



Úttekt á grænu bókhaldi Landsvirkjunar

Möguleiki til samrýmingar við Greenhouse Gas Protocol

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2019-039

Dags: 26.4.2018

Fjöldi síðna: 36

Upplag: rafrænt

Dreifing:

- ☒ Birt á vef LV
- ☒ Opin
- ☐ Takmörkuð til

Titill: Úttekt á grænu bókhaldi Landsvirkjunar - Möguleiki til samrýmingar við Greenhouse Gas Protocol

Höfundar/fyrirtæki: Dr. Hafþór Ægir Sigurjónsson, Dr. Reynir Smári Atlason, Birgir Örn Smárason og Daði Hall / Circular Solutions

Verkefnisstjóri: Jóhanna Hlín Auðunsdóttir

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Kolefnisbókhald Landsvirkjunar er hér tekið út og borið saman við staðla Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Fjallað er um undirstöðuatriði staðalsins, og meginreglur hans eru útskýrðar og útlistaðar. Farið er yfir einstaka liði kolefnisbókhaldsins, þeir bornir saman við kröfur GHG Protocol og hvaða aðgerðir þurfa að eiga sér stað svo staðlarnir séu uppfylltir. Niðurstöður benda til þess að nokkuð vel sé haldið utan um helstu þætti sem snúa að kolefnisbókhaldinu en mikið vantar uppá að GHG Protocol stöðlum sé fylgt bæði hvað varðar losunina sjálfa og mótvægisáðgerðir. Það þarf að laga allt verklag kolefnisbókhaldsins, þ.e.a.s. skilgreiningu á mörkum fyrirtækisins, umfangi starfseminnar og hvernig meginreglum GHG Protocol er fylgt í greiningum og eftirfylgni. Þá eru þeir þættir sem hafa mestu óvissuna að sama skapi þeir sem vega hvað þyngst í losunarbókhaldinu, þ.e. útblástur frá jarðvarmavirkjunum og lónum. Einnig er mikil óvissa varðandi reikninga á bindingu vegna mótvægisáðgerða, t.d. vegna landgræðsluverkefna. Þessi úttekt reifar einnig hvaða þættir eru ekki teknir fyrir í núverandi bókhaldi Landsvirkjunar en skulu teknir fram samkvæmt GHG Protocol.

Lykilorð: Greenhouse Gas Protocol, Kolefnisbókhald, Gróðurhúsalofttegundir, Losun, Mótvægisáðgerðir

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in dark ink, reading "Jóhanna Hlín Auðunsdóttir", written over a horizontal line.

Úttekt á grænu bókhaldi Landsvirkjunar

Möguleiki til samrýmingar við Greenhouse Gas
Protocol

Efnisyfirlit

1	Inngangur	5
1.1	Greenhouse Gas Protocol	5
2	Meginreglur GHG protocol	6
2.1	Ytri mörk fyrirtækisins	8
2.2	Umfang starfseminnar	8
2.3	Losun rakin yfir tímabil	10
2.4	Skýrsla kolefnisbókhalds	10
2.5	Verkefni fyrir mótvægisaðgerðir	12
2.6	Skýrsla mótvægisaðgerða	13
3	Kolefnisbókhald Landsvirkjunar 2017	13
3.1	Aðferðarfræði borin saman við GHG Protocol	14
4	Úttekt á einstökum liðum	16
4.1	Jarðvarmi	16
4.2	Uppistöðulón	18
4.3	Eldsneyti	19
4.4	Flugferðir starfsmanna	23
4.5	Úrgangsmál	26
4.6	Rafbúnaður	29
5	Binding Kolefnis	30
5.1	Skógrækt og landgræðsla	30
5.2	Áburðardreifing	33
6	Atriði sem vantar í kolefnisbókhald Landsvirkjunar	34
6.1	Rafmagnsnotkun	34
6.2	Heitavatnsnotkun	34
6.3	Ferðavenjur starfsfólks	34
6.4	Losun vegna framkvæmda	35
7	Heimildir	35

Samantekt

Hér gefur að líta úttekt á kolefnisbókhaldu Landsvirkjunar sem er hluti af græna bókhaldu þeirra. Það er borið saman við staðla Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). Fjallað er um undirstöðuatriði staðalsins, og meginreglur hans eru útskýrðar og útlistaðar. Farið er yfir einstaka liði græna bókhaldsins, þeir bornir saman við kröfur GHG Protocol og hvaða aðgerðir þurfa að eiga sér stað svo staðlarnir séu uppfylltir.

Niðurstöður benda til þess að nokkuð vel sé haldið utan um helstu þætti sem snúast að kolefnisbókhaldu en mikið vantar uppá að GHG Protocol stöðlum sé fylgt bæði hvað varðar losunina sjálfa og mótvægisáðgerðir. Það þarf að laga allt verklag sem kemur að kolefnisbókhaldu, þ.e.a.s. skilgreiningu á mörkum fyrirtækisins, umfangi starfseminnar og hvernig meginreglum GHG Protocol er fylgt í greiningum og eftirfylgni. Þá eru þeir þættir sem hafa mestu óvissuna að sama skapi þeir sem vega hvað þyngst í losunarbókhaldu, þ.e. útblástur frá jarðvarmavirkjunum og lónum. Einnig er mikil óvissa varðandi reikninga á bindingu vegna mótvægisáðgerða, t.d. vegna landgræðsluverkefna. Óvissa þessara þátta gerir niðurstöður græns bókhalds Landsvirkjunar óáreiðanlegri en þurfa þykir ef nota á niðurstöðurnar á alþjóðavettvangi.

Þessi úttekt reifar einnig hvaða þættir eru ekki teknir fyrir í núverandi bókhaldu Landsvirkjunar en skulu teknir fram samkvæmt GHG Protocol. Hér má helst telja til umhverfisáhrif vegna ferða starfsfólks, umhverfisáhrif vegna framleiðslu á aðföngum (t.d. við byggingu virkjana) og umhverfisáhrif vegna framleiðslu á hita og rafmagni sem notað er af fyrirtækinu.

Fyrir hönd Circular Solutions ehf.

Dr. Hafþór Ægir Sigurjónsson

Dr. Reynir Smári Atlason

Birgir Örn Smáráson

Daði Hall

1 Inngangur

Landsvirkjun réð Circular Solutions ehf. til þess að taka út kolefnisbókhald Landsvirkjunar sem er að finna í grænu bókhaldi fyrirtækisins fyrir árið 2017. Í þessari skýrslu er heildarvinna og aðferðarfræði við útfærslu kolefnissporsins í grænu bókhaldi borin saman við meginreglur GHG Protocol. Farið yfir þá nálgun sem notuð er til þess að reikna þann hluta kolefnissporsins sem nú þegar er metinn og borið saman við aðferðafræði GHG Protocol. Þá er einnig farið yfir hvað af umfangi Landvirkjunar er greint og borið saman við skilgreiningar á umfangi 1, 2 og 3 í GHG Protocol. Þessi skýrsla fjallar um eftirfarandi atriði;

- Meginreglur GHG Protocol þar sem gefið er yfirlit yfir reglur staðalsins.
- Kolefnisbókhald Landsvirkjunar borið saman við GHG Protocol og hvað megi betur fara.
- Úttekt á einstökum liðum sem er að finna í grænu bókhaldi Landsvirkjunar árið 2017.
- Binding kolefnis þar sem gerð er úttekt á mótvægisaðgerðum Landsvirkjunar.
- Atriði sem vantar í kolefnisbókhald Landsvirkjunar.

Í öllum þessum köflum er lagt upp með að skila greinagóðum lýsingum á því hvað þarf að laga til þess að standast GHG Protocol staðalinn.

Fyrst skal þó gefa stutta lýsingu á staðlinum og hvers vegna hann er notaður.

1.1 Greenhouse Gas Protocol

Greenhouse Gas (GHG) Protocol var komið á legg árið 1998 þegar World Resource Institute (WRI) og World Business Council for Sustainable Development (WBCS) fundu fyrir þörfinni að búa til alþjóðlegan staðal fyrir fyrirtæki til þessa að veita upplýsingar um losun gróðurhúsalofttegunda (GHL) [1]. GHG Protocol er með tvo staðla, einn fyrir bókun á losun GHL frá rekstri og í virðiskeðju fyrirtækja (corporate standard) og annan fyrir mótvægisaðgerðir (project standard).

Áður en GHG Protocol var sett fram var ekki til neinn samræmdur alþjóðlegur staðall eða regluverk varðandi upplýsingagjöf um losun GHL frá fyrirtækjum og stofnunum. Í dag er GHG Protocol alþjóðlega viðurkenndur staðall sem nánast allir þeir vettvangar sem eru í boði fyrir upplýsingargjöf um GHL losun fyrirtækja og stofnana notast við. Árið 2016 notuðu 92% af þeim Fortune 500 fyrirtækjum sem skiluðu inn gögnum til Carbon Disclosure Project (CDP) GHG Protocol beint eða óbeint [1]. GHG Protocol aðferðarfræðin er einnig notuð sem

grundvöllur í öðrum stöðlum og viðmiðum tengdum umhverfis- og samfélagsmálum fyrirtækja, t.d. Global Reporting Initiative (GRI) og ISO 14064-I (Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of GHG emissions and Removals) [1]. Festa, miðstöð um samfélagsábyrgð fyrirtækja bendir aðildarfélögum sínum einnig á að notast við GHG Protocol þegar útblástur frá rekstri er áætlaður. Einfalt töl hefur verið sett saman af Festu svo fyrirtæki geti hafist handa við slíka útreikninga með aðferðafræði GHG Protocol. Tólið er þó enn einfalt í sniðum og nýtist stærri fyrirtækjum í viðamiklum rekstri líklega lítið.

Fyrirtæki og stofnanir hafa mismunandi ástæður fyrir notkun GHG protocol, en aðalástæðan er undirbúningur fyrir skilvirka þáttöku í alþjóðlegum markaði fyrir losunarheimildir GHG [1]. Einnig eru aðrar ástæður mikilvægar, t.d. að koma til móts við kröfur hagsmunaaðila og viðskiptavini, en einnig til þess að draga úr áhættunni á því að nota óstöðugar auðlindir [1]. Markmið GHG Protocol er að stuðla að samræmdum vettvangi fyrir trúverðugri og gagnsærri upplýsingagjöf varðandi losun GHG frá fyrirtækjum og minnkun GHG losunar í mótvægisáðgerðum. Undirstaðlar GHG Protocol sem skoðaðir eru í samhengi þessarar skýrslu eru sex talsins og taka fyrir, með töluverðri nákvæmni, hvernig skal reikna útblástur frá rekstri fyrirtækja með aðferðafræðinni.

GHG Protocol er opinn á vefnum án endurgjalds, skrifaður á töluvert auðskiljanlegu máli og byggir á aðferðum og upplýsingum sem hafa verið ritrýndar og sannreyndar í sex skýrslum sem innihalda reglur sem skal fara eftir og leiðbeiningar sem hægt er að nota til hliðsjónar.

2 Meginreglur GHG protocol

Meginreglurnar eru skilgreindar hér að neðan í greinagóðri samantekt svo hægt sé að vitna í þær í umfjöllun um ákveðna liði í köflunum sem fylgja. Þetta er gert til þess að gera úttektina skýra og nothæfa fyrir Landsvirkjun. Meginreglurnar eru 5 í fyrirtækjastaðlinum (corporate standard) og 6 í verkefnastaðlinum fyrir mótvægisáðgerðir (project standard). Það er mikilvægt að kolefnisbókhaldið sé lýsandi fyrir starfsemi fyrirtækisins og sé þannig **viðeigandi**, að **heilleika** sé gætt við greiningu kolefnissporsins með því að innihalda alla starfssemi fyrirtækisins og að greiningar séu djúpar og ýtarlegar. Einnig skal ganga úr skugga um að upplýsingar um kolefnissporið séu **samhæfðar** milli ára og þannig samanburðarhæfar og **gagnsæjar** með tilvitnanir í skýrslur og greinar þar sem aðferðafræði er gerð skil. Einnig er mikilvægt að **nákvæmni** niðurstaðna í greiningu sé eins góð og raunhæft er. Ef óvissa er samt

sem áður mikil er mikilvægt að gæta **varfærni** og passa þannig vanmat á losun og ofmat á mótvægisáðgerðum. Hér að neðan eru gerð frekari skil á þessum meginreglum.

Viðeigandi (corporate and project standard)

Tryggja að kolefnisbókhaldið endurspegli GHJ losun fyrirtækisins og þjónusti ákvörðunartöku innan sem utan fyrirtækisins. Mikilvægur hluti þess að kolefnisbókhald er fært á viðeigandi hátt er að skilgreina ytri mörk fyrirtækisins á þann hátt að það sem er innan þess endurspegli raunverulegt umfang en ekki einungis lagalegt form þess. Sjá nánar að neðan í kafla 2.1 um ytri mörk fyrirtækis og kafla 2.2 um umfang starfseminnar [2,3].

Heilleiki (corporate and project standard)

Halda utan um og upplýsa um alla GHJ upprunavalda og starfsemi innan um ákvörðuð bókunarmörk. Upplýsa og réttlæta allar sérstæðar útilokanir. Það er mikilvægt að losun sem ekki hefur verið áætluð eða er áætluð með ófullnægjandi nákvæmni sé kyrfilega skilgreind og réttlætt. Í þessu samhengi er mikilvægt að hafa yfirsýn yfir hversu þýðingarmiklar ákveðnar upplýsingar sem eru í bókhaldinu eru í heildarsamhenginu. Það er hægt að meta með því að ákvarða hvort að ákveðnar upplýsingar geti mögulega verið tengdar ákvörðunartöku [2,3].

Samhæfni (corporate and project standard)

Nota samhæfða aðferðarfræði til þess að leyfa samanburð milli ára. Upplýsa og réttlæta á gagnsæjan hátt um breytingar á gögnum, losunarmörkum, aðferðarfræði og annarra þátta í tímaröðinni. Nánar er getið um samhæfni í kafla 2.3 um losun rakin yfir tímabil hér að neðan [2,3].

Gagnsæi (corporate and project standard)

Upplýsa um öll mál á gagnsæjan hátt sem byggt er á skýru endurskoðunarferli. Upplýsa um allar forsendur og gera skýrar tilvitnanir fyrir bókfærða losun, þær reikniaðferðir sem eru notaðar og þau gögn sem eru notuð þar sem við á [2,3].

Nákvæmni (corporate and project standard)

Tryggja eins vel og raunhæft er að bókfærð losun sé ekki yfir né undir raunverulegri losun og minnka óvissu eins og kostur er. Nákvæmnin þarf að vera nægilega góð til þess að notendur upplýsinganna geti notað þær til ákvörðunartöku og treyst því að forsendur séu réttar [2,3].

Varfærni (*project standard*)

Nota varlega áætlaðar forsendur, gildi og aðferðir þegar óvissa er mikil. Mótvægisaðgerðir við losun GHG mega ekki vera ofmetnar. Notast skal við forsendur, gildi og aðferðir sem eru líklegri til þess að vanmeta en ofmeta mótvægisaðgerðir þegar óvissan er mikil og ekki er auðveldlega hægt að minnka hana [3].

2.1 Ytri mörk fyrirtækisins

Ytri mörk fyrirtækisins þurfa að vera skilgreind á ákveðinn hátt. Hægt er að velja um tvær nálganir, eignarhalds- eða stjórnunar nálgun. Þetta er gert til þess að draga mörkin á skýran og ákveðinn hátt milli eigna í eignasafni. Til þess að gæta samræmis þá er það móðufyrirtækið sem ákveður ytri mörkin sem svo dótturfyrirtæki og önnur félög í eigu þess fara eftir [2].

Með eignarhaldsnálgun eru ytri mörk fyrirtækisins dregin við eignarhlut, þannig að losun frá dótturfélögum og öðrum félögum í eigu fyrirtækisins eru með í kolefnisbókhaldinu í sama hlutfalli og eignarhluturinn er [2].

Í stjórnunarnálguninni er öll losun frá starfsemi sem stjórnað er af fyrirtækinu skráð í kolefnisbókhald þess. Losun frá félagi í eigu fyrirtækisins sem það stjórnar ekki er ekki með í kolefnisbókhaldinu. Stjórnunarnálguninni er skipt í tvennt, fjárhagsleg stjórnun og rekstrarleg stjórnun. Velja þarf því annað hvort fjárhagslegu stjórnunar- eða rekstrarlegu stjórnunaraðferðina. Fjárhagsleg stjórnun er skilgreind af GHG Protocol þannig að fyrirtæki A hafi fjárhagslega stjórnun á fyrirtæki B og hafi vald til að stýra stjórnarháttum þess á þann veg að fyrirtæki A fjárhagslega hagnist á starfsemi B. Rekstrarleg stjórnun er skilgreind í GHG Protocol þannig að fyrirtæki hefur rekstrarlega stjórnun á öðru ef það hefur fulla heimild til þess að stýra rekstrarlegum stjórnarháttum þess [2].

Ef tvö fyrirtæki eru í sameiginlegri starfsemi þá er hægt að gera samning um eignarhald á losuninni. Upplýsingar um slíka samninga þurfa að vera aðgengilegar, þ.e.a.s. lýsing á samningnum og hlutfallslegri skiptingu losunarinnar.

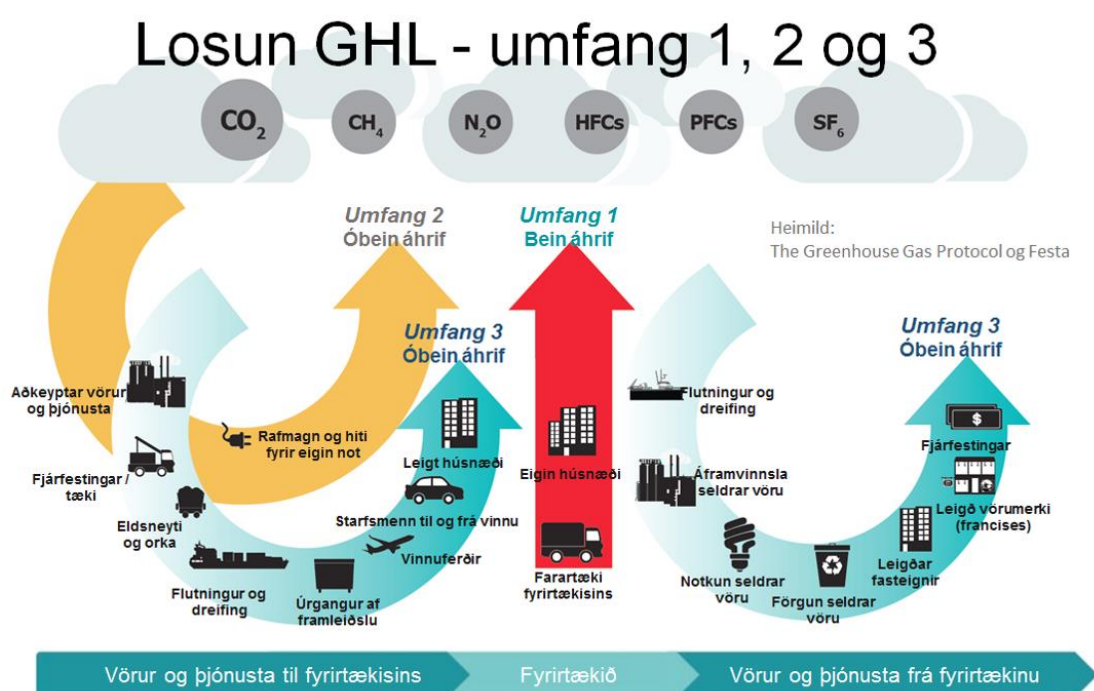
2.2 Umfang starfseminnar

Þegar ytri mörk fyrirtækisins hefur verið skilgreint þá þarf að skilgreina umfang starfseminnar innan þessa marka. Hér er losun GHG flokkuð sem bein og óbein losun, óbein losun er svo

flokkuð eftir því hvernig sú losun verður til. Sýna þarf losunina sundurliðaða eftir þessum flokkum.

Bein losun er skilgreind af GHG Protocol sem losun sem á uppruna úr búnaði eða auðlind í eigu, eða er stjórnað af fyrirtækinu. Óbein losun er skilgreind sem losun sem á sér stað vegna starfsemi fyrirtækisins en á uppruna í búnaði sem er í eigu eða er stýrt af öðru fyrirtæki. Skilgreiningin á beinni og óbeinni losun fer eftir skilgreiningu á ytri mörkum fyrirtækisins (sjá kafla 2.1 um ytri mörk fyrirtækis hér að ofan). Umfang starfsemi fyrirtækis í kolefnisbókhaldi sem fylgir GHG Protocol er skipt í þrjá flokka, þ.e.a.s. umfang 1, umfang 2 og umfang 3. Þessi flokkun er skilgreind til þess að forðast tvíbókun í sama flokk, þetta á sérstaklega við um umfang 1 og 2 [2].

Umfang 1 inniheldur alla losun sem er skilgreind sem bein losun. Þetta á meðal annars við um losun vegna bruna á eldsneyti, í kötlum, bifreiðum, ofnum, o.s.frv. Losun í framleiðslu á vörum fyrirtækisins úr eigin/stýrðum búnaði eða auðlindum er í umfangi 1, CO₂ losun frá bruna á lífmassa er ekki sett í umfang 1 heldur talin sér (sjá að neðan um losun frá brennslu á lífmassa). Umfang 2 inniheldur óbeina losun vegna framleiðslu á keyptu rafmagni, gufu, hita og kælingu [4]. Umfang 3 inniheldur aðra óbeina losun sem fellur innan virðiskeðju fyrirtækisins, t.d. vegna framleiðslu á keyptum hráefnum, flutning á eldsneyti, ferðum starfsmanna og seldum vörum og þjónustu [5]. Mynd 1 sýnir þessa flokka og samband þeirra í yfirlitsmynd.



Mynd 1. Myndræn framsetning sem sýnir flokkun á umfangi starfsemi fyrirtækja.

2.3 Losun rakin yfir tímabil

Fyrsta skrefið í að rekja losun GHG yfir tímabil er að finna viðeigandi upphafsár. Bæði er hægt að velja eitt upphafsár (oftast gert) eða nota meðaltal yfir nokkur ár og það er mikilvægt að það séu til sannreyndar upplýsingar og gögn um upphafsárið. Valið upphafsár er oftast notað sem það ár sem markmið snúa að.

Fyrirtæki þurfa að marka sér stefnu varðandi endurreikninga liðinna ára vegna breytinga sem koma til með að eiga sér stað. Breytingarnar geta verið vegna t.d. kerfibreytinga fyrirtækisins, samruna við önnur fyrirtæki, útvistun á ákveðnum hluta fyrirtækisins eða rekstri, breytingar á aðferðum við útreikninga og uppgötvun á villum í útreikningum (ekki er endurreiknað ef framleiðsla eykst eða fyrirtækið vex “náttúrulega”). Í leiðbeiningum með staðlinum er mælt með því að nota upphafsár sem nær eins langt aftur í tímann eins og góð gögn leyfa. En það er einnig leyfilegt að vera með rúllandi upphafsár, þ.e.a.s. að upphafsárið breytist og færist fram milli ára eða tímabils [2].

2.4 Skýrsla kolefnisbókhalds

Í staðli GHG Protocol eru reglur settar fram varðandi opna skýrslu kolefnisbókhalds sem skal fylgja. Eftirfarandi listi inniheldur upplýsingar um hvað skal vera í kolefnisbókhaldinu og er skipt í tvo megin flokka, 1) skyldu, 2) valkvætt (skylda þegar við á) [2].

1) Skylda:

- a) Það er skylda að upplýsa um það hvernig ytri mörk fyrirtækisins eru skilgreind og hvaða nálgun er notuð (sjá kafla 2.1 um ytri mörk fyrirtækja).
- b) Það þarf að greina umfang starfseminnar og hvaða flokkar eru inni í skýrslunni, tilgreina þarf sérstaklega hvaða undirflokkar eru tilgreindir fyrir umfang 3 (sjá kafla 2.2 um umfang starfseminnar).
- c) Skilgreina þarf losunartímabilið (þ.e.a.s. hversu mörg ár aftur í tímann nær upphafsárið).
- d) Krafist er ýtarlegra upplýsinga um losun GHG. Það er skylda að upplýsa um losun í umfangi 1 og 2 (sjá skiptingu flokkana í kafla um umfang starfseminnar hér að ofan). Losun frá eftirfarandi GHG þarf að sýna sérstaklega: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆.
- e) Útskýringar á breytingum sem verða til þess að kolefnisbókhald fyrri ára er endurreiknað ef við á (sjá kafla 2.3 um losun rakin yfir tímabil).
- f) Bein losun koltvísýrings frá brennslu á lífmassa og lífeldsneytis ef við á. Sérstaklega tilgreint út frá umföngum 1, 2 og 3.

- g) Aðferðir við að reikna losun sem skilgreind er í kolefnisbókhaldinu með tilvitnun í þau reiknilíkön sem eru notuð.
- h) Tilgreina alla starfsemi, uppruna á losun og byggingar sem ekki eru í bókhaldinu en ættu að vera þar.

2) Valkvætt (skylda þegar við á).

- a) Upplýsa um losun sem fellur undir umfang 3 (losun í virðiskeðju).
- b) Skipta losun niður svo gagnsæi sé aukið, t.d. niður á starfsstöðvar, orkuver, vegna leka, vegna framleiðslu á rafmagni, o.s.frv.
- c) Skilgreina árangur gagnvart innri og ytri viðmiðunarmörkum.
- d) Upplýsa um losun klórflúorkolefna (CFCs) og nituroxíðs (NOx) af starfsemi (fyrir utan flokkunina sem skilgreind er í kafla um umfang starfseminnar).
- e) Árangursmælikvarði sem losunarhlutfall, t.d. sem losun á framleiðslueiningu.
- f) Útlista þarf um verkefni fyrir stjórnun á losun GHG og mótvægisáðgerðir (sjá kafla 2.5 um verkefni fyrir mótvægisáðgerðir hér að neðan).
- g) Upplýsingar um samninga og ákvæði varðandi áhættu og skyldur varðandi losun GHG.
- h) Útlista ytri aðstoð við úttekt og sannprófun, einnig varðandi einstaka útreikninga þar sem það á við.
- i) Upplýsa um breytingar sem ekki koma til endurreikninga á öðrum árum en breyta losun, t.d. aukin nýtni í framleiðslu, breytingar í framleiðsluferli, o.s.frv.
- j) Útlistun á losun GHG (allra) ára á milli upphafsárs og skýrsluárs.
- k) Upplýsa um gæði kolefnisbókhaldsins, þ.e.a.s. ástæður og stærð óvissu, og skilgreina stefnu varðandi minnkun á óvissu.
- l) Lista upp allar byggingar og aðföng sem koma fyrir í kolefnisbókhaldinu.
- m) Upplýsingar um kolefnisbindingu (sjá nánar í kafla 2.5 um verkefni mótvægisáðgerða).
- n) Upplýsingar um mótvægisáðgerðir sem eru keyptar eða þróaðar utan ytri marka fyrirtækisins. Upplýsa um það hvort áðgerðirnar séu vottaðar (sjá nánar í kafla 2.5 um verkefni mótvægisáðgerða).
- o) Upplýsingar um minnkun í losunaruppruna innan ytri marka fyrirtækisins sem hefur verið selt eða fært sem mótvægisáðgerð til þriðja aðila. Upplýsa hvort þær áðgerðir eru vottaðar (sjá nánar í kaflanum um sjá nánar í kafla 2.5 um verkefni mótvægisáðgerða).
- p) Tilgreina tengilið fyrir kolefnisbókhaldsskýrsluna.

2.5 Verkefni fyrir mótvægisáðgerðir

Eins og getið er um hér að ofan í inngangskaflanum þá skiptist GHG Protocol í tvo staðla. Einn fyrirtækjastaðal [2] og einn verkefna- eða mótvægisáðgerðastaðal [3]. Fyrirtækjastaðallinn er notaður utan um kolefnisbókhald fyrirtækja, verkefnastaðallinn er notaður fyrir mótvægisáðgerðir fyrirtækja. Á meðal mótvægisáðgerða má nefna, t.d. landgræðslu, skógrækt, orkuskipti í samgöngum, o.s.frv. Verkefnastaðallinn byggir á sömu fimm meginreglum fyrirtækjastaðalsins, þ.e.a.s. viðeigandi, heilleiki, samræmi, gagnsæi og nákvæmni. En við þetta bætist varfærni, með því er átt við að mótvægisáðgerðir skuli varlega áætla (ef óvissa er mikil). Passa þarf að ofmeta ekki áðgerðir og leyfa sér frekar að vanmeta áðgerðir [3].

GHL mótvægisáðgerð er skilgreind í staðlinum sem áðgerð eða áðgerðir sem hafa það að markmiði að minnka GHL losun í andrúmsloftið, auka geymslu á kolefni, eða auka flutning GHL úr andrúmsloftinu. Þegar mótvægisáðgerðir eru skilgreindar er mikilvægt að hafa hugtakið “additionality” í huga, það þýðir að GHL mótvægisáðgerðir koma aðeins til minnkunar ef þær eru áðgerðir sem ekki hefðu “hvort sem er verið farið í” (þetta getur þó verið opið til túlkunar). GHG Protocol skilgreinir uppruna og viðtaka GHL (e. GHG sources and sinks). Uppruna GHL er skipt í fimm flokka, þ.e. (1) losun við framleiðslu rafmagns fyrir rafmagnskerfi, (2) losun við framleiðslu á orku ótengt rafmagnskerfi eða útaf eldháf (e. flaring), (3) losun GHL í iðnaðarkerfi, (4) flóttalosun GHL (e. fugitive emission) og að lokum (5) losun frá úrgangi. GHG Protocol skilgreinir aðeins einn GHL viðtaka, þ.e. aukin geymsla eða líffræðilegur flutningur á koltvísýringi úr andrúmsloftinu. Uppruni GHL og viðtaki þurfa að vera skilgreindir í mótvægisáðgerðum svo hægt sé að meta og mæla árangur áðgerða.

Áhrifum mótvægisáðgerða er skipt í tvennt í GHG protocol, aðaláhrif og aukaáhrif. Aðaláhrifin eru þau áhrif sem sóst er eftir í viðkomandi verkefni, en aukaáhrif eru önnur áhrif sem koma til vegna áðgerða svo hægt sé að ná aðaláhrifum. Minnkun GHL losunar vegna mótvægisáðgerða er samtalan af aðaláhrifum og aukaáhrifum mínus skilgreind viðmiðunarlosun. Það er mjög mikilvægt að skilgreina viðmiðunarlosunina vel. Það eru tvær nálganir í GHG Protocol til þess að skilgreina viðmiðunarlosun. Ein út frá sérstæðu viðmiði og önnur út frá hæfnisviðmiði. Áður en viðmiðunarlosun er greind með því að nota aðra af þessum tveimur nálgunum, þarf að skilgreina helstu valkosti til viðmiðunar. Þessir valkostir eru aðrar aðferðir sem hægt er að nota á því landssvæði sem mótvægisáðgerðin er skilgreind fyrir, áðgerðir sem skila sömu vöru eða þjónustu. Slíkar aðferðir geta verið bæði núverandi eða mögulegar áðgerðir. Fyrir sérstætt viðmið þá er fundinn ákveðinn valkostur sem á sérstaklega við þær aðstæður sem verkefnið nær um, fyrir það er svo skilgreint tilvik og út frá

Því er viðmiðunarlosunin fundin. Fyrir hæfnisviðmiðanálgunina þá eru allir viðmiðunarvalkostirnir metnir og unnin er losunarstaðall út frá þeim sem svo mótvægisáðgerðirnar eru bornar saman við [3,6].

2.6 Skýrsla mótvægisáðgerða

Í GHG Protocol staðlinum eru ákveðnar reglur varðandi þær upplýsingar er þurfa að vera um mótvægisáðgerðir. Eftirfarandi listi inniheldur þessar upplýsingar [3].

1. Greinagóð lýsing á mótvægisverkefninu, t.d. tímalengd verkefnis og viðmiðs.
2. Skilgreining á mörkum verkefnisins, hver eru aðaláhrifin og hver eru aukaáhrifin. Taka þarf fram þau aukaáhrif sem er sleppt, með útskýringum.
3. Finna og útlista alla viðmiðunarvalkosti. Þetta á við um bæði sérstæðu viðmiðunarnálgunina og hæfnisviðmiðanálgunina.
4. Skilgreina viðmiðunarlosunina (fyrir sérstæðu viðmiðunar- eða hæfnisviðmiðanálgunina).
5. Skilgreina eftirlitsáætlun
6. Árlegar eftirlitsskýrslur sem sýna reiknaða/mælda minnkun á GHG losun úr mótvægisáðgerðar verkefninu.

3 Kolefnisbókhald Landsvirkjunar 2017

Kolefnisbókhald Landsvirkjunar er að finna í græna bókhaldinu, ásamt öðrum umhverfisþáttum sem ekki snúa að loftslagsmálum [7]. Grænt bókhald hefst á yfirlýsingu skoðunarmanns, lýsingu á starfsemi Landsvirkjunar og skilgreiningu á umhverfismarkmiðum. Svo er gefið yfirlit yfir framleiðslu rafmagns, nýtingu jarðhitaforðans, ásamt þeirri losun sem henni fylgir. Eftir það er gefið yfirlit yfir losunartölur frá lónum. Þá er gefið yfirlit yfir eldsneytisnotkun, magntölur fyrir úrgang og spilliefni, sem og yfirlit yfir landgræðslu og kolefnisbindingu. Næstu kaflar eru svo um kolefnisspor Landsvirkjunar, og önnur atriði sem snúa að umhverfismálum Landsvirkjunar, þ.e.a.s. umhverfistilvik, hávaða, umhverfisvöktun við Fljótsdalsstöð samkvæmt virkjunarleyfi, Þeistareykjavirkjun, stækkun Búrfellsvirkjunar og listi yfir útgefnar skýrslur ári 2017. Í umfjölluninni hér að neðan er græna bókhaldinu skipt upp í eftirfarandi hluta.

1. Vottun, skilgreining á starfsemi og markmiðum.
2. Yfirlit yfir framleiðslu, nýtingu auðlinda, losun frá starfsemi og magntölur á eldsneyti og úrgangi.

3. Landgræðsla og kolefnisbinding á vegum Landsvirkjunar.
4. Kolefnisspor Landsvirkjunar.
5. Önnur atriði.

Þeir hlutar græna bókhaldsins sem snúa beint eða óbeint að kolefnisspori Landsvirkjunar og að kolefnisbókhaldi samkvæmt GHG Protocol eru hlutar 1-4, þó að ákveðin atriði þar inni falla þar fyrir utan. Hér að neðan er aðferðarfræðin, eins og hún birtist í grænu bókhaldi Landsvirkjunar borin saman við meginreglur GHG Protocol staðalsins sem gefinn er upp í yfirlitinu hér að ofan í kafla 2 um menginreglur GHG Protocol.

3.1 Aðferðarfræði borin saman við GHG Protocol

Hluti 1 (Vottun, etc.)

Eins og getið er í meginreglum GHG Protocol hér að ofan þá þarf að sýna fram á að kolefnisbókhaldið sé viðeigandi fyrir starfsemi og eignarhald fyrirtækisins. Þetta er ekki gert með nægilega skýrum hætti í grænu bókhaldi Landsvirkjunar 2017.

- Byrja þarf á að skilgreina ytri mörk fyrirtækisins eftir þeim nálgunum sem GHG Protocol skilgreinir, þ.e.a.s. eignarhalds-, eða rekstrarleg (fjárhagsleg eða stjórnunarleg) nálgun. Samkvæmt heimasíðu Landsvirkjunar þá á Landsvirkjun fjögur dótturfyrirtæki og er minnihluthafi í átta öðrum fyrirtækjum [8].
- Í kaflanum um ytri mörk fyrirtækis að ofan er farið yfir það hvernig skal skilgreina ytri mörk fyrirtækis, við mælum með að nota rekstrarlegu stjórnunarnálgunina en hún er næst því hvernig mörkin eru dregin í græna bókhaldi Landsvirkjunar fyrir árið 2017.
- Umfang starfsemi Landsvirkjunar ekki skilgreint eftir GHG Protocol, en skilgreina þarf fyrst ytri mörk, svo rétt sé að því staðið. Losun frá starfsemi Landsvirkjunar þarf að vera skráð eftir þremur skilgreindum umföngum sem eru aðskilin í kolefnisbókhaldinu og lýsa beinni og óbeinni losun vegna starfsemi Landsvirkjunar.
- Í núverandi bókhaldi er að jafnaði ekki greint á milli beinnar og óbeinnar losunar, t.d. losunar vegna eldsneytisnotkunar. Nánar er fjallað um það í undirkafla um eldsneyti í kaflanum um úttekt á einstökum liðum hér að neðan, t.d. skal skrá beina losun frá brennslu eldsneytis í umfang 1 og losun í virðiskeðju eldsneytisins í umfangi 3.
- Yfirlýsing frá skoðunarmanni fylgir græna bókhaldinu sem er vel, en tryggja skal að farið sé eftir þeim reglum sem viðeigandi eru fyrir vottunaraðila samkvæmt meginreglum GHG Protocol til þess að tryggja trúverðugleika, þ.e.a.s. er kolefnisbókhaldið viðeigandi fyrir Landsvirkjun, nær það utan um bein og óbein áhrif

starfsemi Landsvirkjunar, er það samanburðarhæft milli ára, eru gögn nægilega gagnsæ og eru útreikningar nægilega nákvæmir.

- Reglur fylgja staðlinum ekki varðandi markmiðasetningu en það eru leiðbeiningar í kafla 11 í GHG Protocol (corporate standard) [2]. Einnig þarf að skýra hvernig losun er rakin yfir tímabil, sjá kaflann um losun yfir tímabil að ofan.

Hluti 2 (yfirlit yfir framleiðslu, etc.)

Það er ekki farið eftir reglum fyrirtækjastaðals GHG Protocol í þessum hluta, enda er ekki verið að gera skýrslu eftir staðlinum.

- Þennan hluta þyrfti að hugsa sem yfirlit yfir árið á þeim þáttum sem koma inní kolefnissporið í hluta 4.
- Horfa þarf þá til reglna GHG Protocol (corporate standard) sem nefndar eru að ofan í kaflanum um skýrslur kolefnisbókhalds (úttekt er gerð á hverjum lið sem fellur undir þennan hluta græna bókhaldsins í kafla 4 hér að neðan, svo er farið yfir hvað vantar inní græna bókhaldið í kafla 6).
- Við mælum með því að í þessum kafla séu undirkaflar sem innihalda yfirlit yfir framleiðslu. Hér þarf einnig að skrá niður losunina frá fyrirtækinu og magntölur fyrir notkun eldsneytis og hráefna.
- Fylgja vel meginreglum GHG Protocol fyrir hvern undirkafla, þ.e.a.s upplýsingar þurfa að vera viðeigandi, sýna heilleika, vera í samræmi, gagnsæi um aðferðarfræði og útreikninga, sem og að vera eins nákvæmar og kostur er.

Hluti 3 (kolefnisbinding á vegum Landsvirkjunar)

Það er ekki farið eftir reglum verkefnastaðals GHG Protocol fyrir mótvægisáðgerðir í þessum hluta þar sem ekki er verið að gera skýrslu eftir þeim staðli.

- Þar sem mótvægisáðgerðir Landsvirkjunar eru mjög tilkomumiklar þá er mikilvægt að tryggja trúverðugleika þeirra upplýsinga sem koma þar fram.
- Til þess að tryggja gagnsæi þá þarf þessi hluti að vera skiptur upp í mótvægisáðgerðir sem farið var í á árinu og mótvægisáðgerðir sem koma til með að vera notaðar til þess að reikna kolefnisspor fyrirtækisins.
- Skilgreina þarf hvert verkefni fyrir sig eftir reglum um mótvægisáðgerðir sem skráðar eru í kaflanum um mótvægisáðgerðir [3,6].
- Það er stiklað á stóru í kafla um landgræðslu og kolefnisbindingu, en erfitt er að átta sig á þeim upplýsingum sem þar koma fram og engin leið að fá yfirlit yfir kolefnisbindingu þar. Þó er ljóst að farið hefur verið í mikla vinnu við að áætla bindinguna.

- Það þarf að safna öllum þeim gögnum saman um hverja mótvægisaðgerð. Slíkt skjal þarf að vera aðgengilegt, og hægt að vitna í.
- Einnig þarf að gera árlegar eftirlitsskýrslur fyrir hvert verkefni og uppfæra áætlanir.

Hluti 4 (kolefnisspor Landsvirkjunar)

Hvorki er farið eftir reglum fyrirtækjastaðals né verkefnastaðals GHG Protocol í þessum hluta þar sem ekki er verið að gera skýrslu eftir þeim staðli.

- Hér ætti að reikna úr losunartölum, magntölum og aðgerðum varðandi bindingu yfir í GHG úr hlutum 2 og 3 hér að ofan.
- Það þarf að passa sérstaklega meginreglu varðandi gagnsæi hér og vitna á réttum stöðum í kafla græna bókhaldsins sem innihalda þá þætti innan hluta 2 og 3 þar sem síðan er vitnað í skýrslur um þá liði.
- Skila þarf sundurliðuðum niðurstöðum fyrir hvern flokk í umfangi fyrirtækisins.
- Við mælum með því að hér séu gerðir vísar sem sýna nýtni innan umfanga, t.d. fyrir umfang 1 væri það losun GHG/kWh, fyrir umfang 2 og 3 væru það GHG/starfmann. Það væri einnig hægt að sýna aðra vísa svo sem GHG/m² húsnæðis fyrir umfang 2 og GHG/bifreið og nota þó einungis losunartölur bifreiða.
- Það er til gagns að sníða vísana eftir því hver markmiðin eru í hverjum flokki.
- Eftir að það er gert er hægt að summa upp fyrir heildar losun, en muna að losun vegna brennslu á lífrænu eldsneyti fellur þar fyrir utan.
- Að lokum skal reikna og sýna hver kolefnisbindingin er fyrir það ár vegna raunbindingar (verkefni sama árs eru vanalega ekki farin að binda strax). Bindingu skal gerð góð skil úr eldri aðgerðum í hluta 3 sem hægt er að vitna í hér.
- Í lokin er svo hægt að sýna heildarlosun þar sem tekið er tillit til mótvægisaðgerða.

4 Úttekt á einstökum liðum

4.1 Jarðvarmi

Núverandi útreikningar

Jarðvarmaorka landsvirkjunar er 4% af heildarorkuvinnslunni en 70% af heildarlosun GHG frá Landsvirkjun samkvæmt útreikningum á kolefnisspori í græna bókhaldinu fyrir árið 2017 [7]. Virkjanirnar eru nú þrjár talsins (Þeistareikjavirkjun var tekin til notkunar á árinu 2017). Greinagóð skil eru gerð á heildar raforkuframleiðslu frá jarðvarmavirkjunum en ekki er nein sundurliðun gerð, það sama á við um það gufumagn sem var nýtt árið 2017. Ekki er gerð greinagóð skil á losun GHG í yfirlitskafla um nýtingu jarðvarma hjá Landsvirkjun (það er gert

fyrir vatnsaflíð). Tilgreint er um losun á gufu frá rannsóknarholum en ekki er tilgreint hvort þeir útreikningar nýtist við útreikninga kolefnisspors. Samkvæmt skýrslu um afköst borholna og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurásum árið 2016 eru mælingar á gaslosun gerðar á hverri holu á kröflusvæðinu þar sem um það bil þrjár holur er mældar hvern dag af fyrirtækinu Kemía [9]. Ef rýnt er í tölur úr vinnuskjali fyrir grænt bókhald vegna losunar frá jarðvarmavirkjunum, er ljóst að ef losun GHG er borin saman við gufumagn þá er töluverður munur milli ára. Þessi munur gæti helgast af því hvaða holur eru notaðar og að hvaða magni hvert ár en ekki er nægileg nákvæmni í upplýsingum um þessa losun, jafnvel þó hún sé um 70% af heildarlosun GHG Landsvirkjunar.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

GHG Protocol inniheldur engar sérstakar reglur varðandi losun frá jarðvarmavirkjunum. Slík losun fellur engu að síður undir umfang 1 og er skilgreind sem bein losun frá starfsemi og er þá í fullri ábyrgð Landsvirkjunar. Vegna þess hversu stór þáttur losun frá jarðvarmavirkjunum er, þarf að gæta þess vel að megi reglum GHG Protocol sé fylgt, og þá sérstaklega hvað varðar heilleika greiningarinnar, samhæfni og gagnsæi aðferðarfræðinnar og síðast en ekki síst nákvæmni niðurstaðna (sjá kafla 2 um meginreglur að ofan).

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

- Yfirlit yfir framleiðslu allra jarðvarmavirkjana þarf að fást sundurliðað, og einnig losun frá bæði virkjununum og rannsóknarholum.
- Tilgreina þarf hvernig raforkuframleiðsla er mæld, sem og gufumagn. Það sama á við um losun. Tilvitnun þarf að vera til staðar fyrir þær tölur.
- Hanna þarf verklag þar sem skýrt kemur fram hvernig mögulega má ná betri nákvæmni í niðurstöður og gera áætlun þar að lútandi. Við mælum með því að fleiri mælingar séu framkvæmdar á hverja holu, mun lengur og/eða oftar en gert er nú þegar.
- Erfitt má vera að ná mikilli nákvæmni í losun á jarðvarmasvæðum en óvissuna þarf að reikna og skilgreina. Við mælum með því að áætla losun hverrar holu yfir árið með tölfræði. Með nægilega mörgum mælingum væri hægt að finna staðalfrávik á hverri holu og finna ákveðin öryggismörk (t.d. 95% og 5%) ásamt miðgildi sem væri hægt að nota til þess að áætla losun yfir árið með hámarks áætlun, lágmark áætlun og meðaltals áætlun.
- Náttúruleg losun ætti að vera mæld og metin, en hafa þarf í huga hvernig geislunarþvingun er mæld (e. radiative forcing) og áhrif hennar á hnattræna hlýnun. Þegar áhrif á hnattræna hlýnun er mæld út frá CO₂ ígildum með aðferðum IPCC er

gerð gassins ekki bara mikilvægt heldur einnig tímasetning losunarinnar. Það getur haft mikil áhrif á CO₂ ígildi losunar frá jarðvarmavirkjunum losun vegna virkjunarinnar sé að flýta fyrir losuninni og hefur þar af leiðandi áhrif á hnattræna hlýnun. Við mælum með því að áætla miðað við áætlaða náttúrulega losun hver er áhrifin á hnattræna hlýnun en ekki bara hver áhrifin eru á losað magn af GHG.

4.2 Uppistöðulón

Núverandi útreikningar

Vatnsaflsvirkjanir Landsvirkjunar framleiða 96% af rafmagni fyrirtækisins en losun frá þeim er einungis 27,8% af heildarlosun GHG samkvæmt útreikningum á kolefnisspori í grænu bókhaldi fyrir árið 2017 [9]. Greinagóð lýsing á framleiðslu hvernar virkjunar er í græna bókhaldinu, ásamt kafla um losun frá lónum. Öll losun sem tilgreind er í bókhaldinu kemur til vegna myndunar uppistöðulóna þar sem gróður og jarðvegur fer undir vatn og myndar koltvísýring, metan og glaðloft. Tilgreint er að landbúnaðarháskólinn meti losun frá lónum og að þar sé matið byggt á rannsóknum sem gerðar hafa verið hér á landi. Til eru taldir fjöldi daga á ári sem lónið er íslaust og staðhæft er að engin sé losunin þegar lónin eru ísilögð. Samt sem áður vantar allar tilvitnanir í tilteknar rannsóknir og frekari rökstuðning hvers vegna ekki er reiknuð losun þegar lónin eru ísilögð en gert ráð fyrir að þau séu ísilögð að meðaltali rúmlega 50% af árinu. Má þá ætla að losunin sé 50% lægri samkvæmt núverandi útreikningum en ef engin íshula er. Það þarf þó ekki að vera því hvorki gróðurinn né jarðvegurinn er frosinn og ekki lónið sjálft. Má þó vera að hægi á losun vegna breytinga á hitastigi en að sama skapi má ætla að losun aukist svo þegar ísinn brotnar. Í leiðbeiningum um mælingar á losun frá ferskvatnslónum er mælt með því að mælingar séu gerðar fyrir og eftir að íshula myndast [10].

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Líkt og fyrir jarðvarmavirkjanir þá inniheldur GHG Protocol engar sérstakar reglur varðandi losun frá vatnsaflsvirkjunum. Þó svo að þessa losun sé hægt að skilgreina vegna uppbyggingar á virkjun (þannig losun fellur vanalega undir umfang 3) þá má þó ætla að þessi losun falli samt sem áður undir umfang 1 í flokkum um umfang starfseminnar og er skilgreind sem bein losun frá starfsemi í fullri ábyrgð Landsvirkjunar. Vegna þess hversu stór þáttur losun frá vatnsaflsvirkjunum er og að langsamlega mest af framleiðslu Landsvirkjunar kemur frá þeim, þarf að gæta þess vel að megireglum GHG Protocol sé fylgt, og þá sérstaklega hvað varðar heilleika greiningarinnar, samhæfni og gagnsæi aðferðarfræðinnar og síðast en ekki síst nákvæmni niðurstaðna (sjá kafla 2 um meginreglur að ofan).

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

- Varðandi skýrslugerð þá þarf að safna öllum gögnum þar sem aðferðarfræði mælinga er skilgreind. Einnig þarf að lýsa útreikningum vegna losunar sem svo má vitna í í kolefnisbókhaldinu.
- Samkvæmt upplýsingum frá Landsvirkjun hafa fáar mælingar á losun frá lónum verið gerðar og erfitt er að meta hversu mikið af kolefni er eftir í gróðri og jarðvegi lóna.
- Þetta er staða flestra vatnsaflsvirkjana, en það þarf, líkt og fyrir jarðvarmann, að búa til verklag svo bæta megi nákvæmni niðurstaðna og gera áætlun þar að lútandi.
- Fleiri rannsóknir þarf að framkvæma svo minnka megi og skilgreina óvissu vegna losunar.
- Einnig þurfa mælingar að fara fram á útblæstri áður en íshula myndast, en einnig eftir að hún hverfur svo hægt sé að staðfesta þær forsendur að jarðvegur og gróður hætti að brotna niður þegar ís myndast.

4.3 Eldsneyti

Núverandi útreikningar

Samkvæmt grænu bókhaldi fyrir árið 2017 er eldsneyti í starfsemi Landsvirkjunar notað á bifreiðar, vélar og ýmis tæki. Notkun er skráð og skipt niður á starfstöðvar fyrirtækisins. Heildarnotkun jarðefnaeldsneytis var 236 þúsund lítrar, þar af 93% dísilolía og 7% bensín. Einnig voru notaðir um 11 þúsund lítrar af lífdísil á bifreiðar. Tekið er fram að við brennslu lífdísils losni rúmlega þriðjungur af því magni GHG sem losnar við brennslu á hefðbundinni dísilolíu, en ekki liggur á reiðum höndum hvers vegna losunin sé reiknuð svo mun lægri.

Losun GHG af brennslu jarðefnaeldsneytis, eins og það kemur fram í grænu bókhaldi Landsvirkjunar, er samtals 603 tonn CO₂-ígildi, og skráð losun við brennslu lífdísils er 11,94 tonn CO₂-ígildi. Þeir losunarstuðlar sem notaðir eru við útreikninga virðast styðjast við forsendur frá Umhverfisstofnun, þeir eru eftirfarandi.

- Bensín: 2,41 CO₂-ígildi/l
- Dísel: 2,73 CO₂-ígildi/l
- Lífdísel: 1,07 CO₂-ígildi/l

Stuðlar mismunandi gróðurhúsalofttegunda hvað varðar hnattræna hlýnun (Global warming potential, GWP) virðast einnig koma frá Umhverfisstofnun, sem virðast aftur koma frá IPCC. Eftirfarandi GWP stuðlar eru notaðir.

- CO₂: 1 kg CO₂-ígildi/kg
- CH₄: 25 kg CO₂-ígildi/kg
- N₂O: 298 kg CO₂-ígildi/kg

Allir stuðlar sem notaðir eru við útreikninga jarðefnaeldsneytis eru innan skekkjumarka (miðað við þá stuðla sem GHG Protocol mælir með). Hægt að er notast við nokkuð marga stuðla frá ýmsum aðilum sem reikna slíkt út. Ekki er alveg ljóst við hvaða gögn er stuðst í öllum tilfellum, sem gerir útreikningana ekki eins gagnsæja og best væri á kosið. Við útreikninga á brennslu lífdísils er notast við losunarstuðulinn 1,07 kg CO₂-ígildi/l. Í vinnuskjali vegna útreikninga á útblæstri Landsvirkjunar sést að þessi tala er fengin með því að margfalda CO₂, CH₄ og N₂O stuðla hefðbundinnar díselolíu með 0,4. Hér er gefið í skyn að lífdísillinn losi um 40% af losun hefðbundinnar díselolíu miðað við þessa útreikninga, flatt yfir allar þrjár gróðurhúsalofttegundirnar.

Ekki er aðferðafræðin á bakvið framangreinda útreikninga auðskilin, né auðsýnd. Í skjali frá framleiðanda sem fylgir þessari tegund af lífdísil (Product certificate) kemur fram að losun CO₂-ígilda/MJ við framleiðslu á eldsneytinu sé um 68% minna en af framleiðslu „fossil transport fuel“, eða hefðbundnu eldsneyti [11]. Hér verður að hafa í huga að þær tölur sem framleiðandinn sýnir eru eingöngu losun CO₂-ígilda við framleiðslu eldsneytisins, en ekki við bruna þess, sem ætti í raun að vera mjög sambærilegur og bruni hefðbundinnar díselolíu en á að vera settur fram á annan máta í bókhalði.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Losun á GHL frá bruna eldsneytis fellur undir umfang 1 í GHG Protocol, enda er það bein losun frá starfsemi Landsvirkjunar. Samkvæmt GHG Protocol skal reikna og gefa upp losun varðandi brennslu á eldsneyti á þrjá vegu.

1. Bein losun frá brenndu eldsneyti skal koma fram í umfangi 1.
2. Óbein losun frá framleiðslu brennds eldsneytis í umfangi 1 skal koma fram í umfangi 3.
3. Losun við brennslu eldsneytis af lífrænum uppruna skal koma fram í sér dálki í umfangi 1.

Í GHG Protocol Corporate Standard, þar sem umfangi 1 er almennt lýst, kemur fram að fyrir flest fyrirtæki mun losun GHL fyrir umfang 1 vera reiknað miðað við aðkeypt magn af almennu eldsneyti, og notast við útgefna losunarstuðla. Sérstaklega skal að því gætt að reikniaðferðir og staðlar séu réttir. GHG Protocol býður upp á, og mælir með tólum sem aðgengileg eru á vef GHG Protocol [12]. Þau töl sem GHG Protocol mælir með hafa verið ritrýnd af

sérfræðingum og uppfærð reglulega. Það er þó tekið fram að notkun þeirra tóla sé valkvæð. Fyrirtæki megi nota þeirra eigin reikniaðferðir að því gefnu að þær séu nákvæmari eða að minnsta kosti fylgi aðferðafræði GHG Protocol. Annað sem kemur fram og þarf sérstaklega að athuga varðandi útreikninga og skráningu á eldsneyti er eftirfarandi:

- Skýrar og skilmerkilega skráðar reikniaðferðir séu notaðar til þess að ná fram upplýsingum um eldsneytisnotkun.
- Staðbundna losunarstuðla skal nota til þess að umbreyta eldsneytisnotkun í losun GHG.
- Lýsingu á aðferðafræði og reikniaðferðum GHG ásamt breytingum ef einhverjar eru milli bókhaldstímabíla.
- Ýtarlegar upplýsingar um allar heimildir notaðar í útreikningum, sérstaklega hvað varðar losunarstuðla.

Í leiðbeiningum GHG Protocol um eldsneyti í umfangi 3 kemur fram að losun GHG við framleiðslu af keyptu eldsneyti (hráefnisöflun, framleiðsla og dreifing) sem síðar er brennt af fyrirtækinu skuli koma fram í umfangi 3. Nota verður sérstaka stuðla sem taka með hráefnisöflun, framleiðslu og dreifingu en sleppi útblæstri frá brennslu, sem á að koma fram í umfangi 1. Þessir stuðlar eru kallaðir „upstream“ losunarstuðlar, þar sem þeir taka með allan lífsferil eldsneytisins að undanskildu síðasta skrefinu, brennslu.

Hvað varðar útreikninga og skráningu á notkun lífildsneytis (biogenic CO₂ emissions) kemur fram í leiðbeiningum við umfang 3 að útblástur GHG við brennslu þess skuli skráður í sér dálk í bókhaldi við umfang 1 og skuli ekki taka með við útreikninga kolefnisspors fyrirtækisins. Jafnframt skal reikna útblástur við framleiðslu og dreifingu lífildsneytisins og skrá í umfangi 3 (ekki í sér dálk).

Losun GHG þegar stafsmenn Landsvirkjunar leigja og aka bílaleigubílum skal skrá og afmarka sérstaklega í umfangi 3. Þrjár leiðir eru kynntar í GHG Protocol við val á reikniaðferðum.

- Eldsneytisaðferð – ef magn eldsneytis sem notað er er vitað, nota viðeigandi losunarstuðla til útreikninga á losun GHG.
- Vegalengdaraðferð – ef vegalend og tegund faratækis er vitað, skal nota viðeigandi losunarstuðla sem snúa að tegund ökutækja
- Kostnaðaraðferð – ef kostnaður við hverja ferð er vitaður, nota skal „secondary emission factors (EEIO)“.

Nákvæmar leiðbeiningar varðandi útreikninga á losun og skráningu GHG við notkun bílaleigubíla er að finna í „GHG Protocol Scope 3 calculation guide“ [13].

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

Almennt má segja að við skráningu og útreikninga á eldsneytisnotkun Landsvirkjunar séu nokkrir þættir sem betur mættu fara, sérstaklega ef horft er til viðmiða GHG Protocol. Fyrir það fyrsta er nauðsynlegt að gæta ýtrustu varkárni við skrásetningu og heimildasetningu allra aðferða og gagna. Algjört gagnsæi verður að vera til staðar og öll gögn og útskýringar koma fram í skýrslugerð með bókhaldi. GHG Protocol tekur það skýrt fram að krafist sé ýtarlegra upplýsinga þegar kemur að útreikningum og aðferðum.

Eftirfarandi atriði þarf að hafa í huga og taka til greina ef uppfylla skal GHG Protocol.

- Aðgreina starfsstöðvar Landsvirkjunar í Reykjavík og Akureyri
 - Landsvirkjun gerir vel með að aðgreina notkun eldsneytis á milli starfsstöðva almennt. Hins vegar eru engar undantekningar leyfðar þegar kemur að skiptingu á eldsneyti milli starfsstöðva og þarf því að aðgreina starfsstöðvar.
- Fylgja stuðlum GHG Protocol um mismunandi GHL hvað varðar hnattræna hlýnun (Global warming potential, GWP)
 - GHG Protocol gefur reglulega út uppfærða stuðla varðandi áhrif gróðurhúsalofttegunda. Nýjasta uppfærslan er frá 16. febrúar 2016 (AR5) og byggir á gögnum IPCC. Þar er tekið fram að mælt sé með notkun á AR5 stuðlum. Í vinnugögnum græns bókhalds Landsvirkjunar virðist vera notast við stuðla frá Umhverfisstofnun, sem aftur virðast eldri en stuðlar IPCC. Passa skal að halda sig við nýjustu uppfærslur [14].
- Fylgja losunarstuðlum frá GHG Protocol (Emission factors)
 - Í tölum GHG Protocol koma fram viðmiðunarstuðlar sem mælt er með að nota. Bent er á að notast má við aðra stuðla ef þeir eru sannarlega nákvæmari eða hið minnsta jafn nákvæmir. Í vinnuskjali vegna græns bókhalds Landsvirkjunar virðist vera stuðst við losunarstuðla frá Umhverfisstofnun, sem að öllum líkindum koma frá IPCC. Stuðlar fyrir bensín og dísel sem notaðir eru í grænu bókhaldi eru nokkuð nálægt því sem GHG Protocol mælir með:
 - Bensín 2,41 kg CO₂e/l í grænu bókhaldi – 2,30 kg CO₂e/l í GHG Protocol [15].
 - Dísel 2,73 kg CO₂e/l í grænu bókhaldi – 2,64 kg CO₂e/l í GHG Protocol [15].

Hins vegar er losunarstuðull í grænu bókhaldi fyrir lífdísil ekki réttur og erfitt að sjá hvaðan þær tölur sem notaðar eru séu fengnar (1,07 kg CO₂/l og 0,881 kg CO₂e/l). Í leiðbeiningum GHG Protocol kemur fram að bein losun við brennslu lífdísils (umfang 1) skuli reiknaðar en

settar fram í sér dálki, og teljist ekki með í samtölu um losun. Við brennslu lífdísils mælir GHG Protocol með losunarstuðlinum 2,50 kg CO₂/l (sem á að koma fram í sér dálki) og 0,02001 kg CO₂e/l (CH₄ og N₂O), sem ekki á að vera í sér dálki og því reiknast með í samtölu því þessar tegundir eru ekki teknar upp af þeim lífefnum sem lífdísill er framleiddur úr.

- Fyrir Evrópu, mælir GHG Protocol með notkun á losunarstuðlum sem Breska ríkisstjórnin setur fram og uppfærir reglulega [16]. Hins vegar er ekkert því til fyrirstöðu að nota beint nýjustu uppfærslur frá IPCC. Best væri að fá það staðfest frá Umhverfisstofnun að þeirra stuðlar séu uppfærðir eða eigi betur við um Ísland heldur en stuðlar í nýjustu gögnum frá GHG Protocol.
- Í grænu bókhaldi Landsvirkjunar vantar útreikninga á losun við framleiðslu eldsneytis. Í leiðbeiningum GHG Protocol um eldsneyti í umfangi 3 kemur fram að útblástur vegna framleiðslu á keyptu eldsneyti (hráefnisöflun, framleiðsla og dreifing) sem svo er brennt af fyrirtækinu skuli koma fram í umfangi 3 og nota verði sérstaka stuðla sem taka með hráefnisöflun, framleiðslu og dreifingu en sleppi útblæstri frá brennslu, sem koma skal fram í umfangi 1.
- Útreiknaður útblástur GHG frá bílaleigubílum eða öðrum leigðum farartækjum sem ekki eru í eigu Landsvirkjunar á að koma fram í umfangi 3 (flokkur 6) (sjá frekari umfjöllun í kaflanum hér að ofan).
- Til þess að uppfylla alla þætti brennslu eldsneytis í GHG Protocol þarf Landsvirkjun að reikna og setja fram losun GHG frá ferðum starfsmanna til og frá vinnu í umfangi 3 (flokkur 7).

4.4 Flugferðir starfsmanna

Núverandi útreikningar

Landsvirkjun gefur upp losun CO₂ vegna flugferða starfsmanna í grænu bókhaldi. Þar kemur fram að losun CO₂ vegna innanlandsflugs sé 155 tonn CO₂ og losun vegna millilandaflugs sé 257 tonn CO₂. Af gögnum að dæma virðist vera notast við fjölda ferða innanlands úr gagnagrunni Landsvirkjunar. Óvíst er hvaðan gögn um millilandaflug koma en búast má við því að þau komi úr sama grunni. Í vinnuskjali vegna græns bókhalds er lítið fjallað um útreikninga og heimildir hvað varðar flugferðir starfsmanna. Þó kemur fram að stuðlar til útreikninga á „*flug til Grænlands/Húsavíkur etc*“ séu fengnir frá Kolvið, ekki er nánar tilgreint hvaða aðferðarfræði er notuð og ekki vitnað í skýrslur eða greina. Fjöldi ferða er skráður fyrir innanlandsflug en engar upplýsingar má finna um fjölda ferða vegna millilandaflugs. Aðeins er gefin upp losun CO₂ vegna flugferða en ekki öðrum GHG. Miðað við þær upplýsingar sem

liggja fyrir er mjög erfitt að meta hvernig staðið var að útreikningum vegna flugferða starfsfólks.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Flugferðir starfsmanna vegna vinnu skulu koma fram í umfangi 3, flokki 6, þar sem einnig skal koma fram, auk flugferða, losun vegna ferða með lestum, rútum og bílaleigubílum. Þrjár leiðir eru kynntar í GHG Protocol við val á reikniaðferðum.

- Eldsneytisaðferð – ef magn eldsneytis sem notað er er vitað, nota viðeigandi losunarstuðla til útreikninga á losun GHL.
- Vegalengdaraðferð – ef vegalend og tegund farartækis er vitað, nota viðeigandi losunarstuðla sem snúa að tegund ökutækja.
- Kostnaðaraðferð – ef kostnaður við hverja ferð er vitaður, nota skal „secondary emission factors“ (EEIO).

Við val á aðferð er hægt að notast við svokallað valtré (e. decision tree) (Mynd 6.1 bls. 82 í [5]). Ákvörðunin um aðferð snýst að mestu leyti um hvort losun vegna ferða starfsmanna sé stór partur af heildarlosun í umfangi 3 fyrir viðkomandi fyrirtæki. Fyrir Landsvirkjun er líklegast að „Vegalengdaraðferðin“ sé rétti valkosturinn, sérstaklega þar sem útreikningar í núverandi grænu bókhaldi virðast nú þegar fylgja þeirri aðferð.

Vegalengdaraðferðin snýst í grófum dráttum um að margfalda ferðagögn (farartækja-kílómetra eða persónu-kílómetra sem farnir eru með viðkomandi farartæki) með losunarstuðlum (oft almennir staðbundnir (landlægir) stuðlar bundnir við sérstök farartæki).

Ferðagögn sem fyrirtæki þurfa að safna.

- Vegalend sem ferðast var fyrir starfsmenn á bókhaldsárinu.

Ef möguleiki er fyrir hendi skal einnig safna eftirfarandi gögnum.

- Lönd sem ferðast er til (losunarstuðlar farartækja eru oft mismunandi eftir löndum)
- Sérstök gerð farartækis sem ferðast er með (losunarstuðlar mismunandi farartækja eru ólíkir)
- Gerð farartækis og viðeigandi losunarstuðla fyrir farartækið.

Ferðagögn eiga að koma fram sem fjöldi kílómetra sem ferðast er, eða kílómetrar sem ferðast er á hverja manneskju fyrir ákveðið farartæki (s.s. farþega-kílómetri, e. passenger-kilometer). Ferðagögnin skal leggja saman til þess að fá heildar kílómetra sem ferðast var yfir árið eða farþega-kílómetra sem ferðast er skipt niður á hverja tegund farartækis.

Losunarstuðlar sem fyrirtæki þurfa að safna:

- Losunarstuðlar sem eining gróðurhúsalofttegunda (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, eða CO_2e) sem losað er á hvern kílómetra eða farþega-kílómetra sem ferðast er.

Fyrir losunarstuðla flugferða má nota margfaldara eða aðrar leiðréttingar til að reikna út geislunarpvingun (e. Radiative forcing) og bæta við mögulega hnattræna hlýnun (e. global warming potential) af útblæstri sem hlýst af flugferðum. Ef þetta er notað, skulu fyrirtæki birta þann stuðul sem notaður er.

Ekki er alltaf mögulegt að safna upplýsingum um ferðalög frá öllum starfsmönnum. Í slíkum tilfellum geta fyrirtæki tekið dæmigert sýni úr ferðum starfsmanna frá heildarfjölda viðskiptaferða allra starfsmanna.

GHG Protocol mælir með eftirfarandi tólum til útreikninga.

- GHG Protocol Calculation Tool, “Mobile Combustion GHG Emissions Calculation Tool. Version 2.0. June 2009,” [12]
- U.S. EPA Climate Leaders GHG Inventory Protocol, “Optional Emissions from Commuting, Business Travel and Product Transport” [17]

Þegar fyrirtæki hefur ákveðið heildar vegalend bókhaldstímabils (samanlagt yfir alla starfsmenn), skal eftirfarandi formúla notuð til að reikna út losun.

Losun GHL frá flugferðum starfsmanna =
$$\Sigma (\text{fjarlægð eftir tegund ökutækis (ökutækja-km eða farþega-km)} \times \text{tiltekin losunarstuðull ökutækis (kg CO}_2\text{e / ökutæki-km eða kg CO}_2\text{e / farþega-km)}) + (\text{valfrjálst } \Sigma (\text{árlegur fjöldi gistingu á hóteli (nætur)} \times \text{losunarstuðull hótels (kg CO}_2\text{e / nótt)}))$$

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

Til þess að uppfylla kröfur GHG Protocol varðandi flugferðir starfsmanna vegna vinnu þarf eftirfarandi að koma fram eða hafa í huga.

- Framsetning
 - Flugferðir starfsmanna vegna vinnu skulu koma fram í umfangi 3.
- Gögn og aðferðir
 - Landsvirkjun þarf að velja og skilgreina eina af þremur leiðum sem kynntar eru til útreikninga á losun GHL frá flugi.

- Safna þarf gögnum vegna losunarstuðla allra helstu gróðurhúsalofttegunda (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, eða CO_2e). Í núverandi græna bókhaldi kemur einungis losun CO_2 fram.
- Setja þarf fram gögn á bakvið alla útreikninga í skýrslu með grænu bókhaldi (fer eftir því hvaða leið er valin til útreikninga), svo sem fjöldi ferða, vegalengd, hvaða losunarstuðlar eru notaðir, gerð flugvéla og sérstakir losunarstuðlar véla (ef við á).
- Nota skal þau töl til útreikninga sem GHG Protocol mælir með, eða rökstyðja að annað töl sem notað er sé betra eða jafn gott.

4.5 Úrgangsmál

Núverandi útreikningar

Í grænu bókhaldi Landsvirkjunar fyrir árið 2017 er úrgangur flokkaður í þrjá flokka:

- A. Úrgangur til endurvinnslu eða endurnýtingar
- B. Óvirkur úrgangur
- C. Úrgangur til förgunar

Af úrgangi til endurvinnslu (111.163 kg) er helst lífrænn úrgangur (20.231 kg), Málmar og ýmis búnaður (41.323 kg) og timbur (30.137 kg) sem til falla. Af úrgangi til förgunar (60.904 kg) er það helst úrgangur sem fer til urðunar (42.404 kg). Að lokum er svo óvirkur úrgangur, sem fer til urðunar á urðunarstað fyrir óvirkan úrgang (54.611 kg).

Sé litið til losun gróðurhúsalofttegunda frá úrgangi, skráir Landsvirkjun 35,3 tonn CO_2 -ígildi og telur einungis fram þann úrgang sem er urðaður (61 tonn), sem jafngildir 26% af skráðum heildarúrgangi.

Við þá útreikninga á losun GHG frá urðuðum úrgangi er notast við losunarstuðulinn 0.58 $\text{tCO}_2\text{e/t}$. Óljóst er nákvæmlega hvar stuðullinn varðandi urðaðan úrgang er fenginn, en í vinnuskjali vegna útreikninga á grænu bókhaldi er bent á að gildið sé tekið úr hugbúnaðinum GaBi sem gjarnan er nýttur við gerð lífsferilsgreininga (LCA). Vantar því aukið gagnsæi varðandi það gildi, hvaðan það er nákvæmlega fengið og rökin á bakvið að það gildi sé notað.

Losun GHG annars úrgangs, 74% af heildarmagni, er ekki reiknaður þrátt fyrir ágæta flokkun á gerð hans og magni. Losun hefur því ekki verið reiknuð fyrir tæp 166 tonn af úrgangi sem hefur fallið til í starfsemi Landsvirkjunar.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Úrgangsmál fyrirtækja falla í umfang 3, í leiðbeiningum GHG Protocol fyrir umfang 3 er sérstakur kafli um flokkun og útreikninga á losun GHG frá úrgangi sem til fellur við rekstur fyrirtækja en er meðhöndlaður af þriðja aðila. Bent er á að mismunandi gerð úrgangs veldur mismunandi losun GHG. Ber þá helst að nefna CO₂ (koltvísýring) frá niðurbroti á kolefni í lífrænum úrgangi, CH₄ (metan) frá rotnun á lífrænum úrgangi, og HFC (vetnisflúorkolefni) frá kælimiðlum.

Þrjár aðferðir eru nefndar við útreikninga á losun GHG frá úrgangi.

- A. Gagnasöfnun frá þjónustuaðila. Hér eru gildi fengin beint frá þjónustuaðila sem meðhöndlar úrganginn. T.d. varðandi útblástur frá brennslu eða magn úrgangs sem fer til endurvinnslu. Sé þessi aðferð notuð þarf ekki að notast við losunarstuðla líkt og gert er nú, enda er útblástursgögnum safnað beint frá því fyrirtæki sem annast frekari vinnslu á úrganginum.
- B. Losunarstuðlar úrgangs. Sé þessi aðferð notuð þarf Landsvirkjun að safna upplýsingum um magn úrgangs, gerð hans og hvernig hann er unninn af þjónustuaðila. Einnig þurfa upplýsingar um losun af vinnslu úrgangs að vera til staðar. Séu slíkar upplýsingar ekki til staðar er bent á að nota upplýsingar um útblástur frá meðhöndlun úrgangs frá IPCC [18].
- C. Meðaltalsgildi. Hér heldur fyrirtækið utan um heildarmagn úrgangs, og hlutfall sem beint er í landfyllingu, brennslu eða endurvinnslu. Nýttar eru svo meðaltalstölur varðandi losun GHG frá þeirri vinnsluaðferð sem úrgangurinn fer í.

Endurvinnsla úrgangs

Sá úrgangur sem fer til endurvinnslu er reiknaður sérstaklega, enda dregur sú aðgerð úr vinnslu nýrra hráefna og þar að leiðandi útblæstri GHG.

Samkvæmt GHG Protocol á ekki að draga sparaðan útblástur frá öðrum útblæstri vegna úrgangs, heldur skal slíkum upplýsingum haldið til haga og þær gefnar út aðskildar, og ótengdar öðrum útblæstri.

Þrjár leiðir eru gefnar í GHG Protocol við að reikna sparaðan útblástur GHG vegna endurvinnslu.

- A. Keypt er hráefni með endurunnu innihaldi. Sé þetta tilfellið, lækkar að sama skapi útblástur GHG við framleiðslu á hrávörunni, og er raunverulegur útblástur reiknaður enda er hann lægri. Munurinn á útblæstri vegna nýrrar hrávöru og þeirrar endurunnu sem keypt er reiknast sem sparaður útblástur.

- B. Magn úrgangs frá rekstri fyrirtækis, Landsvirkjunar í þessu tilviki, sem fer til endurvinnslu. Hér er að sama skapi útblástur tekinn vegna endurvinnslunnar, en sá útblástur sem til sparast vegna endurvinnslunnar reiknast til, enda hefði hrávaran að öðrum kosti verið framleidd frá grunni.
- C. Fyrirtæki selur vöru með endurvinnanlegu innihaldi. Hér er gert ráð fyrir að hluti innihalds vörunnar fari til endurvinnslu og sparist þar að leiðandi útblástur.

Í tilfelli Landsvirkjunar á aðferð B helst við þegar kemur að endurvinnslu úrgangs.

Græna bókhald Landsvirkjunar tekur ekki á spöruðum útblæstri vegna endurvinnslu þrátt fyrir að magn úrgangs sem fer til endurvinnslu eða endurnýtingar sé skilmerkilega mælt og skráð.

Lagt skal áherslu á að sparaður útblástur kemur ekki til frádráttar öðrum útblæstri frá rekstri Landsvirkjunar. Sýna skal á gagnsæjan og skilmerkilegan hátt hvernig sparnaðurinn er reiknaður, hvaða gildi liggja þar til grundvallar og hver óvissa kann að vera.

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

Losun GHG frá úrgangi sem til fellur vegna reksturs Landsvirkjunar er lítil í samanburði við aðra þætti rekstursins, svo sem frá jarðvarmavirkjunum, það ber þó að nefna að mikilvægi hvers liðar í starfsemi fyrirtækja er mældur út frá mikilvægi þess inna hvers umfangs, t.d. hversu mikilvægur þáttur af umfangi 3 er úrgangsmál miðað við t.d. flugferðir starfsmanna. Í græna bókhaldi Landsvirkjunar er úrgangur þó flokkaður skilmerkilega. Hinsvegar eru augljósir vankantar þegar litið er á meðhöndlun úrgangs í GHG Protocol í sambandi við græna bókhald Landsvirkjunar, eftirfarandi er því lagt til svo grænt bókhald Landsvirkjunar sé í samræmi við GHG Protocol:

1. Losun allra gerða úrgangs er reiknuð. Hér þarf því að líta nánar á grófan úrgang sem flokkaður er af þjónustuaðila, hver hann er og hvert hann fer. Einnig þarf að skoða úrgang sem fer til endurvinnslu og hver losun GHG er við endurvinnsluna sjálfa. Möguleikar við útreikninga á útblæstri GHG vegna endurvinnslu úrgangs voru nefndir hér að ofan og má sjá að möguleiki B liggur beinast við, enda er nú þegar safnað miklu magni af þeim upplýsingum sem þarf við útreikninga samkvæmt þeirri aðferð.
2. Lagt er til að sparaður útblástur sé reiknaður vegna endurvinnslu á úrgangi. GHG Protocol leggur til að slíkur sparnaður sé reiknaður, en dregst þó ekki frá annari losun GHG. Slíkar upplýsingar má fá, líkt og áður var tekið fram, beint frá þjónustuaðila eða úr skýrslum líkt og frá IPCC. Hér að ofan voru einnig þrjár aðferðir nefndar við slíka útreikninga, beinast liggur við að nota aðferð B við úrteikninga á þeim losunarsparnaði.

3. Gagnsæi sé aukið varðandi losunarstuðla og skulu slíkir stuðlar greinilega teknir fram fyrir allar tegundir úrgangs. Núverandi bókhald nýtir einungis losunarstuðul fyrir urðaðann úrgang, en ekki úrgang sem fer til brennslu eða endurvinnslu. Einnig er ekki auðséð, hafi maður einungis aðgang að opinberu efni Landsvirkjunar, að hægt sé að nálgast losunarstuðul urðaðs úrgangs. Gagnsæi, sér í lagi á losunarstuðlum, þarf því að auka.

4.6 Rafbúnaður

Núverandi útreikningar

Í græna bókhaldi Landsvirkjunar er rafbúnaður gjarnan flokkaður með rafhlöðum og þá sem spilliefni. Sú flokkun sem nú er notuð, þ.e. að rafbúnaður og rafhlöður séu tilgreindar saman, getur gert erfitt fyrir þann sem skýrsluna les að greina hversu mikið af rafbúnaði féll til annarsvegar, og rafhlöðum hinsvegar.

Losun GHL, og þá helst SF₆ (Brennisteinshexaflúoríð) er mæld vegna förgunar á rafbúnaði og losun kælimiðla í andrúmsloftið vegna leka. Engin losun var á SF₆ árið 2017, og má þá gera ráð fyrir að engum rafbúnaði hafi verið fargað og að förgun rafhlaðna hafi því verið sá þáttur sem telur heildarförgun í floknum “Rafhlöður og rafbúnaður” árið 2017. Mikilvægt er að skoða ítarlega losun á SF₆ enda er hlýnunarmáttur gastegundarinnar 23.900 meiri en koldíoxíðs. Innan Landsvirkjunar er efnið notað sem einangrunarmiðill á háspennubúnað í GIS virkjum [19]. Vert er að benda á að útblástur CO₂ ígilda vegna losunar á SF₆ árið 2016 var meiri en af brennslu eldsneytis á bifreiðar Landsvirkjunar þrátt fyrir að einungis fáeinir lítrar af efninu hafi sloppið út í andrúmsloftið. Ef “eignarhald” af losun hefur verið breytt þarf að tilgreina það sérstaklega og vitna í lýsingu á samningi.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Losun á GHL frá rafbúnaði Landsvirkjunar fellur undir umfang 1 í GHG Protocol, enda er það beinn útblástur frá rekstri fyrirtækisins, ef “eignarhaldi” á losun er breytt þarf samt sem áður að tilgreina losunina í umfang 3 (óbein losun vegna starfsemi Landsvirkjunar) og það þarf að breyta þessu aftur í tímann til að gæta að samhæfni milli ára. Í staðli GHG Protocol kemur sérstaklega fram að innan orkugeirans skuli leki á SF₆ mælt (SF₆ emissions from transmission and distribution equipment). Einnig er mælt til þess að losun á SF₆ sé mæld eftir að förgun hefur átt sér stað og falli þá undir umfang 3.

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

Núverandi mælingar og skráningar á losun SF₆ frá Landsvirkjun standast kröfur GHG Protocol og virðist ekki þörf á breytingum þar að lútandi. Skoða má nánar hvernig rafhlöður eru unnar eftir að þær yfirgefa Landsvirkjun, enda voru 440 kg af rafhlöðum fargað árið 2017 samkvæmt græna bókhaldi Landsvirkjunar. Gera þarf greinagóða skýringu á skiptingu losunar á milli Landsvirkjunar og Landsnets, og að losunin fari í rétt umfang.

5 Binding Kolefnis

5.1 Skógrækt og landgræðsla

Núverandi útreikningar

Landsvirkjun hefur fengið Rannsóknarstöð Skógræktar til úttektar á kolefnisbindingu vegna gróðursetningar og skógræktar á sínum vegum [20]. Kemur þar fram “Heildarbinding koldíoxíðs (CO₂) í skógræktarsvæðum Landsvirkjunar á árinu 2016 var áætluð á bilinu 1.526-1.998 tonn með 95% öryggi”. Í græna bókhaldi Landsvirkjunar kemur hinsvegar fram að árið 2016 hafi binding á vegum Landsvirkjunar verið 28.250 tonn. Árið 2017 var bindingin ívið meiri, eða 29.949 tonn. Greinilegan mun er þarna að sjá, en helgast hann af kolefnisbindingu vegna landgræðslu.

Hvorki í vinnuskjali vegna Landgræðslu né í græna bókhaldi Landsvirkjunar er mögulegt að sjá hvernig fengið er út að kolefnisbinding vegna skógræktar eða landgræðslu sé tæp 30.000 tonn. Einungis er mögulegt að sjá að fjöldi gróðursettra trjáa er 95.000, og 57.442 í nágrenni aflstöðva. Í endurskoðaðri aðgerðaráætlun í loftslagsmálum Landsvirkjunar er að sama skapi ekki tekið fram hvernig kolefnisbinding gróðursetningar og skógræktar er reiknuð. Lagt er til að gagnsæi við útreikninga á jafn mikilvægum lið og kolefnisbindingu trjáa og landgræðslu sé aukið, svo ekki verði um villst hvernig Landsvirkjun áætla að kolefnisbinding með gróðursetningu og landgræðslu sé tæp 30.000 tonn CO₂. Gerður hefur verið samningur við Kolvið um bindingu frá árinu 2013, en ekki er tilgreint meira um það verkefni í grænu bókhaldi fyrir árið 2017. Samkvæmt samningsdrögum frá Kolvið eru verkefni skilgreind að hluta til en ekki virðist farið eftir reglum GHG protocol. Þar stendur að kolefnisbindingin á umsömdu magni tekur allt að 90 ár. Miðað er við að það taki gróður 90 ár að binda 330 tonn CO₂/ha en ekki kemur fram hvernig það er áætlað og hvort bindingin sé þá línuleg frá fyrsta ári og er þá 3.667 tonn CO₂/ha en þá er ekki gert ráð fyrir vaxtarkúrfu skóga.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Samkvæmt GHG Protocol [6], er kolefnisbinding svæðis reiknuð sem mismunur á milli kolefnisbindingar svæðis án aðkomu landgræðslu eða skógræktar og kolefnisbindingar svæðisins eftir gróðursetningu. Í stuttu máli má útskýra aðferðafræðina á eftirfarandi hátt, landsvæði mun að öllu óbreyttu binda kolefni án gróðursetningar og á ekki að telja þessa bindingu sem kolefnisbindingu fyrirtækis.

Í GHG Protocol er binding GHG með breyttri landnotkun skilgreind á eftirfarandi hátt (orðalag notað úr GHG Protocol LULUCF [6]).

Breytur :

k: carbon pool

p: primary effect

z: project activity

s: secondary activity

t: time period

GHG Reduction:

$$\text{GHG Reduction}_t (\text{t CO}_2\text{eq}) = \sum_z \text{Project activity reduction}_{zt}$$

Þar sem,

$$\text{Project activity reduction}_{zt} = \text{Primary Effect}_{zt} + \text{Secondary Effect}_{zt}$$

Séu afleiður (secondary effects) í formi aukins útblásturs (t.d. vegna aukinnar umferðar um svæði eða framleiðslu áburðar) skal sú tala skráð sem neikvæð, og dregst frá.

Primary Effect:

Fyrir verkefni með breyttri landnotkun, skulu megináhrif reiknast til geymslu og losun á kolefni með lífrænum aðferðum í gegnum landgræðslu.

$$\text{Primary Effect}_{zt} (\text{t CO}_2\text{eq}) = \text{GHG removals}_{zt}$$

$$\text{GHG Removals}_{zt} (\text{t CO}_2\text{eq}) = \sum_p [\text{Project Activity GHG Removals}_{pzt} - \text{Baseline GHG Removals}_{pzt}]$$

$$\text{Project Activity GHG Removals}_{pzt} =$$

$$(\text{Project Activity Carbon Stocks}_{pzt} - \text{Project Activity Carbon Stocks}_{pzt(t-1)}) \times \frac{44}{12} \text{ CO}_2/\text{t carbon}$$

$$\text{Project Activity Carbon Stocks}_{pzt} =$$

$\sum_k$ carbon stocks from each biological carbon pool measured, k, related to each primary effect, p, for project activity, z, in period t for a given unit of land area

Baseline GHG Removals_{pzt} =

$$(\text{Baseline Carbon Stocks}_{pzt} - \text{Baseline Carbon Stocks}_{pz(t-1)}) \times \frac{44}{12} \text{ CO}_2/\text{t carbon}$$

Baseline Carbon Stocks_{pzt} =

$\sum_k$ baseline carbon stocks from each biological carbon pool measured, k, related to each primary effect, p, for project activity, z, in period t for a given unit of land.

Samkvæmt GHG Protocol skal telja til og gefa upp breytingu á kolefnisbúskap (GHG Removals_{zt}(t CO₂eq) hér að ofan). Afleiður (secondary effects) geta verið í formi bindingar en einnig aukins útblásturs.

Áður en verkefni við landgræðslu eða skógrækt er hafið þarf því að áætla hver grunngildi kolefnisbindingar eru, enda er slík vitneskja grunnforsenda útreikninga við hver áhrif hinnar breyttu landnotkunar er. Sýnidæmi fyrir skógræktarverkefni sem mótvægisáðgerð er að finna í leiðbeiningum fyrir LULUCF mótvægis verkefni [6] í hluta 2 í því skjali.

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

Svo að landgræðslu og skógrækt á vegum Landsvirkjunar séu gerð skil á þann hátt sem tilgreint er í GHG Protocol þarf eftirfarandi að koma fram [6].

- Verkefnislýsing.
 - Líkt og í öðrum flokkum GHG Protocol, skal telja upp nákvæmlega hvar og hvaða landsvæði eru hluti af kolefnisbindingu. Lýsingin skal innihalda kort af svæðunum, hvenær verkefnin hefjast, hvenær binding GHG hefst og hvenær áætlað er að kolefnisbindingu ljúki.
- Mörk útreikninga (Assessment boundaries).
 - Í mörkun er tekið fram hvaða aðgerðir teljast til þeirra verkefna sem hafa það markmið að draga úr GHG. Hér má t.d. nefna útblástur vegna framleiðslu og dreifingu áburðar.
- Grunngildi kolefnisbúskapar og kolefnisbindingar frá svæðum áður en skógrækt eða landgræðsla hefst.
 - Hér skal landfræðilegum einkennum þeirra svæða sem skal vinna með lýst, tegund gróðurs og núverandi magn kolefnis sem fyrir finnst og hversu mikið er bundið árlega.

- Áætlaður kolefnisbúskapur verkefnis og binding GHG á meðan verkefni stendur.
 - Gera skal nákvæma grein fyrir reikniaðferðum til að meta kolefnisbindingu verkefna, en einnig hvernig grunnildi kolefnisbúskapar er reiknað.
- Fylgniáætlun (Monitoring plan).
 - Í fylgniáætlun er binding reiknuð á ársgrundvelli, gagnageymsla skilgreind og afrit af gögnum.
- Mótvægisáætlun vegna losunar frá kolefnisbúskap.
 - Sökum þess að möguleikar eru fyrir hendi á losun frá kolefnisbúskap, t.d. vegna skógarhöggs eða bruna, þarf mótvægisáætlun að vera til staðar komi til slíkra atvika.
- Árleg eftirfylgni og skýrslugjöf á bindingu GHG.
 - Eftirfylgni og skýrslugjöf skal framkvæmd af óháðum aðila.

Ljóst er að Landsvirkjun uppfyllir fá þessara skilyrða GHG Protocol. Einnig er græna bókhald Landsvirkjunar óljóst þegar kemur að núverandi útreikningum á kolefnisbindingu. Einnig þarf að skoða hver útblástur er af óbeinum aðgerðum, svo sem af framleiðslu á áburði og losun vegna notkunar hans.

5.2 Áburðardreifing

Núverandi útreikningar

Í grænu bókhaldi Landsvirkjunar eru magntölur gefnar fyrir notkun áburðar. Þó er ekki skilgreint hvernig áburð notast er við (lífrænn eða hefðbundinn) og í hvaða hlutföllum (NPK). Ekki er reiknuð nein losun vegna framleiðslu og notkunar áburðarins þrátt fyrir að framleiðsla áburðar sé orkufrekt ferli.

Útreikningar samkvæmt GHG Protocol

Notkun áburðar í landgræðslu og skógrægt fellur undir neikvæð aukaáhrif mótvægisverkefna. Það er skylda, samkvæmt GHG Protocol að tilgreina losun frá aukaáhrifum. Reikna þarf út bæði losun í framleiðslu og vegna notkunar. Þetta á bæði við um hefðbundinn og óhefðbundinn áburð þar sem báðir hafa í för með sér umtalsverða losun GHG.

Aðgerðir til að uppfylla GHG Protocol

- Greinagóðar upplýsingar þurfa að liggja fyrir um notkun áburðar ásamt hlutfalli innihalds.

- Sé hægt að nálgast lífsferilsgreiningar á þeim áburði sem notast er við (LCA) má nota þær til þess að greina GHG losun í framleiðslu.
- Svo þarf að mæla, eða meta, losun eftir notkun en það getur verið umtalsverð losun af glaðlofti vegna notkunar á áburði.
- Liggi þessar tölur fyrir í landsúttekt á landgræðslu, þarf að skilgreina það sérstaklega og sundurliða slík aukaáhrif frá aðaláhrifum, þ.e.a.s. bindingunni sjálfri.

6 Atriði sem vantar í kolefnisbókhald Landsvirkjunar

6.1 Rafmagnsnotkun

Útblástur vegna rafmagnsnotkunar fyrirtækis skal skráð í umfang 2 samkvæmt GHG Protocol. Rafmagnsnotkun þarf að veita sérstaka athygli, vegna þeirrar sérstöðu að Landsvirkjun er einnig framleiðandi rafmagns. Útblástur rafmagnsnotkunar fellur, eins og áður segir í umfang 2 hjá GHG Protocol, en sami útblástur gæti að sama skapi verið áður talinn í umfang 1, enda væri það útblástur vegna reksturs Landsvirkjunar. Hjá fyrirtæki sem ekki framleiðir raforku færðist útblástur vegna raforkuframleiðslunnar í umfang 1 hjá framleiðanda raforkunnar, sem væri annað félag. Í tilfelli Landsvirkjunar er um sama félagið að ræða, og þarf því að veita því athygli að tvíþóku eigi sér ekki stað. Í kafla 5.4 í leiðbeiningum um umfang 2 er tekið fram að ef rafmagn er keypt af raforkuneti, skuli útblástur vegna þess skráður í umfang 2. Nýti fyrirtækið raforkuna áður en hún er sett á raforkunetið, skal skrá útblásturinn í umfang 1 [4].

6.2 Heitavatsnotkun

Líkt og með notkun raforku, skráir Landsvirkjun ekki notkun á heitu vatni. Þá eiga sömu atriði við í tilfelli heits vatns og raforku varðandi í hvaða umfang það skuli skráð. Hinsvegar virðist Landsvirkjun ekki framleiða heitt vatn, og fellur því útblástur vegna framleiðslu á því í umfang 2.

6.3 Ferðavenjur starfsfólks

Útblástur vegna ferða starfsfólks fellur undir umfang 1 sé faratækið í eigu Landsvirkjunar. Séu faratækin í eigu þriðja aðila, fellur útblásturinn undir umfang 3. Sé um rafbíla að ræða í eigu Landsvirkjunar, fellur útblásturinn vegna framleiðslu rafmagnsins undir umfang 2.

Skoða skal sérstaklega kafla 7 í leiðbeiningum um ferðir í og úr vinnu starfsfólks. Til að uppfylla þessa kröfu, þarf að fá yfirsýn, t.d. með könnun, hvernig og hversu langt starfsfólk ferðast í og úr vinnu. Útblástur vegna ferða starfsfólks í og úr vinnu fellur svo í umfang 3 í kolefnisbókhaldi Landsvirkjunar.

6.4 Losun vegna framkvæmda

Við framkvæmdir, s.s. vegna bygginga nýrra virkjana, þarf að telja útblástur bæði vegna beinnar og óbeinnar losunar. Bein losun vegna framkvæmda skal skráð í umfang 1 standi Landsvirkjun að framkvæmdunum sjálf, en í umfang 3 séu verktakar fengnir til verksins. Óbeinn útblástur við framleiðslu á t.d. íhlutum notuðum í framkvæmdunum skal skrá í umfang 3. Fjórar aðferðir eru gefnar upp í leiðbeiningum útreikninga á umfangi 3 þegar kemur að keyptum aðföngum og má sjá í kafla 2 [13]. Skoða þarf í einstaka tilvikum hvaða aðferð á best við og veltur helst á því hvaða upplýsingar eru í boði frá framleiðendum.

7 Heimildir

- [1] Greenhouse Gas Protocol, www.ghgprotocol.org/.
- [2] Corporate Standard | Greenhouse Gas Protocol, www.ghgprotocol.org/corporate-standard.
- [3] Project Protocol | Greenhouse Gas Protocol, www.ghgprotocol.org/standards/project-protocol.
- [4] Scope 2 Guidance | Greenhouse Gas Protocol, http://www.ghgprotocol.org/scope_2_guidance
- [5] GHG Protocol, Scope 3 Guidance. <http://www.ghgprotocol.org/scope-3-technical-calculation-guidance>
- [6] GHG Land Use, Land Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting. http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards_supporting/LULUCF%20Guidance_1.pdf
- [7] Landsvirkjun, Grænt Bókhald 2017. <https://arsskyrsla2017.landsvirkjun.is/umhverfi/graent-bokhald#Graentbokhald>
- [8] Landsvirkjun, Dótturfyrirtæki og félög. <https://www.landsvirkjun.is/fyrirtaekid/dotturfyrirtaekiofgelag>
- [9] Landsvirkjun, Krafla og Bjarnarflag. Afköst borhola og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás árið 2016. LV-2017-051
- [10] International Hydropower Association. GHG Measurement Guidelines for Freshwater Reservoirs. <https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/GHG%20Measurement%20Guidelines%20for%20Freshwater%20Reservoirs.pdf>

- [11] Product Certificate. Biofuel Feedstock for Singaporean Biodiesel NExBTL
- [12] GHG Protocol, Calculation Tools. <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools>
- [13] GHG Protocol Scope 3 Calculation Guide.
<http://www.ghgprotocol.org/scope-3-technical-calculation-guidance>
- [14] GHG Protocol Global Warming Potential values, AR5
http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf8
- [15] DEFRA, GHG Protocol third party database.
<http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases/Defra>
- [16] Government emission conversion factors for greenhouse gas company reporting.
<https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>
- [17] U.S. EPA Climate Leaders GHG Inventory Protocol, "Optional Emissions from Commuting, Business Travel and Product Transport,"
http://www.epa.gov/stateply/documents/resources/commute_travel_product.pdf
- [18] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- [19] Landsvirkjun, 2007. Losun SF₆ frá rafbúnaði.
[https://www.landsvirkjun.is/media/umhverfismal/03_LosunSF₆.pdf](https://www.landsvirkjun.is/media/umhverfismal/03_LosunSF6.pdf)
- [20] Landsvirkjun, 2017. Önnur úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á vegum Landsvirkjunar. <http://gogn.lv.is/files/2017/2017-040.pdf>



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

