

Inergia Oy:n kasvihuonekaasupäästöt

2018–2021



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Ympäristösuunnittelija, Forssa

Kevät, 2021

Mia Hirvi

Tekijä	Mia Hirvi	Vuosi 2021
Työn nimi	Inergia Oy:n kasvihuonekaasupäästöt 2018–2021	
Ohjaaja	Sanna Hakkarainen	

TIIVISTELMÄ

Tietoisuus ilmastonmuutoksesta on lisääntynyt viime aikoina merkittävästi. Sen myötä myös kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen merkitys on kasvanut. Yhä useammat päästövähennyksiä tavoittelevat yritykset laskevatkin nykyään toiminnoistaan johtuvat päästöt, ja sen jälkeen päättävät toimista, joilla päästövähennyksiin päästään. Eri laskentatavoista GHG-protokollan mukainen päästölaskenta on noussut käytetyimmäksi laskentametodiksi ympäri maailman. GHG-protokolla jakaa yritysten aiheuttamat päästöt kolmeen ulottuvuuden, scope 1–3:een. Näistä scope 1:ssä raportoidaan yrityksen toiminnan suorat kasvihuonekaasupäästöt, scope 2:ssa epäsuorat päästöt, ja scope 3:ssa laajemmat epäsuorat päästöt.

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin kasvihuonekaasupäästölaskenta Inergia-konsernille GHG-protokollan scope 1:n ja 2:n mukaisia periaatteita käyttäen. Inergia-konsernin toimintoihin kuuluu vesihuolto, sähkönsiirtopalvelut sekä kaukolämpö.

Päästölaskennan tuloksista voidaan selkeästi nähdä, miten suuri vaikutus yrityksen päästöihin on siirtymisellä uusiutuvilla energiamuodon lähteillä tuotettuun ostosähköön. Inergia-konsernin toimialue on Lapin arktisessa ilmastossa, ja tutkimus paljasti myös, että sääolosuhteilla on vaikutusta eri toimintojen kasvihuonekaasupäästöihin.

Avainsanat kasvihuonekaasupäästöt, GHG-protokolla, ilmastonmuutos, energiayhtiö, jäteveden käsittely

Sivut 83 sivua, ei liitteitä

Author	Mia Hirvi	Year 2021
Subject	Inergia Oy Greenhouse Gas Emissions 2018–2021	
Supervisor	Sanna Hakkarainen	

ABSTRACT

Climate change awareness has risen significantly in recent years, so too has the importance of reducing greenhouse gases. To reduce the emissions of these gases, more and more companies now initially calculate their emissions, and then decide how to reduce the emissions caused by their operations. The study of this thesis concentrated on calculating the greenhouse gas emissions of the energy company group Inergia, the commissioner of the thesis.

The method used in the study was a Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protocol) since it has become one of the most widely used calculation methods worldwide. The GHG-Protocol divides the sources of greenhouse gases into three scopes, where scope 1 reflects the direct emissions of a company, scope 2 indirect emissions and scope 3 reflects a larger scale of indirect emissions. In this study, the GHG-Protocol's methods for scopes 1 and 2 were utilized. The functions of Inergia group consist of water supply and sewerage, electric power transmission and municipal district heating.

The outcome of the greenhouse gas emissions calculation for Inergia was that the transition into buying renewable energy can reduce the emissions of a company effectively. In addition, Inergia group is located in the Arctic climate in Finnish Lapland; the research also revealed that the weather conditions have an impact on greenhouse gas emissions.

Keywords Greenhouse gas emissions, GHG-protocol, climate change, energy company, wastewater treatment

Pages 83 pages, no appendices

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ilmastonmuutos ja kasvihuonekaasupäästöt	2
2.1	Hiilidioksidi (CO ₂).....	4
2.2	Metaani (CH ₄).....	4
2.3	Dityppioksidi (N ₂ O).....	4
2.4	Rikkiheksafluoridi (SF ₆).....	5
2.5	Muut kasvihuonekaasut.....	5
2.6	Kasvihuonekaasupäästöt ja energiateollisuus	6
2.6.1	Kaukolämpö.....	7
2.6.2	Vesivoima	8
2.7	Kasvihuonekaasupäästöt ja vesihuolto.....	9
2.7.1	Jätevesiviemärit ja jäteveden puhdistusprosessi.....	10
2.7.2	Jätevesilietteen kompostointi	12
3	GHG-protokolla.....	13
3.1	Päästölaskennan periaatteet	15
3.1.1	GWP ja CO ₂ e.....	15
3.1.2	Uusiutuvat energian lähteet ja biogeeniset päästöt.....	16
3.1.3	Markkina- ja sijaintiperusteinen raportointi.....	17
3.1.4	Sähkön alkuperätakuu ja jäännösjakauma	17
3.1.5	Voimalaitosten oma käyttösähkö	18
3.1.6	Häviösähkö	18
3.2	Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästöt yhtiöittäin	19
3.3	Inergia Oy	20
3.3.1	Scope 1, Inergia Oy:n sähkön tuotanto.....	20
3.3.2	Scope 2, Inergia Oy:n ostosähkö ja -lämpö.....	23
3.4	Tunturiverkko Oy	25
3.4.1	Scope 1, Tunturiverkko Oy:n sähköverkkojen ylläpito	25
3.4.2	Scope 1, Tunturiverkko Oy:n omistamat kulkuneuvot	26
3.4.3	Scope 2, Tunturiverkko Oy:n ostettu häviösähkö.....	27
3.4.4	Scope 2, Tunturiverkko Oy:n muu ostosähkö	29
3.4.5	Scope 2, Tunturiverkko Oy:n markkinaperusteinen ostosähkö yhteensä	31
3.4.6	Scope 2, Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteinen ostosähkö yhteensä	32

3.5	Inarin Lapin Vesi Oy.....	32
3.5.1	Scope 1, Inarin Lapin Vesi Oy:n jäteveden puhdistusprosessi.....	33
3.5.2	Scope 1, Inarin Lapin Vesi Oy:n jätevesilietteen kompostointi	34
3.5.3	Scope 1, Inarin Lapin Vesi Oy:n omistamat kulkuneuvot	37
3.5.4	Scope 2, Inarin Lapin Vesi Oy:n ostosähkö	38
3.6	Inergia Lämpö Oy	40
3.6.1	Inergia Lämpö Oy:n kaukolämmön tuotanto.....	40
3.6.2	Scope 1, Inergia Lämpö Oy:n omistamat kulkuneuvot.....	46
3.6.3	Scope 2, Inergia Lämpö Oy:n ostosähkö	47
3.7	Northgrid Oy	48
4	Konsernin Scope 1 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.....	49
4.1	Scope 1, konsernin omistamat kulkuneuvot	49
4.2	Scope 1, konsernin kasvihuonekaasupäästöt yhteensä	50
4.3	Scope 1, konsernin biogeeniset päästöt yhteensä	51
5	Konsernin scope 2 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.....	52
5.1	Scope 2, konsernin markkinaperusteinen ostosähkö ilman häviösähköä.....	52
5.2	Scope 2, konsernin sijaintiperusteinen ostosähkö ilman häviösähköä	53
5.3	Scope 2, konsernin markkinaperusteinen ostosähkö ja häviösähkö yhteensä.....	54
5.4	Scope 2, konsernin sijaintiperusteinen ostosähkö ja häviösähkö yhteensä..	55
6	Konsernin scope 1 ja 2 -päästöt yhteensä.....	56
6.1	Päästöjen jakautuminen scope 1 ja 2 kesken	57
6.2	Päästöjen jakautuminen eri päästölähteiden kesken.....	58
7	Tulosten tulkinta.....	62
8	Johtopäätökset ja pohdinta.....	64
8.1	Jäteveden käsittely ja lietteen kompostointi.....	65
8.2	Vesivoima	66
8.3	Jatkotoimenpiteet ja hiilineutraaliuden saavuttaminen tulevaisuudessa.....	66
8.4	YK:n kestävän kehityksen tavoitteet.....	69
	Lähteet.....	70

Kuvat ja taulukot

Kuva 1. Ihmisten aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen kehitys pitkällä aikavälillä (IPCC, 2014).	3
---	---

Kuva 2. Sähkön käytön ennustetaan lisääntyvän. Kuvan skenaario ei sisällä metsäteollisuutta. (VTT, 2002).....	7
Kuva 3. GHG-protokollan jakautuminen scope 1–3:een (Greenhouse Gas Protocol, 2013).	14
Kuva 4. Inergia-konsernin organisaatiokaavio (Inergia, 2021).....	19
Kuva 5. Inergia-konsernin omistajat, hallinto ja osakkuudet (Inergia, 2020b).	20
Kuva 6. Inergia Oy:n sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöjen kehitys.....	23
Kuva 7. Inergia Lämpö Oy:n lämmöntuotannon polttoaineet (Inergia, 2020a).....	40
Kuva 8. Kaukolämmön tuotannon hiilidioksidipäästöjen jakautuminen fossiilisilla energialähteillä tuotettuihin ja biogeenisiin päästöihin.	44
Kuva 9. Kaukolämmöntuotannon CO ₂ e-päästöjen kehitys.	46
Kuva 10. Inergia-konsernin kulkuneuvojen kasvihuonekaasupäästöt.	50
Kuva 11. Inergia-konsernin scope 1 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä pylväsdiagrammina esitettynä.....	51
Kuva 12. Inergia-konsernin scope 2 markkinaperusteisen ostosähkön kehitys ilman häviösähköä.....	53
Kuva 13. Inergia-konsernin markkinaperusteisen ostosähkön kehitys kokonaisuudessaan.	55
Kuva 14. Inergia-konsernin sijaintiperusteisen ostosähkön päästöt yhteensä.....	56
Kuva 15. Inergia-konsernin scope 1 ja 2 -kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.....	57
Kuva 16. Scope 1 ja scope 2 päästöjen kehitys lineaarisesti tarkasteltuna.	57
Kuva 17. Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen scope 1:n ja scope 2:n kesken.....	58
Kuva 18. Inergia-konsernin kasvihuonekaasujen jakautuminen eri toimintojen kesken vuosilta 2018–2021.	59
Kuva 19. Vertailuvuoden 2018 kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lähteisiin.....	59
Kuva 20. Viimeisimmän toteutuneen vuoden eli vuoden 2020 kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lähteisiin.....	60
Kuva 21. Vuoden 2021 ennusteen mukainen kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lähteisiin.	61
Kuva 22. Päästöjen jakautumisen ennuste vuodelle 2021 jos aumakompostoinnin päästöt jätetään tarkastelun ulkopuolelle.	62

Taulukko 1. Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasujen elinikiä ja 100 vuoden lämmityspotentiaalit.	15
Taulukko 2. Inergia Oy:n sähköntuotanto ja jakautuminen kilowattitunteina ja markkinoille myydyn sähkön osuus.	21
Taulukko 3. Varavoimageneraattorin päästöt.....	22
Taulukko 4. Inergia Oy:n sähköntuotannon päästöt.	22
Taulukko 5. Inergia Oy:n markkinaperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt ..	24
Taulukko 6. Inergia Oy:n sijaintiperusteinen ostosähkö.	25
Taulukko 7. Tunturiverkko Oy:n rikkiheksafluoridi (SF ₆) kaasupäästöt.	26
Taulukko 8. Tunturiverkko Oy:n pakettiautojen päästöt.	26
Taulukko 9. Tunturiverkko Oy:n moottorikelkkojen päästöt.	27
Taulukko 10. Tunturiverkko Oy:n markkinaperusteinen ostosähkö häviösähkön osalta.	28
Taulukko 11. Tunturiverkko Oy:n kasvihuonekaasupäästöt sijaintiperusteisesti laskettuna.	29
Taulukko 12. Tunturiverkko Oy:n ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt markkinaperusteisesti laskettuna, häviösähkö poisluettuna.	30
Taulukko 13. Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteinen ostosähkö yhteensä, häviösähkö poisluettuna.....	31
Taulukko 14. Tunturiverkko Oy:n ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt yhteensä markkinaperusteisesti laskettuna.	31
Taulukko 15. Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuudessaan.	32
Taulukko 16. Inarin Lapin Vesi Oy:n lietteen ja tukiaineen määrät sekä lietekompostoinnin kasvihuonekaasupäästöt.	36
Taulukko 17. Inarin Lapin Vesi Oy:n pakettiautojen päästöt.	37
Taulukko 18. Inarin Lapin Vesi Oy:n kuorma-auton kasvihuonekaasupäästöt..	38
Taulukko 19. Inarin Lapin Vesi Oy:n moottorikelkkojen kasvihuonekaasupäästöt.	38
Taulukko 20. Inarin Lapin Vesi Oy:n markkinaperusteisen ostosähkön päästöt.	39
Taulukko 21. Inarin Lapin Vesi Oy:n sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt.	39
Taulukko 22. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2018 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.....	41

Taulukko 23. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2019 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.....	42
Taulukko 24. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2020 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.....	42
Taulukko 25. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöjen ennuste vuodelle 2021 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.	43
Taulukko 26. Vuoden 2018 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt CO2e-kertoimella laskettuna.	44
Taulukko 27. Vuoden 2019 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt CO2e-kertoimella laskettuna.	45
Taulukko 28. Vuoden 2020 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt CO2e-kertoimella laskettuna.	45
Taulukko 29. Vuoden 2021 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöjen ennuste CO2e-kertoimella laskettuna.	45
Taulukko 30. Inergia Lämpö Oy:n pakettiautojen kasvihuonekaasupäästöt.	46
Taulukko 31. Inergia Lämpö Oy:n markkinaperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt.	47
Taulukko 32. Inergia Lämpö Oy:n sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt.	48
Taulukko 33. Inergia-konsernin kulkuneuvojen kasvihuonekaasupäästöt.	49
Taulukko 34. Inergia-konsernin scope 1 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.	50
Taulukko 35. Inergia-konsernin scope 1:n biogeeniset päästöt.....	51
Taulukko 36. Inergia-konsernin scope 2 markkinaperusteinen ostosähkö ilman häviösähköä.	53
Taulukko 37. Inergia-konsernin sijaintiperusteisen scope 2 ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt ilman häviösähköä	54
Taulukko 38. Konsernin markkinaperusteiset päästöt yhteensä.	55
Taulukko 39. Inergia-konsernin sijaintiperusteisen ostosähkön päästöt yhteensä.	55

1 Johdanto

Maapallon lämpenemisestä aiheutuva ilmastonmuutos on puhuttanut ihmiskuntaa suuntaan jos toiseenkin jo monien vuosien ajan. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi on mm. laadittu kansainvälisiä sopimuksia, ihmiskunnan osuudesta lämpenemiseen on kiistelty, ja lukuisia tutkimuksia kasvihuonekaasujen vaikutuksesta on julkaistu. Kuitenkin viimeistään IPCC:n eli hallitusten välisen ilmastopaneelin vuonna 2018 julkaisema maailmaa kohauttanut raportti, jonka mukaan maapallon lämpeneminen pitäisi pysäyttää 1,5 asteeseen, toi ilmastonmuutoksen hillitsemisen tärkeyden Suomessakin lähes jokaisen kuluttajan tietoisuuteen (Allen ym., 2018). Nykyään vastuullisuuden merkitys niin julkishallinnon kuin yrity maailman toiminnoissa lisääntyykin jatkuvasti, mutta myös kuluttajien kiinnostus omaan hiilijalanjälkeensä ja ostamiensa ja rahoittamiensa palveluiden ympäristövaikutuksiin kasvaa koko ajan.

Suomessa tavoitteita ja toimia ilmastonmuutoksen pysäyttämiseksi tehdään valtiolliselta ja kunnalliselta tasolta lähtien aina teollisuuden eri sektoreihin ulottuen, pienempiä yrityksiä unohtamatta. Yksi kaikkien toimijoiden tärkeimmistä tavoitteista on ilmastoa lämmittävien kasvihuonekaasujen määrän vähentäminen, jonka toteuttamiseksi mitattavalla tavalla tulisi ensin selvittää ko. tahon kasvihuonekaasupäästöjen määrä. Tämän opinnäytetyön aiheeksi valikoitui työpaikkani Inarin Lapin Vesi Oy:n emoyhtiö Inergian konsernitason kasvihuonekaasupäästöt vuodesta 2018 vuoteen 2020. Kantavana tutkimuskysymyksenä opinnäytetyössä on ollut kartoittaa, kuinka paljon konsernin toiminnoista on aiheutunut vuosittain kasvihuonekaasupäästöjä, ja miten ne ovat kehittyneet. Lisäksi yhtenä tutkimuskysymyksenä on ollut konsernin päästöjen ennuste vuodelle 2021. Tutkimusmenetelmä on ollut kvantitatiivinen. Päästölaskenta toteutettiin GHG-protokollan mukaisten periaatteiden mukaisesti sen kansainvälisyyden ja yleisyyden vuoksi.

Mahdollisuus tehdä kasvihuonekaasupäästölaskelmia vesi- ja energiayhtiölle on antanut kestävä kehityksen opiskelijalle laajan mahdollisuuden syventää koulutuksessa opittuja asioita vesihuollon, hiilijalanjäljen laskennan ja kompostointiprosessin suhteen. Niin ikään se on antanut mahdollisuuden peilata YK:n kestävä kehityksen tavoitteita käytännössä niin ilmastotekojen, kestävien infrastruktuurien kuin puhtaan energiankin suhteen. Suurimmaksi

haasteeksi päästölaskennassa osoittautui relevanttien päästökertoimien etsiminen, sillä mitään standardoituja kertoimia ei ole toistaiseksi saatavilla. Eri päästökertoimien määrä jo pelkästään sähkölle onkin suorastaan häkellyttävää.

Ilmastonmuutokseen vaikuttavien seikkojen lisäksi opinnäytetyön tekeminen on vaatinut myös syvällistä tietoa eri prosesseista ja uuden oppimista. Varsinkin jäteveden käsittelyprosessin tunteminen on ollut välttämätöntä arvioitaessa sen eri prosesseissa mahdollisesti muodostuvien kasvihuonekaasujen muodostumista, kun taas energia-alan erikoispiirteet, kuten häviösähkö ja jäännösjakauma, ovat tuoneet uusia näkökulmia, joihin syventyä. Työtä kirjoittaessani olen yrittänyt tähdätä siihen, että asiasältö avautuisi sen tieteellisyydestä huolimatta myös niille lukijoille, joilla ei ole entuudestaan syvällistä tietoa kasvihuonekaasupäästöjen vaikutuksista tai laskennasta.

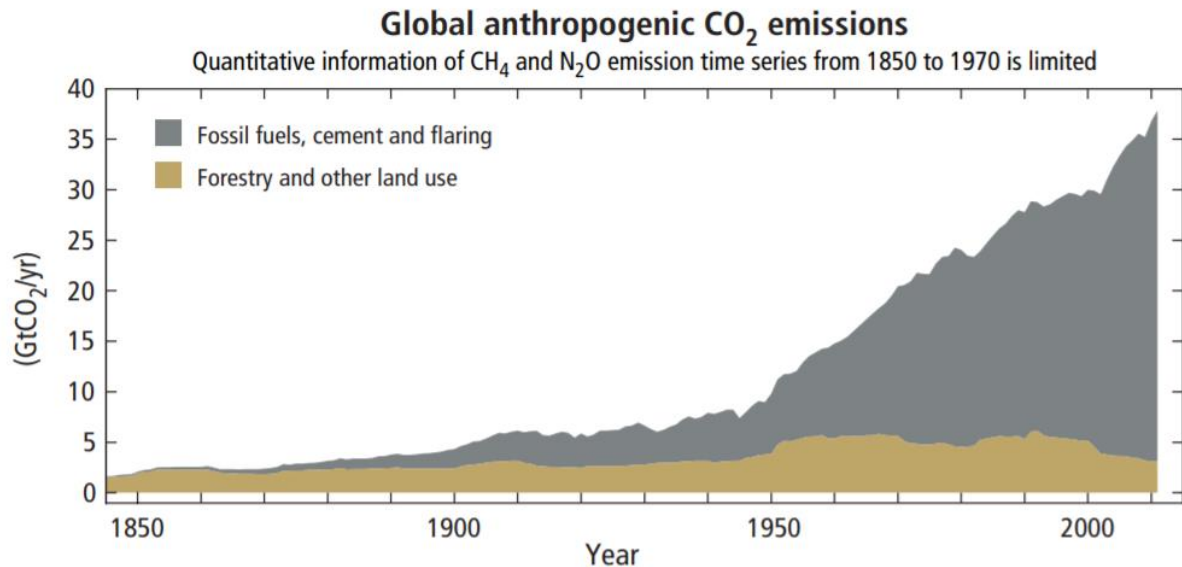
2 Ilmastonmuutos ja kasvihuonekaasupäästöt

Kasvihuoneilmiö tarkoittaa, että maapallon ilmakehä imee itseensä maapallolta lähtevää lämmön pitkäaaltoisäteilyä, päästäten siitä noin puolet avaruuteen. Ilmakehä kuitenkin päästää auringosta tulevan lyhytaaltoisen lämpösäteilyn hyvin lävitseen. Tämä säteilytasapaino mahdollistaa elämän maapallolla, sillä ilman sitä maapallon lämpötila olisi noin 30 astetta viileämpi. Ilmakehän kyky imeä itseensä lämpöä perustuu siinä oleviin kaasuihin. Ilmakehän kaasuista myös otsonilla ja vesihöyryllä on tärkeä osuus maapallon lämpötasapainossa, mutta esimerkiksi vesihöyryä ei kuitenkaan mainita kasvihuonekaasupäästöistä puhuttaessa, sillä sen osuus on luonnollinen tai sekundäärinen, eli sen määrä nousee maapallon lämpötilan noustessa, ja sen elinikä ilmakehässä on lyhytaikainen. (IPCC, 2007; Lehtonen ym., 2020, s. 9)

Kun ilmakehään on kertynyt lisääntynyt määrä lämpöä pidättäviä kaasuja, maapallon säteilytasapaino häiriintyy, minkä seurauksena maapallon lämpötila nousee voimistuneen kasvihuoneilmiön vuoksi. Hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi ja halogenoidut hiilivedyt ovat pitkäikäisiä kaasuja, joiden lisääntyminen maapallon ilmakehässä on ihmisen toiminnan vaikutuksesta lisääntynyt merkittävästi, kuten voidaan havaita kuvasta 1; vuodesta 1750 hiilidioksidin määrä on lisääntynyt 40 %:lla, metaanin taas 150 %:lla ja dityppioksidin 20

%:lla. Monia halogenoituja hiilivetyjä ei esiinny ilmakehässä luonnollisesti ja niiden pitoisuudet ovatkin puhtaasti ihmisen toiminnan tulosta. (IPCC, 2007; IPCC, 2014)

Kuva 1. Ihmisten aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen kehitys pitkällä aikavälillä (IPCC, 2014).



Kasvihuonekaasujen lisääntymisen vuoksi maapallon keskilämpötila on noussut mittaustilastojen mukaan vuodesta 1880 noin 0,85 astetta (Ilmatieteenlaitos, n.d.). Jo vuonna 2001 julkaistun IPCC:n kolmannen arviointiraportin mukaan ”Fossiilisten polttoaineiden käytöstä johtuvat CO₂-päästöt vaikuttavat käytännöllisesti katsoen varmasti ilmakehän CO₂-pitoisuuksiin trendeihin 21. vuosisadalla”, ja vuonna 2014 julkaistun raportin mukaan ihmisen vaikutus ilmastoon on selvä, ja ihmisperäiset kasvihuonekaasupäästöt ovat korkeimmat historiassa (IPCC, 2001, s. 9; IPCC, 2014).

Maapallon lämpeneminen ja siitä johtuva ilmastonmuutos aiheuttaa mm. biodiversiteetin katoamista, napajäätiköiden sulamista ja siten merenpintojen nousua, sään ääri-ilmiöitä ja riskejä ihmisten terveydelle kaikissa maapallon osissa (Euroopan komissio, n.d.). Ilmaston lämpenemisen pysäyttämiseksi Suomen hallituksen tavoite on, että Suomi on hiilineutraali viimeistään vuonna 2035. Osana tätä tavoitetta mm. niin sähkön- kuin lämmöntuotannon tulee olla lähes päästötöntä vuoteen 2030 mennessä. (Valtioneuvosto, n.d.)

Ilmastonmuutosta pyritään hillitsemään kansainvälisillä sopimuksilla, joista YK:n ilmastopuitesopimusta täydentävä Kioto pöytäkirja tuli voimaan vuonna 2005. Kioto

pöytäkirja sitoo oikeudellisesti kehittyviä maita asettamalla niille velvoitteet kasvihuonekaasupäästöistä (Ympäristöministeriö, n.d.). Kioton pöytäkirjassa määritellyt kasvihuoneilmiötä voimistavat päästöt ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), dityppioksidi (N₂O), HFC-yhdisteet, PFC-yhdisteet, rikkiheksafluoridi (SF₆) ja typpitrifluoridi (NF₃) (Tilastokeskus, n.d.-a). Alaluvuissa tarkastellaan näitä Kioton pöytäkirjassa mainittuja kaasuja tarkemmin.

2.1 Hiilidioksidi (CO₂)

Ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasuista on hiilidioksidilla merkittävin rooli. Hiilidioksidia vapautuu ihmisen toimista eniten energia- ja teollisuussektoreiden fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihien ja öljyn polttamisesta. Näiden sektoreiden päästöt vastaavat noin 60 % maailman hiilidioksidipäästöistä, kun taas liikenteen ja asumisen sektoreiden hiilidioksidipäästöt kattavat noin 30 % kokonaispäästöistä (IPCC, 2005, s. 77–78). Hiilidioksidin elinikä ilmakehässä vaihtelee hiilen kiertokulun mukaan, yksittäisen hiilidioksidimolekyylin sitoutuessa biomassaan tai meriin vain noin viidessä vuodessa. Hiilen kiertokulun vuoksi sitoutunut hiilidioksidi palautuu kuitenkin takaisin ilmakehään, joten ihmistoiminnan aiheuttamien päästöjen vaikutus on jopa satoja vuosia. (Ilmasto-opas, n.d.-a)

2.2 Metaani (CH₄)

Metaani on hiilidioksidin jälkeen toiseksi tärkein kasvihuonekaasu. Metaania muodostuu eloperäisen aineksen hajotessa hapettomissa oloissa, kuten kaatopaikoilla, vedenalaisissa pohjakerroksissa tai märehelijöiden suolistossa. Maakaasu sisältää suurimmaksi osaksi metaania (Ilmasto-opas, n.d.-b). Metaanin elinikä ilmakehässä on vain 12,4 vuotta, mutta se voimistaa kasvihuoneilmiötä paljon voimakkaammin kuin hiilidioksidi (IPCC, 2013).

2.3 Dityppioksidi (N₂O)

Ihmisen toiminnasta syntyvät dityppioksidipäästöt johtuvat pääosin maataloudesta, mutta merkittäviä dityppioksidipäästöjen aiheuttajia ovat myös fossiilisten polttoaineiden käyttö,

jätevesien käsittely ja kemialliset teollisuusprosessit (IPCC, 2007). Dityppioksidin elinikä ilmakehässä on 121 vuotta (IPCC, 2013).

2.4 Rikkiheksafluoridi (SF₆)

Rikkiheksafluoridi kuuluu F-kaasuihin, mutta sitä tarkastellaan tässä tarkemmin erikseen, sillä sitä käytetään laajalti energiateollisuudessa. SF₆-kaasulla ei ole luonnollista alkuperää lainkaan, eli niiden esiintyminen ilmastossa on täysin ihmisperäistä.

Rikkiheksafluoridipäästöt syntyvät 80 %:sti sähköteollisuuden toiminnoista, sillä rikkiheksafluoridi on yleisin sähkökytkinlaitteissa käytetty kaasueriste. Muita rikkiheksafluoridin päästölähteitä ovat mm. alumiinin ja magnesiumin valamisprosessit. (Tilastokeskus, n.d.-a; Dervos & Vassiliou, 2000)

SF₆-kaasun kyky pidättää lämpöä on hyvin tehokas, ja sen elinikä ilmakehässä on hyvin pitkä, 3 200 vuotta (IPCC, 2013). Näistä fluorattujen kasvihuonekaasujen ominaisuuksista johtuen ja ilmastonmuutoksen hidastamiseksi, Euroopan unioni on säätänyt asetuksen, jossa on määriteltä SF₆-kaasulle mm. vuotorajojen seuranta- ja pätevyysvaatimukset kaasunkäsittelijöille (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus, 2014).

2.5 Muut kasvihuonekaasut

Kioton protokollassa listattuja muita kasvihuonekaasuja ovat fluorihilivedyt, eli HFC-yhdisteet ja perfluorihilivedyt eli PFC-yhdisteet, jotka ovat halogenoituja hiilivetyjä. Nämä kaasut ovat lisääntyneet ilmakehässä esiteollisen ajan lähes 0-tasosta pääsääntöisesti ihmistoiminnan tuloksena (IPCC, 2007; Tilastokeskus, 2005). Kioton protokollassa on listattu myös typpitrifluoridi eli NF₃. Yhdessä rikkiheksafluoridin sekä HFC- ja PFC-yhdisteiden kanssa näitä kaasuja voidaan nimittää yhteisnimityksellä F-kaasut (Tilastokeskus, n.d.-a).

Typpitrifluoridi lisättiin Kioton pöytäkirjaan vuonna 2012. Suomessa sitä on käytetty 2000-luvun alkupuolella puolijohteiden valmistuksessa, mutta nykytiedon mukaan sen käyttö Suomessa on loppunut. (Finlex, 2014)

HFC- ja PFC-kaasuja käytetään mm. kylmä- ja ilmastointilaitteissa, aerosoleissa ja solumuovituotteissa (Ympäristöhallinto, 2021). HFC-kaasun elinikä ilmakehässä vaihtelee 2,1

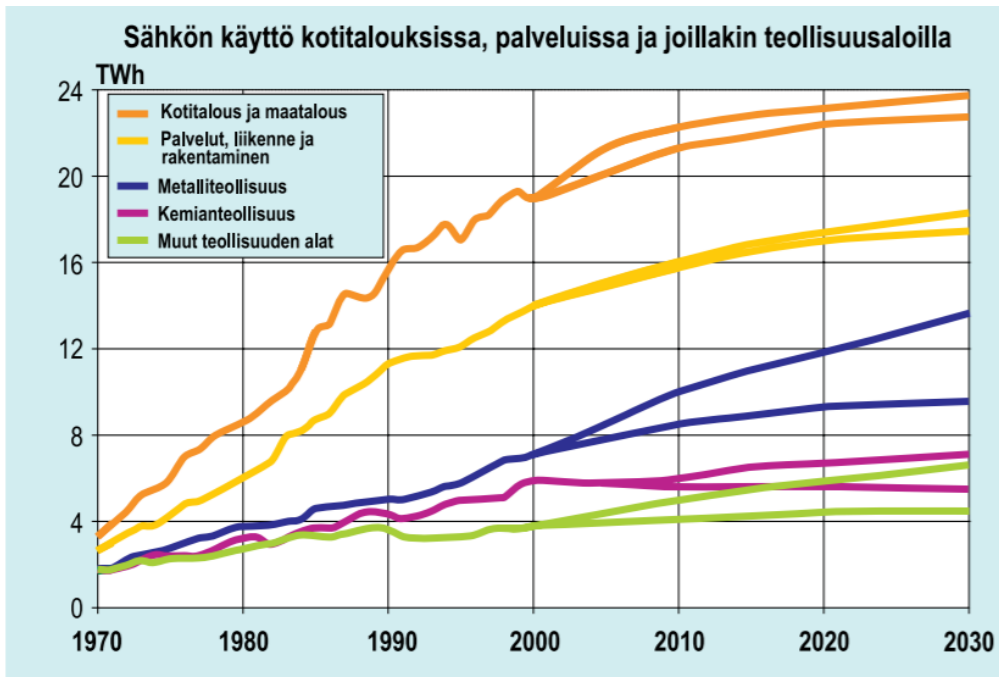
päivästä 222 vuoteen, ja PFC-kaasun 1,1 päivästä 50 000 vuoteen. NF_3 -kaasun elinikä ilmakehässä on 500 vuotta (IPCC, 2013). Rikkiheksafluoridin kanssa sama EU-asetus koskee myös näiden kaasujen käyttöä, vähentämistä, sekä osittaisia kieltoja (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus, 2014).

2.6 Kasvihuonekaasupäästöt ja energiateollisuus

Energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomessa suurin päästölähde yli 70 %:n osuudella (Tilastokeskus, 2016, s. 3). Energiateollisuus ry tukee hallituksen tavoitetta Suomen hiilineutraaliudesta, ja on laatinut energia-alan vähähiilisyystiekartan, jonka mukaan ala on sitoutunut puolittamaan päästöt vuoteen 2030 mennessä. Vertailuvuotena käytetään vuotta 2018. Vähähiilisyteen päästään mm. käyttämällä puhdasta energiaa, hyödyntämällä maa- ja metsätalouden sivuvirtoja ja luomalla joustavat markkinat sähkölle, lämmölle ja kaasulle. Tulevaisuudessa turpeen ja fossiilisten polttoaineiden roolina on vain turvata huoltovarmuus. (Energiateollisuus, 2020)

Sähkön käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa merkittävästi digitalisoitumisen, liikenteen sähköistymisen ja teollisuuden fossiilisia polttoaineita korvaavien prosessien vuoksi (TEM, 2019). Tämä yhteiskunnan ja teollisuuden sähköistyminen tarkoittaa sähkönkulutuksen kasvua jopa puolella (Energiateollisuus, 2020). Kuva 2 havainnollistaa sähkönkäytön lisääntymistä.

Kuva 2. Sähkön käytön ennustetaan lisääntyvän. Kuvan skenaario ei sisällä metsäteollisuutta. (VTT, 2002)



Osa energiateollisuuden toimijoista kuuluu päästökaupan alaisuuteen. Päästökaupassa ostetaan ja myydään kasvihuonekaasujen päästöoikeuksia, joiden markkinoille laskettu määrä kattaa päästökauppajärjestelmään kuuluvien toimijoiden kaikki päästöt. Päästökaupan piiriin kuuluva yritys voi mm. myydä omia päästöoikeuksiaan korvattaen omaa tuotantoaan uusiutuvilla energianlähteillä. (Energiateollisuus, 2013)

2.6.1 Kaukolämpö

Suomessa yleisin lämmitysmuoto on kaukolämpö, jota tuotetaan yhteistuotantolaitoksissa tai erillisissä lämpölaitoksissa. Kaukolämpö siirtyy käyttäjilleen putkia pitkin kuumana vetenä lämmönjakokeskusten kautta. Merkittävin tekijä kaukolämmön ympäristöystävällisyydessä on polttoaineen valinta ja puu onkin merkittävä kaukolämpötuotannossa nykyään käytetty polttoaine. Kuitenkin mm. öljyä, kivihiiltä ja turvetta käytetään. Myös tuotantolaitoksen tyyppillä on merkitystä kaukolämmön ympäristöystävällisyydelle, sillä yhteistuotantolaitoksilla on korkeampi hyötysuhde erillisiin lämpölaitoksiin verrattuna. (Motiva, 2019; Energiateollisuus, 2021; Ilmasto-opas, 2018)

Kaukolämmön tuotannon päästöt riippuvat mm. polttoaineiden palamisasteesta, käytettävistä polttolämpötiloista ja polttotavoista. Metaania voi syntyä silloin, jos palaminen on esimerkiksi epätäydellistä, kun taas dityppioksidin päästöjä syntyy alhaisissa polttolämpötiloissa (Syke, 2005, s. 39–40, 53). Suomen kuntien kasvihuonekaasupäästöistä 17 % aiheutuu kaukolämmön tuotannosta (SYKE, 2020).

Kaukolämmöntuotannossa ei ole ollut käytössä sähkömarkkinoilla jo käytössä olevaa alkuperätakuujärjestelmää (ks. luku 3.1.4 Sähkön alkuperätakuu ja jäännösjakauma). Kaasun, jäähdytyksen sekä lämmöntuotannon alkuperätakuu on kuitenkin tulossa, näillä näkymin vuoden 2022 alussa (Energiavirasto, 2020b). Inergia Lämpö Oy:n toimitusjohtajan Mika Järvenpään mukaan kaukolämmön tuotannolle on tulossa myös vähähiilisyystiekartta (M. Järvenpää, henkilökohtainen tiedonanto 1.5.2021).

2.6.2 Vesivoima

Vesivoimasta itsestään ei synny tuotannon suoria kasvihuonekaasupäästöjä, mutta vesivoiman elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä on kuitenkin tutkittu jonkin verran, ja myös siitä löytyy erilaisia päästökertoimia (Motiva, 2021). Vesivoimalaitosten päästöihin vaikuttaa moni seikka, kuten sen maa-alueen ekosysteemi, joka on patoamisen jälkeen peittynyt vedellä, sekä aika, joka veden patoamisesta on kulunut. Tärkein vaikutus päästöihin on kuitenkin ympäristön lämpötilalla; trooppisilla alueilla päästöt ovat erityisen korkeita. (Scherer & Pfister, 2016)

Vesivoiman patoamisen seurauksena syntyneen tekojärven kasvihuonekaasupäästöt luonnontilaisiin järviin verrattuna ovat tyypillisesti suurimmillaan 3–5 vuotta patoamisen jälkeen, johtuen veden alle jääneen biomassan mädäntymisestä. Metaanipäästöjen määrä riippuu myös veden fysikaaliskemiallisista ominaisuuksista ja valuma-alueelta tulevasta hiilikuormasta. Tutkimusten mukaan havumetsävyöhykkeellä sijaitsevien tekojärvien hiilidioksidipäästöt muistuttavat kuitenkin luonnontilaisen järven päästöjä noin 10 vuoden jälkeen patoamisesta. Havumetsävyöhykkeellä tapahtuvat tekojärvien metaanipäästöt vapautuvat pääosin diffuusiona, eikä esimerkiksi trooppisilla vyöhykkeillä yleisesti tapahtuvana kuplintana. Kylmän ilmastoalueen havumetsävyöhykkeillä vesivoimaloiden aiheuttama metaanin vapautuminen onkin hyvin vähäistä muiden kasvihuonekaasujen

ohella. Vesivoiman päästökertoimenä voitaisiin käyttää 15 CO₂e/kWh, joka kuitenkin perustuu vesivoiman elinkaaren aiheuttamiin päästöihin, eikä suoriin tuotannon päästöihin. Metaanin ja hiilidioksidin ohella myös dityppioksidipäästöjä saattaa vapautua varsinkin trooppisilla vyöhykkeillä, mutta tulokset boreaalisilla vyöhykkeillä näyttävät vesivoiman käytöstä aiheutuvien dityppioksidipäästöjen olevan vähäisiä (Tremblay ym., 2014; Kumar ym., 2011; ks. myös Gagnon & van de Vate, 1997).

2.7 Kasvihuonekaasupäästöt ja vesihuolto

Vesihuoltolaitosten vastuualueisiin Suomessa kuuluvat vedenotto ja talousveden jakelu sekä jätevesien viemärointi ja puhdistaminen. Suomessa toimii noin 1 500 vesihuoltolaitosta. Suomalaisista talouksista 90 % kuuluu vesijohtoverkoston ja 85 % viemäriverkoston (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d.). Vesihuoltoyhdistys on laskenut suomalaisen vesihuollon hiilijalanjäljen osuudeksi 22,7 kg CO₂ per henkilö. Kokonaisuudessaan tämä vastaa vain 0,1 % suomalaisten CO₂-päästöistä per vuosi. Laskennassa on huomioitu vesihuoltopalveluiden tuottamiseen käytetyn energian hiilidioksidipäästöt. (Vesilaitosyhdistys, 2016)

Puhtaan veden tuotannon ja jakelun päästöt koostuvat pääosin vesipumppujen kuluttamasta energiasta ja tilojen lämmityksestä (Water Research Foundation, 2013). Puhdistamolietteen käsittelyä taasen pidetään EU-tasolla yhtenä pääasiallisena metaanin lähteenä, mutta päästöjen määrä on huomattavasti vähentynyt kaatopaikkasijoittamisen vaihduttua esimerkiksi kompostointiin tai lietteen anaerobiseen mädättämiseen (Euroopan komissio, 2020).

EU-direktiivissä 91 /271 /ETY yhdyskuntajätevesien käsittely ja puhdistamoliettedirektiivissä 86/278/ETY ei ole määräyksiä kasvihuonekaasupäästöjen torjunnasta erikseen jäteveden ja puhdistamolietteen käsittelyn tai sen käytön yhteydessä. Molempien direktiivien arviointi kuitenkin on aloitettu vuoden 2020 loppupuolella. Arvioinnin myötä toteutetaan myös puhdistamolietteen metaanipäästöjen vähentämislisätoimien kartoitus. Komissio tulee harkitsemaan vaikutustenarvioinnin mukaan lietteestä johtuvien päästöjen rajoittamista. (Euroopan komissio, 2020)

Jätevedenpuhdistamoiden päästöjä tarkkaillaan EU-tasolla kuitenkin jo nyt. Asetus 166/2006/EY:n mukaan mm. jätevesien päästöt vesistöihin ja ilmaan tulee raportoida E-PRTR-päästörekisteriin. Raportointivelvoite koskee yhdyskuntajätevedenpuhdistamoita, joiden asukasvastineluku on yli 100 000 asukasta. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus, 2006)

Vesilaitosyhdistyksen strategian mukaan vesihuolto Suomessa on maailman toimivin, ja myös hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä. Tämä saavutetaan luomalla alalle päästöttömyystiekartta vuosina 2021–2023. Lisäksi laitoksia kehitetään niin, että energia- ja resurssitehokkuuden mahdollisuudet ovat osa niiden strategista kehittämistä. (Vesilaitosyhdistys, 2021)

2.7.1 Jätevesiviemärit ja jäteveden puhdistusprosessi

Yhdyskuntajätevedet kuljetetaan niiden syntypaikasta viemäriputkia pitkin jätevedenpuhdistamoille, jossa jätevesi käy läpi erilaisia puhdistusprosessin vaiheita. Vaiheisiin kuuluu puhdistamosta riippuen mm. kiintoaineen välppäystä, selkeytysprosesseja, saostuskäsittelyä ja biologinen puhdistusprosessi. Jäteveden puhdistuksessa myös kemiallinen käsittely eli flokkaus on oleellinen osa hyvin puhdistustuloksiin pääsemistä puhdistamolaitostyyppistä riippumatta. Kemiallisessa puhdistusprosessissa pienhiukkaset muodostavat kemikaalin avulla flokkia, joka voidaan erottaa joko nostamalla flokki selkeytysaltaan pintaan tai laskeuttamalla se pohjalle. (Laitinen ym., 2014)

Kasvihuonekaasuista metaania muodostuu jätevesiputkissa orgaanisen aineksen alkaessa hajota mikrobitoiminnan seurauksena jo jätevesiviemäreissä matkalla jätevedenpuhdistamolle. Metaanin muodostumiseen jätevesiputkissa vaikuttavat putkien anaerobiset olot. Viemäriputkien happipitoisuus riippuu viemäriputken tyyppistä. Viettoviemärit ovat tuulettuvia, joten niissä ei pääse tapahtumaan mainittavaa metaanin muodostusta. Paineviemäreissä metaania sen sijaan muodostuu, sillä niissä vallitsevat anaerobiset olot. Metaanin muodostumisen määrä paineviemärijätevesiputkissa riippuu kuitenkin mm. orgaanisen aineksen viipymästä putkessa (Liu, ym., 2015, s. 41, 47). Inarin Lapin Vesi Oy:n toimitusjohtajan Paulus Lepistön mukaan jäteveden viipymäaika paineviemäriä on puhtaasti riippuvainen jäteveden virtaaman määrästä ja paineviemäriin

putken halkaisijasta. Mitoituksessa huomioidaan paineviemärin standardin mukainen, maksimissaan kahdeksan tunnin viipymä, sekä tavoitteellinen virtausnopeus, jonka tulee ylittää 0,7 m/s. Virtausnopeus estää putken sedimentoitumisen umpeen. (P. Lepistö, henkilökohtainen tiedonanto, 30.4.2021)

Hydraulisen retentioajan eli jäteveden viipymän, putkien pinta-alan ja tilavuuden suhteen myös viemäriputkien lämpötila näyttää metaanin muodostuksessa suurta roolia. Tutkimusten mukaan metaania muodostuu enemmän kesäisin kuin talvisin (Liu, ym., 2015, s. 46–47). IPCC:n mukaan suljettujen viemärisysteemien metaanipäästöt eivät ole kuitenkaan merkittäviä, toisin kuin joissain kehitysmaissa käytettävissä seisovissa avoviemäreissä, jotka ovat alttiita auringon lämpösäteilylle (Doorn ym., 2000, s. 6.6).

Jätevedessä itsessään on paljon orgaanista ainesta, ja yksi puhdistusprosessin tärkeimpiä tehtäviä onkin tämän orgaanisen aineen hajottaminen ja siitä muodostuvan lietteen poistaminen. Jäteveden käsittelyprosessin synnyttämät kasvihuonekaasut riippuvat suoraan jäteveden orgaanisen aineen hajoamisprosessin aikaisten olosuhteiden happipitoisuudesta. Aerobisissa olosuhteissa syntyvä kasvihuonekaasu on hiilidioksidi, mutta anaerobisissa olosuhteissa syntyy hiilidioksidin ohella myös metaania (VTT, 1996). Jätevedenkäsittelyssä syntyvä hiilidioksidi on kuitenkin IPCC:n mukaan biogeenistä (Doorn ym., s. 6.6). Biogeenisiä päästöjä tarkastellaan enemmän luvussa 3.1.2 Uusiutuvat energian lähteet ja biogeeniset päästöt.

Jätevesien käsittelyprosessissa syntyy myös dityppioksidia typenpoiston yhteydessä epätäydellisen denitrifikaation vuoksi (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, 2019, s. 4). Näihin jätevesien käsittelyn dityppioksidipäästöihin vaikuttaa suuresti jätevesien ja lietteen puhdistusmenetelmä sekä niiden typpipitoisuus (Pipatti ym., 1996, s. 46). Jätevedenkäsittelyprosessin metaanipäästöjen laskeminen perustuu arvioihin, joiden laskemisessa voidaan käyttää erilaisia kaavoja, jotka perustuvat mm. tulevan ja lähtevän jäteveden COD-, BOD₅- BOD₇-arvoihin ja/tai asukasvastinelukuun (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, 2019, s. 4.; Tenhunen ym., 2000, s. 19).

Lietteen määrä sekä ominaisuudet, ja sitä myöten myös metaanipäästöjen määrät, kuitenkin riippuvat jäteveden käsittelyprosessista sekä ominaisuuksista. Esimerkiksi lietteessä, jossa

orgaaninen aines on pitkälle mineralisoitunut, on metaanin muodostus vähäisempää (Pipatti ym. 1996, s. 46). Erilaiset laskutavat antavat toisistaan hyvinkin poikkeavia tuloksia (Tenhunen ym., 2000, s. 19). Huomioitavaa on myös se, että lämpötilalla on metaanipäästöihin suuri vaikutus; mitä lämpimämpi ympäristö, sitä suuremmat päästöt. (Gupta & Singh, 2015, s. 3). Metaanin muodostumisen vähäisyyteen todennäköisesti vaikuttaa merkittävästi myös se, jos jätevettä hapetetaan jätevesiverkostossa tai jätevesipuhdistamolla (P. Lepistö, henkilökohtainen tiedonanto, 30.4.2021).

2.7.2 Jätevesilietteen kompostointi

Jätevedenpuhdistuksen sivutuotteena syntyy lietettä, joka käsitellään ja loppusijoitetaan eri menetelmillä. Orgaanisen aineen kaatopaikkakielto kuitenkin vaikuttaa loppusijoitukseen. Koko Suomessa syntyvän ja kuivatun lietteen määrä on noin 150 000 tonnia vuodessa (Vesilaitosyhdistys, 2016). Inergia-konserniin kuuluvassa Inarin Lapin Vesi Oy:ssä syntyvä liete kompostoidaan lannoitevalmisteasetuksen vaatimukset täyttäväksi maanparannusaineeksi, jota voidaan käyttää mm. viherrakentamiseen.

Kompostointiprosessin pääasiallinen kasvihuonekaasupäästö on hiilidioksidi. Kompostointiprosessissa syntyy yleensä myös aina jonkin verran metaania, mutta tutkimuksen mukaan sen määrä on pieni. Lisäksi kompostin sisällä anaerobisissa osissa muodostuva metaani saattaa hapettua kompostin aerobisissa osissa ennen ilmakehään joutumista. (VTT, 2016)

Kompostointiprosessissa syntyvän metaanin määrä on korkeimmillaan kompostointiprosessin alussa, jolloin happea kuluttava mikrobitoiminta on voimakkaimmillaan. Auman tiivistyminen aiheuttaa kompostimassan sisälle anaerobisia taskuja, joiden muodostumisesta kielii myös kompostista lähtevä paha haju. Näin ollen kompostiauman hapettamisella ainakin prosessin ensimmäisen kolmen viikon aikana on merkitystä metaanipäästöjen pienentämiseen. Kompostointiprosessissa tapahtuu jonkin verran myös nitrifikaatiota (ammoniumtyyppi NH_4^+ muuttuu hapellisissa oloissa bakteeritoiminnan kautta nitriiteiksi NO_2^- ja nitraateiksi NO_3^-) ja denitrifikaatiota (NO_3^- ja NO_2^- muuttuvat hapettomissa oloissa bakteeritoiminnan seurauksena N_2O :ksi). Tutkimusten mukaan kompostiaumojen dityppioksidipäästöt ovat kuitenkin erittäin pieniä, joka johtunee

siitä, että typpi vapautuu pääosin ammoniakkinä tai molekylaarisena typpinä.

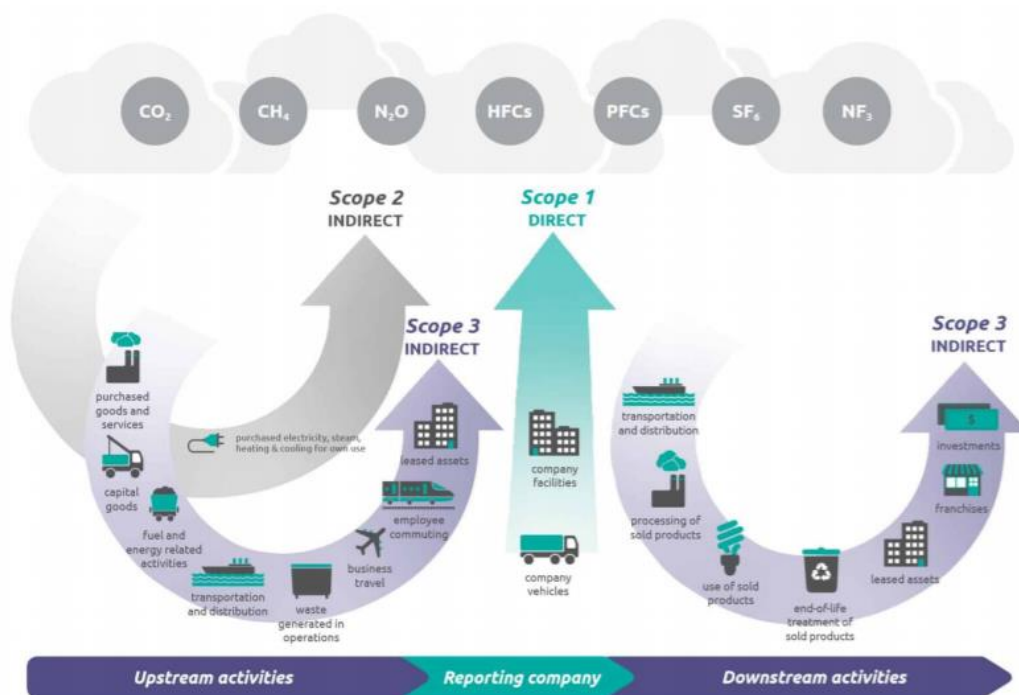
Kompostoinnin päästöt riippuvat ilmaston lisäksi myös valitusta kompostointiprosessista ja kompostissa käytettävästä tukiaineesta. (Vergara & Silver, 2019; VTT, 2016; Ruuhela, 2017)

3 GHG-protokolla

GHG-protokolla on World Resources Instituten ja World Business Council for Sustainable Development -järjestöjen kehittämä kasvihuonekaasupäästöjen laskentastandardi yrityksille ja julkishallinnon toimijoille. Standardi luotiin yhteistyössä eri ympäristöjärjestöjen ja teollisuuden toimijoiden kanssa, ja julkaistiin ensikerran vuonna 2001 (Greenhouse Gas Protocol, n.d.-a). Päästölaskennassa otetaan huomioon Kioton pöytäkirjassa määritellyt kasvihuoneilmiötä voimistavat päästöt eli hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), dityppioksidi (N₂O), HFC-yhdisteet, PFC-yhdisteet ja rikkiheksafluoridi (SF₆) ja typpitrifluoridi eli NF₃ (Greenhouse Gas Protocol, 2004, 2015).

GHG-protokollan mukaan laskenta tehdään kolmen ulottuvuuden, scope 1–3:n, mukaan (kuva 3), joista ensimmäisessä, scope 1:ssä, huomioidaan yrityksen toiminnoista suoraan aiheutuvat päästöt, kuten yrityksen omien kiinteistöjen lämmitys, yrityksen omistamien ajoneuvojen, sekä omien tuotantoprosessien tuottamat kasvihuonekaasut. Toisessa ulottuvuudessa eli scope 2:ssa huomioidaan ostoenergian epäsuorat päästöt, ja kolmannessa ulottuvuudessa eli scope 3:ssa muut epäsuorat päästöt, kuten liike- ja työhönmatkustus, ostetut tuotteet ja palvelut, sekä kuljetukset ja jakelu. Käytettäessä GHG-protokollaa päästöjen laskemiseen, tulee ulottuvuudet eli scopet 1 ja 2 laskea ja raportoida aina. Kolmas ulottuvuus sen sijaan voidaan jättää niin halutessa pois (Greenhouse Gas Protocol, 2004). Tässä opinnäytetyössä tämä operationaalinen raja on tehty koskemaan scopea 1 ja 2.

Kuva 3. GHG-protokollan jakautuminen scope 1–3:een (Greenhouse Gas Protocol, 2013).



GHG-protokolla ei tarjoa sertifiointia, eikä se myöskään määrää tarkkoja laskentamalleja. Päästökertoimien tulisi kuitenkin perustua mahdollisimman tarkkoihin todellisiin tai kansallisiin päästökertoimiin mikäli sellaiset ovat saatavilla. Päästölaskennan tulee olla läpinäkyvää, johdonmukaista ja asiaankuuluvaa. Päästölaskennasta voidaankin rajata epäoleellisia päästölähteitä pois, mutta tämä tulee tuoda ilmi laskennan perusteissa (Greenhouse Gas Protocol, 2004). Laskennan tueksi on kuitenkin kehitetty erilaisia laskureita ja niiden lisäksi GHG-protokollan sivustoilta löytyy joitakin päästökertoimia (Greenhouse Gas Protocol, n.d.-b).

GHG-protokolla on käytössä maailman laajuisesti. Suomessa mm. Keskuskauppakamarin ilmastositoumus pohjaa päästölaskentansa siihen (Keskuskauppakamari, n.d.). GHG-protokollan mukaisia luokituksia scope 1–3 käyttää myös maailmanlaajuisesti käytössä oleva kattava GRI-ympäristöstandardi (Global Sustainability Standards Board, 2016, s. 10–18).

3.1 Päästölaskennan periaatteet

Kun yritys tai organisaatio haluaa vähentää päästöjään mitattavalla tavalla, sen tulee ensin laskea, kuinka paljon kasvihuonekaasupäästöjä sen toiminnoista aiheutuu (AFRY, 2020). Tämän luvun alaluvuissa käydään läpi muutamia GHG-protokollan mukaisia päästölaskennan perusteita. Sen lisäksi tarkastellaan lähemmin muutamia energia-alan ominaispiirteitä ja niiden huomioimista päästölaskennassa.

3.1.1 GWP ja CO₂e

Kasvihuonekaasupäästöjä laskettaessa otetaan yleensä huomioon eri kaasujen lämmityspotentiaali, eli GWP, Global Warming Potential (United States Environmental Protection Agency, n.d.). GWP ilmaisee kaasujen suhteellisen voimakkuuden ilmakehän lämpenemisessä verrattuna hiilidioksidiin esimerkiksi 100 vuoden ajanjaksolla tarkasteltuna, huomioiden niiden eliniän ilmakehässä sekä lämpösäteilyn läpäisevyyden. Hiilidioksidin GWP100 on yksi (1), ja esimerkiksi typen GWP100 on 265, joka siis tarkoittaa, että typen lämmityspotentiaali on 265-kertainen hiilidioksidiin nähden. (Tieteen termipankki, 2014a)

Viralliset lämmityspotentiaali-indeksit julkaisee hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli Intergovernmental Panel on Climate Change, eli IPCC arviointiraporteissaan. Sen mukaan mm. metaanin lämmityspotentiaali on 28 (IPCC, 2013, s. 731). Taulukossa 1 esitetään rinnakkain muutamien Kioton pöytäkirjan ja tässä opinnäytetyössä tarkemmin käsiteltävien kasvihuonekaasujen elinikä ilmakehässä ja niiden lämmityspotentiaali GWP100. Huomioitavaa on, että hiilidioksidin eliniälle ei voida antaa tarkkaa lukua johtuen hiilenkierron ominaisuuksista (IPCC, 2013, s. 731).

Taulukko 1. Kioton pöytäkirjan kasvihuonekaasujen elinikä ja 100 vuoden lämmityspotentiaalit.

Kasvihuonekaasu	Elinikä	GWP100
Hiilidioksidi CO ₂	*	1
Metaani CH ₄	12,4	28
Dityppioksidi N ₂ O	121	265
Rikkiheksafluoridi SF ₆	3200	23 500

Hiilidioksidiekvivalentti, eli CO₂e (myös CO₂-ekv tai CO₂eq), on päästökerroin, jota käyttämällä saadaan tietoon jonkin toiminnon GWP. Esimerkiksi bensiinikäyttöisen vuoden 2016 päästötason henkilöauton CO₂e-päästökerroin on 62 g/henkilökilometriä maantieajossa, jolloin kerrointa käyttämällä saadaan hiilidioksidin, metaanin sekä typen ilmastoa lämmittävä vaikutus per henkilökilometri suoraan yhdellä laskutoimituksella. (Tieteen termipankki, 2014b; Lipasto, 2017a)

GHG-protokollan mukaan päästöjä laskettaessa tulee käyttää CO₂e-kerrointa, mikäli tämä on mahdollista; aina lämmityspotentiaalia ilmaisevaa päästökerrointa ei ole kuitenkaan saatavilla, jolloin voidaan käyttää pelkkää hiilidioksidin päästökerrointa (Keskuskauppakamari, 2019, s. 9). Yritysten tulee kuitenkin tuoda päästöraportoinnissaan julki, mikäli käytetyt kertoimet markkina- tai sijaintiperusteisille laskennoille eivät sisällä kuin hiilidioksidin (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 61). Osa päästökertoimista päivitetään vuosittain (Keto, 2010).

3.1.2 Uusiutuvat energian lähteet ja biogeeniset päästöt

Hiilidioksidia vapautuu myös biomassan, kuten puuhakkeen tai biokaasun polttamisesta, jolloin puhutaan biogeenisistä päästöistä. Koska biomassassa on uusiutuvaa, pidetään sen päästöjä kuitenkin monen tahon osalta hiilidioksidineutraalina (Greenhouse Gas Protocol, 2015). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivinkin 2003/87/EY mukaan biomassan päästökerroin on 0 (Euroopan komissio, 2017). GHG-protokollan mukaan biogeenisten päästölähteiden metaani- ja typpipäästöt pitää kuitenkin huomioida, kun taas biogeeniset hiilidioksidipäästöt raportoidaan scope 1:n ja 2:n ulkopuolella (Greenhouse Gas Protocol, 2004, s. 25, s. 63; Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 57).

Kompostointiprosessin pääasiallinen kasvihuonekaasupäästö on hiilidioksidi, joka luetaan biogeeniseksi päästökseen (VVY, 2016). Jäteveden puhdistuksesta ja lietekompostoinnista syntyvät päästöt raportoidaan scope 1:n alle, sillä ne ovat yrityksen suorina oman toiminnan päästöjä. Prosessissa syntyvät CO₂-päästöt ovat kuitenkin biogeenisiä (Water Research Foundation, 2013). Vesivoima, tuulivoima ja aurinkosähkö ovat uusiutuvia energian lähteitä, ja niiden päästökerroin on 0 (Koffi ym., 2017).

3.1.3 Markkina- ja sijaintiperusteinen raportointi

GHG-protokollan mukaan scope 2:ssa raportoitavan yrityksen ostaman sähkön, kaukolämmön, höyryn tai kaukojäähdytyksen osalta tulee raportoida sekä markkinaperusteiset että sijaintiperusteiset kasvihuonekaasupäästöt. Markkinaperusteinen päästö lasketaan käyttämällä organisaation ostamalle sähkölle tai muulle energiatuotteelle määriteltä päästökerrointa, jonka saa omalta energian toimittajaltaan. Mikäli yritys ostaa uusiutuvaa sähköä, tulee sähköllä olla alkuperätakuu. Markkinaperusteinen laskentametsodi antaa sijaintiperusteista tarkemman vertailupohjan päästöille, ja markkinaperusteisen sähkön ostamisella voidaan vaikuttaa ostosähkön päästöjen määrään. (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 27)

Sijaintiperusteisen päästön laskennassa käytettävä päästökerroin ei saa olla sopimus- tai toimittajaperusteinen, eikä se saa perustua sähkön marginaaliperusteiseen päästöön. Sijaintiperusteinen päästölaskenta antaa yleiskuvan tietyn alueen sähköntuotannon päästöistä, ja siinä on huomioitu sähkön vaihtelevat tuotantotavat ja sähkön vaihteleva kulutus. Esimerkiksi sääolosuhteista riippuvaiset aurinko- ja tuulivoima eivät aina kykene vastaamaan sähkön kysyntään, jolloin sähköntuotantoa täydennetään muilla, esimerkiksi fossiilisilla tuotantotavoilla (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 25, 27, 53; energiateollisuus, n.d.). Suomessa mm. Keskuskauppakamari käyttää omassa ilmastositoumuksessaan sijaintiperusteisen ostoenergian päästökertoimenä Suomen keskimääräisen sähköntuotannon hiilidioksidimainaispäästöä hyödynjakomenetelmällä laskettuna (Keskuskauppakamari, 2019).

3.1.4 Sähkön alkuperätakuu ja jäännösjakauma

Markkinaperusteista päästöä laskettaessa sähkön alkuperä eikä täten sen päästökerroin ole aina tiedossa. Vaikka sähkö olisikin tuotettu uusiutuvilla energiamuodoilla kuten esim. vesi-, aurinko- tai tuulivoimalla, mutta sähköä ei ole varmennettu alkuperätakuulla, sitä ei voida markkinoida uusiutuvana energiana. Tällöin sähkön hiilidioksidipäästöjä laskettaessa käytetään Suomen sähkön jäännösjakaumaa, jonka Energiavirasto julkaisee vuosittain kesäkuun loppuun mennessä. Jäännösjakauma ilmoittaa tuotantojakauman varmentamattomalle sähkölle Suomessa, ja siinä otetaan huomioon myös Venäjän vienti- ja

tuontisähkö (Energiavirasto, n.d.). Myös GHG-protokollan mukaan uusiutuvalla sähköllä tulee olla alkuperätakuu, mikäli halutaan käyttää sen mukaista päästökerrointa. Mikäli sähkön alkuperä ei ole tiedossa, tulee sähkön päästöt laskea kansallisen jäännösjakauman päästökertoimen mukaisesti. (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 27)

3.1.5 Voimalaitosten oma käyttösähkö

Sähköä voidaan tuottaa ja käyttää myös voimalaitosten omiin tarpeisiin.

Alkuperätakuujärjestelmän säännösten mukaisesti omakäyttösähköä ei voida katsoa uusiutuvilla tuotetuksi, sillä Suomen lainsäädännön mukaan ”Sähkön alkuperätakuu voidaan myöntää sähkölle, joka on tuotettu uusiutuvista energialähteistä lukuun ottamatta sähköä, joka kulutetaan voimalaitoksen sähkön tai yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon omakäyttölaitteissa.” (Valtioneuvoston asetus sähkön alkuperän varmentamisesta 1357/2003 § 3). Huomioitavaa on, että sähkön alkuperätakuusäännökset liittyvät uusiutuvan sähkön myyntiin, joten tässä opinnäytetyössä omakäyttösähkö on laskettu uusiutuvilla tuotetuksi; kyseessä on oman vesivoimatuotannon suorat päästöt, joka itsessään on päästötöntä (Koffi ym., 2017). GHG-protokollan mukaan omakäyttösähkö raportoidaan scope 1:n alle (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 38–41).

3.1.6 Häviösähkö

Inergian toimitusjohtajan Tommi Koskisen mukaan sähkön tuotannossa ja sen siirtämisessä loppuasiakkaille syntyy aina häviötä. Häviösähkö on verkkoon siirtyneen sähkön ja loppuasiakkaiden mitatun kulutuksen erotus. Jokaisessa sähköverkon komponentissa on sisäinen omaisvastus, jonka läpi siirtyessään osa sähkövirrasta muuttuu lämmöksi aiheuttaen verkostohäviötä. Häviösähkön osuus lasketaan jokaiselle sähkömarkkinoilla toimivalle osapuolelle ja jokaiselle vuorokauden tunnille. Tätä kutsutaan taseselvitykseksi.

Taseselvityksellä varmistetaan, että jokaisella tunnilla vallitsee sähkön tuotannon ja kulutuksen tehotasapaino (T. Koskinen, henkilökohtainen tiedonanto, 30.4.2021). Verkon omistajataho ostaa häviösähkön sähkömarkkinoilta (Sähkömarkkinalaki 588/2013, § 23). GHG-protokollan mukaan sähkönsiirron häviöistä johtuvat kasvihuonekaasupäästöt tulee raportoida scope 2:ssa sen yhtiön toimesta, joka vastaa sähkönsiirrosta (Greenhouse Gas Protocol, 2004).

3.2 Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästöt yhtiöittäin

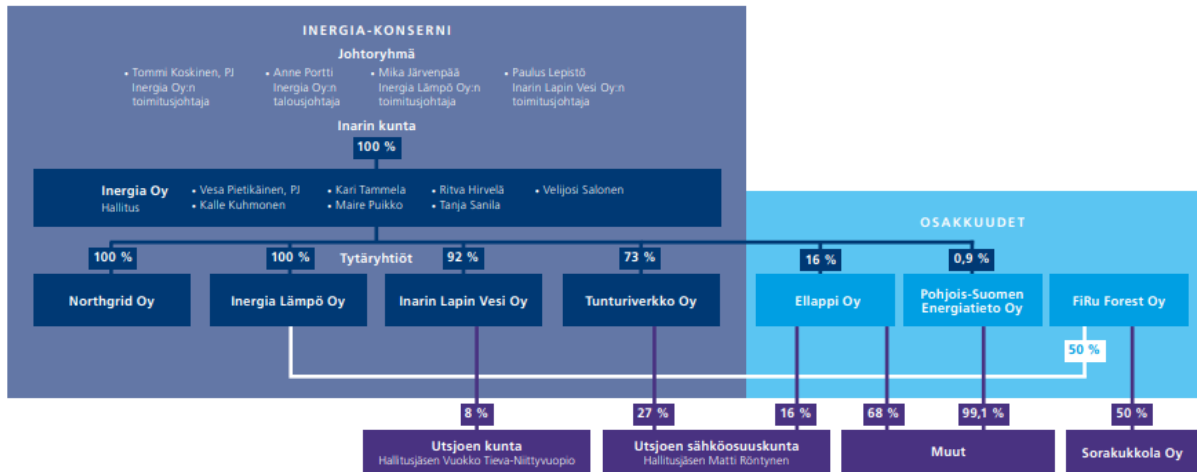
Inergia Oy on vesi- ja energiakonserni, jonka omistaa Inarin kunta. Inergia Oy tuottaa sähkön siirtopalveluita, kaukolämpöä ja vastaa vesihuollosta Inarin, Sodankylän (Sodankylän kunnasta alueeseen kuuluu Kakslauttanen) ja Utsjoen kuntien alueilla. Inergia Oy:n toimistot sijaitsevat Ivalossa ja Utsjoella. Konserni työllistää yli 30 henkilöä. Konsernin päästölaskennassa on huomioitu tytäryhtiöt, jotka sisältyvät konsernin taloudelliseen kirjanpitoon. Inergia Oy:n tytäryhtiöitä ovat Tunturiverkko Oy, Inarin Lapin Vesi Oy, Inergia Lämpö Oy ja Northgrid Oy (kuva 4).

Kuva 4. Inergia-konsernin organisaatiokaavio (Inergia, 2021).



Tämän opinnäytetyön kasvihuonekaasupäästöjen laskenta Inergia-konsernille on toteutettu GHG-protokollan yrityksille suunnatun A Corporate Accounting and Reporting Standard - ohjeistuksen mukaisesti. Protokollan mukaisesti työssä suoritettiin ensin organisatorinen rajaus yrityksen omistusosuuksien tai sen hallinnoimien toimintojen mukaan joko taloudellisen tai operatiivisen hallinnan kannalta. Päästölaskennan rajaus tehtiin taloudellisen hallinnan näkökulmasta. Huomioitavaa on, että osalla Inergia-konsernin tytäryhtiöillä on osaomistajia ja Inergia Oy:llä osakkuuksia (ks. kuva 5). Mikäli työssä olisi valittu omistusosuuteen perustuva rajaus, tulisi myös päästöt laskea prosentuaalisesti jakautuen eri omistajuustahoille.

Kuva 5. Inergia-konsernin omistajat, hallinto ja osakkuudet (Inergia, 2020b).



GHG-protokollan mukaista päästölaskentaa ei ole aiemmin tehty Inergia-konsernille. Protokollan mukaan konsernin päästöille määriteltiin vertailuvuosi. Vertailuvuodeksi valikoitui vuosi 2018, sillä yritys voi näin vertailla omien päästöjensä kehitystä muutamien edeltävien vuosien kanssa. Lisäksi vuosi 2018 on myös Energiateollisuus ry:n vähähiilisyystiekartan vertailuvuosi (Energiateollisuus, 2020).

3.3 Inergia Oy

Yhtiö omistaa Kirakkakönkään vesivoimalaitoksen, joka tuottaa vuodessa sähköä noin 4,5 miljoonaa kilowattituntia. Päästölaskennassa huomioitavat Inergia Oy:n päästöt koostuvat sähköntuotannon suorista päästöistä ja toimistotilojen ostosähköstä. Inergia Oy:n omistuksessa ei ole kulkuneuvoja.

3.3.1 Scope 1, Inergia Oy:n sähkön tuotanto

Inergia Oy tuottaa sähköä Kirakan vesivoimalaitoksessa kahdella generaattorilla. Lisäksi yhtiö tuottaa sähköä myös dieselkäyttöisellä varavoimageneraattorilla. Kirakan vesivoimalaitos sijaitsee 17 kilometriä Ivalosta pohjoiseen. Vesivoimalaitos rakennettiin Kirakkakönkääseen vuonna 1951 ja se vihittiin käyttöön vuonna 1953 (Inergia, 2015, s. 5). Sähköntuotannon pienimuotoisuudesta ja sähkön alkuperätakuujärjestelmän hinnoittelusta johtuen, Kirakan vesivoimalaitoksen sähkölle on haettu uusiutuvan energian alkuperätakuuta vasta kuluvana

vuonna 2021. Sähkön alkuperätakuutodistus tuli voimaan 1.1.2021. Inergia Oy:n sähköntuotannon määrät ja jakautuminen esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Inergia Oy:n sähköntuotanto ja jakautuminen kilowattitunteina ja markkinoille myydyin sähkön osuus.

Vuosi	Tuotanto / Kirakka, generaattorit 1 ja 2 (kWh)	Omakäyttö-sähkön osuus (kWh)	Tuotanto / Varavoimageraattori (kWh)	Markkinoille myyty sähkö (kWh)
2018	4 771 951,3	67 003,10	743,78	4 705 692
2019	4 226 056,3	73 226,08	1 121,24	4 153 951
2020	4 241 225,6	58 708,80	2 833,7	4 185 351
2021	4 413 077,7	66 312,66	1 566,24	4 348 331

Taulukko 3:n mukaiset dieselkäyttöisen varavoimageraattorin hiilidioksidipäästöt on laskettu käyttämällä Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaispäästön päästökerrointa. Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaispäästön päästökertoimet perustuvat joko energia- tai hyödynjakomenetelmään, ja sisältävät kasvihuonekaasuista pelkän hiilidioksidin. Varavoimageraattorilla tuotetaan vain sähköä, jonka vuoksi valittu päästökerroin on energiamenetelmän hiilidioksidipäästökerroin; hyödynjakomenetelmässä huomioidaan sähkön ja lämmön yhteistuotanto (Motiva, n.d.). Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaispäästön mukainen päästökerroin sisältää tuotannossa käytettyjen fossiilisten polttoaineiden ja turpeen hiilidioksidipäästöt (Tilastokeskus, n.d.-b).

Taulukko 3. Varavoimageneraattorin päästöt.

Vuosi	Varavoimageneraattori 550kVA tuotanto (kWh)	Päästökerroin CO ₂ g/kWh *	Yhteensä CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	743,78	113,5	0,08	Päästökerroin on viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2019	1 121,24	114,6	0,13	Päästökerroin on viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	2 833,70	114,6	0,32	Päästökerroin on viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	1 566,24	114,2	0,18	Ennuste. Sähkön tuotanto kolmen edellisen vuoden keskiarvo.

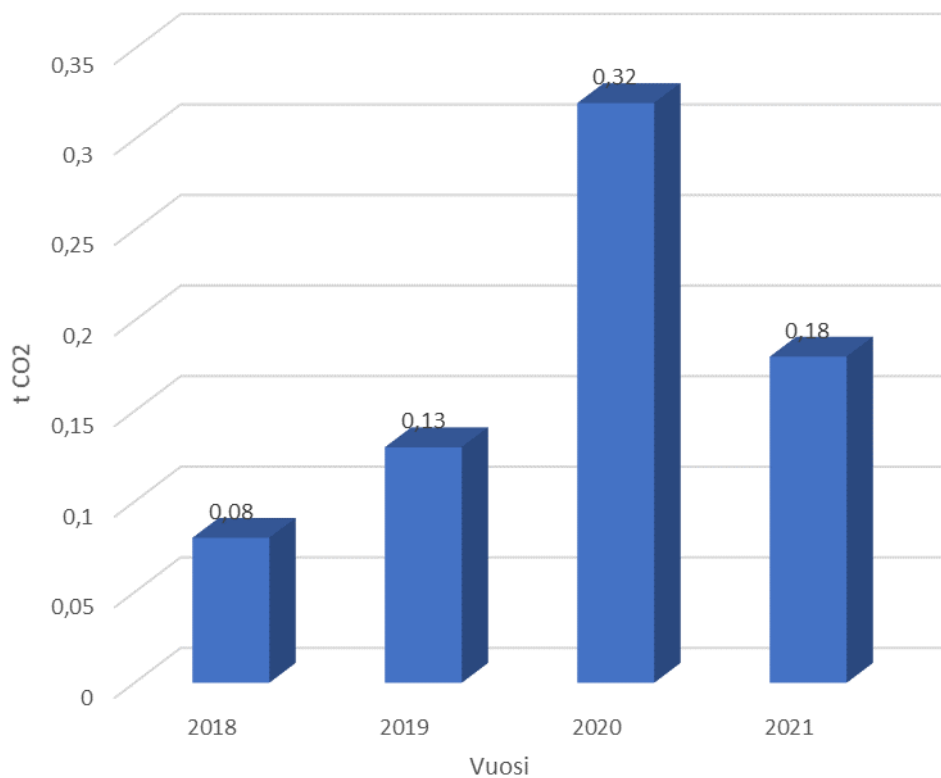
(* Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

Kirakan vesivoimalaitoksen ja varavoimageneraattorin kasvihuonekaasupäästöt esitetään taulukossa 4. Kirakan koko tuotanto sisältää omakäyttösähkön. Vesivoimasta itsestään ei synny tuotannon suoria kasvihuonekaasupäästöjä, ja sen päästökertoimena pidetään EU:ssa nollaa (Motiva, 2021; Koffi ym., 2017). Kirakan vesivoimalaitoksen päästökertoimena onkin käytetty nollaa. Päästöjen kehitystä voidaan tarkastella myös kuvasta 6.

Taulukko 4. Inergia Oy:n sähköntuotannon päästöt.

Vuosi	Kirakka, koko tuotanto Yht. kWh	Kirakka CO ₂ t	Varavoima- generaattori 550kVA tuotanto (kWh)	Varavoima- generaattori CO ₂ t	Yhteensä CO ₂ t
2018	4 771 951	0	744	0,08	0,08
2019	4 226 056	0	1 121	0,13	0,13
2020	4 241 226	0	2 834	0,32	0,32
2021	4 413 078	0	1 566	0,18	0,18

Kuva 6. Inergia Oy:n sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöjen kehitys.



3.3.2 Scope 2, Inergia Oy:n ostosähkö ja -lämpö

Markkinaperusteinen päästö lasketaan käyttämällä organisaation ostamalle sähkölle määriteltyä päästökerrointa, jonka saa omalta energian toimittajaltaan (ks. luku 3.1.3 Markkina- ja sijaintiperusteinen raportointi). Taulukossa 5 käytetyn markkinaperusteisen ostosähkön hiilidioksidin päästökerroin vuosille 2018–2020 on sähkön myyjän ilmoituksen mukaan Suomen jäännösjakauman mukainen. Mikäli sähkön alkuperä ei ole tiedossa, tulee ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt laskea kansallisen jäännösjakauman päästökertoimen mukaisesti (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 27). Konserni siirtyi 1.1.2021 ostosähkössään uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettuun sähköön.

Inergia Oy vuokraa toimitiloja myös muille toimijoille. Vuokralaisten sähkö ja lämmitys kuuluvat vuokraan, joten vuokratilojen kulutus on huomioitu päästölaskentaan mukaan. Inergia Oy:n Ivalon toimiston lämmitys hoidetaan kaukolämmöllä, jota Inergia Oy ostaa tytäryhtiöltään Inergia Lämpö Oy:ltä. Koska kaukolämmön tuotannosta syntyneet kasvihuonekaasupäästöt lasketaan Inergia Lämpö Oy:n scope 1:ssä ja otetaan mukaan koko

konsernin päästöihin, niitä ei huomioida tässä yhteydessä tuplalaskennan vuoksi. Inergia Oy vuokraa Utsjoen toimistotilaa, ja toimistolla käytetty sähkö kuuluu vuokraan. Koska Inergia-konsernin operationaalinen raja on talousperusteinen, ei tätä huomioida konsernin päästölaskennassa (Greenhouse Gas Protocol, 2015, 2006).

Taulukko 5. Inergia Oy:n markkinaperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	492 793,32	289,67	142,74	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2019)
2019	511 133,24	249,29	127,42	Käytetty päästökerroin on vuoden 2019 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2020a)
2020	519 785,46	269,48	140,07	Vuoden 2020 jäännösjakaumaa ei ole laskentahetkellä vielä julkaistu. Käytetty päästökerroin on vuosien 2018 ja 2019 jäännösjakaumien keskiarvo.
2021	507 904,01	0	0	Ennuste. kWh on kolmen edellisen vuoden keskiarvo. Käytetty päästökerroin on vihreän sähkön kerroin.

Sijaintiperusteisen päästön laskennassa käytettävä päästökerroin ei ole sopimus- tai toimittajaperusteinen (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 53). Taulukko 6:n mukaiset päästölaskentatulokset näyttävät, että yhtiön sijaintiperusteisen sähkön päästöt ovat pysyneet suhteellisen samana tarkastelujakson aikana. Sijaintiperusteisen ostosähkön laskennassa on käytetty Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön päästökerrointa hyödynjakomenetelmällä laskettuna.

Taulukko 6. Inergia Oy:n sijaintiperusteinen ostosähkö.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	492 793,32	144,1	71,01	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästö hyödynjakomenetelmällä laskettuna.
2019	511 133,24	145,9	74,57	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	519 785,46	145,9	75,83	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	507 904,01	145,9	74,1	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo, päästökerroin kuten yllä.

(Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

3.4 Tunturiverkko Oy

Tunturiverkko Oy on verkkoyhtiö, joka vastaa sähkön siirrosta omistamansa jakeluverkoston avulla. Tunturiverkon toiminta-alue on laaja, ja verkostokilometrejä on yli 2 000.

Tunturiverkon toimintaan kuuluu verkoston huoltaminen ja kehittäminen.

Päästölaskennassa Tunturiverkon päästöiksi on huomioitu yhtiön omistamat ajoneuvot, SF₆-kaasuvuodot, verkoston sähköhäviö ja ostosähkö.

3.4.1 Scope 1, Tunturiverkko Oy:n sähköverkkojen ylläpito

Energiateollisuudessa käytetään laajalti rikkiheksafluoridia eli SF₆-kaasua, jota on myös Tunturiverkko Oy:n RMU-kojeistoissa ja katkaisijoissa. SF₆-kaasun vuotoja ei ole tapahtunut koko tarkastelujakson aikana, kuten taulukosta 7 voidaan todeta. Kaasumäärät tarkastetaan kerran vuodessa.

Taulukko 7. Tunturiverkko Oy:n rikkiheksafluoridi (SF₆) kaasupäästöt.

Vuosi	SF ₆ -kaasun päästö	Huomioitavaa
2018	0	
2019	0	
2020	0	
2021	0	Ennuste

3.4.2 Scope 1, Tunturiverkko Oy:n omistamat kulkuneuvot

Tunturiverkolla on kolme dieselpakettiautoa, jotka kuuluvat EURO5-päästöluokkaan. Pakettiautoilla ajetun lastin määrä vaihtelee, joten laskennassa on käytetty Lipasto-tietokannan maantieajon tyhjän kuorman (169 g/km CO₂e) ja täyden kuorman (194 g/km CO₂e) keskiarvosta laskettua päästökerrointa 181,5 g/km CO₂e (Lipasto, 2018). Taulukko 8 paljastaa, että pakettiautoilla ajetut ajokilometrit ovat samankaltaisia kaikilla tarkastelujakson vuosina. Yhden pakettiauton kohdalla on käytetty vuoden 2020 ajokilometrejä myös vuosille 2018–2019 tarkempien seurantatietojen puuttuessa ko. vuosilta.

Taulukko 8. Tunturiverkko Oy:n pakettiautojen päästöt.

Vuosi	Km	t CO ₂ e	Huomioitavaa
2018	115 590	20,97	
2019	116 377	21,12	
2020	114 619	20,8	
2021	115 529	20,96	Ennuste. Kilometrimäärä on kolmen edellisen vuoden keskiarvo.

Tunturiverkolla on myös kolme moottorikelkkaa. Laskennassa on käytetty talvikuukausina (tammi-huhtikuu ja marras-joulukuu) ostettujen bensojen litramääriä. Hyvin pieni määrä bensiinistä on käytetty moottorisahaan, mutta tätä ei ole otettu laskennassa huomioon sen pienimuotoisuuden vuoksi. Taulukko 9 näyttää yhtiön moottorikelkkojen kasvihuonekaasupäästöt. Vuoden 2018 päästöt selittyvät ko. vuoden lumitilanteella. Tuolloin

tykkylumitilanteen vuoksi linjantarkastuksia ei päästy tekemään kuin loppupalvesta. Päästökertoimena on käytetty Lipasto-tietokannan CO₂e-päästökerrointa ammattikäytössä oleville 2-tahti moottorikelkoille, 2 255 g/polttoainelitra (Lipasto, 2017b).

Taulukko 9. Tunturiverkko Oy:n moottorikelkkojen päästöt.

Vuosi	Litraa	t CO ₂ e	Huomioitavaa
2018	285,46	0,64	
2019	509,33	1,14	
2020	510,11	1,15	
2021	509,72	1,14	Ennuste. Litramäärä perustuu kahden edellisen vuoden keskiarvoon.

Tunturiverkko Oy:n omistaman varavoimageneraattorin kasvihuonekaasupäästöt on huomioitu Inergia Oy:n alla, joka vastaa generaattorilla tuotetun sähkön myynnistä. Laskennassa ei ole huomioitu yhtiön omistaman traktorimönkijän eikä perämoottorilla käyvän veneen päästöjä, joiden käyttö on erittäin vähäistä.

3.4.3 Scope 2, Tunturiverkko Oy:n ostettu häviösähkö

Tunturiverkko Oy maksaa ylläpitämänsä sähköverkoston häviöstä. Häviösähkö kilpailutettiin uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetuksi alkuvuodesta 2021. Taulukko 10:stä voidaan havaita, että häviösähkön määrä on vähentynyt vuosittain. Markkinaperusteinen päästö (ks. luku 3.1.3 Markkina- ja sijaintiperusteinen raportointi) lasketaan käyttämällä organisaation ostamalle sähkölle määriteltyä päästökerrointa, jonka saa omalta energian toimittajaltaan (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 27).

Taulukko 10. Tunturiverkko Oy:n markkinaperusteinen ostosähkö häviösähkön osalta.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	Tulos CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	12 504 000	253	3 163,51	Päästökerroin on sähkön toimittajan määrittelemä hiilidioksidipäästö (Inergian käyttämän sähköyhtiön asiakaspalvelu, henkilökohtainen tiedoksianto, 4.3.2021).
2019	12 108 000	236,62	2 864,99	Sähkön toimittajan määrittelemä Päästökerroin on sähkön toimittajan määrittelemä hiilidioksidipäästö (Inergian käyttämän sähköyhtiön asiakaspalvelu, henkilökohtainen tiedoksianto, 4.3.2021).
2020	9 813 000	244,81	2 402,32	Vuoden 2020 jäännösjakaumaa ei ole laskentahetkellä vielä julkaistu. Käytetty päästökerroin on vuosien 2018 ja 2019 sähkön toimittajan määrittelemien hiilidioksidipäästöjen keskiarvo.
2021	11 475 000	0	0	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo. Vuoden 2021 alusta ostettu sähkö on uusiutuvilla tuotettua.

GHG-protokollan mukaan myös sijaintiperusteinen sähkö tulee raportoida osana kasvihuonekaasupäästöjä (ks. luku 3.1.3 Markkina- ja sijaintiperusteinen raportointi). Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteisen sähkön tuloksista nähdään, että kasvihuonekaasupäästöt tällä metodilla laskettuna ovat pysyneet suhteellisen samana tarkastelujakson aikana (taulukko 11). Sijaintiperusteisen päästön laskennassa käytettävä päästökerroin ei ole sopimus- tai toimittajaperusteinen (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 53). Sijaintiperusteisen ostosähkön laskennassa on käytetty Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön päästökerrointa hyödynjakomenetelmällä laskettuna (ks. myös luku 3.1.3 Markkina- ja sijaintiperusteinen raportointi).

Taulukko 11. Tunturiverkko Oy:n kasvihuonekaasupäästöt sijaintiperusteisesti laskettuna.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	Tulos CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	12 504 000	144,1	1 801,82	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästö hyödynjakomenetelmällä laskettuna.
2019	12 108 000	145,9	1 766,55	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	9 813 000	145,9	1 431,71	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	11 475 000	145,9	1 674,20	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo, päästökerroin kuten yllä.

(Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

3.4.4 Scope 2, Tunturiverkko Oy:n muu ostosähkö

Muun ostetun sähkön kuin häviösähkön päästöt on laskettu tässä erikseen. Taulukko 12 näyttää markkinaperusteisen muun ostosähkön päästölaskennan tulokset, ja taulukko 13 sijaintiperusteisen laskennan tulokset. Markkinaperusteisen ostosähkön päästökerroin vuosille 2018–2020 on sähkön myyjän ilmoituksen mukaan Suomen jäännösjakauman mukainen. Konserni siirtyi 1.1.2021 ostosähkössään uusiutuvaan sähköön, joka nähdään markkinaperusteisen laskentatavan tuloksista selkeästi.

Taulukko 12. Tunturiverkko Oy:n ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt markkinaperusteisesti laskettuna, häviösähkö poisluettuna.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO₂ g/kWh	CO₂ t	Huomioitavaa
2018	116 912,13	289,67	33,86	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2019)
2019	122 485,00	249,29	30,53	Käytetty päästökerroin on vuoden 2019 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2020a)
2020	150 661,83	269,48	40,6	Vuoden 2020 jäännösjakaumaa ei ole laskentahetkellä vielä julkaistu. Käytetty päästökerroin on vuosien 2018 ja 2019 jäännösjakaumien keskiarvo.
2021	130 019,65	0	0	Ennuste. kWh on kolmen edellisen vuoden keskiarvo. Käytetty päästökerroin on vihreän sähkön kerroin.

Taulukko 13. Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteinen ostosähkö yhteensä, häviösähkö poisluettuna.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	116 912,13	144,1	16,84	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästö hyödynjakomenetelmällä laskettuna.
2019	122 485,00	145,9	17,87	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	150 661,83	145,9	21,98	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	130 019,65	145,9	18,96	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo, päästökerroin kuten yllä.

(Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

3.4.5 Scope 2, Tunturiverkko Oy:n markkinaperusteinen ostosähkö yhteensä

Taulukko 14 näyttää Tunturiverkko Oy:n yhteenlasketut ostosähköt niin häviö- kuin muun ostosähkön osalta markkinaperusteisesti tarkasteltuna. Laskennan tuloksista nähdään, kuinka päästöt ovat laskeneet vuodesta 2018, ja kuinka uusiutuviin energiamuotoihin pohjautuvan ostosähkön ostaminen vuodesta 2021 vaikuttaa.

Taulukko 14. Tunturiverkko Oy:n ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt yhteensä markkinaperusteisesti laskettuna.

Vuosi	2018	2019	2020	2021
Tulos CO ₂ t	3 197,37	2 895,52	2 442,92	0

3.4.6 Scope 2, Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteinen ostosähkö yhteensä

Taulukosta 15:sta voidaan nähdä sijaintiperusteisen laskentatavan tulokset Tunturiverkko Oy:n yhteenlasketuista ostosähköistä niin häviö- kuin muun ostosähkön osalta. Vuoden 2020 päästöt ovat pienempiä, kun taas ennusteen mukaan ne tulevat kasvamaan vuonna 2021.

Taulukko 15. Tunturiverkko Oy:n sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuudessaan.

Vuosi	2018	2019	2020	2021
Tulos CO ₂ t	1 818,67	1 784,42	1 453,69	1 693,17

3.5 Inarin Lapin Vesi Oy

Inarin Lapin Vesi Oy vastaa toiminta-alueensa on Ivalon, Inarin kirkonkylän, Saariselän, Kakslauttasen, Utsjoen kirkonkylän, Nuorgamin, Karigasniemen, Nellimin ja Severtijärven talousveden hankinnasta ja jakelusta sekä jäteveden johtamisesta ja käsittelystä. Asetuksen 166/2006/EY mukainen päästöraportointivelvoite ei koske Inarin Lapin Vesi Oy:tä, sillä yhtiön toimintaa koskeva asukasvastineluku jää alle 100 000 asukkaan (ks. luku 2.7 Kasvihuonekaasupäästöt ja vesihuolto). Yhtiöllä on vesijohtoja 260 kilometriä ja samoin jätevesiviemäriverkostoa 260 kilometriä, kuusi jätevedenpuhdistamoja sekä yksi esikäsittelylaitos ja 13 vedenottamoita. Kaikki tuotettu talousvesi on pohjavettä, jota ei prosessoida kemikaaleilla. Inarin Lapin Vesi Oy:n palveluihin on liittynyt yli 2 600 kiinteistöä.

Inarin Lapin Vesi Oy käsittelee myös haja-asutusalueiden sakokaivolietteen, mutta sakokaivolietteiden kuljetusten päästöt on rajattu tästä päästölaskennasta pois niiden ollessa alihankkijaperusteisia. Inarin Lapin Vesi Oy:llä on myös varavoimakone, mutta sen päästöjä ei ole huomioitu laskelmassa, sillä sen käyttämää dieseliä ei voitu kohdentaa kirjanpidosta. Varavoimakoneen käyttö on kuitenkin pienimuotoista. Päästölaskennassa huomioitavat päästöt Inarin Lapin Vesi Oy:n kohdalla ovat yhtiön omistamat kulkuneuvot, jätevesilietteen kompostointi ja ostosähkö. Jäteveden käsittelyprosessin mahdolliset päästöt on rajattu laskennan ulkopuolelle seuraavassa kappaleessa esitettyjen syiden vuoksi.

3.5.1 Scope 1, Inarin Lapin Vesi Oy:n jäteveden puhdistusprosessi

Inarin Lapin vedellä on jätevedenpuhdistamot Ivalon Mellanaavalla, Utsjoella, Inarissa, Nuorgamissa, Karigasniemellä ja Saariselällä. Neljä ensimmäistä ovat bioroottorilaitoksia, kun taas Karigasniemen jätevedenpuhdistamo on rinnakkaisaostuslaitos. Saariselällä sijaitsee jäteveden esikäsittelylaitos, jossa jätevedestä erotellaan hiekka ja rasva, ja jätevesi välpätään ennen kuin vesi johdetaan siirtolinjaa pitkin Mellanaavalle. Inarin Lapin Vesi Oy:llä on myös pieni puhdistamo Sevettijärvellä, jonka vesi johdetaan esikäsittelyn jälkeen imeytyskentälle.

Jätevesiviemärien mahdolliset päästöt on rajattu tästä päästölaskennasta pois, sillä niiden päästöt voidaan olettaa pieniksi (ks. luku 2.7.1 Jätevesiviemärit ja jäteveden puhdistusprosessi). Mellanaavan jätevedenpuhdistamo on alueen puhdistamoista suurin, joten alla olevassa keskitytään siihen. Kuitenkin mm. bioroottorilaitoksen toimintaperiaatteet ja jäteveden lämpötilat voidaan olettaa koskemaan muitakin puhdistamoja vastaavasti.

Ivalon Mellanaavan jätevedenpuhdistamo on bioroottorilaitos, jossa jäteveden puhdistuksessa käytetään esi- ja jälkiselkeytystä sekä kemiallista saostusta (Eurofins, 2021, s. 2). Mellanaavan bioroottorilaitos on suunniteltu pääosin jäteveden kiintoaineen ja fosforin poistoon, eikä typen poistolle ole asetettu puhdistamon ympäristöluvassa raja-arvoja. Typpi ei ole Jäämeren minimiravinne, jonne Mellanaavalla puhdistettu jätevesi lopulta jokien kautta laskee (P. Lepistö, henkilökohtainen tiedonanto, 30.4 2021). Typen käsittelytehon vuosikeskiarvo Mellanaavan puhdistusprosessissa onkin 34 %, kun taas fosforin poistuma on 99 % (Eurofins, 2021).

Jäteveden typenpoistossa olennainen mikrobitoiminnan aikaansaama nitrifikaatiovaihe riippuu hyvin voimakkaasti lämpötilasta. Alhaisissa alle 10 celsiuksen lämpötiloissa nitrifikaation nopeus on viidennes optimilämpötilaan verrattuna, ja alle 5 celsiuksen lämpötiloissa mikrobien toiminta on hyvin hidasta, tai ne eivät ole lainkaan aktiivisia (Virtanen, 2014, s. 7–8). Ivalon Mellanaavan jäteveden puhdistamolle tulevan jäteveden lämpötila on huomattavasti kylmempää kuin jäteveden keskimääräinen lämpötila Suomessa.

Vuosien 2005–2012 välillä lämpötila on pysynyt 3–8 celsiusasteen välillä. (FCG, 2013, s. 2, liite 1)

Bioroottorilaitoksen puhdistusprosessi on pääosin aerobinen prosessi, jossa metaanin muodostusta tapahtuu jossain määrin oletettavasti esi- ja jälkiselkeytyksen aikana. Metaanin muodostus kuitenkin on riippuvainen myös lämpötilasta (Gupta & Singh, 2015, s. 3). Jäteveden dityppioksidi- sekä metaanipäästöjä varten on olemassa laskukaavoja, joita on käytetty ainakin aktiivilietelaitosten päästöjen laskennassa (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, 2019). Niiden antamien tuloksien oikeellisuutta bioroottorilaitosten kohdalla tulisi kuitenkin tutkia syvällisemmin prosessien suurien eroavaisuuksien vuoksi.

Erillisen typenpoistoprosessin puuttuessa ja lämpötilaolosuhteista johtuen voidaan olettaa, että Mellanaavalla puhdistusprosessissa tapahtuva nitrifikaatio ja denitrifikaatio on hyvin vähäistä (ks. myös luku 2.7.1. Jätevesiviemärit ja jäteveden puhdistusprosessi). Näin ollen voitaneen tehdä myös se oletamus, että puhdistusprosessista johtuvat dityppioksidipäästöt ovat hyvin vähäisiä.

Yllä olevista syistä johtuen jäteveden käsittelyn dityppioksidi- sekä metaanipäästöt on rajattu tämän päästölaskennan ulkopuolelle. Lisäksi jätevedenkäsittelyssä syntyvä hiilidioksidi on IPCC:n mukaan biogeenistä (Doorn ym., s. 6.6). Tarkkoja tuloksia antavan päästölaskennan hyödyllisyyttä voidaan myös miettiä, sillä jätevesilaitosten käyttämät puhdistustekniikat ovat jo suurimmilta osilta moderneja ratkaisuja.

3.5.2 Scope 1, Inarin Lapin Vesi Oy:n jätevesilietteen kompostointi

Ivalon Mellanaavalla syntyy jätevedenpuhdistusprosessin tuloksena lietettä, joka kompostoidaan aumakomposteissa maanparannusaineeksi. Lisäksi lietettä tuodaan Mellanaavalle Utsjoen kirkonkylän, Inarin kirkonkylän, Nuorgamin ja Karigasniemen jätevedenpuhdistamoilta. Kompostoinnin aiheuttamien päästöjen ja niiden laskeminen ovat epävarmoja arvioita, ja sen aiheuttamat päästöt riippuvat kompostin ilmastuksen lisäksi myös valitusta kompostointiprosessista, kompostissa käytettävästä tukiaineesta ja lämpötilasta, sekä kompostin kosteuspitoisuudesta (Vergara & Silver, 2019; Pipatti ym., 2006). Mellanaavan kompostin tukiaineena käytetään haketta tai kuoriketta.

Jätevesilietteen kompostoinnin päästöille on esitetty erilaisia päästökertoimia. IPCC:n mukaan kompostoinnin metaani- ja dityppioksidipäästöjen laskemisessa voi käyttää keskiarviona 10 g CH₄ /kg ja 0,6 g N₂O/kg kuivajätettä. Vaihteluväli metaanille on kuitenkin suuri, 0,08–20 g CH₄/kg ja dityppioksidille 0,2–1,6 g N₂O/kg (Pipatti ym., s. 4.6). Eräiden muiden tutkimusten ja arviointien mukaan metaanipäästöt kompostointiprosessista voisivat olla 0,75 kg CH₄/t ja 0.096 kg N₂O/t, ja hiilidioksidiekvivalenttipäästökertoimena voitaisiin käyttää 45,51 kg CO₂e/t, tai 60 kg /CO₂ e/t verrattuna IPCC:n 177 kg CO₂e arvioon (Dionne, 2013).

Osana mm. Euroopan aluekehitysrahaston rahoittamaa CO₂-BIO-hanketta vuonna 2017 tuotettiin jätevesilietteen käsittelyn kasvihuonekaasupäästölaskuri, joka on saatavilla Oulun yliopistosta. Laskurilla voidaan laskea lietteenkäsittelyn elinkaaren aikaiset päästöt mukaan lukien mm. kompostin tukiaineen kuljetukset sekä lietteen loppusijoituksen päästöt mm. mädätyksen, polton tai viherrakentamisen suhteen. Laskuria on hyödynnetty myös Maria Laurosen diplomityössä, jossa tutkittiin lietteenkäsittelyn kasvihuonekaasupäästöjä Pohjois-Suomessa. Syntyvät kasvihuonekaasupäästöt Ivalon Mellanaavan lietteenkäsittelystä hän arvioi olevan lietetonnia kohti 0,83 t CO₂ e/t liete. Päästölaskenta perustui kompostointiprosessin elinkaareen, jossa huomioitiin mm. pyöräkoneen käyttö ja tukiaineiden kuljetukset sekä lietteen hyödyntäminen viherrakentamisessa. Päästökertoimessa on myös otettu huomioon CO₂, diplomityön tavoitteiden mukaisesti (Lauronen, 2017). Päästökerrointa ei siis hyödynnetty tässä päästölaskennassa, koska tarkoituksena on laskea elinkaaripäästöjen sijasta Inergian suorat päästöt. Lisäksi lietekompostoinnin päästöistä CO₂ luetaan biogeeniseksi päästöiksi (ks. luku 3.1.2 Uusiutuvat energian lähteet ja biogeeniset päästöt).

Tässä opinnäytetyössä laskuria hyödynnettiin kuitenkin jätevesilietteen aumakompostoinnin suorien päästöjen laskemiseen. Tutkimusten mukaan kompostoinnin hiilidioksidipäästöt ovat 0,44 kg/kompostin kuiva-ainekiloa kohti ja CO₂-BIO-hankkeen laskurissa on käytetty tätä olettamusta (RTI, 2010, s 20). Metaanin ja dityppioksidin päästöissä laskurissa on käytetty IPCC:n keskiarvoja.

Taulukossa 16 esitetään kompostoitavan kuivalietteen sekä tukiaineen määrät, kompostointiprosessin biogeeniset hiilidioksidipäästöt, CH₄ ja N₂O päästöt erikseen, sekä kahden jälkimmäisen yhteenlasketut päästöt. Vuonna 2018 lietteen määrässä ei ole Utsjoen lietemäärää mukana, joten ko. vuoden kasvihuonekaasupäästöt näyttävät pienemmiltä.

Taulukko 16. Inarin Lapin Vesi Oy:n lietteen ja tukiaineen määrät sekä lietekompostoinnin kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	Liete t	Tukiaine t	CO ₂ (t CO ₂ e)	CH ₄ (t CO ₂ e)	N ₂ O (t CO ₂ e)	CH ₄ ja N ₂ O (t CO ₂ e)	Huomioitavaa
2018	300	300	264	168	95,4	263,4	
2019	660	330	435,6	277,2	157,41	434,61	
2020	792	310	484,88	308,56	175,218	483,778	
2021	726	320	460	293	166	459	Ennuste, perustuu kahden edellisen vuoden keskiarvoihin.

Koska esitettyjen päästökertoimien vaihteluväli on suurta ja kompostoinnin päästöihin vaikuttavat em. luetellut seikat, ovat kompostointiprosessin päästöt suuntaa antavia arvioita. Päästökertoimissa ei ole huomioitu esimerkiksi arktisia ääriolosuhteita, joissa kompostit ovat suuren osan vuodesta jäätyneet. Kompostointiprosessin päästöjen tarkempi arviointi vaatisikin syvempää tutkimusta niin tukiaineiden, lämpötilan kuin ilmastuksenkin vaikutusten suhteen, ja aiheesta voitaisiin tehdä kokonaan erillinen tutkimus. Luotettavin tapa mitata kompostiauman päästöjä olisikin tehdä mittaukset mikrometeorologisilla laitteilla, jotka mittaavat päästöjä ja tuulitekijöitä (Vergara & Silver, 2019). Tässä kohdin voidaan myös pohtia kompostointiprosessin päästölaskennan hyödyllisyyttä, sillä jätevesilietteen käsittelylle Inarin kunnan alueella ei toistaiseksi ole olemassa muita vaihtoehtoja, joten tuloksista huolimatta lietteen käsittelyn päästöjä ei pystytä tällä hetkellä pienentämään.

3.5.3 Scope 1, Inarin Lapin Vesi Oy:n omistamat kulkuneuvot

Inarin Lapin Vedellä on ollut vuonna 2020 kahdeksan dieselpakettiautoa, jotka kuuluvat EURO V -päästöluokkaan. Vuosina 2018 ja 2019 paketti autoja oli kymmenen kappaletta. Inarin Lapin Vesi Oy:n kulkuneuvojen päästölaskennassa ei ole otettu huomioon pyöräkoneen päästöjä, sillä sen käyttämää dieseliä ei voitu kohdentaa kirjanpidosta. Taulukon 17 tuloksista nähdään, että pakettiautoilla ajettu kilometrimäärä on kasvanut tasaisesti vuosittain. Pakettiautoilla ajettun lastin määrä vaihtelee, joten laskennassa on käytetty Lipasto-tietokannan maantieajon tyhjän kuorman (169 g/km CO_{2e}) ja täyden kuorman (194 g/km CO_{2e}) keskiarvosta laskettua päästökerrointa 181,5 g/km CO_{2e} (Lipasto, 2018).

Taulukko 17. Inarin Lapin Vesi Oy:n pakettiautojen päästöt.

Vuosi	Km	t CO _{2e}	Huomioitavaa
2018	181 514,6	32,94	
2019	189 255,1	34,34	
2020	205 192,6	37,24	
2021	230 841,7	41,45	Ennuste, ks. selite alta.

Ennusteen selite: Inarin Lapin Vesi Oy hankkii vuonna 2021 kolme uutta EURO6-päästöluokan pakettiautoa. Samalla kaksi vanhemman kaluston autoa poistuu käytöstä. Ennuste on laskettu lisäämällä vuoden 2020 kilometrimäärään ko. vuoden keskiarvokilometrimäärä yhden pakettiauton kohdalla, koska oletettavasti suurin osa vuotta ajo tapahtuu vielä vanhalla kalustolla. Tämä kilometrimäärä on laskettu Lipasto-tietokannan EURO6-luokan päästökertoimien tyhjän ja täyden lastin keskiarvolla 164,5g/km CO_{2e} (Lipasto, 2018).

Yhtiöllä on myös vuonna 2020 hankittu kuorma-auto, jonka taulukko 18:n mukaisiin tuloksiin päästiin, kun päästökertoimena käytettiin Lipasto-tietokannan pienen jakelukuorma-auton EURO IV -päästöluokalle CO_{2e} tyhjän ja täyden kuorman keskiarvopäästökerrointa 293 (Lipasto, 2017c).

Taulukko 18. Inarin Lapin Vesi Oy:n kuorma-auton kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	Km	t CO ₂ e	Huomioitavaa
2018	0	0	
2019	0	0	
2020	4 925,80	1,44	
2021	4 925,80	1,44	Ennuste. Kilometrimäärä perustuu edellisen vuoden lukuun.

Inarin Lapin Vedellä on myös kaksi moottorikelkkaa. Laskennassa on käytetty talvikuukausina (tammi-huhtikuu ja marras-joulukuu) ostettujen bensojen litramääriä. Taulukko 19 osoittaa, että vuonna 2020 kelkkojen käyttö oli muita vertailtavia vuosia vähäisempää.

Päästökertoimena on käytetty Lipasto-tietokannan CO₂e-päästökerrointa ammattikäytössä oleville 2-tahti moottorikelkoille, 2 255 g/polttoainelitra (Lipasto, 2017b).

Taulukko 19. Inarin Lapin Vesi Oy:n moottorikelkkojen kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	Litraa	t CO ₂ e	Huomioitavaa
2018	227,43	0,51	
2019	260,96	0,58	
2020	113,29	0,25	
2021	200,56	0,45	Ennuste. Käytetty litramäärä perustuu edellisen kolmen vuoden keskiarvoon.

3.5.4 Scope 2, Inarin Lapin Vesi Oy:n ostosähkö

Markkinaperusteisen ostosähkön päästökerroin vuosille 2018–2020 on sähkön myyjän ilmoituksen mukaan Suomen jäännösjakauman mukainen. Taulukko 20 näyttää yhtiön ostamat kilowattitunnit sekä sähkön kulutuksesta syntyneet kasvihuonekaasupäästöt markkinaperusteisesti laskettuna, ja taulukko 21 sijaintiperusteisesti laskettuna. Konserni siirtyi 1.1.2021 ostosähkönsään uusiutuvaan sähkөөn.

Taulukko 20. Inarin Lapin Vesi Oy:n markkinaperusteisen ostosähkön päästöt.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	1 818 157,30	289,67	526,66	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2019)
2019	1 884 328,40	249,29	469,74	Käytetty päästökerroin on vuoden 2019 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2020a)
2020	1 819 495,02	269,48	490,31	Vuoden 2020 jäännösjakaumaa ei ole laskentahetkellä vielä julkaistu. Käytetty päästökerroin on vuosien 2018 ja 2019 jäännösjakaumien keskiarvo.
2021	1 840 660,24	0	0	Ennuste. kWh on kolmen edellisen vuoden keskiarvo. Käytetty päästökerroin on vihreän sähkön kerroin.

Taulukko 21. Inarin Lapin Vesi Oy:n sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt.

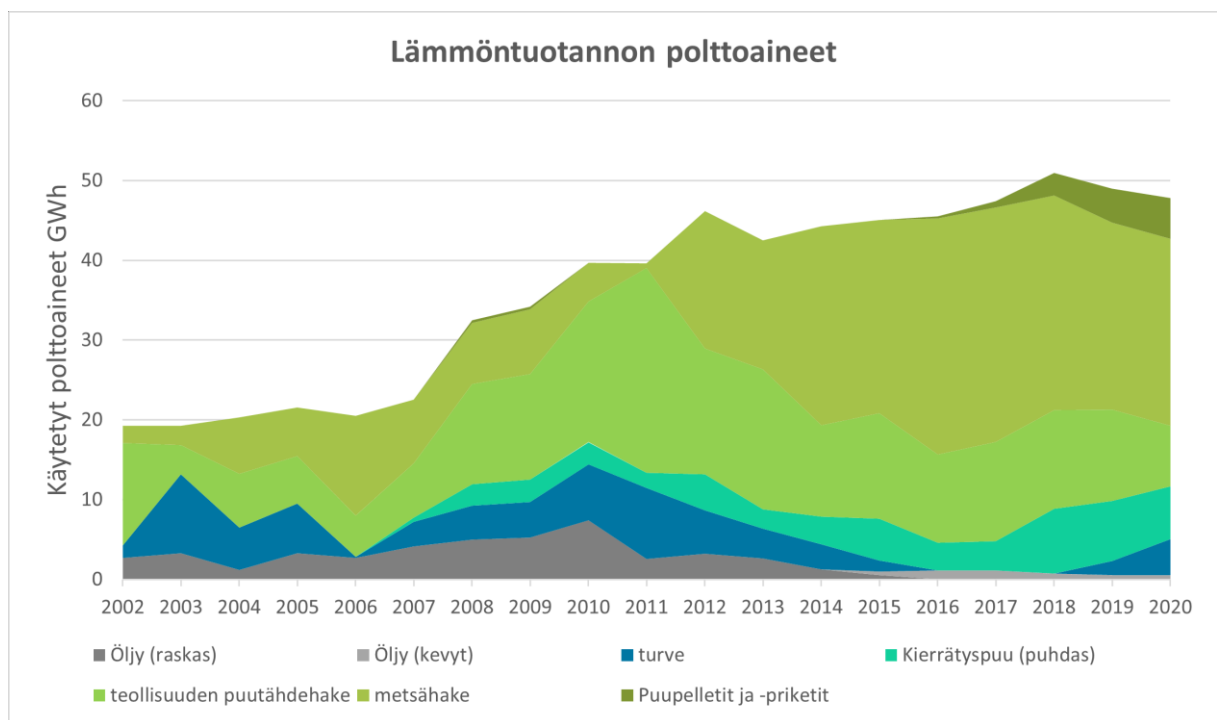
Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	1 818 157,30	144,1	261,99	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästö hyödynjakomenetelmällä laskettuna.
2019	1 884 328,40	145,9	274,92	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	1 819 495,02	145,9	265,46	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	1 840 660,24	145,9	268,55	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo, päästökerroin kuten yllä.

(Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

3.6 Inergia Lämpö Oy

Inergia Lämpö Oy tuottaa kaukolämpöä kotitalouksille ja yrityksille. Kaukolämpökeskukset sijaitsevat Ivalossa, Saariselällä ja Inarissa, ja kaukolämpöverkoston pituus on 32 kilometriä. Biopolttoaineiden osuus lämmöntuotannossa on merkittävä, kuten nähdään kuvassa 7. Kuvassa harmaana näkyvien raskaan ja kevyen öljyn sekä sinisenä näkyvän turpeen poltosta on nykyään lähes täysin luovuttu. Polttoaineena käytetään vihreinä näkyviä teollisuuden puutähdehakeita, kierrätyspuuta, metsähaketta ja puupellettejä ja -brikettejä. Päästölaskennassa Inergia Lämpö Oy:n kohdalla on huomioitu yhtiön omistamat kulkuneuvot, kaukolämmön tuotannosta johtuvat päästöt sekä ostosähkö.

Kuva 7. Inergia Lämpö Oy:n lämmöntuotannon polttoaineet (Inergia, 2020a).



3.6.1 Inergia Lämpö Oy:n kaukolämmön tuotanto

Inergia Lämpö Oy ei kuulu päästökaupan piiriin, koska sen lämpölaitosten nimellinen kokonaislämpöteho ei ylitä yli 20 megawattia (Päästökauppalaki 311/2011 § 2). Inergian kaukolämpökeskukset eivät ole CHP-laitoksia, vaan ne ovat erillistuotantolaitoksia. Erillistuotantolaitoksissa tuotetaan lämpöä, kun taas CHP-laitokset ovat sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksia (Tilastokeskus, n.d.-c). Kaukolämmön tuotannon päästölaskelmista

on rajattu pois alihankintana ostettavat polttoainekuljetukset. Polttoaineiden määrät ovat kaikkien lämpölaitosten yhteenlasketut polttoaineet.

Päästölaskennassa puupohjaisten polttoaineiden päästöt on laskettu erillisiksi biogeenisiksi päästöiksi (ks. luku 3.1.2, Uusiutuvat energian lähteet ja biogeeniset päästöt). Taulukoissa 22–25 on huomioitu, että IPCC:n mukaan turve luetaan fossiiliseksi polttoaineeksi, sillä sen palamisesta syntyvät päästöt vertautuvat muihin fossiilisiin polttoaineisiin (IPCC, n.d., Q2-7). Tuloksiin on päästy, kun kevytpolttoöljyn nettopaino on laskettu kertomalla sen tiheys 0,84 t/m³ ominaispainolla, ja sen energiasisältö kertomalla sen nettopaino öljyn tehollisella lämpöarvolla 11,806 MWh (Alakangas, 2000, s. 9). Saadut gigawattitunnit on muutettu terajouleiksi. Päästökertoimina on käytetty Tilastokeskuksen polttoaineluokituksia kullekin vuodelle.

Taulukko 22. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2018 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.

Polttoaine	Käyttö (irto- m ³ /m ³)	Käyttö (kiinto- m ³)	Nettopaino (t)	Energia- sisältö (GWh)	TJ	Päästö- kerroin CO ₂ t/TJ *	Yht CO ₂ t
Palaturve	0	0	0	0	0	103,2	0
Kevytpolttoöljy	39,8		33,631	0,4	1,43	73,5	105,06
Fossiiliset yhteensä							105,06
Polttoaine	Käyttö (irto- m ³ /m ³)	Käyttö (kiinto- m ³)	Nettopaino (t)	Energia- sisältö (GWh)	TJ	Päästö- kerroin CO ₂ t/TJ *	Yht CO ₂ t
Kierrätyspuu	10 188	4 075,20	2 487,95	7,5	27	109,6	2 959,20
Metsähake	31 856	12 742,40	7 244,48	23,4	84,24	109,6	9 232,70
Teollisuuden puutähdde	16 995	6 798	5 489,09	11,5	41,4	109,6	4 537,44
Puupelletit ja brikitit			234,55	4,3	15,48	109,6	1 696,61
Biogeeniset yhteensä							18 425,95

(* Tilastokeskus, 2018)

Taulukko 23. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2019 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.

Polttoaine	Käyttö (irtto- m ³ /m ³)	Käyttö (kiinto- m ³)	Nettopaino (t)	Energia- sisältö (GWh)	TJ	Päästö- kerroin CO ₂ t/TJ *	Yht CO ₂ t
Palaturve	2 413	965	469	1,8	6,48	103,2	668,74
Kevytpolttoöljy	51,4		43,433	0,51	1,85	73,1	134,94
Fossiiliset yhteensä							803,68
Kierrätyspuu	11 752	4 701	2 690	9,06	32,62	112	3 652,99
Metsähake	40 934	16 374	9 292	29,92	107,71	112	12 063,74
Teollisuuden puutähde	7 762	3 105	2 402	5,02	18,07	112	2 024,06
Puupelletit ja brikitit			1 101	9,99	35,96	112	4 027,97
Biogeeniset yhteensä							21 768,77

(* Tilastokeskus, 2019)

Taulukko 24. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2020 Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.

Polttoaine	Käyttö (irtto- m ³ /m ³)	Käyttö (kiinto- m ³)	Nettopaino (t)	Energia- sisältö (GWh)	TJ	Päästö- kerroin CO ₂ t/TJ *	Yht CO ₂ t
Palaturve	3 788	1 515,20	1 188,47	4,56	16,42	103,2	1 694,13
Kevytpolttoöljy	52,51		44,37	0,52	1,89	73,1	137,85
Fossiiliset yhteensä							1 831,98
Kierrätyspuu	9 791	3 916,40	2 101,80	6,74	24,26	112	2 717,57
Metsähake	31 938	12 775,20	7 822,11	23,4	84,24	112	9 434,88
Teollisuuden puutähde	12 207	4 882,80	3 717,71	7,64	27,5	112	3 080,45
Puupelletit ja brikitit			562,52	5,1	18,36	112	2 056,32
Biogeeniset yhteensä							17 289,22

(*Tilastokeskus, 2020)

Taulukko 25. Kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöjen ennuste vuodelle 2021
Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan.

Polttoaine	Energia- sisältö (GWh)	TJ	Päästö- kerroin CO ₂ t/TJ *	CO ₂ t
Palaturve	0	0	103,2	0
Kevytpolttoöljy	1	3,6	70,9	255,24
Fossiiliset yhteensä				255,24
Kierrätyspuu	7	25,2	112	2 822,40
Metsähake	25,5	91,8	112	10 281,60
Teollisuuden puutähde	9	32,4	112	3 628,80
Puupelletit ja briketit	6	21,6	112	2 419,20
Biogeeniset yhteensä				19 152

Vuoden 2021 ennuste perustuu Inergia Lämmön toimitusjohtajan arvioihin polttoaineiden käytettävistä energiasisällöistä (M. Järvenpää, henkilökohtainen tiedonanto 25.3.2021). Käytettävän kevytpolttoöljyn määrä tulee vähenemään, sillä Saariselän lämpölaitokselle on lisätty uusi pellettikattila, jonka vuoksi toisen kiinteän polttoainekattilan kerran vuodessa tapahtuva huolto voidaan kattaa pelleteillä, eikä öljyä näin ollen tarvita yhtä paljon kuin edellisenä vuonna.

Tuloksista voidaan huomata, että vuoden 2020 fossiilisten polttoaineiden kasvihuonekaasupäästöt ovat korkeampia kuin muina vuosina ja biogeeniset päästöt pienempiä. Syynä tähän on, että vuonna 2020 Ivalon lämpölaitoksella oli rikkoutumistilanteen vuoksi jonkin aikaa sekä pelletti- että hakekattila poissa käytöstä, jolloin niiden tuotanto piti korvata kevytpolttoöljyllä. Lisäksi lämmityskauden 2019–2020 hakkeen saannissa oli haasteita, jolloin tuotannossa jouduttiin turvautumaan turpeeseen. Kuvasta 8 voidaan tarkastella fossiilisten ja biomassapolttoaineiden päästöjen suhdetta.

Taulukko 27. Vuoden 2019 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt CO₂e-kertoimella laskettuna.

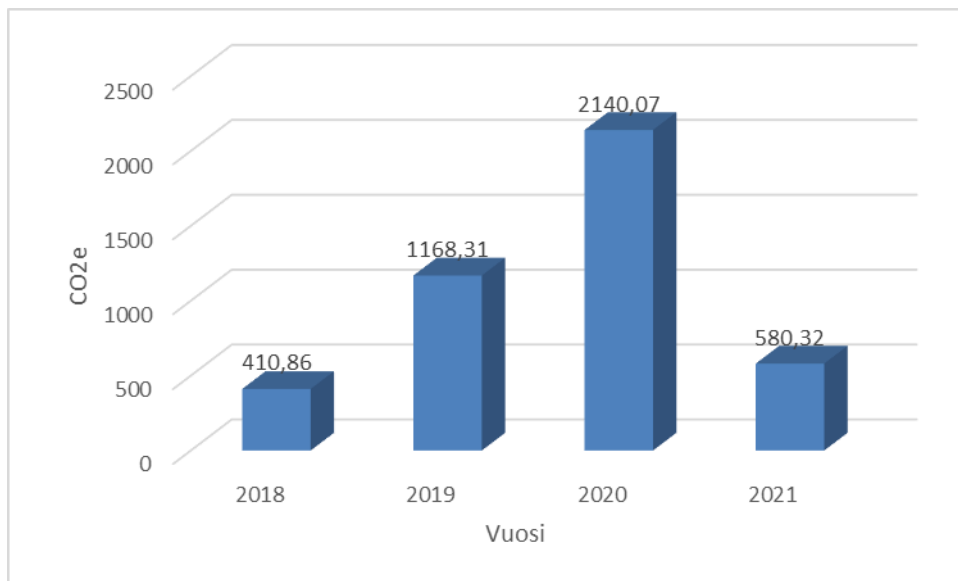
Polttoaine	Käyttö (irtom ³ /m ³)	Käyttö (kiintom ³)	Nettopaino (t)	Energiasisältö (GWh)	TJ	MJ	Päästökerroin CO ₂ e g/MJ	Yht t CO ₂ e
Palaturve	2 413	965	469	1,8	6,48	6 480 000	104,7	678,45
Kevytpolttoöljy	51,4		43,433	0,51	1,85	1 850 000	75,7	140,04
Kierrätyspuu	11 752	4 701	2 690	9,06	32,62	32 620 000	1,8	58,71
Metsähake	0 934	16 374	9 292	29,9	107,7	107 710 000	1,8	193,87
Teollisuuden puutähde	7 762	3 105	2 402	5,02	18,07	18 070 000	1,8	32,52
Puupelletit ja brikitit			1 101	9,99	35,96	35 960 000	1,8	64,72
Yhteensä								1 168,31

Taulukko 28. Vuoden 2020 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt CO₂e-kertoimella laskettuna.

Polttoaine	Käyttö (irtom ³ /m ³)	Käyttö (kiintom ³)	Nettopaino (t)	Energiasisältö (GWh)	TJ	MJ	Päästökerroin CO ₂ e g/MJ	Yht t CO ₂ e
Palaturve	3 788	1 515,20	1 188,47	4,56	16,42	16 420 000	104,7	1 719,17
Kevytpolttoöljy	52,507		44,37	0,52	1,89	1 890 000	75,7	143,07
Kierrätyspuu	9 791	3 916,40	2 101,80	6,74	24,26	24 260 000	1,8	43,66
Metsähake	31 938	12 775	7 822,11	23,4	84,24	84 240 000	1,8	151,63
Teollisuuden puutähde	12 207	4 882,80	3 717,71	7,64	27,5	27 500 000	1,8	49,5
Puupelletit ja brikitit			562,52	5,1	18,36	18 360 000	1,8	33,04
Yhteensä								2 140,07

Taulukko 29. Vuoden 2021 kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöjen ennuste CO₂e-kertoimella laskettuna.

Polttoaine	Energiasisältö (GWh)	TJ	MJ	Päästökerroin CO ₂ e g/MJ	Yht t CO ₂ e
Palaturve	0	0	0	104,7	0
Kevytpolttoöljy	1	3,6	3 600 000	75,7	272,52
Kierrätyspuu	7	25,2	25 200 000	1,8	45,36
Metsähake	25,5	91,8	91 800 000	1,8	165,24
Teollisuuden puutähde	9	32,4	32 400 000	1,8	58,32
Puupelletit ja brikitit	6	21,6	21 600 000	1,8	38,88
Yhteensä					580,32

Kuva 9. Kaukolämmöntuotannon CO₂e-päästöjen kehitys.

3.6.2 Scope 1, Inergia Lämpö Oy:n omistamat kulkuneuvot

Inergia Lämpö Oy:llä on yksi dieselpakettiauto, jota kuuluu EURO5-päästöluokkaan. Pakettiautolla ajatun lastin määrä vaihtelee, joten laskennassa on käytetty Lipasto-tietokannan maantieajon tyhjän kuorman (169 g/km CO₂e) ja täyden kuorman (194 g/km CO₂e) keskiarvosta laskettua päästökerrointa 181,5 g/km CO₂e (Lipasto, 2018). Pakettiauton kohdalla on käytetty vuoden 2020 ajokilometrejä myös vuosille 2018–2019 tarkempien seurantatietojen puuttuessa ko. vuosilta, ja taulukosta 30 huomataankin, että päästöt ovat samat vuosina 2018–2020.

Taulukko 30. Inergia Lämpö Oy:n pakettiautojen kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	Km	t CO ₂ e	Huomioitavaa
2018	21 623,7	3,92	
2019	21 623,7	3,92	
2020	21 623,7	3,92	
2021	31 623,7	5,73	Ennuste. Kilometrimäärä perustuu vuoden 2020 lukemaan, sekä mahdollisesti hankittavan uuden pakettiauton arvioituun ajokilometrimäärään.

3.6.3 Scope 2, Inergia Lämpö Oy:n ostosähkö

Inergia Lämpö Oy:n ostosähkö on laskettu markkina- ja sijaintiperusteisten laskentatapojen mukaan. Taulukko 31:ssä markkinaperusteisen ostosähkön päästökerroin vuosille 2018–2020 on sähkön myyjän ilmoituksen mukaan Suomen jäännösjakauman mukainen. Konserni siirtyi 1.1.2021 ostosähkössään uusiutuvaan sähkөөn. Taulukko 32:ssa käytetty päästökerroin puolestaan vastaa sijaintiperusteisen päästölaskennan metodia.

Taulukko 31. Inergia Lämpö Oy:n markkinaperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	792 211,77	289,67	229,47	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2019)
2019	893 867,57	249,29	222,83	Käytetty päästökerroin on vuoden 2019 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2020a)
2020	823 288,36	269,48	221,85	Vuoden 2020 jäännösjakaumaa ei ole laskentahetkellä vielä julkaistu. Käytetty päästökerroin on vuosien 2018 ja 2019 jäännösjakaumien keskiarvo.
2021	836 455,90	0	0	Ennuste. kWh on kolmen edellisen vuoden keskiarvo. Käytetty päästökerroin on vihreän sähkön kerroin.

Taulukko 32. Inergia Lämpö Oy:n sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	792 211,77	144,1	114,15	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästö hyödynjakomenetelmällä laskettuna.
2019	893 867,57	145,9	130,41	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	823 288,36	145,9	120,11	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	836 455,90	145,9	122,03	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo, päästökerroin kuten yllä.

(Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

3.7 Northgrid Oy

Northgrid Oy omistaa Kaitakosken voimajohdon, jolla tuodaan vesivoimalla tuotettua sähköä Venäjän sähkömarkkinoilta Suomen sähkömarkkinoille. Tuonti on yhteistyökumppanin vastuulla, joten Northgridillä ei ole sähkön tuotantoa tai sähkön kulutusta. Northgrid Oy on perustettu joulukuussa 2019. Northgridillä ei ole omia ajoneuvoja, eikä voimajohdolle ei ole määritelty maksettavaa sähköhäviötä, joten näitä ei ole huomioitu päästölaskelmissa.

4 Konsernin Scope 1 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä

Scope 1:ssä, eli yhtiön oman toiminnan suorissa yhteenlasketuissa päästöissä on ensin laskettu konsernin kaikkien omistamien kulkuneuvojen kasvihuonekaasupäästöjen määrät yhteen. Tämän jälkeen esitetään tulokset koko konsernin scope 1:n mukaisista kasvihuonekaasupäästöistä ja nähdään tulokset scope 1:n biogeenisistä päästöistä. Huomioitavaa on, että konsernin kasvihuonekaasupäästöt koostuvat hiilidioksidista, metaanista, sekä dityppioksidista. Konsernin toiminnoissa ei synny HFC-, PFC- tai NF₃-päästöjä.

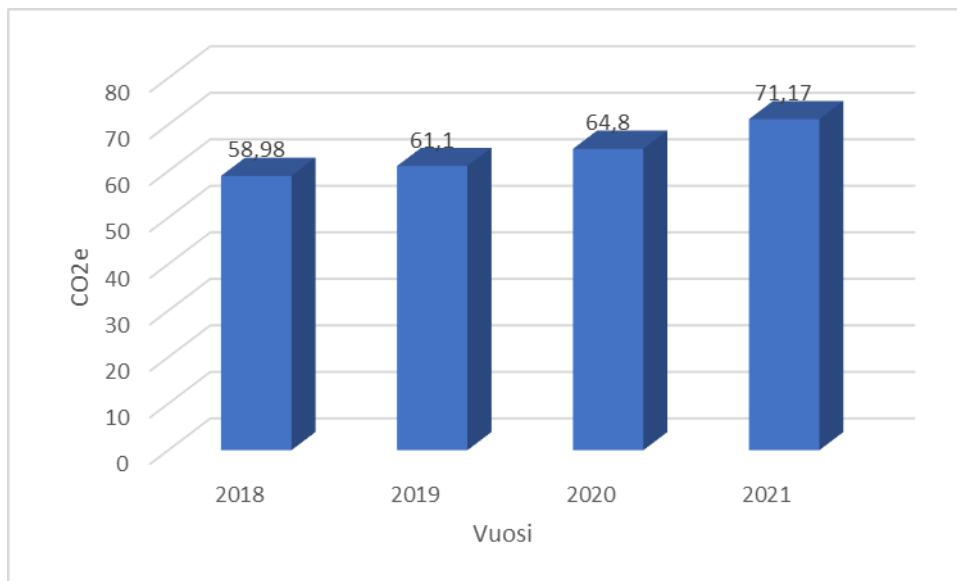
4.1 Scope 1, konsernin omistamat kulkuneuvot

Konsernin omistamien pakettiautojen, moottorikelkkojen ja kuorma-auton kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlasketut CO₂e tulokset osoittavat, että kulkuneuvojen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ovat pysytelleet suhteellisen samankaltaisina, vaikkakin pientä nousutrendiä voidaan havaita. Tuloksia voidaan tarkastella taulukosta 33, sekä visuaalisesti pylvädiagrammin muodossa kuvasta 10.

Taulukko 33. Inergia-konsernin kulkuneuvojen kasvihuonekaasupäästöt.

Vuosi	2018	2019	2020	2021
Yhteensä t CO₂e	58,98	61,1	64,8	71,17

Kuva 10. Inergia-konsernin kulkuneuvojen kasvihuonekaasupäästöt.



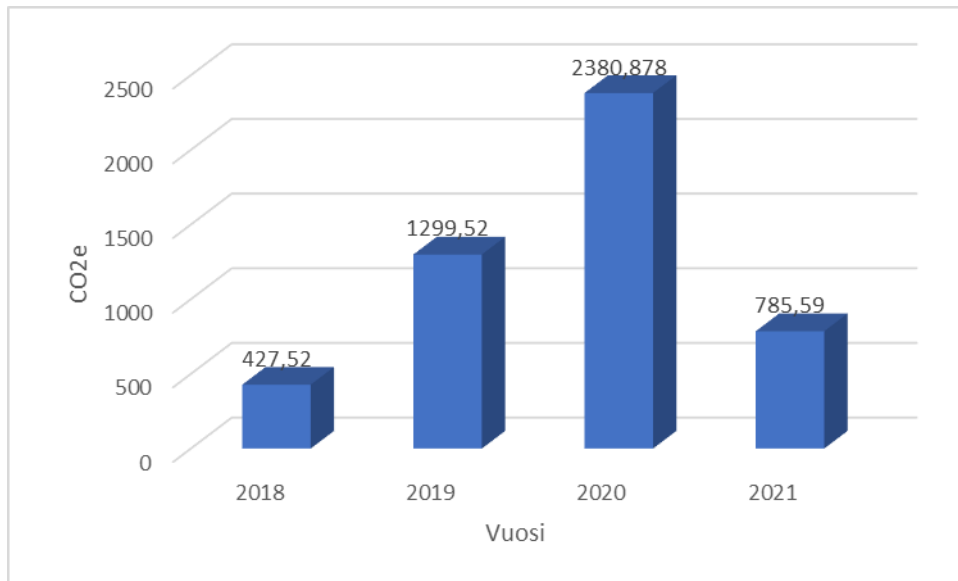
4.2 Scope 1, konsernin kasvihuonekaasupäästöt yhteensä

Koko konsernin scope 1, eli yhtiön suorasta toiminnasta johtuvat päästöt on laskettu ilman biogeenisiä hiilidioksidipäästöjä, jotka esitetään luvussa 5.3 Scope 1, konsernin biogeeniset päästöt yhteensä. Taulukko 34 näyttää tulokset numeraalisesti ja kuva 11 visuaalisesti. Huomioitavaa on, että sähkön- ja kaukolämmöntuotannon päästöjen laskemisessa on käytetty hiilidioksidin määrää ilmaisevaa CO₂-kerrointa, luotettavan CO₂e-kertoimen puuttuessa. Kaukolämmön tuotannossa on huomioitu palaturpeen ja kevytpolttoöljyn palamisessa muodostuvat kasvihuonekaasupäästöt. Konsernin yhteenlasketuissa scope 1 -päästöissä on huomioitu myös aumakompostointiprosessin CH₄- sekä N₂O-päästöt ja konsernin omistamien kulkuneuvojen CO₂e -päästöt. SF₆-kaasujen päästöt luetaan myös mukaan, mutta tarkastelujaksolla niitä ei ole ollut. Vuoden 2020 tuloksia nostaa kaukolämmöntuotannossa ko. vuonna käytetty turve. Vuoden 2018 lukuihin vaikuttanee myös vähäisempi kompostoitavan lietteen määrä.

Taulukko 34. Inergia-konsernin scope 1 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.

Vuosi	2018	2019	2020	2021
Yht. CO ₂ e	427,52	1 299,52	2 380,87	785,59

Kuva 11. Inergia-konsernin scope 1 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä pylväsdiagrammina esitettynä.



4.3 Scope 1, konsernin biogeeniset päästöt yhteensä

GHG-protokollan mukaan biogeeniset hiilidioksidipäästöt raportoidaan scope 1:n ja 2:n ulkopuolella (Greenhouse Gas Protocol, 2004, s. 63). Biogeeniset päästöt on esitetty taulukossa 35. Inergia-konsernin biogeenisiin päästöihin luetaan kaukolämmön biomassan poltosta ja aumakompostointiprosessissa muodostuvat hiilidioksidipäästöt. Kaukolämmön biogeenisiin päästöihin on laskettu mukaan Tilastokeskuksen CO₂-päästökertoimien mukaan lasketut päästöt, niiden ollessa ns. virallisempia kuin kappaleessa 4.4.1 käytetyt CO₂e-kertoimet. Ostosähkön osalta biogeenisiä päästöjä ei ole eritelty, sillä uusiutuvilla tuotetun ostosähkön tuotantojakauma ei ole kokonaisuudessaan tiedossa.

Taulukko 35. Inergia-konsernin scope 1:n biogeeniset päästöt

Vuosi	t CO ₂
2018	18 689,95
2019	22 204,37
2020	17 774,10
2021	19 612,00

5 Konzernin scope 2 kasvihuonekaasupäästöt yhteensä

Inergia-konsernin yhteenlasketuissa scope 2 -kasvihuonekaasupäästöissä on laskettu ensin yhteen emo- ja tytäryhtiöiden ostama sähkö markkina- ja sijaintiperusteisilla päästökertoimilla, ilman häviösähköä. Tämän jälkeen esitetään tulokset kaikelle yhteenlasketuille ostosähkölle häviösähkö mukaan lukien. Huomioitavaa on, että kaikki käytetyt päästökertoimet ostosähkölle päästölaskennoissa ovat CO₂-kertoimia, eli tulokset näyttävät vain hiilidioksidipäästöt. Ostosähkön osalta ei myöskään ole laskettu biogeenisiä päästöjä erikseen, sillä uusiutuvana ostetun sähkön tuotantojakauma ei ole kokonaisuudessaan tiedossa.

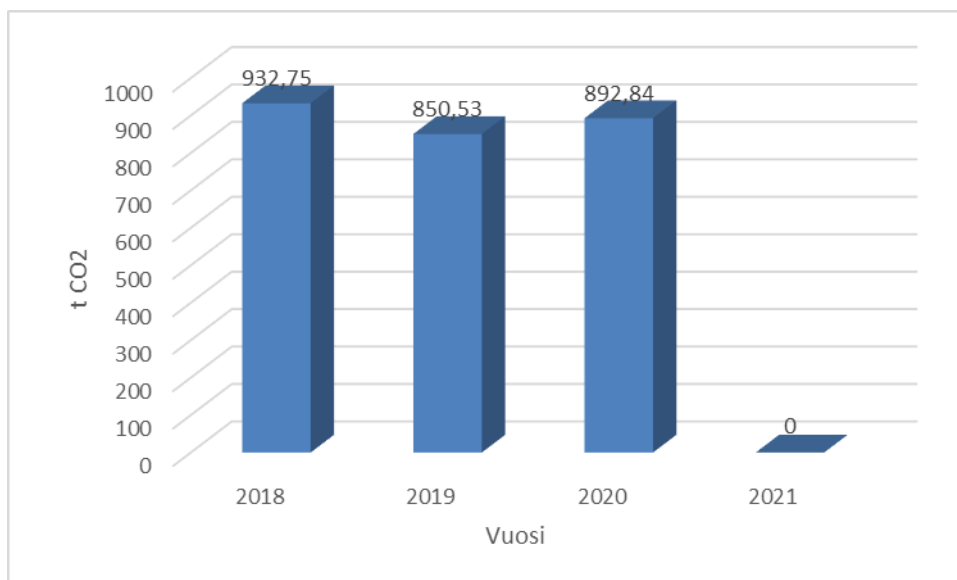
5.1 Scope 2, konsernin markkinaperusteinen ostosähkö ilman häviösähköä

Markkinaperusteinen päästö lasketaan käyttämällä organisaation ostamalle sähkölle määriteltyä päästökerrointa, jonka saa omalta energian toimittajaltaan (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 27). Yhteenlasketut tulokset esitetään taulukossa 36 ja kuvassa 12. Koska sähkön alkuperä ei ole ollut energian myyjän tiedossa vuosilta 2018–2020, on päästöt laskettu näiltä vuosilta kansallisen jäännösjakauman päästökertoimen mukaan. Konserni siirtyi 1.1.2021 ostosähkössään uusiutuvaan sähkөөn.

Taulukko 36. Inergia-konsernin scope 2 markkinaperusteinen ostosähkö ilman häviösähköä.

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	3 220 074,52	289,67	932,75	Käytetty päästökerroin on vuoden 2018 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2019)
2019	3 411 814,21	249,29	850,53	Käytetty päästökerroin on vuoden 2019 jäännösjakauma (Energiavirasto, 2020a)
2020	3 313 230,67	269,48	892,84	Vuoden 2020 jäännösjakaumaa ei ole laskentahetkellä vielä julkaistu. Käytetty päästökerroin on vuosien 2018 ja 2019 jäännösjakaumien keskiarvo.
2021	3 315 039,80	0	0	Ennuste. kWh on kolmen edellisen vuoden keskiarvo. Käytetty päästökerroin on vihreän sähkön kerroin.

Kuva 12. Inergia-konsernin scope 2 markkinaperusteisen ostosähkön kehitys ilman häviösähköä.



5.2 Scope 2, konsernin sijaintiperusteinen ostosähkö ilman häviösähköä

Inergia-konsernin sijaintiperusteisen ostosähkön kasvihuonekaasupäästöjä voidaan tarkastella taulukosta 37. Sijaintiperusteisen päästön laskennassa käytettävä päästökerroin

ei tule olla sopimus- tai toimittajaperusteinen (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 53). Sijaintiperusteisen ostosähkön laskennassa onkin käytetty Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön päästökerrointa hyödynjakomenetelmällä laskettuna.

Taulukko 37. Inergia-konsernin sijaintiperusteisen scope 2 ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt ilman häviösähköä

Vuosi	kWh	Päästökerroin CO ₂ g/kWh	CO ₂ t	Huomioitavaa
2018	3 220 074,52	144,10	464,01	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästö hyödynjakomenetelmällä laskettuna
2019	3 411 814,21	145,90	497,78	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2020	3 313 230,67	145,90	483,40	Käytetty päästökerroin on Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön hyödynjakomenetelmän viiden vuoden liukuva keskiarvo.
2021	3 315 039,80	145,90	483,66	Ennuste. Ostettu sähkö on kolmen edellisen vuoden keskiarvo, päästökerroin kuten yllä.

(Päästökertoimien lähde: Tilastokeskus, n.d.-b)

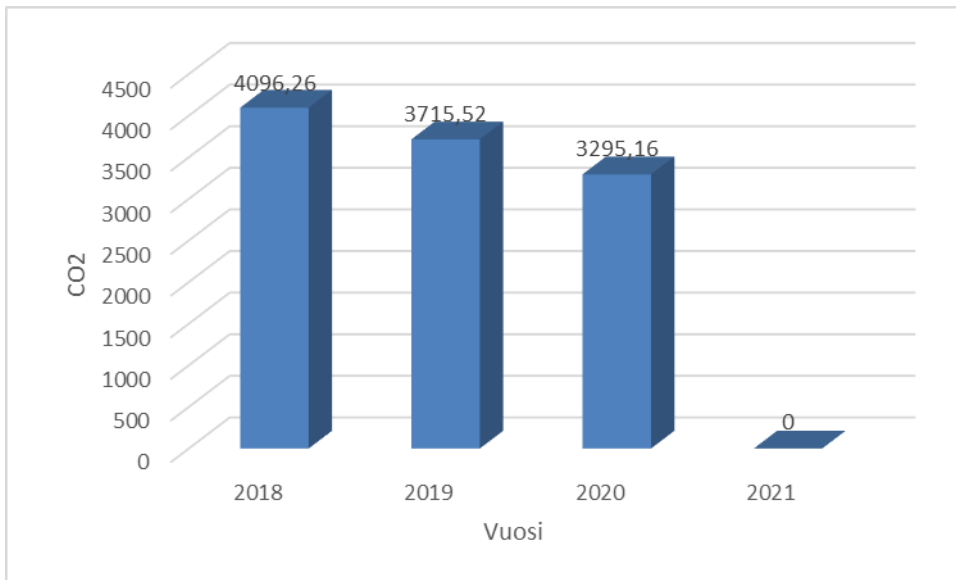
5.3 Scope 2, konsernin markkinaperusteinen ostosähkö ja häviösähkö yhteensä

Tässä luvussa esitetään markkinaperusteisesti lasketut scope 2 -päästöt koko Inergia-konsernin osalta, häviösähkö mukaan luettuna. Kasvihuonekaasuista tulokset näyttävät hiilidioksidin, luotettavien CO₂e-kertoimien puuttuessa. Taulukossa 38 näytetään tulokset, ja päästöjen kehitystä voidaan tarkastella myös kuvasta 13. Tuloksista nähdään selvästi, miten uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetun sähkön ostaminen vaikuttaa päästöihin, sillä konserni siirtyi uusiutuviin vuoden 2021 alussa.

Taulukko 38. Konsernin markkinaperusteiset päästöt yhteensä.

Vuosi	2018	2019	2020	2021
Yht. t CO ₂	4 096,26	3 715,52	3 295,16	0

Kuva 13. Inergia-konsernin markkinaperusteisen ostosähkön kehitys kokonaisuudessaan.



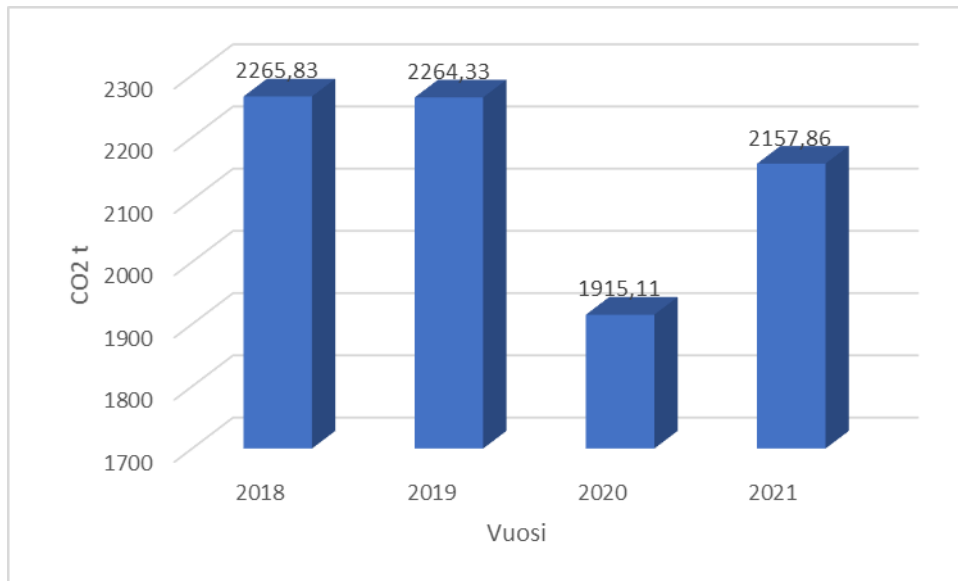
5.4 Scope 2, konsernin sijaintiperusteinen ostosähkö ja häviösähkö yhteensä

Tässä luvussa esitetään sijaintiperusteisesti lasketut ostosähkön päästöt koko Inergia-konsernin osalta, häviösähkö mukaan luettuna. Kasvihuonekaasuista tulokset näyttävät hiilidioksidin, luotettavien CO₂e-kertoimien puuttuessa. Sijaintiperusteisen päästön laskennassa käytettävä päästökerroin ei saa olla sopimus- tai toimittajaperusteinen (Greenhouse Gas Protocol, 2015, s. 53). Sijaintiperusteisen ostosähkön laskennassa on käytetty Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaishiilidioksidipäästön päästökerrointa hyödynjakomenetelmällä laskettuna. Taulukossa 39 esitetään tulokset lukuina ja kuvassa 14 pylväsdiagrammina, jossa vuoden 2020 pienempi häviösähkö näkyy selvästi konsernin hiilidioksidipäästöissä.

Taulukko 39. Inergia-konsernin sijaintiperusteisen ostosähkön päästöt yhteensä.

Vuosi	2018	2019	2020	2021
CO ₂ t yht.	2 265,83	2 264,33	1 915,11	2 157,86

Kuva 14. Inergia-konsernin sijaintiperusteisen ostosähkön päästöt yhteensä.

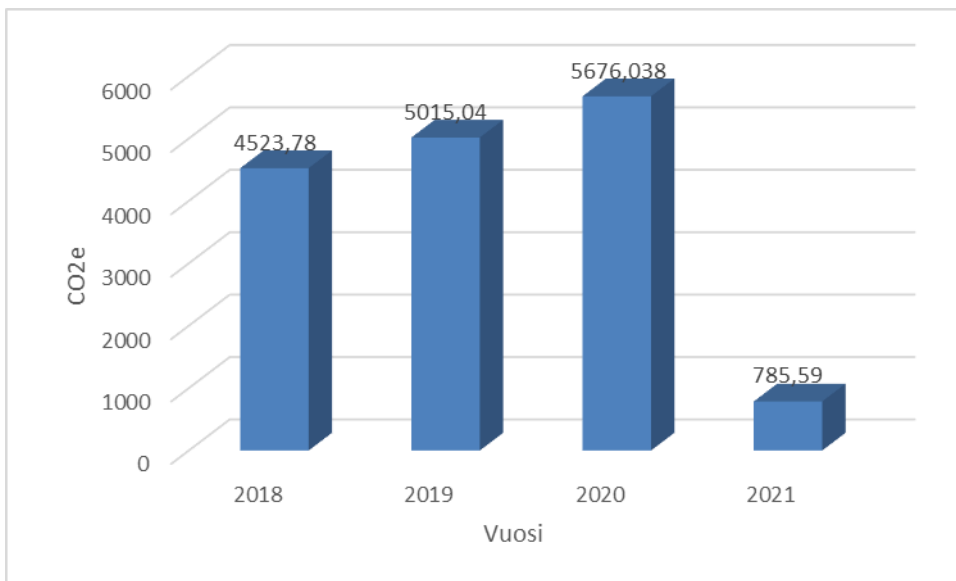


6 Konsernin scope 1 ja 2 -päästöt yhteensä

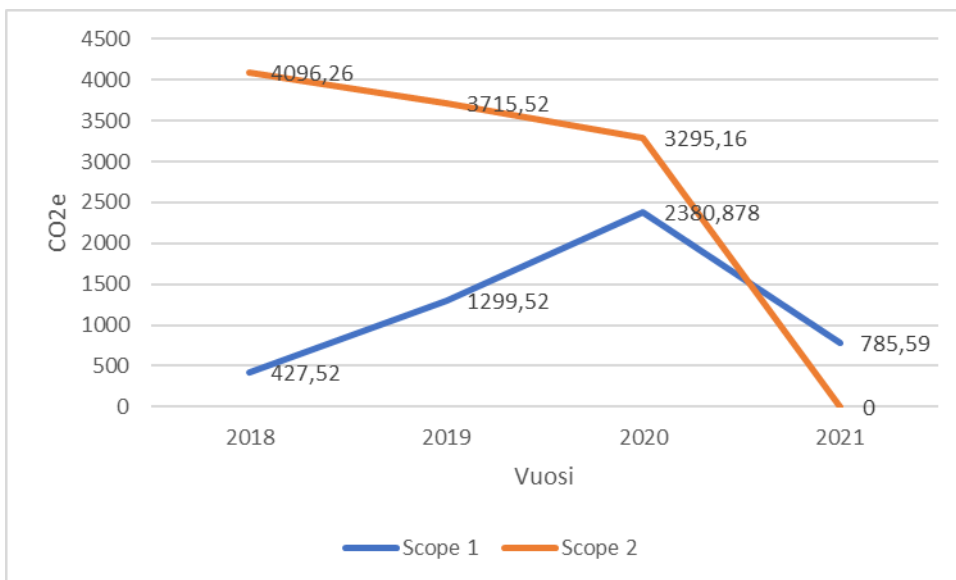
Tässä luvussa tarkastellaan Inergia-konsernin kaikkia kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä ja niiden kehittymistä tarkastelujakson aikana ennuste huomioiden. Alaluvuissa tarkastellaan päästöjen jakautumista scope 1:n ja 2:n välillä sekä eri päästölähteiden kesken. Tuloksissa on laskettu yhteen scope 1 ja scope 2 ilman biogeenisiä päästöjä. Ostosähkön osalta yhteenlasketuissa tuloksissa on käytetty markkinaperusteisen päästölaskennan tuloksia, sillä se antaa oikean kuvan siitä, mitä sähköä konserni markkinoilta toimintoihinsa ostaa. Kaukolämmön päästöt on laskettu Tilastokeskuksen CO₂-päästökertoimien mukaan.

Kuvan 15 mukaisista tuloksista voidaan nähdä, että siirtyminen uusiutuviin energiamuotoihin ostosähkön osalta, sekä turpeen ja kevytpolttoöljyn käytön väheneminen kaukolämmön tuotannossa on laskenut päästöjä huomattavasti. Sama selkeä trendi havaitaan myös kasvihuonekaasupäästöjä lineaarisesti tarkasteltuna kuten kuvassa 16 on tehty.

Kuva 15. Inergia-konsernin scope 1 ja 2 -kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.



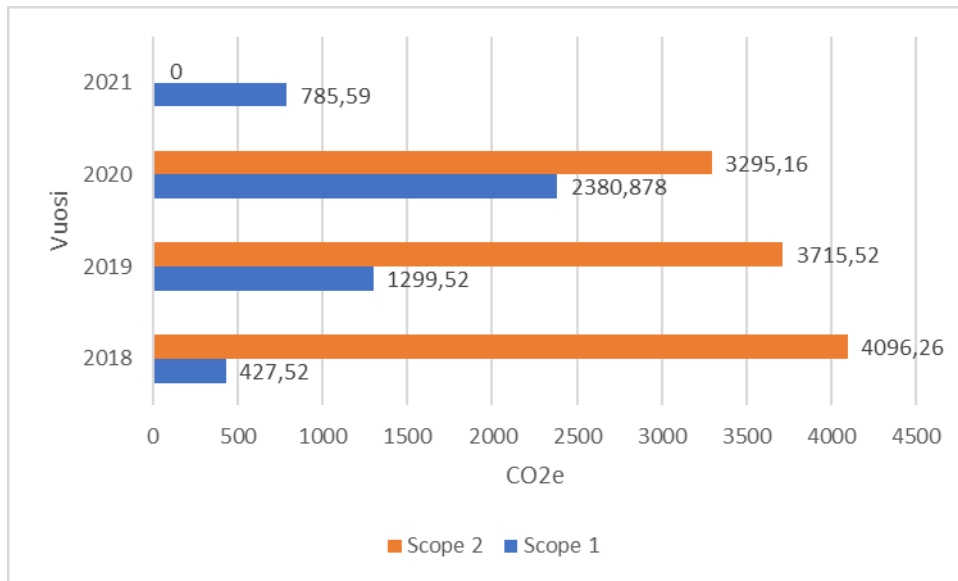
Kuva 16. Scope 1 ja scope 2 päästöjen kehitys lineaarisesti tarkasteltuna.



6.1 Päästöjen jakautuminen scope 1 ja 2 kesken

Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästöjen jakautumista scope 1:een ja scope 2:een voidaan tarkastella helposti visualisoimalla ne vierekkäin kuten kuvassa 17 tehdään. Tällöin on selvästi havaittavissa siirtyminen kokonaisuudessaan uusiutuvien energiamuotojen ostosähköön, sillä scope 2 -luokan kasvihuonekaasupäästöt ovat ennustevuonna 2021 nolla (0).

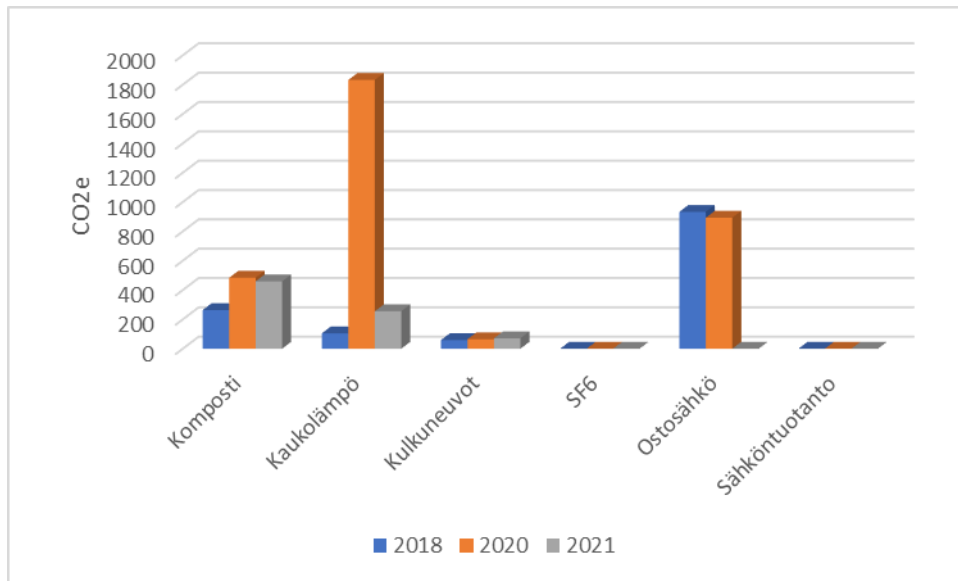
Kuva 17. Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen scope 1:n ja scope 2:n kesken.



6.2 Päästöjen jakautuminen eri päästölähteiden kesken

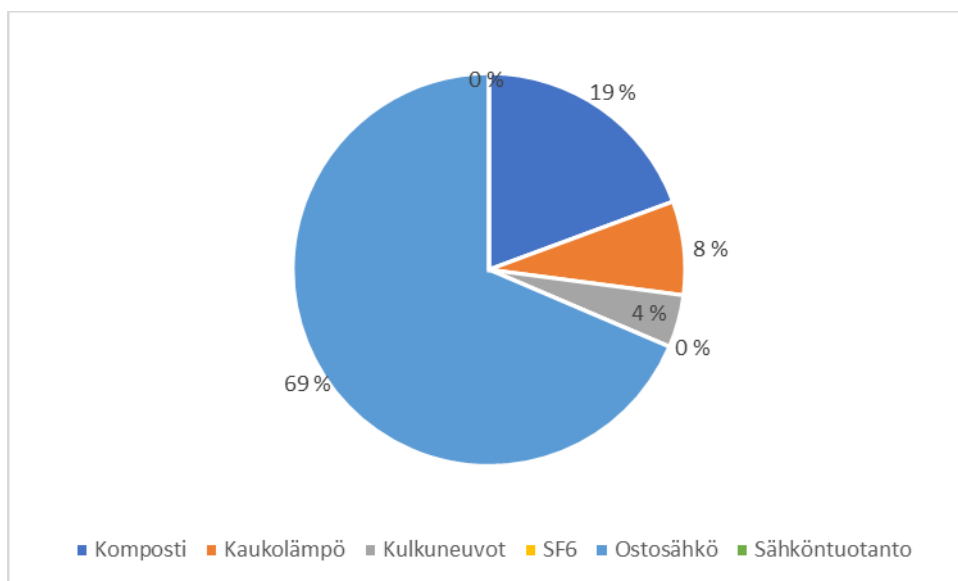
Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästöjen eri lähteitä voidaan vertailla visuaalisesti kuvan 18 pylväsdiagrammin avulla. Tällöin huomataan, että vuoden 2020 palaturpeen ja kevytpolttoöljyn käyttö kaukolämmön tuotannossa johti ko. vuonna muita toimintoja ja muita vuosia suurempiin kasvihuonekaasupäästöihin. Kyseisenä vuonna kaukolämmöntuotannossa käytettävissä biomassan polttokalustoissa oli rikkoutumistilanteesta johtuvia käyttökatkoja, ja biomassan saatavuudessa oli toimitusongelmia. Huomioitavaa on, että kaikissa tämän luvun tuloksissa on käytetty ostosähkön osalta markkinaperusteista päästölaskentaa, ja biogeeniset päästöt on rajattu tulosten ulkopuolelle. Kompostointiprosessista tuloksissa on huomioitu metaani ja dityppioksidi, ja kaukolämmön tuotannon päästöistä on huomioitu palaturpeen sekä kevytpolttoöljyn päästöt.

Kuva 18. Inergia-konsernin kasvihuonekaasujen jakautuminen eri toimintojen kesken vuosilta 2018–2021.



Mielekästä on myös vertailla päästölähteiden jakautumista prosentuaalisesti eri vuosien osalta. Kuva 19 näyttää, että vertailuvuonna 2018 suurimmat päästöt, 69 %, aiheutuivat ostosähkön päästöistä, ja aumakompostoinnin päästöt olivat 19 %:lla toiseksi suurimmat. Kaukolämmön fossiiliset päästöt olivat kolmanneksi suurimmat 8 %:n osuudella.

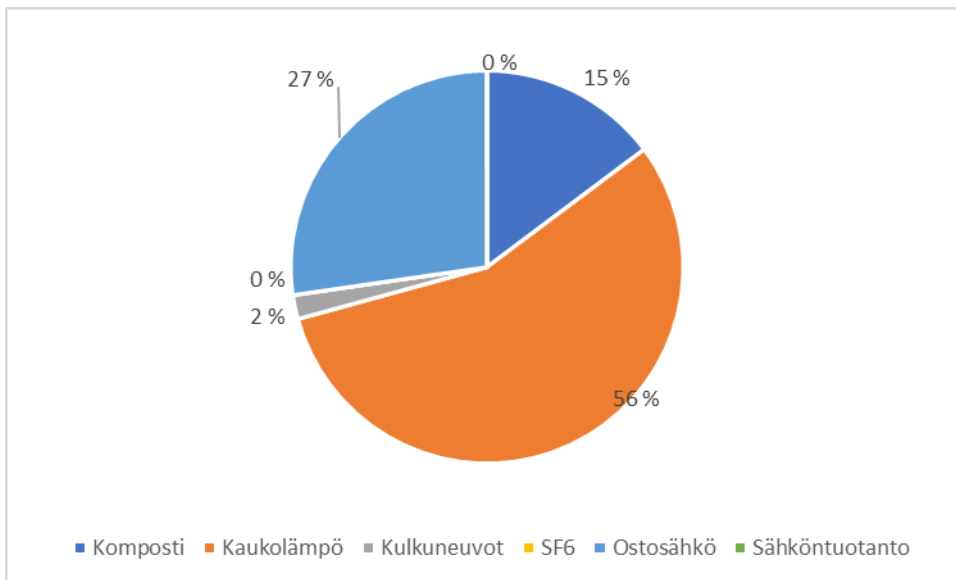
Kuva 19. Vertailuvuoden 2018 kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lähteisiin.



Tarkasteltaessa päästölähteiden jakautumista viimeisimmän toteutuneen vuoden, eli vuoden 2020 mukaan, huomataan kuvasta 20 selvästi, että kaukolämmön fossiiliset päästöt

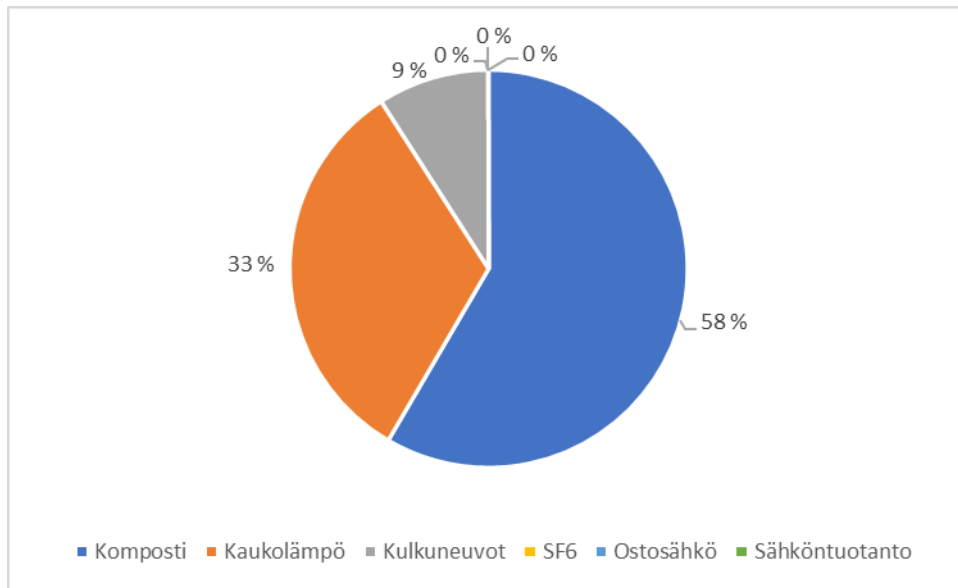
aiheuttivat suurimmat päästöt, niiden ollessa 56 % eli yli puolet konsernin päästöistä. Aumakompostoinnin metaani ja dityppioksidipäästöjen osuus pysyi vuoteen 2018 verrattuna lähes samana. Ostosähkön osuus jäi 27 %:iin.

Kuva 20. Viimeisimmän toteutuneen vuoden eli vuoden 2020 kasviuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lähteisiin.



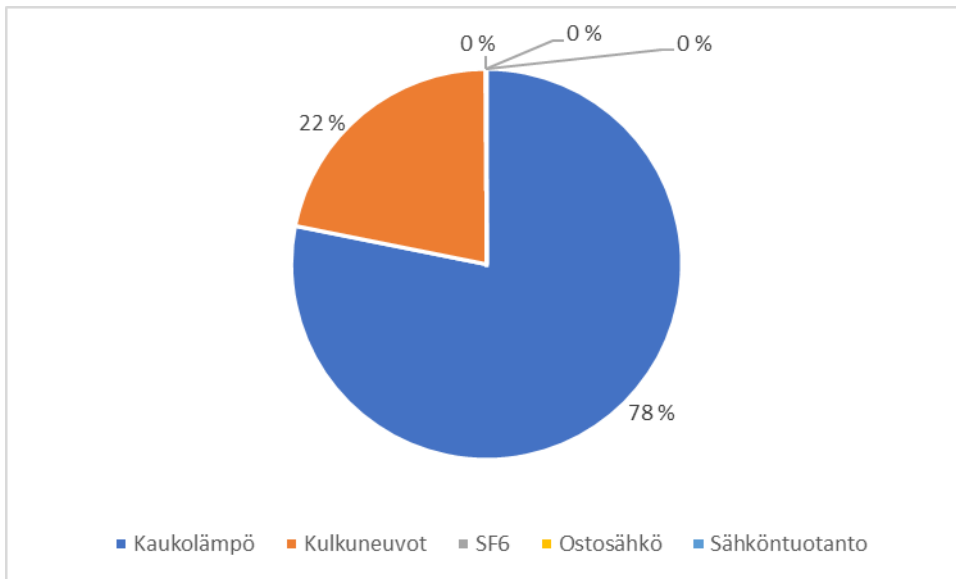
Kuvassa 21 nähdään ennuste konsernin kasviuonekaasupäästöjen jakautumisesta eri lähteiden kesken vuodelle 2021. Ostosähkön osuus on pienentynyt ennusteessa 0 %:iin uusiutuvaan ostosähköön siirtymisen seurauksena. Suurimmaksi päästölähteeksi ennusteessa muodostuu aumakompostoinnin metaani ja dityppioksidipäästöt. Kaukolämmön tuotannossa enenevä biomassan poltto ja palaturpeesta luopuminen verrattuna vuoteen 2020 on tiputtanut kaukolämmön päästöjen osuuden 33 %:iin.

Kuva 21. Vuoden 2021 ennusteen mukainen kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lähteisiin.



Tässä kohdin voidaan pohtia aumakompostoinnin metaani- ja dityppioksidipäästöjen mukaan laskemisen mielekkyyttä, kun huomioidaan konsernin tavoite hiilineutraaliuteen. Tällä hetkellä jätevesilietteen käsittelylle ei ole Inarin kunnan alueella muuta vaihtoehtoa, joten kompostoinnin päästöihin ei voida toistaiseksi vaikuttaa. Lisäksi on hyvä pitää mielessä, että kompostoinnin päästöt perustuvat keskimääräisiin arvioihin, joissa on paljon muuttujia (ks. luku 4.3.2 Scope 1, jätevesilietteen kompostointi). Mikäli päästöjen jakautumista eri päästölähteiden kesken halutaan tarkastella näkökulmasta, johon yritys voi omilla toimillaan tällä hetkellä parhaiten vaikuttaa, voidaan aumakompostoinnin päästöt jättää pois kuvan 22 mukaisesti. Tällöin kaukolämmöntuotannossa käytettävät fossiiliset polttoaineet vastaavat 78 % konsernin kasvihuonekaasupäästöistä, kulkuneuvojen ollessa toiseksi suurimmat.

Kuva 22. Päästöjen jakautumisen ennuste vuodelle 2021 jos aumakompostoinnin päästöt jätetään tarkastelun ulkopuolelle.



7 Tulosten tulkinta

Päästölaskennassa oli huomattavia epävarmuustekijöitä niin kaukolämmön tuotannon suhteen, jossa lämmöntuotannon päästöt riippuvat mm. polttotavoista, kuin jätevesilietteen kompostoinnin päästöjenkin suhteen, jotka riippuvat mm. aumojen ilmastuksesta sekä ulkolämpötiloista. Päästölaskennassa jouduttiin myös tekemään rajauksia tarvittavien tietojen puuttuessa. Inarin Lapin vedellä on varavoimakone käytössään, mutta se jouduttiin rajaamaan päästölaskennan ulkopuolelle, sillä sen kuluttamaa dieseliä ei pystytty talouskirjanpidosta kohdentamaan. Sen käyttö on kuitenkin arvioitu vähäiseksi. Myös pyöräkoneen päästöt jouduttiin rajaamaan samasta syystä laskennan ulkopuolelle. Lisäksi jäteveden käsittely jouduttiin jättämään laskennasta pois luotettavien laskutapojen puuttuessa.

Kulkuneuvojen suhteen jouduttiin käyttämään joidenkin ajoneuvojen osalta vuoden 2020 ajokilometrejä, sillä konsernin pakettiautojen siirtäminen satelliittiseurantaan on tapahtunut vaiheittain. Satelliittiseurannassa pidempään olleiden pakettiautojen ajokilometrit kuitenkin paljastivat, että autoilla ajetaan suhteellisesti yhtä paljon vuosittain.

Sähköntuotannon ja ostosähkön osalta saadut tulokset näyttävät vain hiilidioksidipäästöt polttoaineen käytöstä. Käytössä ei ole huomioitu elinkaaren aikaisia päästöjä. Muiden kuin hiilidioksidipäästöjen muodostuminen on riippuvainen mm. polttoyksikön ominaisuuksista, käytetyistä polttoaineista ja palamisolosuhteista. Hiilidioksidipäästöjen osuus on suurin ja ne voidaan ilmoittaa luotettavasti polttoainesisältöön, eli hiilen määrään perustuvien päästökertoimien avulla. (M. Tontti, AFRY Finland Oy, henkilökohtainen tiedonanto 30.4.2021)

Metaanin ja dityppioksidin verrattain pienet päästöt polttoprosesseissa voidaan huomata myös kaukolämmön tuotannon päästöistä; vuonna 2020 palaturpeen hiilidioksidipäästöt CO₂-kertoimella olivat 1694,13 hiilidioksiditonnia, ja käytetyllä CO_{2e}-kertoimella laskettuna 1719,17 hiilidioksidiekvivalenttonnia. Kevytpolttoöljyn päästöt CO₂-kertoimella taas olivat 137,85 hiilidioksiditonnia, ja CO_{2e}-kertoimella 142,07 hiilidioksidiekvivalenttonnia.

Varavoimakoneen aiheuttamat päästöt sähköntuotannossa ovat pienet, johtuen sen vähäisestä käytöstä. Sen aiheuttamia päästöjä olisi voitu myös tarkastella sen käyttämän dieselpolttoaineen perusteella. Tällainen tarkastelu olisi itse asiassa antanut sen tuottamista päästöistä jopa todemmat tulokset, kuin käyttämällä Suomen keskimääräisen sähköntuotannon ominaispäästön mukaista päästökerrointa. Ko. päästökertoimessahan on otettu lukuun fossiilisten polttoaineiden päästöjen lisäksi myös turpeen hiilidioksidipäästöt (Tilastokeskus, n.d.-b).

Kokonaisuudessaan Inergia-konsernin kasvihuonekaasupäästölaskennan tuloksia voidaan kuitenkin tulkita niin, että siirtyminen ostamaan sähköä, joka on tuotettu uusiutuvilla energiamuodoilla, on laskenut konsernin kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi. Kaukolämmöntuotanto tapahtuu pääosin biomassan poltolla, mutta käytettävien fossiilisten polttoaineiden osuus näkyy päästölaskennassa vaihtelevasti eri vuosina niiden määrästä riippuen. Kokonaisuudessaan konsernin toiminnasta johtuvia kasvihuonekaasupäästöjä voitaneen pitää pieninä toiminnan laajuuteen ja toiminnan luonteeseen verrattuna, mutta tämän todentaminen vaatisi vertailua muihin vastaavia toimintoja pyörittäviin yrityksiin. Päästöjä vertaillessa tulee kuitenkin huomioida, että mikäli vertailua halutaan tehdä eri yritysten välillä, täysin luotettavaa vertailua saattaa olla hankala tai jopa mahdotontakin

tehdä mm. käytetyistä päästökertoimista, operatiivisista rajauksista ja yritysten toimintojen erilaisuudesta johtuen.

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Inergian kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä nähdään selvästi, kuinka suuri merkitys uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetulla sähköllä päästöihin on, joka näkyy selvästi ostosähkön kohdalla. Myös Kirakan uusiutuvalla vesivoimalla tuotetun sähköntuotannon päästöt ovat 0-tasollaan ympäristöystävällisiä. Kaukolämmön tuotannon turpeen poltosta luopuminen on vähentänyt päästöjä huomattavasti. Kaukolämmöntuotannon osalta on kuitenkin hyvä huomioida huoltovarmuustekijät. Inarin kunnan metsistä yli 70 % on suojeltuja, joten biomassan saatavuudessa saattaa esiintyä ajoittain pulaa, kuten lämmityskaudella 2019–2020 tapahtui (Laine, n.d.). Tällöin joudutaan lämmöntuotannon varmistamiseksi turvautumaan fossiilisiin polttoaineisiin.

Tässä opinnäytetyössä haastavinta on ollut löytää oikeat päästökertoimet kullekin laskettavalle toiminnolle. Päästökertoimia ei ole standardisoitu, ja niitä löytyy lukuisia erilaisia jopa samoille toiminnoille, tutkimuksista ja julkaisutahoista riippuen. Tämä tekee myös yritysten välisten luotettavan hiilijalanjälkivertailun vaikeaksi, sillä eri kertoimilla saadaan erilaisia tuloksia. Vertailu eri yritysten kohdalla on toki lähtökohtaisestikin vaikeaa, koska päästöt riippuvat suoraan mm. yrityksen harjoittamasta toiminnasta ja sen luonteesta, sekä asiakas- ja henkilökuntamääristä.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskenta olisi kannattavaa tehdä vasta kesän jälkeen, jolloin Energiavirasto on ehtinyt julkaista edellisen vuoden jäännösjakauman. Tällöin vältytään uudelleen laskennalta, jolla korjataan arviona käytetty edellisten vuosien jäännösjakaumien keskiarvo. Inergian osalta korjausta ei täydy tulevaisuudessa kuitenkaan tehdä enää sen jälkeen, kun Energiavirasto on julkaissut vuoden 2020 jäännösjakauman, sillä tulevaisuudessa ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt voidaan laskea uusiutuvien energiamuotojen päästökertoimella.

8.1 Jäteveden käsittely ja lietteen kompostointi

Suurien epävarmuustekijöiden vuoksi jäteveden käsittelyn päästöt rajattiin tästä opinnäytetyöstä pois. Jäteveden käsittelystä syntyvien päästöjen pienentämistä olisi kuitenkin vaikea, jollei jopa mahdotonta tehdä, vaikka nykypäästöt itsessään olisivatkin tiedossa. Inarin Lapin Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamot ovat jo suurimmilta osin moderneja bioroottorilaitoksia, joissa jäteveden puhdistusprosessit ovat nykYTEKNIikkaa.

Jätevesilietteen aumakompostoinnille ei tällä hetkellä ole vaihtoehtoja Inarin kunnan alueella. Inarin Lapin Vesi Oy on kuitenkin kolmen muun lappilaisen vesilaitoksen kanssa mukana Sodankylän Lämpö ja Vesi Oy:n vetämässä biokaasuhankkeessa, jossa kartoitetaan lietteen käsittelylle vaihtoehdoksi mädätystä biokaasun tuottamiseksi. Maria Laurosen diplomityössä vertailtiin varsin kattavasti Pohjois-Suomen lietteenkäsittelyn elinkaaripäästöjä, ja hänen saamiensa tuloksien mukaan mädätyksellä on huomattavasti pienempi hiilijalanjälki kuin lietteen aumakompostoinnilla, vaikka kuljetusmatkat olisivat pitkiäkin. Mikäli lietteellä on mahdollisuutta tulevaisuudessa päätyä biokaasun tuotantoon, vähenevät silloin sen aiheuttamat päästötkin. (Lauronen, 2017, s. 123)

Kompostoinnin päästöt ovat korkeimmillaan ensimmäisen kolmen viikon aikana, joten kompostin tehokas ilmastus näinä ensimmäisinä viikkoina voi vähentää metaanipäästöjä (Vergara & Silver, 2019). Inarin Lapin Vesi Oy:n toiminnassa lietteen sekoittaminen kompostin tukiaineeseen tapahtuu kuitenkin ympärivuoden 2–3 kertaa viikossa, ja kylmimpinä talvikuukausina kompostoitumisen käynnistyminen ei välttämättä tapahdu lainkaan. Lisäksi aumakompostien kääntö tapahtuu fossiilista polttoainetta käyttävällä pyöräkoneella, mutta on hyvä huomioida, että aumakompostista vapautuva metaani on ilmastovaikutuksiltaan hiilidioksidia 28 kertaa voimakkaampi kaasu. Metaanipäästöt eivät kuitenkaan ole ilman mittareita luotettavasti laskettavissa, ja kompostin ennen aikainen kääntö voi keskeyttää termofiilisen prosessin liian aikaisin (Vergara & Silver, 2019; Vartiainen, 2016). Asiaa tulisi tutkia enemmän ennen mahdollisia johtopäätöksiä ja toimenpiteitä.

Pohjoisen arktiset olosuhteet rajoittavat päästöjen vähentämisen mahdollisuutta myös muilla tavoin. Esimerkiksi eteläisemmässä Suomessa hyödynnetään jätevesistä saatavaa

hukkalämpöä, mutta veden ideaalilämpötilan tulisi olla yli 8 celsiusastetta. Veden lämpötilan ollessa 5–7 astetta, ei lämpöä pystytä siitä enää merkittävästi hyödyntämään (Energiateollisuus, 2016, s. 15, 27). Ivalon Mellanaavalla jäteveden lämpötila on vuosina 2005–2012 vaihdellut vain 3–8 celsiusasteen välillä, joten lämpöpumppuja ei voida ottaa siellä käyttöön (FCG, 2013, s. 2, liite 1).

8.2 Vesivoima

Vesivoiman kasvihuonekaasupäästöt ovat parhaimmillaankin arvioita, jotka riippuvat monesta seikasta kuten aiemmin on todettu (ks. luku 2.6.2 Vesivoima). Kirakan vesivoimalaitos on ollut toiminnassa vuodesta 1953, jolloin alkoi Rahajärven säännöstely. Rahajärven pinta-alasta ennen säännöstelyä ei ole tarkkaa tietoa, mutta saatavissa olevien tietojen mukaan se on ollut noin 2 045 ha, ja sen pinta-ala on säännöstelyn aiheuttaman maksimipinta-alan mukaan 345 ha luonnontilaista suurempi (Sarjamo & Honkasalo, 1987).

Ottaen huomioon luvussa 2.6.2 mainitut tutkimusseikat, Rahajärven sijainnin arktisella alueella, sekä sen, että vain osa pinta-alasta on jäänyt säännöstelyn alkaessa veden alle, ei sen metaani- tai dityppioksidipäästöjä voitane pitää mainittavana. Lisäksi kun huomioidaan, että vesivoimalaitos on aloittanut toimintansa vuonna 1953, voitaneen myös olettaa, että Rahajärven päästöt ovat nykyään luonnontilaisen järven tasalla. Näin ollen myös Kirakan vesivoimalan aiheuttamat ei-biogeeniset päästöt on katsottu vuosien 2018–2021 ajalta tässä opinnäytetyössä nolliksi.

8.3 Jatkotoimenpiteet ja hiilineutraaliuden saavuttaminen tulevaisuudessa

Konsernin toiminta-alueesta suurin on Inari, joka on kehittyvä muuttovoittoinen kunta, joten asukkaiden ja täten myös Inergian asiakkaiden määrä tulee kasvamaan jonkin verran nykyisestä vuosittain (Mattila & Vesterinen, 2020, s. 29). Kunnan kasvava asukasmäärä tulee kaikella todennäköisyydellä lisäämään myös kaukolämmöntuotannon tarvetta. Lisäksi puhtaan veden pumppaus, jätevesien ja häviösähkön määrä kasvanee samassa suhteessa asukasluvun kanssa. Näillä seikoilla voi olla myös pientä vaikutusta Inergian kasvihuonekaasupäästöihin, vaikkakin muuttoliike on maltillista. Inergian asiakkaisiin kuuluvat myös monet hotellit, ravintolat ja muut turismista riippuvaiset tahot.

Koronapandemian aiheuttama turismin väheneminen saattaakin näkyä sähkön siirrosta johtuvan häviösähkön päästöjen vähenemisenä, kun tarkastellaan vuosien 2019 ja 2020 eroja. Häviösähkön määrään vaikuttavat myös muutkin seikat kuin sähkön suora kulutus, kuten ympäristön lämpötila.

Inergian tavoitteena on hiilineutraalius, johon pääsemiseksi konserni voi nyt päästölaskennan tulosten myötä pohtia ja vertailla eri keinoja. Yhtenä keinona vähentää päästöjä voisi olla autokannan uusiminen, tai jopa siirtyminen tulevaisuudessa joissain määrin sähköautojen käyttöön, vaikkakin vuoden 2021 ennusteen mukaan kulkuneuvojen päästöt vastaavatkin vain n. 10 % osuutta konsernin päästöistä. Itse ajokilometrien määrä pysynee tulevaisuudessakin suhteellisen samanlaisena, kun otetaan huomioon työn luonne, jossa niitä käytetään (ylläpito- ja huoltotyöt). Esimerkiksi vuosivertailu ennen korona-aikaa osoittaa, että ajomatkoissa ei ole huomattavia eroja, vaikka etätyöpalaverit ovatkin lisääntyneet. Sähköautojen akkuteknologian kehittyminen tulevaisuudessa vastaamaan arktisten lämpötilojen ja Ylä-Lapin pitkien etäisyyksien haasteita ei kuitenkaan oletettavasti tapahdu vielä moniin vuosiin. Sen sijaan muun teknologian kehitys mm. automaattivalvonnan ja etäluettavien mittareiden suhteen etenee jatkuvasti. Kehittyvä automaatio vähentää tarvetta mennä paikanpäälle eri kohteisiin, jolloin matkustamisesta johtuvat päästöt pienenevät.

Moottorikelkkojen käyttö ja niiden aiheuttamat päästöt ovat konsernin toiminnassa pienet. Moottorikelkkojen päästöihin vaikuttavat kuitenkin myös lumiolosuhteet. Esimerkiksi vuonna 2018 tykkylumitilanteen vuoksi linjantarkastuksia ei päästy tekemään kuin loppupalvesta 2019, jonka vuoksi Tunturiverkko Oy:n kelkkojen päästöt olivat sinä vuonna alhaisemmat kuin seuraavina vuosina (T. Koskinen, henkilökohtainen tiedonanto, 7.4.2021). Moottorikelkoissa päästöjä voisi pienentää ennestään siirtyminen nelitahtimoottorillisiin kelkkoihin (Lipasto, 2017b). Sähkömoottorikelkat tekevät tuloaan markkinoille, mutta niiden kehittyminen vastaamaan työikäytön tarpeita vienee vielä aikaa.

Inergian päästölaskennasta saataisiin kattavampi, mikäli osa scope 3 -ulottuvuuden päästöistä laskettaisiin, mutta nämä jouduttiin rajaamaan tästä opinnäytetyöstä pois. Mikäli Inergian lisäpäästöjä haluttaisiin selvittää, voisi olla järkevää laskea henkilökunnan omien autojen käytön päästöt työasioissa, sakokaivolietteiden kuljetukset ja kaukolämmön

polttoaineiden kuljetukset, sekä kompostin tukiainekuljetukset. Henkilökunnan työmatkojen suhteen laskenta ei välttämättä antaisi hyödynnettävää lopputulosta, sillä Ylä-Lapissa etäisyydet ovat pitkiä, eikä julkista liikennettä ole merkittävästi. Päästöjen vähentämisen kannalta tulos ei täten antaisi merkitystä, toisin kuin esimerkiksi pääkaupunkiseudulla sijaitsevien yritysten suhteen, jotka voivat tukea henkilöstönsä työmatkaliikkumista esimerkiksi työsuhdematkalipuilla.

Huomioitavaa on, että esimerkiksi Helsingin Sanomat on kyseenalaistanut yritysten ilmoittamia päästöjä ja niiden rajausta vain scope 1 ja scope 2 -ulottuvuuksiin, vaikka yrityksen koko arvoketjun huomioivat scope 3 -ulottuvuuden päästöt saattavat olla todellisuudessa kahta ensimmäistä ulottuvuutta suuremmat (Hartikainen, 2021). Scope 3 -päästöjä kokonaisuudessaan on kuitenkin erittäin työlästä laskea, sillä siinä otetaan huomioon esimerkiksi hankinnat, yrityksen lopputuotteiden käytöstä aiheutuvat päästöt, jätemäärät, yrityksen vuokratilat ja -autot ja niin raaka-aineiden kuin tuotteiden ja henkilöiden kuljetuksetkin. Realistisesti scope 3:n päästöjä olisi pakko rajata koskemaan vain yrityksen relevantteja päästökohteita, ja GHG-protokolla tämän salliiikin (Greenhouse Gas Protocol, 2013, s. 12).

On myös hyvä huomioida, että vaikka uusiutuvilla tuotetun sähkön päästökertoimenä käytetään nollaa, ei mikään ole silti täysin päästötöntä. Esimerkiksi niin tuuli- tai aurinkovoimalla kuin vesivoimallakin on elinkaaripäästöjä, sillä niiden rakentaminen ja ylläpito varaosatuotantoinen aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä (Auvinen, 2020). Ympäristöystävällistä onkin sähkön käytön kulutuksen pienentäminen itsessään (Häkkinen & Kangas, 2012, s. 4).

Hiilineutraaliuteen voidaan päästä myös kompensoimalla aiheutettuja hiilidioksidipäästöjä eri tavoin. Kompensaatiota voi tehdä paikallisesti esimerkiksi ennallistamalla hiilinieluna toimivia soita tai myös sijoittamalla eri ympäristöprojekteihin ympäri maailmaa, sillä ilmasto on kaikille yhteinen hiilidioksidin kiertokulun vaikuttaessa maailmanlaajuisesti (Leipola, 2020; Ilmasto-opas, n.d.-a). Scope 3:n mukaisia hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää myös esimerkiksi materiaalien kierrättämisellä (Greenhouse Gas Protocol, 2013, s. 77).

Inergia aikoo jatkaa kasvihuonekaasupäästöjensä laskentaa myös tulevaisuudessa. Tätä varten tiedon tallentamista on hyvä kehittää niin, että esimerkiksi varavoimageneraattoreiden ja pyöräkoneen polttoaineen kulutus saataisiin eriteltyä.

8.4 YK:n kestävän kehityksen tavoitteet

Ilmastonmuutoksen torjunta on osa myös YK:n kestävän kehityksen tavoitteita. YK:n kestävän kehityksen 13. tavoite on ”Toimia kiireellisesti ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia vastaan” ja yksi alatavoitteista on parantaa ilmastonmuutoksen hidastamiseen liittyvää tietämyksen lisäämistä (Suomen YK-liitto, n.d.-b). Energiasektorin päästöt vastaavat yli 70 % Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä, joten on selvää, että energia-alan yrityksillä on ilmastonmuutoksen hidastamisessa suuri rooli (Tilastokeskus, 2016, s. 3). Tätä vasten alan toimijoiden kasvihuonekaasupäästöjen laskeminen on oleellista, sillä ilman tutkittua tietämystä päästöjä ei voida ainakaan todennetusti vähentää. Laskemalla kasvihuonekaasupäästönsä myös tulevaisuudessa, ja tuomalla tulokset julkisiksi, Inergia-konserni pääsee osallistumaan näiden päämäärien saavuttamiseen.

Inergian toiminta sivuaa muitakin YK:n kestävän kehityksen tavoitteita, kuten tavoitetta numero kuusi puhtaasta vedestä ja sanitaatiosta, tuottamalla asiakkailleen vesihuoltoa. Tavoitteessa 14 todetaan, että yhtenä merten rehevöitymisen syynä ovat käsittelemättömät jätevedet (Suomen YK-liitto, n.d.-a). Inergia-konsernin jäteveden käsittelylaitokset puhdistavat jätevedestä liiat ravinteet, joten Jäämeren valuma-alueeseen kuuluvat puhdistettujen jätevesien purkupisteet eivät vie ravinnekuormitusta eteenpäin (P. Lepistö, henkilökohtainen tiedonanto, 30.4 2021).

YK:n kestävän kehityksen tavoite numero seitsemän koskee alatavoitteineen mm. puhtaasta energiaa ja uusiutuvan energian lisäämistä. Tässä opinnäytetyössä todennettiin, kuinka suuri kasvihuonekaasupäästöjä laskeva vaikutus on siirtymisellä uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettuun ostosähköön, ja minkälainen päästöjä kohottava vaikutus on fossiilisten polttoaineiden poltolla verrattuna uusiutuvan biomassan polttamiseen.

Lähteet

AFRY. (1.10.2020). *AFRY Forum -webinaari | Noora Rantanen: Kohti hiilineutraliutta* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=B9N6qeQOj-U>

Alakangas, E. (2000). *Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia*. VTT. <http://www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf>

Allen, M.R., Dube, O.P., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer, W., Humphreys, S., Kainuma, M., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., Zickfeld K. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_Chapter1_Low_Res.pdf

Auvinen, K. (15.9.2020). Elinkaaripäästöjen laskennalla energiantuotannon ytimeen: aurinko-, geo-, tuuli-, vesi- ja ydinvoima puhtaimpia energialähteitä. *Hiilineutraali-blogi*. [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Elinkaaripaastojen_laskennalla_energiant\(58629\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Elinkaaripaastojen_laskennalla_energiant(58629))

Dervos, C. & Vassiliou, P. (2000). Sulfur Hexafluoride (SF6): Global Environmental Effects and Toxic Byproduct Formation. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 50:1, 137–141, s. 137-141. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10473289.2000.10463996?needAccess=true>

Dionne, D. (29.11.2013). *Composting operations: which emission factors should be used?* Enviro access. <https://www.enviroaccess.ca/blog-en/2013/11/29/composting-operations-emission-factors-used/>

Doorn, M., Towprayoon, S., Manso Vieira S., Irving, W., Palmer C., Pipatti, R., Wang C. (2000). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 6 Wastewater treatment and discharge*. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf

Eurofins. (24.2.2021). *Inarin Lapin Vesi Oy. Ivalon Mellanaavan jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailu v. 2020.*

FCG. (20.2.2013). *Inarin Lapin Vesi Oy. Ivalon Mellanaavan jätevedenpuhdistamo. Prosessiselvitys.*

Finlex. (2014). *Hallituksen esitys HE 366/2014.*

<https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140366>

Gagnon, L., van de Vate, J.F. (1997). Greenhouse gas emissions from hydropower: The state of research in 1996. *Energy Policy*, Volume 25, Issue 1, January 1997, s. 7–13

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421596001255>

Global Sustainability Standards Board. (22.3.2016). *Transition to GRI Standards.*

<https://www.globalreporting.org/standards/media/2307/item-11-exposure-draft-of-srs-505-emissions.pdf>

Greenhouse Gas Protocol. (2004). *A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition.*

<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Greenhouse Gas Protocol. (2006). *Categorizing GHG Emissions Associated with Leased Assets Appendix F to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard – Revised Edition.*

https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/Categorizing%20GHG%20Emissions%20from%20Leased%20Assets.pdf

Greenhouse Gas Protocol. (2013). *Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions. Version 1.0.*

https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf

Greenhouse Gas Protocol. (2015). *GHG Protocol Scope 2 Guidance*.

https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope%20%20Guidance_Final_Sept26.pdf

Greenhouse Gas Protocol. (n.d.-a). *About us*. Haettu 1.3.2021 osoitteesta

<https://ghgprotocol.org/about-us>

Greenhouse Gas Protocol. (n.d.-b.). *Calculation tools*. [https://ghgprotocol.org/calculation-](https://ghgprotocol.org/calculation-tools)

[tools](https://ghgprotocol.org/calculation-tools)

Gupta, D., Singh, S.K. (2015). Energy use and greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants. *International Journal of Environmental Engineering*, January 2015 7(1):1

https://www.researchgate.net/publication/276432198_Energy_use_and_greenhouse_gas_emissions_from_wastewater_treatment_plants

Energiateollisuus. (27.5.2013). *EU:n päästökauppa. Selvitys EU:n*

päästökauppajärjestelmästä, päästöoikeuden hinnasta ja päästökauppajärjestelmään puuttumisesta. https://energia.fi/files/500/EUn_paastokauppa.pdf

Energiateollisuus. (29.8.2016). *Suuret lämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä*

[Loppuraportti].

https://energia.fi/files/993/Suuret_lampopumput_kaukolampojarjestelmassa_Loppuraportti_290816_paivitetty.pdf

Energiateollisuus. (2020). *Energia-alan vähähiilisyystiekartta*.

https://energia.fi/files/4946/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_2020.pdf

Energiateollisuus. (2021). *Miten kaukolämpö toimii?*. [https://kaukolampo.fi/miten-](https://kaukolampo.fi/miten-kaukolampo-toimii/)

[kaukolampo-toimii/](https://kaukolampo.fi/miten-kaukolampo-toimii/)

Energiateollisuus. (n.d.). *Sähköä kannattaa käyttää joustavasti*.

<https://energia.fi/energiasta/energiamarkkinat/sahkomarkkinat/kulutusjousto>

Energiavirasto. (28.6.2019). *Jäännösjakauma vuoden 2018 osalta.*

<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12762067/Julkaistu+j%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sjakauma+2018+FI.pdf/52796533-49bd-bcc9-fae6-24c74e96eff6/Julkaistu+j%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sjakauma+2018+FI.pdf>

Energiavirasto. (25.6.2020a). *Jäännösjakauma vuoden 2019 osalta.*

<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12762067/J%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sjakauma+2019+julkaistu+FI+allekirjoitettu.pdf/30bfeb6b-4492-d234-411f-b9a9538f4abf/J%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sjakauma+2019+julkaistu+FI+allekirjoitettu.pdf?t=1593095393839>

Energiavirasto. (10.9.2020b). *Alkuperätakuu laajenee kaasuun, lämpöön ja jäädytykseen.*

<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/36541582/Alkuper%C3%A4takuut+Suni.pdf/824625a2-7471-55b3-484a-ed3e29b1b517/Alkuper%C3%A4takuut+Suni.pdf?t=1599810422369>

Energiavirasto. (n.d.). *Sähkön alkuperä. Jäännösjakauma.* <https://energiavirasto.fi/sahkon-alkupera>

Euroopan komissio. (27.11.2017). *Guidance Document, Biomass Issues in the EU ETS.*

https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/monitoring/docs/gd3_biomass_issues_en.pdf

Euroopan komissio. (14.10.2020). *Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. EU:n strategia metaanipäästöjen vähentämiseksi.*

<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2020/FI/COM-2020-663-F1-FI-MAIN-PART-1.PDF>

Euroopan komissio. (n.d.). *Ilmastonmuutoksen seuraukset.*

https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_fi

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 166/2006. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R0166&from=FI>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 517/2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0517&from=FI>

Fingrid. (n.d.). *Alkuperätakuu*. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/alkuperatakuun-sertifikaatti/>

Häkkinen, H. & Kangas, H-L. (2012). *Suomalaisen vaikuttavimmat ilmastoteot*. WWF. https://wwf.fi/app/uploads/h/h/l/deov6fzfmfftdruse6a4xa/tt_selvitys_vaikuttavimmat-ilmastoteot.pdf

Ilmasto-opas. (19.6.2018). *Rakennusten lämmitys kuluttaa runsaasti energiaa*. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/73fa2827-42d1-4fd7-a757-175aca58b441/rakennusten-lammitys-kuluttaa-runsaasti-energiaa.html>

Ilmasto-opas. (n.d.-a). *Hiilidioksidi ja hiilen kiertokulku*. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/1e92115d-8938-48f2-8687-dc4e3068bdbd/hiilidioksidi-ja-hiilen-kiertokulku.html>

Ilmasto-opas. (n.d.-b). *Metaani*. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/dec264e2-6350-418c-a1bc-3ef7c80676aa/metaani.html>

Ilmatieteenlaitos. (n.d.). *Ilmastonmuutos*. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutoskysymyksia>

Inergia. (15.8.2015). *Sähköä ilmassa. Inergia Oy:n historiamerkintöjä 1951–2015* [julkaisu].

Inergia. (2020a). *Vuosikertomus 2019*. https://www.inergia.fi/wp-content/uploads/2020/06/Inergia_vuosikertomus_2019.pdf

Inergia. (2020b). *Inergia yleisesitys* [Esite].

Inergia. (2021). *Inergia yleisesitys* [Esite].

IPCC. (2001). *IPCC:n kolmas arvioreportti, Ilmastonmuutos 2001, Työryhmä I, tieteellinen perusta* [Yhteenvedo päättäjille]. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/03/tar-wg1-spm.pdf>

IPCC. (2005). *IPCC Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf

IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf

IPCC. (n.d.). *Frequently asked questions*. Haettu 1.4.2021 osoitteesta <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/faq/faq.html>

Keskuskauppakamari. (n.d.). *Näin haet ilmastositoumusta*. Haettu 1.3.2021 osoitteesta <https://kauppakamari.fi/palvelut/ilmastositoumus/nain-haet-ilmastositoumusta/>

Keskuskauppakamari. (22.10.2019). *Päästövähennysten laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskauppakamarin ilmastositoumukseen liittymistä varten*.

Keto, M. (23.11.2010). *Energiamuotojen kerroin. Yleiset perusteet ja toteutuneen sähkön- ja lämmöntuotannon kertoimet 2000–2008. Raportti Ympäristöministeriölle*. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA6ABCF7-55FA-412C-A0C7-FEE5CC0A2F24%7D/30744>

Koffi, B., Cerutti, A., Duerr, M., Iancu, A., Kona, A., Janssens-Maenhout, G. (2017). *Covenant of Mayors for Climate and Energy: Default emission factors for local emission inventories – Version 2017*. Euroopan komissio. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/covenant-mayors-climate-and-energy-default-emission-factors-local-emission-inventories-version-2017>

Kumar, A., Schei, T., Ahenkorah, A., Caceres Rodriguez, R., Devernay, M., Freitas, J.-M., Hall, D., Killingtveit, Å., Liu Z. (2011). *Hydropower. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Chapter-5-Hydropower-1.pdf>

Kupari J. (n.d.). *Kestävän kehityksen näkökulmat paikallisessa lämmöntuotannossa - tapaustutkimus Enon energiaosuuskunnasta*. [Diplomityön tiivistelmäteksti, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu]. <http://docplayer.fi/5174185-Kestavan-kehityksen-nakokulmat-paikallisessa-lammontuotannossa-tapaustutkimus-enon-energiaosuuskunnasta.html>

Laine, T. (n.d.). *Kunnanjohtaja Toni K. Laine: Inarijärvestä ja vähän sitä ympäröivästä kunnasta* [Puheenaiheet]. Inarilainen.
<https://www.inarilainen.fi/puheenaiheet/inarijarvesta-ja-vahan-sita-ymparivasta-kunnasta-6.249.1714481.85d3df779f>

Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R., Toivikko, S. (2014). *Suomen ympäristö 3. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot*. Ympäristöministeriö.
<https://core.ac.uk/download/pdf/198183871.pdf>

Lauronen, M. (2017). *Jätevesilietteen eri käsittelyvaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöjen vertailu pohjoisissa olosuhteissa*. [Diplomityö, Oulun yliopisto].

<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201705031644.pdf>

Lehtonen, I., Venäläinen, A., Gregow, H. (2020). Raportteja 2020:5. *Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa metsänhoidon näkökulmasta*. Ilmatieteenlaitos.

https://www.researchgate.net/publication/344329237_Ilmastonmuutoksen_vaiikutukset_Suomessa_metsanhoidon_nakokulmasta

Leipola, L. (27.3.2020). Kompensaatio tuo lohtua yksilön ilmastohäpeään, mutta yrityksille se on brändityötä. *Finnwatch blogi*. <https://finnwatch.org/fi/blogi/713-kompensaatio-tuo-lohtua-yksiloen-ilmastohaepaeaeen,-mutta-yrityksille-se-on-braendityoetae>

Lipasto. (6.7.2017a). *Bensiinikäyttöinen henkilöauto*. Haettu 23.4.2021 osoitteesta

<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkiloautot/habens.htm>

Lipasto. (6.7.2017b). *Moottorikelkkojen keskimääräinen päästö ja energia polttoainelitraa kohden Suomessa vuonna 2016*. Haettu 4.3.2021 osoitteesta

http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/muut/maastoliikenne/kelkat_litra.htm

Lipasto. (6.7.2017c). *Pieni jakelukuorma-auto*. Haettu 1.5.2021 osoitteesta

<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kajakpientie.htm>

Lipasto. (13.9.2018) *Pakettiauto, diesel*. Haettu 8.2.2021 osoitteesta:

<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/padiestie.htm>

Liu, Y., Ni, B-J., Sharma, K.R., Yuan Z. (2015). Science of The Total Environment. Methane emission from sewers. *Science of the Total Environment*, 524–525, s. 40–51.

https://docksci.com/methane-emission-from-sewers_5a521e24d64ab247b0652ecc.html

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. (2.4.2019). *Kakolanmäen*

jätevedenpuhdistamo. E-PRTR asetuksen mukaiset päästöt ja vesiympäristölle vaaralliset ja haitalliset aineet [Vuosiraportti 2018]. <https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp->

<content/uploads/2019/04/Kakola8-E-PRTR-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t-ja-hava-aineet-vy2018.pdf>

Maa- ja metsätalousministeriö. (n.d.). *Vesihuollon tehtävät ja organisaatio*.

https://mmm.fi/vesi/vesihuolto_tehtavat

Mattila, J., Vesterinen, M. (2020). *Suomen suurimpaan kuntaan muutto vuonna 2019. Inarin kunta*. [Opinnäytetyö, Lapin ammattikorkeakoulu].

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/356330/SUOMEN%20SUURIMPAAN%20KUNTAAN%20MUUTTO%20VUONNA%202019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Motiva. (26.3.2019). *Kaukolämpö*.

https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo

Motiva. (3.2.2021). *Vesivoima*.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/vesivoima

Motiva. (n.d.). *Hyödynjakomenetelmä*.

https://www.motiva.fi/files/6820/Kuvaus_hyodynjakomenetelmasta.pdf

Hartikainen, J. (28.3.2021). Nolla ei ole aina nolla. *Helsingin Sanomat*.

<https://www.hs.fi/talous/art-2000007887370.html?share=402af0f5a0b9b47419c440b542dfe76e>

Pipatti, R., Hänninen, K., Vesterinen, R, Wihersaari, M., Savolainen, I. (1996). *Jätteidien käsittelyvaihtoehtojen vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin*. VTT Energia.

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/julkaisut/1996/J811.pdf>

Pipatti, R., Silva Alves, J., Gao, 'Q., López Cabrera, C., Mareckova, K., Oonk, H., Scheehle, E., Sharma, C., Smith, A., Svardal, P., Yamada, M. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4. Biological treatment of solid waste*. IPCC.

https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf

Päästökauppalaki 311/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110311>

RTI. (14.12.2010). *Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for Biogenic Emissions from Selected Source Categories: Solid Waste Disposal Wastewater Treatment Ethanol Fermentation* [Draft].

https://www3.epa.gov/ttnchie1/efpac/ghg/GHG_Biogenic_Report_draft_Dec1410.pdf

Ruuhela, S. (2017). *Puhdistamoliikenteen käsittelyn hankinnan laatukriteerien kehittäminen*. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/136226/Raportteja_18_2017.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Sarjamo H., Honkasalo, L. (1987). *Monistettuja julkaisuja. No 66. Kirakkajoen vesistön säännöstelyn vaikutukset Rahajärven, Hammasjärven ja Ukonjärven kalakantoihin sekä kalakantojen hoitosuunnitelma*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/536940/kirakkajoen_vesiston_saannostelyn_vaiikutukset_rahajarven_hammasjarven_ja_ukonjarven_kalakantoihin_seka_kalakantojen_hoitosuunnitelma_nro_66.pdf?sequence=1

Scherer, L. & Pfister, S. (14.9.2016) Hydropower's Biogenic Carbon Footprint. *PLoS ONE*, 11(9), s. 1–11.

https://www.researchgate.net/publication/308114828_Hydropower's_Biogenic_Carbon_Footprint

Suomen YK-liitto. (n.d.-a). 14 *Vedenalainen elämä*.

<https://www.ykliitto.fi/node/4579>

Suomen YK-liitto. (n.d.-b). 13 *Ilmastotekoja*.

<https://www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestava-kehitys/kestavan-kehityksen-tavoitteet>

Suomen YK-liitto. (n.d.-c). 9 *Kestävää teollisuutta, innovaatiota ja infrastruktuureja*.

<https://www.ykliitto.fi/kestavaa-teollisuutta-innovaatioita-ja-infrastruktuureja>

SYKE. (6.10.2005). *Päästötietojen tuottamismenetelmät. Energian tuotanto.*

<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B87273699-ADCF-4652-94BC-A3306198DCE2%7D/102313>

SYKE. (10.2.2020). *Uusi päästölaskentajärjestelmä kaikille Suomen kunnille –*

päästövähennys keskimäärin 15 prosenttia vuodesta 2005 [Tiedote]. [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_paastolaskentajarijestelma_kaikille_\(54833\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_paastolaskentajarijestelma_kaikille_(54833))

Sähkömarkkinalaki 588/2013. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588#a588-2013>

Tenhunen, J., Oinonen, J., Seppälä, J. (2000). *Vesihuollon elinkaaritutkimus Tampereen vesilaitoksen vaikutukset ympäristöön.* Suomen ympäristökeskus.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/175821/SY_434.pdf?sequence=1

TEM. (22.2.2019). *Sähköntuotannon skenaariolaskelmat vuoteen 2050.*

[https://tem.fi/documents/1410877/2132100/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon+skenaariolas
kelmat+vuoteen+2050+%E2%80%93selvitys+22.2.2019/8d83651e-9f66-07e5-4755-
a2cb70585262/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon+skenaariolaskelmat+vuoteen+2050+%E2%
80%93+selvitys+22.2.2019.pdf](https://tem.fi/documents/1410877/2132100/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon+skenaariolas
kelmat+vuoteen+2050+%E2%80%93selvitys+22.2.2019/8d83651e-9f66-07e5-4755-
a2cb70585262/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon+skenaariolaskelmat+vuoteen+2050+%E2%
80%93+selvitys+22.2.2019.pdf)

Tieteen termipankki. (1.10.2014a). Geofysiikka:lämmityspotentiaali.

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Geofysiikka:l%C3%A4mmityspotentiaali>

Tieteen termipankki. (1.10.2014b). Geofysiikka:hiilidioksidiekvivalentti.

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Geofysiikka:hiilidioksidiekvivalentti>

Tilastokeskus. (6.6.2005). *Kasvihuonekaasut ja ilmastonmuutos.*

https://www.stat.fi/til/khki/2003/khki_2003_2005-05-31_kat_001.html

Tilastokeskus. (2016). *Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2015.*

[https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ymp_kahup_1990-
2015_2016_16147_net.pdf](https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ymp_kahup_1990-
2015_2016_16147_net.pdf)

Tilastokeskus. (9.2.2018). *Polttoaineluokitus 2018*.

https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_2018.xls
[X](#)

Tilastokeskus. (14.2.2019). *Polttoaineluokitus 2019*.

https://www.stat.fi/fi/luokitukset/polttoaineet/polttoaineet_1_20190101/

Tilastokeskus. (14.2.2020). *Polttoaineluokitus 2020*.

<https://www.stat.fi/fi/luokitukset/polttoaineet/>

Tilastokeskus. (12.2.2021). *Polttoaineluokitus 2021*.

https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus. (n.d.-a). *Käsitteet ja määritelmät*. <http://tilastokeskus.fi/til/khki/kas.html>

Tilastokeskus. (n.d.-b). 12.3.2 *Sähkön ja lämmön tuotannon CO₂-päästöt*. Haettu 17.3.2021

osoitteesta https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/html/suom0011.htm

Tilastokeskus. (n.d.-c). *Käsitteet. Lämmön erillistuotanto*.

https://www.tilastokeskus.fi/meta/kas/lammon_er_tuot.html

Tremblay, A., Varfalvy, L., Roehm, C., Garneau, M. (2014). *The issue of greenhouse gases from hydroelectric reservoirs: from boreal to tropical regions*.

https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/energy/op/hydro_tremblaypaper.pdf

United States Environmental Protection Agency. (n.d.). *Greenhouse Gases Equivalencies Calculator - Calculations and References*. Haettu 23.4.2021 osoitteesta

<https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>

Valtioneuvosto. (n.d.). 3.1. *Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi*.

<https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi>

Valtioneuvoston asetus sähkön alkuperän varmentamisesta 1357/2003.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20031357>

Vartiainen, M. (2016). *Teollisen kompostointiprosessin kypsyyssasteen määrittämenetelmien vertailu*. [Opinnäytetyö, Savonia-ammattikorkeakoulu].

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/116217/vartiainen_minna.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vergara, S., Silver, W. (4.12.2019) Greenhouse gas emissions from windrow composting of organic wastes: Patterns and emissions factors. *Environmental Research Letters*, 14 (2019) 124027, s. 1–10. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab5262/pdf>

Vesilaitosyhdistys. (2016). *Välttämätön vesi*.

https://www.vvy.fi/site/assets/files/1088/valttamaton_vesi_vvy_2016_netti.pdf

Vesilaitosyhdistys. (2.3.2021). *Vesilaitosyhdistyksen strategia: Visio 2030 ja tiekartta 2021-2030*. <https://www.vvy.fi/ajankohtaista/uutiset/vesilaitosyhdistyksen-strategia-visio-2030-ja-tiekartta-2021-2030/>

VTT. (1996). *Jätteiden käsittelyvaihtoehtojen vaikutus kasvihuonepäästöihin*.

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/julkaisut/1996/J811.pdf>

VTT. (2002). *Suomen energiavisio 2030, suomenkielinen tiivistelmä*.

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2002/visiokirja.pdf>

Virtanen, S. (2014). *Typenpoiston nitrifikaatio- ja denitrifikaationopeudet jätevedenpuhdistusprosessissa*. [Opinnäytetyö, Lahden ammattikorkeakoulu].

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/70138/Virtanen_Satu.pdf?sequence=1

Water Research Foundation. (2013). *Toolbox for Water Utility Energy and Greenhouse Gas Emission Management*. [https://www.nyserda.ny.gov/-](https://www.nyserda.ny.gov/-/media/Files/EERP/Commercial/Sector/Municipal-Water-Wastewater-Facilities/toolbox-for-water-utility-energy.pdf)

[/media/Files/EERP/Commercial/Sector/Municipal-Water-Wastewater-Facilities/toolbox-for-water-utility-energy.pdf](https://www.nyserda.ny.gov/-/media/Files/EERP/Commercial/Sector/Municipal-Water-Wastewater-Facilities/toolbox-for-water-utility-energy.pdf)

Ympäristöhallinto. (16.2.2021). *Fluorattujen kasvihuonekaasujen ominaisuudet ja päästöt.*

<https://www.ymparisto.fi/fi->

[fi/ilmasto_ja_ilma/Kasvihuonekaasupaastojen_raportointi_ja_seuranta/Kasvihuonekaasupaastojen_seuranta_Suomessa/Fkaasujen_ominaisuudet_ja_paastot](https://www.ymparisto.fi/fi-ilmasto_ja_ilma/Kasvihuonekaasupaastojen_raportointi_ja_seuranta/Kasvihuonekaasupaastojen_seuranta_Suomessa/Fkaasujen_ominaisuudet_ja_paastot)

Ympäristöministeriö. (n.d.). *Kioton pöytäkirja.* <https://ym.fi/kioton-poytakirja>

