

Kolefnisspor Austurlands 2022



Skýrsla fyrir Eygló og Austurbrú

Vor 2024

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

Mynd á forsíðu:
Mógrafabrúsi (*Sparganium hyperboreum*), Borgarfirði eystri
Ljósmynd. Guðrún Óskarsdóttir

Efnisyfirlit

1	Samantekt.....	5
2	Inngangur.....	7
3	Austurland.....	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.....	23
5.1.2	Atvinnuhúsnæði og stofnanir.....	23
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.....	26
5.2	Orkunotkun í samgöngum.....	26
5.2.1	Vegasamgöngur.....	27
5.2.2	Samgöngur á sjó og vötnum.....	28
5.2.3	Samgöngur í lofti.....	28
5.3	Meðhöndlun úrgangs.....	30
5.3.1	Urðun.....	31
5.3.2	Brennsla, jarðgerð og endurvinnsla.....	31
5.3.3	Fráveituvatn.....	32
5.4	Iðnaður og efnanotkun.....	32
5.4.1	Iðnaðarferlar.....	32
5.4.2	Efnanotkun.....	33
5.5	Landbúnaður og landnotkun.....	34
5.5.1	Búfé.....	34
5.5.2	Landnotkun.....	36
5.5.3	Garðyrkja, kölkun o.fl.....	37
5.6	Önnur losun á losunarsviði 3.....	38
6	Niðurstöður og umfjöllun.....	40
6.1	Stærstu losunarþættirnir.....	43
6.2	Samanburður við aðra landshluta.....	46

6.3	Eðlismunur losunar frá mismunandi athöfnum	47
6.4	Mögulegar aðgerðir, samstarfsaðilar og fjármögnun.....	48
6.4.1	Endurheimt votlendis	49
6.4.2	Rafvæðing fiskimjölsværksmiðja.....	51
6.4.3	Endalok urðunar	52
6.4.4	Loftslagsvænni vegasamgöngur.....	52
7	Lokaorð.....	53
	Heimildir	55
	Viðauki: Sundurliðun losunar á Austurlandi 2022.....	57

1 Samantekt

Skýrslan sem hér birtist um kolefnisspor Austurlands 2022 er unnin af Umhverfissráðgjöf Íslands ehf. (Environice) fyrir Eygló og Austurbrú.

Meginniðurstaða skýrslunnar er að samanlagt kolefnisspor svæðisins árið 2022 hafi numið 1.229.386 tonnum koldíoxíðsígilda (um 113 tonn á íbúa) og að þar af hafi 532.472 tonn (rúm 43%) verið losun frá stóriðju, 410.659 tonn (rúm 33%) verið losun vegna landnotkunar og 286.255 tonn (rúm 23%) verið samfélagslosun, en með samfélagslosun er átt við losun gróðurhúsalofttegunda frá heimilum, þjónustu, smáíðnaði, samgöngum, sjávarútvegi, landbúnaði og meðhöndlun 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.

Olíunotkun fiskiskipa er sá þáttur sem vegur þýngst í samfélagslosuninni, en rekja má um 8,1% af heildarlosuninni til þessa þáttar. Þar á eftir koma raforkunotkun stóriðjunnar (3,4%), olíunotkun fiskimjölsverksmiðja (3,1%), búfjárhald (2,8%) og vegasamgöngur (2,7%). Aðrir þættir standa hver um sig fyrir um eða innan við 1% af heildarlosuninni.

Losun gróðurhúsalofttegunda frá hverjum íbúa á Austurlandi er talsvert frábrugðin losun í flestum öðrum landshlutum, (samtals 113 tonn á íbúa, samanborið við 33 tonn á íbúa á landsvísu). Tveir þættir ráða langmestu um þetta. Annars vegar er losun vegna landnotkunar hlutfallslega mikil, enda er slík losun eðli málsins samkvæmt mest í landmiklum héruðum þar sem mikið er af framræstu landi. Hins vegar er losun frá stóriðju á Austurlandi mun meiri en að meðaltali í öðrum landshlutum, enda er stærsta álver landsins staðsett á svæðinu. Þegar landnotkun og stóriðja hafa verið tekin út fyrir sviga standa eftir rúm 26 tonn koldíoxíðsígilda á hvern íbúa á Austurlandi. Sambærileg tala fyrir landið allt er um 6 tonn á íbúa. Munurinn á þessum tölum skýrist einkum af fjórum þáttum. Í fyrsta lagi á Austurland mjög stóran hlut í fiskveiðum landsins og áætluð losun vegna fiskaskipaflota landshlutans nemur um 9,1 tonni á íbúa. Í öðru lagi nemur losun vegna raforkunotkunar álversins á Reyðarfirði um 3,8 tonnum á hvern íbúa í landshlutanum, en þessi losun er ekki meðtalin í losun frá stóriðju (sjá framar). Í þriðja lagi eru flestar fiskimjölsverksmiðjur landsins staðsettar á Austurlandi, og þar sem þær hafa keypt skerðanlega raforku hefur olía komið inn í vaxandi mæli sem orkugjafi síðustu ár. Losun af þessum sökum nam um 3,5 tonnum CO₂ig á hvern íbúa 2022. Og í fjórða lagi er losun frá búfé um 3,1 tonn á íbúa, en slík losun er eðli málsins samkvæmt langtum meiri á landsbyggðinni en á höfuðborgarsvæðinu. Þegar litið er fram hjá þessum þáttum stendur eftir heildarlosun upp á 6,8 tonn CO₂ig á hvern íbúa landshlutans.

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 kjörnum sveitarstjórnarfulltrúum á Austurlandi 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 í fjóra þætti, þar sem sveitarstjórnir og almenningur geta náð mestum og skjótustum árangri til að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi:

1. Endurheimt votlendis
2. Rafvæðing fiskimjölsværksmiðja
3. Endalok urðunar
4. Loftslagsvænni vegasamgöngur

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 Eygló og Austurbrú í samræmi við verksamning aðila, dags. 28. nóvember 2023.

Losun gróðurhúsalofttegunda af mannavöldum veldur loftslagsbreytingum. Þessar breytingar eru hnattrænt 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 Kyotobókuninni 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, sveitarstjórnunum og einstaklingum er settur með löggjöf og öðrum stjórnvaldsákvörðunum á landsvísu.

Útreikningur á kolefnisspori Austurlands 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, sveitarfélögum eða atvinnugreinum innan sveitarfélaga. Sundurliðun af því tagi er mikilvæg í vinnu sem þessari, þar sem hún gerir sveitarstjórnarfólki og öðrum sem hlut

¹ Birna Hallsdóttir (2024).

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

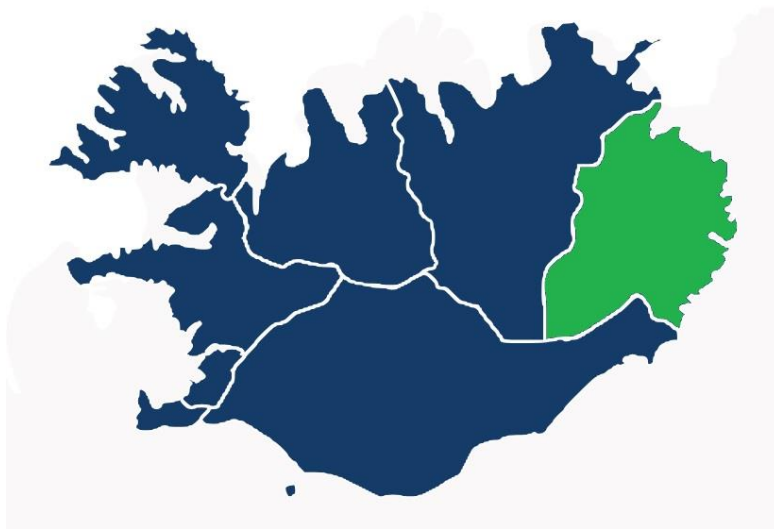
eiga að máli mögulegt að greina hvar tækifæri til úrbóta liggja. Þegar sú greining liggur fyrir er fyrst hægt að leggja á ráðin um markvissar aðgerðir til að draga úr losun.

Þessi skýrsla er þannig upp byggð að fyrst er aðstæðum á Austurlandi 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 Umhverfisstofnun Íslands ehf. (Environice) reiknað kolefnisspor nokkurra landshluta og einstakra sveitarfélaga. Tilteknir hlutar þess skjals sem hér birtist eru eðli málsins samkvæmt keimlíkir eða samhljóða samsvarandi köflum í fyrri skjölum sama efnis. Þetta á einkum við um 4, svo og aðra þá kafla þar sem fjallað er almennt um útreikninga á kolefnisspori.

3 Austurland

Starfssvæði Austurbrúar og þar með Eyglóar nær yfir allt Austurland, frá Stapaá norðan Vopnafjarðar í norðri að Krossanesi á milli Álftafjarðar og Lóns í suðri. Árið 1970 voru 29 sveitarfélög á þessu svæði,³ en eftir umfangsmiklar sameiningar á síðustu árum og áratugum standa fjögur sveitarfélög eftir. Landfræðileg mörk svæðisins eru sýnd í grófum dráttum á Mynd 1. Atvinnulíf landshlutans er fjölbreytt; þar er stærsta álver landsins, stærsta virkjun landsins og stór hluti fiskveiða og fiskimjölsframleiðslu á landsvísu. Þar er jafnframt stundaður öflugur landbúnaður og umfangsmikil ferðaþjónusta, auk margs konar annarrar starfsemi.



Mynd 1. Austurland (grænlitað). (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 íbúapéttni. 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.

Tafla 1. Flatarmál og íbúafjöldi sveitarfélaga á Austurlandi 1. janúar 2023.

Sveitarfélag	Flatarmál km ²	Íbúafjöldi 1.1.2023	Íbúar á hvern km ²
Vopnafjarðarhreppur	1.903	650	0,34
Múlaþing	10.671	5.076	0,48
Fljótisdalshreppur	1.517	85	0,06
Fjarðabyggð	1.615	5.070	3,14
Samtals	15.706	10.881	0,69

Eins og sjá má á töflunni var samanlagður íbúafjöldi sveitarfélaganna sem í hlut eiga 10.881 þann 1. janúar 2023, en þá voru landsmenn samtals 375.218 skv. tölum

³ Byggðastofnun (2023).

⁴ Landmælingar Íslands (2024).

⁵ Hagstofa Íslands (2024).

Hagstofunnar.⁶ Íbúafjöldi Austurlands var því 2,90% af heildaríbúafjölda landsins. Heildarflatarmál svæðisins er 15.706 km², eða um 15,25% 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 Austurlands.

4.1 Samfélagsleiðarvísirinn

Losunarbókhald Austurlands 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 lofthjúpinum 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
(Íbúðarhúsnæði, atvinnuhúsnæði 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

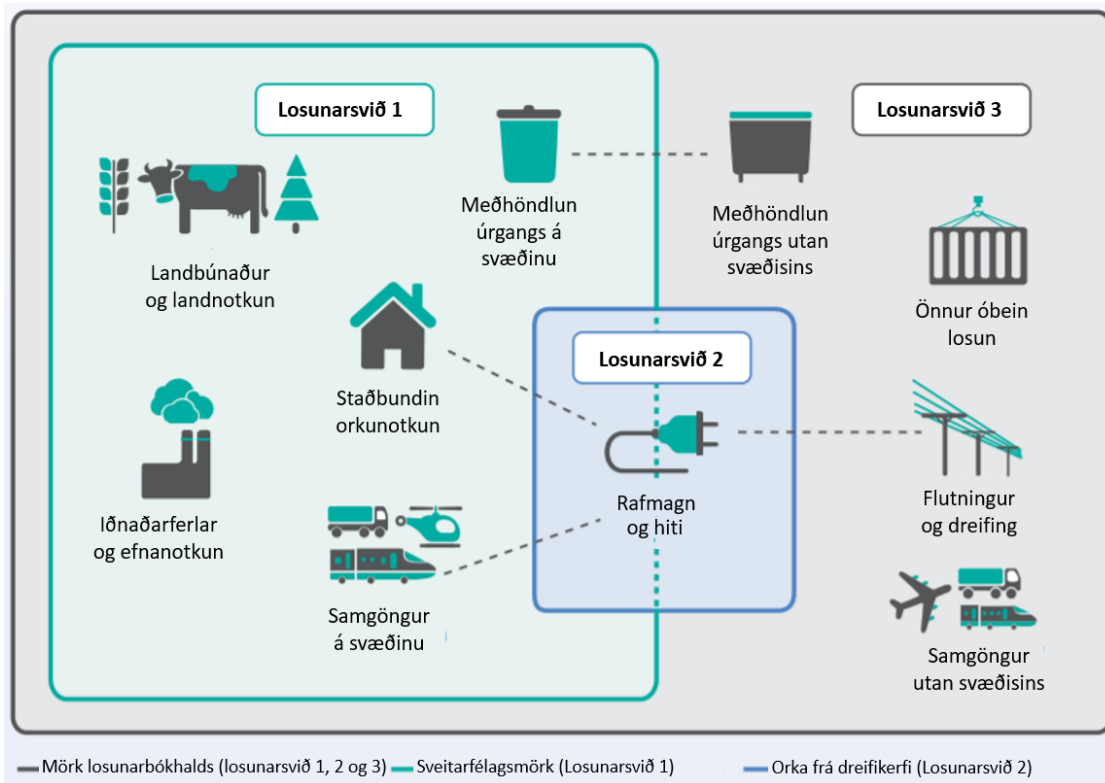
Athafnir sem eiga sér stað í sveitarfélögum geta valdið losun gróðurhúsalofttegunda bæði innan og utan sveitarfélagsmarka. Til að greina þar á milli skiptir leiðarvísirinn losun í þrjú mismunandi losunarsvið¹¹ (e. scope 1-3) eftir því hvar losunin á sér stað.

- 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 Austurlands 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 Austurlands 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+ (skáletrað)
	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 Austurlands 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 Austurlandi 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 Austurlandi 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 Austurlands 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 olfusölnunnar 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. Austurland hefur þó þá sérstöðu hvað þetta varðar að flutningur eldsneytis inn á svæðið fer nánast allur um Fjarðabyggðarhafnir. Þetta hefur gert Eygló mögulegt að afla upplýsinga um magn bensíns og dísilolíu, svo og um flugvélaeldsneyti sem sent er frá suðvesturhorninu til flugvallarins á Egilsstöðum. Í undantekningartilvikum er eldsneyti flutt með olíubílum til Austurlands, en þetta er einungis gert þegar birgðastaða sölustöðva nálgast eitthvert tiltekið lágmark og of langt er í næsta skip. Að mati starfsmanns Eyglóar gætu flutningar með olíubílum inn á svæðið hafa numið um 300.000 l af bensíni og dísilolíu árið 2022 (10-15 bílar sem flytja um 20.000 l í hverri ferð).

Eftirfarandi tafla sýnir olíuflutninga til Austurlands 2022 skv. upplýsingum frá Eygló. Ekki liggja fyrir nákvæmar tölur um olíuflutninga á landi, en gert er ráð fyrir sömu hlutföllum bensíns/dísils þar og í sjóflutningunum.

Tafla 3. Olíuflutningar til Austurlands 2022.

Eldsneyti	Lítrar
<i>Flutt sjóleiðis:</i>	
Bensín	3.755.600
Dísill	14.594.453
Skipagasolía / flotaolía (DMA)	35.294.093
Útgerðarolía / flotadísilolía (MDO Marine)	13.349.680
<i>Flutt landleiðina (áætlað):</i>	
Bensín	60.218
Dísill	239.782
<i>Flutt til flugvallar (EGS):</i>	
Flugsteinolía (kerósín)	354.557
Flugbensín	7.429

Þrátt fyrir þá sérstöðu Austurlands sem hér hefur verið lýst er ekki hægt að nota heildartölurnar sem hér um ræðir einar og sér við útreikning á kolefnisspori, vegna skorts á frekari sundurliðun. Í þessum tölum felst hins vegar einkar gott tækifæri til að bera reiknaða olíunotkun saman við heildarflutning olíu inn á svæðið. Hvað staðbundna olíunotkun varðar liggur beint við að ætla að allri olíu sem flutt var inn á svæðið hafi jafnframt verið brennt á svæðinu og að þar með myndi tölurnar grunn fyrir útreikning á svæðisbundnu kolefnisspori. Þessu er hins vegar öðru vísi farið með olíunotkun í samgöngum, sjá kafla 5.2.

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. Lítill 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 Austurlandi 2022 fengust hjá Netorku hf., en þar er haldið utan um alla smásölu raforku á Íslandi eftir póstnúmerum, þ.e. alla sölu til annarra en stórnotenda.¹⁸ Smásala á raforku á Austurlandi árið 2022 nam samkvæmt þessu samtals 357.433.304 kWh.¹⁹ Sundurliðun eftir póstnúmerum nægir ekki til að unnt sé að skipta notkuninni nákvæmlega eftir sveitarfélögum á Austurlandi, þar sem póstnúmer 701 nær bæði yfir Fljótsdalshrepp og hluta af Múlaþingi. Með samanburði á tölum Hagstofu Íslands yfir mannfjölda í sveitarfélögum annars vegar og í einstökum póstnúmerum hins vegar má þó fara nærri um skiptinguna. Íbúafjöldi í póstnúmeri 701 virðist samkvæmt þessu skiptast þannig að 89,32% tilheyra Múlaþingi og 10,68% Fljótsdalshreppi.²⁰ Tafla 4 sýnir skiptingu raforkusölu eftir sveitarfélögum samkvæmt þessu.

Tafla 4. Skipting almennrar raforkusölu á Austurlandi 2022 eftir sveitarfélögum.

Sveitarfélög	kWh
Vopnafjarðarhreppur	53.300.391
Múlaþing	82.678.758
Fljótsdalshreppur	2.036.617
Fjarðabyggð	219.417.538
	<u>357.433.304</u>

Í tölum Netorku er raforkusalan ekki sundurliðuð 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.²¹ Miðað við þá skiptingu má ætla að orkusalan á Austurlandi 2022 hafi skipst á notkunarflokkka 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, svo sem hvað varðar tengingu við flutningskerfi. Þeir geta tengst flutningskerfi raforku beint og þurfa ekki að tengjast dreifiveitum.

¹⁹ Rafbréf frá Netorku 12. mars 2024.

²⁰ Hagstofa Íslands (2024).

²¹ Orkustofnun (2024).

Tafla 5. Áætluð skipting almennrar raforkusölu á Austurlandi 2022 eftir notkunarflokkum.²²

Notkunarflokkar	%	kWh
Heimili	20,67	73.881.464
Atvinnuhúsnæði og stofnanir	23,12	82.638.580
Iðnfyrirtæki og verktakar	51,53	184.185.382
Landbúnaður, skógrækt og útgerð	4,68	16.727.879
		<u>357.433.304</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. Álver Alcoa Fjarðaáls á Reyðarfirði er eini stórnotandinn á Austurlandi, en þar voru notaðar samtals 4.793 GWh (4.793.000.000 kWh) af raforku árið 2022.²³

Við útreikninga á losun vegna raforkunotkunar þarf að taka tillit til flutningstapa (fellur undir losunarsvið 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.²⁴

Tölur um notkun hitaveitu til upphitunar á Austurlandi 2022 voru fengnar úr talnaefni Orkustofnunar.²⁵ 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 6 sýnir samanlagða notkun jarðvarma á einstökum veitusvæðum á Austurlandi 2022 skv. tölum Orkustofnunar, skipt eftir notkunarflokkum.

Tafla 6. Varmanotkun (jarðvarmi) (í TJ) eftir notkunarflokkum á Austurlandi 2022.²⁶

Nafn hitaveitu	Heimili	Sundlaugar	Önnur þjónusta	Iðnaður	Landbún.	Fiskeldi
HEF veitur (Egilsst. og nágr.)	417,0	84,0	116,5		4,8	
Hitaveita Fjarðab. (Eskifj.)	61,1	21,2	38,3			
Samtals	<u>478,1</u>	<u>105,2</u>	<u>154,8</u>		<u>4,8</u>	

Í talnaefni Orkustofnunar er einnig að finna tölur yfir notkun varma frá fjarvarmaveitum sem alla jafna eru hitaðar með raforku, en með olíu sem varaafli. Rarik hefur rekið slíka

²² 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.

²³ Alcoa Fjarðaál (2023).

²⁴ Landsnet (2023).

²⁵ Orkustofnun (2023).

²⁶ Sama heimild.

veitu á Seyðisfirði og Hitaveita Fjarðabyggðar hefur rekið veitur í Neskaupstað og á Reyðarfirði. Orkunotkun þessara veitna er innifalin í tölum yfir raforkunotkun og eftir atvikum olíunotkun og telst því ekki með hér.

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. Hitaveiturnar á Austurlandi hafa ekki aðgang að háhitasvæðum og vatnsnotkun þeirra veldur því engri losun miðað við ofangreinda skilgreiningu. Engu að síður er gerð grein fyrir þessari notkun hér.

Jarðvarmanotkun Vök Baths við Urriðavatn er ekki tekin með í þessari umfjöllun. Böðin nýta vatn sem fellur til á staðnum og þeirri notkun fylgir engin manngerð losun. Sama gildir um sundlaugin á bakka Selár í Vopnafirði.

Tafla 7 sýnir áætlaða staðbundna orkunotkun á Austurlandi 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.

Tafla 7. Áætluð losun vegna staðbundinnar orkunotkunar á Austurlandi 2022.

Notkunarstaður	Magn	Ein.	Losun kg CO ₂ /ein	Losun (tonn CO ₂ íg)
Íbúðarhúsnæði, dísil	17.467	L	2,7641	48
Íbúðarhúsnæði, gas (LPG)	56.838	L	1,5254	87
Íbúðarhúsnæði, raforka	73.365	MWh	8,54	627
Íbúðarhúsnæði, flutningstöp (2,04%)	1.497	MWh	8,54	13
Íbúðarhúsnæði, hitaveita (lághiti)	2.390.500	m ³	0	0
Íbúðarhúsnæði samtals				774
Atvinnuhúsnæði og stofnanir, dísil	4.023	L	2,7641	11
Atvinnuhúsnæði og stofnanir, gas	32.682	L	1,5254	50
Atvinnuhúsnæði og stofnanir, raforka	82.417	MWh	8,54	704
Atvinnuh. og stofn., flutn.töp (2,04%)	1.681	MWh	8,54	14
Sundlaugar, hitaveita (lághiti)	526.000	m ³	0	0
Önnur þjónusta, hitaveita (lághiti)	774.000	m ³	0	0
Atvinnuhúsnæði og stofnanir samt.				779
Vinnuvélar, dísil	348.660	L	3,0334	1.058
Fiskimjöl, dísil	13.774.000	L	2,7569	37.973
Alcoa Fjarðaál, dísil	457.964	L	2,7569	1.262
Annar iðnaður, dísil	177.683	L	2,7569	490
Alcoa Fjarðaál, gas (LPG)	291.293	L	1,5227	444
Annar iðnaður, gas (LPG)	18.586	L	1,5227	28
Annar iðnaður, raforka	184.185	MWh	8,54	1.573
Alcoa Fjarðaál, raforka	4.793.000	MWh	8,54	40.932
Annar iðnaður, flutn.töp (2,04%)	3.757	MWh	8,54	32
Alcoa Fjarðaál, flutningstöp (2,04%)	97.777	MWh	8,54	835
Iðnfyrirtæki og verktakar samtals				84.627
Orkuframleiðsla, dísil	0	L	2,7569	0
Orkuframleiðsla samtals				0
Útgerð (fiskiskip), skipaolía	32.650.120	L	3,0334	99.039
Landbúnaður, dráttarvélar, dísil	1.295.491	L	2,7748	3.595
Torfærutæki, bensín	81.150	L	2,3038	187
Landbún., skógrækt og útgerð, (LPG)	398	L	1,5254	1
Landbún., skógrækt og útgerð, raforka	16.728	MWh	8,54	143
Landb./skóg/útgerð, flutn.töp (2,04%)	341	MWh	8,54	3
Landbún. og fiskeldi, hitaveita (lághiti)	24.000	m ³	0	0
Landbún., útgerð og fiskvinnsla samt.				102.967
Ótilgreindar uppsprettur, dísil	5.364	L	2,7569	15
Ótilgreindar uppsprettur, steinolía	2.721	L	2,5627	7
Ótilgreindar uppsprettur, gas (LPG)	341	L	1,5254	1
Ótilgreindar uppsprettur samtals				22
Staðbundin orkunotkun samtals				189.171

5.1.1 Íbúðarhúsnæði

Orkunotkun í íbúðarhúsnæði er einkum ferns konar. Í fyrsta lagi er olía hugsanlega einhvers staðar notuð í mjög litlum mæli til húshitunar á afskekktum stöðum. 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.

Ekki er vitað til að olía sé notuð til húshitunar á Austurlandi, en þar sem engar óyggjandi upplýsingar lágu fyrir um þetta var farin sú leið að áætla notkun olíu í íbúðarhúsnæði á Austurlandi út frá tölum á landsvísu skv. landsbókhaldi Íslands,²⁷ miðað við íbúafjölda (2,90%). Sama nálgun var notuð til að áætla gasnotkun í íbúðarhúsnæði.

Tölur um raforkunotkun í íbúðarhúsnæði byggja sem fyrr segir á upplýsingum frá Netorku ehf og þeirri sundurliðun sem lesa má út úr Orkuspá Orkustofnunar. Samkvæmt þessu var heildarnotkunin 73.881.464 kWh (Tafla 5). Inni í þeirri tölu er ótilgreindur fjöldi kWh sem notaðar var til hleðslu rafbíla, en sú notkun telst vera „orkunotkun í samgöngum“, sem fjallað er um í kafla 5.2.1. Út frá fjölda, ætluðum akstri og ætlaðri eyðslu rafbíla í landshlutanum var áætlað að orkunotkun þeirra hefði numið samtals 737.651 kWh á árinu 2022. Sé gert ráð fyrir að þar af hafi 70% komið úr heimahleðslustöðvum ætti hluti rafbíla í heimilisrafmagni af hafa numið 516.356 kWh (sjá einnig kafla 5.2.1). Eftir standa þá 73.365.108 kWh = 73.365 MWh sem önnur raforkunotkun heimila. Þar við bætast svo 2,04% flutningstöp (sjá framar).

Varmanotkun heimila á Austurlandi 2022 nam samtals 478,1 TJ (Tafla 6). Þetta samsvarar 2.390.500 m³ miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Þarna er eingöngu nýttur jarðvarmi frá lághitasvæðum og almennt er gert ráð fyrir að þeirri notkun fylgi engin losun gróðurhúsalofttegunda.

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 við landsbókhald Íslands. Hvað raforkunotkun varðar var áætluð hlutdeild rafbíla (30% af 737.651 = 221.295 kWh (sjá kafla 5.1.1)) dregin frá heildartölunni (82.638.580 kWh (Tafla 5)). Þá stóðu eftir 82.417.285 kWh = 82.417 MWh sem önnur raforkunotkun í atvinnuhúsnæði og stofnunum. Þar við bætast svo 2,04% flutningstöp.

Tafla 6 gefur til kynna að varmanotkun í þjónustu á Austurlandi hafi numið samtals 260,0 TJ árið 2022, þar af 105,2 TJ í sundlaugum og 154,8 TJ í annarri þjónustu. Þetta samsvarar 526.000 og 774.000 m³ miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Sem fyrr segir er ekki gert ráð fyrir að notkun jarðvarma úr lághitasvæðum valdi losun gróðurhúsalofttegunda.

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 dísilolíu, en steinolía er einnig notuð í litlum mæli.

²⁷ Umhverfisstofnun (2024c).

Olíunotkun vinnuvéla var reiknuð út frá landsbókhaldi Íslands²⁸ miðað við höfðatölu, og það sama á við um olíunotkun í iðnaði almennt og gasnotkun. Upplýsingar um eldsneytisnotkun í fiskimjölsverksmiðjum á Austurlandi voru tiltækar hjá Eygló og tölur fyrir álver Alcoa Fjarðaáls voru fengnar úr grænu bókhaldi fyrirtækisins.²⁹

Alcoa Fjarðaál er sem fyrr segir eini stórnotandi raforku á Austurlandi – og voru upplýsingar um raforkunotkun fyrirtækisins fengnar úr grænu bókhaldi þess.³⁰ Tafla 5 var hins vegar lögð til grundvallar til að áætla raforkunotkun smærri iðnfyrirtækja og verktaka, sem gæti samkvæmt því hafa verið 184.185.382 kWh árið 2022. Flutningstöp voru síðan reiknuð á sama hátt og fyrr greinir.

Tafla 6 gefur til kynna að ekkert hitaveituvatn hafi verið notað í iðnaði á Austurlandi 2022.

5.1.4 Orkuframléiðsla

Eina orkunotkunin í orkuiðnaði á Austurlandi á sér væntanlega stað í fjarvarmaveitum á Seyðisfirði, Reyðarfirði og í Neskaupstað, en raforkunotkun þessara veitna er væntanlega innifalinn í orkunotkun í atvinnuhúsnæði og stofnunum (sjá kafla 5.1.2). Í einhverjum tilvikum kann olía að vera notuð sem varaafli þegar ótryggðrar raforku nýtur ekki við. Engar upplýsingar liggja þó fyrir um að veiturnar hafi brennt olíu til kyndingar á árinu 2022.

5.1.5 Landbúnaður, skógrækt, útgerð og fiskvinnsla

Olíunotkun fiskiskipa fellur undir þennan lið, en engar nákvæmar tölur liggja fyrir um hana. Hjá Eygló voru hins vegar til heildartölur yfir skipa- og flotaolíu sem flutt var til Austurlands árið 2022 (Tafla 3). Þar var um að ræða samtals 48.643.773 l og eins og Tafla 7 sýnir notuðu fiskimjölsverksmiðjur á svæðinu 13.774.000 l þar af. Eftir standa þá 34.869.773 l sem gera má ráð fyrir að nýttir hafi verið til fiskveiða og sjóflutninga. Hlutur sjóflutninganna (2.219.653 l) var áætlaður eins og útskýrt er í kafla 5.2.2 og eftir standa þá 32.650.120 l sem hér er gert ráð fyrir að hafi verið notaðir við fiskveiðar. Hér var eldsneytissöluáðferðinni (sjá kafla 5.1) því beitt að mestu leyti.

Til að fá vísbendingu um hvort áðferðin sem hér hefur verið lýst til að meta olíunotkun fiskiskipa gefi raunhæfa niðurstöðu, var olíunotkunin einnig reiknuð út frá aflatölum og tiltækum olíunotkunarstuðlum fiskiskipa (fyrir mismunandi skip og mismunandi afla).³¹ Sú áðferð gaf nokkru hærra niðurstöðu en sú sem hér var notuð, en þó vel innan skekkjumarka að mati höfunda. Skýringar á mismuninum kunna m.a. að liggja í því að styttra sé á miðin frá Austurlandi en öðrum landshlutum að meðaltali og að skipin séu nýrri og nýti orkuna betur en þegar olíunotkunarstuðlarnir voru upphaflega reiknaðir. Meginniðurstaða þessa samanburðar var því sú að eldsneytissöluáðferðin gæfi trúverðuga niðurstöðu.

²⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

²⁹ Alcoa Fjarðaál (2023).

³⁰ Sama heimild.

³¹ Sbr. Orkustofnun (2016). Bls. 37.

Þegar rætt er um útreikninga á losun vegna fiskveiða í tilteknum landshluta er rétt að hafa í huga að eldsneyti sem selt er í landshlutanum er ekki eingöngu notað til að sækja sjávarafli til löndunar í sama landshluta. Hluta aflans er væntanlega landað annars staðar – og á sama hátt er eldsneyti sem keypt er annars staðar að einhverju leyti notað til að sækja afla sem landað er í umræddum landshluta. Að þessu leyti hefur eldsneytissöluáferðin því í raun svipaðar takmarkanir og í útreikningum vegna orkunotkunar í samgöngum (sjá kafla 5.2).

Eldsneytisnotkun dráttarvéla var áætluð út frá fjölda skráðra dísildráttarvéla í landshlutanum. Þær voru 862 talsins samkvæmt upplýsingum úr tölfræðisafni Samgöngustofu.³² Byggt var á áætlun úr fyrri verkefnum Environice um að dísildráttarvélar notuðu að meðaltali 1,3 tonn af olíu á ári, en sú áætlun byggði upphaflega á eldsneytisspá frá 2016.³³ Þetta samsvarar $862 \times 1,3 = 1.120,6$ tonnum (= 1.295.491 l miðað við eðlismassann 0,865). Horft var fram hjá eldsneytisnotkun skráðra bensíndráttarvéla, þar sem gert var ráð fyrir að þær væru lítið notaðar og 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 541 talsins samkvæmt upplýsingum úr tölfræðisafni Samgöngustofu.³⁴ 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 ferðaþjónustu 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 fjórhjóla 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 541 tæki þá samtals 81.150 l. Öll þessi tæki eru bensínknúin skv. grunni Samgöngustofu.³⁵

Tafla 5 var lögð til grundvallar til að áætla raforkunotkun í landbúnaði, skógrækt og útgerð. Þessi notkun var samkvæmt því áætluð 16.727.879 kWh árið 2022. Flutningstöp voru síðan reiknuð á sama hátt og fyrr greinir.

Tafla 6 gefur til kynna að varmanotkun í landbúnaði og fiskeldi á Austurlandi hafi numið samtals 4,8 TJ árið 2022, sem samsvarar 24.000 m³ af heitu vatni miðað við orkugildið 0,0002 TJ/m³. Af talnaefni Orkustofnunar má ráða að þessi orka hafi verið notuð í gróðurhúsum í Fellum og á Völlum.³⁶ Eingöngu var um að ræða vatn frá lághitasvæðum.

³² Rafbréf frá Frumherja 8. mars 2024.

³³ Orkustofnun (2016). Bls. 34.

³⁴ Rafbréf frá Frumherja 8. mars 2024.

³⁵ Sama heimild.

³⁶ Orkustofnun (2023).

5.1.6 Ótilgreindar uppsprettur

Í landsbókhalda Íslands fellur lítill hluti árlegrar eldsneytisnotkunar undir liðinn „Ótilgreindar uppsprettur“ (e. unspecified sources).³⁷ Þetta er þá eldsneyti sem ekki liggur fyrir til hvers var notað. Sami háttur var hafður á í losunarbókhalda Austurlands og magnið reiknað út frá höfðatölu. Samkvæmt því féllu 5.364 l af dísilolíu, 2.721 l af steinolíu og 341 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. Þess vegna hentar eldsneytissöluaðferðin ekki vel við útreikninga á losun frá samgöngum, þar sem í þeirri aðferð er í raun gengið út frá því að olíu sé brennt þar sem hún er keypt. Að þessu leyti er orkunotkun í samgöngum nokkuð annars eðlis en staðbundin orkunotkun (sjá kafla 5.1).

Tafla 8 sýnir áætlaða orkunotkun í samgöngum á Austurlandi 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.

Tafla 8. Áætluð losun GHG vegna orkunotkunar í samgöngum á Austurlandi 2022.

Notkunarstaður	Magn	Ein.	Losun kg CO ₂ /ein	Losun (tonn CO ₂ íg)
Fólksbílar, bensín	3.728.845	L	2,2992	8.573
Fólksbílar, dísil	4.395.255	L	2,7736	12.191
Fólksbílar, metan	13.033	m ³	0,0000	0
Sendibílar, bensín	126.597	L	2,3038	292
Sendibílar, dísil	1.225.161	L	2,7685	3.392
Flutningabílar, bensín	72.390	L	2,3083	167
Flutningabílar, dísil	2.656.060	L	2,7995	7.436
Fólksflutningabílar, bensín	14.880	L	2,3083	34
Fólksflutningabílar, dísil	556.088	L	2,7995	1.557
Bifhjól, bensín	35.881	L	2,2992	82
Rafbílar og tengiltvinnbílar, rafmagn	738	MWh	8,54	6
Raf- og tengiltvinn, flutn.töp (2,04%)	15	MWh	8,54	0
Vegasamgöngur samtals				33.730
Sjóflutningar, dísil	2.219.653	L	2,7748	6.159
Samgöngur á sjó og vötnum samtals				6.159
Flug, kerósín	411.340	L	2,5735	1.059
Samgöngur í lofti samtals				1.059
Orkunotkun í samgöngum samtals				40.948

³⁷ Umhverfisstofnun (2024c).

5.2.1 Vegasamgöngur

Orkunotkun í vegasamgöngum var áætluð út frá tölum Samgöngustofu um fjölda skráðra ökutækja í póstnúmerum á Austurlandi, skipt eftir ökutækjaflokkum og orkugjöfum.³⁸ 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.³⁹ Þær tölur fékk stofnunin úr svonefndum COPERT-gagnagrunni,⁴⁰ en þessar tölur eru m.a. lagðar til grundvallar við útreikninga fyrir landsbókhald Íslands. Þessar aksturstölur 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.⁴¹ Helstu niðurstöður þessarar talnaleitar má sjá í eftirfarandi töflu.

Tafla 9. Ökutæki á Austurlandi í árslok 2022, meðalakstur og orkunotkun.⁴²

Ökutækjaflokkar	Fjöldi	Meðalakstur (km/ár)	Orkukræfni
Fólksbílar			
Bensín	3.174	11.718	9,0 l/100km
Bensín -tvinn	118	17.198	6,0 l/100km
Bensín -tengiltvinn	296	13.902	6,3 l/100km
			6,0 kWh/100km
Dísill	3.128	20.521	6,8 l/100km
Dísill -tvinn	28	17.198	4,9 l/100km
Dísill -tengiltvinn	21	12.543	4,8 l/100km
			6,0 kWh/100km
Metan	9	15.051	9,6 Nm ³ /100km
Rafmagn	161	13.788	20,0 kWh/100km
Sendibílar (ldv)			
Bensín	104	11.195	10,9 l/100km
Dísill	730	19.360	8,7 l/100km
Metan	1	0	
Rafmagn	8	19.360	20,0 kWh/100km
Flutningabílar (hdv)			
Bensín	12	27.249	22,1 l/100km
Dísill	332	34.075	23,5 l/100km
Hópbílar			
Bensín	1	44.663	33,3 l/100km
Dísill	45	44.663	27,7 l/100km
Mótorhjól			
Bensín	285	4.320	2,9 l/100km
	8.453		

³⁸ Rafbréf frá Frumherja 11. mars 2024.

³⁹ Rafbréf frá Umhverfisstofnun 8. og 9. apríl 2024.

⁴⁰ COPERT (2024).

⁴¹ Umhverfisstofnun (2024).

⁴² Byggt á gögnum frá Samgöngustofu og Umhverfisstofnun.

Fræðilega séð væri hægt að sækja tölur um meðalakstur ökutækja í mismunandi flokkum í tölfræði Samgöngustofu.⁴³ 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 akstursthölur úr COPERT, einnig til að gæta samræmis við landsbókhaldið.

Ætla má að traustari upplýsingar um meðalakstur bifreiða í mismunandi flokkum fáiast 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

Eins og fram kemur í kafla 5.1.5 voru samtals 48.643.773 l af skipa- og flotaolíu fluttir til Austurlands árið 2022. Þar af notuðu fiskimjölsverksmiðjur á svæðinu 13.774.000 l, en ekki liggja fyrir upplýsingar um hvernig olía skiptist að öðru leyti á milli fiskiskipa og sjóflutninga. Hlutur sjóflutninganna var áætlaður gróflega út frá tölum í landsbókhaldi Íslands með því að gera ráð fyrir að hlutur Austurlands í olíunotkun sjóflutninga á Íslandi samsvaraði ¼ af allri olíunotkun vegna strandsiglinga. Hlutur sjóflutninga í olíunotkun Austurlands 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 Austurlandi 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 Austurlandi 2022,⁴⁴ en með „flughreyfingu“ er átt við flugtak eða landingu. Gögnin frá ISAVIA taka til þriggja flugvalla í landshlutanum, þ.e. á Egilsstöðum, Vopnafirði og Norðfirði. 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.

⁴³ Samgöngustofa (á.á.).

⁴⁴ Rafbréf frá ISAVIA 13. apríl 2024.

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.⁴⁵ Upplýsingar um eldsneytisnotkun hvernar tegundar voru síðan fengnar úr reiknivél Eurocontrol, Umhverfisstofnunar Evrópu (EEA) og EMEP, sem vísað er til í losunargagnagrunni EEA⁴⁶ og meðalnotkun þannig áætluð fyrir hvern þyngdarflokk. Í reiknivélinni var stuðst við sjálfgefin gildi Alþjóðflugmálastofnunarinnar (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).⁴⁷ 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 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 eldsneytistöður 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 10 sýnir fjölda LTO fyrir flugvélar í mismunandi þyngdarflokki á flugvöllum á Austurlandi 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 2024.⁴⁸

⁴⁵ Global Air (2024).

⁴⁶ Umhverfisstofnun Evrópu (EEA) (2023).

⁴⁷ Alþjóðflugmálastofnunin (ICAO) (á.á.).

⁴⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

Tafla 10. Fjöldi LTO, áætluð eldsneytisnotkun og reiknuð losun gróðurhúsalofttegunda vegna komu og brottfara flugvéla á flugvöllum á Austurlandi 2022.

Þyngd flugvéla (kg)	Eldsneyti (kg/LTO)	Egilsstaðir		Vopnafjörður		Norðfjörður		SAMTALS	
		LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)	LTO	Eldsneyti (kg)
0-2000 kg	30	16	465	0	0	0	0	16	465
02-10 þús.kg	75	237	17.775	249	18.675	57	4.275	543	40.725
10-20 þús.kg	230	590	135.585	4	920	1	230	595	136.735
20-30 þús.kg	250	451	112.750	0	0	0	0	451	112.750
30-40 þús.kg	350	1	350	0	0	0	0	1	350
40-50 þús.kg	450	21	9.450	0	0	0	0	21	9.450
50-60 þús.kg	550	2	1.100	0	0	0	0	2	1.100
60-70 þús.kg	650	0	0	0	0	0	0	0	0
70-80 þús.kg	750	7	5.250	0	0	0	0	7	5.250
80-90 þús.kg	850	14	11.900	0	0	0	0	14	11.900
90 þús.kg og yfir	1.500	4	6.000	0	0	0	0	4	6.000
Samtals		1.342	300.625	253	19.595	58	4.505	1.653	324.725
Snertilendingar	30	144	4.320	0	0	0	0	144	4.320
Kennsla/einkaflug	30	138	4.140	0	0	0	0	138	4.140
Samtals		1.624	309.085	253	19.595	58	4.505	1.935	333.185
Reiknuð losun									
kg CO₂íg/kg	3,1771								
Tonn CO₂íg			982		62		14		1.059

Eins og ráða má af töflunni voru um 333 tonn af flugvélaeldsneyti notuð við flugtök og landingar á Austurlandi 2022 miðað við þær forsendur sem lýst er hér að framan, en það samsvarar 411.340 l af flugvélaeldsneyti miðað við eðlismassann 0,81. Í gögnum Eyglóar um olúflutninga (Tafla 3) kemur fram að flugvellir í landshlutanum hafi samtals tekið við 361.986 l af flugvélaeldsneyti árið 2022,⁴⁹ en sú tala er um 12% lægri en reiknuð eldsneytisnotkun samkvæmt töflunni hér að framan. Þetta styður útreikningana frekar en hitt, þar sem líklegt má telja að stærri hluti þess eldsneytis sem brennt er í flugtökum og landingum á Austurlandi sé keyptur í öðrum landshlutum (þ.m.t. í Reykjavík) en sem nemur því eldsneyti sem keypt er á Austurlandi og brennt í flugtökum og landingum í öðrum landshlutum. Meðal annars af þessum sökum var einmitt ákveðið að byggja útreikningana á reiknaðri eldsneytisnotkun, í stað þess að nota eldsneytissöluaðferðina og reikna losun beint út frá magni eldsneytis sem flutt var til flugvallanna.

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 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

⁴⁹ Rafbréf frá Eygló 1. febrúar 2024.

úrgangsstraumar sem fara í endurvinnslu valdi engri beinni losun á Íslandi. Misjafnt sé hver endanlegur farvegur úrgangsstraumanna sé og því hafi þeir losunarstuðulinn núll.⁵⁰

Tölur um magn og afdrif úrgangs frá Austurlandi 2022 fengust annars vegar frá stærstu þjónustuaðilunum sem annast úrgangsþjónustu fyrir sveitarfélög og fyrirtæki á svæðinu og hins vegar frá starfsfólki sveitarfélaganna. Íslenska gámafélagið (ÍGF) sér um úrgangsþjónustu fyrir Múlaþing og Fljótsdalshrepp, Kubbur sér um sorphirðu frá heimilum í Fjarðabyggð. Hringrás og GS-lausnir sjá að mestu um aðra þjónustu fyrir Fjarðabyggð og Steiney ehf. sinnir þessum verkefnum fyrir Vopnafjarðarhrepp. Tölur um magn úrgangs eru í einhverjum tilvikum ónákvæmar, en það á þó einkum við um úrgang til endurvinnslu. Þessi ónákvæmni hefur því lítil áhrif á niðurstöðu útreikninga á losun.

Eftirfarandi tafla sýnir magn og afdrif úrgangs sem féll til í einstökum sveitarfélögum á Austurlandi 2022, með þeim takmörkunum sem að framan greinir, svo og reiknaða losun vegna meðhöndlunar úrgangsins.

Tafla 11. Magn og afdrif úrgangs frá Austurlandi 2022 og reiknuð losun vegna meðhöndlunar.

Sveitarfélag: Íbúar 1.1.2023	Vopnafjarðarhreppur			Múlaþing			Fljótsdalshreppur			Fjarðabyggð			Samtals			
	650			5.076			85			5.070			10.881			
Losunarstuðull	Magn	Pr. íbúa	Losun GH/L	Magn	Pr. íbúa	Losun GH/L	Magn	Pr. íbúa	Losun GH/L	Magn	Pr. íbúa	Losun GH/L	Magn	Pr. íbúa	Losun GH/L	
Tonn CO ₂ /tonn	kg	kg/lb	Tonn CO ₂ /g	kg	kg/lb	Tonn CO ₂ /g	kg	kg/lb	Tonn CO ₂ /g	kg	kg/lb	Tonn CO ₂ /g	kg	kg/lb	Tonn CO ₂ /g	
Urðun	1,1036	747.515	1.150	825	2.730.407	538	3.013	21.360	251	24	3.780.930	746	4.173	7.280.212	669	8.034
Brennsla í Köllu (spilliefni)	1,0415	2.000	3	2	17.056	3	18		0	0	28.469	6	30	47.525	4	50
Brennsla í Köllu (söttmengað)	0,9498		0	0	492	0	0		0	0		0	0	492	0	0
Orkuvinnsla erlendis	0		0	0	28.226	6	0	1.260	15	0		0	0	29.486	3	0
Jarðgerð	0,176		0	0	333.962	66	59	180	2	0	216.250	43	38	550.392	51	97
Endurvinnsla	0	50.000	77	0	1.299.867	256	0	3.040	36	0	444.523	88	0	1.797.430	165	0
Samtals		799.515	1.230	827	4.410.010	869	3.090	25.840	304	24	4.470.172	882	4.240	9.705.537	892	8.181

5.3.1 Urðun

Á Austurlandi eru starfræktir fjórir urðunarstaðir, þ.e.a.s. á Búðaröxl í Vopnafirði fyrir Vopnafjarðarhrepp, á Brandsbölum á Borgarfirði eystri fyrir Borgarfjörð, á Tjarnarlandi á Fljótsdalshéraði fyrir aðra hluta Múlaþings og fyrir Fljótsdalshrepp – og í Mýrdal í landi Þernuness í Reyðarfirði fyrir Fjarðabyggð. Allir þessir staðir teljast fremur litlir sem slíkir, en þar má að hámarki urða á bilinu 200-2.500 tonn af úrgangi á ári. Vegna smæðar staðanna hafa þeir ekki verið útbúnir með gassöfnunarkerfi, sem þýðir að losun metangass er væntanlega talsvert meiri en ella. Þetta getur þó 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.⁵¹ Sá stuðull er 1,1036 tonn CO₂/g/tonn og felur í sér einhvers konar meðaltal fyrir losun vegna urðunar á blönduðum úrgangi.

5.3.2 Brennsla, jarðgerð og endurvinnsla

Stuðlar fyrir mismunandi brennslu voru fengnir úr svonefndum CRF-töflum í losunarbókhaldi Íslands,⁵² en stuðull fyrir jarðgerð úr útgefnum losunarstuðlum.⁵³

⁵⁰ Umhverfisstofnun (2024b).

⁵¹ Sama heimild.

⁵² Umhverfisstofnun (2024c).

⁵³ Umhverfisstofnun (2024b).

5.3.3 Fráveituvatn

Auk losunar vegna jarðgerðar, brennslu og urðunar úrgangs losnar glaðloft (N₂O) úr fráveituvatni. Í landsskýrslu Íslands er gert ráð fyrir að úr fráveitum héraðs losni glaðloft sem samsvarar að meðaltali 10,9937 kg koldíoxíðsígilda á hvern íbúa á ári, (miðað við hnatthlýnunarmáttinn 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 N₂O.⁵⁴ Glaðloftslosunin frá 10.881 íbúa Austurlands reiknast samkvæmt þessu samsvara $10.881 \times 10,9937 = 119.623$ kg CO₂íg. Við þetta bætist síðan metanlosun sem gert er ráð fyrir að nemi 16,0419 kg koldíoxíðsígilda á hvern íbúa á ári. Metanlosun frá íbúum Austurlands var samkvæmt því $10.881 \times 16,0419 = 174.552$ kg CO₂íg og heildarlosun gróðurhúsalofttegunda frá fráveitu íbúabyggðar því $119.623 + 174.552 = 294.175$ kg = 294 tonn.

Við losun frá fráveitu íbúabyggðar bætist metanlosun úr fráveitu frá fiskvinnslu. Sú losun var einnig áætluð eins og gert er í landsskýrslu Íslands,⁵⁵ að teknu tilliti til hlutfalls íbúa Austurlands í íbúatölu landsins og hlutfalls heildarafla sem landað var á Austurlandi. Heildarlosun úr fráveitu frá fiskvinnslu í Austurlandi reiknaðist samkvæmt því vera 207 tonn.

Helstu niðurstöður útreikninga á losun vegna meðhöndlunar úrgangs frá Austurlandi 2022 eru dregnar saman í eftirfarandi töflu.

Tafla 12. Áætluð losun GHG vegna meðhöndlunar úrgangs frá Austurlandi 2022.

Tegund úrgangs	Kg	Losun (kg CO ₂ íg/kg)	Losun (tonn CO ₂ íg)
Urðun samtals (almennur úrgangur)	7.280.212	1,1036	8.034
Jarðgerð	550.392	0,176	97
Önnur endurvinnsla	1.797.430	0	0
Orkuvinnsla erlendis	29.486	0	0
Brennsla (förgun) samtals (sóttmengað)	492	0,9498	0
Brennsla (förgun) samtals (spilliefni)	47.525	1,0415	50
Fráveita frá íbúabyggð			294
Fráveita frá fiskvinnslu			207
Samtals			8.682

5.4 Iðnaður og efnanotkun

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. Álver Alcoa Fjarðaáls er eina fyrirtækið af þessu tagi á Austurlandi, en þar eru kolefnisrík rafskaut notuð við rafgreiningu á súráli. Ársframleiðsla Alcoa 2022 var samtals 331.574 tonn af áli.

⁵⁴ Umhverfisstofnun (2024c).

⁵⁵ Sama heimild.

Upplýsingar um losun gróðurhúsalofttegunda úr sjálfu ferlinu voru fengnar úr grænu bókhaldi fyrirtækisins,⁵⁶ en einnig var tekið mið af uppgjöri vegna evrópska viðskiptakerfisins með losunarheimildir (ETS).⁵⁷ Samkvæmt þessu nam losun koldíoxíðs frá ferlum álversins 504.951 tonni á árinu 2022, en rétt er að taka fram að losun vegna brennslu á olíu fellur undir staðbundna orkunotkun í losunarbókhaldi. Þessu til viðbótar losna flúorkolefni (PFC) sem myndast við spennuris í kerjum. Þessi losun samsvaraði 27.521 tonni CO₂íg á árinu 2022. Losun gróðurhúsalofttegunda frá ferlum álversins nam samkvæmt þessu 504.951+27.521 = 532.472 tonnum CO₂íg.

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 Austurlandi árið 2022 eru ekki aðgengilegar og því var magnið áætlað út frá losun á landsvísu skv. landsskýrslu Íslands.⁵⁸ 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 Austurlands í farartækjaflota landsmanna. Losun vegna kælimiðlanotkunar fiskiskipaflotans á Austurlandi 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 Austurlandi liggja ekki fyrir og því var magnið áætlað út frá notkun á landsvísu skv. landsskýrslu Íslands.⁵⁹ Glaðloft og önnur svæfingagös sem notuð eru á sjúkrastofnunum skipta einnig máli í þessu sambandi. Þar var hlutur sjúkrastofnana á Austurlandi áætlaður eftir íbúafjölda.

Auk þess sem hér hefur verið nefnt losnar gróðurhúsalofttegundin brennisteinshexaflúoríð (SF₆) í litlum mæli frá rofabúnaði álvers Alcoa Fjarðaáls. Samkvæmt grænu bókhaldi fyrirtækisins nam þessi losun 0,06 kg CO₂íg á hvert framleitt tonn á árinu,⁶⁰ sem jafngildir samtals 19.894 kg = 20 tonnum kg CO₂íg. SF₆ telst 23.500 sinnum öflugri gróðurhúsalofttegund en CO₂, þannig að þessi losun samsvarar því að 847 g af efninu hafi sloppið út. Þar að auki losnar SF₆ í nokkrum mæli frá spennuvirkjum þar

⁵⁶ Alcoa Fjarðaál (2023).

⁵⁷ Framkvæmdastjórn ESB (2024).

⁵⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

⁵⁹ Sama heimild.

⁶⁰ Alcoa Fjarðaál (2023).

sem virkjanir eru tengdar við flutningskerfi raforku. Hluttur Austurlands í þessari losun var áætlaður út frá tölum í landsskýrslu Íslands.⁶¹

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

Tafla 13. Áætluð losun GHG vegna efnanotkunar á Austurlandi 2022.

Efni	Áætlaður hluti Austurlands (tonn CO ₂ íg)
HFC-kælimiðlar, annað en fiskveiðar	2.478
HFC-kælimiðlar, fiskveiðar	9.403
HFC-drifefni (e. aerosols)	28
Glaðloft, sjúkrastofnanir o.fl.	48
Paraffínvax	9
Annað	115
SF6 (frá rofabúnaði)	561
Samtals	12.642

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 vege jórturdýr (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 Austurlandi eru aðgengilegar í Mælaborði landbúnaðarins.⁶² 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.⁶³ Þannig var til að mynda gert ráð fyrir að fjöldi sláturlamba á Austurlandi hafi verið sama hlutfall af fjölda fullorðinna áa eins og annars staðar á landinu. Í þessum útreikningum eru lömbin jafnframt umreiknuð í „árslömb“ til að endurspegla ætlaðan líftíma þeirra frá sauðburði fram í sláturtíð.

Við útreikninga á losun gróðurhúsalofttegunda vegna búfjánhalds voru notaðir sömu losunarstuðlar og landsskýrslu Íslands.⁶⁴ 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

⁶¹ Umhverfisstofnun (2024c).

⁶² Matvælaráðuneytið (2024).

⁶³ Umhverfisstofnun (2024c).

⁶⁴ Sama heimild.

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) í búfjáráburði, 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 búfjáráburði 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 og sundurliðaðar tölur um reiknaða losun gróðurhúsalofttegunda frá búfé í einstökum sveitarfélögum eru teknar saman í eftirfarandi töflu. Rétt er þó að taka fram að losun frá hverjum grip er mismunandi eftir aldri o.fl. og því getur breytileiki milli sveitarfélaga verið meiri en hér er gefið til kynna.

Tafla 14. Búfjárfjöldi á Austurlandi 2022 skv. Mælaborði landbúnaðarins (lambafjöldi áætlaður) og reiknuð losun gróðurhúsalofttegunda frá búfé og búfjáraburði.

	Vopnafjarðarhreppur		Múlaping		Fljótisdalshreppur		Fjarðabyggð		Samtals	
	Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)	Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)	Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)	Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)	Fjöldi	Losun (t/CO ₂ íg)
Æir	3.644		21.771		3.269		5.936		34.620	
Hrútar	164		864		101		224		1.353	0
Lambgímbrar	643		3.926		637		1.057		6.263	0
Lambhrútar	71		674		119		179		1.043	0
Lömb	2.754		16.451		2.470		4.486		26.161	
Sauðfé samtals	7.276	2.430	43.686	14.590	6.596	2.203	11.882	3.968	69.440	23.191
Kýr	112		749				112		973	
Geldneyti	84		951		3		107		1.145	
Kvígur	10		138		3		23		174	
Kvígukálfar	54		321		5		45		425	
Nautkálfar	29		519		7		42		597	
Holdakýr			102		17		16		135	
Nautgripir samtals	289	829	2.780	7.971	35	100	345	989	3.449	9.889
Hryssur	39		155		55		63		312	0
Hryssur óskráðar	30		154		59		24		267	0
Hestar geldir	10		115		11		40		176	0
Hestar geldir óskráðir	29		82		35		37		183	0
Fölöld	7		15		6		5		33	0
Fölöld óskráð	7		25		16				48	0
Stóðhestar	1		21		6		13		41	0
Stóðhestar óskráðir	4		18		2		1		25	0
Tryppi	10		71		10		20		111	0
Tryppi óskráð	89		47		14		6		156	0
Hross samtals	226	176	703	549	214	167	209	163	1.352	1.055
Geitur	4	1	142	40		0	33	9	179	51
Endur	12		10		7				29	0
Varphænsni	30		136		36		49		251	0
Lífungar	20		15		5				40	0
Fuglar samtals	62	1	161	2	48	1	49	1	320	4
Kanínur		0		0		0	17	1	17	1
Samtals		3.437		23.152		2.471		5.131		34.191

5.5.2 Landnotkun

Upplýsingar um flatarmál einstakra landflokka voru að grunni til fengnar úr svonefndum IGLUD-gagnagrunni. (The Icelandic Geographic Land Use Database).⁶⁵ 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.

⁶⁵ Rafbréf frá Land og skógur 5. mars 2024.

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 fyrirliggjandi gögnum um skiptingu lands á Austurlandi 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 landflokki, þ.e. í skógrækt, í landgræðslu, úr óræktaðum framræstum jarðvegi og úr ræktarlandi. Við útreikningana voru notaðir losunarstuðlar úr skýrslu Jóns Guðmundssonar frá árinu 2016 um losun frá landbúnaði,⁶⁶ að öðru leyti en því að stuðull fyrir ræktarland var reiknaður út frá upplýsingum í landsskýrslu Íslands 2024.⁶⁷

Tafla 15 sýnir skiptingu lands á Austurlandi í landflokka, ásamt losunarstuðlum og heildarlosun frá þeim fjórum landflokki 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. Mínustöður 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 Austurlandi. 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.

Tafla 15. Áætluð losun GHG vegna landnotkunar á Austurlandi 2022.

Landflokkur	Flatarmál (ha)	Losun (tonn CO ₂ íg/ha)	Losun (tonn CO ₂ íg)
Skógrækt eftir 1990	9.986	-6,20	-61.914
Landgræðsla eftir 1990	14.652	-2,10	-30.769
Óræktaður framræstur jarðvegur	17.580	19,50	342.810
Ræktarland	12.140	13,22	160.531
Aðrir landflokkar	1.512.493		
Samtals	1.566.851		410.659

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.

⁶⁶ Jón Guðmundsson (2016).

⁶⁷ Umhverfisstofnun (2024c).

Þar sem ekki lágu fyrir upplýsingar um áburðarnotkun í garðyrkju á Austurlandi 2022 var losun gróðurhúsalofttegunda (glaðlofts) vegna þessarar notkunar reiknuð út frá notkun á landsvísu – og byggt á þeirri ágiskun að hlutur Austurlands 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 (MgCO₃)), þvagefni (e. urea) (CO(NH₂)₂) og CAN (kalsíummammóníumnítrat).⁶⁸ Ýmist eru efnin notuð ein og sér eða sem hluti af áburðarblöndum. Ekki lágu fyrir upplýsingar um notkun þessara efna á Austurlandi og því var notkun þeirra áætluð út frá notkun á landsvísu skv. landsbókhaldi Íslands,⁶⁹ miðað við að umsvif í landbúnaði á Austurlandi væru 5,8% af umsvifum á landsvísu. Það hlutfall fékkst með því að skoða losun vegna búfjár og áburðar á Austurlandi 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 16. Notkun áburðar í garðyrkju á Austurlandi 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	291
Þvagefni	117.552	91
Samtals		622

5.6 Önnur losun á losunarsviði 3

Eins og fram hefur komið miðast losunarbókhald Austurlands 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 fylgifyskur allrar eldsneytisbrennslu. Þessi losun á sér einkum stað á vinnslusvæðinu sjálfu, við flutning hráolú til olfuhreinsistöðvar, í stöðinni og í flutningi til notenda. WTT-losunin er

⁶⁸ Umhverfisstofnun (2024c).

⁶⁹ Sama heimild.

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 Austurlandi 2022, sbr. grunntölur í köflum 5.1 og 5.2. Losunarstuðlar í töflunni voru sóttir í opinbera breska losunarstuðla.⁷⁰ Ekki var ráðist í frekari útreikninga á losun undir losunarsviði 3, að frátöldum þeim þáttum sem alla jafna 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 17. Losun vegna framleiðslu og flutnings eldsneytis (WTT) til brennslu á Austurlandi 2022.








Losunarpáttur	Magn (l)	Losunarstuðull (kg/l)	Losun (tonn CO ₂ íg)
WTT, staðbundið, dísilolía	49.391.870	0,63253	31.242
WTT, staðbundið, LPG	495.961	0,18383	91
WTT, staðbundið, bensín	81.150	0,60283	49
WTT, staðbundið, kerósín	10.168	0,52686	5
WTT, samgöngur, bensín	3.978.593	0,60283	2.398
WTT, samgöngur, dísilolía	10.416.378	0,62874	6.549
WTT, samgöngur, kerósín	411.340	0,52686	217
	64.785.460		40.552

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.

⁷⁰ UK Department for Energy Security and Net Zero (2023).

6 Niðurstöður og umfjöllun

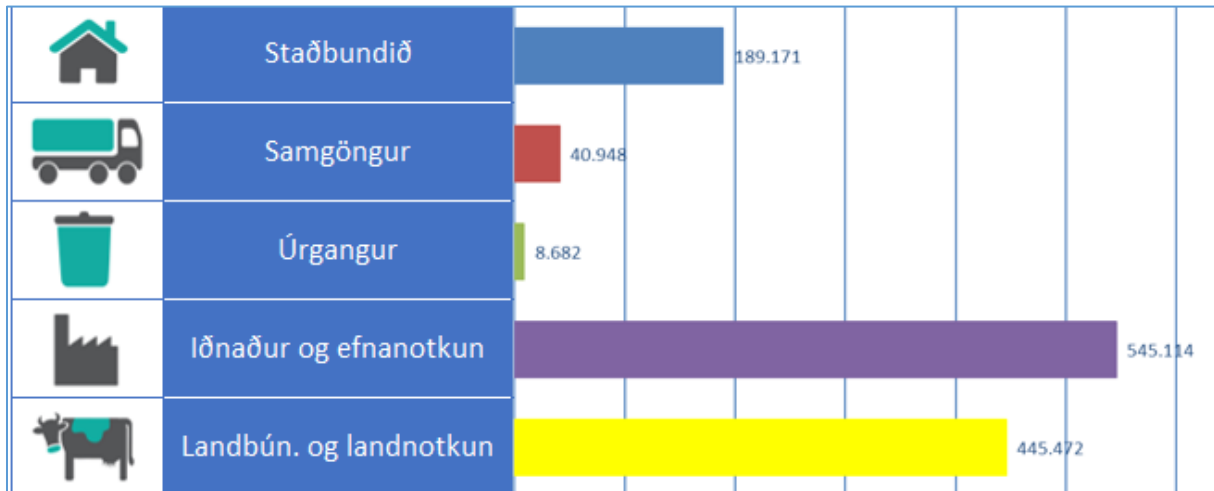
Mynd 3 sýnir heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi 2022, sbr. kafla 5.1 til 5.5 hér að framan. Myndin er fengin úr CIRIS-reiknilíkaninu (yfirskriftir þýddar af Environice). Á myndinni er losun skipt á milli yfirflokka fimm eftir losunarsviðum (sbr. kafla 4.1), auk þess sem sýnd er losun á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

SAMTÖLUR					
SVEITARFÉLAG:		Austurland		ÍBÚAFJÖLDI	10.881
UPPGJÖRSADFERÐ:		BASIC+		FLATARMÁL (km ²)	15.706
BÓKHALDSÁR:		2022		LANDSFRAML. (millj.\$)	
Tonn CO ₂ íg	BASIC+	Losunarsvið 1	Losunarsvið 2	Losunarsvið 3	
	Staðbundið	144.295	43.978	897	
	Samgöngur	40.942	6	0	
	Úrgangur	501		8.181	
	Iðnaður og efnanotkun	545.114			
	Landbún. og landnotkun	445.472			
	Annað				
	SAMTALS	1.229.386			
	Nýtnivísar	Á hvern íbúa	Á ferkílómetra (km ²)	M.v. framl. (GDP) (millj. USD)	
	Losun	113,0	78		

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

Eins og sjá má á myndinni hér að framan nam reiknuð nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi 2022 samtals 1.229.386 tonnum, eða um 113 tonnum á hvern íbúa. Til samanburðar nam losun Íslands 2022 (með landnotkun) um 33 tonnum á íbúa. Nánar er fjallað um þennan mikla mun í kafla 6.2 hér að neðan.

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



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

Tafla 18 hefur að geyma meira sundurliðaða samantekt á losun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi 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 18. Losun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi 2022. Samantekt.

Uppspretta losunar	Losun (t CO ₂ íg) samtals	Hlutfall af heild (%)
Staðbundin orkunotkun		
Íbúðarhúsnæði	774	0,06%
Atvinnuhúsnæði og stofnanir	779	0,06%
Iðnfyrirtæki og verktakar	84.627	6,88%
Orkuframleiðsla	0	0,00%
Landbúnaður, útgerð og fiskvinnsla	102.967	8,38%
Ótilgreindar uppsprettur	22	0,00%
Staðbundin orkunotkun samtals	189.171	15,39%
Samgöngur		
Vegasamgöngur	33.730	2,74%
Samgöngur á sjó og vötnum	6.159	0,50%
Samgöngur í lofti	1.059	0,09%
Orkunotkun í samgöngum samtals	40.948	3,33%
Meðhöndlun úrgangs		
Urðun úrgangs af svæðinu	8.034	0,65%
Jarðgerð úrgangs af svæðinu	97	0,01%
Brennsla úrgangs af svæðinu	50	0,00%
Fráveita frá íbúabyggð	294	0,02%
Fráveita frá fiskvinnslu	207	0,02%
Meðhöndlun úrgangs samtals	8.682	0,71%
Iðnaðarferlar og efnanotkun		
Iðnaðarferlar (Alcoa Fjarðaál)	532.472	43,31%
Efnanotkun	12.642	1,03%
Iðnaðarferlar og efnanotkun samtals	545.114	44,34%
Landbúnaður og landnotkun		
Búfé	34.191	2,78%
Landnotkun (LULUCF)	410.659	33,40%
Garðyrkja, kölkun o.fl.	622	0,05%
Landbúnaður og landnotkun samtals	445.472	36,24%
SAMTALS	1.229.386	100,00%

6.1 Stærstu losunarþættirnir

Eins og Tafla 18 sýnir má rekja um 77% af allri losun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi 2022 til iðnaðarferla álversins á Reyðarfirði og til landnotkunar. Þegar taflan er skoðuð sést jafnframt að níu stærstu losunarþættirnir standa fyrir samtals um 98,5% af allri losun í landshlutanum. Tafla 19 sýnir þessa níu þætti í stærðarröð.

Tafla 19. Níu stærstu losunarþættirnir á Austurlandi 2022.

Uppspretta losunar	Losun (t CO ₂ íg) samtals	Hlutfall af heild (%)
Iðnaðarferlar (Alcoa)	532.472	43,21%
Landnotkun (LULUCF)	410.658	33,40%
Útgerð (fiskiskip), skipaolía ⁷¹	99.039	8,06%
Rafmagn Alcoa ⁷²	41.767	3,40%
Fiskimjölsmiðjur (olía) ⁷³	37.973	3,09%
Búfé	34.191	2,78%
Vegasamgöngur, samtals	33.730	2,74%
Kælimiðlar ⁷⁴	11.881	0,97%
Urðun úrgangs	8.034	0,65%
SAMTALS	1.209.745	98,45%

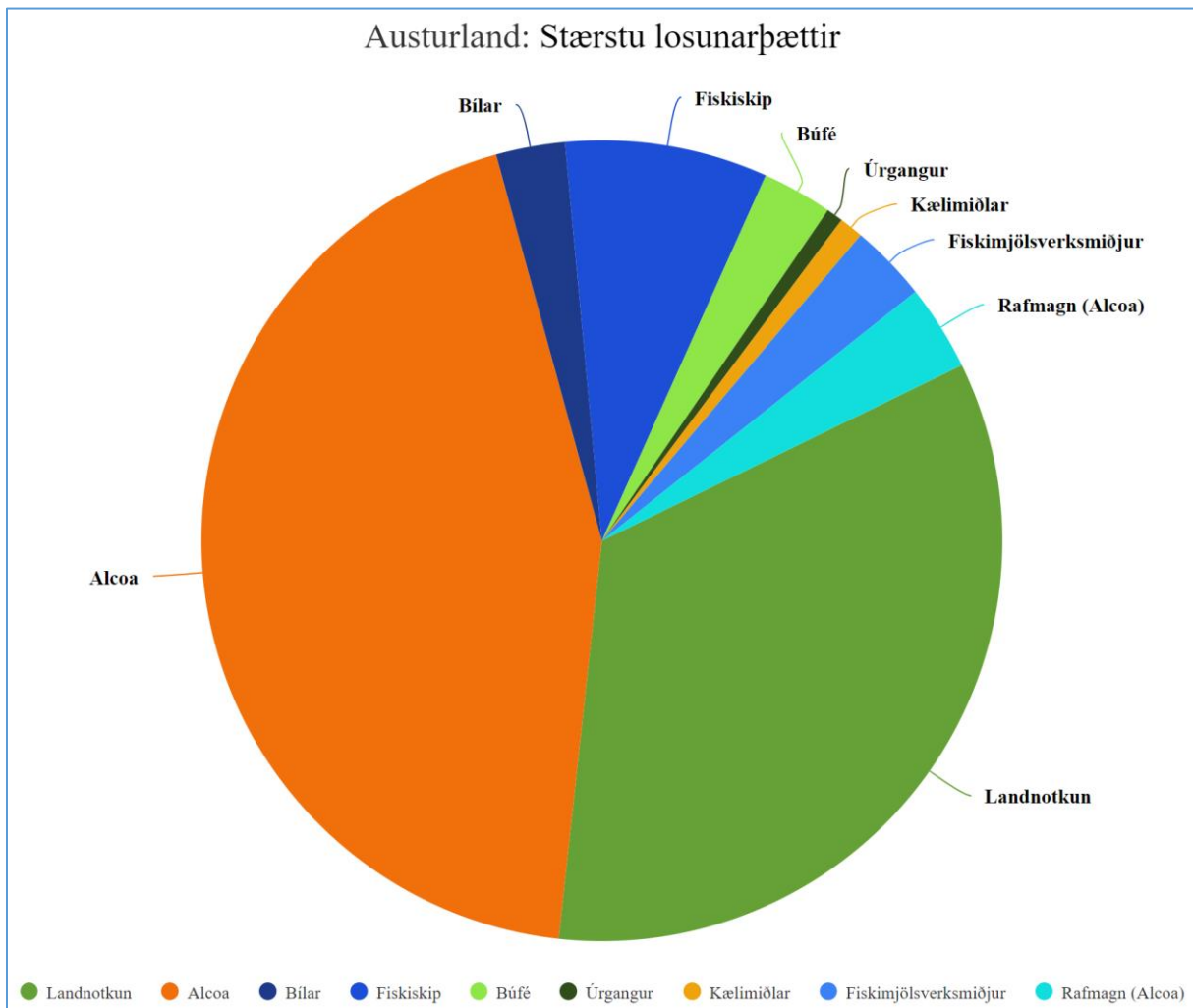
Mynd 5 sýnir þessa sömu losunarþætti myndrænt án tölugilda til að draga fram stærðarhlutföllin.

⁷¹ Innifalið í "Landbúnaður, útgerð og fiskvinnsla" í samantektartöflu.

⁷² Flutningstöp meðtalín. Innifalið í "Iðnfyrirtæki og verktakar" í samantektartöflu.

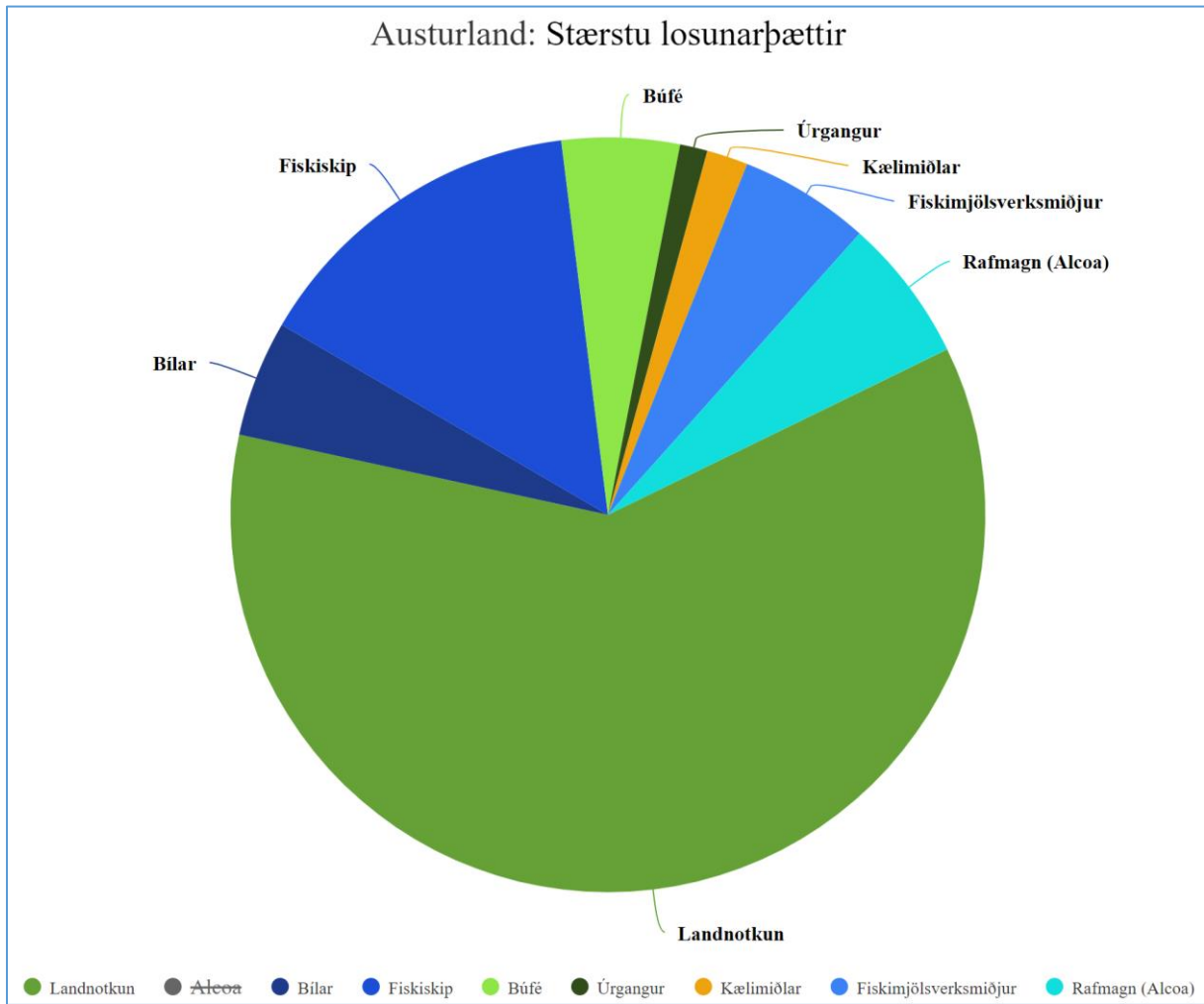
⁷³ Innifalið í "Iðnfyrirtæki og verktakar" í samantektartöflu.

⁷⁴ Innifalið í "Efnanotkun" í samantektartöflu.

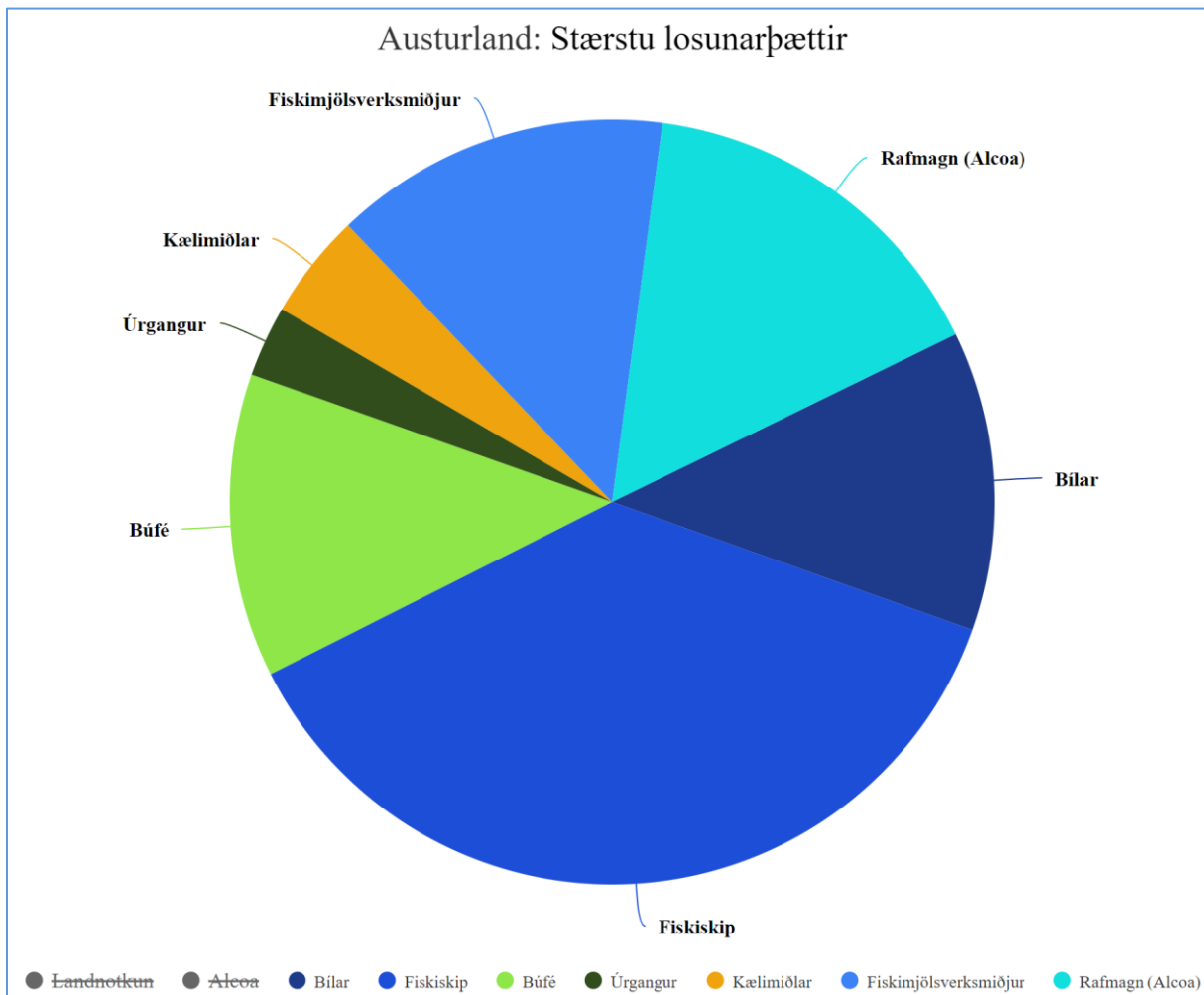


Mynd 5. Stærstu losunarþættirnir á Austurlandi 2022.

Á mynd sem þessari sést vel hversu yfirgnæfandi losun frá álveri Alcoa Fjarðaáls 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 ferlum álversins hefur verið tekin út úr myndinni og á Mynd 7 má sjá hlutföllin án stóriðju og landnotkunar.



Mynd 6. Stærstu losunarþættirnir á Austurlandi 2022, að álveri Alcoa undanskildu.



6.2 Samanburður við aðra landshluta

Eins og sjá má á myndunum og töflunum hér að framan nam reiknuð nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi 2022 samtals 1.229.386 tonnum, eða um 113 tonnum á hvern íbúa. Til samanburðar nam losun Íslands 2022 (með landnotkun) um 33 tonnum á íbúa. Skýringin á þessum mikla mun er einkum tvíþætt. Annars vegar er stærsta stóriðjuver landsins (Alcoa Fjarðaál) staðsett á Austurlandi. Losun frá ferlum álversins nam samtals 532.472 tonnum CO₂ig á árinu 2022, eða um 48,9 tonnum á hvern íbúa svæðisins. Þessi losun er eðli málsins samkvæmt margföld á við landsmeðaltalið þegar reiknað er út frá íbúafjölda. Hins vegar er losun frá landi á Austurlandi langt umfram landsmeðaltalið, rétt eins og á öðrum strjálbýlum svæðum. Reiknuð nettólosun frá landi á Austurlandi nam samtals 410.659 tonnum á árinu 2022, sem samsvarar 37,7 tonnum á hvern íbúa. Allir aðrir losunarþættir blikna í samanburði við þessa tvo, jafnvel þótt losun frá fiskiskipum, fiskimjölsværksmiðjum og raforkunotkun álversins vegi að vonum þungt.

Tafla 20 sýnir losun gróðurhúsalofttegunda frá helstu athöfnum á Austurlandi 2022 í samanburði við landsmeðaltalið skv. landsskýrslu Íslands.⁷⁵

⁷⁵ Umhverfisstofnun (2024c).

Tafla 20. Losun gróðurhúsalofttegunda frá helstu athöfnum á Austurlandi 2022 í samanburði við landsmeðaltal.

	Austurland	Ísland	Austurland	Ísland
	Losun samtals 2022 (tonn)		Losun pr.íbúa 2022 (tonn/íbúa)	
3% Íbúar 1.1.2023			10.881	375.218
10% Heildarlosun 2022	1.229.387	12.423.030	113,0	33,1
29% Stóriðja	532.472	1.867.460	48,9	5,0
5% Landnotkun	410.658	8.262.550	37,7	22,0
12% Samfélagslosun	286.257	2.293.020	26,3	6,1
25% Útgerð (fiskiskip), skipaolía	99.039	389.813	9,1	1,0
35% Rafmagn til stóriðju	41.767	118.976	3,8	0,3
55% Fiskimjölsværksmiðjur (olía)	37.973	68.759	3,5	0,2
6% Búfé	34.191	586.235	3,1	1,6
4% Vegasamgöngur, samtals	33.730	756.697	3,1	2,0
9% Kælimiðlar	11.881	132.309	1,1	0,4
4% Urðun úrgangs	8.034	200.235	0,7	0,5

Eins og Tafla 20 sýnir nam losun á Austurlandi 2022 rúmum 26 tonnum koldíoxíðgilda á hvern íbúa þegar landnotkun og stóriðja hafa verið tekin út fyrir sviga. Sambærileg tala fyrir landið allt er um 6 tonn á íbúa. Munurinn á þessum tölum skýrist einkum af fjórum þáttum. Í fyrsta lagi á Austurland mjög stóran hlut í fiskveiðum landsins og losun vegna fiskaskipaflota landshlutans nemur um 9,1 tonni á íbúa. Í öðru lagi nemur losun vegna raforkunotkunar álversins á Reyðarfirði um 3,8 tonnum á hvern íbúa í landshlutanum, en þessi losun er ekki meðtalin í losun frá stóriðju (sjá framar). Í þriðja lagi eru flestar fiskimjölsværksmiðjur landsins staðsettar á Austurlandi, og þar sem þær hafa keypt skerðanlega raforku hefur olía komið inn í vaxandi mæli sem orkugjafi síðustu ár. Losun af þessum sökum nam um 3,5 tonnum CO₂ig á hvern íbúa 2022. Og í fjórða lagi er losun frá búfé um 3,1 tonn á íbúa, en slík losun er eðli málsins samkvæmt langtum meiri á landsbyggðinni en á höfuðborgarsvæðinu. Munurinn á losun hvers íbúa á Austurlandi og losun „meðal-Íslendingins“ liggur því fyrst og fremst í eðli umsvifanna á svæðinu og verður ekki skýrður með því að einn landshluti standi sig betur en annar við að lágmarka losunina.

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.
2. Samfélagslosun. Hér er átt við losun frá daglegum athöfnum almennings og atvinnulífs, svo sem losun frá heimilum, þjónustu, samgöngum, landbúnaði, sjávarútvegi, smáíðnaði 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. Almennigur 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 21. 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 Austurlandi 2022. Rúmur helmingur þessarar losunar (fiskiskip, fiskimjölsverksmiðjur og bílar (vegasamgöngur)) stafar af brennslu jarðefnaeldsneytis. Útreikningar á losun vegna eldsneytisbrennslu byggja á tiltölulega einfaldri efnafræði og eru nánast lausir við óvissu, sé eldsneytismagnið á annað borð þekkt. 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. Nánar er fjallað um þetta efni í kafla 6.4.3.

Tæknilega séð er auðvelt að fyrirbyggja losun vegna brennslu á olú í fiskimjölsverksmiðjum, en þá þarf að tryggja að næg raforka sé til staðar og að flutningskerfið ráði við að koma henni á leiðarenda. Nánar er fjallað um þetta atriði í kafla 6.4.2.

Sveitarstjórnir og almenningur hafa ýmsar leiðir til að draga úr losun vegna vegasamgangna, þó að færstar þeirra séu fljótvirkar. Nánar er fjallað um þessar leiðir í kafla 6.4.4.

Sveitarstjórnir og almenningur hafa væntanlega 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.

Hvað olíunotkun fiskiskipa varðar má ætla að sveitarstjórnir og almenningur hafi takmarkaða möguleika til að stuðla að samdrætti í losun hennar vegna. Á þessu sviði hafa hins vegar orðið miklar framfarir 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.

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. Fljótverkasta 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.

Raforkunotkun Alcoa er í öllum aðalatriðum í föstu hlutfalli við framleiðslumagnið og þar á bæ er stöðugt unnið að því að nýta orkuna sem best. Sveitarstjórnir og almenningur hafa lítil áhrif á þennan þátt.

Stærstu tækifæri sveitarstjórna og almennings til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi liggja án nokkurs vafa í bættri landnýtingu. Þar er endurheimt votlendis efst á blaði. Samkvæmt fyrirliggjandi tölum nam losun frá óræktuðu framræstu votlendi á Austurlandi 342.810 tonnum á árinu 2022 (sjá kafla 5.5.2), sem samsvarar 31,5 tonnum á hvern íbúa landshlutans. Þessi losunartala er háð verulegri óvissu, en hún er þó óumdeilanlega langstærsti losunarþátturinn sem er tæknilega auðvelt að bregðast við og þar sem sveitarstjórnir og almenningur geta látið til sín taka og náð skjóttum árangri. Nánar er fjallað um þetta í kafla 6.4.1.

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 fjóra þætti, þar sem sveitarstjórnir og almenningur geta náð mestum og skjóttum árangri til að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda á Austurlandi:

1. Endurheimt votlendis
2. Rafvæðing fiskimjölsverksmiðja (á nýjan leik)
3. Endalok urðunar
4. Loftslagsvænni vegasamgöngur

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 Austurlandi liggja í endurheimt votlendis. 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, að iðnaðarferlum álversins undanskildum, kemst nálægt landnotkuninni í koldíoxíðígildum talið. Auk heldur eru

aðgerðir til að stöðva 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. Samkvæmt honum er flatarmál óræktaðs framræsts jarðvegs á Austurlandi samtals 17.580 ha.⁷⁶ Tafla 22 sýnir skiptingu þessa lands milli sveitarfélaga.

Tafla 22. Óræktaður framræstur jarðvegur á Austurlandi 2022 (skv. IGLUD-gagnagrunninum).

Sveitarfélag	Flatarmál (ha)	Losun (tonn CO ₂ íg)
Vopnafjarðarhreppur	2.848	55.536
Múlaping	12.302	239.889
Fljótsdalshreppur	332	6.474
Fjarðabyggð	2.098	40.911
Samtals	17.580	342.810

Rétt er að undirstrika að tölurnar í töflunni hér að framan 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 skurðgrefti.

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.⁷⁷ 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

⁷⁶ Tafla 15.

⁷⁷ Samráðshópur, 2016 (bls. 6-8).

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 leiða til útgjalda vegna kaupa á losunarheimildum.

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 útpenslu íbúðabyggðar en votlendissvæði fyrir ofan 200 m hæðarlínu, en þar geta hins vegar áform um aðra nýtingu stuðlað að röskun, svo sem virkjunarframkvæmdir, línulagnir, vegafamkvæmdir 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. Skyld 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 skyld 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 Rafvæðing fiskimjölsværksmiðja

Eins og fram hefur komið eru flestar fiskimjölsværksmiðjur landsins staðsettar á Austurlandi. Þær hafa lengi keypt skerðanlega raforku – og á síðustu misserum hafa skerðingar orðið tíðari og varað lengur en áður. Því hefur olía komið inn í vaxandi mæli sem orkugjafi. Losun af þessum sökum nam um 3,5 tonnum CO₂ig á hvern íbúa 2022. Tæknilega séð er auðvelt að fyrirbyggja losun enda voru værksmiðjurnar komnar langt í orkuskiptum áður en skerðingar á afhendingu raforku urðu eins afgerandi og nú. Til að koma í veg fyrir losun vegna olúbrennslu þarf að tryggja að næg raforka sé til staðar og að flutningskerfið ráði við að koma henni á leiðarenda. Til að svo megi verða þarf aðkomu stjórnvalda á landsvísu, en sveitarstjórnir geta vissulega beitt sér í málinu. Helstu samstarfsaðilar sem koma þyrftu að þessu verki eru yfirvöld orkumála á landsvísu, orkufyrirtæki, Landsnet, rekstraraðilar fiskimjölsværksmiðja og samtök þeirra. Þessi mál hafa verið mikið til umræðu síðustu misseri og eflaust er mikil vinna í gangi til að rafvæða værksmiðjurnar á nýjan leik. Hægt virðist þó ganga í þeirri viðleitni.

6.4.3 Endalok urðunar

Árið 2022 nam reiknuð losun vegna urðunar úrgangs frá íbúum og fyrirtækjum á Austurlandi 8.034 tonnum koldíoxíðígilda eða um 0,7 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.

6.4.4 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.⁷⁸

Til lengri tíma litið skipta skipulagsákvæðanir 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.

⁷⁸ 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“.⁷⁹ 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.

⁷⁹ 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 Austurlandi, 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 Austurlandi 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-eftirlitsskyrslur/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 Hallsdóttir (2024): *Skuldbindingar Íslands*. Grein á Himinnoghaf.is. <https://himinnoghaf.is/loftslagsmal/article/skuldbindingar-islands>.
4. Brim (2023): *Sjálfbærni og umhverfi*. <https://arsskyrsla2022.brim.is/is/sjalbbaerni-umhverfi>.
5. Byggðastofnun (2023): *Mælaborð. Sveitarfélagaskipan frá 1875*. <https://www.byggdastofnun.is/is/utgefid-efni/maelaborð/sveitarfelagaskipan>.
6. 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.
7. COPERT (2024): *COPERT*. <https://copert.emisia.com>.
8. Framkvæmdastjórn ESB (2024): *European Union Transaction Log*. <https://ec.europa.eu/clima/ets>.
9. Global Air (2024): *The aircraft for sale showcase*: <https://www.globalair.com/aircraft-for-sale>.
10. 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.
11. Hagstofa Íslands (2024): *Sveitarfélög og byggðakjarnar*. <https://hagstofa.is/talnaefni/ibuar/mannfjoldi/sveitarfelog-og-byggdajakjarnar>.
12. 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>.
13. 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.
14. Landmælingar Íslands (2024): *Vefsjár. Landupplýsingagátt*. <https://kort.lmi.is/mapview/?app=kort&lang=is>.
15. Landsnet (2023): *Ársskýrsla Landsnets 2022*. <https://www.landsnet.is/library/?itemid=0b77b500-d519-4340-a978-0d06d338a60c>.
16. Matvælaráðuneytið (2024): *Mælaborð landbúnaðarins*. <https://www.stjornarradid.is/verkefni/atvinnuvegir/landbunadur/maelaborð-landbunadarins->
17. Orkustofnun (2016): *Orkuspá Orkustofnunar 2016-2050*. Orkuspárnefnd, júlí 2016. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/orka>.
18. Orkustofnun (2023): *Varmanotkun á Íslandi 2022 eftir veitusvæðum*. OS-2023-T008-01. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/varmi>.
19. Orkustofnun (2024): *Orkuspá Orkustofnunar 2023-50: Orkuskipti og raforkuspá*. <https://orkustofnun.is/upplýsingar/talnaefni/orka>.
20. Samgöngustofa (á.á.): *Önnur tölfræði samgöngustofu*. <https://island.is/oennur-toelfraedi-samgoengustofu>.
21. Samráðshópur um endurheimt votlendis (2016): *Endurheimt votlendis. Aðgerðaáætlun. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 7. mars 2016*. https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF_skrar/sk160307_endurheimt_votlendis.pdf.

22. 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).
23. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið (2018): *Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum 2018-2030*. Fyrsta útgáfa, september 2018. <https://samradapi.island.is/api/Documents/77405feb-fbb4-e811-9448-005056850474>.
24. 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->.
25. 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>.
26. Umhverfisstofnun (2024b): *Losunarstuðlar*. 6. útg. - birt 29. janúar 2024. <https://ust.is/loft/losun-grodurhusaloftegunda/losunarstudlar>.
27. 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.
28. 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>.
29. Vistorka (á.á.): *Korter*. <https://korter.vistorka.is>.
30. 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 Austurlandi 2022

Uppspretta losunar	Losun (t CO ₂ íg) samtals	Hlutfall af heild (%)
Staðbundin orkunotkun		
Íbúðarhúsnæði		
Dísilolía	48	0,0039%
Gas	87	0,0071%
Rafmagn	627	0,0510%
Rafmagn - flutningstöp	13	0,0011%
Íbúðarhúsnæði samtals	775	0,0630%
Atvinnuhúsnæði og stofnanir		
Dísilolía	11	0,0009%
Gas	50	0,0041%
Rafmagn	704	0,0573%
Rafmagn - flutningstöp	14	0,0011%
Atvinnuhúsnæði og stofnanir samtals	779	0,0634%
Iðnfyrirtæki og verktakar		
Dísilolía vélar/verktakar	1.058	0,0861%
Dísilolía fiskimjölsverksmiðjur	37.973	3,0888%
Dísilolía Alcoa	1.263	0,1027%
Dísilolía annar iðnaður	490	0,0399%
Gas Alcoa	444	0,0361%
Gas annar iðnaður	28	0,0023%
Rafmagn fiskimjöl og annar iðnaður	1.573	0,1279%
Rafmagn Alcoa	40.932	3,3295%
Flutningstöp fiskimjöl og annar iðn.	32	0,0026%
Flutningstöp Alcoa	835	0,0679%
Iðnfyrirtæki og verktakar samtals	84.628	6,8838%
Orkuframleiðsla	0	0,0000%
Landbúnaður, útgerð og fiskvinnsla		
Dísilolía fiskiskip	99.039	8,0560%
Dísilolía dráttarvélar	3.595	0,2924%
Bensín torfærutæki	187	0,0152%
Gas	1	0,0001%
Rafmagn	143	0,0116%
Flutningstöp	3	0,0002%
Landb., útgerð og fiskvinnsla samtals	102.968	8,3756%
Ótilgreindar uppsprettur		
Dísilolía	15	0,0012%
Kerósín	7	0,0006%
Gas	1	0,0001%
Ótilgreindar uppsprettur samtals	23	0,0019%
STAÐBUNDIN ORKUNOTKUN SAMT.	189.173	15,3876%

Orkunotkun í samgöngum		
Vegasamgöngur		
Bensín fólk bílar	8.573	0,6973%
Dísilolía fólk bílar	12.191	0,9916%
Metangas fólk bílar	0	0,0000%
Bensín sendibílar	292	0,0238%
Dísilolía sendibílar	3.392	0,2759%
Bensín flutningabílar	167	0,0136%
Dísilolía flutningabílar	7.436	0,6049%
Bensín fólkflutningabílar	34	0,0028%
Dísilolía fólkflutningabílar	1.557	0,1266%
Bensín mótórhjól	82	0,0067%
Rafmagn	6	0,0005%
Flutningstöp	0	0,0000%
Vegasamgöngur samtals	33.730	2,7436%
Samgöngur á sjó og vötnum		
Dísilolía strandsiglingar	6.159	0,5010%
Rafmagn hafnir	0	0,0000%
Flutningstöp hafnir	0	0,0000%
Samgöngur á sjó og vötnum samtals	6.159	0,5010%
Samgöngur í lofti		
Kerósín flugvélar	1.059	0,0861%
Samgöngur í lofti samtals	1.059	0,0861%
ORKUNOTKUN Í SAMGÖNGUM SAMT.	40.948	3,3308%
Meðhöndlun úrgangs		
Urðun	8.034	0,6535%
Jarðgerð	97	0,0079%
Brennsla sóttmengað	0	0,0000%
Brennsla spilliefni	49	0,0040%
Fráveita frá íbúðarhúsnæði	294	0,0239%
Fráveita frá iðnaði	207	0,0168%
MEÐHÖNDLUN ÚRGANGS SAMTALS	8.681	0,7061%
Iðnaðarferlar og efnanotkun		
Iðnaðarferlar		
Alcoa framleiðsluferill	532.472	43,3120%
Iðnaðarferlar samtals	532.472	43,3120%
Efnanotkun		
Kælimiðlar annað en fiskskip	2.478	0,2016%
Kælimiðlar fiskiskip	9.403	0,7649%
Drifefni (aerosols)	28	0,0023%
Glaðloft - sjúkrastofnanir	48	0,0039%
Paraffínvax	9	0,0007%
Annað	115	0,0094%
Rafbúnaður (SF6)	561	0,0457%
Efnanotkun samtals	12.642	1,0283%
IÐN.FERLAR OG EFNANOTKUN SAMT.	545.114	44,3403%

Landbúnaður og landnotkun		
Búfé		
Sauðfé	23.191	1,8864%
Nautgripir	9.889	0,8044%
Alifuglar	4	0,0003%
Hross	1.055	0,0858%
Geitur	51	0,0041%
Kanínur	1	0,0001%
Búfé samtals	34.191	2,7811%
Landnotkun		
Skógrækt eftir 1990	-61.914	-5,0362%
Landgræðsla eftir 1990	-30.769	-2,5028%
Óræktaður framræstur jarðvegur	342.810	27,8846%
Ræktarland	160.531	13,0578%
Landnotkun samtals	410.658	33,4035%
Garðyrkja, kölkun o.fl.		
Tilbúinn áburður (N2O bein losun)	191	0,0155%
Tilbúinn áburður (N2O óbein losun)	49	0,0040%
Kalk og annar áburður með kolefni	291	0,0237%
bvagefni (Urea)	91	0,0074%
Garðyrkja, kölkun o.fl. samtals	622	0,0506%
LANDBÚN. OG LANDNOKTUN SAMT.	445.471	36,2352%
SAMTALS ALLS	1.229.387	100,00%