



Orkuskipti

Áhrif orkuskipta á losun gróðurhúsalofttegunda

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2018-024 Dags: 9. febrúar 2018

Fjöldi síðna: 50

Upplag: 3

Dreifing:

- ☐ Birt á vef LV
- ☐ Opin
- ☒ Takmörkuð til

Titill: Orkuskipti. Áhrif orkuskipta á losun gróðurhúsalofttegunda

Höfundar/fyrirtæki: Efla Verkfræðistofa

Verkefnisstjóri: Jón Ingimarsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Efla verkfræðistofa tók í lok síðastliðins árs og í janúar saman gögn úr spám orkuspárnefndar um bæði eldsneytis- og raforkunotkun og setti upp sviðmyndir til að meta áhrif orkuskipta á losun gróðurhúsalofttegunda og raforkuþörf. Í skýrslunni eru birtar niðurstöður þessarar vinnu. Meðal annars er minni losun samkvæmt þessum sviðsmyndum borin saman við kröfur sem líklegt er að Ísland þurfi að mæta til að ná sameiginlegu markmiði Evrópusambandsins, Noregs og Íslands um 40% minni losun árið 2030 samanborið við árið 1990. Í skýrslunni er sjónum einkum beint að orkuskiptum í samgöngum á vegum og í fiski- og flutningaskipum, en einnig er fjallað um frekari möguleika á sviði iðnaðar og til að nýta rafmagn til skipa í höfnum. Í skýrslunni er bent á að miklu máli skiptir við mat á raforkuþörf hvort rafmagn verður notað beint á farartækin eða hvort það verður notað til að framleiða eldsneyti með tilheyrandi orkutapi.

Lykilorð: Orkuskipti, losun gróðurhúsalofttegunda, eldsneyti, raforkuþörf

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A blue ink signature, likely of Jón Ingimarsson, written over a horizontal line.

Orkuskipti

Áhrif orkuskipta á losun gró ðurhúsalofttegunda

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

SKJALALYKILL

1611-248-SKY-001-V01

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

/32

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUÐA

Jón Ingimarsson

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Jón Vilhjálmsson

LYKILORÐ

Orkuskipti, losun
gróðurhúsalofttegunda, eldsneyti

STAÐA SKÝRSLU

- ☐ Í vinnslu
- ☐ Drög til yfirlestrar
- ☒ Lokið

DREIFING

- ☐ Opin
- ☒ Dreifing með leyfi verkkaupa
- ☐ Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Orkuskipti. Áhrif orkuskipta á losun gróðurhúsalofttegunda

VERKHEITI

Orkuskipti á Íslandi

VERKKAUÐI

Landsvirkjun

HÖFUNDUR

Ágústa Loftsdóttir

ÚTDRÁTTUR

Í þessari skýrslu eru tekin saman áhrif orkuskipta á losun gróðurhúsategunda frá orkunotkun á Íslandi. Farið er eftir spám orkuspárnefndar um eldsneytis- og raforkunotkun og sviðsmyndum við Eldsneytisspá. Spárnar og sviðsmyndirnar gera ráð fyrir því að endurnýjanlegt eldsneyti komi að einhverju leyti í stað jarðefnaeldsneytis en ekki er tekin afstaða til þess hvaða eldsneyti eða orkugjafi það muni vera. Losun lífeldsneytis er töluvert meiri en losun vegna raforkunotkunar og er hvorutveggja gerð skil hér. Raforkuþörf vegna orkuskiptanna árið 2030 er gróflega metin.

Jafnframt er sjónum beint að eldsneytisnotkun í iðnaði og hversu miklu orkuskipti þar muni skila í samdrætti í losun.

ÚTGÁFUSAGA

NR.	HÖFUNDUR	DAGS.	RÝNT	DAGS.	SAMÞYKKT	DAGS.
01	Ágústa Loftsdóttir	08.01.18	Jón Vilhjálmsón	09.01.18	Jón Vilhjálmsón	16.01.18

SAMANTEKT

Í þessari skýrslu eru tekin saman áhrif orkuskipta á losun gróðurhúsategunda frá orkunotkun á Íslandi. Farið er eftir spám orkuspárnefndar um eldsneytis- og raforkunotkun og sviðsmyndum við Eldsneytisspá. Spárnar og sviðsmyndirnar gera ráð fyrir því að endurnýjanlegt eldsneyti komi að einhverju leyti í stað jarðefnaeldsneytis en ekki er tekin afstaða til þess hvaða eldsneyti eða orkugjafi það muni vera. Losun lífeldsneytis er töluvert meiri en losun vegna raforkunotkunar og er hvorutveggja gerð skil hér. Raforkupörf vegna orkuskiptanna árið 2030 er gróflega metin.

Jafnframt er sjónum beint að eldsneytisnotkun í iðnaði og hversu miklu orkuskipti þar muni skila í samdrætti í losun.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	5
1 INNGANGUR	10
2 „BUSINESS AS USUAL“ SVIÐSMYND	13
2.1 Eldsneytisnotkun í BAU sviðsmynd	13
2.2 Losun í BAU sviðsmynd	18
3 SVIÐSMYND 1	21
3.1 Eldsneytisnotkun í sviðsmynd 1	21
3.2 Losun í sviðsmynd 1	22
4 SVIÐSMYND 2	25
4.1 Eldsneytisnotkun í sviðsmynd 2	25
4.2 Losun í sviðsmynd 2	26
5 SVIÐSMYND 3	29
5.1 Eldsneytisnotkun í sviðsmynd 3	29
5.2 Losun í sviðsmynd 3	30
6 SAMANBURÐUR SVIÐSMYNDNA	33
6.1 Raforkunotkun í orkuskiptum	33
6.2 Losun	35
7 ORKUSKIPTI Í IÐNAÐI	38
7.1 Fiskimjölsverksmiðjur	38
7.2 Losun frá öðrum iðnaði	40
8 RAFORKUNOTKUN SKIPA Í HÖFNUM	42
9 HEIMILDASKRÁ	45

MYNDASKRÁ

Mynd 1	Orkuinnihald jarðefnaeldsneytis sem notað er á Íslandi	14
Mynd 2	Notkun annarar orku í stað jarðefnaeldsneytis miðað við orkuinnihald jarðefnaeldsneytisins sem aðrir orkugjafar kom í staðinn fyrir	15
Mynd 3	Eldsneytisnotkun árið 2005 sem heyrir ekki undir ETS kerfið	16
Mynd 4	Eldsneytisnotkun árið 2015 sem heyrir ekki undir ETS kerfið	16
Mynd 5	Eldsneytisnotkun árið 2030 sem heyrir ekki undir ETS kerfið	17
Mynd 6	Eldsneytisnotkun árið 2050 sem heyrir ekki undir ETS kerfið	17
Mynd 7	Losun vegna jarðefnaeldsneytisnotkunar í geirum utan ETS kerfisins	18
Mynd 8	Losun vegna endurnýjanlegs eldsneytis sem kemur í stað jarðefnaeldsneytis í BAU sviðsmynd	19
Mynd 9	Losun vegna raforku sem kemur í stað jarðefnaeldsneytis í BAU sviðsmynd	19
Mynd 10	Breyting eldsneytisnotkunar í samgöngum á landi í sviðsmynd 1	22
Mynd 11	Losun vegna jarðefnaeldsneytis utan ETS í Sviðsmynd 1	23
Mynd 12	Losun vegna endurnýjanlegs eldsneytis í Sviðsmynd 1	23
Mynd 13	Losun vegna raforku í Sviðsmynd 1	24
Mynd 14	Breyting eldsneytisnotkunar í samgöngum á landi í sviðsmynd 2	26
Mynd 15	Losun vegna jarðefnaeldsneytis utan ETS í sviðsmynd 2	27
Mynd 16	Losun vegna endurnýjanlegs eldsneytis í sviðsmynd 2	27
Mynd 17	Losun vegna raforku í sviðsmynd 2	28
Mynd 18	Breyting eldsneytisnotkunar skipa í sviðsmynd 3	30
Mynd 19	Losun jarðefnaeldsneytis utan ETS kerfisins í sviðsmynd 3	31
Mynd 20	Losun endurnýjanlegs eldsneytis í sviðsmynd 3	31
Mynd 21	Losun raforku í sviðsmynd 3	32
Mynd 22	Samanburður losunar sviðsmynda fyrir notkun utan ETS árið 2030 þar sem gert er ráð fyrir endurnýjanlegu eldsneyti sem öðrum orkugjöfum	35
Mynd 23	Samanburður losunar sviðsmynda fyrir notkun utan ETS 2030 þar sem gert er ráð fyrir raforku sem öðrum orkugjöfum	36
Mynd 24	Orkunotkun fiskimjölsverksmiðja og loðnuafli	39
Mynd 25	Losun CO ₂ ígilda frá fiskimjölsverksmiðjum	39
Mynd 26	Notkun olíu í öðrum iðnaði en fiskimjölsverksmiðjum	40
Mynd 27	Losun CO ₂ ígilda frá öðrum iðnaði en fiskimjölsverksmiðjum	41
Mynd 28	Raforkunotkun skipa í höfnum frá tengingu við dreifikerfi raforku	42
Mynd 29	Mat á aflþörf skemmtiferðaskipa í landi	43
Mynd 30	Fjöldi skemmtiferðaskipa árið 2016	44
Mynd 31	Raforkunotkun skipa í höfnum frá landtengingu skv. spá orkuspárnefndar	44

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1	Notkunarflokkar innan og utan ETS kerfisins	11
Tafla 2	Orkuþörf bifreiða og tækja vegna annarra orkugjafa en olíu	34
Tafla 3	Orkuþörf skipa vegna annarra orkugjafa en olíu	35
Tafla 4	Samanburður losunar í sviðsmyndum ef aðrir orkugjafar eru raforka	36

Tafla 5	Samanburður losunar í sviðsmyndum ef aðrir orkugjafar eru endurnýjanlegt eldsneyti _____	36
Tafla 6	Nokkrar sviðsmyndir eru hér teknar saman í eina _____	37
Tafla 7	Losun fiskimjölsverksmiðja á hvert hráefnistonn _____	38
Tafla 8	Losun olíu sem brennd er í olíukatli og ef notuð væri raforka _____	41

1 INNGANGUR

Orkuvinnsla og notkun er helsta ástæða myndunar gróðurhúsalofttegunda í andrúmslofti jarðar. Hér á landi er hlutur þessa þáttar minni en víða annars staðar þar sem raforkuvinnsla og hitun húsnæðis hér á landi veldur litlum útblæstri gróðurhúsalofttegunda en orkunotkun veldur 37% af heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi. Þar er losun vegna notkunar jarðefnaeldsneytis langstærsti hlutinn.

Ísland hefur staðfest Parísarsamninginn, en markmið hans er að halda hnattrænni hlýnun undir 2,0°C miðað við upphaf iðnbyltingarinnar, en jafnframt er leitast við að halda hlýnuninni undir 1,5°C.

Losun vegna flugstarfsemi er utan samningsins, en gert er ráð fyrir því að Alþjóðaflugmálastofnunin setji markmið þar. Í Parísarsamningnum er löndunum gert að setja sín eigin markmið sem samtals eiga að ná þessu marki.

Ísland, Noregur og ESB ríkin hafa sett sér sameiginlegt landsmarkmið, sem er að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda um 40% miðað við losunina árið 1990. Jafnframt hefur ESB gefið út tillögu að því hvernig eigi að ná þessu markmiði, en það er í tveimur liðum. Í fyrsta lagi skal draga úr losun um 43% árið 2030 frá iðnaði sem fellur undir ETS kerfið svokallaða, miðað við árið 2005. Einnig skal draga úr losun um 30% frá uppsprettum sem ekki falla undir ETS kerfið, aftur miðað við árið 2005. Þetta eru markmið sem gilda fyrir ESB ríkin, Ísland og Noreg í heild, en á ekki endilega við um hvert ríki fyrir sig.

ETS kerfið er kvótakerfi Evrópusambandsins þar sem settur er sameiginlegur kvóti sem svo minnkar ár frá ári. Þau fyrirtæki sem falla undir ETS kerfið geta ýmist keypt kvóta eða farið í aðgerðir til að draga úr losun. Þannig er markmiðið að draga úr losun innan ETS kerfisins í heild sinni um 43%, en það þarf ekki endilega að eiga við um losun á Íslandi. Þau fyrirtæki á Íslandi sem eru innan ETS kerfisins geta valið um það að halda losun óbreyttri eða jafnvel auka við og kaupa kvóta á móti, draga úr losun til að mæta minnkuðum kvóta eða draga enn frekar úr losun og selja sinn umfram kvóta.

ETS kerfið nær yfir staðbundinn iðnað, flugsamgöngur og nú, frá síðustu áramótum, skipasamgöngur skipa sem eru yfir 5000 GT. Fyrir Ísland þýðir þetta að orkufrekur iðnaður fellur undir ETS, einstaka smærri iðnaðarfyrirtæki og flugsamgöngur. Engin skip munu vera skráð á Íslandi sem ná stærðarmörkunum.

Þó almennu viðmið Evrópusambandsins séu þekkt, er ekki búið að semja um hlutdeild hvers ríkis svo ekki er vitað hver krafan á Ísland verður. Umhverfisstofnun segir á vef sínum að líklegt sé að krafa á

Ísland, vegna uppspretta utan ETS kerfisins, verði á bilinu 35-40% árið 2030 miðað við árið 2005. Tafla 1 dregur saman þessar upplýsingar.

Þar sem ekki er búið að semja um þetta atriði, liggur ekki fyrir nákvæm áætlun hins opinbera um það hvernig eigi að ná markmiði Parísarsamningsins, eða hvernig skipting á milli einstakra geira verði. Það sem liggur fyrir er að það verður unnið eftir áætlun ESB.

TAFLA 1 Notkunarflokkar innan og utan ETS kerfisins ásamt markmiðum ESB og Parísarsamningsins sjást hér.

	NOTKUNARFLOKKAR ¹	TILLAGA ESB	LANDSMARKMIÐ VEGNA PARÍSARSAMNINGS
Innan ETS kerfisins	Flug Orkufrekur iðnaður Skip stærri en 5000 GT	43% m.v. 2005	
Utan ETS kerfisins	Bifreiðar og tæki Skip smærri en 5000 GT Iðnaður Annað	30% m.v. 2005 Líklega 35-40% fyrir Ísland	40% m.v. 1990

Hér á eftir verður losun Íslands árið 2030 vegna orkunotkunar skoðuð í því samhengi að samdráttur í losun þurfi að vera á bilinu 30 - 40% árið 2030 miðað við losun 2005.

Í þessari skýrslu er verið að skoða losun vegna orkunotkunar eingöngu og rétt er að hafa í huga að þó heildarskuldbinding Íslands verði e.t.v. 40% samdráttur í losun þarf það ekki að gilda um losun vegna orkunotkunar. Bæði geta aðrir geirar tekið á sig hlutfallslega meiri eða minni samdrátt, og svo mun binding vegna landgræðslu og skógræktar teljast með.

Jafnframt verður í skýrslunni heldur litið til losunar utan ETS kerfisins en innan, enda er kvóta ETS kerfisins ekki stýrt frá Íslandi. Íslensk stjórnvöld þurfa að sjá til þess að sú losun sem er utan við ETS kerfið dragist saman í samræmi við Parísarsamninginn, en sú kvöð er ekki á stjórnvöldum varðandi losun innan ETS kerfisins.

Það er gagnlegt að skoða spá um eldsneytisnotkun fyrir árið 2030 og bera saman við notkunina eins og hún var árið 2005. Eldsneytisspá 2016 - 2050 gerir ráð fyrir áframhaldandi svipaðri þróun þjóðfélagsins eins og raun hefur verið undanfarin ár, þ.e. hún er svokölluð „business as usual“ eða BAU sviðsmynd. Spáin segir því hvernig staðan verði að því gefnu að til engra stjórnvaldsaðgerða verði gripið umfram það sem þegar hefur verið gert.

Niðurstöður eldsneytisspárinnar eru teknar hér saman, sem og niðurstöður sviðsmynda við spána, sviðsmynd 1, 2 og 3. Sviðsmynd 1 gerir ráð fyrir áherslu á rafbíla og þéttingu byggðar. Sviðsmynd 2 gerir ráð fyrir auknu gjaldi af jarðefnaeldsneyti ásamt hækkandi söluskyldu endurnýjanlegs eldsneytis. Sviðsmynd 3 gerir ráð fyrir áherslu á endurnýjanlegt eldsneyti á skip og rafvæðingu báta. Niðurstöður þeirra eru svo reiknaðar yfir í losun og bornar saman við líkleg landsmarkmið vegna Parísarsamningsins.

Losunin er reiknuð með því að nota losunarstuðla sem gefnir eru upp í National Inventory Report fyrir 2017, en orkuinnihald eldsneytisins og aðrar viðmiðanir koma úr reglugerð nr. 750/2013 um viðmiðanir í sjálfbærri lífildsneytisframleiðslu. Eldsneytisnotkun kemur úr eldsneytisspá 2015 - 2050 og

¹ Þetta er nokkuð gróf flokkun. Einstaka smærri iðnaðarfyrirtæki falla undir ETS kerfið auk stóriðjunnar.

sviðsmyndum við spána. Gert er ráð fyrir því að nýtni raforku í samgöngum m.v. fljótandi eldsneyti sé 2,5 og nýtni eldsneytis við varmaframleiðslu sé 0,85 m.v. raforku.

2 „BUSINESS AS USUAL“ SVIÐSMYND

BAU sviðsmynd, eða „business as usual“ gerir ráð fyrir eðlilegri þróun mannfjölda, hagvaxtar og tækni, en að engar breytingar verði á stefnu stjórnvalda, skattaumhverfi og þess háttar. Jafnframt er ekki gert ráð fyrir neinum stórum nýfjárfestingum eða stóráföllum. Það er að segja, BAU sviðsmynd eldsneytisspárinnar segir okkur hvernig eldsneytisnotkun muni þróast að öllu óbreyttu.

2.1 Eldsneytisnotkun í BAU sviðsmynd

Árið 2005 var heildarnotkun jarðefnaeldsneytis á Íslandi, án notkunar sem fellur undir ETS kerfið, um 643 kílótonn olúígilda. Þetta samsvarar losun upp á 1.959 kílótonn CO₂-ígilda.

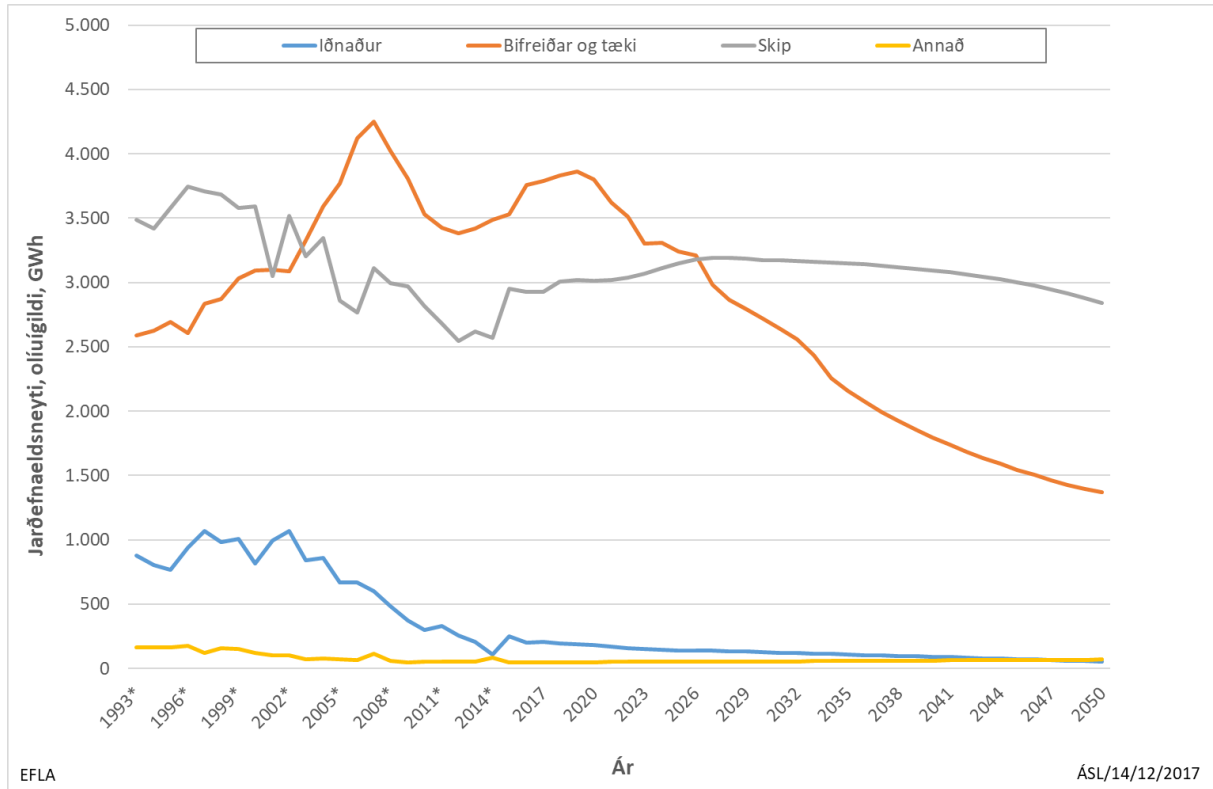
Eldsneytisspá 2016-2050 gerir ráð fyrir því að heildarnotkunin, án notkunar sem fellur undir ETS kerfið, verði 529 þúsund tonn olúígilda árið 2030. Þetta samsvarar losun upp á 1.614 kílótonn CO₂-ígilda sem er lækkun um 18% frá árinu 2005. Ef ná ætti 40% samdrætti frá árinu 2005 mætti losunin ekki vera meiri en 1.176 kílótonn CO₂-ígilda. Ef horft væri til 30% samdráttar, mætti losunin vera 1.353 kílótonn CO₂-ígilda.

Í eldsneytisspá 2016-2050 er gert ráð fyrir að aðrir orkugjafar komi í stað jarðefnaeldsneytis að einhverju leyti á spátímabilinu. Hins vegar er ekki tekið til hvers konar orkugjafar það verða. Ljóst er að kolefnisspor raforku unninni á Íslandi er með því minnsta sem gerist, eða 10,1 gCO₂-ígildi/kWh. Til samanburðar er kolefnisspor einnar kílóvattstundar af raforku framleiddri með dísilolíu 790 gCO₂-ígildi. Kolefnisspor annars endurnýjanlegs eldsneytis liggur þarna á milli. Kolefnisspor einnar kílóvattstundar af varma sem unninn er með dísilolíu er 266 gCO₂-ígilda.

Heildarlosun frá orkugeiranum árið 2030 er því hærri en losunin frá jarðefnaeldsneytinu einu saman. Hversu mikið hærri fer eftir þeim orkugjafa sem kemur í stað jarðefnaeldsneytisins. Í reglugerð um viðmiðanir í sjálfbærri lífelsesneytisframleiðslu kemur fram að allt lífelsesneyti frá nýjum verksmiðjum sem framleitt er eftir 2018 skuli í það minnsta draga úr losun um 60% miðað við jarðefnaeldsneyti.

BAU sviðsmyndin gerir ráð fyrir að aukning notkunar á jarðefnaeldsneyti á Íslandi á næstu áratugum sé að langmestu leyti í millilandaflugi, en sú notkun heyrir undir ETS kerfið. BAU sviðsmyndin gerir jafnframt ráð fyrir því að í stóriðju verði lítil breyting.

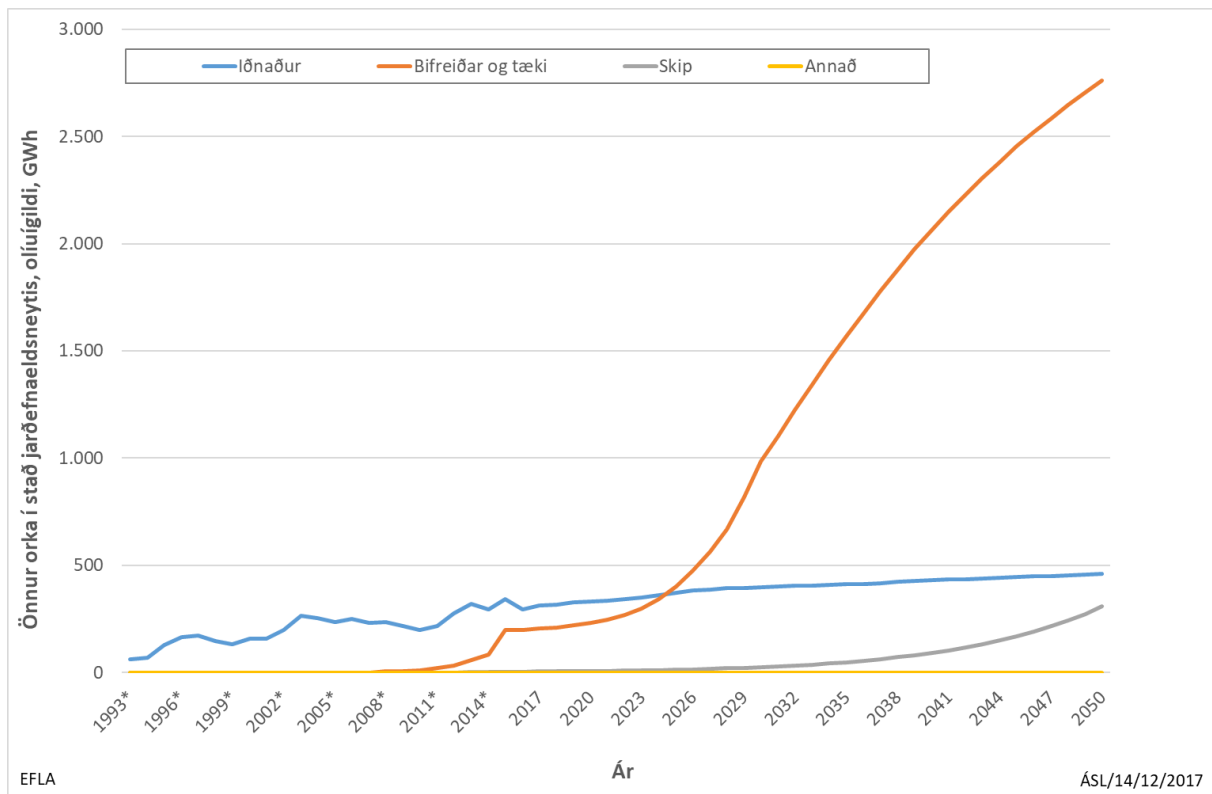
Mynd 1 sýnir þróun notkunar á jarðefnaeldsneyti í þeim flokkum sem falla ekki undir ETS kerfið þar sem orkuinnihald eldsneytisins er sýnt og notuð er orkueiningin GWh². Stærsta breytingin þar er samdráttur í notkun bifreiða og tækja. BAU sviðsmyndin gerir ráð fyrir lítilli breytingu á olíunotkun skipa, en að olíunotkun í iðnaði og öðrum geirum dragist heldur saman. Í iðnaði er einkum verið að tala um fiskimjölsverksmiðjur sem fara yfir á raforku, en það er fjallað sérstaklega um þær í kafla 6.



MYND 1 Orkuinnihald jarðefnaeldsneytis sem notað er á Íslandi. Tölur fyrir árin 1993-2015 eru rauntölur.

Í notkunarflokkinum „bifreiðar og tæki“ er gert ráð fyrir því að aðrir orkugjafar komi að stórum hluta í stað jarðefnaeldsneytisins, sjá mynd 2.

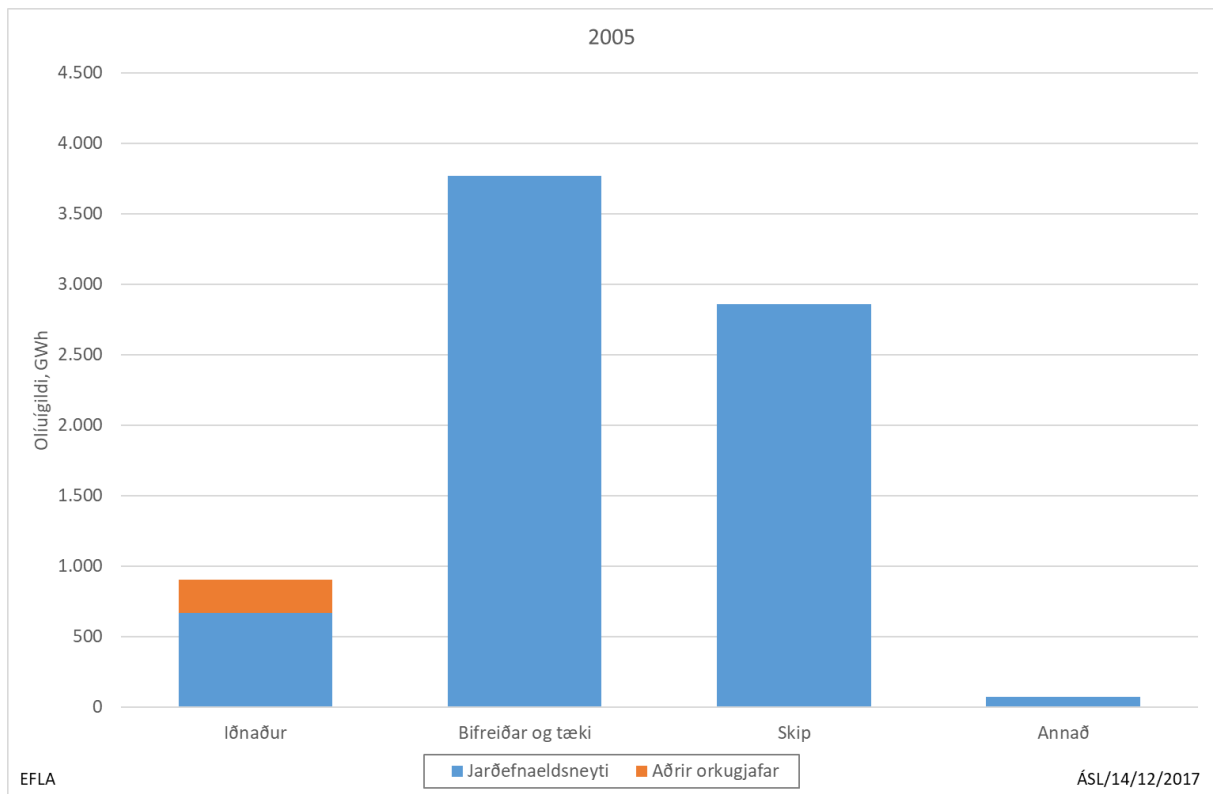
² Magneining orku skv. SI kerfinu er Joule en hér er notuð Wh þar sem flestir hafa betri tilfinningu fyrir þeirri einingu þar sem hún er oftast notuð þegar verið er að tala um raforku.



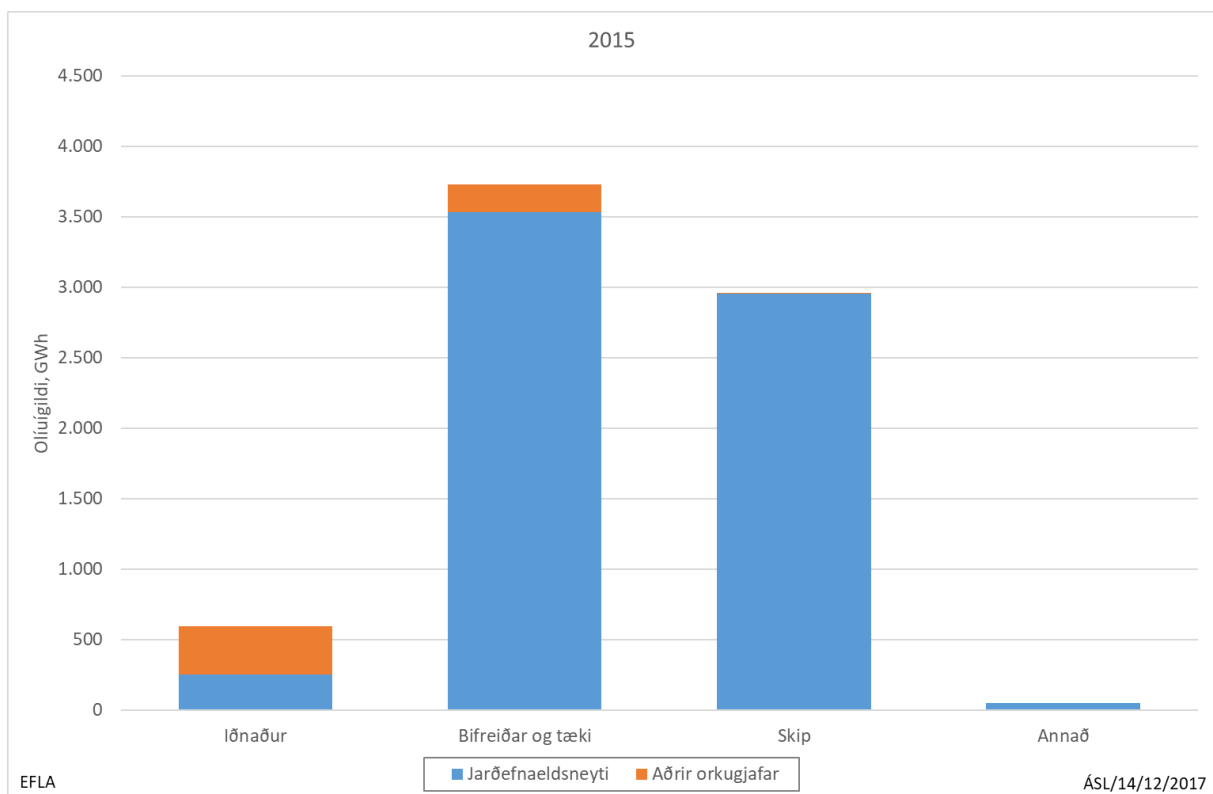
MYND 2 Notkun annarar orku í stað jarðefnaeldsneytis miðað við orkuinnihald jarðefnaeldsneytisins sem aðrir orkugjafar kom í staðinn fyrir. Tölur fyrir árin 1993-2015 eru rauntölur.

Á mynd 2 þar sem sýnd er þróun annarra orkugjafa eru orkugildin miðuð við orkuinnihald olíu, þ.e. þar sést magn olíunnar sem ekki er notuð (vegna þess að aðrir orkugjafar komu í staðinn). Þessar tölur þarf að túlka með varúð, annars geta þær gefið skakka mynd af orkuþörfinni. Það er vegna þess að orkuþörfin gjörbreytist eftir því hvaða orkugjafi kemur í stað olíunnar þar sem nýting orkunnar er mismunandi eftir orkugjöfum. Til dæmis er gert ráð fyrir því að notkun bifreiða og tækja á öðrum orkugjöfum árið 2030 sé rétt tæplega 1.000 GWh. En væru bílarnir og tækin rafknúin, þ.e. rafbílarnir búnir rafhlöðum og rafmóturum, væri raforkuþörfin töluvert minni enda eru rafmótorar mun nýtnari en sprengihreyflar. Þetta er nokkuð misjafnt eftir tegundum hreyfla og mótorar, en hér er miðað við að nýtnihlutfall rafmótora sé 2,5 miðað við sprengihreyfla. Það þýðir að raforkuþörfin væri nálægt 400 GWh. Á hinn bóginn er hægt að hugsa sér að bílarnir og tækin væru knúin tilbúnu eldsneyti, til dæmis metanóli eða DME (Dimethyl Ether) sem eru framleidd úr vatni, koldíoxíði og raforku. Vegna þess að framleiðslan á metanóli og DME er orkufrek, gæti raforkuþörfin til þeirrar framleiðslu verið tvöföld uppgefin orkuþörf annarra orkugjafa. Farið er betur í þetta í kafla 6, sjá töflur 2 og 3.

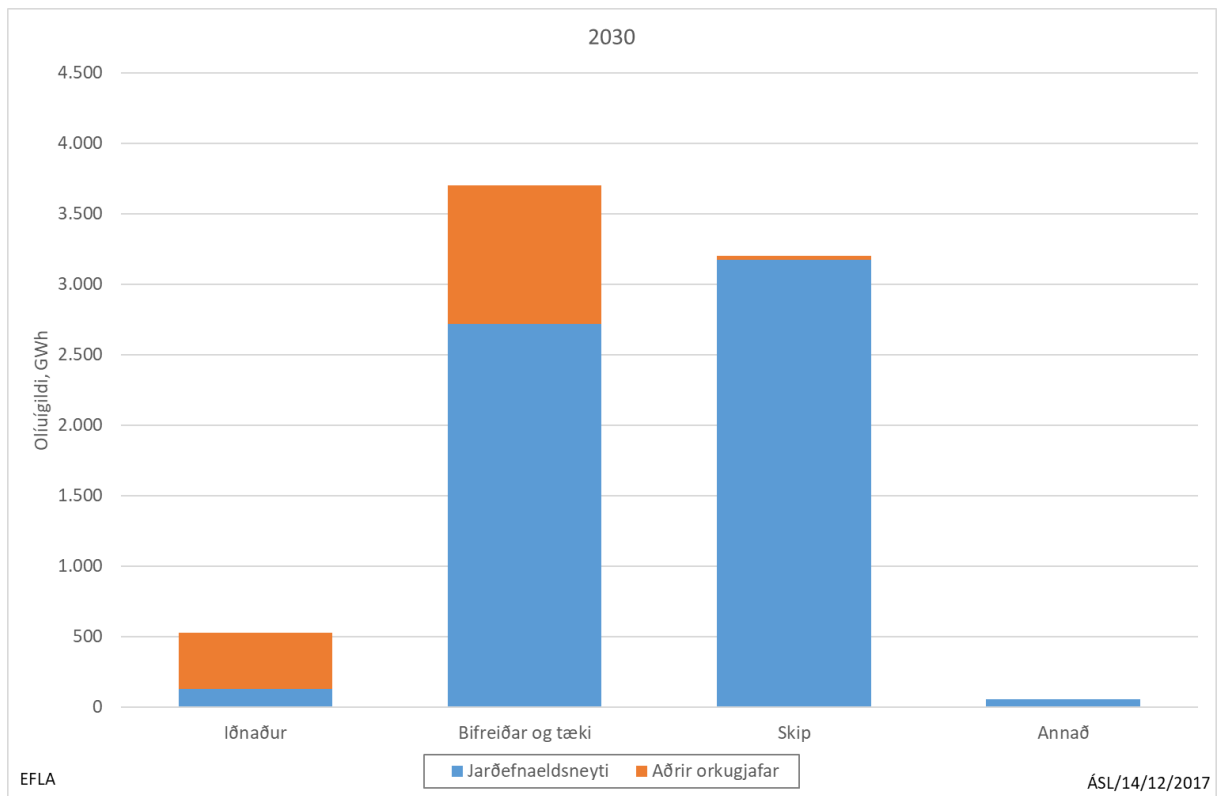
Þegar þróun eldsneytisnotkunar sem er utan við ETS kerfið er skoðuð, kemur í ljós að heildarnotkun jarðefnaeldsneytis dregst heldur saman fram til 2050 og aðrir orkugjafar koma í staðinn. Þetta sést vel á myndum 3 til 6. Þar er eldsneytisnotkun árána 2005, 2015, 2030 og 2050 skipt niður eftir helstu notkunarflokkum, án þeirra flokka sem falla undir ETS kerfið. Tölurnar sem þar eru sýndar eru í olíuálgildum, þ.e. orkuinnihaldi olíu sem þyrfti til að anna þessum markaði.



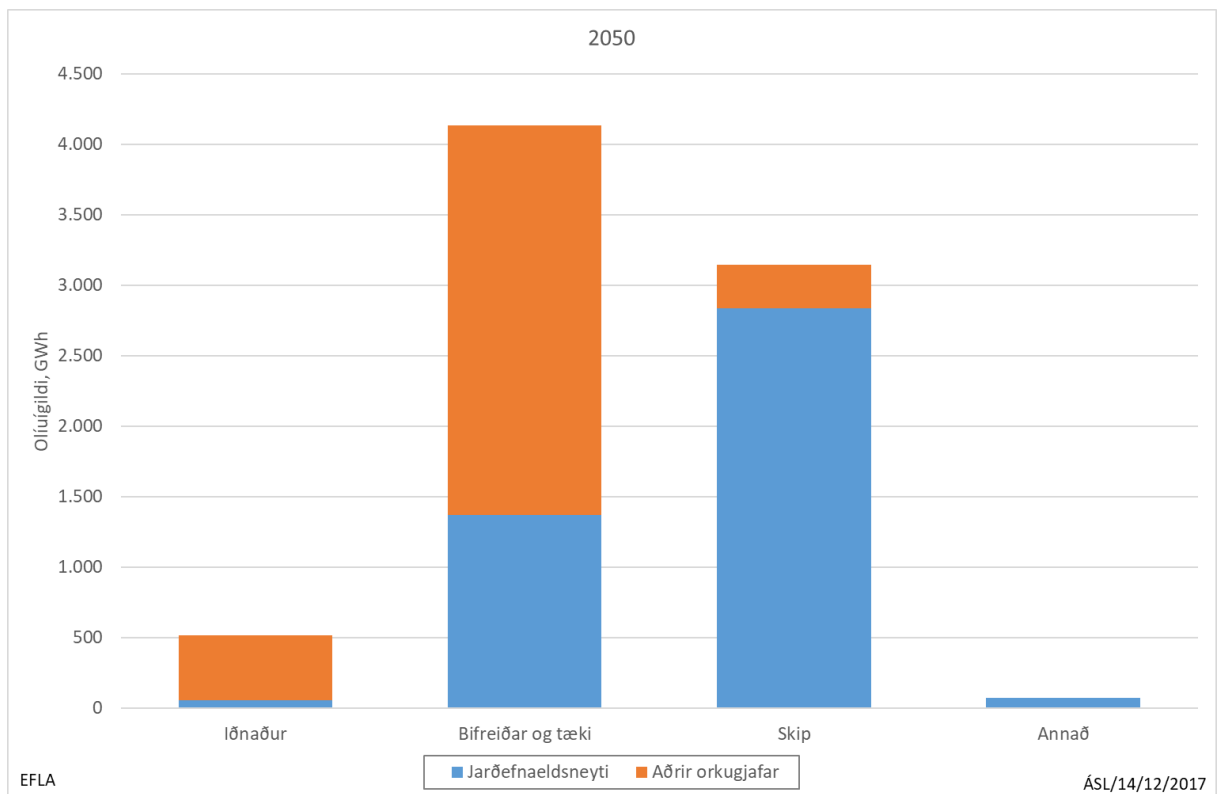
MYND 3 Eldsneytisnotkun árið 2005 sem heyrir ekki undir ETS kerfið. Tölur eru rauntölur.



MYND 4 Eldsneytisnotkun árið 2015 sem heyrir ekki undir ETS kerfið. Tölur eru rauntölur.



MYND 5 Eldsneytisnotkun árið 2030 sem heyrir ekki undir ETS kerfið. Tölur eru spá, BAU sviðsmynd.



MYND 6 Eldsneytisnotkun árið 2050 sem heyrir ekki undir ETS kerfið. Tölur eru spá, BAU sviðsmynd.

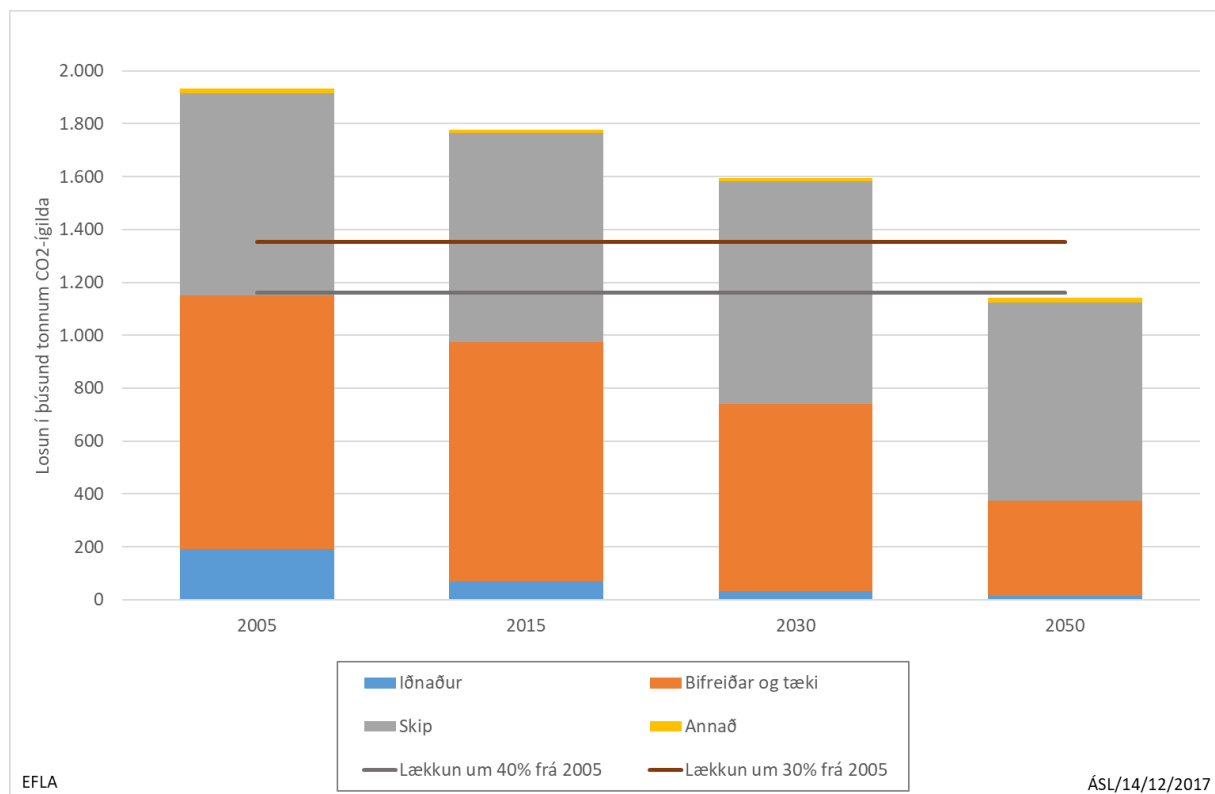
2.2 Losun í BAU sviðsmynd

Orkuskipti gera það að verkum að losun gróðurhúsalofttegunda þróast ekki eins og orkunotkunin. Erfitt er að greina nákvæmlega hver áhrifin verða, þar sem ekki er vitað hvaða orkugjafar munu koma í staðinn fyrir olíuna. Þó má setja ákveðið hámark og lágmark. Ef allir „aðrir orkugjafar“ væru raforka, myndi losun þeirra verða mjög lítil, enda er kolefnisspor raforku á Íslandi með því minnsta sem gerist, eða 10,1 gCO₂-ígilda/kWh, auk þess sem nýtni rafmótora er töluvert betri en sprengihreyfla. Lifeldsneyti og tilbúnu eldsneyti eru settar ákveðnar skorður til þess að það teljist endurnýjanlegt. Eftir 2018 þarf allt endurnýjanlegt eldsneyti að draga úr losun um að minnsta kosti 50% miðað við jarðefnaeldsneyti og allt endurnýjanlegt eldsneyti sem framleitt er úr nýjum verksmiðjum um 60%.

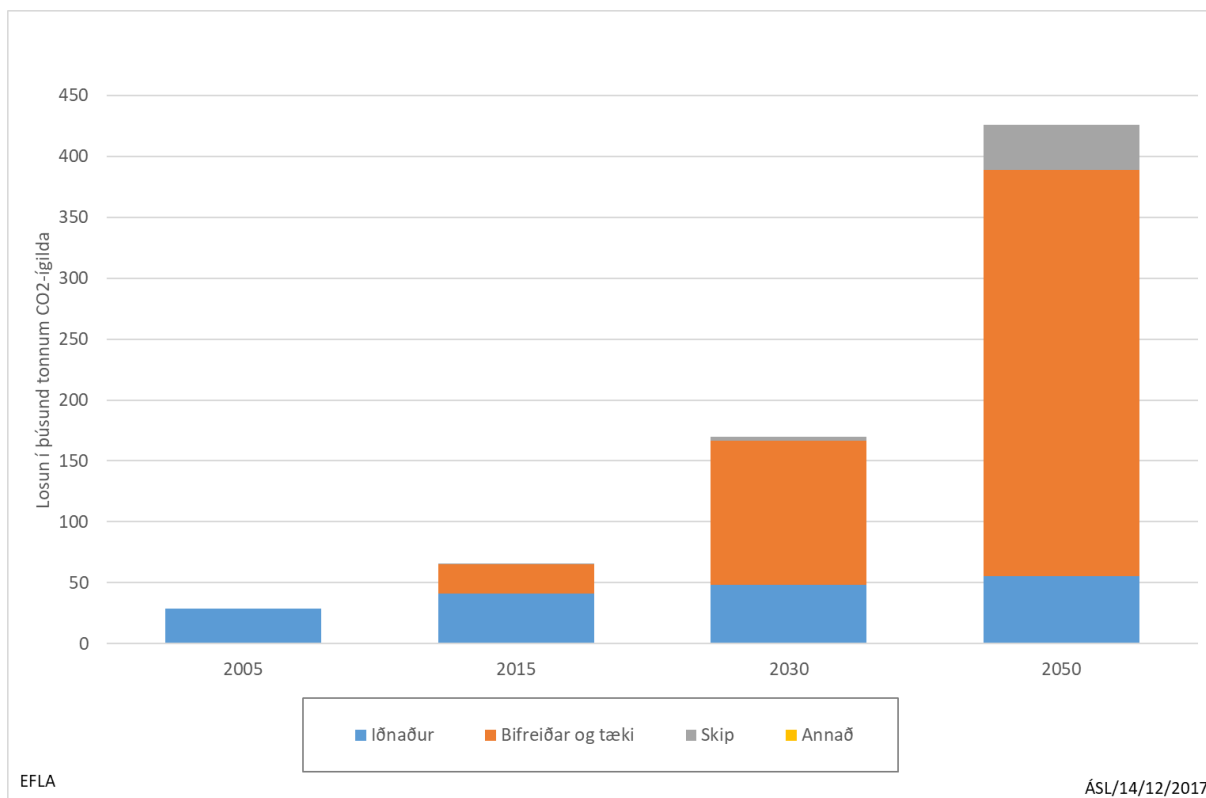
Það er því eðlilegt að gera ráð fyrir því að hámarkslosun endurnýjanlegs eldsneytis sé 40% af losuninni ef notað væri jarðefnaeldsneyti, sérstaklega þegar litið er til ársins 2030.

Í BAU sviðsmyndinni er gert ráð fyrir að töluvert af öðrum orkugjöfum komi í stað jarðefnaeldsneytis, einkum í iðnaði og á bifreiðar og tæki.

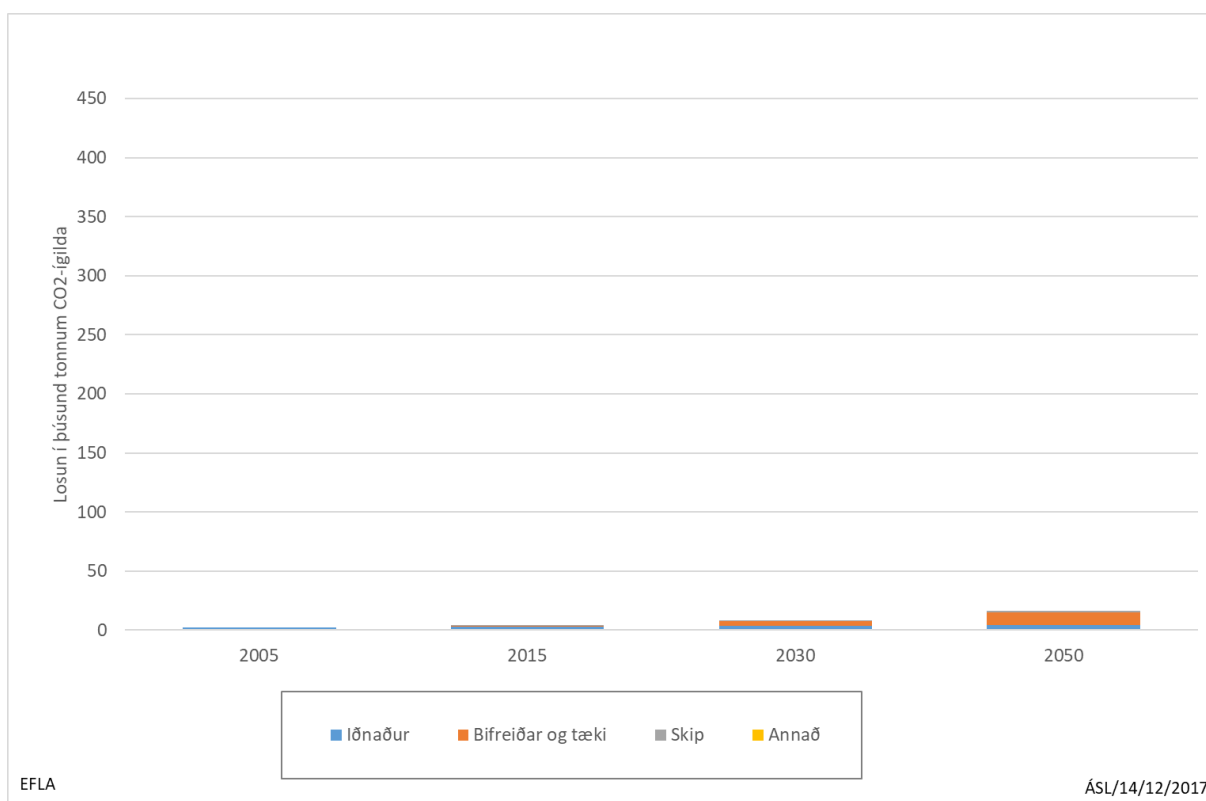
Á mynd 7 sést losun vegna jarðefnaeldsneytis í þeim geirum sem eru utan við ETS. Til viðmiðunar er einnig hver losunin yrði ef hún minnkaði um 30% og 40%, en líklegt er að landsmarkmið Íslands verði á því bili.



MYND 7 Losun vegna jarðefnaeldsneytisnotkunar í geirum utan ETS kerfisins. Tölur fyrir 2005 og 2015 eru rauntölur en fyrir 2030 og 2050 eru spágildi, BAU sviðsmynd.



MYND 8 Losun vegna endurnýjanlegs eldsneytis sem kemur í stað jarðefnaeldsneytis í BAU sviðsmynd. Tölur fyrir 2005 og 2015 eru reiknuð gildi byggð á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 9 Losun vegna raforku sem kemur í stað jarðefnaeldsneytis í BAU sviðsmynd. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi, BAU sviðsmynd.

Auk þeirrar losunar sem kemur til vegna jarðefnaeldsneytis, þá verður einhver losun vegna annarra orkugjafa sem koma í stað jarðefnaeldsneytis. Á mynd 8 sést losun annarra orkugjafa ef endurnýjanlegt eldsneyti með hámarks leyfilega losun kæmi í stað jarðefnaeldsneytis að því marki sem gert er ráð fyrir í BAU sviðsmyndinni og á mynd 9 sést sama losun ef raforka kæmi í staðinn.

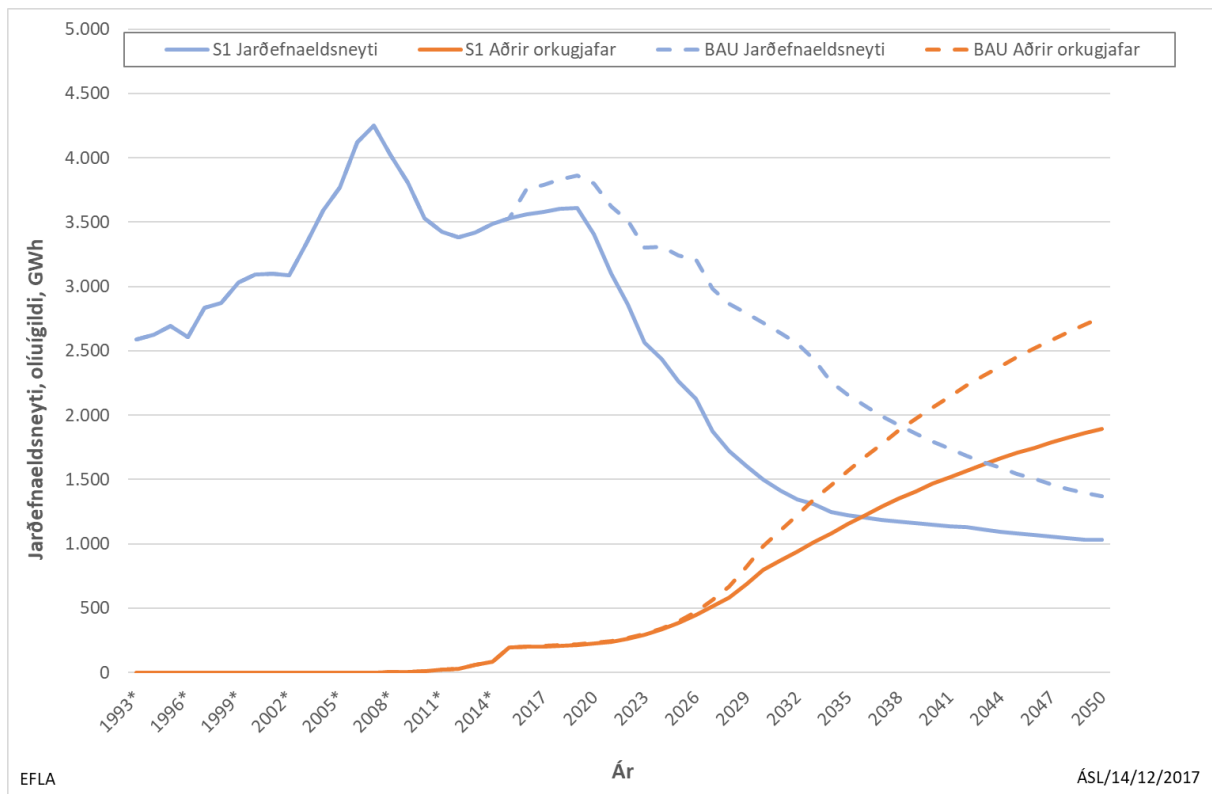
Greinilegt er, að markmiðum þeim sem líklegt er að Ísland setji fyrir árið 2030 verður ekki náð við óbreytt ástand, hvað varðar losun sem er utan ETS kerfisins. Samkvæmt BAU sviðsmynd eldsneytisspárinnar gæti þessum markmiðum verið náð tæplega tuttugu árum seinna ef ekki verður ráðist í neinar sértækar aðgerðir umfram það sem þegar hefur verið gert, en það fer þó eftir losun þeirra orkugjafa sem koma í stað jarðefnaeldsneytisins. Það er að segja, valið á endurnýjanlegu orkugjöfunum – hvort það verður endurnýjanlegt eldsneyti með hámarks leyfilega losun eða endurnýjanleg raforka með lægstu mögulega losun – getur ráðið úrslitum um það hvort markmiðin nást og þá hvenær.

3 SVIÐSMYND 1

Í sviðsmynd 1 er gert ráð fyrir þéttingu byggðar og kröfu um aukna notkun endurnýjanlegra orkugjafa í akstri fólksbíla umfram það sem gert er ráð fyrir í BAU sviðsmynd. Samhliða þéttingu byggðar er gert ráð fyrir að samdráttur verði í akstri þar sem almenningssamgöngur eigi eftir að verða hagkvæmari og aðrir ferðamátar eins og t.d. hjólréiðar, vinsælli. Einnig er gert ráð fyrir að stjórnvöld beiti sér fyrir því að frá og með 2020 noti nánast allir nýir fólksbílar endurnýjanlegt eldsneyti að einhverju lágmarki. Niðurstaða sviðsmyndar 1 er að slík krafa hraðar verulega orkuskiptum í samgöngum á landi og dregur að sama skapi úr notkun jarðefnaeldsneytis.

3.1 Eldsneytisnotkun í sviðsmynd 1

Sterkustu áhrifin af sviðsmynd 1 er orkusparnaðurinn, en bæði jarðefnaeldsneytisnotkun og notkun annarra orkugjafa dragast saman í samgöngum á landi. Engin áhrif eru á aðra notkunarflokk. Mynd 10 sýnir muninn á sviðsmynd 1 og BAU sviðsmynd fyrir samgöngur á landi. Samdrátturinn í jarðefnaeldsneyti er mestur um miðbik tímabilsins, en samdrátturinn í öðrum orkugjöfum miðað við BAU sviðsmynd eykst jafnt og þétt allt tímabilið. Þessi sviðsmynd hraðar orkuskiptum í samgöngum auk þess sem orkunýting batnar.



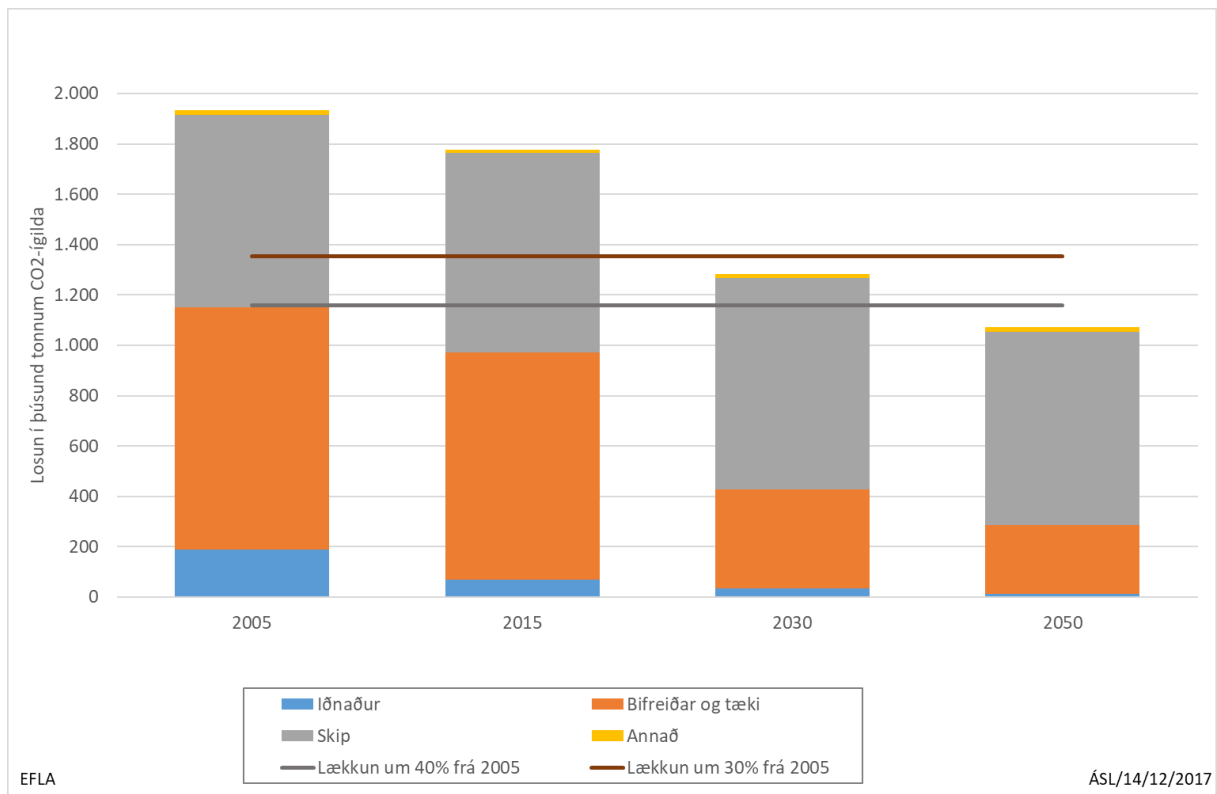
MYND 10 Breyting eldsneytisnotkunar í samgöngum á landi í sviðsmynd 1 miðað við BAU sviðsmynd. Eldsneytisnotkun í öðrum notkunarflokkum er óbreytt.

3.2 Losun í sviðsmynd 1

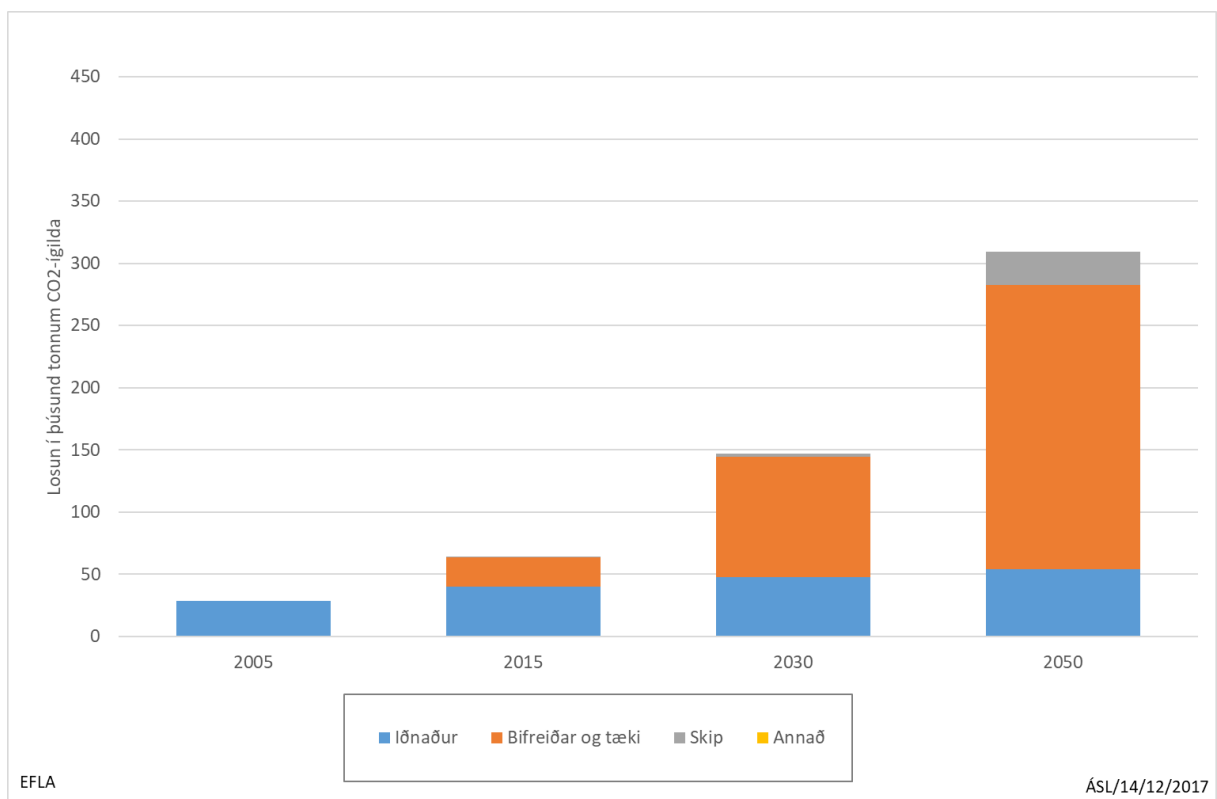
Samdráttur í heildarorkunotkun veldur því að losunin dregst saman miðað við BAU sviðsmynd, þó er þessi samdráttur líklega ekki nægur einn og sér til þess að ná væntanlegu landsmarkmiði. Mynd 11 sýnir losun utan ETS kerfisins í sviðsmynd 1. Losun innan ETS kerfisins er óbreytt og er því ekki fjallað frekar um hana hér.

Á mynd 11 sést að ef krafan um minnkun losunar í þeim geirum sem stjórnvöld bera ábyrgð á væri 30%, myndu aðgerðir þessarar sviðsmyndar einnar og sér nægja til þess að losun vegna jarðefnaeldsneytis færi undir markmiðið. Losun frá öðrum orkugjöfum, sem koma í stað jarðefnaeldsneytis á bíla, myndi þá ráða úrslitum um það hvort markmiðið næðist eða ekki. Í kafla 6 eru sviðsmyndirnar bornar saman og fjallað er frekar um þetta atriði.

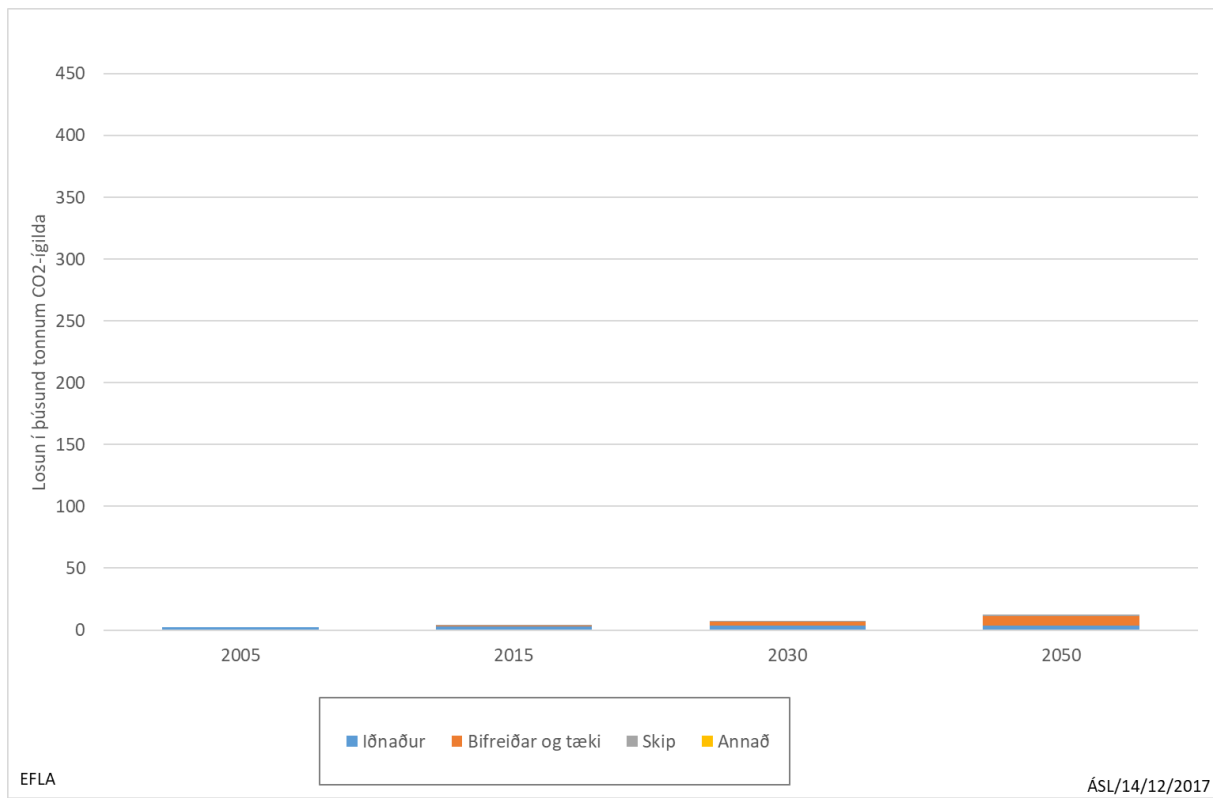
Myndir 12 og 13 sýna losun frá öðrum orkugjöfum sem koma í stað jarðefnaeldsneytis. Á mynd 12 sést losunin ef endurnýjanlegt eldsneyti með hámarks leyfilega losun kæmi í stað jarðefnaeldsneytis að því marki sem gert er ráð fyrir í sviðsmynd 1, og mynd 13 sýnir losunina ef raforka kæmi í staðinn.



MYND 11 Losun vegna jarðefnaeldsneytis utan ETS í Sviðsmynd 1. Tölur fyrir 2005 og 2015 eru rauntölur en fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 12 Losun vegna endurnýjanlegs eldsneytis í Sviðsmynd 1. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 13 Losun vegna raforku í Sviðsmynd 1. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.

4 SVIÐSMYND 2

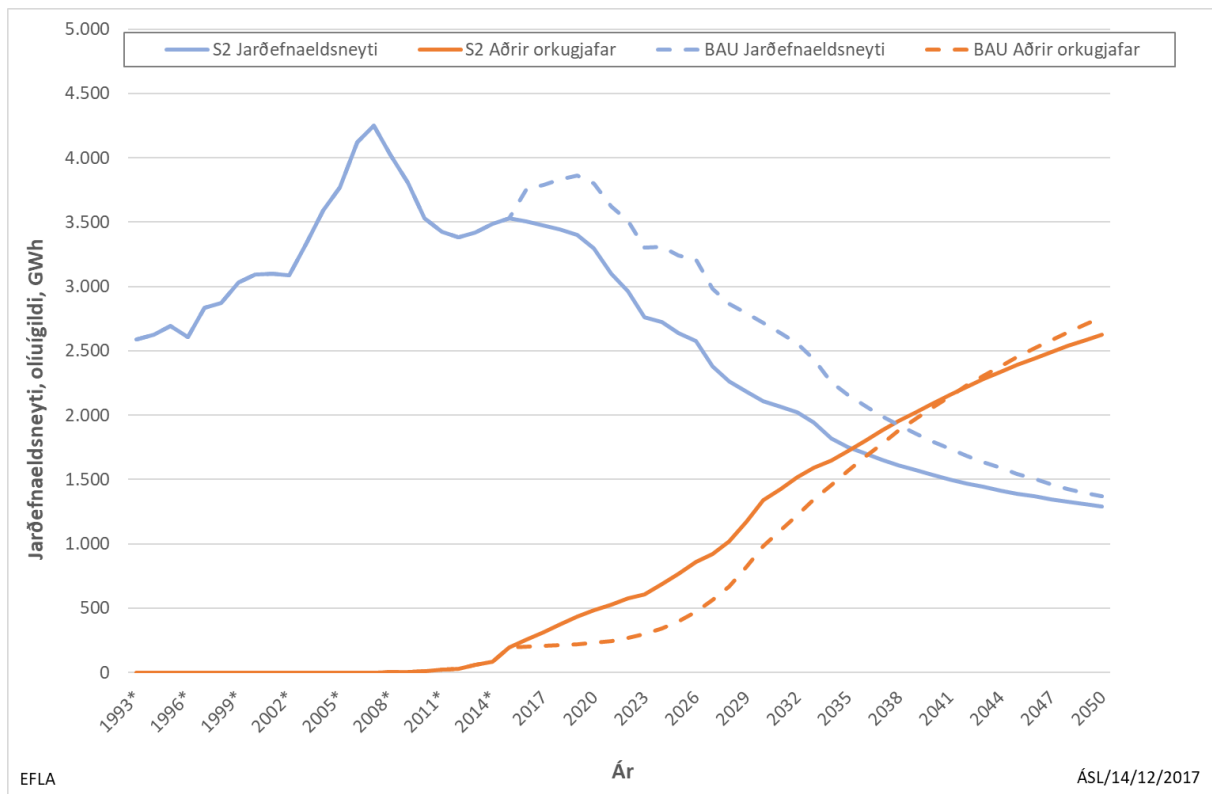
Sviðsmynd 2, líkt og sviðsmynd 1, skoðar samgöngur á landi. Í þessari sviðsmynd eru könnuð áhrif þess að stjórnvöld stuðli að aukinni notkun endurnýjanlegs eldsneytis með aukinni söluskyldu á því og leggi á hærri skatt á notkun jarðefnaeldsneytis í samgöngum á landi.

4.1 Eldsneytisnotkun í sviðsmynd 2

Núverandi söluskylda á endurnýjanlegu eldsneyti til samgangna á landi kveður á um að 5% af þeirri orku sem söluaðilar eldsneytis selji til samgangna á landi verði að vera af endurnýjanlegum uppruna. Í sviðsmynd 2 er gert ráð fyrir að stjórnvöld hækki hlutdeild, eða söluskyldu, hins endurnýjanlega eldsneytis úr núverandi hlutdeild í 30% hlutdeild árið 2030 og er miðað við línulega breytingu yfir þetta tímabil. Til samanburðar gerir BAU sviðsmyndin ráð fyrir óbreyttu ástandi, þ.e. 5% söluskyldu.

Í sviðsmynd 2 er einnig gert ráð fyrir að eldsneytisverð hækki um 10 kr. á hvern lítra umfram verðið í BAU sviðsmynd á spátímanum. Í líkani orkuspárnefndar leiðir hærra eldsneytisverð til minni aksturs og tilhneigingu neytenda til að kaupa frekar sparneytnari bíla miðað við BAU sviðsmynd.

Niðurstaða sviðsmynda 2 er að hækkun jarðefnaeldsneytisverðs leiði til minni notkunar, en það er töluvert minni samdráttur í heildarnotkun en í sviðsmynd 1, þar sem áherslan var á þéttingu byggðar og minni ferðaþörf. Notkun annarra orkugjafa í stað jarðefnaeldsneytis eykst, sérstaklega snemma á spátímabilinu, miðað við BAU sviðsmynd. Þetta sést vel á mynd 14, sem sýnir muninn á eldsneytisnotkun í samgöngum á landi í sviðsmynd 2 og BAU sviðsmynd.



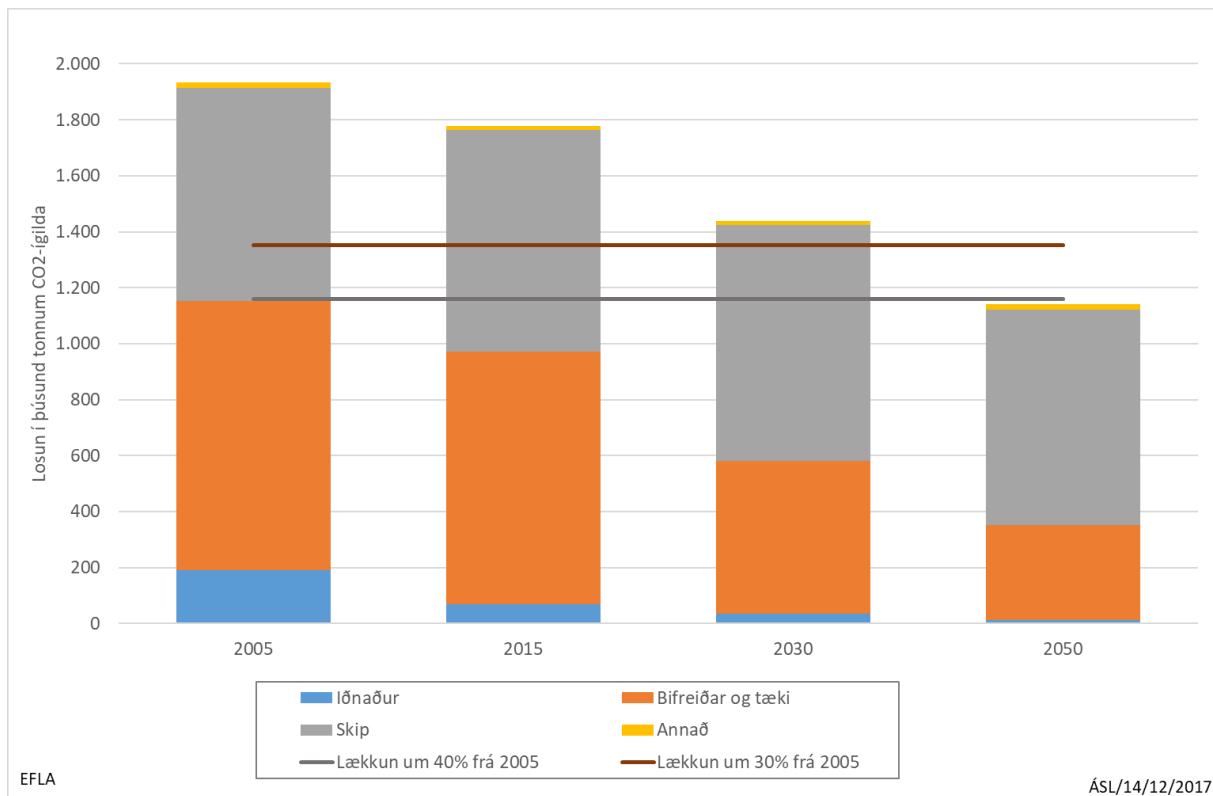
MYND 14 Breyting eldsneytisnotkunar í samgöngum á landi í sviðsmynd 2. Eldsneytisnotkun í öðrum notkunarflokkum er óbreytt.

4.2 Losun í sviðsmynd 2

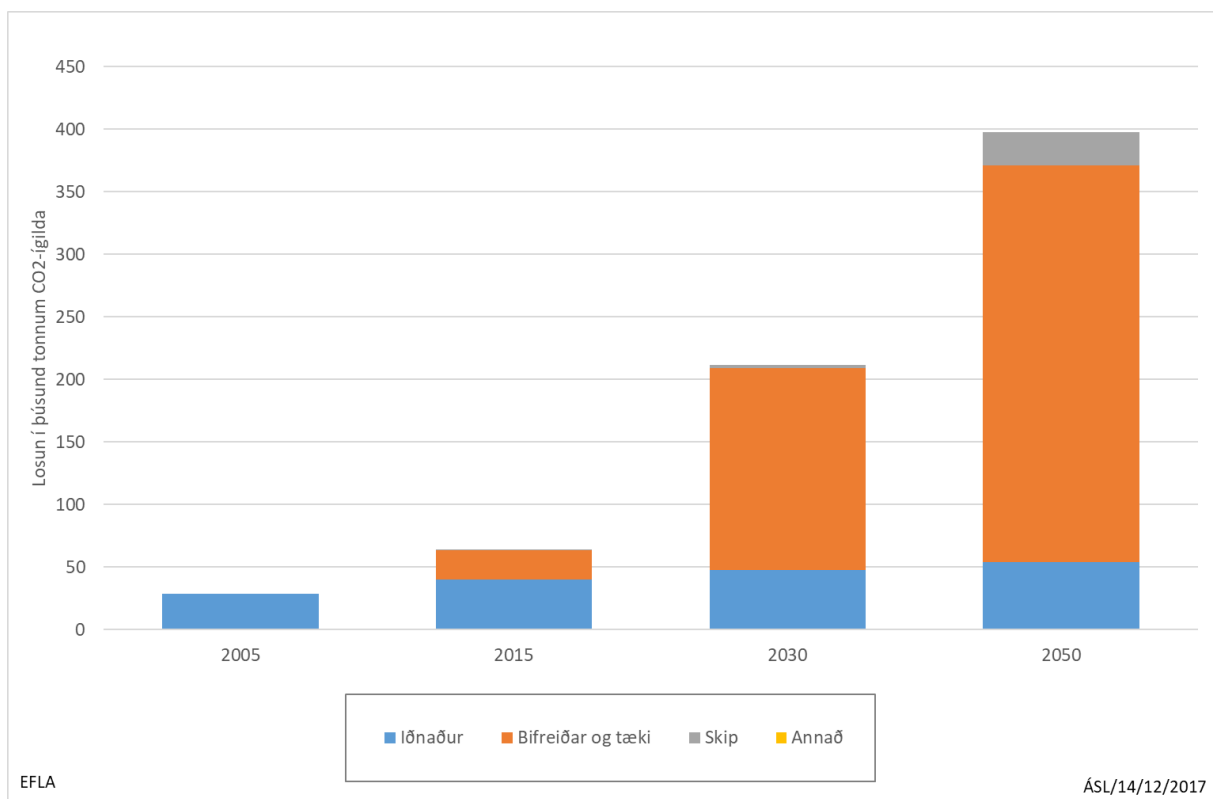
Samdráttur í heildareldsneytisnotkun og aukin notkun endurnýjanlegs eldsneytis veldur því að losunin dregst saman miðað við BAU sviðsmynd, þó, líkt og áður, er þessi samdráttur ekki nægur einn og sér til þess að ná væntanlegu landsmarkmiði. Mynd 15 sýnir losun utan ETS kerfisins í sviðsmynd 2. Losun innan ETS kerfisins er óbreytt og er því ekki fjallað frekar um hana hér.

Á mynd 15 sést að aðgerðir þessarar sviðsmyndar einnar og sér nægja ekki til að uppfylla kröfurnar um minnkun í losun, þar sem losun vegna jarðefnaeldsneytis eru yfir líklegu markmiði árið 2030. Í kafla 6 eru sviðsmyndirnar bornar saman og fjallað er frekar um þetta atriði.

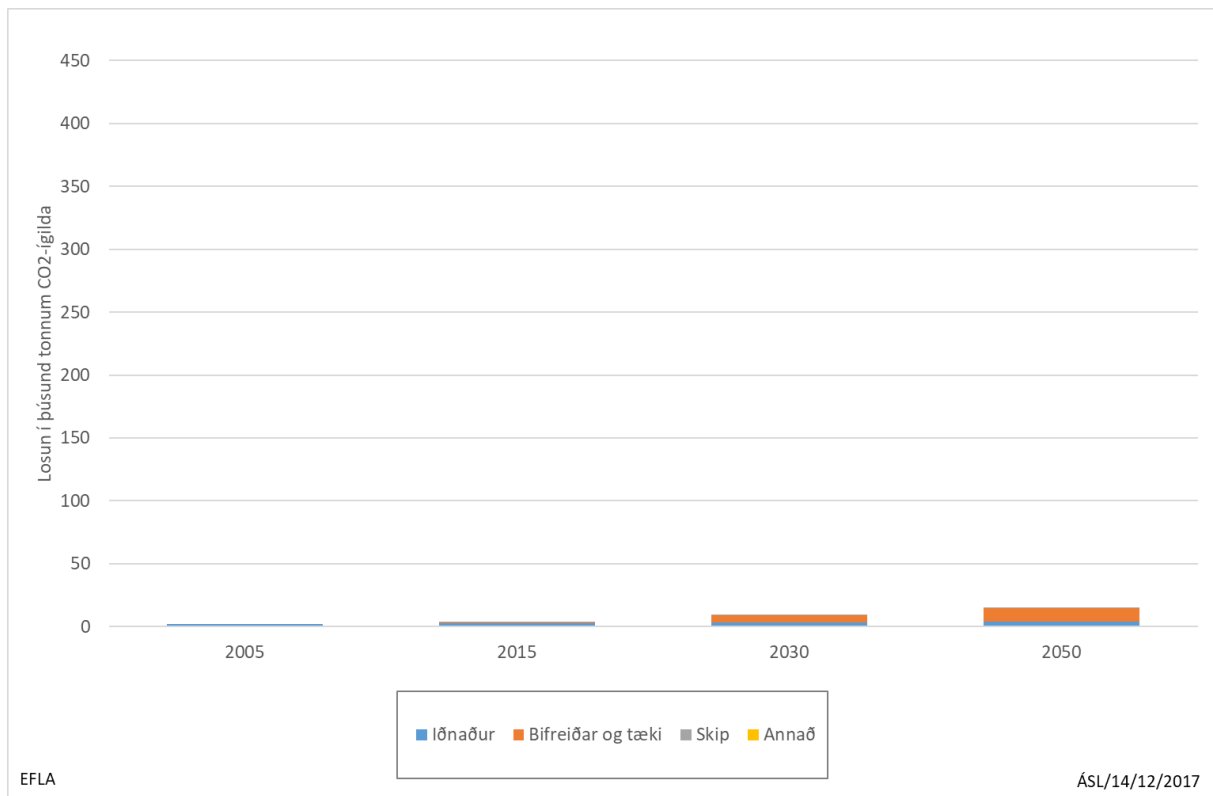
Myndir 16 og 17 sýna losun frá öðrum orkugjöfum sem koma í stað jarðefnaeldsneytis. Á mynd 16 sést losunin ef endurnýjanlegt eldsneyti með hámarks leyfilega losun kæmi í stað jarðefnaeldsneytis að því marki sem gert er ráð fyrir í sviðsmynd 2, og mynd 17 sýnir losunina ef raforka kæmi í staðinn.



MYND 15 Losun vegna jarðefnaeldsneytis utan ETS í sviðsmynd 2. Tölur fyrir 2005 og 2015 eru rauntölur en fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 16 Losun vegna endurnýjanlegs eldsneytis í sviðsmynd 2. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 17 Losun vegna raforku í sviðsmynd 2. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.

5 SVIÐSMYND 3

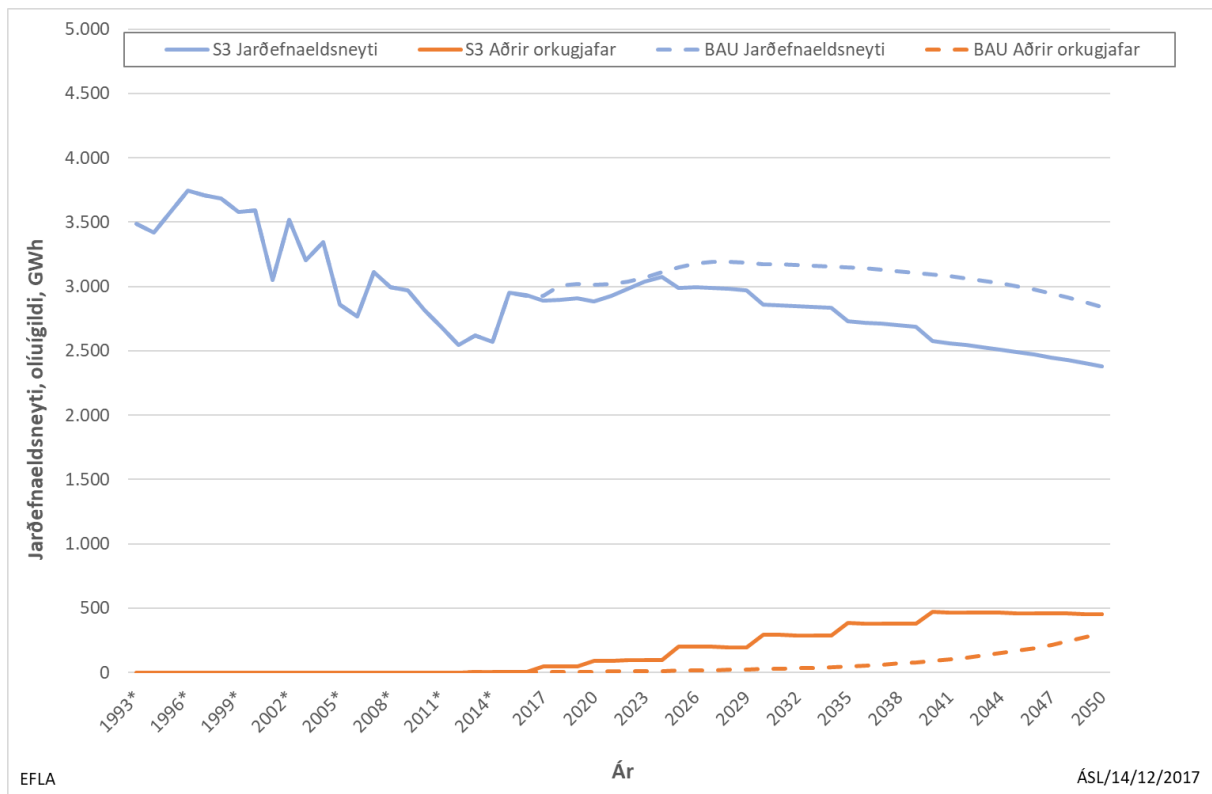
Í sviðsmynd 3 er gert ráð fyrir að stjórnvöld stuðli að notkun annarra orkugjafa en jarðefnaeldsneytis í sjávarútvegi og að þessar aðgerðir bætist við það sem þegar er gert og er lýst í BAU sviðsmynd.

Gert er ráð fyrir að hagkvæmni raforkunotkunar til fiskveiða aukist fyrir tilstilli bæði hærri skatta á notkun jarðefnaeldsneytis og einnig vegna ívilnana frá stjórnvöldum vegna kaupa á rafgeymum og vélum sem nýta raforku við fiskveiðar. Sú aðgerð hefst strax og hefur áhrif allt tímabilið. Ekki er gert ráð fyrir því að raforka nýtist að verulegu leyti á stærri skip, en verði frekar notuð á minni báta og að 50% báta nýti raforku í lok spátímabilsins.

Einnig er gert ráð fyrir að komið verði á söluskyldu á endurnýjanlegu eldsneyti fyrir alla orkusölu til fiskiskipa. Gert er ráð fyrir að hlutdeild hins endurnýjanlega eldsneytis verði 2,5% á ári frá 2017 til 2020 af heildarorkunotkun. Á tímabilinu 2020 til 2025 verður hlutdeildin 5% og hækkar um fimm prósentustig eftir það á fimm ára fresti fram til 2040 þegar hún verður 25%. Frá 2040 og út spátímann helst hlutdeildin óbreytt.

5.1 Eldsneytisnotkun í sviðsmynd 3

Niðurstaða sviðsmyndar 3 er að dragi úr notkun jarðefnaeldsneytis á skip og aukning verði í notkun annarra orkugjafa í stað jarðefnaeldsneytis, sjá mynd 18. Fyrst í stað verða áhrifin þó lítil.



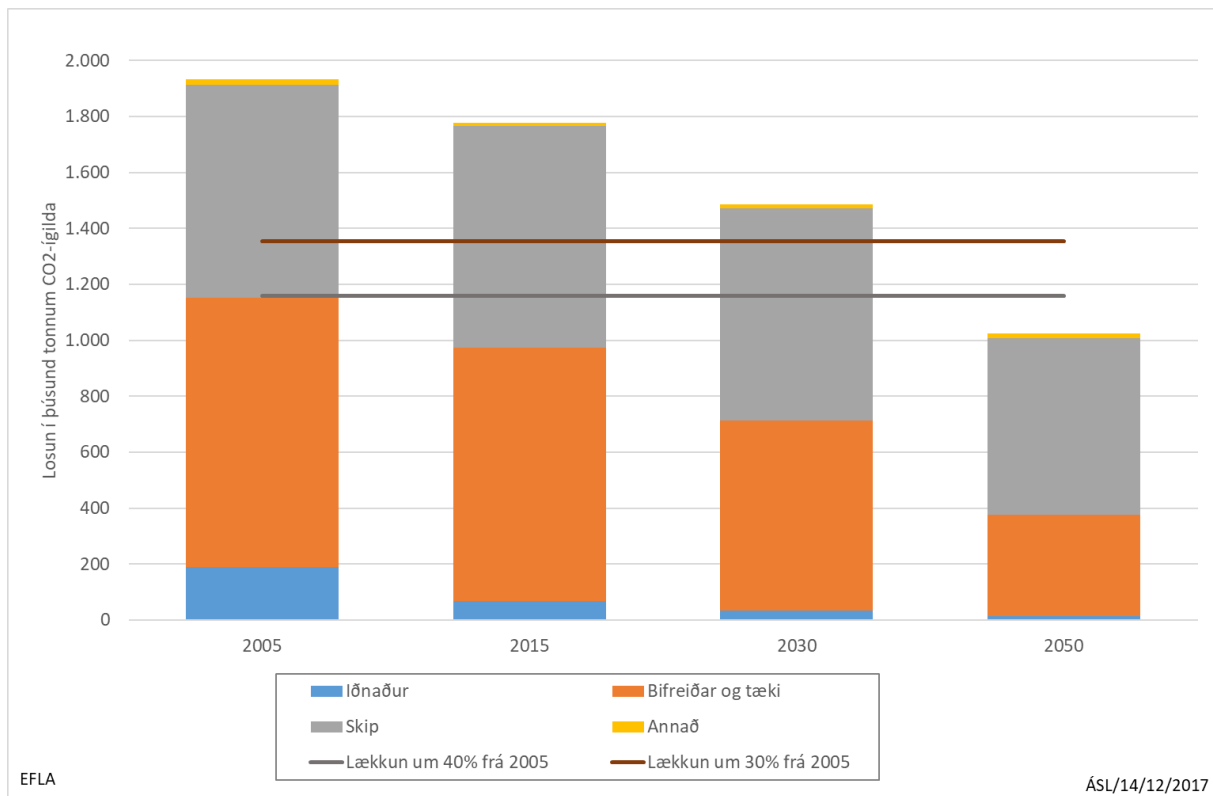
MYND 18 Breyting eldsneytisnotkunar skipa í sviðsmynd 3 miðað við eldsneytisnotkun skipa í BAU sviðsmynd. Eldsneytisnotkun í öðrum notkunarflokkum er óbreytt.

5.2 Losun í sviðsmynd 3

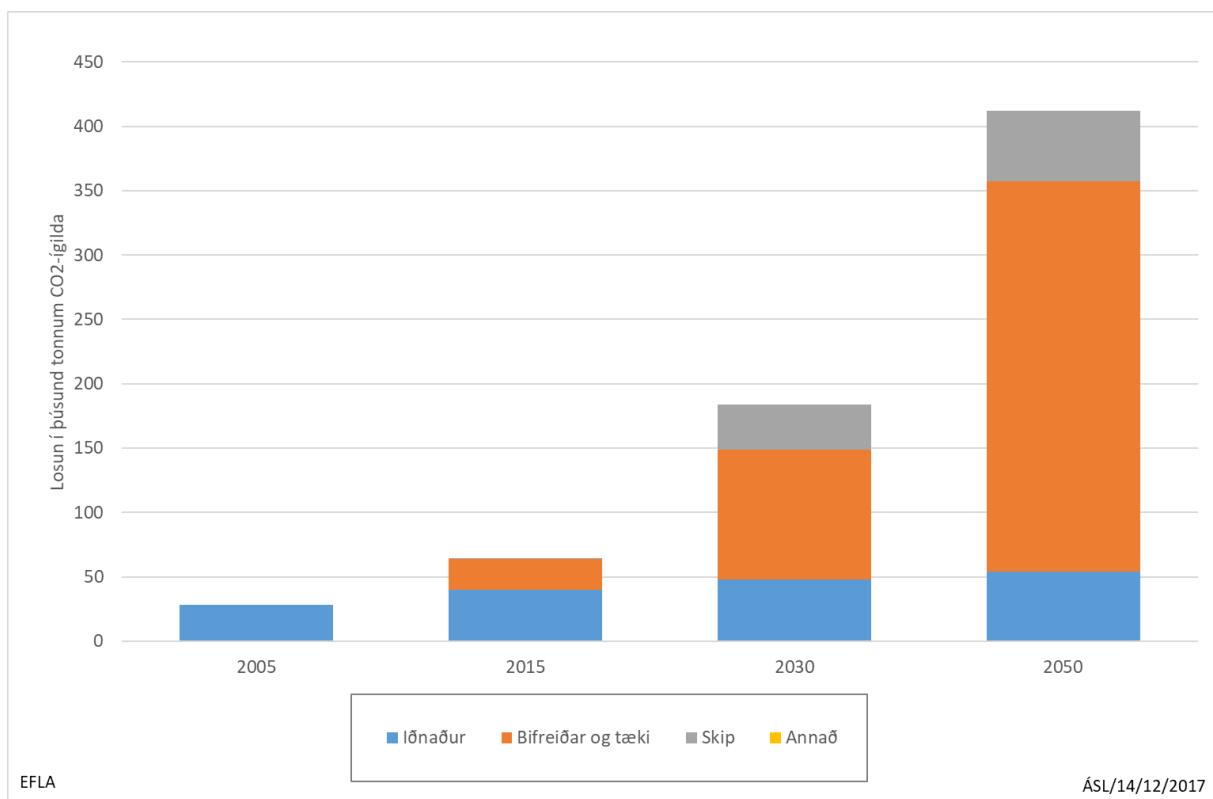
Samdráttur í heildareldsneytisnotkun og aukin notkun á öðrum orkugjöfum veldur því að losunin dregst saman miðað við BAU sviðsmynd, þó, líkt og áður, er þessi samdráttur ekki nægur einn og sér til þess að ná væntanlegu landsmarkmiði. Mynd 19 sýnir losun utan ETS kerfisins í sviðsmynd 3. Losun innan ETS kerfisins er óbreytt og er því ekki fjallað frekar um hana hér.

Á mynd 19 sést að aðgerðir þessarar sviðsmyndar einnar og sér nægja ekki til að uppfylla kröfurnar um minnkun í losun, þar sem losun vegna jarðefnaeldsneytis eru yfir líklegu markmiði árið 2030. Í kafla 6 eru sviðsmyndirnar bornar saman og fjallað er frekar um þetta atriði.

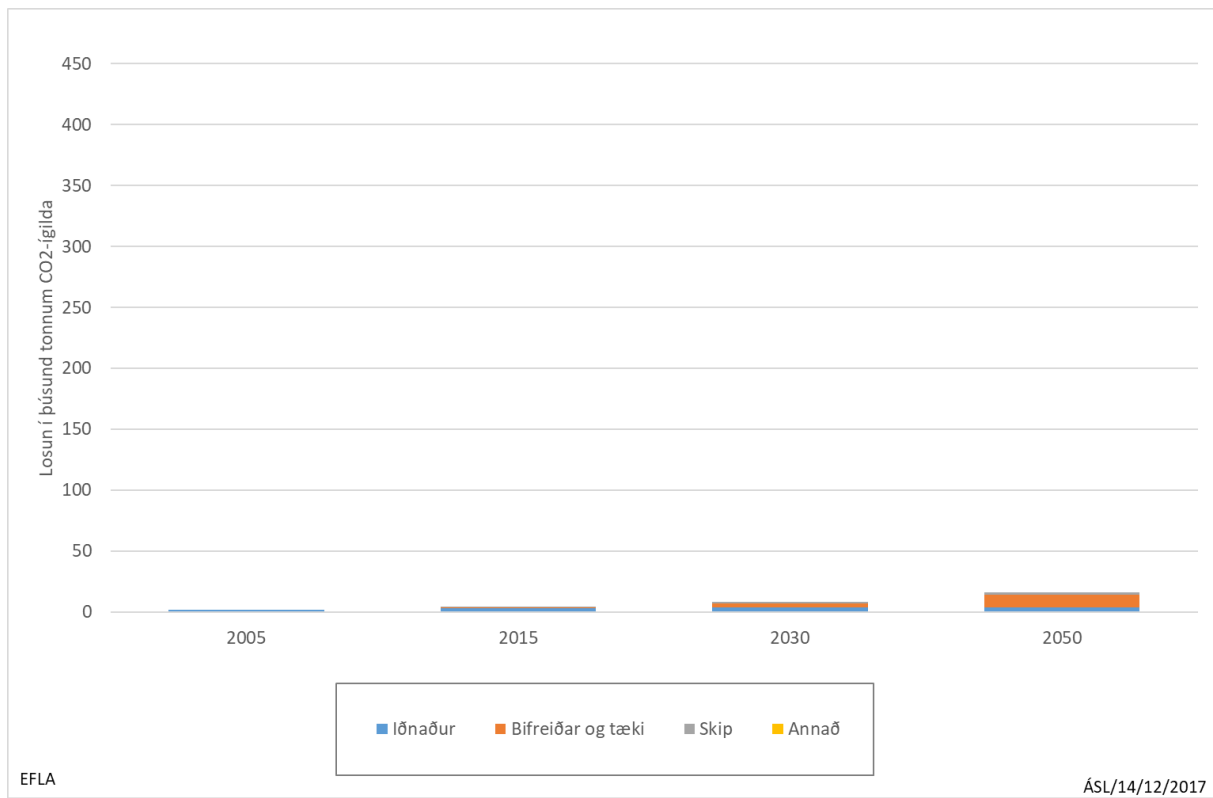
Myndir 20 og 21 sýna losun frá öðrum orkugjöfum sem koma í stað jarðefnaeldsneytis. Á mynd 20 sést losunin ef endurnýjanlegt eldsneyti með hámarks leyfilega losun kæmi í stað jarðefnaeldsneytis að því marki sem gert er ráð fyrir í sviðsmynd 3, og mynd 21 sýnir losunina ef raforka kæmi í staðinn.



MYND 19 Losun jarðefnaeldsneytis utan ETS kerfisins í sviðsmynd 3. Tölur fyrir 2005 og 2015 eru rauntölur en fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 20 Losun endurnýjanlegs eldsneytis í sviðsmynd 3. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.



MYND 21 Losun raforku í sviðsmynd 3. Tölur fyrir 2005 og 2015 byggja á rauntölum en tölur fyrir 2030 og 2050 eru spágildi.

6 SAMANBURÐUR SVIÐSMYNDNA

Munurinn á sviðsmyndunum liggur að miklu leyti í því hversu mikil orkunotkun fer frá því að vera jarðefnaeldsneyti og yfir í það að vera „aðrir orkugjafar“. Töluverð flóra er í því hvaða orkugjafar þetta eru og geta orðið á næstu áratugum hérlandis. Nú þegar hefur bein notkun raforku komið í stað hluta olíunotkunar í iðnaði og HVO lífdísilolía, etanól, metan og raforka eru orkugjafar sem þegar eru notaðir í samgöngum. Þess utan hafa FAME lífdísilolía, metanól og vetni verið framleidd hérlandis og notuð í tilraunaskyni, auk þess sem íslenskt metanól er flutt út sem eldsneyti á ökutæki. Enn fleiri eldsneytistegundir eru í notkun eða þróun erlendis og gætu hentað hér, s.s. bútanól og DME, nú eða F-T dísilolía eða BTL bensín.

6.1 Raforkunotkun í orkuskiptum

Hægt er að grófflokka orkugjafa sem koma í stað jarðefnaeldsneytis eftir því hvaða áhrif þeir hafa á raforkunotkun, það er að segja í beina notkun raforku, notkun tilbúins eldsneytis sem er framleitt með raforku og notkun lífeldsneytis.

Bein notkun raforku á við þegar bensín eða dísilbílum er skipt út fyrir rafbíla, olíukötlum fyrir rafskautakatla og þess háttar. Raforka nýtt á þennan hátt hefur jafnan betri nýtni en olían og í þessari greiningu hefur verið gert ráð fyrir því að raforka í samgöngum sé 2,5 sinnum nýtnari en jarðefnaeldsneyti og nýtni eldsneytis við varmaframleiðslu sé 0,85 m.v. raforku.

Lífeldsneyti er framleitt úr lífmassa. Þrátt fyrir að einhver raforka geti farið í þá framleiðslu, er aðalorkulindin lífmassinn, ekki raforkan. Dæmi um eldsneyti úr lífmassa er etanól og lífdísilolía. Hér er ekki gert ráð fyrir að nein teljandi raforka fari í framleiðslu lífeldsneytis.

Tilbúið eldsneyti er framleitt með raforku sem aðalorkugjafann, auk hráefnis sem nýtt er til að búa til orkubera. Dæmi um þetta er vetni sem framleitt er með rafgreiningu á vatni og metanól sem framleitt er úr vetni og koldíoxíði. Hér er gert ráð fyrir því að tilbúið eldsneyti sé framleitt með rafgreiningu á vatni og að rafgreiningin sé ferlið sem skiptir mestu máli í heildarnýtninni. Jafnframt er gert ráð fyrir því að nýtni rafgreiningarinnar sé 0,5.

Þetta er mjög gróf flokkun, og ekki er víst að allar hugsanlegar eldsneytistegundir falli undir þessa skilgreiningu. Einnig er auðvelt að ímynda sér eldsneyti sem er blanda af einhverju tvennu, t.d. tilbúið

eldsneyti þar sem hráefnið er lífmassi. Jafnframt er nýtni rafgreiningarinnar afar mismunandi eftir aðferðum og hugsanlegt að fleiri atriði (eins og t.d. kæling og þjöppun vetnis, umbreyting vetnis yfir í metanól o.s.frv.) hafi einnig áhrif á heildarnýtnina.

Notkun eldsneytis í efnarafölum fellur líka utan þessarar skilgreiningar, þar sem efnarafalar eru mun nýtnari en sprengihreyflar. Notkun tilbúins eldsneytis í efnarafölum þar sem eldsneytið væri framleitt með rafgreiningu vatns myndi þýða um það bil tvöfalda raforkuþörf á við beina nýtingu raforku. Það eldsneyti sem helst er notað í efnarafölum er vetni, þó til séu efnarafalar fyrir aðrar tegundir eldsneytis, s.s metanól og bensín.

Til þess að skoða nákvæm áhrif orkuskipta á raforkunotkun þarf greiningu þar sem gefnar eru töluvert ítarlegri forsendur en þær sem finnast í eldsneytisspá og notaðar eru hér.

Þeir notkunarflokkar sem aðrir orkugjafar hafa áhrif á, eru einkum bifreiðar og tæki og skip. Þetta er vegna þess að helst er gert ráð fyrir orkuskiptum þar, enda eru þetta langstærstu notkunarflokkar olíu á Íslandi utan þeirra flokka sem teljast innan ETS kerfisins.

Tafla 2 dregur saman niðurstöður BAU, sviðsmyndar 1 og sviðsmyndar 2 varðandi aðra orkugjafa sem koma í stað olíu á bifreiðar og tæki árið 2030 og hvernig raforkuþörfin gæti orðið vegna þess miðað við forsendurnar sem tíundaðar voru hér að ofan.

Í töflu 2 sést að í BAU sviðsmynd er gert ráð fyrir því að 983,4 GWh af orku í olíuígildum komi í stað olíu á bifreiðar og tæki árið 2030. Þar sést jafnframt að yrði þeirri orkuþörf mætt með rafbílum, væri raforkuþörfin 393,4 GWh. Hinsvegar væri raforkuþörfin hverfandi ef orkuþörfinni væri mætt með lífildsneyti³, en næstum því 2.000 GWh ef orkuþörfinni væri mætt með tilbúnu eldsneyti. Í sviðsmynd 1 er orkuþörfin minni en í BAU sviðsmynd, enda var eitt aðalsmerki þeirrar sviðsmyndar mikill heildarsamdráttur í orkunotkun, bæði olíu og annarra orkugjafa. En í sviðsmynd 2 dróst olíunotkun saman miðað við BAU sviðsmynd en notkun annarra orkugjafa jókst. Jafnframt er raforkuþörfin í sviðsmynd 2 meiri að sama skapi.

TAFLA 2 Orkuþörf bifreiða og tækja vegna annarra orkugjafa en olíu. Tölur eru spágildi fyrir 2030 og einingar eru GWh.

2030	ORKUÞÖRF (OLÍUÍGILDI)	RAFHLÖÐUR	LÍFELDSNEYTI	TILBÚIÐ ELDSNEYTI
BAU	983,4	393,4	0,0	1.966,9
S1	799,6	319,8	0,0	1.599,1
S2	1.338,3	535,3	0,0	2.676,7

Tafla 3 dregur saman niðurstöður BAU sviðsmyndar og sviðsmyndar 3 fyrir orkuþörf vegna annarra orkugjafa á skip.

³ Þetta á einkum við um innflutt lífildsneyti. Hinsvegar er hægt að líta á framleiðslu á innlendu lífildsneyti sem hverja aðra iðnaðarstarfsemi sem krefst einhverrar raforku, þó ekki í þeim mæli að eldsneytið teljist orkuberi fyrir raforkuna. Raforkufrek framleiðsla á lífildsneyti fellur utan þeirra flokka sem hér eru skoðaðir, væri á milli lífildsneytis og tilbúins eldsneytis.

TAFLA 3 Orkuþörf skipa vegna annarra orkugjafa en olíu. Tölur eru spágildi fyrir árið 2030 og einingar eru GWh.

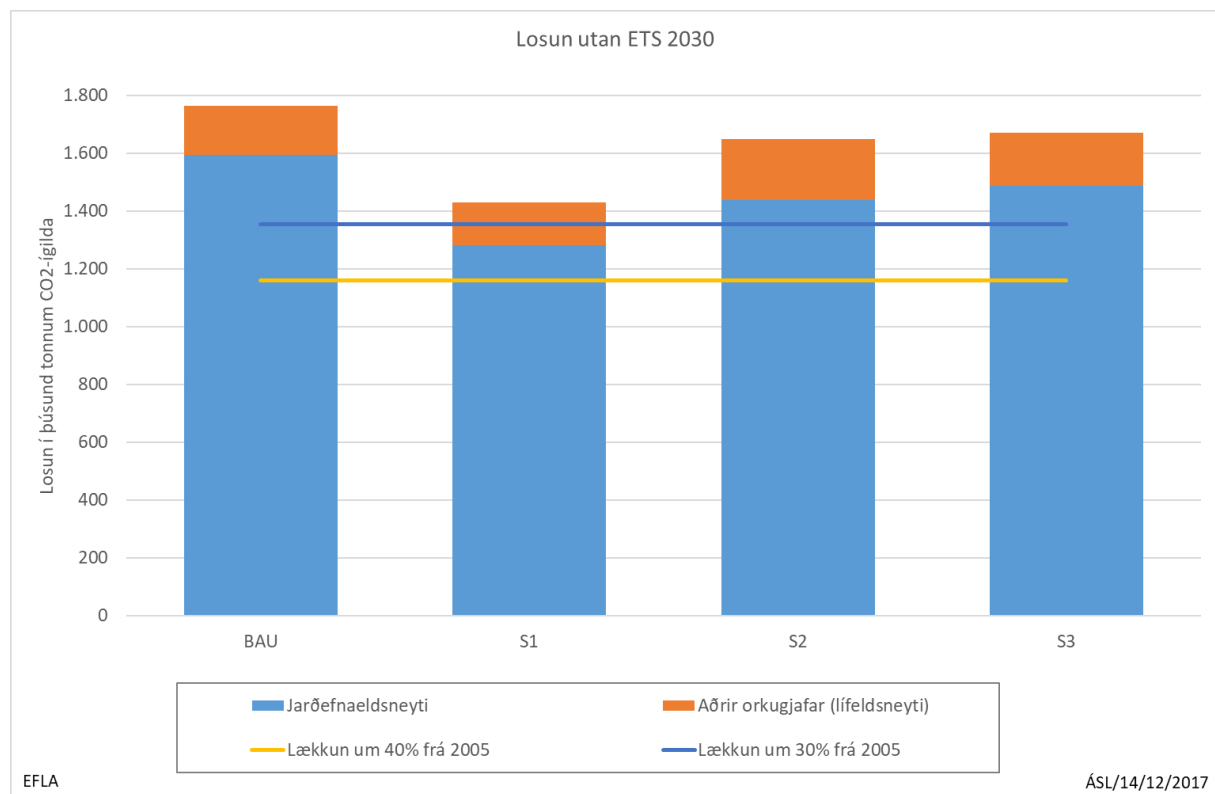
2030	ORKUÞÖRF (OLÍUÍGILDI)	RAFHLÖÐUR	LÍFELDSNEYTI	TILBÚIÐ ELDSNEYTI
BAU	25,7	10,3	0,0	51,5
S3	291,8	116,7	0,0	583,6

Í töflu 3 sést að í BAU sviðsmynd er gert ráð fyrir því að 25,7 GWh af orku í olíuígildum komi í stað olíu á skip árið 2030. Þar sést jafnframt að yrði þeirri orkuþörf mætt með rafhlöðum í skip, væri raforkuþörfin 10,3 GWh. Hinsvegar væri raforkuþörfin hverfandi ef orkuþörfinni væri mætt með lífeldsneyti, en ríflega 50 GWh ef orkuþörfinni væri mætt með tilbúnu eldsneyti. Sviðsmynd 3 gerir ráð fyrir töluverðri aukningu í öðrum orkugjöfum, og taflan sýnir raforkuþörfina eftir því hvernig orkuþörfinni yrði mætt.

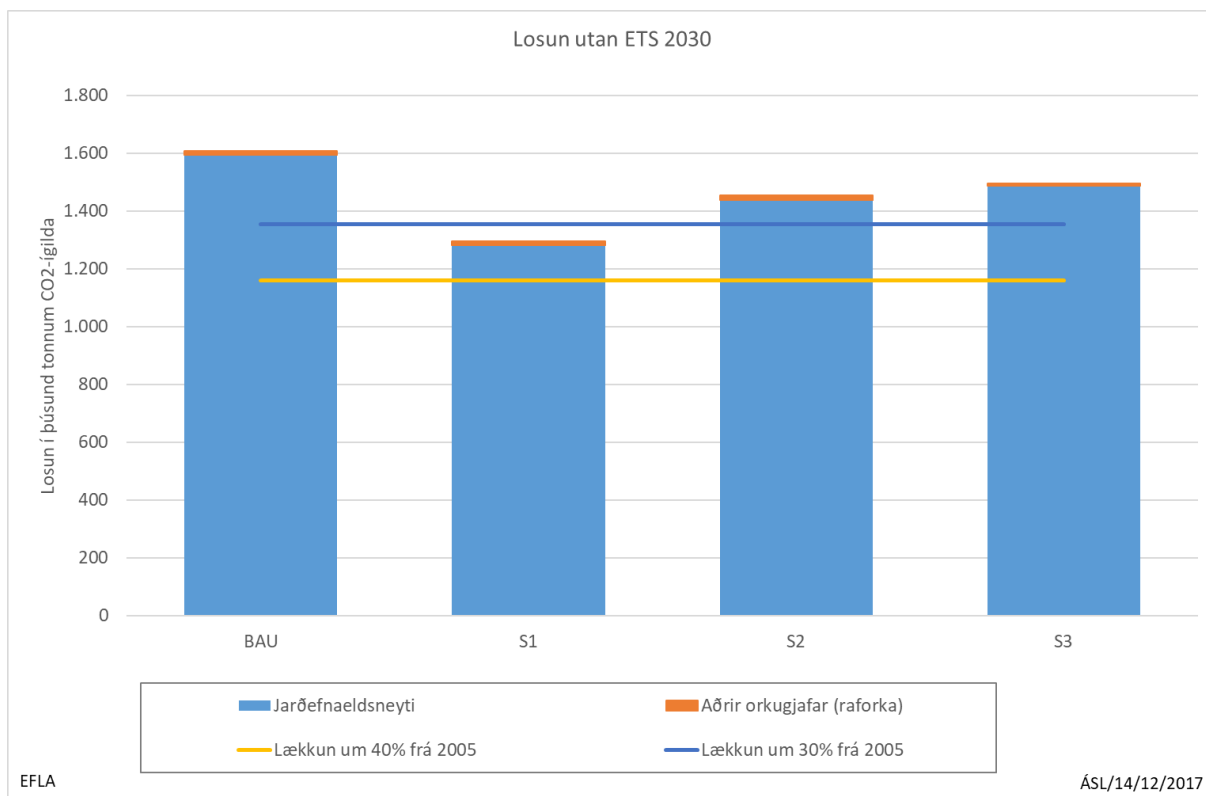
6.2 Losun

Árið 2030 þarf Ísland að hafa dregið úr losun sem ekki fellur undir ETS kerfið um 30-40% miðað við árið 2005. Ef ekki verður gripið til sértækra aðgerða mun það markmið líklega ekki nást, a.m.k. ekki fyrir losun vegna orkunotkunar. Myndir 22 og 23 bera saman losun frá sviðsmyndunum árið 2030.

Sviðsmyndir 1-3 einar sér munu ekki heldur ná þessum markmiðum, með einni undantekningu þó. Sviðsmynd 1, að því gefnu að aðrir orkugjafar séu raforka, nær heildarsamdrætti um ríflega 36% miðað við losun árið 2005.



MYND 22 Samanburður losunar sviðsmynda fyrir notkun utan ETS árið 2030 þar sem gert er ráð fyrir endurnýjanlegu eldsneyti sem öðrum orkugjöfum í stað olíu. Endurnýjanlega eldsneytið hefur hámarks leyfilega losun.



MYND 23 Samanburður losunar sviðsmynda fyrir notkun utan ETS 2030 þar sem gert er ráð fyrir raforku sem öðrum orkugjöfum í stað olíu.

Töflur 4 og 5 bera saman sviðsmyndirnar við BAU sviðsmynd eftir því hvort gert er ráð fyrir lífeldsneyti eða raforku sem öðrum orkugjöfum.

TAFLA 4 Samanburður losunar í sviðsmyndum ef aðrir orkugjafar eru raforka. Tölur eru spágildi fyrir árið 2030 og eru í kílótonnum CO₂-ígilda.

	BAU	S1	S2	S3	S1+S3
Iðnaður	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1
Bifreiðar og tæki	708,9	395,8	552,3	708,9	395,8
Skip	843,6	843,6	843,6	760,2	760,2
Annað	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
Samtals	1.602,7	1.289,5	1.446,1	1.519,3	1.206,2

TAFLA 5 Samanburður losunar í sviðsmyndum ef aðrir orkugjafar eru endurnýjanlegt eldsneyti. Tölur eru spágildi fyrir árið 2030 og eru í kílótonnum CO₂-ígilda.

	BAU	S1	S2	S3	S1+S3
Iðnaður	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7
Bifreiðar og tæki	823,6	489,0	708,4	823,6	489,0
Skip	846,6	846,6	846,6	794,2	794,2
Annað	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
Samtals	1.765,0	1.430,4	1.649,7	1.712,6	1.378,0

Til að ná fram 40% samdrætti frá árinu 2005 mætti losunin ekki vera meiri en 1.176 kílótonn CO₂-ígilda. Ef hins vegar ætti að ná 30% samdrætti, mætti losunin vera 1.353 kílótonn CO₂-ígilda.

Þrátt fyrir rafvæðingu hafna og nýlegar jákvæðar tilraunir með rafhlöður um borð í hvalaskoðunarbatum, eru meiri líkur á því að orkuskipti á skipum hallist að lífoldsneyti en raforku á næstu áratugum, einfaldlega vegna þess að rafhlöðuskip eru almennt ekki áánleg og slíkt er dýr lausn fyrir stór skip.

Orkuskipti í iðnaði hafa almennt verið á þann veg að farið hefur verið úr olíunotkun í raforkunotkun. Tafla 6 tekur saman nokkrar sviðsmyndir í eina fyrir árið 2030.

TAFLA 6 Nokkrar sviðsmyndir eru hér teknar saman í eina. Tölur eru spágildi fyrir árið 2030 og eru í kílótonnum CO₂-ígilda.

	LOSUN	SVIÐSMYND	AÐRIR ORKUGJAFAR
Iðnaður	37,1	BAU	Raforka
Bifreiðar og tæki	395,8	S1	Raforka
Skip	794,2	S3	Lífoldsneyti
Annað	13,1	BAU	Raforka
Samtals	1.240,2		

Jafnvel þó stjórnvöld færu eftir bæði sviðsmyndum 1 og 3, yrði það ekki nóg til þess að ná 40% markmiðinu árið 2030 fyrir orkunotkun utan ETS kerfisins en það væri þó ekki langt frá því. Langstærsti einstaki geirinn sem eftir stendur eru skip.

7 ORKUSKIPTI Í IÐNAÐI

7.1 Fiskimjölsværksmiðjur

Losun frá fiskimjölsværksmiðjum heyrir almennt ekki undir ETS kerfið hérlandis. Þó er ein værksmiðja, Loðnuvinnslan hf. á Fáskrúðsfirði, sem hefur kosið að telja fram sína losun innan ETS. Samkvæmt grænu bókhaldi Loðnuvinnslunnar er um 90% af orkunotkun hennar raforka. Tölurnar hér að neðan eru með olíunotkun Loðnuvinnslunnar meðtaldri, en þar sem hún er tiltölulega lítil skekkir það ekki niðurstöðurnar að ráði.

Síðustu ár hafa fiskimjölsværksmiðjur skipt verulegum hluta af olíunotkun sinni út fyrir raforku. Af 11 værksmiðjum á landinu árið 2016 voru 5 þeirra að fullu rafvæddar og hinar eru flestar rafvæddar að hluta til. Þrjár værksmiðjur hafa ekki geta rafvæðst að fullu vegna takmarkana í flutningskerfinu.

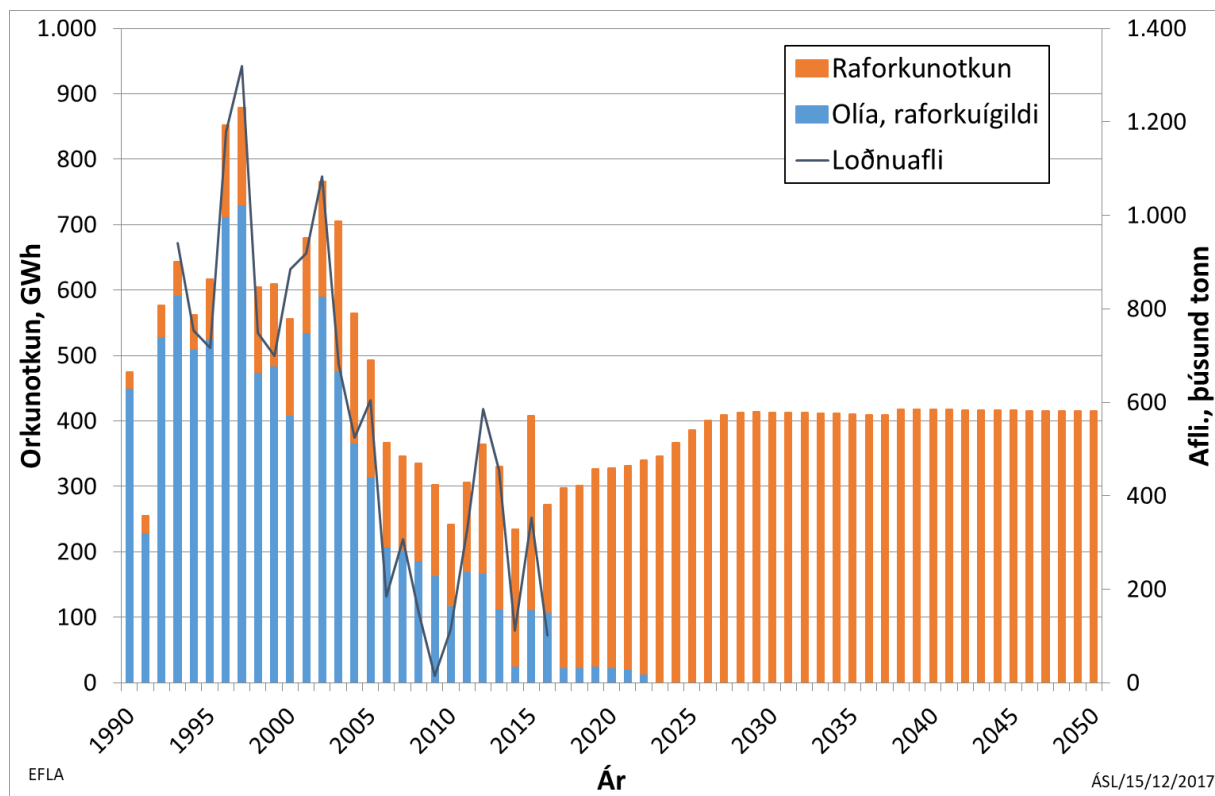
Í umhverfisskýrslu Samtaka fyrirtækja í sjávarútvegi kemur fram að líklegt sé að fiskimjölsværksmiðjur verði ætíð undir þrýstingi vegna umhverfissjónarmiða að nýta raforku fremur en olíu. Raforkuspá 2017-2050 gerir einmitt ráð fyrir að allar fiskimjölsværksmiðjur verði búnar að skipta yfir í raforku árið 2023.

Söguleg orkunotkun fiskimjölsværksmiðja er mjög sveiflukennd, eins og sést á mynd 24 og fer mjög eftir aflamagni⁴. Á þeirri mynd er einnig sýnd spá orkusparnefndar um orkunotkun værksmiðjanna fram til 2050. Áhrif þess að skipta úr olíu yfir í raforku eru því mjög breytileg milli ára og ráðast af veiðum á uppsjávarfiski. Orkunýtni værksmiðjanna er eitthvað misjöfn, en raforkuspá gerir ráð fyrir því að raforkunotkun fullrafvæddra fiskimjölsværksmiðja muni fara lækandi á spátímabilinu og vera komin í 520 kWh á tonn hráefnis árið 2050, úr um 590 kWh að meðaltali nú. Spáin gerir ráð fyrir því að auki á næstu árum samhliða því að nýtni værksmiðjanna eykst. Losun fiskimjölsværksmiðja miðað við forsendur raforkuspár sjást í töflu 7.

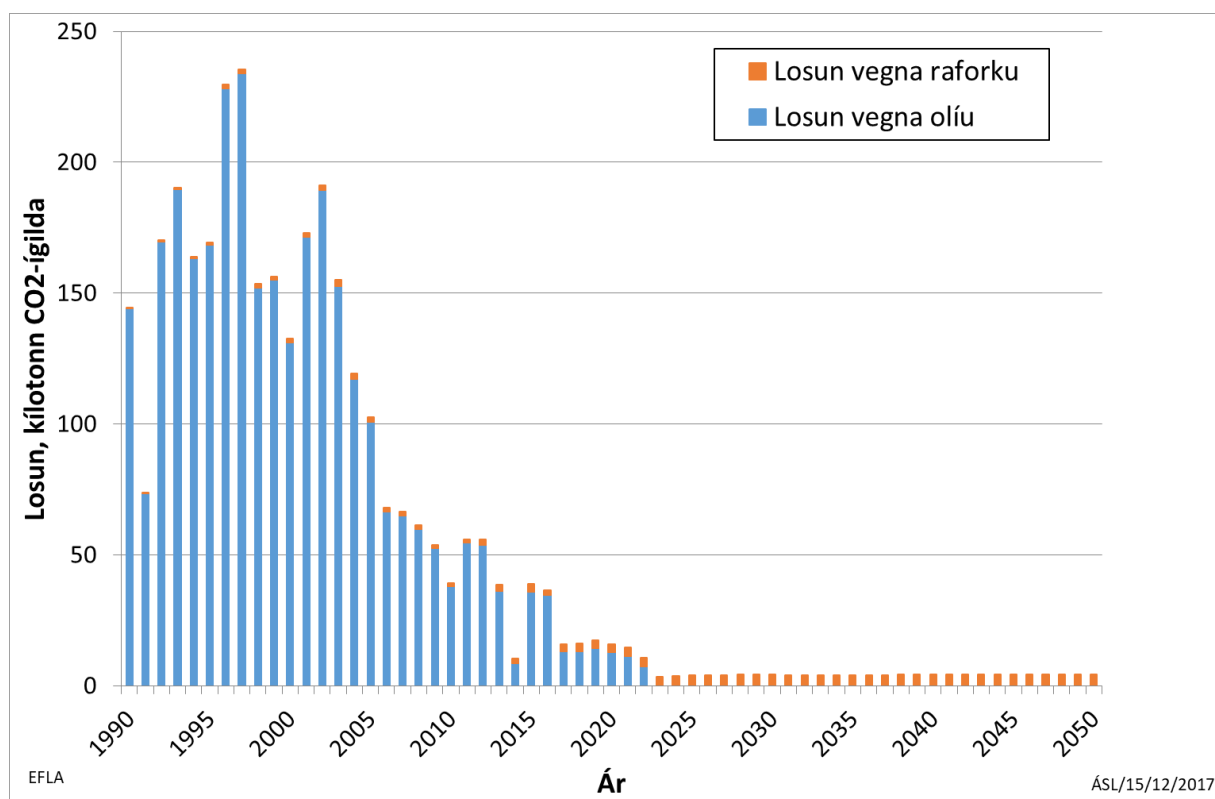
TAFLA 7 Losun fiskimjölsværksmiðja á hvert hráefnistonn að meðaltali.

	LOSUN Á HVERT HRÁEFNISTONN 2015	LOSUN Á HVERT HRÁEFNISTONN 2050
Raforka	6,0 kg CO ₂ -ígilda	5,3 kg CO ₂ -ígilda
Olía	193,6 kg CO ₂ -ígilda	170,6 kg CO ₂ -ígilda

⁴ Það skiptir ekki höfuðmáli hver aflinn er, það þarf álíka mikla orku að vinna tonn af loðnu og tonn af makríl.



MYND 24 Orkunotkun fiskimjölsverksmiðja og loðnuafli skipt niður á orkugjafa. Tölur eru rauntölur fram til 2016 en eftir það eru tölurnar spágildi.



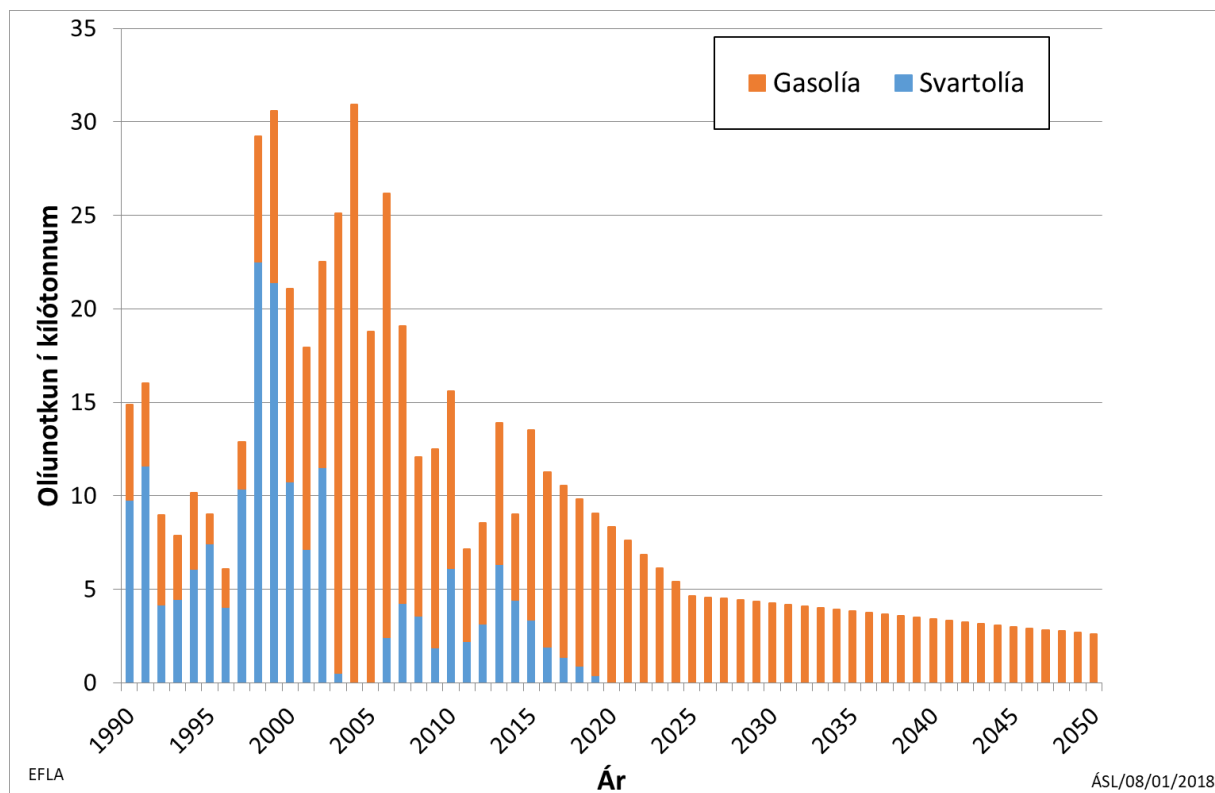
MYND 25 Losun CO₂ ígilda frá fiskimjölsverksmiðjum skipt niður á orkugjafa. Tölur eru rauntölur fram til 2016 en eftir það eru tölurnar spágildi.

Langstærsti hluti losunar frá orkunotkun í fiskimjölsverksmiðjum kemur frá olíu eins og sést á mynd 25. Þau ár sem raforka hefur verið stór hluti orkunotkunar fiskimjölsverksmiðja, er losunin hverfandi.

Síðasta áratug hefur losun frá fiskimjölsverksmiðjum verið vel undir 70 þúsund tonnum CO₂-ígilda, eftir að hafa losað 200 þúsund tonn á árunum 1996-7. Til samanburðar er losun frá bifreiðum og tækjum um milljón tonn og frá skipum um 800 þúsund tonn CO₂-ígilda. Spáin gerir ráð fyrir því að losun frá fiskimjölsverksmiðjum fari niður í um 4 þúsund tonn eftir árið 2023 þegar allar verksmiðjurnar verða rafvæddar, en þá verður heildarraforkunotkun þeirra rétt yfir 400 GWh.

7.2 Losun frá öðrum iðnaði

Í öðrum iðnaði er að mestu um smáa notendur eldsneytis að ræða. Olíunotkunin hefur verið á bilinu 10 til 20 þúsund tonn síðastliðinn áratug, eða vel innan við 5% af innanlandsnotkun olíu. Hér er um að ræða notkun í matvæla- og drykkjarvöruiðnaði, efnaiðnaði, steinefnaiðnaði og annarri iðnaðarstarfsemi. Notkun á ótryggðri raforku í iðnaði hefur margfaldast á síðustu áratugum á meðan eldsneytisnotkunin hefur ekki aukist þrátt fyrir sveiflur.

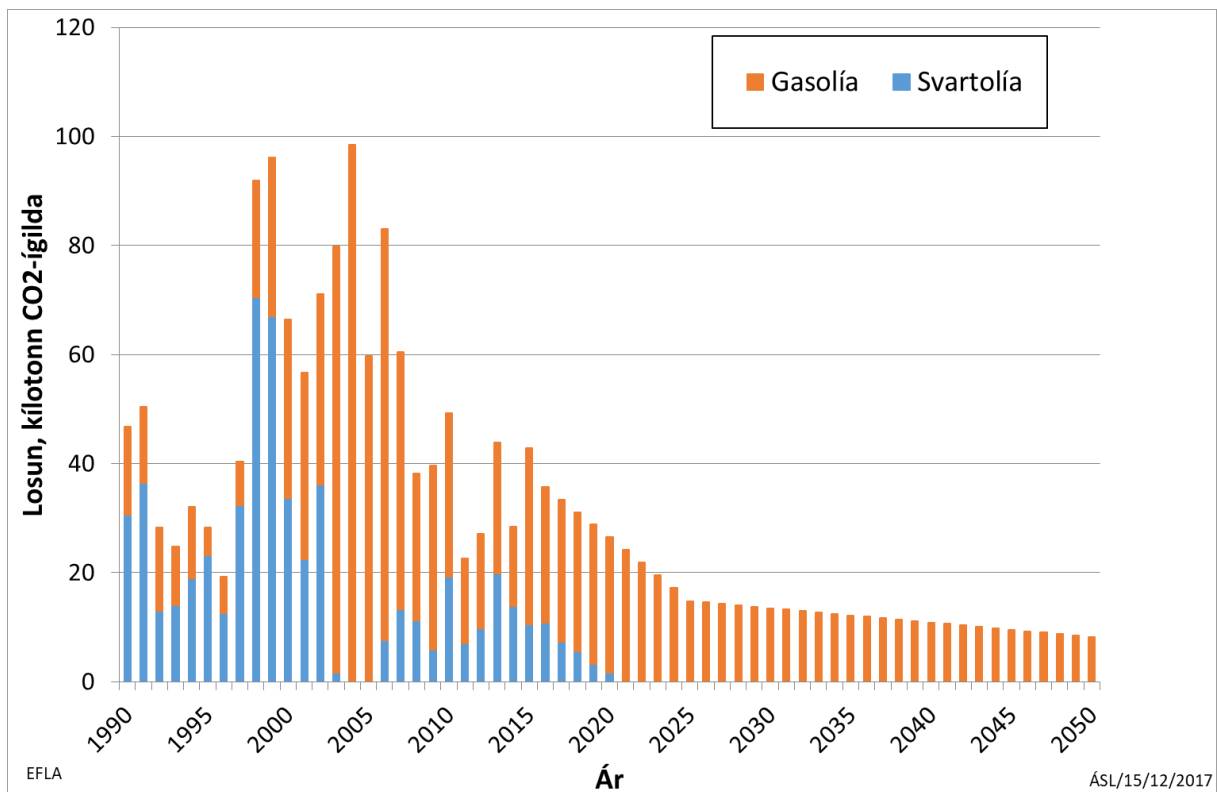


MYND 26 Notkun olíu í öðrum iðnaði en fiskimjölsverksmiðjum skipt eftir tegund olíu. Tölur eru rauntölur fram til 2016 en eftir það eru tölurnar spágildi.

Gert er ráð fyrir því að notkun svartolíu hætti í iðnaði um 2020, og að notkun í iðnaði á olíu dragist þess utan jafnt og þétt saman næstu áratugi. Mynd 26 sýnir þessa þróun.

Mynd 27 sýnir losun frá olíunotkun í öðrum iðnaði eftir olíutegund, rauntölur fyrir 1990 til 2016 og spágildi til 2050.

Til að meta áhrif þess að skipta út olíukatli í mjólkurbúi eða við ölgerð þarf að skoða losun frá olíunni sem var notuð og bera saman við losun raforkunnar sem kæmi í staðinn. Tafla 8 tekur þetta saman.



MYND 27 Losun CO₂ ígilda frá öðrum iðnaði en fiskimjölsverksmiðjum skipt eftir tegund olíu. Tölur eru rauntölur fram til 2016 en eftir það eru tölurnar spágildi.

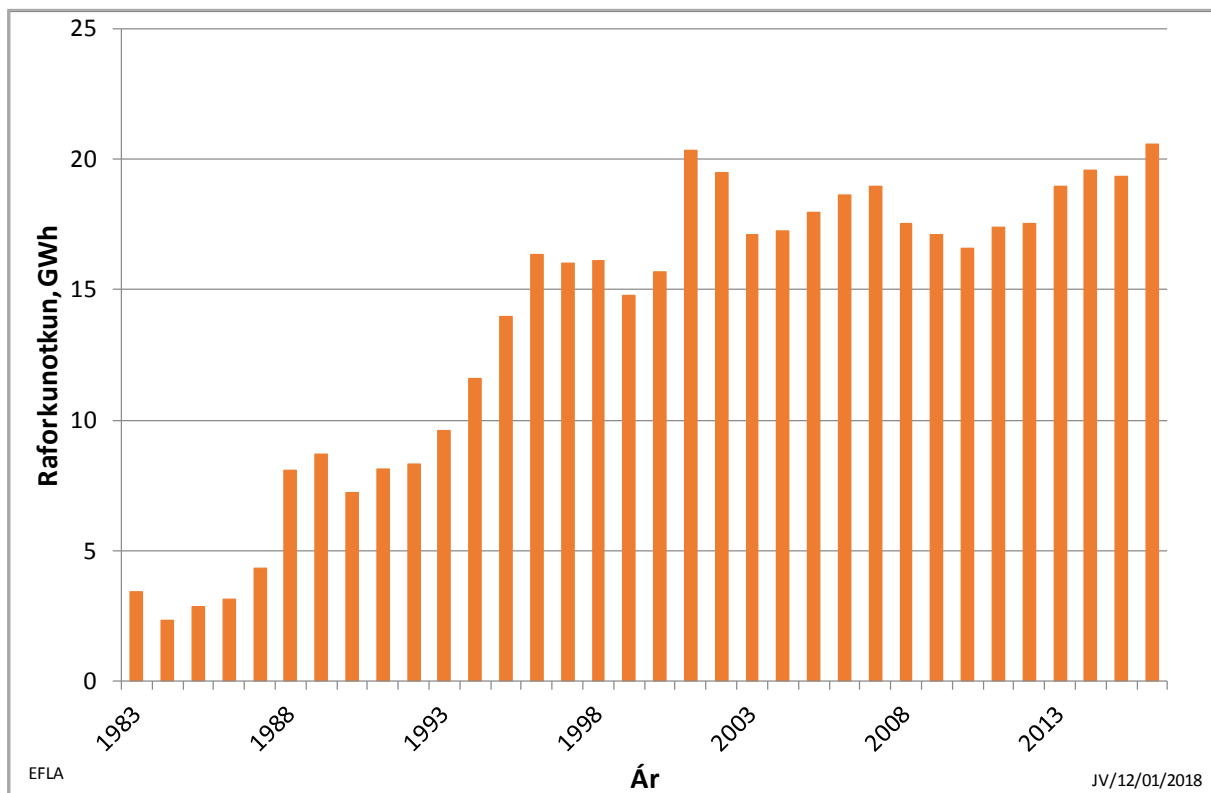
TAFLA 8 Losun olíu sem brennd er í olíukatli og ef notuð væri raforka.

TEGUND	MAGN (TONN)	RAFORKUÍGILDI (KWH)	LOSUN OLÍU (TONN CO ₂ -ÍGILDA)	LOSUN RAFORKU (TONN CO ₂ -ÍGILDA)	MISMUNUR (TONN CO ₂ -ÍGILDA)
Svartolía	1	9.539	3,130	0,096	3,034
Gasolía	1	10.153	3,180	0,103	3,077

Með því að nota gildin í töflu 8 fæst að ef allri olíunotkun í iðnaði – sem hefur gróflega verið á bilinu 10 til 20 þúsund tonn árlega – væri skipt út fyrir raforku, myndi það þýða árlega aukna raforkunotkun á bilinu 100 til 200 GWh. Sparnaður í losun væri á bilinu 30 til 60 þúsund tonn CO₂-ígilda á hverju ári, og losunin færi niður í um 1 til 2 kílótonn CO₂-ígilda.

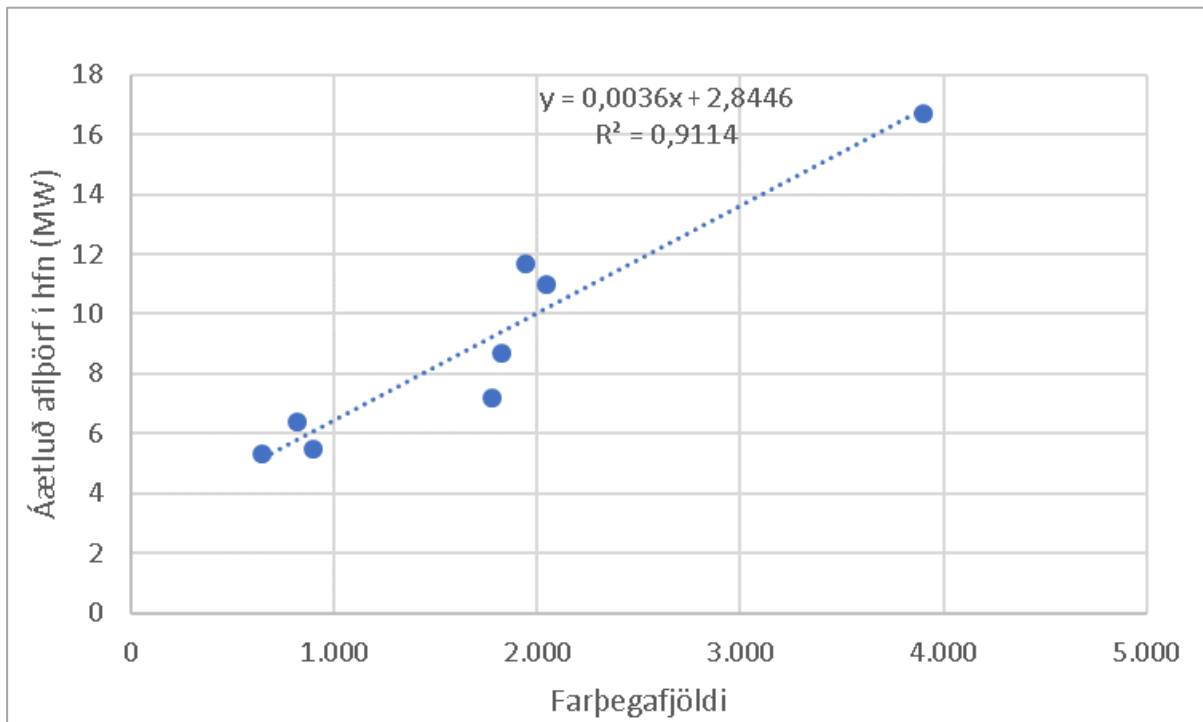
8 RAFORKUNOTKUN SKIPA Í HÖFNUM

Algengt er að skip tengist landrafmagni þegar þau eru í höfnum og var mikil aukning í þessari notkun á níunda og tíunda áratugi síðustu aldar eins og fram kemur á mynd 28. Í kjölfar bankahrunsins minnkaði þessi notkun en hefur aukist að nýju frá 2010. Undanfarin ár hefur þessi landtenging sparað árlega um 4 þúsund tonn af olíu sem jafngildir um 13 þúsund tonnum af útblæstri á CO₂.



MYND 28 Raforkunotkun skipa í höfnum frá tengingu við dreifikerfi raforku.

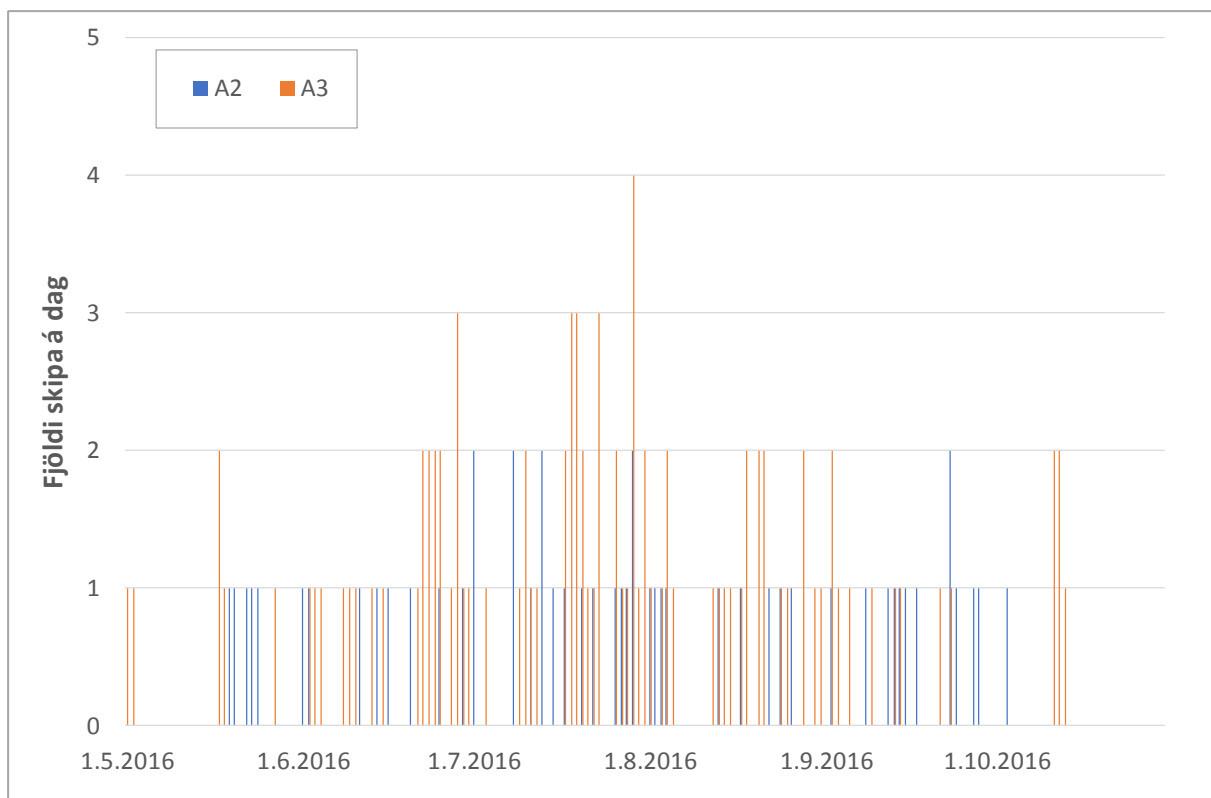
Þau skip sem mest nýta landtengingu rafmagns eru fiskiskip en flutningaskip nota lítið rafmagn úr landi og skemmtiferðaskip eru ekki tengd í landrafmagn. Kostnaðarsamt væri að rafvæða skemmtiferðaskip þegar þau liggja í höfn þar sem nýting á slíkum tengingum yrði lítil og skemmtiferðaskipin eru einungis á ferðinni yfir sumarið og stoppa stutt í hverri höfn. Raforkunotkun skemmtiferðaskipa er mikil enda hýsa þau mörg þúsund manns og eru með mikla þjónustu fyrir farþegana. Í athugun EFLU á þróun álags á rafdreifikerfi Veitna var m.a. skoðað mögulegt álag vegna landtengingar skemmtiferðaskipa og sýnir mynd 29 hvernig notkun skipanna vex með stærð þeirra og er þar byggt á gögnum frá Möltu. Eins og sést á myndinni getur álag á rafdreifikerfið vegna stórra skemmtiferðaskipa verið yfir 10 MW.



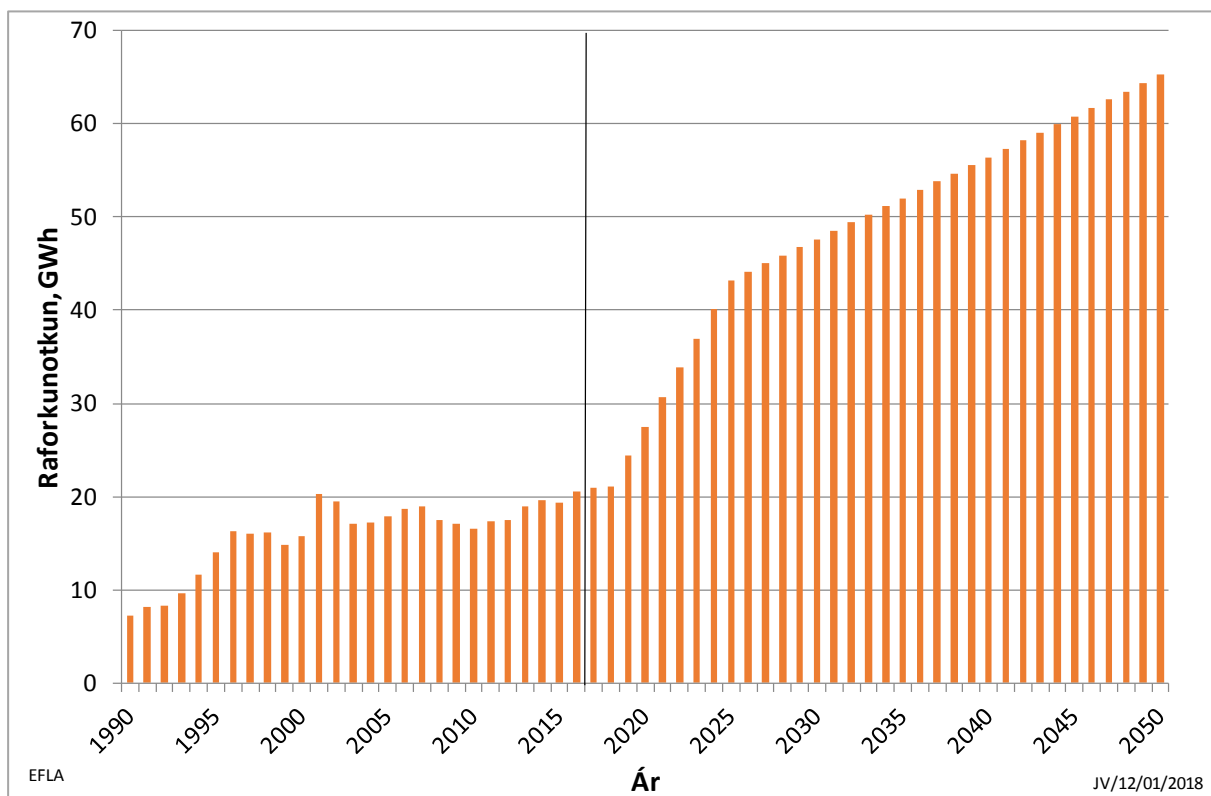
MYND 29 Mat á aflþörf skemmtiferðaskipa í landi. Heimild: Transport Malta, 2014 og eigin útreikningar.

Einnig þarf að hafa í huga að yfir sumarið eru oft fleiri en eitt skip samtímis í höfn og ef öll skipin eiga að nýta rafmagn úr landi þyrfti t.d. fjórar öflugar landtengingar í Sundahöfn í Reykjavík. Á mynd 30 er sýndur fjöldi skemmtiferðaskipa sem komu í höfn í Reykjavík árið 2016 og kemur þar fram að einungis í einn dag voru fjögur skemmtiferðaskip í höfn og einungis í þrjá daga voru þau þrjú. Einnig liggja slík skip í Gömlu höfninni eins og fram kemur á myndinni en það eru yfirleitt minni skip en þau í Sundahöfn. Þessi skip koma einnig í aðrar hafnir hér á landi eins og á Ísafirði og Akureyri. Ef koma á upp landtengingum fyrir skemmtiferðaskip sem koma í helstu hafnir hér á landi þarf því að leggja í verulegar fjárfestingar í búnaði í höfnum auk þess sem styrkja þarf rafdreifikerfið svo það geti afhent þessa orku.

Í raforkuspá orkuspárnefndar er gert ráð fyrir að á næsta áratug verði unnið að frekari rafvæðingu í höfnum landsins þannig að hægt verði að afhenda meira rafmagn til skipa svo sem skemmtiferðaskipa og flutningaskipa. Á mynd 31 er sýnd raforkunotkun skipa eins og hún er áætluð í spánni og skv. þeim tölum mun hún um þrefaldast út spátímabilið. Í lok þess mun hún koma í staðinn fyri rúm 14 þúsund tonn af eldsneyti sem jafngildir losun á um 43 þúsund tonnum af CO₂.



MYND 30 Fjöldi skemmtiferðaskipa árið 2016 sem komu í Gömlu höfninni (A2) og í Sundahöfn (A3).



MYND 31 Raforkunotkun skipa í höfnum frá landtengingu skv. spá orkuspárnefndar.

9 HEIMILDASKRÁ

Orkustofnun (2016). *Eldsneytisspá 2016 – 2050*. Slóð: <http://os.is/eldsneyti/eldsneytisspa/2016/>

Orkustofnun (2016). *Sviðsmyndir við eldsneytisspá*. Slóð: <http://os.is/eldsneyti/eldsneytisspa/2016/>

Orkustofnun (2017). *Raforkuspá 2017 – 2050*. Slóð: <http://os.is/orkustofnun/rad-og-nefndir/orkusparnefnd/raforka/raforkuspar/>

Samtök fyrirtækja í sjávarútvegi (2017). *Nýting auðlindar og umhverfisspor*. Slóð: <http://www.sfs.is/grein/umhverfisskyrsla>

Umhverfisstofnun (2017). *National Inventory Report 2017 - Emissions of Greenhouse Gases in Iceland from 1990 to 2015*. Slóð: <http://www.ust.is/einstaklingar/loftslagsbreytingar/losun-islands/>

Veitur (2017). *Þróun álags á rafdreifikerfi Veitna til 2040*.

Transport Malta (2014). *Feasibility Study Into the Possibility of Shore Side Electrical Supply for Berthing Vessels within Maltese Harbours*. (<https://electromobility.gov.mt/en/Documents/PORT-PVEV%20Feasibility%20Study.pdf>)



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

