

Vastaanottaja
Väylävirasto

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.12.2024

Vähähiilisyyden arviointiraportti

**Kantatien 51 parantaminen välillä Sunnanvik-
Munkinmäki YVA ja yleissuunnitelma**

Liite 8



2.12.2024

Vähähiilisyyden arviointiraportti

Projekti	Vähähiilisyyden arviointi - Kantatien 51 parantaminen välillä Sunnanvik-Munkinmäki YVA ja yleissuunnitelma
Projektinumero	KAU47376
Vastaanottaja	Väylävirasto
Asiakirjatyyppe	Raportti
Päivämäärä	2.12.2024
Laatija	Juha Seppälä
Tarkastaja	Maija Ketola



2.12.2024

Sisällysluettelo

1	Työn tausta ja tarkoitus	1
2	Lähtötiedot	2
2.1	Hankkeen perustiedot	2
2.2	Tarkempi kohteen kuvaus.....	2
2.3	Vaihtoehtotarkastelut.....	3
2.4	Aiempien suunnitteluvaiheiden päästölaskenta	4
2.5	Laskenta	4
3	Rajaukset	5
3.1	Laskennassa huomioitavat elinkaaren vaiheet	5
3.2	Laskentaan sisällytetyt hankeosat ja tietopuutteet	5
3.3	Materiaalien kesto/vaihtoajat	6
3.4	Väliaikaisten ratkaisujen käyttö	7
4	Laadunvarmistus	8
4.1	Tunnusluvut ja niiden vertailu muihin hankkeisiin	8
4.2	Herkkyystarkastelu	8
4.3	Arvioinnin luotettavuus.....	9
4.4	Arvioinnissa käytettyjen tietojen laatu	9
5	Tulokset	10
5.1	Yhteenveto	10
5.2	YVA-vaihtoehtojen päästöt.....	11
5.2.1	Vaihtoehto VE1	12
5.2.2	Vaihtoehto VE2A.....	14
5.2.3	Vaihtoehto VE2B.....	16
5.2.4	Vaihtoehto VE3A.....	18
5.2.5	Vaihtoehto VE3B.....	21
6	Vähähiiliset ratkaisut.....	24
7	Jatkotoimenpiteet.....	31
7.1	Laskennan mahdollinen täydennystarve	31
7.2	Evästys muille saman hankekokonaisuuden suunnitteluvaiheen laskennoille	31
7.3	Huomioidut tulevien suunnitteluvaiheen laskentoja varten	31
8	Huomioidut Ihkun päästölaskennasta ja Väyläviraston raportointipohjista	32
8.1	Yleisesti huomioitavia	32



2.12.2024

8.2	Elinkaaren vaiheiden mukainen laskenta.....	32
8.3	Tulosten jaottelu InfraRYL pää- ja alaryhmiin	33
8.4	Laskennan rakenne ja vähäpäästöiset vaihtoehdot.....	33
8.5	Raportointipohja	34



1 Työn tausta ja tarkoitus

Selvityksessä on laskettu hiilijalanjälki kantatie 51 parantaminen välillä Sunnanvik-Munkinmäki viiden YVA-vaihtoehtojen osalta ja arvioitu keinoja vaihtoehtoja hiilijalanjäljen pienentämiseksi sekä näiden keinojen kustannusvaikutuksia. Laskentamenetelmänä on käytetty Väyläviraston ”Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmää, Väyläviraston ohjeita 43/2023”. Arviointimenetelmä perustuu eurooppalaiseen kestävästä rakentamisesta standardeihin mm. EN 15643, EN 15804 ja EN 17472.

Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä on olennainen osa tulevaisuuden infrarakennushankkeiden vähähiilisyyden hallintaa. Väyläviraston arviointimenetelmän avulla pyritään standardoimaan infrarakentamisen ilmastovaikutusten laskentaa. Tavoitteena on, että kehitetty menetelmä palvelee laajemmin myös kuntasektorin infrarakentamisen ilmastovaikutusten arviointia.

Vähähiilisyyden arvioinnin tavoitteena on vähentää rakentamisen elinkaaren kasvihuonekaasupäästöjä huolellisen ennakosuunnittelun avulla sekä tuottaa tietoa esimerkiksi hankkeen vaikutusarvioinnin, hankinnan ja päätöksenteon tueksi. Vaikka tarkkaa tietoa infrarakentamisen osuudesta Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä ei tällä hetkellä ole, on päästöjen vähentämiseksi tarpeen arvioida, mistä rakentamisen materiaaleista tai elinkaaren vaiheista päästöt syntyvät.

Lisäksi selvityksessä on raportoitu laskennan aikana havaitut tietopuutteet ja kehityskohteet koskien menetelmää sekä Ihku-laskentapalvelua.



2 Lähtötiedot

2.1 Hankkeen perustiedot

Hankkeen nimi: Kantatien 51 parantaminen välillä Sunnanvik-Munkinmäki YVA

Väylämuoto: Tie

Suunnitelmavaihe: Tiesuunnitelma

Ihku-kustannuslaskenta: panoshinnaston versio on MAKU: 128,4 (2020=100, tammikuu 2024) ja rakennusosakirjaston versio on 24.0.661-R

Hanketyypit: Tie, kunnallistekniikka, jalankulku- ja pyöräilyväylä, silta, pohjanvahvistukset sekä meluntorjunta. Meluntorjunta ei sisälly vaihtoehtoon VE1. Tarkemmat tiedot ja laajuudet on esitetty Taulukko 2-1.

Taulukko 2-1. Kt 51 Sunnanvik-Munkinmäki YVA YS päästölaskennan laajuustiedot.

Hanketyyppi	Yksikkö	Laajuus				
		VE1	VE2A	VE2B	VE3A	VE3B
Tie	m	14209	20650	20650	20650	20650
Katu ja kunnallistekniikka	m	16763	16763	16044	16763	16044
Jalankulku- ja pyöräilyväylä	m	12560	12560	11260	12560	11260
Silta	kansi m2	5956	6624	6624	6624	6624
Pohjarakentaminen	m2	25160	72850	69050	82310	105590

2.2 Tarkempi kohteen kuvaus

Kantatie 51 on osa itä-länsisuuntaista tieverkkoa, joka yhdistää kaupunkitasoisia keskuksia toisiinsa, palvelee maakuntien liikennettä sekä täydentää päätieverkkoa. Se yhdistää läntisen Uudenmaan pääkaupunkiseutuun ja sen työssäkäyntialueeseen. Kantatie 51 on myös tärkeä tavaraliikenteen reitti satamien tiekuljetuksille. Merkittäviä elinkeinoelämän kuljetuksia tuottavia alueita ovat Kirkkonummen, Inkoon ja Hangon satamat sekä Kantvikin ja Pikkalanlahden teollisuusalueet lähellä Siuntion rajaa ja kantatietä 51. Kirkkonummella, Siuntiossa ja Inkoossa on myös paljon loma-asutusta, mikä vaikuttaa kantatien liikennemäärään loma-aikoina. Kantatie 51 on osa täydentävää erikoiskuljetusreittiverkkoa.

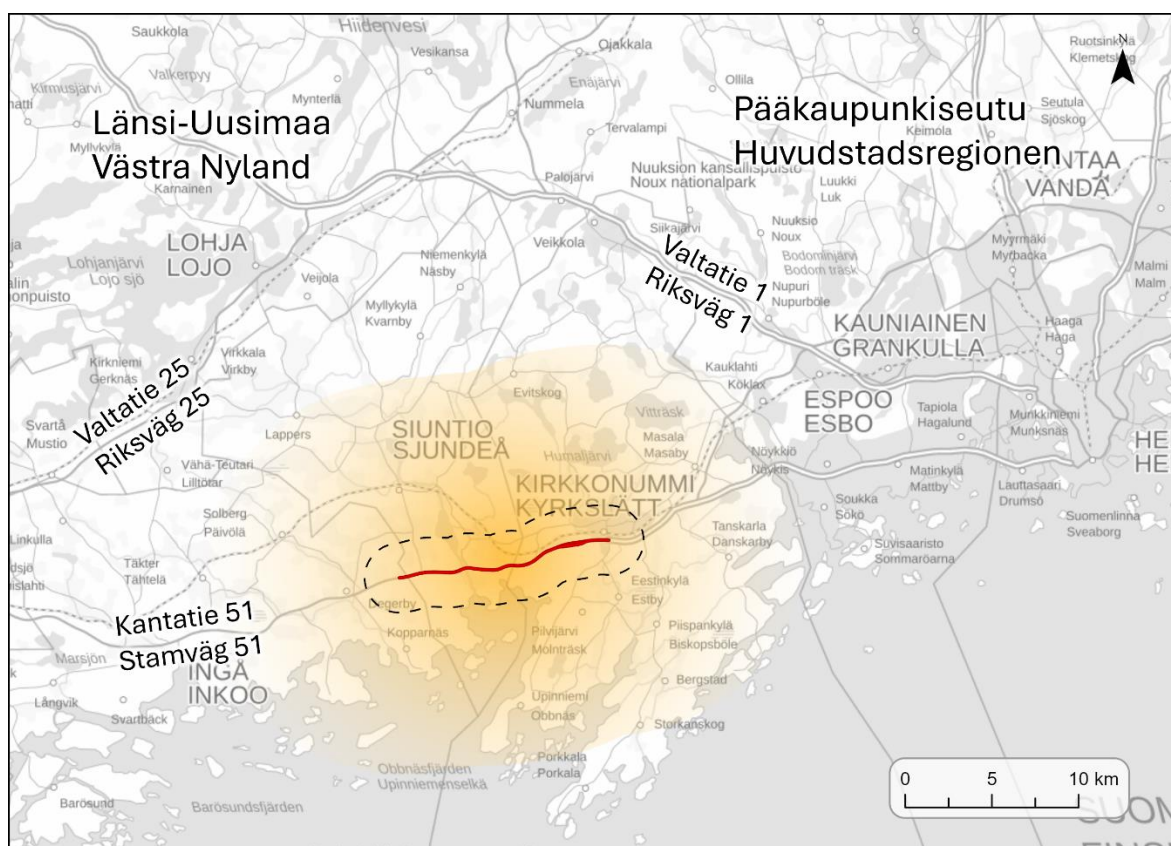
Kantatie 51 on nykyisin koko suunnittelualueella kaksikaistainen sekaliikenneväylä, jonka nopeusrajoitus on pääosin 80 km/h. Siuntiossa Pikkalan sekä Sunnanvikin (seututie 115) liittymissä nopeusrajoitus on 60 km/h. Suunnitteluvälillä on vilkas liikenne, paljon kuljetuksia ja tieosuudella tapahtuu runsaasti onnettomuuksia. Suunnittelujakson kaikki liittymät ovat tasoliittymiä ja rinnakkaistiestö on puutteellinen. Suurimmat ongelmat sujuvuuden osalta ovat etenkin Störsvikintien ja Båtvikintien välisellä osuudella ja liikenneturvallisuuden osalta Kaapelitien ja Purokummuntien liittymäalueilla. Kantatien sujuvuuden ja tasoliittymien kapasiteettiongelmat ovat aiheuttaneet pullonkaulan Kirkkonummen ja Siuntion kuntien kaavoituksen ja maakäytön kehittämiseksi. Lisäksi hankealueen läheisyydessä



olevien satamien (Inkoon, Kantvikin ja Pikkalan satamat) käytön tehostuminen lisää raskaan liikenteen määrää nykyisestä.

Hankkeena on laatia liikennejärjestelmästä ja maanteistä säädetyn lain mukainen yleissuunnitelma kantatielle 51 Sunnanvikin ja Munkinmäen välille. Yleissuunnitteluun kuuluu lakisääteinen ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely), jossa vertaillaan hankkeen toteutuksen vaihtoehtoja.

Suunnittelualue (11 km) ulottuu lännestä Inkoon rajalta Sunnanvikin liittymän (mt 115) tuntumasta itään Kirkkonummen keskustan kohdalle Munkinmäen eritasoliittymään (mt 1191), josta alkaa idän suuntaan kaksiajoratainen moottoritie. Munkinmäen eritasoliittymä, joka tunnetaan myös Kirkkonummen eritasoliittymänä ja Kirkkonummenporttina, ei sisälly suunnittelualueeseen. Yleissuunnitelman keskeinen vaikutusalue sijoittuu Kirkkonummen, Siuntion ja Inkoon kuntien alueelle.



Kuva 2-1. Suunnittelukohteen sijainti.

2.3 Vaihtoehtotarkastelut

Työssä on laskettu päästöt YVA-selvityksessä jatkosuunnitteluun valituille ratkaisulle VE1, VE2A, VE2B, VE3A ja VE3B. Päästövähennystoimenpiteitä on huomioitu kahdessa vaihtoehtoisessa suunnitelmassa VE1 ja VE3B. Päästövähennystoimenpiteet on esitetty luvussa 6.



2.4 Aiempien suunnitteluvaiheiden päästölaskenta

Hankkeelle ei ole tehty aiempia erillisiä päästölaskelmia.

2.5 Laskenta

Työn lähtötietoina on käytetty hankkeen YVA:n aikana laadittuja Ihku-kustannuslaskentapalveluun laadittuja hankeosalaskentoja. Laskentamenetelmänä on käytetty Väyläviraston "Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmää, Väyläviraston ohjeita 43/2023".

Laskenta suoritettiin 09–10/2024 välisenä aikana. Laskentatyökaluna käytettiin Ihku-laskentapalvelun päästölaskentatoimintoa rakentamisen aikaisille päästöille (elinkaaren vaiheet A1-A5). Osien uusimisen (B4) osalta laskenta suoritettiin MS Excelillä Ihku:n kustannusarvioita ja panosraportteja hyödyntäen.

Päästökerrointietojen lähteenä on käytetty Ihku-kustannuslaskenta palvelun päästötietokantaa (rakennusosakirjaston versio: 24.0.661-R), joka perustuu pitkälti Infrarakentamisen päästötietokannan tiedoille (co2data.fi/infra). Puuttuvien kertoimien osalta tietoja on kerätty muun muassa ympäristötuoteselosteista ja haastatteluiden avulla.

Epävarmuustekijänä laskennassa on rakennusosien käyttöiät (B4 vaihe). Käyttöikä tietoja on pyritty kokoamaan luotettavista lähteistä, kuten Väyläviraston oppaista ja julkaisuista, RIL:n käsikirjoista, asiantuntijoilta sekä opinnäytetöistä.



3 Rajaukset

3.1 Laskennassa huomioidut elinkaaren vaiheet

Laskennassa on huomioitu rakennusmateriaalien valmistus (A1-A3), kuljetukset (A4), työmaatoiminnot (A5) sekä rakennusosien vaihdot (B4) 50 ja 30 vuoden käyttöjaksojen aikana (Kuva 3-1).

Tuotevaihe			Rakentamiskvaihe		Käyttövaihe							Elinkaaren loppuvaihe				Potentiaaliset hyödyt
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Raaka-aineiden hankinta	Kuljetus	Valmistus	Kuljetus	Rakentaminen ja asennus	Käyttö	Kunnossapito	Korjaaminen	Uusiminen	Laajamittainen korjaaminen	Energiankäyttö	Vedenkäyttö	Purkaminen	Kuljetus	Käsittely	Loppusijoitus	Uudelleenkäyttö, kierrätys, energiankäyttö ja talteenotto

Kuva 3-1. Infrarakenteen elinkaarivaiheet (EN 17472:2022, Sustainability of construction works. Sustainability assessment of civil engineering works. Calculation methods). Lasketaan sisällytetyt vaiheet ovat kuvattu vihreällä värillä.

3.2 Laskentaan sisällytetyt hankeosat ja tietopuutteet

Laskentaan on sisällytetty Ihku määräluetteloiden mukaiset InfraRYL nimikkeistöt 1000 maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 2000 päällys- ja pintarakenteet, 3000 järjestelmät ja 4000 rakennustekniset rakennusosat.

Laskennasta rajatut panokset, joille ei ole ollut päästökerrointa, on esitetty Taulukko 3-1. Lisäksi laskennasta on rajattu pois työsiltoja ja meluntorjunnan lisäkustannukset, joille ei ole ollut mitään määrätietoja.

Vaihtoehtojen kustannus- ja määrätiedot ovat toteutettu hankeosalaskentana ja siten sisältävät epätarkkuuksia suhteessa lopullisiin rakenteisiin.

Päästötietojen kattavuus suhteessa kustannuksiin on 96–97 prosenttia kaikille hankevaihtoehtojen, kun ei huomioida pois rajattuja työsiltoja ja meluntorjunnan lisäkustannuksia.



Taulukko 3-1. Laskennasta rajatut panokset.

Littera	Rakennusosa	Puuttuva osa	Vaihe
2311.1	Tuotteistettu kasvualusta 50 mm (maisemanurmikko)	tuotteistettu kasvualusta, VYL ravinteisuustyyppi 2 (vaatimattomat puut, pensaat, perennat, maisemanurmikot)	A1-A3
2311.1	Tuotteistettu kasvualusta 200 mm (nurmikko R2–R3, niitty)	tuotteistettu kasvualusta, VYL ravinteisuustyyppi 1 (nurmikot R1–R3, vaateliat kasvit, rajoitetut kasvualustat)	A1-A3
3261.2	Liikennemerkki sis. vakiomerkki, jalusta ja pylväs	kiinnitystarvikkeet, yksipuoleinen	A1-A3
3361	Valaisinympyläs: ajoratapylväs, 10 m (sis. jalusta, pylväs ja valaisinvarsi)	kaapelipääte	A1-A3
3363	Varsivalaisin	sulake, nousujohdon sulake	A1-A3
3363	Varsivalaisin	valaisin, varsivalaisin, LED 96–192 W, edustusalue	A1-A3
3366	Ulkovalaistuskeskus, betonijalusta, enintään 7+1 lähtöä	jalusta, ulkovalaistuskeskus, betoni	A1-A3
3366	Ulkovalaistuskeskus, betonijalusta, enintään 7+1 lähtöä	ulkovalaistuskeskus, betonijalustalle	A1-A3
4211.1	Teräsbetoniset päätytuet: teline- ja muottityöt, muotti-m2	muottilukko	A1-A3
4212.1	Teräsbetoniset välituet, > 10 m: teline- ja muottityöt, muotti-m2	teräspannat 19 mm	A1-A3
4221	Kehäsilta: betonointi, betonirakenteet päällysrakenteessa	jälkihoitoaine	A1-A3
4221	Jännitetty palkkisilta: jännitystyöt, betonirakenteet päällysrakenteessa	injektointisementti	A1-A3
4221	Jännitetty palkkisilta: muottityö, betonirakenteet päällysrakenteessa, muotti-m2	ulokepukkielementti, sillan telineet	A1-A3
4226	Betonipintojen impregnointi, päällysrakenne	impregnointiaine, nestemäinen	A1-A3
4231	Sääsuoja, sillan kannen suojaus, vuokra-aika 6 vko	sääsuoja, sis. asennus ja purku, ei sis. materiaali	A5
4231	Sillan kannen epoksitiivistys	tiivistysepoksi	A1-A3
4231	Sääsuoja, sillan kannen suojaus, vuokra-aika 6 vko	sääsuoja (vuokra, 6 vko)	A5
4248	Tippuputki	tarvikkeet, tippuputki	A1-A3
4249	Kontaktitappi	kontaktitappi, sis. työ, ei materiaalia	A5
4511	Meluseinä, betonirakenteinen, tukiväli 6,5 m, ei sis. perustus, ei absorvoiva, meluseinä-m2tr	kuumasinkitys	A1-A3
4511	Meluseinä, betonirakenteinen, tukiväli 6,5 m, ei sis. perustus, ei absorvoiva, meluseinä-m2tr	maali, puunsuoja, harmaa, peittävä	A1-A3
4511	Meluseinän perustus, betonisokkelielementti, tukiväli 6,5 m, meluseinä-m2	sokkelielementti, betoni, meluseinä	A1-A3
4512	Melukaide: betoni, korkeus 1,1–1,6 m, kaidemäärä > 150 m	saumamassa, betonirakenne	A1-A3
4512	Melukaide: betoni, korkeus 1,1–1,6 m, kaidemäärä > 150 m	vedentiivistysnauha (työsaumat)	A1-A3
4611	Pysäkkikatos	katos, pysäkkikatos, elementti, 1,6 x 4 m	A1-A3

3.3 Materiaalien kesto/vaihtoajat

Elinkaaren vaiheen B4 eli uusiminen laskennassa käytetyt käyttöiät on esitetty Taulukko 3-2. Tietojen lähteinä on hyödynnetty muun muassa Väyläviraston ohjeistuksia, suunnitteluoppaita, opinnäytetöitä, selvityksiä sekä asiantuntija-arvioita. Materiaalien käyttöikä tiedot perustuvat arvioihin ja voivat vaihdella hankekohtaisesti. Esimerkiksi asfalttipäällysteiden uusimisvälin tarkempaan määrittelyyn tarvitaan tietoja suunnitellusta laskennallisesta urautumisnopeudesta sekä materiaalitietoja, kuten kiviaineksen lujuudesta, valituista sideaineista ja rakentamisen vaiheistuksesta.



Taulukko 3-2. Laskennassa käytetyt materiaalien käyttöiät, jotka ovat alle 50 vuotta.

InfraRYL koodi	Rakennusosa	Käyttöikä	Lähde
2141.11	Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB	7	Väylävirasto, Päälystettyjen teiden korjauksen toimintalinjat, 10/2021. Karkea yleistys, viittaus ”Vilkasliikenteisiä maanteitä voi olla tarpeen päälystää noin 5 vuoden välein, kun taas vähäliikenteisen maantien päälyste voi kestää 20 vuotta ennen kuin se on huonossa kunnossa.”
2141.3	Kivimastikiasfaltti (SMA)	30	OCL, 2024 (sisäisesti tarkastettu)
2142.2	Soratien pinta (SOP), sitomattoman kerroksen päälle	5	Haastattelu
2143.11	Betonikivipäälyste	25	Tielaitos, Taajamapäälysteet ja reunatuet, 1997
2211.21	Reunatuki, upotettava betoninen reunatuki	25	Tielaitos, Taajamapäälysteet ja reunatuet, 1997
3211.11	Tiekaide: teräspalkkikaide N2	20	Trafikverket, Klimatkalkyl 7
3311.2	Maakaapeli, AXMK 4x25 mm2	30	NEPD-3725-2670-EN
3361	Valaisinpylväs: ajoratapylväs	40	Jyväskylän kaupunki, Ulkovalaistuksen suunnitteluohje, 2017 ja Väylävirasto, Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 21.12.2022
3363	Varsivalaisin, LED 96–192 W	17	S-P-08417 / RTS EPD_210_23
3381.2	Radan ilmajohdot	40	Trafikverket, Klimatkalkyl 7
3381.3	Radan maadoitukset	40	Trafikverket, Klimatkalkyl 7
3381.4	Imumuuntaja	40	Trafikverket, Klimatkalkyl 7
4226	Betonipintojen impregnointi	10	https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kansio2/s2252.pdf
4231	Kermieristys, sillan kansi, 2-kertainen kermi	40	Mäkelä, Sillan pintarakennusremontit, https://core.ac.uk/download/pdf/326044852.pdf
4231	Sääsuoja, sillan kannen suojaus, vuokra-aika 6 vko	40	Mäkelä, Sillan pintarakennusremontit, https://core.ac.uk/download/pdf/326044852.pdf
4231	Sillan kannen epoksitiivistys	40	Mäkelä, Sillan pintarakennusremontit, https://core.ac.uk/download/pdf/326044852.pdf
4231	Sillan kannen eristysalustan hiekkapuhallus	40	Väylävirasto, SILKO 2.811, Kannen pintarakenteet, 3/2018
4231	Sillan kannen maanvastaisten pintojen kosteuseristys	40	Mäkelä, Sillan pintarakennusremontit, https://core.ac.uk/download/pdf/326044852.pdf
4233.1	Sillan kulutuskerroksen asfaltti	10	Martikkala K., Siltojen elinkaaripäästöjen vertailu siltatyypeittäin, opinnäytetyö, TAMK, 2022
4233.4	Päälysteen saumat, kumibitumimassa	10	Haastattelu
4241	Liikuntasaumalaite	30	Mäkelä, Sillan pintarakennusremontit, https://core.ac.uk/download/pdf/326044852.pdf
4245	Siltakaide: metalli	40	Martikkala K., Siltojen elinkaaripäästöjen vertailu siltatyypeittäin, opinnäytetyö, TAMK, 2022
4246	Sillan maadoitus	40	Trafikverket, Klimatkalkyl 7

3.4 Väliaikaisten ratkaisujen käyttö

Vaihtoehtojille ei ole tiedossa väliaikaisia ratkaisuja.



4 Laadunvarmistus

4.1 Tunnusluvut ja niiden vertailu muihin hankkeisiin

Hankkeen keskeiset tunnusluvut on esitetty Taulukko 4-1. Hankkeen luonteen vuoksi sen päästöt tiekilometriä kohden ovat merkittävät. Koska hanke koostuu pääasiassa eritasoliittymästä, siltojen ja muiden rakenteiden osuus tiekilometreihin nähden on suurempi verrattuna pidempiin tiehankkeisiin.

Taulukko 4-1. Kt 51 parantaminen välillä Sunnanvik-Munkinmäki YVA vaihtoehtojen tunnusluvut.

Hanketyyppi	Vaihtoehto	Päästöt per kustannukset kg CO ₂ e/€	Päästöt per yksikkö	Yksikkö
Tie	VE1	0.52	818733.8	kg CO ₂ e / km
Katu- ja kunnallistekniikka	VE1	0.25	36162.6	kg CO ₂ e / km
Jalankulku- ja pyöräilyväylä	VE1	0.66	121742.3	kg CO ₂ e / km
Silta	VE1	0.58	554.9	kg CO ₂ e / kansi m ²
Pohjanvahvistus	VE1	1.98	178.8	kg CO ₂ e / m ²
Koko hanke	VE1	0.59		
Tie	VE2A	0.57	1199339.4	kg CO ₂ e / km
Katu- ja kunnallistekniikka	VE2A	0.24	61791.8	kg CO ₂ e / km
Jalankulku- ja pyöräilyväylä	VE2A	0.66	121742.3	kg CO ₂ e / km
Silta	VE2A	0.59	683.4	kg CO ₂ e / kansi m ²
Pohjanvahvistus	VE2A	2.01	211.4	kg CO ₂ e / m ²
Koko hanke	VE2A	0.68		
Tie	VE2B	0.56	1180291.5	kg CO ₂ e / km
Katu- ja kunnallistekniikka	VE2B	0.23	63544.1	kg CO ₂ e / km
Jalankulku- ja pyöräilyväylä	VE2B	0.66	121742.3	kg CO ₂ e / km
Silta	VE2B	0.59	683.4	kg CO ₂ e / kansi m ²
Pohjanvahvistus	VE2B	1.88	193.8	kg CO ₂ e / m ²
Koko hanke	VE2B	0.66		
Tie	VE3A	0.54	1157425	kg CO ₂ e / km
Katu- ja kunnallistekniikka	VE3A	0.23	58241	kg CO ₂ e / km
Jalankulku- ja pyöräilyväylä	VE3A	0.66	121742	kg CO ₂ e / km
Silta	VE3A	0.59	683	kg CO ₂ e / kansi m ²
Pohjanvahvistus	VE3A	1.84	268	kg CO ₂ e / m ²
Koko hanke	VE3A	0.69		
Tie	VE3B	0.57	1311679.3	kg CO ₂ e / km
Katu- ja kunnallistekniikka	VE3B	0.23	59834.1	kg CO ₂ e / km
Jalankulku- ja pyöräilyväylä	VE3B	0.66	122067.5	kg CO ₂ e / km
Silta	VE3B	0.59	683.4	kg CO ₂ e / kansi m ²
Pohjanvahvistus	VE3B	2.01	206.9	kg CO ₂ e / m ²
Koko hanke	VE3B	0.71		

4.2 Herkkyystarkastelu

Hankkeella käytetyt oletukset kuljetusetäisyyksistä on esitetty Taulukko 4-2. Muille tuotteille mm. betonille ja teräkselle on käytetty YVA:ssa Ihku-kustannuslaskennan



oletuksia näille kuljetusetäisyyksille. Päästöjen osalta kuljetukset eivät kuitenkaan ole hankkeen merkittävin päästölähde.

Taulukko 4-2. Hankkeen laskennassa käytetyt oletukset kuljetusetäisyyksistä.

Maamassojen kuljetusmatkat YVA-vaihe	
Välivarasto (km)	5
Läjitys (km)	5
Loppusijoitus (km)	20
Sisäiset (km)	5
Tuotavat (km)	50

4.3 Arvioinnin luotettavuus

Arvioinnin kohde on suunniteltu tilaajan suunnittelu- ja rakentamisohjeiden mukaisesti. Päästölaskenta on tehty Infrarakentamisen vähähiilisyiden arviointimenetelmän mukaan.

4.4 Arvioinnissa käytettyjen tietojen laatu

Arvioinnissa käytetyt päästötiedot ovat peräisin infra- ja talonrakentamisen kansallisesta päästötietokannasta (co2data.fi), Ihku-kustannuslaskentapalvelun omista täydennyksistä edellä mainittuihin tietokantoihin ja ympäristötuoteselosteista sekä haastatteluista. Hankkeen rakentamisen määrätiedot vastaavat hankkeen kokonaislaajuutta.



5 Tulokset

5.1 Yhteenveto

Vaihtoehtojen päästöjen jakautuminen rakentamisen aikaisiin päästöihin (A1-A5) ja uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla on esitetty Taulukko 5-1. Päästöjen havainnollistamiseksi vertailussa on käytetty Suomen kuntien keskiverto asukkaan päästöjä vuodelle 2022 Hinku-laskenta ilman päästöhyvityksiä menetelmällä laskettuna, joka on 5.5 tonnia CO₂-ekv. per asukas (Hiilineutraalisuomi.fi, 2024).

Vaihtoehtojen **VE1** rakentamisvaiheen päästöt (A1-A5) ovat noin **21 572** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **3 922** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla ovat noin **8 660** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **1 575** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Vastaavasti uusimisen (B4) 30 vuoden käyttöjakson päästöt ovat noin **4 672** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **849** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä.

Vaihtoehtojen **VE2A** rakentamisvaiheen päästöt (A1-A5) ovat noin **47 258** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **8 592** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla ovat noin **17 294** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **3 144** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Vastaavasti uusimisen (B4) 30 vuoden käyttöjakson päästöt ovat noin **9 330** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **1 696** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä.

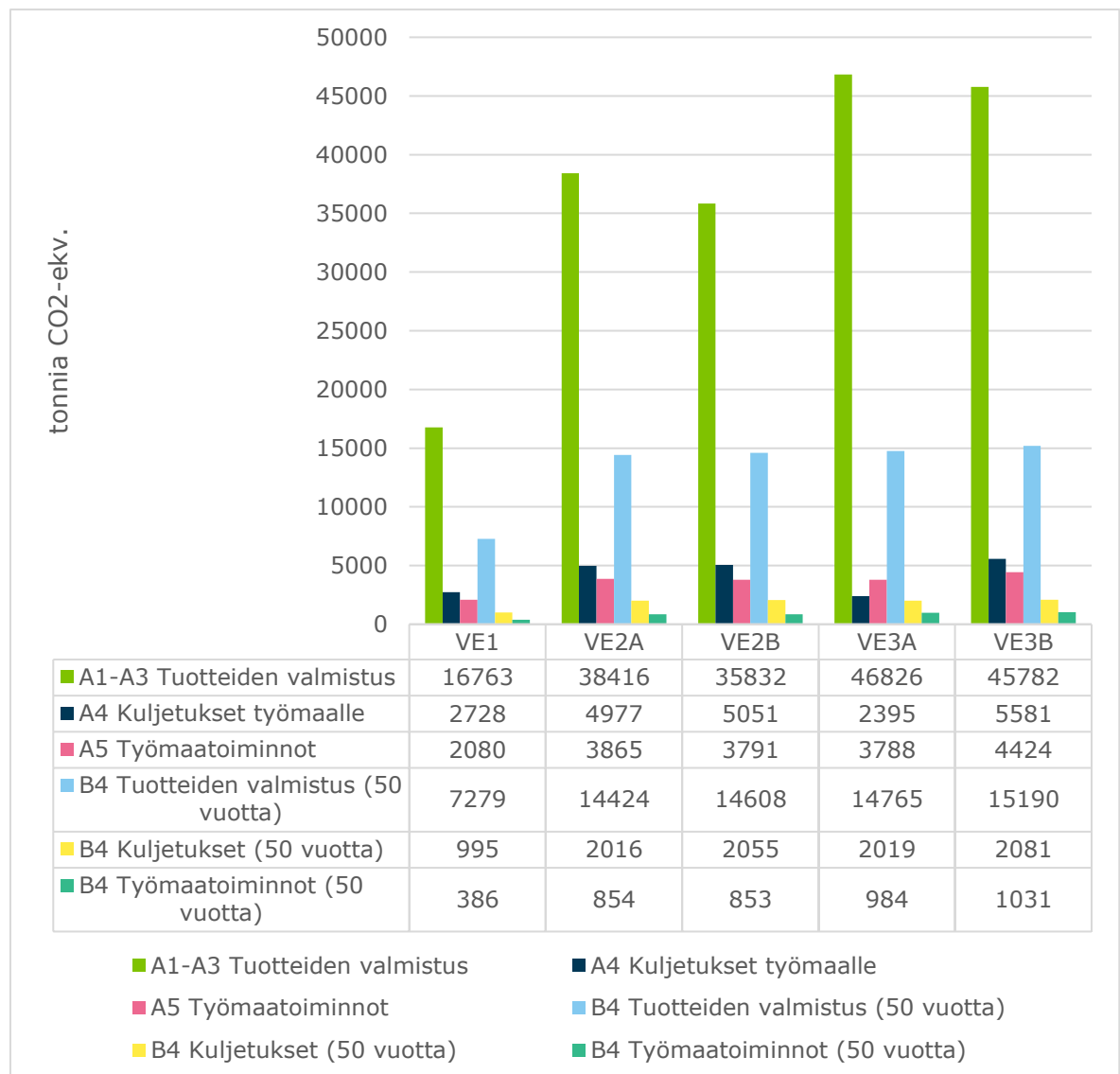
Vaihtoehtojen **VE2B** rakentamisvaiheen päästöt (A1-A5) ovat noin **44 674** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **8 123** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla ovat noin **17 515** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **3 185** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Vastaavasti uusimisen (B4) 30 vuoden käyttöjakson päästöt ovat noin **9 476** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **1 723** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä.

Vaihtoehtojen **VE3A** rakentamisvaiheen päästöt (A1-A5) ovat noin **53 009** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **9 638** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla ovat noin **17 768** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **3 231** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Vastaavasti uusimisen (B4) 30 vuoden käyttöjakson päästöt ovat noin **9 612** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **1 748** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä.

Vaihtoehtojen **VE3B** rakentamisvaiheen päästöt (A1-A5) ovat noin **55 788** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **10 143** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla ovat noin **18 302** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **3 328** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Vastaavasti uusimisen (B4) 30 vuoden käyttöjakson päästöt ovat noin **9 844** tonnia CO₂-ekv., joka vastaa noin **1 790** suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä.



Taulukko 5-1. Hankevaihtoehtojen päästöjen jakautuminen rakentamisen aikaisiin päästöihin (A1-A5) ja uusimisen päästöt (B4) 50 vuoden käyttöjaksolla.



5.2 YVA-vaihtoehtojen päästöt

YVA-vaihtoehtojen tulokset on eroteltu InfraRYL koodien mukaan elinkaarenvaiheisiin, jotka ovat A1-A3 tuotteiden valmistus, A4 kuljetukset työmaalle, A5 työmaatoiminnot ja B4 uusiminen. B4 on jaettu vastaavasti osiin tuotteiden valmistuksen, kuljetuksien ja työmaatoimintojen välillä. B4 tuloksista on hyvä huomioida, että päästöt perustuvat samoille kertoimille kuin A1-A5 päästöt, vaikka oletettavasti tulevaisuudessa nämä kertoimet B4 vaiheen panoksille ovat alhaisemmat. Hankkeessa mukana olevat rakennusosat ja niiden vastaavat InfraRYL koodit on esitetty Taulukko 5-2.

Taulukko 5-2. Hankkeessa mukana olevat rakennusosat ja niiden InfraRYL koodit.

InfraRYL koodi	Rakennusosa
1000	Maa-, pohja- ja kalliorakenteet
1100	Olevat rakenteet ja rakennusosat
1300	Perustusrakenteet
1400	Pohjarakenteet



1600	Maaleikkaukset ja -kaivannot
1700	Kalliroleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit
1800	Penkereet, maapadot ja täytöt
2000	Päälly- ja pintarakenteet
2100	Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset
2200	Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset
2300	Kasvillisuusrakenteet
3000	Järjestelmät
3100	Vesihuollon järjestelmät
3200	Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät
3300	Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät
4000	Rakennustekniset rakennusosat
4200	Sillat
4400	Perustus- ja tukirakenteet
4500	Ympäristörakenteet
4600	Rakennelmat ja kalusteet

5.2.1 Vaihtoehto VE1

Vaihtoehtoon VE1 päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin on esitetty Taulukko 5-3. Tuotteiden valmistus rakentamistavassa, että uusimisen yhteydessä muodostaa **71,4** prosenttia kokonaispäästöistä. B4 30 vuoden käyttöjaksolla ei ole mukana taulukon yhteensä rivillä.

Taulukko 5-3. Vaihtoehtoon VE1 päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin.

Elinkaaren vaihe	Tuotteiden valmistus (A1-3)	Kuljetukset työmaalle (A4)	Työmaatoiminnot (A5)
A Ennen käyttöä (A1-A5 investoinnin toteutus)	16 763 435	2 728 132	2 080 015
B Käytön aikana (B4, 30 vuoden osuus)	3 923 273	511 572	237 018
B Käytön aikana (B4 rakennustuotteiden uusiminen)	7 278 726	995 034	386 495
Yhteensä	24 042 160	3 723 166	2 466 510

Vaihtoehtoon VE1 päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin on esitetty Taulukko 5-4. Päälly- ja pintarakenteet muodostavat **61,1** prosenttia kokonaispäästöistä.

Taulukko 5-4. Vaihtoehtoon VE1 päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin.

pääryhmä	Vertailupäästöt (kg CO ₂ e)	Vaiheen A1-3 päästöt	Vaiheen A4 päästöt	Vaiheen A5 päästöt	Vaiheen B4 päästöt *
1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	6 780 820	5 265 760	753 811	761 248	0
2 Päälly- ja pintarakenteet	18 468 507	7 571 746	1 894 360	1 113 458	7 888 943
3 Järjestelmät	936 413	550 773	7 119	108 807	269 714
4 Rakennustekniset rakennusosat	4 046 097	3 375 155	72 841	96 502	501 598



yhteensä

30 231 836

16 763 435

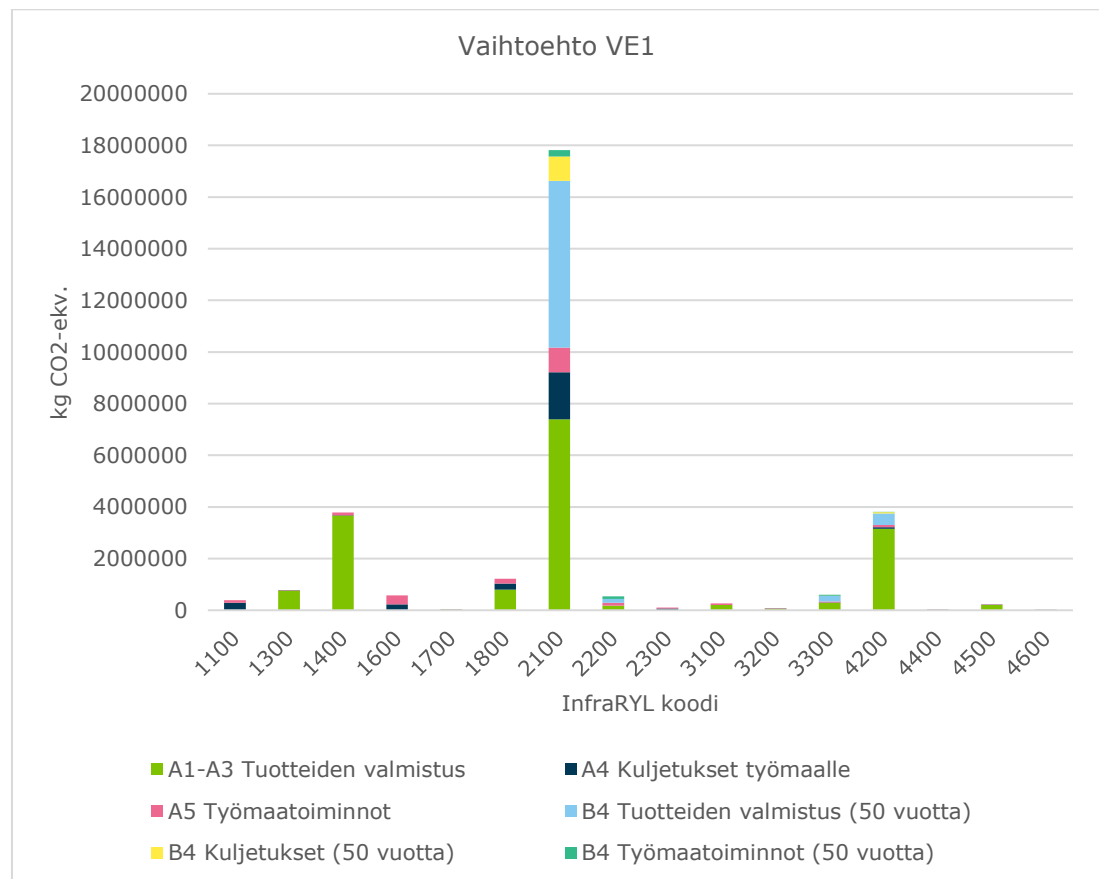
2 728 132

2 080 015

8 660 254

Taulukko 5-5 on esitetty vaihtoehdon VE1 rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan. Rakentamisvaiheessa (A1-A5) merkittävin päästöjenlähde on jakava kerros **19,9** prosentin osuudellaan rakentamisvaiheen päästöistä. Jakavan kerroksen osuus kuitenkin laskee B4 uusimisten myötä **14,2** prosenttiin. Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK muodostaa **8,4** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta myös sen osuus laskee B4 vaiheen myötä **6** prosenttiin. Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB sen sijaan muodostaa vain **4,2** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta **24** prosenttia rakentamisen ja 50 vuoden käyttöjakson yhteispäästöistä. Muita merkittäviä päästöjenlähteitä ovat pilaristabilointi **17,2** prosentin osuudella A1-A5 vaiheen päästöistä ja **12,3** prosentin osuudella kokonaispäästöistä sekä sillat **15,3** prosentin osuudella A1-A5 vaiheen päästöistä ja **12,6** prosentin osuudella kokonaispäästöistä.

Taulukko 5-5. Vaihtoehdon VE1 rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan.



Vaihtoehdon VE1 päästöjen jakautuminen hanketyypeittäin on esitetty **Kuva 5-1**. Tien osuus päästöistä on **91,7** prosenttia.

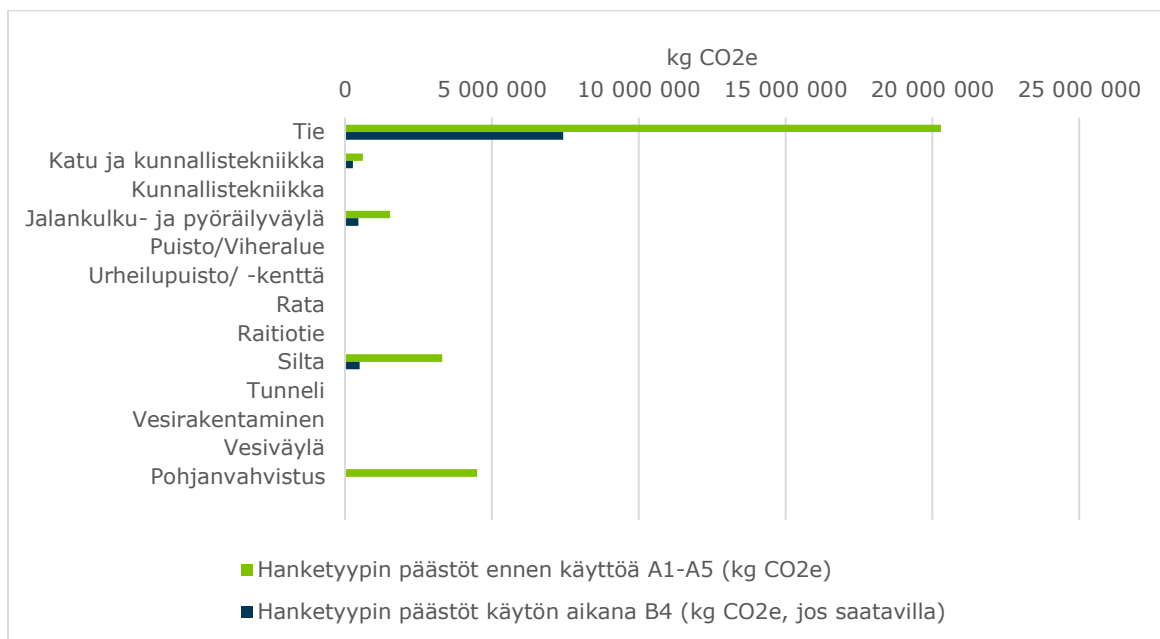


Sitowise Oy

Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo

Y-tunnus 2335445-0, Kotipaikka Espoo

Sähköposti etunimi.sukunimi@sitowise.com



Kuva 5-1. Vaihtoehdon VE1 päästöjen jakautuminen hanketyyppeihin.

5.2.2 Vaihtoehto VE2A

Vaihtoehdon VE2A päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin on esitetty Taulukko 5-6. Tuotteiden valmistus rakentamisvaiheessa, että uusimisten yhteydessä muodostaa **73,2** prosenttia kokonaispäästöistä. B4 30 vuoden käyttöjaksolla ei ole mukana taulukon yhteensä rivillä.

Taulukko 5-6. Vaihtoehdon VE2A päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin.

Elinkaaren vaihe	Tuotteiden valmistus (A1-3)	Kuljetukset työmaalle (A4)	Työmaatoiminnot (A5)
A Ennen käyttöä (A1-A5 investoinnin toteutus)	38 415 545	4 976 827	3 865 289
B Käytön aikana (B4, 30 vuoden osuus)	7 792 730	1 077 377	460 288
B Käytön aikana (B4 rakennustuotteiden uusiminen)	14 423 783	2 016 055	854 075
Yhteensä	52 839 328	6 992 882	4 719 364

Vaihtoehdon VE2A päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin on esitetty Taulukko 5-7. Päällys- ja pintarakenteet muodostavat **51,4** prosenttia kokonaispäästöistä.

Taulukko 5-7. Vaihtoehdon VE2A päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin.

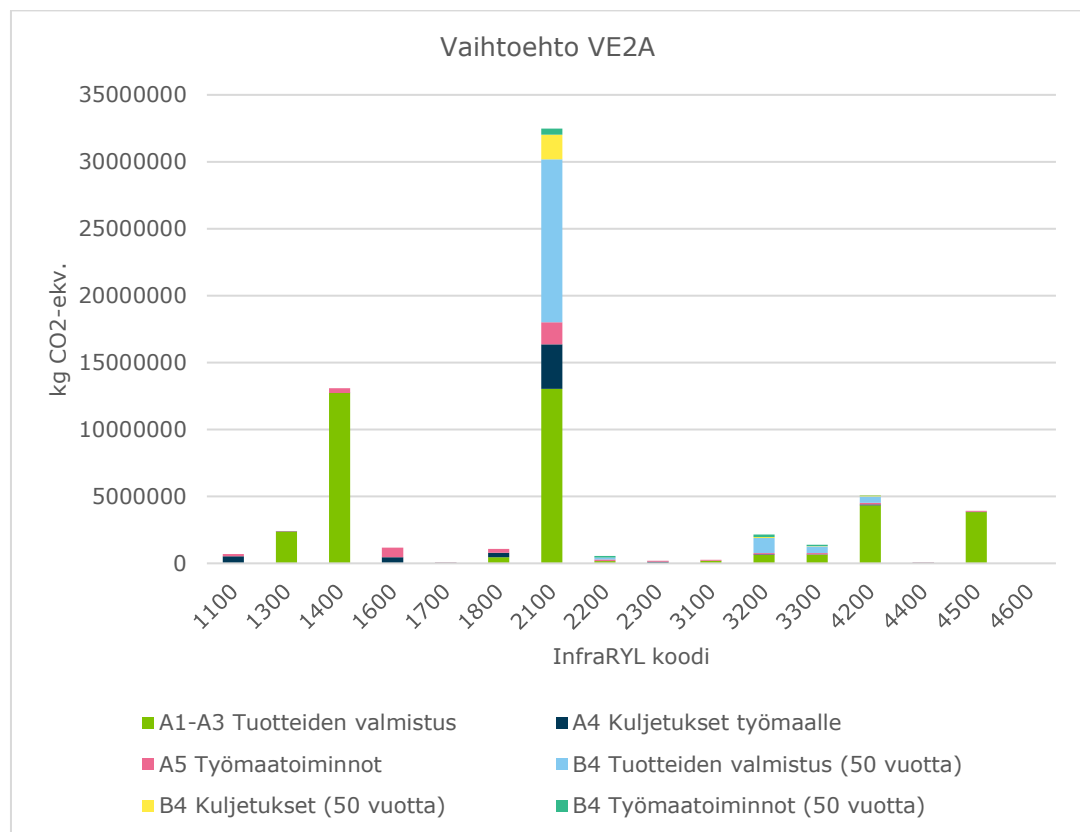
pääryhmä	Vertailupäästöt (kg CO2e)	Vaiheen A1-3 päästöt	Vaiheen A4 päästöt	Vaiheen A5 päästöt	Vaiheen B4 päästöt *
1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	18 499 470	15 559 893	1 347 189	1 592 388	0



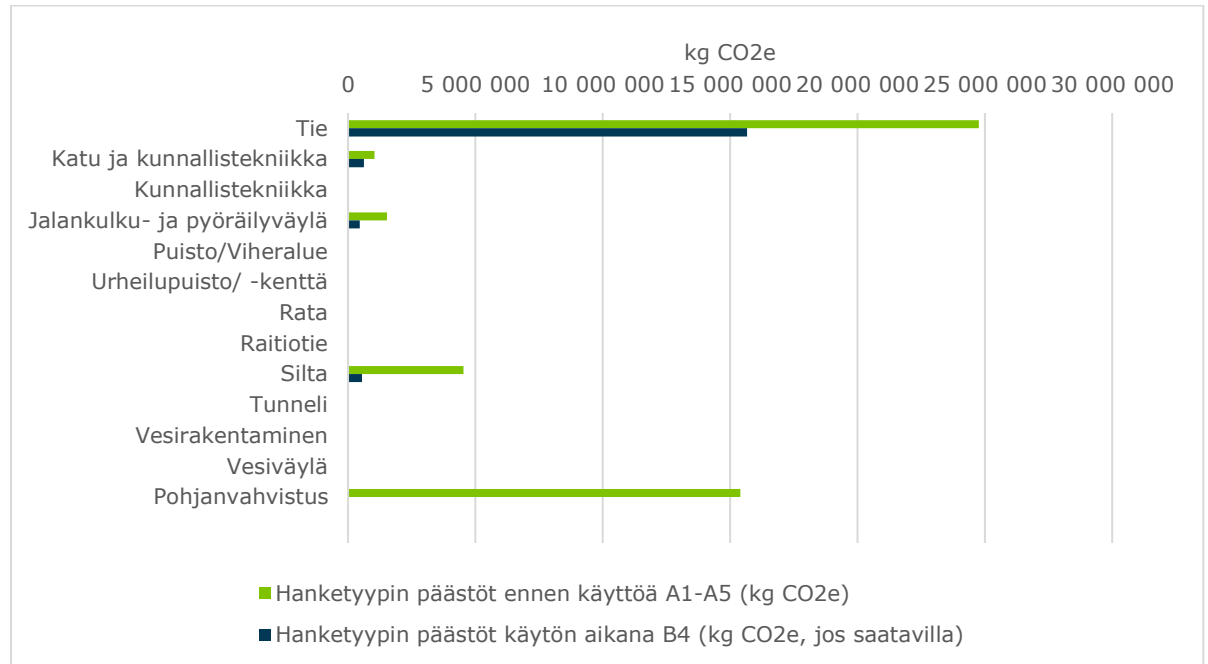
2 Päällys- ja pintarakenteet	33 214 311	13 212 587	3 447 788	1 824 167	14 729 769
3 Järjestelmät	3 815 771	1 473 606	65 151	261 226	2 015 788
4 Rakennustekniset rakennusosat	9 022 024	8 169 460	116 699	187 509	548 357
yhteensä	64 551 575	38 415 545	4 976 827	3 865 289	17 293 913

Taulukko 5-8 on esitetty vaihtoehdon VE2A rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan. Rakentamisvaiheessa (A1-A5) yksi merkittävin päästöjenlähde on jakava kerros **16,9** prosentin osuudellaan rakentamisvaiheen päästöistä. Jakavan kerroksen osuus kuitenkin laskee B4 uusimisten myötä **12,4** prosenttiin. Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK muodostaa **8,5** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta myös sen osuus laskee B4 vaiheen myötä **6,2** prosenttiin. Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB sen sijaan muodostaa vain **3,9** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta **23,3** prosenttia rakentamisen ja 50 vuoden käyttöjakson yhteispäästöistä. Merkittävin päästöjenlähde on pilaristabilointi **27,5** prosentin osuudella A1-A5 vaiheen päästöistä ja **20,1** prosentin osuudella kokonaispäästöistä. Sillat muodostavat **9,6** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **7,9** prosentin osuuden kokonaispäästöistä. Suojaus- ja vaimennusrakenteet eli meluseinät ja -kaiteet muodostavat **8,3** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **6,1** prosentin osuuden kokonaispäästöistä.

Taulukko 5-8. Vaihtoehdon VE2A rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan.



Vaihtoehdon VE2A päästöjen jakautuminen hanketyypeittäin on esitetty **Kuva 5-2**. Tien osuus päästöistä on **62,6** prosenttia ja pohjanvahvistuksien **23,9** prosenttia.



Kuva 5-2. Vaihtoehdon VE2A päästöjen jakautuminen hanketyyppeihin.

5.2.3 Vaihtoehto VE2B

Vaihtoehdon VE2B päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin on esitetty Taulukko 5-9. Tuotteiden valmistus rakentamisvaiheessa, että uusimisten yhteydessä muodostaa **71,8** prosenttia kokonaispäästöistä. B4 30 vuoden käyttöjaksolla ei ole mukana taulukon yhteensä rivillä.

Taulukko 5-9. Vaihtoehdon VE2B päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin.

Elinkaaren vaihe	Tuotteiden valmistus (A1-3)	Kuljetukset työmaalle (A4)	Työmaatoiminnot (A5)
A Ennen käyttöä (A1-A5 investoinnin toteutus)	35 832 476	5 050 591	3 790 985
B Käytön aikana (B4, 30 vuoden osuus)	7 913 426	1 105 063	457 341
B Käytön aikana (B4 rakennustuotteiden uusiminen)	14 607 622	2 054 808	852 574
Yhteensä	50 440 098	7 105 399	4 643 559

Vaihtoehdon VE2B päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin on esitetty Taulukko 5-10. Päällys- ja pintarakenteet muodostavat **54,2** prosenttia kokonaispäästöistä.



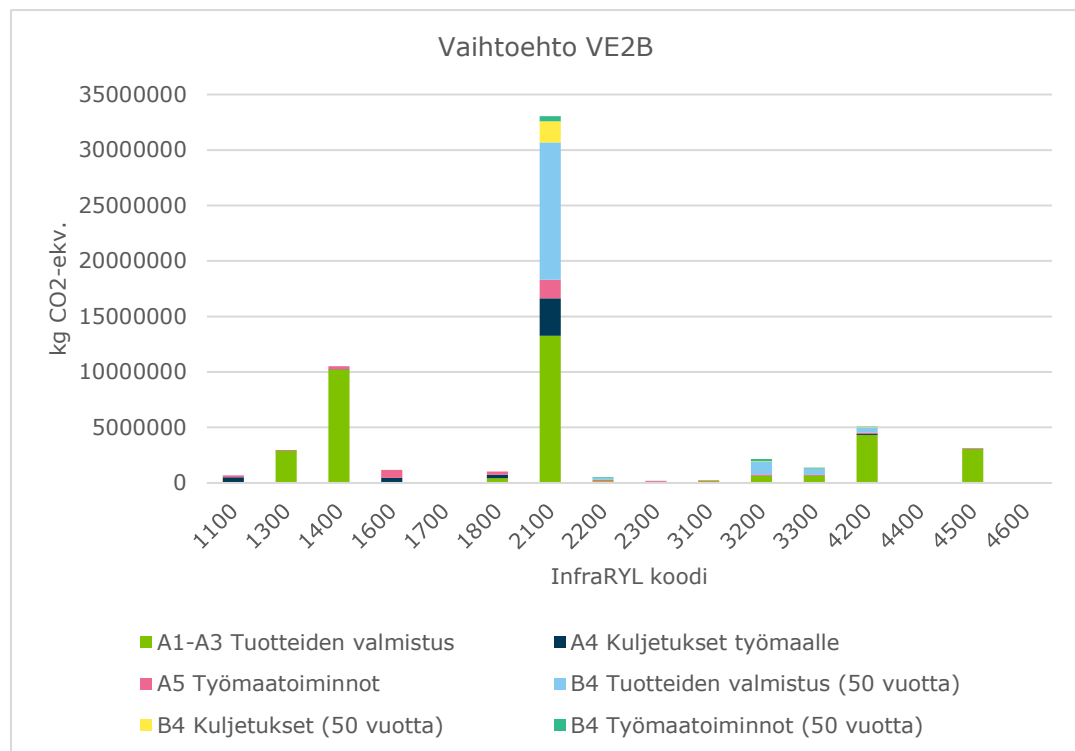
Taulukko 5-10. Vaihtoehdon VE2B päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin.

pääryhmä	Vertailupäästöt (kg CO ₂ e)	Vaiheen A1-3 päästöt	Vaiheen A4 päästöt	Vaiheen A5 päästöt	Vaiheen B4 päästöt *
1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	16 431 110	13 570 552	1 341 292	1 519 266	0
2 Päällys- ja pintarakenteet	33 725 414	13 413 961	3 518 595	1 841 985	14 950 873
3 Järjestelmät	3 796 966	1 459 387	65 141	256 652	2 015 788
4 Rakennustekniset rakennusosat	8 235 565	7 388 577	125 563	173 082	548 343
yhteensä	62 189 056	35 832 476	5 050 591	3 790 985	17 515 004

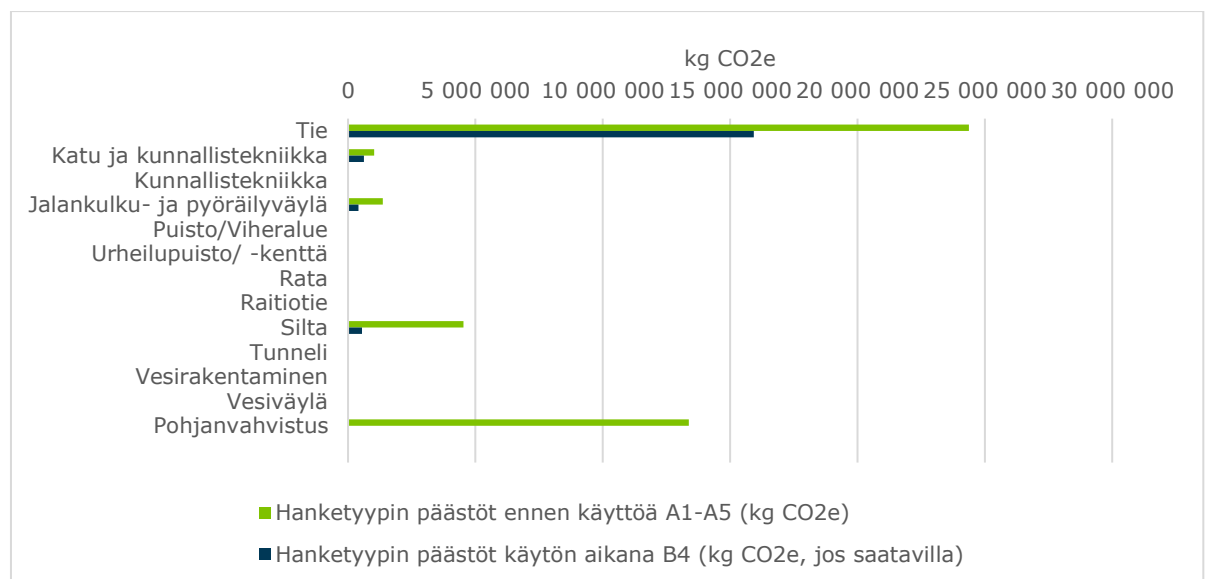
Taulukko 5-11 **Taulukko 5-5** on esitetty vaihtoehdon VE2B rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan. Rakentamisvaiheessa (A1-A5) yksi merkittävin päästöjenlähde on jakava kerros **18,4** prosentin osuudellaan rakentamisvaiheen päästöistä. Jakavan kerroksen osuus kuitenkin laskee B4 uusimisten myötä **13,2** prosenttiin. Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK muodostaa **9,2** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta myös sen osuus laskee B4 vaiheen myötä **6,6** prosenttiin. Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB sen sijaan muodostaa vain **4,3** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta **24,8** prosenttia rakentamisen ja 50 vuoden käyttöjakson yhteispäästöistä. Toiseksi merkittävin päästöjenlähde on pilaristabilointi **23,3** prosentin osuudella A1-A5 vaiheen päästöistä ja **16,8** prosentin osuudella kokonaispäästöistä. Sillat muodostavat **10,1** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **8,2** prosentin osuuden kokonaispäästöistä. Suojaus- ja vaimennusrakenteet eli meluseinät ja -kaiteet muodostavat **7** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **5** prosentin osuuden kokonaispäästöistä.



Taulukko 5-11. Vaihtoehdon VE2B rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan.



Vaihtoehdon VE2B päästöjen jakautuminen hanketyypeittäin on esitetty Kuva 5-3. Tien osuus päästöistä on **64,8** prosenttia ja pohjanvahvistuksien **21,5** prosenttia.



Kuva 5-3. Vaihtoehdon VE2B päästöjen jakautuminen hanketyyppeihin.

5.2.4 Vaihtoehto VE3A

Vaihtoehdon VE3A päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin on esitetty Taulukko 5-12. Tuotteiden valmistus rakentamisvaiheessa, että uusimisten yhteydessä



muodostaa **87,0** prosenttia kokonaispäästöistä. B4 30 vuoden käyttöjaksolla ei ole mukana taulukon yhteensä rivillä.

Taulukko 5-12. Vaihtoehdon VE3A päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin.

Elinkaaren vaihe	Tuotteiden valmistus (A1-3)	Kuljetukset työmaalle (A4)	Työmaatoiminnot (A5)
A Ennen käyttöä (A1-A5 investoinnin toteutus)	46 825 968	2 395 171	3 787 920
B Käytön aikana (B4, 30 vuoden osuus)	7 980 848	1 078 880	552 471
B Käytön aikana (B4 rakennustuotteiden uusiminen)	14 765 128	2 019 139	983 813
Yhteensä	61 591 096	4 414 311	4 771 733

Vaihtoehdon VE3A päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin on esitetty Taulukko 5-13. Päällys- ja pintarakenteet muodostavat **44,8** prosenttia kokonaispäästöistä.

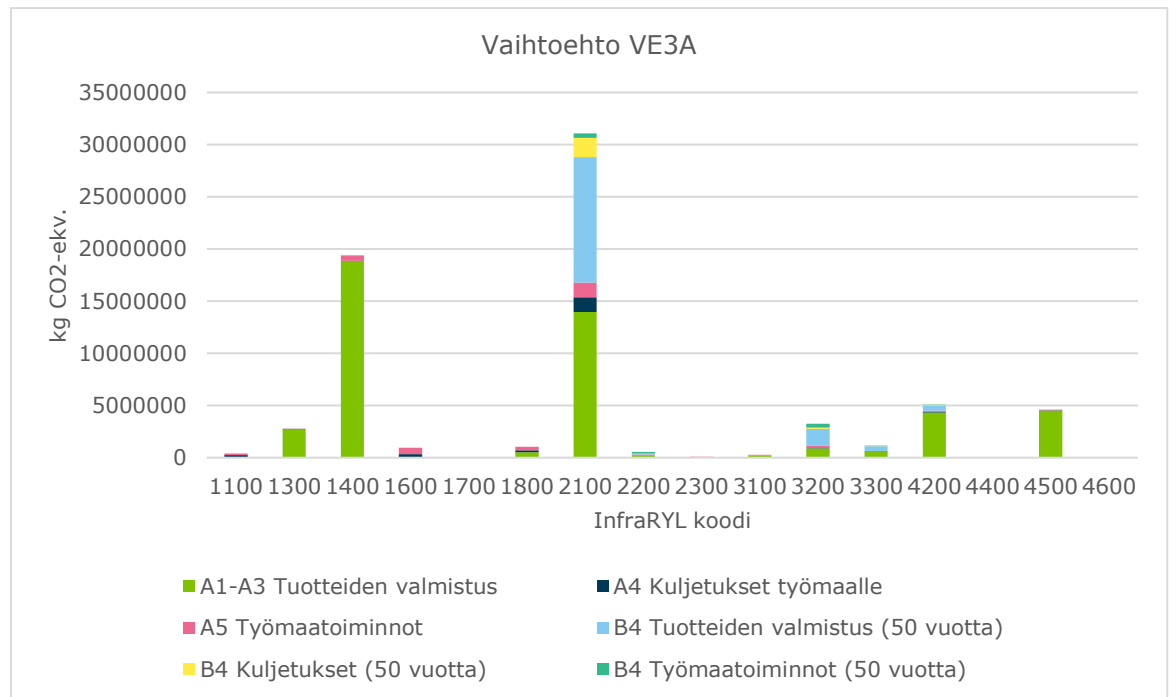
Taulukko 5-13. Vaihtoehdon VE3A päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin.

pääryhmä	Vertailupäästöt (kg CO ₂ e)	Vaiheen A1-3 päästöt	Vaiheen A4 päästöt	Vaiheen A5 päästöt	Vaiheen B4 päästöt *
1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	24 626 868	22 150 551	774 229	1 702 087	0
2 Päällys- ja pintarakenteet	31 733 139	14 155 899	1 436 167	1 584 788	14 556 285
3 Järjestelmät	4 703 353	1 659 531	78 277	302 106	2 663 439
4 Rakennustekniset rakennusosat	9 713 781	8 859 988	106 498	198 939	548 357
yhteensä	70 777 140	46 825 968	2 395 171	3 787 920	17 768 081

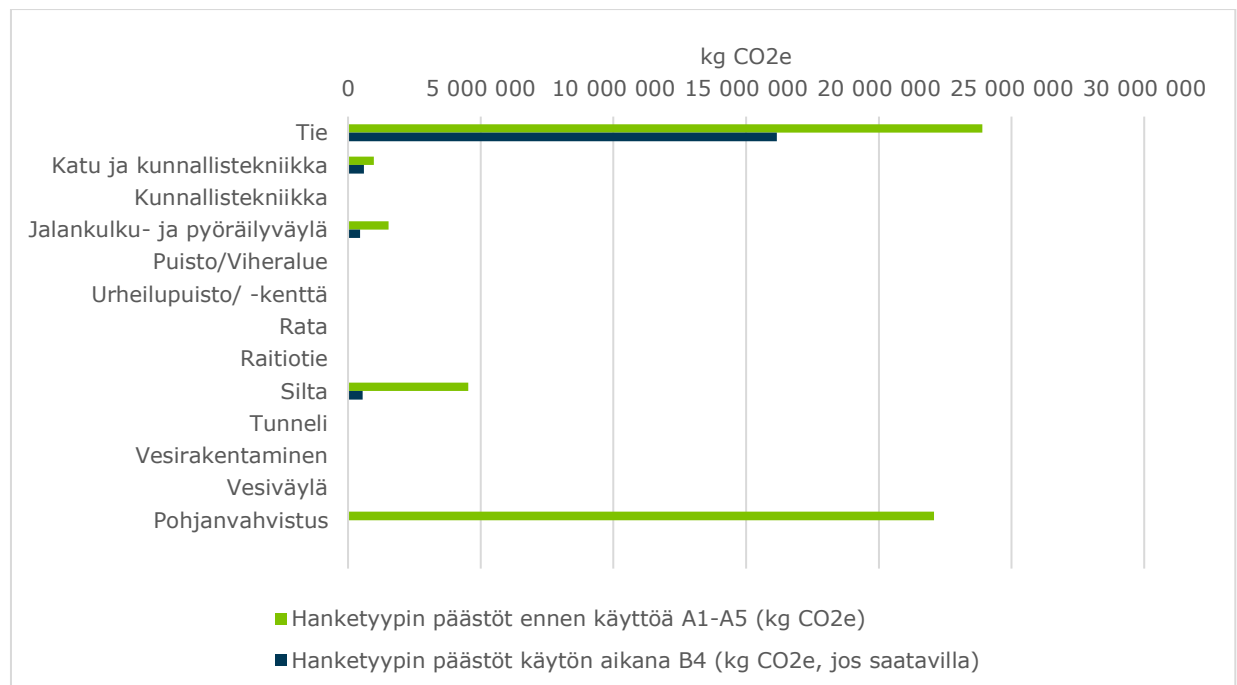
Taulukko 5-14 on esitetty vaihtoehdon VE3A rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan. Rakentamisvaiheessa (A1-A5) yksi merkittävin päästöjenlähde on jakava kerros **13,2** prosentin osuudellaan rakentamisvaiheen päästöistä. Jakavan kerroksen osuus kuitenkin laskee B4 uusimisten myötä **9,9** prosenttiin. Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK muodostaa **7,5** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta myös sen osuus laskee B4 vaiheen myötä **5,6** prosenttiin. Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB sen sijaan muodostaa vain **3,5** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta **20,9** prosenttia rakentamisen ja 50 vuoden käyttöjakson yhteispäästöistä. Merkittävin päästöjenlähde on pilaristabilointi **36,4** prosentin osuudella A1-A5 vaiheen päästöistä ja **27,2** prosentin osuudella kokonaispäästöistä. Sillat muodostavat **8,5** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **7,2** prosentin osuuden kokonaispäästöistä. Suojaus- ja vaimennusrakenteet eli meluseinät ja -kaiteet muodostavat **8,7** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **6,5** prosentin osuuden kokonaispäästöistä.



Taulukko 5-14. Vaihtoehdon VE3A rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan.



Vaihtoehdon VE3A päästöjen jakautuminen hanketyypeittäin on esitetty Kuva 5-4. Tien osuus päästöistä on **56,6** prosenttia ja pohjanvahvistuksien **31,2** prosenttia.



Kuva 5-4. Vaihtoehdon VE3A päästöjen jakautuminen hanketyyppeihin.



5.2.5 Vaihtoehto VE3B

Vaihtoehtoon VE3B päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin on esitetty Taulukko 5-15. Tuotteiden valmistus rakentamisvaiheessa, että uusimisten yhteydessä muodostaa **75,3** prosenttia kokonaispäästöistä. B4 30 vuoden käyttöjaksolla ei ole mukana taulukon yhteensä rivillä.

Taulukko 5-15. Vaihtoehtoon VE3B päästöjen jakautuminen elinkaarenvaiheisiin.

Elinkaaren vaihe	Tuotteiden valmistus (A1-3)	Kuljetukset työmaalle (A4)	Työmaatoiminnot (A5)
A Ennen käyttöä (A1-A5 investoinnin toteutus)	45 782 465	5 581 396	4 424 367
B Käytön aikana (B4, 30 vuoden osuus)	8 173 459	1 118 167	552 858
B Käytön aikana (B4 rakennustuotteiden uusiminen)	15 190 073	2 081 021	1 031 109
Yhteensä	60 972 537	7 662 417	5 455 475

Vaihtoehtoon VE3B päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin on esitetty Taulukko 5-16. Päällys- ja pintarakenteet muodostavat **47,5** prosenttia kokonaispäästöistä.

Taulukko 5-16. Vaihtoehtoon VE3B päästöjen jakautuminen InfraRYL pääryhmiin.

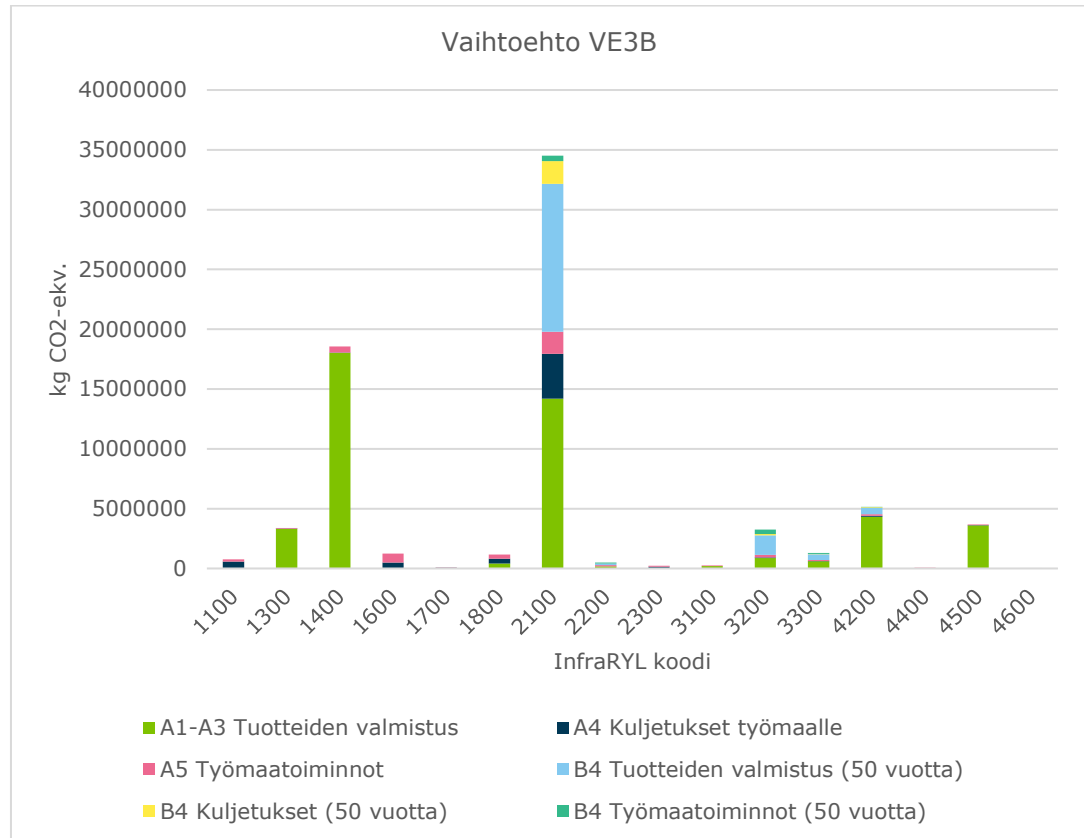
pääryhmä	Vertailupäästöt (kg CO ₂ e)	Vaiheen A1-3 päästöt	Vaiheen A4 päästöt	Vaiheen A5 päästöt	Vaiheen B4 päästöt *
1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet	25 169 230	21 797 950	1 495 181	1 876 099	0
2 Päällys- ja pintarakenteet	35 227 795	14 370 812	3 879 496	2 026 866	14 950 621
3 Järjestelmät	4 823 238	1 672 528	78 267	339 658	2 732 784
4 Rakennustekniset rakennusosat	8 870 166	7 941 175	128 451	181 742	618 798
yhteensä	74 090 430	45 782 465	5 581 396	4 424 367	18 302 203

taulukossa 5-17 on esitetty vaihtoehtoon VE3B rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan. Rakentamisvaiheessa (A1-A5) yksi merkittävin päästöjenlähde on jakava kerros **16,8** prosentin osuudellaan rakentamisvaiheen päästöistä. Jakavan kerroksen osuus kuitenkin laskee B4 uusimisten myötä **12,7** prosenttiin. Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK muodostaa **7,4** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta myös sen osuus laskee B4 vaiheen myötä **5,5** prosenttiin. Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB sen sijaan muodostaa vain **3,5** prosenttia A1-A5 vaiheen päästöistä, mutta **20,8** prosenttia rakentamisen ja 50 vuoden käyttöjakson yhteispäästöistä. Merkittävin päästöjenlähde on pilaristabilointi **33,1** prosentin osuudella A1-A5 vaiheen päästöistä ja **24,9** prosentin osuudella kokonaispäästöistä. Sillat muodostavat **8,1** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **6,9** prosentin osuuden



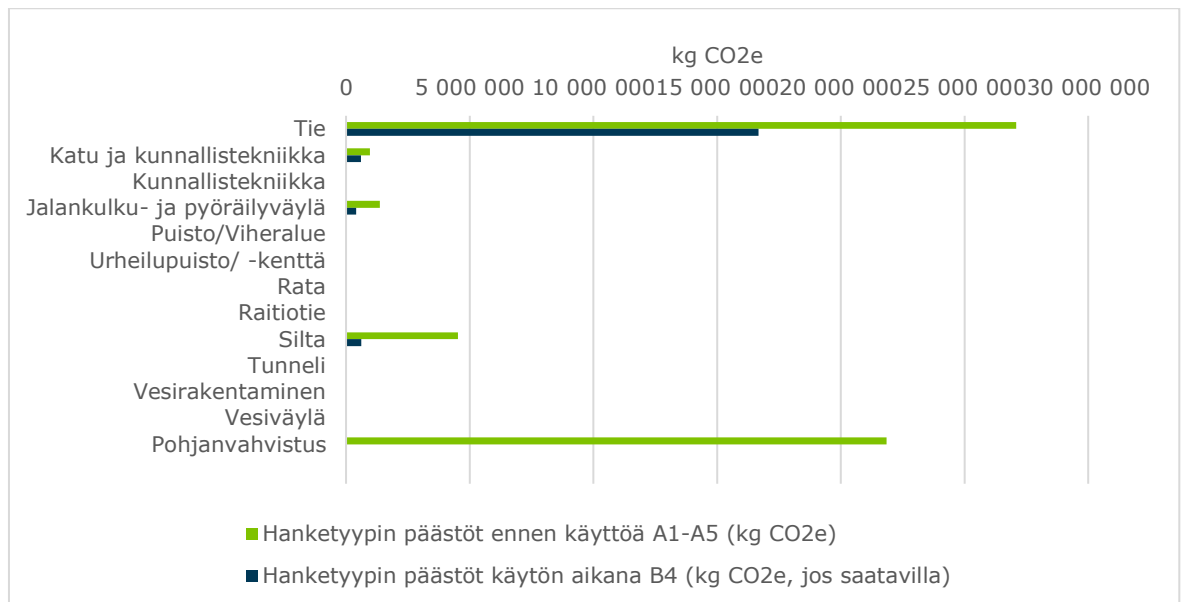
kokonaispäästöistä. Suojaus- ja vaimennusrakenteet eli meluseinät ja -kaiteet muodostavat **6,6** prosentin osuuden A1-A5 vaiheen päästöistä ja **5** prosentin osuuden kokonaispäästöistä.

taulukossa 5-17. Vaihtoehdon VE3B rakentamisvaiheen (A1-A5) ja uusimisten (B4) päästöt 50 vuoden käyttöjaksolla eroteltuna InfraRYL 100-tason koodien mukaan.



Vaihtoehdon VE3B päästöjen jakautuminen hanketyypeittäin on esitetty **Kuva 5-5**. Tien osuus päästöistä on **59,1** prosenttia ja pohjanvahvistuksien **29,5** prosenttia.





Kuva 5-5. Vaihtoehdon VE3B päästöjen jakautuminen hanketyyppeihin.



6 Vähähiiliset ratkaisut

Päästövähennyskeinoja ja niiden kustannusvaikutuksia on arvioitu kahdelle eri vaihtoehdolle. Vaihtoehtoiksi on valittu hankevaihtoehtoista päästöiltään pienen eli VE1 ja suurin eli VE3B. Arvioidut päästövähennyskeinot vaihtoehtojen VE1 ja VE3B osalta sekä niiden päästökertoimet ja hinta suhteessa alkuperäisiin ratkaisuihin on esitetty Taulukko 6-1.

Muita tunnistettuja vähäpäästöisiä suunnitteluratkaisuja, joita ei ole huomioitu päästölaskennassa ovat mm. lentotuhkan ja/tai pohjatuhkan käyttö pengertäytöissä, rakentamisessa syntyvien massojen hyötykäyttö sekä hankealueelta poistettavien pintamaiden hyödyntäminen uusiokasvualustan valmistuksessa.

Taulukko 6-1. Arvioidut päästövähennyskeinot vaihtoehtojen VE1 ja VE3B osalta sekä niiden päästökertoimet ja hinta suhteessa alkuperäisiin ratkaisuihin.

Materiaali	Yksi kkö	Päästö kerroin	Päästöt suhteessa alkuperäiseen	Yksikkö hintaa	Hinta alkuperäiseen nähdä	Lähde päästökertoimelle ja kustannustiedoille
Stabilointi						
sideaine, stabiloinnin sideaine (kalkki, sementti; suhde 30/70), hieman vaikeammat maaperät	kg	0.7	100 %	0.2	100 %	IHKU
Stabiloinnin sideaineena GTC eli kalkki-sementti kipsi	kg	0.2	34 %	0.1	72 %	IHKU
Stabiloinnin sideaineena CEM IIIB eli masuunikuonasementti	kg	0.3	43 %	0.1	70 %	IHKU
Jakava kerros						
murske, kalliomurske, KaM 0/56	t	6.0	100 %	6.0	100 %	IHKU
betonimurske (2,3 t/m ³ tr) (20 % murskeen määräästä)	t	4.6	76 %	4.6	77 %	IHKU
kasettikuorma-auto, sis. kuljettaja (alkuperäinen kuljetuspanos)	m ³ tr	4.6	100 %	8.6	100 %	IHKU
kasettikuorma-auto, sis. kuljettaja (uusi kuljetuspanos)	m ³ tr	4.5	98 %	8.6	100 %	IHKU
Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB						
asfalttimassa: asfalttibetoni AB 11	t	47.0	100 %	100.0	100 %	IHKU
Asphalt for high traffic intensity, 4.5% bitumen, ECO-Asfalt ABB Æ10>500 PMB (Peab Asphalt Danmark A/S)	t	42.7	91 %	110.0	110 %	NEPD-5980-5245-DK / Hinta tieto on arvio
asfalttimassa: asfalttibetoni AB 16	t	47.0	100 %	90.0	100 %	IHKU
Asphalt for high traffic intensity, 4.5% bitumen, ECO-Asfalt ABB Æ10>500 PMB (Peab Asphalt Danmark A/S)	t	42.7	91 %	99.0	110 %	NEPD-5980-5245-DK / Hinta tieto on arvio



asfalttimassa: asfalttibetoni AB 22	t	47.0	100 %	85.0	100 %	IHKU
Asphalt for high traffic intensity, 4.5% bitumen, ECO-Asfalt ABB Æ10>500 PMB (Peab Asphalt Danmark A/S)	t	42.7	91 %	93.5	110 %	NEPD-5980-5245-DK / Hinta tieto on arvio
Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK						
asfalttimassa: kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK 22	t	45.0	100 %	75.0	100 %	IHKU
Asphalt base layer for road surface, ECO-Asfalt GAB I, Produkt-EPD med certificeret biogas (Peab Asphalt Danmark A/S)	t	21.4	48 %	82.5	110 %	NEPD-5981-5247-DK / Hinta tieto on arvio
asfalttimassa: kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK 31	t	45.0	100 %	73.0	100 %	IHKU
Asphalt base layer for road surface, ECO-Asfalt GAB I, Produkt-EPD med certificeret biogas (Peab Asphalt Danmark A/S)	t	21.4	48 %	80.3	110 %	NEPD-5981-5247-DK / Hinta tieto on arvio
Kivimastikiasfaltti SMA						
asfalttimassa: kivimastikiasfaltti SMA 16	t	52.0	100 %	105.0	100 %	IHKU
Thin surfacing course system stone mastic asphalt (TSCS (SMA)), hot mix, 14 mm nominal aggregate size (One Click LCA)	t	42.2	81 %	115.5	110 %	OCL, 2024 / Hinta tieto on arvio
Betonikivipäällyste						
betonikivi 80 mm, harmaa, hienopesty vähähiilinen	m2	25.5	100 %	16.7	100 %	IHKU
		11.0	43 %	23.5	141 %	https://www.rudus.fi/tuotteet/pihakivet-ja-maisematuotteet?group=betonikivet
betonikivi 80 mm, harmaa, sileä vähähiilinen	m2	25.5	100 %	16.7	100 %	IHKU
		11.0	43 %	23.5	141 %	https://www.rudus.fi/tuotteet/pihakivet-ja-maisematuotteet?group=betonikivet
betonikivi 80 mm, harmaa, nurmi- tai sepelisauma, pelastusreitti ja pysäköintialue vähähiilinen	m2	25.5	100 %	16.4	100 %	IHKU
		11.0	43 %	23.2	141 %	https://www.rudus.fi/tuotteet/pihakivet-ja-maisematuotteet?group=betonikivet
betonikivi 60 mm, harmaa, sileä vähähiilinen	m2	19.1	100 %	14.6	100 %	IHKU
		8.2	43 %	20.6	141 %	https://www.rudus.fi/tuotteet/pihakivet-ja-maisematuotteet?group=betonikivet
Reunatuki, upotettava betoninen reunatuki						
reunakivi, betoni, upotettava, suora, 110 × 300 mm, J1 (harmaa) vähähiilinen	m	6.4	100 %	12.4	100 %	IHKU
		5.5	85 %	13.6	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
reunakivi, betoni, upotettava, suora, 80 × 250 mm (harmaa) vähähiilinen	m	5.6	100 %	10.1	100 %	IHKU
		4.8	85 %	11.1	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
Betoni						
betoni, C25/30, P0, # 32 mm, S2 GWP85	m3	210.0	100 %	74.7	100 %	IHKU
		178.5	85 %	84.4	113 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
betoni, C30/37, P0, # 32 mm, S2	m3	270.0	100 %	79.2	100 %	IHKU



GWP85		230.0	85 %	89.2	113 %	Haastattelu: Swerock, tiedot toimittanut Johanna Koskenranta, Peab asfalt Oy, 3.10.2024
betoni, C30/37, P30, # 32 mm, S3	m3	300.0	100 %	91.2	100 %	IHKU
GWP85		255.0	85 %	100.3	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
betoni, C35/45, P0, # 32 mm, S3	m3	300.0	100 %	91.2	100 %	IHKU
GWP85		255.0	85 %	100.3	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
betoni, C35/45, P30, # 16 mm, S3	m3	330.0	100 %	104.7	100 %	IHKU
GWP85		280.0	85 %	114.7	110 %	Haastattelu: Swerock, tiedot toimittanut Johanna Koskenranta, Peab asfalt Oy, 3.10.2024
betoni, C35/45, P30, # 32 mm, S2	m3	330.0	100 %	98.5	100 %	IHKU
GWP85		280.5	85 %	111.3	113 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
betoni, C35/45, P30, # 32 mm, S3	m3	330.0	100 %	101.7	100 %	IHKU
GWP85		280.5	85 %	111.9	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
betoni, C35/45, P50, # 16 mm, S3	m3	340.0	100 %	111.1	100 %	IHKU
GWP85		289.0	85 %	122.2	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella
betoni, C35/45, P50, # 32 mm, S2, XD3	m3	340.0	100 %	139.5	100 %	IHKU
GWP85		290.0	85 %	149.5	107 %	Haastattelu: Swerock, tiedot toimittanut Johanna Koskenranta, Peab asfalt Oy, 3.10.2024
betoni, C35/45, P50, # 32 mm, S3	m3	340.0	100 %	107.9	100 %	IHKU
GWP85		289.0	85 %	118.7	110 %	Johdettu hinta ja päästökerroin haastattelun perusteella

Taulukko 6-2. Arvioidut päästövähennyskeinot rakentamisvaiheen A1-A5 aikana vaihtoehtojen VE1 ja VE3B osalta ja näiden ratkaisujen vaikutus päästöjen sekä kustannusten vähentymiseen, että ratkaisujen tehokkuus suhteessa hintaan (kg CO₂e/€). Kustannusten osalta negatiivinen prosenttiyksikkö tarkoittaa kustannusten nousua suhteessa alkuperäiseen ratkaisuun. Ratkaisujen tehokkuuden osalta negatiivinen arvo kuvastaa sitä, että ratkaisu myös säästää rahaa suhteessa alkuperäiseen ratkaisuun.

Vaihtoehtojen VE1 osalta rakentamisvaiheessa pystytään saavuttamaan tutkituilla ratkaisuilla **19** prosentin päästöjen vähentyminen suhteessa alkuperäisiin ratkaisuihin, mutta rakennusosien kustannukset **nousevat 0,75** prosenttia suhteessa alkuperäisiin ratkaisuihin. Vastaavasti vaihtoehtojen VE3B osalta rakentamisvaiheessa pystytään saavuttamaan tutkituilla ratkaisuilla **27,1** prosentin päästöjen vähentyminen suhteessa alkuperäisiin ratkaisuihin, minkä lisäksi rakennusosien



kustannukset **laskevat 0,72** prosenttia suhteessa alkuperäisiin ratkaisuihin. Ero johtuu stabiloinnin määrästä suhteessa hankkeen muihin rakennusosiin. CEM IIB on esitetty taulukossa, mutta ei huomioitu taulukon yhteensä rivillä.

Ratkaisujen tehokkuuden osalta KC30 stabilointiaineen korvaamisella GTC:lle saavutetaan 8,36 kg CO₂-ekv. päästöjen vähentyminen jokaista säästettyä euroa kohden. Vastaavasti murskeen korvaaminen betonimurskeella vähentää sekä päästöjä, että rahaa. Kaikista muista ratkaisuista joudutaan maksamaan päästövähennysten saavuttamiseksi. Paras hinta/saavutettava päästövähennys suhde, kun päästövähennystä maksetaan, on valettavilla betoneille. Sen sijaan betonisten kivien, reunatukien ja asfalttien osalta ratkaisujen tehokkuus on heikko eli 0,43–0,83 kg CO₂-ekv. säästö per euro. Näiden tuotteiden osalta kuitenkin on hyvä huomioida, että hintatietoihin ja kertoimiin liittyy epävarmuuksia. Tavoitteena on saada hinta ja päästökerrointiedot päivitettyä seuraaviin vähähiilisyyden raportteihin, jotta vertailun luotettavuutta saadaan parannettua.

Taulukko 6-2. Arvioidut päästövähennyskeinot rakentamisvaiheen A1-A5 aikana vaihtoehtojen VE1 ja VE3B osalta ja näiden ratkaisujen vaikutus päästöjen sekä kustannusten vähentymiseen, että ratkaisujen tehokkuus suhteessa hintaan (kg CO₂e/€). Kustannusten osalta negatiivinen prosenttiyksikkö tarkoittaa kustannusten nousua suhteessa alkuperäiseen ratkaisuun. Ratkaisujen tehokkuuden osalta negatiivinen arvo kuvastaa sitä, että ratkaisu myös säästää rahaa suhteessa alkuperäiseen ratkaisuun.

Vaihtoehto	VE1	VE1	VE1	VE1	VE3B	VE3B	VE3B	VE3B	VE1 & VE3B
Materiaali	Päästöt yhteensä (kg CO ₂ e)	Päästöjen vähentyminen suhteessa VE1 A1-A5 vaiheen päästöihin	Hinta yhteensä (€)	Kustannusten vähentyminen suhteessa VE1 A1-A5 vaiheen kustannuksiin	Päästöt yhteensä (kg CO ₂ e)	Päästöjen vähentyminen suhteessa VE3B A1-A5 vaiheen päästöihin	Hinta yhteensä (€)	Kustannusten vähentyminen suhteessa VE3 A1-A5 vaiheen kustannuksiin	Ratkaisujen tehokkuus (kg CO ₂ e/€)
Yhteensä	4098659	19.00 %	262846	-0.75 %	15100186	27.07 %	521092	0.72 %	
Stabilointi									
sideaine, stabiloinnin sideaine (kalkki, sementti; suhde 30/70), hieman vaikeammat maaperät (KC30)	3614244	0.00 %	1033383	0.00 %	17935586	0.00 %	5128134	0.00 %	
Stabiloinnin sideaineena GTC eli kalkki-sementti kipsi	1230713	11.05 %	748307	0.81 %	6107376	21.20 %	3713454	1.96 %	-8.36
Stabiloinnin sideaineena CEM IIB eli masuunikuonasementti	1557864	9.53 %	721677	0.89 %	7730856	18.29 %	3581303	2.15 %	-6.60
Jakava kerros			0						
murske, kalliomurske, KaM 0/56	2761315	0.00 %	2765917	0.00 %	6041650	0.00 %	6051719	0.00 %	
betonimurske (2,4->2,3 t/m ³ tr) (20 % murskeen määrästä)	2612166	0.69 %	2619139	0.42 %	5715317	0.58 %	5730573	0.45 %	-1.02



kasettikuorma-auto, sis. kuljettaja (kuljetuspanos)	999682	0.00 %	1476585	0.00 %	2187266	0.00 %	3230709	0.00 %	
kasettikuorma-auto, sis. kuljettaja (uusi kuljetuspanos)	988417	0.05 %	1464280	0.04 %	2162617	0.04 %	3203787	0.04 %	-0.92
Kulutuskerroksen asfalttibetoni AB			0						
asfalttimassa: asfalttibetoni AB 11	222587	0.00 %	473590	0.00 %	206650	0.00 %	439680	0.00 %	
Asphalt for high traffic intensity, 4.5% bitumen, ECO-Asfalt ABB Æ10>500 PMB (Peab Asfalt Danmark A/S)	202223	0.09 %	520949	-0.14 %	187743	0.03 %	483648	-0.06 %	0.43
asfalttimassa: asfalttibetoni AB 16	107594	0.00 %	206030	0.00 %	983168	0.00 %	1882663	0.00 %	
Asphalt for high traffic intensity, 4.5% bitumen, ECO-Asfalt ABB Æ10>500 PMB (Peab Asfalt Danmark A/S)	97750	0.05 %	226633	-0.06 %	893219	0.16 %	2070929	-0.26 %	0.48
asfalttimassa: asfalttibetoni AB 22	462703	0.00 %	836804	0.00 %	465089	0.00 %	841118	0.00 %	
Asphalt for high traffic intensity, 4.5% bitumen, ECO-Asfalt ABB Æ10>500 PMB (Peab Asfalt Danmark A/S)	420371	0.20 %	920484	-0.24 %	422538	0.08 %	925229	-0.12 %	0.51
Kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK			0						
asfalttimassa: kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK 22	379035	0.00 %	631725	0.00 %	1212660	0.00 %	2021100	0.00 %	
Asphalt base layer for road surface, ECO-Asfalt GAB I, Produkt-EPD med certificeret biogas (Peab Asfalt Danmark A/S)	180252	0.92 %	694898	-0.18 %	576687	1.14 %	2223210	-0.28 %	3.15
asfalttimassa: kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK 31	1108677	0.00 %	1798521	0.00 %	2193852	0.00 %	3558916	0.00 %	
Asphalt base layer for road surface, ECO-Asfalt GAB I, Produkt-EPD med certificeret biogas (Peab Asfalt Danmark A/S)	527238	2.70 %	1978373	-0.51 %	1043299	2.06 %	3914808	-0.49 %	3.23
Kivimastikiasfaltti SMA			0		0				
asfalttimassa: kivimastikiasfaltti SMA 16	612960	0.00 %	1237709	0.00 %	565640	0.00 %	1142159	0.00 %	
Thin surfacing course system stone mastic asphalt (TSCS (SMA)), hot mix, 14 mm nominal aggregate size (One Click LCA)	497441	0.54 %	1361479	-0.35 %	459039	0.19 %	1256374	-0.16 %	0.93
Betonikivipäällyste			0						
betonikivi 80 mm, harmaa, hienopesty	280040	0.00 %	183530	0.00 %	258111	0.00 %	169159	0.00 %	
GWP85	120417	0.74 %	258436	-0.21 %	110988	0.26 %	238199	-0.10 %	2.13



betonikivi 80 mm, harmaa, sileä	30283	0.00 %	19846	0.00 %	42278	0.00 %	27708	0.00 %	
GWP85	13021	0.08 %	27946	-0.02 %	18179	0.04 %	39016	-0.02 %	2.13
betonikivi 80 mm, harmaa, nurmi- tai sepelisauma, pelastusreitti ja pysäköintialue	2249	0.00 %	1451	0.00 %	2249	0.00 %	1451	0.00 %	
GWP85	967	0.01 %	2043	0.00 %	967	0.00 %	2043	0.00 %	2.17
betonikivi 60 mm, harmaa, sileä	1024	0.00 %	784	0.00 %	1024	0.00 %	784	0.00 %	
GWP85	440	0.00 %	1105	0.00 %	440	0.00 %	1105	0.00 %	1.82
Reunatuki, upotettava betoninen reunatuki			0						
reunakivi, betoni, upotettava, suora, 110 x 300 mm, J1 (harmaa)	90114	0.00 %	17296 1	0.00 %	81313	0.00 %	15606 8	0.00 %	
GWP85	76597	0.06 %	19025 7	-0.05 %	69116	0.02 %	17167 4	-0.02 %	0.78
reunakivi, betoni, upotettava, suora, 80 x 250 mm (harmaa)	21415	0.00 %	38700	0.00 %	21415	0.00 %	38700	0.00 %	
GWP85	18203	0.01 %	42570	-0.01 %	18203	0.01 %	42570	-0.01 %	0.83
Betoni			0						
betoni, C25/30, P0, # 32 mm, S2	3696	0.00 %	1315	0.00 %	3696	0.00 %	1315	0.00 %	
GWP85	3142	0.00 %	1485	0.00 %	3142	0.00 %	1485	0.00 %	3.24
betoni, C30/37, P0, # 32 mm, S2	226800	0.00 %	66536	0.00 %	1315440	0.00 %	38591 1	0.00 %	
GWP85	193200	0.16 %	74936	-0.02 %	1120560	0.35 %	43463 1	-0.07 %	4.00
betoni, C30/37, P30, # 32 mm, S3	9450	0.00 %	2873	0.00 %	20790	0.00 %	6320	0.00 %	
GWP85	8033	0.01 %	3160	0.00 %	17672	0.01 %	6952	0.00 %	4.93
betoni, C35/45, P0, # 32 mm, S3	41580	0.00 %	12640	0.00 %	52668	0.00 %	16011	0.00 %	
GWP85	35343	0.03 %	13904	0.00 %	44768	0.01 %	17612	0.00 %	4.93
betoni, C35/45, P30, # 16 mm, S3	765419	0.00 %	24277 7	0.00 %	1045737	0.00 %	33168 9	0.00 %	
GWP85	649446	0.54 %	26597 1	-0.07 %	887292	0.28 %	36337 8	-0.04 %	5.00
betoni, C35/45, P30, # 32 mm, S2	103567	0.00 %	30904	0.00 %	143077	0.00 %	42693	0.00 %	
GWP85	88032	0.07 %	34921	-0.01 %	121615	0.04 %	48243	-0.01 %	3.87
betoni, C35/45, P30, # 32 mm, S3	514138	0.00 %	15851 0	0.00 %	690032	0.00 %	21273 9	0.00 %	
GWP85	437018	0.36 %	17436 1	-0.05 %	586527	0.19 %	23401 3	-0.03 %	4.87
betoni, C35/45, P50, # 16 mm, S3	738026	0.00 %	24113 9	0.00 %	1036958	0.00 %	33881 1	0.00 %	
GWP85	627322	0.51 %	26525 3	-0.07 %	881415	0.28 %	37269 2	-0.05 %	4.59
betoni, C35/45, P50, # 32 mm, S2, XD3	72346	0.00 %	29681	0.00 %	97479	0.00 %	39992	0.00 %	



GWP85	61707	0.05 %	31809	-0.01 %	83144	0.03 %	42859	0.00 %	5.00
betoni, C35/45, P50, # 32 mm, S3	127806	0.00 %	40556	0.00 %	188139	0.00 %	59701	0.00 %	
GWP85	108635	0.09 %	44611	-0.01 %	159918	0.05 %	65671	-0.01 %	4.73



Sitowise Oy
Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo

Y-tunnus 2335445-0, **Kotipaikka** Espoo
Sähköposti etunimi.sukunimi@sitowise.com

7 Jatkotoimenpiteet

7.1 Laskennan mahdollinen täydennystarve

Laskennan lähtötiedot tarkentuvat hankkeen yleissuunnitelman myötä.

7.2 Evästys muille saman hankekokonaisuuden suunnitteluvaiheen laskennoille

Luvussa 3 käsitellään laskennassa sovelletut rajaukset ja tietopuutteet, sekä luvussa 4 analysoidaan muun muassa laskennan luotettavuutta ja arvioinnin luotettavuutta sekä niiden vaikutusta hankkeen kokonaispäästöihin.

7.3 Huomiot tulevien suunnitteluvaiheen laskentoja varten

Tulevissa suunnitteluvaiheissa on tarpeen tarkentaa päästövähennystoimenpiteiden vaikutusten laskentaa sekä päästöjen että kustannusten osalta. Uusiomateriaalien käyttömahdollisuudet tulisi tutkia ja hankkeesta laatia kiertotalousselvitys. Jatkosuunnittelussa on myös syytä selvittää vähäpäästöisten työkalujen käyttömahdollisuudet ja arvioida niiden vaikutus kokonaispäästöihin sekä tutkia massojen hallinnan vaikutusta kokonaispäästöihin ja kustannuksiin.



8 Huomiot Ihkun päästölaskennasta ja Väyläviraston raportointipohjista

8.1 Yleisesti huomioista

Tässä luvussa esitetyt huomiot ja kritiikki pohjautuu osittain Rambollin Suvi Ollikaisen ja Pyry Potilan esiin nostamiin ongelmiin "Päästölaskentamenetelmän pilotointi ja kehittäminen, Kt 67 Ilmajoki-Seinäjoki" -raportissa. Näissä huomioissa on otettu kantaa näihin esiin nostettuihin ongelmiin ja esitetty omia näkemyksiä ongelmien korjaamiseksi. Lisäksi esiin on nostettu muita havaittuja asioita.

8.2 Elinkaaren vaiheiden mukainen laskenta

Elinkaaren vaiheiden mukainen laskenta olisi helpompi ja nopeampi toteuttaa muutamalla muutoksella Ihku-kustannuslaskennan raportointipohjiin ja itse kustannuslaskentaan. Raporttipohjaan tulisi luoda valmiiksi B4 vaiheelle omat sarakkeensa 30 ja 50 vuoden laskennoille. Arvot voisivat alussa olla kaikilla vain 50 vuotta ja käyttäjälle tulisi painottaa, että hänen tulee tarkistaa arvot ja muokata ne tarpeen tullen. Vastaavasti käyttöikä tulisi voida määritellä jo itse kustannuslaskentaohjelmistossa. Lisäksi rakennustuotteiden vaihtojen/uusimisen päästöjen laskentaa (B4-vaihe) hankaloittaa tuotteiden käyttöikä tietojen ja ohjeistuksen puute. Toiveena olisi, että avointa tietoa ja ohjeistusta olisi saatavilla enemmän, jotta myös uusimisen päästöt saadaan vertailukelpoisiksi eri hankkeiden välillä. Raportin tekohetkellä B4-vaiheen toteuttaminen on työlästä, sillä käyttöikä tietojen etsimiseen kuluu paljon aikaa.

Toinen muutosta vaativa asia on panosraportti. Nyt panosraportista uupuu juokseva litterakoodi numerointi ja rakennusosaselite avatuille rakennusosille. Koodi ja selite ovat vain ylätasolla rakennusosalla, mutta ei avatuilla panoksilla. Juokseva koodi sekä alkuperäisellä tarkalla tasolla, että 100-tasolla sekä rakennusosaselitteiden jokaisella panosrivillä, mahdollistaa tietojen poimimisen ja esimerkiksi summaamisen hyvin helposti. Edellä mainitut toimenpiteet on helppo tehdä VBA makroilla, mutta niiden olemassaolo jo valmiiksi laittaisi kaikki laskijat samalle tasolle.

Lisäksi ihkun nykyinen päästölaskentakehys määrittää kuljetuksen päästöt (A4-vaihe) vain määrältään suurimmille rakennusosakokonaisuuksille, kuten maa- ja kiviaineksille, asfaltille sekä valmisbetonille. Kuljetusten päästöt voidaan sisällyttää laskelmiin käyttämällä erillistä materiaalirahtirakennusosaa (littera 5500). Tämä kuitenkin edellyttää kustannuslaskennan ja päästösuunnittelun välistä yhteistyötä, jotta kaikki laskennan kannalta oleelliset tekijät saadaan mukaan. Lisäksi muiden rakennusosien kuljetusten päästöjen puuttuminen ei näy selkeästi nykyisessä käyttöliittymässä; tämä tieto on saatavilla vain Ihkun päästölaskennan käyttöohjeesta. Elinkaarenvaiheiden kattavuuden lisääminen laskelmiin automaattisesti selkeyttäisi kokonaisuutta ja käyttöä.

C-vaihetta varten tulisi Ihku-kustannuslaskentaan lisätä myös B4-vaiheelle esitetyt toimenpiteet. Tällöin sen lisääminen laskentaan nopeutuisi merkittävästi. Nyt B4-vaiheen laskentaan sisältyvät osat eli poistettavien rakenteiden purkaminen (C1), pois kuljetus (C2), jätteenkäsittely (C3) ja loppusijoitus (C4) tulee eritellä erikseen Väyläviraston Excel-raportointipohjaan. Nämä vaiheet, kuten asfaltin poisto, tulee



lisätä Ihkuun päästölaskentaa varten erikseen, sillä kustannuslaskennassa niitä ei yleensä huomioida. Ihkussa elinkaaren vaiheet A1-A5 on määritelty automaattisesti kaikille panoksille, joten vaiheiden C1-C4 erottelu vaatii manuaalista työtä. Tässä työssä vaiheita C1-C4 ei eroteltu erikseen B4-vaiheen laskennasta ajansäästösyistä.

8.3 Tulosten jaottelu InfraRYL pää- ja alaryhmiin

Väyläviraston raportointivaatimukset edellyttävät päästöjen jaottelua InfraRYL:n pääryhmiin (tasot 1000, 2000, 3000 ja 4000). Tällä hetkellä Ihkussa ei ole automaattista jaottelua näihin ryhmiin, mikä aiheuttaa manuaalista työtä panosraportin laatimisessa. Kt 51 laskennassa ongelma korjattiin muokkaamalla panosraportteja makrojen avulla, joiden myötä juokseva litterointi mahdollistin tulosten esittämisen litteroiden 100-tasolla. Menetelmällä olisi mahdollista raportoida tulokset alkuperäisellä litteratasolla. Nyt tätä ryhmittelyä esim. 100-tasoon ei joka raportissa tehdä, jonka takia tulokset jäävät hyvin pintapuoleisiksi.

Suurin ongelma raportoinnissa ja tulosten esittelyssä on itse asiassa päästöjen ja kustannusten esittäminen hanketyypeittäin, joka aiheuttaa valtavasti ylimääräistä työtä sillä Ihku-kustannuslaskentaa ei ole suunniteltu tämänlaiseen raportointiin. Esimerkiksi tulosten jaottelussa on huomioitava, että siltojen rakennusosat jakautuvat useisiin eri InfraRYL-ryhmiin, vaikka suurin osa siltojen päästöistä kuuluu ryhmään 4200 (sillat). Esimerkiksi yleissuunnitelman mukaisessa laskennassa siltojen päästöt jakautuu ryhmään 4200, ryhmään 1300 (perusrakenteet) ja loput jakautuvat ryhmään 1800 (penger- ja täyttörakenteet), 2100 (päällysrakenteen osat), 1600 (maaleikkaukset) sekä 2200 (eroosiosuojaukset).

8.4 Laskennan rakenne ja vähäpäästöiset vaihtoehdot

Yksi Ihku-laskentapalvelun päästölaskentalaajennuksen keskeisistä eduista on päästöjen automaattinen laskenta kustannuslaskennan rinnalla, mikä helpottaa kustannusten ja päästöjen vertailua. Tämä ominaisuus voi kuitenkin vaikeuttaa vähäpäästöisten ratkaisujen kehittämistä ja vertailua, erityisesti suurissa hankkeissa, joissa rakennusosien ja vaihtoehtojen määrä on suuri. Kustannuslaskentaohjelmiston tulisi esittää automaattisesti vähähiilisiä vaihtoehtoja materiaalille, mikäli sellainen on olemassa esim. KC30 korvataan GTC stabilointiaineella. Tämän jälkeen raportoinnin voisi automaattisesti tulostaa potentiaalisten päästövähennysratkaisujen päästö- ja kustannusvaikutukset.

Toinen merkittävä ongelma, joka liittyy erityisesti päästöjen ja kustannuslaskennan jaotteluun hanketyypeittäin on se, että kustannuslaskennan rakenteelle ei ole määritetty selkeää muotoa, että vaikka käyttäjä voi luoda tarpeen mukaisen jaottelun esimerkiksi katujen, hanketyyppien ja rakennusosien mukaan. Usein vähäpäästöiset ratkaisut eivät noudata luotua jaottelua, vaan vaihtoehtoisia materiaaleja voidaan soveltaa vain osaan rakennusosakokonaisuutta. Tämä havaittiin yleissuunnitelman päästölaskennassa, jossa betonimurskeen käyttö eritasoliittymien jakaviin kerroksiin osoittautui hankalaksi panosraportilla. Kustannuslaskennan luontivaiheessa tulisi huomioida myös päästölaskennan tarpeet, ja tätä voitaisiin ohjeistaa organisaatiokohtaisilla Ihku-käyttöohjeilla.

Materiaalimuokkauksia voi tehdä suoraan Ihkun sovelluksessa, mutta tämä vaatii päästölaskijalta kehittyntä osaamista ja ymmärrystä hankkeen



kustannusrakenteesta. Suurissa hankkeissa virheen riski kasvaa, joten erillisten kopioiden luominen päästölaskelmia varten on suositeltavaa. Muokkausten tekeminen alkuperäiseen laskentaan ei poista panosraportilla tehtävää lisätyötä. Vaihtoehtoisten skenaarioiden luominen käyttöliittymissä on edelleen työlästä. Suurten hankkeiden päästötarkastelua voisi helpottaa mahdollistamalla muokkauksen tekeminen yhdellä kertaa kaikille tietyin rakennusosan määrittelyille, esimerkiksi antamalla suhdeluvun kierrätysmateriaalien osuuksille. Lisäksi itse luodut rakenteet eli ei määritellyt rakenteet eivät tulostu panosraportille, joka haittaa puuttuvien päästökertoimien määrittelyä.

Tällä hetkellä Ihkun päästölaskenta ei tue vähäpäästöisen työmaatoiminnan vaikutuksia. Useat infra-alan toimijat seuraavat Päästötön työmaa -Green Dealia, joka määrittelee muun muassa ei-fossiilisen polttoaineen käyttöä työmailla. Työmaakoneiden päästöarvoja voi muuttaa kuten materiaalien päästöjä, mutta vähäpäästöiselle toiminnalle ei ole asetettu omia päästökertoimia. Uusiutuvan käyttövoiman vaikutusta voisi arvioida asettamalla kertoimia, joiden avulla työmaan kokonaispäästöjä voidaan arvioida. Tämän lisäksi tietyt konetyypit ovat helpommin sähköistettävissä kuin toiset. Työmaatoiminnoille voisikin hyvä mahdollistaa automaattisesti eri profiileilla skenaariolaskentaa.

8.5 Raportointipohja

Nykyisessä Word-raportointipohjassa esiintyy runsaasti toistoa, sillä samat asiat pyydetään raportoimaan useissa eri luvuissa. Esimerkiksi luvut 6.2 ja 6.3 vaikuttavat sisällöltään samankaltaisilta. Lisäksi raportointiohjeiden kirjaukset ovat paikoin epäselviä. Esimerkiksi luvussa 4.4 mainitaan, että tulee kirjata "Arvioinnissa käytettyjen rakentamisen määrätietojen kattavuus koko hankkeen laajuudesta". Tämä ohje voidaan ymmärtää siten, että päästölaskijan tulisi arvioida suunnittelun vastaavuutta koko hankkeen laajuuteen, mikä on haastavaa päästölaskijan näkökulmasta, sillä suunnittelu kattaa lähtökohtaisesti koko suunnittelualueen.

Huhtikuussa 2024 päivitetty Excel-raporttipohja edellyttää B4-vaiheen mukaisten päästöjen määrittämistä myös hanketyypeittäin. Tällä hetkellä Ihkun päästölaskenta ei tue panosraportointia tai laskentaa automaattisesti eri hanketyypeille, vaan laskijan tulee ensin erikseen määrittää hanketyypeihin kuuluvat sisällöt ja sen jälkeen laatia kullekin hanketyypille oma panosraportti. Tämä tarkoittaa käytännössä jopa yli kymmentä erillistä panosraportti-Exceliä, mikä on huomattava työmäärä ottaen huomioon päästölaskentakokonaisuuden.

