

Toteutussuunnitelman CO₂e-päästöt, Turun raitiotie

12.11.2025

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.



Sisältö

1. Työn tausta ja laskentamenetelmät
2. Raitiotien infra
 - 2.1. Laskentaoletukset
 - 2.2. Tulokset
3. Varikkorakennus
 - 3.1. Laskentaoletukset
 - 3.2. Tulokset
4. Kokonaispäästöt ja tulosten tarkastelu

Työn tausta ja laskentamenetelmät

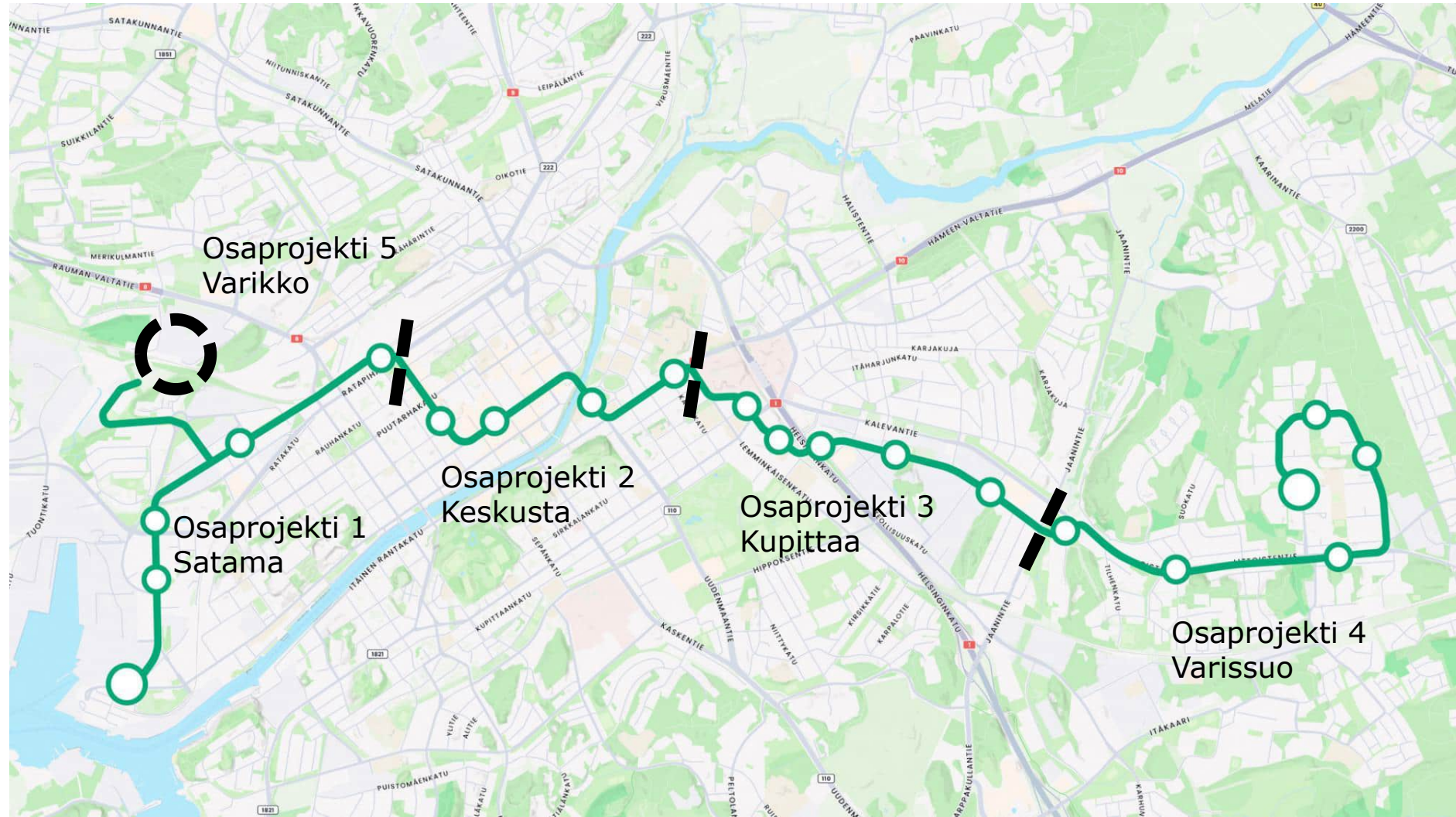
Toteutussuunnitteluvaihe

- Päästöjen laskenta suoritettiin Satama- Varissuo –raitiotien toteutussuunnitteluvaiheessa allianssin määrälaskennan ja alustavien katusuunnitelmien perusteella syys-lokakuussa 2025.
- Tämä raportti käsittelee raitiotien rakentamisesta aiheutuvia ilmastovaikutuksia
 - Päästölaskenta on jaettu erikseen:
 - infrarakentamiseen, joka sisältää raitiotien sekä siihen liittyvän kunnallistekniikan ja katualueiden rakentamisen päästöt. Raitiotien sähkönsyöttöasemat sisällytettiin infrarakentamisen päästöihin.
 - talorakentamiseen, joka kattaa raitiotien varikkorakennuksen rakentamisen päästöt



Raitiotien reitti

- Suunnitteilla olevan raitiotien reitin pituus on 12 km ja raitiotien suunnittelu on jaettu viiteen osaprojektiin
- Osaprojekti 1: Satama-Ratapihankatu
- Osaprojekti 2: Humalistonkatu-Hämeenkatu
- Osaprojekti 3: Kiinamylynkatu-Jaanintie
- Osaprojekti 4: Jaanintie-Varissuon päätepysäkki
- Osaprojekti 5: Varikko ja varikon 1,1 km pituinen yhdysraide



Raitiotien CO2e-päästölaskennat

Yleissuunnitelman päästöt

- Ei vertailukelpoinen muiden laskentojen kanssa erilaisten laskentamenetelmien ja laajuuden takia

Toteutussuunnitelman päästölaskenta

- Käsitellään tässä raportissa
- Varikkorakennuksen osalta toimii lähtötasolaskentana

Rakennusvaiheen päästölaskenta ja -seuranta

Päästölaskennan lähtötaso

- Lähtötietona yleissuunnitelman mukaiset ratkaisut, yleissuunnitelmasta tarkennettuja määrätietoja sekä alustavia arvioita tulevista rakenteista.
- Vain OP1-OP4

Varikkorakennuksen tarkennettu päästölaskenta

- Tehdään varikon suunnittelun edetessä

2023

2024

2025

2026

-

2031

Laskentamenetelmät

- Infran päästölaskenta on suoritettu Väyläviraston [Infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmän](#) mukaisesti. Laskennassa huomioidaan rakentamisen aikaiset päästöt (A1-A5) sekä rakennustuotteiden uusimisen päästöt (B4).
- Varikkorakennuksen laskenta suoritettiin hyödyntäen Ympäristöministeriön julkaisemaa rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmää (versio:2021) huomioimalla viereisen taulukon mukaiset elinkaaren vaiheet.
- Vähähiilisyden arviointeihin liittyvät käsitteet:
 - **Hiilijalanjälki** on laskettu moduulien A-C negatiivisten ilmastovaikutusten summana.
 - **Hiilikädenjäljellä** tarkoitetaan sellaisia ilmastohyötyjä, joita rakennuksen elinkaaren aikana voidaan saavuttaa ja joita ei syntyisi ilman rakennushanketta. Hiilikädenjälki kuuluu YM:n menetelmän mukaiseen laskentaan, mutta se ei ole osa tämän raportin sisältöä, sillä hiilikädenjäljestä tehdään erillinen, koko hankkeen kattava, arviointi.

Elinkaaren vaihe																		
A1-A3			A4-A5		B1-B8						C1-C4		D					
Tuotevaihe			Rakentamisvaihe		Käyttövaihe						Elinkaaren loppuvaihe		Potentiaaliset hyödyt ja haitat					
Raaka-aineiden hankinta	Kuljetus	Valmistus	Kuljetus	Rakentaminen ja asentaminen	Käyttö	Kunnossapito	Korjaaminen	Uusiminen	Laajamittainen korjaaminen	Energian käyttö	Veden käyttö	Käyttäjien hyödyntäminen	Purkaminen	Kuljetus	Käsittely	Loppusijoitus	Tuotejärjestelmän ulkopuoliset hyödyt ja haitat, uudelleenkäyttö, kierrätys, energiakäyttö ja muu talteenotto	Hyödykkeiden vieminen toiseen tuotejärjestelmään
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D1	D2

Laskentaan sisällytetyt elinkaaren vaiheet korostettuna (Väylävirasto 43/2023, Infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmä; Ympäristöministeriö, Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä (versio 6/2021)).

Infran ja varikkorakennuksen laskenta

Vain varikkorakennuksen laskenta

Laskentatyökalut ja lähtötiedot

Infra

- Laskentaohjelmalla käytettiin Rambollin omaa ZeroInfra-päästölaskentatyökalua.
- Toteutusvaiheen laskennassa lähtötietona on käytetty allianssin syyskuussa 2025 tuottamaa määrälaskentaa.
- Päästöarvojen lähteenä materiaalien, työkoneiden ja kuljetusajoneuvojen osalta on käytetty SYKE:n infrarakentamisen päästötietokantaa (co2data.fi/infra). Työkoneiden työsaavutusten lähteenä on käytetty Ihku-laskentapalvelun tietoja.
- Laskennan tarkemmat oletukset on esitetty infran laskentaoletuksissa sivulla 10-12.

Varikkorakennus

- Laskentaohjelmalla käytetty OneClickLCA ja ohjelman antamat oletukset kuljetusmatkoille, rakennusosien käyttäjälle sekä elinkaaren jälkeisille skenaarioille.
- Laskennassa käytetyt määrätiedot perustuvat pääosin määrälaskennan mukaisiin määriin (18.8.2025)
 - Näitä on täydennetty puuttuvilta osin rakennesuunnittelun tiedoilla
- Varikon sähkön ja kaukolämmön kulutustiedot perustuvat varikon LVIAS-suunnittelijoilta tulleisiin tietoihin
- Laskennassa on käytetty kansallisen päästötietokannan päästöarvoja tuotteille aina kuin mahdollista (<https://co2data.fi/rakentaminen/>).
- Laskennan tarkempi rajausta, päästöjen määrittäminen elinkaaren eri vaiheissa sekä tarkemmat oletukset on esitetty varikon laskentaoletuksissa sivulla 19.

Raitiotien infra

Laskentaoletukset

Laskentaoletukset

- Kunnallistekniikka ja johtosiirrot:
 - Kaivumäärät vesihuoltoputkistoille 3 m³/m, niissä kaivannoissa, joissa putkia 1-2 kpl/kaivanto sekä 4 m³/m, niissä kaivannoissa, joissa putkia 3-4 kpl/kaivanto. Kaukolämpö- ja telekaapeleille kaivumäärä 1 m³/m.
 - Ponttiseinillä tuettavien kaivantojen keskimääräinen arvioitu syvyys 4 m.
 - Väliaikaisia teräsponttiseiniä on oletettu käytettävän 6 kertaa.
- Sähkönsyöttöasemat:
 - Rakenteiden määrätiedot perustuvat raitiotien sähkönsyöttöasemien periaatepiirustusluonnokseen (28.3.2025)
 - Varikon sähkönsyöttöaseman määrätiedot perustuvat varikon määrälaskentaan (18.8.2025)
- Kuljetusmatkat on arvioitu seuraavanlaisesti laskentaa varten:
 - Teräspaalut 600 km (oletusetaisyys Turkuun)
 - Maaleikkausmassat 13-22 km (osaprojektikohtainen matka maanvastaanottoalueelle)
 - Kiviainekset 14-22 km (osaprojektikohtainen matka kiviainesasemalta)
 - Välivarastointi 5 km (oletusetaisyys hankkeella)
 - Muut rakennusmateriaalit 20 km (oletusetaisyys Turun seudulla)
- Varikon infra
 - Infran päästöissä on huomioitu varikon jätekatos sekä varikkorakennuksen paalulaatta. Rajaus varikkorakennuksen ja varikon infrarakenteiden välillä menee alapohjan ja paalulaatan kohdalla.

Laskentaoletukset

- Vähäpäästöinen betoni raitiotierakenteissa:
 - Paalulaatan ja raitiotielaatan osalta on oletettu, että GWP.70 betonia voidaan käyttää 70 % kyseisten rakenteiden hankkeen kokonaismääristä.
 - Teräsputkipaalujen betonoinnin osalta on oletettu, että GWP.70 betonia voidaan käyttää 100 % kyseisen rakenteen hankkeen kokonaismäärästä.
- Työkoneiden polttoaine:
 - Työkoneissa on varauduttu käyttämään 100 % biopolttoainetta.
- Betonimurske katujen jakavassa kerroksessa:
 - Laskennassa on oletettu, että radan varrella, Joukahaisenkadulla, Ilmattarenkadulla ja Kirstinpolulla jakavissa kerroksissa kalliomurskeesta 70 % voidaan korvata betonimurskeella.
 - Noin puolet tarvittavasta betonimurskeesta saadaan hankkeelta ja noin puolet hankitaan muualta. Hankkeella purettavista betonirakenteista mm. silloista ja betonikiveyksistä sekä betonipaalujen hukasta ja betonipumppujen valuhukasta syntyy betonijätettä, mikä jalostetaan murskeeksi.
- Kierrätyskelpoiset leikkausmassat:
 - Vanhojen katurakenteiden leikkausmassoja on oletettu käytettävän täytöissä ja rakennekerroksien alaosissa kalliomurskeen sijaan.
- Hankkeella kierrätettävät luonnonkivet:
 - Hankkeella purettavista graniittista reunakivistä on oletettu käytettävän uudelleen 90 % ja nupu/noppakivistä 50 %.

Laskentaoletukset

- Rakennustuotteiden uusimisen (elinkaaren vaihe B4) laskennassa käytetyt käyttöikä tiedot katu- ja raitiotierakenteiden osalta on koottu oheiseen taulukkoon.
- Lähteinä tiedoille on käytetty mm. Turun raitiotien suunnitteluohjeita, materiaalitietoja, asiantuntija-arvioita sekä muita selvityksiä ja opinnäytetöitä.
- Materiaalien käyttöikä tiedot perustuvat arvioihin ja ne voivat vaihdella rataosuuskohtaisesti. Esimerkiksi kiskojen käyttöikä voi olla suoralla radalla 25 vuotta, kun taas kaarteissa käyttöikä on pienempi.
- Taulukossa on vain alle 50 vuoden välein uusittavat rakennusosat. Maa- ja pohjarakentamisen, kunnallistekniikan ja sähkönsyöttöasemien osalta oletuksena on, että rakennusosia ei uusita 50 vuoden aikana. Pohjanvahvistusten käyttöikä on jopa 100 vuotta.

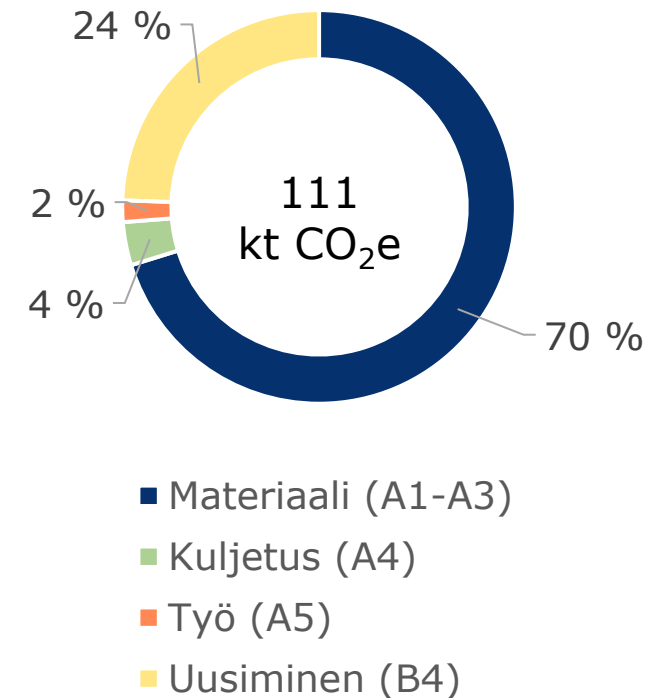
InfraRYL koodi	Nimike	Käyttöikä	Lähde
2141.11	Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB	6	Väylävirasto, Vt 6 Korian kohta -hankkeessa pilotoidaan päästölaskentaa, artikkeli, 2025
2141.11	Kivimastikiasfaltti SMA	8	Väylävirasto, Vt 6 Korian kohta -hankkeessa pilotoidaan päästölaskentaa, artikkeli, 2025
2143.11	Betonikivet	25	Tielaitos, Taajamapäälysteet ja reunatuet, 1997
2144.1	Kivituohkapäälyste	20	Asiantuntija-arvio
2149	Valubetonilaatta raiteiden väliin	30	Asiantuntija-arvio
2211.21	Upotettava betoninen reunatuki	25	Tielaitos, Taajamapäälysteet ja reunatuet, 1997
2321.1	Viherraitteen nurmi	20	Asiantuntija-arvio. Koskee vain kiskojen välissä olevaa kasvillisuutta.
2421.4	60R2 kisko	22	Asiantuntija-arvio. Keskiarvo suorien ja taivutettavien kiskojen käyttöiän ja raidemetrien perusteella.
2421.4	49E1 kisko	23	Asiantuntija-arvio. Keskiarvo suorien ja taivutettavien kiskojen käyttöiän ja raidemetrien perusteella.
4110	Reunapalkki	40	Katariina Martikkala, Siltojen elinkaaripäästöjen vertailu siltatyypeittäin, opinnäytetyö, 2022
4214	Sillan tukirakenteiden verhoukset	10	Väylävirasto, SILKO 2.252, Betonirakenteet, 4/2019
4231/4213	Vedeneristys	40	Väylävirasto, SILKO 2.811, Kannen pintarakenteet, 3/2018
4233.1	Asfaltointi	10	Martikkala K., Siltojen elinkaaripäästöjen vertailu siltatyypeittäin, opinnäytetyö, TAMK, 2022
4245	Kuivatuslaitteet	40	Väylävirasto, SILKO 2.632, Kuivatuslaitteet, 1/2022

Raitiotien infra

Tulokset

Infrarakentamisen kokonaispäästöt

- Raitiotien infrarakentamisen toteutussuunnitelman mukaiset kokonaispäästöt ovat n. 111 kt CO₂e
 - Rakentamisen (elinkaaren vaiheet A1-A5) osuus kokonaispäästöistä on n. 84 kt CO₂e eli n. 76 %
 - Rakennustuotteiden uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden ajalla ovat n. 27 kt CO₂e eli n. 24 %
- Päästöjä syntyy n. 8,5 t CO₂e/rata-m (mikäli vain rakentamisen aikaiset päästöt huomioidaan, päästöjä syntyy n. 6,4 t CO₂e/rata-m)
 - Muissa raitiotiehankeissa rakentamisen aikaiset päästöt ratametriä kohden ovat vaihdelleet 4 - 10 t CO₂e/rata-m välillä, mutta lukemat eivät ole suoraan vertailukelpoisia laskentojen erilaisen sisällön ja oletusten takia
- Uusimisen päästöjä syntyy n. 42 kg CO₂e/rata-m/vuosi



Rakentamisen aikaiset päästöt

- Suurimmat päästölähteet tekniikkalajeittain:
 - Maa- ja pohjarakentaminen: paalulaattojen teräspaalut
 - Kunnallistekniikka: kaivantojen teräspontit
 - Katu- ja katuympäristö: rakennekerrokset ja betonikiveykset
 - Raitiotien päällysrakenne: kiskot ja raitiotielaatat

- Suurin yksittäinen päästölähde on pohjanvahvistuksissa käytettävät teräspalkkipaalut, joiden päästöt ovat yhteensä n. 12 690 t CO₂e eli n. 15 % rakentamisen aikaisista kokonaispäästöistä

- Teräspalkkipaalujen päästöjä selittää niiden suuri määrä sekä teräksen valmistuksen päästöintensiteetti. Päästöissä on huomioitu myös teräspaalujen betonointi.

Päästöt (tCO ₂ e)	Materiaali (A1-A3)	Kuljetus (A4)	Työ (A5)	Uusiminen (B4)	Kokonaispäästöt	%-osuus
Maa- ja pohjarakentaminen	34 200	2 070	680	0	36 940	33
Kunnallistekniikka ja johtosiirrot	5 590	260	240	0	6 080	5
Katu- ja katuympäristö	12 750	1 110	570	8 560	22 970	21
Sillat ja taitorakenteet	6 160	230	100	350	6 820	6
Raitiotien päällysrakenne	16 090	130	320	18 290	34 810	31
SSA talorakenteet	470	60	60	0	590	1
PIMA	0	70	20	0	90	0
Varikon paalulaatta ja jätekatos	2 810	50	10	0	2 860	3
YHT	78 030	3 950	1 970	27 190	111 130	100

Rakennustuotteiden uusimisen päästöt

- Rakennustuotteiden uusimisen (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjakson aikana ovat yhteensä n. 27 kt CO₂e
 - Päästöjä syntyy erityisesti raitiotien kiskojen uusimisesta, jonka päästöt ovat n. 16 850 t CO₂e eli n. 62 % kaikista uusimisen päästöistä
 - Katurakentamisessa käyttövaiheen aikaisia päästöjä syntyy asfaltin ja betonikiveyksien uusimisesta syntyy n. 9 250 t CO₂e eli n. 34 % uusimisen kokonaispäästöistä
 - Siltojen osalta uusimisen päästöjä syntyy n. 350 t CO₂e eli n. 1,3 % uusimisen kokonaispäästöistä
- Rakennustuotteiden käyttöikä tiedot löytyvät laskentaoletuksista sivulta 12
- Uusimisten päästölaskennassa ei ole huomioitu kuka uusimisista vastaa (Turun raitiotie tai Turun kaupunki)



Varikkorakennus

Laskentaoletukset

Kohteen perustiedot

Arviointikohteen perustiedot	
Rakennuskohteen nimi	Iso-Heikkilän raitiovaunuvarikko
Osoite	Kiertotähdentie, 20200 Turku
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Muu rakennus, Liikenteen rakennus
Rakennuksen suunniteltu käyttäjämäärä	n/a
Rakennuspaikan pinta-ala	n/a
Rakennuksen tavoitteellinen käyttöikä	50 v.
Valmistumisvuosi	n/a
Bruttoala	10 239 m ²
Lämmitetty nettoala	9215 m ² (0,9x bruttoala)
Kantavien rakenteiden pääasiallinen rakennusmateriaali	Teräs
Energialuokka ja Laskennallinen ostoenergian kulutus *	KL: 1 012 830 kWh/a Sähkö: 845 880 kWh/a
Pysäköinti	Kuuluu Infralaskennan laajuuteen
Piharakenteet ja viherkaton kasvillisuuskerros	Ei huomioida laskennassa

Arvioinnin lisätiedot	
Kerrosten lukumäärä	1-3
Kellarikerrosten lukumäärä	1 (osittainen) Väestönsuoja n 104,5 m ²
Lämmitys- ja jäähdytysmuoto	Laskentaohjelman oletus, KL, Vesikiertoinen
Perustus	Paaluille ja paalulaatan päälle
Julkisivu	PVP elementti teräslevyjulkisivulla
Vesikatto	vaneri, mineraalivillaeriste, kaksikerroksinen bitumikermikate, viherkatto
Ylä-, ala- ja välipohjat	Yläpohja, poimulevy Alapohja paalulaatan päällä oleva kuitubetonilaatta Välipohja, Teräsbetonilaatta

Laskentaoletukset

- Laskennassa käytetyt määrätiedot perustuvat pääosin määrälaskennan mukaisiin määriin (18.8.2025)
- Näitä on täydennetty puuttuvilta osin rakennesuunnittelun tiedoilla
- Varikon sähkön ja kaukolämmön kulutustiedot perustuvat varikon LVIAS-suunnittelijoilta tullessiin tietoihin
- Talotekniikkajärjestelmien laskennassa on käytetty neliöpohjaista arvoa (CO2data.fi, Muu rakennus, liikenteen rakennus)
- Rakennuspaikan laskenta kuuluu infralaskennalle. Rajaus menee alapohjan ja paalulaatan kohdalla
- Rakennuspaikan laskentaohjeita mukaillen huoltohallin ja keskiosan katolla olevan maksaruohokaton kasvi ja multamassa ei kuulu laskentalaajuuteen.
- Varikon käyttöön liittyvän radan rakenteet, myös varikon sisällä, kuuluu Infrarakenteiden laskentasisältöön.

Laskentaohjelma:	One Click LCA
Arviointijakso	50 vuotta
Laskentamenetelmä ja standardit	YM Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (versio 6/2021)
Kuljetusmatkat	laskentaohjelman oletusten mukaiset
Materiaalien ja rakenteiden käyttöikä	laskentaohjelman oletusten mukaiset

Tarkasteltavat rakenneosat

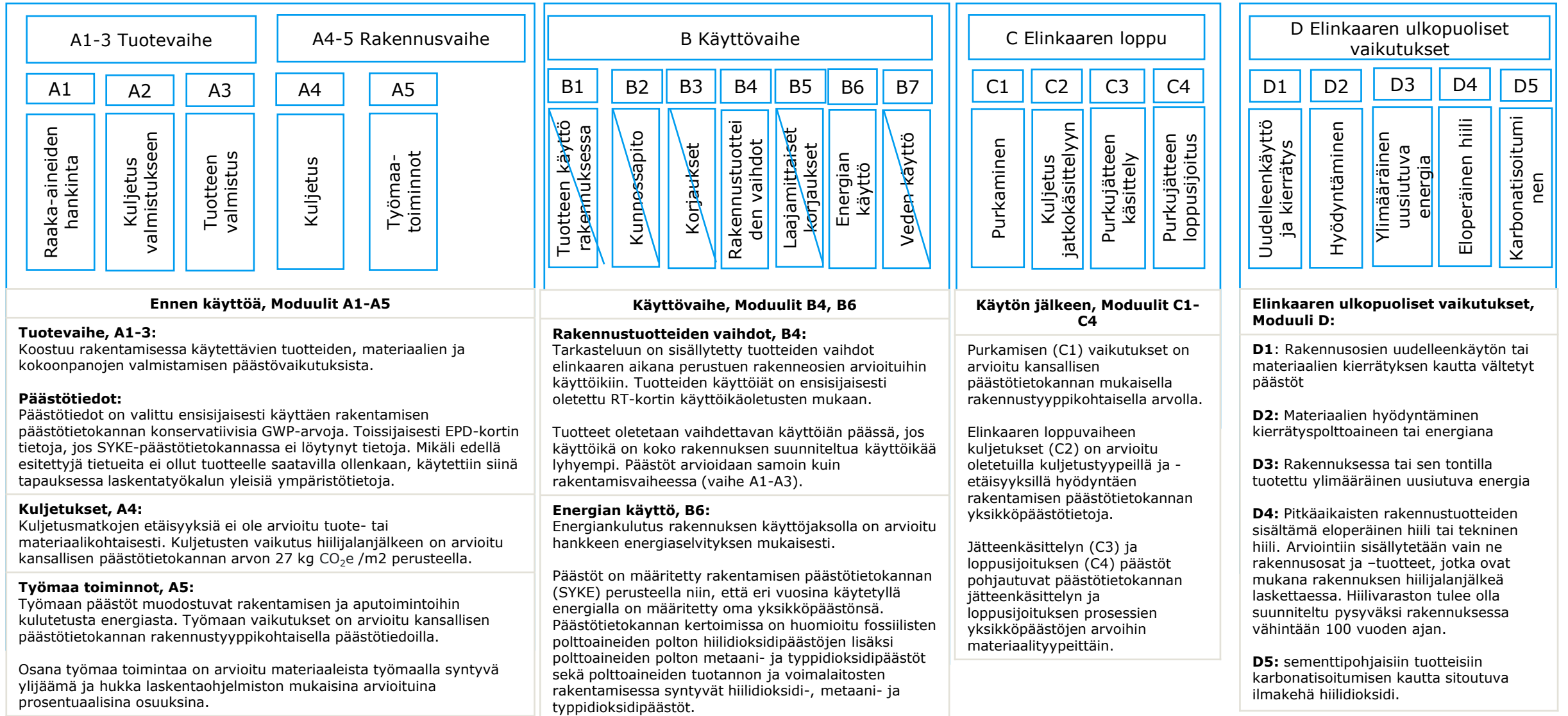
Laskennassa tarkasteltavat rakenneosat (YmA 1027/2024)		Sisällytetty laskentaan
Tontin rakenteet	111 Maatyöt	-
	112 Tuennat ja vahvistukset	-
	113 Päällysteet	-
	115 Alueen rakenteet	-
Kantavat rakenteet	121 Perustukset	-
	122 Alapohjat	X
	1231 Väestönsuoja	X
	1232 Kantavat väliseinät	X
	1235 Välipohjat	X
	1236 Yläpohjat	X
	1237 Runkoportaat	X
	1241 Ulkoseinät	X
	1242 Ikkunat	X
	1243 Ulko-ovet	X
	1250 Ulkotasot	X
	1260 Vesikatot	X
Kevyet rakenteet	131 Tilan jako-osat	X
	132 Tilapinnat	X
	1331 Kiintokalusteet	X
	134 Hormit ja tulisijat	-
	135 Tilaelementit	-
Talotekniikka	Talotekniikka (lämmitys-, jäähdytys, vesi-, viemäri, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmät)	X
	2511 Hissit	X

- Vasemmalla olevassa taulukossa rastilla merkityt rakenneosat on huomioitu laskelmassa
- Laskentamenetelmän mukaisesti ilmastaselvityksen tulokset raportoidaan erikseen rakennukselle ja rakennuspaikalle. **Molemmissa tuloksissa käytetään jakajana rakennuksen lämmitettyä nettoalaa.**
- Tässä raportissa rakennuspaikan päästöt on jätetty pois, koska ne ovat osa infran laskentaa
- Talotekniikkajärjestelmien sitoutuneet päästöt on arvioitu kansallisen tietokannan (CO2data.fi) rakennuksen pinta-alaan (l.netto-m2) perustuvalla rakennustyyppin mukaisella päästöarvolla.

Kohteen tarkasteltavat rakenneosat ja rakennetyypit sekä päästötiedon lähde

Laskennassa tarkasteltavat rakenneosat (YmA 1027/2024)	Sisällytetty laskentaan	Rakenne	Päästötiedon lähde, mikäli ei CO2data.fi (konservatiivinen)	
Kantavat rakenteet	121 Perustukset	-		
	122 Alapohjat	X	Paalulaatta 800-400 mm, EPS-eristelevyt 200...150 mm, muovimembraanit	Muovimembraanit, One Click LCA
	1231 Väestönsuoja	X	PV-teräsbetoni: Alapohja 400 mm Paalulaatta, seinät 300 mm, holvi 400 mm	
	1232 Kantavat seinät	X	Väliseinät teräsbetoni 200 mm	
	1233 Pilarit	X	Peruspilarit, PV pilarit 500mmx500mm, Elementtipilarit 400mmx400mm	
	1234 Palkit	X	Kantavat teräspalkit	
	1235 Välipohjat	X	Ontelolaatat 320 mm, pintavalu 100 mm, ritilätasot	Ritilätasot, One Click LCA
	1236 Yläpohjat	X	Ontelolaatat 265 mm, kallistusbetoni 20 mm, Kivivillaeriste, Bitumikermi VE80,	
	1241 Ulkoseinät	X	PVP-elementti, sandwich-elementit	EPD Areco Spirit Panel (Sandwich-element) 240 mm, EPD Paroc AST E, AST F and AST F+ stonewool sandwich panels
	1242 Ikkunat	X	Puu-alumiini-ikkuna kolminkertaisella lasilla	
	1243 Ulko-ovet	X	Puurunkoiset ulko-ovet, metalliset taitto-ovet	Puurunkoiset ulko-ovet: EPD Generic exterior doorset manufactured in Finland
	1250 Ulkotasot	X	Ulkokatoksen laatta, Ulkokatoksen katto poimulevy, ulkokatoksen teräs pilarit	
	1260 Vesikatot	X	Bitumikermi VE80, Poimulevy, maksaruohokatto, suodatinkangas, säänkestävä vaneri	
Kevyet rakenteet	131 Tilan jako-osat	X	Teräsranka väliseinät, kipsilevyt 13 mm MP, tasoite MP, Betoniseinä 200mm	
	132 Tilapinnat	X	Tasoitteet, maalit, lattia pinnat	
	1331 Kiintokalusteet	X	Keittiökaapit, kylpyhuoneen allaskaapit	
	134 Hormit ja tulisijat	-		
	135 Tilaelementit	-		
Talotekniikka	Talotekniikka (lämmitys-, jäähdytys, vesi-, viemäri, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmät)	X	Käytetty kansallisen päästötietokannan vakioarvoa muu-rakennus talotekniikalle	
	2511 Hissit	X	Henkilöhissi	

Elinkaaren vaiheet ja systeemirajaus



Varikkorakennus

Tulokset

Hiilijalanjälkilaskennan tulokset

Rakennuksen ilmasto-vaikutukset rakennusosittain

Elinkaaren päästöt	kgCO ₂ e /m ² /a
Rakennusosat	
1220 Alapohjat ja muurit	3,49
1233-4 Runko: Kantava runko	3,88
1235 Runko: Välipohjat	1,28
1236 Runko: Yläpohjat, sis vesikatto	2,52
1237 Runko: Väestönsuoja	0,16
1240-41 Julkisivu: & Ulkoseinät	1,67
1242 -43 Julkisivut: Ikkunat ja ovet	0,32
1250 Ulkotasot	0,07
Tilaosat	
1311 Väliseinät: Väliseinät ja ovet	0,74
1320 Pintarakenteet ja tilapinnat	0,09
1330 Tilavarusteet	0,02

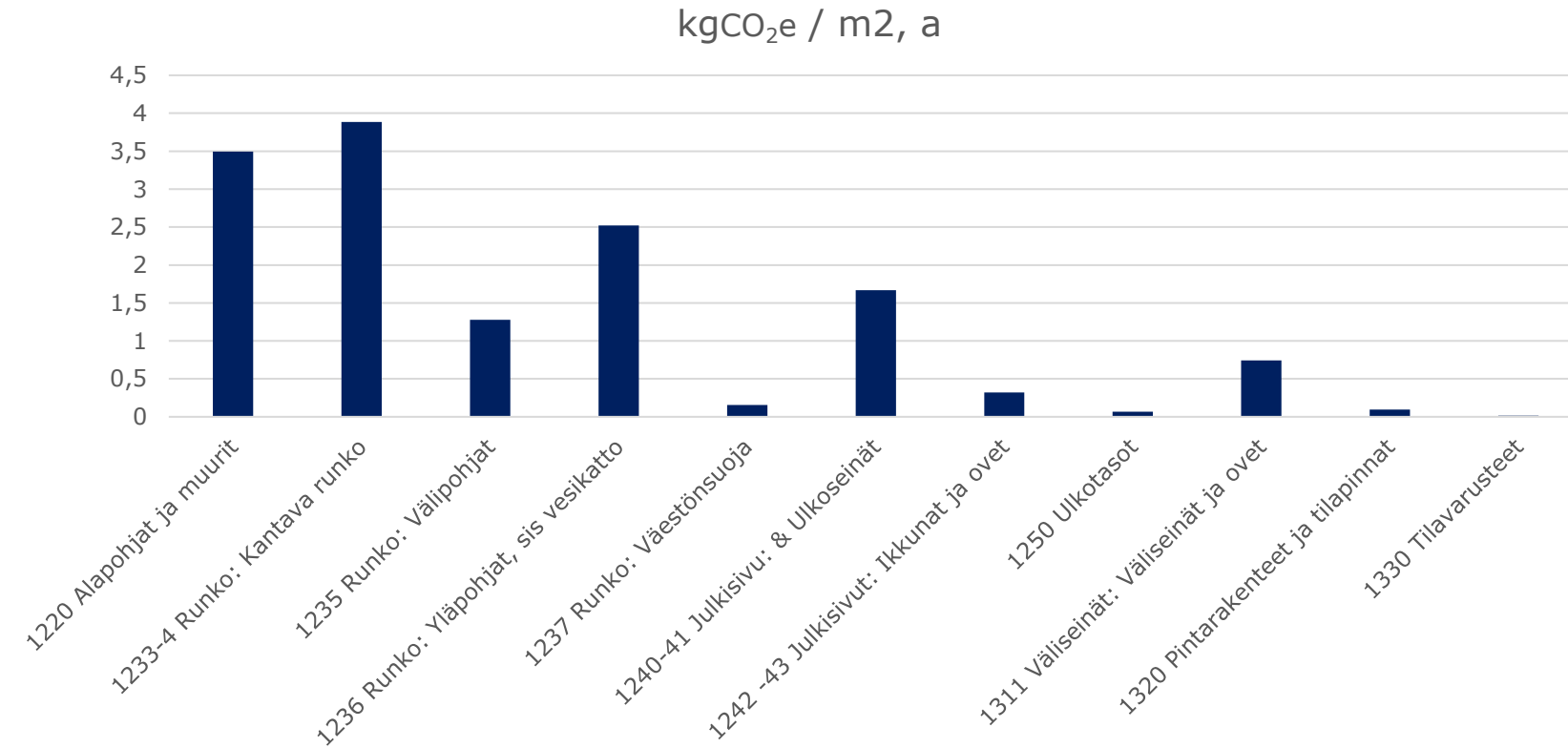
Elinkaaren päästöt	kgCO ₂ e /m ² /a
Talotekniikka, lämmitysjärjestelmät	4,48
Hissit	0,05
Kaukolämmön kulutus (B6)	3,76
Purkaminen (C1)	0,2
Rakentaminen (A5)	1,04
Sähkön kulutus (B6)	3,01

*m² kuvaa lämmitettyä nettoalaa

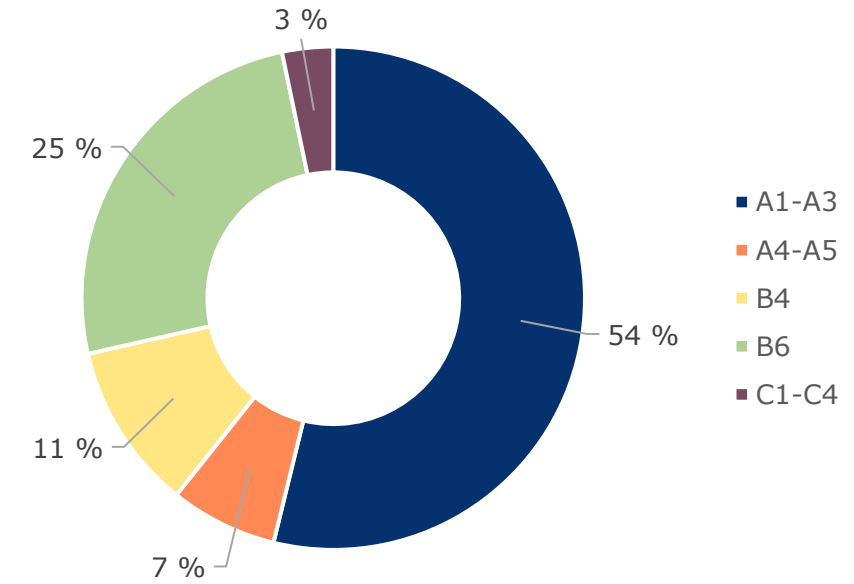
Hiilijalanjälkilaskennan tulokset

Rakennuksen ilmasto-vaikutukset koko elinkaaren aikana

Varikon hiilijalanjäljeksi arvioidaan muodostuvan n. 26 kgCO₂e/m²/a



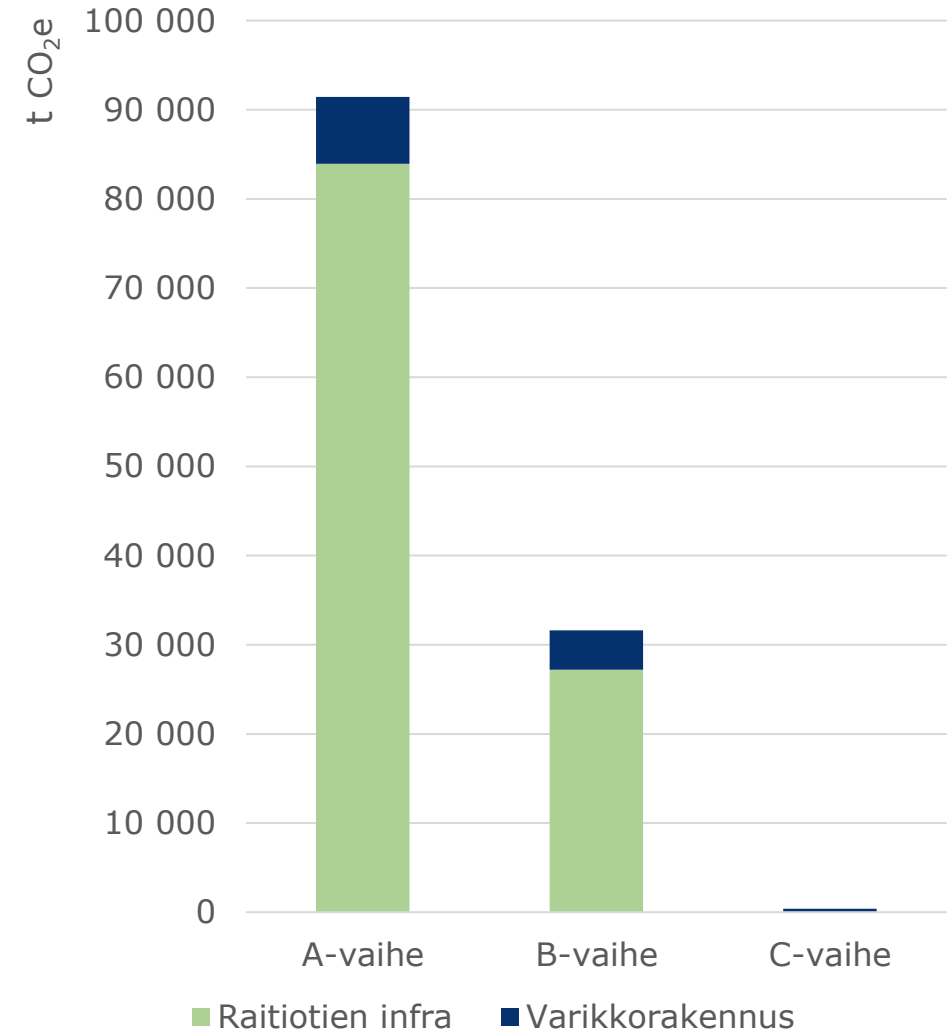
Elinkaaren päästöt vaiheittain A-C



Tulosten tarkastelu

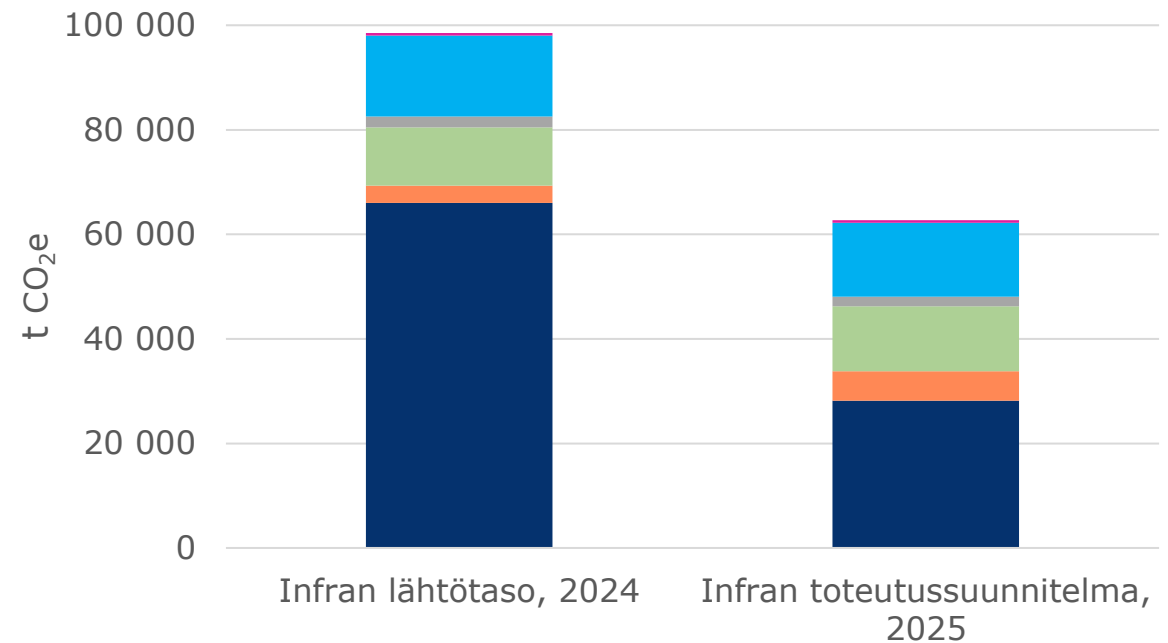
Hankkeen kokonaispäästöt

- Raitiotien infran ja varikon toteutus suunnitelman mukaiset kokonaispäästöt 50 vuoden aikajaksolla ovat n. 123 kt CO₂e
 - Päästöistä n. 111 kt CO₂e eli n. 90 % syntyy infrasta
 - Päästöissä on huomioitu elinkaaren vaiheet A1-A5 sekä B4 (Infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmä)
 - Varikkorakennuksen osuus on n. 12 kt CO₂e eli n. 10 %
 - Päästöissä on huomioitu elinkaaren vaiheet A1-A5, B4, B6 sekä C1-C4 (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä)
 - Varikkorakennuksen päästöt tulevat tarkentumaan suunnittelun edetessä. Nyt lasketut päästöt toimivat lähtötasona.
- Päästöjen suuruusluokan havainnollistamiseksi rakentamisen aikaiset päästöt (A1-A5) voidaan suhteuttaa esim. Turun vuosittaisiin kokonaispäästöihin¹ olettaen rakentamisen tapahtuvan viiden vuoden aikana. Viidelle vuodelle jakaantuva ilmastovaikutus vastaa noin 4,8 % Turun vuotuisista päästöistä.
 - Vertailulukuna on käytetty vuoden 2024 Turun alueellisia päästöjä 381 kt CO₂e, jotka eivät sisällä esim. rakentamisen päästöjä



Päästövähennykset - infrarakentaminen

- Raitiotien infran rakentamisen aikaiset päästöt laskettiin ensimmäisen kerran syksyllä 2024. Tuolloin laskennan lähtötietoina käytettiin yleissuunnitelman (2023) mukaisia ratkaisuja, yleissuunnitelmasta tarkennettuja määrätietoja sekä alustavia arvioita tulevista rakenteista.
- Lähtötasolaskentaan sisällytettiin vain rakentamisen aikaiset päästöt (elinkaaren vaihe A1-A5). Lisäksi laskennassa ei ole huomioitu varikkoa.
- Syksyn 2024 lähtötasolaskennassa infran päästöt olivat n. 98 kt CO₂e. Toteutussuunnitelman laskennassa päästöt vastaavalla rajauksella olivat n. 63 kt CO₂e eli n. 35 kt CO₂e pienemmät.
 - Suunnittelun aikana päästöjä pystyttiin vähentämään siis n. 35 %
- Suurin päästövähennys kohdistui maa- ja pohjarakentamisen päästöihin, jotka olivat syksyn 2024 lähtötasolaskennassa n. 66 kt CO₂e ja n. 66 % kokonaispäästöistä. Toteutussuunnitelman laskennassa niiden päästöt olivat n. 28 kt CO₂e, mikä vastaa 45 % osuutta kokonaispäästöistä.



Maa- ja pohjarakentamisen päästövähennemät - infrarakentaminen

- Suurin päästöero syksyn 2024 lähtötason ja toteutussuunnitelman välillä on maa- ja pohjarakentamisessa, jonka päästöt vähenivät yhteensä n. 37 720 t CO₂e eli n. 57 %
- Päästövähennystä selittää erityisesti toteutussuunnitelman pienemmät määrät paalulaattaa eli pienemmät määrät päästöintensiivisiä paaluja ja betonia
 - Paalulaatan päästöjä vähentää vähähiilinen betoni sekä teräspaalujen osittainen korvaaminen teräsbetonipaaluilla
- Paalulaatan paalujen päästöt ovat toteutussuunnitelmassa n. **31 640 t CO₂e** lähtötasoa pienemmät
 - Luvussa on huomioitu paalujen sekä niiden betonoinnin päästöt
- OP1:llä paalujen päästövähennys on n. **-14 390 t CO₂e**
- OP2:lla **-3 310 t CO₂e**
- OP3:lla **-7 470 t CO₂e**
- OP4:llä **-6 470 t CO₂e**
- Paalulaatan betonin päästöt ovat toteutussuunnitelmassa n. **8 730 t CO₂e** lähtötasoa pienemmät
 - Vähähiilinen betoni vähentää paalulaatan päästöjä n. **1 140 t CO₂e**
- Paalulaattaa korvattiin osittain pilaristabiloinnilla, jonka päästöt ovat toteutussuunnitelmassa yhteensä n. **1 390 t CO₂e**
- Työsuoritteiden päästöt olivat lähtötasolaskennassa n. **1 850 t CO₂e** ja toteutussuunnitelmassa n. **570 t CO₂e**
- Toteutussuunnitelman mukaisessa päästölaskennassa huomioitu biopolttoaineen käyttö työkoneissa vähentää päästöjä n. **830 t CO₂e**

Johtopäätökset - varikko

- Varikon hiilijalanjälkeä tulee ohjaamaan Ympäristöministeriön asetus raja-arvoista. Tämän hetken (10/2025) asetusluonnoksen mukaan raja-arvo olisi 21-24 kgCO₂e/m²/a . Raja-arvo on vuosina 2026-27 haettaville rakentamisluvulle 24 kgCO₂e/m²/a ja vuoden 1.1.2028 jälkeen haettaville rakentamisluvulle 22 kgCO₂e/m²/a *. Huomioitavaa siis on, että kyse on vasta luonnoksesta. Ympäristöministeriön asetuksen luonnos julkaistiin kommentteille alkuvuonna 2025 ja lopullinen asetus saadaan vuoden 2025 aikana.
- Laskennassa paalulaatta on osa rakennuspaikan eli Infran laskentaa. Mikäli paalulaatta olisi osa varikon alapohjaa nousisi reilusti ja varikon hiilijalanjälki olisi n. 33 kgCO₂e/m²/a
- Hiilijalanjäljen pienentäminen on mahdollista ja se on osa suunnittelun seuraavaa vaihetta. Hiilijalanjälkeä voidaan pienentää optimoimalla rakenteita ja parantamalla materiaalitehokkuutta, valitsemalla vähähiilisiä materiaaleja (teräs ja betoni, eristeet) sekä tutkimalla rakennusosien uudelleenkäyttömahdollisuuksia.
- Varikkorakennuksen päästöjen vähentämisen potentiaali on betonituotteiden osalta arviolta n. -5 % ja terästuotteiden osalta tämänhetkisen tuotteiden valikoima huomioinen n. -17 %.
 - Nämä toimenpiteet toimivat lähtökohtana jatkosuunnittelulle.
- Lisäksi on hyvä huomioida, että laskenta toteutettiin pääosin kansallisen päästötietokannan konservatiivisia päästöarvoja hyödyntäen. Arvot ovat pääosin 20 % suurempia kuin markkinoilla olevien tuotteiden keskimääräinen päästöarvo.

*) Raja-arvo koskee YM:n vähähiilisyyden arviointimenetelmän mukaista rakennuksen hiilijalanjälkeä, jonka laskennassa ei huomioida mahdollisen vanhan rakennuksen purkua. Raja-arvo on esitetty suuruusluokan selkeyttämisen takia

Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL