



# Pathways for Decarbonization of the Icelandic Maritime Sector

Samorka, Ministry of Industries and Innovation, Associated Icelandic Ports and Fisheries Iceland

## 1 SAMANTEKT

Mikil áhersla er á að draga úr losun koltvísýrings og þegar lengra er litið að fullum orkuskiptum í siglingum. Þetta er til komið vegna þess að uppfylla þarf markmið á landsvísu og alþjóðlega samninga um að draga úr losun.

Alþjóðasiglingamálastofnunin (IMO) og ESB eru að íhuga öflug stefnuúrræði eins og kolefnisgjöld og kröfur um minnkaðan styrk gróðurhúsalofttegunda í eldsneyti. Þessar aðgerðir snerta ekki stóran flota íslenskra fiskiskipa og farskipa með beinum hætti. Engu að síður þarf Ísland að ná því markmiði að 10% orku í siglingum verði endurnýjanleg fyrir árið 2030 og landið hyggst verða óháð jarðefnaeldsneyti fyrir árið 2050.

Í þessari skýrslu kemur fram greining okkar á íslenska flotanum, sem samanstendur einkum af fiskveiðiskipum og siglingum við Ísland, aðallega á íslensku hafsvæði. Með neðansæknunum útreikningum á grundvelli gagna um umferð og upplýsingar skipa höfum við áætlað orkunotkun flestra skipa flotans og reiknað út heildarnotkun eldsneytis sem er rímar við gögn um sölu eldsneytis. Við höfum notað þær niðurstöður til að meta hversu fýsilegt er að flotinn noti tækni fyrir óhefðbundið eldsneyti. Enn fremur höfum við gert líkön af sviðsmyndum fram undir 2050 fyrir losun koltvísýrings og notkun óhefðbundins eldsneytis, þar með taldir kolefnishlutlausir orkuberar. Í sviðsmyndunum höfum við líkt eftir áhrifum af mögulegum aðgerðum stjórnvalda, sum þeirra sambærileg þeim sem ESB leggur til.

Við höfum litið til kolefnishlutlausra orkubera eins og rafmagns í rafhlöðum, vetnis, raf-ammóníaks og raf-metanóls auk annarra valkosta staðgengiseldsneytis svo sem raf-gasolíu (e-MGO) og lífdísilolíu (HVO). Af tækni með enga losun eru rafgeymar sú sem er lengst komin. En þessi valkostur hentar aðeins fyrir skip sem sigla stutt og nær því aðeins til lítils hluta orkunotkunar flotans 2050. Tækni fyrir notkun ammóníaks, vetnis eða metanóls mun, í mismiklum mæli, verða tiltæk á almennum markaði þegar líður að 2030.

Í sviðsmyndum okkar kemur fram að án öflugra stefnuúrræða munu jarðefnaeldsneyti (skipaolía) enn vera ríkjandi í því úrvali orkugjafa sem í boði eru. Í sviðsmyndum þar sem við gerum ráð fyrir öflugum stefnuúrræðum verða raf-metanól og raf-ammóníak ríkjandi. Framleiðsla þessara eldsneytisvalkosta byggir á vetni og til þess þarf að gera átak svo hægt verði að framleiða meira vetni. Með öflugum stefnuúrræðum er hægt að hætta kolefnisnotkun flotans fyrir árið 2050, að því gefnu að rutt verði úr vegi núverandi tæknihindrunum í skipum, afköst við framleiðslu rafeldsneytis verði aukin og innviðir fyrir eldsneyti settir upp. En vegna þess hve hægt tækni verður aðgengileg á markaði og hve langur líftími skipa er, mun minnkun losunar verða takmörkuð fyrir 2030 í sviðsmyndum okkar.

Mynd 1-1 sýnir væntanlega blöndu orkugjafa í sviðsmynd þar sem markmiðið næst um að endurnýjanleg orka verði 10% árið 2030 og að flotinn verði óháður jarðefnaeldsneyti árið 2050.<sup>1</sup> Meðal stefnuúrræða í þessari sviðsmynd eru bæði stuðningur við fjárfestingar í flotanum, aukinn skattur á koltvísýring og krafa um stighækkandi hlutfall kolefnishlutlauss eldsneytis. Í sviðsmyndinni er staðgengiseldsneyti (merkt *líf-/raf-gasóla* á myndinni) stærsti hluti

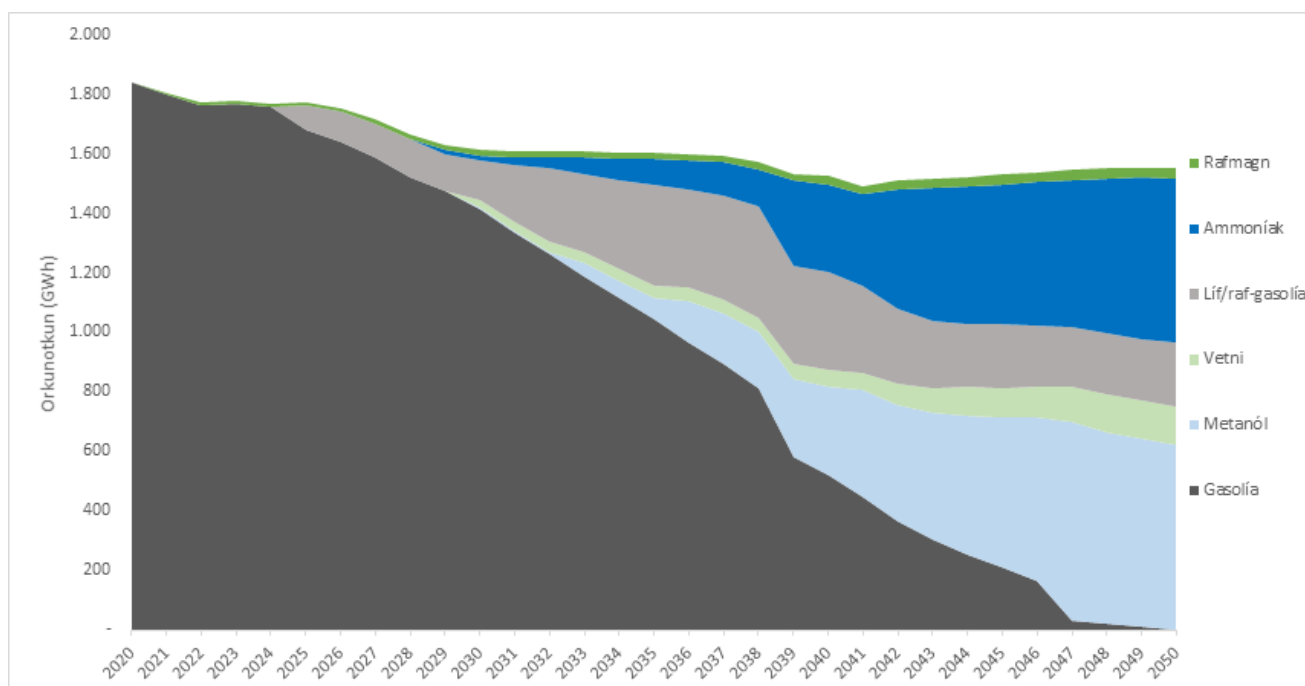
kolefnishlutlaus eldsneytis fram á miðjan fjórða áratuginn. Til staðgengilseldsneytis teljast lífdísíselólía (HVO) og raf-gasólía. Af þessum er gert ráð fyrir að raf-gasólía verði ódýrari en lífdísíselólía eftir um 2040, sem leiðir þá til þess að breytingin verður úr staðgengilseldsneyti úr lífdísíselólíu í raf-gasólíu, eins og æskilegt er. Rafeldsneyti sem krefst fjárfestingar í tækniþúnaði um borð er meðal annars vetni (þjappað vetnisgas búið til með endurnýjanlegri orku), raf-ammóníak og raf-metanól. Notkun þessara eldsneytistegunda mun aukast í takmörkuðu magni fyrir 2030, en þau verða smám saman ríkjandi þegar nær dregur 2040, þegar ný skip koma í flotann og tæknin verður samkeppnishæfari. Þó verður enn nokkur notkun raf-gasólíu í flotanum 2050. Heildarspurn eftir framleiðslu rafmagns 2050 fyrir þessa blöndu orkugjafa er um 3.500 gígavattstundir.

Ríkjandi notkun staðgengilseldsneytis til skamms tíma endurspeglar þá staðreynd að allir aðrir valkostir, ammóníak, vetni og metanól, krefjast fjárfestingar í tækniþúnaði í skipum eða breytinga á hönnun. Þó blanda megi ákveðnu magni þessara tegunda eldsneytis við skipaólíu í sumum hefðbundnum skipsvélum, krefst regluverkið þess að eldsneytiskerfum um borð (leiðslur, geymar o.s.frv.) sé breytt vegna eðlislægra einkenna slíks eldsneytis. Í raun leiðir það til þess að ekki liggur beint við að blanda jafnvel minna magni og að því fylgi verulegur tæknikostnaður um borð.

Ekki má líta svo á að sú blanda orkugjafa sem er í líkaninu sé eina eða líklegasta leiðin til að draga úr kolefnisnotkun. Leysa þarf helstu hindranir sem tengjast breytingum og öryggi um borð til að skip verði knúin grænu eldsneyti. Þessar eldsneytistegundir hafa allar

<sup>1</sup> Þetta er 5. sviðsmynd, eins og lýst er í kafla 6.3

sína kosti og galla, jafnt framboðs- (á landi) og eftirspurnarmegin (í skipum). Hagnýting er takmörkuð vegna orkupéttni, einkum með vetni en í minna mæli með ammóníaki. Hvort tveggja kallar á nákvæmar lausnir í hönnun til að tryggja öryggi um borð og samþætta eldsneytiskerfin um borð. Ef svo fer að ammóníak verður á endanum ekki talið nægilega öruggt eldsneyti fyrir fiskiskipaflotann, verður hlutdeild metanóls í samsetningu eldsneytis líklega hærri. Út frá sjónarmiðum hönnunar er auðveldara að koma metanóltækni við um borð í skipi. En við notkun bæði raf-metanóls og raf-gasólíu þarf koltvísýring og framleiðslukostnaður þeirra er meiri en vetnis eða raf-ammóníaks. Til að tryggja kolefnishlutleysi og að engin nettó losun verði af notkun þessara eldsneytistegunda, ef koltvísýringurinn kemur til dæmis frá verksmiðjum, þarf að fanga sama magn koltvísýrings og varðveita annars staðar. Hinn kosturinn er að koltvísýringurinn sé sóttur í lífmassa eða fangaður beint úr andrúmsloftinu (DAC).



Lækkun kolefnisnotkunar mun fylgja kostnaður og það verður að styðja skipaeigendur svo þeir ráði við þann kostnað. Þó niðurgreiðslur fjárfestinga séu mikilvægar til að draga úr fjárhagslegri áhættu við nýja hönnun skipa, mun aukinn rekstrarkostnaður vegna hærra verðs kolefnislauss eldsneytis gera erfitt um vik að tryggja hagnað án þess að hækka verð koltvísyrings eða að takmarka notkun jarðefnaeldsneytis.

Staða Íslands er einstök þar sem fiskiskip eru stærsti hluti siglingageirans. Þessu fylgir einnig erfitt viðfangsefni þegar kemur að því að taka í notkun tækni fyrir óhefðbundið eldsneyti, í ljósi þess hve langt fiskiskip sigla og hve ófyrirsjáanlegur tími úti á sjó getur verið. Styrkur til fjárfestinga, eins og hermt er eftir í þessari greiningu, getur dregið úr fjárhagslegri áhættu, og dýrmæta reynslu má fá með áframhaldandi tilraunaverkefnum með óhefðbundið eldsneyti í siglingum á komandi árum.

Ísland býr einnig að miklum orkuauðlindum og tiltölulega ódýru rafmagni. Það skiptir sköpum að taka með í reikninginn aðgang að eldsneyti, allt frá framleiðslu til dreifingar og töku eldsneytis, við skipulagningu verkefna með enga losun, í mun meira mæli en hefur verið með hefðbundnu eldsneyti sem er mun auðveldara að dreifa. Orkuskiptin krefjast þess að geta til framleiðslu rafeldsneytis verði aukin og samstarf yfir alla virðiskeðjuna skiptir því höfuðmáli. Aukna framleiðslu og eftirspurn þarf að samræma, því hvorugt er til staðar á Íslandi sem stendur. Þegar fyrstu tilraunaverkefnin hafa verið sett af stað er hægt að koma á markaði fyrir rafeldsneyti svo hægt verði að gera Ísland sjálfu sér nógt um orku. Enn fremur má í framtíðinni selja skipum, sem sigla milli landa heimsins og taka að öllu jöfnu eldsneyti í öðrum löndum, kolefnishlutlaust eldsneyti á Íslandi.

## 2 INNGANGUR

Ísland hefur sett sér það markmið með lögum að verða kolefnishlutlaust árið 2040. Helstu aðgerðir sem grípa þarf til eru hröð skipti í hreina orku í flutningum (Íslensk stjórnvöld 2020). Hægt er að ná kolefnishlutleysi þó sumir geirar muni ennþá losa kolefni, því aðrir geirar kunna að virka sem kolefnissvelgir. Ísland hefur einnig sett sér að ná því markmiði að 10% orku í siglingum verði endurnýjanleg fyrir árið 2030 og hyggst verða óháð jarðefnaeldsneyti fyrir árið 2050 (iðnaðar- og nýsköpunarráðuneyti, 2020).

Fiskveiðar standa fyrir meirihluta eldsneytisnotkunar og losunar úr siglingageira Íslands. Sá geiri hefur á síðustu áratugum dregið verulega úr eldsneytisnotkun sinni og sótspori (Umhverfisstofnun, 2018), en það þarf að koma til kolefnishlutlaust eldsneyti og tækni án losunar til að geirinn verði án kolefnislosunar. Til eru nokkrir hvatar og tækniþróunarverkefni sem gætu gert íslenskum og alþjóðlegum siglingageira kleift að færast í átt að því að losa ekkert kolefni, en það þarf að taka mörg skref áður en kolefnishlutlaust eldsneyti og tækni án losunar náí að þroskast, verði tæknilega fýsileg og mögulegur viðskiptalegur valkostur fyrir allar tegundir skipa og útgerðir. Það er líka erfitt verkefni að ná hröðum orkuskiptum í siglingageiranum vegna þess hve líftími skipa er langur.

Óvíst er hvaða eldsneyti muni koma í stað núverandi tegunda jarðefnaeldsneytis og hvaða leiðir verði líklegastar til að draga úr kolefnislosun íslenska siglingageirans. Til að rannsaka það hefur Samorka, í samvinnu við iðnaðar- og nýsköpunarráðuneytið, Faxaflóahafnir og Samtök fyrirtækja í sjávarútvegi fengið DNV til að þróa sviðsmyndir fyrir minnkun kolefnislosunar íslenska siglingageirans, lýsa flotanum og samsetningu orkugjafa fram til 2050 í þeim sviðsmyndum. Þar sem Ísland býr að miklum auðlindum til að framleiða endurnýjanlegt rafmagn, er mögulegt að framleiða þar kolefnishlutlaust rafeldsneyti eins og vetni og metanól. Einnig er hægt að auka framleiðslu lífdíselolíu á Íslandi. Á Íslandi er engin framleiðsla jarðefnaeldsneytis og því er það algerlega háð innflutningi. Skiptin í grænt eldsneyti gæti orðið til þess að Ísland verði sjálfu sér nógt um orku til nota í siglingageiranum. Markmið Íslands að vera kolefnishlutlaust 2040 og að verða óháð jarðefniseldsneyti 2050 er sá hvati sem drífur þessa greiningu. Greiningin byggir á opinberri spá um eldsneytisnotkun fyrir 2021-2050 og setur fram nokkrar leiðir til að draga úr kolefnislosun í siglingageiranum.

Skýrslan er samsett þannig: Eldsneytisnotkun og losun íslenska flotans í dag er lýst í 3. kafla. Í 4. kafla er fjallað um losunarmarkmið og hvata til að draga úr kolefnislosun í siglingum, jafnt á Íslandi sem á alþjóðavísu. Í 5. kafla er lýsing á grænum skipaeldsneytistegundum sem teknar eru fyrir í greiningunni og tækniþróun. Í 6. kafla er sett fram greining mögulegra sviðsmynda þegar nær dregur 2050, með áherslu á samsetningu orku og losunar, en fjallað er um óvissu í 7. kafla. Niðurstöður eru ræddar í 8. kafla.