

7 Samantekt aðgerða og samlegðaráhrif³⁹

Eins og fram hefur komið í köflunum hér á undan koma margvíslegar mótvægisáðgerðir til greina til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda. Hingað til hefur aðeins verið fjallað um mögulegar mótvægisáðgerðir í einstökum geirum. Í kafla 7 er útstreymi og mótvægisáðgerðir skoðaðar í heildarsamhengi og áhrif mótvægisáðgerða á heildarútstreymi skoðuð.

7.1 Úrræði til að draga úr útstreymi

Útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi nam 4.482 þúsund tonnum árið 2007 (m.v. CO₂-ígildi). Það er 1.082 þúsund tonnum meira en árið 1990. Svo sem fram kemur í töflu 7-1 hefur útstreymið aukist í öllum atvinnugreinum sem þar eru tilgreindar nema í fiskveiðum, fiskimjölsvinnslu, landbúnaði, öðrum iðnaði og olíubrennslu til orkuframleiðslu. Mest dróst útstreymið saman í fiskveiðum, eða um 91 þúsund tonn. Mest jókst aftur á móti útstreymi frá álframleiðslu, eða um 409 þúsund tonn. Í samgöngum nam aukningin 408 þúsund tonnum og 188 þúsund tonnum í framleiðslu á járblendi. Aukið útstreymi frá samgöngum má að mestu leyti rekja til að bílum hefur fjölgað mikið. Árið 1990 taldi flotinn 134 þúsund ökutæki en 227 þúsund árið 2006. Auknar framkvæmdir hafa aukið útstreymi frá vélum og tækjum. Enda þótt útstreymi í álframleiðslu hafi aukist á því tímabili sem hér um ræðir ber að hafa í huga að framleiðsla á áli óx stórum á þessum tíma. Ný álver tóku til starfa á Grundartanga (1998) og við Reyðarfjörð (2007) og álverið í Straumsvík var stækkað. Framleiðsla áls nam t.d. 88 þúsund tonnum árið 1990, en 455 þúsund tonnum árið 2007. Útstreymi gróðurhúsalofttegunda á hvert framleitt tonn af áli hafði því dregist saman úr 6,5 tonnum árið 1990 í 2,1 tonn árið 2007. Framleiðslugeta járblendisverksmiðjunnar var einnig aukin, en útstreymi á hvert framleitt tonn kísilmálmshafur haldist svipuð, eða 3,1-3,4 tonn af gróðurhúsalofttegundum.

³⁹ Kaffi 7 byggist að hluta til á óbirtri greinargerð Hagfræðistofnunar Háskóla Íslands.

	1990	2007	Breyting
Oliubrensla v/orkuframleiðslu	57	31	-26
Fiskimjöl	127	79	-48
Annar iðnaður	99	44	-55
Efnanotkun	15	81	66
Sementsframleiðsla	102	128	26
Jarðhitavirkjanir	67	152	85
Mannvirkjagerð	136	221	85
Úrgangur	180	254	74
Járblendisframleiðsla	205	393	188
Landbúnaður	573	534	-39
Fiskveiðar	662	571	-91
Álframleiðsla	569	978	409
Samgöngur	609	1.017	408
Samtals	3.401	4.483	1.082

Tafla 7-1. Útstreymi gróðurhúsalofttegunda árin 1990 og 2007 (þúsund tonn af CO₂-ígildum.)

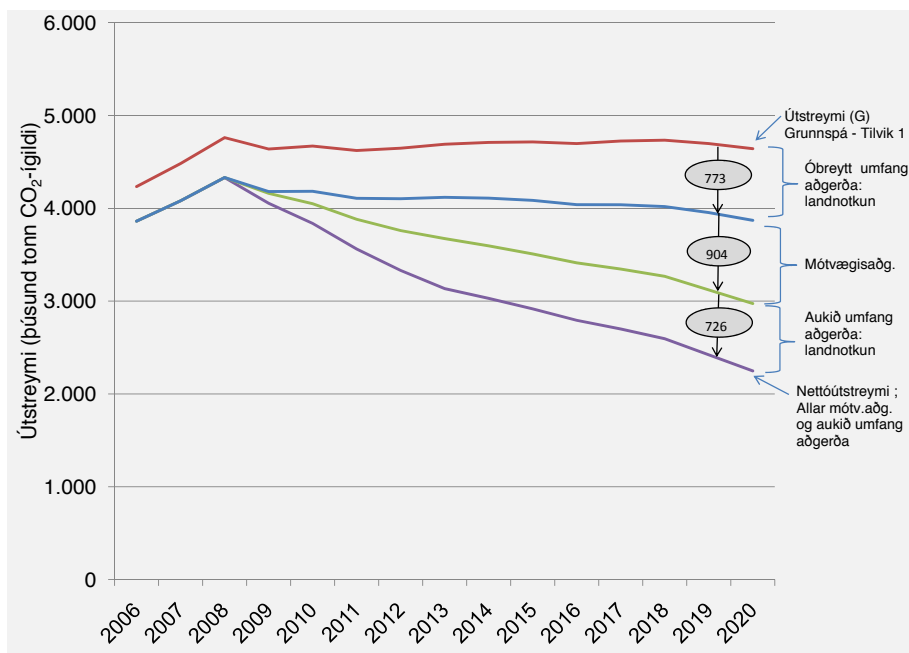
Árið 2020 er gert ráð fyrir að heildarútstreymi gróðurhúsalofttegunda nemi samtals um 4.644 þúsund tonnum, þar sem heildarútstreymi er skilgreint sem útstreymi án landnotkunar. Er þá miðað við afskiptalaus þróun (hér tilvik 1 í útstreymisspá Umhverfisstofnunar). Með ýmsum mögulegum mótvægisáðgerðum (án aðgerða á sviði landnotkunar) mætti hugsanlega draga úr útstreymi um 904 þúsund tonn. Þessar mótvægisáðgerðir eru betur skýrðar þegar fjallað er um einstakar atvinnugreinar hér á eftir, og einnig hefur verið fjallað um þær í kafla 4. Ef enn fremur er gert ráð fyrir að árlegt umfang nýrra verkefna í landgræðslu og skógrækt haldist óbreytt m.v. núverandi umfang má áætla að sú kolefnisbinding sem af því hlytist myndi nema um 773 þúsund tonnum og því leiða til heildarsamdráttar á um 1.677 þúsund tonnum í nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda, þar sem nettóútstreymi er reiknað sem heildarútstreymi að frádregnum mótvægisáðgerðum og bindingu. Það samsvarar 36% af áætluðu heildarútstreymi ársins 2020. Ef að auki er gert ráð fyrir auknum aðgerðum á sviði landnotkunar þannig að til viðbótar við aukið umfang skógræktar- og landgræðsluáðgerða verði fyllt í skurði og votlendi þannig endurheimt, má ætla að hægt verði að draga úr heildarlosun um 726 þúsund tonn í viðbót. Samtals væri þá hægt að draga úr útstreymi um 52% (Tafla 7-2 og mynd 7-1).

Mynd 7-1 sýnir hvernig spár gera ráð fyrir að nettóútstreymi og mótvægisáðgerðir þróist á tímabilinu 2006-2020. Samkvæmt þeirri spá koma fyrstu mótvægisáðgerðir fram árið 2009 og dregst útstreymi saman um 130 þúsund tonn vegna þeirra. Hér er fyrst og fremst um að ræða áhrif aðgerða á sviði landnotkunar. Litlar mótvægisáðgerðir eru í atvinnugreinum fyrstu árin en þær aukast verulega er á tímabilið líður.

Tafla 7-3 sýnir spá miðað við tilvik 2. Í því tilviki er gert ráð fyrir að árið 2020 verði útstreymi gróðurhúsalofttegunda samtals 5.994 tonn, og munar þar mestu um aukna ál- og járnblendisframleiðslu. Er þá, sem fyrr, miðað við afskiptalaus þróun.

	Útstreymi	Mótvægisáðgerðir	
		Tonn	%
Olíubrennsla v/orkuframleiðslu	15	8	53
Annar iðnaður	30	0	0
Fiskimjöl	54	54	100
Sementsframleiðsla	86	22	26
Efnanotkun	110	0	0
Orkuframleiðsla	201	100	50
Mannvirkjagerð	245	28	11
Úrgangur	271	24	9
Járnblandiframleiðsla	409	19	5
Landbúnaður	500	62	12
Fiskveiðar	542	409	75
Samgöngur	847	98	12
Álfframleiðsla	1.333	80	6
Samtals	4.643	904	19
Landnotkun, óbreytt umfang aðgerða		773	17
Samtals með óbreyttu umfangi aðgerða		1.677	36
Landnotkun, aukið umfang aðgerða		726	16
Samtals, með auknu umfangi aðgerða (nettóútstreymi)		2.404	52

Tafla 7-2. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda árið 2020 miðað við afskiptalausá þróun og áhrif hugsanlegra mótvægisáðgerða (þúsund tonn m.v. CO₂-ígildi – tilvik 1).



Mynd 7-1. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi árin 2006-2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir. Þúsund tonn m.v. CO₂-ígildi (tilvik 1).

	Útstreymi	Mótægisaðgerðir	
		Tonn	%
Olíubrennsla v/orkuframleiðslu	16	8	50
Annar iðnaður	34	0	0
Fiskimjöl	54	54	100
Sementsframleiðsla	138	35	26
Efnanotkun	110	0	0
Jarðhitavirkjanir	211	100	47
Mannvirkjagerð	259	30	12
Úrgangur	271	24	9
Járnblendiframleiðsla	647	19	3
Fiskveiðar	542	409	75
Landbúnaður	500	62	12
Samgöngur	940	109	12
Álframleiðsla	2.272	136	6
Samtals	5.994	987	16
Landnotkun, óbreytt umfang aðgerða		773	
Samtals með óbreyttu umfangi aðgerða		1.760	29
Landnotkun, aukið umfang aðgerða		726	
Samtals, með auknu umfangi aðgerða		2.486	41

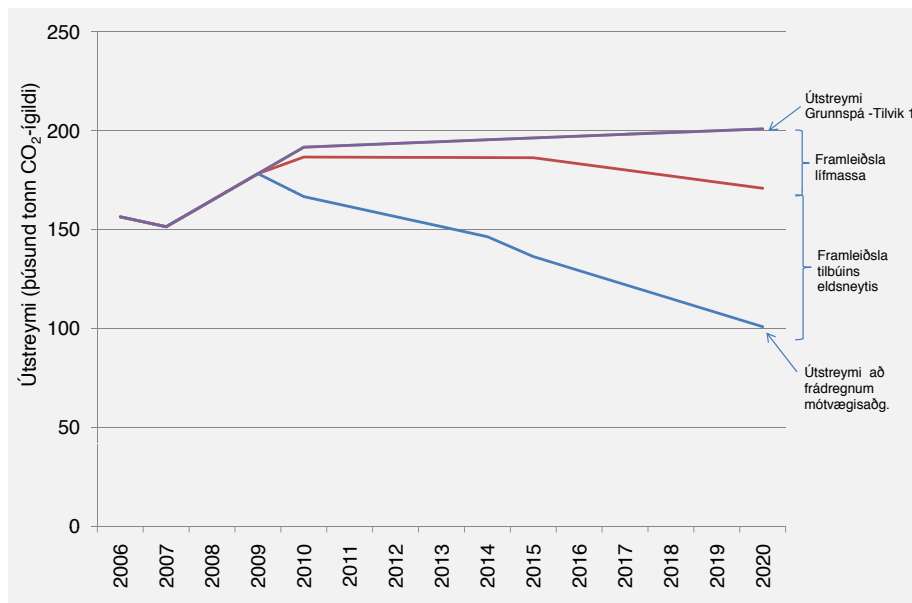
7-3. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda árið 2020 m.v. afskiptalausna þróun og áhrif hugsanlegra mótægisaðgerða (Þúsund tonn af CO₂-ígildi – tilvik 2).

Með sömu mótægisaðgerðum og gert er ráð fyrir í tilviki 1, mætti draga úr útstreymi um 987 þúsund tonn. Ef enn fremur er gert ráð fyrir að árlegt umfang nýrra verkefna í landgræðslu og skógrækt haldist óbreytt frá núverandi umfangi má áætla að sú kol-efnisbinding sem af því hlytist myndi nema um 773 þúsund tonnum og því leiða til heildarsamdráttar á um 1.760 þúsund tonn í nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda. Það samsvarar 29% af áætluðu heildarútstreymi ársins 2020. Ef að auki er gert ráð fyrir auknum aðgerðum á sviði landnotkunar líkt og í tilviki 1, má ætla að hægt verði að auka bindingu um 726 þúsund tonn í viðbót. Samtals væri þá hægt að draga úr útstreymi um 41% árið 2020 (miðað við tilvik 2 í útstreymisspá Umhverfisstofnunar).

Hér á eftir verður nánari grein gerð fyrir þeim mótægisaðgerðum sem gert er ráð fyrir að gripið verði til í hverri atvinnugrein fyrir sig á næsta áratug.

7.1.5 Orkuframleiðsla

Til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá orkuframleiðslu á Íslandi er annars vegar hægt að nýta endurnýjanlega orkugjafa í staðinn fyrir jarðefnaeldsneyti og hins vegar að finna leiðir til að fanga útstreymi frá jarðvarmavirkjunum, endurnýta



Mynd 7-2. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna jarðvarmavirkjana árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir (þúsund tonn af CO₂-ígildi).

kolefni með framleiðslu tilbúins eldsneytis, binda kolefni í einfrumulífmassa og með bindingu í basalti.

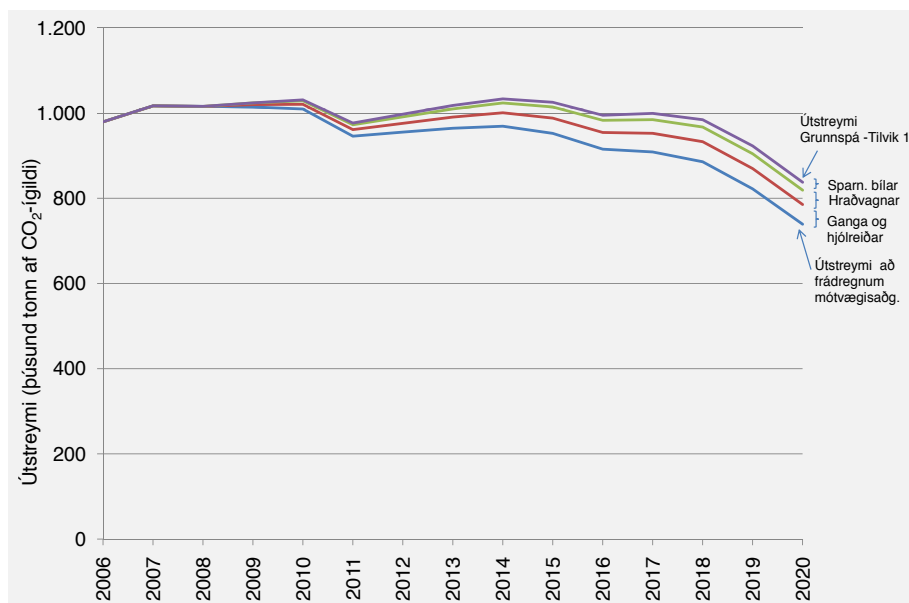
Hér er gert ráð fyrir að árið 2020 verði hægt að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda um 70 þúsund tonn með því að endurnýta kolefni með framleiðslu tilbúins eldsneytis, um 30 þúsund tonn með því að binda kolefni í einfrumulífmassa. Kostnaður við fyrstnefndu aðferðina er áætlaður 5.600 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi, en kostnaður við að binda kolefni í einfrumulífmassa ræðst af því hvaða aðferð er notuð. Tvær aðferðir koma til greina. Annars vegar er hægt að binda brennistein í útblæstri jarðvarmavirkjana í einfrumulífmassa. Binding CO₂ fylgir þá með í kaupbæti og er því enginn aukakostnaður við bindinguna. Hin aðferðin felst í því að nota það vetni sem til fellur til að auka framleiðslu lífmassa og er kostnaður við það áætlaður um 5.700 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi.

7.1.6 Samgöngur

Þeim aðgerðum sem beita má til að draga úr útstreymi frá samgöngum á landi má skipta í fjóra flokka. Í þann fyrsta falla aðgerðir sem styrkja almenningsamgöngukerfið og ýta undir að fólk fari ferða sinna gangandi eða hjólandi. Í annan flokk falla möguleikar á að blanda lífildsneyti í bensín og dísilolíu og einnig má blanda metanóli í bensín. Í þriðja lagi má beita aðgerðum til að bæta orkunýtingu, svo sem að fjölga sparneytnum fólksbílum og auka hlut dísilfólksbíla og tvinnbíla í bílaflotanum. Loks má draga úr útstreymi með nýrri tækni, svo sem E85-bílum, metanbílum, rafmagnsbílum og vetnisbílum.

Vegna þess hve aðgerðirnar geta skarast er nauðsynlegt að setja fram ákveðnar sviðsmyndir til að glöggva sig á því hversu mikið þær aðgerðir sem ráðist er í myndu samanlagt draga mikið úr útstreymi. Hér er gert ráð fyrir þrenns konar aðgerðum til að draga úr útstreymi í samgöngum. Í fyrsta lagi er miðað við að gerðar verði nauðsynlegar ráðstafanir til að ýta undir að almenningur gangi og hjóli meira. Í öðru lagi er gert ráð fyrir að hraðvagnakerfi verði komið á fót og í þriðja lagi að hlutfall sparneytnari fólksbíla aukist. Samtals er áætlað að þessar aðgerðir minnki útstreymi um

Mynd 7-3. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna samgangna á landi árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir. Miðað er við ákveðna sviðsmynd sem gerir ráð fyrir aukinni áherslu á göngu og hjólréiðar, tilkomu hraðvagna og þess að sparneytnari fjölsbílur lleysi aðra eyðslufrekari af hólmi (þúsund tonn af CO₂-ígildi).



100 þúsund tonn, eða 12% (sjá mynd 7-7). Tekið er tillit til þess að þessar áðgerðir geti skarast.

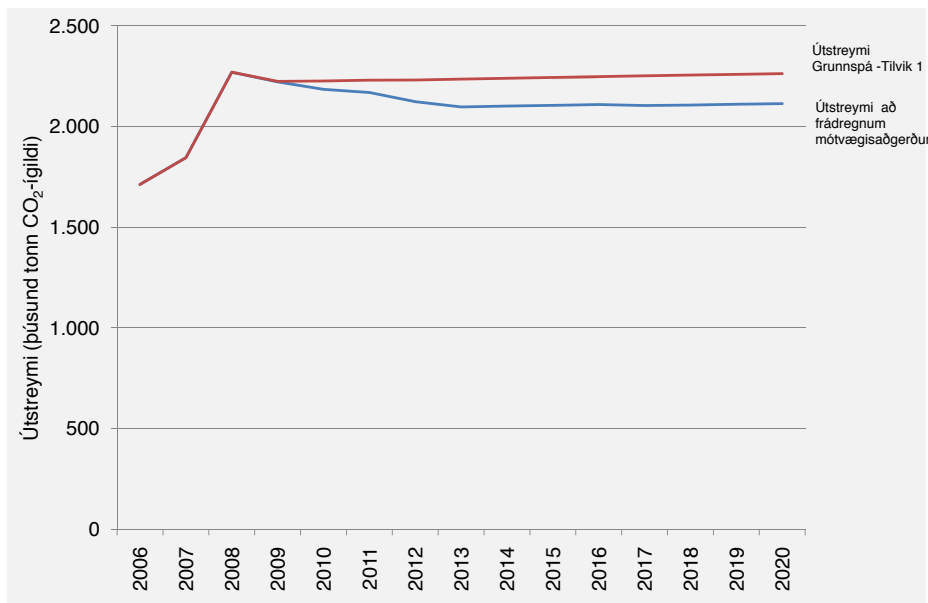
Kostnaður við þessar áðgerðir er misjafn. Aukin notkun sparneytnari bíla hefur í för með sér beinan ávinning upp á 215 þúsund kr. hvert tonn af CO₂-ígildi og hreinn ávinningur af því að fólk gangi og hjóli meira nemur 38.000 kr. á hvert tonn CO₂ ígilda. Hér er litið framhjá þeim áhrifum sem síðarnefnda atriðið hefur á heilsu fólks og mengun, bæði hljóðmengun og loftmengun, en ábatinn af því að ganga og hjóla eykst ef þau áhrif væru tekin með. Áætlaður kostnaður við að draga úr útstreymi með því að taka upp hraðvagna er um 25.000 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi þegar litið er framhjá minni mengun.

Í ofangreindri sviðsmynd er ekki gert ráð fyrir ýmsum öðrum möguleikum til að draga úr útstreymi, svo sem rafbílavæðingu, en þeim eru gerð betri skil í kafla 4.3. Hér skal þó minnst á einn valkost sem ekki er tilgreindur: tengiltvinnbíla, þ.e. tvinnbíla sem hægt er að tengja við rafmagn (e. plug-in hybrids). Tengiltvinnbílar ganga bæði fyrir bensíni eða dísil og rafmagni, en ólíkt mörgum öðrum rafmagnstvinnbílum er bæði hægt að hlaða rafgeyma þeirra með því að tengja þá við rafmagn eða hlaða þá með hefðbundnum hætti með akstri. Mögulegur samdráttur í útstreymi ræðst af því hvernig rafmagnið sem hlaðið er á bílana er framleitt, en þar sem raforkan er framleidd með lítt mengandi hætti, svo sem í vatnsorkuverum, getur sá samdráttur orðið mikill. Nýlegar rannsóknir gefa til kynna að við þær aðstæður mætti draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda um rúm 60% frá bílum (McKinsey 2009). Kostnaður árið 2030 er áætlaður nálega 20 evrur á hvert tonn af CO₂-ígildi.

7.1.4 Iðnaður

Áframleiðsla

Gera má ráð fyrir að frekari umbætur í framleiðslustýringu og aukin rafvæðing geti minnkað útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá álverum um 6%. Vart er við því að búast að frekari minnkun útstreymis verði möguleg fyrir en upp úr 2030 þegar hugsanlegt er að eðalrafskaut verði fýsilegur kostur.



Mynd 7-4. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda í iðnaði árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir skv. tilviki 1 (þúsund tonn af CO₂-ígildi).

Hér er gert ráð fyrir að hægt verði að minnka útstreymi um þessi 6% án þess að það hafi nokkurn viðbótarkostnað í för með sér.

Járblendisframleiðsla

Helstu möguleikar til að draga úr útstreymi eru að auka notkun á timburkurli, nota rafhitara í stað olíuhitara eða fanga kolefni í útstreymi. Hér verður einkum staðnæmst við fyrri tvo kostina.

Fræðilega væri hægt að auka notkun á timburkurli frá sorphirðu og draga með því úr útstreymi um 12 þúsund tonn. Kostnaður við slíkt er áætlaður um 400 kr. á hvert tonn. Að auki mætti draga úr útstreymi um 6 þúsund tonn í viðbót með því að nota einnig kurl úr fersku timbri, eða um alls 4,6%. Ekki myndi þurfa að ráðast í frekari fjárfestingar til að nýta það kurl.

Tveir olíubrennarar hafa þegar verið teknir úr notkun hjá járnblendiverksmiðjunni og rafhitara settir í þeirra stað. Stefnt er að því að taka þá tvo brennara sem eftir eru úr notkun á næstu árum. Þessar breytingar hafa í för með sér hreinan ávinning fyrir fyrirtækið. Áætlað er að hægt verði að draga úr útstreymi um 1.500 tonn af gróðurhúsalofttegundum með þessum hætti.

Fræðilega er mögulegt að fanga nánast allan kolefnisútblástur úr járnblendisverksmiðjunni og nýta í tilbúið eldsneyti. Þetta er langtímaverkefni sem kallar á mikla rannsókn- og þróunarvinnu. Miðað við útgefið starfsleyfi má auka framleiðslu um sem svarar einum ofni til viðbótar við þá þrjá sem þegar eru í notkun. Verði af þeirri stækkun má gera ráð fyrir að sá verði byggður lokaður með endurheimt kolefnis í huga.

Sementsframleiðsla

Við framleiðslu á sementsgjalli losnar koldíoxíð úr hráefnum og vegna eldsneytisnotkunar. Tæknilega eru ekki taldir miklir möguleikar á að minnka útstreymi frá ferlinu við framleiðslu á blönduðu sementi, en hægt ætti að vera að draga úr útstreymi vegna tilbúins sements um nokkur prósent. Um helmingur útstreymis gróðurhúsa-

lofttegunda frá sementsframleiðslu kemur til vegna brennslu koladufts sem eldsneytis. Talið er að hægt sé að skipta út allt að helmingi þessarar eldsneytisnotkunar fyrir kolefnishlutlaust eldsneyti og draga úr útstreymi um 25%. Kostnaður við þessar breytingar er áætlaður um 1.900 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi.

Mannvirkjagerð

Til mannvirkjagerðar telst útstreymi vegna litaðrar olíu og olíu sem seld er utan dælu. Þessi olía fer fyrst og fremst á farartæki og vinnuvélar sem eru staðsett á framkvæmda-svæðum auk tækja sem notuð eru í landbúnaði. Almennu eru þetta tæki sem eyða meiri olíu til vinnu en til aksturs. Eknar vegalengdir eru að jafnaði stuttar og innan svæðanna en eitthvað er þó um flutninga til og frá svæðum. Útstreymi helst eðlilega í hendur við framkvæmdir.

Tæknilegir möguleikar liggja helst í þróun nýrra orkugjafa líkt og í samgöngugeira og þá helst kemur til íblöndun lífdísils. Einnig má ætla að nokkur tækifæri liggi í betra skipulagi vinnu og flutninga. Fyrir um áratug síðan voru gerðar breytingar á vöru-gjöldum á atvinnutæki sem auðvelduðu endurnýjun á tækjum og við þá breytingu voru eldri tæki aflögð og í staðinn komu nýrri tæki með betri eldsneytisnýtingu. Frekari samdráttur í útstreymi ræðst af tækniþróun og endurnýjun tækjanna.

Talið er að árið 2020 verði hægt að minnka útstreymi frá mannvirkjagerð um 28 þúsund tonn á ári með því íblöndun lífdísils, eða um 11%. Kostnaður er áætlaður um 4.600 krónur á hvert tonn af CO₂-ígildi.

Annar iðnaður

Undir þennan lið fellur útstreymi vegna starfsemi annarra stærri iðnfyrirtækja, svo sem áburðarverksmiðju, steinullarframleiðslu, malbikunarstöðva og notkun eldsneytis í öðrum iðnaði. Útstreymi frá þessari starfsemi fer minnkandi, enda hafa nokkur fyrirtæki, sem töldust til þessa geira, nú hætt starfsemi.

Efnanotkun

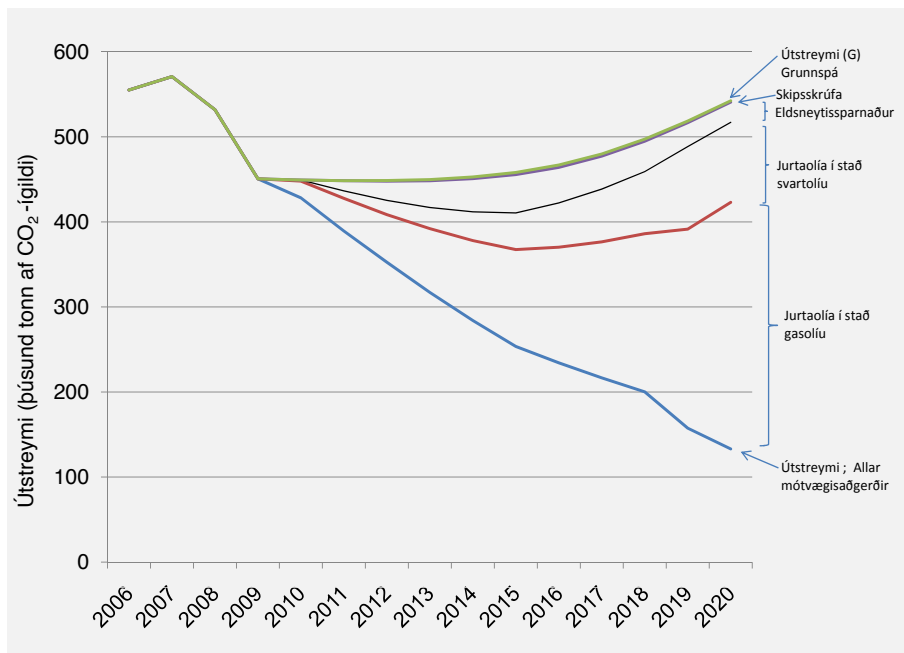
Flokkurinn efnanotkun skiptist í leysiefni og HFC efni og telur um 2% af heildarútstreymi Íslands. Upplýsingar um hugsanlegar mótvægisáðgerðir eru brotakenndar og því litið framhjá þeim hér.

Mynd 7-5 sýnir spá um þróun heildarútstreymis gróðurhúsalofttegunda á tímabilinu 2006-2020 í öllum iðngreinum og hugsanlegar mótvægisáðgerðir. Myndin nær með öðrum orðum til útstreymis frá álverum, járnblendisverksmiðju, sementsverksmiðju og mannvirkjagerð og hugsanlegra mótvægisáðgerða í þessum iðngreinum. Einnig er litið til útstreymis í öðrum iðnaði og efnanotkun en ekki tekið tillit til neinna hugsanlegra mótvægisáðgerða í þeim atvinnugreinum.

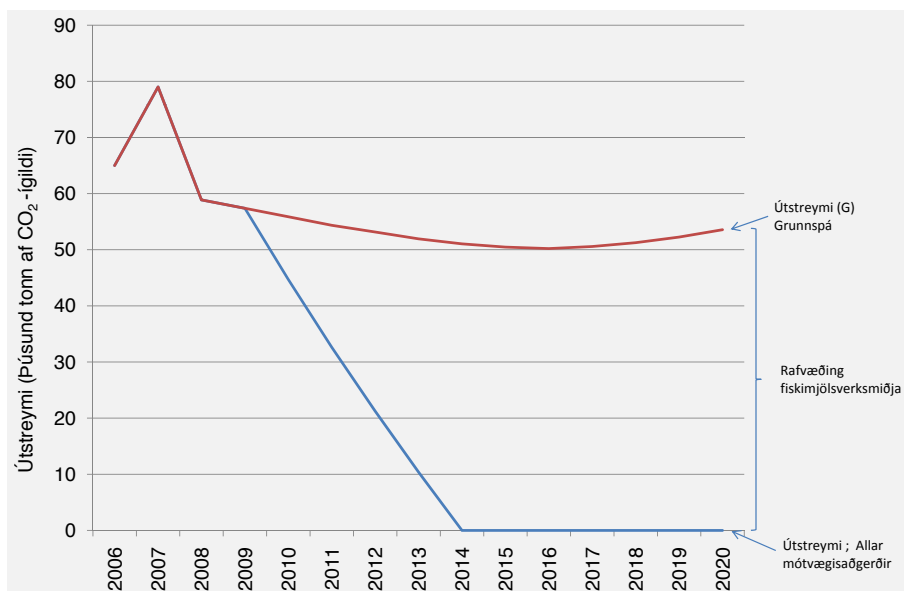
7.1.1 Fiskveiðar

Til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda fiskveiðiflotans má grípa til áðgerða er miða að því að spara eldsneyti, auka nýtingu loftslagsvænni orkugjafa og auka notkun landrafmagns við landlegur.

Ýmsir möguleikar eru á að minnka útstreymi með því að skipta úr svart- eða gasolíu í aðra orkugjafa. Í þeirri sviðsmynd sem hér er sett fram er gert ráð fyrir að frá og með árinu 2010 byrji fiskiskip að nota jurtaolíu í stað gasolíu og svartolíu og að á næsta áratug verði notkun svartolíu algerlega hætt. Miðað er við hægfara innleiðingu



Mynd 7-5. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna fiskveiða árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir (þúsund tonn af CO₂-ígildi).



Mynd 7-6. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna framleiðslu á fiskimjöli árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir (þúsund tonn af CO₂-ígildi).

á jurtaolíu. Áætlað er að árið 2020 verði hægt að draga úr útstreymi um 70% með því að skipta að hluta úr gasolíu yfir í jurtaolíu og hætta alveg að nota svartolíu.

Í þeirri sviðsmynd sem hér er gengið út frá er einnig gert ráð fyrir að skipt verði um skráfu í 10 stórum skipum – togurum og uppsjávarveiðiskipum – og með því dregið úr útstreymi um 10% hjá þeim skipum eða um 1% hjá fiskveiðiflotanum í heild. Að auki er áætlað að með aukinni fræðslu um beitingu skips og búnaðar sé hægt að draga úr orkunotkun. Endurbætur og breytingar á veiðarfærum og notkun þeirra gætu einnig skilað umtalsverðum orkusparnaði og þar með minnkun á útstreymi. Enda þótt erfitt sé að meta hversu mikið útstreymi gæti dregist saman með aukinni fræðslu og breyttum veiðarfærum er hér á eftir gert ráð fyrir að samdrátturinn gæti numið um 15%. Sá samdráttur kæmi ekki til viðbótar við þann samdrátt er leiðir af aukinni notkun jurtaolíu, heldur dregst frá því útstreymi sem er til staðar

eftir að búið er að taka tillit til áhrifa notkunar jurtaolíu á útstreymi. Samtals er því gert ráð fyrir að hægt væri að draga úr útstreymi við fiskveiðar um 75% með því að skipta yfir í jurtaolíu og grípa til annarra þeirra aðgerða er hér hafa verið tilgreindar (sjá mynd 7-2).

Gera má ráð fyrir að hreinn ávinningur fylgi því að auka fræðslu og endurbæta veiðarfæri og notkun þeirra, en kostnaður við að skipta um skrúfu gæti aftur á móti numið um 120 milljónum kr. á hvert skip, eða um 1,2 milljörðum kr. fyrir öll þau skip er til greina kæmi að skipta um skrúfu á. Kostnaður við að skipta um orkugjafa er um 5.800 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi.

7.1.2 Fiskimjölsvinnsla

Hægt er að minnka útstreymi frá fiskimjölverksmiðjum með því að rafvæða verksmiðjurnar eða nota lífrænt eldsneyti í stað olíu. Fyrri kosturinn þykir álitlegri en í honum felst að rafskautsketill kemur í stað olíuketils og að lofthitun á þurrkurum sé rafvædd. Olíunotkun myndi þá leggjast af nema sem varaafll. Spár gera ráð fyrir að útstreymi frá fiskimjölverksmiðjum gæti numið um 54 þúsund tonnum árið 2020, en með algerri rafvæðingu mætti koma í veg fyrir nokkuð útstreymi.

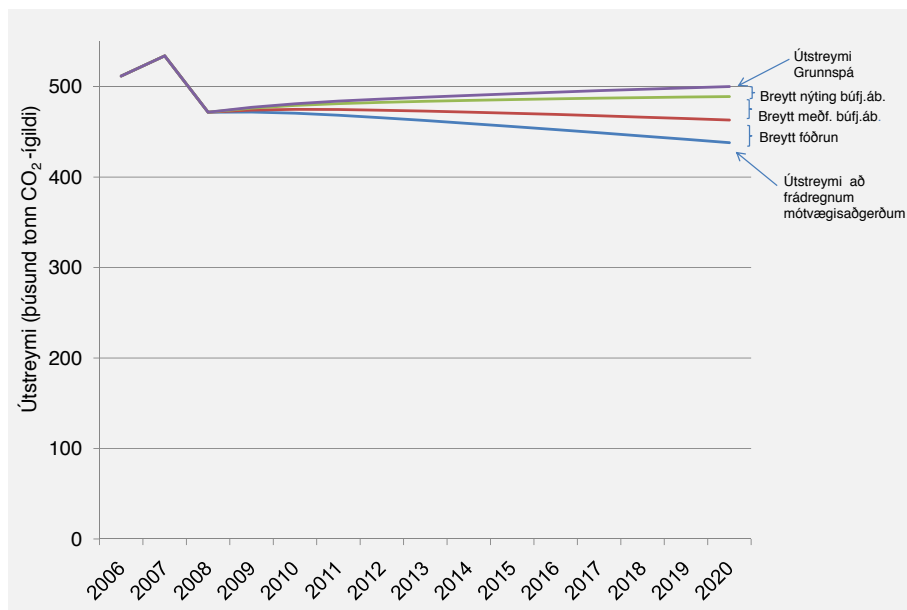
Kostnaður við að breyta öllum helstu fiskimjölverksmiðjum landsins þannig að þær noti ekki lengur olíu gæti numið um 1,3 milljörðum kr. Á móti kemur umtalsverður sparnaður þar sem mun ódýrara er að nota rafmagn en olíu. Árið 2007 er áætlað að þessi sparnaður hafi numið um 500 kr. á hvert tonn af hráefni. Gera má ráð fyrir að hreinn ábati af því að nota rafmagn í stað olíu gæti numið 7.000 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi. Hér er ekki tekið tillit til þess kostnaðar sem leggja þarf í til að tryggja öllum fiskimjölverksmiðjum aðgang að ótryggri orku. Jafnframt er líklegt að erfitt reynist fyrir verksmiðjurnar að keyra alfarið á ótryggri orku.

7.1.3 Landbúnaður

Útstreymi vegna landbúnaðar einskorðast við útstreymi frá dýrum og landbúnaðarlandi. Samhæft regluverk um fóðrun jörturdýra sem hefði það að markmiði að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda gæti skilað um 11% samdrætti í útstreymi frá búfénaði þ.e. samdrætti sem næmi um 26 þúsund tonnum CO₂-ígilda á ári. Einnig væri hægt að geyma mykju í lokuðum þróm. Ef slíkar aðferðir yrðu almennt teknar upp á kúa- og svínabúum mætti draga úr útstreymi vegna meðferðar húsdýraáburðar beint um 15 þúsund tonn CO₂-ígildi á ári. Bætt nýting búfjáráburðar ætti að gera kleift að draga úr innkaupum á tilbúnum köfnunarefnisáburði um allt að 10%. Það leiðir til samdráttar í útstreymi frá landbúnaðarlandi um u.þ.b. 10 þúsund tonn CO₂-ígildi á ári.

Átak í bættri nýtingu búfjáráburðar m.t.t. dreifingartíma og besta samspils við aðra áburðardreifingu gæti skilað um 5% samdrætti í útstreymi frá landbúnaðarlandi til viðbótar því sem bætt meðferð mykju skilar. Þetta gæti því numið um 11 þúsund tonnum CO₂-ígildi á ári. Samanlagður samdráttur gæti því numið 62 þúsund tonnum CO₂-ígilda á ári, eða um 12% samdrætti í útstreymi frá þessum málaflokki.

Óvíst er um kostnað vegna breytinga á fóðrunaraðferðum. Inn í það spilar óvissa um hve mikið þyrfti að breyta fóðrun og hver kostnaður fóðurefnanna yrði. Erlendar rannsóknir benda til þess að kostnaðurinn liggi í kringum \$60 á tonn CO₂-ígildis (Smith et al. 2007). Þetta gerir því um 5.000 kr./tonn CO₂-ígildis.



Mynd 7-7. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna landbúnaðar árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir (þúsund tonn af CO₂-ígildi).

Kostnaður við endurbætur á geymslum fyrir búfjáraburð er umtalsverður. Hér er stuðst við tölur frá Rasmussen o.fl. (2001) um kostnað vegna bættrar meðhöndlunar mykju. Á móti þeim kostnaði kemur sparnaður á tilbúnum áburði. Reiknað er með að kostnaður umfram tekjur vegna áburðarsparnaðar nemi um 165 kr/kg N. Miðað við að dregið sé úr útstreymi eins og hægt er mun kostnaðurinn nema um 13,5 milljónum á ári eða um 200 milljónum alls á áætluðum endingtíma mykjuþróna, sem er 25 ár. Hláturgas er afar virk gróðurhúsalofttegund. Kostnaður við að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda með þessum hætti er einungis um 550 kr/tonn CO₂-ígildi. Þó svo umfang samdráttar sé ekki mikið og kostnaður umtalsverður er bætt meðhöndlun mykju fremur kostnaðarskilvirk leið til að draga úr útstreymi.

Samkvæmt útreikningum þeirra Ernu Bjarnadóttur og Stefáns Arnar Valdimarssonar (1992) þá réttlætir minni kostnaður vegna áburðarkaupa þann kostnaðarauka sem því fylgir að bæta nýtingu búfjáraburðar. Miklar hækkanir hafa orðið á tilbúnum áburði á undanförunum árum og því er þessi niðurstaða óbreytt í dag. Þar af leiðandi er gert ráð fyrir að ekki sé kostnaður af slíkum aðgerðum heldur hagnaður sem nemur um 2.500 kr/tonn CO₂-ígildi.

Útstreymi árið 2020 er áætlað um 500 þúsund tonn en með ofangreindum mótvægisáðgerðum mætti minnka það um 62 þúsund tonn (sjá mynd 7-4).

7.1.7 Meðferð úrgangs

Útstreymi gróðurhúsalofttegunda frá úrgangi má að mestu leyti rekja til þess að haugas frá loftfirrtu niðurbroti lífræns úrgangs losnar út í andrúmsloftið. Að auki losnar koldíoxíð við brennslu úrgangs. Helstu leiðir við að minnka þetta útstreymi eru þær að draga úr myndun úrgangs, minnka urðun lífræns úrgangs og auka þess í stað endurvinnslu, jarðgerð, gasgerð, eða brennslu. Þessar aðgerðir geta dregið úr útstreymi um allt að 9%. Hreinn fjárhagslegur ávinningur við að minnka þetta út-

streymi gæti numið um 14.000 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi. Ekki er tekinn með aukinn kostnaður vegna söfnunar og flokkunar úrgangs.

7.2 Breytt landnotkun

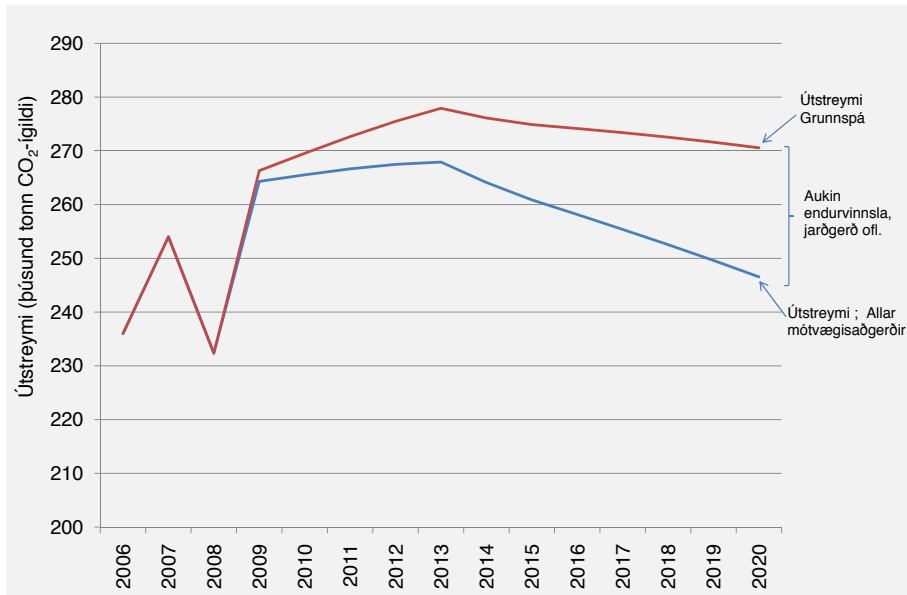
Helsta uppspretta gróðurhúsalofttegunda vegna landnotkunar eru framræstar mýrar. Einnig losnar nokkuð af gróðurhúsalofttegundum frá uppistöðulónum virkjana þar sem jarðvegur hefur horfið undir vatn. Til frádráttar þessu útstreymi kemur binding í skógrækt og landgræðslu. Mögulegt væri að auka verulega umfang landgræðslu- og skógræktarverkefna og endurheimta hluta af því votlendi sem framræst hefur verið. Hér er áætlað að hægt væri að auka bindingu um 415 þúsund tonn árið 2020 með því að endurheimta votlendi, 247 þúsund tonn með því að auka landgræðslu og um 66 þúsund tonn með aukinni skógrækt.

Kostnaður við að endurheimta votlendi er áætlaður um 900 kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi, um 1.300 kr. við aukna landgræðslu og 1.500 kr. við aukna skógrækt.

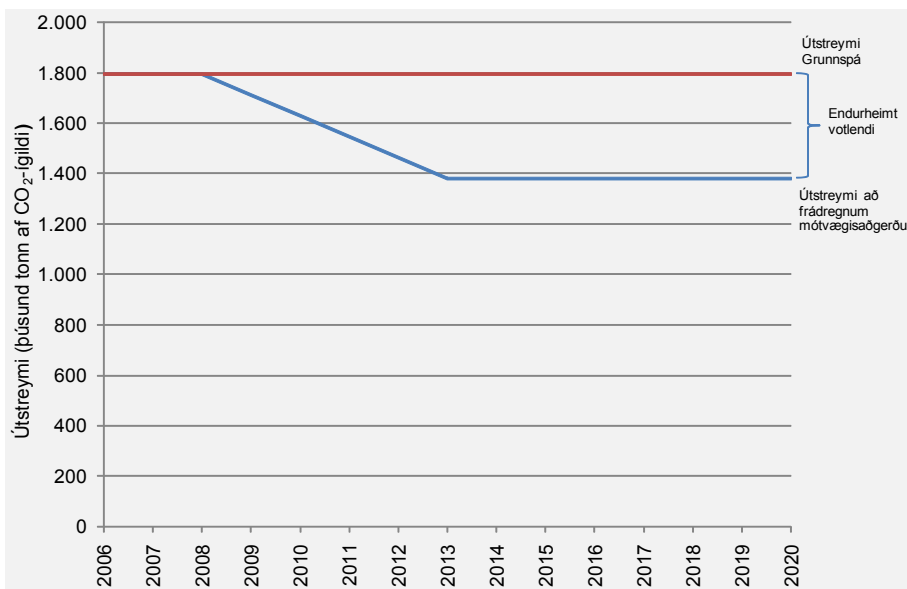
Í töflu 7-4, er útstreymi árið 1990 borið saman við áætlað nettóútstreymi árið 2020 ef gripið yrði til ofangreindra mótvægisáðgerða. Útstreymi árið 1990 nam 3.400 þús-

	Útstreymi 1990	Útstreymi 2007	Nettóútstreymi 2020	Breyting 1990–2020	
				Tonn	%
Olíubrennsla v/orkuframleiðslu	57	31	7	-50	-88
Annar iðnaður	99	44	30	-69	-70
Fiskimjöl	127	79	0	-127	-100
Sementsframleiðsla	102	128	64	-38	-37
Efnanotkun	15	81	110	95	635
Jarðhitavirkjanir	67	152	101	34	51
Mannvirkjagerð	136	221	217	81	59
Úrgangur	180	254	247	67	37
Járnblendiframleiðsla	205	393	390	185	90
Fiskveiðar	662	571	133	-529	-80
Landbúnaður	573	534	438	-135	-24
Samgöngur	609	1017	749	140	23
Álframleiðsla	569	978	1.253	684	120
Samtals	3.401	4.483	3.739	338	10
Landnotkun, óbreytt umfang aðgerða			773		
Samtals með óbreyttu umfangi aðgerða			2.966	-435	-13
Landnotkun, aukið umfang aðgerða			726		
Samtals, með auknu umfangi aðgerða			2.240	-1161	-34

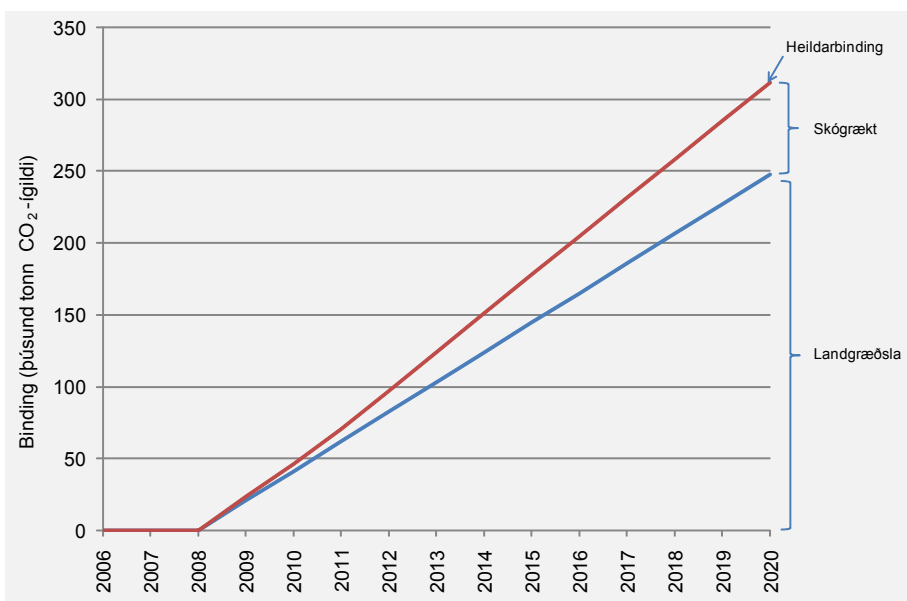
Tafla 7-4. Nettóútstreymi árið 1990, 2007 og spá um nettóútstreymi árið 2020 (tilvik 1). Þúsund tonn af CO₂-ígildi.



Mynd 7-8. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna úrgangs á landi árin 2006–2020 og hugsanlegar mótvægisáðgerðir (þúsund tonn af CO₂-ígildi).



Mynd 7-9. Spá um bindingu gróðurhúsalofttegunda með aukinni landgræðslu og skógrækt 2006–2020 (þúsund tonn af CO₂-ígildi).



Mynd 7-10. Spá um bindingu gróðurhúsalofttegunda með aukinni landgræðslu og skógrækt 2006–2020 (þúsund tonn af CO₂-ígildi).

und tonnum, en til samanburðar er áætlað að það verði tæplega 3.739 þúsund tonn árið 2020, eða 338 þúsund tonnum meira. Aukningin nemur um 10%. Ef að auki er tekið tillit til þeirrar bindingar sem yrði ef umfang aðgerða á sviði landnotkunar héldist óbreytt m.v. núverandi umfang má ætla að nettóútsreymi árið 2020 verði um 2.966 þúsund tonn, eða 435 þúsund tonnum minna en var árið 1990. Samdrátturinn gæti numið um 13%. Ef ennfremur er gert ráð fyrir að umfang aðgerða á sviði landnotkunar yrði aukið (þ.e. endurheimt votlendis og aukin skógrækt og landgræðsla), gæti nettóútsreymi verið komið í 2.240 þúsund tonn árið 2020. Það myndi svara til 1.161 þúsund tonna minna útsreymis árið 2020 en 1990, eða um þriðjungs samdrátt.

Ef borið er saman við útsreymi ársins 2007 gæti útsreymi til ársins 2020 dregist saman um 17%, 34% og 50% miðað við sömu forsendur og hér að ofan.

Ef binding vegna endurheimtar votlendis, sem nemur um 415 þúsund tonnum er

	Útsreymi 1990	Útsreymi 2007	Nettóútsreymi 2020	Breyting 1990–2020	
				Tonn	%
Oliubrennsla v/orkuframleiðslu	57	31	8	-49	-86
Annar iðnaður	100	44	34	-66	-66
Fiskimjöl	127	79	0	-127	-100
Sementsframleiðsla	103	128	103	0	0
Efnanotkun	19	81	110	91	480
Jarðhitavirkjanir	67	152	111	44	66
Mannvirkjagerð	136	221	229	93	68
Úrgangur	184	254	247	63	34
Járnblendiframleiðsla	204	393	628	424	208
Fiskveiðar	662	571	133	-529	-80
Landbúnaður	573	534	438	-135	-24
Samgöngur	608	1.017	831	223	37
Álframleiðsla	569	978	2.136	1.567	275
Samtals	3.409	4.483	5.007	1.598	47
Landnotkun, óbreyttar aðgerðir			773		
Samtals, með óbreyttum aðgerðum			4.234	825	24
Landnotkun, binding umfram óbreyttar aðgerðir			726		
Samtals, með viðbótarbindingu			3.508	99	3

Tafla 7-5. Nettóútsreymi árið 1990, 2007 og spá um nettóútsreymi árið 2020 (tilvik 2). Þúsund tonn af CO₂-ígildi.

ekki talin til möguleika til bindingar, er samtals samdráttur í nettóúttreymi miðað við 1990 um 22%.

Í töflu 7-5. er nettóúttreymi árið 1990 borið saman við áætlað nettóúttreymi árið 2020 fyrir tilvik 2 ef gripið yrði til ofangreindra mótvægisáðgerða. Í samanburði við úttreymi árið 1990, er búist við að úttreymi gæti orðið 47% hærrí árið 2020. Ef að auki er tekið tillit til þeirrar bindingar sem yrði ef umfang aðgerða á sviði landnotkunar héldist óbreytt m.v. núverandi umfang má ætla að nettóúttreymi árið 2020 verði um 4.234 þúsund tonn, eða 825 þúsund tonnum meira en var árið 1990. Ef ennfremur er gert ráð fyrir að umfang aðgerða á sviði landnotkunar yrði aukið (þ.e. endurheimt votlendis og aukin skógrækt og landgræðsla), gæti nettóúttreymi verið komið í 3.508 þúsund tonn árið 2020 og er því 3% meira en árið 1990. Ef binding vegna endurheimtar votlendis, er ekki talin með heldur eingöngu binding vegna aukins umfangs skógræktar- og landgræðsluáðgerða, yrði aukning í nettóúttreymi um 15% árið 2020 miðað við 1990.

Ef borið er saman við úttreymi árið 2007 gæti úttreymi ársins 2020 hafa aukist um 12%, dregist saman um 6% og 22% miðað við sömu forsendur og hér að ofan.

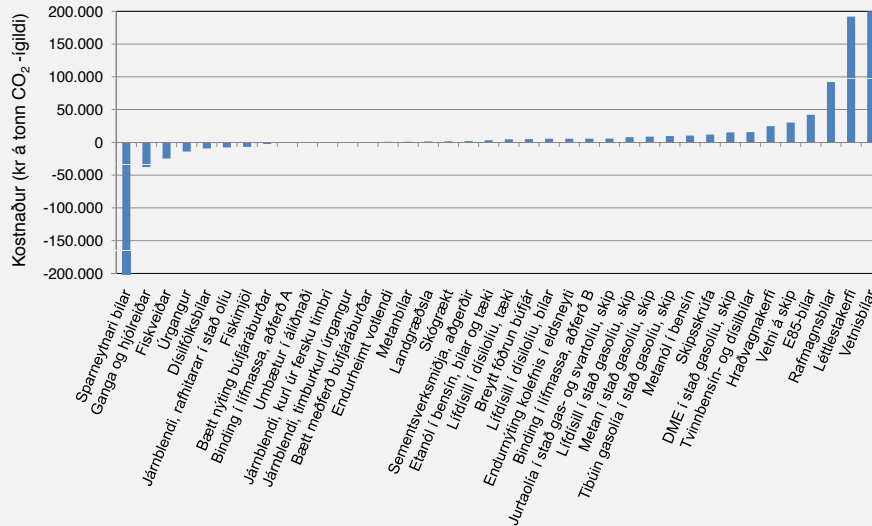
7.3 Kostnaður

Þær aðgerðir sem hér hafa verið kynntar eru misdýrar. Sumar, svo sem aukin áhersla á göngu og hjólreiðar, hafa í för með sér hreinan ávinning og er kostnaðurinn í því tilfalli neikvæður. Kostnaður við mótvægisáðgerðir er borinn saman í töflu 7-6, þar sem aðgerðir sem hafa hreinan ábata í för með sér eru sýndar sem mínustölur. Taflan nær til allra þeirra aðgerða sem rætt hefur verið um í skýrslunni sem virðast tæknilega mögulegar fyrir 2020.

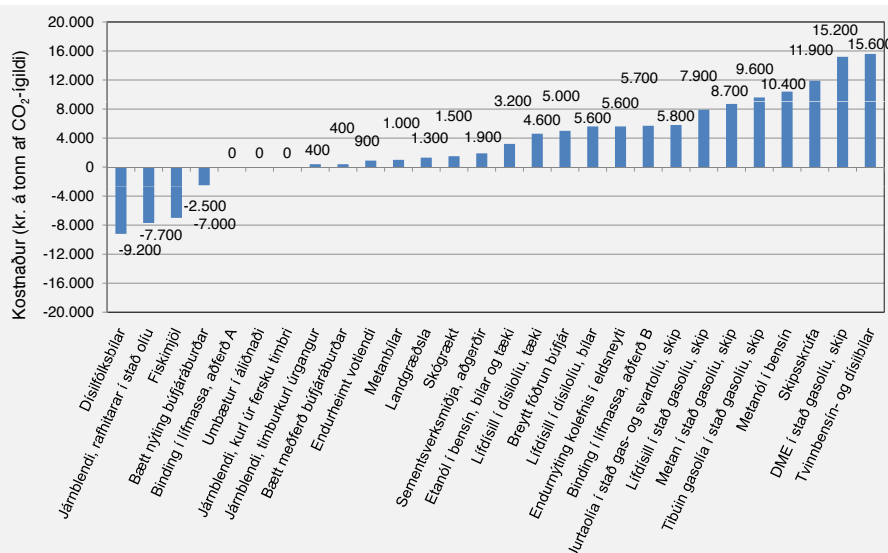
Aðgerð	Kr. á tonn
	Kostnaður á CO ₂ -tonn
Sparneytnari bílar	-215.000
Ganga og hjólreiðar	-37.800
Fiskveiðar	-24.800
Úrgangur	-14.000
Dísilfólksbílar	-9.200
Járblendir, rafhitarar í stað olíu	-7.700
Fiskimjöl	-7.000
Bætt nýting búfjáraburðar	-2.500
Binding í lífmassa, aðferð A	0
Umbætur í áliðnaði	0
Járblendir, kurl úr fersku timbri	0
Járblendir, timburkurl úrgangur	400
Bætt meðferð búfjáraburðar	400
Endurheimt votlendi	900
Metanbílar	1.000
Landgræðsla	1.300
Skógrækt	1.500
Sementsverksmiðja, aðgerðir	1.900
Etanól í bensín, bílar og tæki	3.200
Lífdísill í dísilolíu, tæki	4.600
Breytt fóðrun búfjár	5.000
Lífdísill í dísilolíu, bílar	5.600
Endurnýting kolefnis í eldsneyti	5.600
Binding í lífmassa, aðferð B	5.700
Jurtaolía í stað gas- og svartolíu, skip	5.800
Lífdísill í stað gasolíu, skip	7.900
Metan í stað gasolíu, skip	8.700
Tibúin gasolía í stað gasolíu, skip	9.600
Metanól í bensín	10.400
Skipsskrúfa	11.900
DME í stað gasolíu, skip	15.200
Tvinnbensín- og dísilbílar	15.600
Hraðvagnakerfi	24.800
Vetni á skip	30.200
E85-bílar	42.000
Rafmagnsbílar	92.000
Léttlestakerfi	192.000
Vetnisbílar	258.000

Tafla 7-6. Kostnaður við hinar ýmsu aðgerðir. Krónur á hvert tonn CO₂-ígildi.

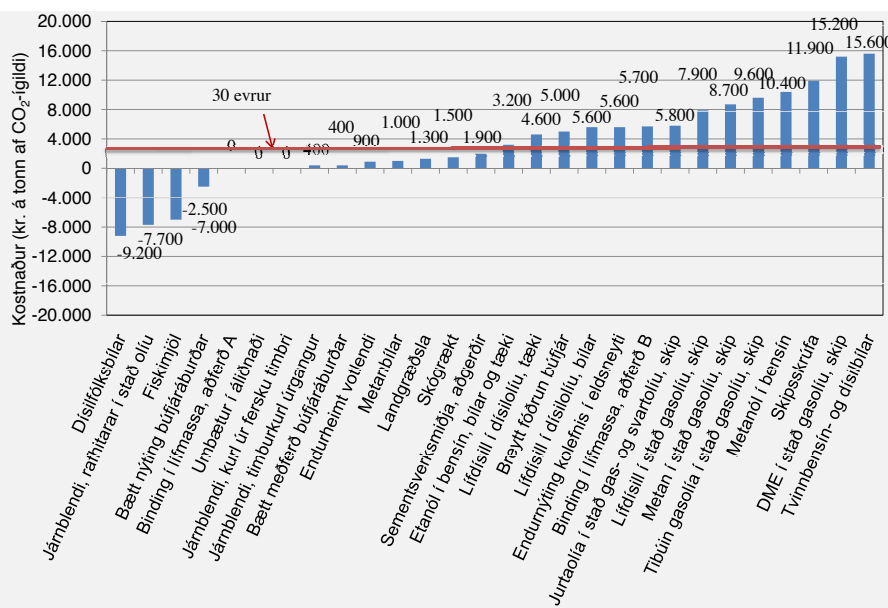
Glögglega má ráða af töflu 7-6 að kostnaður við mótvægisáðgerðir er mismunandi. Á meðan aðgerðir á borð við sparneytnari bíla hafa í för með sér hreinan ábata að fjárhæð 215 þúsund kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi er kostnaður við vetnisbíla áætlaður um 258 þúsund kr. á hvert tonn. Mismunandi kostnaður þessara aðgerða sést betur á myndum 7-11 og 7-12.



Mynd 7-11. Ábati (mínustölur) og kostnaður við ólíkar mótvægisáðgerðir. Kr. á tonn af CO₂-ígildi.



Mynd 7-12. Ábati (mínustölur) og kostnaður við ólíkar mótvægisáðgerðir sem hafa í för með sér minni ábata en 20 þúsund kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi eða minni kostnað en 20 þúsund kr. á hvert tonn.



Mynd 7-13. Ábati (mínustölur) og kostnaður við ólíkar mótvægisáðgerðir borinn saman við áætlað verð (30 evrur) á losunarheimildum árið 2020.

Á mynd 7-13 er ábati og kostnaður við þær mótvægisáðgerðir sem kosta minna en 20 þúsund kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi borinn saman við áætlað verð á losunarheimildum árið 2020. Hér er reiknað með að heimildir kosti þá 30 evrur á hvert tonn eða sem svarar til 3.600 kr. á gengi 26. ágúst 2008.

Þær kostnaðartölur sem sýndar eru í töflu 7-6 og myndum 7-11, 7-12 og 7-13 eru fengnar með því að reikna fyrst ábata og kostnað og núvirða síðan hvora stærð fyrir sig. Jafnframt er tekið tillit til þess að samdráttur í útstreymi fellur ekki allur til strax heldur dreifist á það tímabil sem til skoðunar er hverju sinni. Í samræmi við það er því næst ákveðið hvað hvert tonn af CO₂ losunarheimildum mætti kosta að núvirði til þess að réttlætanlegt væri að ráðast í viðkomandi aðgerð. Ef viðkomandi aðgerð hefur hreinan ábata í för með sér mun það verð á losunarheimildum sem þannig er fundið verða neikvætt, en jákvætt ef aðgerðin hefur í för með sér nettókostnað.

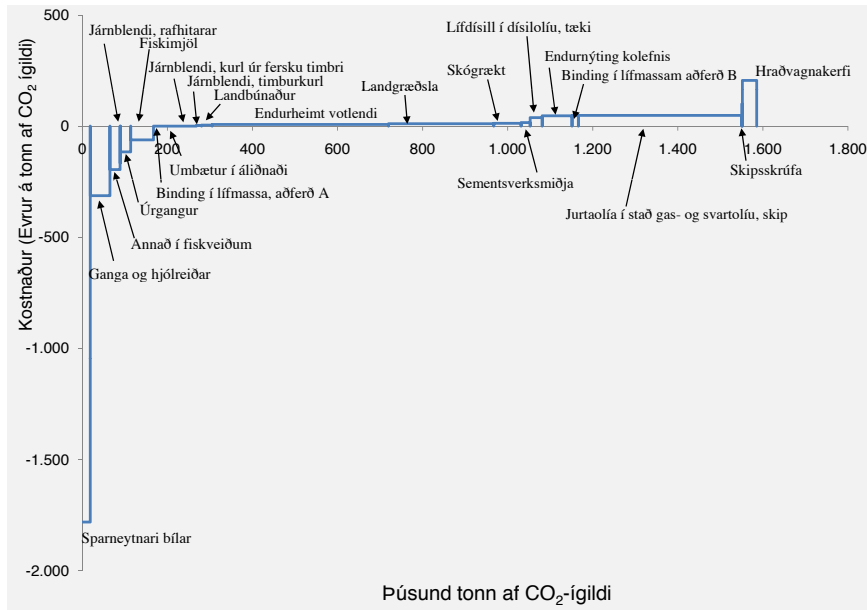
Á mynd 7-14 er framboðsferill mótvægisáðgerða sýndur, það er kostnaður við hverja aðgerð er borinn saman við þann samdrátt í útstreymi sem hún hefur í för með sér árið 2020. Samdráttur í útstreymi er sýndur á lárétta ásnum en kostnaður á þeim lóðrétta. Miðað er við gengi evru eins og það var 26. ágúst 2008, 120,65 kr. Súlur sem ganga langt niður fyrir núll á lóðrétta ásnum sýna aðgerðir sem hafa í för með sér hreinan ávinning. Í þann flokk falla t.d. sparneytnari bílar. Breidd hverrar súlu sýnir aftur á móti þann samdrátt í útstreymi sem hver aðgerð hefur í för með sér. Aukin notkun sparneytnari fólksbíla myndi minnka útstreymi um 19 þúsund tonn af CO₂-ígildi og því er sú súla mun mjórri en súlan sem sýnir ábata af því að auka göngu og hjólreiðar, enda leiðir sú aðgerð til þess að útstreymi minnkar um 46 þúsund tonn. Kostnaður við landgræðslu og skógrækt er jafn og fyrir vikið eru þessar súlur jafnháar en aftur á móti eru þær misbreiðar þar sem þær hafa í för með sér mismikla bindingu. Myndin sýnir allar þær aðgerðir sem miðað var við í sviðsmyndunum hér að framan.

Á mynd 7-15 er nánar litið á þá möguleika sem bjóðast til að minnka útstreymi gróðurhúsalofttegunda og eru ódýrari en 20 evrur á hvert tonn af CO₂-ígildi.

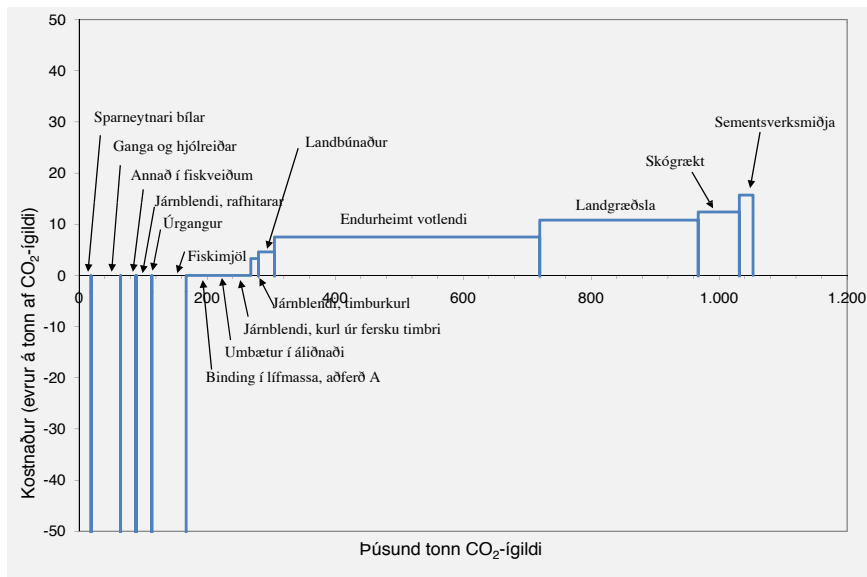
Mynd 7-16 sýnir þá kosti sem til greina koma og kosta minna en 50 evrur. Allir aðrir valkostir sem hér hafa verið ræddir kosta 100 evrur eða meira.

Gagnlegt kann að vera að bera saman kostnað mótvægisáðgerða og líklegt verð losunarheimilda árið 2020. Gert er ráð fyrir að heimild til losunar á einu tonni af gróðurhúsalofttegundum kosti þá 30 evrur (rauð lína á mynd 7-17). Gera má ráð fyrir að það sé fjárhagslega hagkvæmt fyrir fyrirtæki og hið opinbera að ráðast í allar þær aðgerðir sem eru ódýrari eða jafndýrar og losunarheimildirnar. Miðað við ofangreindar forsendur myndi líklega borga sig að nota lífdísil í stað gasolíu á tæki, en ekki að vinna eldsneyti úr kolefni í útstreymi jarðvarmavirkjana.

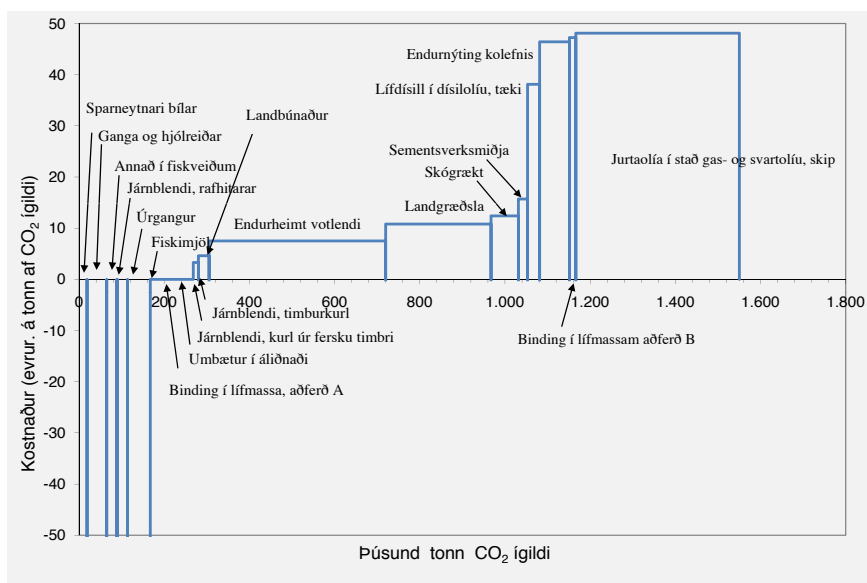
Á mynd 7-18 er sýnt hvernig gert er ráð fyrir að nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda þróist fram til ársins 2020 og hvernig hægt verður að vinna gegn útstreymi með ýmsum mótvægisáðgerðum. Þeim aðgerðum er skipt í nokkra flokka. Fyrst má nefna bindingu sem hlýst af óbreyttu umfangi aðgerða á sviði landnotkunar, í öðru lagi þær aðgerðir sem hægt er að grípa til og hafa ábata í för með sér, í þriðja lagi aðgerðir sem kosta 20 evrur eða minna á hvert tonn af CO₂-ígildi, í fjórða lagi aðgerðir sem kosta 21-50 evrur og í fimmta lagi dýrari aðgerðir.



Mynd 7-14. Framboðsferill mótvægisáðgerða árið 2020. Kostnaður við allar mótvægisáðgerðir sem ofangreindar sviðsmyndir gera ráð fyrir að hægt verði að ráðast í og áætlaður samdráttur í útstreymi vegna hversrar áðgerðar í evrum á hvert tonn af CO₂-ígildi.

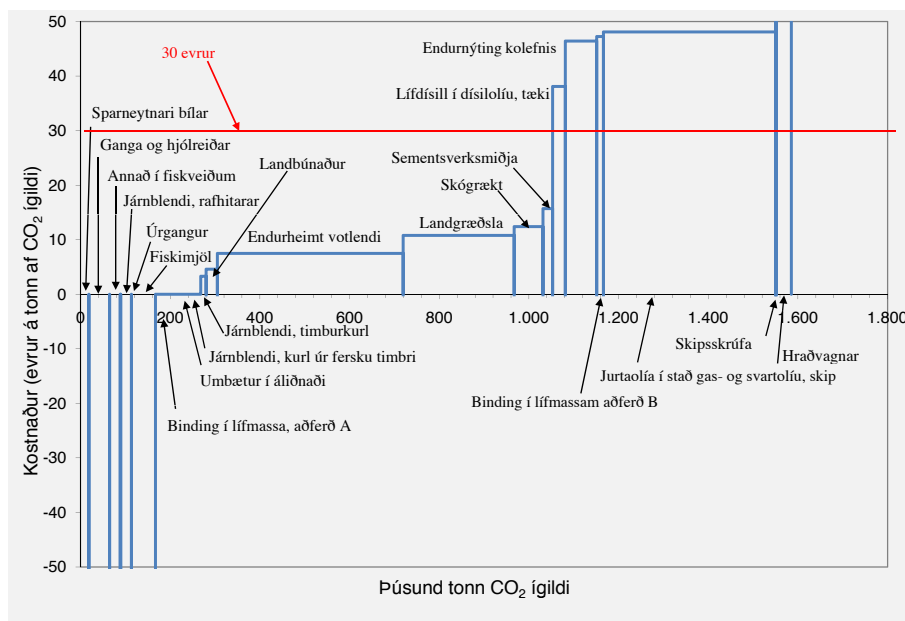


Mynd 7-15. Framboðsferill mótvægisáðgerða. Mótvægisáðgerðir sem kosta minna en 20 evnur á hvert tonn af CO₂-ígildi.

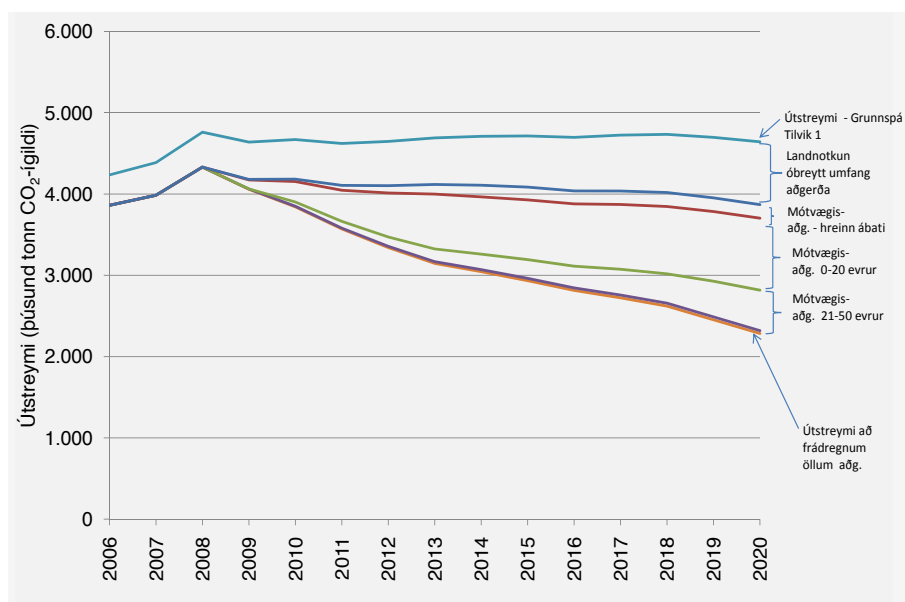


Mynd 7-16. Framboðsferill mótvægisáðgerða. Mótvægisáðgerðir sem kosta minna en 50 evnur á hvert tonn af CO₂-ígildi.

Mynd 7-17. Nettóútspreymi gróðurhúsalofttegunda, binding vegna óbreytts umfangs aðgerða á sviði landnotkunar og mögulegar mótvægisáðgerðir raðað eftir kostnaði á hvert tonn af CO₂-ígildi.



Mynd 7-18. Nettóútspreymi gróðurhúsalofttegunda, binding vegna óbreyttrar landnotkunar og mögulegar mótvægisáðgerðir raðað eftir kostnaði á hvert tonn af CO₂-ígildi.



7.4 Sveigjanleikaákvæði Kyoto-bókunarinnar

Sveigjanleikaákvæði Kyoto-bókunarinnar felast í þremur aðferðum sem auðvelda eiga iðnríkjum sem eiga aðild að bókuninni að mæta skuldbindingum sínum um takmörkun á útspreymi gróðurhúsalofttegunda og auka líkur á að markmið loftslags-samnings S.P. náist. Tvö þeirra, sameiginleg framkvæmd (JI) og kerfi um hreina þróun (CDM), gefa iðnríkjunum færi á að ráðast í verkefni í öðrum ríkjum og minnka útspreymi þar. Við það skapast eða færast til losunarheimildir sem hægt er að nota til að mæta innlendu útspreymi eða selja á markaði. Þriðja ákvæðið er alþjóðlegt markaðskerfi með losunarheimildir (ET) þannig að iðnríkin sem hafa tekið á sig skuldbindingar geta framselt útspreymisheimildir til annarra ríkja sem einnig hafa tekið á sig skuldbindingar. Þetta ákvæði er mikilvægt til að nýta hin tvö ákvæðin til fulls.

Ákvæðin byggja á þeirri forsendu að samdráttur í útstreymi sé jafn gagnlegur umhverfinu, sama hvar í heiminum hann á sér stað og hvetur til þess að dregið verði úr útstreymi þar sem fjárhagsleg hagkvæmni er mest (sjá kafla 5).

Iðnríki, sem samþykkt hafa Kyoto-bókunina og bera skuldbindingar um að draga úr útstreymi, verða að sýna fram á að notkun sveigjanleikaákvæðanna sé viðbót við ráðstafanir innanlands til að draga úr útstreymi. Hins vegar er ekki skilgreint að hve miklu leyti ríki mega nota áunnar losunarheimildir til að uppfylla skuldbindingar sínar.

Verð losunarheimilda hefur lækkað umtalsvert undanfarið og í mars 2009 var verð heimilda sem fallið geta undir viðskiptakerfi ESB um 10 €/tonn. Sveigjanleikaheimildirnar eru eitthvað ódýrari. Líklegt þykir að verð eigi eftir að hækka á ný og miða má við verð upp að 20–30 evrum á tonn árið 2020. Ef gert er ráð fyrir að verð heimilda sé 30 evrur, má færa rök fyrir því að skilvirkara sé að kaupa heimildir á markaði en að ráðast í aðgerðir sem eru dýrari. Sem dæmi um þá fjárhæð sem verja þyrfti til kaupa á losunarheimildum má taka eftirfarandi. Ef útstreymi árið 2020 þarf að vera 40% minna en árið 1990, má nettóútstreymi árið 2020 ekki fara upp fyrir 2.040 þúsund tonn. Samkvæmt tilviki 1 í útstreymisspá Umhverfisstofnunar er gert ráð fyrir að brúttóútstreymi ársins 2020 verði 4.600 þúsund tonn. Munurinn er því um 2.550 þúsund tonn. Þetta bil mætti brúa á eftirfarandi hátt: Í fyrsta lagi gæti óbreytt umfang aðgerða á sviði landnotkunar skilað bindingu sem svarar 773 þúsund tonnum. Í öðru lagi gætu aðgerðir sem kosta minna en 30 evrur tonnið skilað 1.050 þúsund tonnum (sjá upptalningu í töflu 7-6). Samtals gætu því þessir tvær liðir dregið úr útstreymi um 1.820 þúsund tonn. Þriðji valkosturinn, miðað við þær forsendur sem hér hefur verið byggt á, væri því sá að kaupa um 730 þúsund tonn af losunarheimildum.

7.5 Þjóðhagsleg áhrif

Í þessari greinargerð hefur eingöngu verið litið til þess hvað hinar ýmsu aðgerðir til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda gætu kostað og í því skyni reynt að meta þann ábata og kostnað sem þær hafa í för með sér. Greiningin er þröng í þeim skilningi að eingöngu er litið á kostnað og ábata þeirra fyrirtækja eða atvinnugreina sem um ræðir, en ekki tekið tillit til þeirra margvíslegu þjóðhagfræðilegu áhrifa sem aðgerðir til að draga úr útstreymi geta haft í för með sér. Til þess að slíkt sé unnt þarf að vera hægt að herma eftir þeim áhrifum í þjóðhagslíkani og skoða þannig afleiðingar aðgerða bæði í bráð og lengd. Slíkt líkan var ekki tiltækt og í raun er vart til heppilegt líkan héraendis til að framkvæma slíka greiningu. Brýnt er að á þessu verði gerð bót þannig að hægt verði að skoða áhrifa hinna ólíku þátta á greinargóðan hátt.

