

8 Niðurstöður og samantekt

8.1 Takmark og aðferðir

Á vordögum 2007 skipaði umhverfisráðherra sérfræðinganefnd til að fjalla um möguleika á að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda í sex mismunandi geirum samfélagsins. Einnig skyldi nefndin kanna möguleika á að beita öðrum mótvægisáðgerðum þ.e. bindingu kolefnis og notkun sveigjanleikaákvæða loftslagssamningsins til að minnka nettóútstreymi.

Markmið nefndarinnar var því að meta tæknilega möguleika til minnkunar á nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda frá orkuframleiðslu, samgöngum, sjávarútvegi, iðnaðarferlum, landbúnaði, meðferð úrgangs auk bindingu kolefnis í gróðri, jarðvegi, jarðlögum og með framleiðslu lífmassa og með framleiðslu eldsneytis. Þar sem þær áðgerðir sem fjallað var um eru misdýrar var kostnaður og ábati hverrar mótvægisáðgerðar metinn á hvert tonn af minnkuðu útstreymi gróðurhúsalofttegunda metið í CO₂-ígildum. Niðurstöður nefndarinnar sýna því hversu mikil áhrif hver mótvægisáðgerð hefur á nettóútstreymi, og hvað hver og ein áðgerð kostar.

8.1.1 Aðferðafræði

Nefndin byggði á viðurkenndri aðferð til að meta kostnað og ábata mótvægisáðgerða, og hefur aðferðin sem nefndin beitti m.a. verið notuð af ráðgjafafyrirtækinu McKinsey & Company og tæknihóp (technical support unit) sem starfar fyrir Vinnuhóp 3 (Working Group 3) hjá Milliríkjanefnd Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (IPCC).

Aðferðafræðin byggdist á eftirfarandi skrefum:

- Framtíðarspá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda í einstaka geirum til ársins 2050 var fengin frá Umhverfisstofnun. Sú spá byggir að miklu leyti á nýjustu eldsneytisspá Orkustofnunar frá árinu 2008. Spáin samanstendur af tveimur tilvikum, þar sem tilvik 1 er hin eiginlega grunnspá en í tilviki 2 voru áhrif framleiðsluaukningar í stóriðju á útstreymi gróðurhúsalofttegunda skoðuð. Framtíðarspáin var síðan notuð til að setja fram **grunnspá**, sem lýsir væntanlegu útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi ef ekkert er að gert, svokallaðri afskiptalausri þróun. Það þýðir að hvorki stjórnmöld, einstaklingar né

fyrirtæki grípi til sérstakra aðgerða umfram það sem leiðir af venjubundinni þróun.

- Útstreymi frá einstökum geirum var metið og áhrif einstakra mótvægisáðgerða voru metin. Með mótvægisáðgerðum er átt við leiðir til minnkunar á útstreymi gróðurhúsalofttegunda umfram **grunnspá**, innan hvers geira.
- Mögulegur samdráttur í útstreymi, mældur í tonnum gróðurhúsalofttegunda á ári, var metin fyrir hverja mótvægisáðgerð. Síðan voru heildarmöguleikar til minnkunar á útstreymi innan hvers geira metnir og tekið mið af samlegðaráhrifum allra aðgerða. **Taka ber fram að þeir heildarmöguleikar til að draga úr útstreymi sem fjallað er um sýna einungis hvað er tæknilega mögulegt en fela ekki í sér framtíðarspá. Hvort tæknilega mögulegur samdráttur verður að veruleika er háð t.d. stjórnvaldsáðgerðum.**
- Kostnaður vegna hvernar mótvægisáðgerðar var metinn sem summa fjárfestingar og rekstrarkostnaðar. Fjárfestingarkostnaði var dreift á líftíma fjárfestingar með 5% reiknivöxtum. Ábati hvernar áðgerðar var einnig metinn fyrir hvert ár fjárfestingar. Núvirtur nettó kostnaður (eða ábati) hvernar áðgerðar yfir tímabilið 2009 til 2020 var síðan metinn. Kostnaður vegna áðgerða síðar á tímabilinu var ekki metinn vegna mikillar óvissu þegar lengra er litið inn í framtíðina.
- Kostnaði sérhvernar mótvægisáðgerðar var síðan deilt á hvert tonn af minnkun útstreymi gróðurhúsalofttegunda fyrir tímabilið 2009-2020. Þessum áðgerðum var síðan raðað upp í kostnaðarferil, eiginlegan framboðsferil mótvægisáðgerða, sem lýsir framboði mótvægisáðgerða eftir núvirtum nettó kostnaði á hvert tonn gróðurhúsalofttegunda sem ekki fer út í andrúmsloftið.

8.2 Niðurstöður – samantekt

Árið 2007 var útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi 4.482 þúsund tonn af CO₂-ígildi. Það er 1.082 þúsund tonnum meira en árið 1990. Eins og fram kemur í töflu 8-1 hefur útstreymi aukist í öllum þeim atvinnugreinum sem þar eru tilgreindar nema í fiskveiðum, fiskimjölsvinnslu, landbúnaði, öðrum iðnaði og olíubrennslu til orkuframleiðslu.

Í hverjum geira er möguleiki á margvíslegum mótvægisáðgerðum. Tafla 8-2, gefur yfirlit yfir þær mótvægisáðgerðir sem fjallað er um í skýrslunni fyrir hvern geira. Taka ber fram að þær áðgerðir sem taldar eru upp í töflu 8-2, eru bæði þær áðgerðir sem nú þegar eru tæknilega mögulegar og þær sem búist er við að verði fánlegar síðar á tímabilinu. Nánari umfjöllun um hverja áðgerð er að finna í kafla 4.

8.2.1 Sviðsmyndir

Þar sem nokkur óvissa ríkir um áframhaldandi uppbyggingu orkufreks iðnaðar eru tvö losunartilvik metin. Í tilviki 1 er miðað við að framleiðslumagn í iðnaði sé jafnmikið og framleiðslugeta starfandi fyrirtækja í árslok 2007 segir til um. Í tilviki 2 er

	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
Járnblendisframleiðsla	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 8-1. Útstreymi gróðurhúsalofttegunda árin 1990 og 2007. Þúsund tonn af CO₂-ígildi.

byggt á framleiðslumagni sem leyfilegt er að framleiða samkvæmt skv starfsleyfum í lok árs 2008 (sjá kafla 3).

Í tilviki 1 er gert ráð fyrir að árið 2020 muni útstreymi gróðurhúsalofttegunda nema samtals um 4.600 tonnum og er þá miðað við afskiptalausá þróun. Með ýmsum mótvægisáðgerðum án breytinga á landnotkun (þ.e. í landgræðslu og skógrækt) mætti hugsanlega draga úr útstreymi um 904 þúsund tonn. Betur er fjallað um þessar mótvægisáðgerðir í köflum 4 og 7.

Ef einnig er gert ráð fyrir að umfang aðgerða á sviði landnotkunar (þ.e. skógrækt og landgræðslu) haldist óbreytt frá því sem nú er, má áætla að sú kolefnisbinding sem af því hlytist myndi leiða til þess að hægt verði að draga úr nettó útstreymi gróðurhúsalofttegunda um 1.677 þúsund tonn. Það samsvarar 36% af áætluðu heildarútstreymi ársins 2020 við afskiptalausá þróun. Ef að auki er gert ráð fyrir auknu umfangi aðgerða á sviði landnotkunar (þ.e. endurheimt votlendis og aukin landgræðsla og skógrækt) má ætla að hægt verði að auka bindingu um 726 þúsund tonn í viðbót. Samtals gæti þá verið hægt að draga úr útstreymi um 52% (Tafla 8-3). Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimtar votlendis er ekki talin með lækkar mögulegur samdráttur í 43% af útstreymi ársins 2020.

Í töflu 8-4 er útstreymi árið 1990 borið saman við áætlað útstreymi árið 2020 ef gripið yrði til allra þeirra mótvægisáðgerða sem fjallað var um í kafla 7. Útstreymi árið 1990 nam 3.400 þúsund tonnum en áætlað er að það verði tæplega 3.739 tonn árið 2020, eða nálega 338 þúsund tonnum meira. Aukningin nemur um 10%. Ef tekið er

	Aðgerðir til lengri (2050) og skemmri (2020) tíma sem fjallað er um (sjá kafla 4)
Orkuframleiðsla	Aukin skilvirkni virkjana og notkunar orku, söfnun CO ₂ og binding í basalt, söfnun CO ₂ og framleiðsla tilbúins eldsneytis, söfnun CO ₂ og framleiðsla á lífmassa
Samgöngur	Ganga, hjólfreiðar, styrking almenningsgangna, sparneytnari bifreiðar, dísilbifreiðar, blöndun lífdísils í dísilolíu, blöndun etanóls í bensín, blöndun metanóls í bensín, ný bifreiðatækni svo sem E-85, metanbílar, tvinnbifreiðar, tengiltvinnbifreiðar, rafmagnsbifreiðar, vetnisbifreiðar
Iðnaðarferlar og efnanotkun	
Álframleiðsla	Bætt framleiðslustýring, rafvæðing ofna, söfnun CO ₂ og niðurdæling eða nýting í aðra framleiðslu, eðalrafskaut, klóríð ferli, súlfíð ferli, kolvarma ferli
Sementsframleiðsla	Kolefnishlutlaust eldsneyti, aukið hlutfall óbrennanlegra efna
Járnblendisframleiðsla	Raforka í stað olíu, timburkurl, söfnun CO ₂ og niðurdæling eða nýting í aðra framleiðslu
Mannvirkjagerð	Íböndun lífdísils í gasolíu
Efnanotkun	Vantar betri upplýsingar
Sjávarútvegur	Bætt orkunýting búnaðar, léttari og endurhönnuð veiðarfæri, skilvirkari aflvél, einangrun vistarvera, nýting á kælivatni og afgasi, betri mótstöðueiginleikar skips, stærri skipsskrúfa, skilvirkari tækjabúnaður, notkun loftslagsvænni orkugjafa svo sem jurtaolíu, lífdísils, tilbúinnar gasolíu, DME, lífmetan og vetnis, aukin notkun landrafmagns, rafvæðing fiskmjölsverksmiðja
Úrgangur	Draga úr myndun úrgangs, fanga hauggas, draga úr urðun lífræns úrgangs og beina honum í endurvinnslu, jarðgerð, gasgerð eða brennslu
Landbúnaður	Breytt fóðrun, bætt meðferð búfjáraður, bætt nýting búfjáraður
Landnotkun	Skógrækt, landgræðsla og endurheimt votlendis

Tafla 8-2. Aðgerðir til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda.

tillit til þeirrar bindingar sem óbreytt umfang aðgerða á sviði landnotkunar hefði í för með sér er ætlað að nettóútstreymi árið 2020 verði um 3.000 þúsund tonn, eða 435 þúsund tonnum minna en það var árið 1990. Samdrátturinn gæti því numið um 12%. Ef gert er ráð fyrir auknu umfangi aðgerða á sviði landnotkunar (þ.e. endurheimt votlendis, og aukinni landgræðslu og skógrækt) gæti nettóútstreymi verið komið í 2.240 þúsund tonn árið 2020. Það myndi svara til 1.161 þúsund tonna

	Útstreymi	Mótvægisáðgerðir	
		Tonn	%
Oliubrennsla v/orkuframleiðsla	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
Járnblendiframleiðsla	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 8-3. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda árið 2020 miðað við afskiptalausá þróun og áhrif hugsanlegra mótvægisáðgerða (þúsund tonn m.v. CO₂-ígildi – tilvik 1).

minna útstreymis árið 2020 eða um þriðjungs samdráttar frá árinu 1990. Frá 2007 yrði samdráttur útstreymis til 2020 17%, 34% eða 50%, miðað við sömu forsendur.

Ef binding vegna endurheimtar votlendis, sem áætluð er að nemi um 415 þúsund tonnum árlega, er ekki talin til möguleika til bindingar, er samdráttur í nettóútstreymi miðað við 1990 samtals um 22% og 41% miðað við 2007.

Tafla 8-5 sýnir niðurstöður miðað við tilvik 2 (framleiðsla í stóriðju miðað við starfsleyfi). Útstreymi árið 2020 nemur samtals um 5.994 tonnum og munar þar mestu um aukna ál- og járnblendiframleiðslu. Með sömu mótvægisáðgerðum og gert er ráð fyrir í tilviki 1 þá mætti draga úr útstreymi um 987 þúsund tonn. Ef gert er ráð fyrir óbreyttum aðgerðum á sviði landnotkunar, þ.e. skógrækt og landgræðslu, er dregið úr útstreymi um 1.760 þúsund tonn. Það samsvarar tæplega 29% af áætluðu heildarútstreymi ársins 2020. Ef gert er ráð fyrir auknu umfangi aðgerða á sviði landnotkunar (þ.e. endurheimt votlendis og aukinni landgræðslu og skógrækt) má ætla að hægt verði að auka bindingu um 726 þúsund tonn í viðbót. Samtals gæti þá verið hægt að draga úr nettóútstreymi um 41% árið 2020 miðað við afskiptalausá þróun. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimtar votlendis er ekki talin með lækkar samdráttur í 34% af útstreymi ársins 2020.

				Breyting 1990–2020	
	Útstreymi 1990	Útstreymi 2007	Nettóútstreymi 2020	Tonn	%
Oliubrennsla 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
Járblendiframleiðsla	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 8-4. Útstreymi árið 1990, 2007 og spá um nettóútstreymi árið 2020 (tilvik 1). Þúsund tonn af CO₂-ígildi.

Í töflu 8-6 er útstreymi árið 1990 borið saman við áætlað nettóútstreymi árið 2020 fyrir tilvik 2. Í samanburði við útstreymi árið 1990 er búist við að útstreymi árið 2020 gæti aukist um 47%, eða um 12% miðað við 2007. Ef tekið er tillit til óbreyttra aðgerða í landnotkun ásamt aukins umfangs aðgerða á sviði landnotkunar gæti nettóútstreymið orðið 3.500 þúsund tonn eða 3% meiri en árið 1990 sem samsvarar 22% samdrætti miðað við 2007. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimtar votlendis, sem áætlað er að nemi um 415 þúsund tonnum er ekki talin með, er samtals aukning í nettóútstreymi árið 2020 um 15% miðað við útstreymi ársins 1990. Hins vegar ef miðað er við árið 2007 yrði útstreymi um 22% minna miðað við sömu forsendur.

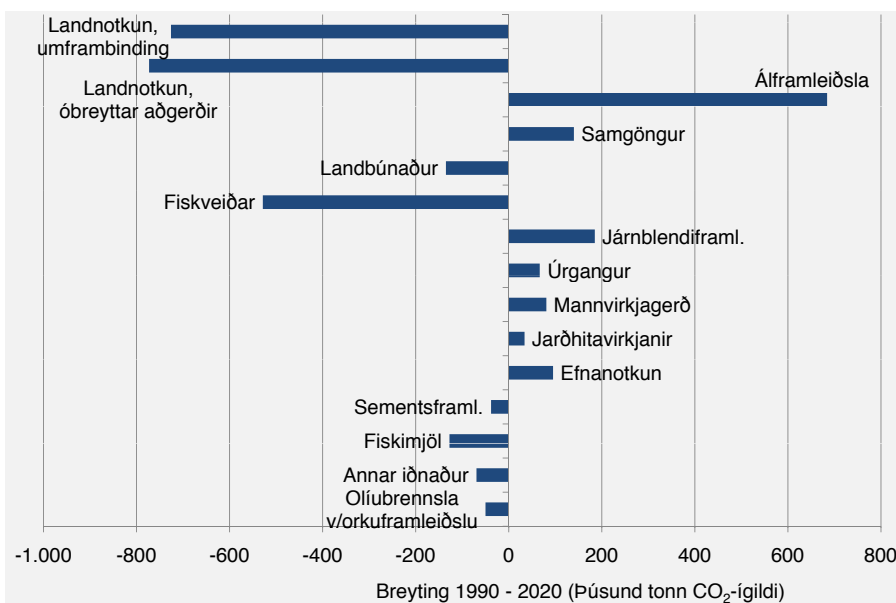
Gagnlegt er að líta nánar á hvernig áætlað er að útstreymi frá einstökum atvinnugreinum þróist á milli árána 1990 og 2020, skv. tilviki 1. Svo sem sjá má af mynd 8-1 er gert ráð fyrir að útstreymi aukist mest í álframleiðslu, eða um ríflega 680 þúsund tonn, en að aukningin verði mun minni í öðrum atvinnugreinum.

8.2.2 Kostnaður

Þær aðgerðir sem fjallað var um í köflum 4 og 7 eru misdýrar. Sumar aðgerðir, svo

	Útstreymi	Mótvægisáðgerðir	
		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

Tafla 8-5. Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda árið 2020 miðað við afskiptalaus áhrif og áhrif hugsanlegra mótvægisáðgerða. Þúsund tonn af CO₂-ígildi (Tilvik 2 við útstreymisspá Umhverfisstofnunar).



Mynd 8-1. Áætlaðar breytingar á útstreymi á milli árunna 1990 og 2020 eftir atvinnugreinum (tilvik 1), með mótvægisáðgerðum. Þúsund tonn af CO₂-ígildi.

				Breyting 1990–2020	
	Útstreymi 1990	Útstreymi 2007	Nettóútstreymi 2020	Tonn	%
Olíubrensla v/orkuframleiðslu	57	31	8	-49	-86
Annar iðnaður	100	44	34	-66	-66
Fiskmjöl	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	1017	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 8-6. Útstreymi árið 1990, 2007 og spá um nettóútstreymi árið 2020 (tilvik 2). Þúsund tonn af CO₂-ígildi.

sem aukin áhersla á göngu og hjólreiðar, eða aukin notkun sparneytnari bifreiða, hafa í för með sér hreinan ávinning og er nettókostnaðurinn í því tilfelli neikvæður. Nettókostnaður við hinar ólíku aðgerðir er borinn saman í töflu 8-7 þar sem aðgerðir sem hafa hreinan ábata í för með sér eru sýndar sem mínustölur. Taflan nær til allra þeirra aðgerða sem fjallað hefur verið um í skýrslunni sem komið gætu til framkvæmda fyrir 2020. Greiningin á kostnaði 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. Ekki eru heldur metin ýmis jákvæð ytri áhrif sem hljóttast af mótvægisáðgerðum, svo sem bætt heilsa og minni loftmengun vegna aðgerða í samgöngum.

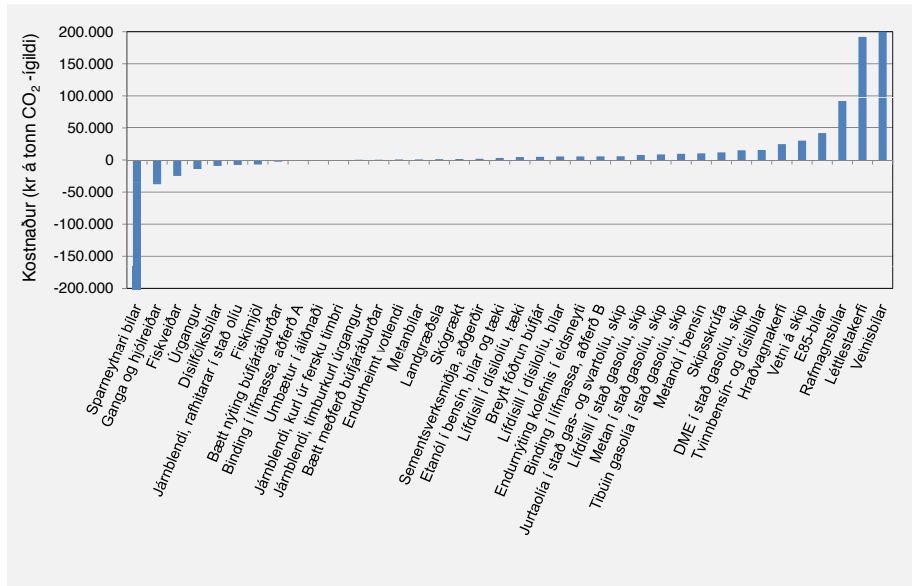
Glögglega má ráða af töflu 8-7 að kostnaður við mótvægisáðgerðir er mismunandi. Á meðan aðgerðir á borð við sparneytnari bifreiðar hafa í för með sér hreinan ábata að fjárhæð 215 þúsund kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi er kostnaður við vetnisbíla áætlaður um 258 þúsund kr. á hvert tonn af CO₂-ígildi. Athygli vekur að þær aðgerðir

Aðgerð	Kr. á tonn
	Kostnaður á CO ₂ -tonn
Sparneytnari bílar	-215.000
Ganga og hjólréiðar	-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
Tíbuin 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

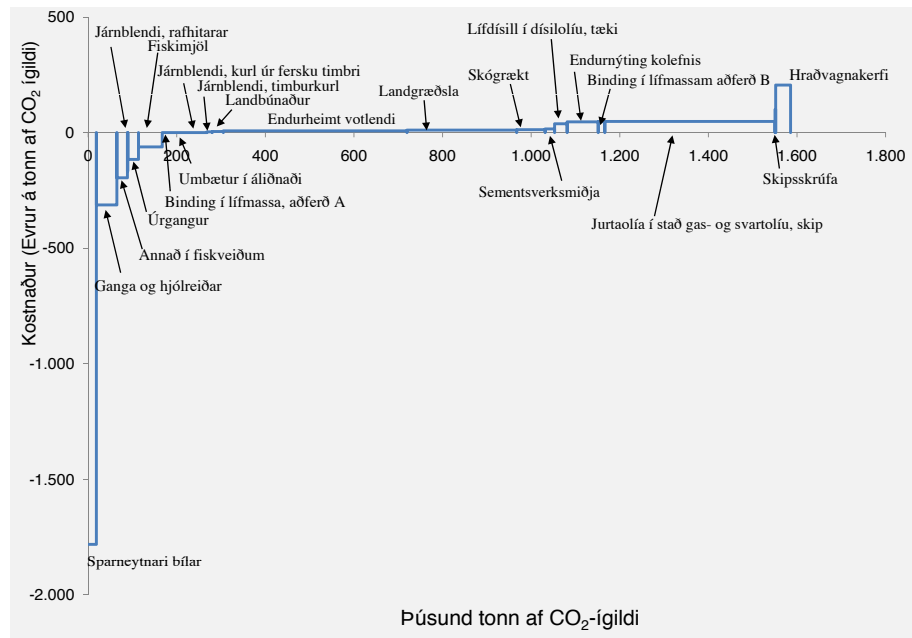
Tafla 8-7. Kostnaður við hinar ýmsu aðgerðir. Krónur á hvert tonn CO₂-ígildi.

sem dregið geta úr nettóútreymi með hreinum ábata gefa samtals um 4,1% minnkun á útreymi árið 2020, miðað við afskiptalausá þróun.

Mynd 8-2 sýnir nettócostnað við ólíkar mótvægisáðgerðir þar sem kostnaður er metinn í krónum á tonn af CO₂-ígildi. Á myndinni má glögglega sjá hina miklu breidd í kostnaði mismunandi mótvægisáðgerða.



Mynd 8-2. Hreinn ábati (mínustölur) og kostnaður við ólíkar mót vægisáðgerðir (kr. á tonn af CO₂-ígildi).



Mynd 8-3. Framboðsferill mót vægisáðgerða árið 2020. Kostnaður við allar mót vægisáðgerðir sem ofangreindar sviðsmyndir gera ráð fyrir að hægt væri að ráðast í og áætlaður samdráttur í útstreymi sem fylgir hverri áðgerð. Evrur á hvert tonn af CO₂-ígildi.

Á mynd 8-3 er kostnaður við hverja mót vægisáðgerð borinn saman við þá minnkun í útstreymi sem hver áðgerð hefur í för með sér árið 2020. Samdráttur í útstreymi er sýndur á lárétta ásnum en kostnaður – mældur í evrum – á þeim lóðrétta. Miðað er við gengi evru eins og það var 26. ágúst 2008, 120,65 kr. Súlu sem ganga langt niður fyrir núll á lóðrétta ásnum sýna áðgerðir sem hafa í för með sér hreinan ávinning. Í þann flokk falla t.d. sparneytnari bílar. Breidd hvernar súlu sýnir aftur á móti þann samdrátt í útstreymi sem hver áðgerð 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 áðgerð til þess að útstreymi minnkar um 46 þúsund tonn árið 2020.

Myndin sýnir allar þær aðgerðir sem miðað var við í sviðsmyndum fyrir hvern geira og fjallað var um í köflum 4 og 7.

8.2.3 Tæknilegir möguleikar til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda

– samantekt

Það er ljóst að þær mótvægisáðgerðir sem fjallað hefur verið um eru bæði misdýrar og misskilvirkar við að minnka útstreymi gróðurhúsalofttegunda. Niðurstöðurnar sýna glögglega hina miklu breidd mótvægisáðgerða sem unnt er að beita til að draga úr því útstreymi sem búast má við ef þróunin er afskiptalaus. Túlka ber þó niðurstöðurnar sem mat á tæknilegum möguleikum til að draga úr útstreymi, en hvort þær aðgerðir verða innleiddar fer m.a. eftir breytingum á kostnaði vegna tækniframfara, hagþróun, innleiðingu tækninnar auk hugsanlegra stjórnvaldsáðgerða. Því getur verið mikill munur á þeim tæknilegum möguleikum sem settir eru fram og þeirri minnkun sem síðar verður. Ljóst er að miklir möguleikar eru á að draga úr útstreymi og unnt að velja saman ýmsar aðgerðir til að ná þeim markmiðum sem stjórnvöld vilja stefna að. Þó er ljóst að bæði að almenningur, atvinnulíf og stjórnvöld eiga krefjandi verkefni fyrir höndum.

Niðurstöðurnar sýna að mögulegt er að draga umtalsvert úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi.

- Ef miðað er við losunarspá tilviks 1 og **allar** mótvægisáðgerðir innleiddar (án tillits til kostnaðar – samanber kafla 7), er hægt að draga úr útstreymi ársins 2020 um 52% miðað við grunnspá (afskiptalaus þróun). Þetta samsvarar 34% samdrætti í útstreymi miðað við árið 1990 og 50% miðað við 2007. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimts votlendis er ekki talin með lækkar möguleg minnkun í nettóútstreymi árið 2020 í 22% miðað við árið 1990 og 40% miðað við 2007.
- Ef miðað er við losunarspá tilviks 2 og **allar** mótvægisáðgerðir innleiddar (án tillits til kostnaðar – samanber kafla 7), er hægt að draga úr útstreymi ársins 2020 um 41,5% miðað við grunnspá (afskiptalaus þróun). Nettóútstreymi árið 2020 væri þá 3% hærra en það var árið 1990 en 21% lægra en árið 2007. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimts votlendis er ekki talin til mótvægisáðgerða verður nettóútstreymi árið 2020 15% hærra en 1990 en 12% lægra en árið 2007.

Dæmi um samverkandi áhrif mótvægisáðgerða og sveigjanleikaákvæða loftslagssamningsins

Til að draga úr nettóútstreymi um 40% árið 2020, miðað við árið 1990, má nettóútstreymi árið 2020 ekki vera meira en 2.040 þúsund tonn. Til að halda nettóútstreymi innan þeirra marka má hugsa sér að nota samverkandi áhrif mótvægisáðgerða og sveigjanleikaákvæða loftslagssamningsins. Ef gert er ráð fyrir að kvótaverð verði 30 evrur árið 2020 má færa rök fyrir því að eðlilegt sé að nota allar þær mótvægisáðgerðir sem mögulegar eru og kosta upp að 30 evrum, en kaupa heimildir fyrir því magni sem uppá vantar.

Losunarspáin sem byggir á tilviki 1, gerir ráð fyrir að útstreymi ársins 2020 verði 4.643 þúsund tonn. Munurinn á útstreymi ársins 2020 miðað við afskiptalausna þróun og útstreymi sem uppfyllir takmark um 40% minnkun miðað við árið 1990 er því um 2.550 þúsund tonn. Ef miðað er við tilvik 2 yrði útstreymi um 6.000 þúsund tonn árið 2020, án nokkurra mótvægisáðgerða. Í þessu tilviki yrði munurinn mun hærri eða 3.960 þúsund tonn. Mögulegt er að brúa þetta bil í báðum tilvikum með samverkandi áhrifum áðgerða á sviði landnotkunar, mótvægisáðgerða og beitingar sveigjanleikaákvæða. Þetta bil mætti brúa á eftirfarandi hátt:

- Í fyrsta lagi gæti óbreytt umfang áðgerða á sviði landnotkunar skilað bindingu upp á 770 þúsund tonn.
- Í öðru lagi gætu áðgerðir sem kosta minna en 30 evrur tonnið skilað 1.050 þúsund tonnum í tilviki 1, og 1.120 þúsund tonnum í tilviki 2. Samtals gætu því þessir tveir liðir dregið úr útstreymi um 1.820 þúsund tonn í tilviki 1 og 1.890 þúsund tonn í tilviki 2.
- Þriðji valkosturinn, miðað við þær forsendur sem hér hefur verið byggt á, væri sá að kaupa 730 þúsund tonn af losunarheimildum í tilviki 1, en um 2.070 þúsund tonn af losunarheimildum í tilviki 2.

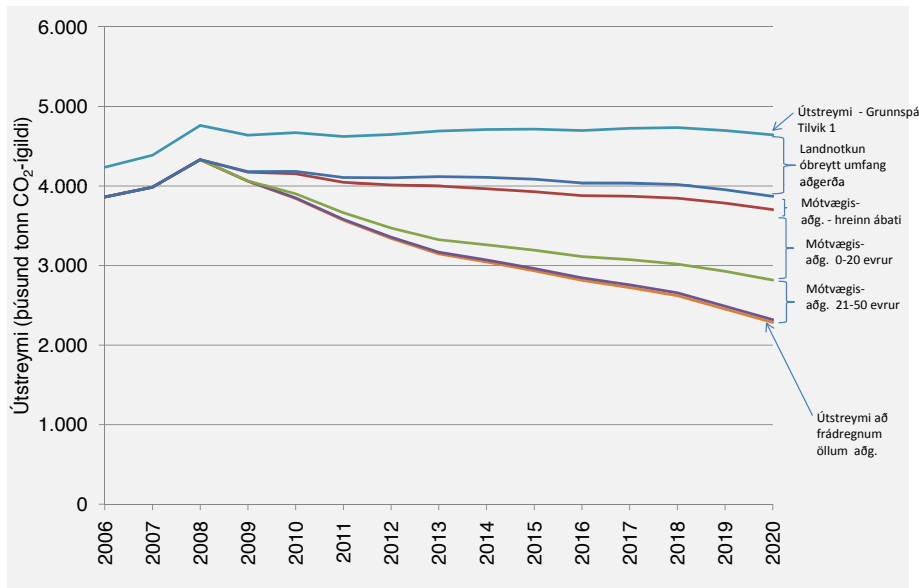
Mynd 8-4 sýnir útstreymi gróðurhúsalofttegunda til ársins 2020 miðað við tilvik 1, og hvernig hægt verður að vinna gegn útstreymi með ýmsum mótvægisáðgerðum. Þeim áðgerðum er skipt í nokkra flokka eftir kostnaði. Í fyrsta lagi þá bindingu sem hlýst af óbreyttu umfangi áðgerða á sviði landnotkunar, í öðru lagi þær mótvægisáðgerðir sem hafa hreinan ábata í för með sér, í þriðja lagi áðgerðir sem kosta 0–20 evrur eða minna á hvert tonn af CO₂-ígildi, í fjórða lagi áðgerðir sem kosta 21–50 evrur á hvert tonn af CO₂-ígildi, og í fimmta lagi dýrari áðgerðir. Hér er eingöngu litið til minnkunar í útstreymi miðað við árið 2020 ef um afskiptalausna þróun er að ræða:

- Mótvægisáðgerðir sem fela í sér óbreytt umfang áðgerða á sviði landnotkunar geta skilað bindingu upp á 770 þúsund tonn, eða um 17%.
- Mótvægisáðgerðir sem fela í sér hreinan ábata geta dregið úr útstreymi um 192 þúsund tonn, eða um 4,1%.
- Mótvægisáðgerðir sem kosta frá 0-20 evrum á tonnið geta dregið úr útstreymi um 886 þúsund tonn eða um 19%.
- Mótvægisáðgerðir sem kosta á bilinu 21-50 evrur á tonnið geta dregið úr útstreymi um 518 þúsund tonn eða um 11%.
- Mótvægisáðgerðir sem eru dýrari en 50 evrur á tonnið geta dregið úr útstreymi um tæplega 1% eða um 35 þúsund tonn.

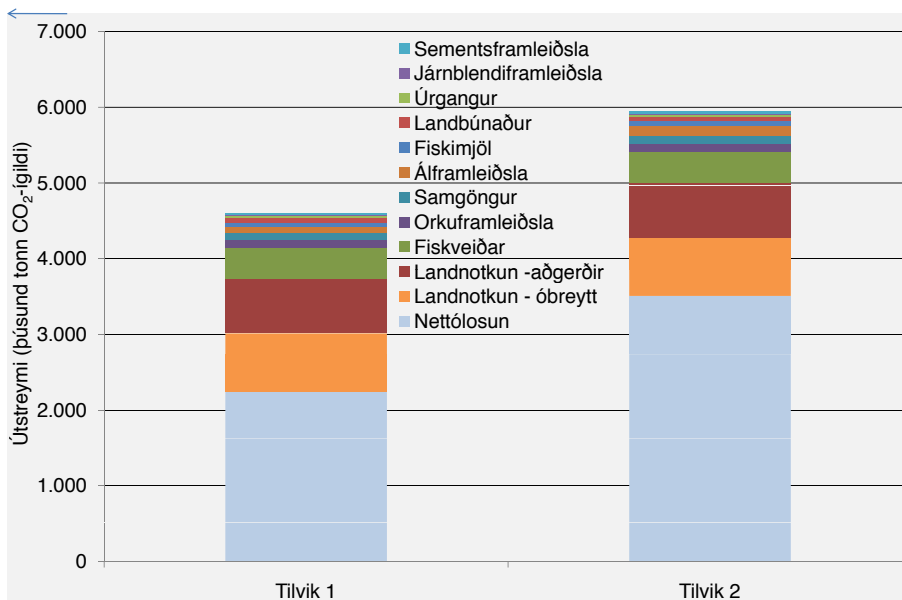
Þegar mótvægisáðgerðir eru skoðaðar með tilliti til geira er ljóst að samdráttur í útstreymi á sér aðallega stað vegna breyttrar landnotkunar og vegna möguleika á aukinni notkun lífildsneytis í sjávarútvegi. Mynd 8-5 sýnir glögglega mismunandi vægi mótvægisáðgerða milli geira fyrir tilvik 1 og tilvik 2.

8.2.4 Mikilvægi áðgerðahraða og tímasetningar áðgerða

- Ef ætlunin er að ná tilteknum árangri við að draga úr útstreymi miðað við



Mynd 8-4. Útstreymi gróðurhúsalofttegunda, binding vegna óbreyttrar landnotkunar og mögulegar mótvægisáðgerðir skv kafla 7, raðað eftir kostnaði á hvert tonn af CO₂-ígildi.



Mynd 8-5. Nettóútstreymi og mótvægisáðgerðir innan geira, útstreymi árið 2020 (þúsund tonn CO₂ -ígildi).

ákveðin tímamörk er mikilvægt að hefja aðgerðir sem fyrst á tímabilinu því töluverðan tíma getur tekið áður en árangur aðgerða kemur fram. Mikill aðgerðahraði seint getur haft aukinn kostnað í för með sér miðað við þjóðarframleiðslu þar sem ráðast þarf í meiri framkvæmdir á styttri tíma. Þó ber að hafa í huga að kostnaður mótvægisáðgerða sem eru í þróun er líklegur að lækka umtalsvert á komandi árum.

- Fjárfestingar, hvort sem er í iðnaði, sjávarútvegi eða einfaldlega í fjölskyldubílum hafa tiltölulega langan líftíma. Því hafa þær fjárfestingar sem gerðar eru í dag áhrif á útstreymi gróðurhúsalofttegunda langt til framtíðar. Því fyrir sem fjárfestingum er beint til loftslagsvænni tækni því fyrir skila þær árangri.

8.3 Niðurlag

Í þessari skýrslu hafa verið skoðaðir helstu möguleikar Íslendinga til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda, bæði hvað varðar kostnað og það magn gróðurhúsalofttegunda sem hver mótvægisáðgerð getur skilað.

Ljóst er að miklir möguleikar eru til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi og unnt er að velja saman ýmsar áðgerðir til að ná þeim markmiðum sem stjórnvöld vilja stefna að. Túlka ber þó niðurstöðurnar sem koma fram í þessari skýrslu sem mat á tæknilegum möguleikum til að draga úr nettóútstreymi, en hvort þær áðgerðir verða innleiddar fer m.a. eftir breytingum á kostnaði áðgerða vegna tækniframfara, hagþróun og hugsanlegum stjórnvaldsáðgerðum. Mikill munur getur verið á því sem er tæknilega mögulegt og þeirri minnkun sem síðan verður raunin. Niðurstöður sýna að:

- Ef miðað er við losunarspá í tilviki 1, og allar mótvægisáðgerðir innleiddar (án tillits til kostnaðar) er hægt að draga úr útstreymi um 52% miðað við útstreymi á árinu 2020 við afskiptalaus þróun. Útstreymi verður 34% lægra árið 2020 miðað við útstreymi 1990 og 50% lægra en útstreymi árið 2007. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimts votlendis er ekki talin með lækkar möguleg minnkun í nettóútstreymi árið 2020 í 22% miðað við árið 1990 og 42% ef miðað við 2007.
- Ef miðað er við losunarspá tilviks 2, og allar mótvægisáðgerðir innleiddar (án tillits til kostnaðar) er hægt að draga úr útstreymi um 41% miðað við útstreymi á árinu 2020. Útstreymi í tilviki 2 árið 2020 verður þó 3% hærra miðað við útstreymi árið 1990 en verður 22% lægra en útstreymi ársins 2007. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimts votlendis er ekki talin til mótvægisáðgerða verður nettóútstreymi árið 2020 15% hærra en árið 1990 en 12% lægra ef miðað er við 2007.

Kostnaður mótvægisáðgerða er mismikill og spannar bil frá áðgerðum sem gefa hreinan fjárhagslegan ávinning svo sem aukin áhersla á göngu og hjólfreiðar, eða aukin notkun sparneytnari bifreiða, til mótvægisáðgerða sem í dag eru mjög dýrar, t.d. vetnisvæðing samgangna. Þó ber að hafa í huga að við tækniframfarir er líklegt að kostnaður dýrari áðgerðanna muni falla umtalsvert þegar til lengri tíma er litið. Hafa ber í huga að greiningin á kostnaði 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 mótvægisáðgerðir geta haft í för með sér. Slíkar þjóðhagfræðileg áhrif þarf að meta síðar og þá með tilliti til mismunandi stjórnvaldsáðgerða. Auk þjóðhagfræðilegra áhrifa er ekki metin hin ýmsu jákvæðu ytri áhrif sem hljótast vegna mótvægisáðgerða, svo sem bætt heilsa og minni loftmengun vegna áðgerða í samgöngum.

Niðurstöður gefa þó til kynna að áðgerðir sem fela í sér hreinan fjárhagslegan ábata geti dregið úr útstreymi um 4,1% umfram nettóútstreymi ársins 2020.

Mótvægisáðgerðir sem eru tæknilega mögulegar fyrir 2020 eru misdreifðar milli geira. Óbreytt landnotkun og breytt landnotkun, sem felur í sér aukna skógrækt, landgræðslu og endurheimt votlendis, telja 64% af minnkun útstreymis ársins 2020

og aðgerðir í sjávarútvegi telja um 17,5%. Þessar aðgerðir í sjávarútvegi byggja að miklu leyti á aukinni notkun lífoldsneytis. Gert er ráð fyrir að notkun lífoldsneytis auki ekki nettóútstreymi kolefnis, en ekki er sjálfgefið að svo sé í raunveruleikanum ef litið er til útstreymis vegna framleiðslu eldsneytisins. Því ber að leggja áherslu á að það lífoldsneyti sem notað er til að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda hérlandis sé framleitt með sjálfbærum hætti.

Mótvægisáðgerðir í iðnaði svo sem eðalrafskaut eru ekki líklegar að hafa veruleg áhrif á útstreymi gróðurhúsalofttegunda fyrr en eftir árið 2020.

Til að draga úr útstreymi á milli 25–40% árið 2020, miðað við árið 1990 þýðir að nettóútstreymi árið 2020 má ekki fara upp fyrir 2.550 þúsund tonn (25% minnkun) annars vegar eða 2.040 þúsund tonn hins vegar (40% minnkun). Til að ná því markmiði er eðlilegt að notuð séu samverkandi áhrif mótvægisáðgerða innanlands og sveigjanleikaákvæði loftslagssamningsins eins og við á. **Þó ber að hafa í huga að sveigjanleikaákvæðin eru aðeins hugsuð sem viðbót við innlenda minnkun á nettóútstreymi.**

Fjárfestingar, hvort sem er í iðnaði, sjávarútvegi eða einfaldlega í fjölskyldubílum hafa tiltölulega langan líftíma og hafa því áhrif á útstreymi í framtíðinni. Vegna þessa, og til að draga úr kostnaði við umfangsmiklar aðgerðir seinna á tímabilinu er skynsamlegt að fjárfestingum sé beint strax í átt að loftslagsvænni tækni.

