



MPM – Master of Project Management

Er vetni eitt af orkuberum framtíðar?

Maí, 2019

Nafn nemanda: Sæmundur Guðlaugsson

Kennitala: 110661-2319

Leiðbeinandi: María Sigríður Guðjónsdóttir PhD

Meðleiðbeinandi: Magnús Þór Arnarson Msc

9 ECTS ritgerð til MPM – Master of project Management

Útdráttur

Mannkynnið stendur frammi fyrir miklum áskorunum á næstu árum þar sem flestum er orðið ljóst að alvarleg hnattræn hlýnun er að koma fram vegna mikillar aukningar í losun á gróðurhúsalofttegundum eins og koltvíoxíði sem kemur frá hefðbundnum dísel og bensín bílum. Kjörnið tækifæri er á Íslandi að mæta þessum áskorunum og hafa stjórnvöld sem dæmi stefnt að banni á sölu dísel og bensín ökutækja eftir 2030. Miðað við tækni í dag er talið að minni ökutæki á styttri leiðum verði rafknúin ökutæki sem nota rafhlöður sem orkugeymslu. Á lengri leiðum og þyngri ökutækjum sem þurfa mikla orkugeymslu er líklegra að vetni eða aðrir orkuberar verði fyrir valinu og er það fyrst og fremst vegna þess hvað rafhlöðunnar eru þungar og hvað það þarf mikið af sjaldgæfum málum í framleiðslu á þeim. Um þessar mundir eru að koma á markaðinn vetnisknúin ökutæki fyrir vöruflytninga og fólksflytninga og telur höfundur það vera kjörnið tækifæri fyrir Ísland og vera í takt við stefnu stjórnvalda í orkuskiptum að stuðla að því að þyngri ökutæki verði endurnýjuð sem vetnisökutæki. Ísland er auðugt af raforku ef miðað er við höfðatölu og á því að vera tiltölulega lítið mál að mæta orkupörf sem nemur vetnisframleiðslu fyrir stærri ökutæki á næstu árum. Tækninni hefur fleygt fram á undanförunum árum og er nýjasti búnaðurinn (PEM Fuel Cell) sem umbreytir vetni í rafmagn orðinn með ágætis nýtni eða um 42,5% og er það ferli mengunarfrítt. Í þessu verkefni var leitast við að svara spurningunni hvort vetni geti verið eitt af orkuberum framtíðar hér á landi og í stuttu máli þá er það niðurstaða þessa verkefnis að það geti orðið svo. Framleiðendur stærri ökutækja eru að taka vel við sér með framleiðslu á vetnisknúnum ökutækjum og miðað við skoðunarkönnun sem var gerð í þessu verkefni er mikill vilji hjá fyrirtækjum hér heima að fara í prufurekstur á vetnisökutækjum. Einnig telur höfundur að orkupörf til að framleiða vetni eigi að vera hægt að mæta á samkeppnishæfu verði.

Inngangur

Þessi grein er lokaverkefni í verkefnastjórnunarnámi MPM (Master of Project Management) við Háskólann í Reykjavík og er vetni tekið fyrir bæði vegna áhuga höfundar og vegna þess að verkefnastjórnun snýst að stórum hluta um breytingastjórnun. Orkuskipti eru næstu árin málefni sem tvímælaust munu tengjast breytingastjórnun.

Það liggur fyrir að jarðefnaeldsneyti er ekki óþrjótandi auðlind og er talið að jarðefnaeldsneyti fyrir utan gas- og kola birgðir dugi miðað við sömu notkun í u.þ.b. 60 ár. (Aubrecht, 2006) Rannsóknir hafa sýnt að hlýnun jarðar sé að stórum hluta vegna aukins útblásturs gróðurhúsalofttegunda í andrúmslofti og hlýnun jarðar verði áskorun framtíðar. Áhrif þessa koma m.a. fram í aukinni bráðnun íss/jökla, hækkun meðalhitastigs jarðar og hækkandi sjávarborðs. Ein leið af mörgum til að minnka losun gróðurhúsalofttegunda er að innleiða nýja endurnýjanlega orkugjafa eins og vindorku, jarðvarma, sólarorku við raforkuframleiðslu í stað þess að nýta jarðefnaeldsneyti s.s. kol og síðast en ekki síst fallorku vatnsfalla sem á Íslandi er stærsti orkugjafinn. Talsverð þróun hefur verið í notkun á rafmagnsbílum hér á landi og einnig á vetnis og metanbílum. Miðað við tæknina í dag er talið að rafbílur verði notaðir á styttri vegalendum í léttari ökutækjum en vetni og metan eða annað á lengri vegalendum fyrir stærri og þyngri farartæki.

Ísland er í sérstöðu er varðar endurnýjanlega orkugjafa þar sem nánast allt rafmagn í landinu er framleitt með endurnýjanlegum orkuauðlindum. Því er spáð að hlutfall endurnýjanlegs eldsneyti framleitt með endurnýjanlegum orkugjöfum verði um 27% í samgöngum á landi árið 2030. Stefna stjórnvalda í orkuskiptum er að hlutfall endurnýjanlegs orkugjafa verði 40% í samgöngum á landi árið 2030. (Orkustofnun, 2017)

Stjórnvöld hafa sett þá stefnu að óheimilt verði að selja nýjar bifreiðar sem nota dísel eða bensín eftir 2030. Einnig kemur fram í stefnu stjórnvalda að gjaldtaka af bílum og eldsneyti stuðli að nýtingu vistvænna eldsneytis í samgöngum á kostnað jarðefnaeldsneytis. Í orkuskiptaáætlun kemur fram að ráðist verði í átak í orkuskiptum í vegasamgöngum, þannig að notkun jarðefnaeldsneytis leggist á endanum af en í staðinn verði nýtt innlend raforka og loftlagsvænt eldsneyti á borð við vetni, metan og lífeldsneyti. Þetta átak er sambærilegt við orkuskipti í húshitun á 20. öld, sem Íslendingar telja gjarnan eitt heillaríkasta spor sitt í átt til betri lífskjara (Auðlindaráðuneytið, 2018).

Það er því nokkuð ljóst að hefðbundin ökutæki sem nota jarðefnaeldsneyti munu hverfa af vegum Íslands á næstu áratugum og má teljast líklegt að 2040 verði orðið mjög lítið um farartæki sem nota jarðefnaeldsneyti. Stóra spurningin er því: Hvað tekur við? Í dag er það notkun rafbíla sem vex mest hér á landi en einnig eru í notkun metan- og vetnisökutæki. Að óbreyttu er í dag talið ólíklegt að stór ökutæki verði rafbílar þar sem þyngd rafgeyma er of mikil í ökutækjum sem þurfa mikla rýmd í orkugeymslu. Eins og staðan er í dag er mjög líklegt að stærri ökutæki verði vetnisknúinn þar sem vetni er mjög orkuríkt ef miðað er við þyngd þess.

Í þessu verkefni verður leitast við að svara því hvort vetni geti orðið eitt af orkuberum framtíðar og er þá fyrst og fremst verið að skoða stærri ökutæki. Minni ökutæki eru mjög hagkvæmur kostur sem rafbílar en stærri ökutæki verða að öllum líkindum knúin með einhverskonar orkuberum og kemur vetnið þar sterklega til greina. Einnig má benda á að rannsóknir eru hafnar á flugvélamótorum sem eru knúnir af vetni og einnig má horfa til lesta og skipa þótt það verði ekki tekið fyrir í þessu verkefni.

Fræðilegt yfirlit

Vetni er talið ágætis orkugjafi fyrir bifreiðar þar sem að einungis kemur vatn þegar það brennur og vetni er mjög orkuríkt ef miðað er við þyngd (Einarsson, 2013) og á síðustu árum hefur komið fram tækni sem hefur stór bætt nýtni þegar orkan er nýtt í bílum með svo kölluðum efnarafala (PEM fuel cell). Í þessu verkefni er fyrst og fremst horft til efnarafa þar sem nýtni er mun betri en að brenna vetni í hefðbundnum sprengihreyfli. Einnig má benda á að þegar vetni er breytt í rafmagn með efnarafala kemur einungis vatn frá efnarafalanum og mun það án efa hjálpa til við að minnka mengun. En málið er ekki svona einfalt, því það þarf orku til að framleiða vetni og víðast hvar í heiminum er vetni unnið úr jarðgasi, kolum eða framleitt með rafgreiningu á vatni. Ef vetni er unnið úr jarðgasi þá vakna eðlilega spurningar af hverju ekki að nota jarðgasið beint á vélarnar? Ef vetnið er framleitt með rafgreiningu og síðan notað á efnarafala væri þá ekki eðlilegra að setja rafmagnið beint á rafgeyminn? (Einarsson, 2013). Leitað verður svara við þessum spurningum í þessu verkefni.

Helstu framleiðsluáferðir til að framleiða hreint vetni.

Vetni er mjög létt gastegund einungis með eðlismassa upp á 0,080 kg/m³ við staðalaðstæður til samanburðar er eðlismassi andrúmslofts er 1,276 kg/m³ við staðalaðstæður og er vetni því um 14 falt léttara en andrúmsloft. Þessir eiginleikar vetnis eru góðir þar sem það leitar upp ef leki verður sem minnkar íkveikju hættu. Ekki eru þekktar leiðir í dag til að vökvagera vetni nema það sé kælt niður fyrir - 240 °C. (Arnarson, 2019)

Hægt er að framleiða vetni úr jarðgasi og kolum með miklum hita, (Natural gas reforming), (coal gasification) en um 95 % af öllu vetni í heiminum er framleitt með þessum aðferðum. Þegar vetni er framleitt úr jarðgasi eða metangasi er jarðgasið hvarfað við vatnsgufu og til verður vetni, koltvísýringur og varmi. (Arnarson, 2019)

Framleiða má vetni með rafmagn með því að kljúfa vatn í vetni og súrefni með rafgreiningu. Vatnið hvarfast við anóðuna (forskaut) og býr til súrefni og jákvætt hlaðnar vetnisjónir (prótónur). Rafeindirnar flæða í gegnum ytri hringrás og vetnisjónirnar fara í gegnum PEM membruna til bakskautsins (katóðurnar). Við bakskautið sameinast jónirnar við rafeindirnar og búa til vetnisgas. Við framleiðsluna þarf jafnspennu og til að kljúfa vatnsmólíkúl þarf 1,23 V. (Arnarson, 2019)

Framtíðarmöguleikar við að framleiða vetni.

Framleiðslutilraunir eru í gangi við framleiðslu á vetni með sólarorku með ljósörvun (Photoelectrochemical, PEC). PEC er úr hálfleiðaraefnum sem breytir sólarorku beint í efnaorku (H₂). Önnur aðferð er að nota ljóslíffræðilega aðferðir (Photobiological), í líffræðilegum kerfum. Þá er notaðst við örverur eins og græna þörungna og sólarljós til að skipta vatni í súrefni og vetnisjónir. Þessar aðferðir eru skammt á veg komnar en gætu verið framtíðarmöguleikar. (Arnarson, 2019)

Mögulega er hægt að framleiða metangas og vetni úr skólpi sem kemur frá höfuðborgarsvæðinu og fræðilega mætti framleiða um 730 tonn af vetni árlega en þessi skoðun er á frumstigi og ekki farið nánar í þennan framleiðslumöguleika í þessari ritgerð (Guðmundsson, 2012).

Eins og fram kemur þá eru margar þekktar leiðir til að framleiða vetni en framleiðsluaðferðin sem höfundur horfir til sem möguleika fyrir Ísland er að rafgreina vatn. Þar sem mikið er framleitt af raforku á Íslandi ef miðað er við höfðatölu og afurðirnar verða vetni og súrefni, þar sem hreinleiki vetnis eftir rafgreiningu og hreinsun er 99,99% (Arnarson, 2019).

Helstu notendur á hreinu vetni á heimsvísu

U.þ.b. 55% af vetni er notað í framleiðslu á ammoníaki, 25 % í olíuiðnað (efnabæta bensín og dísilólíu) og ca. 10 % í metanólframleiðslu. 90% af ammoníaki er notað í framleiðslu á áburði. (Arnarson, 2019)

Framleiðsluaðferð með rafgreiningu

Þegar vetnið hefur verið framleitt með rafgreiningu er því jafnan þjappað upp í 200 bar á framleiðslustað til að minnka rúmmál þess. Á Hellisheiði er að fara af stað tilraunarekstur á rafgreini og verður vetninu þjappað upp í 200 bar á sérstök hylki sem komið er fyrir í gámum. Gámarnir verða síðan fluttir á dreifistöðvar þar sem vetninu verður þjappað upp í 700 bar áður en það fer á tanka hjá notendum. Með þessum háþrýsting er hægt að koma um fimm kílóum af vetni á tank sem tekur svipað pláss og hefðbundinn bensín eða dísel tankur fólksbíls. Einungis tekur um 3-5 mín að fylla vetnistank á jeppling og kemst bílinn um 500 km á fullum tank við góðar aðstæður. Vetnis stöðin sem er verið að gangsetja við Hellisheiðarvirkjun getur framleitt 13 kg/klst. af vetni. Ef miðað er við full afköst í 340 daga er ársframleiðslan á þessari tilraunastöð því 106 tonn. Raforkuþörf við að framleiða um eitt kg af vetni er um það bil um 53 kWh. En það samsvarar orkuinnihaldi um 2,8 kg af bensíni (Arnarson, 2019). Efnarafalar sem eru í vetnisökutækjum í dag er búnaður sem breytir vetni í rafmagn og vatn og er því engin kolefnislosun í því ferli. Líftími efnarafala sem eru í vetnisbílum í dag er u.þ.b. 5000 klst. eða 240.000 km (Arnarson, 2019). Efnarafalar sem eru að ná bestu nýtni í dag eru svokallaðir PEM efnarafalar (Proton Exchange Membrane fuel cells) og er orkunýtnin um 2-3 sinnum betri en orkunýtni bensíns sem brennt er í hefðbundnum bensínhreyfli. (Vísindavefurinn, 2006)

Framleiðendur á vetnisknúnum ökutækjum

Hyundai er komin með á markað vetnisvörubíla sem hafa drægni upp á 400 km og nota við það 31 kg af vetni eða 7,8 kg/100 km. Hyundai stefna á að koma í notkun 1000 vetnisvörubifreiðum í Sviss á næstu þremur árum (Reuters, 2018). Scania er að hefja framleiðslu á vetnissorphirðubílum og Nikola (NIKOLA, 2019) er að koma með á markað vetnisvörubifreiðar sem hafa drægni upp á 1200 km. Einnig er Toyota að þróa vetnisvörubifreiðar (Teslarati, 2019). Það er því nokkuð ljóst að talsverð þróunarvinna er í gangi við hönnun og þróun á vetnisökutækjum og á því að verða nokkuð úrval af vetnis-hópferðabifreiðum og vörubifreiðum á næstu árum.

Í dag er verið að leggja mikla áherslu á sem besta nýtingu endurnýjanlegara orkugjafa svo sem vind-, vatns- og sólarorku. Samhliða þeirri þróun hefur skapast gífurleg þörf fyrir geymslu á þeirri raforku sem verður til meðan við þurfum ekki á henni að halda, t.d. að nóttu til og þegar sérstaklega hagstæð skilyrði eru fyrir þessi orkuver en eftirspurnin minni. Í dag er verið að horfa til vetnis sem geymslumöguleika á raforku þegar ekki er þörf á henni. Vetnið má síðan nýta til að knýja bifreiðar og nýta þar með auðlindirnar betur en ella. Ef Ísland á að vera sjálfbært í orkumálum er mjög líklegt að vetnið verði einn af lykilþáttum í þeirri vegferð.

Rannsóknaraðferð

Það sem leitast er við að svara í þessu verkefni er hvort vetni verði eitt af orkuberum framtíðar. Þar sem talið er að rafmagn verði notað á léttari ökutæki á styttri vegalengdum var skoðað viðhorf til vetnisnotkunar hjá fyrirtækjum sem eru með í rekstri ökutæki fyrir vöru- og fólksflutninga.

Við rannsóknarvinnu verkefnisins var notuð megindleg aðferðafræði þar sem póstur var sendur á helstu rekstraraðila sem byggja sína starfsemi á rekstri vörubifreiða og hópferðabíla. Póstur var sendu á 18 fyrirtæki og efni pósts er hér fyrir neðan.

Þessi fyrirspurn er send vegna vinnu við lokaverkefni í MPM við Háskólann í Reykjavík. „Ég er nemi í MPM (Meistaránám í alhliða stjórnun) og einnig starfsmaður Orku Náttúrunnar þar sem ég hef starfað að viðhaldsmálum. Lokaverkefnið gengur út á að kanna hvort vetni geti verið eitt af orkuberum framtíðar. Núna fara að koma á markaðinn vetnis rútur og vörubílar sem gefa fyrirtækjum í rútu og vörubíla rekstri valkost að skipta yfir í kolefnisfrían rekstur. Til að fá fram vísbendingar á hug íslenskra fyrirtækja til orkuskipta og þá sérstaklega vetnis sem orkubera langar mig að fá tengilið hjá ykkar ágæta fyrirtæki til að fá að senda örstutta skoðunarkönnun. Könnunin er örstutt einungis tíu spurningar og á því ekki að taka nema nokkrar mínútur að svara. Til að þetta verði sem marktækast langar mig að fá tengilið hjá ykkar fyrirtæki sem getur svarað skoðunarkönnun um orkuskipti á ykkar bílaflota, ef það þykir betra get ég haft samband við viðkomandi og farið yfir málefni áður en skoðunarkönnunin er send. „

Af þessu 18 fyrirtækjum sem pósturinn var sendur á svöruðu átta og var tengilið hjá þeim fyrirtækjum sent skoðunarkönnun með SurveyMonkey og svör fengust frá sex fyrirtækjum af þessum átta. Svörun var því 75% af þeim fyrirtækjum sem gáfu upp tengilið. Spurningarnar voru 9 og fjalla þær um orkuskipti almennt, sjá fyrirtækin viðskiptatækifæri í orkuskiptum og síðan er kannað hvað umfang starfseminnar er ásamt viðhorfum rekstraraðila til vetnis ökutækja.

Uppsetning spurninganna er til þess fallin að kalla fram hversu viljug íslensk fyrirtæki í vöru- og hópferðabíla rekstri eru skipta yfir í vetnisökutæki. Greining á svörum gefur vísbendingar um hvort og hversu viljug fyrirtæki í úrtaki eru að fara yfir í vetnisökutæki.

Samkvæmt vef Samgöngustofu eru stærri ökutæki ekin um 755 milljón kílómetra árlega (Samgöngustofa, 2018). Til að einfalda úrvinnslu gagna verður miðað við milljón kílómetra skammstafað m km. Fyrirtæki sem skoðunarkönnunin náði til er með heildarakstur um 23,5 m km árlega og nær könnun því til um 3% ökutækja í þessum flokki. Þýði upp á 3% má teljast takmarkað og gefur þessi skoðunarkönnun því vísbendingu um viðhorf en ekki staðreyndir.

Við vinnslu á skoðunarkönnun var tryggt að það kæmi ekki fram hvað fyrirtækin heita heldur notaður bókstafur fyrir hvert fyrirtæki. Fyrirtækin sem tóku þátt í könnun eru í starfsemi eins og hópferðabíla- og vörubíla rekstri.

Einnig voru tekin viðtöl við aðila sem eru framarlega í orkuskiptum almennt eins og Nýorka og Orkusetur. Þau viðtöl má skilgreina sem eigindleg aðferð þar sem viðtöl voru undirbúin og haft til hliðsjónar efni sem höfundur vildi fá svör við.

Gögn hjá Samgöngustofu er áætluð út frá ákveðnu úrtaki og er það nálægt 50% og eiga þessar tölur því að vera nokkuð marktækar. Ekki er tekið með í samtölu akstur fólksbifreiða. (Samgöngustofa, 2018). Í þessu verkefni verður miðað við stærri bifreiðar sem eru hópbifreiðar, sendibifreiðar og vörubifreiðar.

Tafla 1 Akstur stærri bifreiða 2018 (Samgöngustofa, 2018)

Samgöngustofa meðalakstur stærri bifreiða 2018						
2018	Fjöldi ökutækja	Fjöldi í úrtaki	Hlutfall í úrtaki	Meðalakstur á dag	Meðalakstur á ári	Heildar akstur á ári í km.
Fólksbifreiðar	267.383	130.814	49%	34,88	12.730	
Hópbifreiðar ≤5t	1.448	775	54%	72,07	26.304	38.088.192
Hópbifreiðar >5t	1.750	951	54%	128,04	46.734	81.784.500
Sendibifreiðar	28.059	14.602	52%	36,84	13.447	377.309.373
Vörubifreiðar ≤12t	5.748	2.775	48%	41,09	14.999	86.214.252
Vörubifreiðar >12t	6.735	3.233	48%	69,61	25.409	171.129.615
Alls akstur stærri ökutækja						754.525.932

Það er nokkuð ljóst að orkuskiptin eru framundan og spurningin í þessu verkefni er hvort vetni verði eitt af orkuberum framtíðar? Til að svara því var meðal annars gerð könnun hjá nokkrum fyrirtækjum sem eru með í rekstri ökutækis í vöru- og fólksflutningum og kannað hver hugur þessara fyrirtækja er til orkuskiptanna og hvort vetnis knúinn faratæki hugnist þeim.

Niðurstöður

Við greiningu á svörum var leitast við að kanna hvort og í hversu miklu magni vetni verði orkuberi næstu árin. Hér á eftir verður farið yfir hverja spurningu fyrir sig. Til að auðvelda greiningu á svörum var hverjum svarmöguleika gefið stig sjá töflu 2.

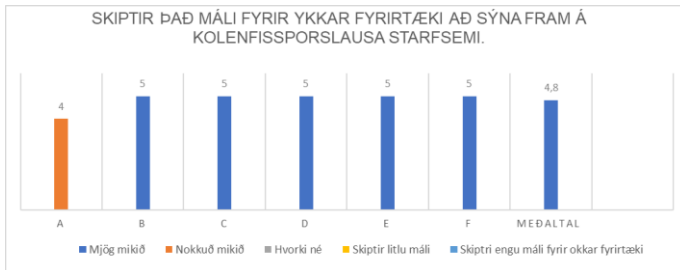
Tafla 2 Svarmöguleikar

Svar	Stig
Mjög líklegt	5
Nokkuð líklegt	4
Hvorki né	3
Ólíklegt	2
Mjög ólíklegt	1

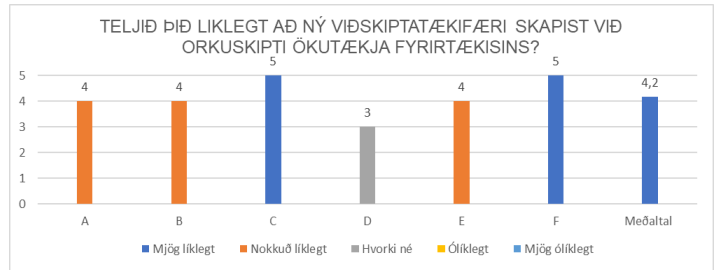
Orðalag er aðeins mismunandi í könnun en miðað er við þessa greiningu eins og hér var lýst. Skoðunarkönnunin sjálf er í fylgigögnum. Í flestum tilfellum er stuðst við meðaltal fyrir hverja spurningu. Einnig er reiknað vegið meðaltal, en þá er tekið tillit til hvað hvert fyrirtæki er með stóra hlutdeild í akstri og fær því fyrirtæki sem er með mestan akstur meira vægi en fyrirtæki með lítinn akstur. Þetta er gert þar sem fyrirtæki með mikinn akstur á sínum ökutækjum hafa meira vægi þegar skoðað er framtíðareldsneytisþörf.

Spurningar 1 til 4.

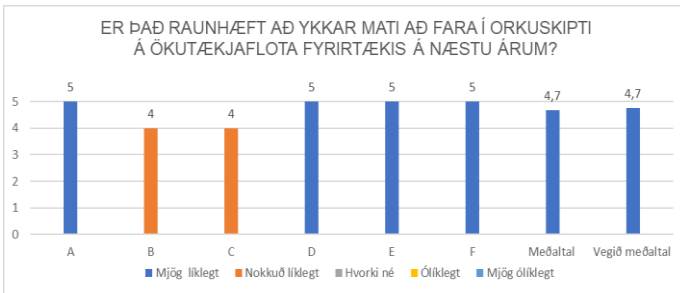
Notaðir eru bókstafir A-F til að aðgreina fyrirtækin



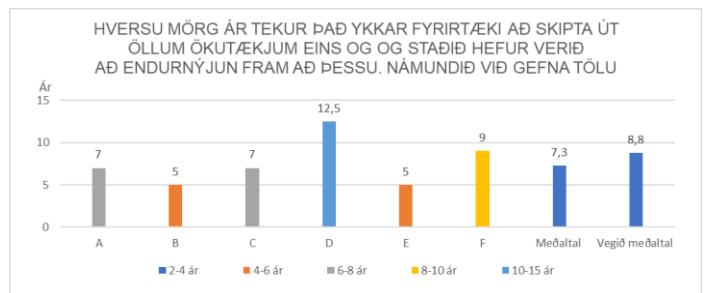
Mynd 1 Spurning 1



Mynd 2 Spurning 2



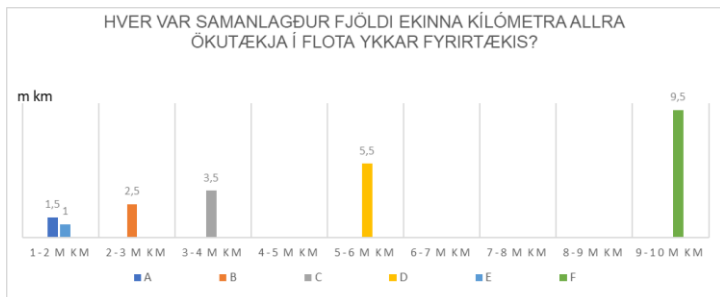
Mynd 3 Spurning 3



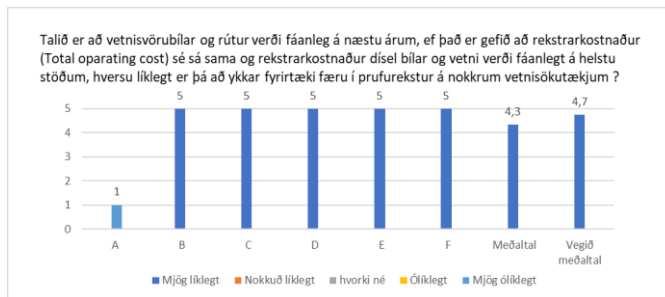
Mynd 4 Spurning 4

Flest fyrirtækin svöruðu spurningu 1 að það skipti mjög miklu máli að sýna fram á kolefnissporlausn rekstur, ef tekið er meðaltal af þessum svörum er meðaltal 4,8. Í spurningu 2 er verið að kanna hvort það felast viðskiptatækifæri í vetnisvæðingu á ökutækjum hjá þeim, meðaltal er 4,2 sem verður að teljast mjög gott þar sem öll nema eitt fyrirtæki telja þetta skipta annað hvort mjög eða nokkuð miklu máli. Flest fyrirtækin í spurningu 3 telja að það sé mjög raunhæft að fara í orkuskipti eða fjögur af sex, ef reiknað er vegið meðaltal þar sem tekið er tillit til ekinna kílómetra hjá hverju fyrirtæki þá er vegið meðaltal 4,7. Í spurningu 4 er verið að kanna hvað það tekur mörg ár að skipta út ökutækjum eins og fyrirtækin hafa verið rekin og er vegið meðaltal 8,8 ár.

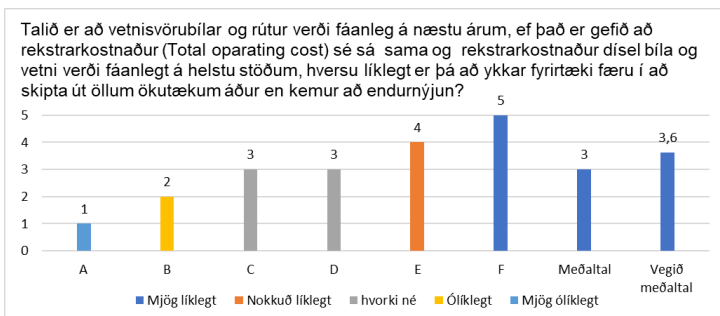
Spurningar 5 til 8



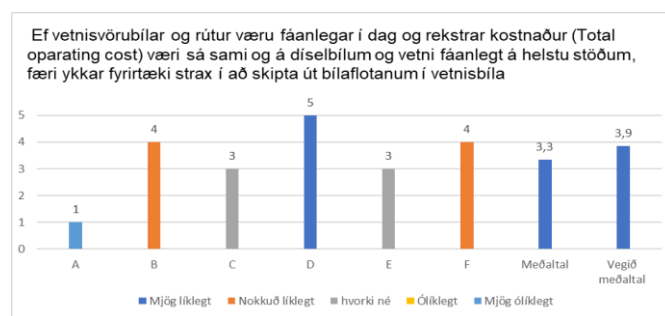
Mynd 5 Spurning 5



Mynd 6 Spurning 6



Mynd 7 Spurning 7



Mynd 8 Spurning 8

Í svörum við spurningu 5 má sjá að það er nokkuð mismunandi hvað fyrirtæki í úrtaki keyra mikið eða frá 1 m km upp í 9,5 m km. Ef akstur fyrirtækja í úrtaki er lagt saman eru það 23,5 m km sem þessi fyrirtæki aka í heildina. Vegið meðaltal við spurningu 6 er 4,7. Fimm af sex fyrirtækjum sem telja það mjög líklegt að fara í þrjú prófurekstur á nokkrum vetnisökutækjum. Vegið meðaltal við spurningu sjö er 3,6 sem er á milli svaranna hvorki né og nokkuð líklegt. Vegið meðaltal við spurningu átta er 3,9 sem liggur nálægt nokkuð líklegt.

Í töflu 3 kemur fram fjöldi ökutækja fyrir hvert fyrirtæki í skoðunarkönnun, svör við spurningu 9. Gögn frá Samgöngustofu (Samgöngustofa, 2018) eru í töflu 4 og eru notuð til að spegla könnun yfir á öll stærri ökutæki. Einnig eru neðst í töflu 4 samantekt á spurningum 5 og 9.

Tafla 3 Spurning 9 fjöldi ökutækja

Fyrirtæki	Fjöldi ökutækja
A	46
B	15
C	30
D	90
E	25
F	145
Samtals	351

Tafla 4 (Samgöngustofa, 2018) og skoðunarkönnun spurningar 5 og 9

Samgöngustofa 2018	
Fjöldi bíla í stærðarflokk á landinu (Samgöngustofa)	43740
Heildar akstur í m km. (Samgöngustofa)	755 m km
Meðaltals akstur á hvert ökutæki km. 755 m km/43740	23271 km
Skoðunarkönnun spurningar 5 og 9	
Fjöldi ökutækja í könnun	351
Heildar akstur ökutækja í könnun m km.	23,5 m km
Meðaltals akstur á hvert ökutæki km. 23,5 m km /351	66952 km

Umfjöllun

Fjöldi bíla hjá fyrirtækjum sem tóku þátt í könnun er 351 og heildar akstur þessara ökutækja er 23,5 m km. Til samanburðar þá er heildarakstur ökjutækja úrtaksins um 3% af heildarakstri ökutækja í þessum stærðaflokkum á landinu. Meðaltalsakstur ökutækja í skoðunarkönnun er 66952 km á ári (tafla 4) en til samanburðar þá er meðaltals akstur ökutækja í þessum stærðarflokkum 23271 km árlega á öllu landinu sem er hátt í þrefalt lægri tala (tafla 4). Þetta getur skýrst af því að fyrirtækin sem valin voru í skoðunarkönnuninni eru öll í krefjandi rekstri sem krefst mikillar notkunar ökutækja.

Vegið meðaltal fyrirtækja í könnuninni sem telja mjög líklegt að fá í rekstur eitt eða fleiri vetnisökutæki miðað við uppgefnar forsendur er 4,7 af 5 eða 94%. Ef miðað er við að hvert af sex fyrirtækjum tæki í rekstur tvö ökutæki til þrífurekstur má áætla að fjöldi ökutækja sé $12 \times$ vegið meðaltal eða $12 \times 94\% = 11$ ökutæki.

Eins og kemur fram í könnuninni má teljast ólíklegt að fyrirtæki fari í hraða endurnýjun á vetnisökutækjum nema að það væri beinn fjárhagslegur ávinningur en ekki var gert ráð fyrir því í uppgefnum forsendum. En það má teljast mjög líklegt að ökutækjum verði skipt yfir í vetnisökutæki jafnóðum og það kemur tími á endurnýjun á ökutækjum. Einnig kom fram að það skiptir fyrirtækin miklu máli að sýna fram á kolefnissporlausan rekstur og eru fyrirtækin þá að hugsa um ímynd fyrirtækisins.

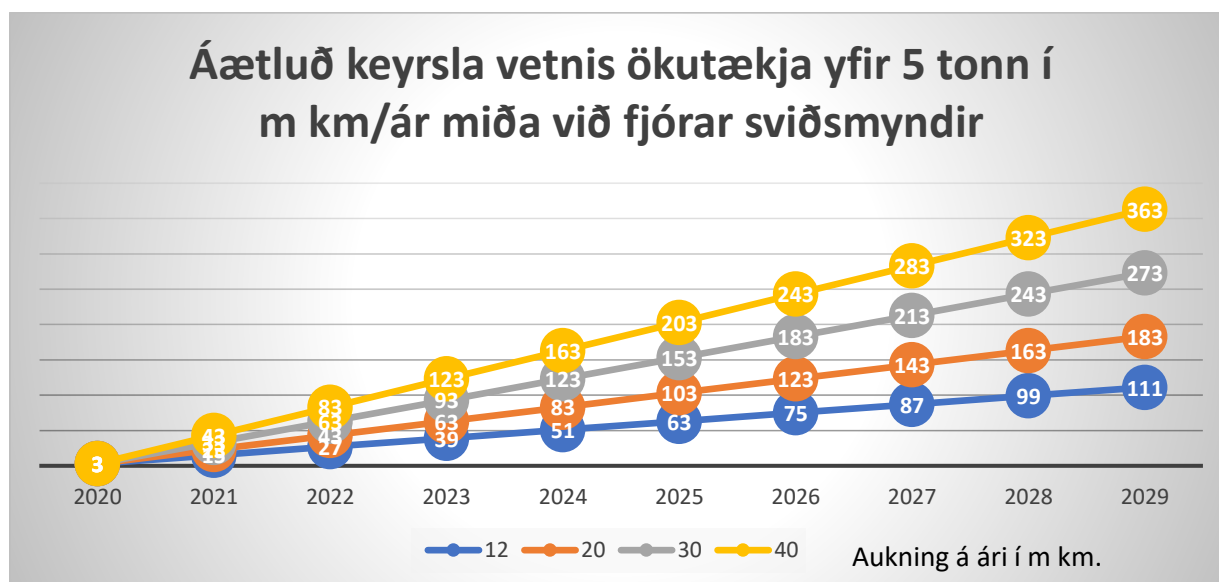
Ef þessar niðurstöður eru notaðar til að áætla hvað mörg ökutæki verða vetnisknúin á næstu árum má draga fram eftirfarandi ályktun: Strax á árinu 2020 verða 11 ökutæki í skoðunarúrtaki vetnis ökutæki eða um 3% ökutækja í úrtaki, ef því er varpað yfir á öll stærri ökutæki á landinu sem eru 43740 ökutæki er þetta u.þ.b. 1312 vetnis ökutæki á árinu 2020. Þessi tala er nokkuð ólíkleg þar sem viss tregða er í öllum breytingum og framboð af ökutækjum í þessum stærðum nokkuð takmörkuð. Einnig er vetnisframleiðsla á Íslandi á byrjunarstigi og er því miðað við 10% af þeirri tölu eða 131 ökutæki í neðangreindum útreikningum. Meðalakstur ökutækja yfir 5 tonn er 23271 km, ef fjöldi ökutækja er margfaldaður með meðaltalsakstri er þetta um 3 m km árlega.

Ef miðað er við vegið meðaltal úr skoðunarkönnun, (spurning fjögur) með sömu nálgun má áætla að einungis 10% bíla sem verða endurnýjaðir verði vetnisbílar.

Fjöldi stærri ökutækja sem verða vetnisknúin eftir um það bil 9 ár eru $43740 \times 10\% = 4374$ ökutæki eða 4374×23271 meðaltals km. = 102 m km árlega árið 2029. Við það bætist að strax á árinu 2020 eru eknir 3 m km árlega.

Miðað við þessar forsendur má setja upp töflu þar sem að 3 m km verði eknir á vetnisökutækjum strax á árinu 2020 og níu árum síðar verða eknir 3 + 102 eða 105 m km. Nokkur óvissa er í þessu þar sem ekki liggur fyrir hvað vetnisökutæki taka stóran hluta af endurnýjun og eru það margir áhrifaþættir sem hafa áhrif á þá þróun s.s. skattlagning, verð á vetni og ökutækjum, nýtni ásamt endingartíma. Því eru settar upp fjórar sviðsmyndir. Allar sviðsmyndir reikna með að á fyrsta ári verði eknir 3 m km á vetnisökutækjum og það bætist við árlega ákveðin fjöldi eða: 12 , 20 , 30 , 40 m km. Sviðsmyndin sem gengur lengst gerir ráð fyrir 40 m km aukningu árlega eða að eknir km á vetnisökutækjum yfir fimm tonn verði 363 m km eftir 9 ár eða 48% af heildar akstri eins og hann var 2018.

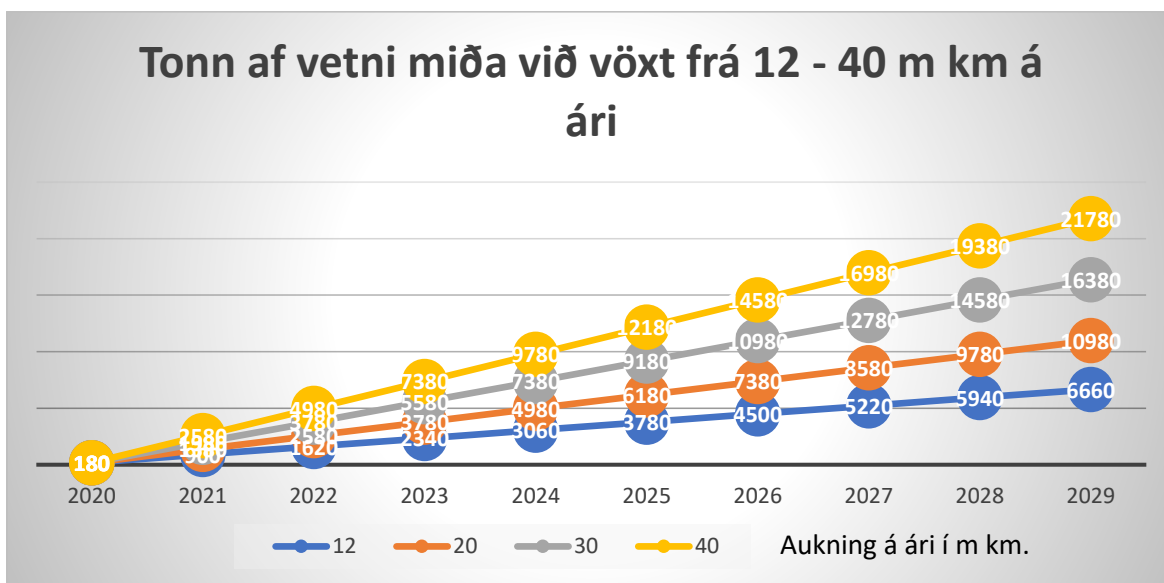
Ef stillt er upp áætluðum akstri stærri ökutækja, km til ársins 2029, sem nota vetni sem eldsneyti miðað við þessar fjórar sviðsmyndir má sjá að árið 2029 er akstur vetnisökutækja eftirfarandi:



Mynd 9 Árleg aukning í akstri í m km miðað við fjórar sviðsmyndir 12-20-30-40 m km

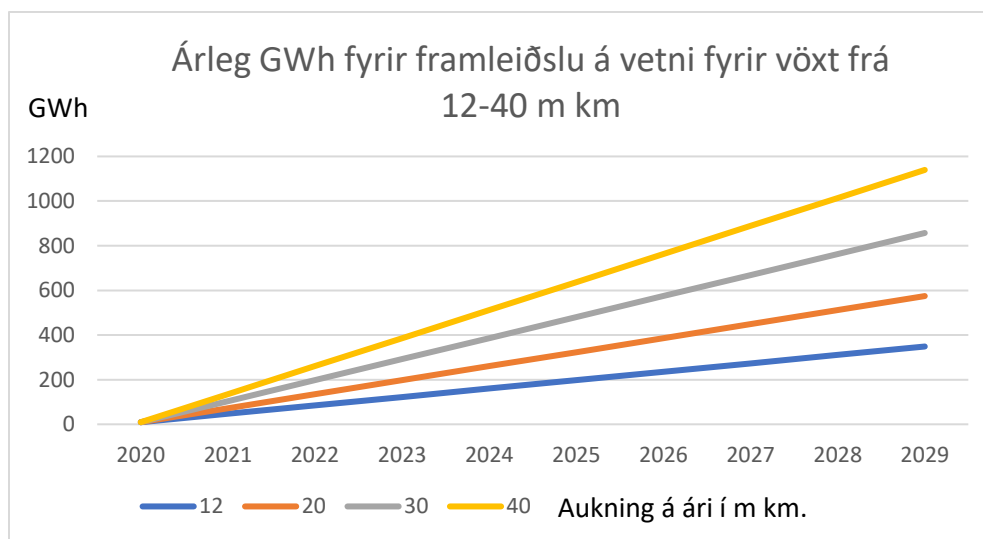
Á mynd 9 má sjá þessar sviðsmyndir frá 12 upp í 40 m km í aukningu á akstri vetnisknúna ökutækja. Til einföldunar var miðað við 12 m km í árlega aukningu í sviðsmynd eitt en það gerir 111 m km 2029. Sviðsmyndin sem gengur lengst miðar við ekkna 363 m km á árinu 2029 sem gerir um 48 % af öllum akstri ökutækja yfir fimm tonn miðað við samantekt Samgöngustofu 2018. (Samgöngustofa, 2018).

Ef skoðað er meðalökutæki yfir fimm tonn sem eyðir um 6 kg af vetni á hverja 100 km þá er vetnisþörfin miðað við þessar sviðsmyndir:



Mynd 10. Árleg aukning í vetnisþörf miðað við fjórar sviðsmyndir þar sem árlega aukning í akstri vetnis ökutækja er frá 12 -40 km.

Mynd 10 sýnir hver þróun vetnisnotkunar gæti orðið miðað við fjórar sviðsmyndir í aukningu á árlegum akstri vetnisökutækja. Ef horft er til þess að u.þ.b. 10% af endurnýjun stærri bifreiðum verði skipt út fyrir vetnisökutæki er þetta um 6660 tonn af vetni árlega 2029. Sviðsmynd 4 gengur lengst og þar er árleg þörf 21780 tonn af vetni. Þessari vetnisþörf er auðvelt að umreiknara í GWh þar sem það þarf u.þ.b. 53 kWh/kg H₂.

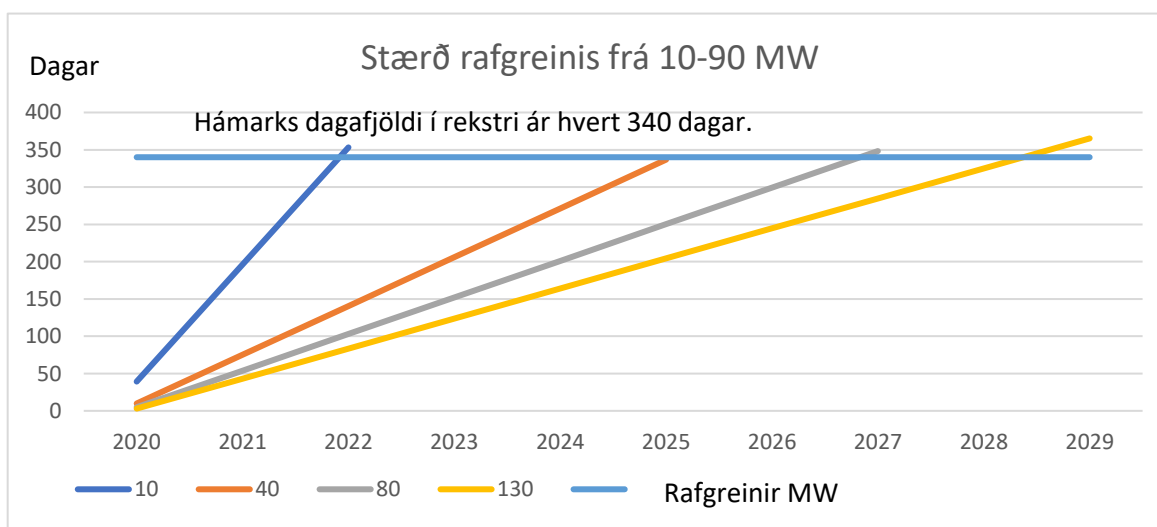


Mynd11. Orkuþörf miðað við fjórar sviðsmyndir í árlegri aukningu á akstri vetnis ökutækja

Mynd 11 sýnir fjórar sviðsmyndir á orkuþörf. Sviðsmynd 1 gerir ráð fyrir 12 m km aukningu á ári og strax árið 2020 verði eknir 3 m km.

Miðað við þessa sviðsmynd þarf u.þ.b. 9,4 GWh 2020 og 348 GWh 2029 fyrir vetnisframleiðslu. 348 GWh samsvara u.þ.b. 40 MW virkjun sem framleiðir á fullum afköstum alla daga ársins. Til samanburðar var raforkunotkun á Íslandi 18,1 TWh árið 2014 (Orkustofnun, Raforkuvinnsla, 2015).

Á mynd 12 má sjá mismunandi stærðir á rafgreinum fyrir vetnisframleiðslu og kemur fram hvað hver rafgreinir dugar lengi miðað við hverja sviðsmynd þ.e.a.s. 10 MW rafgreinir er fyrir árlega aukningu í akstri vetnisökutækja upp á 12 m km, 40 MW rafgreinir er fyrir sviðmynd 2 sem er árleg aukning upp á 20 m km o.s.frv. Gert er ráð fyrir því að hámarks dagafjöldi í rekstri rafgreinis sé 340 dagar á ári, bláa línun sem kemur rétt fyrir neðan 350 daga á línuriti. Á árinu 2022 er rafgreinir af stærðinni 10 MW orðin of lítill til að anna framleiðslu fyrir sviðsmynd 1 sem er u.þ.b. 12 m km í árlegri aukningu á akstri vetnisökutækja. Til að framleiða nægt vetni fyrir sviðsmynd 1 árið 2029 þarf rafgreina upp á 40 MW, þetta kemur ekki fram á mynd 12 en var reiknað sérstaklega. Sviðsmynd 4 gerir ráð fyrir 130 MW rafgreini sem væri orðinn full nýttur árið 2029 miða við 40 m km aukningu á árlegum akstri vetnisökutækja og 3 m km strax á árinu 2020. Þessi skoðun á stærð rafgreina fyrir hverja sviðsmynd er sett fram til að sýna fram á stærð framleiðslutækja en þá er verið að skoða hverja sviðsmynd fyrir sig og hvað hver stærð dugar lengi, telur höfundur að engin af þessum sviðsmyndum sé óraunhæf þar sem rafgreinarnir þurfa ekki endilega að vera á einum stað heldur staðsettir þar sem hentar best og byggðir upp í áföngum. Sviðsmynd 4 gerir ráð fyrir að eknir séu 363 m km eftir 9 ár eða 48% af árlegum heildarakstri. 130 MW rafgreinir jafngildir 1061 GWh á ári ($130 \times 340 \times 24 / 1000$) en til samanburðar gerir orkustofnun ráð fyrir 220 GWh fyrir rafbíla 2030 (Orkustofnun, Raforkuspá, 2015).



Mynd 12 Rafgreinir fyrir hverja sviðsmynd

Þar sem það er hægt að framleiða vetnið á þeim tíma sem hentar best og á þeim stað sem hentar best telur höfundur að það ætti að vera nokkuð auðvelt að mæta þessari framleiðslu í öllum sviðsmyndum þar sem nýta mætti betur vélarafli orkukerfisins með framleiðslu á vetni til dæmis á næturnar og þegar vatnsbúskapur er hagstæður. Einnig mætti hugsa sér vindmyllur og stakar vatnsafls-smávirkjanir sem óhagkvæmt væri að tengja við landsnetið en gætu nýst við framleiðslu á vetni.

Einnig eru fleiri ónýttir virkjunarkostir sem eru til skoðunar í rammaáætlun. Ekki verður farið dýpra í þessa skoðun í þessu verkefni en þetta er eitthvað sem hægt væri að skoða nánar í öðru verkefni.

Verð á rafmagni til vetnisframleiðslu.

Verð á raforku er mjög mismunandi eftir því hver viðskiptavinurinn er. Sem dæmi skiptir það miklu máli hvort viðskiptavinurinn kaupir alla orkuna alltaf eða bara hluta úr hverjum sólahring. Ef miðað er við stórnotanda og eingöngu framleiðslukostnað þá má áætla að verðið sé 2-3 kr/kWst (Hagfræðistofnun, 2018). Stórnotendur eru samkvæmt raforkulögum þeir sem nota að minnst kosti 80 GWst af rafmagni á ári á einum stað að jafnaði á þremur árum. Þetta þýðir að rafgreinir af stærðinni 10 MW ($10 \times 24 \times 340/1000 = 81,6$ GWst) væri skilgreindur sem stórnotandi og ætti því að njóta þessara viðskiptakjara (Hagfræðistofnun, 2018).

Hvað mun þá kosta að framleiða hvert kg af vetni og hvernig kemur sá kostnaður út borið saman við innkaupsverð á bensíni? Ef miðað er við stórnotanda taxa og tekið miðgildi er þetta um 2,5 kr/kWst. Fyrir hvert kg af vetni þarf u.þ.b. 53 kWst sem gerir því 133 kr/kg vetni. En þá á eftir að taka tillit til stofnkostnaðar, reksturs og dreifingar. Ef skoðað er hvað það kostar að framleiða vetni miðað við ígildi bensíns, en vetni er 2,8 sinnum orkuríkara en bensín ($131/2,8 = 46,8$ kr.) þá er það um 47 kr. sem bensín ígildi vetnis kostar ef einungis er horft til rafmagns sem þarf í framleiðslu. Þessi samanburður er ekki alveg réttur þar sem nýtni hefðbundins bensínhreyfils er 21% en nýtni efnarafala er 42,5% (Ragnarsson, 2002). Innkaupsverð á bensínlíttra var 60 kr. 2018 (Kjarninn, 2018) og ef því er snúið á hvert kg (eðlisþyngd bensíns er u.þ.b. 0,740 kg/lítir (Gasoline, 2019)): $60/0,740 = 81$ kr/kg

Tafla 5. Samanburður á innkaupsverði á bensíni og raforkukostnaði við framleiðslu á 1 kg af vetni ásamt áhrifum mismunandi nýtni efnarafala og bensínvélar. 326 kr. er munurinn á raforkukostnaði 1 kg af vetni og innkaups verðs á sambærilegri orku í bensíni.

	1 kg af vetni /2,8 kg af bensíni	Raforkukostnaður í kr. á hvert vetnis kg Innkaupsverð í kr. á 2,8 kg af Bensíni	Nýtni efnarafala/bensín vélar	þarf um tvisvar sinnum meira af bensíni þar sem það munar u.þ.b. helming í nýtni
Vetni	1	133	42,5%	133
Bensín	2,8	227	21%	459
			$459-133 =$	326

Í töflu 5 má sjá þennan samanburð settan upp í töflu og þar kemur fram að það þarf u.þ.b. 133 kr í rafmagnskaupum fyrir hvert kg af vetni en um 227 kr í innkaups verði fyrir sama orkuinnihald af bensíni. En þá er ekki allt til talið sem skiptir máli í þessum samanburð þar sem efnarafall nýtir u.þ.b. 42,5% orkunnar en bensínhreyfill einungis u.þ.b. 21% orkunnar. Það er því um tvisvar sinnum meiri nýtni í efnarafal samanborið við bensínhreyfil. Ef skoðað er hvað það þarf þá mikið af bensíni á innkaupsverði til að gefa sömu orku út í drifbúnað bifreiðar þá er það u.þ.b. 459 kr. Munur á raforkukostnaði 1 kg af vetni og innkaups verðs á bensíni ef tekið er tillit til nýtni er því u.þ.b. 326 kr. Á mynd 10 kemur fram í sviðsmynd 1 þar sem gert ráð fyrir 12 m km árlegri aukningu í akstri vetnisökutækja að vetnisnotkunin árið 2029 orðin 6660 tonn. Ef skoðað er hvaða fjármagn verður til skiptanna fyrir stofnkostnað, rekstur 40 MW rafgreinis og dreifistöðva þá er það um $(326 \times 6660 \times 1000)$ 2,2 milljarð kr. árlega. Þessi nálgun á því hvort að vetni sé samkeppnishæft á við bensín ef miðað er við innkaupsverð tekur til skoðunar einungis hluta af heildarmyndinni og þarf því að skoða sem vísbendingu um samkeppnishæfni vetnis. Til að sjá þetta skýrar þarf að stilla upp viðskiptamódeli fyrir allt ferlið frá því að vetnið er framleitt og þar til því er hleypt á ökutæki og þá með fjárfestingum og rekstri. Það verður ekki tekið fyrir í þessu verkefni en er áhugavert að skoða á öðrum vettvangi.

Samkvæmt þessari skoðun á stærð búnaðar til vetnisframleiðslu, orkuþarfar og verði á vetni borið saman við bensín og einungis skoðað raforku kostnaður telur höfundur fátt í veginum fyrir því að hægt sé að framleiða vetni á Íslandi á samkeppnishæfu verði. Þó þarf að taka skýrt fram að þetta þarf að skoðast betur með heildstæðu viðskiptamódeli þar sem fjárfestingin og rekstur er tekið með í myndina.

Niðurstaða

Miðað við þessar vísbendingar þar sem úrtak var um 3% af stærri ökutækjum og skoðun á vetnisframleiðslu telur höfundur fátt í vegi fyrir því að umskipti yfir í vetnisknúin ökutæki fyrir geti orðið að veruleika. Þ.e.a.s. að vetnisknúin stærri ökutæki verði í það minnsta með um 100 m km akstur af heildarnotkun ökutækja í þessum stærðarflokk 2029. Það gerir um 6660 tonn af vetninotkun árlega og raforkuþörf upp á 348 GWh 2029 sem krefst í það minnsta 40 MW rafgreinis til að framleiðslu vetnis.

Hvort slík spá gangi eftir fer eftir mörgum óvissuþáttum svo sem skattlagningu, framleiðendum og tækniframförum. Hinar sviðsmyndirnar þar sem höfundur skoðar allt upp í 48% af öllum akstri stærri ökutækja væri mjög áhugavert að sjá verða að veruleika. Höfundur telur minni líkur á því en það fer þó meðal annars eftir framvindu tæknimála og stefnu stjórnvalda.

Lokaorð

Í þessu verkefni var unnið að því að svara spurninguni hvort vetni verði eitt af orkuberum framtíðar og við þá vinnu vöknudu margar spurningar varðandi orkuskiptin. Það er nokkuð ljóst að orkuskiptin munu koma á næstu áratugum og telur höfundur að vetnið geti orðið eitt af orkuberum framtíðar. Sér í lagi fyrir þyngri ökutæki sem þurfa mikla orkurýmd. Eitt að því sem ekki var tekið fyrir er notkun vetnis á flugvélar, skip og vinnuvélar en miðað við skoðun á þessu verkefni telur höfundur fátt í vegi fyrir því að þessir notendur jarðefnaeldsneytis geti nýtt sér vetni í framtíðinni. Ef það gengi eftir að þyngri ökutæki, flugvélar og skip verði vetnisknúin eftir einn eða tvo áratugi er orkuþörfin umtalsverð en þar sem Ísland er mjög ríkt af raforku miðað við höfðatölu gæti Ísland án efa mætt þeim áskorunum. Tækniframfarir munu ráða nokkuð ferðinni í orkuskiptunum, og sem dæmi ef þróunaraðilum tækist að þróa efnarafala sem væru með enn meiri nýtni en þeir hafa í dag mun það hafa mikil og jákvæð áhrif á þróun vetnisnotkunar. Vetni hefur þann kost að vera mjög orkuríkt ef miðað er við hvert kg. Sem gastegund við lágan þrýsting tekur það þó umtalsvert pláss. Ef það finnst aðferð til að vökvagera vetni á einfaldan og hagkvæman hátt og ná því til baka sem hreinu vetni fyrir efnarafala yrði það gríðarlegt framfaraskref þar sem þá væri hægt að setja orku í rúmmál sem væri mun minna en þekkist í dag og öll geymsla og flutningar væru mun einfaldari.

Þakkir

Höfundur vill þakka þeim Helga Þór Ingasyni og Hauki Inga Jónassyni fyrir hvað vel var staðið að undirbúningi fyrir lokaverkefnið. Einnig var það til fyrirmyndar hvernig nemum var hjálpað að velja verkefni og komast af stað við verkefnavinnuna. Maríu Sigríði Guðjónsdóttur fyrir góða leiðsöng og Magnúsi Þór Arnarsyni fyrir góð ráð. Einnig þakkar höfundur öllum þeim sem leitað var til við gagnaöflun verkefnis.

Síðast en ekki síst þakkar höfundur eiginkonu sinni Ragnhildi Ágústsdóttur fyrir alla þolinmæðina þessi tvö námsár sem MPM námið hefur tekið.

Heimilda skrá

Arnarson, M. Þ. (2019). Vetnisframleiðsla .

Aubrecht, G. J. (2006). https://is.wikipedia.org/wiki/Eldsneyti#cite_note-10. *Jarðefnaeldsneiti*.

Auðlindaráðuneytið, U. o. (September 2018). *Aðgerðiaáætlun í loftlagsmálum 2018 - 2030*. <https://d1iq1pso2qjca6.cloudfront.net/100918-A%C3%B0ger%C3%B0a%C3%A1%C3%A6tlun-LOKA.pdf>.

Einarsson, E. (2013). *Náttúran.is*. Sótt frá <http://www.natturan.is/samfelagid/efni/11159/>: <http://www.natturan.is/samfelagid/efni/11159/>

Gasoline, D. (2019). *aqua-calc*. Sótt frá <https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/gasoline>

Guðmundsson, Þ. I. (2012). *Úrgangur til orku*. lðnaðarverkfræði Háskóli Íslands.

Hagfræðistofnun. (júni 2018). *Skýrsla nr. C18:03 bls. 21 Tafla 4*. Sótt frá <http://www.ioes.hi.is/sites/hhi.hi.is/files/sjz/orkuoryggi03072018lokaeintak.pdf>

Kjarninn. (Ágúst 2018). *Kjarninn.is*. Sótt frá <https://kjarninn.is/skyring/2018-08-27-bensinverd-haekkad-um-ellefu-prosent-arinu/>

Mark Freymuller. (2018). *Hyundai Fuel Cell Truck*. <https://www.altenergy.info/wp-content/uploads/2018/10/6-Thomas-Walter-Mark-Freymuller.pdf>.

NIKOLA. (2019). *Nikolamotro*. Sótt frá <https://nikolamotor.com/hydrogen#hydrogen-advantages>

Orkustofnun. (án dags.). 2017.

Orkustofnun. (2015). Raforkuspá.

Orkustofnun. (Febrúar 2015). *Raforkuvinnsla*. Sótt frá <https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/OS-2015/OS-2015-02-Vidauki-87.pdf>

Ragnarsson, Á. (2002). *Hve stórar virkjanir þyrftum við til að keyra bílaflotann okkar þegar bensínið er orðið of dýrt?* Reykjavík : Vísindavefurinn.

Reuters. (19. september 2018). *Hyundai hydrogen truck*. Sótt frá <https://www.reuters.com/article/us-hyundai-motor-hydrogen-truck/hyundai-signs-deal-to-sell-1000-hydrogen-powered-trucks-in-switzerland-idUSKCN1LZ1VI>

Samgöngustofa. (2018). *Meðalaktur bifreiða*. <https://www.samgongustofa.is/umferd/tolfraedi/onnur-tolfraedi/>.

Shell. (2017). *Hydrogen study Energy of the Futer?*

Teslarati. (janúar 2019). Sótt frá <https://www.teslarati.com/tesla-semi-rival-kenworth-toyota-hydrogen-fuel-cell-truck-specs/>

Vísindavefurinn. (maí 2006). Sótt frá <http://www.malefnin.com/ib/topic/90647-hvad-er-ad-segja-um-vetni-sem-orkugjafa-framtidarinnar/>

Viðauki

Spurningarlisti sem sendur var á nokkur vel valin fyrirtæki

**Er VETNI eitt af orkuberum framtíðar?
Talið er að á næstu árum verði fánlegir
vetnis vörubílar og vetnis rútur sem verða
með svipaða drægni og hefðbundnir dísel
bílar í dag og áfylling taki ekki meiri tíma en
að fylla á dísel bíla í dag**

Question Title

1. Skiptir það máli fyrir ykkar fyrirtæki að sýna fram á kolefnissporlausan rekstur.

- Mjög mikið
- Nokkuð mikið
- Hvorki né
- Skiptir litlu máli
- Skiptir engu máli fyrir okkar fyrirtæki

Question Title

2. Teljið þið líklegt að ný viðskiptatækifæri skapist við orkuskipti ökutækja fyrirtækisins?

- Mjög líklegt
- Nokkuð líklegt
- Hvorkin

- Ólíklegt
- Mjögó líklegt

Question Title

3. Er það raunhæft að ykkar mati að fara í orkuskipti á ökutækjafloða fyrirtækis á næstu árum?

- Mjög líklegt
- Nokkuð líklegt
- Hvorkin
- Ólíklegt
- Mjögó líklegt

Question Title

4. Hversu mörg ár tekur það ykkar fyrirtæki að skipta út öllum ökutækjum eins og og staðið hefur verið að endurnýjun fram að þessu. Námundið við gefna tölu

- 2-4
- 4-6
- 6-8
- 8-10
- 10-15
- Other (please specify)

Question Title

5. Hver var samanlagður fjöldi ekinna kílómetra allra ökutækja í flota ykkar fyrirtækis?

- 1-2 milljón kílómetrar
- 2-3 milljón kílómetrar
- 3-4 milljón kílómetrar
- 4-5 milljón kílómetrar
- 5-6 milljón kílómetrar
- 6-7 milljón kílómetrar
- 7-8 milljón kílómetrar
- 8-9 milljón kílómetrar
- 9-10 milljón kílómetrar
- 10-11 milljón kílómetrar
- Other (please specify)

Question Title

6. Talið er að vetnisvörubílar og rútur verði fánleg á næstu árum, ef það er gefið að rekstrarkostnaður (Total operating cost) sé sá sama og rekstrarkostnaður dísel bíla og vetni verði fánlegt á helstu stöðum, hversu líklegt er þá að ykkar fyrirtæki færu í profurekstur á nokkrum vetnisökutækjum?

- Mjög líklegt
- Nokkuð líklegt
- Hvorkin
- Ólíklegt

- Mjögó líklegt

Question Title

7. Talið er að vetnisvörubílar og rútur verði fáanleg á næstu árum, ef það er gefið að rekstrarkostnaður (Total operating cost) sé sá sama og rekstrarkostnaður dísel bíla og vetni verði fáanlegt á helstu stöðum, hversu líklegt er þá að ykkar fyrirtæki færu í að skipta út öllum ökutækum áður en kemur að endurnýjun?

- Mjög líklegt
- Nokkuð líklegt
- Hvorkin
- Ólíklegt
- Mjögó líklegt

Question Title

8. Ef vetnisvörubílar og rútur væru fáanlegar í dag og rekstrar kostnaður (Total operating cost) væri sá sami og á díselbílum og vetni fáanlegt á helstu stöðum, færi ykkar fyrirtæki strax í að skipta út bílaflotanum í vetnisbíla

- Mjög líklegt
- Nokkuð líklegt

- Hvorkiné
- Ólíklegt
- Mjögó líklegt

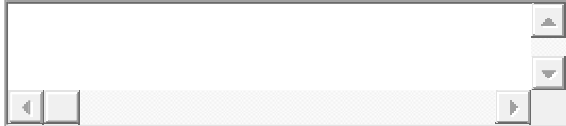
Question Title

9. Hversu mörg ökutæki er ykkar fyrirtæki með í rekstri þá er átt við rútur eða vörubíla

0 50 100

Question Title

10. Annað sem þið viljið koma á framfæri



Done