



Infran ja väylänpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin - Tilannekatsaus

Väyläviraston julkaisu 47/2019 TIIVISTELMÄ

Tiivistelmän sisällysluettelo

Sisältö	3
Tausta	4
Tavoitteet	5
Lähtötiedot	6
Vastaukset kysymyksiin	7
Arvio tutkimustiedon ajantasaisuudesta	15
Ehdotus toimenpiteistä	17
Suositus laskentamenetelmästä	23

Sisältö

Työssä tarkasteltiin

- väyläinfran ja väylänpidon vaikutusta tavara- ja henkilöliikenteen aiheuttamiin kasvihuonekaasupäästöihin muun muassa nopeuden, kiihdytys- ja jarrutusolosuhteiden tai vierintävastuksen kautta
- kaikkien kolmen väylämuodon (tie-, rautatie- ja vesiliikenne) päästövähennysmahdollisuuksia, joita saadaan väyläinfran teknisen rakenteen ja väylänpidon kehittämällä
- matkojen ja kuljetusten väylämuodosta toiseen siirtymien vaikutuksia (liikennejärjestelmävaikutukset)
- toimenpiteiden alustavia kustannusvaikutuksia.

Tausta

- Suomea sitovat useat sekä EU:n että kansallisen tason kasvihuonekaasupäästöjä koskevat vähennystavoitteet. Liikennesektorilla vähennystoimia kohdistetaan erityisesti tieliikenteeseen, jossa päästövähennyspotentiaali on suurin.
- Liikenteen päästöjen vähentämisen velvoite on kirjattu Väylävirastoa koskevaan lakiin ja tienpitoa koskevana vaatimuksena uuteen lakiin liikennejärjestelmästä ja maanteistä.
- Työllä tuotetaan tietoa Väyläviraston vaikuttavimpien päästövähennystoimenpiteiden priorisointiin.
- Projekti on osa laajempaa väyläinfran ja väylänpidon kasvihuonekaasupäästöjä ja energian kulutusta koskevaa selvitystä, joka sisältyy Liikenneviraston ympäristöohjelmaan vuosille 2017-2020.

Tavoitteet

Vastaukset kysymyksiin

- miten infralla ja väylänpidolla voidaan vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä ja
- mitkä ovat vaikuttavimmat ja nopeasti vaikuttavat liikenteen päästövähennystoimenpiteet nykyisellä väyläverkolla.

Arvio

- tutkimustiedon ja menetelmien ajantasaisuudesta ja kattavuudesta.

Ehdotus

- toteutettavista toimenpiteistä vuosiin 2025 ja 2030 mennessä.

Suositus

- laskentamenetelmistä, joilla selvityksessä esiin nousevien päästövähennyskeinojen tehokkuutta voisi laskea.

Työ rajattiin seuraavasti

- Liikennejärjestelmävaikutuksissa rajaudutaan vain väylänpidon vaikutuksiin eikä esimerkiksi hinnoittelua tarkastella.
- Infrarakentamisen elinkaaren aikaisia päästöjä ei tarkastella, koska käynnissä olevassa yhteispohjoismaisessa NordLCA hankkeessa kehitetään laskennan ohjeistusta.
- Ei käsitellä tienrakennus- tai parannushankkeiden välillisiä, tien kapasiteetin kasvusta ja maankäytön muuttumisesta syntyviä vaikutuksia liikenteen määrään ja päästöihin.

Lähtötiedot

- Lähtöaineistona käytettiin koti- ja ulkomaisia tutkimuksia (etenkin pohjoismaisia).
- Lähtötietojen kattavuus ja oikeellisuus tarkistettiin yhdessä Väyläviraston asiantuntijoiden kanssa.
- Tehtiin 7 asiantuntijahaastattelua.
- Tehtiin täydentäviä kyselyjä asiantuntijoille ja pyydettiin kommentteja raporttiluonnoksesta.

Haastattelut

- Olli Holm, Väylä, merenkulku
- Ossi Saarinen, Väylä, päällysteet
- Juhani Laurikko, VTT, ajoneuvojen päästöihin vaikuttavat tekijät
- Janne Pusa, VR, radanpidon vaikutukset junaliikenteen päästöihin
- Otto Kärki, Väylä, talvikunnossapidon vaikutukset
- Aleksanteri Ekrias ja Mikko Saari, Licon-at, valaistus

Miten infralla ja väylänpidolla voidaan vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä ja mitkä ovat vaikuttavimmat ja nopeasti vaikuttavat päästövähennystoimenpiteet nykyisellä väyläverkolla?

Yleistä infran ja väylänpidon päästöjen vähentämisestä

- Väylänpidon päästöjen vähentämiseen vaikuttavat monet tekijät (esim. muut tavoitteet, vaikutukset muihin toimijoihin ja tekijöihin, tasapaino päästövähennyksen ja lisäyksen välillä, kustannus/rahoitus, tarkasteltava aikaväli).
- Väylävirasto osallistuu liikennejärjestelmäsuunnitteluun ja liikenneverkkojen toimenpiteiden valmisteluun sekä maankäytön yhteistyöhön väylänpidon asiantuntijana ja väyläomaisuuden haltijana, millä on merkittäviä pitkäaikaisvaikutuksia.
- Virasto osallistuu myös liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen sekä valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman laatimiseen ja alueelliseen liikennejärjestelmäsuunnitteluun maakuntien liittojen, kuntien, kaupunkiseutujen ja muiden toimijoiden kanssa. Tämä on taso, jolla voidaan toteuttaa maankäytön ja liikenteen yhteensovittamista sekä matka- ja kuljetusketjujen optimointia.
- Aiemmat liikennejärjestelmän kehittämiseen vuosina 2016–2017 tehdyt linjaukset, jotka koskevat liikenteen päästövähennystoimia, ovat edelleen relevantteja Väyläviraston liikennejärjestelmätyössä.
- Liikenneolosuhteet vaikuttavat päästöihin sekä kohteessa (väylä, nopeus, liikennemäärä → kuluminen, ruuhkautuminen ja nopeuteen vaikuttavat muut tekijät) että matka- ja kuljetusketjun muissa osissa.
- Liikenneolosuhteiden lisäksi todelliseen päästöön vaikuttaa merkittävästi ajotapa kaikissa liikennemuodoissa.
- Liikenteen päästöjen laskentaan soveltuva malli riippuu tiedon käyttötarkoituksesta ja systeimirajauksesta. Laskennan luotettavuus riippuu paljon lähtötietojen laadusta.

Tieliikenteen vaikuttavimmat kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen vähentämistoimet 1/2

- **Liikenteen sujuvuuteen ja parempaan tiegeometriaan** liittyvät hankkeet, jotka eivät lisää ajonopeuksia. Sujuvuuteen vaikutetaan erityisesti tieverkolla erilaisilla liittymäratkaisuilla ja liikenteen hallinnalla. Kaupunkiolosuhteissa vaikuttavia tekijöitä on huomattavasti enemmän. Päästöjen lisäksi muut tekijät (matka-aika, turvallisuus...) ratkaisevia hankkeen toteuttamiskelpoisuutta arvioitaessa.
- Koska merkittävimmät vaikutukset saavutetaan, kun tehdään merkittäviä väylän parannustoimia, hankearvioinnin merkitys on suuri. Päästöjen kannalta tavoitteena tulisi olla, etteivät toimenpiteet nosta merkittävästi ajonopeuksia. Koska hidastusten merkitys on suurempi raskaalla liikenteellä, potentiaalisissa kohteissa on todennäköisesti suuri raskaan liikenteen osuus.
- **Tievalaistuksen** on arvioitu ulkomaisissa muutamissa selvityksissä vaikuttavan ajonopeuteen. Suomessa (kuitenkin verrattain vanhassa selvityksessä) sillä ei ole havaittu vaikutusta nopeuteen. Sen sijaan tievalaistuksen energiakulutusta saadaan merkittävästi vähennettyä himmennyksillä, valaisinten vaihdoilla, saneerauksella ja älykkäällä ohjauksella. Valmisteilla oleva toimintalinjaselvitys antaa arvion eri toimenpiteiden toteuttamisesta ja niiden kustannuksista.

Tieliikenteen vaikuttavimmat kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen vähentämistoimet 2/2

- **Tienpinta (karheus ja lumisuus)** Vaikutus kokonaispäästöön prosenteissa (0–5 %). Huomion arvoista on, että toimenpiteet vaativat myös energiaa (päällystys, kunnossapito). Lisäksi tienpinnan toimenpiteiden suunnittelussa on myös huomioitava muut tekijät, kuten liikenneturvallisuus, melu ja kunnossapidon toteutus. Paras hyöty päästöjen osalta kohteissa, joissa ajonopeudet eivät kasva sileämmän tien pinnan seurauksena ja raskaan liikenteen osuus on suuri.
- Rahoitus on haastavaa, parempi laatutaso tarkoittaa pysyvää kuluerää tieverkon kunnossapitoon.
- **Talvihoidossa toimenpiteet** kohdistuvat erityisesti hankintamenettelyjen edelleen kehittämiseen niin, että urakoitsijalla on mahdollista hyödyntää omaa osaamistaan ja toimintamalleja energiatehokkuuden parantamiseksi.

Raideliikenteen vaikuttavimmat kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen vähentämistoimet

1/2

- **Vaihteenlämmityksen päivittäminen**

- Vaihteenlämmitys on suurin radanpidon energian kuluttaja.
- Tiedot vaihteenlämmityksen päästövähennysmahdollisuuksista perustuvat tehtyihin pilotteihin. Pilottien perusteella potentiaalia energiansäästöön on.
- Pilottien perusteella voidaan suunnitella energiankulutuksen ja päästöjen vähentäminen, taloudelliset säästöt saadaan verrattain nopeasti ja pienillä kustannuksilla verrattuna sähköistyshankkeisiin.

- **Valaistuksessa on suuri säästöpotentiaali**

- Valaistuksella on rooli erityisesti rautatiejärjestelmän toiminnan ja palvelutason kannalta.
- Valaistus on toiseksi suurin radanpidon energiankuluttaja. Tällä hetkellä ei ole yhtenäistä käsitystä valaistuksen mahdollisuuksista päästöjen ja energiankulutuksen vähentämiseksi vaan tiedot ovat saatavissa sähköalueittain ja isännöitsijäpiireittäin.
- Valaistuksen suunnitteluohjeissa on energiatehokkuus otettu huomioon ja ohjeita ollaan päivittämässä
- Eteläisen alueen tietojen perustella voidaan sanoa, että valaistuksessa on suuri tehon säästöpotentiaali. Valaistustekniikka kehittyy nopeasti ja alentaa kustannuksia.

Raideliikenteen vaikuttavimmat kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen vähentämistoimet

2/2

- **Liikenteenohjaus ja tietoteknisten rajapintojen kehittäminen**

- Tiedot liikenteenohjauksen ja tiedonkulun vaikutuksista energiankulutukseen ovat melko yleisellä tasolla.
- Lopputulokseen vaikuttaa yhteistyö väylänpitäjän ja operaattorin välillä, mutta myös junan kuljettajalla on merkittävä vaikutus.
- Aikataulujen suunnittelu, niissä pysyminen sekä erilaisten häiriöiden, kuten huoltotöiden ajantasainen huomioiminen liikenteen optimoimiseksi ja sujuvoittamiseksi ovat tärkeitä. Raideliikenteessä häiriön hallinnalla vaikutetaan yhtä raideyhteyttä laajempaan kokonaisuuteen ja sen energiankulutukseen.

- **Raideinfran suunnittelu ja ylläpito**

- Energiakulutuksen kannalta yhtenäiset nopeudet rataosuksilla ovat tavoiteltavia sekä vaihteiden ja erotusjaksojen sijainnin optimaalinen suunnittelu.
- Infrastruktuurin ongelmakohtien tehokkaampi tunnistaminen parantaa liikenteen sujuvuutta, kiihdytysten ja jarrutusten vähentämiseen voidaan pyrkiä valituissa kohteissa esimerkiksi lisäämällä ratakapasiteettiä kaksoisraiteilla.

- **Ratojen sähköistyksellä voidaan vähentää päästöjä ja energiankulutusta**

- Ratojen sähköistys liittyy matka- ja kuljetusketjujen toimivuuteen.
- Tiedot kotimaisten sähköistyshankkeiden vaikutuksista päästöihin ja kustannuksista ovat hyvällä tasolla.
- Suurin osa rataverkosta on jo sähköistetty ja vielä jäljellä olevat sähköistyshankkeet ovat verrattain hitaita ja kalliita.
- Myös kaluston uusiminen vähentää sähköistyshankkeiden kannattavuutta.

Väylänpitäjän vaikuttavimmat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimenpiteet vesiliikenteessä

- **Vesiliikenteen päästöjen vähentäminen osana kuljetusketjua kotimaassa ja ulkomailla**
 - Optimaalista ketjua valittaessa on tärkeää ottaa huomioon useita vaikuttavia tekijöitä ja eri toimijoita.
 - Ketjujen optimointiin on olemassa laskentamenetelmiä, mutta erityisen tärkeää on kiinnittää huomiota käytettyjen lähtötietojen relevanttisuuteen.
- **Ajantasaisen väylä- ja liikennetiedon tuottaminen aluksille**
 - Vähentää päästöjä jo lähivuosina riippuen älykkäiden väylien ja tietojärjestelmien kehityksestä.
 - Ajantasaisen tiedon avulla voidaan optimoida alusten ajonopeutta ja vähentää alusten odotusaikoja sekä optimoida koko kuljetusketjua ja saavuttaa sitä kautta päästöjen väheneminen, erityisesti vaikutus alusten liikennöintiin (väyläsyvyys, jäänmurto, tieto aluksille ja satamiin kuljetuksen optimointia varten) korostuu.
- **Alusten ajonopeuden optimointi**
 - Päästövähennemä on saavutettavissa välittömästi, tiedot alusten nopeuksien ja väylänpidon vaikutuksista päästöihin ovat kohtalaisella tasolla perustuen väylien syventämisestä tehtyihin selvityksiin.
 - Monet varustamot ovat jo alentaneet nopeuksia polttoaineen kulutuksen vähentämiseksi.
 - Ei voida aina toteuttaa esimerkiksi alusten aikataulujen vuoksi.
- **Satamien vesiväylien syventäminen**
 - Vähentää päästöjä vasta vuosien kuluttua, koska aikajänne päätöksenteosta eri suunnitteluvaiheiden kautta toteutukseen voi kestää useita vuosia.
 - Syventämiseen on kuitenkin oltava selkeä tarve kuten esimerkiksi alusten joutuminen liikennöimään nykytilanteessa vajaalla lastilla.
 - Samalla on laajennettava ja syvennettävä myös sataman vesialuetta sekä kasvatettava laituripituuksia.

Vaikuttavimmat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimenpiteet liikennejärjestelmän näkökulmasta raskaassa liikenteessä

- **Kuljetusketjujen optimaalisen toiminnan varmistaminen**

- Vesiliikenne: väylä- ja liikennetiedon ajantasainen tuottaminen aluksille
- Tieliikenne: internetissä toimiva tietoalusta sekä taukopaikkojen riittävän määrän, oikean sijainnin ja riittävien palveluiden varmistaminen
- Rautatieliikenne: tavarajunien satamakuljetusten sujuvuuden varmistaminen riittävällä ratakapasiteetilla ja toimintavarmuudella sekä yhteensovittamalla tavarajunien ja matkustajajunien aikataulut
- Taukopaikkojen ja terminaalien optimaalinen sijoittaminen



Ajantasaisen tiedon avulla voidaan vähentää odotusaikoja sekä optimoida koko kuljetusketjua ja saavuttaa sitä kautta päästöjen väheneminen

- **Satamien pitäminen auki ympäri vuorokauden ja vuoden jokaisena päivänä**

- Työmarkkinapoliittinen asia, joten aukioloaikojen laajentaminen voi olla hankala ja hidas toimenpide

- **Satamiin johtavien teiden liikennöitävyyden varmistaminen myös uusille suurikokoisille ajoneuvoyhdistelmille**

- **Satamiin johtavien ratojen kehittäminen ja ylläpito**

- **Kuljetusten siirtyminen kuorma-autokuljetuksista rautatiekuljetuksiin**

- Kansainvälisesti yhdistettyjen auto-junakuljetusten arvioidaan säästävän energiankulutuksessa jopa 50 prosenttia ja hiilidioksidipäästöjen vähentyvän liityntäkuljetusmatkasta riippuen 60–80 prosenttia. Suomessakin nykyiseen yhdistettyjen kuljetusten volyyymiin nähden yli 300 kilometriä pitkissä maantiekuljetuksissa olisi jopa 50-kertainen potentiaali (LVM 32/2011).

- **Vaihtoehtoisia ympäristöystävällisiä energiamuotoja käyttävien alusten ja kuorma-autojen yleistyminen**

Arvio tutkimustiedon ja menetelmien ajantasaisuudesta ja kattavuudesta

Yleinen arvio

- Liikennemuotojen ja eri väylänpidon osa-alueiden välillä on vaikea löytää yhteismitallista aineistoa, sillä vertailu ja laskenta on tehty eri menetelmillä tosin pääsääntöisesti perustuen Suomessa VTT:n yksikköpäästökertoimiin. Suurta epävarmuutta sisältyy tekniikan kehityksen nopeuteen, millä on merkitystä, kun tehdään laskelmia 30 vuoden päähän.
- Yleisesti kirjallisuudessa ei ole eri toimenpiteiden vaikutusta käsitelty kattavasti ja niin, että toimenpiteen merkitys päästöjen vähentämisessä tulisi selvästi ilmaista, vaan aineistoa on osana muita selvityksiä ja hankearviointeja. Erityisesti kustannustietoa on rajallisesti eikä siitä ole yleensä eroteltavissa päästövähennyskustannusta erikseen, koska samalla toimenpiteellä vastataan useaan tavoitteeseen. Tarkasteltu aineisto antaa kuitenkin käsityksen suuruusluokista.
- Monia tienpidon päästöjen vaikutuksia käsitellään osana hankearviointia ja lasketaan IVAR-ohjelmalla, joka toisin kuin monet muut väylänpidon päästöjen laskennassa käytettävät mallit tai laskelmat on kattavasti dokumentoitu. IVAR-ohjelman erityisenä etuna on, että se tarkastelee hankkeen hyväksyttävyyteen vaikuttavia eri tekijöitä samanaikaisesti sekä samoilla oletuksilla ja lähtötiedoilla.
- Ulkomaisten tulosten siirrettävyys Suomen olosuhteisiin on ongelmallista: erilaiset liikenneolosuhteet, järjestelmät, laskennan perusteiden puuttuminen vaikeuttavat niiden luotettavuuden arviointia.
- Pyrittäessä kohdentamaan toimenpiteitä, olisi tärkeää tietää elinkaarivaikutuksista ja järjestelmävaikutuksista riittävästi, ettei osaoptimoinnin kautta kasvateta päästöjä elinkaaren muissa osissa esim. päällysteiden uusiminen.
- Monet vaikutukset ovat hyvin tapauskohtaisia.
- Selvästi enemmän tarvittaisiin eri liikenneolosuhteissa kerättyä tietoa kulkuneuvojen päästöistä eri kohteissa. Siksi tehdyt pilotit ovat tärkeä keino saada tietoa sekä päästövähennysten vaikuttavuudesta että kustannuksista.

Ehdotus toteutettavista toimenpiteistä vuosiin 2025 ja 2030 mennessä

Toimenpiteet – Tieliikenne 1/2

Toimenpide	Merkittävyys	Vähennyspotentiaali	Kustannus	2025	2030	Huomion arvoista	Muita hyötyjä
Tiegeometrian parantaminen	Melko merkittävä (arvio)	riippuu kohteesta parhaimmillaan jopa noin 20 % vähennys nykyisestä	Riippuu hankkeesta, ~ 2 M€ –17 M€/km			Arvioidaan osana hankesuunnittelua. Vaikutus pidemmällä aikavälillä erityisesti energian kulutukseen, kun ajoneuvotekniikka vähentää khk-päästöjä.	Parempi palvelutaso ja turvallisuus, raskaan liikenteen kustannus-tehokkuus
Sujuvuuden parantaminen	Melko merkittävä (arvio)	Suuruutta vaikea arvioida, häiriön hallinnalla 5–15 %, riippuu hankkeesta voi olla jopa 20 %	Sujuvuuden parantaminen parantaa yhteiskunta-taloudellisuutta, kustannus riippuu hankkeesta ja toteutustavasta			Liikennehallinnan merkitys on suuri tasaisen nopeuden ja häiriöttömän liikenteen saavuttamisessa, sujuvuuden parantaminen voi nostaa ajonopeuksia ja siten lisätä päästöjä	Parempi palvelutaso
Teiden kunnan parantaminen	Vähäinen	0–5 %, merkitys raskaalle liikenteelle suurempi, parantaminen voi nostaa ajonopeuksia, mikä lisää päästöjä	-	x	x	Päällystys on energiaintensiivistä toimintaa, joten päällyste uusinnassa tärkeä ottaa huomioon elinkaaripäästöt	Parempi palvelutaso ja turvallisuus
Talvihoidon parantaminen	Vähäinen (arvio)	<1 % (lumisella tiellä 7–8 % suurempi polttoaineen kulutus ja lumisia päiviä N kpl), Merkitys raskaalle liikenteelle suurempi	Ei tietoa	x	x	Hoidon toteuttamisella ja henkilöstön ammattitaidolla suuri merkitys päästöjen syntyyn	Parempi palvelutaso ja turvallisuus, energiatehokkuus on tärkeää kustannusten kannalta

Toimenpiteet – Tieliikenne 2/2

Toimenpide	Merkittävyys	Vähennyspotentiaali	Kustannus	2025	2030	Huomion arvoista	Muita hyötyjä
Nopeusrajoitusten alentaminen	Merkittävä (arvio)	~10–20 % (riippuu tiegeometriasta, nopeusalueesta ja raskaan liikenteen osuudesta)	Suorat kertakustannukset pienet, mutta jatkuvat matka-aikakustannukset todella suuret	x	x	Päästöjen vähentäminen voi olla osatekijänä nopeusrajoituksen alentamiselle mutta ei ainoa. 80 km/h nopeusalueen alapuolella päästövähennykset voivat olla vähäisiä tai päästöt voivat jopa lisääntyä, jos sujuvuus kärsii.	Parempi turvallisuus
Tievalaistus, uudet valaisimet ja älykäsvalaistus	Melko merkittävä (arvio)	Energian kulutuksen vähennyspotentiaali on suuri (> 50 %). Päästövähennyksen suuruus riippuu sähköntuotantotavasta.	Valaisimien vaihdolla hoitokustannukset pienemmät, eli pitkällä aikavälillä (eli 10 v) kustannukset negatiivisia	x	x	Valaistuksella ei ole Suomessa havaittu olevan vaikutusta ajonopeuksiin. Valaistuksesta saneerataan 2–5 % vuodessa, kannattaisiko valaisimia vaihtaa jo hieman etupainotteisesti, eli ennen virallista saneeraus ikää?	Parempi turvallisuus
Kaupunki-seutujen maankäyttö- ja liikennejärjestelmäsuunnittelu	Pitkällä aikavälillä merkittävä	Keino liikennetarpeen vähentämiselle, liikennemuoto-osuuksien muuttamiselle sekä matka- ja kuljetusketjujen toiminnan parantamiselle, riippuu kohteesta, vuoteen 2030 mennessä Helsingin seudulla 17 %-yksikön vähennys perustilaan verrattuna			x	Tekniikan kehityksellä ja hinnoittelulla merkittävä rooli päästövähennyksessä	Useita yhteiskunnallisia tavoitteita

Toimenpiteet – Rautatieliikenne 1/2

Toimenpide	Merkittävyys	Vähennyspotentiaali	Kustannus	2025	2030	Huomion arvoista	Muita hyötyjä
Vaihteiden lämmitys	54 % radanpidon energiankulutuksesta, mikä merkittävä suhteessa liikenteen päästöihin	> 30 % vähennys nykyisestä	Sääsaman hankinta ja käyttö tukemaan ajoitusta (45 000 €)/ alue			Osa talvikunnossapidon kokonaisuutta	Parantaa raideliikenteen turvallisuutta ja häiriöttömyyttä
Rautatiealueiden valaistus (järjestelmävaikutus)	25 % radanpidon energiankulutuksesta, mikä merkittävä suhteessa liikenteen päästöihin	Kokonaistehonsäästö-potentiaali on n. 240 kW ja valaistuksen käyttötunneilla tarkoittaa n. 970 MWh säästöä.	Valaisimien saneeraus LED tekniikkaan maksaa n. 3–5 M€.	x	x		Älykkäällä valaistuksella voidaan parantaa turvallisuutta ja viihtyvyyttä
Ratojen sähköistys (järjestelmävaikutus)	Merkittävä. Nykyisestä rataverkosta 55 % sähköistetty	Hankkeesta riippuen CO ₂ päästömäärien väheneminen 0–8714 tn/vuosi	Hankkeesta riippuen n. 2–110 milj. euroa/30 vuotta	x	x	Hankkeita toteutetaan, vaikka eivät yhteiskuntataloudellisesti kannattavia. Ratojen sähköistys liittyy matka- ja kuljetusketjujen toimivuuteen. Dieselkaluston uusiminen heikentää sähköistys-hankkeiden kannattavuutta	Merkittävät säästöt liikennöinti-kustannuksissa veturien vaihtotarpeen poistuessa

Toimenpiteet – Rautatieliikenne 2/2

Toimenpide	Merkittävyys	Vähennyspotentiaali	Kustannus	2025	2030	Huomion arvoista	Muita hyötyjä
Ratojen yhtenäisen nopeusprofiilin ylläpito	Merkittävä (arvio)	Ei arvioitu	Ei tietoa	x	x	Pistemäiset nopeusrajoitukset enimmäkseen huonokuntoisesta radasta johtuvia. Korjausvelka suuri.	Aikataulujen ja liikenteen sujuvoituminen
Energiatehokkuuden huomioiminen raideinfrasuunnittelussa	Merkittävä (arvio)	Raiteen käyttöiän pidentäminen 50 % → 11 % säästöt päästöissä Uusien asemien suunnittelussa keinulautaperiaate: 5 % säästö veto-, 23 % säästö jarrutusenergiassa	Ei tietoa	x	x	Riittävä kapasiteetti tärkeä hidastusten ja kiihdytysten välttämiseksi	
Liikenteenohjaus ja tiedonkulku – Tietoteknisten rajapintojen kehittäminen	Merkittävä (arvio)	Esim. DAS:n avulla 20 % säästöt energiankulutuksessa	Ei tietoa	x	x	Kuljettajan merkitys suuri	Häiriöiden välttämiseksi ja matka- ja kuljetusketjujen sujuvuudella merkittäviä vaikutuksia koko liikennejärjestelmälle
Kaupunkiseutujen maankäyttö- ja liikennejärjestelmäsuunnittelu	Merkittävä pitkällä aikavälillä	Vähennyspotentiaali syntyy maankäytön ja liikenteen yhteensovittamisesta, joka hankekohtaista				Raideliikenteen järjestelmävaikutuksia on mahdollista tarkastella	Useita yhteiskunnallisia tavoitteita

Toimenpiteet – Vesiliikenne

Toimenpide	Merkittävyys	Vähennyspotentiaali	Kustannus	2025	2030	Huomion arvoista	Muita hyötyjä
Satamien vesiväylien syventäminen	Merkittävä (arvio)	Kaikkien alusten suurentaminen esimerkiksi 10 %:lla vähentäisi koko Suomen ulkomaan meriliikenteen merelläajon päästöjä arvioilta 6–7 %	Kymmeniä miljoonia euroja satamaa kohti	x	x	Tarve selvitettävä satamakohtaisesti, vaatii myös mm. sataman vesialueen syventämisen	
Ajantasaisen väylä- ja liikennetiedon tuottaminen aluksille	Merkittävä (arvio)	Ei tietoa	Ei tietoa	x		Vaikuttaa koko kuljetusketjuun	
Alusten ajonopeuden alentaminen	Merkittävä (arvio)	Aluksen ajonopeuden alentaminen esimerkiksi 10 %:lla vähentäisi aluksen päästöjä arviolta 16–18 %	Ei tietoa	x		Alusten aikataulut Aluskierto	Aaltovaikutus vähenee
Satamien pitäminen auki ympäri vuorokauden ja vuoden jokaisena päivänä	Melko merkittävä (arvio)	Ei tietoa	Ei tietoa	x	x	Vaikuttaa koko kuljetusketjuun Työmarkkinapoliittinen asia	Suomen satamien kilpailukyvyyn mahdollinen paraneminen
Alusten vaihtoehtoiset energiamuodot	Melko merkittävä (arvio)	Aluksen vaihtaminen esimerkiksi kaasualukseksi vähentäisi aluksen päästöjä arviolta 13 % [1]	Ei tietoa	x	x	Mahdollistettava esimerkiksi kaasunjakeluinfran toteuttaminen (vesiväylät)	
Saimaan kanavan sulkujen pidentäminen ja kanavan ympärivuotinen aukiolo	Ei suurta merkitystä kokonaisuuteen	Ei tietoa	Sulkujen pidentäminen 68 miljoonaa euroa [2]	x			

[1] Lähteet Suomen kansainvälisen meriliikenteen tavarakuljetusten päästölaskentamalli, reittivertailumalli ja

[2] Saimaan kanavan kehittäminen, Väyläviraston hankekortti

**Suositus laskentamenetelmästä, laskelman
lähtötiedoista ja rajouksista sekä
laskentaoletuksista**

Suositus seuraavan vaiheen laskentamenetelmästä 1/2

Suomessa käytetyissä päästöjen laskentamalleissa **liikenteen päästöjen laskenta perustuu pääsääntöisesti VTT:n LIPASTO-järjestelmässä julkaistuihin yksikköpäästökertoimiin.** Laajan käyttönsä vuoksi kerrointen kyky kuvata todellista päästöä on erityisen tärkeää.

Päästöjen laskennassa korostuu kaksi tärkeää osa-aluetta:

- **1. elinkaarivaikutukset**, jota kautta saadaan tietoa, missä vaiheessa elinkaarta päästöt ovat muita merkittävämpiä ja siten, mihin vähennystoimet on tarpeet erityisesti kohdistaa ¹.
- **2. hankearvioinnin yhteydessä tehtävä päästöjen ja energiakulutuksen arviointi**, joka auttaa hankkeiden suunnittelussa arvioimaan päästöjä yhdessä muiden päätöksentekoon vaikuttavien tekijöiden kanssa yhtenäisellä tavalla.

¹ Pohjoismaiden kesken on käynnissä projekti (NordLCA), jossa kehitetään infrarakentamisen elinkaaren aikaisten päästöjen laskennan ohjeistusta. Elinkaarivaikutusten tarkastelu ei kuitenkaan kuulunut tämän selvityksen piiriin.

Suositus seuraavan vaiheen laskentamenetelmästä 2/2

- **Hankearviointiin käytetään IVAR² -ohjelmistoa.** Sillä lasketaan muiden tekijöiden ohella hankkeen eri vaihtoehtojen synnyttämät liikenteen käytön aikaiset päästöt. Se ei kuitenkaan ota huomioon infran rakentamisesta aiheutuvia päästöjä. Niiden huomioimiseksi ollaan tekemässä pilottilaskentoja. Tulevaisuudessa onkin tärkeää liittää nämä laskelmat osaksi hankearviointia.
- Parantamista on erityisesti päästötietojen oikeellisuudessa ja kattavuudessa, koska ne vaikuttavat kaikkiin päästölaskelmiin ja toimenpiteiden suunnitteluun.
- **IVAR-ohjelmistoa on viime vuosina kehitetty** huomioimaan paremmin raskaan liikenteen päästöjä. Laskennan täydentäjänä on muutamissa hankearvioinneissa käytetty VEMOSIM³ -mallia, jota on kehitetty erityisesti raskaan liikenteen päästöihin vaikuttavien tekijöiden arviointiin. Sen yhtenä ongelmana on ollut ajoneuvojen moottorikarttojen riittävän kattava saaminen. Tuleva VECTO⁴ -malli ja sen vertailu kotimaisiin ajo-olosuhteisiin tarjoaa apua raskaan liikenteen päästöjen laskentaan, mutta tähän menee muutama vuosi. Mikrosimulointien kehittäminen auttaisi jatkossa väylänpidon toimenpiteiden arviointia ja tukisi myös IVAR-laskentaa. Tarkkuuden parantamista haittaa kuitenkin eniten, ettei tierekisteristä saada tarkkaa tien profiilitietoa.

² IVAR on Investointihankkeiden Vaikutusten Arviointiohjelmisto, joka on tarkoitettu tiehankkeiden suunnittelun apuvälineeksi eri suunnitteluvaiheissa

³ Vemosim on ajoneuvosimulaattori, jonka avulla voidaan määrittää eri ajoneuvojen liiketila sekä energiankulutus ja päästöt erilaisissa tie- ja liikenneoloissa

⁴ VECTO on raskaiden ajoneuvojen erilaisten moottoreiden, voimansiirron, akselirakenteiden, kokonaismassojen, päälirakenteiden ja ajotehtävien vaikutusten huomioimiseksi hiilidioksidipäästöjen määrittämiseen on muodostettu simulointiohjelmisto Vehicle Energy Consumption Calculation Tool (VECTO).



Verkkójulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-734-5