

## Ágrip

---

Á vordögum 2007 skipaði umhverfisráðherra sérfræðinganefnd til að fjalla um tæknilega möguleika á að draga úr nettóútstreymi gróðurhúsalofttegunda í mismunandi geirum samfélagsins: orkuframleiðslu; samgöngum; iðnaðarferlum; sjávarútvegi; landbúnaði; og meðferð úrgangs. Einnig skyldi nefndin kanna möguleika á að beita öðrum mótvægisáðgerðum þ.e. bindingu kolefnis og notkun sveigjanleikaákvæða Kyoto-bókunarinnar til að minnka nettóútstreymi. Þessi skýrsla er heildstæð samantekt á þeirri vinnu sem átt hefur sér stað á vegum sérfræðinganevndarinnar.

Útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi nam 4.482 þúsund tonnum árið 2007 (m.v. CO<sub>2</sub>-ígildi). Það er 1.082 þúsund tonnum, eða um 32% meira en árið 1990. Útstreymi jókst í öllum atvinnugreinum nema í fiskveiðum, fiskimjölsvinnslu og landbúnaði. Mest dróst útstreymið saman í fiskveiðum (18%) og landbúnaði (7%), en mest jókst útstreymi frá járblendiframleiðslu (91% hækkun) og álframleiðslu (72% hækkun). Dregið hefur þó úr útstreymi á hvert framleitt áltonn, en álframleiðsla jókst um nærri 420% á tímabilinu.

Auk þess sem talið er hér að ofan var útstreymi vegna landnotkunar, breyttar landnotkunar og skógræktar um 1.824 þúsund tonn og heildarbinding um 642 þúsund tonn. Nettóútstreymið frá þessum geira var því 1.212 þúsund tonn árið 2007 og jafngildir það um 27% af því útstreymi sem fellur undir Kyoto-bókunina. Þetta útstreymi er framtalskylt til loftslagssamningsins en reiknast ekki með í bókhald Kyoto-bókunarinnar. Binding vegna skógræktar og landgræðslu eftir 1990 reiknast hins vegar inn í bókhald vegna Kyoto-bókunarinnar, þar sem sérstökum útstreymisheimildum er úthlutað vegna slíkrar bindingar. Sú binding var 279 þúsund tonn CO<sub>2</sub> árið 2007.

Spá um útstreymi gróðurhúsalofttegunda til 2050, miðað við afskiptalausá þróun, svokölluð grunnspá, var fengin frá Umhverfisstofnun. Í skýrslunni er fjallað um tvö tilvik. Í tilviki 1, þar sem gert er ráð fyrir að framleiðsla í orkufrekum iðnaði samsvari framleiðslugetu starfandi fyrirtækja í árslok 2008, gæti heildarútstreymi gróðurhúsalofttegunda orðið um 4.644 þúsund tonn árið 2020, sem er 4% meira útstreymi en árið 2007 og 37% meira en 1990. Heildarútstreymi er skilgreint sem útstreymi án bindingar og er miðað við afskiptalausá þróun. Í tilviki 2 er gert ráð fyrir að framleiðsla í orkufrekum iðnaði verði jafnmikil og heimilt var samkvæmt útgefnum starfsleyfum í lok árs 2008. Samkvæmt því má gera ráð fyrir að árið 2020 geti útstreymi gróðurhúsalofttegunda orðið samtals um 6 milljón tonn eða 33% meira en 2007 og 76% meira en 1990.

Mótvægisáðgerðir lýsa möguleikum á að draga úr útstreymi umfram grunnspár í tilvikum 1 og 2, án þess að valda samdrætti í starfsemi og eru þær metnar með tilliti til kostnaðar, ábata og hversu mikið þær draga úr útstreymi. Túlka ber niðurstöðurnar sem mat á tæknilegum möguleikum til að draga úr útstreymi, en hvort af þeim áðgerðum verður fer m.a. eftir kostnaði, hagþróun, innleiðingu tækninnar auk stjórnvaldsáðgerða. Því getur verið mikill munur á þeim tæknilegum möguleikum sem settir eru fram og þeim samdrætti sem síðar verður. Ljóst er að miklir möguleikar eru á að draga úr nettóútstreymi og unnt að velja saman ýmsar áðgerðir til að ná þeim markmiðum sem stjórnvöld vilja stefna að.

Niðurstöður nefndarinnar sýna að mögulegt er að draga umtalsvert úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi. Ef miðað er við losunarspá tilviks 1 og að *allar* fyrirsjáanlegar mótvægisáðgerðir verði innleiddar, er talið mögulegt að draga úr útstreymi ársins 2020 um 52% miðað við grunnspá. Þetta samsvarar 34% samdrætti í útstreymi miðað við árið 1990 og 50% miðað við 2007. Ef samdráttur í útstreymi vegna endurheimts votlendis er ekki talin til mótvægisáðgerða gæti mögulegur samdráttur í nettóútstreymi árið 2020 orðið 22% miðað við árið 1990 og 40% miðað við 2007.

Ef miðað er við losunarspá tilviks 2 og að *allar* fyrirsjáanlegar mótvægisáðgerðir verði innleiddar, er talið að hægt sé að draga úr útstreymi ársins 2020 um rúm 40% miðað við grunnspá (afskiptalaus þróun). Nettóútstreymi árið 2020 væri þá 3% hærra en það var árið 1990 en 21% lægra en útstreymi ársins 2007. Ef minnkun í útstreymi vegna endurheimts votlendis er ekki talið til mótvægisáðgerða má ætla að nettóútstreymi árið 2020 verði 15% hærra en 1990 en 12% lægra en árið 2007.

Mótvægisáðgerðir sem tæknilega er unnt að ráðast í fyrir 2020 dreifast misjafnt milli geira. Mestir möguleikar virðast vera fyrir hendi í sjávarútvegi ef ekki er tillit til kostnaðar, bæði í fiskimjòlsframleiðslu og fiskveiðum, en talið er að tæknilega sé hægt að draga úr útstreymi vegna fiskimjòlsframleiðslu nánast um 100% með rafvæðingu og fiskveiðum um 75% með aukinni notkun lífoldsneytis og orkusparnaði. Tæknilega er talið unnt að draga úr losun í orkuframleiðslu um 50%, og landbúnaði um 12,4%. Margvíslegar mótvægisáðgerðir eru mögulegar í samgöngum, svo sem frá göngu og hjólreiðum, til bættra almenningssamgangna, sem og aukinnar notkunar lífoldsneytis og aukinnar rafvæðingar. Ekki er talið líklegt að mótvægisáðgerðir í iðnaði svo sem notkun eðalrafskauta í álíðnaði hafi veruleg áhrif á útstreymi gróðurhúsalofttegunda fyrr en eftir árið 2020, en þó er talið að hægt sé að draga úr útstreymi vegna sementsframleiðslu um 25%, álframleiðslu um 6% og vegna járnblendiframleiðslu um 4,6% miðað við tilvik 1. Með áðgerðum í landgræðslu, skógrækt og endurheimt votlendis má draga verulega úr nettóútstreymi árið 2020, eða um 32% miðað við tilvik 1 en 25% miðað við tilvik 2.

Kostnaður við mótvægisáðgerðir er mismikill en ljóst er að ódýrar áðgerðir geta skilað umtalsverðum árangri. Kostnaðurinn spannar allt frá áðgerðum sem gefa hreinan fjárhagslegan ávinning svo sem aukin áhersla á göngu og hjólreiðar, eða aukin notkun sparneytnari bifreiða, til mótvægisáðgerða sem eru fremur dýrar, t.d. raf- eða vetnisvæðing samgangna. Þó ber að hafa í huga að við tækniframfarir er líklegt að kostnaður dýrari áðgerða geti lækkað umtalsvert þegar til lengri tíma er litið. Niðurstöður gefa til kynna að áðgerðir sem fela í sér hreinan fjárhagslegan ábata geti dregið úr útstreymi um 4% árið 2020 og að mótvægisáðgerðir sem kosta frá 0-20 evrum á tonnið geti dregið úr útstreymi um 19% það sama ár.

Ef draga á úr útstreymi um 40% árið 2020, miðað við árið 1990, má nettóútstreymi árið 2020 ekki fara upp fyrir 2.040 þúsund tonn. Því þyrfti að draga úr nettólosun um 2.550 þúsund tonn árið 2020 miðað við spátilvik 1. Ef miðað er við spátilvik 2 yrði munurinn meiri eða 3.960 þúsund tonn. Þetta bil mætti til dæmis brúa á eftirfarandi hátt:

- Í fyrsta lagi gæti óbreytt umfang aðgerða á sviði landnotkunar skilað bindingu upp á 770 þúsund tonn.
- Í öðru lagi gætu aðgerðir 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.
- Í þriðja lagi mætti kaupa 730 þúsund tonn af losunarheimildum í tilviki 1, en um 2.070 þúsund tonn af losunarheimildum í tilviki 2.

Mögulegt er því að brúa þetta bil í báðum tilvikum með fjölþættum aðgerðum í mörgum geirum þar með talið aukinni bindingu koldíoxíðs, annarra mótvægisáðgerða og beitingar sveigjanleikaákvæða. Þó ber að hafa í huga að sveigjanleikaákvæðin eru aðeins hugsuð sem viðbót við innlenda minnkun á nettóútstreymi.

Hafa ber í huga að fjárfestingar, hvort sem er í iðnaði, sjávarútvegi eða einfaldlega í fjölskyldubílnum hafa langan líftíma. Því hafa fjárfestingar áhrif á útstreymi gróðurhúsalofttegunda langt til framtíðar. Því fyrr sem fjárfestingum er beint til loftslagsvænni tækni því fyrr skila þær árangri.

## Executive summary

In 2007 the Minister for the Environment appointed a committee of experts to explore the technical possibilities of mitigating greenhouse gas emissions in different sectors of the Icelandic economy. The committee was also to explore sequestration potential and the use of the Kyoto Protocol flexibility mechanism. This report is a comprehensive summary of the committee's assessments.

Greenhouse gas emissions in Iceland were 4.482 thousand tons in 2007 (CO<sub>2</sub> eq.). That amounts to 1.082 tons and a 32% increase from 1990. Emissions increased in all sectors except fisheries (18% reduction) and agriculture (7% reduction). The greatest increase in emissions was from the ferrous alloys industry (91%) and the aluminum industry (72%). However, emissions per ton of aluminum produced have decreased while aluminum production has increased 420% since 1990.

In addition, emissions due to land-use, changes in land-use and forestry were 1.824 thousand tons and total sequestration was 642 thousand tons. Therefore net emissions were 1.212 thousand tons in 2007, which amounts to 27% of total emissions that fall under the Kyoto protocol. Emissions due to land use and forestry are reported to the UNFCCC agreement, but do not fall under the Kyoto protocol. Sequestration due to land reclamation and forestry that occurred after 1990 is subject to the Protocol where special emission allowances are allocated due to such sequestration. In 2007 this amount was 279 thousand tons CO<sub>2</sub> in 2007.

The Environmental Agency (UST) has created a business-as-usual (BAU) greenhouse gas emissions forecast to 2050, in which there are two alternative scenarios. In scenario 1 it is assumed that future production by energy intensive industries equals production capabilities at the end of year 2008. Based on this assumption, total emissions in 2020 in scenario 1 are 4.644 thousand tons which amounts to 4% increase from 2007 and 37% increase from 1990. In scenario 2 it is assumed that production by energy intensive industries will reach full permitted levels in 2015. According to scenario 2, emissions in 2020 will reach nearly 6 million tons tons, that is a 33% increase from 2007 and a 76% increase from 1990 levels.

Mitigation methods describe possible means of reducing emissions beyond BAU scenarios 1 and 2, without reducing economic activity. Each mitigation method is evaluated based on cost, benefits and quantity abated. The results should be interpreted as an assessment of technical capabilities of reducing emissions. Whether those capabilities are realized depends on future cost, economic growth, development and diffusion of technology in addition to government policy. As a result, substantial differences can occur between mitigation that technically can be realized and the mitigation that is realized in the end.

The results indicate that it is possible to reduce net greenhouse gas emissions in Iceland. Compared to BAU scenario 1 and if all possible mitigation methods are implemented – regardless of cost – net emissions will be 52% lower in 2020 than in the BAU scenario. This means 34% lower net emissions than in 1990 and 50% lower net emissions if compared to 2007. If wetland restoration is not included, net emissions in 2020 will be 22% lower than in 1990 and 40% lower than in 2007.

Using BAU scenario 2, and if all mitigation methods are implemented regardless of cost, results indicate that net emissions will be 40% lower than in the BAU scenario in 2020. This amounts to 3% higher net emissions than in 1990 and 21% lower net emiss-

ions if compared to 2007. If wetland restoration is not included, net emissions in 2020 will be 15% higher than in 1990 and 12% higher than in 2007.

Mitigation methods that are technically feasible before 2020, distribute unevenly between sectors. The largest mitigation potential, regardless of cost, is in the fisheries sector, near 100% reduction from fishmeal production plants by electrification of the plants, and 75% reduction from the fishing sector by improving energy efficiency and switching to biofuels. Technically it is possible to reduce emissions from energy production by 50% and agriculture by 12%. Diverse mitigation methods are possible in the transportation sector, such as increased use of biofuels, electrification, improved energy efficiency, increased use of public transportation and increased walking and cycling. Technical improvement in the aluminum industry such as the use of carbon-free electrodes would render the aluminum industry virtually emissions free but this is unlikely to happen before 2020. However emissions can be reduced by 6% in the aluminum industry, 25% in the cement industry and 4% in the ferrous alloys industry by increased use of biofuels and increased energy efficiency. Increased sequestration beyond BAU by increasing land reclamation, forestry and wetland restoration, reduces net emissions by 32% in 2020 compared to scenario 1, and 25% compared to scenario 2.

The cost of mitigation differs substantially. Less expensive mitigation methods such as increased sequestration rates can reduce net emissions significantly. The cost ranges from methods that can be reached at a net benefit such as increased use of more efficient vehicles and increased walking and cycling, to substantially more expensive methods, such as switching to electric vehicles or hydrogen based vehicles. It must be kept in mind, that many of the more expensive technologies are not mature, and therefore cost is expected to decline in the future. Results indicate that mitigation methods that can reduce emissions at a net benefit can reduce emissions by 4% below BAU 2020 emissions, and mitigation methods that cost 0-20 euros can reduce emissions by 19% below BAU 2020 emissions scenario 1.

If net emissions need to be 40% lower than emissions in 1990, compared to 2020, net emissions cannot exceed 2.040 thousand tons in 1990. This means that 2.550 thousand tons must be mitigated in 2020 according to scenario 1, and 3.960 thousand tons in BAU scenario 2. It is possible to fulfill this goal by using multifaceted mitigation methods in all sectors, including increased sequestration, and the use of the flexibility mechanisms. It must however be kept in mind that the use of the flexibility mechanisms should only be utilized in addition to domestic efforts. The mitigation methods could include:

- First, ensuring that BAU sequestration rates continue secures mitigation of 770 thousand tons.
- Second, mitigation methods that cost less than 30 euros can mitigate 1.050 thousand tons in scenario 1 and 1.120 thousand tons in scenario 2.
- Third, by the use of the flexibility mechanisms, emission permits in the amount of 730 thousand tons in scenario 1, and 2.070 thousand tons in scenario 2 could be purchased.

It must be kept in mind that capital investments, whether in energy intensive industries, fisheries or simply the family car, generally have long lifetimes and influence emissions long into the future. Therefore it is important to immediately direct capital investment towards cost-effective climate friendly technology.