

Kolefnisspor Norðurlands eystra 2022



Skýrsla fyrir Samtök sveitarfélaga og atvinnuþróunar á Norðurlandi eystra
Vor 2024

Stefán Gíslason
og Birna Sigrún Hallsdóttir
Umhverfisráðgjöf Íslands ehf. (Environice)

Mynd á forsíðu:
Á Tunguheiði í ágúst 2011
Ljósm. Stefán Gíslason

Efnisyfirlit

1	Samantekt.....	5
2	Inngangur.....	7
3	Norðurland eystra	9
4	Tól og tæki	11
4.1	Samfélagsleiðarvísirinn	11
4.2	CIRIS-reiknilíkanið	15
4.3	Landsskýrsla Íslands.....	16
5	Losunarbókhald	17
5.1	Staðbundin orkunotkun	17
5.1.1	Íbúðarhúsnæði.....	22
5.1.2	Atvinnuhúsnæði og stofnanir.....	22
5.1.3	Iðnfyrirtæki og verktakar	23
5.1.4	Orkuframleiðsla.....	24
5.1.5	Landbúnaður, skógrækt, útgerð og fiskvinnsla.....	24
5.1.6	Ótilgreindar uppsprettur	25
5.2	Orkunotkun í samgöngum.....	25
5.2.1	Vegasamgöngur	26
5.2.2	Samgöngur á sjó og vötnum.....	28
5.2.3	Samgöngur í lofti	28
5.3	Meðhöndlun úrgangs.....	29
5.3.1	Urðun	30
5.3.2	Brennsla, jarðgerð og endurvinnsla	31
5.3.3	Fráveituvatn.....	31
5.4	Iðnaður og efnanotkun	31
5.4.1	Iðnaðarferlar	31
5.4.2	Efnanotkun	32
5.5	Landbúnaður og landnotkun	33
5.5.1	Búfé.....	33
5.5.2	Landnotkun	35
5.5.3	Garðyrkja, kölkun o.fl.	36
5.6	Önnur losun á losunarsviði 3.....	37
6	Niðurstöður og umfjöllun	39
6.1	Stærstu losunarþættirnir	42
6.2	Samanburður við aðra landshluta.....	45

6.3	Eðlismunur losunar frá mismunandi athöfnum	46
6.4	Mögulegar aðgerðir, samstarfsaðilar og fjármögnun.....	47
6.4.1	Endurheimt votlendis	48
6.4.2	Endalok urðunar	50
6.4.3	Loftslagsvænni vegasamgöngur.....	51
7	Lokaorð.....	52
	Heimildir	54
	Viðauki: Sundurliðun losunar á Norðurlandi eystra 2022	57

1 Samantekt

Skýrslan sem hér birtist um kolefnisspor Norðurlands eystra 2022 er unnin af Umhverfissráðgjöf Íslands ehf. (Environice) fyrir Samtök sveitarfélaga og atvinnuþróunar á Norðurlandi eystra (SSNE).

Meginniðurstaða skýrslunnar er að samanlagt kolefnisspor svæðisins árið 2022 hafi numið 1.033.654 tonnum koldíoxíðsígilda (rúm 33 tonn á íbúa) og að þar af hafi 622.891 tonn (um 60%) verið losun vegna landnotkunar, 152.011 tonn (um 15%) verið losun frá stóriðju og 258.752 tonn (um 25%) verið samfélagslosun, en með samfélagslosun er átt við losun gróðurhúsalofttegunda frá heimilum, þjónustu, smáiðnaði, samgöngum, sjávarútvegi, landbúnaði og vegna efnanotkunar og meðhöndlunar úrgangs. Í allri vinnu að loftslagsmálum er mikilvægt að horfa á hvern þessara þriggja losunarflokka fyrir sig, þ.e. að gera skýran greinarmun á samfélagslosun, losun frá stóriðju og losun vegna landnýtingar. Þessir flokkar eru ólíkir í eðli sínu – og aðgerðir til að draga úr losun í einum þeirra getur aldrei komið í stað aðgerða í hinum flokkunum.

Vegasamgöngur eru sá þáttur sem vegur þyngst í samfélagslosuninni, en rekja má um 10,1% af heildarlosuninni til þessa þátta. Þar á eftir kemur olúnotkun fiskiskipa (5,5%), búfjárhald (2,7%), iðnaður og verktakar (1,6%), urðun úrgangs (1,5%) og notkun kælimiðla (1,2%). Aðrir þættir standa hver um sig fyrir um eða innan við 1% af heildarlosuninni.

Losun gróðurhúsalofttegunda frá hverjum íbúa á Norðurlandi eystra er nánast sú sama og landsmeðaltalið (um 33 tonn á íbúa) og svipað gildir um flesta einstaka losunarþætti. Losun frá vegasamgöngum er þó nokkru meiri en í öðrum landshlutum að meðaltali (um 3,3 tonn á íbúa á mótí 2,0 tonnum) og svipað gildir um olúnotkun fiskiskipa (um 1,8 tonn á íbúa á Norðurlandi eystra, en um 1,0 tonn á íbúa á landsvísu). Losun vegna landnotkunar er jafnvel ívið minni á Norðurlandi eystra en á Íslandi í heild (um 20 tonn, samanborið við 22 tonn á landsvísu). Almennt ræðst losun á hvern íbúa að talsverðu leyti af því hversu stórt hlutfall íbúa býr í þéttbýli, svo og af umsvifum í stóriðju, útgerð og öðrum helstu atvinnugreinum. Í þessum efnum sker Norðurland eystra sig ekki mjög úr samanborið við landsmeðaltalið.

Svæðisbundið losunarbókhald er mikilvæg forsenda þess að sveitarstjórnir geti uppfyllt lögbundnar skyldur og aðrar skuldbindingar sem þær hafa undirgengist á sviði loftslagsmála, svo sem skyldur til að mæla og birta upplýsingar um losun gróðurhúsalofttegunda í tengslum við loftslagsstefnur sveitarfélaganna. Skýrslan sem hér birtist ætti að nýtast stjórnnum og starfsfólki sveitarfélaga vel í þessum efnum, þar sem skýrslan gefur færi á að greina hvar helst séu tækifæri til að bæta frammistöðu svæðisins í loftslagsmálum, svo sem með því að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og auka bindingu kolefnis í jarðvegi og gróðri. Geta sveitarfélaga til aðgerða í loftslagsmálum veltur þó í raun algjörlega á góðu aðgengi að áreiðanlegum gögnum um losun gróðurhúsalofttegunda á viðkomandi svæði.

Í niðurstöðum þessarar skýrslu er bent á þrjá þætti, þar sem sveitarstjórnir og almenningur geta náð mestum og skjótustum árangri til að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra:

1. Endurheimt votlendis
2. Endalok urðunar
3. Loftslagsvænni samgöngur

Allir þessir þættir eru þess eðlis að þeir kalla á samstarf fleiri aðila, enda viðfangsefnið flest stærri en svo að þau séu á færi einnar sveitarstjórnar, eins fyrirtækis eða eins einstaklings.

2 Inngangur

Þessi skýrsla er unnin af Umhverfissráðgjöf Íslands ehf. (Environice) fyrir Samtök sveitarfélaga og atvinnuþróunar á Norðurlandi eystra (SSNE) í samræmi við verksamning aðila, dags. 21. nóvember 2023.

Losun gróðurhúsalofttegunda af mannavöldum veldur loftslagsbreytingum. Þessar breytingar eru hnattrætt viðfangsefni og því þurfa allar þjóðir heims að draga hratt úr losun með samstilltu átaki. Baráttan gegn loftslagsbreytingum er því jafnframt brýnt úrlausnarefni fyrir íslenska þjóð.

Upphaf vandans sem við stöndum nú frammi fyrir má rekja til iðnbyltingarinnar, en þá opnuðust leiðir til framfara sem knúnar voru áfram með brennslu á jarðefnaeldsneyti. Þar með byrjaði mannkynið að losa gróðurhúsalofttegundir umfram það sem náttúran réði við og að sama skapi byrjaði styrkur koldíoxíðs og annarra gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu að aukast. Eftir síðari heimsstyrjöldina herti verulega á þessari þróun og á síðari hluta 20. aldarinnar fóru aðildarríki Sameinuðu þjóðanna að byggja upp samstarf um sameiginlegar lausnir til að sporna við skaðlegum áhrifum loftslagsbreytinga. Rammasamningur Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar var lagður fram á Heimsráðstefnunni í Ríó 1992 og síðan þá hefur samstarfið byggst á honum. Með Kyoto-bókuninni 1997 var stigið mikilvægt skref og enn einum áfanga var náð með Parísarsamningnum 2015. Ísland hefur tekið virkan þátt í þessu starfi á alþjóðavettvangi og í landsframlagi Íslands til Parísarsamningsins kemur fram að íslensk stjórnvöld hyggist taka þátt í sameiginlegu markmiði Evrópusambandsins (ESB) um 55% samdrátt í losun fram til ársins 2030, miðað við 1990.¹

Fljótlega eftir að landsframlagi Íslands var skilað til Parísarsamningsins lögðu íslensk stjórnvöld fram aðgerðaáætlun í loftslagsmálum. Aðgerðaáætlunin var uppfærð árið 2020 og aftur í júní 2024.² Hlutverk og aðkoma samtaka sveitarfélaga við gerð og endurskoðun aðgerðaáætlunarinnar hefur farið vaxandi á síðustu árum, enda geta sveitarstjórnir lagt mikið af mörkum í þessari vinnu. Samstarf sveitarfélaga getur líka vegið þungt, enda eru getu hvers þeirra um sig takmörk sett. Hvað sem hlutverki annarra líður gegnir ríkisvaldið í hverju landi um sig þó öðrum fremur lykilhlutverki í loftslagsmálum, enda ræðst heildarárangurinn að miklu leyti af þeim ramma sem atvinnulífi, sveitarstjórnnum og einstaklingum er settur með löggjöf og öðrum stjórnvaldsákvörðunum á landsvísu.

Útreikningur á kolefnisspori Norðurlands eystra er hluti af viðleitni landshlutans til að uppfylla Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna nr. 13 um aðgerðir gegn loftslagsbreytingum, stuðla að því að Ísland nái markmiðum sínum um samdrátt í losun fyrir árið 2030 og styðja við yfirlýsingu ríkisstjórnar Íslands um kolefnishlutlaust Ísland árið 2040.

Útreikningar á kolefnisspori heils landshluta er tiltölulega flókið verkefni, en stærsti þröskuldurinn í slíkri vinnu er þó alla jafna gagnaöflunin. Yfirleitt er reyndar fremur auðvelt að nálgast upplýsingar um tiltekna starfsemi á landsvísu, t.d. um notkun jarðefnaeldsneytis, en málið flækist til muna þegar skipta á notkuninni eftir landshlutum,

¹ Birna Sigrún Hallsdóttir (2024b).

² Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið (2024).

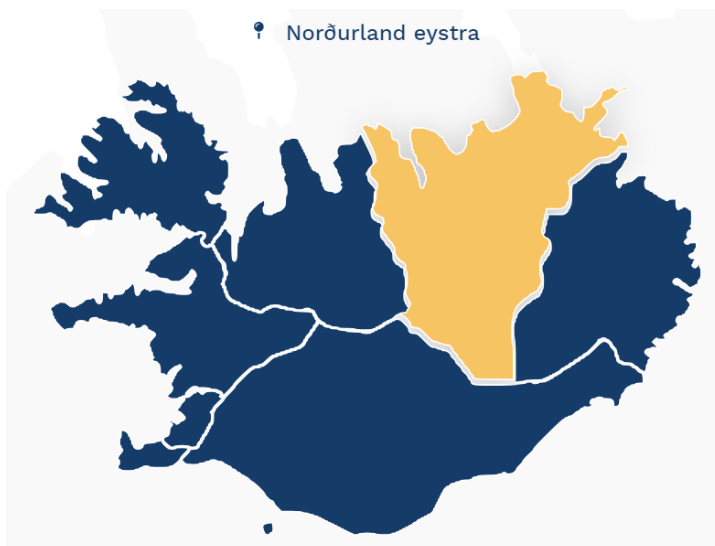
sveitarfélögum eða atvinnugreinum innan sveitarfélaga. Sundurliðun af því tagi er mikilvæg í vinnu sem þessari, þar sem hún gerir sveitarstjórnarfólki og öðrum sem hlut eiga að máli mögulegt að greina hvar tækifæri til úrbóta liggja. Þegar sú greining liggur fyrir er fyrst hægt að leggja á ráðin um markvissar aðgerðir til að draga úr losun.

Þessi skýrsla er þannig upp byggð að fyrst er aðstæðum á Norðurlandi eystra lýst mjög stuttlega. Í kafla 4 er gerð grein fyrir helstu tólum og tækjum sem notuð voru við útreikningana – og í kafla 5 er nánar fjallað um aðferðir og gagnaöflun, auk þess sem helstu niðurstöður eru kynntar. Aftast í skýrslunni er síðan almenn umfjöllun um niðurstöðurnar, heimildaskrá o.fl.

Á síðustu árum hefur Umhverfisráðgjöf Íslands ehf. (Environice) reiknað kolefnisspor nokkurra landshluta og einstakra sveitarfélaga. Þannig var unnið að útreikningi á kolefnisspori Austurlands á sama tíma og lagður var grunnur að útreikningum fyrir Norðurland eystra. Tilteknir hlutar þess skjals sem hér birtist eru því keimlíkir eða samhljóða samsvarandi köflum í skýrslunni fyrir Austurland og í öðrum fyrri skjölum sama efnis. Þetta á einkum við um þá kafla þar sem fjallað er almennt um útreikninga á kolefnisspori.

3 Norðurland eystra

Norðurland eystra og þar með starfssvæði SSNE nær yfir allt svæðið frá Fjallabyggð í vestri til Langanesbyggðar í austri, nánar tiltekið frá Almenningsnöf undan Mánárfjalli í vestri og að Stapaá miðja vegu milli Bakkafjarðar og Vopnafjarðar í austri. Árið 1970 voru u.þ.b. 35 sveitarfélög á þessu svæði,³ en eftir sameiningar á síðustu árum og áratugum standa 11 sveitarfélög eftir. Landfræðileg mörk svæðisins eru sýnd í grófum dráttum á Mynd 1. Atvinnulíf landshlutans er fjölbreytt; þar er rekin öflug útgerð og umfangsmikill iðnaður, auk landbúnaðar, fjölbreyttrar ferðaþjónusta, margs konar annarrar þjónustustarfsemi o.s.frv.



Mynd 1. Norðurland eystra (gullitað). (Mynd af vef Sambands íslenskra sveitarfélaga (www.samband.is)).

Tafla 1 sýnir flatarmál hvers sveitarfélags um sig⁴, íbúafjölda 1. janúar 2023 skv. tölum Hagstofu Íslands⁵ og íbúaféttni. Miðað var við þennan íbúafjölda í verkefningu sem hér um ræðir í samræmi við þá venju sem fylgt er við birtingu ársreikninga íslenskra sveitarfélaga. Þar er jafnan miðað við íbúafjölda við lok reikningsárs.

³ Byggðastofnun (2023).

⁴ Landmælingar Íslands (2024).

⁵ Hagstofa Íslands (2024).

Tafla 1. Flatarmál og íbúafjöldi sveitarfélaga á Norðurlandi eystra 1. janúar 2023.

Sveitarfélag	Flatarmál km ²	Íbúafjöldi 1.1.2023	Íbúar á hvern km ²
Fjallabyggð	364	1.948	5,4
Dalvíkurbyggð	597	1.874	3,1
Hörgársveit	894	766	0,9
Akureyrarbær	136	19.559	143,8
Eyjafjarðarsveit	1.775	1.149	0,6
Svalbarðsstrandarhreppur	54	475	8,8
Grýtubakkahreppur	431	373	0,9
Pingeyjarsveit	12.021	1.345	0,1
Norðurþing	3.732	3.063	0,8
Tjörneshreppur	199	56	0,3
Langanesbyggð	2.483	559	0,2
Samtals	22.686	31.167	1,4

Eins og sjá má á töflunni var samanlagður íbúafjöldi sveitarfélaganna sem í hlut eiga 31.167 þann 1. janúar 2023, en þá voru landsmenn samtals 375.218 skv. tölum Hagstofunnar.⁶ Íbúafjöldi Norðurlands eystra var því 8,31% af heildaríbúafjölda landsins. Heildarflatarmál svæðisins er 22.686 km², eða um 22,03% af flatarmáli Íslands, sem almennt er áætlað um 103.000 km².

⁶ Hagstofa Íslands (2024).

4 Tól og tæki

Sveitarfélög geta valið um mismunandi kerfi til að halda utan um losunarbókhald sitt og gera það aðgengilegt. Hér verður getið um helstu verkfæri sem notuð voru við útreikninga á kolefnisspori Norðurlands eystra.

4.1 Samfélagsleiðarvísirinn

Losunarbókhald Norðurlands eystra eins og það birtist hér er í öllum aðalatriðum unnið í samræmi við svonefndan *samfélagsleiðarvísi* (*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)*). World Resources Institute gaf leiðarvísinn upphaflega út árið 2014 í samvinnu við ICLEI og C40 Cities, en uppfærð útgáfa („Version 1.1“) var birt 2021.⁷ Þessi leiðarvísir er notaður fyrir losunarbókhald borga og bæja um allan heim.

Samkvæmt samfélagsleiðarvísinum er talin fram losun gróðurhúsalofttegunda á einu bókhaldsári og nær bókhaldið yfir þær 7 gróðurhúsalofttegundir sem taldar eru fram í landsbókhaldi ríkja, þ.e. koldíoxíð (CO₂), metan (CH₄), glaðloft (N₂O), vetnisflúorkolefni (HFC), perflúorkolefni (PFC), brennisteinshexaflúoríð (SF₆) og köfnunarefnistríflúoríð (NF₃). Losun framangreindra 7 gróðurhúsalofttegunda er gefin upp í tonnum CO₂-ígilda, að teknu tilliti til mismunandi hlýnunarmáttar lofttegundanna. Hlýnunarmáttur (global warming potential (GWP)) er tala sem tekur mið af mismunandi áhrifum gróðurhúsalofttegundanna á geislunarjafnvægi í lofthjúpnunum og þar með áhrifum þeirra til hækkunar hitastigs á jörðinni. Í þessari skýrslu er miðað við að hlýnunarmáttur koldíoxíðs sé 1, hlýnunarmáttur metans 28 og hlýnunarmáttur glaðlofts 265, í samræmi við 5. ástandsskýrslu Milliríkjanefndar Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (IPCC) frá 2013⁸ og í samræmi við Landsskýrslu Íslands til Loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna 2024.⁹ Hlýnunarmáttur annarra gróðurhúsalofttegunda (F-gasa) fylgir sömu viðmiðum.

Samkvæmt samfélagsleiðarvísinum er losun gróðurhúsalofttegunda skipt í 6 aðalflokka sem skiptast síðan í undirflokka. Aðalflokkarnir eru:

- Staðbundin orka
(Íbúðarhúsnaði, atvinnuhúsnaði og stofnanir, verktakastarfsemi og iðnaður, framleiðsluiðnaður, landbúnaður, og önnur staðbundin orkunotkun)
- Samgöngur
(Vegasamgöngur, sjóflutningar, flugsamgöngur)
- Úrgangur
(Urðun, jarðgerð, brennsla, fráveita)
- Iðnaðarferlar og efnanotkun
(Iðnaður og notkun kælimiðla og annarra efna)
- Landbúnaður og landnotkun
(Búfé, landnotkun, tilbúinn áburður)
- Sveitarfélög geta valið að gera grein fyrir annarri losun sem tengist starfsemi á svæðinu en á sér stað annars staðar. Þetta getur t.d. átt við um losun vegna

⁷ World Resources Institute (2021).

⁸ Greenhouse Gas Protocol (2016).

⁹ Umhverfisstofnun (2024c).

framleiðslu og flutnings á eldsneyti, vatni, mat og byggingarefnum sem flutt eru inn á svæðið.¹⁰

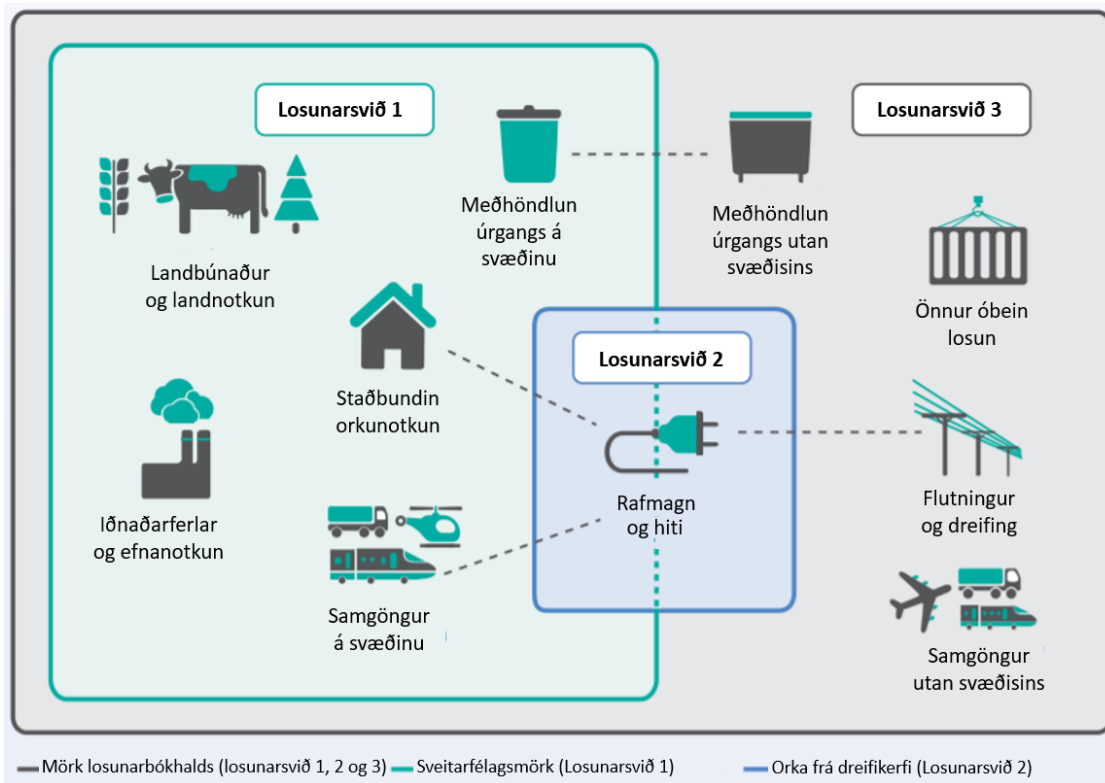
Athafnir sem eiga sér stað í sveitarfélögum geta valdið losun gróðurhúsalofttegunda bæði innan og utan sveitarfélagsmarka. Til að greina þar á milli skiptir leiðarvísirinn losun í þrjú mismunandi losunarsvið¹¹ (e. scope 1-3) eftir því hvar losunin á sér stað.

- Losunarsvið 1:
Losun gróðurhúsalofttegunda frá uppsprettum sem staðsettar eru innan marka sveitarfélagsins. Hér er með öðrum orðum átt við „svæðisbundna losun“ (e. territorial emissions), (sjá síðar).
- Losunarsvið 2: Losun gróðurhúsalofttegunda sem stafar af notkun innan marka sveitarfélagsins á rafmagni, gufu, varma og/eða kælingu sem flutt er þangað í veitukerfi.
- Losunarsvið 3: Öll önnur losun gróðurhúsalofttegunda sem á sér stað utan marka sveitarfélagsins vegna starfsemi og athafna innan þess, svo sem losun vegna flutningstapa raforku sem notuð er á svæðinu og losun vegna meðhöndlunar úrgangs sem fellur til á svæðinu en er meðhöndlaður utan þess. Einnig er mögulegt að fella undir þetta losun vegna framleiðslu og flutnings eldsneytis sem notað er á svæðinu, svo og aðra óbeina losun, en aðferðafræði við mat á slíkri losun er ekki að finna í leiðarvísinum enn sem komið er, (sjá gula reiti í töflunni hér að neðan).

Framangreind skipting er sýnd myndrænt hér að neðan, þar sem dregið er fram hvaða uppsprettur losunar er að finna innan svæðismarka og hvaða losun verður utan svæðismarka.

¹⁰ Höfundar GPC stefna að því að gefa út nánari upplýsingar eða leiðbeiningar hvað þetta varðar, (sbr. kafla 3.6 í GPC).

¹¹ Hefur einnig verið nefnt “Umfang 1-3”.



Mynd 2. Kerfismörk losunarbókhalds sveitarfélaga.

Samkvæmt samfélagsleiðarvísinum gefst sveitarfélögum kostur á að velja hversu vítt svið bókhaldið nær yfir. Í því sambandi er „BASIC“ einfaldasta stigið og „BASIC+“ ítarlegra, (sjá einnig umfjöllun um „svæðisbundið losunarbókhald“ hér að neðan).

Losunarbókhald á grunnstigi (BASIC) nær yfir tiltekna losun sem tilheyrir losunarsviði 1, nánar tiltekið losun vegna staðbundinnar orkunotkunar (s.s. vegna eldsneytisnotkunar í iðnaði og byggingum), losun vegna eldsneytisnotkunar í samgöngum og losun vegna meðhöndlunar úrgangs sem fellur til á svæðinu og er meðhöndlaður innan svæðismarka. Bókhald af þessu tagi nær einnig yfir losun vegna framleiðslu raforku sem notuð er á svæðinu (losunarsvið 2), svo og losun vegna úrgangs sem fellur til á svæðinu og er meðhöndlaður utan svæðis og tilheyrir því losunarsviði 3. Þessir losunarflokkar eru grænir í töflunni hér fyrir neðan.

Ítarlegra losunarbókhaldið (BASIC+) nær yfir sömu þætti og „BASIC-bókhaldið“ og að auki yfir losun vegna iðnaðarferla og efnanotkunar (IPPU (Industrial Processes and Product Use)), losun frá landbúnaði og landnotkun (AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)), losun vegna orkutapa í flutnings- og dreifikerfi raforku og losun vegna samgangna utan svæðis (e. Transboundary Transportation). Þessir losunarflokkar eru grænir og fjólubláir í töflunni hér fyrir neðan.

Samkvæmt samfélagsleiðarvísinum er sveitarfélögum einnig ætlað að birta svonefnt „Svæðisbundið losunarbókhald“ (e. Territorial total). Þar er um að ræða losunarbókhald sem nær yfir alla þá losun gróðurhúsalofttegunda innan svæðismarka sem tilheyrir losunarsviði 1 (grænir, fjólubláir og bleikir reitir í dálki 2 í töflunni hér fyrir neðan). Bókhald af þessu tagi nær m.a. til losunar vegna framleiðslu innan svæðismarka á orku

fyrir dreifinetið (t.d. v/raforkuvinnslu) og losunar vegna úrgangs sem fellur til utan svæðismarka en er meðhöndlaður innan markanna (t.d. úrgangs frá öðrum sveitarfélögum sem urðaður er á urðunarstað innan svæðismarka). Losun vegna meðhöndlunar úrgangs frá öðrum svæðum er á hinn bóginn hvorki meðtalin í „BASIC“ né „BASIC+“, enda fellur slík losun undir losunarsvið 3 í „BASIC“- eða „BASIC+“- bókhaldi þess svæðis þar sem úrgangurinn á upptök sín. Svipað gildir um orkuframleiðslu á svæðinu, en hún fellur undir losunarsvið 2 í „BASIC“- eða „BASIC+“- bókhaldi þess svæðis þar sem orkan er notuð.

Losunarbókhald Norðurlands eystra miðast við „BASIC+“, en samgöngur yfir svæðismörk (e. transboundary transportation) eru þó ekki tíundaðar sérstaklega í bókhaldinu. Þegar talað er um „samgöngur yfir svæðismörk“ er alla jafna átt við ferns konar ferðir, þ.e. í fyrsta lagi ferðir sem hefjast inni á svæðinu og lýkur utan þess, í öðru lagi ferðir sem hefjast utan svæðisins og lýkur innan þess, í þriðja lagi svæðisbundnar samgöngur (þ.m.t. strætisvagnar og sérleyfisbílar) með eina eða fleiri viðkomur innan svæðis í hverri ferð og í fjórða lagi ferðir í gegnum svæðið sem eiga sér bæði upphaf og endi utan svæðisins.¹²

Losunarbókhald sveitarfélaga skv. „BASIC“ og „BASIC+“ nær aðeins að litlu leyti til losunarsviðs 3. Þannig er ekki gerð tilraun til að meta losun vegna framleiðslu og flutnings aðfanga frá öðrum svæðum. Óbein losun vegna neyslu íbúa á aðfluttum varningi (neyslutengd losun) liggur þar af leiðandi utan við mörk losunarbókhaldsins. Þetta síðastnefnda kann að virðast skjóta skökku við, þegar haft er í huga að samkvæmt rannsókn Jukka Heinonen o.fl. á 61% af allri losun gróðurhúsalofttegunda vegna neyslu íslenskra heimila sér stað í öðrum löndum, þ.e.a.s. þeim löndum þar sem neysluvarningur heimilanna er framleiddur.¹³ Í samfélagsleiðarvísinum er ekki gert ráð fyrir að neyslutengd losun af þessu tagi sé tekin beint inn í samtölur í BASIC+, en hins vegar er mögulegt að gera grein fyrir henni sem „annarri losun á losunarsviði 3“ (sjá töflu hér að neðan). Útreikningur á neyslutengdri losun krefst mikillar gagnavinnslu og niðurstöður eru háðar mikilli óvissu. Ef ætlunin væri að taka þessa losun með í reikninginn, væri rökrétt að undanskilja í staðinn losun vegna framleiðslu varnings sem ætlaður er til útflutnings, þ.m.t. áls og fiskafurða, svo eitthvað sé nefnt. Loks getur verið álitamál hver „eigi“ hvaða losun. Neyslan er vissulega orsök losunarinnar, en ef allt er með felldu er það þó framleiðslulandið sem „nýtur góðs“ af hagvextinum sem framleiðslan skapar.

Í losunarbókhaldi gildir það sama og í annars konar uppgjöri, þ.e. að í reynd er hægt að velja á milli mismunandi aðferða þegar kolefnisspor er reiknað. Hver sem aðferðin er þarf þó að gæta samræmis, rétt eins og gert er í reikningsskilum fyrirtækja. Á þeim vettvangi er reynt að tryggja að uppgjör mismunandi fyrirtækja séu sambærileg og þar þykir ekki við hæfi að mismunandi reikningsskilaaðferðum sé beitt á mismunandi tekju- eða gjaldaliði. Sem fyrr segir miðast losunarbókhald Norðurlands eystra við BASIC+ skv. samfélagsleiðarvísinum.

Tafla 2 gefur yfirlit yfir þá losunarflokka og losunarsvið sem tekin eru með í losunarbókhald á mismunandi stigum skv. samfélagsleiðarvísinum.

¹² World Resources Institute (2021).

¹³ Jack Clarke o.fl. (2017).

Tafla 2. Flokkar, undirflokkar og losunarsvið í losunarbókhaldi sveitarfélaga á mismunandi stigum, þ.e. „BASIC“, „BASIC+“ og „Territorial total“.

Flokkar og undirflokkar	Losunarsvið		
	1	2	3
STAÐBUNDIN ORKA			
Íbúðarhúsnæði	X	X	X
Atvinnuhúsnæði og stofnanir	X	X	X
Framleiðslufyrirtæki og verklegar framkvæmdir	X	X	X
Orkufyrirtæki	X	X	X
<i>Orkuframleiðsla inn á veitukerfi</i>	X		
Landbúnaður, skógrækt, fiskveiðar	X	X	X
Aðrar ótilgreindar uppsprettur	X	X	X
SAMGÖNGUR			
Vegasamgöngur	X	X	X
Siglingar	X	X	X
Flug	X	X	X
Samgöngur utan vega	X	X	
ÚRGANGUR			
Urðun úrgangs sem fellur til innan borgarmarka	X		X
<i>Urðun úrgangs sem fellur til utan borgarmarka</i>	X		
Líffræðileg meðhöndlun úrgangs sem fellur til innan borgarmarka	X		X
<i>Líffræðileg meðhöndlun úrgangs sem fellur til utan borgarmarka</i>	X		
Brennsla úrgangs sem fellur til innan borgarmarka	X		X
<i>Brennsla úrgangs sem fellur til utan borgarmarka</i>	X		
Fráveituvatn sem fellur til innan borgarmarka	X		X
<i>Fráveituvatn sem fellur til utan borgarmarka</i>	X		
IÐNAÐARFERLAR OG EFNANOTKUN (IPPU)			
Iðnaðarferlar	X		
Efnanotkun	X		
LANDBÚNAÐUR, SKÓGRÆKT OG ÖNNUR LANDNOTKUN (AFOLU)			
Búpeningur	X		
Land	X		
Aðrar uppsprettur	X		
ÖNNUR ÓBEIN LOSUN SEM TILHEYRIR LOSUNARSVIÐI 3			
Önnur óbein losun			

x	Losunarflokkar skv. GPC		Flokkar innifaldir í BASIC
og	Flokkar innifaldir í BASIC+		Flokkar í „Territorial“ en ekki í BASIC/BASIC+ (<i>skáletrað</i>)
	Önnur losun á losunarsviði 3		Á ekki við

4.2 CIRIS-reiknilíkanið

Við gerð losunarbókhalds geta sveitarfélög notað svonefnt CIRIS-reiknilíkan (City Inventory Reporting and Information System)¹⁴ til að reikna losun sína út frá magntölum sem settar eru inn í líkanið. CIRIS-líkanið er byggt á Excel-töflureikninum og gefur m.a. möguleika á sjá niðurstöður bókhaldsins á myndrænu formi.

¹⁴ C40 (2022).

CIRIS-líkanið var notað við útreikninga á losun í því verkefni sem hér um ræðir og byggt á sömu losunarstuðlum og í landsskýrslu Íslands,¹⁵ þar sem því var við komið. Gerð er nánari grein fyrir losunarstuðlum í niðurstöðuköflum.

4.3 Landsskýrsla Íslands

Sem fyrr segir taka þeir útreikningar á kolefnisspori Norðurlands eystra sem kynntir eru í þessari skýrslu í flestum aðalatriðum mið af landsskýrslu Íslands til skrifstofu Loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna.¹⁶ Þetta á ekki aðeins við um losunarstuðla, heldur voru umsvif á Norðurlandi eystra í mörgum tilvikum reiknuð sem hlutfall af íbúafjölda eða öðrum umsvifum á landsvísu. Þetta er útskýrt nánar í köflunum sem fara hér á eftir. Nýjasta landsskýrsla Íslands snýst um losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi fram til ársins 2022, sem er sama ár og útreikningar á losun á Norðurlandi eystra miðast við. Landsskýrslan var hins vegar ekki birt á vef Umhverfisstofnunar fyrr en 27. maí 2024, sem hafði það m.a. í för með sér að ekki var mögulegt að aðlaga alla losunarstuðla að fullu að þeim upplýsingum sem þar komu fram. Þar er þó ekki um verulegt frávik að ræða.

¹⁵ Umhverfisstofnun (2024c).

¹⁶ Sama heimild.

5 Losunarbókhald

Losunarbókhald Norðurlands eystra nær til þeirra sjö gróðurhúsalofttegunda sem tilgreindar eru í kafla 4.1. Losun er gefin upp í tonnum CO₂-ígilda, að teknu tilliti til mismunandi hlýnunarmáttar lofttegundanna, (sbr. skýringar í kafla 4.1).

Losunarbókhaldið nær til eftirtalinna þátta:

1. Staðbundin orkunotkun (í byggingum, í orkufyrirtækjum, í iðnfyrirtækjum og á framkvæmdastað)
2. Orkunotkun í samgöngum (á vegum, á sjó og í lofti)
3. Meðhöndlun úrgangs (urðun, jarðgerð, brennsla úrgangs, fráveituvatn)
4. Iðnaðarferlar og efnanotkun
5. Landbúnaður og landnotkun

Hér á eftir verður fjallað um aðferðir sem beitt var við útreikninga á kolefnisspori vegna ofangreindra þátta og gerð grein fyrir helstu niðurstöðum.

5.1 Staðbundin orkunotkun

Með staðbundinni orkunotkun er átt við hvers konar orkunotkun í byggingum (þ.m.t. íbúðarhúsnæði, fyrirtækjahúsnæði og stofnanahúsnæði), á framkvæmdastað og í orkufyrirtækjum, iðnaði, landbúnaði og útgerð. Útreikningar á losun gróðurhúsalofttegunda vegna þessarar orkunotkunar ná til allra orkugjafa, þ.m.t. bensíns og dísilolíu, kósangass (LPG) og rafmagns. Í CIRIS-reiknilíkaninu er staðbundinni orkunotkun skipt í eftirtalda 6 flokka:

1. Íbúðarhúsnæði
2. Atvinnuhúsnæði og stofnanir
3. Iðnfyrirtæki og verktakar, t.d. byggingar- og vegaframkvæmdir
4. Orkuframleiðsla
5. Landbúnaður, skógrækt, útgerð og fiskvinnsla
6. Ótilgreindar uppsprettur

Fram til ársins 2020 bjó Flutningsjöfnunarsjóður olíuvara yfir upplýsingum um alla sölu olíuvara á Íslandi, skipt eftir póstnúmerum, tegundum olíu og því hvort olían var seld frá birgðastöð eða af dælu. Þessar tölur var þá hægt að leggja til grundvallar við útreikninga á losun gróðurhúsalofttegunda vegna eldsneytisbrennslu á viðkomandi svæði. Þessi aðferð, sem nefnd hefur verið „eldsneytissölu aðferð“ (e. fuel sale method) hefur þann kost að heildarsalan á viðkomandi svæði er þekkt, en á hinn bóginn fólu tölur Flutningsjöfnunarsjóðs ekki í sér nákvæmar upplýsingar um skiptingu olíusölnunnar eftir því til hvers olían var á endanum notuð. Þannig var ekki í öllum tilvikum hægt að skipta notkuninni milli staðbundinnar notkunar annars vegar og notkunar í samgöngum hins vegar.

Með breytingu á lögum um svæðisbundna flutningsjöfnun, nr. 160/2011, sem tók gildi 1. janúar 2021, voru lög um jöfnun flutningskostnaðar olíuvara, nr. 103/1994, felld úr gildi og Flutningsjöfnunarsjóður olíuvara þar með lagður niður. Þær upplýsingar sem sjóðurinn hélt utan um hafa ekki verið aðgengilegar eftir þessa breytingu og síðan þá hefur

Því þurft að beita annarri nálgun til að áætla eldsneytisnotkun (og -brennslu) á einstökum landssvæðum.

Hafa ber í huga að losunarstuðlar vegna brennslu eldsneytis eru nokkuð breytilegir eftir því hvar og hvernig eldsneytinu er brennt. Losun vegna framleiðslu og flutnings eldsneytisins (WTT (Well-to-tank)) er ekki tekin með í samtölur þessarar skýrslu, en hún var engu að síður reiknuð og gerð grein fyrir henni í sérstökum kafla (kafla 5.6). Losun vegna notkunar eldsneytis fellur undir losunarsvið 1 (sjá kafla 4.1), en losun vegna framleiðslu og flutnings fellur undir losunarsvið 3 (önnur óbein losun).

Raforkunotkun vegur alla jafna ekki þungt í útreikningum á kolefnisspori, enda á engin losun sér stað þegar raforkan er notuð. Hins vegar losnar nokkurt magn gróðurhúsalofttegunda þegar raforkan er framleidd, bæði úr borholum jarðhitavirkjana og vegna loftfirrðrar rotnunar gróðurs á botni miðlunarlóna. Lítil hluti raforkunnar er einnig framleiddur í dísilknúnum varaafsstöðvum og þar á sér stað losun sem hefur áhrif á landsmeðaltalið. Losun vegna raforkuframleiðslunnar fellur undir losunarsvið 2 (sjá kafla 4.1).

Meðallosun vegna raforkuframleiðslu á Íslandi („framleiðslutengd losun“) er reiknuð árlega og taldist vera 8,54 g CO₂íg/kWh vegna ársins 2022.¹⁷

Tölur um raforkukaup á Norðurlandi eystra 2022 fengust hjá Netorku hf., en þar er haldið utan um alla smásölu raforku á Íslandi, þ.e. alla sölu til annarra en stórnotenda.¹⁸ Smásala á raforku á Norðurlandi eystra árið 2022 nam samkvæmt þessu samtals 306.434.128 kWh.¹⁹ Í tölum Netorku er raforkusalan sundurliðuð eftir póstnúmerum og þar með eftir sveitarfélögum, en notkunin er hins vegar ekki sundurliðun eftir tegundum notenda. Þá skiptingu er að vissu marki hægt að lesa út úr Orkuspa Orkustofnunar, en þar er orkusölu til almennra nota 2022 skipt eftir landshlutum og notkunarflokkum.²⁰ Í spánni er ekki greint á milli orkusölu á Norðurlandi vestra og Norðurlandi eystra, en sé stuðst við hlutfallsskiptingu milli notkunarflokka á öllu Norðurlandi má ætla að orkusalan á Norðurlandi eystra hafi skipst á notkunarflokkum eins og sýnt er í töflunni hér að neðan.

¹⁷ Umhverfisstofnun (2024b).

¹⁸ Samkvæmt skilgreiningu raforkulaga, nr. 65/2003, er stórnotandi sá aðili sem notar innan þriggja ára á einum stað a.m.k. 80 GWst á ári. Stórnotendur njóta tiltekinnar sérstöðu skv. lögum, s.s. hvað varðar tengingu við flutningskerfi. Þeir geta tengst flutningskerfi raforku beint og þurfa ekki að tengjast dreifiveitum.

¹⁹ Netorka: Rafbréf 12. mars 2024.

²⁰ Orkustofnun (2024).

Tafla 3. Áætluð skipting almennrar raforkusölu á Norðurlandi eystra 2022 eftir notkunarflokkum, (miðað við meðaltöl fyrir allt Norðurland skv. Orkuspá).²¹

Notkunarflokkar	%	kWh
Heimili	21,32	65.331.756
Atvinnuhúsnæði og stofnanir	28,39	86.996.649
Iðnfyrirtæki og verktakar	31,37	96.128.386
Landbúnaður, skógrækt og útgerð	18,92	57.977.337
Samtals		<u>306.434.128</u>

Í orkuspánni er ekki greint á milli staðbundinnar notkunar raforku og notkunar í samgöngum. Notkun raforku í samgöngum felst væntanlega eingöngu eða nær eingöngu í raforkunotkun rafbíla. Ætla má að sú notkun skiptist á milli notkunarflokka „Heimili“ og „Atvinnuhúsnæði og stofnanir“ í töflunni hér að framan, allt eftir því hvar bílarnir eru hlaðnir. Raforkunotkun rafbíla var áætluð eins og rakið er í kafla 5.2 og síðan dregin frá samtölunum í töflunni til að fá út staðbundna orkunotkun.

Raforkunotkun stórnotenda er sem fyrr segir ekki með í tölum Netorku. Tveir slíkir notendur voru í landsfjórðungnum 2022, þ.e. annars vegar aflþynnuverksmiðja TDK Foil Iceland ehf. á Krossanesi og hins vegar kísilver PCC á Bakka við Húsavík. Um mitt ár 2023 var samið við þriðja stórnotandann, gagnaver AtNorth á Akureyri,²² en sá samningur hefur eðli málsins samkvæmt ekki áhrif á útreikninga á losun gróðurhúsalofttegunda 2022.

Við útreikninga á losun vegna raforkunotkunar þarf að taka tillit til flutningstapa (fellur undir umfang 3, sjá framar), sem bætast þá í raun við skráða raforkusölu. Losun vegna flutningstapa var áætluð u.þ.b. 2,04% í samræmi við tölur frá Landsneti.²³

Tölur um notkun hitaveitu til upphitunar á Norðurlandi eystra 2022 voru fengnar úr talnaefni Orkustofnunar.²⁴ Í þeim tölum er varmanotkun gefin upp í terajúlum (TJ), en þar sem losunarstuðlar Umhverfisstofnunar fyrir heitt vatn miðast við rúmmetra (m³) voru tölurnar umreiknaðar miðað við áætlað meðalorkugildi vatnsins. Í þeim útreikningum var miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³.

Tafla 4 sýnir samanlagða varmanotkun á einstökum veitusvæðum á Norðurlandi eystra 2022 skv. tölum Orkustofnunar, skipt eftir notkunarflokkum.

²¹ Liðurinn „Atvinnuhúsnæði og stofnanir“ í töflunni inniheldur samanlagðar hlutfallstölur fyrir flokkana „Þjónusta“ og „Veitur“ í Orkuspánni. Að öðru leyti eru notkunarflokkar að mestu leyti sambærilegir.

²² Landsvirkjun (2023).

²³ Landsnet (2023).

²⁴ Orkustofnun (2023b).

Tafla 4. Varmanotkun (í TJ) eftir notkunarflokkum á Norðurlandi eystra 2022.²⁵

Nafn hitaveitu	Heimili	Sundlaugar	Önnur þjónusta	Iðnaður	Landbún.	Fiskeldi
Hitaveita Dalvíkur	102,0	25,4	82,4	45,1		
Norðurorka	1.287,3	102,0	647,0	3,2	14,7	
Landsvirkjun		252,8				
Hitaveita Skútustaðahrepps	22,0		28,2			
Orkuveita Húsavíkur	159,6	144,5	172,8	30,9		21,6
Hitaveita Öxarfjarðarhéraðs	13,2	1,8	10,9			
Samtals	1.584,1	526,5	941,3	79,2	14,7	21,6

Gengið er út frá því að engin losun fylgi heitavatnsnotkun á lághitasvæðum, en hins vegar losnar nokkurt magn af koldíoxíði og örlítið metan þegar orka úr háhitasvæðum er nýtt, hvort sem það er til raforkuframleiðslu eða hitunar. Bjarnarflag er eina háhitasvæðið á Norðurlandi eystra þar sem orka er að einhverju leyti nýtt til hitunar. Þar munar mestu um Jarðböðin í Mývatnssveit, en Hitaveita Skútustaðahrepps notar einnig orkuna fyrir þéttbýlið í Reykjahlíð.

Tafla 5 sýnir áætlaða staðbundna orkunotkun á Norðurlandi eystra árið 2022 og þá losun gróðurhúsalofttegunda sem af þessari notkun stafaði. Nánar er svo fjallað um útreikninga á hverjum þætti um sig í undirköflunum aftan við töfluna. Rétt er að benda á að í þessari töflu, sem og í nokkrum öðrum, eru samtölur í nokkrum tilvikum einum hærri eða einum lægri en ætla má. Þetta stafar af því að aukastafir eru ekki sýnilegir í töflunum.

²⁵ Orkustofnun (2023b).

Tafla 5. Áætluð losun vegna staðbundinnar orkunotkunar á Norðurlandi eystra 2022.

Notkunarstaður	Magn	Ein.	Losun kg CO ₂ /ein	Losun (tonn CO ₂ íg)
Íbúðarhúsnæði, dísil	110.062	L	2,7641	304
Íbúðarhúsnæði, gas (LPG)	162.909	L	1,5254	248
Íbúðarhúsnæði, raforka	61.858	MWh	8,54	528
Íbúðarhúsnæði, flutningstöp (2,04%)	1.262	MWh	8,54	11
Íbúðarhúsnæði, hitaveita (lághiti)	7.810.500	m ³	0	0
Íbúðarhúsnæði, hitaveita (háhiti)	110.000	m ³	0,434	48
Íbúðarhúsnæði samtals				1.140
Atvinnuhúsnæði og stofnanir, dísil	51.531	L	2,7641	142
Atvinnuhúsnæði og stofnanir, gas	93.673	L	1,5254	143
Atvinnuhúsnæði og stofnanir, raforka	85.508	MWh	8,54	730
Atvinnuh. og stofn., flutn.töp (2,04%)	1.744	MWh	8,54	15
Sundlaugar, hitaveita (lághiti)	1.368.500	m ³	0	0
Jarðböð, hitaveita (háhiti)	672.000	m ³	0,434	292
Önnur þjónusta, hitaveita (lághiti)	4.565.500	m ³	0	0
Önnur þjónusta, hitaveita (háhiti)	141.000	m ³	0,434	61
Atvinnuhúsnæði og stofnanir samtals				1.384
Vinnuvélar, dísil	999.326	L	3,0334	3.031
Fiskimjöl, dísil	598.042	L	2,7569	1.649
Annar iðnaður, dísil	576.032	L	2,7569	1.588
PCC, gas (LPG)	435.120	L	1,5227	663
Annar iðnaður, gas (LPG)	53.271	L	1,5227	81
Annar iðnaður, raforka	96.128	MWh	8,54	821
PCC, raforka	422.000	MWh	8,54	3.604
TDK, raforka	576.032	MWh	8,54	5.104
Annar iðnaður, flutn.töp (2,04%)	1.961	MWh	8,54	17
PCC, flutningstöp (2,04%)	8.609		8,54	104
TDK, flutningstöp (2,04%)	12.192	MWh	8,54	74
Iðnaður, hitaveita (lághiti)	396.000	m ³	0	0
Iðnfyrirtæki og verktakar samtals				16.735
Orkuframleiðsla, dísil	254.755	L	2,7569	702
Orkuframleiðsla samtals				702
Útgerð (fiskiskip), skipaolía	18.850.572	L	3,0334	57.180
Landbúnaður, dráttarvélar, dísil	2.804.393	L	2,7748	7.782
Torfærutæki, bensín	163.800	L	2,3038	337
Landbún., skógrækt og útgerð, (LPG)	1.140	L	1,5254	2
Landbún., skógrækt og útgerð, raforka	57.997	MWh	8,54	495
Landb./skóg/útgerð, flutn.töp (2,04%)	1.183	MWh	8,54	10
Landbún. og fiskeldi, hitaveita (lághiti)	181.500	m ³	0	0
Landbún., útgerð og fiskvinnsla samt.				65.847
Ótilgreindar uppsprettur, dísil	15.374	L	2,7569	42
Ótilgreindar uppsprettur, steinolía	7.799	L	2,5627	20
Ótilgreindar uppsprettur, gas (LPG)	977	L	1,5254	1
Ótilgreindar uppsprettur samtals				64
Staðbundin orkunotkun samtals				85.871

5.1.1 Íbúðarhúsnæði

Orkunotkun í íbúðarhúsnæði er einkum ferns konar. Í fyrsta lagi er olía notuð til húshitunar í Grímsey og mögulega einnig í örfáum húsum annars staðar í landsfjórðungnum. Í öðru lagi er gas (e. Liquefied Petroleum Gas (LPG)) notað í heimahúsum við eldamennsku á grillum og gaseldavélum, í þriðja lagi er raforka notuð í ýmsum tilgangi og í fjórða lagi er hitaveituvatn notað til kyndingar.

Grímsey hefur sérstöðu á Norðurlandi eystra að því leyti að þar er olía enn notuð að mestu leyti bæði til húshitunar og raforkuframleiðslu. Ekki lágu fyrir nýjar tölur um magn olíu til húshitunar í Grímsey, og því var notkunin áætluð út frá tölum fyrir árið 2018 sem upphaflega fengust frá Orkustofnun.²⁶ Þá var gert ráð fyrir að um 70.000 l væru notaðir til hitunar íbúðarhúsnæðis, en hér var reiknað með 60.000 l að teknu tilliti til fækkunar íbúa (úr 64 í 55 skv. tölum Hagstofunnar).²⁷ Notkun olíu í íbúðarhúsnæði annars staðar á Norðurlandi eystra var áætluð út frá tölum á landsvísu skv. landsbókhalda Íslands,²⁸ miðað við íbúafjölda (8,31%). Sú nálgun gaf 50.062 l til viðbótar. Sama nálgun var notuð til að áætla gasnotkun í íbúðarhúsnæði.

Tölur um raforkunotkun í íbúðarhúsnæði byggja á upplýsingum frá Netorku ehf, en sem fyrr segir fela þær tölur ekki í sér sundurliðun eftir tegundum notenda. Því er vandkvæðum bundið að greina á milli þeirrar raforku sem notuð er staðbundið og þeirrar sem notuð er í samgöngum. Enn vandasamara er að sundurgreina staðbundnu notkunina eftir því hvort um er að ræða íbúðarhúsnæði, annað húsnæði eða eitthvað enn annað. Hér var farin sú leið að miða skiptinguna við meðaltöl fyrir allt Norðurland skv. Orkuspa (Tafla 3). Samkvæmt því má ætla að raforkunotkun heimila á Norðurlandi eystra hafi numið 65.331.756 kWh á árinu 2022, en frá þeirri tölu þarf að draga áætlaða heimahleðslu rafbíla, sem ætti að falla undir kaflann um orkunotkun í samgöngum (kafla 5.2.1). Reiknuð raforkunotkun bílanna var samtals 4.962.697 kWh. Ekki liggur fyrir hversu stór hluti þessarar orku kom úr heimahleðslu og hversu stór úr hverfahleðslum og hraðhleðslustöðvum, en við útreikninga var giskað á að 70% hleðslunnar væru tekin heima og 30% að heiman. Hluti heimahleðslunnar væri samkvæmt því $4.962.697 \times 70\% = 3.473.888$ kWh. Eftir standa þá 61.857.868 kWh til heimilisnota.

Varmanotkun heimila á Norðurlandi eystra 2022 nam samtals 1.584,1 TJ (Tafla 4). Þetta samsvarar 7.920.500 m³ af heitu vatni miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Hitaveita Skútustaðahrepps er eina hitaveitan á svæðinu sem nýtir vatn frá háhitasvæði. Þar nam varmanotkunin 22,0 TJ = 110.000 m³ miðað við sama orkugildi. Þá standa eftir 7.810.500 m³ frá hitaveitum á lághitasvæðum.

5.1.2 Atvinnuhúsnæði og stofnanir

Eldsneytisnotkun í atvinnuhúsnæði og í stofnunum er í öllum aðalatriðum af sama toga og í íbúðarhúsnæði – og því var notuð sama nálgun til að áætla olíunotkun og gasnotkun, þ.e. að miða olíunotkun í Grímsey við eldri tölur og en miða að öðru leyti við landsbókhalda Íslands. Olíunotkun í húsnæði í Grímsey var áætluð 40.000 l, en samtals 11.531 l annars staðar í landshlutanum.

²⁶ Rafbréf frá Orkustofnun 26. ágúst 2020.

²⁷ Hagstofa Íslands (2024).

²⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

Hvað raforkunotkun varðar var áætluð hlutdeild rafbíla (30% af 4.962.697 = 1.488.809 kWh (sjá kafla 5.1.1)) dregin frá heildartölunni (86.996.649 kWh (Tafla 3)). Þá stóðu eftir 85.507.840 kWh = 85.508 MWh sem önnur raforkunotkun í atvinnuhúsnæði og stofnunum. Þar við bætast svo 2,04% flutningstöp.

Sem fyrr segir er Bjarnarflag eina háhitasvæðið á Norðurlandi eystra þar sem orka er að einhverju leyti nýtt til hitunar, þ.m.t. fyrir Jarðböðin í Mývatnssveit. Í sjálfbæriskýrslu Landsvirkjunar 2020 kemur fram að á því ári hafi 672 kílótonnum af skiljuvatni verið veitt til Jarðbaðanna,²⁹ en nýrri upplýsingar fundust ekki. Við útreikninga var því miðað við þetta magn og losun reiknuð út frá meðalstuðli fyrir háhitasvæði skv. losunarstuðlum Umhverfisstofnunar.³⁰

Á Norðurlandi eystra eru u.þ.b. 20 sundlaugar.³¹ Varmanotkun þeirra nam samtals 273,7 TJ á árinu 2022 (Tafla 4 að jarðböðum frátöldum). Þetta samsvarar 1.368.500 m³ miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Rétt er að taka fram að orkunotkun rafhitaðra sundlauga er ekki innifalin í þessum tölum, heldur kemur hún fram í tölum yfir raforkunotkun í atvinnuhúsnæði og stofnunum.

Auk hefðbundinna sundlauga eru tveir baðstaðir starfræktir á Norðurlandi eystra, auk Jarðbaðanna við Mývatn, þ.e.a.s. Skógarböðin í Eyjafirði og Sjávarböðin við Húsavík. Varmanotkun þess fyrrnefnda er að öllum líkindum ekki innifalin í tölunum hér að framan og ekki er fullljóst hvort sá síðarnefndi er inni í tölum fyrir Orkuveitu Húsavíkur. Þetta er látið liggja á milli hluta að sinni, enda hefur varmanotkun á lághitasvæðum sem fyrr segir ekki áhrif á losunarbókhaldið.

Tafla 4 gefur til kynna að varmanotkun í þjónustu á Norðurlandi eystra hafi numið samtals 941,3 TJ árið 2022, að sundlaugum frátöldum. Þetta samsvarar 4.706.500 m³ miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Þar af komu 28,2 TJ frá Hitaveitu Skútustaðahrepps, sem er eina hitaveitan á svæðinu sem nýtir vatn frá háhitasvæði. Sú varmanotkun samsvarar 22,0 TJ = 141.000 m³ miðað við sama orkugildi. Þá standa eftir 4.565.500 m³ frá hitaveitum á lághitasvæðum.

5.1.3 Iðnfyrirtæki og verktakar

Olíunotkun í iðnaði og hjá verktökum má í grófum dráttum skipta í tvennt, þ.e.a.s. annars vegar olíunotkun vinnuvéla og annarra tækja og hins vegar aðra olíunotkun í iðnaði. Tækin sem um ræðir ganga að langmestu leyti fyrir dísilólíu, en steinolía er einnig notuð í litlum mæli.

Olíunotkun vinnuvéla var reiknuð út frá landsbókhaldi Íslands³² miðað við höfðatölu. Upplýsingar um olíunotkun í iðnaði fengust úr grænu bókhaldi TDK Foil Iceland ehf., PCC og fjögurra annarra fyrirtækja á Norðurlandi eystra sem skiluðu grænu bókhaldi vegna

²⁹ Landsvirkjun (2021).

³⁰ Umhverfisstofnun (2024).

³¹ Sundlaugar.is (2024).

³² Umhverfisstofnun (2024c).

ársins 2022 til Umhverfisstofnunar.³³ Við þá tölu var bætt áætlaðri notkun annarra fyrirtækja, sem reiknuð var út frá landsbókhaldinu. Gasnotkun var að reiknuð út frá landsbókhaldinu, auk upplýsinga úr grænu bókhaldi PCC.

TDK og PCC voru sem fyrr segir einu stórnotendur raforku á Norðurlandi eystra 2022. Upplýsingar um raforkunotkun fyrirtækjanna voru fengnar úr grænu bókhaldi þeirra.³⁴ Tafla 3 var hins vegar lögð til grundvallar til að áætla raforkunotkun smærri iðnfyrirtækja og verktaka, sem gæti samkvæmt því hafa verið 96.128.386 kWh árið 2022. Flutningstöp voru síðan reiknuð á sama hátt og fyrr greinir.

Tafla 4 gefur til kynna að varmanotkun í iðnaði á Norðurlandi eystra hafi numið samtals 79,2 TJ árið 2022. Þetta samsvarar 396.000 m³ miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Eingöngu var um að ræða vatn frá lágheitsvæðum.

5.1.4 Orkuframleiðsla

Eina orkunotkunin í orkuiðnaði á Norðurlandi eystra á sér alla jafna stað í Grímsey, þar sem raforka er enn framleidd í dísilrafstöð. Ekki lágu fyrir nákvæmar upplýsingar um olfunotkun stöðvarinnar 2022, en út frá fyrri upplýsingum Orkustofnunar³⁵ má ætla að hún sé alla jafna á bilinu 220.000-250.000 l á ári. Af talnaefni Orkustofnunar má ráða að árið 2022 hafi raforkuframleiðslan numið 897 MWh,³⁶ sem samsvarar á að giska 254.755 l af dísilolíu miðað við að orkuinnihald olíunnar sé 43,1 MJ/kg og að þar af nýtist 34% til að framleiða raforku. Ákveðið var að miða losunarbókhaldið við þessa tölu. Reyndar er hluti raforkunnar nú framleiddur með vindmyllum, en hlutur þeirra á árinu 2022 var hverfandi (um 8 MWh).³⁷

Í einhverjum tilvikum kann raforka að hafa verið framleidd í dísilknúnum varaafsstöðvum, en ekki liggja fyrir tölulegar upplýsingar um það.

5.1.5 Landbúnaður, skógrækt, útgerð og fiskvinnsla

Olfunotkun fiskiskipa fellur undir þennan lið, en engar nákvæmar tölur liggja fyrir um hana. Því var olfunotkunin reiknuð út frá aflatölum og tiltækum olfunotkunarstuðlum fiskiskipa (fyrir mismunandi skip og mismunandi afla).³⁸

Eldsneytisnotkun dráttarvéla var áætluð út frá fjölda skráðra dísildráttarvéla í landshlutanum. Þær voru 1.866 talsins samkvæmt upplýsingum úr tölfræðisafni Samgöngustofu.³⁹ Byggt var á áætlun úr fyrri verkefnum Environice um að dísildráttarvélar noti að meðaltali 1,3 tonn af olíu á ári, en sú áætlun byggði upphaflega á eldsneytisspá frá 2016.⁴⁰ Þetta samsvarar $862 \times 1,3 = 2.425,8$ tonnum (= 2.804.393 l miðað við eðlismassann 0,865). Horft var fram hjá eldsneytisnotkun skráðra bensindráttarvéla, þar sem gert var ráð fyrir að þær væru lítið notaðar og

³³ Umhverfisstofnun (2023).

³⁴ Sama heimild.

³⁵ Rafbréf frá Orkustofnun 26. ágúst 2020.

³⁶ Orkustofnun (2023).

³⁷ Sama heimild.

³⁸ Sbr. Orkustofnun (2016). Bls. 37.

³⁹ Rafbréf frá Frumherja 8. mars 2024.

⁴⁰ Orkustofnun (2016). Bls. 34.

eldsneytisnotkun þeirra því svo óveruleg að hann skipti litlu máli fyrir heildarniðurstöðuna.

Eldsneytisnotkun torfærutækja sem ætluð eru til aksturs utan vegakerfisins (svo sem fjórhjól, sexhjól og snjósleðar) var áætluð út frá fjölda slíkra tækja í landshlutanum. Þau voru 1.092 talsins samkvæmt upplýsingum úr tölfræðisafni Samgöngustofu.⁴¹ Gera má ráð fyrir að stór hluti af þessum flota standi lítt hreyfður eða óhreyfður mikinn hluta ársins. Undantekningar frá því eru þó líklega tæki sem notuð eru í atvinnuskyni, svo sem í ferðapjónustu og í landbúnaði, svo og til björgunarstarfa (með tilheyrandi æfingum). Ekki fundust neinar tölur yfir meðalakstur þessara ökutækjaflokka, enda eru torfærutæki undanþegin skoðunarskyldu skv. rgl. nr. 414/2021. Eldsneytisnotkun tækjanna á hvern km er ekki heldur þekkt, en af einfaldri netleit má ráða að eyðsla venjulegra fjórhjóna og svonefndra „krossara“ sé um 10 l/100 km og snjósleða um 20 l/100 km. Sé miðað við meðaltal þessara talna (15 l/100 km) og gert ráð fyrir 1.000 km meðalakstri á ári, gæti hvert tæki notað að meðaltali um 150 lítra á ári og 1.092 tæki þá samtals 163.800 l. Öll þessi tæki eru bensínknúin skv. grunni Samgöngustofu.⁴²

Tafla 3 var lögð til grundvallar til að áætla raforkunotkun í landbúnaði, skógrækt og útgerð. Þessi notkun var samkvæmt því áætluð 57.977.337 kWh árið 2022. Flutningstöp voru síðan reiknuð á sama hátt og fyrr greinir.

Tafla 4 gefur til kynna að varmanotkun í landbúnaði og fiskeldi á Norðurlandi eystra hafi numið samtals 36,3 TJ árið 2022, sem samsvarar 181.500 m³ af heitu vatni miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Eingöngu var um að ræða vatn frá lághitasvæðum.

5.1.6 Ótilgreindar uppsprettur

Í landsbókhalda Íslands fellur lítill hluti árlegrar eldsneytisnotkunar undir liðinn „Ótilgreindar uppsprettur“ (e. unspecified sources).⁴³ Þetta er þá eldsneyti sem ekki liggur fyrir til hvers var notað. Sami háttur var hafður á í losunarbókhalda Norðurlands eystra og magnið reiknað út frá höfðatölu. Samkvæmt því féllu 15.374 l af dísilolíu, 7.799 l af steinolíu og 977 l af gasi (LPG) í þennan flokk.

5.2 Orkunotkun í samgöngum

Með orkunotkun í samgöngum er átt við orkunotkun í hvers konar farartækjum á landi, sjó og vötnum og í lofti. Stærstur hluti orkunnar sem notuð er í samgöngum kemur enn sem komið er úr jarðefnaeldsneyti (einkum bensíni og dísilolíu), og eðli málsins samkvæmt er ekki sjálfgefið að eldsneytinu sé brennt – og gróðurhúsalofttegundir þar með losaðar – í því sveitarfélagi eða á því svæði þar sem það var keypt. Að þessu leyti er orkunotkun í samgöngum nokkuð annars eðlis en staðbundin orkunotkun (sjá kafla 5.1).

Tafla 6 sýnir áætlaða orkunotkun í samgöngum á Norðurlandi eystra árið 2022 og þá losun gróðurhúsalofttegunda sem af þessari notkun stafaði. Nánar er svo fjallað um útreikninga á hverjum þætti um sig í undirköflunum aftan við töfluna.

⁴¹ Rafbréf frá Frumherja 8. mars 2024.

⁴² Sama heimild.

⁴³ Umhverfisstofnun (2024c).

Tafla 6. Áætluð losun GHG vegna orkunotkunar í samgöngum á Norðurlandi eystra 2022.

Notkunarstaður	Magn	Ein.	Losun kg CO ₂ /ein	Losun (tonn CO ₂ íg)
Fólksbílar, bensín	15.016.367	L	2,2992	34.525
Fólksbílar, dísil	11.682.546	L	2,7736	32.402
Fólksbílar, metan	224.554	m ³	0,0020	0
Sendibílar, bensín	531.951	L	2,3038	1.226
Sendibílar, dísil	3.445.555	L	2,7685	9.539
Sendibílar, metan	453.025	m ³	0,0020	1
Flutningabílar, bensín	199.072	L	2,3083	460
Flutningabílar, dísil	6.768.152	L	2,7995	18.947
Fólksflutningabílar, bensín	89.281	L	2,3083	206
Fólksflutningabílar, dísil	2.286.139	L	2,7995	6.400
Fólksflutningabílar, metan	4.741.482	m ³	0,0020	9
Bifhjól, bensín	78.561	L	2,2992	181
Rafbílar og tengiltvinnbílar, rafmagn	4.963	MWh	8,54	42
Raf- og tengiltvinn, flutn.töp (2,04%)	101	MWh	8,54	1
Vegasamgöngur samtals				103.939
Sjóflutningar, dísil	2.219.653	L	2,7748	6.159
Samgöngur á sjó og vötnum samtals				6.159
Flug, kerósín	1.098.676	L	2,5735	2.827
Samgöngur í lofti samtals				2.827
Orkunotkun í samgöngum samtals				112.926

5.2.1 Vegasamgöngur

Orkunotkun í vegasamgöngum var áætluð út frá tölum Samgöngustofu um fjölda skráðra ökutækja í póstnúmerum á Norðurlandi eystra, skipt eftir ökutækjaflokkum og orkugjöfum.⁴⁴ Þessar upplýsingar voru keyptar frá Frumherja hf., þar sem Samgöngustofa hefur ekki heimild til að láta þær af hendi. Tölur um meðalakstur ökutækja í hverjum flokki voru fengnar frá Umhverfisstofnun.⁴⁵ Þær tölur fékk stofnunin úr svonefndum COPERT-gagnagrunni,⁴⁶ en þessar tölur eru m.a. lagðar til grundvallar við útreikninga fyrir landsbókhald Íslands. Þessar aksturstölar eru landsmeðaltöl og taka því ekki tillit til breytileika milli landshluta. Ekki hafa fengist nákvæmar upplýsingar um raunverulegan uppruna aksturstalnanna í COPERT eða hvernig er unnið úr þeim. Stuðst var við losunarstuðla Umhverfisstofnunar í útreikningum á orkunotkun og þar með losun gróðurhúsalofttegunda vegna aksturs ökutækja í einstökum flokkum.⁴⁷ Helstu niðurstöður þessarar talnaleytar má sjá í eftirfarandi töflu.

⁴⁴ Rafbréf frá Frumherja 11. mars 2024.

⁴⁵ Rafbréf frá Umhverfisstofnun 8. og 9. apríl 2024.

⁴⁶ COPERT (2024).

⁴⁷ Umhverfisstofnun (2024).

Tafla 7. Ökutæki á Norðurlandi eystra í árslok 2022, meðalakstur og orkunotkun.⁴⁸

Ökutækjaflokkar	Fjöldi	Meðalakstur (km/ár)	Orkunotkun
Fólksbílar			
Bensín	11.250	11.718	9,0 l/100km
Bensín -tvinn	1.276	17.198	6,0 l/100km
Bensín -tengiltvinn	2.100	13.902	6,3 l/100km
			6,0 kWh/100km
Dísill	8.260	20.521	6,8 l/100km
Dísill -tvinn	121	17.198	4,9 l/100km
Dísill -tengiltvinn	116	12.543	4,8 l/100km
			6,0 kWh/100km
Metan	80	15.051	9,6 Nm ³ /100km
Rafmagn	1.071	13.788	20,0 kWh/100km
Sendibílar (ldv)			
Bensín	437	11.195	10,9 l/100km
Dísill	2.053	19.360	8,7 l/100km
Metan	18	19.360	9,6 Nm ³ /100km
Rafmagn	44	19.360	20,0 kWh/100km
Flutningabílar (hdv)			
Bensín	33	27.249	22,1 l/100km
Dísill	846	34.075	23,5 l/100km
Hópbílar			
Bensín	6	44.663	33,3 l/100km
Dísill	185	44.663	27,7 l/100km
Metan	5	70.244	9,6 Nm ³ /100km
Mótorhjól			
Bensín	285	4.320	2,9 l/100km
	28.186		

Fræðilega séð væri hægt að sækja tölur um meðalakstur ökutækja í mismunandi flokkum í tölfræði Samgöngustofu.⁴⁹ Þeim tölum fylgja þó einkum tvær takmarkanir þegar nota á tölurnar við útreikning á kolefnisspori sveitarfélags eða landshluta. Annars vegar er aðeins gefið upp landsmeðaltal aksturs ökutækja í hverjum flokki (rétt eins og í COPERT), en ætla má að akstur geti verið talsvert mismunandi eftir byggðarlögum. Hins vegar byggja tölurnar á úrtaki sem nær fyrst og fremst yfir þau ökutæki sem færð eru til skoðunar, sem þýðir að nýjustu ökutækin vantar að miklu leyti í úrtakið. Nýja fólksbíla þarf t.d. ekki að færa til skoðunar fyrr en eftir fjögur ár. Þetta gefur tilefni til að ætla að meðalakstur sé almennt vanmetinn í tölum Samgöngustofu, þar sem nýrri bílar eru að öllum líkindum notaðir meira en eldri bílar að öðru jöfnu. Þar við bætist svo hlutur bílaleigubíla, sem nær allir eru nýlegir og eru því hugsanlega ekki í úrtakinu. Bílaleigubílum er alla jafna ekið mjög mikið fyrstu árin. Með allt þetta í huga var ákveðið að nota aksturstölur úr COPERT, einnig til að gæta samræmis við landsbókhaldið.

⁴⁸ Byggt á gögnum frá Samgöngustofu og Umhverfisstofnun.

⁴⁹ Samgöngustofa (á.á.).

Ætla má að traustari upplýsingar um meðalakstur bifreiða í mismunandi flokkum fáist þegar reynsla er komin á innheimtu kílómetragjalds á borð við það sem lagt var á rafbíla, tengiltvinnbíla og vetnisbíla frá ársbyrjun 2024.

5.2.2 Samgöngur á sjó og vötnum

Reiknað var með að hlutur Norðurlands eystra í olíunotkun vegna sjóflutninga á Íslandi samsvaraði $\frac{1}{4}$ af allri olíunotkun vegna strandsiglinga. Hlutur Norðurlands eystra 2022 reiknaðist samkvæmt því vera 2.219.653 l.

Raforkunotkun í höfnum telst til orkunotkunar í samgöngum, en þó aðeins að því marki sem hún er nýtt til að knýja samgöngur. Ekki liggja fyrir upplýsingar um neinar rafknúnar ferjur á Norðurlandi eystra og því er hér gengið út frá því að þessi notkun sé á núlli. Önnur raforkunotkun í höfnum, þ.m.t. vegna landtenginga, fellur undir liðinn „landbúnaður, skógrækt, útgerð og fiskvinnsla“ (sjá kafla 5.1.5).

5.2.3 Samgöngur í lofti

Losun frá samgöngum í lofti var reiknuð út frá tölum ISAVIA um fjölda flughreyfinga á flugvöllum á Norðurlandi eystra 2022,⁵⁰ en með „flughreyfingu“ er átt við flugtak eða landingu. Gögnin frá ISAVIA taka til fjögurra flugvalla í landshlutanum, þ.e. á Akureyri, í Grímsey, á Húsavík og á Þórshöfn. Í gögnunum var flughreyfingum skipt eftir þyngdarflokkum flugvéla, eftir því hvort um er að ræða innanlandsflug eða millilandaflug og því hvort um var að ræða áætlunarflug, leiguflug eða annað. Við útreikning á losun vegna flugsins var hins vegar aðeins horft til fjölda flughreyfinga í hverjum þyngdarflokki, enda hefur eðli flugs og áfangastaður ekki áhrif á losun gróðurhúsalofttegunda í flugtaki og landingu.

Til að búa til grunn fyrir útreikninga á losun vegna flugsamgangna var algengustu flugvélategundum í flugflota Íslendinga raðað í þyngdarflokka í samræmi við upplýsingar um leyfilega heildarþyngd á heimasíðu Global Air.⁵¹ Upplýsingar um eldsneytisnotkun hverrar tegundar voru síðan fengnar úr reiknivél Eurocontrol, Umhverfisstofnunar Evrópu (EEA) og EMEP, sem vísað er til í losunargagnagrunni EEA⁵² og meðalnotkun þannig áætluð fyrir hvern þyngdarflokk. Í reiknivélinni var stuðst við sjálfgefin gildi Alþjóðaflugmálastofnunarinnar (ICAO) fyrir eldsneytisnotkun í flugtaki og landingu, þ.e.a.s. eldsneytisnotkun pr. LTO (landing and take-off cycle). LTO er skilgreint sem aðflug (4 mín), akstur á flugbraut (26 mín), flugtak (0,7 mín) og klifur (2,2 mín).⁵³ Þar sem LTO felur í sér bæði flugtak og landingu þarf að deila í flughreyfingatölur ISAVIA með tveimur áður en tölur úr reiknivélinni eru notaðar til útreiknings á losun. Undantekning frá þessu eru snertilendingar, þar sem hver viðkoma jafngildir einu LTO.

Eldsneytisnotkun sem á sér stað fyrir og eftir LTO verður útundan þegar framangreind viðmiðun er notuð við útreikninga. Líklega kemur þetta þó lítið að sök við útreikning á kolefnisspori einstakra sveitarfélaga eða landshluta, þar sem aðrir hlutar flugsins fara

⁵⁰ Rafbréf frá ISAVIA 13. apríl 2024.

⁵¹ Global Air (2024).

⁵² Umhverfisstofnun Evrópu (EEA) (2023).

⁵³ Alþjóðaflugmálastofnunin (ICAO) (á.á.).

væntanlega oftast að mestu leyti fram utan svæðisins. Auk þess er eldsneytisnotkun í flugtaki og í landingu hlutfallslega langtum meiri en í flugi í „fullri hæð“.

Rétt er að taka fram að eldsneytistöflur í reiknivél EEA eru áætluð meðaltöl fyrir einstakar flugvélategundir – og eins getur verið nokkur munur á losun eftir undirtegundum, búnaði o.s.frv. Þar að auki er eldsneytisnotkun flugvéla í sama þyngdarflokki nokkuð mismunandi eins og gefur að skilja, en hér er sem fyrr segir gengið út frá áætluðu meðaltali. Þrátt fyrir þessar takmarkanir ætti sú nálgun sem hér er lýst að gefa nokkuð raunsanna mynd af raunverulegri eldsneytisnotkun í flugtaki og landingu og þar með einnig af losun gróðurhúsalofttegunda.

Tafla 8 sýnir fjölda LTO fyrir flugvélar í mismunandi þyngdarflokkum á flugvöllum á Norðurlandi eystra 2022, ásamt áætlaðri eldsneytisnotkun pr. LTO og reiknaðri losun sem þessu fylgir. Losunarstuðullinn (3,1771 kg CO₂íg á hvert kg eldsneytis) var reiknaður út frá tölum í landsskýrslu Íslands 2024.⁵⁴

Tafla 8. Fjöldi LTO, áætluð eldsneytisnotkun og reiknuð losun gróðurhúsalofttegunda vegna komu og brottfara flugvéla á flugvöllum á Norðurlandi eystra 2022.

Þyngd flugvéla (kg)	Eldsneyti (kg/LTO)	Akureyri		Grimsey		Húsavík		Þórshöfn		SAMTALS	
		LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)
0-2000 kg	30	51	1.515	1	30	0	0	0	0	52	1.545
02-10 þús.kg	75	1.586	118.913	146	10.950	314	23.550	243	18.225	2.289	171.638
10-20 þús.kg	230	478	109.825	2	460	77	17.710	1	230	558	128.225
20-30 þús.kg	250	1.070	267.500	0	0	0	0	0	0	1.070	267.500
30-40 þús.kg	350	16	5.600	0	0	0	0	0	0	16	5.600
40-50 þús.kg	450	21	9.450	0	0	0	0	0	0	21	9.450
50-60 þús.kg	550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60-70 þús.kg	650	18	11.700	0	0	0	0	0	0	18	11.700
70-80 þús.kg	750	142	106.125	0	0	0	0	0	0	142	106.125
80-90 þús.kg	850	21	17.850	0	0	0	0	0	0	21	17.850
90 þús.kg og yfir	1.500	10	15.000	0	0	0	0	0	0	10	15.000
Samtals		3.411	663.478	149	11.440	391	41.260	244	18.455	4.195	734.633
Snertilendingar	30	4.426	132.780	0	0	0	0	0	0	4.426	132.780
Kennsla/einkaflug	30	751	22.515	0	0	0	0	0	0	751	22.515
Samtals		8.588	818.773	149	11.440	391	41.260	244	18.455	9.372	889.928
Reiknuð losun kg CO₂íg/kg	3,1771										
Tonn CO₂íg			2.601		36		131		59		2.827

Eins og ráða má af töflunni voru um 890 tonn af flugvélaeldsneyti notuð við flugtök og landingar á Norðurlandi eystra 2022 miðað við þær forsendur sem lýst er hér að framan, en það samsvarar 1.098.676 l af flugvélaeldsneyti miðað við eðlismassann 0,81.

5.3 Meðhöndlun úrgangs

Við meðhöndlun úrgangs losna gróðurhúsalofttegundir sem gera þarf grein fyrir í losunarbókhaldi. Mest er losunin á urðunarstöðum, einkum þar sem metangasi er ekki safnað eða þar sem söfnunarhlutfall þess er lágt. Nokkru minni losun verður við sorpbrennslu og enn minni í jarðgerð. Einhver losun verður einnig við endurvinnslu, en

⁵⁴ Umhverfisstofnun (2024c).

ætla má að með endurvinnslunni sé komið í veg fyrir meiri losun sem ella hefði orðið við frumvinnslu sama efnis. Í losunarstuðlum Umhverfisstofnunar kemur fram að þeir úrgangsstraumar sem fara í endurvinnslu valdi engri beinni losun á Íslandi. Misjafnt sé hver endanlegur farvegur úrgangsstraumanna sé og því hafi þeir losunarstuðulinn núll.⁵⁵

Tölur um magn og afdrif úrgangs frá Norðurlandi eystra 2022 fengust frá stærstu þjónustuaðilunum sem annast úrgangsbjónustu fyrir sveitarfélög og fyrirtæki á svæðinu. Í nokkrum tilvikum var þessu talnaefni ábótavant og voru magn og afdrif úrgangs þá áætluð út frá tölum fyrir árið 2021 sem fylgdu Svæðisáætlun um meðhöndlun úrgangs á Norðurlandi 2023-2036.⁵⁶ Af þessum sökum má reikna með að úrgangstölurnar séu ónákvæmar, en ólíklegt má telja að sú skekkja hafi veruleg áhrif á niðurstöðurnar.

Tafla 9 sýnir áætlað magn þess úrgangs sem féll til á Norðurlandi eystra 2022 og þá losun gróðurhúsalofttegunda sem ætla má að meðhöndlun úrgangsins hafi haft í för með sér. Nánar er svo fjallað um útreikninga á hverjum þætti um sig í undirköflunum aftan við töfluna.

Tafla 9. Áætluð losun GHG vegna meðhöndlunar úrgangs frá Norðurlandi eystra 2022.

Afdrif úrgangs	Magn	Ein.	Losun kg CO ₂ /ein	Losun (tonn CO ₂ íg)
Urðun (Stekkjarkvík o.fl.)	13.727.860	kg	1,1036	15.150
Jarðgerð (Molta)	6.630.152	kg	0,1756	1.164
Brennsla (Kalka – sóttmengað)	32.017	kg	0,9498	30
Brennsla (Kalka – spilliefni)	29.462	kg	1,0415	31
Fráveita frá íbúabyggð				843
Fráveita frá iðnaði				592
Meðhöndlun úrgangs samtals				17.810

5.3.1 Urðun

Langstærstur hluti þess blandaða úrgangs sem fellur til á Norðurlandi eystra er sendur til urðunar á urðunarstað Norðurár bs. í Stekkjarkvík við Blönduós. Minni urðunarstaður er starfræktur í landi Snartarstaða II við Kópasker, en þar má aðeins taka við úrgangi sem á uppruna sinn á Kópaskeri, Raufarhöfn eða í dreifbýli í nágrenni þessara staða. Enn minni staður er starfræktur á Bakkafirði og þjónar Langanesbyggð eingöngu. Þá er ótalinn urðunarstaður fyrir óvirkan úrgang í Laugardal við Húsavík, en fræðilega séð losna engar gróðurhúsalofttegundir við meðhöndlun á slíkum úrgangi. Urðunarstaðurinn í Stekkjarkvík hefur þá sérstöðu að þar er metangasi safnað og það brennt, sem út af fyrir sig dregur talsvert úr losun ef söfnunarhlutfallið er viðunandi. Losun frá mismunandi stöðum getur verið mjög mismunandi milli staða, m.a. eftir því hversu lengi staðurinn hefur verið nýttur, svo og eftir samsetningu úrgangs, dýpt urðunarstaðar, aðferðum við urðun og frágangi yfirlags. Því var farin sú leið að miða við útgefinn losunarstuðul Umhverfisstofnunar fyrir urðunarstaði.⁵⁷ Sá stuðull er 1,1036 tonn CO₂íg/tonn og felur í sér einhvers konar meðaltal fyrir losun vegna urðunar á blönduðum úrgangi.

⁵⁵ Umhverfisstofnun (2024b).

⁵⁶ Environice (2023).

⁵⁷ Umhverfisstofnun (2024b).

5.3.2 Brennsla, jarðgerð og endurvinnsla

Stuðlar fyrir mismunandi brennslu voru fengnir úr svonefndum CRF-tölum í losunarbókhalda Íslands,⁵⁸ en stuðull fyrir jarðgerð úr útgefnum losunarstuðlum.⁵⁹

5.3.3 Fráveituvatn

Auk losunar vegna jarðgerðar, brennslu og urðunar úrgangs losnar glaðloft (N_2O) úr fráveituvatni. Í landsskýrslu Íslands er gert ráð fyrir að úr fráveitum hérlendis losni glaðloft sem samsvarar að meðaltali 10,9937 kg koldíoxíðsígilda á hvern íbúa á ári, (miðað við hnatthlúnunarmáttinn 265). Þessi tala er reiknuð út frá áætluðu magni próteins í fæðu (33 kg/íb/ár), áætluðu hlutfalli niturs (N) í próteininu (16%) og mati á því hversu hátt hlutfall af þessu nitri sleppur úr fráveitunni út í andrúmsloftið í formi N_2O .⁶⁰ Glaðloftslosunin frá 31.167 íbúum Norðurlands eystra reiknast samkvæmt þessu samsvara $31.167 \times 10,9937 = 342.641$ kg CO_2 íg. Við þetta bætist síðan metanlosun sem gert er ráð fyrir að nemi 16,0419 kg koldíoxíðsígilda á hvern íbúa á ári. Metanlosun frá íbúum Norðurlands eystra var samkvæmt því $31.167 \times 16,0419 = 499.978$ kg CO_2 íg og heildarlosun gróðurhúsalofttegunda frá fráveitu íbúabyggðar því $342.641 + 499.978 = 842.619$ kg = 843 tonn.

Við losun frá fráveitu íbúabyggðar bætist metanlosun úr fráveitu frá fiskvinnslu o.fl. Sú losun var áætluð eins og gert er í landsskýrslu Íslands,⁶¹ að teknu tilliti til hlutfalls íbúa Norðurlands eystra í íbúatölu landsins og hlutfalls heildarafla sem landað var í landshlutanum. Heildarlosun úr fráveitu frá fiskvinnslu á Norðurlandi eystra reiknaðist samkvæmt því vera 592 tonn.

5.4 Iðnaður og efnatökn

5.4.1 Iðnaðarferlar

Fyrirtæki í tilteknum iðngreinum losa umtalsvert magn af gróðurhúsalofttegundum í starfsemi sinni. Þetta á m.a. við um álver og kísilmálmverksmiðjur þar sem kolefni er notað til að fjarlægja súrefnisfrumeindir úr hráefninu. Kolefnið losnar þá út í andrúmsloftið sem koldíoxíð en eftir stendur hreinni málmur. Kísilmálmverksmiðja PCC á Bakka við Húsavík er eina fyrirtækið af þessu tagi á Norðurlandi eystra, en þar eru kol, viðarkol og timburkurl notað sem kolefnisgjafi með tilheyrandi losun koldíoxíðs út í andrúmsloftið. Á árinu 2022 nam þessi losun 152.011 tonnum CO_2 íg frá óendurnýjanlegum kolefnisgjöfum, auk 113.257 tona frá endurnýjanlegum lífmassa.⁶² Síðarnefnda losunin er ekki tekin með í útreikninga á kolefnisspori, þar sem litið er svo á að þar sé um náttúrulega losun að ræða.

Aflþynnuverksmiðja TDK Foil Iceland ehf. á Krossanesi er annað tveggja stærstu iðnfyrirtækja á Norðurlandi eystra. Í starfsemi verksmiðjunnar losna hins vegar engar eða nánast engar gróðurhúsalofttegundir, að frátalinni losun vegna eldsneytisnotkunar, sem talin er fram með staðbundinni orkunotkun (sjá framar).

⁵⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

⁵⁹ Umhverfisstofnun (2024b).

⁶⁰ Umhverfisstofnun (2024c).

⁶¹ Sama heimild.

⁶² PCC BakkiSilicon (2023).

5.4.2 Efnanotkun

Nokkurt magn gróðurhúsalofttegunda losnar vegna efnanotkunar í atvinnurekstri, einkum vegna notkunar vetnisflúorkolefna (HFC) sem kælimiðla í kæli- og frystikerfum útgerða, annarra matvælafyrirtækja og verslana. Notkun þessara efna er hvorki mikil né útbreidd, en sum efnanna eru afar öflugar gróðurhúsalofttegundir sem eiga sinn þátt í heildarlosun svæðisins.

Upplýsingar um notkun HFC-efna á Norðurlandi eystra árið 2022 eru ekki aðgengilegar og því var magnið áætlað út frá losun á landsvísu skv. landsskýrslu Íslands.⁶³ Fyrsti liðurinn í töflunni hér að neðan („HFC-kælimiðlar, annað en fiskveiðar“) felur í sér fimm mismunandi notkunar svið kælimiðla, þ.e. kælingu og frystingu í flutningatækjum, í iðnaði, í öðrum atvinnufyrirtækjum (þ.m.t. verslanir), í íbúðarhúsnæði o.þ.h. og vegna loftkælingar í farartækjum. Losun HFC-efna vegna þessarar notkunar var reiknuð út frá íbúafjölda, með þeirri undantekningu að útreikningar vegna loftkælingar í farartækjum miðuðust við hluta Norðurlands eystra í farartækjaflota landsmanna. Losun vegna kælimiðlanotkunar fiskiskipaflotans á Norðurlandi eystra var metin út frá áætlaðri losun vegna fiskveiða á landinu öllu, í hlutfalli við olíunotkun (sbr. kafla 5.1.5).

Taka þarf nokkur efni til viðbótar með í útreikninga á losun frá tilteknum svæðum, þ.á m. olíuefni sem ekki eru notuð sem eldsneyti en skila sér samt að einhverju leyti út í andrúmsloftið (malbik, smurefni, leysiefni, paraffínvax o.fl.). Upplýsingar um notkun þessara efna á Norðurlandi eystra liggja ekki fyrir og því var magnið áætlað út frá notkun á landsvísu skv. landsskýrslu Íslands.⁶⁴ Glæðloft og önnur svævingagös sem notuð eru á sjúkrastofnunum skipta einnig máli í þessu sambandi. Þar var gengið út frá því að hlutur sjúkrastofnana á Norðurlandi eystra væri helmingur af allri slíkri losun á landsvísu, annars vegar að teknu tilliti til stærðar sjúkrahússins á Akureyri og hins vegar til þess að Landspítalinn hefur komið sér upp búnaði til að eyða glæðlofti, sem þýðir að losun þaðan er hlutfallslega mjög lítil.

Auk þess sem hér hefur verið nefnt losnar gróðurhúsalofttegundin brennisteinshexaflúoríð (SF_6) í litlum mæli frá rofabúnaði í spennuvirkjum virkjana og stærri raforkunotenda. Hlutur Norðurlands eystra í þessari losun var áætlaður út frá tölum í landsskýrslu Íslands,⁶⁵ að teknu tilliti til líklegrar losunar stærstu fyrirtækjanna í landshlutanum.

Eftirfarandi tafla sýnir áætlaðar niðurstöður úr fyrrnefndum útreikningum á losun vegna efnanotkunar.

⁶³ Umhverfisstofnun (2024c).

⁶⁴ Sama heimild.

⁶⁵ Sama heimild.

Tafla 10. Áætluð losun GHG vegna efnanotkunar á Norðurlandi eystra 2022.

Efni	Áætlaður hluti Norðurlands eystra (tonn CO ₂ íg)
HFC-kælimiðlar, annað en fiskveiðar	7.204
HFC-kælimiðlar, fiskveiðar	5.429
HFC-drifefni (e. aerosols)	79
Glaðloft, sjúkrastofnanir o.fl.	669
Paraffínvax	27
Annað	329
SF6 (frá rofabúnaði)	182
Samtals	13.919

5.5 Landbúnaður og landnotkun

Landbúnaður og landnotkun eru meðal stærstu losunarpáttar í losunarbókhaldi flestra sveitarfélaga á Íslandi. Þar munar oftast mestu um losun frá framræstu votlendi, en losun frá búfé er einnig veruleg þar sem mikil kvikfjárrækt er stunduð. Þar vega jörturdýr (sauðfé og nautgripir) þyngst vegna metans sem losnar frá meltingarvegi þeirra. Einnig losna gróðurhúsalofttegundir, einkum metan og glaðloft, við geymslu, meðhöndlun og nýtingu búfjáraburðar. Glaðloft myndast einnig við notkun tilbúins áburðar.

5.5.1 Búfé

Tölur um fjölda búfjár í einstökum sveitarfélögum á Norðurlandi eystra eru aðgengilegar í Mælaborði landbúnaðarins.⁶⁶ Tölurnar byggja á skráningu búfjár á haustin að lokinni sláturtíð, auk leiðréttinga sem gerðar eru síðla vetrar. Þetta þýðir m.a. að fjöldi ungvíðis sem alla jafna lifir skemur en eitt ár endurspeglast að litlu eða engu leyti í þessum tölum og því þarf að áætla fjölda þess með öðrum hætti. Þetta á einkum við um lömb og grísi. Til að áætla fjölda þessa ungvíðis var beitt sömu nálgun og í landsskýrslu Íslands.⁶⁷ Þannig var til að mynda gert ráð fyrir að fjöldi sláturlamba á Norðurlandi eystra hafi verið sama hlutfall af fjölda fullorðinna áa eins og annars staðar á landinu. Í þessum útreikningum eru lömbin jafnframt umreiknuð í „árlömb“ til að endurspegla ætlaðan líftíma þeirra frá sauðburði fram í sláturtíð.

Við útreikninga á losun gróðurhúsalofttegunda vegna búfjárhalds voru notaðir sömu losunarstuðlar og landsskýrslu Íslands.⁶⁸ Losun frá hverjum grip ræðst m.a. af því hvort um er að ræða ungvíði eða fullvaxta dýr og losun frá búfjáraburði er mismunandi eftir því hvort hann fellur til í haga eða í húsi og hvort hann er geymdur í þurrgeymslu eða votgeymslu. Allir þessir útreikningar eru tiltölulega flóknir, enda þarf að taka fjölmargar breytur með í reikninginn umfram það sem hér hefur verið nefnt. Dæmi um þessar breytur eru heildarorkuinntaka hvers grips að meðaltali, metanmyndunarhlutfall í meltingarvegi, meltanleiki fóðurs og öskuinnihald fóðurs. Þá þarf að taka með í reikninginn það þurrefni sem fellur til frá hverjum grip sem og magn köfnunarefnis (Nex)

⁶⁶ Matvælaráðuneytið (2024).

⁶⁷ Umhverfisstofnun (2024c).

⁶⁸ Sama heimild.

í búfjáraburði, þar sem það hefur afgerandi áhrif á glaðloftsmyndun. Hluti þess köfnunarefnis sem borið er á tún og fellur til í haga myndar glaðloft í jarðvegi (bein losun). Hluti köfnunarefnisins skolast hins vegar út og gufar upp og er ekki nýtilegt gróðri. Þetta köfnunarefni flyst til í umhverfinu og veldur losun glaðlofts á þeim stað þar sem það endar (óbein losun). Þetta á reyndar bæði við um köfnunarefni í búfjáraburði og í tilbúnum áburði. Hlutur tilbúins áburðar í ræktun vegna búfjárhalds er innifalinn í útreikningum í þessum kafla, en áburðarmagnið var áætlað út frá notkun á landsvísu og skipt lauslega á milli búfjártegunda á sama hátt og gert hefur verið í fyrri landshlutaverkefnum Environice.

Hér verður ekki gerð tilraun til að rekja þá útreikninga á losun frá búfjárhaldi sem hér hefur verið lýst, en helstu niðurstöður þeirra eru teknar saman í eftirfarandi töflu.

Tafla 11. Búfjáfjöldi á Norðurlandi eystra 2022 skv. Mælaborði landbúnaðarins (lambafjöldi áætlaður) og reiknuð losun gróðurhúsalofttegunda frá búfé og búfjáraburði.

Búfjártegund	Samtals		Búfjártegund	Samtals	
	Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)		Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)
Ær	15.804		Gyltur	298	
Hrútar	601		Geltir	6	
Lambgimbrar	3.436		Eldisgrísir	1.850	
Lambhrútar	506		Smágrísir	420	
Lömb	11.942		Fráfærugrísir	630	
Sauðfé samtals	32.289	10.784	Svín samtals	3.204	39
Kýr	1.640		Geitur	110	31
Geldneyti	1.234		Endur	34	
Kvígur	298		Gæsir	0	
Kvígukálfar	653		Varphænsni	174	
Nautkálfar	175		Lífungar	28.000	
Holdakýr	70		Fuglar samtals	28.208	341
Nautgripir samtals	4.070	11.670	Kanínur	4	0
Hryssur	423				
Hryssur óskráðar	346				
Hestar geldir	198				
Hestar geldir óskráðir	217				
Folöld	35				
Folöld óskráð	62				
Stóðhestar	45				
Stóðhestar óskráðir	5				
Tryppi	194				
Tryppi óskráð	33				
Hross samtals	1.558	1.216	Samtals alls	24.080	

5.5.2 Landnotkun

Upplýsingar um flatarmál einstakra landflokka voru að grunni til fengnar úr svonefndum IGLUD-gagnagrunni. (The Icelandic Geographic Land Use Database).⁶⁹ Þar er öllu landi skipt í nokkra flokka, sem hver um sig hefur sína þýðingu fyrir losun gróðurhúsalofttegunda og bindingu kolefnis úr andrúmslofti. Í öllum flokkunum ríkir hins vegar mikil óvissa um raunverulega losun/bindingu, enda þótt niðurstöður útreikninga byggji á bestu þekkingu á hverjum tíma. Þessi þekking er í stöðugri þróun, bæði hvað varðar skiptingu lands í flokka og aðferðir við að reikna losun eða bindingu í hverjum flokki um sig.

Til viðbótar við upplýsingar úr IGLUD var tekið mið af upplýsingum frá fulltrúa Lands og skógar varðandi flatarmál ræktarlands, en Land og skógur sér um útreikninga á losun frá landi í landsskýrslu Íslands. Þessi gögn voru þó takmörkuð að því leyti að ekki var hægt að lesa úr þeim skiptingu ræktarlands eftir því hvort það er á framræstum jarðvegi eður ei. Ekki var heldur mögulegt að greina á milli lífræns jarðvegs og steinefnajarðvegs, en allir þessir þættir hafa mikið að segja um kolefnisbúskap landsins.

Eftir ítarlega skoðun á fyrirbyggjandi gögnum um skiptingu lands á Norðurlandi eystra í landflokka og eftir samtöl við fulltrúa Lands og skógar um losun gróðurhúsalofttegunda frá hverjum landflokki um sig, var ákveðið að byggja enn um sinn á eldri nálgun, þar sem aðeins er gerð tilraun til að setja fram niðurstöður um losun eða bindingu í fjórum landflokkum, þ.e. í skógrækt, í landgræðslu, úr óræktuðum framræstum jarðvegi og úr ræktarlandi. Við útreikningana voru notaðir losunarstuðlar úr skýrslu Jóns Guðmundssonar frá árinu 2016 um losun frá landbúnaði,⁷⁰ að öðru leyti en því að stuðull fyrir ræktarland var reiknaður út frá upplýsingum í landsskýrslu Íslands 2024.⁷¹

Tafla 12 sýnir skiptingu lands á Norðurlandi eystra í landflokka, ásamt losunarstuðlum og heildarlosun frá þeim fjórum landflokkum sem teknir voru með í reikninginn. Þessi nálgun hefur í för með sér mikla óvissu, en við vinnslu verkefnisins kom ekkert fram sem benti til að óvissan myndi minnka við endurskoðun aðferðafræðarinnar, þ.e. á meðan enn virðist ekki mögulegt að byggja trausta útreikninga á landsskýrslu Íslands. Mínustölur í töflunni tákna að binding í viðkomandi landflokki sé meiri en losunin.

Hvað sem allri óvissu líður er ljóst að losun gróðurhúsalofttegunda frá landi, einkum þó losun koldíoxíðs frá framræstu votlendi, er mjög stór hluti af heildarlosun flestra sveitarfélaga á Norðurlandi eystra. Um leið liggur í hlutarins eðli að flest stærstu tækifærin til að draga úr losun liggja á þessu sviði. Því kom ekki til greina að horfa fram hjá þessari losun við útreikninga á kolefnisspori landshlutans.

⁶⁹ Rafbréf frá Land og skógur 5. mars 2024.

⁷⁰ Jón Guðmundsson (2016).

⁷¹ Umhverfisstofnun (2024c).

Tafla 12. Áætluð losun GHG vegna landnotkunar á Norðurlandi eystra 2022.

Landflokkur	Flatarmál (ha)	Losun (tonn CO ₂ íg/ha)	Losun (tonn CO ₂ íg)
Skógrækt eftir 1990	7.586	-6,20	-47.033
Landgræðsla eftir 1990	42.204	-2,10	-88.629
Óræktaður framræstur jarðvegur	21.152	19,50	412.469
Ræktarland	26.172	13,22	346.084
Aðrir landflokkar	2.167.698		
Samtals	2.264.812		622.891

Stærstu tækifærin til að draga úr losun liggja væntanlega í endurheimt óræktaðs framræsts votlendis (sjá umfjöllun í 6. kafla). Í töflunni hér að neðan er því gerð grein fyrir flatarmáli þessa landflokks í einstökum sveitarfélögum á Norðurlandi eystra, ásamt reiknaðri losun frá viðkomandi landi í hverju sveitarfélagi um sig.

Tafla 13. Flatarmál óræktaðs framræsts votlendis á Norðurlandi eystra skv. IGLUD-gagnagrunninum.

Sveitarfélag	Flatarmál (ha)	Losun (tonn CO ₂ íg)
Fjallabyggð	637	12.421
Dalvíkurbyggð	1.832	35.723
Hörgársveit	2.757	53.760
Akureyrarbær	639	12.460
Eyjafjarðarsveit	3.041	59.297
Svalbarðsstrandarhreppur	372	7.254
Grýtubakkahreppur	373	7.273
Pingeyjarsveit	5.955	116.118
Norðurþing	1.889	36.834
Tjörneshreppur	409	7.975
Langanesbyggð	3.249	63.353
Samtals	21.152	412.469

5.5.3 Garðyrkja, kölkun o.fl.

Auk þeirrar losunar frá landbúnaði og landnotkun sem tíunduð hefur verið í köflunum hér að framan þurfa útreikningar á svæðisbundinni losun að taka til áburðarnotkunar sem ekki tengist búfjárræktinni beint, svo sem áburðarnotkunar vegna garðyrkju. Þá þarf einnig að reikna losun vegna notkunar tilbúinna áburðarefna sem innihalda kolefni, en slíkri notkun fylgir einhver losun koldíoxíðs.

Þar sem ekki lágu fyrir upplýsingar um áburðarnotkun í garðyrkju á Norðurlandi eystra 2022 var losun gróðurhúsalofttegunda (glaðlofts) vegna þessarar notkunar reiknuð út frá notkun á landsvísu – og byggt á þeirri ágiskun að hlutur Norðurlands eystra í garðyrkjunni hefði verið 5%. Samkvæmt því gæti bein glaðloftslosun vegna garðyrkjunnar hafa verið um 191 tonn CO₂íg og óbein glaðloftslosun um 49 tonn CO₂íg.

Á Íslandi eru einkum notuð þrenns konar áburðarefni sem innihalda kolefni, þ.e. áburðarkalk (þ.m.t. skeljasandur og dólómítalk) (einkum kalsíumkarbónat (CaCO₃) en

einnig magnesíumkarbónat ($MgCO_3$), þvagefni (e. urea) ($CO(NH_2)_2$) og CAN (kalsíumammóníumnítrat).⁷² Ýmist eru efnin notuð ein og sér eða sem hluti af áburðarblöndum. Ekki lágu fyrir upplýsingar um notkun þessara efna á Norðurlandi eystra og því var notkun þeirra áætluð út frá notkun á landsvísu skv. landsbókhaldi Íslands,⁷³ miðað við að umsvif í landbúnaði á Norðurlandi eystra væru 4,7% af umsvifum á landsvísu. Það hlutfall fékkst með því að skoða losun vegna búfjár og áburðar á Norðurlandi eystra sem hlutfall af losun vegna sömu þátta á landsvísu.

Tölur um magn þeirra áburðarefna sem fjallað er um í þessum kafla eru dregnar saman í eftirfarandi töflu, auk reiknaðrar losunar gróðurhúsalofttegunda vegna notkunar efnanna.

Tafla 14. Notkun áburðar í garðyrkju á Norðurlandi eystra 2022 og notkun áburðarefna sem innihalda kolefni.

Áburðarefni	Kg	Losun (tonn CO ₂ íg)
Köfnunarefnisáburður í garðyrkju	45.919	191
Sama (óbein losun)		49
Áburðarkalk og önnur áburðarefni með kolefni	985.725	236
Þvagefni	117.552	74
Samtals		550

5.6 Önnur losun á losunarsviði 3

Eins og fram hefur komið miðast losunarbókhald Norðurlands eystra við BASIC+ skv. samfélagsleiðarvísinum (sjá kafla 4.1). Slíkt losunarbókhald sveitarfélaga nær aðeins að litlu leyti til losunarsviðs 3 og í leiðarvísinum er ekki gert ráð fyrir að önnur losun á því losunarsviði sé tekin beint inn í samtölur í BASIC+. Hins vegar geta sveitarfélög eða svæði valið að gera sérstaka grein fyrir henni. Tilgangurinn með því er þá öðru fremur að upplýsa um sem stærstan hluta þeirrar losunar sem ræðst af athöfnum á svæðinu, jafnvel þótt losunin eigi sér stað utan svæðismarka.

Losun gróðurhúsalofttegunda vegna framleiðslu og flutnings eldsneytis (e. well-to-tank (WTT)) er einn þeirra losunarþátta sem oft er horft fram hjá í einföldum útreikningum á kolefnisspori einstakra fyrirtækja og svæða, enda þótt hún sé óhjákvæmilegur fylgifiskur allrar eldsneytisbrennslu. Þessi losun á sér einkum stað á vinnslusvæðinu sjálfu, við flutning hráolíu til olíuhreinsistöðvar, í stöðinni og í flutningi til notenda. WTT-losunin er einn af þeim þáttum sem falla undir „aðra losun á losunarsviði 3“ þar sem óvissan er hvað minnst. Vissulega er þessi losun eitthvað mismunandi eftir olíulindum og flutningsvegalengdum, en í öllum aðalatriðum er hún vel þekkt.

Eftirfarandi tafla sýnir losun gróðurhúsalofttegunda vegna framleiðslu og flutnings eldsneytis (WTT) til notkunar á Norðurlandi eystra 2022, sbr. grunntölur í köflum 5.1 og 5.2. Losunarstuðlar í töflunni voru sóttir í opinbera breska losunarstuðla.⁷⁴ Ekki var ráðist í frekari útreikninga á losun undir losunarsviði 3, að frátöldum þeim þáttum sem alla jafna

⁷² Umhverfisstofnun (2024c).

⁷³ Sama heimild.

⁷⁴ UK Department for Energy Security and Net Zero (2023).

eru felldir inn í losunarbókhaldið, svo sem losun vegna tapa í flutningskerfi raforku, losun vegna meðhöndlunar úrgangs utan svæðis o.s.frv. (sjá framar).








Tafla 15. Losun vegna framleiðslu og flutnings eldsneytis (WTT) til brennslu á Norðurlandi eystra 2022.

Losunarpáttur	Magn (l)	Losunarstuðull (kg/l)	Losun (tonn CO ₂ íg)
WTT, staðbundið, dísilolía	23.905.332	0,63253	15.121
WTT, staðbundið, LPG	747.091	0,18383	137
WTT, staðbundið, bensín	163.800	0,60283	99
WTT, staðbundið, kerósín	7.799	0,52686	4
WTT, samgöngur, bensín	15.915.232	0,60283	9.594
WTT, samgöngur, dísilolía	26.402.046	0,62874	16.600
WTT, samgöngur, kerósín	1.098.676	0,52686	579
	68.239.976		42.134

Upplýsingarnar hér að framan um WTT-losun minna enn á þann mikla ávinning sem fylgir orkuskiptum, þar sem jarðefnaeldsneyti er skipt út fyrir rafmagn eða aðra endurnýjanlega orkugjafa. Með orkuskiptum er ekki aðeins dregið úr losun innanlands, heldur er um leið dregið úr losun í framleiðslulöndum jarðefnaeldsneytisins sem og á flutningsleiðum.

6 Niðurstöður og umfjöllun

Mynd 3 sýnir heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022, sbr. kafla 5.1 til 5.5 hér að framan. Myndin er fengin úr CIRIS-reiknilíkaninu (yfirskriftir þýddar af Environice). Á myndinni er losun skipt á milli yfirflokka fimm eftir losunarsviðum (sbr. kafla 4.1), auk þess sem sýnd er losun á hvern íbúa og á hvern ferkílómetra lands.

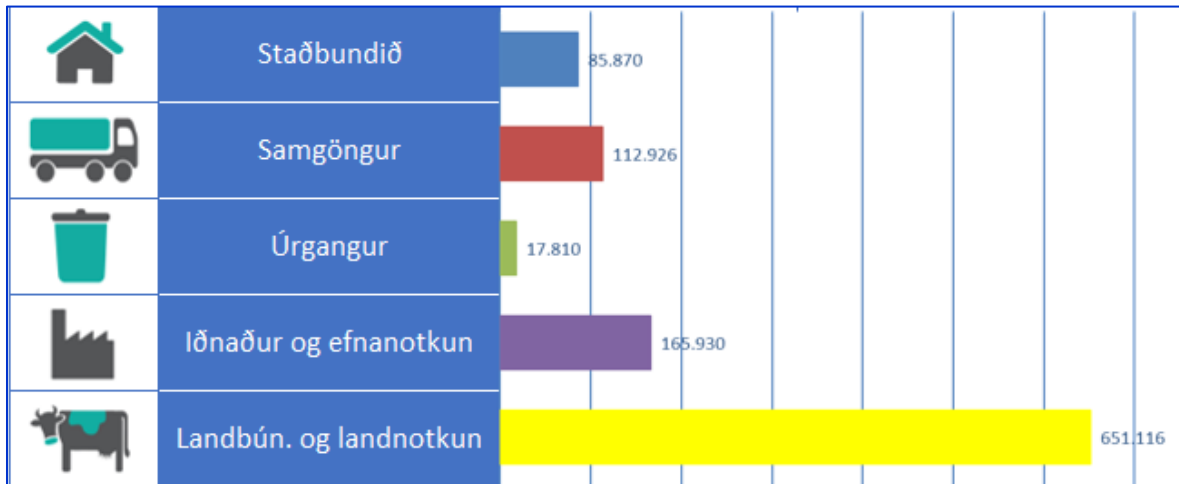
SAMTÖLUR					
SVEITARFÉLAG:		Norðurland eystra		ÍBÚAFJÖLDI	31.167
UPPGJÖRSADFERÐ:		BASIC+		FLATARMÁL (km ²)	22.686
BÓKHALDSÁR:		2022		LANDSFRAML. (millj.\$)	
Tonn CO ₂ íg	BASIC+	Losunarsvið 1	Losunarsvið 2	Losunarsvið 3	
	Staðbundið	73.957	11.683	230	
	Samgöngur	112.883	42	1	
	Úrgangur	1.435		16.375	
	Iðnaður og efnanotkun	165.930			
	Landbún. og landnotkun	651.116			
	Annað				
	SAMTALS	1.033.654			
Nýtnivísar	Á hvern íbúa	Á ferkílómetra (km ²)	M.v. framl. (GDP) (millj. USD)		
Losun	33,2	46			

Mynd 3. Niðurstöður CIRIS-reiknilíkansins úr útreikningum á losun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022.

Eins og sjá má á myndinni hér að framan nam reiknuð nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022 samtals 1.033.654 tonnum, eða um 33,2 tonnum á hvern íbúa. Þessi tala liggur mjög nálægt landsmeðaltalinu sem var um 33 tonn á íbúa skv. landsskýrslu Íslands.⁷⁵

Mynd 4 (úr CIRIS-reiknilíkaninu) sýnir niðurstöðurnar úr Mynd 3 í formi einfaldra súlurita.

⁷⁵ Umhverfisstofnun (2024c).



Mynd 4. Myndræn framsetning á niðurstöðum CIRIS-reiknilíkansins fyrir Norðurland eystra 2022.

Tafla 16 hefur að geyma meira sundurliðaða samantekt á losun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022 (án skiptingar milli losunarsviða). Einnig er sýnt hlutfall hvers þáttar um sig í heildarlosun svæðisins. Nákvæmari sundurliðun má sjá í töflu í Viðauka.

Tafla 16. Losun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022. Samantekt.

Uppspretta losunar	Losun (t CO ₂ íg) samtals	Hlutfall af heild (%)
Staðbundin orkunotkun		
Íbúðarhúsnæði	1.140	0,11%
Atvinnuhúsnæði og stofnanir	1.384	0,13%
Iðnfyrirtæki og verktakar	16.735	1,62%
Orkuframbleiðsla	702	0,07%
Landbúnaður, útgerð og fiskvinnsla	65.847	6,37%
Ótilgreindar uppsprettur	64	0,01%
Staðbundin orkunotkun samtals	85.871	8,31%
Samgöngur		
Vegasamgöngur	103.939	10,06%
Samgöngur á sjó og vötnum	6.159	0,60%
Samgöngur í lofti	2.827	0,27%
Orkunotkun í samgöngum samtals	112.926	10,92%
Meðhöndlun úrgangs		
Urðun úrgangs af svæðinu	15.150	1,47%
Jarðgerð úrgangs af svæðinu	1.164	0,11%
Brennsla úrgangs af svæðinu	61	0,01%
Fráveita frá íbúabyggð	843	0,08%
Fráveita frá fiskvinnslu	592	0,06%
Meðhöndlun úrgangs samtals	17.810	1,72%
Iðnaðarferlar og efnanotkun		
Iðnaðarferlar (PCC)	152.011	14,71%
Efnanotkun	13.919	1,35%
Iðnaðarferlar og efnanotkun samtals	165.930	16,05%
Landbúnaður og landnotkun		
Búfé	27.675	2,68%
Landnotkun (LULUCF)	622.891	60,26%
Garðyrkja, kölkun o.fl.	550	0,05%
Landbúnaður og landnotkun samtals	651.116	62,99%
SAMTALS	1.033.653	100,00%

6.1 Stærstu losunarþættirnir

Eins og sjá Tafla 16 sýnir má rekja rúm 60% af allri losun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022 til landnotkunar. Næstu þættir þar á eftir eru iðnaðarferlar PCC á Bakka (tæp 15%) og vegasamgöngur (um 10%). Þegar taflan er skoðuð sést jafnframt að átta stærstu losunarþættirnir standa fyrir samtals um 97,5% af allri losun í landshlutanum. Tafla 17 sýnir þessa níu þætti í stærðarröð.

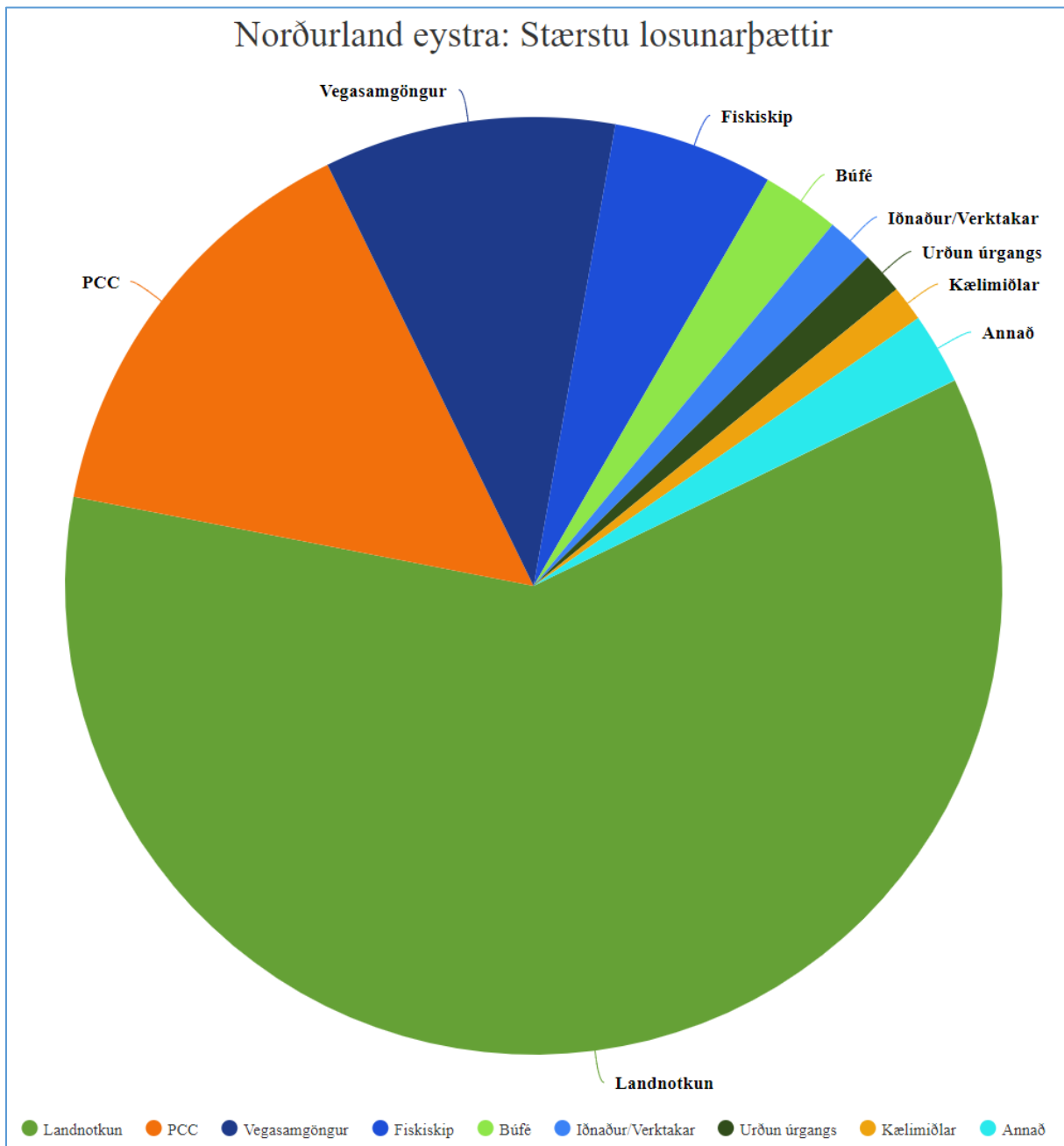
Tafla 17. Átta stærstu losunarþættirnir á Norðurlandi eystra 2022.

Uppspretta losunar	Losun (t CO ₂ íg) samtals	Hlutfall af heild (%)
Landnotkun (LULUCF)	622.891	60,26%
Iðnaðarferlar (PCC)	152.011	14,71%
Vegasamgöngur	103.939	10,06%
Útgerð (fiskiskip), skipaolía ⁷⁶	57.180	5,53%
Búfé	27.675	2,68%
Iðnaður og verktakar	16.735	1,62%
Urðun úrgangs	15.150	1,47%
Kælimiðlar ⁷⁷	12.633	1,22%
SAMTALS	1.003.653	97,54%

Mynd 5 sýnir þessa sömu losunarþætti myndrænt án tölugilda til að draga fram stærðarhlutföllin.

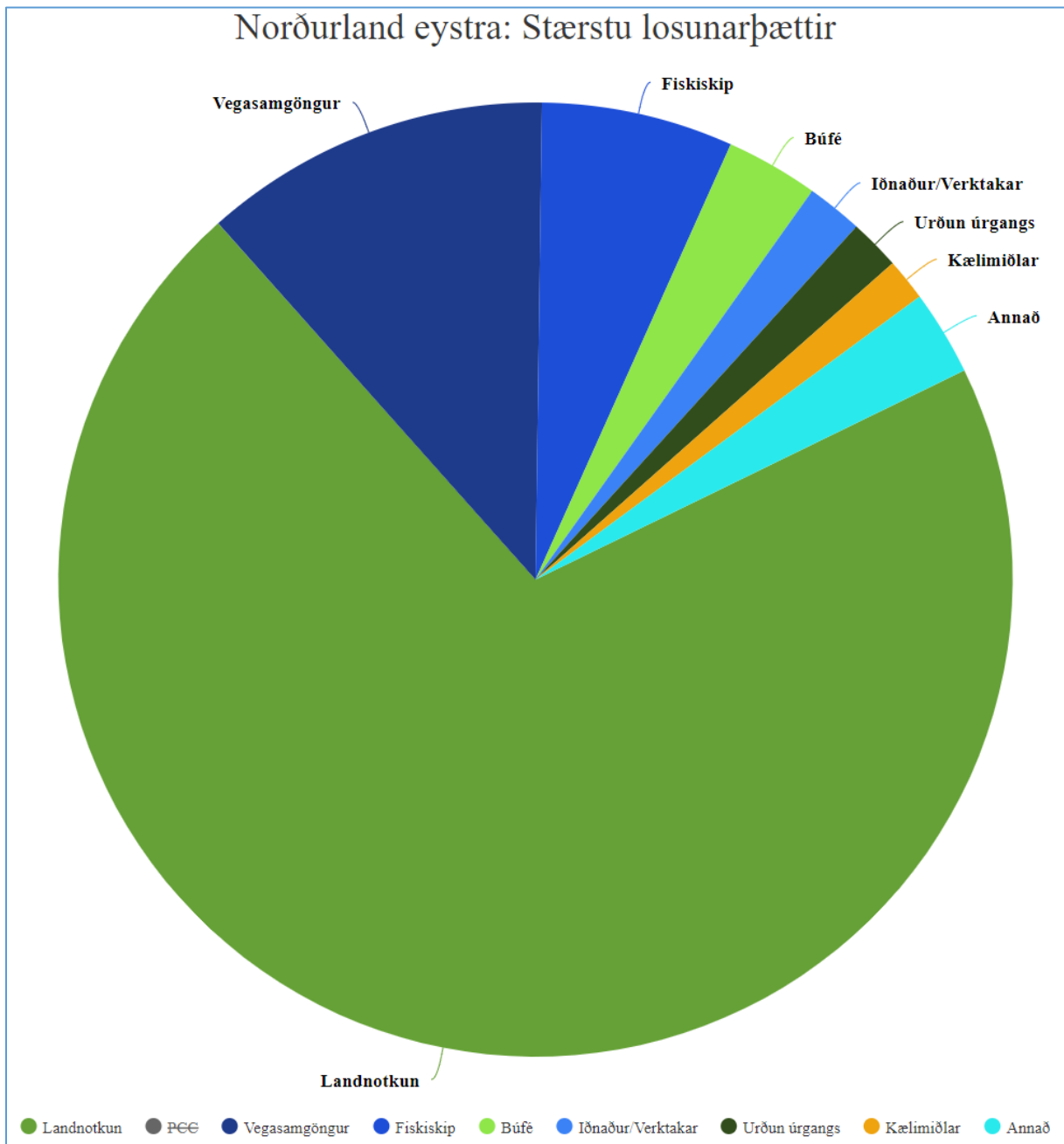
⁷⁶ Innifalið í "Landbúnaður, útgerð og fiskvinnsla" í samantektartöflu.

⁷⁷ Innifalið í "Efnanotkun" í samantektartöflu.

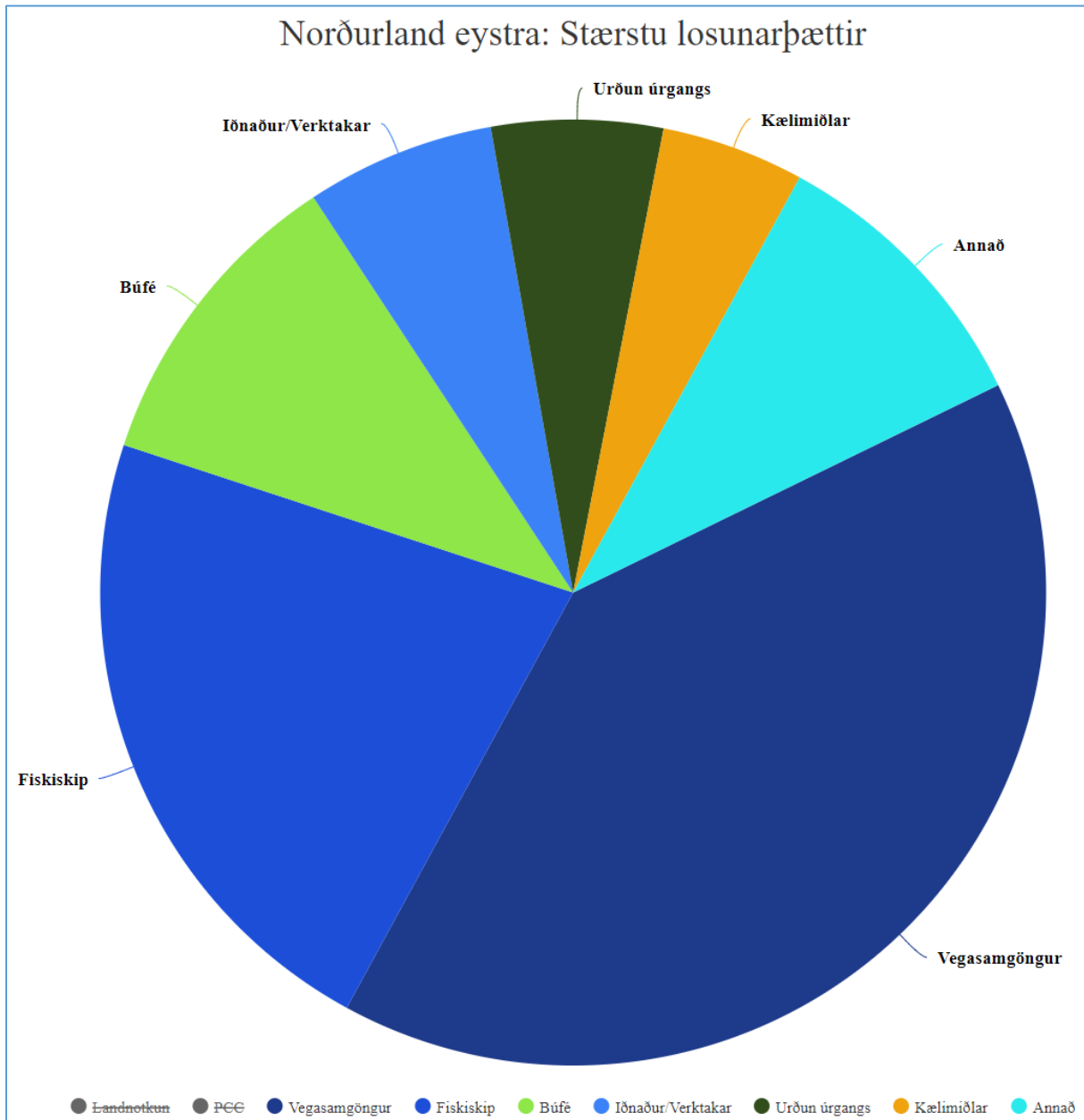


Mynd 5. Stærstu losunarþættirnir á Norðurlandi eystra 2022.

Á mynd sem þessari sést vel hversu yfirgnæfandi losun frá PCC og losun vegna landnotkunar eru í heildarsamhenginu. Aðrir þættir falla í raun í skuggann, enda þótt þeir séu ekki síður mikilvægir – og enda þótt þar felist tækifæri fyrir sveitarstjórnarfolk og íbúa til að draga úr losun svo um munar. Mynd 6 sýnir hlutföllin eftir að losun frá PCC hefur verið tekin út úr myndinni og á Mynd 7 má sjá hlutföllin án stóriðju og landnotkunar.



Mynd 6. Stærstu losunarþættirnir á Norðurlandi eystra 2022, að kísilveri PCC undanskildu.



6.2 Samanburður við aðra landshluta

Eins og sjá má á myndunum og töflunum hér að framan nam reiknuð nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra 2022 samtals 1.033.654 tonnum, eða um 33,2 tonnum á hvern íbúa. Til samanburðar nam losun Íslands 2022 (með landnotkun) 33,1 tonni á íbúa. Losun á hvern íbúa Norðurlands eystra er sem sagt nánast sú sama og losun á hvern íbúa Íslands.

Tafla 18 sýnir losun gróðurhúsalofttegunda frá helstu athöfnum á Norðurlandi eystra 2022 í samanburði við landsmeðaltalið skv. landsskýrslu Íslands.⁷⁸

⁷⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

Tafla 18. Losun gróðurhúsalofttegunda frá helstu athöfnum á Norðurlandi eystra 2022 í samanburði við landsmeðaltal.

	Norðurland eystra	Ísland	Norðurland eystra	Ísland
	Losun samtals 2022 (tonn)		Losun pr.íbúa 2022 (tonn/íbúa)	
8% Íbúar 1.1.2023			31.167	375.218
8% Heildarlosun 2022	1.033.653	12.423.030	33,2	33,1
8% Stóriðja	152.011	1.867.460	4,9	5,0
8% Landnotkun	622.891	8.262.550	20,0	22,0
11% Samfélagslosun	258.751	2.293.020	8,3	6,1
14% Vegasamgöngur, samtals	103.939	756.697	3,3	2,0
15% Útgerð (fiskiskíp), skipaolía	57.180	389.813	1,8	1,0
5% Búfé	27.675	586.235	0,9	1,6
8% Urðun úrgangs	15.150	200.235	0,5	0,5
10% Kælimiðlar	12.633	132.309	0,4	0,4

Eins og sést í fremsta dálki töflunnar voru íbúar Norðurlands eystra um 8% landsmanna 1. janúar 2023.⁷⁹ Hlutur landshlutans í losun frá einstökum atvinnugreinum eða athöfnum er í flestum tilvikum nánast sá sami, nema hvað tiltölulega mikil olíunotkun fiskiskipa og farartækja á landi lyftir þessum þáttum talsvert upp úr landsmeðaltalinu. Sama gildir að vissu marki um kælimiðla, enda var losun vegna kælimiðlanotkunar fiskiskipaflotans reiknuð í hlutfalli við olíunotkun.⁸⁰ Losun frá búfé er hins vegar talsvert undir landsmeðaltalinu, væntanlega vegna þess hversu stór hluti íbúa landshlutans býr í þéttbýli þar sem búfjárhald er ekki stundað að neinu marki. Athygli vekur að losun vegna landnotkunar er undir landsmeðaltalinu, en það á sér að miklu leyti sömu skýringu. Reyndar er losun á hvern íbúa vegna landnotkunar á höfuðborgarsvæðinu innan við 1 tonn á íbúa,⁸¹ sem dregur landsmeðaltalið verulega niður, en á móti kemur að samkvæmt niðurstöðum fyrri landshlutaverkefna Environice nemur losun vegna landnotkunar á Norðurlandi vestra, Vesturlandi og Suðurlandi á bilinu 100-200 tonnum á íbúa á ári^{82,83,84} og tæpum 40 tonnum á Austurlandi.⁸⁵

6.3 Eðlismunur losunar frá mismunandi athöfnum

Í umræðu um svæðisbundna losun gróðurhúsalofttegunda er mikilvægt að hafa í huga þann mikla eðlismun sem er á mismunandi losunarþáttum og á þeim möguleikum sem sveitarstjórnarfolk og íbúar hafa á að draga úr losuninni. Almenn er losun gróðurhúsalofttegunda skipt í þrjá meginflokka eftir eðli losunarinnar og tekur þessi skipting mið af skuldbindingum Íslands:

1. Losun frá stóriðju. Þessi losun fellur undir Viðskiptakerfi ESB með losunarheimildir (ETS: Emission Trading System). Aðferðafræði við útreikninga á þessari losun er mjög traust og óvissa í niðurstöðum lítil, en almenningur og sveitarstjórnir hafa takmarkaða möguleika á að stuðla að breytingum. Kerfið kveður ekki á um takmörkun losunar einstakra fyrirtækja heldur næst markmiðið um samdrátt í losun meðal fyrirtækja innan kerfisins

⁷⁹ Sjá einnig 3. kafla.

⁸⁰ Sjá kafla 5.4.2.

⁸¹ Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2020).

⁸² Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2021b).

⁸³ Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2020b).

⁸⁴ Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2021).

⁸⁵ Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2024).

með því að takmarka heildarfjölda - og þar með framboð - losunarheimilda í kerfinu.⁸⁶

2. Samfélagslosun. Hér er átt við losun frá daglegum athöfnum almennings og atvinnulífs, svo sem losun frá heimilum, þjónustu, samgöngum, landbúnaði, sjávarútvegi, smáíðnaði, efnanotkun og úrgangi. Aðferðafræði við útreikninga á þessari losun er fremur traust, óvissa í niðurstöðum tiltölulega lítil og almenningur og sveitarstjórnir hafa mikla möguleika á að stuðla að breytingum.
3. Losun vegna landnotkunar (LULUCF). Mikil vísindaleg óvissa tengist mati á þessari losun og erfitt getur reynst að greina á milli manngerðrar og náttúrulegrar losunar. Aðferðafræði við útreikninga er í stöðugri þróun og byggir á bestu þekkingu á hverjum tíma. Almenningur og sveitarstjórnir hafa mikla möguleika á að stuðla að breytingum, en mat á árangri aðgerða er háð sömu óvissu og mat á losun. Aðgerðir á sviði landnotkunar eru nauðsynlegar til að ná fram kolefnishlutleysi.

Eftirfarandi tafla sýnir eðlismun þessara þriggja flokka á einfaldari hátt.

Tafla 19. Eðlismunur losunar frá mismunandi athöfnum.

	Aðferðafræði/nákvæmni	Möguleikar sveitarstjórna og almennings
Losun frá stóriðju	Mjög góð	Takmarkaðir
Samfélagslosun	Góð	Góðir
Losun v/landnotkunar (LULUCF)	Takmörkuð	Góðir

Mynd 7 hér að framan sýnir í raun stærstu þætti samfélagslosunar á Norðurlandi eystra 2022. Hátt í 70% af þessari losun (bílar (vegasamgöngur), fiskiskip og iðnaður/verktakar) stafa af brennslu jarðefnaeldsneytis. Reyndar er hlutfallið enn hærra þegar haft er í huga að jarðefnaeldsneyti á einnig drjúgan hlut í liðnum „Annað“. Útreikningar á losun vegna eldsneytisbrennslu byggja á tiltölulega einfaldri efnafræði og eru nánast lausir við óvissu, sé á annað borð þekkt hversu miklu eldsneyti er brennt. Svipað gildir í raun um aðra þætti samfélagslosunar, en þó eru skekkjumörkin víðari hvað varðar losun frá búfé og vegna urðunar úrgangs.

6.4 Mögulegar aðgerðir, samstarfsaðilar og fjármögnun

Möguleikar sveitarstjórna og almennings til að draga úr einstökum þáttum samfélagslosunar eru mismiklir. Í reynd er einna auðveldast að koma í veg fyrir losun vegna urðunar úrgangs, en fræðilega séð er hægt að fyrirbyggja þessa losun í eitt skipti fyrir öll með því að senda allan blandaðan úrgang til orkuvinnslu í stað þess að urða hann. Gildir þá einu hvort orkuvinnslan fer fram innanlands eða utan, þó að loftslagsávinningurinn af orkuvinnslu erlendis sé þó alla jafna enn meiri þar sem þar kemur orkan í flestum tilvikum í stað orku sem fengin er með brennslu á jarðefnaeldsneyti.

Sveitarstjórnir og almenningur hafa takmarkaða möguleika til að stuðla að samdrætti í losun vegna olíunotkunar fiskiskipa. Á þessu sviði hafa hins vegar orðið miklar framfarir

⁸⁶ Birna Sigrún Hallsdóttir (2024).

á síðustu árum með bættri hönnun skipa, orkusparnaðaraðgerðum, breyttum veiðarfærum o.s.frv. Orkuskipti í fiskveiðum eru skammt á veg komin, en þess er að vænta að mikil þróun verði á því sviði á næstu árum. Sveitarstjórnir og almenningur hafa sömuleiðis fremur lítil áhrif á þróun kælimiðlanotkunar en hún mun fyrirsjáanlega dragast verulega saman á næstu árum vegna ákvæða um innflutningskvóta og skattlagningu sem þegar hafa verið felld inn í íslenska löggjöf.

Losun vegna búfjárhalds stafar að langmestu leyti af gerjun og þar með metanlosun frá meltingarvegi jórturdýra. Þessi losun ræðst að langmestu leyti af stærð og fjölda dýranna, þó að mismunandi fóður hafi einnig sitt að segja. Fljótvirkasta aðferðin til að draga úr þessari losun er að fækka dýrum, en það er eðli málsins samkvæmt ekki alltaf ásættanlegur kostur. Hins vegar geta legið talsverð tækifæri í aukinni framleiðni, þ.e.a.s. með því að framleiða sama magn afurða með færri gripum. Möguleikar sveitarstjórna til að hafa áhrif á þetta eru hins vegar takmarkaðir.

Stærstu tækifæri sveitarstjórna og almennings til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra liggja án nokkurs vafa í bættri landnýtingu. Þar er endurheimt votlendis efst á blaði. Samkvæmt fyrirliggjandi tölum nam losun frá óræktuðu framræstu votlendi á Norðurlandi eystra 412.469 tonnum á árinu 2022 (sjá kafla 5.5.2), sem samsvarar um 13 tonnum á hvern íbúa landshlutans. Þessi losunartala er háð verulegri óvissu, en hún er þó óumdeilanlega stærsti, ef ekki langstærsti losunarþátturinn sem er tæknilega auðvelt að bregðast við og þar sem sveitarstjórnir og almenningur geta látið til sín taka og náð skjótum árangri. Reyndar er verndun óraskað votlendis einnig mikilvæg aðgerð í þessu samhengi, en enn eru dæmi um að votlendi sé framræst án þess að það hafi afleiðingar fyrir þann sem að framræslunni stendur. Aðrar landbótaaðgerðir, svo sem skógrækt og landgræðsla, geta einnig skilað verulegum árangri. Óvissa í mælingum hefur það vissulega í för með sér að mælingar á árangri verða jafnframt háðar talsverðri skekkju, en engu að síður liggja gríðarleg tækifæri á þessu sviði.

Draga má meginniðurstöður umræðunnar hér að framan saman í þrjá þætti, þar sem sveitarstjórnir og almenningur geta náð mestum og skjótustum árangri til að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra:

1. Endurheimt votlendis
2. Endalok urðunar
3. Loftslagsvænni samgöngur

Allir þessir þættir eru þess eðlis að þeir kalla á samstarf fleiri aðila, enda viðfangsefnið flest stærri en svo að þau séu á færi einnar sveitarstjórnar, eins fyrirtækis eða eins einstaklings. Í undirköflunum hér að neðan er fjallað lauslega um það sem til þarf til að unnt sé að draga úr losun vegna þessara fjögurra þátta.

6.4.1 Endurheimt votlendis

Eins og fram kemur hér að framan virðast langstærstu tækifærin til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda á Norðurlandi eystra liggja í endurheimt votlendis. Gildir þá einu þótt reiknuð losun vegna landnotkunar sé minni en í ýmsum öðrum landshlutum. Vissulega ríkir mikil óvissa um hversu mikil losunin er nákvæmlega, en jafnvel þótt skekkjan væri talin í tugum prósentu liggur fyrir að enginn annar losunarþáttur kemst

nálægt landnotkuninni í koldíoxíðsigildum talið. Auk heldur eru aðgerðir til að fyrirbyggja losun frá framræstu votlendi tæknilega einfaldar og tiltölulega ódýrar. Endurheimt votlendis hefur einnig þann kost að árangur skilar sér nánast frá fyrsta degi, því að oxun kolefnis stöðvast nánast um leið og svörðurinn blotnar. Endurheimtin er einnig til þess fallin að auka líffræðilega fjölbreytni á viðkomandi svæði og draga úr sveiflum í rennsli vatnsfalla. Þannig geta endurheimtarverkefni jafnvel stuðlað að betri lax- og silungsveiði í ám.

Eins og fram hefur komið er skipting IGLUD-gagnagrunnsins, sem útreikningar á losun vegna landnotkunar byggja á, mjög ónákvæmur enn sem komið er, en samkvæmt honum er flatarmál óræktaðs framræsts jarðvegs á Norðurlandi eystra samtals 21.152 ha.⁸⁷ Tafla 13 í kafla 5.5.2 sýnir skiptingu þessa lands milli sveitarfélaga. Rétt er að undirstrika að tölurnar í töflunni eiga einungis við óræktað framræst land, enda liggur mun beinna við að hefja endurheimtina þar en á ræktuðu landi þar sem meiri hagsmunir eru eðlilega í húfi.

Fyrsta skrefið í endurheimt votlendis ætti að vera að greina þau svæði sem liggur beinast við að endurheimta, svo sem með tilliti til núverandi notkunar og eignarhalds. Þetta er hægt að gera með skoðun loftmynda og athugun á staðnum – og í þessu sambandi liggur beint við að skoða fyrst jarðir í eigu sveitarfélaga og ríkisins. Þá þarf að gera grunnrannsóknir á svæðinu til að meta líklegan árangur, en hann ræðst af jarðvegsgerð, dýpt og aldri skurða o.fl. Hvað aldurinn varðar er rétt að hafa í huga að rannsóknir benda til að losun frá framræstu votlendi haldi áfram áratugum og jafnvel öldum eftir að votlendið er ræst fram með skurðgreftri.

Kostnaður við endurheimt votlendis er lægri á hvert tonn koldíoxíðs en við flestar aðrar aðgerðir til að draga úr losun eða auka bindingu. Ekki liggur fyrir nýtt kostnaðarmat hvað þetta varðar, en í aðgerðaáætlun umhverfis- og auðlindaráðuneytisins um endurheimt votlendis frá mars 2016 var gert ráð fyrir að „*beinn framkvæmdakostnaður við að fylla í framræsluskurði geti verið um 500 kr./lengdarmetra*“ og að hver km af skurðum ræsi fram um 25 ha votlendis að jafnaði.⁸⁸ Samkvæmt því þarf um 40 m af skurðum til að ræsa fram einn hektara af votlendi og var kostnaður á hvern hektara því um 20 þús. kr. á þeim tíma sem áætlunin var gerð. Þessi tala felur ekki í sér kostnað vegna umsýslu, undirbúnings eða eftirfylgni. Sé reiknað með 25% álagi vegna þessara kostnaðarliða verður heildarkostnaðurinn 25 þús. kr/ha á sama verðlagi. Sé gert ráð fyrir að þessi tala hafi miðast við meðaltal vísitölu neysluverðs 2015 (428,0), jafngildir þetta 36.641 kr. á hektara á verðlagi í maí 2024 (627,3). Ætla má að þessi tala sé í lægri mörkunum og varlegt að áætla að kostnaðurinn sé nær 100-150 þús. kr. á hektara. Sem fyrr segir liggja þó ekki fyrir nein ný gögn um þetta.

Eins og staðan er í dag er fátt um sjóði sem beinlínis er ætlað að styðja við endurheimt votlendis. Eðlilegt væri að taka upp samtal við stjórnvöld á landsvísu um þetta, enda standa stjórnvöld frammi fyrir mjög krefjandi verkefnum á þessu sviði ef takast á að standa við alþjóðlegar skuldbindingar í loftslagsmálum. Aðgerðaleyfi mun fyrr en síðar

⁸⁷ Tafla 12Sjá kafla 5.5.2.

⁸⁸ Samráðshópur, 2016 (bls. 6-8).

leiða til útgjalda vegna kaupa á losunarheimildum, auk orðsporsáhættu og mögulegrar skerðingar á samkeppnishæfni.

Í ljósi þess sem hér hefur komið fram hlýtur endurheimt votlendis einnig að koma til umræðu við gerð og endurskoðun aðalskipulags sveitarfélaga. Sama gildir um verndun óraskaðs votlendis, en slík verndun getur eftir atvikum falist í því að setja tiltekin svæði undir hverfisvernd eða móta stefnu um friðlýsingu þeirra með öðrum hætti. Ætla má að votlendissvæði á láglandi séu undir meiri þrýstingi vegna ræktunaráforma og útbenslu íbúðabygðar en votlendissvæði fyrir ofan 200 m hæðarlínu, en þar geta hins vegar áform um aðra nýtingu stuðlað að röskun, svo sem virkjunarframkvæmdir, línulagnir, vegafarmkvæmdir o.fl. Enn eru dæmi um það að votlendi sé framræst í leyfisleysi án þess að það hafi afleiðingar fyrir þann sem að framræslunni stendur. Samkvæmt 61. gr. laga um náttúruvernd, nr. 60/2013, nýtur votlendi sem er 2 ha eða stærra sérstakrar verndar. Skyllt er að afla framkvæmdaleyfis frá viðkomandi sveitarfélagi vegna framkvæmda sem raska votlendi af þessari stærð, slíkt leyfi má ekki gefa út án umsagnar Umhverfisstofnunar – og skyllt er að senda afrit af útgefnum leyfum til stofnunarinnar. Brot gegn þessum ákvæðum varða sektum eða fangelsi allt að tveimur árum, hvort sem þau eru framin af ásetningi eða gáleysi.

Rétt er að halda því til haga að losun frá landnotkun einskorðast ekki við framræst votlendi, heldur losna gróðurhúsalofttegundir frá öllu landi í hnignun við það að kolefni í jarðvegi og gróðri oxast og tapast út í andrúmsloftið sem koldíoxíð. Því er afar mikilvægt að grípa til aðgerða til að sporna gegn eyðingu jarðvegs og gróðurs, hvar sem hún á sér stað, jafnvel þótt árangur aðgerðanna skili sér ekki í útreikningum á kolefnisspori. Beitarstýring er dæmi um mikilvæga aðgerð í þessa veru, svo og þær aðgerðir aðrar sem eru til þess fallnar að efla gróðurvistkerfi og viðhalda fjölbreytileika lífríkisins.

6.4.2 Endalok urðunar

Árið 2022 nam reiknuð losun vegna urðunar úrgangs frá íbúum og fyrirtækjum á Norðurlandi eystra 15.150 tonnum koldíoxíðsígilda eða um 0,5 tonnum á hvern íbúa landshlutans. Þetta er ekki einn af stærstu losunarþáttunum, en líklega sá sem sveitarstjórnir hafa mest um að segja. Fræðilega séð er hægt að fyrirbyggja þessa losun í eitt skipti fyrir öll með því að senda allan blandaðan úrgang til orkuvinnslu í stað þess að urða hann. Gildir þá einu hvort orkuvinnslan fer fram innanlands eða utan, þó að loftslagsávinningurinn af orkuvinnslu erlendis sé þó alla jafna enn meiri þar sem þar kemur orkan í flestum tilvikum í stað orku sem fengin er með brennslu á jarðefnaeldsneyti. Einstakar sveitarstjórnir geta tekið ákvörðun sem þessa, en henni fylgir óhjákvæmilega kostnaðarauki fyrir úrgangshafa, sem lögum samkvæmt þurfa að bera allan kostnað sem fellur til vegna meðhöndlunar úrgangs. Í reynd er urðunin niðurgreidd af komandi kynslóðum, sem sitja eftir með þá mengunarhættu, loftslagsáhrif og skerðingu á landgæðum sem fylgja urðuninni.

Með innleiðingu lagaákvæða sem gera sérsöfnun lífúrgangs að skyldu og kveða á um bann við urðun úrgangs sem hefur verið sérsafnað, má ætla að losun vegna urðunar fari hratt minnkandi. Fyrirhugað bann við urðun alls lífræns úrgangs er skref í sömu átt. Auk heldur hvílir sú skylda nú á sveitarfélögum að sjá til þess að árið 2035 verði í mesta lagi 10% af þeim heimilisúrgangi sem til fellur fargað með urðun. Einnig hefur verið rætt um að taka upp sérstakan urðunarskatt, þó að slík áform séu ekki mikið til umræðu sem stendur. Allt

stuðlar þetta að samdrætti í losun, enda þótt losun haldi óhjákvæmilega áfram í nokkur ár eftir að urðun er hætt.

6.4.3 Loftslagsvænni vegasamgöngur

Sveitarstjórnir og almenningur hafa ýmsar leiðir til að draga úr losun vegna vegasamgangna, þó að fæstar þeirra séu fljótvirkar. Þrýstingur á og stuðningur við uppbyggingu innviða fyrir rafknúnar samgöngur eru mikilvæg í þessu sambandi og sama gildir um styrkingu almenningsamgangna. Fræðsluáttak sem hefur það að markmiði að opna augu fólks fyrir kostum þess, bæði fyrir heilsu og umhverfi, að fara gangandi eða hjólandi á milli staða, geta skilað miklum árangri ein og sér. Sem dæmi um slíkt áttak má nefna „korterskortíð“ sem Vistorka á Akureyri hefur látið útbúa og er m.a. fánlegt sem app í snjallsíma.⁸⁹

Til lengri tíma litið skipta skipulagsákvörðanir sveitarfélaga einnig miklu máli, svo sem ákvarðanir sem stuðla að styttingu ferða milli heimila, vinnustaða og hvers kyns þjónustustofnana, svo og ákvarðanir sem auðvelda og stuðla að virkum ferðamáta innan þéttbýlisstaða og á milli nálægra staða. Orkjusjóður hefur styrkt verkefni sem stuðla að orkuskiptum í samgöngum og hugsanlega leynast tækifæri til fjármögnunar víðar.

⁸⁹ Vistorka (á.á.).

7 Lokaorð

Útreikningar á kolefnisspori heils landshluta geta aldrei skilað 100% rétttri niðurstöðu fyrir losunarbókhald landshlutans, enda getur engin niðurstaða verið nákvæmari en grunntölurnar sem niðurstaðan byggir á. Mjög æskilegt er að færa losunarbókhaldið árlega, rétt eins og annað bókhald, og þá gefst jafnframt færi á að leita greiðari leiða til reglubundinnar upplýsingaöflunar. Samtímis er þess að vænta að óvissa í losunarbókhaldi á landsvísu og á heimsvísu minnki ár frá ári eftir því sem aðferðafræði bókhaldsins þróast. Með það í huga getur verið nauðsynlegt að endurreikna tölur um losun aftur í tímann, þannig að niðurstöður hvers árs verði sem sambærilegastar niðurstöðum næstu ára á undan. Með því móti nýtist losunarbókhaldið sem best til að fylgjast með árangri aðgerða sem gripið verður til að minnka kolefnisspor landshlutans, þ.e.a.s. til að draga úr losun og auka bindingu.

Nokkurt bakslag varð í gagnaöflun vegna útreikninga á kolefnisspori einstakra landshluta með þeirri breytingu á lögum um svæðisbundna flutningsjöfnun, nr. 160/2011, sem tók gildi 1. janúar 2021. Með breytingunni voru lög um jöfnun flutningskostnaðar olíuvara, nr. 103/1994, felld úr gildi og Flutningsjöfnunarsjóður olíuvara þar með lagður niður. Fram að því hafði flutningsjöfnunarsjóðurinn um árabíl haldið saman upplýsingum um alla sölu olíuvara á Íslandi, skipt eftir póstnúmerum. Engar ráðstafanir hafa verið gerðar til að tryggja aðgang að þessum upplýsingum eftir brotthvarf sjóðsins. Á öðrum sviðum hillir hins vegar undir framfarir hvað gagnaöflun varðar. Sem dæmi má taka að þegar farið verður að leggja kílómetragjald á allar bifreiðar er þess að vænta að mikilvægar upplýsingar fáiast um meðalakstur bifreiða eftir stærðarflokkum, orkugjafa og póstnúmerum. Þessar upplýsingar eru til þess fallnar að draga verulega úr óvissu í útreikningum um losun frá vegasamgöngum.

Leysa mætti hluta af þeim upplýsingaskorti sem hér hefur verið dregið á með útvíkkun á núverandi reglum um grænt bókhald. Nú ber aðeins tiltölulega fáum fyrirtækjum að skila slíku bókhaldi til Umhverfisstofnunar í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 851/2002, þ.e. aðeins þeim fyrirtækjum sem háð eru starfsleyfi skv. viðauka við reglugerðina. Í drögum að aðgerðaáætlun í loftslagsmálum sem kynnt voru í Samráðsgátt stjórnvalda haustið 2018 var tillaga um aðgerð í þessa veru, þ.e. að reglugerð um grænt bókhald skyldi „breytt þannig að fyrirtækjum sem skila grænu bókhaldi beri að gera grein fyrir kolefnisspori sínu“, auk þess sem skylda til að skila grænu bókhaldi yrði „útvíkkuð, þannig að hún nái til stjórnarráðsins, ríkisstofnana og allra helstu atvinnugreina sem brenna jarðefnaeldsneyti, svo sem útgerða, fólksflutningafyrirtækja, ferðaþjónustufyrirtækja og verktaka“.⁹⁰ Með útvíkkun af þessu tagi hefðu upplýsingar um losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) orðið mun aðgengilegri en nú er. Tillagan náði hins vegar ekki fram að ganga, hvað sem síðar verður.

Í væntanlegu sjálfbærniregluverki Evrópusambandsins eru gerðar meiri kröfur til fyrirtækja en áður um að þau birti og staðfesti ófjárhagslegar upplýsingar sem tengjast rekstri fyrirtækjanna. Leiða má að því líkum að innleiðing þessa regluverks stuðli að bættu aðgengi að upplýsingum sem hægt er að byggja útreikninga á kolefnisspori á.

⁹⁰ Umhverfis- og auðlindaráðuneytið (2018). (Bls. 36).

Ljóst er að grípa þarf til skjótra og róttækra aðgerða til að sporna gegn loftslagsbreytingum, hvort sem horft er til hagsmuna atvinnulífs á Norðurlandi eystra, íbúa svæðisins, þjóðarbúsins eða mannkynsins alls. Aðgerðir þurfa að byggja á bestu fánlegu þekkingu á hverjum tíma og síðan þarf að endurreikna og uppfæra áætlanir eftir því sem þekkingunni vindur fram.

Skýrslan sem hér birtist ætti að nýtast starfsfólki sveitarfélaga og kjörnum sveitarstjórnarfulltrúum á Norðurlandi eystra vel til að greina hvar helst séu tækifæri til að bæta frammistöðu svæðisins í loftslagsmálum. Í þeirri vinnu er afar mikilvægt að horfa á hvern losunarflokk fyrir sig, þ.e. að gera skýran greinarmun á samfélagslosun, losun frá stóriðju og losun vegna landnýtingar. Vegna þess mikla eðlismunar sem er á þessum þremur flokkum er í raun útilokað að leggja upplýsingar um losun í hverjum þeirra um sig að jöfnu. Að sama skapi geta aðgerðir á einu þessara þriggja sviða aldrei komið í stað aðgerða á hinum sviðunum.

Heimildir

1. Alcoa Fjarðaál (2023): *Samfélagsskýrsla 2022*. https://ust.is/library/sida/atvinnulif/starfsleyfi-og-efirlitsskyrslur/2022_FJA_Samfelagsskyrsla%202022.pdf.
2. Alþjóðaflugmálastofnunin (ICAO) (á.á.): *Local Air Quality Technology Standards*. https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/LAQ_TechnologyStandards.aspx.
3. Birna Sigrún Hallsdóttir (2024): *Lykilstaðreyndir um ETS*. <https://himinnoghaf.is/loftslagsmal/article/lykilstadreyndir-um-ets>.
4. Birna Sigrún Hallsdóttir (2024b): *Skuldbindingar Íslands*. <https://himinnoghaf.is/loftslagsmal/article/skuldbindingar-islands>.
5. Brim (2023): *Sjálfbærni og umhverfi*. <https://arsskyrsla2022.brim.is/is/sjalfbaerni-umhverfi>.
6. Byggðastofnun (2023): *Mælaborð. Sveitarfélagaskipan frá 1875*. <https://www.byggdastofnun.is/is/utgefid-efni/maelaborð/sveitarfelagaskipan>.
7. C40 (Cities Climate Leadership Group) (2022): *City Inventory Reporting and Information System (CIRIS)*. https://www.c40knowledgehub.org/s/article/City-Inventory-Reporting-and-Information-System-CIRIS?language=en_US.
8. COPERT (2024): *COPERT*. <https://copert.emisia.com>.
9. Environice (2023): *Svæðisáætlun um meðhöndlun úrgangs á Norðurlandi 2023-2036*. <https://www.ssne.is/static/files/Utgefidefni/svaedisaaetlun-nordurland-2023-2036.pdf>.
10. Framkvæmdastjórn ESB (2024): *European Union Transaction Log*. <https://ec.europa.eu/clima/ets>.
11. Global Air (2024): *The aircraft for sale showcase*: <https://www.globalair.com/aircraft-for-sale>.
12. Greenhouse Gas Protocol (2016): *Global Warming Potential Values*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf.
13. Hagstofa Íslands (2024): *Sveitarfélög og byggðakjarnar*. <https://hagstofa.is/talnaefni/ibuar/mannfjoldi/sveitarfelog-og-byggdakjarnar>.
14. Jack Clarke, Jukka Heinonen og Juudit Ottelin (2017): *Emissions in a decarbonised economy? Global lessons from a carbon footprint analysis of Iceland*. Journal of Cleaner Production. Vol. 166, 10. nóv. 2017, bls. 1175-1186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.108>.
15. Jón Guðmundsson (2016): *Greining á losun gróðurhúsalofttegunda frá íslenskum landbúnaði*. Landbúnaðarháskóli Íslands, október 2016. https://www.umhverfisraduneyti.is/media/PDF_skrar/Greining-a-losun-grodurhusa-vegna-landbunadar_161012JG_okt.pdf.
16. Landmælingar Íslands (2024): *Vefsjár. Landupplýsingagátt*. <https://kort.lmi.is/mapview/?app=kort&lang=is>.
17. Landsnet (2023): *Ársskýrsla Landsnets 2022*. <https://www.landsnet.is/library/?itemid=0b77b500-d519-4340-a978-0d06d338a60c>.
18. Landsvirkjun (2021): *Ársskýrsla 2020. Endurnýjanleg orka í sjálfbærum heimi*. <https://www.landsvirkjun.is/arsskyrslur/arsskyrsla-2020>.
19. Landsvirkjun (2023): *Nýtt gagnaver atNorth semur um raforkukaup*. Frétt á heimasíðu 29. júní 2023. <https://www.landsvirkjun.is/frettir/nytt-gagnaver-atnorth>.
20. Matvælaráðuneytið (2024): *Mælaborð landbúnaðarins*. <https://www.stjornarradid.is/verkefni/atvinnuvegir/landbunadur/maelaborð-landbunadarins->
21. Orkustofnun (2016): *Orkuspa Orkustofnunar 2016-2050*. Orkuspárnefnd, júlí 2016. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/orka>.
22. Orkustofnun (2023): *Uppsett rafagl og raforkuframleiðsla í virkjunum á Íslandi 2022*. OS-2023-T002-01. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/raforka>.

23. Orkustofnun (2023b): *Varmnotkun á Íslandi 2022 eftir veitusvæðum*. OS-2023-T008-01. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/varmi>.
24. Orkustofnun (2024): *Orkuspá Orkustofnunar 2023-50: Orkuskipti og raforkuspá*. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/orka>.
25. PCC BakkiSilicon (2023): *Grænt bókhald 2022*. https://ust.is/library/sida/atvinnulif/starfsleyfi-og-efartilittsskyrslur/PCC_BakkiSilicon_Graent_Bokhald_2022.pdf.
26. Samgöngustofa (á.á.): *Önnur tölfræði samgöngustofu*. <https://island.is/oennur-toelfraedi-samgoengustofu>.
27. Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2020): *Kolefnisspor Norðurlands vestra*. Skýrsla fyrir Samtök sveitarfélaga á Norðurlandi vestra (SSNV), janúar 2020. <https://www.ssnv.is/static/files/Mappa/SSNV/kolefnisspor-nv-lokautgafa.pdf>.
28. Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2020b): *Kolefnisspor Suðurlands*. Skýrsla fyrir Samtök sunnlenskra sveitarfélaga (SASS), apríl 2020. <https://www.sass.is/wordpress/wp-content/uploads/2019/05/Kolefnisspor-Sudurland-200416.pdf>.
29. Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2021): *Kolefnisspor höfuðborgarsvæðisins*. Skýrsla fyrir Samtök sveitarfélaga á höfuðborgarsvæðinu (SSH), febrúar 2021. https://www.ssh.is/static/files/storybook/Skjol/Soknaraaetlun/kolefnisspor_hbsv_skyrsla_environice_02_2021.pdf.
30. Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2021b): *Kolefnisspor Vesturlands*. Skýrsla fyrir Samtök sveitarfélaga á Vesturlandi (SSV), apríl 2021. <https://ssv.is/wp-content/uploads/2021/05/Kolefnisspor-Vesturland-210506.pdf>.
31. Stefán Gíslason og Birna Sigrún Hallsdóttir (2024): *Kolefnisspor Austurlands 2022*. Skýrsla fyrir Eygló og Austurbrú, júní 2024. (Óbirt handrit).
32. Sundlaugar.is (2024): *Sundlaugar.is*. <https://sundlaugar.is>.
33. UK Department for Energy Security and Net Zero (2023): *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023*. [h https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023](https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023).
34. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið (2018): *Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum 2018-2030*. Fyrsta útgáfa, september 2018. <https://samradapi.island.is/api/Documents/77405feb-fbb4-e811-9448-005056850474>.
35. Umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytið (2024): *Ný aðgerðaáætlun í loftslagsmálum - Ítarlegri kortlagning aðgerða og ávinnings en áður*. Frétt á heimasíðu umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytisins, 14. júní 2024. <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2024/06/14/Ny-adgerdaaetlun-i-loftslagsmalum-Itarlegri-kortlagning-adgerda-og-avinnings-en-adur->.
36. Umhverfisstofnun (2023): *Skýrslur. Grænt bókhald fyrirtækja með starfsleyfi árið 2022*. <https://ust.is/atvinnulif/mengandi-starfsemi/graent-bokhald/skyrslur>.
37. Umhverfisstofnun (2024): *Heildarlosun Íslands jókst um 1% á milli áranna 2021 og 2022*. Frétt á heimasíðu 27. maí 2024. <https://ust.is/umhverfisstofnun/frettir/stok-frett/2024/05/27/Heildarlosun-Islands-jokst-um-1-a-milli-aranna-2021-og-2022>.
38. Umhverfisstofnun (2024b): *Losunarstuðlar*. 6. útg. - birt 29. janúar 2024. <https://ust.is/loft/losun-grodurhusaloftegunda/losunarstudlar>.
39. Umhverfisstofnun (2024c): *National Inventory Document. Emissions of Greenhouse Gases in Iceland from 1990 to 2022. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. https://ust.is/library/sida/Loft/NID%202024_submitted%20to%20EU_30APR_corrected.pdf.
40. Umhverfisstofnun Evrópu (EEA) (2023): *Emission Factor database. Additional files. 1.A.3.a Aviation -Annex 1 - Master emisisions calculator - 2023 - Protected _v1.3*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation.3/view>.

41. Vistorka (á.á.): *Kortur*. <https://kortur.vistorka.is>.
42. World Resources Institute (2021): *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. An Accounting and Reporting Standard for Cities*. Version 1.1. <https://ghgprotocol.org/ghg-protocol-cities>.

Viðauki: Sundurliðun losunar á Norðurlandi eystra 2022

Uppspretta losunar	Losun (t CO2íg) samtals	Hlutfall af heild (%)
Staðbundin orkunotkun		
Íbúðarhúsnæði		
Dísilolía	304	0,0294%
Gas	248	0,0240%
Rafmagn	528	0,0511%
Rafmagn - flutningstöp	11	0,0010%
Hitaveita (lághiti)	0	0,0000%
Hitaveita (háhiti)	48	0,0046%
Íbúðarhúsnæði samtals	1.140	0,1102%
Atvinnuhúsnæði og stofnanir		
Dísilolía	142	0,0138%
Gas	143	0,0138%
Rafmagn	730	0,0706%
Rafmagn - flutningstöp	15	0,0014%
Sundlaugar - hitaveita (lághiti)	0	0,0000%
Jarðböð - hitaveita (háhiti)	292	0,0282%
Önnur þjónusta - hitaveita (lághiti)	0	0,0000%
Önnur þjónusta - hitaveita (háhiti)	61	0,0059%
Atvinnuhúsnæði og stofnanir samtals	1.384	0,1339%
Iðnfyrirtæki og verktakar		
Dísilolía vélar/verktakar	3.031	0,2933%
Dísilolía fiskimjölsverksmiðjur	1.649	0,1595%
Dísilolía annar iðnaður	1.588	0,1536%
Gas PCC	663	0,0641%
Gas annar iðnaður	81	0,0078%
Rafmagn fiskimjöl og annar iðnaður	821	0,0794%
Rafmagn PCC	3.604	0,3487%
Rafmagn TDK	5.104	0,4938%
Flutningstöp fiskimjöl og annar iðn.	17	0,0016%
Flutningstöp PCC	74	0,0071%
Flutningstöp TDK	104	0,0101%
Iðnaður - hitaveita (lághiti)	0	0,0000%
Iðnfyrirtæki og verktakar samtals	16.735	1,6190%
Orkuframleiðsla		
Dísilolía - Grímsey	702	0,0679%
Orkuframleiðsla samtals	702	0,0679%
Landbúnaður, útgerð og fiskvinnsla		
Dísilolía fiskiskip	57.180	5,5319%
Dísilolía dráttarvélar	7.782	0,7528%
Bensín torfærutæki	377	0,0365%
Gas	2	0,0002%
Rafmagn	495	0,0479%
Flutningstöp	10	0,0010%
Landbúnaður og fiskeldi - hitaveita (lághiti)	0	0,0000%
Landb., útgerð og fiskvinnsla samtals	65.847	6,3703%

Ótilgreindar uppsprettur		
Dísilolía	42	0,0041%
Kerósín	20	0,0019%
Gas	1	0,0001%
Ótilgreindar uppsprettur samtals	64	0,0062%
STAÐBUNDIN ORKUNOTKUN SAMT.	85.871	8,3075%
Orkunotkun í samgöngum		
Vegasamgöngur		
Bensín fólkabílar	34.525	3,3401%
Dísilolía fólkabílar	32.402	3,1347%
Metangas fólkabílar	0	0,0000%
Bensín sendibílar	1.226	0,1186%
Dísilolía sendibílar	9.539	0,9229%
Metangas sendibílar	1	0,0001%
Bensín flutningabílar	460	0,0445%
Dísilolía flutningabílar	18.947	1,8330%
Bensín fólkflutningabílar	206	0,0199%
Dísilolía fólkflutningabílar	6.400	0,6192%
Metangas fólkflutningabílar	9	0,0009%
Bensín mótórhjól	181	0,0175%
Rafmagn	42	0,0041%
Flutningstöp	1	0,0001%
Vegasamgöngur samtals	103.939	10,0555%
Samgöngur á sjó og vötnum		
Dísilolía strandsiglingar	6.159	0,5959%
Rafmagn hafnir	0	0,0000%
Flutningstöp hafnir	0	0,0000%
Samgöngur á sjó og vötnum samtals	6.159	0,5959%
Samgöngur í lofti		
Kerósín flugvélar	2.827	0,2735%
Samgöngur í lofti samtals	2.827	0,2735%
ORKUNOTKUN Í SAMGÖNGUM SAMT.	112.926	10,9249%
Meðhöndlun úrgangs		
Urðun	15.150	1,4657%
Jarðgerð	1.164	0,1126%
Brennsla sóttmengað	30	0,0029%
Brennsla spilliefni	31	0,0030%
Fráveita frá íbúðarhúsnæði	843	0,0815%
Fráveita frá iðnaði	592	0,0573%
MEÐHÖNDLUN ÚRGANGS SAMTALS	17.810	1,7230%

Iðnaðarferlar og efnanotkun		
Iðnaðarferlar		
PCC framleiðsluferill	152.011	14,7062%
Iðnaðarferlar samtals	152.011	14,7062%
Efnanotkun		
Kælimiðlar annað en fiskiskip	7.204	0,6969%
Kælimiðlar fiskiskip	5.429	0,5252%
Drífefni (aerosols)	79	0,0076%
Glaðloft - sjúkrastofnanir	669	0,0647%
Paraffínvax	27	0,0026%
Annað	329	0,0318%
Rafbúnaður (SF6)	182	0,0176%
Efnanotkun samtals	13.919	1,3466%
ÍÐN.FERLAR OG EFNANOTKUN SAMT.	165.930	16,0528%
Landbúnaður og landnotkun		
Búfé		
Sauðfé	10.778	1,0427%
Nautgripir	13.818	1,3368%
Alifuglar	348	0,0337%
Hross	1.216	0,1176%
Geitur	31	0,0030%
Svín	1.484	0,1436%
Kanínur	0	0,0000%
Búfé samtals	27.675	2,6774%
Landnotkun		
Skógrækt eftir 1990	-47.033	-4,5502%
Landgræðsla eftir 1990	-88.629	-8,5743%
Óræktaður framræstur jarðvegur	412.469	39,9040%
Ræktarland	346.084	33,4816%
Landnotkun samtals	622.891	60,2611%
Garðyrkja, kölkun o.fl.		
Tilbúinn áburður (N2O bein losun)	191	0,0185%
Tilbúinn áburður (N2O óbein losun)	49	0,0047%
Kalk og annar áburður með kolefni	236	0,0228%
Þvagefni (Urea)	74	0,0072%
Garðyrkja, kölkun o.fl. samtals	550	0,0532%
LANDBÚN. OG LANDNOKTUN SAMT.	651.116	62,9917%
SAMTALS ALLS	1.033.653	100,00%