



GreenCarbon

PÄÄSTÖRAPORTTI 2021

Valokuituverkon elinkaaripäästöt

Tässä raportissa esitellään valokuituverkon hiilijalanjälki sekä laskennassa käytetyt menetelmät. Hiilijalanjälki huomioi valokuituverkon elinkaariset päästöt raaka-aineiden valmistuksesta ja kuljetuksesta, tuotannosta, jakelusta, käytöstä ja hävityksestä.

GREEN CARBON FINLAND OY:
vihreahiili@greencarbon.fi
www.greencarbon.fi

JYVÄSKYLÄ:
+358 40 415 7985

Posti: PL 2,
40101 Jyväskylä

Käynti: Kämpinkatu 3 C,
40320 Jyväskylä

HELSINKI:
+358 40 842 1705

Erottajankatu 15-17,
00130 Helsinki



SISÄLLYS

| | | |
|----|---|----|
| 1. | TAUSTATIEDOT JA LAAJUUS | 3 |
| | Tuotteen kuvaus ja analyysin yksikkö | 3 |
| | Prosessikuvaus | 3 |
| | Aineisto | 3 |
| | Rajaus ja elinkaaren vaiheet | 4 |
| 2. | TULOKSET | 7 |
| | Valokuituverkon elinkaaripäästöt per kotitalous ja Tt | 7 |
| | LÄHTEET | 9 |
| | LIITTEET | 10 |



1. TAUSTATIEDOT JA LAAJUUS

Tämä päästölaskenta on laskettu GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting -standardin mukaisesti. GHG-protokolla on kansainvälisesti laajimmin käytetty viitekehys hiilijalanjäljen laskemiseen. Laskenta voidaan tehdä yritystasolla, yksittäisille tuotteille tai palveluille. GHG-protokollaa suositellaan sen kriteerien laajuuden ja kansainvälisen tunnustuksen vuoksi. Laskennan tulokset ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenteina (CO₂e), joka huomioi eri kasvihuonekaasujen erilaiset ilmasto- ja lämmittävät vaikutukset.

Valokuituverkon hiilijalanjälkilaskenta valmistui vuonna 2023. Laskenta on suoritettu seitsemän yrityksen vuoden 2021 tietojen pohjalta laskettujen keskiarvojen perusteella.

Tuotteen kuvaus ja analyysin yksikkö

Laskennassa huomioitu valokuituverkko koostuu runkoverkosta, paikallis- ja alueverkosta sekä liityntäverkosta, tilaajayhteys mukaan lukien. Laskennassa yksi yksikkö on yhden kotitalouden osuus valokuituverkosta ja yhden Tt (teratavu) osuus valokuituverkossa siirretystä datamäärästä. Laskennan yksikkö sisältää kaapelit, laitetilat sekä runko-, access- ja kuitupäätelaitteet. Laskennassa valokuituverkon elinkaaren pituutena on käytetty 50 vuotta, vaikka todellinen elinkaaren pituus saattaa olla pidempi.

Prosessikuvaus

Prosessi alkaa verkon kaapelien sekä runko-, access- ja kuitupäätelaitteiden raaka-aineiden valmistamisella, jonka jälkeen raaka-aineet kuljetetaan toimintapaikoille, esimerkiksi kaapeli kaivuu/aurausfirmalle ja sieltä kaivuu/aurauspaikalle. Laitteet toimitetaan varastojen kautta loppukäyttäjille. Tuotantovaiheessa kaapeli sijoitetaan maahan kaivamalla, auraamalla tai mikrosahauksella. Tuotantovaiheeseen kuuluu myös laitetilojen rakentaminen ja energiankulutus. Jakelu ja myyntivaiheeseen kuuluu myynti- ja markkinointiliikkuminen sekä asennus- ja huoltoliikkuminen. Tällä mahdollistetaan valokuituverkon myynti, asentaminen ja huolto loppukäyttäjille. Loppukäyttäjä käyttää valokuituverkkoa kuitupäätelaitteen kautta. Laitteet hävitetään elinkaaren lopussa sähkö- ja elektroniikkaromuna (SER).

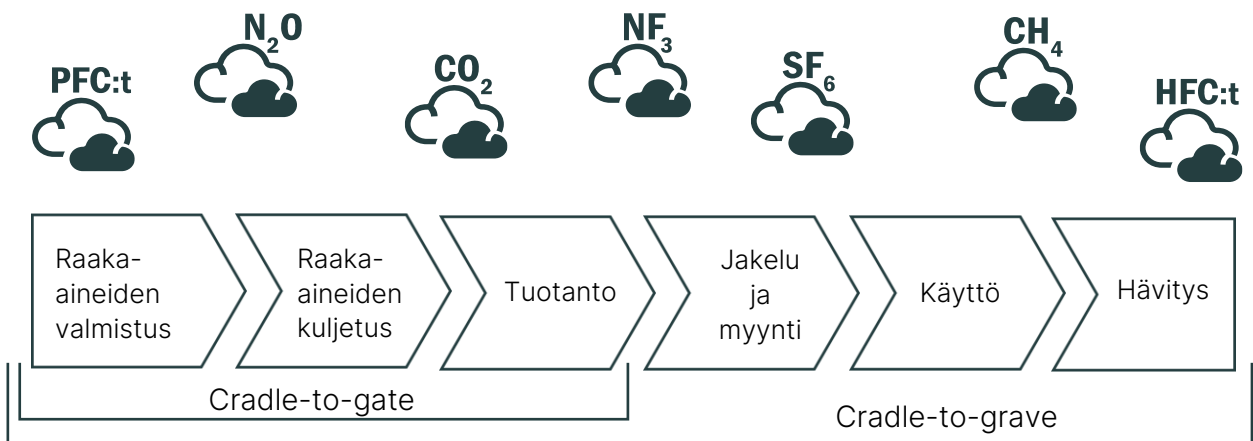
Aineisto

Laskennan kohdeyrityöt ovat keränneet datan aikaväliltä 01/01/2021-31/12/2021. Data sisälsi laitetilojen energiankulutustiedot, laitetilojen rakennuskustannukset, polttoaineiden kulutustiedot, raaka-aineiden kuljetustiedot ja laitteiden sähkönkulutustiedot. Kohdeyrityksiltä saatiin myös määrät, monelleko kotitaloudelle ja montako Tt toiminnalla mahdollistettiin. Vaikka kaikki jo rakennettu valokuituinfrastrukturi ei ole vielä käytössä, määrätietona on käytetty rakennettujen ratkaisuiden koko potentiaalia. Datamäärän kulutuksen ennustetaan kasvavan huomattavasti. Datamäärän kulutuksen kasvua ei ole huomioitu, vaan laskenta on tehty nykyisen potentiaalilla ja nykyisen datankäytön perusteella. Materiaalintoimittajilta saatiin tarkempaa raaka-ainedataa ja päästödataa tuotteista. Datan laatu ja kattavuus oli riittävä ja seitsemän kohdeyrityksen tiedoista saatiin rakennettua keskiarvo. On kuitenkin huomioitava, että tämä laskenta on toteutettu yritys kohtaisten tietojen perusteella ja tiedot saattavat vaihdella eri toimijoiden välillä.

Rajaus ja elinkaaren vaiheet

Valokuituverkon hiilijalanjäljen laskenta kattaa verkon koko elinkaaren aikana aiheutuvat päästöt. Laskenta voidaan rajata joko Cradle-to-gate, jolloin päästöt huomioidaan vain raaka-aineiden valmistuksesta tuotantoon asti tai Cradle-to-grave, joka ottaa huomioon koko elinkaaren aikaiset päästöt, myös jakelusta ja myynnistä, käytöstä ja hävityksestä aiheutuvat päästöt, ja antaa täten todennäköisemmän kuvan tuotteen kokonaispäästöistä. Tuotekohtainen laskenta tulisi siis tehdä Cradle-to-grave rajauksella, ellei perusteita suppeammalle rajaukselle ole.

Tämän valokuituverkon hiilijalanjälkilaskenta ottaa huomioon elinkaariset päästöt Cradle-to-grave rajauksella. Kuitenkin loppukäyttäjän päätelaitteita (älypuhelin, tietokone yms.) ei ole huomioitu laskennassa.



Kuva 1. Tuotekohtaisen laskennan rajaus Cradle-to-gate ja Cradle-to-grave

RAAKA-AINEIDEN VALMISTUS

Kaapelin valmistamiseen kuluvat raaka-aineiden määrät saatiin Nestor Cables Oy:ltä. Raaka-aineiden määrät toimitettiin per kaapelimetri. Kaapelimetri ja siihen kuluvat raaka-aineet on määritetty Nestor Cablesin keskimääräisen kaapelintuotannon perusteella. Raaka-aineiden päästöt laskettiin Ecoinvent 3.9 tietokannasta saaduilla päästökertoimilla. Ecoinvent-tietokanta perustuu ISO 14040 ja 14044 standardeihin ja se on suurin ja johdonmukaisin LCI-tietokanta. Tietokannan on perustanut ja sitä ylläpitää voittoa tavoittelematon kansainvälinen organisaatio Sveitsistä Zürichistä. Kaapelin tuotannosta (tehtaan sähkö, kaukolämpö, vesi, jätteet ja sisäinen logistiikka) aiheutuvat päästöt saatiin suoraan Nestor Cables Oy:n tehtaan päästölaskennasta. Vuoden aikaisten kokonaiskaapelimetrien avulla pystyttiin laskemaan yhden kaapelimetrin tuotannosta aiheutuneet päästöt.

Kuitupäätelaitteiden päästöt on laskettu Genexis Finland Oy:n tietojen perusteella. Genexis toimitti tiedot laitteisiin kuuluvien raaka-aineiden määristä. Raaka-aineiden määrät yhdistettiin Ecoinvent 3.9 tietokannasta saatuihin päästökertoimiin. Genexis toimitti myös osin kierrätetyn ABS-muovin päästökertoimen. Myös runko- ja accesslaitteiden valmistuksen päästöt laskettiin raaka-aineen perusteella Ecoinvent 3.9 tietokannan kertoimella. Kuitupäätelaitteista laskettiin kaksi vaihtoehtoa: Kuitupäätelaite, jossa on myös WiFi sekä kuitupäätelaite ja WiFi erikseen. Näistä laskettiin keskiarvo, jota on käytetty laskennassa. Erikseen olevien kuitupäätelaitteen ja WiFi:n valmistuksen päästöt ovat suuremmat kuin kuitupäätelaitteen, jossa on WiFi

integroituna. Vertailussa tulee huomioida, että nämä päästöluvut perustuvat yhden toimittajan raaka-aineisiin ja määriin.

RAAKA-AINEIDEN KULJETUS

Raaka-aineiden kuljetuksissa on huomioitu kaapelin ja laitteiden kuljetukset toimittajalta Suomeen. Kuljetukset alkuperämaista huomioitiin niiltä osin kun tietoa oli saatavilla. Kuitupäätelaitteiden kuljetukset esimerkiksi loppukäyttäjille ja runko- ja accesslaitteiden kuljetukset laitetiloihin, sisältyvät huolto ja asennusliikkumiseen ja laitetilojen rakentamisessa huomioituun logistiikkaan. Kaapelien kuljetukset kaivuu/auraupaikalle sekä muu kaivamiseen/auraamiseen liittyvä liikkuminen on huomioitu tässä osiossa. Kaapelien ja laitteiden kuljetukset on laskettu tonnakilometrien perusteella UK Governmentin tietokannasta saadulla päästökertoimella maantie-, lento- tai laivakuljetukselle. Kaivamiseen/auraamiseen liittyvän muun liikkumisen päästöt laskettiin kulutustietojen perusteella Ilmastopaneelin Autokalkulaattorin päästökertoimilla.

TUOTANTO

Tuotannon päästöihin kuuluvat laitetilojen rakentaminen, laitetilojen/verkkolaitteiden energiankulutus ja kaapelin kaivaminen. Laitetilojen rakentamisen päästöt laskettiin kustannusperusteisesti rakentamisen kokonaiskustannuksen perusteella Exiobase 3.4 tietokannan kertoimella. Kustannusperusteisessa laskennassa käytetään kulutusperusteisia päästökertoimia, joiden yksikkönä on kg CO₂e/€. Exiobase-päästökertoimet ovat yhdistetty Tilastokeskuksen toimialaluokituksen (2008) mukaisiin toimialoihin. Päästökertoimet ovat toimialan suomalaisia keskiarvoja. Toimialaluokituksen mukaan kulutusperusteinen päästökerroin voidaan yhdistää kustannustyyppiin. Rakentamisen kokonaiskustannuksen lisäksi laskettiin kulutuksen perusteella rakentamiseen liittyvän liikkumisen päästöt Ilmastopaneelin Autokalkulaattorin kertoimilla. Laskennassa huomioitiin, onko laiteila kokonaan valokuidun käytössä vai yhteiskäytössä. Yhteiskäyttö pienentää valokuidun osuutta päästöistä. Kohdeyritykset ilmoittivat yhtiökohtaiset laitetilojen käyttöosuudet.

Laitetilojen/verkkolaitteiden energiankulutus laskettiin ilmoitettujen vuosittaisten sähkönkulutustietojen perusteella. Päästökertoimina käytettiin Ympäristöministeriön Rakennusten vähähiilisyyden arviointimenetelmästä saatuja sähkön arvioituja ominaispäästöjä vuosille 2020–2120. Arviointimenetelmässä käytetyt oletukset sähkön ja kaukolämmön hankinnasta perustuvat Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ja Suomen ympäristökeskus SYKE:n laatiman pitkän aikavälin kokonaispäästökäytön (PITKO) -hankkeen vuosia 2020–2050 koskevaan perusskenaarioon (ns. WEM-skenaario). Laskennassa on siis huomioitu valokuituverkon elinkaaren aikana pienenevät Suomen sähköntuotannon keskimääräiset päästöt.

Kaivamisen ja auraamisen päästöt laskettiin vuosittaisten polttoaineen kulutustietojen perusteella. Päästökertoimina käytettiin Ilmastopaneelin Autokalkulaattorin kertoimia bensalle ja dieselille. Laskennassa huomioitiin myös kaivamisen/auraamisen yhteistyöosuus. Yhteistyöosuudesta valokuidun osuus laskettiin valokuidun kustannusosuuden perusteella. Myös raaka-aineiden kuljetus kappaleessa esitetyssä kaivamiseen ja auraamiseen liittyvässä muussa liikkumisessa on huomioitu tämä yhteistyöosuus.

JAKELU JA MYYNTI

Jakeluun ja myyntiin kuuluu myyntiin ja markkinointiin, sekä asennukseen ja huoltoon liittyvän liikkumisen polttoaineen kulutus. Päästöt on laskettu Ilmastopaneelin Autokalkulaattorin

päästökertoimilla. Myynnin osalta ei ole huomioitu laitteiden mahdollisen varastoinnin ja myymäläajan energiankulutuksen päästöjä.

KÄYTTÖ

Tässä laskennassa valokuituverkon käytönaikaisiksi päästöiksi on huomioitu kuitupäätelaitteiden sähkönkulutus. Valokuituverkko kuluttaa sähköä myös verkon tarvitsemien laittilojen/verkkolaitteiden kautta, jotka tässä laskennassa sisältyy tuotantovaiheeseen. Sähkönkulutus on laskettu kuitupäätelaitteen keskimääräisen tehon perusteella ja oletuksella, että laite on koko ajan päällä. Ympäristöministeriön Rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmästä saatuja sähkön arvioituja ominaispäästöjä tuleville vuosikymmenille. Käyttövaiheessa ei ole huomioitu päätelaitteiden (älypuhelin, tietokone yms.) käyttöä.

HÄVITYS

Kuitupäätte-, runko- ja accesslaitteiden elinkaaren lopussa laitteet hävitetään sähkö ja elektroniikkaromuna (SER). Kuitupäätelaitteiden elinkaarena on tässä laskennassa käytetty 5 vuotta ja runko- ja accesslaitteiden elinkaarena 12 vuotta. Laitteiden elinkaaret voivat olla pidempiä. Laskennassa on oletettu, että kaapeleita ei kaiveta elinkaaren lopussa maasta pois. Toimintatapa tällä hetkellä on vastaava. On mahdollista, että tulevaisuudessa ohjeistus maahan kaivetusta kaapelista ja sen hävittämisestä muuttuu, mutta sitä ei ole huomioitu laskennassa.

2. TULOKSET

Valokuituverkon elinkaaripäästöt per kotitalous ja Tt

Tässä kappaleessa esitellään valokuituverkon kokonaispäästöt.

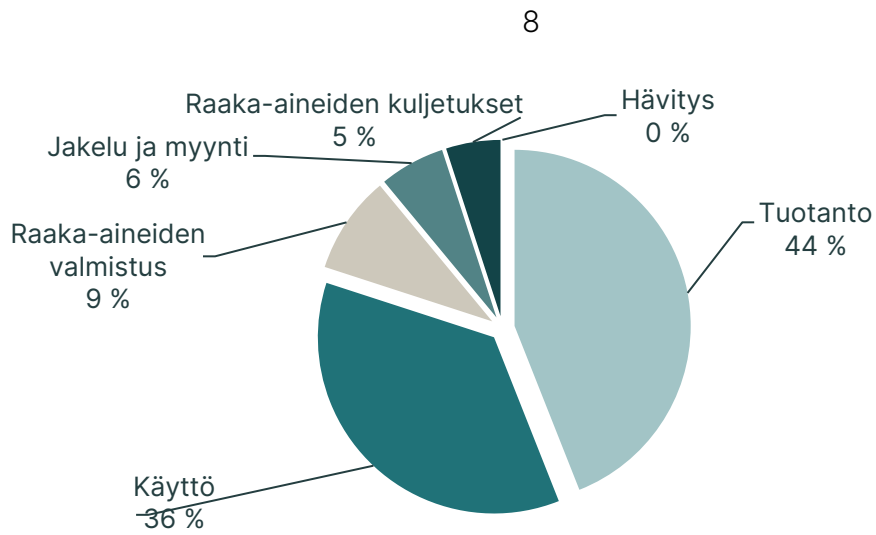
Valokuituverkon 50 vuoden elinkaaripäästöt per kotitalous olivat 273,90 kg CO₂e ja per Tt 3,76 kg CO₂e. Päästöjä per kotitalous tarkasteltaessa päästömäärä vastaa noin 1 740 km ajoa bensa-/dieselkäyttöisellä henkilöautolla (Ilmastopaneeli). Keskivertosuomalaisen vuosittaiset päästöt ovat 10 300 kg CO₂e (Sitra 2019) ja vuosittaiset valokuituverkon päästöt per kotitalous ovat 5,48 kg CO₂e. Eli pyöristetynä valokuituverkon osuus keksivertosuomalaisen vuosittaisista päästöistä on noin 0,05 %. Valokuituverkon elinkaariset päästöt per kotitalous ovat hieman matalammat kuin puukerrostalon elinkaariset päästöt per m².

Huomiona, että, koska päästömäärän jyvittäminen per Tt ja per kotitalous on tehty kohdeyritysten ilmoittamien tiedonsiirto- ja kotitalousmäärien pohjalta, prosenttiosuuskien jakauma eroaa hieman. Teoriassa jakauma on sama riippumatta siitä mihin sen kohdentaa.

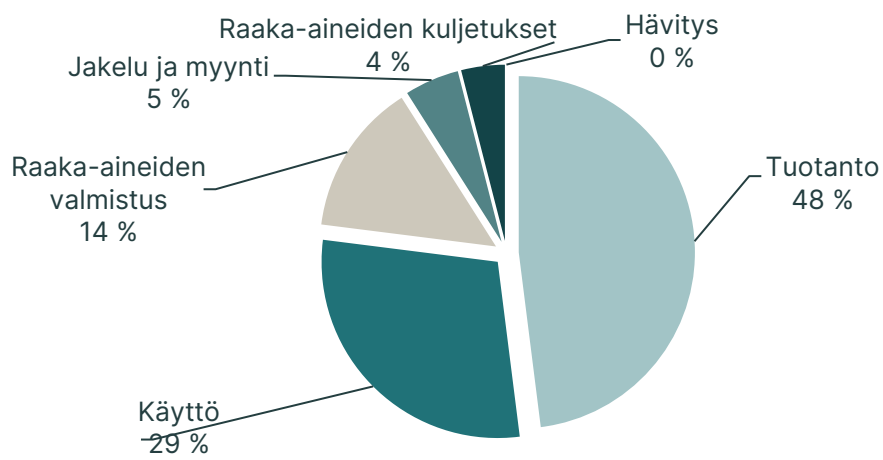
Taulukko 1. Valokuituverkon elinkaaripäästöt per kotitalous ja Tt

| Päästölähde | kg CO ₂ e/kotitalous | | kg CO ₂ e/Tt | |
|--|---------------------------------|------|-------------------------|------|
| | | | | |
| Kuitupäätelaitteen sähkönkulutus | 98,74 | 36 % | 1,10 | 29 % |
| Laitetilojen energiankulutus | 59,24 | 22 % | 0,78 | 21 % |
| Kaapelin kaivaminen/auraus | 48,14 | 17 % | 0,60 | 16 % |
| Uuden laittilan rakentaminen | 15,07 | 5 % | 0,43 | 11 % |
| Kaapelin valmistus | 13,67 | 5 % | 0,38 | 10 % |
| Asennus/huoltoliikkuminen | 12,88 | 5 % | 0,15 | 4 % |
| Kaivaminen (muu liikkuminen) | 12,65 | 5 % | 0,14 | 4 % |
| Kuitupäätelaitteiden valmistus | 7,74 | 3 % | 0,097 | 3 % |
| Muu liikkuminen (myynti, työjohto, asiantuntijat, markkinointi, tiedustelut) | 2,98 | 1 % | 0,046 | 1 % |
| Runko/accesslaitteiden valmistus | 2,16 | 1 % | 0,027 | 1 % |
| Materiaalien kuljetukset | 0,50 | 0 % | 0,011 | 0 % |
| Kuitupäätte-, access- ja runkolaitteiden hävitys | 0,13 | 0 % | 0,0016 | 0 % |
| YHTEENSÄ | 273,90 | | 3,76 | |





Kuvaaja 1 Valokuituverkon elinkaari päästöjen jakautuminen per kotitalous



Kuvaaja 2 Valokuituverkon elinkaari päästöjen jakautuminen per Tt

LÄHTEET

Ecoinvent 3.9

<https://ecoinvent.org/>

Exiobase 3.4

Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard

<https://ghgprotocol.org/product-standard>

Ilmastopaneeli, Autokalkulaattori

<https://www.ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/>

VTT ja SYKE, Koljonen, Soimakallio, Lehtilä ym. (2019). Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 24/2019.

UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting (2022)

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1083854/ghg-conversion-factors-2022-condensed-set.xls

Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä (2019)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>



LIITTEET

| Päästölähde | Päästökertoimen lähde | Ajankohta |
|-------------------------|---|-----------------|
| Raaka-aineet | Nestor Cables Oy Genexis Finland Oy Ecoinvent 3.9 | 12/2022–01/2023 |
| Raaka-aineiden kuljetus | UK Government Ilmastopaneeli, Autokalkulaattori | 12/2022–01/2023 |
| Tuotanto | Exiobase 3.4 Ympäristöministeriö Ilmastopaneeli, Autokalkulaattori VTT, SYKE | 12/2022–01/2023 |
| Jakelu ja myynti | Ilmastopaneeli, Autokalkulaattori | 12/2022–01/2023 |
| Käyttö | Ympäristöministeriö VTT, SYKE | 12/2022–01/2023 |
| Hävitys | Dahlbo ym. | 12/2022–01/2023 |





GreenCarbon

GREEN CARBON FINLAND OY:

vihreahiili@greencarbon.fi

www.greencarbon.fi

JYVÄSKYLÄ:

+358 40 415 7985

Posti: PL 2,
40101 Jyväskylä

Käynti: Kämpinkatu 3 C,
40320 Jyväskylä

HELSINKI:

+358 40 842 1705

Erottajankatu 15-17,
00130 Helsinki