

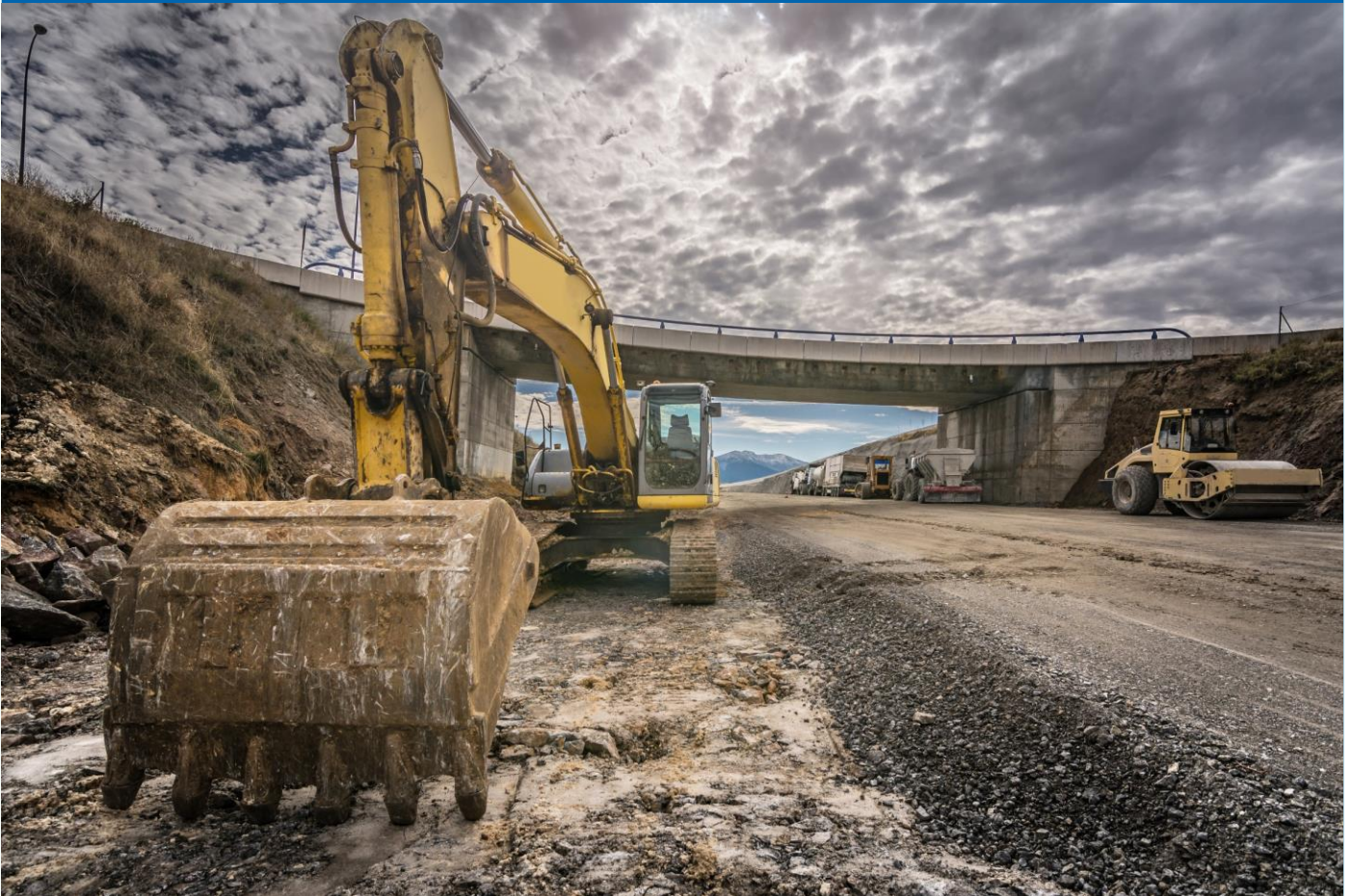


Väylävirasto  
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu  
11/2022

## **Infrarakentamisen kansallinen päästötietokantahanke**

Infrarakentamista palvelevan päästötiedon  
saatavuus, arviointimenetelmät ja tietokannan  
kokoamisen suunnitelma





Tarja Häkkinen, Janne Pesu, Sara-Tuuli Siiskonen, Sirje Vares

## **Infrarakentamisen kansallinen päästötietokantahanke**

Infrarakentamista palvelevan päästötiedon saatavuus,  
arviointimenetelmät ja tietokannan kokoamisen suunnitelma

Väyläviraston julkaisuja 11/2022

*Kannen kuva: Adobe Stock, kuvaaja Enrique del Barrio*

Verkkajulkaisu pdf ([www.vayla.fi](http://www.vayla.fi))

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-947-9

Väylävirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
puh. 0295 343 000

**Tarja Häkkinen, Janne Pesu, Sara-Tuuli Siiskonen, Sirje Vares: Infrarakentamisen kansallinen päästötietokantahanke - Infrarakentamista palvelevan päästötiedon saatavuus, arviointimenetelmät ja tietokannan kokoamisen suunnitelma.** Väylävirasto Helsinki 2022. Väyläviraston julkaisuja 11/2022. 59 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-

**Avainsanat:** infrarakentaminen, väylärakentaminen, väyläsuunnittelu, päästötieto, kasvihuonekaasupäästöt, hiilijalanjälki, elinkaarilaskenta, tietokannat

## Tiivistelmä

Infrarakentamisen kansallisen päästötietokantahankkeen tavoitteena on kehittää avoin elinkaaripohjainen tietokanta väylärakentamisen ja väylänpidon kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan. Tavoitteena on, että tietokannan avulla voidaan tehdä tyypillisten infrahankkeiden elinkaaripohjainen laskenta olennaisimpien panostietojen pohjalta. Tämä raportti taustoittaa päästötietokannan kehittämistä.

Raportti esittelee hiilijalanjäljen määritelmiä ja arviointimenetelmiä painottaen infrarakentamisen kannalta relevantteja standardeja ja muita menetelmiä. Raportti myös tarkastelee rakennusmateriaalien, rakennustuotteiden ja palvelujen päästötiedon lähteitä ja tiedon saatavuutta. Tie- ja katuhankkeitten sekä ratahankkeitten osatekijöiden ja elinkaaren vaiheiden merkitystä ilmastovaikutusten kannalta esitellään suppean kirjallisuustutkimuksen perusteella keskittyen erityisesti kotimaisiin selvityksiin. Lisäksi raportissa käsitellään päästötietokannan kannalta keskeisiä infrarakentamisen nimikkeistöjä ja laskentajärjestelmiä.

Tilaaajien ja tietokannan potentiaalisten käyttäjien tarpeita ja näkemyksiä selvitetiin haastattelemalla keskeisiä toimijoita. Suunnittelijoita, konsultteja, urakoitsijoita ja eri sidosryhmiä edustavia haastateltavia oli 36 yhteensä 27 organisaatiosta. Raportti esittelee haastattelujen tulokset.

Lopuksi raportti esittää arviointimenetelmään ja indikaattorien valintaan liittyviä ehdotuksia, suunnitelman laatimisen prosessista sekä suunnitelman tietokannan teknisestä toteutuksesta ja tiedon siirrettävyydestä.

**Tarja Häkkinen, Janne Pesu, Sara-Tuuli Siiskonen, Sirje Vares: Nationellt databasprojekt för utsläpp för infrastrukturbyggande - Tillgänglighet av utsläppsdata för infrastrukturbyggande, bedömningsmetoder och plan för sammanställningen av databasen.** Trafikledsverket. Helsingfors 2022. Trafikledsverkets publikationer 11/2022. 59 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-947-9.

## Sammanfattning

Målet med Finlands nationella databasprojekt för utsläpp för infrastrukturbyggande är att utveckla en öppen och livscykelbaserad databas för beräkningen av växthusgasutsläpp från byggen och underhåll av vägar, järnvägar och broar. Tanken är att databasen kan användas för att utföra livscykelberäkningar av typiska infrastrukturprojekt utifrån de mest relevanta indata. Denna rapport ger bakgrundsinformation till utvecklingen av databasen för utsläpp.

I rapporten presenteras definitioner och bedömningsmetoder för växthusgasutsläpp, med fokus på standarder och andra metoder som är relevanta för när man bygger infrastruktur. Rapporten diskuterar också källorna och tillgängligheten av utsläppsdata för byggmaterial, byggprodukter och tjänster. Betydelsen av komponenterna och livscykelfaserna i vägbyggnadsprojekt och järnvägsprojekt på klimatpåverkan presenteras med hjälp av en kort litteraturoversikt, med särskilt fokus på inhemska studier. Dessutom behandlar rapporten viktiga infrastrukturnomenklaturer och befintliga kostnads- och andra beräkningssystem som är relevanta för databasen för utsläpp.

Behoven och synpunkterna från infrasektorns kunder och potentiella användare av databasen klargjordes genom att man intervjuade nyckelaktörer. De bestod av 36 intervjupersoner från totalt 27 organisationer som representerade designers, konsulter, byggföretag och olika intressenter. Rapporten presenterar resultatet av intervjuerna.

I slutet av rapporten presenteras förslag på utvärderingsmetoder och val av indikatorer, planen för arbetsprocessen för utvecklingen av databasen, planen för den tekniska implementeringen av databasen samt idéer till dataöverföringsbarhet.

---

**Tarja Häkkinen, Janne Pesu, Sara-Tuuli Siiskonen, Sirje Vares: National Emission Database Project for Infrastructure Construction - Availability of Emission Data for Infrastructure Construction, Assessment Methods and Plan for Compiling the database.** Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2022. Publications of the FTIA 11/2022. 59 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-947-9.

## Abstract

The target of the Finnish national emission database project for infrastructure construction is to develop an open and life-cycle-based database for calculating greenhouse gas emissions from fairway construction and fairway maintenance. The idea is that the database can be used to perform life-cycle calculations of typical infrastructure projects based on the most relevant input data. This report provides background information for the development of the emissions database.

The report presents definitions and assessment methods for the carbon footprint, with an emphasis on standards and other methods relevant to infrastructure construction. The report also discusses the sources and availability of emissions data for building materials, construction products, and services. The significance of the components and life cycle phases of road construction projects as well as railway projects in terms of climate impacts is presented on the basis of a short literature review, focusing especially on domestic studies. In addition, the report deals with key infrastructure nomenclatures and existing cost and other calculation systems relevant for the emission database.

The needs and views of the clients of the infra sector and potential users of the database were clarified by interviewing key players. There were 36 interviewees from a total of 27 organizations representing designers, consultants, contractors, and various stakeholders. The report presents the results of the interviews.

Finally, the report presents proposals regarding the evaluation method and the selection of indicators, the plan for the working process for the development of the database, the plan for the technical implementation of the database, and ideas regarding the transferability of the data.

## Esipuhe

Väyläviraston tavoitteena on kehittää CO<sub>2</sub>-päästövähennystoimien tarkastelua väylien kunnossapidossa ja rakentamisessa. Tietoa väylien elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä tarvitaan päätöksenteon tueksi sekä tukemaan merkittävien päästövähennyskohteiden tunnistamista osana väylänpitoa ja väyläomaisuuden hallintaa. Työ on osa laajempaa päästölaskennan kehitystyön kokonaisuutta.

Infrarakentamisen kansallinen päästötietokantahanke on Väyläviraston tutkimus- ja kehityshanke, jossa kehitetään avoin elinkaaripohjainen tietokanta väylärakentamisen ja väylänpidon kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan. Hanke käynnistyi maaliskuussa 2021 ja kestää vuoden 2022 loppuun.

Tietokantaa voidaan hyödyntää myös laajemmin infrarakentamisen päästölaskennoissa kansallisesti. Infran CO<sub>2</sub>-päästöjen arviointimenetelmän kehittämistä jatketaan Väylävirastossa päästötietokantahankkeen rinnalla. Tavoitteena on, että tietokannan avulla voidaan tehdä tyyppillisten infrahankkeiden elinkaarilaskenta olennaisimpien panostietojen pohjalta.

Päästötietokanta laaditaan Suomen ympäristökeskuksessa, ja hanke hyödyntää soveltuvilta osin rakentamisen CO<sub>2</sub>data.fi-tietokannan kehittämisessä aiemmin saatuja tuloksia ja kokemuksia.

Hankkeen tilaaja on Väylävirasto. Hankkeen johtoryhmän puheenjohtajana ja tilaajan projektipäällikkönä toimii ympäristöasiantuntija Karoliina Saarniaho Väyläviraston Tekniikka ja ympäristöosastosta. Myös Helsingin kaupunki ja ympäristöministeriö osallistuvat hankkeen ohjausryhmään.

Helsingissä elokuussa 2022

Väylävirasto  
Tekniikka ja ympäristöosasto, Ympäristöyksikkö



## Sisältö

1	PÄÄSTÖTIETOKANTAHANKKEEN TAVOITE .....	8
2	HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITELMIÄ JA ARVIOINTIMENETELMIÄ.....	9
3	INFRARAKENTAMISEN ILMASTOVAIKUTUKSIEN ARVIOINTI.....	12
4	RAKENTAMISEN PÄÄSTÖTIETOKANTA.....	14
5	RAKENNUSMATERIAALIEN, -TUOTTEIDEN JA RAKENTAMISEN PALVELUJEN PÄÄSTÖTIEDON LÄHTEET JA SAATAVUUS .....	19
6	INFRARAKENTAMISEN OSA-ALUEIDEN JA ELINKAAREN VAIHEIDEN MERKITYS .....	25
6.1	Tie- ja katuhankkeet.....	25
6.2	Ratahankkeet.....	29
6.3	Muu infra.....	31
6.4	Tutkimusten ja selvitysten yhteenveto .....	32
7	INFRARAKENTAMISEN NIMIKKEISTÖT JA LASKENTAJÄRJESTELMÄT .....	33
8	PÄÄSTÖTIETOKANNAN KÄYTTÄJIEN, MUIDEN SIDOSRYHMIEN JA INFRARAKENTAMISEN TILAAJIEN NÄKEMYKSET.....	38
8.1	Tavoite ja menetelmä.....	38
8.2	Haastattelun tulokset.....	41
9	ARVIOITA LASKENTAMENETELMÄN VAIKUTUKSESTA PÄÄSTÖTIETOKANTAAN JA VALINTAEHDOTUKSIA .....	48
10	SUUNNITELMA LAATIMISEN PROSESSISTA .....	52
11	SUUNNITELMA TIETOKANNAN TEKNISESTÄ TOTEUTUKSESTA JA TIEDON SIIRRETTÄVYYDESTÄ.....	54
12	LOPUKSI .....	56
	LÄHDELUETTELO.....	57

# 1 Päästötietokantahankkeen tavoite

Infrarakentamisen kansallinen päästötietokantahanke on Väyläviraston tutkimus- ja kehityshanke, jossa kehitetään avoin elinkaari pohjainen tietokanta väylärakentamisen ja väylänpidon kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan. Tarkoituksena on kuitenkin, että tietokantaa voidaan hyödyntää myös laajemmin infrarakentamisen päästölaskennoissa kansallisesti. Tavoitteena on, että tietokannan avulla voidaan tehdä tyypillisten infrahankkeiden ilmastovaikutusten laskentaa hankkeiden olennaisimpien panostietojen pohjalta.

Infrarakentamisen päästötietokantahanke hyödyntää soveltuvilta osin Suomen ympäristökeskuksessa kehitetyn rakentamisen CO2data.fi-tietokannan kokoamisessa saatuja tuloksia ja kokemuksia.

Tietosisällön lisäksi hankkeen tavoitteena on kehittää tarvittavat prosessit kansalliselle infrarakentamisen päästötietokantapalvelulle. Rinnakkain päästötietokantahankkeen kanssa on menossa infrarakentamisen päästölaskennan ohjeistus- ja menetelmätyö. Menetelmäkehitystä tehdään mm. yhteispohjoismaisen NordLCA-hankkeen<sup>1</sup> puitteissa.

Tarkoituksena on, että tietokanta tulee avoimesti käytettäväksi infra-alan toimijoille kuten rakennuttajille, urakoitsijoille, suunnittelijoille ja muille konsulteille. Helppoa käytettävyyttä laskentaohjelmistoissa auttaa avoin käyttöliittymä ja rajapinta.

Tämä selvitys on infrarakentamisen päästötietokantahankkeen ensimmäisessä vaiheessa tehty työ, jonka tavoitteena oli

- tutkia infrarakentamisen päästötietokannan käyttötarpeita eri toimijoiden näkökulmasta
- tehdä yhteenvetoa
  - infrarakentamista koskevan päästötiedon saatavuudesta
  - infrarakentamisen päästövaikutuksia koskevista tutkimustuloksista ja niiden hyödynnettävyydestä infrarakentamisen päästötietokannan laadinnassa
  - päästötietokannan laatimisen kannalta keskeisistä standardeista ja muista menetelmistä
- ja tehdä kootun tiedon pohjalta johtopäätöksiä koskien laadittavan tietokannan sisältöä, rakennetta ja tietokannan laatimisen prosessia.

---

<sup>1</sup> Pohjoismaiset tie- ja liikennehallinnot (Norjan tiehallinto, Ruotsin liikennehallinto ja Suomen Väylävirasto) haluavat yhdessä kehittää tie- ja rautatieinfrastruktuurin elinkaariarviointimenetelmiä. Yhteinen, tätä aihetta edistävä NordLCA-hanke perustettiin vuonna 2017.

## 2 Hiilijalanjäljen määritelmiä ja arviointimenetelmiä

Tuotteen hiilijalanjälki on tuotejärjestelmän aiheuttamien kasvihuonekaasujen päästöjen ja nielujen summa. Arviointi tehdään elinkaariarviomenetelmällä. Tuotteen hiilijalanjälki voidaan jakaa osiin ilmoittaen erikseen päästöt ja nielut ja haluttaessa vielä ilmoittaen erikseen päästöt ja nielut elinkaaren eri vaiheissa (ISO 14067, 2018).

Eurooppalainen standardi rakennustuotteiden ympäristöselosteista (EN 15804, 2019) määrittelee ympäristöselosteiden laadintaa koskevat säännöt rakennustuotteille ja -palveluille. Sen tarkoituksena on mahdollistaa rakennustuotteiden, rakentamispalvelujen ja rakennusprosessien yhdenmukaiset elinkaariarvioon perustuvat ympäristöilmoitukset.

Standardi koskee sekä talonrakentamisen että muun rakentamisen – kuten väylärakentamisen – tuotteita ja palveluja. EN 15804 määrittelee myös elinkaaren vaiheet käyttäen seuraavaa jäsentelyä ja vaiheiden nimityksiä:

*Taulukko 1. Rakennustuotteiden elinkaaren vaiheet standardin EN 15804 mukaisesti (suomennos kirjoittajien).*

Elinkaaren vaihe														JU*		
A1–A3			A4–A5		B1–B7						C1–C3			D		
Tuotevaihe			Rakentamisvaihe		Käyttövaihe						Elinkaaren loppuvaihe			Potentiaaliset hyödyt ja haitat		
Raaka-aineiden hankinta	Kuljetus	Valmistus	Kuljetus	Rakentaminen ja asentaminen	Käyttö	Ylläpito	Korjaaminen	Uusiminen	Laajamittainen korjaaminen	Energian käyttö	Veden käyttö	Purkaminen	Kuljetus	Käsittely	Loppusijoitus	Potentiaalinen kierrätys, uudelleenkäyttö, energiakäyttö
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B6	C1	C2	C3	C4	D
Arvio toteutuman pohjalta			Arvio toteutuman pohjalta		Skenaario						Skenaario			Skenaario		

\* JU=Järjestelmä-rajojen ulkopuolinen täydentävä tieto

Tässä selvityksessä päähuomio kohdistuu väylärakentamisen panoksiin, joten tarkastelu kohdistuu erityisesti elinkaaren vaiheisiin A1–A5. Tuotepanosten osalta päästöt kattavat vaiheet A1–A3. Muissa vaiheissa rakentamiseen liittyvien tuotteiden aiheuttamia päästöjä voidaan monessa tapauksessa tarkastella erillisinä palveluina kuten energia-, kuljetus- ja työmaapalveluina.

Rakennustuotteiden elinkaaren vaiheisiin liittyy myös ulkopuolinen vaihe D, jossa tarkastellaan tuotteen kiertotalouteen liittyviä mahdollisuuksia ja arvioidaan uudelleenkäytön, materiaalien kierrätyksen ja energiakäytön avulla vältettyjä päästöjä. Väylärakentamisessa uusiutuotteiden käyttö on kasvamassa. Standardin EN 15804 mukaisesti näiden materiaalien käsittelyn päästöt kohdennetaan edelliseen tuotejärjestelmään siihen asti, kunnes materiaalin jätestatuksen tila on loppunut. Esimerkiksi tienrakennuksessa käytettävän betonimurskeen murskauksen ja varastoinnin aiheuttamat päästöt kuuluvat sen tuotteen C3-vaiheeseen, josta murske valmistetaan (EN 16757, 2017).

Suunnitteilla olevassa rakennusten ilmastovaikutusten arvioinnin menettelytavassa arvioidaan hiilijalanjäljen lisäksi myös hiilikädenjälki. Hiilikädenjälki määritellään hyödyksi, jota ei syntyisi ilman rakennushanketta. Näitä ovat ilmastohyödyt, jotka aiheutuvat rakennuksessa tai sen tontilla tuotetusta ylimääräisestä uusiutuvasta energiasta ja rakennuksen tuotteiden elinkaaren jälkeisestä kierrätyksestä tai uudelleenkäytöstä. Hiilikädenjälkeen lasketaan mukaan myös betonin karbonatisoitumisen aiheuttama hiilidioksidin sitoutuminen sekä pitkäikäisten puutuotteiden sisältämä hiili hiilidioksidiksi laskettuna (YM, 2021).

Eurooppalainen rakennustuotteiden ympäristöselostestandardi (EN 15804, 2019) jakaa kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjen aiheuttaman ilmastonlämpenemispotentiaalin (global warming potential, GWP-total) kolmeen osaan:

- fossiilisista kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuva GWP-fossil
- biogeenisistä kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuva GWP-biogenic
- maankäytöstä ja maankäytön muutoksien kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuva GWP-luluc.

Kokonaisarvo ja sen kolme osaa kuuluvat ns. ydinindikaattoreihin.

GWP-fossil kattaa kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat, jotka ovat peräisin fossiilisten polttoaineiden tai fossiilista hiiltä sisältävien materiaalien hapettumisesta tai hajoamisesta (esimerkiksi polttamalla tai sijoittamalla kaatopaikalle). Indikaattori kattaa myös turpeesta ja kalsinoimisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt sekä kasvihuonekaasujen poistumat esimerkiksi sementtipohjaisten materiaalien karbonatisoitumisen seurauksena.

GWP-biogenic kattaa kasvihuonekaasujen poistumat laskettuna hiilen siirtymisestä elävästä biomassasta tuotejärjestelmään luonnontilaisia metsiä lukuun ottamatta. Indikaattori kattaa myös kaikki kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat peräisin biomassan palamisesta tai hajoamisesta. Tämä indikaattori kattaa myös kasvihuonekaasujen poistumana GWP:n, joka on peräisin biogeenisen hiilen siirtymisestä aiemmista tuotejärjestelmistä tarkasteltavaan tuotejärjestelmään. Vastaavasti tuotejärjestelmän lopussa nämä poistumat ilmoitetaan päästöinä. Nettovaikutus on nolla siinä tapauksessa, että tuotejärjestelmän sisällä ei aiheudu sitoutuneen hiilen päästöä muuna kuin hiilidioksidina. Biogeenisen hiilen kohdentamiseen sovelletaan massapohjaista allokointia.

GWP-luluc-indikaattori kattaa kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat (CO<sub>2</sub>, CO ja CH<sub>4</sub>), jotka johtuvat tarkasteltavaan toiminnalliseen yksikköön liittyvien maankäytön ja maankäytön muutosten aiheuttamista hiilivarastojen muutoksista. Indikaattori sisältää biogeeniset hiilen muutokset, jotka johtuvat esimerkiksi metsien kaatoamisesta tai muusta maaperän liittyvistä muutoksista mukaan lukien maaperän

hiilipäästöt. GWP-lulucin laskennassa noudatetaan PEF Guidance -asiakirjan viimeisintä saatavilla olevaa versiota.

PEF-dokumentti (Fazio, Zampori & Schryver, 2020) mainitsee erikseen myös väylän rakentamisesta aiheutuvat maankäytön GWP-vaikutukset. Kasvihuonekaasujen laskenta tehdään standardin mukaan IPCC:n vuoden 2013 mallin mukaisesti (IPCC, 2014).

Suuri osa tällä hetkellä saatavilla olevista ympäristöselosteista (ks. luku 5) on laadittu edellä kuvatun standardin edellisen version mukaan (EN 15804+A1, 2014). Kehitteillä olevan päästötietokannan näkökulmasta versioiden välisiä olennaisia eroja ovat ainakin GWP-päästöjen jäsentely ja kasvihuonekaasupäästöjen karakterisointikertoimet. Vanhempi versio ei vaadi GWP-indikaattorin jakoa kolmeen osaan. Lisäksi vanhempi versio antaa edellisen IPCC-mallin mukaiset hieman erilaiset karakterisointikertoimet kasvihuonekaasuille. Esimerkiksi metaanin muuttunut arvo vaikuttaa tulokseen jonkin verran kasvattavasti.

Standardi EN 15804 on rakennustuotteiden säännöstö elinkaariarviointiin. Säännösten tarkoituksena on auttaa vertailukelpoisten tulosten laskentaa rakennustuotteille. Vastaavia tuotekategoriakohtaisia säännöstöjä on tehty myös alaryhmille. Näistä infrarakentamisen kannalta tärkeitä ovat ainakin prEN 17392-1 (prEN 17392-1, 2020), joka esittää tuoteryhmäkohtaiset säännöt (product category rules, PCR) bitumituotteille, sekä SFS EN 166757 (EN 16757, 2017), jossa on tuoteryhmäkohtaiset säännöt betonille ja betonielementeille.

### 3 Infrarakentamisen ilmastovaikutuksien arviointi

Eurooppalainen standardi EN 17472 (EN 17472, 2021) kattaa infrarakentamisen ympäristö-, taloudellisen ja sosiaalisen arvioinnin periaatteet. Ympäristöarvioinnin periaatteet eivät rajoitu ilmastonäkökulmaan, vaan standardi kattaa myös muut keskeiset ympäristönäkökohdat. Infrarakentaminen, rakennustuote ja rakennuspaikka määritellään standardissa seuraavasti:

*civil engineering works – construction works comprising a construction, such as a dam, bridge, road, railway, runway, utilities, pipeline, or sewerage system, or the result of operations such as dredging, earthwork, geotechnical processes, but excluding a building and its associated works*

*construction product – item manufactured or processed for incorporation in civil engineering works*

*construction site – specified area or land where a building or civil engineering works is located or is defined to be located and construction work of a building or civil engineering works and associated external works are undertaken.*

Standardin mukaisesti tuloksen vertailun tulee pohjautua toiminnalliseen vastaavuuteen (functional equivalence). Se määritellään standardissa määrällisesti ilmaistavien toimivuus- ja/tai teknisten vaatimusten pohjalta. Keskeisiä näkökohtia ovat

- tyyppi (esimerkiksi kahden paikan välinen tie),
- relevantit tekniset vaatimukset (kuten kapasiteetti),
- käyttö (kuten ajoneuvojen määrä vuodessa) ja
- vaadittu käyttöikä.

Tarkastelujakso (reference study period) voi poiketa vaaditusta käyttöiästä. Syyt poikkeamaan voivat liittyä esimerkiksi kansalliseen lainsäädäntöön tai tulosten käyttötarkoitukseen.

Standardiluonnos jäsentee elinkaaren seuraaviin osiin (moduuleihin) (suomenoksen kirjoittajien):

- A0 pre-construction stage (esirakentaminen)
- A1–A3 product stage (raw material supply, transport, manufacturing) (tuotevaihe, raaka-aineiden hankinta, kuljetus, valmistus)
- A4–A5 construction process stage (transport, construction and installation process) (rakentamisvaihe, kuljetus, rakentaminen ja asentaminen)
- B1–B8 use stage (use, maintenance, repair, replacement, refurbishment, operational energy use, operational water use, user's utilization) (käyttövaihe, käyttö, kunnossapito, korjaus, uusiminen, kunnostus, energian käyttö, veden käyttö, hyötykäyttö)
- C1–C4 end of life stage (deconstruction, transport, waste processing for reuse, recycling and/or energy recovery) (elinkaaren loppuvaihe, purku, kuljetus, jätteenkäsittely uudelleenkäyttöön, kierrätykseen, energiakäyttöön tai muuhun talteenottoon)
- D benefits and loads beyond the system boundary (reuse, recycling, energy and other recovery, exported utilities (e.g. electric energy))

(tuotejärjestelmän ulkopuoliset hyödyt ja haitat, uudelleenkäyttö, kierrätys, energiakäyttö ja muu tallteenotto, hyödykkeiden vieminen toiseen tuotejärjestelmään (esimerkiksi sähköenergia)).

Standardi EN 17472 määrittelee myös eri vaiheiden rajat. Sen mukaisesti arvio perustuu skenaarioihin, jotka edustavat tarkastelun kohteena olevan infrarakentamisen elinkaaren vaiheita. Vaiheen A3 osalta sanotaan, että tuotteiden ympäristövaikutustiedon tulee perustua ympäristöselosteisiin (environmental product declaration, EPD). EPD-datan puuttuessa voidaan käyttää myös muuta perusteltua ja relevanttia tietoa. Tuotteiden ympäristöarvioinnin osalta standardiluonnos viittaa EN 15804-standardiin (EN 15804, 2019).

Standardiluonnoksen mukaisessa arviossa määrät tulee arvioida ottaen huomioon hukat. Näihin sisältyvät valmistuksen ja kuljetuksen hukat, rakentamisen aikainen hukka mukaan lukien esimerkiksi minimimitoituksiin liittyvät hukat sekä mitoitettun suunnitelman ja toteutetun rakenteen välinen ero.

Standardin EN 17472 mukaisesti GWP (global warming potential) -indikaattori kattaa fossiiliset ja biogeeniset päästöt ja poistumat sekä maankäytöstä ja maankäytön muutoksista (LULUC) aiheutuvat päästöt. LULUC-päästöt voidaan jättää ilmoittamatta, jos niiden osuus on alle 5 prosenttia GWP-arvosta.

Standardi kattaa myös biogeenisen hiilen käsittelyn. Tähän sisältyvät tuotteen sisältämä hiili, biopohjaisista materiaaleista tuotesysteemistä ilmakehään tai toiseen tuotesysteemiin poistuva hiili, muusta tuotesysteemistä tarkasteltavaan systeemiin siirtyvä hiili sekä sellainen tuotesysteemiin sisältynyt hiili, joka säilyy loppusijoituksessa maatyöissä yli 100 vuotta.

PAS<sup>2</sup> 2080 (PAS 2080, 2016) esittää infrasektorin kasvihuonekaasujen arvioinnin yleisen menettelytavan. Standardin merkitys on kuitenkin vähentynyt EN 17472 -standardin valmistuttua.

---

<sup>2</sup> Publicly Available Specification

## 4 Rakentamisen päästötietokanta

Rakennustuotteiden ja -palveluiden päästötietokanta – CO2data.fi (SYKE, 2021) – kehitettiin Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) ympäristöministeriön pyynnöstä ja yhteistyössä rakennustuotteiden ja rakennusten elinkaariarvioinnin (LCA) asiantuntijoiden kanssa. Työtä tuki yhteistyö ja tiedonvaihto erityisesti Ruotsin ja myös muiden Pohjoismaiden kanssa. Suomen hanke liittyi ympäristöministeriön julkaisemaan vähähiilisen rakentamisen kolmivaiheiseen tiekarttaan. Tietokannan tarkoituksena on tukea vähähiilisen ja resurssitehokkaan rakentamisen suunnittelua ja mahdollistaa rakennusten ilmastolämpenemispotentiaalin (GWP) huomioon ottaminen rakennuslupaprosessissa.

Tietokannan laatimisen tavoitteena oli, että tietokanta

- tarjoaa tietoa rakennustuotteiden, -palveluiden ja -järjestelmien GWP-arvoista suunnittelijoiden ja muiden käyttöön
- kattaa suuren osan erilaisista rakennustuotteista sekä energia-, kuljetus- ja muista palveluista, joita tarvitaan rakennusten rakentamisen, käytön ja purkamisen aikana
- mahdollistaa rakennusten koko elinkaaren huomioon ottamisen rakennuksen hiilijalanjäljen arvioinnissa ja
- palvelee myös resurssitehokkaan rakentamisen tietotarpeita tuotteista ja palveluista.

Talonrakentamisen päästötietokannassa tuotteille määritellään hiilijalanjäljen tyyppillinen arvo ja konservatiivinen arvo. Tyyppillisen arvon tarkoituksena on edustaa tavanomaista, ja se on laskettu pääasiassa ympäristöselosteissa julkaistujen tietojen avulla. Pyrkimyksenä oli käyttää markkinoiden näkökulmasta mahdollisimman edustavaa lähtötietoa. Tyyppillistä arvoa ei kuitenkaan ole laskettu markkinaosuuksilla painotettuna keskiarvona kattavan tiedon puutteen vuoksi.

Tuotteiden ns. konservatiivisen arvo lasketaan kertomalla tyyppillinen arvo kertomalla 1,2. Arvon valinnassa pyrittiin siihen, että se kootun aineiston nojalla heijastaisi kohtuullisen hyvin hiilijalanjäljen vaihteluvälejä. Kaikille tuotteille käytetään samaa kerrointa, vaikka vaihteluväli onkin eri tuoteryhmissä erilainen. Tarkoituksena on, että rakennuslupaprosessissa käytetään konservatiivista arvoa, joka kuitenkin voidaan korvata tuotekohtaisella arvolla, jos spesifinen tuote on tiedossa ja sillä on verifioitu ympäristöseloste.

Päästötietokannan pääindikaattori on hiilijalanjälki, joka ilmaistaan tietokannan tämänhetkessä versiossa hiilidioksidiekvivalentteina ottaen huomioon vain fossiiliset päästöt, (GWP-fossil). Käytetyt yksiköt esitetään seuraavassa taulukossa.

Rakennuksen elinkaaren vaiheen kohdalla ilmoitettu kirjainnumeromerkki ilmoittaa ko. vaiheesta käytettävän merkinnän standardin (EN 15804, 2019) mukaisesti.



Taulukko 2. Hiilijalanjäljen yksiköt.

Rakennuksen elinkaaren vaihe	Yksikkö	Muunnos
Tuotteen tuotanto (A1–A3)	kg CO <sub>2</sub> e/kg (tuote)	yksiköissä kg/m, kg/m <sup>2</sup> , kg/m <sup>3</sup> ja kg/yksikkö ilmoitettujen tietojen avulla
Tuotteen kuljetus (A4)	kg CO <sub>2</sub> e/tkm (tuotteen määrä ja kuljetusmatka) sekä kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> (rakennuksen pinta-ala)	-
Rakentaminen (A5)	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> (rakennuksen pinta-ala)	-
Energian käyttö rakennuksen käytön aikana (B6)	kg CO <sub>2</sub> e/kWh (ostoenergia)	-
Purkaminen (C1)	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> (rakennuksen pinta-ala)	-
Purutuotteiden kuljetus (C2)	kg CO <sub>2</sub> e/tkm (purkutuotteen määrä ja kuljetusmatka)	-
Jätteenkäsittely (C3)	kg CO <sub>2</sub> e/kg (käsiteltävän jätteen määrä)	-
Jätteen poltto (C4)	kg CO <sub>2</sub> e/kg (sekajätettä)	-

Hiilijalan jäljen lisäksi rakentamisen päästötietokannassa esitetään tuotteille numeerisia arvoja myös seuraaville indikaattoreille:

- uusiutuvien materiaalien osuus tuotteessa
- sekundäärimateriaalien osuus tuotteen raaka-aineista
- erityistä huolta aiheuttavien aineiden (SVHC-aineet) osuus tuotteessa, jos määrä on yli 0,1 prosenttia
- tuotteeseen varastoituneen hiilen määrä (hiilidioksidiksi laskettuna), jos tuotteen arvioitu käyttöikä on vähintään 100 vuotta.

Tietokantaan on tarkoitus täydentää myöhemmin lisäämällä tietoa tuotteiden oletetuista tuotejärjestelmän ulkopuolisista hyödyistä, joita voivat olla uudelleenkäytöstä, kierrätyksestä ja energiana hyödyntämisestä aiheutuva päästösäästö.

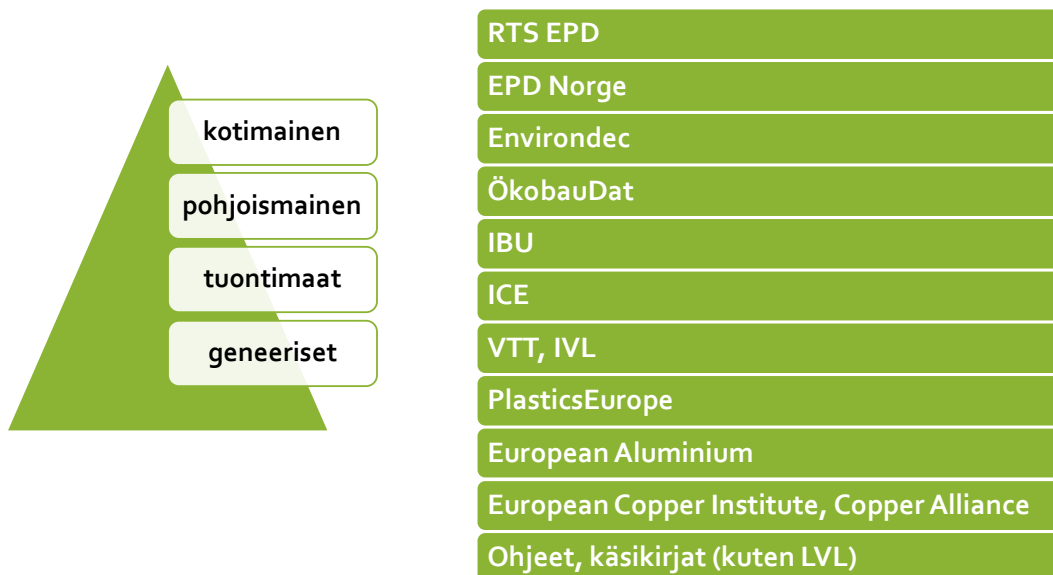
Tietokantaan kootut tiedot pohjautuvat julkisesti saatavilla olevaan mahdollisimman hyvään ja relevanttiin tietoon. Riittävän hyväksi tiedoksi katsottiin tuotteiden ympäristöselosteissa ilmoitetut tiedot silloin, kun arvio on tehty standardin EN 15804 mukaisesti ja kun tulos on kohtuullisen uusi ja verifioitu. Tuloksen relevanssin näkökulmasta pyrittiin hyödyntämään erityisesti suomalaisilla rakennusmarkkinoilla käytössä olevien ympäristöselosteita (environmental product declaration, EPD). Jos tällaisia ei ollut saatavissa, niin tietoina hyödynnettiin myös muita ympäristöselosteita. Ympäristöselosteita etsittiin eri operaattoreiden julkisista EPD-tietokannoista. Jossain määrin hyödynnettiin myös eri teollisuusalojen, kuten esimerkiksi muovi-, kupari- ja alumiiniteollisuuksien, teettämiä ja julkaisemia geneerisiä – esimerkiksi eurooppalaisina keskiarvoina laskettuja – tuloksia. Vertailuaineistona hyödynnettiin tutkimusinstituuttien julkaisemia geneerisiä päästötietoja (kuva 1). Taloteknisten tuotteiden ja täydentävien tuotteiden (kuten esimerkiksi ovet, ikkunat ja varusteena olevat kaapit) suhteen meneteltiin monessa tapauksessa mallintamalla ko. ryhmää edustavia tyypillisiä tuotteita ja arvioimalla ko.

tuotteen (esimerkiksi ikkuna tai keittiön kaappi) hiilijalanjälkeä massakoostumuksen perusteella.

Eri indikaattoreiden arvoina ilmoitettujen numeeristen tietojen lisäksi tietokannan yhteydessä kerrotaan yleistä informaatiota tietokannan sisältämistä tuotteista. Kunkin tuoteryhmän taustaraportissa annetaan perustietoja tuotteen valmistuksesta, keskeisiä kasvihuonekaasuihin vaikuttavista tekijöistä ja tuotteen valmistajista ja markkinoista Suomessa.

Rakentamisen päästötietokanta (SYKE, 2021) kattaa yhteensä noin 250 tuotetta, palvelua ja järjestelmää (Taulukko 3). Päästötietojen lisäksi kunkin tiedon laatimisen perusteista annetaan taustarapotti. Päästötietokannan koko rakenne ja laatimisen metodit esitetään viitteessä (Häkkinen, 2021).

## TIETOLÄHTEET JA TIEDON RELEVANSSI



*Kuva 1. Talonrakentamisen päästötietokannan laadinnan lähteitä.*

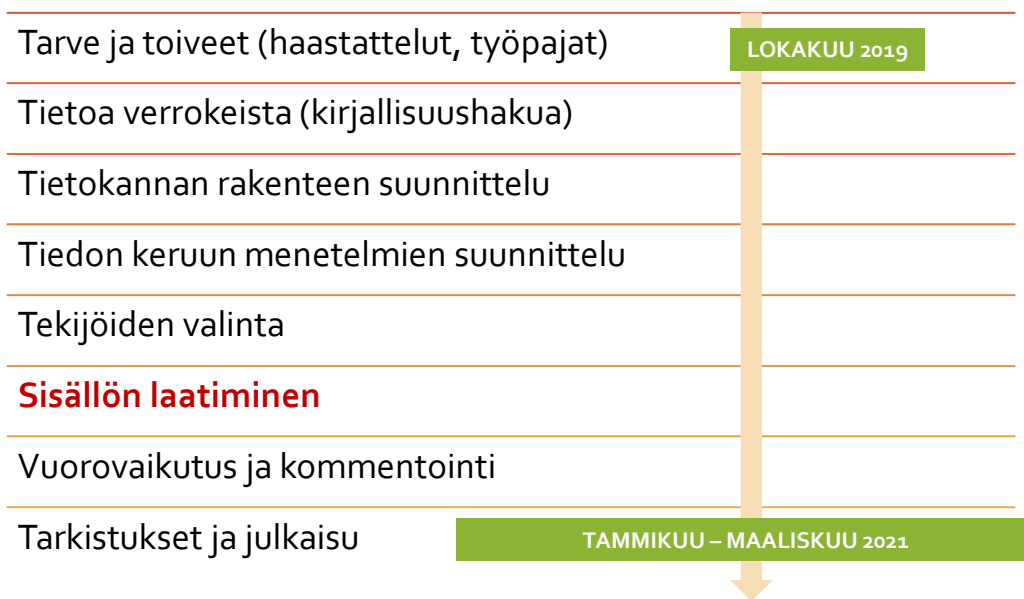
Kuljetuksia, polttoaineita, sähköä ja kaukolämpöä koskevan päästötiedon laadinnassa lähdeaineistona oli VTT:n ja SYKE:n aikaisemmat hankkeet ja niiden pohjalta julkaistut raportit ja tietokannat. Kuljetusten suhteen päälähde oli VTT:n LIPASTO-tietokanta (VTT, 2017). Kuljetusten kasvihuonekaasujen päästöarvoihin lisättiin kuitenkin polttoaineiden hankinnasta aiheutuva päästö (Hämäläinen, 2021). Kaukolämmön ja sähkön suhteen otettiin huomioon päästöjen oletettu väheneminen seuraavien vuosikymmenien aikana (Soimakallio, 2020).

Taulukko 3. Rakentamisen päästötietokannan sisältämät tuotteet ja palvelut.

Tuoteryhmä	Tuotteet
Lämmön- ja kosteuden eristeet	Mineraalivillat, polymeeripohjaiset lämmöneristeet, selluvilla, höyrinsulkumuovi, bitumikermitteet
Rakennuslevyt	Lastulevy, mdf-levyt, kipsi-kartonkilevyt, kuitulevyt, vanerit, OSB, kuitusementtilevy
Betonit	Valmisbetoni, esivalmistetut elementit, betonituotteet, kuten betonikattotiilet
Terästuotteet ja muuta metallituotteet	Kantavat rakenteet, profiilit ja ohutlevytuotteet, metallilevyt ja -putket, raudoitteet
Sahatavara ja insinööripuutuotteet	Sahatavara, höylätavara, LVL, GLT, CLT, lämpökäsitelty puu, painekyllästetty puu
Mineraaliset rakennustuotteet ja lasi	Tiilet, kalkkihiekkakivet, laastit, höyrykarkaistu kevytbetoni, luonnonkivituotteet, runkoaineet, tasolasi ja muut lasituotteet rakentamiseen
Lattiamateriaalit ja muut pintamateriaalit	Keraamiset laatat, parketit, polymeeripohjaiset lattiamateriaalit, rappauslaasti, lattiatasoite, maalit
Talotekniset ja sähkötekniset tuotteet	Esimerkiksi putket, kanavat, kaapelit, pumput, lämmönvaihtimet, vesikiertoinen patteri, sähkökeskus, ilmanvaihtojärjestelmä, hissi, aurinkopaneeli ja -lämpökeräin
Täydentävät tuotteet	Ovet, ikkunat, väliseinät, varusteet, portaikot
Pohja- ja piharakentamisen tuotteet	Esimerkiksi luonnonkivi, runkoaineet, betoni, putket, asfalttibetoni, stabilointiaineet
Energiapalvelut	Sähkö, kaukolämpö ja kaukokylmää, fossiiliset polttoaineet
Kuljetuspalvelut	Tie-, raide- ja vesiliikenteen kuljetuspalveluja
Rakentaminen	Talonrakentaminen, pohjarakentaminen, stabilointi
Purkaminen	Purkaminen, jätteenkäsittely, loppusijoitus
Talotekniset järjestelmät	Järjestelmät rakennustyypeittäin

Seuraava kuva hahmottaa tietokannan laatimisen prosessia. Yksityiskohtainen kuvaus tietokannan laadinnasta esitetään viitteessä (Häkkinen, 2021).

## LAATIMISEN PROSESSI



*Kuva 2. Talonrakentamisen päästötietokannan laatimisen prosessi ja sen toteuttamisen aikataulu.*

Tietokannan on tarkoitus palvella asetusluonnoksen (YM, 2021) mukaista ilmastaselvityksen tekemistä. Luonnosta tehtiin samaan aikaan kuin tietokantaa, ja kaikkia asetusluonnoksen asettamia tarpeita ei osattu ottaa huomioon tietokannan laatimista aloitettaessa. Tästä aiheutui välittömiä kehitystarpeita heti tietokannan valmistuttua. Kokemuksen nojalla vahva suositus onkin, että väylärakentamisen hiilijalanjäljen arvioinnin säännöistä sovitaan mahdollisimman pian, jotta tarpeet osataan ajoissa ottaa huomioon myös tietokannan laadinnassa.

## 5 Rakennusmateriaalien, -tuotteiden ja rakentamisen palvelujen päästötiedon lähteet ja saatavuus

Infrarakentamisen panoksia päästötietokannan näkökulmasta ovat

- rakennustuotteet ja -materiaalit
- polttoaineet ja työkalujen käyttö
- sähkö ja
- kuljetukset.

Sekä talonrakentamisen että infrarakentamisen julkisen päästötiedon keskeisiä lähteitä ovat tietokannat, jotka julkaisevat eri tuotteiden ympäristöselosteita (environmental product declarations, EPD). Koska infrarakentaminen hyödyntää suurelta osin kotimaisia materiaaleja, niin päästötiedon kelpoisuuden kannalta tärkeitä tietolähteitä ovat erityisesti EPD-tietokannat, jotka sisältävät kotimaisten rakennusmateriaalien ja -tuotteiden päästötietoja. Referenssitietona voidaan käyttää myös monia muita tietokantoja, joissa julkaistaan pohjoismaisen, baltialaisen ja muun eurooppalaisen rakennusteollisuuden laatimia ympäristöselosteita. Käyttökelpoista lähtötietoa rakentamisen generisille päästötiedoille on saatavilla ainakin seuraavista tietokannoista:

- RTS EPD<sup>3</sup>
- EPD Norge<sup>4</sup>
- Environdec<sup>5</sup>
- ÖkobauDat<sup>6</sup>
- IBU<sup>7</sup>
- ICE<sup>8</sup>.

Edellä mainituista viisi ensimmäistä julkaisee edellä kuvatun (luku 3) standardin EN 15804 mukaisia ympäristöselosteita. Suurin osa tällä hetkellä saatavilla olevasta tiedosta pohjautuu standardin edelliseen versioon eikä nykyversioon (EN 15804, 2019). Toisin kuin vanhempi versio, niin nykyversio ohjeistaa GWP-indikaattorin sijaan, että fossiiliset, biogeeniset ja maankäyttöön ja maankäytön muutoksiin liittyvät päästöt ilmoitetaan erillisinä arvoina ja myös summana. ICE-tietokanta on brittiläinen rakennustuotteiden geneerinen tietokanta, jossa tiedot ovat osin suhteellisen vanhoja päivityksistä huolimatta.

Nämä tietokannat sisältävät kuitenkin erityisesti talonrakentamisen tuotteita koskevaa dataa, ja infrarakentamisen keskeisten tuotteiden päästötiedon saatavuus näistä tietokannoista on jonkin verran heikompi kuin talonrakentamisen tuotteiden.

Käyttökelpoista lähtö- ja vertailutietoa saadaan lisäksi teollisuuden järjestöjen julkaisemasta keskimääräisestä päästötiedosta, joita on vuosien varrella laadittu

<sup>3</sup> [https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/EPD\\_ymparistoselosteet.html](https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/EPD_ymparistoselosteet.html)

<sup>4</sup> [https://www.epd-norge.no/?lang=en\\_GB](https://www.epd-norge.no/?lang=en_GB)

<sup>5</sup> <https://www.environdec.com/home>

<sup>6</sup> <https://www.oekobaudat.de/en.html>

<sup>7</sup> <https://ibu-epd.com/en/published-epds/>

<sup>8</sup> <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>

isoissa hankkeissa erityisesti muoveille ja metalleille. Relevantteja lähteitä ovat mm.

- PlasticsEurope<sup>9</sup>
- European Aluminium<sup>10</sup>
- European Copper Institute, Copper Alliance<sup>11</sup>
- Manufacturers of LVL<sup>12</sup>.

Talonrakentamisen ja infrarakentamisen panokset ovat osin samoja tuotteita ja palveluja kuten esimerkiksi betonit ja kuljetuspalvelut. Näiden materiaalien palvelujen osalta päästötietoa on saatavilla tietenkin myös vastikään kootusta ja edellä kuvatusta talonrakentamisen CO2data.fi-päästötietokannasta (SYKE, 2021). Infrarakentamisen kannalta käyttökelpoisia tietoja ovat erityisesti seuraavien ryhmien päästötiedot:

- lämmön- ja kosteuden eristeet
- rakennuslevyt
- betonit
- terästuotteet ja muut metallituotteet
- sahatavara ja insinööripuutuotteet
- mineraaliset rakennustuotteet ja lasi
- pohja- ja piharakentamisen tuotteet
- sähkö ja fossiiliset polttoaineet
- kuljetuspalvelut.

Edellä mainittujenkin tuoteryhmien suhteen tarvitaan kuitenkin täydentävää tietoa; esimerkiksi infrarakentaminen käyttää osin betonin erityyppisiä suhteituksia kuin talonrakentaminen. Infrarakentamisen päästötietokantaan tarvittaviin panoksiin sisältyy kuitenkin useita tuotteita, joiden päästötiedon saatavuus heikko, mutta arvioita voidaan tehdä tuotteiden perusmateriaaleihin liittyvän saatavilla olevan päästötiedon pohjalta. Näitä ovat esimerkiksi metallisten tuotteiden osalta monet erilaiset putket, pylväät, liikennemerkkit, kannet, pultit ym., joiden suhteen tarvitaan koon ja painon arviointia tai mallintamista, jotta eri materiaalien massaa kohden saatavissa olevia päästötietoja voidaan hyödyntää ja muuntaa käyttökelpoista yksikköä kohden annettavaksi päästötiedoksi. Näin ollen tiedon saatavuus ei koske pelkästään eri materiaaleja ja tuotteita koskevaa päästötietoa vaan huomattavalta osin myös sellaista tuotetietoa, joka mahdollistaa yksiköiden muunnokset.

Alustavaan infrarakentamisen panosluetteloon sisältyy talonrakentamiseen verrattuna huomattavasti enemmän erilaisia kiviaineita, maamassoja ja massakäyttöön tarkoitettuja sekundäärimateriaaleja, jotka pohjautuvat purkumateriaaleihin ja teollisuuden sivutuotteisiin. Näiden osalta päästötiedon saatavuus julkisista ja relevanteista tietokannoista on varsin vähäistä. Sekundäärituotteiden suhteen tilanne on kuitenkin helppo, jos materiaalin jätestatuksen mukainen tila päättyy vasta vaiheessa, jolloin materiaali on suoraan käyttökelpoinen väylärakentamiseen.

<sup>9</sup> <https://www.plasticseurope.org/en/resources/eco-profiles>

<sup>10</sup> <https://www.european-aluminium.eu/data/environmental-data/>

<sup>11</sup> [http://copperalliance.fi/uploads/2018/04/fi\\_life\\_cycle\\_brochure-pdf.pdf](http://copperalliance.fi/uploads/2018/04/fi_life_cycle_brochure-pdf.pdf)

<sup>12</sup> <https://www.metsawood.com/global/Tools/European-LVL-Handbook/Pages/European-LVL-Handbook.aspx>

Infrarakentamisen olennaisiin panoksiin kuuluu myös monia muita tuotteita, joita joko ei käytetä talonrakentamisessa tai käytetään talonrakentamisessa vain vähän. Näitä ovat esimerkiksi asfalttipäällysteet, viherrakentamisen tuotteet sekä väylärakentamiseen liittyvät sähkö- ja viestintätekniset asennukset. Näidenkään tuotteiden kohdalla tiedon saatavuutta juuri valmistunut CO2data.fi-tietokanta ei juurikaan tue. Tiedon saatavuus relevanteista julkisista päästötietokannoista on myös hyvin rajallista.

Erityisesti kolmessa edellisessä kappaleessa mainittujen tuotteiden suhteen tärkeä tietolähde ja vertailuaineisto on VTT:n laatima päästötieto, joka on julkaistu viitteen (Ropal Oy, 2019b) liitteenä. Liite sisältää tulokset yhteensä noin sadan infrarakentamisen panoksen arvioiduista päästötiedoista. Päästöarvot on laadittu seuraavan prosessin mukaisesti (Vares, 2019):

- Rapal Oy:n toimesta valittiin panostason nimikkeistöt.
- Nimikkeistöjen tuoterakenteet mallinnettiin/tarkistettiin (laajuus, koko, materiaalien tyypit).
- Tuoterakenteissa käytettyjen materiaalien painot selvitettiin (yksikkönä kg/m, kg/t, kg/m<sup>3</sup>, kg/m<sup>2</sup>, kg/h, kg/kpl jne., yksikkö riippui tuoterakenteen/panoksen luonteesta).
- Tuoterakenteissa käytettyjen materiaalien kasvihuonekaasupäästöjen lähtötiedot sekä päästöarvo selvitettiin.
- Lopputulos laskettiin CO<sub>2</sub>-ekvivalenttisarvona (CO<sub>2</sub>e) panoskohtaisen muunnoskerroimen mukaan.
- Laskennassa käytetyt hiilidioksidiekvivalenttipäästöt pohjautuivat VTT:n olemassa olevaan dataan (kuten esimerkiksi Ilmari-tietokantaan), rakennustuotteiden ympäristöselosteisiin, Suomen energiateollisuuden keskimääriin sähkö- ja lämmöntuotannon päästöihin, VTT:n Lipasto-tietokantaan, kirjallisuustietoihin sekä arvioihin.

Julkaisu sisältää myös erillisen lyhyen raportin päästötiedon laadinnasta. Tästä on huomattavaa hyötyä panoksien määrien mallintamisessa ja muunnoskerroimien määrittämisessä. Kaikista arvoista on luonnollisesti huomattava apu vertailutietoina, vaikka tiedot on tarkistettava ja uudistettava.

Päästötiedon laadinnassa betoneille ja asfalttibetoneille huomioon otettava asia on myös, että sama tavoiteltu toimivuus voidaan saavuttaa erilaisilla suhteutuksilla, jotka voivat kuitenkin aiheuttaa merkittävästi erilaisia päästövaikutuksia. Talonrakentamisen päästötietokannassa asia ratkaistiin niin, että tietokannassa esitetään esimerkiksi valmisbetonin eri lujuusluokille keskimääriisiä suhteutuksia edustavat tyypilliset arvot. Lisäksi rakennusten vähähiilisyden arviointimenetelmä sallii aina tuotekohtaisen arvon käytön, jos se on tiedossa. Infrarakentamisessa tämä menettelytapa on ongelmallisempi mm. sen vuoksi, että hankkeiden aikaperspektiivi voi olla hyvin pitkä. Tästä syystä esimerkiksi betoneille voisi olla tarpeen antaa tietokannassa enemmän kuin yksi päästöarvo luokkaa kohden osoittamaan sideainevalintojen merkitystä.

Infrarakentamisen päästöjen kannalta kuljetukset ja työkoneet ja polttoaineiden sekä sähkön käyttö muodostavat huomattavan osan hankkeiden kokonaispäästöistä. Osuus korostuu infrarakentamisessa talonrakentamiseen verrattuna, koska esivalmistusaste on alhaisempi ja koska kokonaisuutena materiaalmäärästä suurempi osa on vähän prosessoituja alhaisen energiasisällisten materiaaleja. Kuljetusten,

työkoneiden ja polttoaineiden osalta kelpoisen päästötiedon saatavuus on kohtalaisen hyvää perustuen lähinnä VTT:n ja Suomen ympäristökeskuksen arvioihin ja kokoamiin tietoihin. Kuljetuksien ja työkoneiden suhteen tärkeä tietolähde on LI-PASTO-tietokanta (VTT, 2017), joka on Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n toteuttama ja ylläpitämä Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. Se kattaa tie-, raide-, vesi- ja ilmaliikenteen sekä työkoneet. Tietokannan arvoja on myös julkaistu talonrakentamisen CO2data.fi-päästötietokannan (SYKE, 2021) yhteydessä. Päästöarvot on kuitenkin täydennetty polttoaineiden hankinnan aiheuttamilla päästöarvoilla (ks. esimerkiksi (Hämäläinen, 2021)). Infrarakentamisen alalla voi kuitenkin olla talonrakentamisen tietokantaan verrattuna laajemman ja yksityiskohtaisemman tiedon tarvetta, koska polttoainevalinnat voivat olla keskeisiä toimenpiteitä pyrittäessä vähähiilisiin hankkeisiin.

Suunniteltu päästötietokanta on panostasoinen, mutta jotta tietokantaa voidaan sujuvasti käyttää suunnittelun eri vaiheissa, tarvitaan myös rakennusosa- ja hankeosakohtaista päästötietoa. Rakennusosatasoista tietoa ei ole kuitenkaan välttämättä tarpeen sisällyttää itse tietokantaan, jos panostasoinen tieto voidaan toisaalta liittää ohjelmaan, joka hyödyntää panostasoista tietoa rakennusosien ja hankeosien malleissa. Vaatimuksena on kuitenkin panostasoinen tiedon kattavuus ja yhteensopivuus käytettävän ohjelman/ohjelmien rakennusosatasoisten mallien kanssa. Jos vaaditaan tiedon avoimuutta ja läpinäkyvyyttä, niin myös rakennus- ja hankeosien koostumusta koskevan tiedon pitäisi olla jukista, vaikka rakennus- ja hankeosien tasolla laskettuja tietoja ei annettaisikaan päästötietokannassa ja vaikka laskenta tapahtuisi konsulttien ohjelmien avulla.

Infranimikkeistö on olemassa rakennusosa- ja hankeosatasolle. Infra 2015 -nimikkeistöä voidaan hyödyntää rakennushankkeen suunnittelu-, rakennuttamis- ja tuotantovaiheissa. Nimikkeistön rakennusosat kuvaavat lopputuotteiden rakenteellisia osia. Nimikkeistöön kuuluvat myös ns. hanketehtävät, jotka kuvaavat rakennushankkeen osapuolten tehtäviä ja vastuita (Rapal Oy, 2019b). Kehitteillä olevan IHKU-laskentajärjestelmän keskeinen osa on suunnittelijan työkalu IHKU-laskentasovellus, jonka avulla suunnittelija voi suorittaa laskentoja ja luoda raportteja hankkeille. Laskentajärjestelmän olennaisia osia ovat rakennusosakirjasto ja kustannusdata (IHKU, 2021). Jos kustannusdatan rinnalle tuodaan päästödata, niin laskentasovellus voisi palvella myös ilmastovaikutusten arviointia. Yhteensopivuuden varmistaminen edellyttää kuitenkin tietoja rakennusosakirjastosta ja sen vaatimuksista päästötietokantaan tulevien panosten kattavuudesta, rakenteesta ja nimeämisestä.

Vaikka työssä tavoitellaan ensi sijassa panostasoista tietokantaa, niin käyttökelpoisuus eri suunnittelun eri vaiheissa voi vaatia myös infrarakentamisen palveluja koskevaa keskimääräistä päästötietoa. Rakentamisen, kunnossapidon, korjaamisen, purkamisen ja jätteenkäsittelyn palveluja koskevaa dataa voidaan kehittää etsimällä tietoa erityyppisten hankkeiden eri vaiheiden tavanomaisista tai keskimääräisistä kuljetus- ja energiatarpeista ja energialähteen jakautumista (tai vaihtoehtoisesti työkonetarpeista). Tällaista tietoa voi olla koottuna urakoitsijoilla, mutta sen kokoaminen ja järjestäminen päästötietokantahankkeen käyttöön on todennäköisesti hankalaa. Saatavuus julkisista tietokannoista ja muista julkisista lähteistä on heikko.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tarvittavat päästötietokannan laatimisessa tarvittavat tiedot koskevat paitsi materiaalien, tuotteiden ja palveluiden päästötietoja



myös tuotteiden koostumuksia, painoja ja asiaankuuluvia muunnoskertoimia koskevaa asiantuntemusta. Tarpeena on myös asiantunteva tuki koskien sellaisen painosluettelon laatimista, joka parhaiten palvelee rakennusosa- ja hankeosatasoista laskentaa infrahankkeiden eri vaiheissa. Seuraava taulukko esittää yhteenvetoa erityyppisen tiedon tarpeista suhteessa infrarakentamisen päästötietokantaan.

*Taulukko 4. Arvio todennäköisistä menettelytavoista tietojen hyödyntämisessä päästötiedon laadinnassa sekä tarvittavasta asiantuntijatuesta.*

Tuoteryhmä	Menettelytapa	Arvioitu tuen tarve teollisuudelta
Rakennustuotteet, jotka samoja kuin talonrakentamisen tuotteet ja joita käytetään samoissa yksiköissä	Hyödynnetään erityisesti CO2data.fi-tuloksia. Tarkennetaan ja täydennetään tarvittaessa. Referenssitietona käytetään VTT:n infratuotteiden CO2e-tuloksia ja EPD-tietokantojen selosteita.	Tarvittaessa haetaan kommentointia hyödyntäen valmistajien asiantuntemusta samoin kuin meneteltiin CO2data.fi-tietokannan laadinnassa.
Infrarakentamisen tuotteet, joiden suhteen tarvitaan painojen ja koostumusten määrittelyä (esimerkiksi erilaiset putket, pylvää, kannet jne.)	Perusmateriaalien suhteen hyödynnetään CO2data.fi-kantaan, EPD-tietokantoja ja geneeristä materiaalidataa. Mallinnetaan tyypillinen koko ja paino. Hyödynnetään VTT:n tuloksia (Vares, 2019).	Tuotteiden mallintamiseen ja muunnosyksiköiden määrittelyyn tarvitaan infrarakentamisen asiantuntijatueta.
Betonit	Hyödynnetään CO2data.fi-tuloksia. Kuitenkin infrarakentamisessa käytettyjen betonien valmistuksen täytyy perustua P-lukubetonien valmistusohjeeseen (Väylävirasto, 2020; 2021). Vaikka toistaiseksi betonielementtien osalta siirtymäaika infrabetonien valmistuksen täysimittaiseen käyttöön on jatkettu 1.6.2022 saakka, P-lukuvaatimus pyritään ottamaan huomioon infrarakentamisessa käytettyjen betonien hiilijalanjälkiehdotuksessa. Tietokantaan ehdotetaan useita P-lukubetonien tavoitearvoja.	Täydentävien arvojen laatimiseen tarvitaan betonteollisuuden tukea erityisesti koskien suhteutuksia. Voidaan hyödyntää VTT:n käyttämää lähestymistapaa arvojen laadinnassa (ks. esimerkiksi Vares, 2021).
Päällysteet	Hyödynnetään suomalaisia EPD-tietoja ja CO2data.fi-tuloksia. Täydennetään tietoja. Käytetään referenssitietona VTT:n infrapanoksien CO2e-tietoja.	Tarvitaan runsaasti teollisuuden tukea. Hyvälaatuisen datan saaminen tietokantaan edellyttää uusien ympäristöselosteiden laatimista tyypillisille päällystetyypeille ja tyypilliselle koostumukselle (toistaiseksi vaihtelut eri valmistajien välillä suureet).
Kiviainekset	Haetaan ja arvioidaan lisätietoja. Pieneltä osalta voidaan hyödyntää CO2data.fi-tietoja. Käytetään referenssitietona VTT:n infrapanoksien CO2e-	Päästötietojen arviointiin ja tarkentamiseen tarvitaan asiantuntijatueta teollisuudelta ja toimittajilta.

Tuoteryhmä	Menettelytapa	Arvioitu tuen tarve teollisuudelta
	tietoja. Luonnonkivituotteiden suhteen hyödynnetään myös saatavilla olevia relevantteja ympäristöselosteita.	
Luonnon kivi- ja maa-aineksia korvaavat sekundäärimateriaaleihin pohjautuvat tuotteet	Haetaan ja arvioidaan lisätietoja. Referenssitietona voidaan osin käyttää VTT:n infrapanoksien CO2e-tietoja. Otetaan huomioon se, että standardin mukaan sekundäärituotteelle kohdistuvat vain jätestatustilan jälkeisen vaikutukset.	Päästötietojen arviointiin ja tarkentamiseen tarvitaan asiantuntijatukea teollisuudelta ja toimittajilta.
Viherrakentamisen tuotteet	Haetaan ja arvioidaan lisätietoja. Käytetään referenssitietona VTT:n infrapanoksien CO2e-tietoja.	Tiedon tarve ja tarvittava laajuus on sovittava hankkeen ohjausryhmässä.
Kuljetukset	Hyödynnetään LIPASTOn tietoja. Tuotetaan päästötietoja tarkemmalla jäsentelyllä kuin CO2data.fi-kannassa. Otetaan huomioon polttoaineiden hankinnan päästöt.	Soveltuvien täyttöasteiden ja paluukuljetuksien arviointiin voidaan tarvita asiantuntijakomentointia.
Työkoneet	Hyödynnetään LIPASTOn tietoja. Tuotetaan päästötietoja tarkemmalla jäsentelyllä kuin CO2data.fi-kannassa. Otetaan huomioon polttoaineiden hankinnan päästöt.	-
Polttoaineet	Hyödynnetään SYKEN ja VTT:n aikaisempien hankkeiden tuloksia sekä CO2data.fi-tietokantaa.	-
Sähkö	Hyödynnetään SYKEN ja VTT:n aikaisempien hankkeiden tuloksia ja CO2data.fi-tietokantaa.	-
Urakointipalvelut	Harkitaan palveluja koskevan päästötiedon tarvetta.	Päästötiedon arviointiin tarvitaan teollisuuden tukea ja erityisesti energiaa koskevia lähtötietoja.

## 6 Infrarakentamisen osa-alueiden ja elinkaaren vaiheiden merkitys

Seuraavassa esitetään suppean kirjallisuusselvityksen tuloksena yhteenvetoa infrarakentamisen eri osatekijöiden vaikutuksesta ja merkityksestä hankkeiden ilmastovaikutuksiin. Fokus on rakentamisen ympäristövaikutuksissa. Kirjallisuusselvityksen tavoitteena oli tuoda perusteita tietokantaan sisällytettävien panosten valintaan ja erityisesti kiinnittää huomiota ilmastovaikutusten kannalta kaikkein merkittävimpiin panoksiin. Kirjallisuusselvityksen aineistona käytettiin viime vuosina julkaistuja tapaustutkimuksia infrarakentamisen ilmastovaikutuksista. Päähuomio oli kotimaisessa, pohjoismaisessa ja muussa eurooppalaisessa tutkimuksessa.

Kirjallisuusselvityksen aluksi tehtiin kirjallisuushaku Google Scholar -järjestelmän avulla pyrkien löytämään uudehkoja Suomen kannalta relevantteja infrarakentamisen ilmastovaikutuksia ja eri osatekijöiden merkitystä tarkastelevia tieteellisiä artikkeleita käyttäen hakusanoja *infrastructure, road, construction, GWP, sustainable, climate, emission*. Tutkimuskysymystä käsitteleviä artikkeleita löytyi kuitenkin varsin vähän. Löydettyjen artikkelien lisäksi käytiin läpi Suomessa ja Ruotsissa viime vuosina julkaistuja väylärakentamisen päästöselvityksiä, joita on julkaistu esimerkiksi Väyläviraston julkaisusarjassa.

### 6.1 Tie- ja katuhankkeet

Rapal Oy:n toteuttamassa päästötietokannan aikaisemmassa kehityshankkeessa (Rapal Oy, 2019b) selvitettiin esimerkkitapauksina kolmen kohteen päästöjä. Kohteista ja tuloksista annetaan niukasti tietoja:

- Vanhan Turuntien katuhankkeen rakennussuunnitelman mukaan ajoratojen, jalkakäytävien ja pyöräteiden kulutuskerrokset ovat asfalttia, rakenteiden kokonaispaksuudet 0,80–0,89 ajorajoilla ja 0,74 pyöräteillä ja jalkakäytävillä, katujen reunakivet graniittia, katualueen reuna-alueet nurmetettu. Suunnitelmaan kuuluu myös hule-, jäte- ja vesihuoltojärjestelmät ja telekaapelit. Suurin osa päästöistä aiheutui kuljetuksista (43 prosenttia) ja päällysteistä (15 prosenttia). Infra 2015 -luokituksen (Rakennustieto, 2015) mukaisen jäsentelyn mukaan maa-, pohja- ja kalliorakenteiden (1000) osuus oli 47 prosenttia ja päällysteiden (2000) osuus 45 prosenttia.
- Toisen esimerkkitapauksen rakennussuunnitelmaan kuuluu Kantatie 75:n kevyen liikenteen järjestelyiden rakentaminen ja liittymäjärjestelyt, jossa nelihaaraaliittymä korvataan risteyssillalla ja kaksisuuntaisella rampilla. Hankkeeseen kuuluu tienrakennustöitä kuivatuksineen, liikenteenohjaus ja -valaistus, louhinta- ja maanrakennustöitä sekä risteyssillan ja yhden alikulun rakentamisen. Päästöistä 23 prosenttia aiheutui massojen kuljetuksista, 10 prosenttia päällysteistä ja 12 prosenttia sillanrakennuksen betoneista. Infra 2015 -luokituksen mukaisen jäsentelyn mukaan maa-, pohja- ja kalliorakenteiden (1000) osuus oli 53 prosenttia, päällysteiden (2000) osuus 20 prosenttia, järjestelmien (3000) 12 prosenttia ja rakennusteknisten osien (4000) 15 prosenttia.
- Kolmantena esimerkkitapauksena oli noin 300 m pitkä asfalttipäällysteinen Skanssinkatu, jossa osana päällysteitä luonnonkiviä ja betonikiviä.

Pengerrakenteena käytettiin vaahtolasimurskettä. Laskelmaan sisältyivät maankaivut, täytöt ja päällysteet. Arviotuloksen mukaan vaahtolasimurske muodosti n. 70 prosenttia hankkeen päästöistä. Infra 2015 -luokituksen mukaisen jäsentelyn mukaan maa-, pohja- ja kalliorakenteiden (1000) osuus oli 79 prosenttia, päällysteiden (2000) osuus 21 prosenttia. Vaikka vaahtolasimurske on kierrätysmateriaali, niin sen hiilijalanjälki on huomattavan iso, 0,3 kg CO<sub>2</sub>e (A1–A3) (Uusioaines, 2018) verrattuna vähän prosessoituihin luonnonmateriaaleihin. Viitteessä esitetty loppupäätelmä päästöistä on, että päästöjä syntyy rakennusosittain samansuuntaisesti kustannusten kanssa: massamääräisesti merkittävistä rakennusosista ja rakennusosista, joihin liittyy paljon kuljetus- ja konetyötä. Nimenomaan ilmastovaikutusten näkökulmasta on ilmeistä, että päästöjä aiheutuu eniten toisaalta energiaintensiivisistä tuotteista ja palveluista ja toisaalta tuotteista, joissa massaosuus on hyvin suuri, vaikka yksikköpäästö olisikin pienehkö.

Edellä mainittujen hankkeiden lisäksi Rapal Oy on tuottanut Väylävirastolle CO<sub>2</sub>-laskentahankkeen valtatie 5 Nuutilanmäki–Vehmaa osalta (Rapal Oy, 2019). Laskentaan hyödynnettiin kahta menetelmää: rakennusosalaskelmia (Rola) ja hankkeosalaskelmia (Hola).

- Hola-laskelman päästöt olivat 32 437,7 tCO<sub>2</sub>, joista Infra 2015 -nimikkeistön mukaisesti maa-, pohja- ja kalliorakenteet (1000) tuottivat lähes puolet hankkeen kokonaispäästöistä. Loput Hola-laskelman kokonaispäästöistä jakautuivat seuraavasti: päällyys- ja pintarakenteet (2000) 31 prosenttia, rakennustekniset rakennusosat (4000) 17 prosenttia ja järjestelmät (3000) 4 prosenttia.
- Rola-laskelman 18 041,9 tCO<sub>2</sub>. Rola-laskelmaan sisältyi sellaisia eriä, jotka eivät sisältäneet panosrakennetta, kuten sillat, sähkö, tele- ja kone tekniset järjestelmät. Nämä panoserät täydennettiin Hola-laskelman päästöarvoilla. Rola-laskelman CO<sub>2</sub>-päästöjen jakautuminen poikkeaa hieman Hola-laskelman tuloksista, sillä merkittävin osa-alue on päällyys- ja pintarakenteet (2000) aiheuttaen jopa 54 prosenttia laskelman kokonaispäästöistä. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet (1000) jäivät toiseksi merkittävimmäksi osa-alueeksi muodostaen 41 prosenttia päästöistä. Rakennusteknisten rakennusosien (4000) ja järjestelmien (3000) osalta päästöt jäivät yhteensä neljän prosenttia tasolle.

Sekä Hola- että Rola-laskelmien panosluokittaisessa tarkastelussa havaittiin, että kuljetusten, asfaltin, betonin ja koneiden tuottamat päästöt ovat kaikkein merkittävimmät yksittäisten panosten osalta. Eri laskelmien tuloksia vertailtaessa oli havaittavissa, kuinka suuri merkitys menetelmällä on laskettujen päästöjen suuruuteen, mutta menetelmästä huolimatta samat yksittäiset panokset korostuvat.

Ramboll:n Helsingin kaupungille toteuttamassa päästölaskennassa (Ramboll Finland Oy, 2021) tarkasteltiin Hämeentien päästövähennyspotentiaalia. Päästölaskenta on toteutettu saneeraushankkeelle ja laskenta perustuu suunnitteluvaiheen rakennusosamääriin ja sisältäen asfalttikerroksen sekä sen alapuoliset rakennosat, pohjanvahvistukseen tarvittavat toimenpiteet ja muita infrahankkeelle tyypillisiä komponentteja. Päästöistä 60 prosenttia aiheutuu materiaalien tuotantovaiheessa, 34 prosenttia kuljetuksesta ja 6 prosenttia työsuoritteesta. Infra 2015 -nimikkeistön mukaisesti tarkasteltaessa panostasolla havaitaan, että kokonaispäästöistä 2,7 prosenttia syntyy poistettavista rakenteista (1100), 19,2 prosenttia

maaleikkauksesta ja kaivuusta (1600–1700), 11,7 prosenttia putkikaivantojen täytöistä (1800), 7,9 prosenttia rakennekerroksista (2100), 8,3 prosenttia kivetyksestä (2100–2200), 1,3 prosenttia maisemoinnista (2300), 3,4 prosenttia valaistuksesta (5000) ja jopa 45,5 prosenttia asfaltista (2100). Yhteenvedossa todetaan, että tyypillisesti pohjarakenteet ovat uudisinfrarakentamisen päästöintensiivisin rakenneosana, toisin kuin saneeraus ja muuntorakennuskohteissa, joissa suurimmat päästöt kohdistuvat pinta- ja päällysrakenteisiin. Tämän vuoksi myös Hämeentien kohdalla 70 prosenttia kokonaispäästöistä syntyy kiveyksien ja asfalttipäällysteiden käytön seurauksena.

Tienpäällysteiden rakentamisen ja kunnossapidon ympäristövaikutuksia on arvioitu sveitsiläisessä tutkimuksessa (Gschösser, Wallbaum & Adey, 2014). Tutkimuksessa on todettu, että materiaalien tuottamisella on suurin vaikutus elinkaaren hiilidioksidipäästöihin. Päällysteiden rakennus- ja purkuvaiheen prosessien merkitys jää marginaaliseksi verrattuna materiaalin tuottamiseen vaadittaviin prosesseihin. Tutkimuksen elinkaariarviointi on tehty rakennus- ja purkuvaiheen prosesseille Sveitsissä sijaitsevien tyypillisten moottoriteiden ja kantoniteiden osalta. Moottoritien arviointi tehtiin 10 km pitkälle ja 20,5 m leveälle nelikaistaiselle tieosuudelle. Kantonitietä arvioitiin kaksikaistaisen 7,5 m leveän ja 0,5 km pitkän tien osalta. Panosten arviointi perustuu kunkin tietyyppin kantavuuden saavuttamiseksi määrättyihin materiaalikerroksien paksuuksiin. Tutkimuksessa vertailtiin tietyyppien lisäksi myös päällystevalintojen merkitystä päästöihin. Betoni- ja komposiittipäällysteisten teiden materiaalarve on selkeästi suurempi kuin asfalttipäällysteisten, mikä vaikuttaa suoraan päällystevalintojen GWP-vaikutuksiin. Betonipäällysteisten moottoriteiden GWP-vaikutus on 66 prosenttia korkeampi kuin asfalttipäällysteisen. Komposiittipäällysteisten moottoriteiden GWP-vaikutus on puolestaan 79 prosenttia korkeampi kuin asfalttipäällysteisen. Tuloksista nähdään, että massojen tarpeen lisäksi myös asfaltin valmistuksen päästöt ovat betonia ja komposiittia alhaisemmat, minkä vuoksi asfalttipäällysteisten teiden vaikutukset jäävät selkeästi alhaisemmiksi kuin muiden tutkittujen päällystetyyppien. Asfalttipäällysteisten teiden osalta rakentamisen GWP-vaikutukset jakautuivat seuraavasti: materiaalien tuottaminen 90 prosenttia, materiaalien kuljetus 9 prosenttia ja päällystystyöt 1 prosenttia. Betoni- ja komposiittipäällysteisten teiden osalta vaikutukset jakautuivat niin, että 91 prosenttia aiheutuu materiaalien tuottamisesta, 8 prosenttia kuljetuksesta ja 1 prosenttia päällystystyöstä. Tutkimuksen yhteenvedossa korostetaan jälleen materiaalien tuottamisen vaikutusta elinkaaren ympäristövaikutuksiin ei ainoastaan GWP-vaikutuksia arvioitaessa vaan myös muiden indikaattorien osalta. Erityisesti päällysmateriaalien vaikutus on merkittävä infrahankkeissa.

Helsingin kaupunkiympäristön toimialan toimeksiannosta WSP Finland on laatinut elinkaariarvioinnin Iso Robertin kävelykadun peruskorjauksen hiilidioksidipäästöistä (WSP Finland Oy, 2018). Arviointi toteutettiin yhdessä portille, joten käytönaikaisia päästöjä ei ole otettu huomioon esitettyissä tuloksissa. Hiilidioksidipäästöistä jopa 46 prosenttia aiheutuu materiaalien kuljetuksesta ja 33 prosenttia rakennusmateriaalien ja murskeen valmistuksesta. Rakennusmateriaalien kuljetuksen osuus Iso Robertin kävelykadun peruskorjauksen yhteydessä on poikkeuksellisen suuri, sillä kohteeseen hankittiin Kiinasta noin 86 tonnia kiviä. Rakennusmateriaalien valmistuksen osalta merkittävimmät hiilidioksidipäästöt aiheutuvat asfalttituotteiden (13,8 prosenttia), betonin (7,6 prosenttia) ja murskeen (6,4 prosenttia) valmistuksesta. Arvioinnin tulosten perusteella on todettu, että kaupunkialueen infrahankkeissa kuljetusten rooli on tavanomaista merkittävämpi, sillä suuria maa-ainemassoja ei ole mahdollista varastoida kohteessa.

Italialaisessa tutkimuksessa (Trunzo ym., 2019) on arvioitu tierakentamisen ympäristövaikutuksia. Tutkimus on tehty 8,5 km pituiselle tieosuudelle Italiassa 60 vuoden käyttöiällä. Arvioinnin kohteena oleva tie sisältää silta- ja tunnelirakenteita. Tutkimuksessa huomioitiin myös Italian määräysten mukainen kunnossapito. Kyseisen tien päämateriaalina on käytetty asfalttia, mutta myös betonia on hyödynnetty erityisesti silta- ja tunnelirakenteissa. Tutkimuksessa tarkasteltiin elinkaaren päästöjä vaiheiden A1–A4 osalta. Selkeästi merkittävin vaihe on kuljetus A4, tuottaen jopa 47 prosenttia päästöistä. Materiaalien tuottaminen A3 on toiseksi merkittävin vaihe tuottaen 31 prosenttia päästöistä. Raaka-aineen hankinnan osuus GWP-vaikutuksista jää 21 prosenttia tasolle ja kuljetus valmistukseen vain 1 prosenttia tasolle. Merkittävin panos tutkimuksen mukaan on diesel koneiden käyttö maansiirtoon, tunneleiden kaivuuseen ja sementin injektointiin. Materiaalien osalta puolestaan aggregaatin, betonin, teräsvahvikkeiden ja kalkkilaastin käyttö tuottavat merkittävän osuuden päästöistä.

Norjalainen tutkimus (Huang ym., 2015) arvioi kalliotunnelin ympäristövaikutuksia. Viitteen mukaan tunnelit ovat ympäristövaikutuksiltaan tienrakennuksen kuormittavimpia osia, minkä vuoksi parannustoimenpiteiden etsintä on järkevää. Arvion kohteena oli norjalainen maantietunneli ja arvio tehtiin yhtä metriä ja kymmenen vuoden käyttöikää kohden. Selvityksen mukaan rakennusvaihe oli isoin ilmastonmuutokseen vaikuttava vaihe, jossa betoni tärkein osatekijä. Materiaalien ja energiankulutus yhtä metriä kohden oli seuraava: Teräs 430 kg, injektointiin käytettävä sementti 400 kg, bitumi 1 tonni, PP 45 kg, PE 300 kg, räjähteet 93 kg, betoni 12 m<sup>3</sup>, murskeet 12 m<sup>3</sup>, diesel 210 litraa, sähkö 82 MWh. Tunnelin rakentamisen päävaiheet ja niiden osuudet GWP-vaikutuksesta olivat: injektointi 6 prosenttia, tunnelointi 18 prosenttia, kalliotuki 19 prosenttia, valu ja tunnelivuoraus 47 prosenttia sekä tienrakentaminen 10 prosenttia. Tunnelivuorauksen vaikutus aiheutui pääasiassa betonista ja kalliotuen ruiskubetonoinnista. Tunneloinnin GWP-vaikutus aiheutui puolestaan pääasiassa kiviaineksen kuljetuksista. Tienrakentamisen suhteen suurin GWP-vaikutus tuli päällysteestä. Betonin merkittävän vaikutuksen takia keskeiset potentiaaliset parannuskeinot koskevat betonin materiaalikäytön tehostamista ja suhteutusta pyrkien pienempään hiilijalanjälkeen. Koko elinkaaren näkökulmasta keskeistä on myös betonin kestävyys ja käyttöiän parantaminen.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Miliutenko, 2012) on tehty elinkaariarviointi Tukholmassa sijaitsevan Norra Länken tunneleille. Kivitunnelin pituus on 7,5 km, betonitunnelin 2,5 km ja kivibetonitunnelin 10 km. Kaikki tunnelityypit sisältävät sekä yksi-, kaksi- ja kolmekaistaisia tieosioita. Tuloksien mukaan kaikkien tunnelityyppien rakentamisen osalta materiaalien tuottamisen aiheuttamat päästöt ovat kaikkein merkittävimmissä roolissa. Kivitunnelin rakentamisen ilmastonlämpenemiseen vaikuttavista päästöistä 65 prosenttia aiheutuu materiaalien tuottamisesta, 22 prosenttia rakentamisesta, 10 prosenttia jätteen hävittämisestä ja 3 prosenttia kuljetuksesta. Tutkimuksessa selvitettiin myös koko elinkaaren merkittävimmät vaiheet, jolloin kaikkia tunnelityyppejä tutkittiin yhtäaikaaisesti. Koko elinkaaren aikaisista päästöistä 56 prosenttia on peräisin käyttövaiheesta, 36 prosenttia rakentamisesta ja 8 prosenttia huollosta ja ylläpidosta.

*Taulukko 5. Kirjallisuusselvityksen tuloksena yhteenveto tierakentamisen eri osatekijöiden merkityksestä hankkeiden ilmastovaikutuksiin.*

Merkittävimmät osa-alueet	Ryhmä	Perustelu
Elinkaaren vaiheet	Käyttövaihe B1	Suurin osa teiden elinkaaren päästöistä aiheutuu käyttövaiheen liikenteestä.
	Materiaalien tuotanto A1–A3	Materiaalien tuotannon merkitys kokonaispäästöjen osalta on merkittävä.
	Kuljetus A4	Myös materiaalien kuljetus työmaalle muodostaa huomattavan osan hankkeen päästöistä.
Rakennusosat (Infra 2015 - luokitus)	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet (1000)	Muodostaa yleensä suurimman osan päästöistä ennen käyttövaihetta uudishankkeissa.
	Päällys- ja pintarakenteet (2000)	Muodostaa yleensä suurimman osan päästöistä ennen käyttövaihetta saneeraus- ja muuntokohteissa.
Panokset	Betoni	Yksi infrarakentamisen päämateriaaleista, jota käytetään etenkin silta- ja tunnelirakenteissa. Päästökerrotimeen vaikuttaa erityisesti sidosaineena käytetyn sementin valmistuksessa käytetyn kalkkikiven hajoamiseen liittyvä hiilidioksidimäärä ja sementin valmistukseen tarvittava energian määrä ja laatu.
	Asfaltti	Tyypillinen päällysmateriaali teille, joten materiaalin tarve on suuri. Päällysmateriaalina asfaltti vaatii kuitenkin vähemmän materiaalia kuin betoni ja tuottaa vähemmän päästöjä yksikköä kohden. Kierrätysasfaltin käyttösuudella voidaan pienentää päästöjä huomattavasti.
	Kuljetus	Kuljetus on erittäin merkittävä tai jopa merkittävin yksittäinen panos kokonaispäästöjen kannalta hankkeen tyypistä riippumatta.
	Teräs	Terästä käytetään betonin vahvikkeena etenkin silta- ja tunnelirakenteissa. Betoniin ja asfalttiin verrattuna terästä käytetään infrarakentamisessa vähän, mutta teräksen tuotannon aiheuttamat päästöt yksikköä kohden ovat suuret.

## 6.2 Ratahankkeet

Hiljattain myös ratahankkeiden osalta on tehty muutamia elinkaaren hiilijalanjälkilaskentoja Suomessa. Rapal Oy teki pisararata-hankkeen osalta kustannuslaskentaperusteisen päästölaskennan (Rapal Oy, 2015). Pisararata edellytti louhintaa betonisia ajo- ja pelastustunneleita varten. Yli puolet hankkeen kokonaispäästöistä syntyi päämateriaaleista betonista (44 prosenttia) ja teräksestä (7 prosenttia). Kuljetuksen osuus päästöistä oli 13 prosenttia ja työkoneiden 30 prosenttia. Infra 2006 -nimiketasolla (Rakennustieto, 2009) puolestaan lähes 90 prosenttia päästöistä syntyy kallioleikkaukset, kaivannot ja -tunnelit 1700 (66,2 prosenttia) ja maanalaisten tilojen betonirakenteet 4800 (23,2 prosenttia). Infra 2006 -nimikkeistö on päivittynyt vuonna 2015 Infra 2015 -nimikkeistöksi, mutta edellä mainittujen nimikkeiden osalta muutoksia ei tullut.

Ratahankkeiden osalta myös Myllykosken raiteenvaihtopaikalle ja laiturijärjestelyille tehtiin CO<sub>2</sub>-päästölaskenta (Rapol Oy, 2021). Hankkeeseen ja päästölaskentaan sisältyy alus- ja päällysrakennetyöt, vesieristys ja korjaustyöt sekä laiturit kulkyhteyksineen. Laskenta suoritettiin sekä Hola-laskelman perusteella että Rola-laskelman perusteella.

- Hola-laskelman mukaan ratahankkeen päästöjen kannalta merkittävimmät osa-alueet ovat päällyys- ja pintarakenteet (2000) tuottaen 37 prosenttia päästöistä ja järjestelmät (3000) tuottaen 31 prosenttia päästöistä. Panosluokittain tarkasteltaessa havaitaan, että jopa 53 prosenttia päästöistä aiheutuu materiaaleista, joista merkittävin on teräs. Myös koneiden ja kuljetusten rooli on merkittävä.
- Rola-laskelman tulokset olivat melko yhtenevät Hola-laskelman kanssa. Ratahankkeen kannalta merkittävimmät osa-alueet päästöjen osalta ovat päällyys- ja pintarakenteet (2000) tuottaen 40 prosenttia päästöistä ja järjestelmät (3000) tuottaen 30 prosenttia päästöistä. Jälleen havaitaan, että materiaalien vaikutus päästöihin on huomattava, aiheuttaen jopa 76 prosenttia päästöistä. Panosluokittain tarkasteltuna päämateriaalien; betonin ja teräksen, päästöt olivat merkittävimmät hankkeen kokonaispäästöjen kannalta. Hola-laskelmasta poiketen betonin aiheuttamat päästöt olivat suuremmat kuin teräksen. Kuten myös Hola-laskelmassa havaittiin kuljetuksen ja koneiden rooli on merkittävä päästöjen suhteen.

Väyläviraston tilaamassa LUIMA-hankkeessa (Väylävirasto, 2021) hiilijalanjälkilaskenta toteutettiin 20 km pitkälle kaksoisrataosuudelle väille Joutseno–Imatra. Alueella sijaitsevat katu-, sähkörata- ja siltatyöt huomioitiin laskennassa. Siltakohteita radan varrelle koostui 20. Yksittäiset liikennemerkit ja kulunohjausjärjestelmät jätettiin laskennoissa huomiotta. Rakentamisen aikaisien päästöjen arvioitiin sähkön käytön osalta olevan 2 000 kWh/kk, työkoneiden käyttötuntien 1 300 h/kk ja vedenkulutuksen marginaalinen. Tuloksien mukaan merkittävin GWP-vaikutus syntyy materiaalien tuottamisesta muodostaen jopa 41 prosentin osuuden koko elinkaarren hiilidioksidipäästöistä. Raideliikenteen osalta käytönaikainen hiilijalanjälki jää vain 10 prosenttiin. Raideliikenteen päästöjen suuruuteen vaikuttaa merkittävästi se, että raideliikenne koostuu enimmäkseen sähköjunista. Tulokset osoittavat, että ratahankkeiden osalta teräksen ja muiden metallien päästökertoimella on erityisen suuri merkitys kokonaishiilijalanjälkeen. Perusskenaarion laskennassa teräksen ja metallien osuus on 37 prosenttia, kun taas päästölaskennan kehityshankkeen raportin mukaisella laskennalla saatiin tulokseksi 26 prosenttia. Perusskenaarion päästöt teräksen ja metallien osalta ovat jopa kaksinkertaiset verrattuna päästölaskennan kehityshankkeen raportin mukaiseen laskentaan. Toinen koko elinkaarren kannalta erityisen merkittävä materiaali on maa-aines ja sora, jonka päästöt ovat 29 prosenttia kokonaispäästöistä.

Väyläviraston julkaiseman (Väylävirasto, 2020) Helsinki–Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden ympäristövaikutusten arviointiselostuksen eräänä osa-alueena on suoritettu rakentamisen päästölaskenta. Selvityksessä on vertailtu kahta hankevaihtoehtoa, joissa erot koskevat lähinnä reittien sijoittelua. Päästölaskennan osalta vaihtoehtojen välillä ei kuitenkaan ole merkittäviä eroja kokonaispäästöjen tai päästöjen jakautumisen suhteen. Rakentamisesta aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä selkeästi suurin osa, noin 58 prosenttia, muodostuu rata-linjaston rakentamisesta hankevaihtoehdosta riippumatta. Noin 22 prosenttia rakentamisestä on seurausta siltojen ja noin 10 prosenttia tunneleiden rakentamisesta. Loput hankkeen päästöistä koostuu tarvittavasta tierakentamisesta.



Rakentamisen kokonaispäästöistä selkeästi suurin osa muodostuu materiaalien tuotantovaiheessa. Etenkin päästöintensiivisten betonin ja teräksen rooli korostuu niitä käytettäessä ratarakenteen pohjan vahvistukseen, tunneleiden lujittamiseen ja siltoihin. Kuljetuksen rooli on materiaalien tuotantoon nähden vähäinen ja työsuoritteiden lähes merkityksetön. Työsuoritteista päästöintensiivisimpiä ovat maa- ja kallioleikkaukset niiden vaatiman suuren työmäärän vuoksi.

*Taulukko 6. Kirjallisuusselvityksen tuloksena yhteenveto raiderakentamisen eri osatekijöiden merkityksestä hankkeiden ilmastovaikutuksiin.*

Merkittävimmät osa-alueet	Ryhmä	Perustelu
Elinkaaren vaiheet	Osien vaihto ja peruskorjaukset B4–B5	Osien vaihto ja peruskorjaukset on ratakankkeiden merkittävin elinkaaren vaihe.
	Materiaalien tuotanto A1–A3	Materiaalien tuotanto on lähes yhtä merkittävä elinkaaren vaihe kuin osien vaihto ja peruskorjaukset.
Rakennusosat (Infra 2015 -luokitus)	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet (1000)	Maa-, pohja- ja kalliorakenteiden merkitys ratakankkeiden kokonaispäästöihin on huomattava.
	Päällysy- ja pintarakenteet (2000)	Kokonaispäästöjen kannalta selkeästi merkittävin osa-alue.
	Järjestelmät (3000)	Järjestelmien merkitys ratakankkeiden kokonaispäästöihin on huomattava.
Panokset	Teräs	Ratakankkeiden merkittävin yksittäinen panos on kiskoihin käytettävä teräs.
	Maamassat ja kivet	Yksi ratakankkeisen päämateriaaleista ja vaikuttaa päästöihin suurien volyyymien vuoksi.
	Betoni	Betonia hyödynnetään etenkin silta- ja tunnelirakenteissa, jotka ovat tyypillisiä piirteitä ratakankkeille.

## 6.3 Muu infra

Helsingin kaupungin rakennusviraston teettämässä elinkaariarvioinneissa on arvioitu katu- ja puisto-osaston hiilidioksidipäästöjä vuosina 2009 ja 2010. Yksi arvioituista osa-alueista on puistojen hallinnonin tuottamat hiilidioksidipäästöt. Puistojen hallinnonin päästöt on suuruudeltaan hyvin maltilliset verrattuna katujen ja yleisten alueiden hallinnonin hiilidioksidipäästöihin. Ylläpidon osuus hiilidioksidipäästöistä on huomattavasti suurempi kuin rakentamisen.

- Vuoden 2009 selvityksessä (Rapal Oy, 2011) esille nousi, että puiston rakentamisen hiilidioksidipäästöistä merkittävimmät päästöt syntyvät nurmi-alueista (44 prosenttia), aukioista (22 prosenttia) ja kevyen liikenteen alueista (15 prosenttia) hankeosittain tarkasteltuna. Rakennusosien puolesta sitomaton kantava kerros on suurin yksittäinen päästöjen aiheuttaja 31 prosentin osuudella. Yksittäisten panosten osalta kuorma-autojen

(16 prosenttia) ja puskutraktoreiden (20 prosenttia) rooli hiilidioksidipäästöjen syntyyn on erityisen suuri verrattuna muihin yksittäisiin panoksiin.

- Vuoden 2010 selvityksessä (Rapal Oy, 2011) ilmeni, että ylläpito tuottaa noin 61 prosenttia puistoalueiden elinkaaren päästöistä ja rakentaminen 39 prosenttia. Hankeosittain tarkasteltuna 45 prosenttia päästöistä syntyy nurmialueista, 22 prosenttia aukioista ja 13 prosenttia kevyen liikenteen alueista. Kuten myös aiempana vuonna rakennusosittain tarkasteltuna sitomaton kantava kerros on suurin yksittäinen rakennusosa tuottaen 32 prosenttia päästöistä. Panoksien osalta korostuvat kuorma-autot (17 prosenttia) ja puskutraktorit (20 prosenttia).

Poiketen muusta infrarakentamisesta puistoalueiden merkittävin panos on kuorma-autot ja muut työkoneet. Toisin kuin usein infrarakentamisessa, päällysteiden – kuten asfaltin – osuus jää tavallista alhaisemmaksi päästöjen suhteen.

## 6.4 Tutkimusten ja selvitysten yhteenveto

Lähes kaikissa esitetyissä tutkimuksissa ja selvityksissä maa-, pohja- ja kalliorakenteiden vaikutus hiilijalanjälkeen korostuu, mikä on tyypillistä uudisrakentamiskohteille. Myös päällyys- ja pintarakenteiden vaikutus hiilijalanjälkeen on erityisen merkittävä korostuen etenkin saneeraus- ja muuntokohteissa. Keskeisimmät materiaalit hiilijalanjäljen kannalta ovat asfaltti, betoni ja teräs. Asfalttia ja betonia käytetään tyypillisesti tienpäällysteissä, joissa betonipäällysteisten teiden GWP-vaikutukset ovat asfalttia suuremmat sekä päästöintensivisyyden että materiaalien tarpeen osalta. Tienpäällysteiden lisäksi betonia hyödynnetään suurissa määrin tunneli- ja siltarakenteissa. Tällöin betonin tuottamisesta aiheutuvat päästöt ovat usein suuret hankkeissa, jotka sisältävät näitä rakenteita. Terästä hyödynnetään tyypillisesti tunneli- ja siltarakenteiden betonin vahvistamiseen ja ratahankkeiden kiskoihin. Teräksen energiantensiivisen valmistusprosessin vuoksi sen vaikutus hiilijalanjälkeen on merkittävä etenkin ratahankkeissa, joissa terästä käytetään suuria massoja. Infrahankkeissa keskeisessä roolissa on myös massojen kuljetus, jonka osuus hankkeiden hiilijalanjälkeen on tutkimusten ja selvitysten mukaan suuri. Rakentamisen osuus hankkeiden päästöistä jää tutkimusten mukaan vähäiseksi.

## 7 Infrarakentamisen nimikkeistöt ja laskentajärjestelmät

Nimikkeistö on hankkeen osittelua varten tehty standardi, jota kaikki hankkeen osapuolet käyttävät hankkeen eri vaiheissa tapahtuvassa tiedonvaihdossa. Rakennusosa- ja hankenimikkeistöä käytetään mallinnettaessa ja jäsennettäessä suunnitelmia ja selostuksia sekä osapuolten vastuiden ja velvollisuuksien sopimisessa. Hankeosanimikkeistö mallintaa hankkeen rakennusosia karkealla tasolla ja panosnimikkeistöt yksityiskohtaisella tasolla. Infra 2015 -nimikkeistön rakennusosa- ja hankenimikkeistön pääryhmät ovat seuraavat:

1. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet
2. Päällys- ja pintarakenteet
3. Järjestelmät
4. Rakennustekniset rakennusosat
5. Hanketehtävät

Panokset ryhmitellään seuraaviksi osanimikkeiksi:

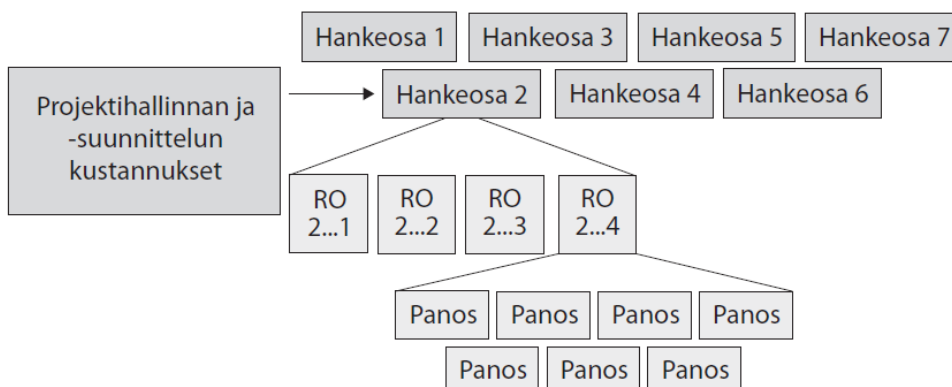
- palkkaryhmittely tai ammattinimikkeistö
- kalustonimikkeistö (kuljetus- ja siirtovälineet sekä rakennuskoneet ja -laitteet)
- rakennustuotteenimikkeistö (materiaalit, rakennustarvikkeet, teollisesti valmistetut rakennusosat)

*Taulukko 7. Infra 2015 -nimikkeistön mukaiset pääryhmät ja niiden jakautuminen.*

Numerokoodi	Ryhmä
1000	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet
1100	Olevat rakenteet ja rakennusosat
1200	Pilaantuneet maat ja rakenteet
1300	Perustusrakenteet
1400	Pohjarakenteet
1500	Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet
1600	Maaleikkaukset ja -kaivannot
1700	Kalliroleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit
1800	Penkereet, maapadot ja täytöt
2000	Päällys- ja pintarakenteet
2100	Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset
2200	Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset
2300	Kasvillisuusrakenteet
2400	Ratojen päällysrakenteet
3000	Järjestelmät
3100	Vesihuollon järjestelmät
3200	Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät
3300	Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät

Numerokoodi	Ryhmä
3400	Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät
3500	Ilmanvaihtojärjestelmät
4000	Rakennustekniset rakennusosat
4100	Erittelemättömät rakennustekniset rakennusosat
4200	Sillat
4300	Laiturit
4400	Perustus- ja tukirakenteet
4600	Rakennelmat ja kalusteet
4700	Vesiliikenteen rakenteet ja padot
4800	Maanalaisten tilojen betonirakenteet
4900	Muut rakennusosat
5000	Hanketehtävät
5100	Rakentamisen johtotehtävät
5200	Urakoitsijan yritystehtävät
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut
5400	Työmaapalvelut
5500	Työmaan kalusto
5600	Suunnittelutehtävät
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät
5800	Omistajan hoito- ja ylläpitopalvelut

Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistön avulla voidaan luoda selkeä hierarkia koko infrahankkeelle panostasolle asti (Kuva 3). Nimikkeistön pohjalta on pitkään tehty kustannuslaskentaa ja tähän tarkoitukseen on kehitetty ohjelmistoja ja niiden yhteyteen kustannustietokantoja. Infrahankkeen päästölaskennan toteutus on hyvin samankaltainen kustannuslaskennan kanssa – periaatteessa tarvitaan vain määräluettelo ja yksikköpäästöt.

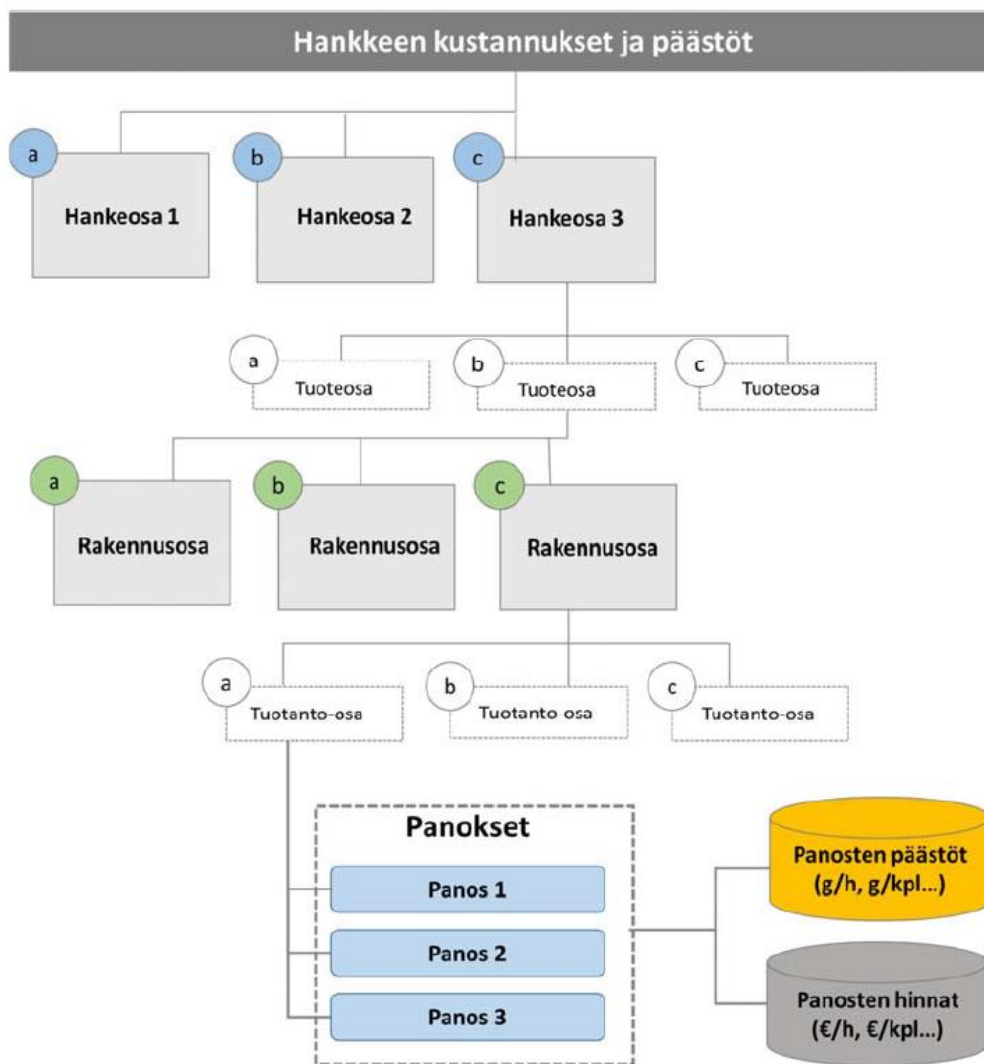


Kuva 3. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistön suhde panostasoon (Rakennustieto, 2015).

Infrahankkeiden päästölaskentaan on valmiita ohjelmistoja. Osa näistä ohjelmistoista on päästölaskentaan keskittyviä ja niihin syötetään määräluettelo yleensä

ulkoisesta suunnitteluohjelmistosta. Esimerkki tällaisesta ohjelmistosta on One Click LCA ja sen infrastruktuuri-työkalu.

Päästölaskenta on viety myös kustannuslaskentaohjelmistojen lisäosaksi, jolloin käytetään suoraan kustannuslaskennan määrätietoja laskennan pohjana. Rapalin Fore-järjestelmässä panostasoista päästötietoa käytetään rakennusosa- ja hankeosalaskelmissa kustannusten arvioinnin rinnalla (Kuva 4). Päästölaskennan kytkeminen kustannuslaskentajärjestelmään tuo useita hyötyjä. Integroidulla järjestelmällä päästölaskenta tapahtuu käytännössä samalla vaivalla kuin kustannuslaskenta ja kustannuslaskenta sekä päästölaskenta pysyvät automaattisesti toisiinsa nähden ajan tasalla. Samalla mahdollistetaan saman suunnittelutason laskenta kuin kustannuspuolella, hanke- ja rakennusosalaskenta summaa samalla tavalla panostason päästöjä kuin kustannuksiakin.



Kuva 4. Foren laskenta: Hankeosat ja rakennusosat mallinnettu panostasolle (Rapal Oy, 2019b).

Molemmissa esimerkkeinä mainituissa työkaluissa on päästötietokanta mukana, mutta samasta hankkeesta lasketut päästöt voivat erota paljonkin lähinnä materiaalien/panosten päästötietojen eroavaisuuksista johtuen.

IHKU-allianssin kehittämä kustannuslaskentajärjestelmä yhdistää jo panostason kustannustiedon rakennusosatasoon ja hankeosatasoon toteutus on käynnissä. Päästölaskennan lisääminen IHKU-järjestelmään on ilmaistu tavoitteena, mutta lopullista päätöstä ei vielä ole. IHKU on kuitenkin hyvä pohja päästölaskennalle infrahankeissa läpinäkyvän hierarkkisen rakenteen kautta. Hankeosa- ja rakennusosalaskenta käyttävät samoja panoksia, joten panostason päästötieto on automaattisesti eri tasoisten suunnitelmien pohjana.

IHKU-järjestelmän panostiedot on laadittu kustannuslaskennan ehdoilla ja on oletettavaa, että järjestelmään sisältyy sellaisia panoksia, joissa yksi kustannuspohjainen panos on syytä jakaa useampaan ja päinvastoin. Esimerkiksi työkonetunti voi maksaa saman diesel- ja sähkökäyttöisellä koneella, mutta ominaispäästö on hyvin erilainen.

### **Infrarakenteiden panostaso IHKU-järjestelmässä**

IHKU sisältää infralaskennan panostasonimikkeitä noin 2 500 kappaletta. Nimikkeet ovat annettu tyypillisissä yksiköissä, joita hyödynnetään kustannuslaskennassa. Panostason nimikkeitten yksiköt ovat esimerkiksi: kpl, m, m<sup>2</sup>, kone-h, t, m<sup>3</sup>, kg, krt, litra, rd-m, mm ja pom (listassa ilmoitetut yksiköt ovat järjestetty alkaen eniten esiintyvistä panoksista vähemmän esiintyviin panoksiin). Siinä esimerkiksi krt-yksikkö edustaa rahtikertoja erilaisille panoksille, pom sen sijaan edustaa porausjumbon kuluja osia, jotka sisältyvät porauskalustoon ja kone-h erilaisten koneitten käyttöaikoja.

Kun laaditaan panostason tietokanta infratuotteille, on tärkeää, että panokset, jotka eivät ole ilmoitettu painon perusteella (kg, t) olisivat määritettyä yksiselitteisesti ja avoimesti välttääkseen väärinymmärrystä siitä, mikä on panoksen koko ja mitä kuuluu tiettyyn panokseen.

Jotta pystytään määrittämään IHKU-järjestelmän panoksille hiilijalanjäljet, tarvitaan IHKU-panostason luettelon lisäksi seuraavia tietoja:

- esimerkiksi kappalepanoksista (37 prosenttia), joita oli ryhmänä eniten, pitäisi selvittää mitä osia/materiaaleja kappaleeseen kuuluu ja mikä on niiden paino-osuus,
- metripanoksista (26 prosenttia), joka oli seuraavaksi eniten ilmoitettu ryhmä, pitäisi selvittää panoksien koko, jotta metripaino materiaalityypeittäin voidaan laskea
- m<sup>2</sup>-panoksista (14 prosenttia) pitäisi selvittää käytettyjen materiaalien kerrospaksuus per m<sup>2</sup>, jotta päästään painoperusteiseen laskentaan jne.

IHKU-panostaso voidaan jäsenellä myös tuoteryhmäkohtaisesti, mutta siinäkin pitää aluksi selvittää tuotteiden painot, jotta voidaan laskea hiilijalanjälki. Jotta tietokannassa hiilijalanjälki pystytään ilmoittamaan tarkoituksellisesti yksikössä, esimerkiksi kappaleena, tarvitaan siihen muunnoskerron.

Seuraavassa esitetään päästötiedon laadinnan vaatimien tehtävien esimerkkinä betonikaivo, joka käsittää IHKU-järjestelmässä 15 panosta. Panoksista selviävät mitat, mutta ei painoa, joten kappalepaino täytyy laskea ennen kuin betoneille voidaan kohdentaa hiilijalanjälkiarvoja. Lisäksi on tärkeää tietää käytetty betoni-laatu, lujuusluokka sekä käytetyt raaka-aineet, jotta oikea betoniresepti ja sen mukainen päästöarvo tulee kohdennettua oikein.

1. betonikaivo h 2,5 m, halk. 800 mm
2. betonikaivon kaivorengas, EK,  $\varnothing = 1\ 000$  mm, h = 1 000 mm
3. betonikaivon kartiorengas, EK,  $\varnothing = 1\ 000/600$  mm, h = 750 mm
4. betonikaivon kartiorengas, EK,  $\varnothing = 800/600$  mm, h = 500 mm
5. betonikaivon kelluva kehys,  $\varnothing 600$  mm, h = 190 mm
6. betonikaivon korokerengas,  $\varnothing = 600$  mm, h = 75 mm
7. betonikaivon pohjarengas, EK,  $\varnothing = 1\ 000$  mm, h = 1 000 mm
8. betonikaivon pohjarengas, EK,  $\varnothing = 1\ 000$  mm, h = 1 500 mm
9. betonikaivon pohjarengas, EK,  $\varnothing = 1\ 000$  mm, h = 500 mm
10. betonikaivon pohjarengas, EK,  $\varnothing = 800$  mm, h = 1 000 mm
11. betonikaivon pohjarengas, EK,  $\varnothing = 800$  mm, h = 1 500 mm
12. betonikaivon päällyskansi, umpikansi  $\varnothing = 600$  mm, h = 40 mm
13. betonikaivon teleskooppikartiorengas, EK,  $\varnothing = 1\ 000/600$  mm, h = 1 000 mm
14. betonikaivon teleskooppikartiorengas, EK,  $\varnothing = 800/600$  mm, h = 750 mm
15. betonikaivon teleskooppiputki,  $\varnothing = 600$  mm, h = 750 mm

## 8 Päästötietokannan käyttäjien, muiden sidosryhmien ja infrarakentamisen tilaajien näkemykset

### 8.1 Tavoite ja menetelmä

Infrarakentamisen päästötietokantahankkeen esiselvityksen yhtenä tehtävänä oli tutkia

- tietokannan tulevien käyttäjien ja muiden tarvitsijoiden toiveita ja tarpeita päästötietokannan rakenteesta, sisällöstä ja laadusta
- muiden sidosryhmien edustajien näkemyksiä
- infrarakentamisen tilaajien näkemyksiä päästötietokannan tarpeesta ja käytöstä tulevilla hankkeilla.

Päästötietokantaan liittyviä tarpeita ja näkemyksiä selvitettiin haastatteluiden avulla.

Haastattelut toteutettiin seuraavasti:

- Haastateltavat nimettiin pääasiassa hankkeen ohjausryhmän toimesta pyrkien ottamaan mukaan mahdollisimman monia nimenomaisesti infrarakentamisen piirissä toimivia suunnittelijoita, konsultteja, urakoitsijoita ja sidosryhmiä.
- Haastattelukysymykset sovittiin etukäteen ja ne sekä hankkeen lyhyt esittely lähetettiin haastateltavien nähtäväksi etukäteen.
- Haastateltavia oli useimmissa tapauksissa yksi organisaatiota kohden, mutta haastateltava sai halutessaan tuoda haastatteluun myös muita haastatteluteeman asiantuntijoita organisaatiosta.
- Haastatteluissa käytiin läpi kaikki etukäteen lähetetyt kysymykset. Lisäksi haastateltavat saivat vapaasti esittää täydentäviä kommentteja ja teemaan liittyviä muita huomioita.
- Haastatteluita ei tallennettu mutta niistä tehtiin tarkat muistiinpanot haastattelun aikana.
- Haastattelut kestivät 30–60 minuuttia, yleisimmin 45 minuuttia.
- Haastattelut toteutettiin Teams-kokouksina.

Suunnittelijoiden, konsulttien, urakoitsijoiden ja sidosryhmien edustajista haastateltavia oli 36 yhteensä 27 organisaatiosta (Taulukko 8). Kaikki, joilta pyydettiin haastattelua, suostuivat siihen.



Taulukko 8. Haastattelut.

Ryhmä	Haastateltavat
Suunnittelijat ja konsultit	Afry, Jenni Bäck, Kaarle Korhonen, Minna Tontti, Eija Multanen, Mikko Inkala
	A-insinöörit, Anne Haavisto
	Destia, Marja-Terttu Sikiö
	FCG, Jutta Laine-Ylijoki, Elina Merta
	Ramboll, Taavi Detternborn
	Mittaviiva, Aki Peltola ja Tarja Mäki
	Rapal, Janne Rantanen
	Sitowise, Eeva Vahtera
	Sweco, Kari Nöjd ja Emmi Laukkanen
	Vahanen Pekka Määttänen
	WSP, Elisa Lähde
	VTT, Sirje Vares
	Urakoitsijat
Skanska, Lotta Kamunen	
GRK, Riina Rantsi	
Kreate, Tuomo Joutsenoja	
NCR Group, Jukka Viitanen	
Destia, Marja-Terttu Sikiö	
VRJ Länsi-Suomi Oy, Henrik Bos	
Sidosryhmät	UUMA, Tuomo Joutsenoja
	Viherympäristöliitto, Henrik Bos
	FIGBC, Mikko Nousiainen, Lauri Tähtinen
	RIL, Miimu Airaksinen
	Aalto, Leena Korkiala-Tanttu
	Motiva, Taneli Varis, Tiia Merenheimo
	RaLa, Tuula Råman
	Infra ry, Juha Laurila
	YM, Matti Kuittinen

Haastatteluissa kysyttiin seuraavia asioita (Taulukko 9):

- kokemus infran päästölaskennasta / tulosten käytöstä palveluna/päätöksentekoon
- päästötietokannan käyttöönotto omassa organisaatiossa
- missä hankevaiheessa tietokannalle eniten tarvetta
- käyttötavasta aiheutuva tarve tietokannan sisällölle ja rakenteelle
- toiveet koskien tietokannan tietoja (saatavuus ym.)
- käyttötavasta aiheutuvat muut toiveet (tekniset ym.)

Taulukko 9. Haastattelukysymykset.

Järjestys-numero	Haastattelukysymys
1	Tuleeko organisaationne todennäköisesti käyttämään päästötietokantaa omassa työssä? Missä roolissa (esim. ratkaisujen vertailuun tilaajana, vertailuun osana suunnittelua, ympäristövaikutusten arvioinnin konsulttipalveluna muille, kustannuslaskennan palvelujen rinnalla)?
2	Onko aikaisempaa kokemusta ympäristövaikutusten arvioinnista ja tulosten käytöstä palveluna/vertailuun/päätöksentekoon? Mitä tietokantaa/työkalua tai lähteitä käyttäen?
3	Missä hankevaiheessa tai -vaiheissa tietokannalle on eniten tarvetta (minkä tyyppisessä hankkeessa)?
4	Toiveet ja tarpeet koskien tietokannan tietoja (esimerkiksi saatavuus, kattavuus, läpinäkyvyys, tiedon laatu, termit)
5	Aiheutuuko käyttötavasta erityisiä teknisiä tai muita käyttöön liittyviä vaatimuksia (esimerkiksi tiedon siirrettävyys, ylläpito)
6	Aiheutuuko käyttötavasta erityisiä muita tarpeita tietokannan sisällölle ja rakenteelle? (esim. eniten tarvetta panostasolla / rakennusosatasolla)
7	Muita erityisiä toiveita tai kommentteja

Hanke esiteltiin haastateltaville seuraavasti:

Väyläviraston tavoitteena on kehittää CO<sub>2</sub>-päästövähennystoimien tarkastelua väylien kunnossapidossa ja rakentamisessa. Tietoa väylien elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä tarvitaan päätöksenteon tueksi sekä tukemaan merkittävien päästövähennyskohteiden tunnistamista osana väylänpitoa ja väyläomaisuuden hallintaa. Työ on osa laajempaa päästölaskennan kehitystyön kokonaisuutta.

Infrarakentamisen kansallinen päästötietokantahanke on Väyläviraston T&K-hanke, jossa kehitetään avoin elinkaari pohjainen tietokanta väylärakentamisen ja väylänpidon CO<sub>2</sub>-päästöjen laskentaan. Hanke käynnistyi maaliskuussa 2021 ja kestää vuoden 2022 loppuun.

Tietokantaa voidaan hyödyntää myös laajemmin infrarakentamisen päästölaskennoissa kansallisesti. Infran CO<sub>2</sub>-päästöjen arviointimenetelmän kehittämistä jatketaan Väylävirastossa päästötietokantahankkeen rinnalla.

Tavoitteena on, että tietokannan avulla voidaan tehdä tyyppillisten infrahankkeiden elinkaarilaskenta olennaisimpien panostietojen pohjalta.

Päästötietokanta laaditaan Suomen ympäristökeskuksessa ja hankkeen tilaaja on Väylävirasto. Myös Helsingin kaupunki ja ympäristöministeriö osallistuvat hankkeen ohjausryhmään, ja hanke hyödyntää soveltuvilta osin rakentamisen CO<sub>2</sub>data.fi-tietokannan kehittämisessä saatuja tuloksia ja kokemuksia.

Toivomme hyvää yhteistyötä alan toimijoiden kesken, jotta voimme tunnustaa koko infra-alan nykyisiä ja lähitulevaisuuden tarpeita tietokannan sisällön ja käyttötarpeiden osalta.

## 8.2 Haastattelun tulokset

Seuraavassa esitetään haastattelujen tulokset yhteen koottuina sekä haastatelluista poimittuina lyhyinä lainauksina.

### Haastateltujen kokemus päästöarvioinneista

Kaikilla haastatelluilla oli ainakin jonkin verran tietämystä päästöarvioinneista. Kokemus oli omakohtaista kokemusta arvioinneista, arviointien ohjaamisesta tai teettämisestä. Sidosryhmien edustajat tunsivat tai tiesivät hyvin päästöarvioiden menetelmiä ja työkaluja. Monet haastateltavat mainitsivat vasta valmistuneen talonrakentamisen CO2data.fi-tietokannan. Monilla haastateltavista oli myös tietämystä tai myös kokemusta arvioinneissa käytettävistä työkaluista. Osa haastateltavista organisaatioista oli myös laatinut työkaluja infrarakentamisen päästöarviointiin tai organisaation vastuullisuustyön tueksi. Merkittävä osa haastatelluista edusti isoja organisaatioita, joilla halutessaan voi olla resursseja omienkin työkalujen kehittämiseen. Monet haastateltavat puhuivat tietokannoista ja työkaluista yhtä aikaa todennäköisesti sen vuoksi, että kaikki tietokannat, jotka ovat suhteellisen helposti käytettävissä arviointeihin, sisältävät erilaisiin työkaluihin.

### Yleiskommentti infrarakentamisen päästötietokantaan

Haastattelut osoittivat hyvin positiivista suhtautumista infrarakentamisen päästötietokannan kehittämiseen (ks. esimerkkikommentteja alla). Haastateltavien oletuksena oli, että päästöarviot on kasvava osa-alue ja että arvioita tullaan vaatimaan tulevaisuudessa enenevässä määrin. Sekä itse tietokanta mutta samalla myös työkalut ja menetelmät nähtiin tärkeinä. Moni haastateltava painottikin arviointimenetelmän ja tietokannan yhtäaikaisen kehittämisen tärkeyttä.

”Työ on toivottu. Hienoa, että olette tällä asialla.”  
”Olen paljon liputtanut tämän perään eli hyvä, että saadaan aloitettua tätä projektia.”

### Päästöarviointien yleisyys tänään

Päästöarvioita tehdään infrarakentamisessa vähän – haastateltavien mukaan selvästi vähemmän kuin talonrakentamisessa. Suomessa arviointeja on tehty lähinnä pilottimielessä esimerkiksi eri työkaluja vertaillen (ks. esimerkkikommentteja alla). Monet totesivat, että usein arvioita on tehty hankkeiden loppuvaiheessa ilman tarkoitusta vaikuttaa päätöksiin ja ratkaisujen valintaan. Haastattelujen mukaan osalla urakoitsijoista on kuitenkin omat organisaatiokohtaiset vastuullisuustavoitteet, joissa päästöt ovat keskeisenä osana. Muutamat haastateltavat vertailivat tilannetta Ruotsiin, jossa ilmastonäkökulma voi jo olla mukana päätöksenteossa.

”Päästötietojen käyttö oikeaan päätöksentekoon infra-alalla vielä oikeasti hyvin harvinaista. En ole itse törmännyt.”

” On tehty eri tasoisia tarkasteluja. Sitä vertailua siis sitä että mikä on vähähiilistä ja niitä kysymyksiä tulee eri asiakkailta että mitä pitäisi tehdä ja minkälainen vaikuttavuus on eri materiaaleilla vaikka.”

” Ruotsissa tämä on jo normaalia että joudutaan laskemaan päästöjä infra-alalla. (...) Eli on jo kokemusta myös siitä, että on osana päätöksentekoa.”

Haastateltavien arvio tietokannan käytöstä omassa organisaatiossa

Kaikki arvioivat, että tietokanta tulee käyttöön:

- omien suunnitelmien arvioinnissa
- konsulttipalveluna tehtävissä arvioissa tai
- organisaation omien päästöjen seurannassa (urakoitsijat).

Haastateltavat arvioivat, että tietokanta tulee käyttöön joko omassa työkalussa (jos sellainen oli organisaatiossa) tai muun työkalun kautta.

Päästötietokanta nähtiin kuitenkin myös osana ohjaavaa sääntelyä, ja haastateltavat painottivat tilaajien roolia (ks. esimerkkikommentteja). Haastatteluissa toivottiin saman tietokannan käyttöä myös kuntapuolella.

”Kyllä tullaan käyttämään näissä laskennoissa. Varsinkin kun tehdään nimenomaan Väylälle hankkeita, niin silloin tietenkin. Ja erityisesti tietenkin, jos kuntapuoli ottaa saman tietokannan käyttöön.”

### **Kommentteja tietokannasta ja työkaluista**

Monet haastateltavat puhuivat yhtä aikaa tietokannasta ja työkaluista. Työkalujen merkitystä korostettiin työkaluun sisältyvän tietokannan ja sen ylläpidon takia (ks. esimerkkikommentteja). Toisaalta kaupallisia työkaluja myös arvosteltiin huonosta soveltuvuudesta infrarakenteiden arviointiin liittyen tietojen rakenteeseen. Osa haastateltavista kannatti nimenomaisesti kustannuslaskentatyökalujen hyödyntämistä myös päästöarvioinneissa.

”Suuria puutteita on ja kehitystarvetta on paljon. Käytännön laskentatasolle on paljon toiveita.”

”Syy, miksi käytetään sitä on (...) koska siellä on se tietokanta ja koska sitä tietokantaa päivitetään. Mekin itse tehtiin myös oma pieni laskuri mutta huomattiin että sen päästötiedon päivittäminen on haasteellista.”

## Kommentteja tietokannasta ja arvioinnin menetelmistä

Monet haastateltavat painottivat, että pelkkä tietokanta ei riitä, vaan samanaikaisesti tulee kehittää menetelmä (ks. esimerkkikommentteja), jonka sääntöjen mukaisesti arvioinnit suoritetaan tulosten vertailukelpoisuuden parantamiseksi tai varmistamiseksi. Osa haastateltavista korosti, että menetelmä voi vaikuttaa voimakkaasti tietokannan sisältöön ja rakenteeseen. Osa mainitsi kehitteillä ja olemassa olevia standardeja, joiden menetelmät tulisi ottaa huomioon.

”Ei riitä, että päästötietokanta on olemassa. Tarvitaan heti alusta alkaen myös ne säännöt.”

”Kyllähän tosi keskeistä säännöt ja menetelmä myös. Että miten tätä päästötietokantaa hyödynnetään. Tuleeko vaan tämä tietokanta vai tuleeko jokin muuta menetelmää ja työkalua ja ohjeistusta.”

## Päästöarvioiden ajankohta

Useat haastateltavat painottivat arvion tärkeyttä suunnittelun aikaisessa vaiheessa, jotta tuloksilla vaikutusta päätöksentekoon (ks. esimerkkikommentteja alla). Toisaalta haastatteluissa korostettiin läpi hankkeen menevän laskennan tärkeyttä. Suunnittelun edetessä tarvitaan tarkistuksia ja tarkentuvaa arviota. Samoin painotettiin tietokannan tarvetta urakkakohtaisen kilpailutuksen aikana. Urakoitsijat painottivat arvioiden merkitystä toteutusvaiheen seurannassa (esim. korvaavat materiaalit ja uusiutuvat polttoaineet).

”Mitä varhaisemmassa vaiheessa voidaan laskea, niin saadaan ohjaavaa vaikutusta.”

”Infrahankkeiden osalta suunnittelu tehdään todella etupainotteisesti, joten yleinen päästötietokanta tarjoaa laskentaan ja vertaluun tärkeää tietoa. Päästötietokannan avulla laskenta saadaan rullaamaan jo hankkeen varhaisessa vaiheessa.”

”Mutta mitä sillä tiedolla tehdään sitten kun esimerkiksi että saadaan laskettua absoluuttiset päästöt, niin sellainen on ehkä sitten jos on tarpeen kerätä Väylän tilastotietoa.”

”Että vaikka jos sidotaan, että päästöraja per km on tietty, niin eri urakoitsijat tekevät sen toteutuksen eri lailla, että tarvitaan ainakin mahdollisuus siihen, että urakoitsija laskee sen perusteella, miten itse toteuttaa, koska siitähän ne erot oikeasti tulevat ja mahdollisuus näyttää sen osaa misensa.”

## Toiveita tietokannan rakenteesta

Monet haastateltavat painottivat hankeosa- ja rakennusosatasoisen päästötiedon tärkeyttä. Haastatteluissa ehdotettiin, että tietokantaan pitäisi sisältyä mallinnettujen osien pohjalta laskettua tyypillistä tietoa. Toiset olivat kuitenkin sitä mieltä, että tämän tasoista tietoa ei tarvita päästötietokannassa vaan se täytyisi tuoda joko päästöarviotyökaluihin tai kustannuslaskennan työkaluihin. Haastatteluissa

pohdittiin, miten esim. hankeosille saadaan edustavat tiedot ja todettiin, että tarvitaan paljon esimerkkejä, jotta saadaan keskiarvot käytettäväksi tyyppillisinä päästötietoina. Osa haastatelluista painotti päästötietokannan soveltuvuutta eri kokosille ja erityyppisille hankkeille.

### Tietokannan rakenne ja vertailut

Osa haastateltavista korosti sitä, että rakennusosien mallintaminen monimutkaisuutuu, kun vaihtoehtojen määrä kasvaa esimerkiksi kiertotalouden painoutuessa. Tällöin yksi keskimääräinen oletettu koostumus rakennusosalle ei välttämättä riitä. Tähän liittyen pohdittiin myös panostasaisen vaihdettavuuden mahdollisuuksia osatasolla ja pohdittiin, pitäisikö samalla pystyä myös toimivuusvertailuihin, jos vaihtoehtoilla on vaikutusta esimerkiksi käyttöikään. Osa haastateltavista toi esille myös sen, että tietokannan yhteyteen olisi hyvä tuoda myös referenssitietoa ja tarvitaan mahdollisuutta arvioitujen kohteiden benchmarkkaukseen (ks. esimerkkikommentteja).

” Silloin olisi hyvä, että malli- (...) rakenteet tehtäisiin niin, että mahdollistaisi helposti materiaalien vertailun keskenään. Vaikka jakavan kerroksen materiaali. Jos haluttaisiin korvata pohjatuhkalla niin voitaisiin nopeasti vertailla (...) Silloin tulisi samalla esille se, että onko merkityksellistä ja kannattavaa.”

”Jos laskee hiilijalanjäljen niin sehän on aivan kryptinen luku. Täytyy tietää, onko luku korkea vai matala. Tarvitaan joku benchmark. Tämä on tärkeää, että tätä aletaan samalla kehittää heti alussa.”

### Toiveita tietokannan sisällöstä

Haastateltavat painottivat, että tietokannan laadinnassa tulisi keskittyä niihin panoiin, joilla merkitystä kokonaisuuden kannalta. Haastatteluissa korostettiin

- uusio- ja kierrätysmateriaalien päästötietojen tärkeyttä luonnonmateriaalien rinnalla ja mahdollisuutta vaihtoehtovertailuihin (ks. esimerkkikommentteja)
- ajankohtaisen polttoaine- ja kuljetusdatan tärkeyttä
- tuontimateriaalien huomioon ottamista (esim. sideaineet)
- myös viherrakentamisen ja maahan liittyvien vaikutusten huomioon ottamista.

Osa haastateltavista painotti myös oikeiden yksiköiden valinnan tärkeyttä.

”Uusiomateriaaleista olisi hyvä saada kattavasti sisältöä niin, että myös niiden realistiset päästöt olisivat esitetty eikä merkattu 0-päästöisiksi.”

” Arvot uusiomateriaaleille on iso toive. (...) jos me lähdetään etsimään jotakin korvaavaa niin siinä täytyisi olla sitten perusteita, että niille olisi tärkeää saada niitä positiivisia pelimerkkejä, että niiden käyttö yleistyisi.”

## Teknisiä ja terminologiaan liittyviä toiveita

Haastateltavat toivoivat (ks. esimerkkikommentteja)

- tiedon helppoa siirrettävyyttä
- versio- ja historiatietoa
- jatkuvaa ylläpitoa ja päivittämistä
- yhdenmukaisuutta alan terminologiaan ja jäsentelyihin (esim. InfraRYL)
- yhdenmukaisuutta relevanttien standardien terminologiaan (FprEN 17472 2021).

”Ainakin näen että laskentaohjelman toimittajalta pitää saada tieto, että mitkä arvot on olleet silloin, kun laskelma on tehty.”

”Infrahankkeet voivat kestää pitkää. Kustannukset on sidottu indeksiin ja voidaan verrata näitä keskenään tällä tavalla. Mutta miten tässä. Ei varmaan näin selkeää, mutta tietoa pitää päivittää.”

## Kommentteja saatavuudesta, läpinäkyvyydestä ym.

Lähes kaikki haastateltavat painottivat, että päästötietokannan ilmainen saatavuus on tärkeää. monet korostivat myös sitä, että valitun päästödatan läpinäkyvyys on tärkeää. Osa haastateltavista mainitsi CO2data.fi-tietokannan ja siihen liittyvät taustaraportit hyvä esimerkkinä tiedon läpinäkyvyydestä. Muutamat haastateltavat sanoivat myös, että mahdollisuus pohjoismaiseen vertailuun olisi tärkeää. Tämä edellyttäisi päästötietokannalta sellaista kielivalintaa tai kielivaihtoehtoja, että käyttö eri Pohjoismaissa olisi mahdollista (ks. esimerkkikommentteja).

”CO2datassa on hyvää, että on hyvin läpinäkyvää ja koottu esille ne EPD:t, joihin tieto perustuu. Tällainen läpinäkyvyys on tärkeää.”

”Kielikysymys on tärkeä eli juuri se kommentti, että pitäisi pystyä vertailemaan ainakin pohjoismaisella tasolla.”

## Kommentteja generisen ja spesifisen päästötiedon suhteesta

Muutamat urakoitsijat pohtivat generisen ja hankekohtaisen tiedon suhdetta (ks. esimerkkikommentteja). Haastateltavien mukaan urakoitsijalla pitää olla mahdollisuus laskea hankekohtaisilla tiedoilla, jos hankkeelle asetetaan päästöraja. Osa haastatelluista huomautti myös ympäristöselosteiden vähyydestä infra-alan tuotteilla. Samalla toivottiin, että valmistajat olisivat valmiita tuottamaan myös hankekohtaisia tietoja. Esimerkkinä mainittiin mm. betonit. Todettiin, että erityisesti kuljetukset vaihtuvat hankekohtaisesti.

”Eri montut, joista tulee hiekkaa tai mursketta niin osin puhutaan hankekohtaisista tuotteista. ”

”Ymmärtääkseni tapahtuu suhteellisen helposti tällainen hanketta varten tehty EPD, kun ainoastaan toimitus sinne työmaalle vaan vaihtuu.”

## Sidosryhmien edustajien näkemyksiä

Sidosryhmien edustajien kommentit olivat monelta osin samantyyppisiä kuin konsulttien ja urakoitsijoiden, mutta osin lisäksi haastateltavat toivat esille joitakin erityiskysymyksiä. Haastateltavat toivat esille (ks. myös esimerkkikommentteja)

- koulutuksen tarvetta suunnittelijoille ja konsulteille – jonkun tulisi ottaa vastuulleen
- laskentamenetelmän suurta tarvetta tietokannan lisäksi
- kansainvälisen näkökulman huomioon ottamista tietokannan rakenteessa ja mahdollisuuksia harmonisointiin
- kielivalintaa, joka mahdollistaa yhteistyön
- muualla tehtyjen vastaavien tietokantojen huomioon ottamista
- yhteistyötä teemaan liittyvien muiden hankkeiden kanssa ja EPD-tiedon suhdetta tietokantaan
- tietokannan käyttötarvetta myös opiskelijoiden koulutuksessa ja opinnäytetöissä.

”Päästötietokantaa on peilattava kokonaisuuteen.”

”EPD-työkalu on suunnitteilla päällysteille ja asfalteille. Tämä työkalu tulee sisältämään tiettyjä lähtöarvoja, jossa päästötietokanta voi toimia näille lähtötietona. Eli nämä menevät käsi kädessä.”

”Infra ry:ssä on tehty päätös, että asfaltti ja kiviainestuoille rakennetaan EPD generaattori, rajapinta. Infrarakentamisen päästötietokannalla ja EPD-työkalulla voisi tulla olemaan liitántöjä toisiinsa.”

## Tilaaajien edustajien näkemyksiä

Suunnittelijoiden, konsulttien, urakoitsijoiden ja sidosryhmien edustajien lisäksi haastateltiin pienemmällä otoksella tilaaajien edustajia eri toiminnoista Väylävirastosta ja kunnista. Myös tilaaajien kommentit olivat hyvin saman suuntaisia kuin edellä esitetyt. Haastatteluissa korostuivat avoimuuden ja läpinäkyvyyden, sekä vertailtavuuden vaateet laajasti eri hankevaiheissa. Edelleen tuotiin esiin yhteisen tietopohjan tarve ja toive laajasta hyödyntämisestä koko infra-alalla.

”Rehellisesti sanottuna olen tosi pettynyt, jos ei ole koko infra-alan tietokanta.”

”Vertailtavuus on tärkeää ja vaatii yhteisen tietopohjan.”

”Kuhan ensi alkuun olisi jonkunlainen päästölaskelma jota kehittää. Ei pidä tavoitella liian suurta aluksi.”



## **Yhteenveto**

Lyhyenä yhteenvetona ja suosituksina haastattelujen pohjalta voidaan todeta, että

- tietokanta toivotetaan tervetulleeksi – infrarakentamisen kentällä ei vaikuta olevan epäilyksiä sen tarpeesta
- vaikka päästöarviot ovat vielä suhteellisen vähäisiä ja harvinaisia, niin organisaatioissa on jo paljon asiaan liittyvää tietämystä ja ympäristöasioiden hallinnan kehittämiseen on monessa organisaatiossa nimetty vastuulliset vetäjät
- päästötietokantahankkeen yhteistyö relevanttien infra-alan hankkeitten ja organisaatioiden kanssa on hyvin tärkeää, jotta varmistetaan tietokannan sisällön ja rakenteen hyvä laatu ja helppo käytettävyys
- panospohjaisen tietokannan suhde hankeosa- ja rakennusosatasoisen tiedon laadintaan tulisi suunnitella ajoissa ja hyvin
- kiertotalouden ratkaisujen yhä kasvava painottuminen infrarakentamisessa tulee näkyä myös panospohjaisen tietokannan sisällössä,
- päästötiedon laadinnassa läpinäkyvyys ja valittujen tietojen perustelut ovat tärkeitä
- arviointimenetelmän määrittelyn tulisi käynnistyä nopeasti, koska menetelmällä on paljon vaikutusta tietokannan sisältöön ja rakenteeseen.

## 9 Arvioita laskentamenetelmän vaikutuksesta päästötietokantaan ja valintaehdotuksia

Edellisessä kohdassa raportoitujen haastattelujen perusteella monet infra-alan toimijat korostavat sitä, että päästövaikutuksien laskentamenetelmä tulisi kehittää samaan aikaan päästötietokannan kanssa. Myös Suomen ympäristökeskuksen laatiman talonrakentamisen päästötietokannan laadinnan yhteydessä todettiin, että useilla arvioinnin menetelmällisillä valinnoilla on huomattava vaikutus tietokannan sisältöön ja rakenteen, ja nämä valinnat olisi hyvä olla tiedossa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tietokannan laadinnan sujuvan etenemisen kannalta.

Rakentamisen ympäristövaikutuksien arvioinnin pääperiaatteita käsitellään eurooppalaisena yhteistyönä. Eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:n tekninen komitea TC 350 Sustainability of construction works on laatinut standardipaketin eurooppalaisten yhdenmukaistettujen menetelmien perustaksi. Standardit on kehitetty rakennustuotteiden ympäristöselosteiden laadintaa sekä selosteita lähtötietoina käytävää rakennusten ympäristövaikutusten arviointia varten. Työ on laajentunut toisessa vaiheessaan käsittämään laajemmin myös kestävän rakentamisen muiden näkökohtien arvioinnin sekä infrarakentamisen vaikutusarvioinnin. Työssä otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon EU:n muut rakennustuotteita koskevat aloitteet (mm. Eco-design, Greening Public Procurement, Energy-label, Eco-label, European Platform on LCA, Single Markets for Green Products). Työllä pyritään estämään mahdolliset tekniset kaupan esteet. Tavoitteena on harmonisoitu, yhteisesti sovittu tapa tuottaa ympäristötietoa rakennustason ympäristövaikutusarviointiin (Rakennusteollisuus, 2021).

Infrarakentamisen suhteen menetelmiin liittyvää kehittämistä ja niistä sopimista tehdään yhteispohjoismaisella tasolla myös esimerkiksi NordLCA+-hankkeessa. Hankkeen tavoitteena on lisätä pohjoismaista yhteistyötä ja keskinäistä oppimista, kehittää LCA-menetelmiä ja niiden linkittämistä elinkaarikustannusten laskentaan ja mallintamiseen ja kehittää yhteisiä kriteerejä kestävään julkiseen hankintaan (NordLCA, 2021).

Vaikutusarvioinnin standardit ja muut eurooppalaiset yhteistyöhankkeet ovat tärkeitä, mutta niiden yksityiskohtaisuus ei kuitenkaan ole riittävä suunnitellun päästötietokannan kannalta. Suunniteltu päästötietokanta keskittyy vain rajoitettuun määrään indikaattoreita ja geneerisen tiedon laadinnassa tulisi olla selvillä ainakin laskentamenetelmän mahdolliset rajaukset.

Seuraavassa taulukossa esitetään mm. CO2data.fi-tietokannan laatimisen kokeemukseen perustuva arvio arviointimenetelmän päästötietokannan laadinnan kannalta keskeisimmistä asioista. Samassa taulukossa esitetään myös kirjoittajien näkemys kunkin asian ratkaisusta. Näkemys perustuu pyrkimykseen olla mahdollisimman yhdenmukainen talonrakentamisen päästötietokannan, talorakentamisen asetusluonnoksen (YM, 2021) sekä asiaankuuluvien standardien kanssa sekä toisaalta ottaa huomioon käytännön mahdollisuudet tietokannan laadinnassa erityisesti tiedon saatavuuden näkökulmasta.

*Taulukko 10. Infrarakentamisen päästövaikutuksien arviointimenetelmän keskeisiä seikkoja, jotka vaikuttavat päästötietokannan laadintaan.*

Asia	Näkökohtia	Ehdotukset
Indikaattorit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päästötietokannan laatimisen keskeisin kysymys.</li> <li>• Alustavan tiedon mukaan väylärakentamisen päästötietokannan ainoa indikaattori on kasvihuonekaasupäästöt.</li> <li>• Tähän liittyvä kysymys on esimerkiksi eri osatekijöiden huomioon ottaminen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• fossiiliset päästöt</li> <li>• biogeeniset päästöt</li> <li>• LULUC-päästöt.</li> </ul> </li> <li>• Standardin EN 17472 mukaan GWP kattaa fossiiliset ja biogeeniset päästöt ja poistumat ja LULUC-päästöt.</li> <li>• Jos LULUC-päästöjen osuus on alle 5 % GWP-arvosta, niin ne voidaan jättää ilmoittamatta.</li> <li>• Biogeeniseen hiilen käsitteelyyn sisältyvät tuotteen sisältämä hiili, biopohjaisista materiaaleista tuotesysteemistä ilmakehään tai toiseen tuotesysteemiin poistuva hiili, muusta tuotesysteemistä tarkasteltavaan systeemiin siirtyvä hiili sekä sellainen tuotesysteemiin sisältyvä hiili, joka säilyy loppusijoituksessa maatäytöissä yli 100 vuotta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tietokanta laaditaan siten, että tuotteille ja muille panoksille annetaan pelkästään fossiilinen päästö (kattaen vaiheet A1–A3). Tiedon laadinnassa kirjataan myös tuotteen sisältämä biogeeninen hiili hiilidioksidina. LULUC-päästöarvoja määritetään erikseen väylärakentamiselle, mutta ei tuotekohtaisina päästöinä, koska tiedon saatavuus on vähäinen.</li> </ul>
Elinkaaren rajaukset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tietokantaa laadittaessa tulee tietää, miten elinkaaren eri vaiheet otetaan laskennassa huomioon. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esimerkiksi: Panospohjainen tieto voidaan tietokantaan laatia elinkaaren vaiheille A1–A4 tai ositettuna.</li> <li>• Kuljetus tehtaalta (t. soranotto paikalta tms.) voidaan antaa yksikössä kg CO<sub>2</sub>e/tkm ja/tai se voidaan antaa kuljetusmatka mukaan lukien ja olettaen keskimääräinen kuljetusmatka.</li> <li>• Esimerkiksi: Tietokantaan saatetaan tarvita prosessikohtaista dataa kuten esimerkiksi päällystetyö, purkutyö, jätteenkäsittely, korjaus- ja kunnossapitoprosessi.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tietokanta laaditaan siten, että tuotteiden päästö kattaa vaiheet A1–A3. Kuljetuspanoksille (vaihe A4) annetaan lisäksi erikseen päästöarvot yksikössä kg CO<sub>2</sub>e/tkm. Työkonepanoksia koskevat päästöarvot (vaihe A5) annetaan soveltuvin osin sekä käyttötuntia että energiayksikköä kohden. Energiapanosten päästöarvot (vaihe A5) annetaan energiayksikköä kohde (kWh) sekä lisäksi annetaan polttoaineiden muuntokertoimet (lämpösäältä, tilavuuspaino). GWP LULUC määritetään erikseen vaiheelle A5 väylärakentamiselle. Rakentamisen prosesseihin liittyvät päästöarvot määritetään työkonekohtaisesti. Päästöarvoja voidaan vähäiseltä osin</li> </ul>

Asia	Näkökohtia	Ehdotukset
		<p>määrittää myös prosessikohtaisesti (esimerkiksi päällystetyö ja liukuvalu), mutta tämä edellyttää tiedon saantia tilaajalta tai valmistajilta koskien tyyppillisiä energia-, työkone- ja kuljetuspanoksia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tietokantaan voidaan sisällyttää myös C-vaiheen päästöarvoja, mutta tämä edellyttää tiedon saantia tilaajalta ja/tai muilta asiantuntijoilta koskien tyyppillisiä energia-, työkone- ja kuljetuspanoksia purku- ja käsittelevä vaiheissa.</li> </ul>
Käyttöikä ja kunnossapitojaksot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Käyttöikä ja kunnossapitojaksot huomioon ottaminen liittyä elinkaaren rajaukseen.</li> <li>Jos käyttöikä ja kunnossapitojaksot otetaan huomioon, niin tietokantaan tarvitaan oletusarvoja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Päästötietokantaan ei laadita tässä hankkeessa kunnossapitojaksoja tai käyttöikää koskevaa taulukkoa. Päästötietokannan sivustolle voidaan kuitenkin sisällyttää Väyläviraston mahdollinen ohje tai taulukko.</li> </ul>
Hukka	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tyyppillinen hukka voisi olla päästötietokannassa päästöarvoon liittyvä lisäindikaattori: <ul style="list-style-type: none"> <li>Standardi FprEN 17472 vaatii hukan huomioon ottamisen</li> <li>Valmistuksen hukka</li> <li>Kuljetuksen aikainen hukka</li> <li>Rakentamisen aikainen hukka mukaan lukien esimerkiksi minimitoimituksiin liittyvät hukat ja mitoitettun suunnitelman ja toteutettun rakenteen välinen ero.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuotteille arvioidaan keskimääräinen hukka rakentamisessa. Hukka annetaan erillisenä tietona.</li> </ul>
Järjestelmärajaukset ja rakennusosien mallintaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Järjestelmärajaukset koskevat päätöksiä järjestelmän eri osien huomioon ottamista tai rajaamista tarkastelun ulkopuolelle.</li> <li>Tarkastelun ulkopuolelle voidaan rajata merkitykseltään vähäisiä (esimerkiksi vähäisen massan pohjalta) osia.</li> <li>Järjestelmärajaukset vaikuttavat panosluettelon sisältöön.</li> <li>Järjestelmärajaukset ovat järjestelmäkohtaisia.</li> <li>Tähän liittyvät myös periaatteet, joilla rakennusosat ja hankeosat laaditaan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Panosluettelo päästöarvoineen laaditaan kohtuullisessa laajuudessa sisältäen noin 500 panosta. Tuoteryhmittäin päästötietojen laatijat keskusteleval valmistajien edustajien ja muiden asiantuntijoiden kanssa pyrkien valitsemaan kuhunkin tuoteryhmään hiilijalanjäljen laskennan kannalta sellaiset keskeiset tuotteet, joiden massamääräinen osuus väylien kokonaisrakenteessa on riittävän suuri merkitsevyyden kannalta.</li> <li>Tietokantaan voidaan sisällyttää myös joitakin rakennusosa- ja hankeosakohtaisia päästöarvoja. Tämä edellyttää kuitenkin, että tietokannan laatija saa käyttöönsä haluttujen osien panoskoostumuksia koskevat tiedot.</li> </ul>

Asia	Näkökohtia	Ehdotukset
Tulevaisuuden skenaariot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiapalveluiden ja polttoaineiden päästökehitys ja sen huomioon ottaminen tai tarkastelun ulkopuolelle jättäminen vaikuttaa huomattavasti päästöarvioiden tulokseen.</li> <li>• Asia on erityisesti energia- ja kuljetusdatan laadinnan kannalta keskeinen kysymys. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kysymyksenä on, laaditaanko energialle ja kuljetuksille päästötietoja aikasarjoina, joissa päästö muuttuu oletetun päästökehityksen mukaisesti.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulevaisuuden skenaarioiden huomioon ottamisesta on laadittu erillinen suunnitelma. Skenaariotyön tavoitteena on arvioida realistista päästökehitystä vuoteen 2020 ja 2030 asti rakennustuoteteollisuuden, kiertotalouden sekä energia- ja kuljetuspalvelujen niillä osa-alueilla, jotka ovat merkittäviä väylärakentamisen päästöjen kannalta. Tavoitteena on myös ehdottaa menettelytapaa ennustetun päästökehityksen huomioonottamisessa väylärakentamisen vaihtoehtojen varhaisessa vertailussa ja valinnoissa.</li> </ul>
Päästöarvon tyyppi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talonrakentamisen tietokannan (SYKE, 2021) laadinnassa tavoiteltu arvo oli tyypillinen arvo Suomessa.</li> <li>• Optimaalista olisi ollut laskea markkinaosuuksilla painotettu keskiarvo. Tämä on kuitenkin mahdoton laatia, koska kaikkea dataa ei ole saatavilla. Näin ollen pyrkimyksenä oli laatia mahdollisimman tyypillinen arvo.</li> <li>• Lisäksi otettiin käyttöön ns. konservatiivinen arvo, joita käyttäen rakennustasoinen tulos täytyy laskea, ellei ole tietoa hankekohtaisista tuotteista.</li> <li>• Menetelmään liittyviä kysymyksiä ovat myös geneerisen tiedon suhde tuote- ja hankekohtaisiin arvoihin.</li> <li>• Infrarakentamisen tietokannan laadintaan tarvitaan tieto <ul style="list-style-type: none"> <li>• halutun päästöarvon tyyppistä</li> <li>• ensisijaisista tiedon lähteistä</li> <li>• EPD-tiedon suhteesta hankekohtaiseen tietoon ja geneeriseen tietoon.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Päästöarvot laaditaan niin, että ne edustavat mahdollisimman hyvin Suomen väylärakentamisessa käytettävien tavanomaisten materiaalien ja muiden panosten tyypillisiä päästöarvoja. Arvoja ei kerrota konservatiivisilla kertoimilla. Konservatiivisten arvojen käyttöön on väylärakentamisessa vähemmän tarvetta ja mahdollisuuksia, koska asia ei kytkeydy lainsäädäntöön ja koska tarjolla on ainakin toistaiseksi vähemmän tuotekohtaista tietoa, jota voisi käyttää korvaamaan konservatiivisia arvoja. Tiedon lähteenä käytetään julkisesti saatavilla olevaa mahdollisimman hyvälaatuista tietoa tämän raportin luvun 5 esityksen mukaisesti.</li> </ul>

## 10 Suunnitelma laatimisen prosessista

Infrarakentamisen päästötietokannan alustavasti määritelty koko on noin 500 infrarakentamisen panosta, joille määritetään päästöarvo. Panostietokannan laatimisessa edetään seuraavien päävaiheiden mukaisesti. Vaiheet eivät välttämättä etene kronologisesti tässä järjestyksessä.

1. Panosluettelo: Alustavaa panosluetteloä käsitellään yhdessä hankkeen ohjausryhmän sekä Rakennusteollisuus RT:n avulla nimettyjen infrarakentamisen ja infrarakentamisen tuotteiden valmistuksen asiantuntijoiden kanssa. Vaiheen tuloksena saadaan tarkennettu luettelo päästötietokannan panoksista. Panosluetteloä käsitellään teemoittain /aihealueittain eri asiantuntijoiden tai asiantuntijaryhmien kanssa.
2. Panosluettelon yhteensopivuus: IHKU-allianssin kanssa tapahtuvan tiedonvaihdon avulla pyritään lisäksi varmistamaan, että panosluettelo on soveltuva ja riittävän kattava uusien rakennusosamallien näkökulmasta. Vaiheen tuloksena luetteloön saatetaan tehdä lisätarkennuksia.
3. Indikaattorit: Päästötietokannan pääindikaattori on hiilijalanjälki. Aikaisempien infrarakentamista koskevien koottujen päästötietojen perusteella, hiilijalanjälki kattaa elinkaaren moduulit A1–A3. Ennen päästöarvojen määrittelyä rajaus tulee kuitenkin tarkistaa. Samalla tarkistetaan hiilijalanjäljen osatekijöiden sisällyttäminen arvoon. Samalla on kuitenkin otettava huomioon tiedon saatavuus. Indikaattorien tarkistusvaiheessa päätetään myös lopullisesti mahdollisten muiden indikaattorien – erityisesti tyypillisen hukka-arvon – huomiointamisesta. Tarkistukset tehdään hankkeen ohjausryhmän kanssa.
4. Päästöarvojen laadinta: Päästötietokannan päästöarvojen laadinnassa ei ole tarkoituksena tehdä elinkaariarvioita, vaan geneeristen päästöarvojen on tarkoitus nojautua julkisesti saatavilla olevaan mahdollisimman asiaankuuluvaan dataan. Tietolähteiden suhteen suunnitelmana on edetä tämän raportin kohdan 5 taulukossa 4 esitetyn menettelyn mukaisesti.
5. Tuotteiden mallintaminen: Panosluetteloön sisältyy useita erityisesti metallisia kappalemaisia tms. infrarakentamisen tuotteita, joiden tyypillisen päästöarvon laadinnassa joudutaan nojautumaan päämateriaalien päästöjä koskevaan tietoon. Näiden tuotteiden suhteen joudutaan kuitenkin tekemään mallinnusta koskien tyypillisten tuotteiden kokoonpanoa, kokoja ja painoja. Mallintamisen suhteen suunnitelmana on edetä tämän raportin kohdan 5 taulukon 4 mukaisesti ja ohjausryhmän kommentteja pyytäen.
6. Muunnosarvojen laatiminen: Elinkaariarviot tehdään tuotesysteemien mallinnettujen materiaali- ja energiavirtatietojen pohjalta. Massan tai energian yksiköt ovat kuitenkin useassa tapauksessa hankalia yksiköitä suunnittelijoiden ja rakentajien näkökulmasta. Päästötiedon käytön helpottamiseksi useiden panosten kohdalla joudutaan määrittämään muunnosarvot, joiden avulla päästötieto ilmoitetaan tietokannan käyttäjille heidän näkökulmastaan asiaankuuluvissa yksiköissä. Muunnosarvojen määrittelyssä hyödynnetään jo olemassa olevan alustavan luettelon arvoja. Tarpeen vaatiessa haetaan myös asiantuntija-apua hankkeen ohjausryhmästä sekä Rakennusteollisuus RT:n avulla nimettyjen muiden infrarakentamisen ja infrarakentamisen tuotteiden valmistuksen asiantuntijoiden taholta.
7. Taustaraporttien laatiminen: Tiedon läpinäkyvyyden varmistamiseksi päästötietojen laadinnasta ja lähteistä kirjoitetaan lyhyt raportti. Raportit tehdään soveltuville ryhmille, ei jokaiselle panokselle erikseen.

8. Alan toiveiden ja tarpeiden huomioon ottaminen: Infrarakentamisen päästötietokannan hanke aloitettiin haastattelemalla alan toimijoita ja sidosryhmien edustajia. Tulokset esitetään tämän raportin kohdassa 8. Päästötietokannan laadinnassa on tarkoituksena edetä jatkuvasti vuorovaikutuksessa infrarakentamisen toimijoiden kanssa. Tiedonvaihtoa ja vuorovaikutusta tapahtuu sekä pienryhmissä asiantuntijoiden kanssa keskustellen (ks. edellä) että isommissa teemaryhmissä sekä järjestettävissä seminaareissa, joissa esitellään hankkeen alustavia tuloksia. Teemaryhmillä tarkoitetaan infra-alan sellaisia keskeisiä osa-alueita edustavia ryhmiä kuten esimerkiksi päällysteet, betonit ja uusiomateriaalit.
9. Panostietokannan alustavan version testaus ja kommentointi: Infrarakentamisen panospohjaisen päästötietokannan ensimmäisen version valmistettua ja hankkeen ohjausryhmän ja tilaajan hyväksytyä alustava tulos tarkoituksena on julkistaa tietokanta koekäyttöä ja kommentteja varten.
10. Tarkistukset ja korjaukset: Tarkistuksien ja koekäytön pohjalta saatujen kommenttien pohjalta tietokantaan laaditaan tarvittavat korjaukset ja mahdolliset täydennykset.

## 11 Suunnitelma tietokannan teknisestä toteutuksesta ja tiedon siirrettävyydestä

Teknisen toteutuksen suunnittelussa on ollut kaksi tärkeää lähtökohtaa, eli synergiat talonrakennuksen kansallisen päästötietokannan kanssa sekä yhteensopivuus IHKU-järjestelmän tietosisältöön. Talonrakennuksen CO2data.fi-tietokannan tapaan halutaan lisäksi luoda yhteinen ja vertailukelpoinen tietopohja mahdollisimman laajaan käyttöön toimialalla.

Panostasoinen tietokanta on lähin yhteinen nimittäjä näille eri tarpeille. Se mahdollistaa erilaisten hanke- ja rakennusosien muodostamisen samoista, yhteisistä panoksista. Panostason joustavaa yhteen toimivuutta rajoittaa kuitenkin yhteisen tunnisteiden puuttuminen. Panokset identifioidaan eri järjestelmissä lähinnä kuvaavien suomenkielisin nimin ja tietokantatason tunniste on järjestelmäkohtainen. Esimerkiksi toisen järjestelmän ”rumpuputki 600 mm, betoni, Br (id:9250)” lienee sama kuin ”Betoniputkirumpu 600 mm Br”, mutta tietoteknisesti nämä eivät ole mitenkään yhteensopivia. CO2data.fi-kannassa jokaiselle panostason tiedolle on yksilöivä tunniste (UUID, Universally unique identifier), joka mahdollistaa yhteentoimivuuden myös eri järjestelmien välillä. Nykyisessä tilanteessa, jossa eri järjestelmissä ei ole yhteistä tunnistetta, joudutaan yhteensovittaminen tekemään kertaalleen käsin ja yhdistämään tieto erillisellä ajolla kuhunkin sellaiseen järjestelmään, jossa on jo olemassa olevat panostiedot.

Käytännössä päästötietojen laatimisen yhteydessä samalla kerätään tunnistetut eri järjestelmien nimet ja tunnisteet edesauttamaan tiedon siirrettävyyttä. Esimerkiksi jollekin panokselle voisi löytyä IHKU-kannan panoksen nimi ja tunniste (järjestelmän sisäinen numero) sekä CO2data.fi-tunniste ja vielä Excel-päästötietokannan panoksen nimi. Tällä tavalla saadaan samalla kerättyä pääosa tiedon siirrettävyyden mahdollistavasta tiedosta. Jatkossa kuitenkin yhteisen päästötietokannan järkevä käyttö vaatii yhteisen tunnisteiden käytön sellaisissa järjestelmissä kuin IHKU, jonne voitaisiin näin jatkuvasti päivittää uusin panoskohtainen päästötieto erillisestä, yhteisestä tietokannasta.

Hankkeen aikana jatketaan hyvin alkanutta vuoropuhelua IHKU-järjestelmän kehittäjien kanssa kokonaisuuden kannalta parhaiden ratkaisujen löytämiseksi. Suunnittelussa lähdetään oletuksesta, että IHKUun päätetään tehdä päästölaskentatoiminnallisuus ja pyritään etukäteen varmistamaan päästötietokannan yhteentoimivuus.

Panostason nimikkeiden lisäksi yksiköt, joita kohden päästötieto annetaan, ovat keskeisiä tiedon siirrettävyyden osalta. CO2data.fi-tietokannassa kaikki materiaalien tiedot ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina kilogrammaa kohden ja osalle tiedoista annetaan muuntokertoimet, joilla voidaan laskea esimerkiksi päästö kuutiometriä kohden. IHKUssa ja Infra 2015 -nimikkeistössä on käytössä laajempi valikoima yksiköitä, mutta itse tietokannan osalta voidaan toimia samalla periaatteella. Infran päästötietokannan käyttöliittymää laadittaessa lienee kuitenkin tarpeellista identifioida oletusyksikkö, jossa tulokset näytetään väärinymmärrysten ja konversiovirheiden välttämiseksi.



Laaditut panostasoiset päästötiedot ja eri järjestelmien integrointiin liittyvät tunnistetiedot kerätään erilliseen kantaan, mutta samalla valmistaudutaan mahdollisuuden viedä tulokset CO2data.fi-tietokantaan, josta ne olisivat avoimesti käytävissä. Esimerkiksi oletusyksikkötieto tullaan lisäämään CO2data.fi-määrittelyyn vuoden 2022 aikana samalla, kun siirrytään koekäytöstä varsinaiseen tuotantokantaan. Varsinaiset päätökset koekäytöstä ja CO2data.fi:n roolista sen suhteen tehdään myöhemmin.

## 12 Lopuksi

Tämä selvityksen tavoitteena oli koota ja laatia lähtöaineisto infrarakentamisen päästötietokannan laatimisen taustatueksi.

Tavoitteena oli tutkia infrarakentamisen päästötietokannan käyttötarpeita eri toimijoiden näkökulmasta. Käyttötarpeita selvitettiin haastattelemalla alan suunnittelijoita, konsultteja, urakoitsijoita ja sidosryhmien edustajia. Haastateltavia oli 36 yhteensä 27 organisaatiosta. Haastattelun tuloksena saatiin koottua sekä tietoa tietokantaan kohdistuvista toiveista ja tarpeista että alan yleisnäkemys tietokannan tarpeellisuudesta. Haastateltavien näkemyksenä oli, että infra-alan päästöarviot on kasvava osa-alue ja suunnitteluprosessin eri vaiheissa tarvitaan välttämättömästi sekä itse tietokantaa että yhtenäistä arviomenetelmää.

Tavoitteena oli lisäksi tehdä yhteenvetoa infrarakentamista koskevan päästötiedon saatavuudesta, infrarakentamisen päästövaikutuksia koskevista tutkimustuloksista ja päästötietokannan laatimisen kannalta keskeisistä standardeista ja muista menetelmistä. Tehty selvitys esittää tietokantatyön pohjaksi yhteenvedot keskeisestä terminologiasta, työn kannalta merkityksellisistä standardeista ja arviointimenetelmistä sekä tiedon lähteistä ja saatavuudesta. Keskeisiä huomioon otettavia standardeja ovat erityisesti standardit EN 15804 (2019) ja EN 17472 (2021).

Taustatietona esitetään myös kirjallisuuteen perustuva katsaus infrarakentamisen osa-alueiden merkityksestä kasvihuonekaasupäästöjen suhteen. Tulosten mukaan esimerkiksi tienrakentamisessa maa-, pohja- ja kalliorakenteet muodostavat yleensä suurimman osan päästöistä ennen käyttövaihetta uudishankkeissa, kun taas päälly- ja pintarakenteet muodostavat yleensä suurimman osan päästöistä ennen käyttövaihetta, saneeraus- ja muuntokohteissa.

Lisäksi esitetään katsaus infra-alan nimikkeistöihin ja laskentajärjestelmiin. Keskeinen nimikkeistö on erityisesti Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Päästötietokantatyön kannalta tärkeää on myös ottaa huomioon olemassa olevat ja kehitteillä olevat laskentajärjestelmät, kuten erityisesti IHKU-järjestelmä, joka sisältää infralaskennan panostasonimikkeitä yhteensä 1 846 kappaletta.

Päästötietokannan laatimisen kannalta tiedon lähteet ja saatavuus ovat tuloksen kannalta ratkaisevia asioita. Päästötietokannan laatimisessa tarvittavat tiedot koskevat paitsi materiaalien, tuotteiden ja palveluiden päästötietoja myös tuotteiden koostumuksia, painoja ja asiaankuuluvia muunnoskertoimia koskevaa asiantuntemusta. Tarpeena on myös asiantunteva tuki koskien sellaisen panosluettelon laatimista, joka parhaiten palvelee rakennusosa- ja hankeosatasoista laskentaa infra-hankkeiden eri vaiheissa. Raportin taulukko 4 esittää arvion todennäköisistä nettelytavoista tietojen hankinnassa sekä tarvittavasta asiantuntijatuesta.

Tietokannan laadinnassa useat arviointimenetelmään liittyvät seikat vaikuttavat keskeisesti lopullisten päästöarvojen muotoutumiseen. Raportin taulukko 10 esittää näihin liittyvän yhteenvedon päätöksenteon avuksi.

Lopuksi esiselvitys esittää suunnitelmat tietokannan laatimisen prosessista (luku 10) sekä teknisestä toteutuksesta (luku 11).

## Lähdeluettelo

- Bergmans, J., Hradil, P., Siakova, A., Strukova, Z., Junak, J. & Li, J. (2019). *Reusability and recyclability of key waste streams*. VTT.
- EN 15804. (2019). *SFS-EN 15804:2012 + A2:2019:en Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products*.
- EN 15804+A1. (2014). *Kestävä rakentaminen. rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt*.
- EN 16757. (2017). *Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Product Category Rules for concrete and concrete elements*. SFS.
- EN 17472. (2021). *Sustainability of construction works - Sustainability assessment of civil engineering works - Calculation methods*. CEN.
- Fazio, S., Zampori, L. & Schryver, A. (2020). *Guide for EF compliant data sets. JRC Technical report*. Noudettu osoitteesta [https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/Guide\\_EF\\_DATA.pdf](https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/Guide_EF_DATA.pdf)
- Greenhouse gas protocol. (2014). *Global Warming Potential Values - 100-year time horizon global warming potentials (GWP) relative to CO2 adapted from the IPCC Fifth Assessment Report, 2014 (AR5)*. Noudettu osoitteesta [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29\\_1.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf)
- Gschösser, F., Wallbaum, H. & Adey, B. (2014). Environmental analysis of new construction and maintenance processes of road pavements in Switzerland. *Structure and Infrastructure Engineering*, 1-24. doi:10.1080/15732479.2012.688977
- Huang, L., Bohne, R., Bruland, A., Jakobsen, P. & Lohne, J. (2015). Life cycle assessment of Norwegian road tunnel. *Int J Life Cycle Assess*, 174-184. doi: 10.1007/s11367-014-0823-1
- Häkkinen, T. (2021). *Emission database for building products, services, and systems. Description of the content of the database and working*. SYKE, Helsinki. Noudettu osoitteesta [file:///D:/Users/E1008180/Downloads/Report\\_database\\_content\\_and\\_methods\\_2021-02-24%20\(2\).pdf](file:///D:/Users/E1008180/Downloads/Report_database_content_and_methods_2021-02-24%20(2).pdf)
- Hämäläinen, I. (2021). *Fuel (road transport)*. Noudettu osoitteesta Rakentamisen päästötietokanta: <https://www.co2data.fi/reports/Transportation-service.pdf>
- IHKU. (2021). *IHKU-laskentapalvelu*. Noudettu osoitteesta <https://ihkuallianssi.fi/ihku-laskentapalvelu/>
- IPCC. (2014). *Greenhouse gas protocol. Global Warming Potential Values - 100-year time horizon global warming potentials (GWP) relative to CO2 adapted from the IPCC Fifth Assessment Report, 2014 (AR5)*. Noudettu osoitteesta <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/>
- ISO 14067. (2018). *ISO 14067:2018(en) Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*.
- Miliutenko, S. (2012). *Life Cycle Impacts of Road Infrastructure Assessment of energy use and greenhouse gas emissions*. Royal Institute of Technology School of Architecture and the Built Environment. Royal Institute of Technology : KTH Architecture and the Built Environment. Noudettu osoitteesta <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:503911/FULLTEXT01.pdf>

- NordLCA. (2021). *NordLCA*. Haettu 21. 6 2021 osoitteesta NordLCA-project Developing LCA for infrastructure management: <https://slideplayer.com/slide/15742706/>
- PAS 2080. (2016). *Carbon management in infrastructure*.
- prEN 17392-1. (2020). *Sustainability of construction works - environmental product declarations - Core rules for road materials - Part 1: Bituminous mixtures*.
- Rakennusteollisuus. (2021). Haettu 21. 6 2021 osoitteesta Kestävän rakentamisen standardit luovat yhdenmukaiset pelisäännöt: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentaminen-ja-vaaralliset-aineet/CENCT-350-Kestava-rakentaminen/>
- Rakennustieto. (2009). *Infra2006-nimikkeistö*. Helsinki: Rakennustieto. Noudettu osoitteesta [https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/pdf/Infra2006\\_mm\\_ver2\\_1.pdf](https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/pdf/Infra2006_mm_ver2_1.pdf)
- Rakennustieto. (2015). *Infra 2015. Rakennusosa- ja hankeosanimikkeistö. Määrämittausohje*. Rakennustietosäätiö RTS. Noudettu osoitteesta [https://www.rakennustieto.fi/html/liitteet/infraryl/Infra\\_2015\\_Maaramittausohje.pdf](https://www.rakennustieto.fi/html/liitteet/infraryl/Infra_2015_Maaramittausohje.pdf)
- Ramboll Finland Oy. (2021). *Hämeentien CO<sub>2</sub>-päästölaskenta ja ilmastoviisaattarkastelut*. Helsinki: Helsinki. Noudettu osoitteesta <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/aineistot/aineistoja-30-20.pdf>
- Rapal Oy. (2011). *Katu- ja puisto-osaston toiminnan hiilidioksidipäästöt vuonna 2009*. Katu- ja puisto-osasto. Espoo: Helsingin kaupungin rakennusvirasto.
- Rapal Oy. (2011). *Katu- ja puisto-osaston toiminnan hiilidioksidipäästöt vuonna 2010*. Katu- ja puisto-osasto. Espoo: Helsingin kaupungin rakennusvirasto.
- Rapal Oy. (2015). *CO<sub>2</sub>-päästö- ja kustannusohjaus mallipohjaisesti CASE Pissararata*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. Helsinki: Liikennevirasto. Noudettu osoitteesta [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120934/lts\\_2015-47\\_978-952-317-134-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120934/lts_2015-47_978-952-317-134-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rapal Oy. (2019). *CO<sub>2</sub>-laskennan pilotointi VT5tulokset*. Rapal Oy. Väylävirasto.
- Rapal Oy. (2019b). *Päästölaskennan kehityshanke*.
- Rapal Oy. (2021). *Myllykosken raiteenvaihtopaikka ja laiturijärjestelyt-hankkeen CO<sub>2</sub>-päästölaskenta*. Väylävirasto.
- Soimakallio, S. (2020). *Specific emissions for district heat, district cooling and electricity used in buildings*. Noudettu osoitteesta <https://www.co2data.fi/reports/REPORT-ENERGY-SERVICE-02022021.pdf>
- SYKE. (2021). *Rakentamisen päästötietokanta*. Noudettu osoitteesta [co2data.fi](https://www.co2data.fi)
- Trunzo, G., Moretti, L., & D'Andrea, A. (2019). *Life Cycle Analysis of Road Construction and Use*. Rooma: MDPI. Noudettu osoitteesta <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/2/377>
- Uusioaines. (2018). *Foamit vaahtolasi EPD-kortti*. Noudettu osoitteesta <https://foamit.fi/wp-content/uploads/2019/06/Foamit-EPD.pdf>
- Vares, S. (2019). *Kaupunki- ja tieinfrapanoksien CO<sub>2</sub>e*. VTT.
- Vares, S. (2021). *Ready mix concrete*. Noudettu osoitteesta Rakentamisen päästötietokanta: <https://www.co2data.fi/reports/Concrete-ready-mix-1.pdf>

- VTT. (2017). *LIPASTO*. Noudettu osoitteesta LIPASTO Liikenteen päästöt:  
<http://lipasto.vtt.fi/index.htm>
- Väylävirasto. (2020). *Helsinki –Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden YVA*. Helsinki: Väylävirasto. Noudettu osoitteesta  
[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Ymparistovaikutusten\\_arviointi/YVAhankkeet/Vaylaviraston\\_HelsinkiTurku\\_nopea\\_junayhteys](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/Vaylaviraston_HelsinkiTurku_nopea_junayhteys)
- Väylävirasto. (2020). *Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020*. Noudettu osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-41\\_infrabetonien\\_valmistus\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-41_infrabetonien_valmistus_web.pdf)
- Väylävirasto. (2021). *Infrastruktuurihankkeiden elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan kehitys. CASE-tarkastelut ratahankkeiden elinkaaren CO2-päästövaikutuksista*. Väylävirasto.
- Väylävirasto. (2021). *Ohjeen vo 41/2020 tarkennus*. Noudettu osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-41\\_tarkennuksia\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-41_tarkennuksia_web.pdf)
- WSP Finland Oy. (2018). *Isoroban peruskorjauksen päästölaskenta*. Helsinki: Helsingin kaupunki.
- YM. (2021). *Luonnon ympäristöministeriön asetukseksi rakennuksen ilmastaselvitykseksi*. Noudettu osoitteesta <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=0b297461-cdee-4657-9a4e-d2791315257d>
- Ympäristöministeriö. (2019). *Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä*. Helsinki: Ympäristöministeriö.



Väylävirasto  
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745  
ISBN 978-952-317-947-9  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)