



Väylävirasto
Trafikledsverket

Rataverkon toimenpiteiden liikennejärjestelmä- ja ilmastovaikutukset

Väyläviraston julkaisu 39/2020

Henriika Weiste, Heikki Metsäranta ja Jyrki Rinta-Piirto

Sisällysluettelo

Esipuhe	dia 3
Tiivistelmä	dia 4
Johdanto	diat 5–8
Radanpidon CO ₂ -päästöt ja radanpitäjän keinot niiden vähentämiseksi	diat 9–14
Radanpidon vaikutusmahdollisuudet kulkutapasiirtymään	diat 15–23
Radan rakentamisen päästöt ja päästövähennyspotentiaali	diat 24–32
Palvelutasotekijöiden vaikutus kulkutapasiirtymään	diat 33–38
Kulkutapasiirtymällä saavutettavat päästövähennykset	diat 39–47
Päästövähennystavoitteet ja raideliikenteen rooli niiden saavuttamisessa	diat 48–51
Näkökulmia Ruotsista ja Norjasta	diat 52–56
Johtopäätökset	diat 57–61
Nykytilaa koskeva taustamateriaali	diat 62–74
Lähteet	diat 75–77

Esipuhe

Tässä selvityksessä on pyritty hahmottamaan kokonais kuvaa radanpidon toimista osana liikenteen CO₂-päästöjä sekä tunnistamaan radanpitäjän tehokkaimpia toimia matkojen ja kuljetusten liikennemuodosta toiseen siirtymiseen vaikuttamiseen (liikennejärjestelmävaikutukset). Selvitys käynnistettiin osana valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelua, mutta työn aikana sille on ilmennyt radanpidon suunnitteluun liittyviä käyttötarkoituksia.

Työtä on ohjannut ohjausryhmä, jossa olivat edustettuina

Seppo Serola, Väylävirasto, puheenjohtaja
Jukka Ronni, Väylävirasto
Jukka Peura, Väylävirasto
Tapio Ojanen, Väylävirasto
Anna Saarlo, Väylävirasto
Inna Berg, Väylävirasto
Marketta Hyvärinen, Väylävirasto
Kaisa Kauhanen, Väylävirasto
Tuula Säämänen, Väylävirasto
Anna Miettinen, Väylävirasto
Juha Lehtola, Väylävirasto

Selvitys on laadittu keväällä 2020, jolloin COVID-19-koronavirus-pandemian vuoksi työskenneltiin etätöissä. Ohjausryhmä kokoontui työn alkuvaiheessa kaksi kertaa Väylävirastossa ja kerran etäkokouksessa sekä kommentoi työn tuloksia kahdella kommenttikierroksella.

Työn konsulttina ovat toimineet Henriika Weiste, WayStep Consulting Oy (projektipäällikkö), Heikki Metsäranta, Ramboll Finland Oy ja Jyrki Rinta-Piirto, Ramboll Finland Oy.

Helsingissä syyskuussa 2020

Väylävirasto

Tiivistelmä

Radanpidon CO₂-päästöt syntyvät ratojen rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta. Radanpitäjä voi vaikuttaa CO₂-päästöihin kehittämällä omaa toimintaansa ympäristöystävällisemmäksi sekä suunnittelemalla ja toteuttamalla ratoja, jotka mahdollistavat vähäpäästöisemmän liikenteen. Lisäksi radanpitäjä voi osaltaan vaikuttaa junaliikenteen houkuttelevuuden lisäämiseen, jolloin matkoja ja kuljetuksia siirtyy raiteille ja liikennejärjestelmän päästöt vähenevät.

Radanpidolla pystytään vaikuttamaan kulku- ja kuljetustapa-jakaumaan parantamalla nykyisten junavuorojen käyttöastetta, tehostamalla nykyisen ratakapasiteetin käyttöä sekä lisäämällä junatarjontaa ja lisäämällä ratakapasiteettia poistamalla pullonkauloja ja toteuttamalla uusia raideyhteyksiä.

Suurimmat ja nopeimmat liikennejärjestelmän CO₂-päästöjen vähenemisvaikutukset saavutetaan muilla kuin radanpitäjän toimilla. Radanpitäjä toimii mahdollistajana, joka tarjoaa edellytykset kulku- ja kuljetustapasiirtymän syntymiselle. Raideliikenteen kasvulle asetetaan valtakunnallisessa liikennepolitiikassa suuria tavoitteita ja rataverkon kunnan ja kapasiteetin on kyettävä vastaamaan näihin haasteisiin. Haasteena on samanaikainen rautatieliikenteen vahvistaminen ja radanpidon energiankulutuksen vähentäminen.

Radanpidon kannalta haaste on tunnistaa, millä radanpidon toimenpiteillä pystytään tehokkaimmin edesauttamaan junaliikenteen tarjonnan ja kysynnän kasvua.

Työn keskeiset johtopäätökset ovat seuraavat

- Rautatieliikenne on ympäristöystävällinen ja energiatehokas liikennemuoto, jota kannattaa kehittää.
- Radanpitäjä pystyy vaikuttamaan radanpidon ja liikenteen päästöihin. Liikennejärjestelmän päästövähennyksissä radanpitäjän rooli on mahdollistaja.
- Ratakapasiteettia on välttämätöntä lisätä ja pullonkauloja poistaa, jotta mahdollistetaan raideliikenteen kasvu. Raideliikenteen kasvun kannalta välttämätön rakentaminen tuottaa merkittävästi CO₂-päästöjä.
- Junien käyttöastetta tulee eri toimijoiden yhteistyönä pyrkiä parantamaan
- Ratahankkeiden päästövaikutuksista tarvitaan enemmän ja aikaisemmassa vaiheessa vertailukelpoista tietoa.
- Radan rakentamisen päästöjä voidaan vähentää hankintojen ohjauksella ja seurannalla.

Johtopäätökset on avattu tämän raportin sivuilla 58–61.

Johdanto

Radanpitäjä voi vaikuttaa liikenteen CO₂-päästöihin neljällä eri tavalla:

- a) Radanpitäjän oman toiminnan (ratojen kunnossapito, korjaus ja rakentaminen) CO₂-päästöjä voidaan vähentää toimintoja kehittämällä ja ohjaamalla materiaalihankintoja ympäristöystävällisemmiksi.
- b) Radanpitäjä voi vaikuttaa junaliikenteen energiankulutukseen sähköistämällä ratoja ja suunnittelemalla niistä sellaisia, että energiatehokas ajaminen on mahdollista.
- c) Radanpitäjä voi osaltaan vaikuttaa junaliikenteen houkuttelevuuden lisäämiseen. Tällöin henkilöautoista ja busseista tai lennoilta siirtyä matkustajia raiteille ja liikennejärjestelmän päästöt vähenevät.
- d) Radanpitäjä voi jossain määrin vaikuttaa myös rautatiekuljetusten houkuttelevuuteen, jolloin yritykset mahdollisesti siirtäisivät kuljetuksiaan raiteille ja liikennejärjestelmän CO₂-päästöt vähenisivät.

Radanpidon suhteellinen päästövähennyspotentialiaali on merkittävä, vaikkakin koko liikennejärjestelmän päästökokonaisuudessa pienehkö. Kotimaan junaliikenteen päästövähennyspotentialiaali on pieni, koska junaliikenteen tarvitsema sähkö tuotetaan vesivoimalla. Päästöjä aiheuttaa ainoastaan dieseljunaliikenne.

Kulikutapasiirtymää edistäviä toimenpiteitä (kohdat c ja d) ja niiden vaikutuksia on tässä selvityksessä havainnollistettu neliporrasperiaatetta soveltamalla. Nopeimmat ja edullisimmat ilmastovaikutukset saadaan

nykyisen junaliikenteen kapasiteetin hyödyntämistä tehostamalla. Kulikutapasiirtymää henkilöautoista juniin saadaan hinnoittelun keinoin, junaliikenteen täsmällisyyttä parantamalla, (ovelta-ovelle) matka-aikaa lyhentämällä sekä junatarjontaa lisäämällä. Toisena keinoa kulikutapasiirtymän aikaansaamiseksi voidaan tarkastella junien vuorotarjonnan kasvattamista ilman massiivisia radan rakentamistoimia. Kolmantena keinona on tarkasteltu rataverkon puollonkaulojen poistamista, ja kokonaan uusien yhteyksien rakentamista, joilla myös mahdollistetaan suuret kulikutapasiirtymät siellä, missä kysyntää on eniten. Pullonkaulojen poistaminen on edellytys sille, että junatarjontaa voidaan lisätä sinne, missä kysyntää on eniten.



Terminologia ja radanpidon tavoitteet

Radanpitoa koskevat säännökset ovat ratalaissa (110/2007).

Radanpidolla tarkoitetaan rautatien ja siihen liittyvän kiinteän omaisuuden suunnittelua, hankintaa, rakentamista, hallintaa ja kunnossapitoa. (Ratalaki 3 §)

Radanpitäjänä ja hallinnassaan olevan valtion omistaman rataverkon haltijana toimii Väylävirasto. (Ratalaki 7 §)

Ratalain mukaan rataverkkoa on kehitettävä ja kunnossapidettävä ja siihen investoitava siten, että edistetään:

- 1) valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman tavoitteita;
- 2) valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteuttamista ja alueiden kehittämistä sekä maankäytön suunnittelussa yhdyskuntarakenteelle ja ympäristölle asetettavien tavoitteiden toteuttamista ja alue- ja yhdyskuntarakenteen taloudellisuutta;
- 3) liikenteen päästöjen vähentämistä; sekä
- 4) tiedon ja digitaalisuuden hyödyntämismahdollisuuksia, liikenteen automaatiota ja liikenteen palveluiden kehittämisen edellytyksiä. (Ratalaki 5 §)

Rautatiet on suunniteltava, rakennettava ja pidettävä kunnossa rautatien liikenteellinen merkitys huomioiden siten, että:

- 1) rataverkko tarjoaa yhteydet turvalliseen ja toimivaan liikkumiseen ja kuljettamiseen maan eri alueiden välillä ottaen huomioon esteettömät yhteydet, eri väestöryhmien liikkumistarpeet sekä eri elinkeinoalojen kuljetustarpeet;
- 2) rataverkko luo edellytyksiä monitoimijaympäristön kehittämiseksi niin, että rautatieliikenteen harjoittajilla on yhtäläiset edellytykset tarjota palveluita rataverkolla;
- 3) rataverkon ja rautatieliikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi ja luonnonvaroja käytetään säästeliäästi;
- 4) radanpito ei tuota kenellekään enempää vahinkoa tai haittaa kuin tarve vaatii;
- 5) rautatiet ovat liikenteellisesti ja teknisesti mahdollisimman toimivia, rautatieliikenteen ja muun liikenteen kannalta mahdollisimman turvallisia, ja niiden tarkoitus saavutetaan mahdollisimman edullisesti;
- 6) huomioidaan alueen nykyinen ja suunniteltu maankäyttö;
- 7) rautateitä ja niiden kunnossapitoa koskevat tiedot ovat ajantasaiset ja käytettävissä; sekä
- 8) rautatiet ja niihin liittyvä digitaalinen infrastruktuuri on yhteentoimiva muun liikenneverkon sekä siihen liittyvän digitaalisen infrastruktuurin kanssa. (Ratalaki 5 §)

Rautatieliikenteen vaikutuksesta CO₂-päästömmääriin



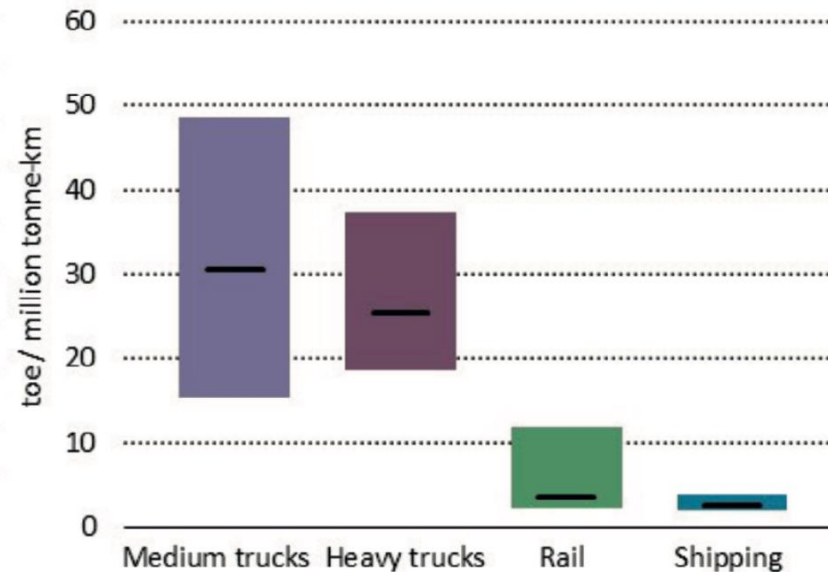
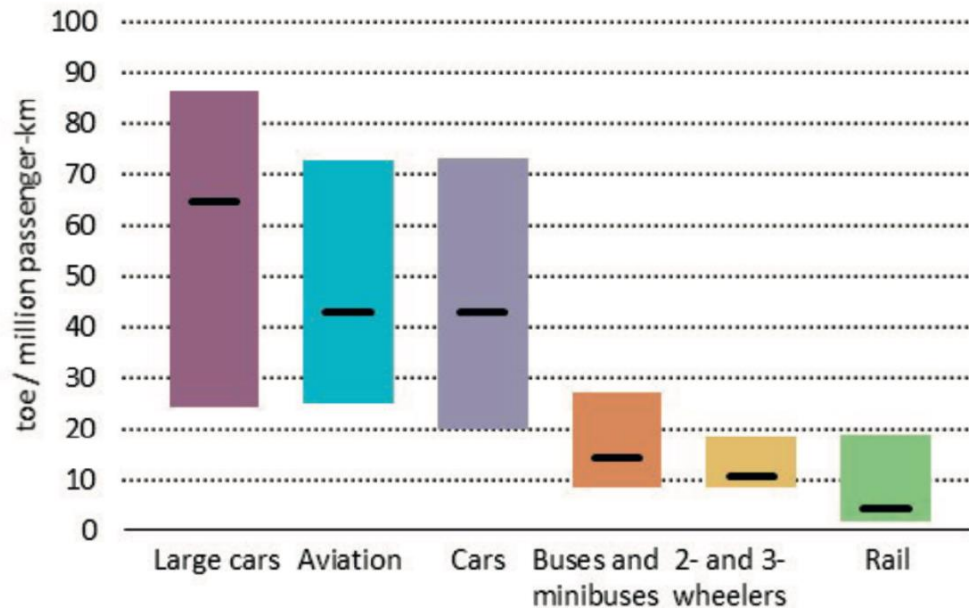
Väylävirasto
Trafikledsverket

Rautatieliikenteen osuus on 8 % maailman moottoroidusta matkustajaliikenteestä ja 7 % tavaraliikenteestä, mutta se käyttää vain 2% maailman liikenteen energian kysynnästä.

Jos kaikki matkat ja kuljetukset, jotka nyt hoidetaan rautateillä hoidettaisiin lentokoneilla, henkilöautoilla ja kuorma-autoilla, liikenteeseen liittyvät kasvihuonekaasupäästöt olisivat vuosittain 1,2 miljardia tonnia (GtCO₂e/v) suuremmat. Tämä vastaisi koko Afrikan hiilidioksidipäästöjä.

Suomessa VR laskee, että vuonna 2019 kauko- ja lähijunissa kulkeneet matkustajat säästivät yhteensä yli 300 000 hiilidioksidiekvivalenttonnia henkilöautomatkoihin verrattuna.

Kuvassa 1 on esitetty matkustajaliikenteen energiaintensiteetti, öljykvivalenttonneina (toe) miljoonaa ajettua matkustajakilometriä kohti. Kuva 2 kaavio osoittaa tavaraliikenteen energiaintensiteetin öljykvivalenttonneina kuljetettua tonnia kohden.



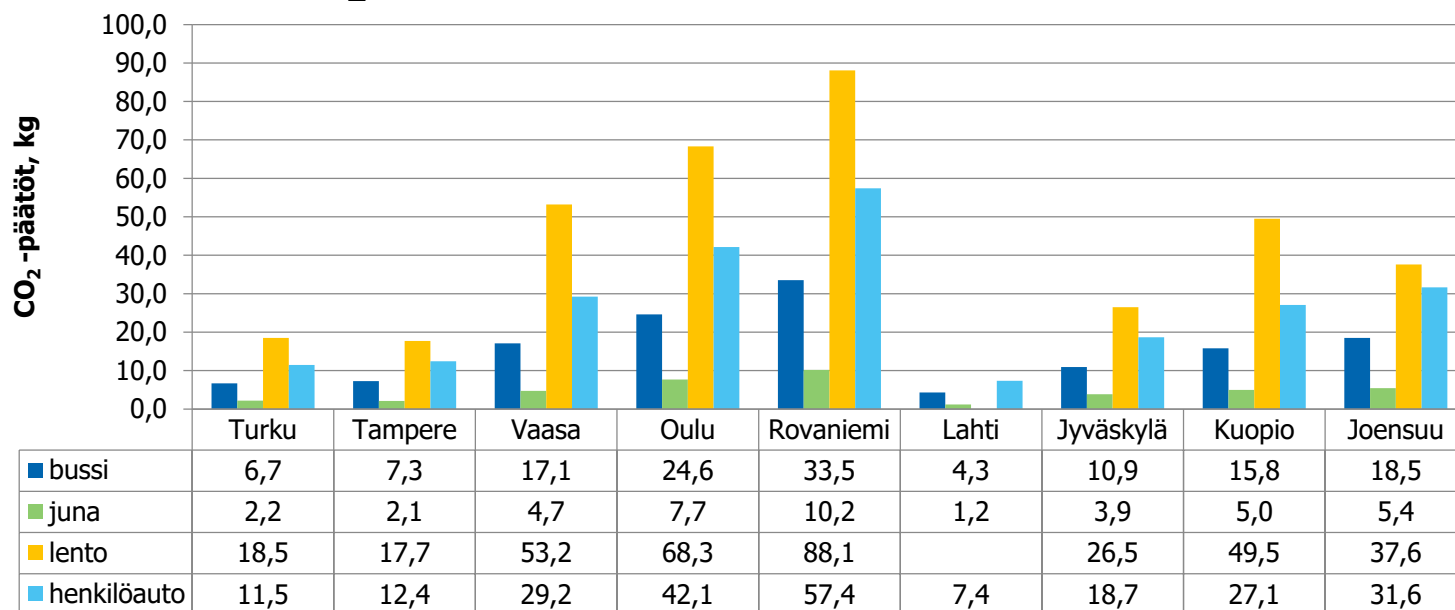
Kuvat 1 ja 2. Eri kulku- ja kuljetustapojen energiaintensiteetti vuonna 2017. Lähde: [IEA2019](#)

CO₂-päästötarkastelu matkoilla valituista keskuksista Helsinkiin

Juna on ylivoimaisesti ympäristöystävällisin kulkutapa kaukoliikenteen matkoilla. Henkilöautoiluun verrattuna junamatkan päästöt ovat kaukoliikenteen matkasta riippuen noin 20 % henkilöautomatkan päästöistä ja noin 15 % lentoliikenteeseen päästöistä. (Kuva 3). Sekä tieliikenne että

lentoliikenne muuttuvat teknologioiden kehittyessä vähäpäästöisemmiksi, joten eri junaliikenteeseen tulee jonkin verran pienenemään.

CO₂-päästöt kulkumuodoittain, kg / henkilö



Kuvan päästölaskelman lähtökohdat: VTT Lipasto CO₂-yksikköpäästöt, grammaa/henkilökilometri: Henkilöauto maantieajo 69 g/hkm (2016), keskikuormaoletus 1,9 matkustajaa Pitkän matkan linja-auto 41 g/hkm (2016), keskikuormaoletus 14 matkustajaa InterCity-juna 9 g/hkm ja Pendolino 19 g/hkm (2016, sähköntuotannon CO₂-päästökerroin 5 vuoden ajalta 164 g/kWh), painotettu keskiarvo-oletus 11 g/hkm. Kotimaan lennot ICAOn laskurista (2016) 105–154 g/hkm. Lähde: Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 16/2019.

Kuva 3. CO₂-päästöt kulkumuodoittain valituilla matkoilla. (Lähde: Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 16/2019).



Radanpidon CO₂-päästöt ja radanpitäjän keinot niiden vähentämiseksi

Radanpitäjän vaikutusmahdollisuudet CO₂-päästöjen vähentämisessä

Taulukko 1. Radanpitäjän vaikutusmahdollisuudet CO₂-päästöjen vähentämisessä.

	A. Oman toiminnan päästöjen vähentäminen	B. Raideliikenteen energiatehokkuuden parantaminen	C. Edistetään kulkutapasiirtymää raiteille	D. Edistetään kuljetusten siirtymistä raiteille
Vaikutusten potentiaali	Rataverkon kokonaishiilijalanjäljeksi on (v. 2011) arvioitu 144 000 tCO ₂ /v sisältäen rakentamisen, käytön ja kunnossapidon. ¹ Suhteellisesti merkittävä päästövähennyspotentiaali, jos kaikki keinot otetaan käyttöön.	Rautatieliikenteen CO ₂ -päästöt v. 2019 olivat 66 900 tonnia. ² Päästöt aiheutuivat yksinomaan dieseljunista. Dieselvedon energiatehokkuus paranee. Kaikkia ratoja ei kannata sähköistää. Pieni päästövähennyspotentiaali.	Jos junien kaukoliikenteen matkustussuorite kasvaisi 25 % , tieliikenteen päästöt vähenisivät n. 35 000 tCO ₂ /v (oletuksena, että 40 % siirtymästä henkilöautoista ja 40 % linja-autoista). Lentomatkojen siirtyminen raiteille toisi merkittävät CO ₂ -päästövähennykset, joskin lentoliikenne on päästökaupan piirissä.	Jos junakuljetusten tonnimäärä kasvaisi 10 % , tieliikenteen päästöt vähenisivät n. 50 000 tCO ₂ /v, jos siirtymä olisi kokonaan tiekuljetuksista.
Tärkeimmät keinot, joilla radanpitäjä voi vaikuttaa päästöihin ja energiankulutukseen tai kulkutapa-siirtymään	<ul style="list-style-type: none"> • hankintojen ohjaaminen rakentamisessa (pääosa päästöistä syntyy materiaaleista) • vaihteenlämmitys ja valaistus 	<ul style="list-style-type: none"> • ratojen sähköistys • energiatehokkaamman ajotavan mahdollistaminen • liikenteenohjaus 	<ul style="list-style-type: none"> • vähennetään rataverkon kunnosta johtuvia häiriöitä • parannetaan täsmällisyyttä • mahdollistetaan junatarjonnan lisääminen • nopeutetaan yhteyksiä 	<ul style="list-style-type: none"> • parannetaan reittien häiriöttömyyttä ja nopeutta • liikennepaikkojen ja niiden raidepituuksien kehittäminen • akselipainojen korottaminen • ratojen sähköistys

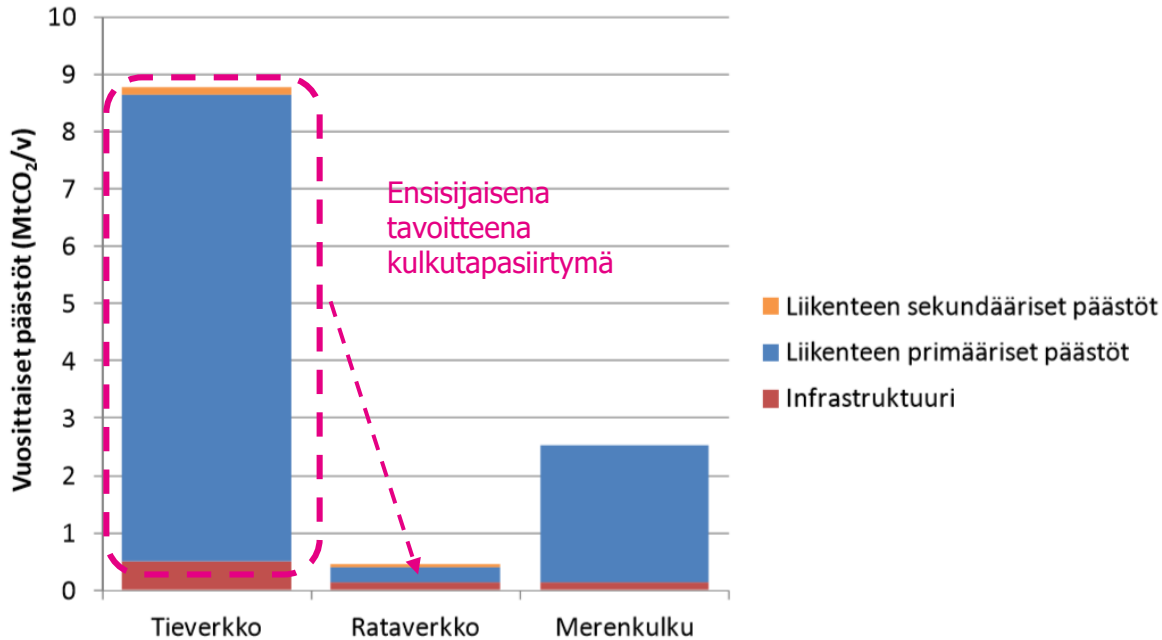
Lähteet: ¹Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2011, ² VR. Raideliikenteen sähkönkäyttö lasketaan osaksi energiantuotantoa (päästökauppasektoria). VR ilmoittaa Suomen liikenteessä käyttävänsä yksinomaan vesivoimalla tuotettua sähköä. Raideliikenteen sähkönkulutusta vastaavat CO₂-päästöt olisivat noin 105 000 tn Suomen keskimääräisellä sähköntuotannon ominaispäästöllä laskettuna.

Rataverkon hiilijalanjälki



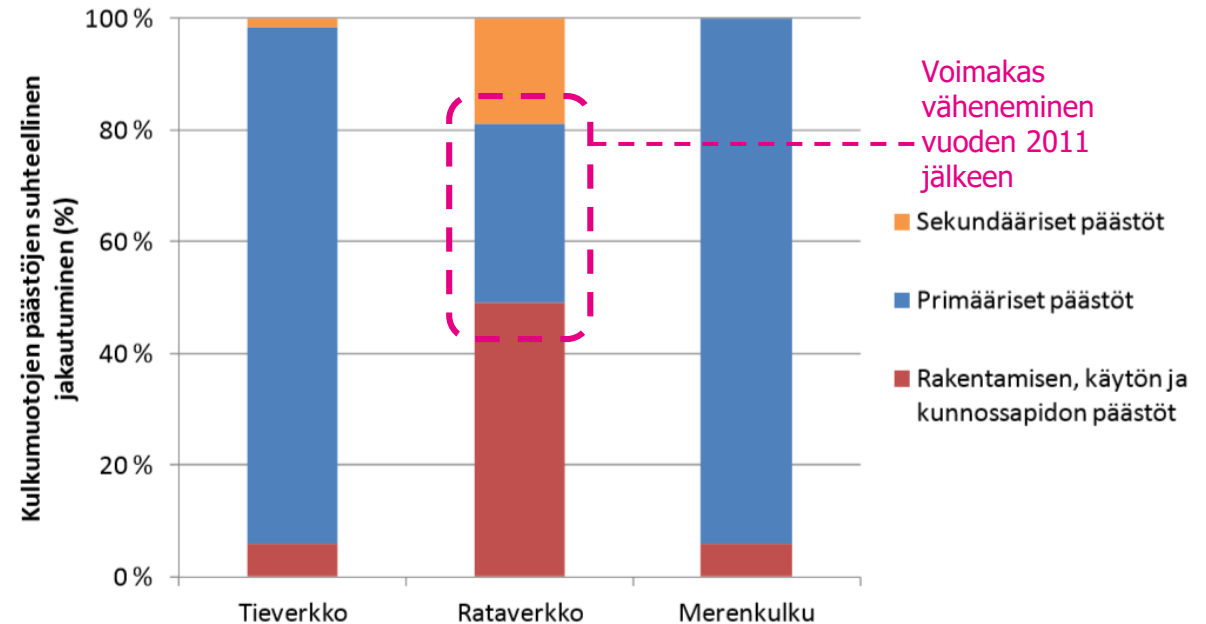
Väylävirasto
Trafikledsverket

Rakennetun ympäristön energiankäyttö jakautuu rakennetun ympäristön käytönaikaiseen energiankäyttöön ja rakentamisen energiankäyttöön. Infrastruktuurien käytön energiankäyttöä (liikenne) ei lasketa rakennetun ympäristön energiankäyttöön, mutta rakennusten lämmitys, sähkönkäyttö ja muut vastaavat käyttötavat lasketaan.



Kuva 4. Tie- ja rataverkon sekä merenkulun vuosittaisten päästöjen jakautuminen infrastruktuuriin ja liikenteen päästöihin vuonna 2011.

Rataverkon vuosittaiset päästöt ovat kulkumuodoista pienimmät ja muodostavat vain noin 4 % kaikkien kulkumuotojen yhteenlasketuista päästöistä. Rataverkon päästöissä infrastruktuurin merkitys suhteessa kokonaispäästöihin on suurempi kuin tieverkolla tai merenkululla.



Kuva 5. Kulkumuotojen päästöjen suhteellinen jakautuminen vuonna 2011 ottaen huomioon junien käyttämä vihreä sähkö.

Radanpidon ja rautatieliikenteen kokonaispäästöt Suomessa



Väylävirasto
Trafikledsverket

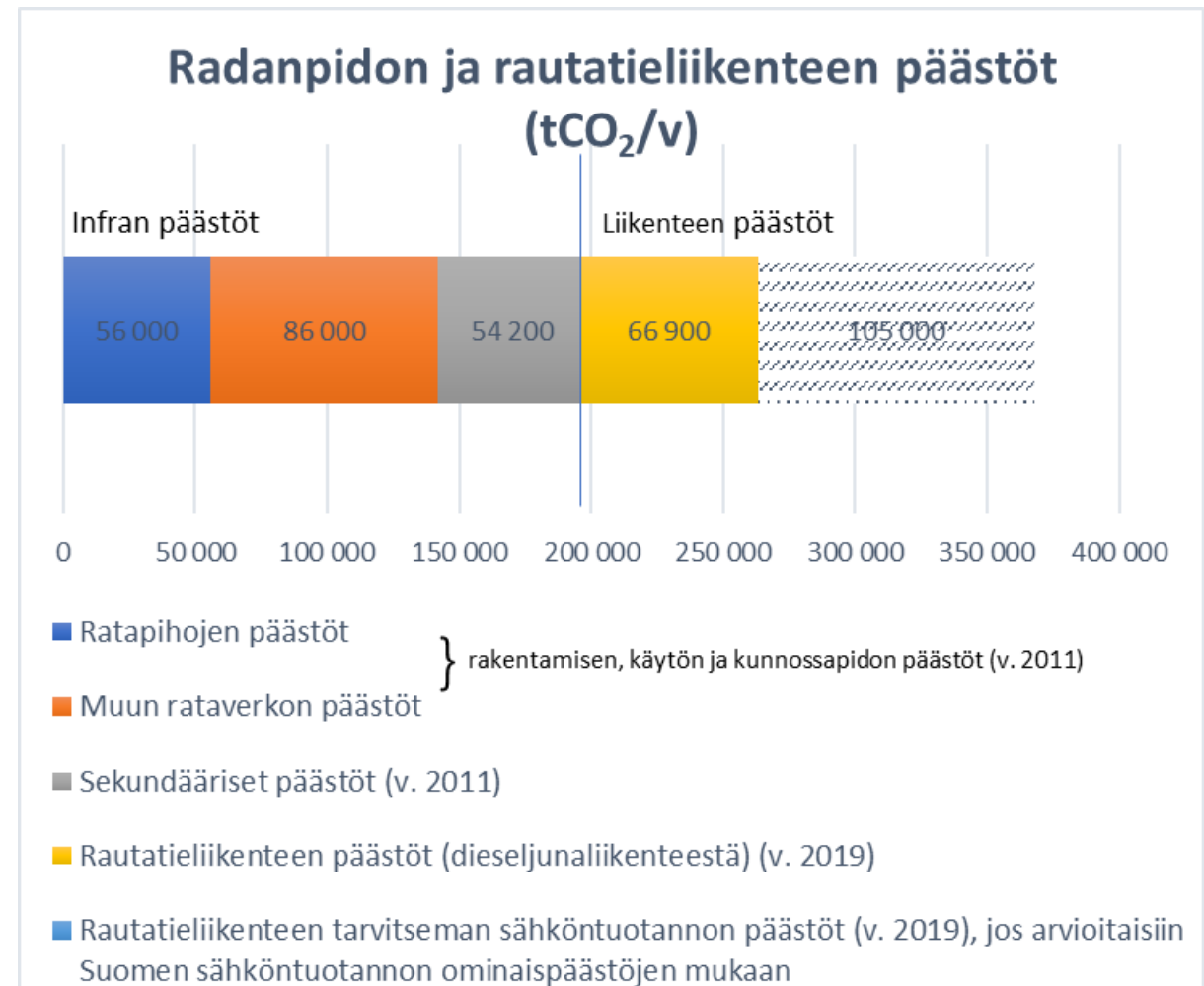
Rataverkon kokonaishiilijalanjäljeksi (v. 2012) arvioidaan 144 000 tCO₂/v. ¹

Sekundäärisiä päästöjä syntyy mm. rautatieasemien energiankäytöstä sekä pysäköimisalueiden rakentamisesta ja kunnossapidosta.

Rautatieliikenteen CO₂-päästöt v. 2019 olivat 66 900 tCO₂/v. ² Päästöt syntyivät dieselvetoisesta liikenteestä. Jos rautatieliikenteen tarvitseman sähköntuotannon päästöt laskettaisiin Suomen sähköntuotannon ominaispäästöjen mukaan, olisivat CO₂-päästöt 105 000 tCO₂/v. VR käyttää kuitenkin kotimaan liikenteessä yksinomaan vesivoimalla tuotettua sähköä. Rautatieliikenteen päästöjen arvioidaan vähentyneen vuodesta 2011 vuoteen 2019 lähes kolmanneksella. Tämä johtuu dieseljunaliikenteen ja sen päästöjen vähenemisestä.

Rautatieliikenteen päästöt ovat 0,5 % tieliikenteen päästöistä. ³

Lähteet: ¹ Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2011. ² VR:n vuosikertomus 2019. ³ VTT: Lipasto. Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä RAILI 2012, RAILI 2018 laskentajärjestelmä ilmoittaa CO₂-päästöiksi 62585 tonnia vuonna 2018.



Kuva 6. Radanpidon ¹ (v. 2011) ja rautatieliikenteen ³ (v. 2019) kokonaispäästöt.

Radanpidon CO₂-päästöt

Radan elinkaari koostuu rakentamisesta, käytöstä, kunnossapidosta ja käytöstä poistosta tai kierrätyksestä. Radat ovat kuitenkin hyvin pitkäikäisiä, eikä 60-100 vuoden aikaperspektiivi ole riittävän pitkä, jotta tie tai rata voitaisiin olettaa poistetun käytöstä. Käytännössä elinkaari päästölaskelmissa otetaan huomioon rakentamisen, käytön ja kunnossapidon päästöt. ¹ Käytöstä poistosta tai kierrätyksestä syntyviä

päästöjä ei oteta elinkaarilaskelmissa huomioon.

Päästövähennysmahdollisuuksia on tärkeää arvioida ja toteuttaa mahdollisuuksien mukaan kaikissa radanpidon toimenpiteissä/projekteissa. Käyttöön on otettava laaja keinovalikoima päästöjen vähentämiseksi.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Taulukko 2. Radanpidon CO₂-päästöt

	Arvio nykytilanteesta	Mahdollisuudet vähentää päästöjä
Rataverkon käytön ja kunnossapidon päästöt (poislukien ratapihat)	Päästöt yhteensä n. 86 000 tCO ₂ /v. Rataosuuksien sähkönkulutus koostuu vaihteenlämmityksestä, tievaroituslaitoksista, liikenteenohjauksesta ja muusta käytöstä. ¹	Jos rataverkko laajenee, lisää se käytön ja kunnossapidon päästöjä.
Ratapihojen päästöt	Ratapihoilla sähköä kuluu valaistukseen, rakennusten lämmitykseen, vaihteenlämmitykseen, tievaroituslaitoksiin ja liikenteenohjaukseen suhteessa muuta rataverkkoa enemmän. Päästöt yhteensä noin 56 000 tCO ₂ /v. ¹	Sähkönkulutusta ratapihoilla voidaan tehokkaimmin vähentää vaihteenlämmityksen päivittämisellä ja valaistuksen säästöpotentiaalia hyödyntämällä. ²
Rataverkon rakentamisen päästöt	Infrarakentamisen päästöjä ei Suomessa systemaattisesti arvioida. Esimerkiksi Kerava–Lahti -oikoradan rakentamisen laskennalliset päästöt olivat noin 150 000 tCO ₂ . ¹	Radanrakentamisen päästöjä on ruotsalaisten tavoitteiden mukaan mahdollista vähentää jopa 30 % ³ erityisesti ohjaamalla hankintoja. Kuitenkin jokainen uusi ratahanke lisää päästöjä. Päästövaikutukset riippuvat toteuttavista hankkeista.
Sekundääriset päästöt (Rautatieasemien sähkön- ja lämmönkulutuksesta aiheutuvat päästöt)	Rautatieasemien sähkön- ja lämmönkulutuksesta aiheutuvat päästöt ovat v. 2012 noin 12 400 tCO ₂ /v. (77 asemaa). Rautatievarikoiden ja muiden VR:n omistamien kiinteistöjen (pl. asemarakennukset ja konepajat) sähkön- ja lämmönkulutuksesta aiheutuvat päästöt olivat v. 2012 noin 41 800 tCO ₂ /v. ¹	Päästövähennyspotentiaaliksi voi arvioida noin 30 % (n. 15 000 tCO ₂ /v) vuoteen 2030 mennessä kehittämällä rakennusten lämmitysjärjestelmiä ja modernisoimalla valaistuksen, kiinteistönhuollon ym. tekniikkaa nykyaikaiseksi.

Lähteet: ¹ Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2011. ² Infran ja väylänpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin – Tilannekatsaus Väyläviraston selvityksiä 49/2019, ³ Experience from public procurement of infrastructure projects with high demand on carbon reduction, Håkan Johansson Coordinator climate mitigation

Rautatieliikenteen CO₂-päästöt

Rautatieliikenne on ainoa liikennemuoto, joka nykyään on laajasti sähköistynyt. Nykyään kolme neljäsosaa maailman rautatieliikenteen matkustajaliikenteestä tapahtuu sähköjunilla, kun sähköistetyn junaliikenteen osuus vuonna 2000 oli 60 prosenttia.¹

Suomessa rautatieliikenteen CO₂-päästöt ovat rautatieinfran päästöjä pienemmät. Päästöjä syntyy dieseljunaliikenteestä. Kotimaan rautatieliikenteen tarvitsema sähkö tuotetaan vesivoimalla

Taulukko 3. Rautatieliikenteen CO₂-päästöt.

	Arvio nykytilanteesta	Mahdollisuudet vähentää päästöjä / energiankulutusta
Rautatieliikenteen päästöt (dieseljunaliikenteestä)	Dieseljunaliikenteen päästöjen ennustetaan säilyvän nykytasolla (62 585 tCO ₂ /v) vuonna 2018. ²	Sähkövetoisen liikenteen lisääminen, vetokaluston uusiminen energiatehokkaammaksi, junakokojen kasvattaminen, suunnittelun tehostaminen ja kuljettajien kouluttaminen taloudelliseen ajotapaan. ³
Rautatieliikenteen tarvitseman sähköntuotannon päästöt	Sähköenergian käytön ennustetaan säilyvän nykytasolla ² . Sähköntuotannon keskimääräisten ominaispäästöjen mukaan laskettuna CO ₂ -päästöt olisivat n. 105 000 tCO ₂ /v. VR käyttää kuitenkin Suomen liikenteessä vesivoimalla tuotettua energiaa, joka ei synnytä CO ₂ -päästöjä.	Junakokojen kasvattaminen, suunnittelun tehostaminen ja kuljettajien kouluttaminen taloudelliseen ajotapaan ³ . Jarrutusenergian talteenotto. ³ Rataverkon laajentaminen tai liikenteen kasvattaminen lisää sähköenergian käyttöä.

Lähteet: ¹ IEA2019 ² RAILI 2018 ³ VR:n vuosikertomus2019 ³ Väyläviraston selvityksiä 49/2019

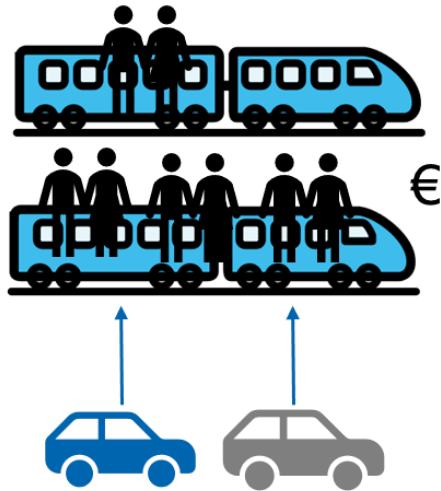


Väylävirasto
Trafikledsverket

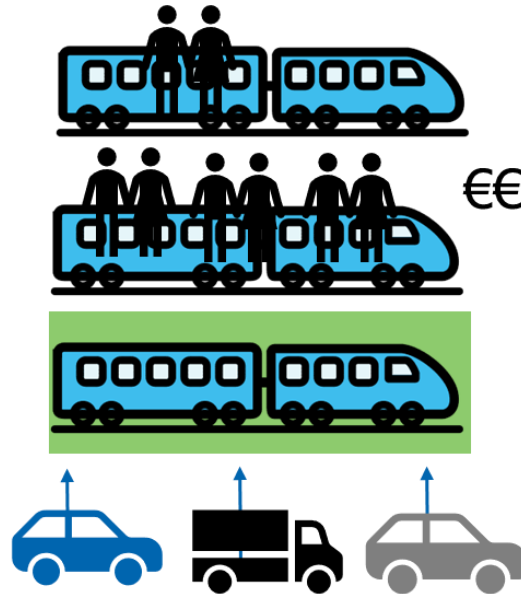
Radanpidon vaikutusmahdollisuudet kulkutapasiirtymään

Radanpidon vaikutustavat liikennejärjestelmän CO₂-päästöihin

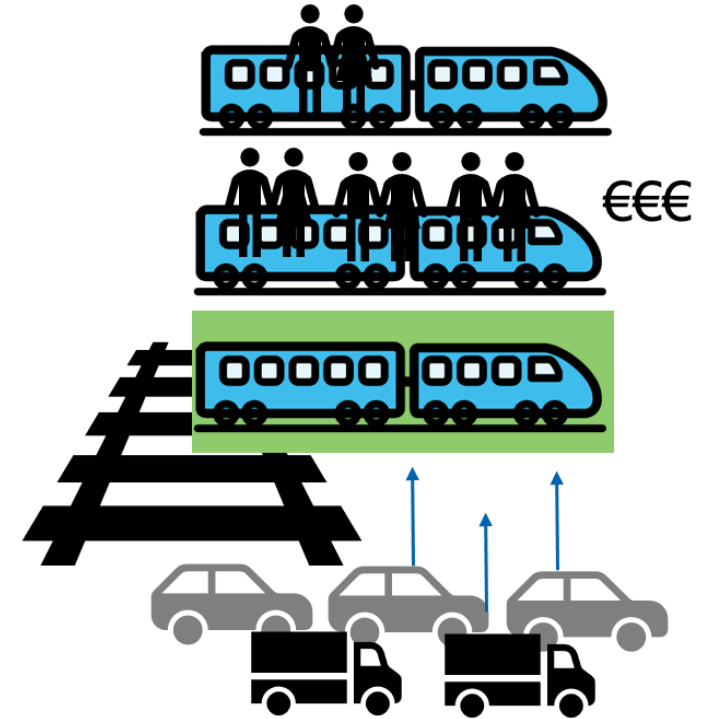
A.
Parannetaan nykyisten
junavuorojen käyttöastetta



B.
Tehostetaan nykyisen
ratakapasiteetin käyttöä
lisäämällä junatarjontaa

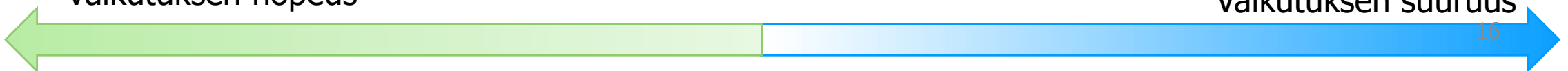


C.
Lisätään ratakapasiteettia
poistamalla pullonkauloja ja
toteuttamalla uusia
raideyhteyksiä



Vaikutuksen nopeus

Vaikutuksen suuruus



Radanpidon vaikutukset liikennejärjestelmän CO₂-päästöihin



Väylävirasto
Trafikledsverket

Taulukko 4. Radanpidon vaikutukset liikennejärjestelmän CO₂-päästöihin.

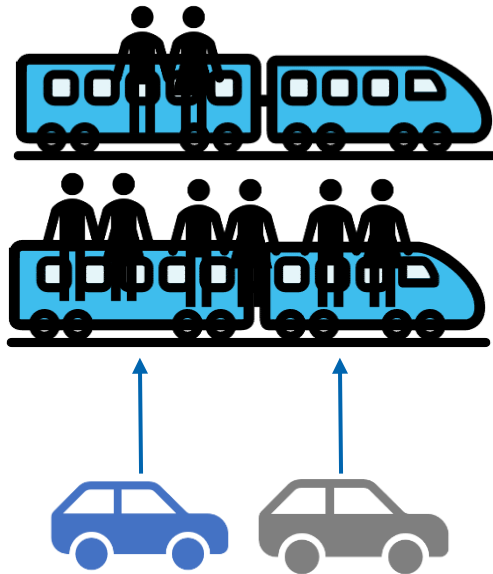
	A. Parannetaan nykyisten junavuorojen käyttöastetta	B. Tehostetaan nykyisen ratakapasiteetin käyttöä lisäämällä junatarjontaa	C. Lisätään ratakapasiteettia poistamalla pullonkauloja ja toteuttamalla uusia raideyhteyksiä
Asioita, joihin radanpitäjä voi vaikuttaa	<ul style="list-style-type: none">- Ylläpidetään rataverkon kunto sellaisena, että nykyinen liikennöinti on mahdollista ja häiriöt eivät kasva- Vähennetään rataverkon kunnosta johtuvia häiriöitä, jolloin täsmällisyys ja junaliikenteen houkuttelevuus paranee	<ul style="list-style-type: none">- Parannetaan ratojen välityskykyä, keinoina kulunvalvonta, liikenteen ohjaus, junien rytmittäminen	<ul style="list-style-type: none">- Parannetaan ratojen välityskykyä rakentamalla lisäraiteita- Nopeutetaan yhteyksiä
Toimenpiteitä, joihin radanpitäjä ei voi suoraan vaikuttaa	<ul style="list-style-type: none">- Junalippujen hinnoittelu edullisemmaksi- Yhteiskäyttöiset matkaliput- Yhtenäinen aikatauluinformaatio- Liityntäpysäköinnin kehittäminen- Julkisen liikenteen liityntäyhteyksien kehittäminen asemille- Asemien kehittäminen houkuttelevammiksi- Junakokojen kasvattaminen tavarakuljetuksissa- Nopeutetaan yhteyksiä pysähdyksiä vähentämällä	<ul style="list-style-type: none">- Markkinaehtoisen junaliikenteen lisääntyminen siellä missä on kysyntää ja kapasiteettia- Ostetaan lisää junavuoroja sinne, missä on kapasiteettia	<ul style="list-style-type: none">- Markkinaehtoisen junaliikenteen lisääntyminen siellä missä on kysyntää

A. Parannetaan nykyisten junavuorojen käyttöastetta



Väylävirasto
Trafikledsverket

VR:n mukaan asiakkaiden kehitystoiveet liittyvät pääosin täsmällisyyteen sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden hoitoon ja junien siisteyteen.



Hinnoittelu

- joustokerron yhteysvälistä riippuen -0,3...-1,6

Täsmällisyys

- myöhästymisajan arvo on 3,5-kertainen matkustusajan arvoon

Matkustajaliikenteessä junien täyttöasteella on keskeinen merkitys matkustajakohtaiseen energiatehokkuuteen. Henkilöjunien täyttöasteet ovat paikoin ruuhkatunteina hyvin korkeita, mutta muina vuorokaudenaikoina junissa on paljon ylimääräistä kapasiteettia. Tavaraliikenteessä olisi tarpeita pidemmille ja raskaammille kuljetuksille. ¹ Kotimaan kaukojunaliikenteen täyttöaste oli 40,6 prosenttia vuonna 2019. Markkinaehtoisessa liikenteessä täyttöaste oli 43,1 prosenttia. Täyttöastelukuihin heijastuvat merkittävät vaunukapasiteetin lisäykset. Ostoliikenteessä täyttöaste on alhaisempi. (VR)

Asiakastyytyväisyyteen vaikuttaa merkittävästi junien täsmällisyys, eli ajallaan (toleranssien puitteissa) saapuvien junien prosenttiosuus kaikista junista. Junaliikenteen täsmällisyys on parantunut, mutta jää edelleen hieman tavoitteista kaikissa liikennetyypeissä. Täsmällisyyden haasteet aiheutuivat pääasiassa rataanfran heikosta kunnosta sekä rataverkon ruuhkautumisesta eteläisessä Suomessa. Haasteita aiheuttavat erityisesti turvalaite-, vaihde- ja asetinlaitteiden vikaantumiset sekä ratatöiden aiheuttamat liikennöintikatkot ja nopeusrajoitukset.

Asioita, joihin radanpitäjä voi vaikuttaa

- Ylläpidetään rataverkon kunto sellaisena, että nykyinen liikennöinti on mahdollista ja häiriöt eivät kasva
- Vähennetään rataverkon kunnosta johtuvia häiriöitä
- Turvalaitteiden, vaihteiden ja asetinlaitteiden kunto, radan kunto.

Toimenpiteitä, joihin radanpitäjä ei voi suoraan vaikuttaa

- Junalippujen hinnoittelu edullisemmaksi
- Yhteiskäyttöiset matkaliput
- Yhtenäinen aikatauluinformaatio
- Liityntäpysäköinnin kehittäminen
- Julkisen liikenteen liityntäyhteyksien kehittäminen asemille
- Asemien ja asemaseutujen kehittäminen houkuttelevammiksi
- Ratatöiden aiheuttamia liikennekatkoja ei voida poistaa.

¹ Väyläviraston julkaisu 30/2020

Junavuorojen käyttöasteen parantaminen



Väylävirasto
Trafikledsverket

Täsmällisyys

- Myöhästymisistä lähes puolet johtuu rataverkosta ja sen kunnosta, kuten vaihdevioista, sähköratalaitteiden vioista ja ohjaujärjestelmän vioista. Näihin radanpitäjä voi vaikuttaa. Myös ratatyöt aiheuttavat myöhästymisiä, mutta nämä eivät ole vältettävissä. (VR)
- Kolmannes häiriöistä on seurausta kalustovioista, junan valmistelun häiriöistä ja henkilöstöön liittyvistä asioista, jotka ovat liikenteenharjoittajan vastuulla. (VR)
- Lisäksi myöhästymisiä aiheuttavat ulkopuoliset tekijät, kuten onnettomuudet, ilkiä ja poikkeuksellisen vaikeat sääolot. (VR)
- Täsmällisyydessä eniten ongelmia on Tampereen ja Helsingin välisellä rataosalla radan ruuhkautumisen vuoksi. Pahimpana liikenteen pullonkaulana on ollut Helsingin ratapiha, jonka toimivuuden parantaminen on meneillään.
- 85 % kaikista junavuoroista alkaa tai päättyy Helsinkiin. (VR)
- Täsmällinen liikenne on taloudellisinta myös energiankulutuksen kannalta, sillä näin vältetään kiihdytyksiä, kyetään säilyttämään energiatehokkaampi ajonopeus sekä välttämään häiriöt muulla verkolla. (Väylävirasto 47/2019)

Lipunhintojen alentaminen

- Vain noin 3 % junavuoroista on täynnä. (VR)
- Jos lipunhintoja laskettaisiin kaukoliikenteessä 10 %, voisi se tarkoittaa noin 10 000 CO₂ t/v päästövähennystä kasvaneen matkustussuorituksen myötä. Tämä on suuruusluokaltaan saman suuruinen vähenemä, kuin HSL on arvioinut omassa liikenteessään (bussi- ja junaliikenne)

saavutettavan lipunhintojen alennuksilla.

- Laskennallisesti kaukoliikenteessä lipun hintojen alentamisella näyttäisi olevan tehokkain vaikutus lisätä raideliikenteen matkustussuoritetta ja vähentää tieliikenteen CO₂-päästöjä pääradalla Helsingin ja Oulun välillä sekä Helsingin ja Lahden välillä. Näillä yhteysväleillä liikenne on kuitenkin pääosin markkinaehtoista ja liikenteenharjoittaja on jo hinnoitellut liput dynaamisesti.
- Ostoliikenteen yhteysväleistä Lahti–Kouvola, Orivesi–Jyväskylä ja Toijala–Tampere yhteysväleillä vaikuttaisi olevan paras potentiaali lisätä matkustussuoritetta lipun hintoja alentamalla.
- Lipunhintojen alentamisen haasteena on junakapasiteetin riittävyys ruuhka-aikoina. Dynaamisen hinnoittelun avulla lisäkysyntää voidaan yrittää ohjata niihin vuoroihin, joissa kapasiteettia.
- Junalippujen hinnanalennus toisi kulkutapasiirtymää busseista juniin. Kokonaisuutena vaikutukset voisivat olla haitallisia, jos markkinaehtoista bussiliikennettä lakkautuisi ja korvautuisi henkilöautoliikenteellä.

Muut toimet

- Lippujen yhteiskäyttöisyydet tai liityntäpysäköinnin kehittämisen vaikutuksia matkustukseen ei pystytä laskennallisesti osoittamaan. Yksittäiset tapaukset kuitenkin osoittavat, että toimenpiteillä on vaikutusta, ja siirtymään henkilöautoilusta junaliikenteeseen tapahtuu.
- Asemien ja asemaseutujen kehittämisellä on kokonaisvaltainen vaikutus liikennejärjestelmän kestävään kehittämiseen, mutta merkitystä CO₂-päästöjen muodostumiselle ei pystytä osoittamaan.

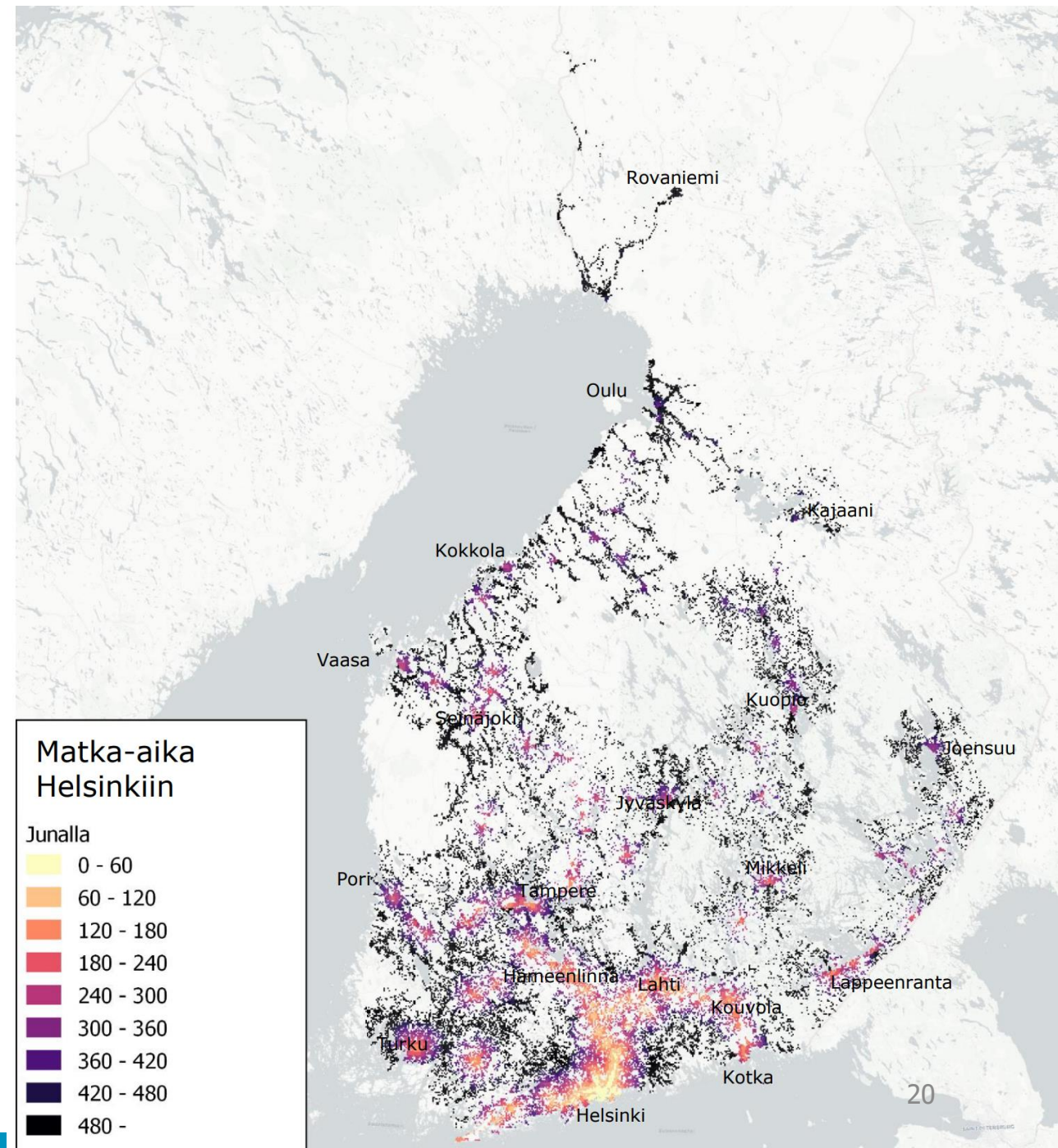
Junaliikenteen palvelualueen laajentaminen matkaketjuja kehittämällä

Usealla rataosalla, joissa on vapaata paikkakapasiteettia junissa, haasteena on kysyntäpotentiaalin vähäisyys.

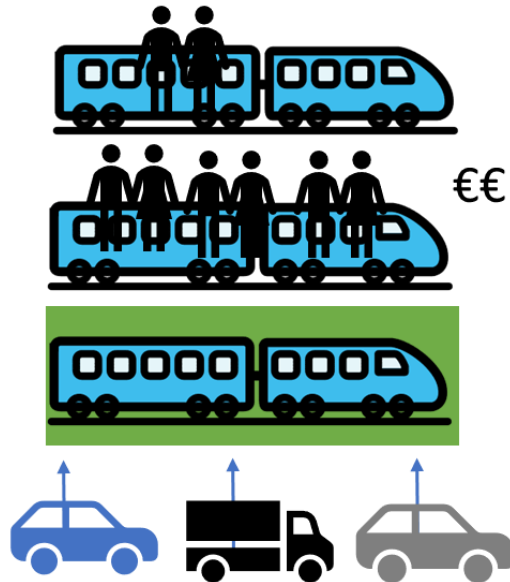
Junaliikenteen palvelualueutta tulisikin pyrkiä laajentamaan, jotta junien täyttöastetta saataisiin parannettua. Keinoina voivat olla ainakin

- Liityntäpysäköinnin kehittäminen
- Digitaaliset matkaketjupalvelut, ja niiden avulla liityntäyhteyksien kehittäminen
- Lippujen yhteentoimivuuden kehittäminen, jolla mahdollistetaan junien ja bussien vuorottaiskäyttö
- Matkaketjuja koskevan tiedottamisen kehittäminen.

Kuva 7. Matka-aika Helsinkiin (minuuttia) junalla. Lähde: Traficom 16/2019



B. Tehostetaan nykyisen ratakapasiteetin käyttöä lisäämällä junatarjontaa



Nykyisen ratakapasiteetin mahdollisimman tehokas hyödyntäminen olisi ilmastonäkökulmasta perusteltua. Kulunvalvonnan uusiminen moderniksi radiopohjaiseksi järjestelmäksi toisi mahdollisuuden tihentää vuoroväliä ja näin lisätä junia sinne missä kysyntää on. Suomen rataverkon pääasiallinen yksiraiteisuus ja sekaliikenne nopeuseroineen lähes kaikilla rataosilla rajoittavat kuitenkin kulunvalvonnan kehittämisen saavutettavissa olevia kapasiteettiähyötyjä, ja täysimääräisen hyödyn saaminen kulunvalvonnasta edellyttää infrainvestointeja merkittävimpiin pullonkauloihin.

Junavuorojen lisäämisellä suurimmat vaikutukset matkustussuoritteeseen ja edelleen CO₂-päästöihin saavutettaisiin laskennallisesti pääradalla Helsingin ja Oulun välillä sekä Helsingin ja Lahden välillä, eli rataosilla, jotka kärsivät kapasiteettiongelmaista. Junatarjonnan lisääminen on lippujen hintojen alentamiseen verrattuna tehottomampi toimenpide CO₂-päästöjen vähentämisessä.

Asioita, joihin radanpitäjä voi vaikuttaa

- Kuluvalvonnan keinot, junien rytmitys

Toimenpiteitä, joihin radanpitäjä ei voi suoraan vaikuttaa

- Markkinaehtoisen junaliikenteen lisääntyminen
- Ostetaan lisää junavuoroja
- Uusien tavarajunayhteyksien syntyminen.

Tarjonta

- Ruotsissa keskimääräinen tarjontajousto on 0,5.
- Esim. yhteysvälillä on 16 lähtöä suuntaansa vuorokaudessa. Junaparin lisäys kasvattaa vuorotiheyttä 6,2 % jolloin juna-matkojen kysyntä kasvaa 3,1 %.
- Joustokerroin vaihtelee rataosittain.

Junatarjonnan lisääminen vs. lipputuki



Väylävirasto
Trafikledsverket

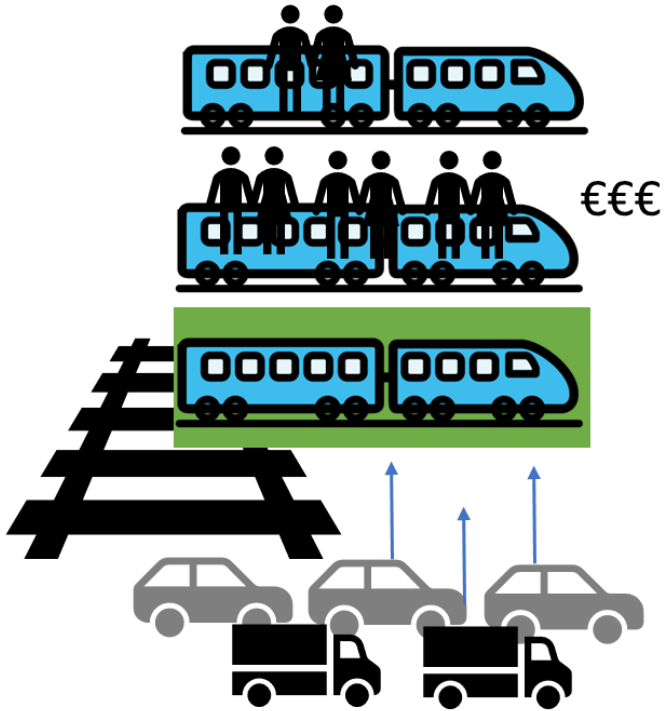
Traficom selvitti vuonna 2019 joukkoliikenteen lisämäärärahan kohdentamisen vaikutuksia CO₂-päästöihin. 10 M€ junaliikenteen lipputukiin voisi vähentää tieliikenteen CO₂-päästöjä 15 600 tonnia. Vastaava summa junaliikenteen ostamiseen vähentäisi tieliikenteen CO₂-päästöjä noin 8 200 tonnia. Lisähankintoja ei suunnattu

tarkasteluissa Pääradalle eikä Oikoradalle, vaan vähemmän kysynnän rataosille, joilla olisi vapaata potentiaalia. *Huom! Traficomin selvityksessä kulkutapasiirtymän henkilöautoilusta on arvioitu suuremmaksi kuin tässä työssä.*

Taulukko 5. Lipputuen ja junaliikenteen ostojen vaikutus junaliikenteen kysyntään. Lähde: Ilmastovaikutusten arviointi joukkoliikenteen palvelujen ostot ja kehittäminen -momentin mukaisen valtion määrärahan käytöstä.

Kohde	Kuvaus	Keskeiset laskenta-arvot (ja vaihteluväli)	Uusia matkoja (milj. matkaa)	Vaikutus CO ₂ -päästöihin (t/M€)	CO ₂ -päästöjen vähennyksen hinta (€/t)	Huomioita, pohdintaa
Junaliikenteen lipputuki	Osoitetaan 1 milj. euron lisärahoitus ostojunaliikenteen lipunhintojen alentamiseen.	<ul style="list-style-type: none"> Hintajousto: -0,3. Siirtyvistä 30 % linja-autoista ja 70 % henkilöautoista Kasvaneet lipputulot käytetään myös hintojen alentamiseen 	+ 0,04	- 1 560 t	640 €	Lipputukea ei kohdisteta Pääradan eikä Lahden oikoradan liikenteeseen. Muualla kysyntä on vähäistä, mutta keskimatkan pituus suuri. Vaikuttaa markkinaehtoiseen linja-autoliikenteeseen.
Junaliikenteen lisäostot	Ostetaan 1 milj. eurolla lisää junaliikennettä nykyisen ostoliikenteen ja vastaaville rataosille. Runsaampi tarjonta lisää junaliikennettä, junamatkoja ja vähentää tieliikennettä.	<ul style="list-style-type: none"> Tarjontajousto: -0,4. Siirtyvistä 30 % linja-autoista ja 70 % henkilöautoista. 	+ 0,02	- 820 t	1 200 €	Lisäostojen junaliikenteen myönteinen vaikutus tulee suureksi osin vähentyneestä linja-autotarjonnasta. Lisähankintoja ei suunnata Pääradalle eikä Oikoradalle.

C. Lisätään ratakapasiteettia poistamalla pullonkauloja ja toteuttamalla uusia raideyhteyksiä



Panostukset rataverkon kuntoon ja kapasiteettiin ovat tärkeitä, kun tavoitteena on rautatieliikenteen kulkutapaosuuden kasvu. Rataverkolla on pullonkauloja, jotka heikentävät merkittävästi junaliikenteen kasvun edellytyksiä vaikuttamalla paitsi volyymikasvuun, myös täsmällisyyteen ja toimitusvarmuuteen. Parhaan kysynnän omaavilla rataosilla tarjontaa ei pystytä lisäämään. Muuallakin yksiraiteisilla sekaraiteilla hidas tavaraliikenne ja nopea henkilöjunaliikenne vievät toisiltaan kapasiteettia.

Asioita, joihin radanpitäjä voi vaikuttaa

- Toteutetaan uusia raiteita
- Kehitetään ratapihoja

Toimenpiteitä, joihin radanpitäjä ei voi suoraan vaikuttaa

- Markkinaehtoisen junaliikenteen kasvu
- Uusien tavarajunayhteyksien syntyminen
- Ostetaan lisää junavuoroja.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Radan rakentamisen päästöt ja päästövähennyspotentiaali

Radan rakentamisen päästöt

Infrastruktuurin rakentaminen ja ylläpito muodostavat merkittävän osan liikennealan ilmastovaikutuksista. Infrastruktuurin sijainti ja suunnittelu vaikuttaa materiaalien kulutukseen ja massan liikkumisen määrään, mikä puolestaan vaikuttaa energiankulutukseen ja syntyviin päästöihin.

Suomessa on vuonna 2011 selvitetty rakentamisen roolia osana radan elinkaaripäästöjä. Tutkituilla rataosilla (Lahti–Kerava, Kouvola–Pieksämäki, Savonlinna–Huutokoski, Kontiomäki–Ämmänsaari) rakentamisen osuus elinkaaripäästöistä (100 v) oli 38–72 %. Keskimääräinen rakentamisen CO₂-päästö oli kaksiraiteisella sähköistetyllä radalla (Lahti–Kerava) 2 571 tCO₂/km ja yksiraiteisella rataosalla (Kokkola–Pieksämäki ja Kontiomäki–Ämmänsaari) 673 tCO₂/km.¹

Ruotsissa suurnopeusjunaverkon valmistelun yhteydessä vuonna 2008 tehtiin rakentamisen päästölaskelmia eri rataosille. Rakentamisen CO₂-päästöjen arvioidaan olevan 4,8–8,0 ktCO₂e/km. Jos Ruotsissa pystytään toteuttamaan asetetut tavoitteet 30 %:n päästövähennyksistä rakentamisessa, päästöt voivat olla välillä 3,4–5,6 ktCO₂e/km. Tämä antaa keskimäärin noin 4,8 ktCO₂e/km.²

Botniaban rakentamisen päästöt olivat arviolta noin 2,3 ktCO₂/km yksiraiteisella osuudella ja noin 4,6 ktCO₂/km kaksiraiteisella

osuudella. Vastaavasti päästöt Tukholman ohitustien (Förfart Stockholm) rakentamista arvioidaan olevan noin 27 ktCO₂/km.³

Radan rakentamisen päästöt ovat erittäin tapauskohtaisia ja niitä tulisi tarkastella hankekohtaisesti. Esimerkiksi tunnelit lisäävät rakentamisen CO₂-päästöjä jopa moninkertaisiksi.

Elinkaaritarkastelut ja kiertotalouden merkitys painottuvat tulevien ratahankkeiden suunnittelussa, rakentamisessa ja edelleen kunnossapidossa. Kokonaisuuden hahmottamiseksi CO₂-päästölaskenta tulee tehdä ratahankkeen koko elinkaaren ajalle ja laskea myös käytön aikaiset (liikenteen ja kunnossapidon) päästöt. Uusilla ratahankkeilla ei saada nopeita päästövähennyksiä, koska ratojen elinkaari on pitkä, mikä tulee huomioida päästölaskennassa ja rakentamisen hiilivielon nollautumisessa.

Seuraavalla dialla on tarkasteltu muutamien kotimaisten ratahankkeiden rakentamisen CO₂-päästöjen nollautumisaikoja laskennallisesti. Haasteena tarkasteluissa ovat sekä rakentamisen CO₂-päästöarviointiin liittyvät epävarmuudet että ennusteet, joilla hankekohtaisia kulkutapasiirtymiä on arvioitu etukäteen.

¹ Liikennevirasto 38/2011. Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki

² WSP Sverige. Klimatpåverkan från höghastighetsjärnväg, Sträckorna Järna–Göteborg och Jönköping–Lund

³ Trafikverket. Klimatpåverkan från höghastighetsjärnväg Sträckorna Järna–Göteborg och Jönköping–Lund

Radan rakentamisen päästöt vs. liikennejärjestelmävaikutukset

Rakentamisen päästöt ovat seuraavassa karkeita, tässä työssä laskettuja suuruusluokka-arvioita. Päästölaskentaa ei ole tämän työn puitteissa tehty, vaan lähtökohtana on käytetty kotimaisia ja ruotsalaisia arvioita keskimääräisistä rakentamisen ajan päästöistä. Liikennejärjestelmävaikutuksia koskevat arviot on kerätty hankkeiden tarveselvityksistä tai vaikutusten hankearvioista ja koskevat ainoastaan henkilöliikennettä (kts. dia 28). Hankkeita ei voi vertailla taulukon arvioinnin perusteella, koska hankekohtaisissa päästövähennysarvioissa

on käytetty erilaisia lähtöoletuksia. Kokonaisuutena tarkastelu antaa kuitenkin kuvaa radan rakentamisen päästöistä suhteessa henkilöliikenteen siirtymäpotentiaaliin. Tarkasteluissa on huomattava, että jos rakentamisen aikaisia päästöjä pystytään vähentämään, myös päästöjen nollautumisaika lyhenee vastaavassa suhteessa.

Tarkastelussa ovat mukana ainoastaan rakentamisen päästöt, ei käytön ja kunnossapidon päästöjä.

Taulukko 6. Laskennallisia arvioita rakentamisen CO₂-päästöistä ja niiden nollautumisajasta liikennejärjestelmävaikutusten seurauksena.

Esimerkkihankkeita	Kustannusarvio (M€)	Km	Rakentamisen päästöarvio ktCO ₂ /km	Rakentamisen laskennallinen CO ₂ -päästö (tCO ₂)*	Arvio CO ₂ -päästövähennyksestä (t/v)**	Rakentamisen CO ₂ -päästöjen kuoletusaika (vuotta)
Investointipäätöstä odottavia hankkeita						
• Espoon kaupunkirata Leppävaara–Kauklahti: PKS:n sisäinen suuren kysynnän hanke	275	14	2,6–4,6	64 400	737	50–87
• Pasila–Riihimäki 2. vaihe: Lisää kapasiteettia lähiliikenteelle ja sujuvuutta kaukoliikenteelle	533	20	2,6–4,6	92 000	2000	26–46
Pääratayhteyksien kehittäminen						
• Espoo–Saloo-oikorata: Suuri oikoratahanke, vaatii Espoon kaupunkiradan	1 500	95	2,6–4,6	437 000	6300	40–70
• Riihimäki–Tampere: Lisäkapasiteettia nykyradalle, jotta tavaraliikenteen toimintaedellytykset säilyvät kaukoliikenteen lisääntyessä (liittyy Pasila–Riihimäki hankkeeseen)	2 200	106	0,7–2,6	254 400	3221	23–86

*Päästöarviohaitarin ylärajat perustuvat ruotsalaisiin suurnopeusratojen keskiarvolukuihin ja alarajat suomalaisissa esimerkkihankkeissa tehtyihin tarkasteluihin.

**Perustuvat hankearvioihin, paitsi Riihimäki–Tampere, joka on mallinnettu tämän työn yhteydessä. Kts. seuraava dia.

Liikennejärjestelmävaikutusten lähtötiedot

Ratahankkeiden liikennejärjestelmävaikutuksia ennustetaan osana hankearviointeja. Kulutapasiirtymää pystytään ennustamaan ainoastaan henkilöliikenteessä. Tarkasteluissa eivät ole mukana lentoliikenne eikä tavaraliikenne, joista esimerkiksi ruotsalaisissa hankearvioissa saadaan suuria päästövähennyksiä.

Myös päästöt olisi tärkeää saada arvioitavaksi tekijäksi. Hankearviointeihin tulisi sisällyttää yhdenmukainen CO₂-päästölaskenta (kuten päästötietokanta, laskentamenetelmät, ohjeistus ja vaatimukset).

Taulukko 7. Laskennallisia arvioita rakentamisen CO₂-päästöistä ja niiden nollautumisajasta liikennejärjestelmävaikutusten seurauksena.

Hanke	Taulukon 6 laskelmassa käytetty kulutapasiirtymä	Lähde
Espoon kaupunkirata Leppävaara–Kauklahti	Kauklahteen ulottuvassa vaihtoehdossa ajoneuvokilometrit vähenisivät 26 953 ajoneuvokilometriä/arkivrk vuonna 2025 ja 29 220 ajoneuvokilometriä/arkivrk vuonna 2040.	Espoon kaupunkiradan liikennöintiselvityksen ja hankearvioinnin päivitys
Pasila–Riihimäki 2. vaihe	Raiteilla 29 miljoonaa henkilökilometriä enemmän kuin vertailuvaihtoehdossa. Oletuksena käytetty, että siirtymä 40 % matkoista busseista ja 60 % henkilöautoista. Lähiliikenteen junamatkan keskipituus 40 km.	Kerava-Riihimäki: Lisäraiteiden YVA
Espoo–Salo-oikorata	Henkilöautot: vähenemä noin 55 milj. hlökm/vuosi Linja-autot: vähenemä noin 35 milj. hlökm/vuosi.	Helsinki-Turku-rautatieteyhteys: Esiselvitys ja vaikutusten arviointi

Riihimäki-Tampere radan kulkutapasiirtymä

Taulukossa 8 on esitetty tässä työssä valtakunnallisella liikennemallilla tehdyt tarkastelut Helsinki-Tampere-radon kapasiteettilisäyksen vaikutuksista kulkutapasiirtymään.

Oletuksena vaihtoehdossa 1 on, että

- Helsingin ja Tampereen välistä kaukojunaliikennettä lisätään yhdellä junalla tunnissa
- Riihimäen ja Tampereen välillä alkaa liikennöidä lähijuna tunnin välein.

Tarvittavan lisäliikenteen toteuttamiseksi tarvitaan lisäraide Riihimäeltä Tampereelle.

Tarkastelun perusteella junien henkilökilometrit lisääntyisivät 64,4 milj.km/vuosi. Matkustajakilometrien kasvusta 74 % olisi peräisin henkilöautoista ja 26 % linja-autoista. Kulkutapasiirtymän vaikutus CO₂-päästöihin olisi -3 221 CO₂e t/vuosi. Kapasiteettilisäys ei ennusteen mukaan synnyttäisi kokonaan uusia matkoja.

Uusi raide mahdollistaisi huomattavasti enemmän junatarjontaa, mutta sille ei olisi tämän hetkisten ennusteiden valossa kysyntää.

Taulukko 8. Valtakunnallisella liikennemallilla tässä työssä laadittu arvio Riihimäki-Tampere radan CO₂-päästövaikutuksista.

	2030 ve0	2030 ve1 Tihennetty junatarjonta Helsingin ja Tampereen välillä	Ero	osuus kulkutapamuutoksesta	CO ₂ e g/hlö-km	CO ₂ e t/v
Junien hlökm (Mkm/v)	4 105,00	4 169,40	64,4		13,00	837,20
Hlöautojen hlökm (Mkm/v)	48 289,70	48 241,70	-47,9	74,40 %	70,00	-3 353,00
Bussien hlökm (Mkm/v)	4 814,40	4 798,00	-16,4	25,50 %	43,00	-705,20
Yhteensä						-3 221,00

Radan rakentamisen päästöt, esimerkkejä

Taulukko 9. Arvioita ratahankkeiden elinkaaripäästöistä. Lähde: Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki, Liikennevirasto 38/2011

Case	Elinkaari, 100v.				Päästöt per rata-km (tCO ₂ /r-km)	Päästöt per vuosi (tCO ₂ /v)	Päästöt per rata-km per vuosi (tCO ₂ /r-km/v)
	Päästöt (tCO ₂)	Rakennus (%)	Käyttö (%)	Kunnossapito (%)			
Kerava-Lahti -oikorata (56 km)	313 000	46%	26%	28%	4 200	3 200	43
Kouvola-Pieksämäki (165 km)	304 000	38%	17%	45%	1 900	3 100	19
Kontiomäki-Ämmänsaari (82 km)	70 400	72%	7%	21%	860	750	9
Savonlinna-Huutokoski (66 km)	51 000	49%	4%	48%	770	520	8
					Päästöt per raide-km (tCO ₂ /rd-km)	Päästöt per vuosi (tCO ₂ /v)	Päästöt per raide-km per vuosi (tCO ₂ /rd-km/v)
Kemijärven ratapiha (5 rd-km)	8 700	27%	44%	29%	1 600	100	19
Toijalan ratapiha (16 rd-km)	46 400	19%	57%	24%	2 800	490	30
Tampereen ratapiha (70 rd-km hrp ja trp)	194 000	22%	53%	22%	2 800	2 100	30

Noin puolet radan elinkaaripäästöistä syntyy rakentamisesta. Ratapihoilla taas käyttö ja kunnossapito muodostavat noin 75–80 % elinkaaripäästöistä.

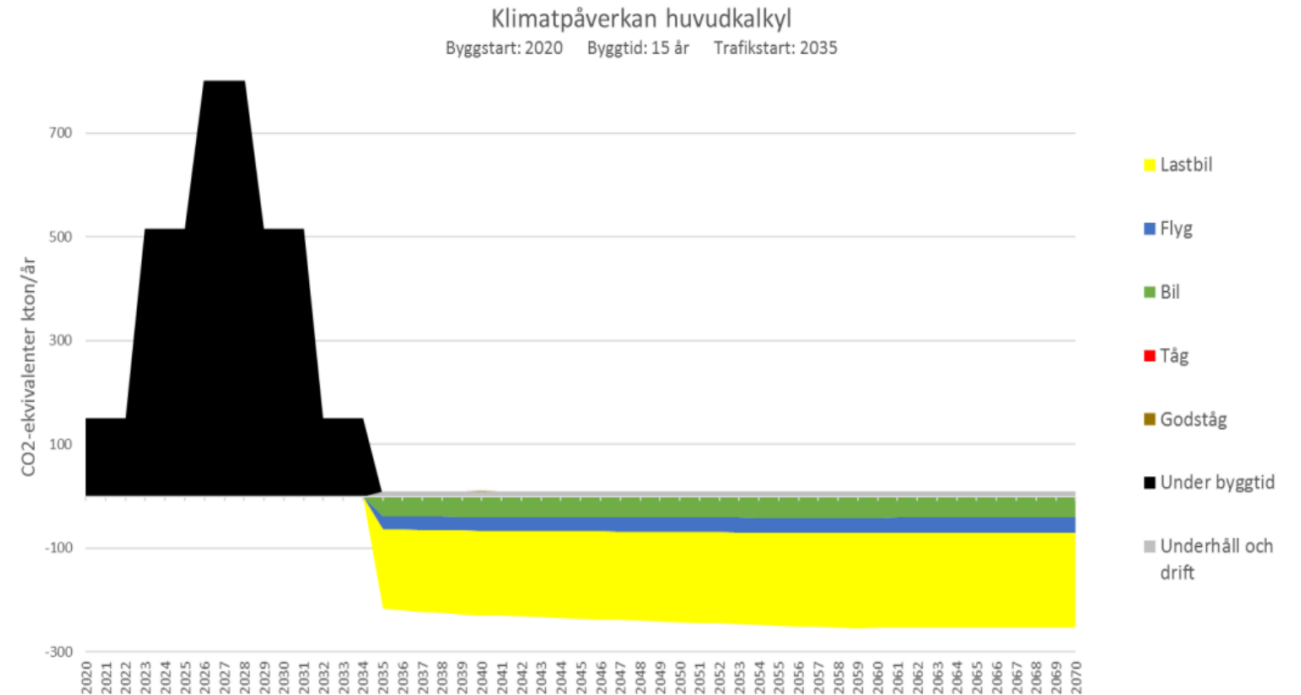
Kerava–Lahti -oikoradan ominaispäästöt ovat yli kaksinkertaiset Kouvola–Pieksämäkeen verrattuina, mitä selittää osaltaan Kerava–Lahti -oikoradan merkittävä paalutus. Suurin yksittäinen päästölähde on paalutukseen ja paalulaattoihin käytetyn betonin valmistus, joka muodostaa noin 17 % Kerava–Lahti -oikoradan kokonaispäästöistä.

Lähde: Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki, Liikennevirasto 38/2011

Ruotsin suurnopeusjunien rakentamisen CO₂-päästöt

Ruotsissa tunnistettiin suurnopeusjunien valmisteluvaiheessa, että uuden radan rakentaminen aiheuttaa valtavat hiilidioksidipäästöt. Terästä, betonia ja pitkiä tunneleita tarvitaan normaalia rataa suurempia raiteita varten. Westin & Kågeson selvittivät vuonna 2012 suurnopeusjunien rakentamisessa syntyvän hiilivelan poistoaikaa. Tutkittavan oli 500 km pitkä kaksiraiteinen suurnopeusrata. Liikennemäärien tulisi olla erittäin suuret ja kulkutapasiirtymän tultava ensisijaisesti lentoliikenteestä, jotta pystytään ”maksamaan takaisin” suurnopeusjunaradan rakentamisessa syntyneet ja ylläpidosta aiheutuvat päästöt. Käytännössä tarvittaisiin 10–20 miljoonaa yhdensuuntaista matkaa (500 km) vuosittain riippuen siitä, mistä kulkutavasta siirtymä saadaan, jossa rakentamisen ja ylläpidon päästöt nollautuisivat. Laskelma ei ota huomioon henkilöautoliikenteen muuttumista ympäristöystävällisemmäksi, mutta ei myöskään huomioi sitä, millaisia infrainvestointeja tarvittaisiin ilman suurnopeusrataa.¹

Ruotsissa suurnopeusjunien kasvihuonekaasupäästöjen nettopäästöt nollautuvat arvioiden mukaan 35–50 vuotta rakentamisen alkamisen jälkeen tai 20–35 vuotta liikenteen alkamisen jälkeen. Pääosa päästövähennyksistä tulee tavaraliikenteestä, jolle vapautuu ratakapasiteettia matkustajaliikenteeltä. Myös siirtymä lentoliikenteestä on merkittävä.²

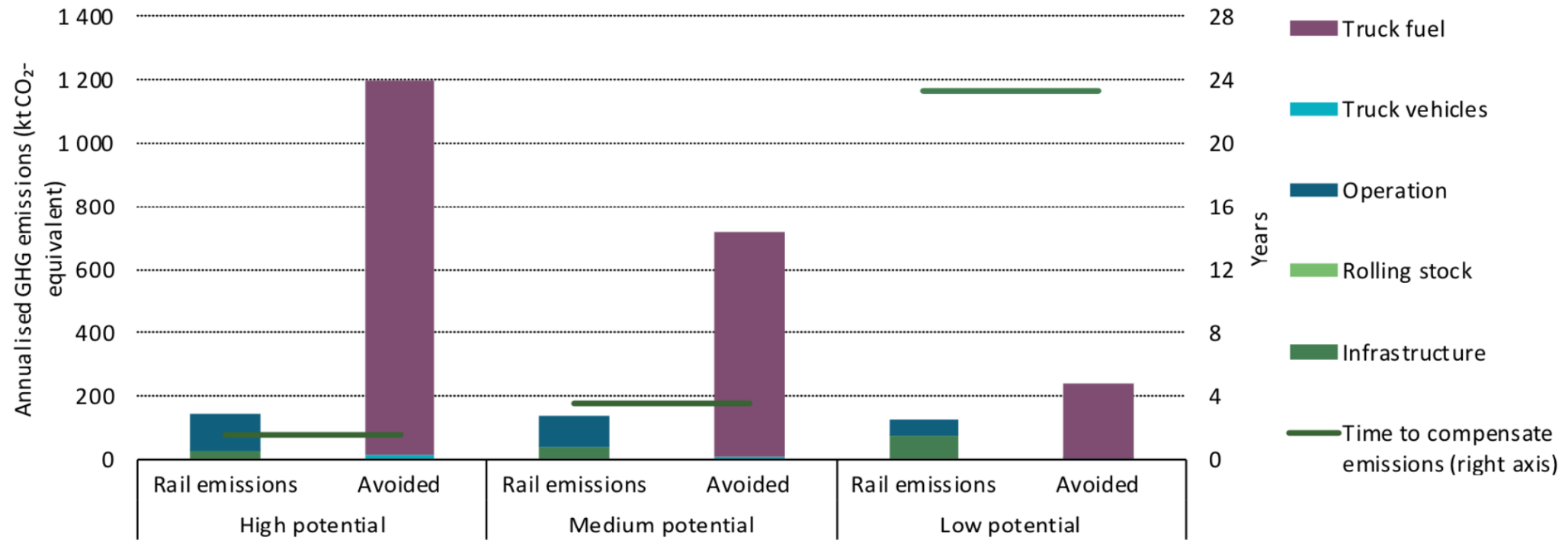


Kuva 8. Suurnopeusradan CO₂-päästöjen nollautuminen Ruotsissa.²

¹ Westin, Jonas & Kågeson, Per: Can high speed rail offset its embedded emissions? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 17, Issue 1, Tammikuu 2012, sivut 1–7.

² Trafikverket. *Klimatpåverkan från höghastighetsjärnväg Sträckorna Järna–Göteborg och Jönköping–Lund.*

Radanrakentamisen päästöt vs. päästövähennykset rautatiekuljetuksilla



Rautatien rakentaminen vähäpäästöistä, junat tehokkaita ja käyttöaste korkea.

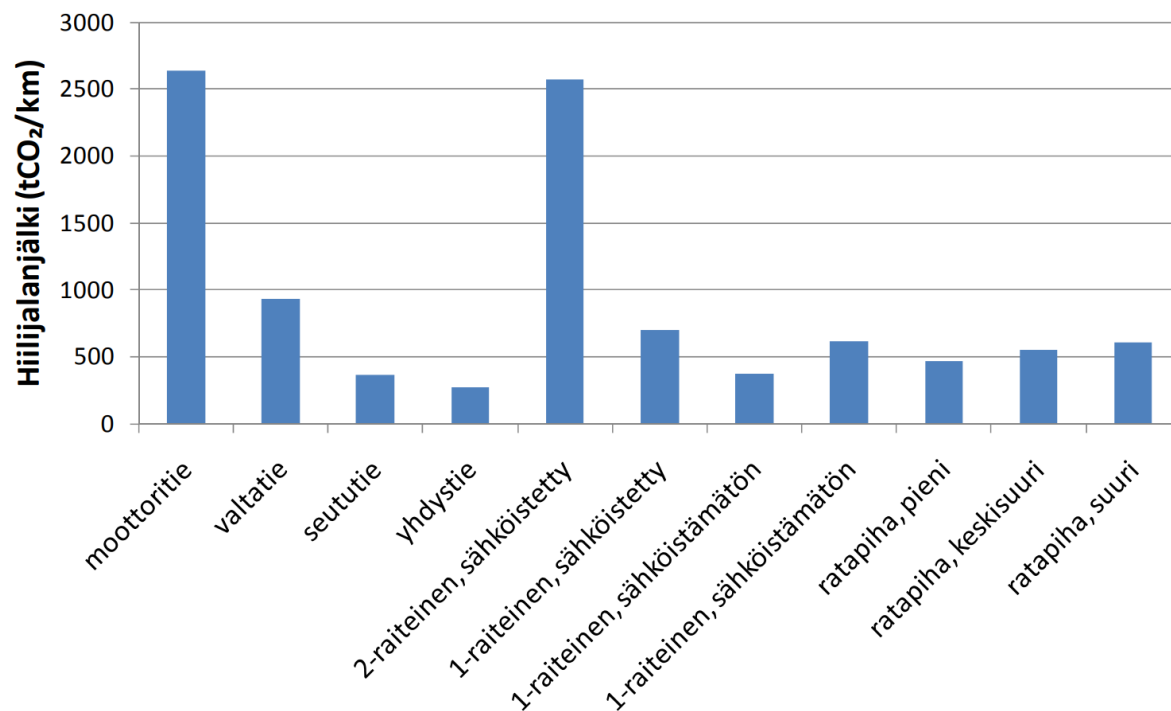
Kuva 9. Vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt, päästövähennykset ja aika, joka tarvitaan uuden tavaraliikenne radan rakentamisen päästöjen kompensoimiseksi korkean, keskitason ja matalan potentiaalın tapauksessa. Lähde: IEA 2019.

Teiden ja ratojen käytön, kunnossapidon ja rakentamisen hiilijalanjälkien vertailu

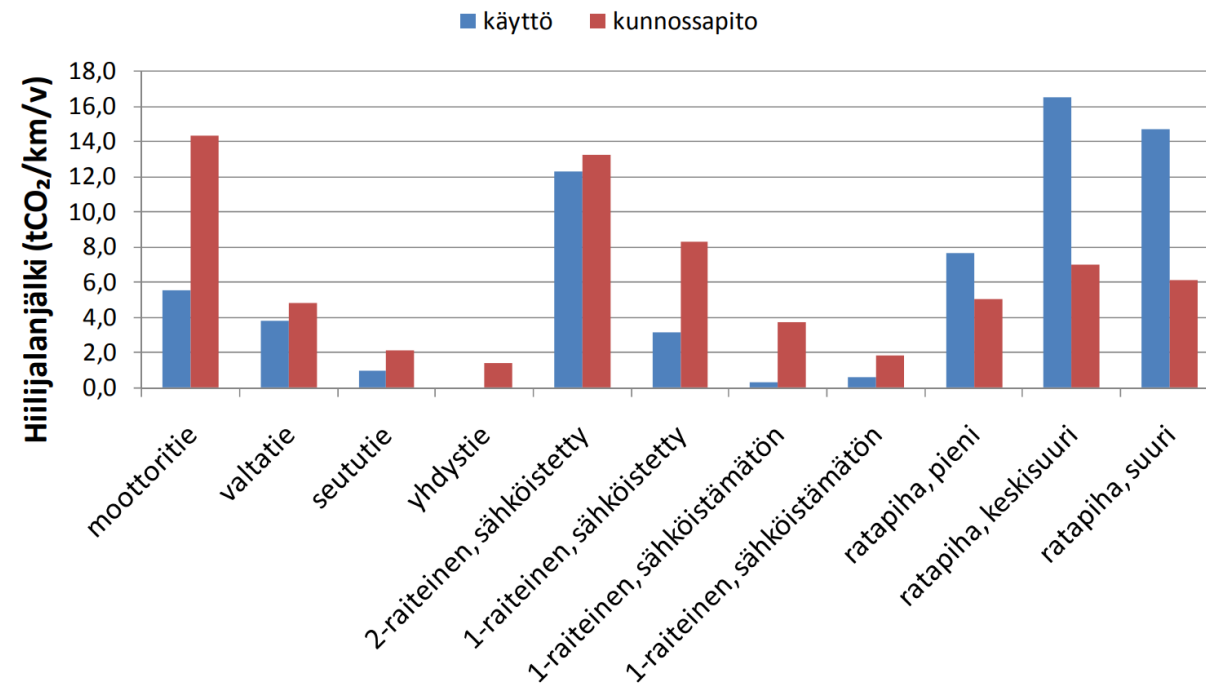
Teiden ja ratojen rakentamisen päästöissä ei ole ratkaisevaa eroa: kaksiraiteisen sähköistetyn radan (kuten Kerava–Lahti -oikorata) rakentaminen on lähes yhtä hiili-intensiivistä kuin moottoritien rakentaminen.

Yleisimpien tie- ja ratatyyppeiden kunnossapidon päästöissä on merkittävä ero. Radanpidossa erityisesti korvausinvestoinnit ovat hiilijalanjäljen suhteen raskaita betonin (ratapölkkyt) ja teräksen (kiskot) suuren tarpeen vuoksi.

Teiden ja ratojen rakentamisen hiilijalanjälki case-laskelmien mukaan



Teiden ja ratojen käytön ja kunnossapidon hiilijalanjälki case-laskelmien mukaan





Väylävirasto
Trafikledsverket

Palvelutasotekijöiden vaikutus kulkutapasiirtymään

Palvelutasotekijöiden merkitys

- Kulutavan valintaan vaikuttavat tarjottavien liikennepalveluiden ominaisuudet ja hinta, sekä matkan tekijän henkilökohtaiset ominaisuudet.
- Parantamalla junaliikenteen palvelutasoa, pystytään houkuttelemaan uusia matkustajia junaliikenteeseen. Jos kulkutapasiirtymä tulee henkilöautoilusta, busseista tai lentoliikenteestä, vähenevät liikennejärjestelmän CO₂-päästöt.
- Tässä luvussa on tarkasteltu eri palvelutasotekijöiden ominaisuuksia ja vaikutusten suuruusluokkaa.
- Radanpidon toimet ovat tyypillisesti sellaisia, että toteutuessaan ne vaikuttavat useampaan palvelutasotekijään.
- Kaikkiin palvelutasotekijöihin, kuten esimerkiksi matkan hintaan, radanpitäjä ei pysty vaikuttamaan. Matkan hintaa on kuitenkin tarkasteltu vertailutekijänä, koska hinnoittelu on varsin tehokas keino vaikuttaa kulkutapavalintaan.
- Tarkasteluissa ovat mukana ainoastaan liikenteen päästöt.

Kysynnän jousto palvelutasotekijöiden suhteen



Väylävirasto
Trafikledsverket

Taulukko 10. Kysynnän jousto palvelutasotekijöiden suhteen. Trafikverket (2018). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Trafikverket, Stockholm.

Palvelutasotekijät	Kysynnän keskimääräiset joustot (ASEK)	Esimerkki liikennejärjestelmävaikutuksesta
Nopeus	Matka-aika lähiliikenteessä: -1,0	1 min nopeutus Espoon ja Pasilan välillä on 4 % ja lisää junamatkoja 4 %
	Matka-aika kaukoliikenteessä <200 km: -1,6	5 min nopeutus Helsingin ja Tampereen välillä on 5,5 % ja lisää junamatkoja 9 %
	Matka-aika kaukoliikenteessä >300 km: -2,7	5 min nopeutus Helsingin ja Seinäjoen välillä on 3 % ja lisää junamatkoja 8 %
Täsmällisyys	Myöhästymisajan arvo on 3,5-kertainen matkustusajan arvoon	Keskimääräinen myöhästyminen Helsingin ja Turun välillä pienenee minuutin, painotettuna 3,5 minuuttia, mikä on 3,2 % ja lisää junamatkoja 5 %
Junatarjonta	Vuorotiheyden jousto on 0,5	Yhteysvälillä on 16 lähtöä suuntaansa vuorokaudessa. Junaparin lisäys kasvattaa vuorotiheyttä 6,2 % jolloin junamatkojen kysyntä kasvaa 3,1 %
Lipunhinta	Rautateiden henkilöliikennemallissa lipun hinnan hintajoustoa on arvioitu yhteysväleittäin. Joustokerroin yhteysvälistä riippuen -0,3...-1,6	Jos esim. Seinäjoen ja Vaasan välillä keskimääräinen lipunhinta laskee 10 %, kasvaa junamatkojen kysyntä 5 %, eli noin 28 500 matkaa (tällä yhteysväillä joustokerroin -0,5)
Kustannustehokkuus	Junakuljetuksen jousto liikennöintikustannuksen suhteen on vaunulasteilla -0,8 ja keskimäärin -0,4	2 % säästö liikennöintikustannuksessa lisää junakuljetusten kysyntää keskimäärin 0,8 % ja pelkästään vaunukuormilla 1,6 %

Taulukko 11. Vaikutukset CO₂-päästöihin rataosittain, jos
-lipunhintaa lasketaan 1 %
-tarjontaa lisätään 1 %
-matka-aikaa lyhennetään 1 %.

Yhteysväli			Lipunhinnan muutos				-1 %	Tarjonnan lisäys (vuoroitiheyden kasvu)				1 %	Matka-ajan muutos				-1 %
Alku	Loppu	Pituus	Hlö-km, milj. juna	Ajonkm, milj. ha	Ajonkm, milj. la	CO2-päästöt, ton		Hlö-km, milj. juna	Ajonkm, milj. ha	Ajonkm, milj. la	CO2-päästöt, ton		Hlö-km, milj. juna	Ajonkm, milj. ha	Ajonkm, milj. la	CO2-päästöt, ton	
Helsinki	Riihimäki	72	1,85	-0,49	-0,07	-76		1,54	-0,41	-0,06	-63		4,93	-1,32	-0,18	-202	
Riihimäki	Toijala	76	2,17	-0,58	-0,08	-89		1,81	-0,48	-0,07	-74		5,78	-1,54	-0,21	-236	
Toijala	Tampere	40	1,21	-0,32	-0,04	-49		1,01	-0,27	-0,04	-41		3,22	-0,86	-0,12	-132	
Tampere	Parkano	75	1,81	-0,48	-0,07	-74		1,51	-0,40	-0,05	-62		4,84	-1,29	-0,18	-198	
Parkano	Seinäjoki	85	2,01	-0,54	-0,07	-82		1,67	-0,45	-0,06	-68		5,35	-1,43	-0,19	-219	
Seinäjoki	Kokkola	134	2,26	-0,60	-0,08	-93		1,88	-0,50	-0,07	-77		6,03	-1,61	-0,22	-247	
Kokkola	Ylivieska	79	1,18	-0,31	-0,04	-48		0,98	-0,26	-0,04	-40		3,14	-0,84	-0,11	-128	
Ylivieska	Oulu	122	1,71	-0,46	-0,06	-70		1,43	-0,38	-0,05	-58		4,57	-1,22	-0,17	-187	
Oulu	Kemi	105	1,01	-0,27	-0,04	-41		0,84	-0,22	-0,03	-34		2,70	-0,72	-0,10	-110	
Kemi	Kolari	209	0,38	-0,10	-0,01	-16		0,32	-0,08	-0,01	-13		1,02	-0,27	-0,04	-42	
Kemi	Rovaniemi	106	0,68	-0,18	-0,02	-28		0,57	-0,15	-0,02	-23		1,82	-0,49	-0,07	-74	
Rovaniemi	Kemijärvi	85	0,04	-0,01	0,00	-2		0,03	-0,01	0,00	-1		0,10	-0,03	0,00	-4	
Tampere	Pori	127	0,25	-0,07	-0,01	-10		0,20	-0,05	-0,01	-8		0,65	-0,17	-0,02	-27	
Seinäjoki	Vaasa	75	0,23	-0,06	-0,01	-9		0,19	-0,05	-0,01	-8		0,61	-0,16	-0,02	-25	
Tampere	Orivesi	41	0,26	-0,07	-0,01	-11		0,22	-0,06	-0,01	-9		0,71	-0,19	-0,03	-29	
Orivesi	Jyväskylä	113	0,65	-0,17	-0,02	-27		0,54	-0,14	-0,02	-22		1,73	-0,46	-0,06	-71	
Jyväskylä	Pieksämäki	80	0,17	-0,04	-0,01	-7		0,14	-0,04	-0,01	-6		0,44	-0,12	-0,02	-18	
Orivesi	Vilppula	47	0,01	0,00	0,00	0		0,01	0,00	0,00	0		0,03	-0,01	0,00	-1	
Vilppula	Haapamäki	26	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00	0,00	0	
Haapamäki	Seinäjoki	118	0,04	-0,01	0,00	-1		0,03	-0,01	0,00	-1		0,09	-0,03	0,00	-4	
Haapamäki	Jyväskylä	77	0,01	0,00	0,00	-1		0,01	0,00	0,00	0		0,04	-0,01	0,00	-1	
Pieksämäki	Varkaus	49	0,02	-0,01	0,00	-1		0,02	0,00	0,00	-1		0,05	-0,01	0,00	-2	
Varkaus	Joensuu	133	0,04	-0,01	0,00	-2		0,03	-0,01	0,00	-1		0,11	-0,03	0,00	-5	
Helsinki	Karjaa	86	0,62	-0,16	-0,02	-25		0,52	-0,14	-0,02	-21		1,65	-0,44	-0,06	-67	
Karjaa	Turku	107	0,67	-0,18	-0,02	-27		0,55	-0,15	-0,02	-23		1,77	-0,47	-0,06	-73	
Hanko	Karjaa	49	0,02	0,00	0,00	-1		0,01	0,00	0,00	-1		0,04	-0,01	0,00	-2	
Turku	Toijala	130	0,39	-0,10	-0,01	-16		0,32	-0,09	-0,01	-13		1,03	-0,27	-0,04	-42	
Helsinki	Lahti	105	1,41	-0,38	-0,05	-58		1,18	-0,31	-0,04	-48		3,76	-1,00	-0,14	-154	
Riihimäki	Lahti	59	0,03	-0,01	0,00	-1		0,02	-0,01	0,00	-1		0,07	-0,02	0,00	-3	
Lahti	Kouvola	61	0,82	-0,22	-0,03	-34		0,69	-0,18	-0,02	-28		2,20	-0,59	-0,08	-90	
Kouvola	Mikkeli	113	0,61	-0,16	-0,02	-25		0,51	-0,13	-0,02	-21		1,62	-0,43	-0,06	-66	
Mikkeli	Pieksämäki	71	0,35	-0,09	-0,01	-14		0,30	-0,08	-0,01	-12		0,94	-0,25	-0,03	-39	
Pieksämäki	Kuopio	89	0,50	-0,13	-0,02	-21		0,42	-0,11	-0,02	-17		1,34	-0,36	-0,05	-55	
Kuopio	Iisalmi	85	0,28	-0,07	-0,01	-11		0,23	-0,06	-0,01	-9		0,74	-0,20	-0,03	-30	
Iisalmi	Kontiomäki	109	0,24	-0,06	-0,01	-10		0,20	-0,05	-0,01	-8		0,63	-0,17	-0,02	-26	
Kontiomäki	Oulu	166	0,20	-0,05	-0,01	-8		0,17	-0,04	-0,01	-7		0,54	-0,14	-0,02	-22	
Iisalmi	Ylivieska	155	0,04	-0,01	0,00	-2		0,04	-0,01	0,00	-1		0,11	-0,03	0,00	-5	
Kouvola	Kotka	54	0,03	-0,01	0,00	-1		0,02	-0,01	0,00	-1		0,07	-0,02	0,00	-3	
Kouvola	Luumäki	59	0,39	-0,10	-0,01	-16		0,33	-0,09	-0,01	-13		1,04	-0,28	-0,04	-43	
Luumäki	Lappeenranta	27	0,19	-0,05	-0,01	-8		0,16	-0,04	-0,01	-7		0,51	-0,14	-0,02	-21	
Lappeenranta	Imatra	36	0,15	-0,04	-0,01	-6		0,12	-0,03	0,00	-5		0,39	-0,10	-0,01	-16	
Imatra	Parikkala	64	0,28	-0,07	-0,01	-11		0,23	-0,06	-0,01	-10		0,75	-0,20	-0,03	-31	
Parikkala	Joensuu	130	0,44	-0,12	-0,02	-18		0,37	-0,10	-0,01	-15		1,18	-0,31	-0,04	-48	
Joensuu	Liekka	104	0,03	-0,01	0,00	-1		0,03	-0,01	0,00	-1		0,09	-0,02	0,00	-4	
Liekka	Nurmes	56	0,01	0,00	0,00	0		0,01	0,00	0,00	0		0,02	-0,01	0,00	-1	
Parikkala	Savonlinna	59	0,04	-0,01	0,00	-1		0,03	-0,01	0,00	-1		0,10	-0,03	0,00	-4	

Rataosakohtaisen laskennan menetelmäkuvaus

Junamatkojen kysynnän herkkyyttä muutoksille kuvataan joustoilla:

- Jouston perusarvona ovat rautateiden henkilöliikenteen vuodelle 2035 ennusteen (2014) mukaiset hintajoustot, jotka vaihtelevat rataosittain välillä -0,30 .. -1,95. Hintajoustojen painotettu keskiarvo on -0,60.
- Kysynnän joustona tarjonnan käytetään Ruotsin arviointiohjeen mukaista vuorotiheyden joustoa 0,5. Jousto muutetaan rataosakohtaiseksi käyttämällä kertoimena rataosan hintajouston suhdetta keskimääräisen hintajousto -0,60.
- Kysynnän joustona matka-ajan suhteen käytetään Ruotsin arviointiohjeistuksen joustoa alle 200 km junamatkalle -1,6. Jousto muutetaan rataosakohtaiseksi käyttämällä kertoimena rataosan hintajouston suhdetta keskimääräisen hintajousto -0,60.

Kasvaneen junamatkojen kysynnän arvioidaan vähentävän autolla tehtyjä matkoja seuraavasti:

- 40 % kasvaneesta junamatkojen suoritteesta (hlö-km) tulee

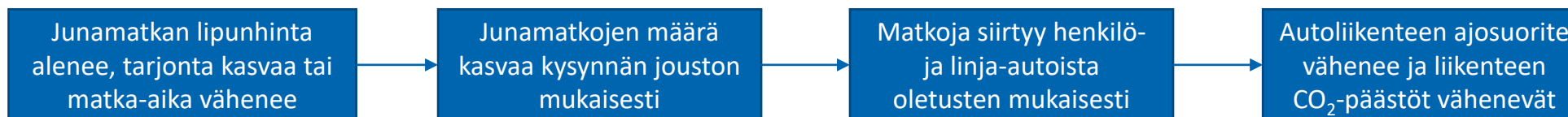
henkilöautoista, 40 % linja-autoista ja 20 % kokonaan uusista matkoista.

- Nämä ovat laskentaa varten tehtyjä oletuksia.

Autoliikenteen päästöjen muutoksen laskennassa käytetään seuraavia lähtöarvoja:

- Henkilöautojen keskiuormitus on henkilöliikennetutkimuksen mukaan 1,5 hlö/auto. Henkilöautojen CO₂-päästö on uuden LIPASTO-ennusteen mukaan keskimäärin 92 g/ajonkm vuonna 2030.
- Linja-autojen keskiuormitus on Julkisen liikenteen suoritetilaston mukaan 11 hlö/auto. Linja-autojen CO₂-päästö on uuden LIPASTO-ennusteen mukaan keskimäärin 450 g/ajonkm vuonna 2030.

Tarkasteluissa on mukana ainoastaan liikenteen päästöt. Kulkutapasiirtymän vaikutuksia infran päästöihin ei ole otettu huomioon.



Kuva 12. Laskennassa käytetty vaikutusmekanismi.

Palvelutasotekijöiden vaikutuksia kulkutapasiirtymään, esimerkkejä

- Jos junalipun hintoja lasketaan kaikkialla 10 %, CO₂-päästövähennys olisi 9 140 tonnia ja lipputuen kustannusarvio olisi suuruusluokassa noin 10 M€/v.
 - Lipputuella olisi todennäköisesti markkinaehtoista bussiliikennetarjontaa heikentävä vaikutus.
- Jos junien vuorotarjontaa kasvatettaisiin 10 %, CO₂-päästövähennys olisi 6 440 tonnia, ostoliikenteen kustannusarvio olisi suuruusluokassa noin 10 milj.€/v.
 - Lisätarjontaa ei tällä hetkellä kapasiteettisyistä ole mahdollista kohdistaa parhaisiin aikoihin tai parhaille yhteysväleille.
- Jos kaikkia yhteyksiä nopeutettaisiin keskimäärin 5 %, CO₂-päästövähennys olisi noin 10 000 tonnia.
 - Matka-ajan lyhentäminen on junaliikenteessä mahdollista vähentämällä pysähdyksiä, nostamalla nopeutta tai lyhentämällä/oikaisemalla yhteyksiä.
 - Näin merkittävä liikenteen nopeuttaminen ilman ratainfran kehittämistä ei olisi mahdollista.
- Vastaavaa vaikutusta voitaisiin tavoitella liikenteen täsmällisyyttä parantamalla.
- Liikenteen täsmällisyyden parantamisen vaikutuksia voi tarkastella seuraavasti:
 - Myöhästymisajan painokerroin on 3,5.¹
 - 0,5 minuutin myöhästyminen vastaa siis 1 min 45 sekunnin ajoajan hidastumista.
 - Jos keskimääräinen matkan kesto olisi esimerkiksi 40 minuuttia (keskipituus 52 km), niin 30 sekuntia parempi täsmällisyys lyhentää matka-aikaa keskimäärin 4,4 %.
 - Toisin sanoen 5 % nopeutus 40 minuutin keskimääräisessä matka-ajassa on liikennejärjestelmävaikutuksiltaan sama kuin että myöhästymiset vähenevät keskimäärin 34 sekuntia.

¹ Lähde: Trafikverket (2018). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Trafikverket, Stockholm.*



Väylävirasto
Trafikledsverket

Kulutusasiirtymällä saavutettavat päästövähennykset

Kuljetustapasiirtymä tavaraliikenteessä

- Viranomaisen keinoja rautatiekuljetusten osuuden kasvattamiseen ovat muun muassa sähköistyksen lisääminen ja akselipainojen nostamisen mahdollistaminen sekä verkon käytön ja rautatieliikenteen ohjauspalveluiden kehittäminen monitoimijaympäristölle suotuisaksi. ¹
- Tavaraliikenteessä junaliikenteellä on Suomessa noin 27 %:n markkinaosuus, joka on eurooppalaisittain korkea. ¹
- Junaliikenteen markkinaosuuden lisääntyminen yhdellä prosenttiyksiköllä edellyttäisi, että junaliikenteen tonnikilometrit lisääntyisivät noin 4 %. Jos tämän suuruinen lisäys junaliikenteessä olisi kokonaan siirtymää kuorma-autoliikenteestä, vähenisivät kuorma-autoliikenteen CO₂-päästöt noin 0,4 % (**noin 13 000 tonnia**) vuoden 2018 autokannalla. ¹
- Junaliikenteen suuren markkinaosuuden säilyttäminen tavaraliikenteessä edellyttää junaliikenteen kilpailukyvyn varmistamista. Keinovalikoimassa infraan tehtävillä investoinneilla voidaan varmistaa ratojen välityskyky ja kapasiteetti ja sen lisääminen sekä tarvittavat rataosien sähköistämiset ja akselipainojen korotukset. ¹
- Rautateiden tavaraliikenteeseen ja logistiikkaketjuihin voi syntyä uusien toimijoiden myötä uudenlaisia palvelukonsepteja ja integroitua palvelutarjontaa myös uusille markkinasegmenteille. ¹
- Kuljetustavan valintaan vaikuttaa suuresti hinta. Rautatiekuljetusten kilpailukykyä heikentää tieliikenteessä käytettävän öljypohjaisen polttoaineen edullinen hinnoittelu.
- Vuonna 2016 vapautui lisäksi Suomen ja Venäjän välinen suora kansainvälinen rautatieliikenne, jossa kulkee kolmasosa Suomen rautateiden tavaraliikenteestä. Tilanne on potentiaalinen kysynnän kasvun suhteen. ¹

Taulukko 12. Ruotsalaisissa arvioissa kuljetusten rooli on suuri CO₂-päästöjen arvioinnissa. (Lähde: Klimatpåverkan från höghastighetsjärnväg, Sträckorna Järna–Göteborg och Jönköping–Lund, Dokumentbeteckning: 2017:162)

Utsläpp från fordon	2014	2030	2040	2050	2060 och framåt
Persontrafik					
Bil (g CO ₂ /pkm)	111	65	61	57	57
Flyg (g CO ₂ /pkm)	143	137	132	127	127
Tåg (g CO ₂ /pkm)	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Godstrafik					
Lastbil (g CO ₂ /tonkm)	59	55	52	48	46
Tåg (g CO ₂ /tonkm)	2,2	1,8	1,8	1,3	1,3

¹ Lähde: Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045, LVM:n julkaisuja 13/2018

Kuljetusmuotosiirtymään houkuttelemisen tavaraliikenteessä

- Tie- ja rautatiekuljetusten välinen kilpailukyky muodostuu kuljetustapojen kustannuksista sekä kuljetusten palvelutasosta.
- Kuljetuskustannusten merkitys kuljetustavan valintakriteerinä on suurin raaka-aineiden ja massatuotteiden kuljetuksissa.
- Kuljetustapa valitaan yleensä kuljetuskustannusten perusteella aina, kun toimitukselle asetetut palvelusvaatimukset kuten täsmällisyys, kuljetusaika ja tuotteiden vaurioitumattomuus voidaan taata.
- Rautatiekuljetusten kustannustehokkuus ja palvelutaso ovat parhaimmillaan suurissa säännöllisissä kuljetusvirroissa, joissa voidaan käyttää kokojunia. Mikäli kuljetukset edellettävät kuorma-autoilla tapahtuvia liityntäkuljetuksia, heikentyy rautatiekuljetusten kilpailukyky merkittävästi. Tästä syystä kuorma-auto-junakuljetuksia käytetään vain raakapuukuljetuksissa.
- Tulevaisuudessa kuljetusten palvelusotekijöiden merkityksen arvioidaan kasvavan, mutta kuljetuskustannuksen merkitys tulee säilymään suurena perusteollisuuden tuotteiden ja raaka-aineiden kuljetuksissa.
- Tie- ja rautatiekuljetusten markkinaosuuksien kehitys riippuu hyvin pitkälti teollisuuden tuotantorakenteen kehityksestä. Myös toimialojen sisäisen tuotantorakenteen muutoksilla on vaikutuksia.
- Rautatiekuljetusten kustannustehokkuutta pystytään parantamaan ratapihajärjestelyillä, lastauspaikkoja ylläpitämällä ja kehittämällä sekä lisäämällä ratakapasiteettia digitaalisilla ja rakentamisen keinoilla.
- Tavaraliikenteen kehittämiseen liittyy kuitenkin runsaasti kuljetusvirtoihin ja tie- ja rautatiekuljetusten kilpailutilanteeseen liittyviä epävarmuuksia.

Kulkutapasiirtymä henkilöliikenteessä

- Tämän työn yhteydessä tehdyissä arvioissa kaukoliikenteen päästövähennyspotentiaaliksi ennustetaan 20 000–130 000 t/v olettaen, että 40 % junaliikenteeseen siirtyvistä matkoista siirtyy linja-autoista, 40 % henkilöautoista ja 20 % on uusia matkoja. Tarkastelussa on mukana ainoastaan siirtymä tieliikenteestä.
 - Junamatkojen kasvupotentiaalia on eniten Helsingin ja Tampereen välisellä pääradalla ja pääkaupunkiseudun lähiliikenteessä.
 - Junamatkojen kokonaismatka-aikojen lyhentäminen, täsmällisyyden parantaminen ja junatarjonnan lisääminen lisäävät junamatkustajien määrää. Matkustajamäärän kehitys riippuu kuitenkin myös paljon junamatkan hinnasta suhteessa henkilöautomatkan kustannuksiin sekä matkaketjujen toimivuudesta lähtö- ja määräpäässä.
 - Suurimmat CO₂-päästöjen vähenemisvaikutukset saavutetaan henkilöautoilun houkuttelevuutta vähentävillä (hinnoittelu)toimenpiteillä ja käyttövoimaratkaisulla. Radanpidolla on kuitenkin yhteys näihin toimenpiteisiin, koska rautatieliikenteen kapasiteetin on pystyttävä vastaanottamaan muiden toimenpiteiden ansiosta tieliikenteestä rautateille
- siirtyvät matkat ja kuljetukset. Tämän takia on tärkeä ratkaista rataverkon kapasiteettiongelmiä. Jos siirtymä tieliikenteestä on suuri, ei nykyisellä rataverkolla pystytä takaamaan riittävää palvelutasoa. Tämän takia **rautateiden välityskykyä ja kapasiteettia lisäävät investoinnit ovat tarpeellisia.**
- Rataverkon välityskyvyn lisäämisessä on huomioitava myös teknologinen kehitys. Kiinteään infrastruktuuriin kohdistettavien investointien rinnalla voidaan hyödyntää tietoon ja automaatioon perustuvia uutta teknologiaa hyödyntäviä ratkaisuja.
 - Rataverkon kehittämishankkeiden yhteiskuntataloudelliset hyödyt koostuvat pääosin muista tekijöistä kuin CO₂-päästöjen vähentämisestä (esim. vaikutukset työmarkkinoihin ja maankäyttöön). Jos siirtymä tieliikenteestä olisi esimerkiksi miljoona matkaa vuodessa, vähentäisi tämä CO₂-päästöjä noin 9 600 tonnia vuodessa. Lisäksi ratahankkeet tiivistäisivät maankäyttöä ja vähentäisivät myös tätä kautta liikenteen CO₂-päästöjä.¹

¹ Lähde: Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045, LVM:n julkaisuja 13/2018.

Kaukoliikenteen päästövähennyspotentiaali VLJS:n ennusteskenaarioissa

Taulukko 13. Arvio kaukoliikenteen päästövähennyspotentiaalista valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman ennusteskenaarioissa.

Ennuste		Kaukoliikenteen päästövähennyspotentiaali CO ₂ e t/v
2015	Rautatietilaston 2015 mukainen nykytila	
BAU	Rautatieliikenne 2035 ennusteesta vuoteen 2025 määritelty perusennuste, jossa väestönkasvu ja ratahankkeet mukana	-11 558
PLUS	Perusennusteen päälle katsottu keskimääräinen lipunhintojen alennus 10 % (mikä on jo toteutunut v. 2016)	-19 410
KILPA	PLUS-ennusteen päälle arvioitu kilpailun avaamisesta johtuva 5 % hinnanalennus JA palvelutason paranemisesta johtuva 5 % kysynnän kasvu	-30 398
TAVOITE	Liikennettä pitäisi olla näin paljon, jotta rautatieliikenteen markkinaosuus Suomessa olisi 8 %	-129 681

Kulutapasiirtymän päästövähennyspotentiali henkilöliikenteessä



Väylävirasto
Trafikledsverket

Valtakunnallisen liikenne-ennusteen mukaisesti junien henkilöliikenteen suorite kasvaisi 27 % vuoteen 2030 mennessä ja 40 % vuoteen 2050 mennessä. Jotta ILMO-tavoitteet voisivat toteutua, olisi kasvun oltava 56 % vuonna 2030 ja 143 % vuonna 2050 (lineaarinen tarkastelu).

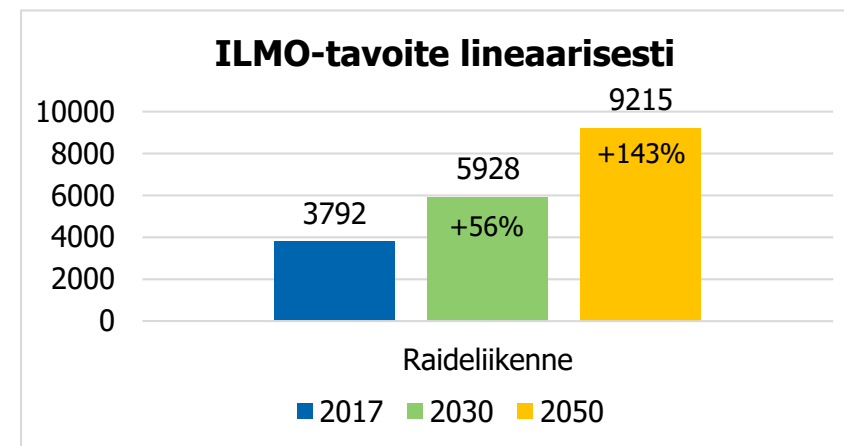
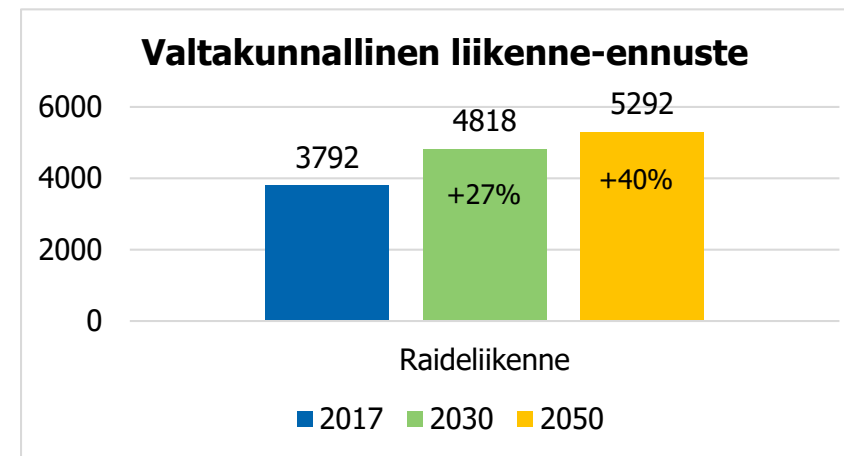
Jos kasvusta saadaan 60 % henkilöautoista, olisivat CO₂-päästöjen vähenemisen suuruusluokat taulukon 2 kaltaiset. Henkilöauton keskiuormaksi on oletettu 1,49 henkilöä/henkilöauto. Laskelmassa ei oteta huomioon joukkoliikenteen CO₂-päästöjä.

Taulukko 14. Henkilöliikenteen suoritteen kasvu ja päästövähennys valtakunnallisten perusennusteen ja ILMO-tavoitteen mukaisesti.

Henkilöliikenteen suorite raiteilla hkm/v	2017	2030	2050
Valtakunnallinen perusennuste	3 792	4 818	5 292
ILMO-tavoite	3 792	5 928	9 215

Päästövähennys (Mt CO ₂ -ekv)	2017	2030	2050
Valtakunnallinen perusennuste		0,03	0,05
ILMO-tavoite		0,07	0,174

Graafien lähde: Taustaselvitys joukkoliikenteen tilakuvasta ja tavoitteellisesta kehityssuunnasta. Traficomin julkaisuja 25/2019



Kuva 13. Raideliikenteen kasvu valtakunnallisen liikenne-ennusteen ja ILMO-tavoitteiden mukaan.

Arviot rataosakohtaisista kaukoliikenteen päästövähennys- potentiaaleista

Suurin päästövähennyspotentiaali on Helsingin ja Toijalan välillä.

Taulukko 15. Arviot rataosakohtaisista kaukoliikenteen päästövähennyspotentiaaleista.
Lähde: VLJS:n ennusteskennariot.

Alku	Loppu	Pituus	ERO Liikenteen CO ₂ e-päästöt, t/a				
			2019BAU	PLUS	KILPA	TAVOITE	
Helsinki	Riihimäki	72		-1365	-1930	-2883	-12311
Riihimäki	Toijala	76		-1430	-2091	-3133	-12982
Toijala	Tampere	40		-744	-1113	-1693	-7296
Tampere	Parkano	75		-847	-1401	-2116	-7773
Parkano	Seinäjoki	85		-957	-1570	-2361	-8581
Seinäjoki	Kokkola	134		-1269	-1959	-2788	-8103
Kokkola	Ylivieska	79		-727	-1086	-1504	-3848
Ylivieska	Oulu	122		-1151	-1674	-2284	-5512
Oulu	Kemi	105		-403	-712	-1030	-2645
Kemi	Kolari	209		-117	-234	-330	-527
Kemi	Rovaniemi	106		-271	-479	-698	-1887
Rovaniemi	Kemijärvi	85		-9	-21	-32	-71
Tampere	Pori	127		-82	-157	-275	-1557
Seinäjoki	Vaasa	75		-83	-153	-262	-1436
Tampere	Orivesi	41		-99	-180	-299	-1508
Orivesi	Jyväskylä	113		-243	-441	-736	-3701
Jyväskylä	Pieksämäki	80		-25	-76	-145	-833
Orivesi	Vilppula	47		-4	-7	-12	-63
Vilppula	Haapamäki	26		0	0	-1	-9
Haapamäki	Seinäjoki	118		-10	-21	-35	-159
Haapamäki	Jyväskylä	77		-5	-9	-14	-65
Pieksämäki	Varkaus	49		-2	-8	-15	-82
Varkaus	Joensuu	133		-6	-19	-34	-156
Helsinki	Karjaa	86		-206	-395	-740	-4969
Karjaa	Turku	107		-325	-529	-900	-5230
Hanko	Karjaa	49		-8	-13	-24	-173
Turku	Toijala	130		-141	-259	-435	-2205
Helsinki	Lahti	105		-99	-530	-1256	-10423
Riihimäki	Lahti	59		-18	-26	-43	-247
Lahti	Kouvola	61		-133	-385	-809	-6003
Kouvola	Mikkeli	113		-156	-341	-590	-2961
Mikkeli	Pieksämäki	71		-70	-178	-318	-1622
Pieksämäki	Kuopio	89		-97	-250	-448	-2302
Kuopio	Iisalmi	85		-21	-106	-201	-1014
Iisalmi	Kontiomäki	109		-19	-90	-168	-769
Kontiomäki	Oulu	166		-22	-84	-153	-725
Iisalmi	Ylivieska	155		-9	-22	-37	-156
Kouvola	Kotka	54		-4	-12	-27	-218
Kouvola	Luumäki	59		-118	-237	-476	-3617
Luumäki	Lappeenranta	27		-54	-112	-199	-1107
Lappeenranta	Imatra	36		-41	-86	-150	-780
Imatra	Parikkala	64		-60	-146	-261	-1387
Parikkala	Joensuu	130		-108	-243	-433	-2358
Joensuu	Lieksa	104		3	-8	-19	-122
Lieksa	Nurmes	56		1	-2	-5	-28
Parikkala	Savonlinna	59		-1	-12	-26	-159



Väylävirasto
Trafikledsverket

Kulkutapasiirtymä kotimaan lennoilta juniin CO₂-päästöjen näkökulmasta

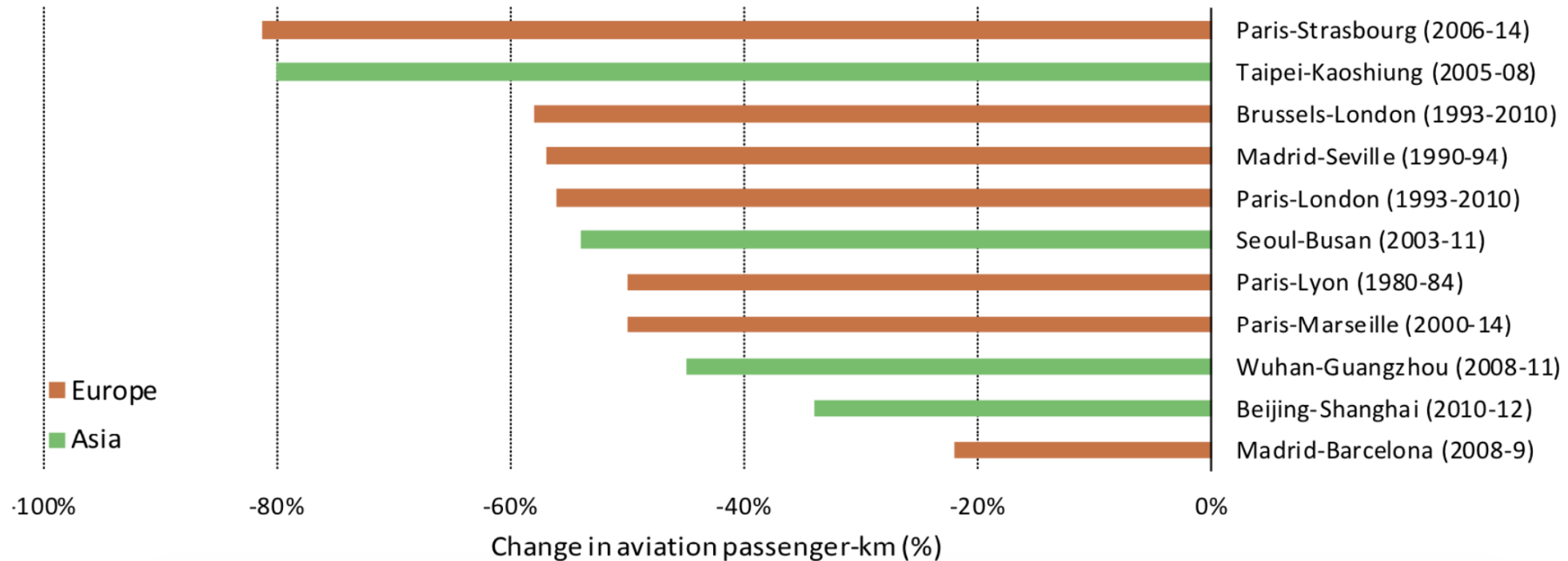
Kotimaan lentomatkojen siirtyminen raiteille toisi merkittäviä CO₂-päästövähennyksiä. Keväällä 2020 Finnair päätti lakkauttaa lentoliikenteen vuodeksi vähäliikenteisiltä Joensuun, Jyväskylän, Kajaanin, Kokkola-Pietarsaaren ja Kemin lentoasemilta. Jos näiden lentoasemien kotimaan matkat siirtyisivät juniin, olisi laskennallinen päästövähennys vuodessa noin 18 000 CO₂ t/v. Jos junaliikenteen

tarvitseman sähkön tuotanto lasketaan päästöttömäksi, olisi päästövähennys yli 20 000 CO₂ t/v. (Taulukko 1). Käytännössä osa ainakin pisimmistä matkoista siirtyisi kuitenkin lähikentille. Lentojen lakkauttaminen ja yhteyksien hidastuminen luonnollisestikin aiheuttaa alueille myös muuta haittaa.

Taulukko 16. Lentoliikenteen ja junaliikenteen CO₂-päästöt valituilla yhteysväleillä. (Lähde: Traficom:n tutkimuksia ja selvityksiä 16/2019 ja Finnairin päästölaskuri).

	Kotimaan lennot matkaa/ v.2019*	Lentomatkan CO ₂ - päästö kg/hlö**	Junamatkan CO ₂ - päästö kg/hlö	Päästövähennys tCO ₂ /v
Joensuu–Helsinki	112 564	57,74	5,4	-5 892
Kajaani–Helsinki	84 316	58,72	6,6	-4 395
Jyväskylä–Helsinki	57 027	34,81	3,9	-1 763
Kemi–Tornio–Helsinki	62 516	74,66	8,6	-4 130
Kokkola–Pietarsaari–Helsinki	51 316	45,38	5,3	-2 057
Yhteensä				-18 235

Junaliikenteellä vaikutetaan myös lentoliikenteeseen



Kuva 14. Keskimääräinen muutos matkoissa joillain lentoreiteillä suurnopeusjunaverkon toteutuksen jälkeen. Lähde: IEA 2019.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Päästövähennystavoitteet ja raideliikenteen rooli niiden saavuttamisessa

Tavoitteet liikenteen CO₂-päästöjen vähentämiseksi

Tavoitteiden lähtökohtana on liikenteen hallinnonalan **sitova** ilmastotavoite (KAISU) ja sen pohjalta tehty mietintö tarvittavista toimenpiteistä ja muutoksista. Ilmastotavoite on vahvasti esillä myös hallitusohjelmassa.



Vaikutukset päästövähennystavoitteen saavuttamiseen

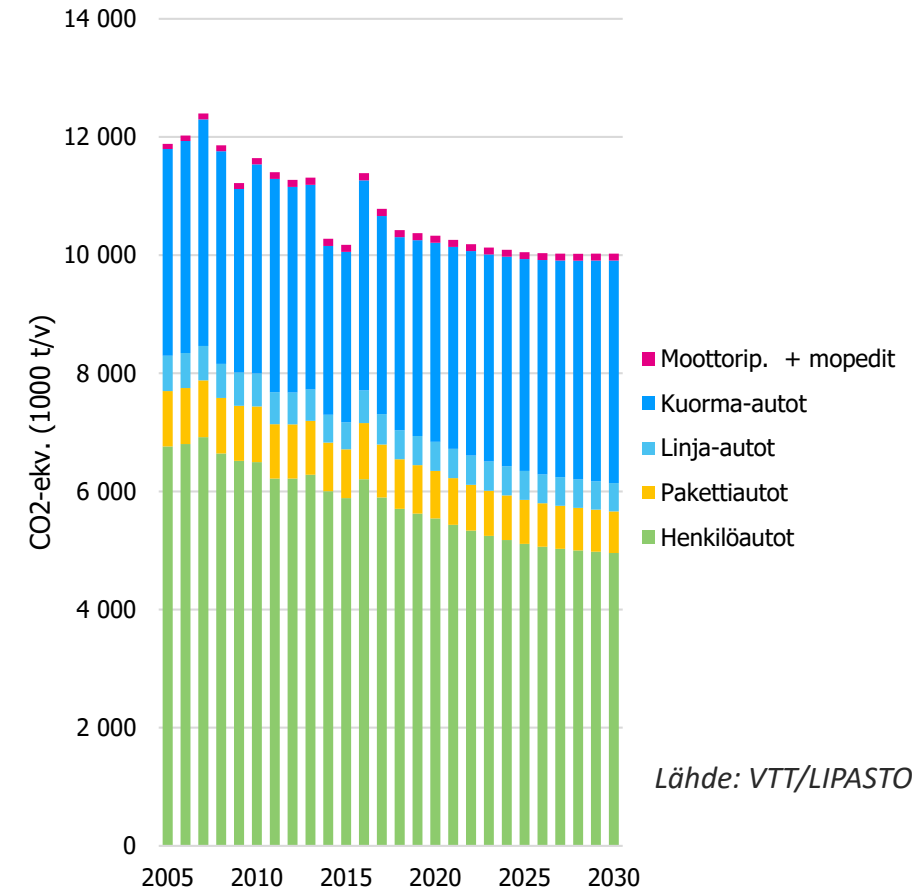
- Valtakunnallisen perusennusteen mukaisesti tieliikenteen CO₂ -päästöt vähenevät 16 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta (KAISU tavoite -50 %).
- Joukkoliikenteen suoritteen kasvulla ILMO-tavoitteen mukaisesti voidaan päästä 17-18 % päästövähennykseen. Tarkastelussa on mukana raideliikenteen ja linja-autoliikenteen kasvu.

Taulukko 17. Tieliikenteen päästövähennys valtakunnallisten perusennusteen ja ILMO-tavoitteen mukaisesti.

	Tieliikenteen CO ₂ -päästöt verrattuna vuoteen 2005 (80 %)	Tieliikenteen CO ₂ -päästöt verrattuna vuoteen 2005 (50 %)
Nykyinen suorite 2017	-9 %	-9 %
Perusennusteen mukainen suorite 2030	-16 %	-16 %
ILMO 2030	-18 %	-17 %

Lähde: Taustaselvitys joukkoliikenteen tilakuvasta ja tavoitteellisesta kehityssuunnasta. Traficom:n julkaisuja 25/2019

Perusennusteen mukainen tieliikenteen CO₂ -ekv. päästöjen kehitys



Lähde: VTT/LIPASTO

Kuva 16. Perusennusteen mukainen tieliikenteen CO₂-ekv. päästöjen kehitys

Ilmastotavoitteiden saavuttaminen

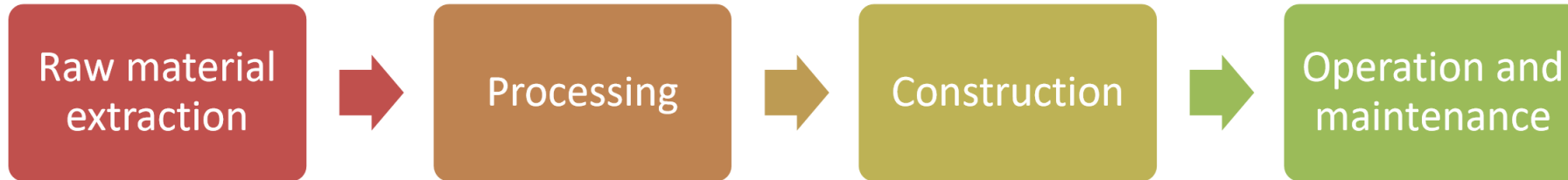
- Tavoitteena on, että henkilöautojen suoritteiden eli ajoneuvokilometriä kasvu taittuu ja kääntyy hienoiseen laskuun vuonna 2025. (ILMO)
- Tämä tarkoittaisi samalla sitä, että raideliikenteen, linja-autoliikenteen, pyöräilyn ja kävelyn yhteenlaskettu matkustussuorite kaksinkertaistuisi vuoteen 2045 mennessä. Jos tämä jaetaan kulkutapojen kesken samassa suhteessa kuin Liikenneviraston laatimassa valtakunnallisessa liikenneennusteessa, **tulisi raideliikenteen matkustussuoritteiden kasvaa 143 % vuoteen 2050 mennessä.** (ILMO)
- Näin suuri raideliikenteen kasvu ei ole mahdollista ilman merkittäviä raideliikenteen infrainvestointeja. Ennusteiden mukaan CO₂-päästöjen vähennyspotentiaali on suurin pääradalla Helsingin ja Oulun välillä sekä oikoradalla ja Lahti–Kouvola -rataosalla.
- Infrainvestoinnit lisäävät merkittävästi päästöjä rakentamisen aikana. Ratahankkeiden valmistelun yhteydessä tulisi arvioida rakentamisen CO₂-päästöt ja niiden nollautumisaika. Myös vaikutukset lentoliikenteeseen tulisi sisällyttää arvioihin.
- Henkilöliikenteen päästöt vähenisivät 11 % (n. 0,5 Mt vuodessa) vuonna 2050 perusennusteeseen verrattuna.
- Kun kestävien kulkumuotojen osuus suoritteesta kasvaa, myös raideliikenteen junakilometrit lisääntyisivät.
- Valtakunnallisen liikenne-ennusteen mukaisesti junien henkilöliikenteen suorite kasvaisi 27 % vuoteen 2030 mennessä ja 40 % vuoteen 2050 mennessä. Jotta ILMO-tavoitteet toteutuisivat, olisi kasvun oltava 56 % vuonna 2030 ja 143 % vuonna 2050.
- Tavaraliikenteessä paketti- ja kuorma-autojen suorite eli ajoneuvokilometrit lisääntyisivät vuoteen 2045 mennessä vain vähän.
- Tavaraliikenteessä junaliikenteellä on Suomessa noin 27 %:n markkinaosuus, joka on eurooppalaisittain korkea. Junaliikenteen markkinaosuuden lisääntyminen yhdellä prosenttiyksiköllä edellyttäisi, että junaliikenteen tonnikilometrit lisääntyisivät noin 4 %.
- Jos tämän suuruinen lisäys junaliikenteessä olisi kokonaan siirtymää kuorma-autoliikenteestä, vähenisivät kuorma-autoliikenteen CO₂-päästöt noin 0,4 % (noin 13 000 tonnia) vuoden 2018 autokannalla.
- Perusennusteen mukaisesti tieliikenteen CO₂-päästöt vähenevät 16 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta (KAISU tavoite -50 %).
- Joukkoliikenteen suoritteiden ILMO-tavoitteiden mukaisella kasvulla voidaan suurimmillaan päästä 22 % päästövähennykseen.



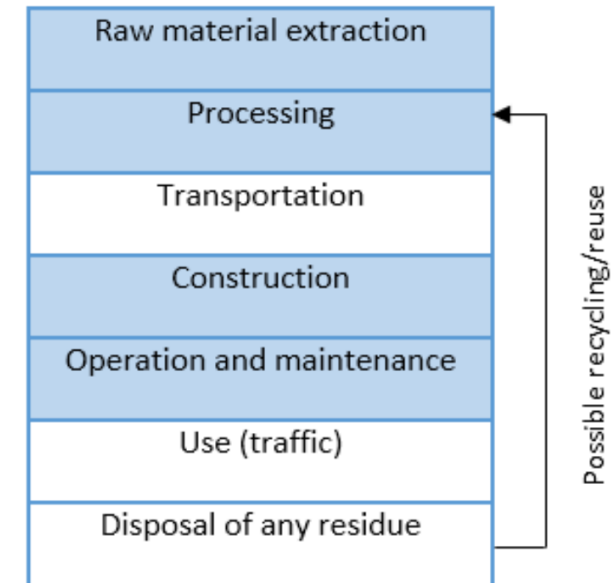
Väylävirasto
Trafikledsverket

Näkökulmia Ruotsista ja Norjasta

Rautatieinfran päästöjen arviointi ja seuranta Ruotsissa



- Ruotsissa tie- ja rautatieliikennejärjestelmän kokonaispäästöistä 5-10 % tulee infrasta (rakentaminen, käyttö ja ylläpito).
- Trafikverket vähentää infrapäästöjä hankintojen ohjauksella.
- Päästötavoitteiden ylittämisestä maksetaan bonuksia.
- Kehitetty **Klimatkalkyl**, joka mahdollistaa infrahankkeiden kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskemisen elinkaarinäkökulmasta.
- Muodostettu päästövaatimuksia ja laskentatyökalu (EPD) päästövaikutusten arvioimiseksi ratapölkylle ja kiskoille.
- Ylläpidon hankinnoissa edellytetään päästöjen seuranta.



*Kuva 17. Klimatkalkyl-laskentatyökalussa huomioidut elinkaaren vaiheet.
Lähde: Trafikverket*

Trafikverketin keinoja infrarakentamisen päästöjen vähentämisessä

Trafikverket on ottanut vuonna 2015 käyttöön vaatimuksen uusille yli 50 miljoonan kruunun hankkeille vähentää ja raportoida kasvihuonekaasupäästöjä ja energian kulutusta suunnittelusta toteutukseen. Trafikverket pyrkii tällä ilmastotavoitteisiinsa, joihin kuuluu hiilineutraali infrarakentaminen vuoteen 2045 mennessä.

Trafikverketin vaatimukset on kuvattu seuraavissa ohjeissa

- Klimatkalkyl- infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv (TDOK 2015:0007)
- Klimatkrav I planläggning, byggskede, Underhåll och på tekniskt godkänt järnvägsmateriel (TDOK 2015:0480)
- Pääaineistot on koottu seuraavalle sivulle: Klimatkalkyl Käytetyt päästöjen ohjausmenetelmät.

Päästöjä arvioidaan varhaisemmissa vaiheissa ja suunnittelun aikana Trafikverketin toimesta, mutta toteutuman raportointi on vastuutettu urakoitsijalle.

Trafikverketin menetelmä noudattaa EN 15804-standardia, ja Trafikverket hyväksyy urakoitsijoilta tuotteille EN 150804 mukaisia ympäristöselosteita. Lisäksi Trafikverket tarjoaa käyttöön laskentatyökalun urakoitsijoille.

Lähde: *Infrahankkeiden rakentamisen ja materiaalien CO₂-päästöjen raportointi- ja ohjauskeinojen kartoitus, Liikenneviraston selvityksiä 64/2018.*

Päästövähennyskannustimia on käytetty yksittäisissä sopimuksissa, ja lisäksi päästövaatimuksia on annettu yksittäisille tuoteryhmille, mm. polttoaineille ja teräkselle, joita Trafikverketin urakoinnissa käytetään.

Merkittävä päästövähennyskeino on ollut ratamateriaaleja koskevat puitesopimukset. Näissä on saatu varmistettua hyväksytyjen materiaalien päästövähennykset.

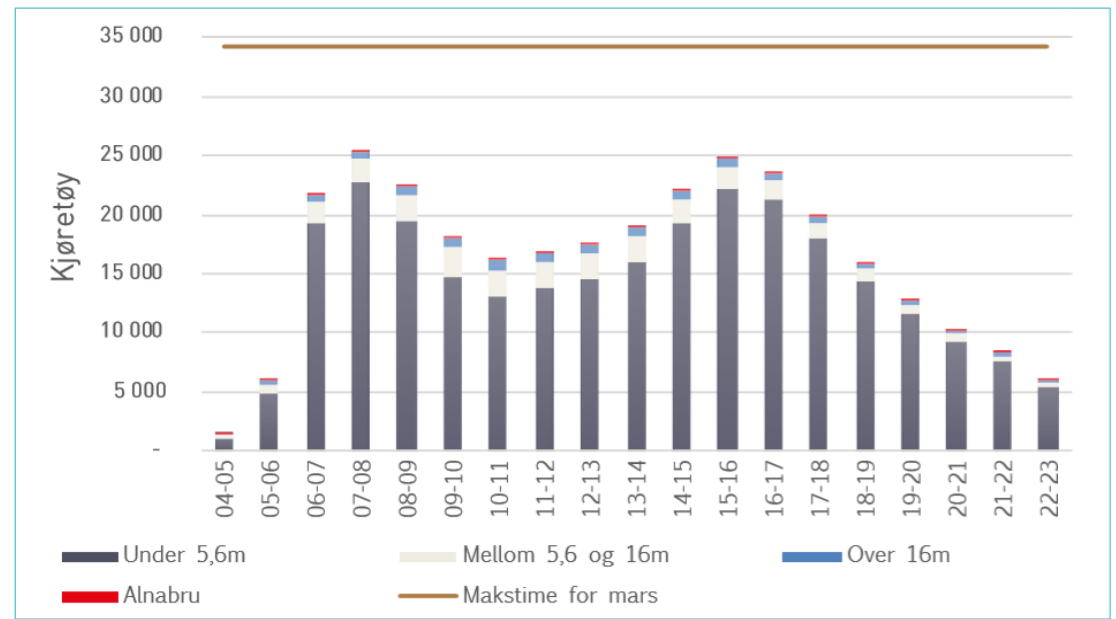
Norjalaisia näkökulmia I

Norjassa valtakunnallisessa liikennejärjestelmäsuunnitelmassa on asetettu suuria tavoitteita tavarakuljetusten siirtämiselle raiteille kuten Ruotsissakin. Valtakunnallisessa liikennejärjestelmäsuunnitelmassa on ehdotettu 18 mrd kruunun (1,6 mrd. euron) panostusta hankkeisiin, joilla tavarakuljetuksia pystyttäisiin siirtämään raiteille. Tätä perustellaan sosioekonomisilla hyödyillä, jotka liittyvät suurelta osin tieliikenteen vähenemiseen. Teknologisten ratkaisujen roolia valtakunnallisessa liikennejärjestelmässä pohtinut asiantuntijakomitea toteaa kuitenkin selvityksessään (Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet) että **kun onnettomuuksia ja maantiekuljetusten päästöjä vähennetään muilla keinoin, raideliikenteen kehittämishankkeiden hyödyt vähenevät**, ja sen vuoksi on tarpeen arvioida hankkeita uudelleen tekniikan kehityksen valossa.

Tieliikenteen kapasiteettia on Norjassa käytetty yhtenä perusteluna kuljetusten siirtämisessä raiteille. Norjalaisessa asiantuntijaselvityksessä todetaan, että pisimmät ajoneuvot käyttävät niin pientä osaa päätieverkon käytettävissä olevasta kapasiteetista, ja lisäksi käyttävät kapasiteettia tasaisesti koko päivän ajan, joten **tieverkon kapasiteettihaasteet eivät ole perustelu tiekuljetusten siirtämisestä raiteille**. Suurkaupunkialueilla

Lähde: Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet

kuljetusten osuus tieliikenteen kapasiteetin käytöstä on erittäin pieni. Jos esimerkiksi kaikki rahti koko Alnabrun rautatieterminaalista siirrettäisiin Oslon päätieverkolle, se olisi dramaattisin negatiivinen rahtisiirto Norjassa. Oslon päätieverkossa vaikutus olisi 0,3 prosentin liikenteen kasvuun ja pääosin ruuhka-ajan ulkopuolella. Vaikutus näkyy alla olevan kuvan sarakkeiden punaisessa osassa.



Kuva 14. Kuljetusten osuus tieliikenteen kapasiteetin käytöstä Oslon päätieverkolla.

Norjalaisia näkökulmia II

Teknologisten ratkaisujen roolia valtakunnallisessa liikennejärjestelmässä pohtinut asiantuntijakomitea ehdottaa Norjassa **liikenneinfrastruktuurin käsitteen laajentaminen asfaltista ja kiskoista digitaalisiin ratkaisuihin**. Varoja tulisi siirtää perinteisestä fyysisestä infrastruktuurista digitaalisiin ratkaisuihin, jotka varmistavat olevan kapasiteetin paremman hyödyntämisen. Lisäksi todetaan, että digitalisten ratkaisujen hyödyntäminen edellyttää myös valtion investointeja.

Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnittelun tavoitteiden asettelusta todetaan, että **tavaroiden siirtäminen tieverkolta raiteille ei ole sinänsä tavoite, vaan keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja onnettomuuksia** - ja kun tekniikka voi mahdollistaa turvallisemmat ja vähäpäästöisemmät maantiekuljetukset, on tavoitteesta tulossa vanhentunut. Myös kaupunkien henkilöautoliikenteen nollakasvu on vanhentunut tavoite, jos päästöjä ja jonoja voidaan tehokkaammin välttää ja ohjata tekniikan avulla. Henkilöautoliikenteen rajoitukset tulisikin kohdentaa sellaisiin paikkoihin ja aikoihin, joissa liikenteen lisääntyminen on ristiriidassa muiden tavoitteiden, esimerkiksi tilantarpeen kanssa.

Asiantuntijaselvityksessä todetaan myös, että liikenne-, energia- ja ympäristösektorit ovat kietoutuneet toisiinsa. Tulisikin varmistaa, että monialaiset tietopohjat valmistellaan pohjaksi toteutus päätöksille ja kokonaisuuden suunnittelulle pitkällä tähtäimellä.





Väylävirasto
Trafikledsverket

Johtopäätökset

Johtopäätökset (1/4)

1. Rautatieliikenne on ympäristöystävällinen ja energiatehokas liikennemuoto

Junaliikenne on ylivoimaisesti ympäristöystävällisin kuljetapa kävelyn ja pyöräilyn jälkeen. Rautatieliikenne on ainoa liikennemuoto, joka on jo laajasti sähköistynyt. Kotimaan junamatkat ovat päästöttömiä, koska junaliikenteen tarvitsema sähkö tuotetaan vesivoimalla. Myös tavaraliikenteessä raidekuljetukset ovat ympäristöystävällisiä tiekuljetuksiin verrattuna. CO₂-päästötavoitteiden näkökulmasta on tärkeää, että liikennejärjestelmän kehittämisessä tehdään toimia, jotka edistävät raideliikenteen käyttöä.

Jatkossa CO₂-päästöt vähenevät sekä väylänpidossa että liikenteessä mm. käyttövoimien uusituessa. Tämä voi vähentää jonkin verran raideliikenteen painoarvoa ympäristöystävällisenä kulku- ja kuljetustapana. Kuitenkin rautatieliikenne on jatkossakin ympäristöystävällinen ja energiatehokas liikennemuoto ja rautatieliikenteen osuutta lisäämällä pystytään laskemaan koko liikennejärjestelmän energiankulutusta ja päästöjä.

2. Radanpitäjä pystyy vaikuttamaan radanpidon ja liikenteen päästöihin

Radanpidon päästöt syntyvät ratojen rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta. Raideliikenne eroaa muista kuljetavoista siinä, että

infrastruktuurin päästöt ovat suuremmat kuin liikenteen.

Radanpitäjä voi vaikuttaa CO₂-päästöihin kehittämällä omaa toimintaansa ympäristöystävällisemmäksi sekä suunnittelemalla ja toteuttamalla ratoja, jotka mahdollistavat vähäpäästöisemmän liikenteen. Lisäksi radanpitäjä voi osaltaan vaikuttaa junaliikenteen houkuttelevuuden lisäämiseen, jolloin matkoja ja kuljetuksia siirtyy raiteille ja liikennejärjestelmän päästöt vähenevät.

Radanpidon päästöjen vähentämisessä on suhteellisesti suurehko potentiaali ja kaikki keinot kannattaa ottaa käyttöön. Radanpidon päästöt ovat kuitenkin kokonaisuutena vain reilu sadasosa liikennejärjestelmän CO₂-päästöistä.

Radanpidolla on tärkeä mahdollistajan rooli CO₂-päästöjen vähentämisessä liittyen kulku- ja kuljetustapasiirtymään tie- ja lentoliikenteestä. Kuitenkin yksityiset kansalaiset ja yritykset päättävät viime kädessä, kuinka tarjolla olevia palveluita käyttävät.

Radanpidon kannalta oleellisia kysymyksiä ovat rataverkon kapasiteetti, palvelutaso, välityskyky ja raideliikenteen houkuttelevuus. Pullonkaulat, puutteet ja heikot lenkit rataverkolla, tiedonhallinnassa ja eri liikennemuotojen yhtymäkohdissa on tarpeen tunnistaa ja kohdentaa toimia niihin.

Johtopäätökset (2/4)

3. Ratakapasiteettia on välttämätöntä lisätä ja pullonkauloja poistaa, jotta mahdollistetaan raideliikenteen kasvu.

Radanpitäjä toimii mahdollistajana, joka tarjoaa edellytykset kulku- ja kuljetustapasiirtymän syntymiselle. Raideliikenteen kasvulle asetetaan valtakunnallisessa liikennepolitiikassa suuria tavoitteita ja rataverkon kunnan ja kapasiteetin on kyettävä vastaamaan näihin haasteisiin.

Suurimmat ja nopeimmat liikennejärjestelmän CO₂-päästöjen vähenemisvaikutukset saavutetaan muilla kuin radanpitäjän toimilla, kuten henkilöautoilun houkuttelevuutta vähentävillä (hinnoittelu)toimenpiteillä ja käyttövoimaratkaisulla. Radanpidolla on kuitenkin yhteys näihin toimenpiteisiin, koska rautatieliikenteen kapasiteetin on pystyttävä vastaanottamaan muiden toimenpiteiden ansiosta raiteille siirtyvät matkat ja kuljetukset. Radanpitäjä ei pysty suoraan merkittävästi vaikuttamaan raideliikenteen kasvuun, joka on riippuvainen sekä raideliikennettä kehittämistä tukevista että tieliikennettä rajoittavista toimista. Näistä toimista päätettäessä tulee tunnistaa, että raideliikenteen merkittävä kasvattaminen edellyttää rataverkon pullonkaulojen poistamista. Kapasiteettipulmat ovat merkittävimpiä Helsingin ja Tampereen välisellä pääradalla ja pääkaupunkiseudun lähiliikenteessä.

4. Samanaikainen rautatieliikenteen vahvistaminen ja radanpidon energiankulutuksen vähentäminen on haaste.

Radan rakentaminen tuottaa runsaasti CO₂-päästöjä. Jos radanrakentamisen vaikutuksia tarkasteltaisiin yksinomaan keskipitkän aikavälin ilmastotavoitteiden näkökulmasta, ei kokonaan uusia ratoja kannattaisi rakentaa lainkaan. Kuljetustapasiirtymän myötä saatavat ilmastovaikutukset ovat pieniä uuden radan rakentamisesta, käytöstä ja ylläpidosta syntyviin elinkaari-päästöihin verrattuna. Rakentamisen aikana syntyvän hiilivelan nollautuminen vie vuosikymmeniä, joten vuoden 2030 ilmastotavoitteisiin ei voida vastata uusien rataosien avulla. Myöskään vuoteen 2050 mennessä ei ilman erittäin suurta kysyntää ennätetä saada aikaan CO₂-päästöjen merkittävää vähenemistä. Radan elinkaari on kuitenkin pitkä, yli 100 vuotta, ja koko elinkaari huomioon ottaen CO₂-päästöt vähenevät, jos kysyntä on riittävä. Tulee myös huomata, että tienrakentaminen on lähes yhtä päästöintensiivistä kuin radanrakentaminen.

Tähän mennessä tehdyissä kotimaisissa hankearvioissa junaliikenteen päästövähennyspotentiaalia on tarkasteltu vain teiden henkilöliikenteen osalta. Tarkastelujen laajentaminen koskemaan myös lentoliikennettä ja kuljetuksia, antaisi paremman kuvan päästöjen vähentämismahdollisuuksista.

Johtopäätökset (3/4)

5. Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tarvitaan tarkkaa ja vertailukelpoista tietoa hankkeiden hiilijalanjäljestä

Ratahankkeiden elinkaaripäästöt ja niiden nollautumisaika liikennejärjestelmävaikutuksilla tulisi arvioida hankkeiden valmistelun yhteydessä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Hankkeiden CO₂-päästövähennyspotentiaali ei ole yksinään sopiva kriteeri hankkeiden arvottamiselle, eikä pelkkien päästöarvioiden pohjalta voida priorisoida hankkeita. Päästölaskennan ja päästövähennyspotentiaalini arvioinnin tulisi kuitenkin olla yhtenä arviointikriteerinä muiden vaikutusarvioiden rinnalla päätettäessä rataverkon kehittämisestä ja mahdollisista investoinneista. Tarve ei koske pelkästään erillishankkeita, vaan myös pienempien perusväylänpidon ja kunnossapidon toimenpiteiden kuten kohtauspaikkojen lisääminen, vaihdetyöt, hajapölkynvaihdot päästövaikutuksia tulisi arvioida. Kun päästöt tehdään päätöksentekovaiheissa näkyviksi eri vaihtoehdoille, joudutaan päästövähennysten merkittävyteen ja niiden haluttavuuteen ottamaan kantaa hankkeen päätöksentekovaiheissa.

Kokemuksia radanpidon päästölaskennoista ei Suomessa vielä juuri ole. Päästölaskentoja tulisi jatkossa tehdä, kerätä laskennoista kokemuksia ja kehittää laskentamenetelmiä yhteneväisemmiksi. Hiilijalanjälkilaskennan tulee olla kustannustehokasta ja riittävän

yksinkertaista ja perustua kansainvälisiin standardeihin. Hiilijalanjäljen laskentamallin ja kansallisen infrarakentamisen päästötietokannan kehittäminen on tarpeen laskentojen helpottamiseksi ja yhtenäistämiseksi.

CO₂-päästövähennyspotentiaalia koskevia arviointeja tulisi kehittää niin, että ne koskisivat myös kuljetuksia. Radanpidon toimenpiteiden vaikutusta kuljetuksiin ja edelleen niiden CO₂-päästöihin ei Suomessa tunneta. Suomessa oletetaan, että siirtymäpotentiaali tiekuljetuksista raiteille on pieni, koska raideliikenteen osuus kuljetuksista on jo erittäin suuri. Siirtymäpotentiaaliin liittyy myös runsaasti epävarmuuksia. Kansainvälisissä tarkasteluissa taas kuljetusten rooli radanrakentamisen CO₂-päästöjen nollautumisessa on suuri. Jatkossa kuljetusten merkitys on huomattava siksikin, ettei raskaassa tieliikenteessä voida helposti siirtyä sähköön käyttövoimana.

Johtopäätökset (4/4)

6. Radan rakentamisen päästöjä voidaan vähentää hankintojen ohjauksella ja seurannalla

Radan rakentamisen CO₂-päästöjä on ruotsalaisten kokemusten mukaan mahdollista vähentää arviolta jopa kolmanneksella mm. hankintoja kehittämällä. Pääosa radanrakentamisen päästöistä syntyy materiaaleista.

Päästöarvioiden toteutumista tulee toteutusvaiheessa seurata. Suunnittelussa huomioitua päästöä voidaan siirtää urakkasopimukseen joko velvoitteeksi tai pisteytykseen. Toteutuman raportointi voidaan vastuuttaa urakoitsijalle.

Hankintojen kehittämisen ja materiaalien uusiokäytön ohella myös tietomallinnuksen (BIM) mahdollisuudet infrarakentamisen päästöjen vähentämisessä tulee hyödyntää.

7. Junien käyttöastetta tulee pyrkiä parantamaan

Junien käyttöasteen parantaminen olisi nopein ja edullisin keino vähentää CO₂-päästöjä. Lähes 60 % junien kapasiteetista on vapaana. Haasteena on kuitenkin kysynnän ja vapaan kapasiteetin kohtaaminen.

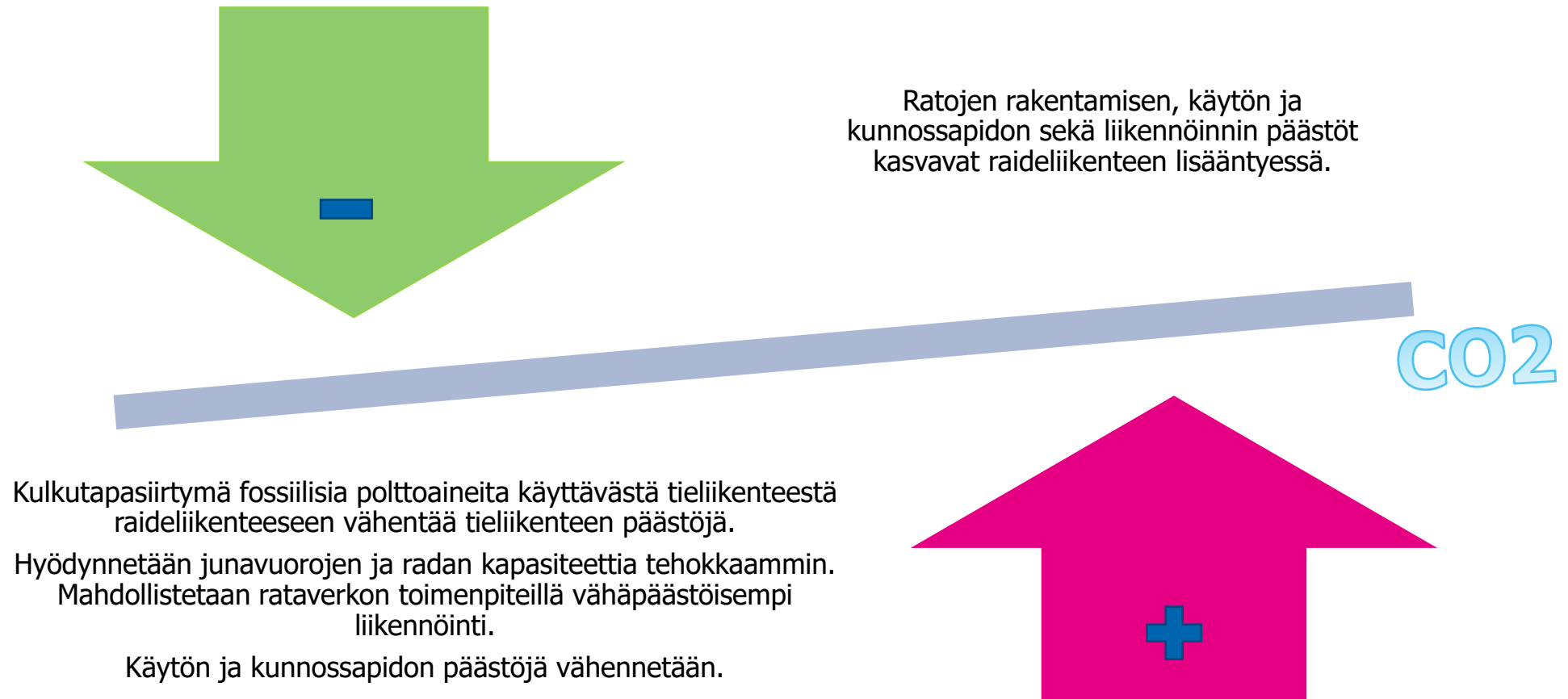
Junien käyttöasteen parantaminen edellyttää liikennöitsijän ja valtion

toimijoiden yhteistyötä. Radanpidon toimien suorat vaikutukset kulkutapasiirtymään ovat vähäiset, mutta rooli mahdollistajana on tärkeä. Hinnoittelu sekä lippujärjestelmien ja matkaketjujen kehittäminen on keinoja mahdollistaa kysynnän kasvattaminen myös siellä, missä vapaata kapasiteettia on.

Ratakapasiteetin käyttöasteen merkittävät parannukset edellyttävät pullonkaulojen poistamista. Nykyisin junatarjonnan lisääminen on pääosin mahdollista vain sellaisina aikoina tai sellaisilla rataosilla, joilla kysyntää on vain vähän.

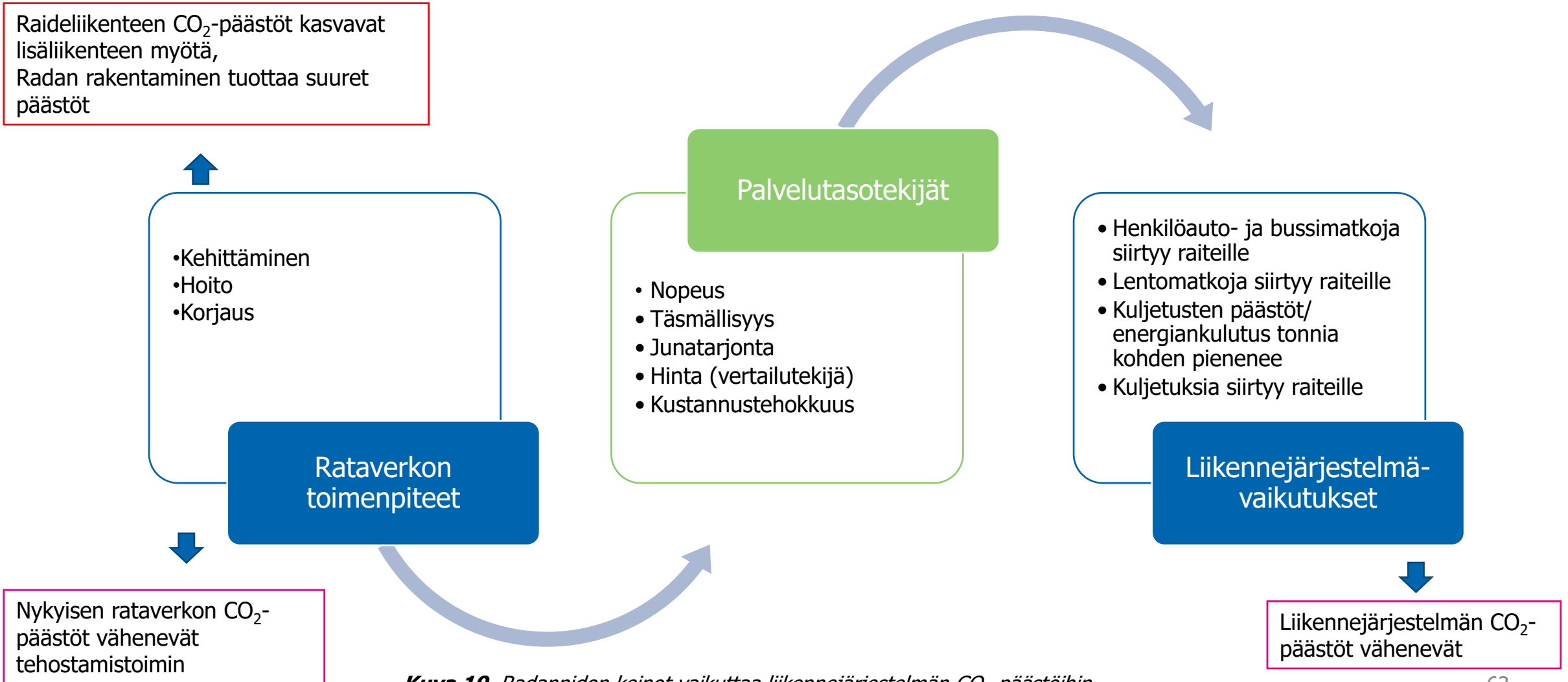
Radanpidon näkökulmasta oleellista on tunnistaa, onko sellaisia radanpidon toimenpiteitä, joilla pystytään lisäämään junamatkustamista tai -kuljetuksia. Tällaisina toimenpiteinä on tässä selvityksessä tunnistettu esimerkiksi ratojen kunnosta johtuvien viivästymien vähentäminen. Täsmällisyyden parantaminen lisää junamatkustuksen kysyntää varsin tehokkaasti.

Radanpidon suorat ja välilliset päästövaikutukset



Kuva 18. Yhteenveto radanpidon päästövaikutuksista

Radanpidon vaikutukset CO₂-päästöihin



Kuva 19. Radanpidon keinot vaikuttaa liikennejärjestelmän CO₂-päästöihin.



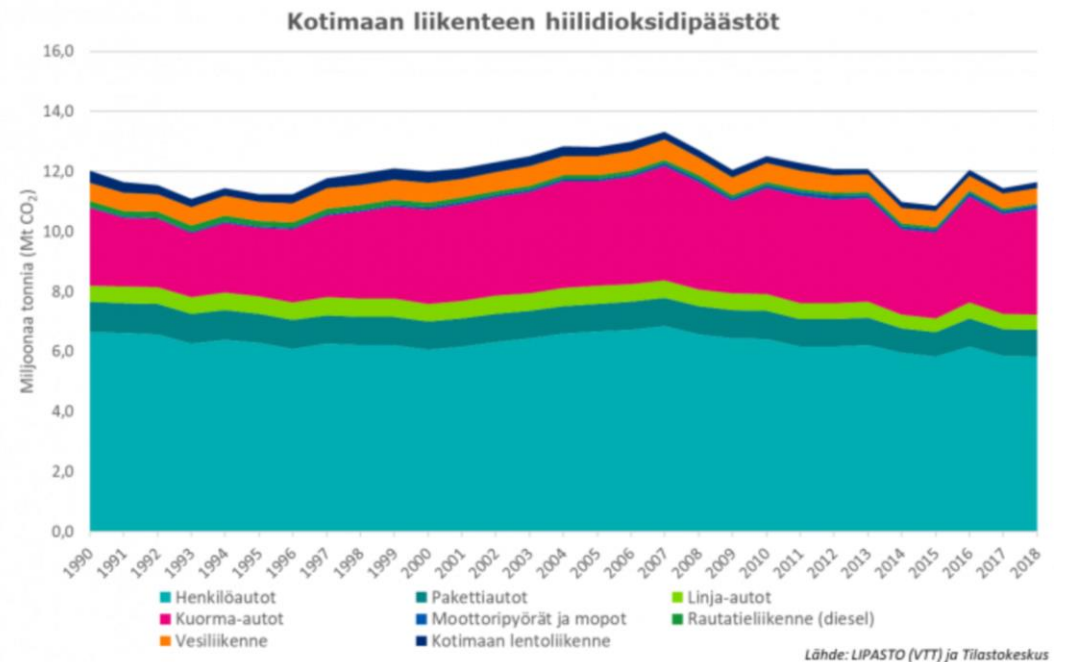
Väylävirasto
Trafikledsverket

Katsaus nykytilanteeseen ja tavoitteisiin

Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt

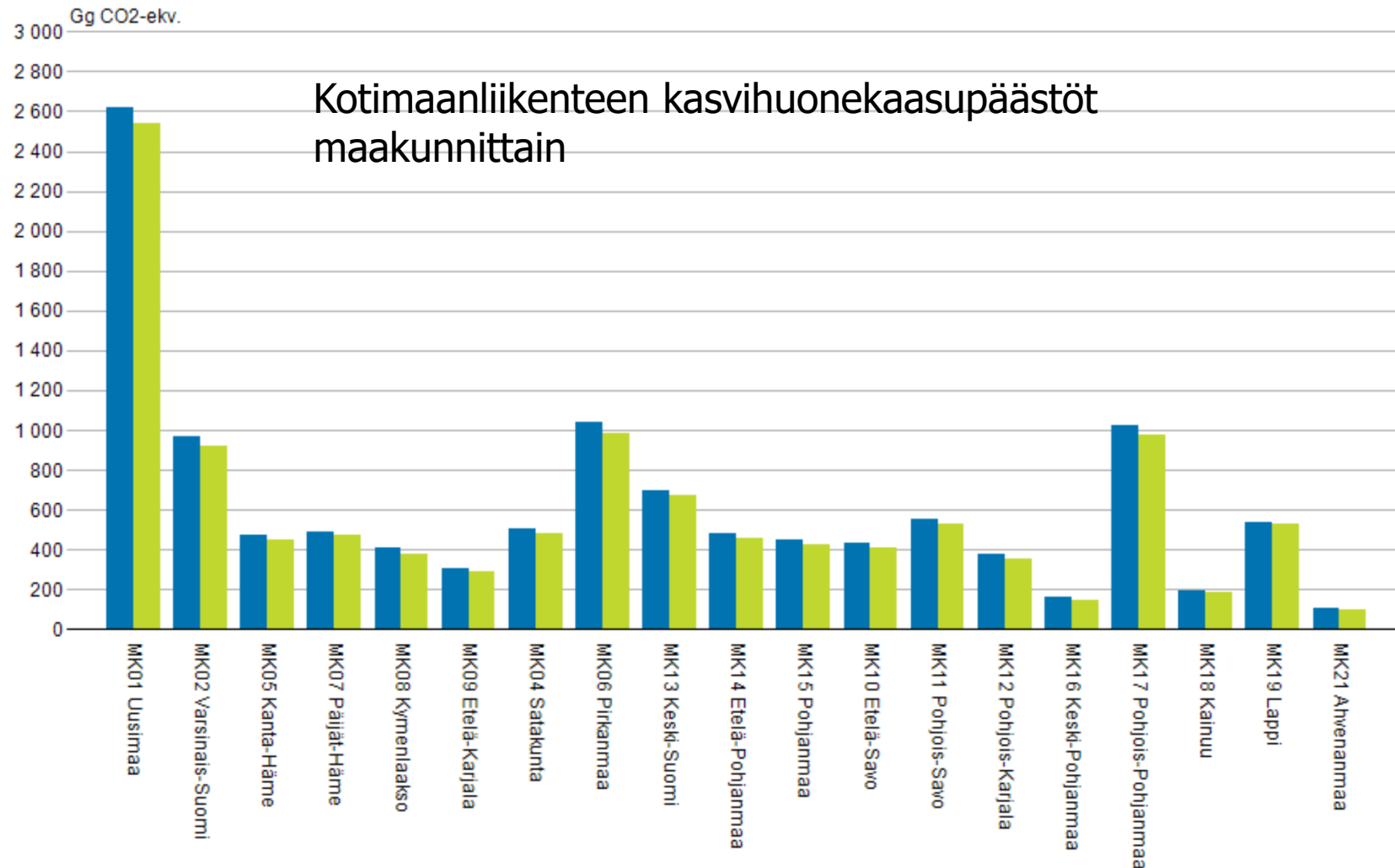
- Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2018 noin 11,7 miljoona tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (Mt CO₂-ekv.). Vuoteen 2005 päästöt ovat vähentyneet noin 10 prosenttia ja vuoteen 1990 nähden noin 4 prosenttia. Päästöt sisältävät liikenteen polttoaineen kulutuksen päästöt. Noin 94 % kotimaan liikenteen päästöistä muodostuu tieliikenteestä.
- [LIPASTO-laskentajärjestelmän](#) mukaan tieliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2018 noin 10,9 Mt. Niistä noin 54 % syntyi henkilöautoista, noin 32 % kuorma-autoista, 8 % pakettiautoista, 5 % linja autoista ja noin 1 % moottoripyöristä, mopoista ja mopoautoista.
- Tilastokeskuksen kasvihuonekaasujen inventaarion mukaan tieliikenteen päästöt kasvoivat tasaisesti 1990-luvun alun jälkeen vuoteen 2007, minkä jälkeen ne taittuivat laskuun mm. taantuman, autojen energiatehokkuuden paranemisen ja biopolttoaineiden käytön vaikutuksesta.
- Viime vuosina biopolttoaineiden osuuden muutokset liikenteen polttoaineissa ovat aiheuttaneet vuosittaista vaihtelua tieliikenteen päästöihin. Tähän on syynä Suomen biopolttoainelainsäädäntö, jonka myötä jakelijoiden on mahdollista täyttää biovelvoitetta joustavasti etukäteen.

- Rautatieliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat LIPASTO-laskentajärjestelmän mukaan vuonna 2018 noin 0,06 Mt. Ne ovat pienentyneet vuodesta 1994 lähtien mm. rataverkon sähköistämisen myötä ja muodostavat nykyään vajaan prosentin kotimaan liikenteen päästöistä.



Kuva 17. Kotimaan liikenteen CO₂-päästöt. Lähde: VTT

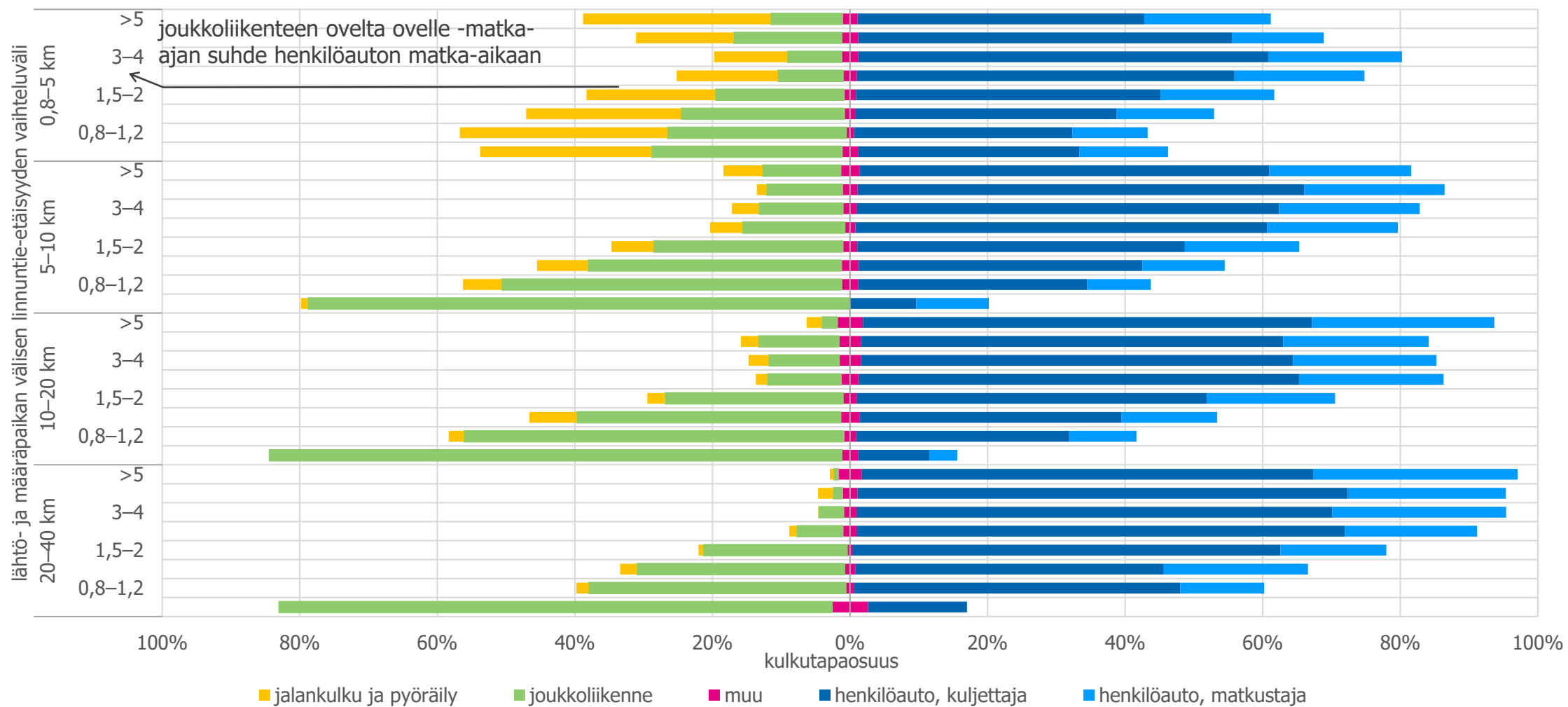
Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen alueellinen jakauma



Kuva 18. Kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt maakunnittain. Graafi piirretty Tilastokeskuksen aineistosta 18.3.2020.

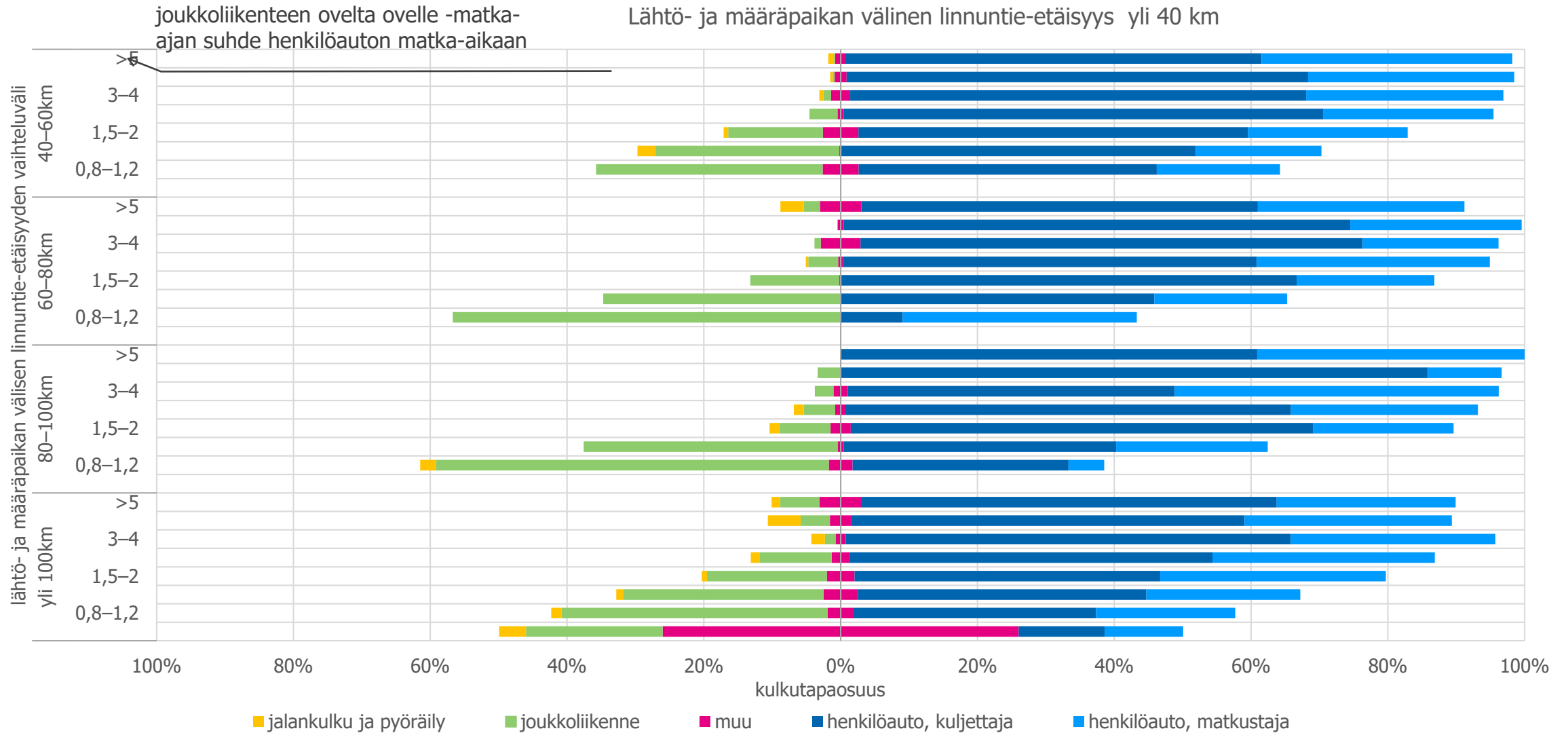
Joukkoliikenteen ja henkilöauton matka-ajan suhteen vaikutus kulkutapajakaumaan, alle 40 km pitkät matkat

Lähtö- ja määräpaikan välinen linnuntie-etäisyys 0,8 km - 40 km



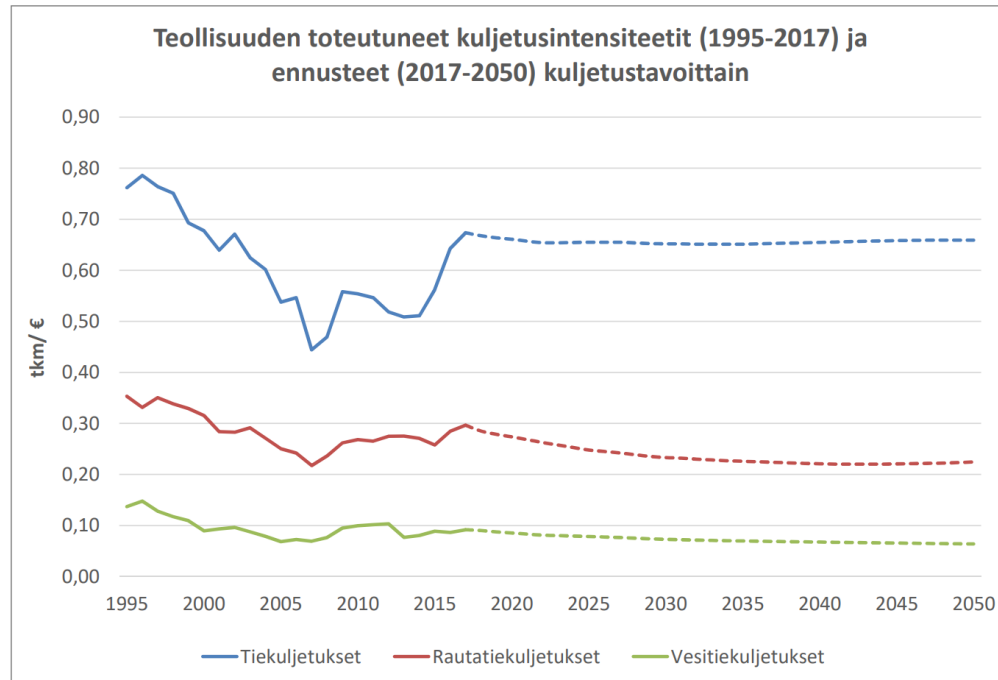
Kuva 19. Joukkoliikenteen ja henkilöauton matka-ajan suhteen vaikutus kulkutapajakaumaan, alle 40 km pitkät matkat. Lähde: HLT

Joukkoliikenteen ja henkilöauton matka-ajan suhteen vaikutus kulkutapajakaumaan, yli 40 km pitkät matkat

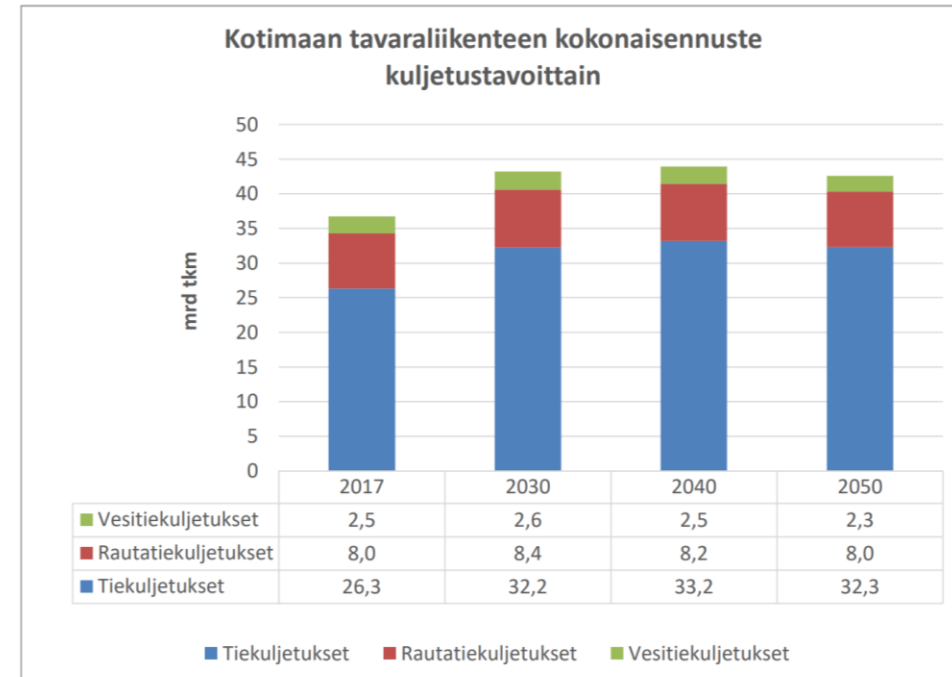


Kuva 20. Joukkoliikenteen ja henkilöauton matka-ajan suhteen vaikutus kulkutapajakaumaan, yli 40 km pitkät matkat. Lähde: HLT.

Kotimaan tavaraliikenteen ennusteet kulkutavoittain



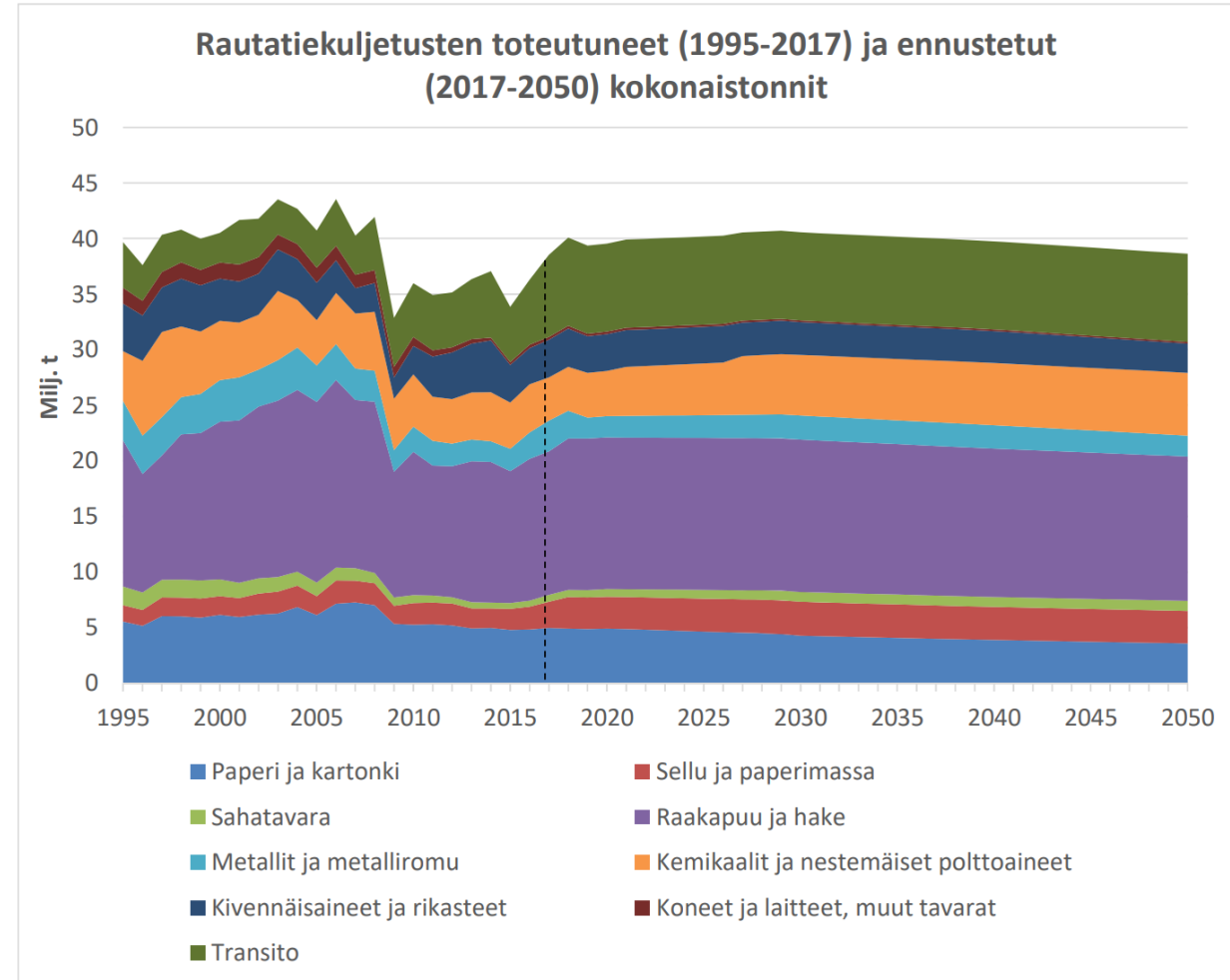
Kuva 21. Teollisuuden kuljetustapakohtaisten kuljetusintensiteettien toteutunut kehitys (vuodet 1995–2017) ja ennusteet vuosille 2017–2050.



Kuva 22. Kotimaan tavaraliikenteen ennustettu kehitys kuljetustavoittain

Kotimaan tavaraliikenteen ennusteet tavararyhmittäin

Rautatiekuljetusten kokonaistonnimäärän (kotimaan tavaraliikenne ja transitoliikenne yhteensä) arvioidaan vuoteen 2030 mennessä nousevan nykyisestä 38,5 miljoonasta tonnista noin 40,3 miljoonaan tonniin. Merkittävin kasvu syntyy transitoliikenteestä, raakapuun ja hakkeen sekä kemikaalien kuljetuksista. Tämän jälkeen kokonaiskuljetusmäärän arvioidaan vähenevän ennustejakson loppua kohti, ja vuonna 2050 määrän arvioidaan olevan 38,3 miljoonaa tonnia. Lasku syntyy pääasiassa paperin ja kartongin sekä niiden tuotantoon sidoksissa olevan raakapuun kuljetusten vähenemisestä.



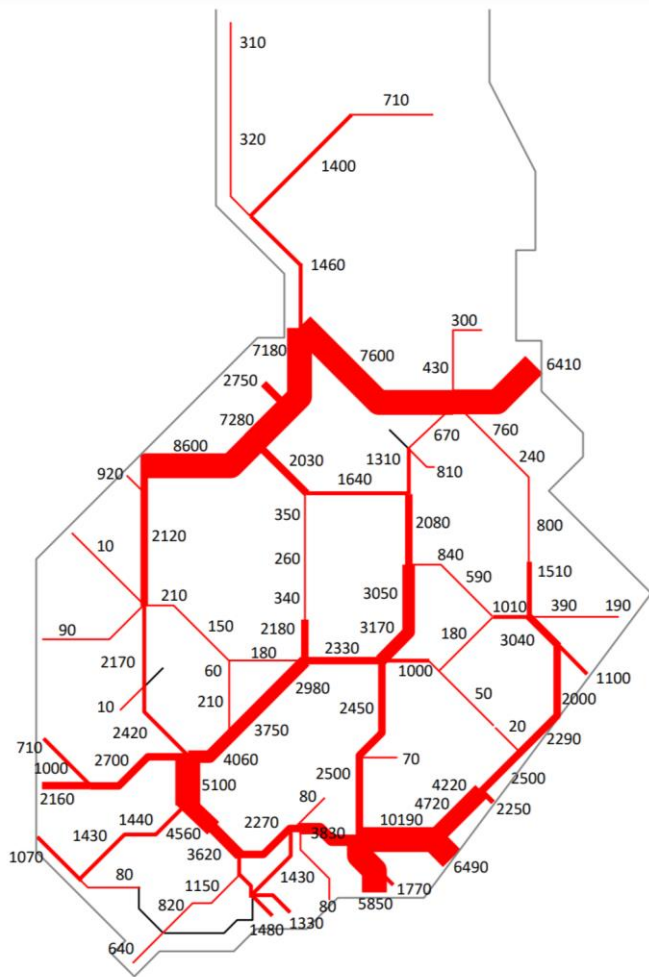
Kuva 23. Rautatiekuljetusten toteutuneet ja ennustetut kokonaistonnit. Lähde: Valtakunnalliset liikenne-ennusteet

Lähde: Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018.

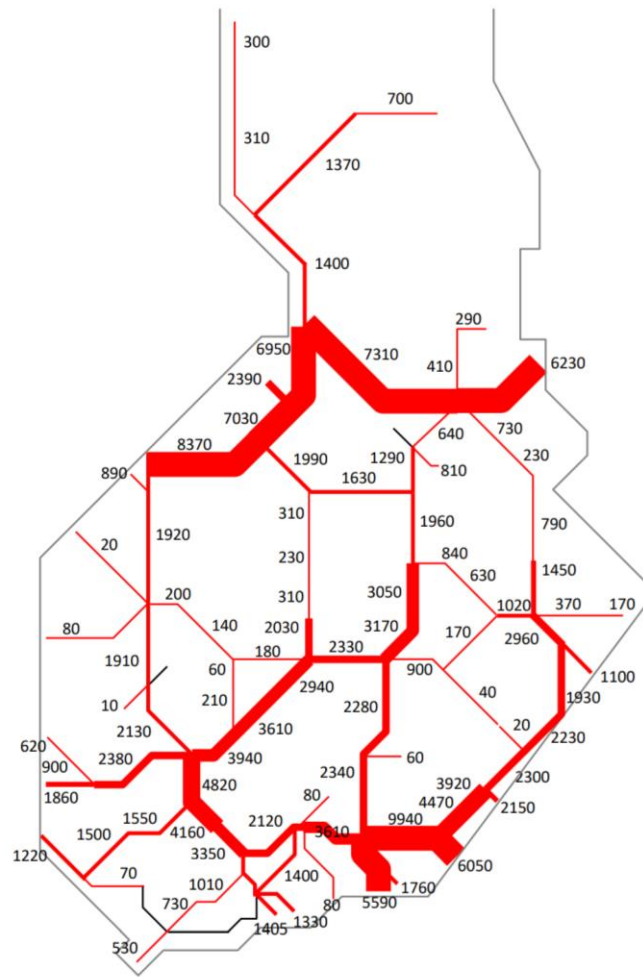
Rataverkon kuormitusennusteet



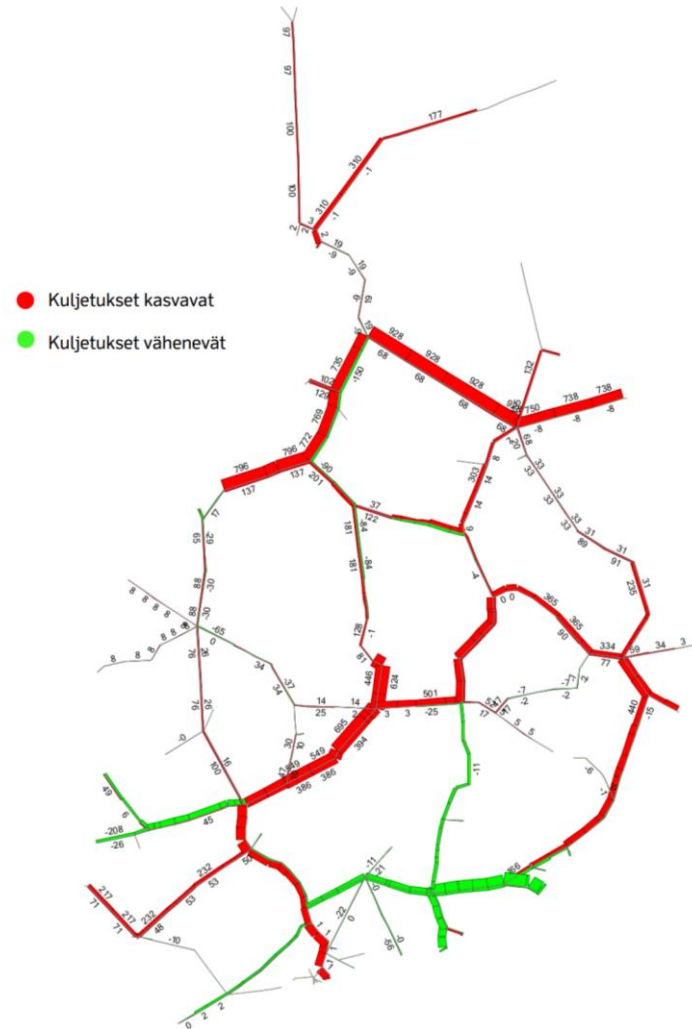
Väylävirasto
Trafikledsverket



Kuva 24. Tavaraliikenteen kuljetusennuste vuodelle 2030 (1000 nettotonnia).



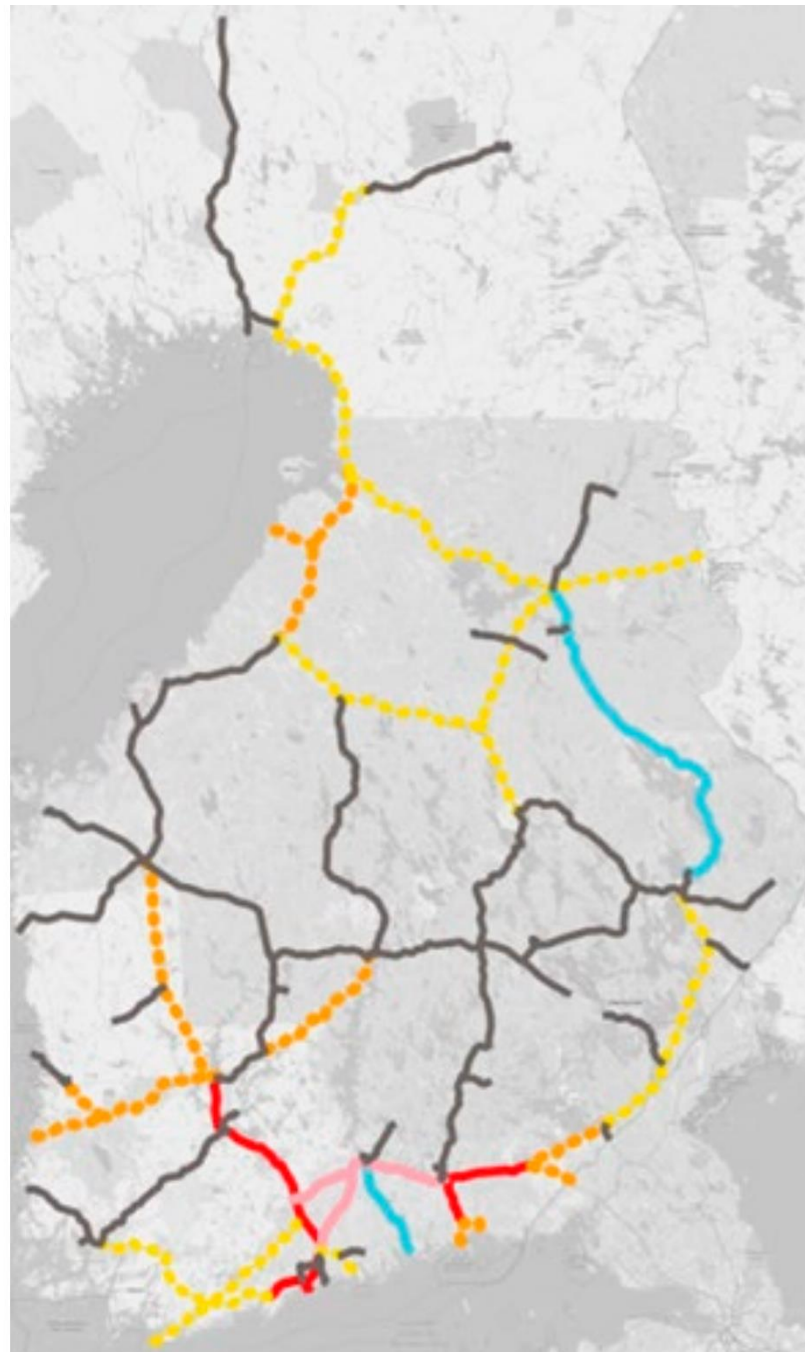
Kuva 25. Tavaraliikenteen kuljetusennuste vuodelle 2050 (1000 nettotonnia).



Kuva 26. Rataverkon kuormitusmuutokset vuosien 2017 ja 2030 välillä (1000 nettotonnia).

Henkilöliikenteen pullonkaulat

- Matkustajaliikenteen merkittävimmät välityskykyhaasteet ovat Pääradalla Helsinki–Tampere -välillä ja Tampereen solmussa. Rantaradan osalta kiireisin kehitystarve on kaupunkiradan jatkaminen Kauklahteen, jotta radan välityskyky riittää ennustettuun lähiliikenteen kasvuun. Lisäksi henkilö- ja tavaraliikenteen yhteensovittaminen on ajoittain haastavaa rataosilla Luumäki–Imatra, Ylivieska–Oulu, Tampere–Jyväskylä. ¹
- Kuvassa 27 on yhtenäisellä viivalla merkitty rataosat, joille on tunnistettu kapasiteetin pullonkaula. ²
- Katkoviivalla esitetyt rataosuudet ovat sellaiset, joilla kulunvalvonnan muutoksilla, muiden toimien ohella, on myös mahdollisuus vaikuttaa kapasiteettia kasvattavasti. ²



Kuva 27. Henkilöliikenteen pullonkaulat. ²

- Kriittiset, paljon liikennettä, kaksitai useampiraiteiset osuudet, joilla teknisestä kulunvalvonnan kehittämisestä saadaan suoraan hyötyä
- Kaksiraiteiset osuudet reiteillä rajoilta satamiin
- Kriittiset, paljon liikennettä, yksiraiteiset
- Kriittiset yksiraiteiset (joko pitkiä kohtauspaikkavälejä tai suojustuspuutteita tai molempia)
- Vähäliikenteiset radat, jossa merkittäviä rajoitteita toiminnalle

Kaukoliikenteen yhteysvälien ja asemien kehittämistarpeita ja -näkymiä



Väylävirasto
Trafikledsverket

Yhteysväli	Etäisyys		Nopein ajoaika				Palvelutasoluokat ja niiden mukaiset			
	Rata	Tie	Juna	LA	HA	Juna/HA	Palvelu- taso- luokka	Ajoaika- tavoite	Nopeus- puute	Liian harva tarjonta
Helsinki - Turku	173	166	1:58	1:48	1:33	1,27	1	1:33	0:25	
Helsinki - Tampere	167	177	1:30	2:09	1:40	0,90	1	1:40		
Helsinki - Hämeenlinna	101	101	1:03	1:16	1:01	1,03	1	1:01	0:02	
Helsinki - Jyväskylä	303	266	3:06	3:33	2:51	1,09	1	2:51	0:15	
Tampere - Jyväskylä	137	149	1:27	1:58	1:43	0,84	2	1:43		
Helsinki - Pori	290	242	3:20	3:19	2:39	1,26	2	2:39	0:41	X
Tampere - Pori	124	113	1:31	1:35	1:17	1,18	2	1:17	0:14	X
Helsinki - Seinäjoki	319	358	2:43	4:30	3:40	0,74	2	3:40		
Tampere - Seinäjoki	153	179	1:10	2:28	2:05	0,56	2	2:05		
Helsinki - Vaasa	391	420	3:40	4:47	4:21	0,84	3	5:13		
Helsinki - Oulu	631	607	5:52	7:24	6:25	0,91	1	6:25		
Tampere - Oulu	465	489	4:27	5:46	5:21	0,83	3	6:25		
Seinäjoki - Oulu	313	324	3:19	4:40	3:43	0,89		3:43		
Helsinki - Rovaniemi	825	811	8:09	9:57	8:49	0,92	2	8:49		
Oulu - Rovaniemi	194	205	2:25	2:43	2:29	0,97	2	2:29		X
Helsinki - Lahti	99	105	0:52	1:26	1:05	0,80	1	1:05		
Helsinki - Kouvola	158	137	1:21	1:38	1:29	0,91	2	1:29		
Helsinki - Lappeenranta	240	227	1:58	2:30	2:24	0,82	2	2:24		
Kouvola - Lappeenranta	84	90	0:42	1:10	1:04	0,66		1:04		
Helsinki - Mikkeli	254	231	2:36	2:52	2:15	1,16	2	2:15	0:21	
Helsinki - Kuopio	394	382	4:11	4:31	3:56	1,06	1	3:56	0:15	
Mikkeli - Kuopio	140	161	1:30	1:47	1:43	0,87	3	2:03		
Helsinki - Kajaani	551	550	5:53	6:15	5:43	1,03	3	6:51		
Kuopio - Kajaani	157	169	1:41	1:47	1:48	0,94	3	2:09		X
Kuopio - Oulu	330	287	3:43	3:09	3:06	1,20	3	3:43		X
Turku - Tampere	157	156	1:42	2:04	1:47	0,95	1	1:47		
Helsinki - Joensuu	441	435	4:08	5:25	4:36	0,90	2	4:36		
Lappeenranta - Joensuu	201	233	2:10	3:57	2:34	0,84		2:34		

- Yhteysväillä nopeuspuutteita (matka-aika alle tavoitteen)
- Yhteysvälin välityskyky kriittinen henkilöliikenteen kannalta (häiriöherkkyys, este tarjonnan lisäämiselle)
- Yhteysväillä tarjontapuutteita (vuoromäärä alle tavoitteen)
- Aseman palvelutaso (laiturit, esteettömyys) alle tavoitteen



Lähde: Tulevaisuuden henkilöliikenneselvityksen päivitys 2014

Kuva 28. Kaukoliikenteen yhteysvälien ja asemien kehittämistarpeita

Tavaraliikenteen pullonkaulat

- Pelkästään tavaraliikenteen näkökulmasta ei ole selkeitä tarpeita uusille isommille hankkeille, jos junamäärien kasvu pysyy maltillisena. Yksiraiteisten osuuksien osalta tilannetta voidaan parantaa kohtaamismahdollisuuksia parantamalla ja lyhentämällä suojastusvälejä. ¹
- Merkittävimmät tavaraliikenteen kapasiteettihaasteet ovat rataosilla Luumäki–Imatra/Vainikkala, Kouvola–Kotka, Kontiomäki–Oulu, Kontiomäki–Iisalmi, Ylivieska–Iisalmi ja Ylivieska–Oulu. Varsinkaan Luumäki–Imatra/Vainikkala-väleillä ja Kouvola-Kotka-välillä sekä Kontiomäeltä Ouluun ja Iisalmeen ei ole vapaata kapasiteettia ruuhkaisimpiin aikoihin. Useilla näistä väleistä haasteita lisää henkilö- ja tavaraliikenteen yhteensovittaminen yksiraiteisilla osuuksilla. ¹
- Tavaraliikenteen kasvuennusteet ovat maltillisia. Varsinkin Venäjän tavaraliikenne on kuitenkin vaikeasti ennustettavissa ja muutokset voivat olla nopeita. Lisäksi teollisuuden muutoksilla voi olla merkittävä vaikutus tavaravirtoihin. ¹
- Mikäli on tarve varautua esimerkiksi Venäjän tavaraliikenteen merkittävään kasvuun, tämä vaatisi merkittävämpiä investointeja, kuten uusia kaksoisraideosuuksia. ¹
- Tavaraliikenteen osalta pullonkaulojen ratkaiseminen edellyttää myös muita investointeja rataan, kuten kohtaamispaikkoja. Optimoidulla kulunvalvontaratkaisulla ratainvestoinneista on kuitenkin saatavissa enemmän hyötyä, kun junat voivat ajaa lähempänä toisiaan ennen ohituspaikkaa. ²

Lähteet: ¹ Väyläviraston julkaisu 30/2020

² Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä, Digirata-selvityksen väliraportti.



Lähteet

Lähteet (1/2)

Liikenneviraston julkaisuja ja suunnitelmia

- [Infrahankkeiden rakentamisen ja materiaalien CO₂-päästöjen raportointi- ja ohjauskeinojen kartoitus](#), Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 64/2018.
- [Ratakapasiteetti-investointien kannattavuuden tarkastelu](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 59/2018
- [Valtakunnalliset liikenne-ennusteet](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018
- [Rataverkon kokonaiskuva, Lähtökohtia ja näkökulmia](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018
- [Riihimäki–Tampere-rataosan tarveselvitys](#). Liikenneviraston suunnitelmia 1/2018
- [Henkilöliikennetutkimus 2016. Suomalaisten liikkuminen](#). Liikennevirasto 2016.
- [Espoon kaupunkiradan liikennöintiselvityksen ja hankearvioinnin päivitys](#). Liikenneviraston suunnitelmia 4/2016.
- [Ratayhteyden Ylivieska–Kontiomäki–Vartius kehittäminen. Iisalmen ja Oulun kautta kulkevien reittien kehittämisen arviointi ja vertailu](#). Liikenneviraston suunnitelmia 3/2016.
- [CO₂-päästö- ja kustannusohjaus mallipohjaisesti, Case Pisararata](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 47/2015
- [Rataverkon välityskyvyn kehityskuva 2035](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 33/2015 + päivitystyö
- [Rautateiden tulevaisuuden henkilöliikenneselvitys, päivitys 2014](#). Liikennevirasto 2015.
- [Ratayhteyden Iisalmi–Ylivieska–Kontiomäki kehittäminen. Kehittämisvaihtoehtojen hankearviointi](#). Liikenneviraston suunnitelmia 5/2014.
- [Junaliikenteen päästöjen ja kuljetuskustannusten vähentäminen](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 43/2013
- [Tavara- ja henkilöliikenteen ratapihojen kehityskuva 2035, Kehittämis- ja korvausinvestointitarpeet](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 34/2013
- [Kestävämpää liikennettä ja väylänpitoa – Katse kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä](#). Liikennevirasto 2016
- [Merenkulun ja liikenteen hiilijalanjälki](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 21/2012
- [Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2011
- [Valtakunnalliset liikenne-ennusteet](#). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 58/2018

Lähteet (2/2)

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja

- Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä, Digirata-selvityksen loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:6
- Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018
- Hiiletön liikenne 2045 – polkuja päästöttömään tulevaisuuteen Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän väliraportti. LVM:n julkaisuja 9/2018

Traficom:n julkaisuja

- Taustaselvitys joukkoliikenteen tilakuvasta ja tavoitteellisesta kehityssuunnasta. Traficom:n julkaisuja 25/2019.

Väyläviraston julkaisuja

- [Rataverkon välityskyvyn kokonaiskuva](#). Väyläviraston julkaisuja 30/2020
- [Ilmastomuutos ja kestävä kehitys Väyläviraston toiminnassa](#). Väyläviraston julkaisuja 49/2019
- [Infran ja väylänpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin – Tilannekatsaus](#). Väyläviraston julkaisuja 47/2019

Muita julkaisuja

- Teknologi for bærekraftig bevegelsesfrihet og mobilitet. Rapport fra Ekspertutvalget.
- Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Trafikverket, Stockholm 2018.
- Pääradan operointiselvitys. Osa 1: Kysyntä- ja tavoiteskenaariot ja Osa 2: Operointimallit ja aikataulurakenteet
- Klimatpåverkan från höghastighetsjärnväg, Sträckorna Järna-Göteborg och Jönköping-Lund, Dokumentbeteckning: 2017:162
- Klimatpåverkan från byggande av höghastighetsjärnväg, (JÄRNAGÖTEBORG, JÖNKÖPING – LUND), PM del 3, Klimatkalkyl inklusive klimatkrav.
- Pissararadan hankearviointi ratasuunnitelmavaiheessa. Helsinki, 12.11.2014
- Rataosuus Imatra tavara – valtakunnan raja. Vuonna 2008 laaditun ympäristövaikutusten arvioinnin päivitys. Sitowise
- [Helsinki-Turku –rautatieyhteys, esiselvitys ja vaikutusten arviointi](#). Ratahallintokeskus 1/2006.

Muut lähteet

- LIPASTO-laskentajärjestelmä. www.lipasto.vtt.fi
- www.iea.org



Väylävirasto
Trafikledsverket

Verkkójulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-793-2