta leitt til þess að neytendur fái það á tilfinninguna að rafbíllinn sé bara enn eitt fótanuddtækið sem eigi sér ekki langa framtíð og forðast því vöruna! Meðal markmiða sem hafa komið fram og ekki ræst: „Rafbílaferksmiðja á Íslandi“ (mbl.is, 2009), „stærstur hluti bílaflotans rafknúinn fyrir lok 2012“ (mbl.is, 2009), „1400 rafbílar á leið til landsins“ (mbl.is, 2010) og „50.000 rafmagnsbílar á Íslandi 2012 ásamt víðtæku neti hleðslustöðva“ (Fréttablaðið, 2009).

Græn samkeppni – Einn helsti áherslupunktur í markaðssetningu rafbíla er hversu umhverfisvænir þeir eru en það eru aðrir grænir bílar á markaðnum nú þegar eða eru í þróun. Metan hefur verið nýtt í áratugi til að knýja bíla. Útblástur þeirra er þó mengandi en það er samt umhverfisvænna að brenna metaninu en að sleppa því óbrenndu í andrúmsloftið. Vetnisbílar gætu orðið helsti keppinautur rafmagnsbíla í framtíðinni enda er útblástur þeirra eingöngu vatnsgufa. Vetni er útbreiddasta frumefni alheimsins en myndast ekki náttúrulega hér á jörðinni í vinnanlegu magni, framleiðsla þess krefst því meiri orku en fæst úr vinnslunni og torveldar það að

vetnisbílar séu raunhæfur möguleiki í dag þó svo að þeir eru í þróun hjá m.a. Benz, Honda og Hyundai.

EOL – Betur þekkt sem endir lífskeiðs vörunnar (e. end of life) er ógnun þar sem að ekki er vitað hversu lengi framleiðendur munu styðja við framleidda bíla eftir að framleiðslu þeirra er hætt. Allir framleiðendurnir eru með sína eigin hönnun á rafhlöðunum og þar sem að bílarnir eru framleiddir í litlu upplagi þá eru eigendur bundnir því að kaupa rafhlöðuna frá framleiðanda en geta ekki snúið sér að óháðum aðilum til að kaupa varahluti.

Tölvuhakkarar – Þeim mun meira sem bílar verða sjálfvirkir og tölvuvæddari þá er raunveruleg hætta á að sá tímapunktur komi, að einhverjum tekst að hakka sig inni tölvukerfið og taka stjórn á bílnum. Tesla Model S, Nissan Leaf og e-Golf eru bílar sem eru nettengdir að einhverju leyti og bjóða t.d. uppá að hita upp bílinn í gegnum farsíma og athuga batteríð. Nú þegar hefur tekist að hakka sig inni og ná stjórn á nokkrum grunnstýringum í Tesla Model S (C|net, 2014): s.s. læsingum, rúðupurrkum, aðalljósum, sóllúgunni og flautunni.

7.6.4. Tækifæri fyrir rafmagnsbíla

Hleðslustöðvar – Ekki hafa verið settar upp hleðslustöðvar í neinu magni á Íslandi og einskorðast þær að mestu leyti við höfuðborgarsvæðið. Frekari útbreiðsla hleðslustaða og þá sérstaklega fyrir utan höfuðborgarsvæðið eykur notagildi rafmagnsbíla útfyrir það að vera eingöngu þéttbýlisbíl.

Práðlaus hleðsla er tækni sem er í þróun hjá Mercedes Benz og er væntanleg á markað 2016 ef allt gengur eftir. Hugmyndin gengur útá að bílnum er lagt ofan á hleðslupúða sem liggur á jörðinni (engin snerting á milli) og samsvarandi „púði“ í undirvagni bílsins myndar tengingu þar á milli og hleðsla hefst (mbl.is, 2014).

Frúarbíllinn – Þrátt fyrir takmarkaða langdrægni rafmagnsbíla og langan hleðslutíma þá geta þeir hæglega tekið yfir sem bíll númer 2 á heimilinu sem notaður er til hins daglega innanbæjaraksturs. Meðalakstur á Íslandi (Samgöngustofa)⁴¹ er ekki nema um 32 km. fyrir bensínbíla og 42 km. fyrir díselbíla, þannig að rafmagnsbílar með raunlangdrægni uppá a.m.k. 75-100 km. geta vel uppfyllt daglegu akstursþörfina.

⁴¹ Tölur fyrir 2013,

Strangari mengunarkröfur – Í Evrópu hafa verið settar strangar kröfur aðgengi bíla til aksturs í mörgum þéttbýliskjörnum og t.a.m. í Þýskalandi þurfa bílar að vera merktir hvaða mengunarsaðal þeir uppfylla; ef þeir uppfylla ekki viðmiðunarsaðal sumra borga þá mega þeir hreinlega ekki aka innan ákveðinna svæða í borgunum. Í London eru rafmagnsbílar undanþegnir mengunargjaldi þegar ekið er um miðborgina (The Independent, 2014) og hefur Boris Johnson borgarstjóri Lundúna lýst yfir stríði gegn díselbílum og hvatt fólk til að velja umhverfisvænni ferðamáta.

Hækkandi eldsneytisverð – Með aukinni velmegun í þróunarlöndunum, pólitískum óróa við botni Miðjarðarhafs og minnkandi olíubirgðum þá hefur olíuverð verið óstöðugt og hefur miðgildi þess farið hækkandi síðasta áratuginn.

Nýir framleiðendur – Með endurkomu rafbílsins þá hefur opnast tækifæri fyrir nýja bílaframleiðendur til að festa sig í sessi enda hafa hinir rótgrónu framleiðendur verið tregir til að veðja á að rafmagnsbíllinn sé kominn til að vera í þetta sinn. Tesla byrjaði nánast frá grunni þó svo að hafa byggt fyrsta bílinn á Lotus sportbíl en í staðinn komu þeir með alveg nýja nálgun á framleiðsluferlið og sýndu frammá að rafmagnsbíllinn væri nokkuð sem eftirspurn væri eftir, þvert á yfirlýsingar stóru bílaframleiðandanna í Bandaríkjunum þegar EV1 var í boði (Paine, Who Killed the Electric Car?, 2006).

Ný tækni – Bifreiðar í dag eru útbúnar allskonar aukabúnaði sem krefst orku. Þetta hefur ekki verið mikið vandamál í bílum búnum sprengihreyfli þar sem að hægt er að nota snúning vélarinnar til að knýja hlutina áfram en þessu er öðruvísi farið í rafmagnsbílum. Í rafmagnsbílum er allt rafdrifið og það hefur áhrif á langdrægni bílsins, þessu hafa framleiðendur þurft að svara með því að finna upp sífellt betri lausnir til að auka orkunýtinguna, önnur kynslóð Nissan Leaf hefur t.d. miðstöð sem er 30% orkunýtnari en fyrri kynslóð. Meira segja framljós Nissan Leaf eru sérhönnuð til að lágmarka loftmótstöðu sem myndast af hliðarspeglum bílsins (Paine, Revenge of the Electric Car, 2011).

8. Hagfræðin

Tekjuöflun ríkisins af bifreiðum má aðgreina í tvo aðalflokka:

- Annarsvegar gjöld og skattar sem falla til við innflutning s.s. tollar og virðisaukaskattur.
- Hinsvegar gjöld sem falla til við notkun bifreiðarinnar s.s. bensínskattar og bifreiðagjöld.

8.1. Skattlagning rafmagnsbíla á Íslandi

Þegar kemur að skattheimtu ríkisins þá njóta rafbílar opinberrar fyrirgreiðslu í flestum löndum enda vilja ríkisstjórnir greiða fyrir uppgangi rafmagnsbílsins. Á Íslandi bera rafbílar hvorki tolla né virðisaukaskatt (Alþingi, 2013) (mbl.is, 2014) ef bifreiðin er yngri en 3 ára en eftirgjöfin má að hámarki vera 1.530.000 ISK. Annars er reiknaður eingöngu virðisaukaskattur af þeirri fjárhæð sem fer umfram þessi viðmið. Einnig er söluaðilum heimilt að selja rafmagnsbíl án álagningu virðisaukaskatts og er viðmiðunarfjárhæðin 6.000.000 ISK.

Tollun hefðbundinna bíla byggist hinsvegar á skráðri koltvísýringslosun og er stighækkandi frá 0% tollflokk allt uppí 65% tollflokk. Ofan á tollinn reiknast svo virðisaukaskattur; 25,5%. Ef tollaleg undanþága rafbíla yrði felld niður þá falla þeir í sama tollflokk og bílar sem hafa skráða koltvísýringslosun á bilinu 0-80 g/km, en sá flokkur ber engan toll og eingöngu virðisaukaskatt. Af bifreiðagjöldum er ekki gefinn afsláttur enda byggjast þau á skráðum útblæstri en hafa lögbundið lágmark sem er 11.530 ISK. á ári og bera rafmagnsbílar þessi lágmarksgjöld.

8.2. Skattalegar undanþágur á Íslandi

Þær undanþágur sem eru til staðar á Íslandi er getið í kafla 24, laga 50/1988 – Lög um virðisaukaskatt en þar segir:

„[XXIV. Við innflutning og skattskylda sölu nýrrar rafmagns-, vetnis- eða tengiltvinnbifreiðar er heimilt að fella niður virðisaukaskatt eða telja til undanþeginnar veltu fjárhæð að ákveðnu hámarki eins og nánar er kveðið á um í ákvæði þessu. Ákvæði þetta skal jafnframt gilda um niðurfellingu virðisaukaskatts við innflutning og fyrstu sölu notaðrar rafmagns-, vetnis- eða tengiltvinnbifreiðar enda sé ökutækið þriggja ára eða yngra á innflutningsdegi og söludegi miðað við fyrstu skráningu.

Tollstjóra er heimilt við tollafgreiðslu að fella niður virðisaukaskatt af rafmagns- eða vetnisbifreið að hámarki 1.530.000 ISK og af tengiltvinnbifreið að hámarki 1.020.000 ISK

Við skattskylda sölu bifreiðar er skattaðila heimilt að undanþiggja frá skattskyldri veltu fjárhæð að hámarki 6.000.000 ISK vegna rafmagns- eða vetnisbifreiðar og að hámarki 4.000.000 ISK vegna tengiltvinnbifreiðar. Nýti skattaðili sér þessa heimild ber honum samhliða skilum á virðisaukaskattsskýrslu að tilkynna ríkisskattstjóra á hverju uppgjörstímabili um að slík sala hafi átt sér stað á því formi sem ríkisskattstjóri ákveður.

Skilyrði undanþágu samkvæmt ákvæði þessu eru eftirfarandi:

1. Ökutækið sé skilgreint í ökutækjaflokka L6e, L7e, M1, M1g og N1 samkvæmt reglugerð nr. 822/2004, um gerð og búnað ökutækja.

2. Við innflutning og skattskylda sölu tengiltvinnbifreiðar skal skráð losun slíkrar bifreiðar á koltvísýringi vera 50 g eða minna á hvern ekinn kílómetra.

Ráðherra er heimilt með reglugerð að kveða nánar á um framkvæmd og skilyrði undanþágunnar.

Ákvæði þetta gildir til og með [31. desember 2014].1)2)"⁴²

8.3. Skattalegar undanþágur erlendis

Erlendis eru niðurgreiðslur rafbíla hins opinbera í formi niðurfellingar tolla og skatta s.s. bifreiðagjalda. Einnig er eitthvað um að ríki nýti almenna skattkerfið til að niðurgreiða kostnaðinn við að kaupa umhverfisvænni bíla. Þetta er t.d. gert með endurgjöf á tekjuskatt viðkomandi kaupanda þegar kemur að árlegu skattauppgjöri hans.

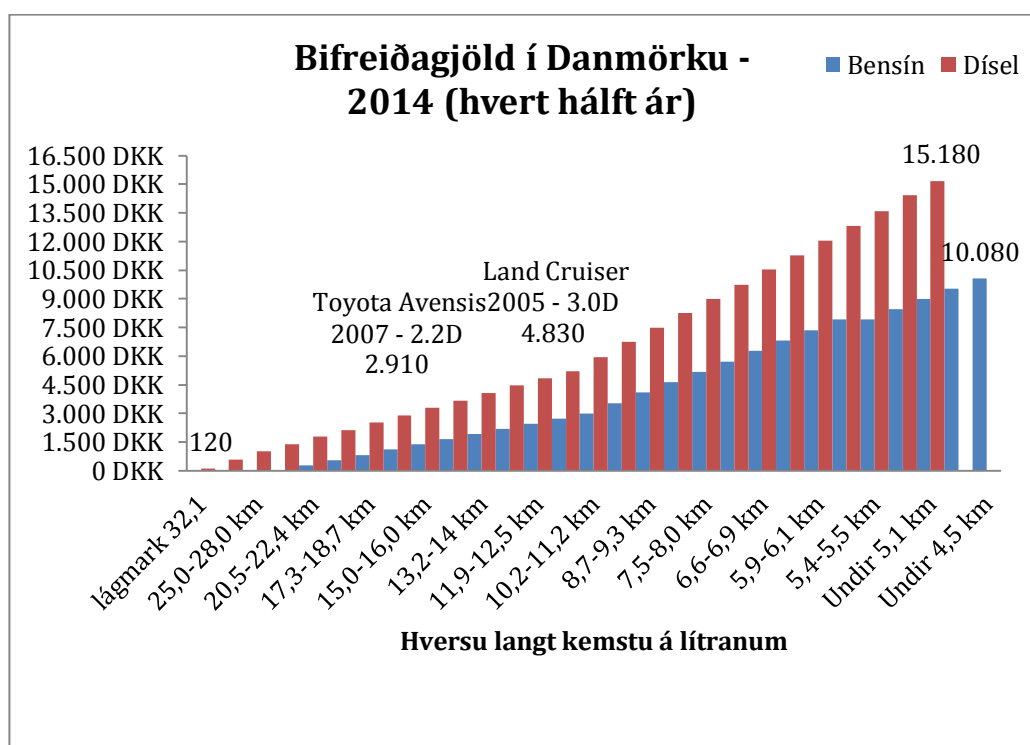
8.4. Skattalegar undanþágur í Danmörku

Ólíkt Íslandi þá bera rafmagnsbílar seldir í Danmörku fullan virðisaukaskatt. Þrátt fyrir það þá eru þeir að fullu samkeppnishæfir í verði við hefðbundna bíla⁴³, enda eru þeir síðarnefndu skattlagðir uppúr öllu valdi. Að auki bera rafmagnsbílar ekki bifreiðagjöld. Hefðbundnir bílar bera enga tolla í Danmörku en í staðinn koma

⁴² Þegar þessi ritgerð er skrifuð þá er fyrirætlunin að framlengja þessu ákvæði um eitt ár eða til loka árs 2015. (mbl.is, 2014)

⁴³ Viðauki 5 ber saman útsöluverð viðmiðunarbíllanna á Íslandi og Danmörku

tvennskona skráningargjöld; annars vegar 105% gjöld og hins vegar 180% gjöld (ekki reiknað út frá útblæstri einsog á Íslandi)⁴⁴. Ofan á þetta leggst svo VSK og þar með fæst svo útsöluverðið. Almenn bifreiðagjöld í Danmörku eru reiknuð annars vegar út frá eldsneytiseyðslu í blönduðum akstri (bensínbílar) en að auki reiknast útblástursgjald á díselbíla. Bifreiðagjöldin dönsku geta því orðið himinhá fyrir eyðslufrekar bifreiðar og geta þau numið allt að 600.000 ISK (dísel) og 400.000 ISK (bensín) árlega:



Graf 3 - Hálfárs bifreiðagjöld í Danmörku 2014 með dæmum (FDM, 2014)⁴⁵

VW Golf (bensín) ber til að mynda bifreiðagjöld á bilinu 600-1.200 DKK (12.419-24.838 ISK) og díselútgáfan 1.200-3.500 DKK (24.838-72.443 ISK) en VW e-Golf ber engin bifreiðagjöld enn sem komið er.

⁴⁴ „Personbiler = 105 % af afgiftsværdien op til 80.500 DKK og 180 % af resten.“ (Skat, 2014)

⁴⁵ Grafið sýnir ekki 100% rétta mynd af bifreiðagjöldum miðað við eyðslutölur þar sem að eyðsluflokkarnir sem notast er við eru ekki 100% þeir sömu milli orkugjafanna, hér er notast við flokkun díselbíla. Grafinu er frekar ætlað að sýna hvernig gjöldin breytast miðað við uppgefna meðaleyðslu bíla.

8.5. Skattlagning orkugjafa

8.5.1. Raforkan á Íslandi

Rafvæðing bílaflotans á Íslandi skapar ákveðið vandamál fyrir ríkið er kemur að skattheimtu af orkugjafa þeirra þ.e. rafmagnsins. Hefðbundnar bifreiðar krefjast áfyllingar orkugjafa (bensín, dísel, metan o.s.frv.) sem eru auðveldir í skattlagningu. En þegar kemur að rafmagnsbílum þá vandast málið því þeir krefjast sama orkugjafa og hefðbundin heimilistæki þ.e. rafmagns. Rafmagnsbílum er hreinlega stungið í samband í næstu innstungu⁴⁶ og orkugjafanum þannig „dælt“ á bílinn. Þetta útilokar rafmagnsútfærslu á núverandi bensínsköttum, því ómögulegt er að aðgreina rafmagnsnotkunina á heimilisbílnum og frystikistunni. Því síður er hægt að setja upp og ætlast til að neytendur noti sérstakar rafbílainnstungur heimavið sem skattlagðar yrðu sér.

Sala		
Verð pr./kWst		5,20 ISK
Orkuskipti pr./kWst		0,13 ISK
Samtals		5,33 ISK
<hr/>		
Virðisaukaskattur	25,5%	1,36 ISK
Samtals alls		6,69 ISK
<hr/>		
Dreifing		
Dreifing		5,66 ISK
Samtals		
<hr/>		
Virðisaukaskattur	25,5%	1,44 ISK
Samtals alls		7,10 ISK
<hr/>		
Samtals kr/kWst		13,79 ISK

Tafla 5 - Rafmagnsverð á svæði OR (Orkusetur, 2014)

8.5.2. Raforkan í Danmörku

Í Danmörku eiga stjórnvöld ekki við sama vandamál að stríða þar sem að rafmagnnið er nú þegar skattlagt gríðarlega mikið og þar af leiðandi myndu tapaðar skatttekjur

⁴⁶ Miðað við að innstungan sé á 16amp öryggi.

(bensínskattar) skila sér að einhverju leyti tilbaka (skattar og gjöld á rafmagn) í ríkiskassann vegna aukinnar rafmagnsnotkunar:

Dreifing og gjöld		
Transportbetaling SYD ENERGI	0,14 DKK	2,92 ISK
Energisparemál SYD ENERGI	0,02 DKK	0,45 ISK
Transportbetaling Energinet.dk	0,07 DKK	1,43 ISK
Offentlige forpligtelser	0,23 DKK	4,70 ISK
Elafgift (2014 - ekskl. minimumsafgift)	0,83 DKK	17,16 ISK
Minimumsafgift (gælder fra 2014)	0,00 DKK	0,08 ISK
Samtals	1,29 DKK	26,74 ISK
<hr/>		
Moms 25%	0,32 DKK	6,68 ISK
Samtals með moms (VSK)	1,61 DKK	33,42 ISK
<hr/>		
Gennemsnitspris ekskl. abonnement 1,61 Kr./kWh - inkl. moms		
Sala		
Markeds EI - 01.04.2014 - 30.06.2014	0,30 DKK	6,14 ISK
Abon. SYD ENERGI Salg - 01.04.2014 - 30.06.2014		
Moms 25%	0,07 DKK	1,53 ISK
Betalingsgebyr		
Samtals með moms (VSK)	0,37 DKK	7,67 ISK
<hr/>		
Gennemsnitspris ekskl. abonnement 0,37 Kr./kWh - inkl. moms		
Samtals kr/kWst	1,99 DKK	41,09 ISK

Tafla 6 - Rafmagnsverð á svæði Syd Energi í Danmörku

Á meðan ríkiskassinn á Íslandi fær í sinn hlut tæpar 3 ISK af hverri kWst.⁴⁷ Þá fær sá danski rétt rúmlega 30 ISK⁴⁸. Munurinn á skattheimtunni er því rúmlega tífoldur í krónum talið en sýnir líka í grundvallaratriðum muninn á skattheimtu þessara tveggja landa á rafmagn: íslenska ríkið tekur til sín 21,26% af útsöluverði kWst. en hið danska 73,19%.

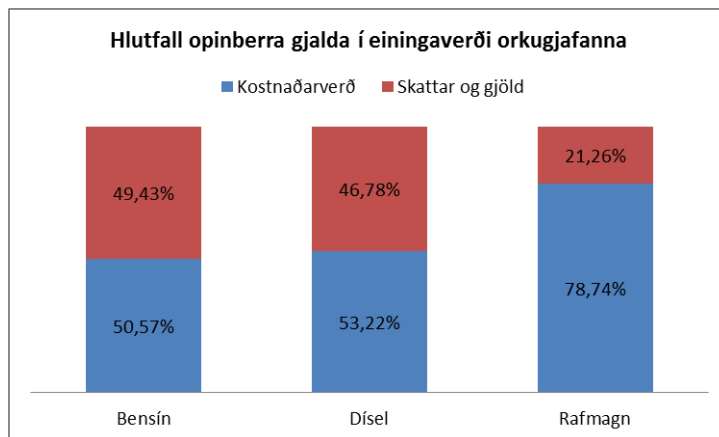
8.5.3. Eldsneytisskattar

Í dag njóta rafmagnsbílar þess að keyra um á ódýru rafmagnni enda er það nánast óskattlagt að öðru leyti en með virðisaukaskatti (Orkusetur, 2014). Hefðbundnar bifreiðar bera hinsvegar töluverðar opinberar álögur ólíkt rafmagninu. Á

⁴⁷ Orkuskattur og virðisaukaskattur á sölu og dreifingu

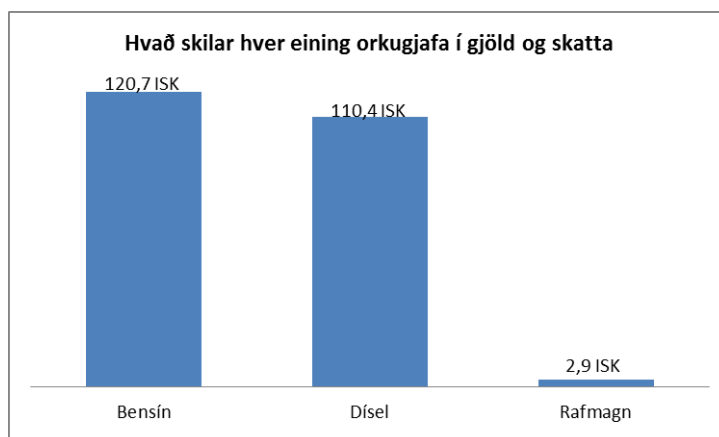
⁴⁸ Offentlige forpligtelser, elafgift og moms (VSK) af sölu og dreifingu

jarðefnaeldsneyti leggjast: bensíngjald, sérstakt bensíngjald, olúgjald og kolefnisgjald sem eru öll byggðar á föstum krónutölum en ofan á allt saman þá leggst virðisaukaskatturinn sem er hlutfallslegur (Fjármála- og efnahagsráðuneytið, 2014).



Graf 4 - Hlutfall opinberra gjalda í einingaverði orkugjafa

Jarðefnaeldsneyti ber töluvert hærri skattlagningu en rafmagn og er nú svo komið að tæplega helmingur útsöluverðs hvers lítra rennur til ríkisins í formi eldsneytiskatta og virðisaukaskatts. Af útsöluverði rafmagns rennur aðeins rúmlega 21% í ríkiskassann. Í krónum talið þá er skattlagningin ekki sambærileg en hver eining af jarðefnaeldsneyti skilar 110-120 ISK á meðan hver eining af rafmagni skilar aðeins tæplega 3 ISK⁴⁹.

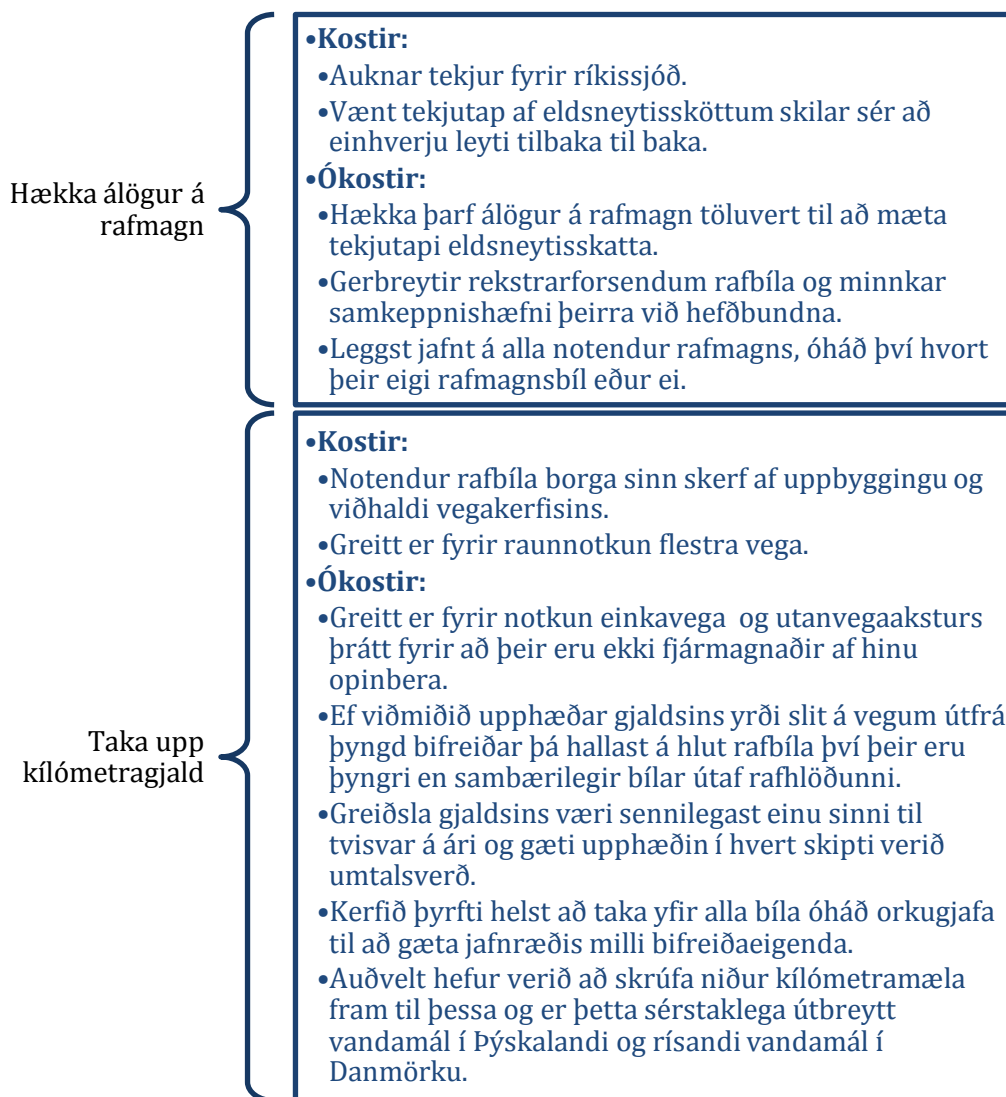


Graf 5 - Hvað skilar hver orkueining í gjöld og skatta

⁴⁹ Það skal tekið fram að hver orkugjafi skilar mismikilli orku frá sér og blönduð eyðsla á hverja 100 km. er misjöfn hjá viðmiðunarbílunum: rafmagnsbíllinn = 12,7 kWst., bensínbíllinn = 5L og díselbíllinn = 3,9L.

8.5.4. Álagning „eldsneytisskatta“ á rafmagnsbíla

Samkvæmt Ríkisreikningi fyrir árið 2013 skiluðu vörugjöld á bensín, kolefnisgjald, olúgjald og vörugjald af ökutækjum samtals⁵⁰ tæpum 26 milljörðum í ríkissjóð. Sérstakt vörugjald á bensín og olúgjaldið á að renna til Vegagerðarinnar að frádreginni 0,5% þóknun til ríkissjóðs til að standa straum af innheimtukostnaði og álagningu. Þessi tvö gjöld skiluðu 2013 um 14,3 milljörðum í ríkissjóð. 193/165 Það er því vandséð hvernig íslensk stjórnvöld geti skattlagt rafmagnið til að mæta töpuðum tekjum vegna minni bensínskatta. Helst kæmu tveir kostir til greina:



⁵⁰ Vörugjald af ökutækjum = 4.032 milljónir, vörugjald af bensíni og olúvörum = 4.343 milljónir, sérstakt vörugjald á bensín = 7.195 milljónir, kolefnisgjald = 3.013 milljónir og olúgjald = 7.176 milljónir

Fýsilegast yrði fyrir ríkið að taka upp kílómetragjald og hefur það verið í umræðunni almennt síðustu ár. Rökin hafa einmitt verið að þeir sem keyri á vegunum greiði fyrir viðhaldið. Til móts við þetta ætti að fella niður bifreiðagjöldin. Þar sem að kerfið krefst afflesturs í einhverri mynd þá vakna ýmsar spurningar varðandi hvernig yrði staðið að þeirri aðgerð. Ef skoðaðar eru þrjár aðferðir sem koma til greina:

- Gamla aðferðin er einfaldlega að lesa af kílómetramælinum þegar bifreiðin kæmi inn til skoðunar. Þessi aðferð hefur þá annmarka að:
 - Bifreiðaskoðun er ekki alltaf árleg
 - Ekki skila allir skoðanaskildir bílar sér í skoðun
 - Að auki er auðvelt að sknúfa niður kílómetramælin.
- Nýrri og tæknilegri aðferð væri að notast við GPS staðsetningartækni og væri þá upplýsingum safnað í rauntíma. Helstu annmarkar kerfisins eru þeir:
 - að vöktun kerfisins vekur upp spurningar um persónuvernd ökumanna, sem er gríðarlega viðkvæmt og vandmeðfarið viðfangsefni.
 - GPS kerfið er líka að mörgu leyti ónákvæmt og kannast margir notendur við það að stundum sýni GPS tæki þeirra kolranga staðsetningu en kerfið er viðkvæmt fyrir landfræðilegum hindrunum á borð við fjallendi og háhýsi.
- Þriðja aðferðin er tækni sem er ódýr en hefur ekki rutt sér til rúms í bílum að miklu leyti en það er svipuð tækni og er í flugvélum, nefnilega nokkurs konar „svartur kassi“ sem skráir niður notkun bílsins. Þessa tækni er núþegar að finna í bílum frá Mazda og BMW og er talið að búnaðurinn kosti hvern framleiðanda um 1 evru á framleiddan bíl (Ekstrabladet, 2014). Ef bílar væru búnir svona búnaði þá þyrfti aðeins að stinga tölvu í samband við þá og lesa af boxinu. Vandamálið er hinsvegar:
 - Hvar, hvenær og hverjir á að lesa af „svarta kassanum“.

Ef tekið er miðgildi meðalakstur bensín- og díselbíla þá er meðalakstur á Íslandi um 37 km. daglega eða 13.505 km. árlega. Viðmiðunarbíllinn sem notast er við í þessari ritgerð (VW Golf) er að skila um 6 ISK (bensín) og 4,3 ISK (dísel) í skatttekjur til ríkisins á hvern ekinn kílómetra. Upphæð kílómetragjaldsins þyrfti því að taka tillit til mismunandi eyðslu bíla óháð því hvort að eingöngu rafmagnsbílar féllu undir kerfið eða allir fólkubílar. Þessu væri hægt að ná fram með því að flokka bíla eftir því hversu eyðslufrekir þeir eru í hverjum orkuflokki og mætti hafa orkumerkingarkerfi

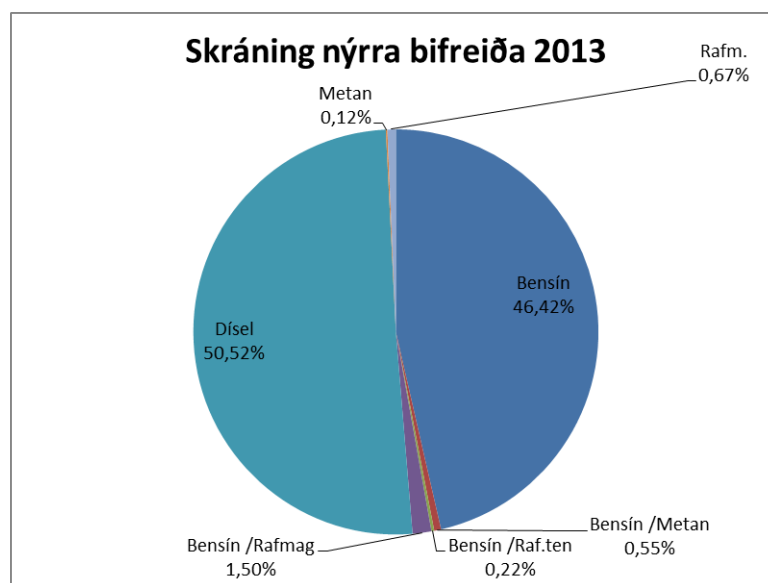
heimilistækja til viðmiðunar. En þó þyrfti að hafa í huga að þyngd bíla spilar mikið inní slit á vegum þannig að líklega þyrfti að bæta inn einhverskonar margföldunarstuðli sem tæki mið af þyngd bílanna.

Þegar kæmi svo að innheimtu kílómetragjaldsins þá vakna upp spurningar er varða hvenær greiðsluseðillinn kæmi? Ef tekið er mið af VW Golf bílunum sem ekið er í samræmi við meðalakstur á Íslandi þá þyrfti að greiða um 58.0000-81.000 ISK árlega eða um 29.000- 40.000 ISK tvisvar á ári til að veða upp á móti töpuðum eldsneytisgjöldum og sköttum. Þetta er ansi stór upphæð fyrir marga þó svo að þeir aki um á ódýrari orkugjafa í staðinn ef gefið er að rafmagnsútgáfan eigi að bera sambærileg „eldsneytisgjöld“ og bræður sínir. GPS kerfið gæti leyft rauntímagreiðslur en þó líklegra er að það yrðu mánaðarlegar- eða ársfjórðungslegar greiðslur sem léttir greiðslubyrðina töluvert. Og eftirstendur svo spurningin: „hvað ef viðkomandi borgar ekki kílómetragjaldið?“ Hver yrði refsiframinn, hvernig yrði hann útfærður og hvernig væri honum framfylgt?

9. Tölfræðin

9.1. Nýskráning bifreiða

Samkvæmt tölum frá Umferðastofu þá voru rafmagnsbílar ekki nema 0,67% af nýskráðum nýjum bílum árið 2013 eða 49 bílar. Að viðbættum innfluttum notuðum bílum þá ná rafmagnsbílar 2,1% markaðshlutdeild og eru aðeins metanbílar og tengitvinnbílar með minni hlutdeild.



Graf 6 - Hlutföll mismunandi orkugjafa við nýskráningu (Samgöngustofa)

Á fyrstu 9 mánuðum ársins 2014 voru nýskráðir 56 nýir rafbílar en 80 notaðir eða samtals 136 rafbílar. Rafbílar eru 0,69% innfluttra nýrra bíla en 10,61% notaðra, samtals var því hlutur rafbíla í nýskráningum 1,54%. Langmest var um nýskráningar af rafmagnsbílum frá framleiðendunum Nissan (118) og Tesla (13) (Samgöngustofa). Til samanburðar þá voru 1.273 rafbílar skráðir í desember 2013 í Noregi en í heildina voru 7.882 rafbílar nýskráðir í Noregi 2013.

Noregur nýtur reyndar þeirrar sérstöðu að rafbílavæðingin þar hefur gengið vonum fram og á fyrri helmingi 2014 þá voru 35% af rafbílum seldum í V-Evrópu seldir í Noregi (Norsk Elbilforening, 2014).

9.2. Skráðar bifreiðar í lok 2013 á væntanlegum markaðssvæðum

Alls voru 213.113 fólksbifreiðar skráðar á Íslandi í lok 2013 (Samgöngustofa, 2013) og þar af voru 126.921 staðsettir á höfuðborgarsvæðinu. Ef teknir eru saman bílar á

suð-vestur horninu; frá Reykjanesinu í vestri, til Borgarness í norðri og allt austur til Selfoss ásamt Akureyri, Borgarbyggð og Vestmannaeyjum, þá eru 170.036 fólksbílar skráðir á svæðinu. Í gögnum Samgöngustofu eru fólksbílar ekki sundurgreindir niður í jeppa, jepplinga og venjulega fólksbíla né heldur í undirflokkka fólksbíla (smábíll, borgarbíll, örbíll o.s.frv.) en gera má ráð fyrir því að jeppar og jepplingar nái ekki helmingi skráðra fólksbíla á gefna markaðssvæðinu.

9.3. Möguleg stærð markaðar fyrir rafmagnsbíla

Ef eftirfarandi gefnar forsendur eru skoðaðar í töflunni hér að neðan þá sést greinilega hversu stór markaður fyrir rafbíla getur verið:

Skráðir fólksbílar á gefnu markaðssvæði	Hlutfall jeppa/jepplinga	Heildarfjöldi		Fjöldi venjulegra fólksbíla	Vænt hlutfall		
		jeppa/jepplinga	venjulegra bíla		rafbíla 10%	rafbíla 20%	rafbíla 30%
170.036	10%	17.004	90%	153.032	15.303	30.606	45.910
170.036	20%	34.007	80%	136.029	13.603	27.206	40.809
170.036	30%	51.011	70%	119.025	11.903	23.805	35.708
170.036	40%	68.014	60%	102.022	10.202	20.404	30.606

Tafla 7 - Sviðsmynd af stærð markhópsins

Ef tekið er mið af meðaltali hinna væntu hlutfalla rafbíla í umferð þá gæti rafbílamarkaðurinn auðveldlega verið í kringum 10.000 til 30.000 rafbílur ef varlega er áætlað. Ef tveir eða fleiri bílar eru á heimili þá væri lítið mál að skipta út „frúarbílum“ fyrir rafmagnsbíl og nýta hann í innanbæjaraksturinn en notast við stærri hefðbundna bílinn ef leggjast á í lengri akstur s.s. ferðalög⁵¹.

⁵¹ VW í Danmörku í samstarfi við Europcar býður þarlandum kaupendum VW rafbíla sérkjör á bílaleigubílum þegar þeir þurfa að keyra lengri vegalengdir. (VW Danmörku, 2014)

10. Rekstrarlegur samanburður bíla með mismunandi orkugjafa

Til þessa hefur verið erfitt að bera saman rafmagnsbíl og hefðbundinn bíl, einkum vegna þess að rafmagnsútgáfa af hinu hefðbundna bíl hefur ekki verið fáanleg til þessa og því hafa menn verið að bera saman epli og appelsínur í gegnum árin. 2014 varð breyting á þar sem að Volkswagen kynnti til sögunnar VW e-Golf sem er rafmagnsútgáfa hins sívinsæla, fertuga, VW Golf. Þar sem að Golf er í boði með bensín-, dísel- og rafmagnsmótor þá er hann notaður til að bera saman rekstrarkostnað bifreiða sem nota mismunandi orkugjafa en stuðst er við erlenda rannsókn þegar borin er saman 10 ára rekstrarkostnaður bifreiða.

10.1. Rekstrarkostnaður

Þegar kemur að því að meta heildarrekstrarkostnað bifreiða þá er ekki nóg að reikna bara út þann kostnað sem fylgir daglegri notkun hans. Það þarf einnig að reikna inn tryggingar, skatta og skyldur. En stærsti kostnaðurinn er ekki sýnilegur og fæstir verða varir við hann nema við sölu bílsins en það er verðryrnunin verður á bílnum hvert ár frá kaupum hans. Það kemur ekki á óvart að rafmagnsbíllinn skuli vera með langlægsta orkukostnaðinn. Viðhalds- og viðgerðakostnaðurinn var áætlaður svipaður þar sem að bílarnir eru svipaðir að öllu leyti fyrir utan vélbúnaðinn. Þar sem að rafmagnsbíllinn er dýrari í innkaupum en hinir þá er einnig hærri verðryrnun á honum og er það sá liður sem lyftir heildarrekstrarkostnaðinum upp á honum. Tryggingarfélagið bauð sérstakan ”grænan” afslátt af tryggingunum sem lækkaði tryggingar rafmagnsbílsins um 5.000 ISK. Settar voru því upp fjórar sviðsmyndir: tvær þar sem að verðið á rafmagnsbílnum var með og án virðisaukaskatts. Hinar tvær sviðsmyndirnar voru sömu forsendur notaðar og í þeim fyrrgreindu en nú voru bílarnir fjármagnaðir með 70% bílaláni.

10.1.1. Rekstrarkostnaðarmódel

Forsendur og fyrirvarar við matið:

1. Líkanið sem notað er til að reikna út rekstrarkostnað bifreiðanna er byggt á líkani FÍB um sama efni.
2. Ekki er reiknaður inn fjármagnskostnaður í útreikningunum.
3. Miðað er við 5 ára eignartíma bifreiðanna og sama meðalakstur (37 km. daglega).
4. Þar sem að ekki liggja fyrir upplýsingar um hvort að e-Golf komi í fleiri útfærslum en einni, því var ákveðið að notast við Comfortline útgáfur af hefðbundnu bílunum og eru þær báðar sjálfskiptar einsog e-Golf.
5. Kostnaður við viðhald og viðgerðir er áætlaður út frá líkani FÍB en þó er kostnaður við e-Golf lækkaður um 20% þar sem að hann þarf ekki á smurþjónustu að halda.
6. Gert er ráð fyrir að FÍB reikni inn ábyrgðarskoðanir undir liðnum viðhald og viðgerðir en óvíst er hvað þær kosta almennt og hvort að þær séu dýrari/óðýrari fyrir rafmagnsbíl. Ekki kemur heldur fram hvort að varahlutir séu innifaldir í uppgefnum kostnaði hjá FÍB⁵².
7. Ekki er gert ráð fyrir kostnaði við útskiptingu rafhlöðu rafmagnsbílsins né fjárfestingar í heimahleðslutæki.
8. Tryggingarupphæðir eru samkvæmt símtali við sölufulltrúa TM dags. 15.9.2014.
9. Kostnaður við bifreiðaskoðun er byggður á verðskrá Aðalskoðunar (Aðalskoðun, 2013) og gert ráð fyrir aðeins 1 skoðun á eignartímanum og að rafmagnsbílar fái hefðbundna skoðun.
10. Bílalán eru reiknuð á heimasíðu Landsbankans sem var eina fjármögnunarfyrirtækið sem tilgreindi sérstök græn bílalán á heimasíðu sinni.
11. Bílalánin eru til 7 ára og bera öll óverðtryggða 9,4% vexti.
12. Virðisaukaskattur er 25,5%

⁵² Árleg ábyrgðarskoðun Tesla kostar tæplega 100.000 ISK í Danmörku ef staðgreiddur er 4 ára þjónustusamningur (19.000 DKK = 393.262 ISK) annaðhvort við undirritun kaupsamnings eða í síðasta lagi 30 dögum eftir afhendingu bíls. Innifalið í þjónustusamningnum er t.d. útskipting bremsuklossa og rúðupurrkna. (Tesla DK)

Sviðsmynd #1

F. Samtals kostnaður á ári	Bensín	Dísel	Rafmagn
Heildarkostnaður á ári	1.059.147 ISK	1.095.018 ISK	1.034.770 ISK
Heildarkostnaður á km	78,43 ISK	81,08 ISK	76,62 ISK

Tafla 8 - Rekstrarkostnaður bifreiða #1. Viðauki 7 sýnir heildarútreikning.

Þegar allt var reiknað saman þá kom það í ljós að rafmagnsbíllinn er hagkvæmastur en samt ekki svo mikið. Það munar t.d. ekki nema u.þ.b. 30.000 ISK árlega á honum og bensínbílnum. Öllu meiri var munurinn við díselbíllinn eða tæpar 70.000 ISK árlega. Það ber að hafa í huga að rafmagnsbíllinn ber hvorki skatta né vörugjöld en ef þeim er bætt inn þá snýst dæmið við.

Sviðsmynd #2

F. Samtals kostnaður á ári	Bensín	Dísel	Rafmagn
Heildarkostnaður á ári	1.618.799 ISK	1.723.835 ISK	1.744.268 ISK
Heildarkostnaður á km	119,87 ISK	127,64 ISK	129,16 ISK

Tafla 9 - Rekstrarkostnaður bifreiða #2. Viðauki 8 sýnir heildarútreikning.

Sömu forsendur eru notaðar og í sviðsmynd #1 en núna eru bílarnir fjármagnaðir með 70% bílaláni. Þar sem að rafmagnsbíllinn er dýrastur í innkaupum þá ber hann einnig hæstu afborganirnar og er hann aðeins dýrari en díselbíllinn en bensínbíllinn er orðinn hagstæðastur.

Sviðsmynd #3

F. Samtals kostnaður á ári	Bensín	Dísel	Rafmagn
Heildarkostnaður á ári	1.059.147 ISK	1.095.018 ISK	1.196.873 ISK
Heildarkostnaður á km	78,43 ISK	81,08 ISK	88,62 ISK

Tafla 10 - Rekstrarkostnaður bifreiða #3. Viðauki 9 sýnir heildarútreikning.

Rafmagnsbíllinn fær á sig virðisaukaskatt og hækkar í verði um rúmar 1,2 milljónir. Verðryrnunin eykst og rafmagnsbíllinn verður langdýrastur: 130.000 ISK munur miðað við bensínbíllinn og 94.000 ISK miðað við díselbíllinn.

Sviðsmynd #4

F. Samtals kostnaður á ári	Bensín	Dísel	Rafmagn
Heildarkostnaður á ári	1.626.743 ISK	1.732.760 ISK	2.086.038 ISK
Heildarkostnaður á km	120,45 ISK	128,31 ISK	154,46 ISK

Tafla 11 - Rekstrarkostnaður bifreiða #4. Viðauki 10 sýnir heildarútreikning.

Í þessari sviðsmynd eru bílarnir fjármagnaðir með 70% bílalánum og ber rafmagnsbíllinn einnig fullan virðisaukaskatt. Miðað við þessa sviðsmynd þá er rafmagnsbíllinn ekki lengur raunhæfur möguleiki á rekstrarlegum forsendum.

Þegar þessar fjórar sviðsmyndir eru skoðaðar þá sést það greinilega hversu viðkvæmt jafnvægið er á milli undanþágunnar frá virðisaukaskatti og rekstrarhagkvæmni rafmagnsbílsins. Rafmagnsbíllinn er eingöngu hagstæðastur í fyrstu sviðsmyndinni þegar kemur að heildarrekstrarkostnaði bílanna. Það er mjög ósennilegt að hinn almenni neytandi myndi setta sig við verðbilið á milli bílanna sem skapast þegar rafbíllinn fær á sig virðisaukaskattinn. Það má einnig gera ráð fyrir að kostnaðurinn aukist eitthvað ef keypt er heimahleðslutæki fyrir rafmagnsbíllinn og ef kílómetragjald yrði sett á rafmagnsbíllinn.

10.1.2. Rekstrarkostnaður bíla yfir 10 ár

Item	10-year vehicle ownership cost							
	\$3.52/gallon gasoline				\$5.42/gallon gasoline			
	CV(Chevy Cruze)	HEV (Toyota Prius)	PHEV (Chevy Volt)	BEV (Nissan Leaf)	CV(Chevy Cruze)	HEV (Toyota Prius)	PHEV (Chevy Volt)	BEV (Nissan Leaf)
Vehicle purchase price	\$16,800	\$24,000	\$39,145	\$35,200	\$16,800	\$24,000	\$39,145	\$35,200
EV battery replacement	-	\$3,000	\$5,300	\$7,700	-	\$3,000	\$5,300	\$7,700
240 V charger installation	-	-	-	\$2,200	-	-	-	\$2,200
Repairs	\$5,480	\$4,624	\$5,424	\$4,480	\$5,480	\$4,624	\$5,424	\$4,480
Maintenance	\$6,496	\$5,331	\$5,060	\$4,846	\$6,496	\$5,331	\$5,060	\$4,846
Gasoline	\$17,605	\$10,563	\$2,117	\$0	\$27,100	\$16,260	\$3,259	\$0
Electricity	0	0	\$5,603	\$4,284	-	-	\$5,603	\$4,284
Total	\$46,381	\$47,518	\$62,649	\$58,710	\$55,876	\$53,215	\$63,791	\$58,710
Total with AARA 2009 incentive			\$55,149	\$51,210			\$56,291	\$51,210

Tafla 12 - Heildarrekstrarkostnaður yfir 10 ár

Í rannsókn sem gerð var í Bandaríkjunum 2011 (Ona Egbue, 2012) um áætlaðan 10 ára rekstrarkostnað tiltekinna bifreiða, kom fram að heildarrekstrarkostnaður við Nissan Leaf væri töluvert hærri en hefðbundna bílsins sem og tvinnbílsins. Settar voru upp tvær sviðsmyndir:

Í þeirri fyrri var miðað við bensínverðið væri \$3,52/gallonið⁵³ (um 110 ISK á lítra)) en í þeirri seinni var verðið hækkað í \$5,42/gallonið (um 169 ISK á lítra).

Í fyrri sviðsmyndinni munaði um 26,6% (Chevrolet Cruze) og 23,6% (Toyota Prius) á rekstrarkostnaðinum, bensínbílunum í hag.

Eftir að búið var að gera ráð fyrir opinberum niðurgreiðslum þá var Nissan Leaf bíllinn samt með hærri kostnað sem nam um 10,4% miðað við bensínbílinn (Cruze) og 7,8% miðað við tvinnbílinn (Prius). Aðeins tengivinnbíllinn Chevrolet Volt var með hærri rekstrarkostnað en Nissan Leaf rafbíllinn.

Í seinni sviðsmyndinni braggaðist hlutur rafmagnsbílsins eitthvað en samt var munurinn 5% hærri en bensínbíllinn (Cruze) og 10,3% hærri en tvinnbíllinn (Prius), bensínbílunum í hag. Það var ekki fyrr en gert var ráð fyrr en opinbera niðurgreiðslan var reiknuð inn að Nissan Leaf bíllinn varð hagkvæmari en bensínbíllarnir: 8,4% miðað við bensínbílinn (Cruze) og 3,8% lægri en tvinnbíllinn (Prius).

Í þessu dæmi þá er það greinilega þrennt sem eykur rekstrarkostnað rafmagnsbílsins:

1. Kaupverð bílsins án opinberar niðurgreiðslu.
2. Kaupverð og uppsetning hleðslutækis.
3. Að lokum er gert ráð fyrir kostnaði við nýja rafhlöðu.

⁵³ Bandaríska gallonið er u.þ.b. 3,8 lítrar

11. Niðurstöður og lokaorð

Niðurstöður

Eftir að hafa leitast við svörum við fyrstu og aðal rannsóknarspurningunni: Eru rafmagnsbílar hagkvæmir fyrir íslenska neytendur? Þá er svarið neikvætt, einsog staðan er í dag en með jákvæðum horfum til lengri tíma litið, svo vitnað sé í kunnuglegan frasa frá fjármálakerfinu.

Það greinilegt að rafmagnsbílar eru á jaðri þess að vera hagkvæmir fyrir íslenska neytendur þegar allur rekstrarkostnaður hefur verið tekin saman sem og heildarnotagildi. Rafmagnsbílar eru enn sem komið er töluvert dýrari í innkaupum þrátt fyrir opinberar niðurgreiðslur og án þessara niðurgreiðslna væru þeir bara fyrir hugsjónafólkið og hina nýjungagjörnu.

Orkukostnaður rafmagnsbíls er enn sem komið er, langtum lægri en hefðbundinna bíla en í staðinn er heildarnotagildi þeirra skert t.d. varðandi langdrægni og raunaðgengi að orkunni.

Rafmagnsbílar eru einnig langtum viðkvæmari fyrir ytri aðstæðum og þá sér í lagi veðráttunni, sem getur t.d. dregið úr langdrægni Nissan Leaf um allt að 62% við raunverulegar aðstæður í Noregi og allt að 38% í þéttbýlisakstri að vetri til samkvæmt framleiðanda⁵⁴.

Þegar kemur að viðhaldskostnaði almennt þá eru rafmagnsbílar óskrifað blað að mestu leyti enda er ekki komin reynsla á þann kostnaðarlið að nokkru leyti til lengri tíma litið. Er það helst væntur óráðdur kostnaður við rafhlöðuskipti eftir 5-8 ár sem er stóra spurningarmerkið og í dag er hann áætlaður um \$5.500 (655.000 ISK) í Bandaríkjunum fyrir Nissan Leaf.

Ef litið er á heildarrekstrarkostnað án þess að reikna fjármagnskostnað, þá er viðmiðunar rafmagnsbíllinn ódýrari í rekstri en hinir en það er ekki neinn gríðarlegur munur á þeim, sérstaklega í ljósi takmörkunar á heildarnotagildi rafmagnsbílsins vegna skorts á sambærilegri langdrægni.

Skattalegar undanþágur munu ekki vara að eilífu og enn hafa ekki komið fram neinar framtíðartillögur um skattlagningu aksturs rafmagnsbíla né hversu lengi opinberu

⁵⁴ Viðauki 4

niðurgreiðslurnar muni vara, þær hafa eingöngu verið framlengdar um eitt ár í senn undanfarin ár.

Samfélagslegur ávinningur er hinsvegar ótvíræður enda myndi rafvæðing bílaflotans: minnka útblásturmengun, auka loftgæði í þéttbýli og spara milljarða í gjaldeyri sem fer annars í kaup á jarðefnaeldsneyti.

Þegar kemur að annarri rannsóknarspurningunni: Hvernig er markaðssetning rafbíla? Þá er markaðssetning rafbíla á Íslandi mjög takmörkuð og eru menn kannski hræddir að stökkva á rafmagnsvagninn af ótta við þróun bílamarkaðarins í nærframtíðinni og bitri fyrri reynslu af áætlunum um rafbílavæðingu bílaflotans. Sést það vel á nýskráningu bíla en rafmagnsbílar eru aðeins með um 2% hlutdeild ef meðtaldir eru nýskráðir notaðir bílar en ekki nema 0,67% ef eingöngu er miðað við nýjar bifreiðar. Þar af eru það tveir bílar sem eru nánast eingöngu fluttir inn: Nissan Leaf og Tesla Model S þrátt fyrir að aðrir bílar eru í boði frá umboðum og söluaðilum.

Tímasetningin er núna til að markaðssetja rafmagnsbíla af fullri alvöru enda er úrval rafmagnsbíla að verða fjölbreyttara og eru bílar einsog VW e-Golf og VW e-up! komnir á markaðinn í Evrópu og væntanlegir til Íslands. Í markaðssetningu rafmagnsbíla er hægt að nýta sér hina grænu ímynd sem þeir hafa: að rafmagnið komi frá endurnýtanlegum innlendum orkugjöfum og hversu hljóðlátir þeir eru.

Svarið við þriðju rannsóknarspurningunni: Hvernig skal staðið að uppbyggingu hleðslunets fyrir rafbíla? Er að íslenska samgöngukerfið er ekki í stakk búíð til að taka á móti hraðri rafbílavæðingu að neinu móti einsog staðan er í dag. Ljóst er að uppbygging hleðslukerfis mun vera bundið við suð-vestur horn Íslands til að byrja með og á Akureyri, þó er ekki hægt að útiloka að minni þéttbýliskjarnar komi upp einstaka hleðslupósti. Líklega verður reynt að tengja Reykjavík-Akureyri á næstu árum, hvort sem að það verði gert á rekstrarlegum forsendum eða ímyndarlegum en frekari uppbygging er háð þróun innflutnings rafmagnsbíla.

Þegar niðurstöðurnar eru dregnar saman í eina summu þá er hún einsog getið var í byrjun: Neikvæð með jákvæðum horfum til langs tíma. Það eru hreinlega of miklu ósvarað um t.a.m. viðhaldskostnað rafbílsins, uppsetningu hleðslukerfis á landsvísu og skattalegar undanþágur bíls og orkugjafa. Rafmagnsbíllinn gæti hinsvegar hentað

mjög vel sem bíll númer 2 á heimilinu og notaður til að sinna hinum daglega innanbæjarakstri á meðan lengri ferðir einskorðast nánast eingöngu við bíla knúna gamla „góða“ sprengihreyflinum.

Lokaorð

Höfundur hefur fylgst með rafbílaheiminum undanfarin 14 ár, bæði hjá bílaframleiðendum en þó helst hjá áhugamönnum. Það vekur töluverða furðu að bílskúrsbröskurum hefur tekist að taka venjulega bíla og rafvæða þá en á sama tíma hafa stóru framleiðendurnir dregið lappirnar á sama sviði. Þó ber að geta að einstaka sinnum síðustu 100 árin hafa skotið upp tilraunabílar í takmörkuðu upplagi. Höfundur hafði töluverðar væntingar til rafbíla seinustu ára og þá sérstaklega eftir að Tesla kom og sýndi frammá að bílarnir geti verið langdrægir og praktískir. Það urðu því nokkur vonbrigði þegar kom í ljós hversu frábrugðin raunlangdrægni bíla einsog Nissan Leaf og VW e-Golf er frá uppgefnum tölum framleiðenda og er skekkjan töluvert meiri en hjá hefðbundnum bílum.

Það eru mjög margir jákvæðir kostir við rafmagnsbílana en höfundi finnst umræðan vera alltof einhæf um ágæti rafmagnsbíllanna í stað þess að vera yfirveguð um raunverulega kosti þeirra og galla.

Það er álit höfundar að það eigi að stefna að þeim möguleika að rafbílavæða einhvern hluta bílaflotans en að það vanti skýra stefnumörkun hagsmunaaðila, til lengri tíma, til að gera markmiðið trúverðuglegt.

Heimildaskrá

- Aðalskoðun. (1. Júlí 2013). *Verðskrá*. Sótt 15. September 2014 frá <http://adalskodun.is/Verdskra/>
- Alþingi. (2013). *Frumvarp til laga um tekjuaðgerðir frumvarps til fjárlaga fyrir árið 2014 (tekjuskattur einstaklinga, virðisaukaskattur, launatengd gjöld og skattar á fjármálafyrirtæki)*. Sótt 23. September 2014 frá <http://www.althingi.is/altext/143/s/0002.html>
- Anderson, C. D. (2010). Current Battery Technology. Í C. D. Anderson, *Electric and hybrid cars: a history* (2nd útg.). Jefferson: McFarland & Company.
- Anderson, C. D. (2010). Current Battery Technology. Í C. D. Anderson, *Electric and hybrid cars: a history* (2nd útg.). Jefferson: McFarland & Company.
- Anderson, C. D. (2010). *Electric and hybrid cars: a history* (2nd útg.). Jefferson, North Carolina.
- Apple. (án dags.). *Lithium-ion Batteries*. Sótt 28. September 2014 frá Apple UK: <http://www.apple.com/uk/batteries/>
- ASÍ. (3. September 2008). *Raforkuverð hækkar*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://www.asi.is/um-asi/utgafa/frettasafn/frett/2008/09/03/raforkuverd-haekkar>
- autobloggreen. (5. Október 2013). *Tesla says Model S fire triggered by 'highly uncommon occurrence'*. Sótt 23. September 2014 frá <http://green.autoblog.com/2013/10/05/tesla-model-s-fire-highly-uncommon-occurrence-video/>
- autobloggreen. (13. September 2014). *How to charge up your BMW i3 with a Honda*. Sótt 23. September 2014 frá <http://green.autoblog.com/2014/09/13/how-to-charge-up-your-bmw-i3-with-a-honda/>
- Battery. (2014). *Encyclopaedia Britannica*. Sótt frá Britannica Academic: <http://www.britannica.com.proxy1-bib.sdu.dk:2048/EBchecked/topic/56126/battery>
- Brimborg. (án dags.). *Mazda - fólksbílar - Mazda6 - tækni*. Sótt 5. Október 2014 frá [Mazdabrimborg.is](http://www.mazdabrimborg.is): <http://www.mazdabrimborg.is/Folksbilar/Mazda6/Taekni/4-dyra>

-
- Britannica. (2006). *Britannica - automobile*. Sótt 29. September 2014 frá [www.britannica.com: http://media-3.web.britannica.com.proxy1-bib.sdu.dk:2048/eb-media/84/91384-004-55D39684.jpg](http://www.britannica.com:2048/eb-media/84/91384-004-55D39684.jpg)
- Børsen. (24. September 2014). *Genialt eller økonomisk ruin - Betaler elbiler sig?* Sótt 25. September 2014 frá http://borsen.dk/nyheder/privatoekonomi/artikel/1/291344/genialt_eller_ekonomisk_ruin__betaler_elbiler_sig.html
- C|net. (17. Júlí 2014). *Chinese hackers take command of Tesla Model S*. Sótt 24. September 2014 frá <http://www.cnet.com/news/chinese-hackers-take-command-of-tesla-model-s/>
- Capacent. (án dags.). *Markhópar og markhópagreining*. Sótt 27. September 2014 frá <http://www.capacent.is/lausnir/mynd-og-markadsmal-sala-og-thjonusta/markhopagreining/>
- Car and Driver. (Október 2011). *Future Cars*. Sótt 27. September 2014 frá <http://www.caranddriver.com/reviews/2012-tesla-model-s-first-ride-reviews>
- Car and Driver. (Janúar 2011). *Home > Features > Zero-Emission Vehicle Regulations Get Tougher for 2012 - Feature > Gallery*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://www.caranddriver.com/photos-11q1/381364/2009-honda-fcx-clarity-powertrain-cutaway-photo-381461>
- Car and Driver. (2014). *Home > News > Volkswagen > Golf > 2015 Volkswagen Golf - Official Photos and Info > Gallery*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://media.caranddriver.com/images/12q3/472796/2014-volkswagen-golf-chassis-diagram-photo-481020-s-1280x782.jpg>
- Clever. (2014). *Find ladestander*. Sótt 5. Október 2014 frá Clever - Strøm til din elbil: <https://www.clever.dk/find-ladestander/>
- Clever. (2014). *Opladning på farten*. Sótt 31. Október 2014 frá Clever.dk: <https://www.clever.dk/produkter/opladning-paa-farten/>
- Clever. (án dags.). *Ladeboks*. Sótt 27. September 2014 frá <https://shop.clever.dk/package.aspx?id=10187>
- Comindwork. (9. September 2013). *Product Life Cycle: Sales vs Profit*. Sótt 5. Október 2014 frá <http://www.comindwork.com/weekly/2013-09-09/productivity/product-life-cycle-sales-vs-profit>

-
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative Inquiry & Research Design*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- dansk elbil komite. (án dags.). *Elbilens historie*. Sótt 27. September 2014 frá dansk elbil komite: http://www.danskelbilkomite.dk/gl_opfindelse.htm
- Ekstrabladet. (25. Júní 2014). *Km-fusk er alt for nemt*. Sótt 2. Október 2014 frá http://ekstrabladet.dk/biler/bil_nyheder/article4892632.ece
- EuroNCAP. (án dags.). *EV's and hybrids*. Sótt 29. September 2014 frá http://www.euroncap.com/results/evs_hybrids.aspx
- Eurostat. (12. September 2014). *Supply - electricity - monthly data [nrg_105m]*. Sótt 16. September 2014 frá <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- EV.com. (15. Janúar 2014). *Electric Car Revolution Documentary Review*. Sótt 5. Október 2014 frá EV.com ELelectric Vehicles: <http://ev.com/electric-car-revolution-documentary-review/>
- EVBud.com. (5. September 2014). *Electromobiles*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://evbud.com/news/112/>
- FDM. (19. Mars 2014). *Ejerafgift 2014*. Sótt 1. Október 2014 frá <http://www.fdm.dk/biloekonomi/ejerafgift>
- Fjármála- og efnahagsráðuneytið. (30. Janúar 2014). *Vefrit fjármála- og efnahagsráðuneytisins 30. janúar 2014*. Sótt 23. September 2014 frá <http://www.fjarmalaraduneyti.is/vefrit/nr/17601>
- Fjársýsla Ríkisins. (18. Apríl 2014). *Ríkisreikningur 2013*. Sótt 5. Október 2014 frá Fjármálaráðuneytið: <http://www.fjs.is/media/rikisreikningur/Rikisreikningur-arid-2013,-Heildaryfirlit---Rafræn-undirritun.pdf>
- Fréttablaðið. (17. Júní 2009). *Fyrirmynd annarra þjóða. 2*. Reykjavík: Northern Lights Energy. Sótt 24. September 2014 frá http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=291304&pageId=4275894&lang=is&q=F%E9lagi%F0%202012
- Green Car Reports. (28. Júní 2014). *Nissan Leaf New Battery Cost: \$5,500 For Replacement With Heat-Resistant Chemistry*. Sótt 5. Október 2014 frá http://www.greencarreports.com/news/1092983_nissan-leaf-battery-cost-5500-for-replacement-with-heat-resistant-chemistry

-
- GSMbensín. (2014). *Bensínverð - höfuðborgarsvæðið*. Sótt 13. September 2014 frá http://www.gsmbensin.is/gsmbensin_web.php
- Hagstofan. (án dags.). *Iceland in Figures 2012*.
- Hekla. (2014). *Volkswagen verðlisti*. Sótt 27. September 2014 frá http://www.hekla.is/static/files/efni/verdlistar/volkswagen_verdl.pdf
- Hleðslunet Clever. (án dags.). <http://services.clever.dk/pcmapr.html>. Sótt 4. Október 2014 frá www.clever.dk: <http://services.clever.dk/pcmapr.html>
- Hleðslunet NLE. (án dags.). *Hvernig er kerfið uppbyggt*. Sótt 20. September 2014 frá www.nle.is: <http://nle.is/rafbilavaedingISLANDS/RAFBILAVAEADING/Hvernigerkerfidupbyggt/>
- IIHS. (2014). *Range of ratings: Small car ratings run the gamut in challenging small overlap front test*. Insurance Institute For Highway Safety. Insurance Institute For Highway Safety. Sótt 29. September 2014 frá <http://www.iihs.org/iihs/news/desktopnews/range-of-ratings-small-car-ratings-run-the-gamut-in-challenging-small-overlap-front-test>
- Jim Gorzelany. (14. Mars 2013). *Cars That Can Last For 250.000 Miles (Or More)*. Sótt 28. September 2014 frá [Forbes.com](http://www.forbes.com): <http://www.forbes.com/sites/jimgorzelany/2013/03/14/cars-that-can-last-for-250000-miles/>
- Lauterborn, B. (1990). *New Marketing Litany: Four Ps Passé: C-Words Take Over. Advertising Age*, 26.
- Leonardo Da Vinci's Inventions. (án dags.). *Leonardo da Vinci's car*. Sótt 6. Október 2014 frá <http://www.leonardodavincisinventions.com/mechanical-inventions/leonardo-da-vincis-car/>
- mbl.is. (21. September 2007). *Bensínverð lækkar*. Sótt 23. September 2014 frá http://www.mbl.is/frettir/innlent/2007/09/21/bensinverd_laekkar/
- mbl.is. (13. Nóvember 2009). *Rafbílaverksmiðja á Íslandi í startholunum*. Sótt 24. September 2014 frá http://www.mbl.is/mm/mogginn/blad_dagsins/bl_grein.html?grein_id=1310191
- mbl.is. (29. Janúar 2010). *Um 400 rafbílar frá REVA væntanlegir til landsins í haust*. Sótt 24. September 2014 frá <http://www.mbl.is/greinasafn/grein/1320098/>
-

-
- mbl.is. (14. Júní 2012). *Innlent*. Sótt 29. September 2014 frá Meiri mengun en talið var: http://www.mbl.is/frettir/innlent/2012/06/14/meiri_mengun_en_talid_var/
- mbl.is. (30. Ágúst 2013). *Tíu nýjar hraðhleðslustöðvar fyrir rafbíla*. Sótt 22. September 2014 frá Bílar: http://www.mbl.is/bill/frettir/2013/08/30/tiu_nyjar_hradhledslustodvar_fyrir_rafbila/
- mbl.is. (5. September 2014). *Innlent*. Sótt 29. September 2014 frá Líkur á jarðskjálftum vegna prófana: http://www.mbl.is/frettir/innlent/2014/09/05/likur_a_jardskjalftum_vegna_profana/
- mbl.is. (23. September 2014). *Vistvaenir bílar áfram á undanþágu*. Sótt 5. Október 2014 frá http://www.mbl.is/frettir/innlent/2014/09/23/vistvaenir_bilar_afram_a_undant_hagu/
- mbl.is. (25. September 2014). *Þráðlaus rafhleðsla 2016*. Sótt 2. Október 2014 frá http://www.mbl.is/bill/frettir/2014/09/25/thradlaus_rafhledsla_2016/
- Motor Authority. (3. Desember 2008). *Volkswagen unveils Passat TSI EcoFuel sedan concept*. Sótt 25. Október 2014 frá http://www.motorauthority.com/news/1031096_volkswagen-unveils-passat-tsi-ecofuel-sedan-concept
- Musk, E. (28. Mars 2014). *Blog*. Sótt 29. September 2014 frá Tesla Adds Titanium Underbody Shield and Aluminum Deflector Plates to Model S: <http://www.teslamotors.com/blog/tesla-adds-titanium-underbody-shield-and-aluminum-deflector-plates-model-s>
- Nissan DK. (án dags.). *Priser og Spec*. Sótt 5. Október 2014 frá <http://www.nissan.dk/DK/da/vehicle/electric-vehicles/leaf/prices-and-equipment/prices-and-specifications.html>
- Nissan. (án dags.). *Hvor langt kan du så køre*. Sótt 5. Október 2014 frá <http://www.nissan.dk/DK/da/vehicle/electric-vehicles/leaf/charging-and-battery/range.html>
- Nissan North America. (2014). *2014 Leaf Owner's manual*. Franklin: Nissan North America.

-
- Nissan. (án dags.). *The Compact Lithium-ion Battery*. Sótt 5. Október 2014 frá Environmental Activities: http://www.nissan-global.com/EN/ENVIRONMENT/CAR/FUEL_BATTERY/DEVELOPMENT/LITHIUM_ION_BATTERY/
- Norsk Elbilforening. (15. September 2014). *Norge dominerer det europeiske elbilmakedet*. Sótt 29. September 2014 frá <http://www.elbil.no/nyheter/statistikk/3361-norge-dominerer-det-europeiske-elbilmarkedet>
- Norsk Elbilforening. (án dags.). *Kjøpsveiledning*. Sótt 5. Október 2014 frá <http://www.elbil.no/kjope-elbil/kjopeveiledning>
- Olson, J. P. (2008). *Consumer Behavior and Marketing Strategy* (8th útg.). New York: McGraw-Hill.
- Ona Egbue, S. L. (27. Júní 2012). Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer. *Energy Policy*, 717-729. Sótt 15. September 2014
- Orka Náttúrunnar. (án dags.). *Hraðhleðsla - Spurt og svarað*. Sótt 23. September 2014 frá <http://www.on.is/hradhledsla-spurt-og-svarad>
- Orkusetur. (2014). *Raforkuverð - Hvað kostar ein kWst*. Sótt 22. September 2014 frá http://orkusetur.is/page/reiknival_raforkuverd_kwst
- Paine, C. (Leikstjóri). (2006). *Who Killed the Electric Car?* [Kvikmynd].
- Paine, C. (Leikstjóri). (2011). *Revenge of the Electric Car* [Kvikmynd].
- Philip Kotler, G. A. (2008). *Principles of Marketing* (5th útg.). Harlow: Pearson Education Limited.
- Renault (Framleiðandi). (án dags.). *The Electric Car Revolution* [Kvikmynd]. Sótt 9. September 2014 frá <http://www.youtube.com/watch?v=Ta0j9BT1zIQ>
- Reuters. (15. September 2014). *Exclusive - Nissan faces battery plant cuts as electric car hopes fade*. Sótt 27. September 2014 frá <http://uk.reuters.com/article/2014/09/15/uk-renault-sa-nissan-batteries-idUKKBN0HA0CC20140915>
- Reuters. (21. Maí 2014). *Fiat Chrysler CEO: Please don't buy Fiat 500e electric car*. Sótt 24. September 2014 frá <http://www.reuters.com/article/2014/05/21/chrysler-ceo-evs-idUSL1N0O71MS20140521>

-
- Reykjavíkurborg. (10. Desember 2012). *Visthæfir bílar*. Sótt 23. September 2014 frá http://eldri.reykjavik.is/desktopdefault.aspx/tabid-3822/6631_view-5124/
- ruv.is. (12. Febrúar 2014). *Raftæki grilluðust í spennuflökti*. Sótt 24. September 2014 frá <http://www.ruv.is/frett/raftaeki-grilludust-i-spennuflokti>
- SAE International. (án dags.). Sótt 5. Október 2014 frá http://www.sae.org/dlymagazineimages/web/516/11993_16167.jpg
- Samgöngustofa. (2013). *Fólksbifreiðar - 2013*. Sótt 5. Október 2014 frá Umferðastofa - Tölfræði: <http://bifreidatolur.samgongustofa.is/?nid=1189>
- Samgöngustofa. (án dags.). *Nýskráningar 2014*. Sótt 6. Október 2014 frá <http://bifreidatolur.samgongustofa.is/?nid=94>
- Samgöngustofa. (án dags.). *Tölfræði - Meðalakstur bifreiða*. Sótt 15. September 2014 frá <http://bifreidatolur.samgongustofa.is/?nid=52>
- Samgöngustofa. (án dags.). *Tölfræði - Nýskráningar 2013 - Orkugjafar*. Sótt 6. Október 2014 frá <http://bifreidatolur.samgongustofa.is/?nid=1124>
- Seðlabanki Íslands. (12. September 2014). *Gengisskráning*. Sótt 12. September 2014 frá <http://www.sedlabanki.is/gengi/gengisskraning/>
- Skat. (2014). *Registningsafgift*. Sótt 27. September 2014 frá <https://www.skat.dk/SKAT.aspx?oId=1817284>
- Tesla DK. (án dags.). *Serviceaftaler*. Sótt 5. Október 2014 frá http://www.teslamotors.com/da_DK/service
- Tesla hraðhleðslunet. (án dags.). <http://www.teslamotors.com/supercharger>. Sótt 4. Október 2014 frá www.tesla.com: <http://www.teslamotors.com/supercharger>
- Tesla Motors. (án dags.). *Tesla interior*. Sótt 29. September 2014 frá www.teslamotors.com: <http://www.teslamotors.com/models/features#/safety>
- The Electropaedia. (án dags.). *Battery Life (and Death)*. Sótt 28. September 2014 frá The Electropaedia - Battery and Energy Technologies: <http://www.mpoweruk.com/life.htm>
- The Independent. (30. Júlí 2014). *Boris Johnson's war on diesel*. Sótt 24. September 2014 frá <http://www.independent.co.uk/life-style/motoring/features/boris-johnsons-war-on-diesel-9636458.html>
- The Motor Report. (9. Júlí 2009). *2010 Toyota Prius i-Tech First Drive Review*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://www.themotorreport.com.au/36637/2009-toyota-prius-i-tech-first-test-drive>

-
- The Quintek Group inc. (án dags.). *Automotive Cutaways*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://quintekgroup.com/automotive-cutaways/>
- USGS. (án dags.). *Lithium - Statistics and Information*. Sótt 5. Október 2014 frá United States Geological Survey: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/>
- Vegagerðin. (2014). *Vegalengdir*. Sótt 25. Október 2014 frá <http://www.vegagerdin.is/vegakerfid/vegalengdir/>
- Volkswagen DK. (18. Júní 2014). *VW e-Golf prislíste*. Sótt 5. Október 2014 frá http://www.volkswagen.dk/content/medialib/vwd4/dk/e-golf0/e-golf/_jcr_content/renditions/rendition.download_attachment.file/detailprislíste_volkswagen_f01_egolf_01-10-14_10-03.pdf
- Volkswagen DK. (2014). *VW Golf prislíste*. Sótt 13. September 2014 frá http://www.volkswagendanmark.dk/pdfgen/vw-pdfgen_person.aspx?strModel=Golf&orientation=1
- Volkswagen e-up! (2014). *e-up! Prislíste*. Sótt 27. September 2014 frá http://www.volkswagen.dk/content/medialib/vwd4/dk/e-up-/prislíste/_jcr_content/renditions/rendition.download_attachment.file/detailprislíste_volkswagen_f01_eup_01-10-14_10-03.pdf
- Volkswagen up! (2014). *up! Prislíste*. Sótt 27. September 2014 frá http://www.volkswagendanmark.dk/pdfgen/vw-pdfgen_person.aspx?strModel=up!&orientation=1
- Volta, Conte Alessandro. (án dags.). *wet pile*. Sótt 5. Október 2014 frá Encyclopædia Britannica: <http://www.britannica.com.proxy1-bib.sdu.dk:2048/EBchecked/media/161957/Illustration-from-On-the-Electricity-Excited-by-the-Mere-Contact>
- VW Danmörku. (2014). *Rabat på lejebil*. Sótt 25. Október 2014 frá http://www.volkswagen.dk/content/medialib/vwd4/dk/e-golf0/udlejning/_jcr_content/renditions/rendition.download_attachment.file/flayer_e_golf.pdf
- Wikipedia. (17. November 2006). *Cadillac Model Thirty*. Sótt 6. Október 2014 frá http://en.wikipedia.org/wiki/Cadillac_Model_Thirty
- Wikipedia. (26. Júní 2011). *History of the automobile*. Sótt 6. Október 2014 frá http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_automobile

Wikipedia. (án dags.). *C-segment*. Sótt 27. September 2014 frá

<http://en.wikipedia.org/wiki/C-segment>

Wikipedia. (án dags.). *Lead-acid battery*. Sótt 5. Október 2014 frá Wikipedia - The Free Encyclopedia:

http://en.wikipedia.org/wiki/Lead%E2%80%93acid_battery

Wikipedia. (án dags.). *Lithium-ion battery*. Sótt 5. Október 2014 frá Wikipedia - The Free Encyclopedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery

Wikipedia. (án dags.). *Nicholas-Joseph Cugnot*. Sótt 6. Október 2014 frá

http://en.wikipedia.org/wiki/Nicholas-Joseph_Cugnot

Wikipedia. (án dags.). *Nickel–metal hydride battery*. Sótt 5. Október 2014 frá Wikipedia - The Free Encyclopedia:

http://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%E2%80%93metal_hydride_battery

Yang, S. (2002). Design and analysis of aluminum/air battery system for electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 162-173.

12. Viðaukar

Viðauki 1

Dag: 12 ▼ Mán: Sep ▼ Ár: 2014 ▼ Sækja				
Gjaldmiðill	Mynt	Kaup	Sala	Mið
Bandaríkjadalur	USD	118,95	119,51	119,23
Sterlingspund	GBP	193,27	194,21	193,74
Kanadadalur	CAD	107,59	108,23	107,91
Dönsk króna	DKK	20,638	20,758	20,698
Norsk króna	NOK	18,655	18,765	18,71
Sænsk króna	SEK	16,654	16,752	16,703
Svissneskur franki	CHF	127,12	127,84	127,48
Japanskt jen	JPY	1,1091	1,1155	1,1123
SDR	XDR	178,29	179,35	178,82
Evra	EUR	153,64	154,5	154,07
Vísitala meðalgengis - vöruskiptavog víð				193,4709
Vísitala meðalgengis - vöruskiptavog þröng				195,1435
Vísitala meðalgengis - viðskiptavog víð				194,6097
Vísitala meðalgengis - viðskiptavog þröng				196,0215
Vísitala meðalgengis - viðskiptavog þröng*				207,8931
Skráning: 12.09.2014				

Tafla 13 - Viðmiðunargengisskráning ritgerðar (Seðlabanki Íslands, 2014)

Viðauki 2

Volkswagen Golf/e-Golf	Bensín	Dísel	Rafmagn
Verð bifreiðar	3.850.000 ISK	4.330.000 ISK	4.890.000 ISK
Eigin þyngd bíls	1.225 kg.	1.295 kg.	1.585 kg.
Eyðsla í blönduðum akstri	5,0 l/100 km.	3,9 l/100 km.	12,7 kWst.
Útblástur - CO2 g/km	116 g/km.	102 g/km.	g/km.
Akstur á ári	13.505 km.	13.505 km.	13.505 km.
Einingarverð orkugjafa	244,10 ISK	236,00 ISK	13,79 ISK

Tafla 14 - Viðmiðunarbifreiðar og einingaverð orkugjafa (GSMbensín, 2014) (Hekla, 2014)

Viðauki 3

UNIT	Gigawatt-hour								
PRODUCT	Electrical energy								
INDIC_NRG	Gross electricity generation - Total								
GEO/TIME	2013M01	Total	Hydro	Geo	Nuclear	Conventional	Wind	Hydro pumped	
European Union (28 countries)	305.015	3.141.722	396.482	5.925	877.131	1.537.693	240.090	31.357	
Denmark	3.754	34.573	14	0	0	19.728	11.124	0	
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	51.449	545.941	23.313	65	97.291	336.401	53.400	6.471	
Iceland	1.553	18.186	12.919	5.262	0	1	3	0	

Tafla 15 – Rafmagnsframleiðsla í Evrópu (Eurostat, 2014)

Viðauki 4



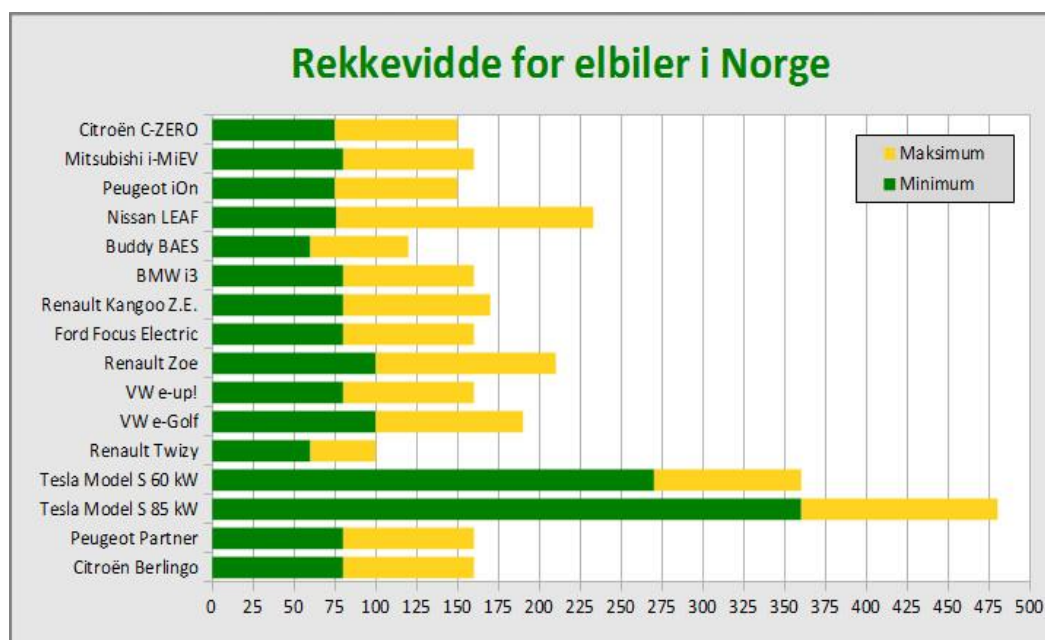
Mynd 25 - Langdrægni Nissan Leaf við mismunandi aðstæður (Nissan)

Viðauki 5

Ísland			
Volkswagen Golf/e-Golf	Verð	Verðmunur	Athugasemdir
Rafmagn	4.890.000 ISK		Ber ekki VSK
Bensín	3.850.000 ISK	Rafmagnsbíllinn er 27,01% dýrari	
Dísel	4.330.000 ISK	Rafmagnsbíllinn er 12,93% dýrari	
Danmörk			
Volkswagen Golf/e-Golf	Verð	Verðmunur	Athugasemdir
Rafmagn	285.900 DKK		Ber fullan VSK, ekki skráningargjöld
Bensín	318.495 DKK	Rafmagnsbíllinn er 10,93% ódýrari	
Dísel	333.993 DKK	Rafmagnsbíllinn er 14,40% ódýrari	

Tafla 16 - VW Golf/e-Golf verðsamanburður Ísland/Danmörk⁵⁵
(Volkswagen DK, 2014), (Volkswagen DK, 2014)

Viðauki 6



Graf 7 - Raunlangdrægni rafmagnsbíla í Noregi

⁵⁵ Samkvæmt verðlistum umboða í báðum löndum nema í tilfalli e-Golf á Íslandi en þar er stuðst við tölvupóstsamskipti við sölumann Heklu.

Viðauki 7

Volkswagen Golf/e-Golf	Bensín	Dísel	Rafmagn
Verð bifreiðar	3.850.000 ISK	4.330.000 ISK	4.890.000 ISK
Eigin þyngd bíls	1.225 kg.	1.295 kg.	1.585 kg.
Eyðsla í blönduðum akstri	5,0 l/100 km.	3,9 l/100 km.	12,7 kWst.
Útblástur - CO2 g/km	116 g/km.	102 g/km.	g/km.
Akstur á ári	13.505 km.	13.505 km.	13.505 km.
Einingarverð orkugjafa	244,10 ISK	236,00 ISK	13,79 ISK
A. Kostnaður vegna notkunar			
Eldsneytis-/Orkukostnaður	164.829 ISK	124.300 ISK	23.652 ISK
Viðhald og viðgerðir	143.000 ISK	157.000 ISK	129.600 ISK
Hjólbarðar	57.000 ISK	57.000 ISK	57.000 ISK
Kostnaður á ári	364.829 ISK	338.300 ISK	210.252 ISK
Kostnaður á km	27,01 ISK	25,05 ISK	15,57 ISK
B. Tryggingar, skattar og skoðun			
Tryggingar	144.204 ISK	144.204 ISK	139.204 ISK
Bifreiðagjöld	11.530 ISK	11.530 ISK	11.530 ISK
Skoðun	2.084 ISK	2.084 ISK	2.084 ISK
Kostnaður á ári	157.818 ISK	157.818 ISK	152.818 ISK
Kostnaður á km	11,69 ISK	11,69 ISK	11,32 ISK
Kostnaður A+B	38,70 ISK	36,74 ISK	26,88 ISK
C. Bílastæði og þrif			
Bílastæðakostnaður	10.000 ISK	10.000 ISK	10.000 ISK
Þrif ofl.	26.000 ISK	26.000 ISK	26.000 ISK
Kostnaður á ári	36.000 ISK	36.000 ISK	36.000 ISK
Kostnaður á km	2,67 ISK	2,67 ISK	2,67 ISK
Kostnaður A+B+C	41,37 ISK	39,40 ISK	29,55 ISK
D. Verðrymun			
Verðrymun á ári (%)	13%	13%	13%
Verðrymun á ári (kr)	500.500 ISK	562.900 ISK	635.700 ISK
Kostnaður á km	37,06 ISK	41,68 ISK	47,07 ISK
Kostnaður A+B+C+D	78,43 ISK	81,08 ISK	76,62 ISK
E. Fjármagnskostnaður			
Vaxtakostnaður (%)	0%	0%	0%
Vaxtakostnaður (kr)	-	-	-
Kostnaður á km	-	-	-
F. Samtals kostnaður á ári			
Heildarkostnaður á ári	1.059.147 ISK	1.095.018 ISK	1.034.770 ISK
Heildarkostnaður á km	78,43 ISK	81,08 ISK	76,62 ISK

Tafla 17 - Sviðsmynd #1

Viðauki 8

Volkswagen Golf/e-Golf	Bensín	Dísel	Rafmagn
Verð bifreiðar	3.850.000 ISK	4.330.000 ISK	4.890.000 ISK
Eigin þyngd bíls	1.225 kg.	1.295 kg.	1.585 kg.
Eyðsla í blönduðum akstri	5,0 l/100 km.	3,9 l/100 km.	12,7 kWst.
Útblástur - CO2 g/km	116 g/km.	102 g/km.	g/km.
Akstur á ári	13.505 km.	13.505 km.	13.505 km.
Einingarverð orkugjafa	244,10 ISK	236,00 ISK	13,79 ISK
A. Kostnaður vegna notkunar			
Eldsneytis-/Orkukostnaður	164.829 ISK	124.300 ISK	23.652 ISK
Viðhald og viðgerðir	143.000 ISK	157.000 ISK	129.600 ISK
Hjólbarðar	57.000 ISK	57.000 ISK	57.000 ISK
Kostnaður á ári	364.829 ISK	338.300 ISK	210.252 ISK
Kostnaður á km	27,01 ISK	25,05 ISK	15,57 ISK
B. Tryggingar, skattar og skoðun			
Tryggingar	144.204 ISK	144.204 ISK	139.204 ISK
Bifreiðagjöld	11.530 ISK	11.530 ISK	11.530 ISK
Skoðun	2.084 ISK	2.084 ISK	2.084 ISK
Kostnaður á ári	157.818 ISK	157.818 ISK	152.818 ISK
Kostnaður á km	11,69 ISK	11,69 ISK	11,32 ISK
Kostnaður A+B	38,70 ISK	36,74 ISK	26,88 ISK
C. Bílastæði og þrif			
Bílastæðakostnaður	10.000 ISK	10.000 ISK	10.000 ISK
Þrif ofl.	26.000 ISK	26.000 ISK	26.000 ISK
Kostnaður á ári	36.000 ISK	36.000 ISK	36.000 ISK
Kostnaður á km	2,67 ISK	2,67 ISK	2,67 ISK
Kostnaður A+B+C	41,37 ISK	39,40 ISK	29,55 ISK
D. Verðrymnun			
Verðrymnun á ári (%)	13%	13%	13%
Verðrymnun á ári (kr)	500.500 ISK	562.900 ISK	635.700 ISK
Kostnaður á km	37,06 ISK	41,68 ISK	47,07 ISK
Kostnaður A+B+C+D	78,43 ISK	81,08 ISK	76,62 ISK
E. Bílalán			
Lántaka 70% af kaupverði	2.781.662 ISK	3.126.277 ISK	3.528.328 ISK
Breytilegir vextir 9,4%			
Afborganir fyrstu 5 árin	1.953.785 ISK	2.195.862 ISK	2.478.236 ISK
Vaxtagreiðslur fyrstu 5 árin	837.395 ISK	941.143 ISK	1.062.174 ISK
Kostnaður fyrstu 5 árin	7.080 ISK	7.080 ISK	7.080 ISK
Meðalafborgun á ári (kr)	559.652 ISK	628.817 ISK	709.498 ISK
Kostnaður á km	41,44 ISK	46,56 ISK	52,54 ISK
F. Samtals kostnaður á ári			
	Bensín	Dísel	Rafmagn
Heildarkostnaður á ári	1.618.799 ISK	1.723.835 ISK	1.744.268 ISK
Heildarkostnaður á km	119,87 ISK	127,64 ISK	129,16 ISK

Tafla 18 - Sviðsmynd #2

Viðauki 9

Volkswagen Golf/e-Golf	Bensín	Dísel	Rafmagn
Verð bifreiðar	3.850.000 ISK	4.330.000 ISK	6.136.950 ISK
Eigin þyngd bíls	1.225 kg.	1.295 kg.	1.585 kg.
Eyðsla í blönduðum akstri	5,0 l/100 km.	3,9 l/100 km.	12,7 kWst.
Útblástur - CO2 g/km	116 g/km.	102 g/km.	g/km.
Akstur á ári	13.505 km.	13.505 km.	13.505 km.
Einingarverð orkugjafa	244,10 ISK	236,00 ISK	13,79 ISK
A. Kostnaður vegna notkunar			
Eldsneytis-/Orkukostnaður	164.829 ISK	124.300 ISK	23.652 ISK
Viðhald og viðgerðir	143.000 ISK	157.000 ISK	129.600 ISK
Hjólbarðar	57.000 ISK	57.000 ISK	57.000 ISK
Kostnaður á ári	364.829 ISK	338.300 ISK	210.252 ISK
Kostnaður á km	27,01 ISK	25,05 ISK	15,57 ISK
B. Tryggingar, skattar og skoðun			
Tryggingar	144.204 ISK	144.204 ISK	139.204 ISK
Bifreiðagjöld	11.530 ISK	11.530 ISK	11.530 ISK
Skoðun	2.084 ISK	2.084 ISK	2.084 ISK
Kostnaður á ári	157.818 ISK	157.818 ISK	152.818 ISK
Kostnaður á km	11,69 ISK	11,69 ISK	11,32 ISK
Kostnaður A+B	38,70 ISK	36,74 ISK	26,88 ISK
C. Bílastæði og þrif			
Bílastæðakostnaður	10.000 ISK	10.000 ISK	10.000 ISK
Þrif ofl.	26.000 ISK	26.000 ISK	26.000 ISK
Kostnaður á ári	36.000 ISK	36.000 ISK	36.000 ISK
Kostnaður á km	2,67 ISK	2,67 ISK	2,67 ISK
Kostnaður A+B+C	41,37 ISK	39,40 ISK	29,55 ISK
D. Verðrymnun			
Verðrymnun á ári (%)	13%	13%	13%
Verðrymnun á ári (kr)	500.500 ISK	562.900 ISK	797.804 ISK
Kostnaður á km	37,06 ISK	41,68 ISK	59,07 ISK
Kostnaður A+B+C+D	78,43 ISK	81,08 ISK	88,62 ISK
E. Fjármagnskostnaður			
Vaxtakostnaður (%)	0%	0%	0%
Vaxtakostnaður (kr)	-	-	-
Kostnaður á km	-	-	-
F. Samtals kostnaður á ári			
Heildarkostnaður á ári	1.059.147 ISK	1.095.018 ISK	1.196.873 ISK
Heildarkostnaður á km	78,43 ISK	81,08 ISK	88,62 ISK

Tafla 19 - Sviðsmynd #3

Viðauki 10

Volkswagen Golf/e-Golf	Bensín	Dísel	Rafmagn
Verð bifreiðar	3.850.000 ISK	4.330.000 ISK	6.136.950 ISK
Eigin þyngd bíls	1.225 kg.	1.295 kg.	1.585 kg.
Eyðsla í blönduðum akstri	5,0 l/100 km.	3,9 l/100 km.	12,7 kWst.
Útblástur - CO2 g/km	116 g/km.	102 g/km.	g/km.
Akstur á ári	13.505 km.	13.505 km.	13.505 km.
Einingarverð orkugjafa	244,10 ISK	236,00 ISK	13,79 ISK
A. Kostnaður vegna notkunar			
Eldsneytis-/Orkukostnaður	164.829 ISK	124.300 ISK	23.652 ISK
Viðhald og viðgerðir	143.000 ISK	157.000 ISK	129.600 ISK
Hjólbarðar	57.000 ISK	57.000 ISK	57.000 ISK
Kostnaður á ári	364.829 ISK	338.300 ISK	210.252 ISK
Kostnaður á km	27,01 ISK	25,05 ISK	15,57 ISK
B. Tryggingar, skattar og skoðun			
Tryggingar	144.204 ISK	144.204 ISK	139.204 ISK
Bifreiðagjöld	11.530 ISK	11.530 ISK	11.530 ISK
Skoðun	2.084 ISK	2.084 ISK	2.084 ISK
Kostnaður á ári	157.818 ISK	157.818 ISK	152.818 ISK
Kostnaður á km	11,69 ISK	11,69 ISK	11,32 ISK
Kostnaður A+B	38,70 ISK	36,74 ISK	26,88 ISK
C. Bílastæði og þrif			
Bílastæðakostnaður	10.000 ISK	10.000 ISK	10.000 ISK
Þrif ofl.	26.000 ISK	26.000 ISK	26.000 ISK
Kostnaður á ári	36.000 ISK	36.000 ISK	36.000 ISK
Kostnaður á km	2,67 ISK	2,67 ISK	2,67 ISK
Kostnaður A+B+C	41,37 ISK	39,40 ISK	29,55 ISK
D. Verðrymun			
Verðrymun á ári (%)	13%	13%	13%
Verðrymun á ári (kr)	500.500 ISK	562.900 ISK	797.804 ISK
Kostnaður á km	37,06 ISK	41,68 ISK	59,07 ISK
Kostnaður A+B+C+D	78,43 ISK	81,08 ISK	88,62 ISK
E. Bílalán			
Lántaka 70% af kaupverði	2.781.662 ISK	3.126.277 ISK	4.423.574 ISK
Breytilegir vextir 9,4%			
Afborganir fyrstu 5 árin	1.986.900 ISK	2.233.080 ISK	3.107.058 ISK
Vaxtagreiðslur fyrstu 5 árin	843.880 ISK	948.431 ISK	1.331.684 ISK
Kostnaður fyrstu 5 árin	7.200 ISK	7.200 ISK	7.080 ISK
Meðalafborgun á ári (kr)	567.596 ISK	637.742 ISK	889.164 ISK
Kostnaður á km	42,03 ISK	47,22 ISK	65,84 ISK
F. Samtals kostnaður á ári			
Heildarkostnaður á ári	1.626.743 ISK	1.732.760 ISK	2.086.038 ISK
Heildarkostnaður á km	120,45 ISK	128,31 ISK	154,46 ISK

Tafla 20 - Sviðsmynd #4



HÁSKÓLINN Á BIFRÖST
BIFRÖST UNIVERSITY