



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
13/2023

Energiatehokkuus väylänpidossa

Nykytilaselvitys



Sami Soininen, Anna Perttola, Toni Vuorinen, Janne Tuovinen

Energiatehokkuus väylänpidossa

Nykytilaselvitys

Väyläviraston julkaisuja 13/2023

Kannen kuva: Väyläviraston kuva-arkisto (Vt 8 parantaminen Eurajoen keskustan kohdalla, siltapaikalla työstetään pelkkapetia; 24.2.2022)

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-049-4

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
puh. 0295 343 000

Sami Soininen, Anna Perttola, Toni Vuorinen, Janne Tuovinen: Energiatehokkuus väylänpidossa - Nykytilaselvitys. Väylävirasto Helsinki 2023. Väyläviraston julkaisuja 13/2023. 46 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-049-4.

Avainsanat: Energiatehokkuus, väylänpito, energiankulutus, elinkaari

Tiivistelmä

Energiatehokkuuden nykytilaselvitys on laadittu ensisijaisesti tukemaan Väyläviraston toiminnan kehitystyötä. Nykytilaselvityksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä siitä, mitä energiatehokkuus väylänpidossa ja erityisesti suunnittelussa tarkoittaa. Työn aikana todettiin, että energiatehokkuus ilmenee teemana monessa Väyläviraston ohjeessa ja julkaisussa, mutta ei energiatehokkuuden nimellä.

Selvityksessä on pyritty määrittelemään, mitä energiatehokkuus tarkoittaa väylänpidossa. Lisäksi on tunnistettu energiatehokkuuteen vaikuttavia voimia ja vastavoimia ja pohdittu väylänpitäjän vaikutusmahdollisuuksia näihin.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että energiatehokkuus-termi ei ole nykyisin kovin tuttu, eikä sitä juuri käytetä väylänpidossa. Väylänpidossa on vaikea vaatia energiatehokkuutta tai energiankulutuksen vähentämistä, jos termistö ja ohjeet eivät tue energiatehokkuusvaikutusten selvittämistä. Toisaalta väylänpitoa ei voida ajatella pelkästään energiatehokkuuden näkökulmasta, vaan pitää huomioida kokonaisuus, jossa tärkeässä roolissa ovat esimerkiksi liikenneturvallisuus ja liikenteen häiriöttömyys. Energiatehokkuudessa pitää ottaa huomioon myös koko elinkaari niin, että väylänpidon eri vaiheita arvioidaan kokonaisuutena eikä sorruta eri vaiheiden osaoptimointiin.

Energiatehokkuuden nykytilan määrittelemisen jälkeen selvitystä on syvennetty aineistoanalyysin avulla, joka on toteutettu Väyläviraston asiantuntijoita haastatteleamalla sekä Väyläviraston ohjeita läpikäymällä. Yhdessä Väyläviraston asiantuntijoiden kanssa on pohdittu ja esitetty toimenpide-ehdotuksia sekä tarvittavia lisäselvityksiä. Ohjeita varten tarvitaan lisää tietoa suunnitteluratkaisujen vaikutuksista hankkeen energiatehokkuuteen. Suunnittelijat tarvitsevat myös parempia työkaluja hankkeiden energiatehokkuuden määrittelemiseen.

Yksi selvityksen johtopäätös on, että merkittävä osa toimenpiteistä koskee liikennepoliittikkaa, eikä ainoastaan väylänpitoa ja suunnittelua. Kulku- ja kuljetusmuutokset ovat merkittävässä roolissa väylänpidon energiatehokkuuden parantamisessa. Tässä yhteydessä hintojen ohjaava vaikutus kulku- ja kuljetusmuodon valinnassa on merkittävä. Kaikkien väylämuotojen osalta ajantasainen tieto voi merkittävästi parantaa energiatehokkuutta väylänpidon kaikissa vaiheissa. Myös liikkumisen nopeus ja väylän elinkaaren pituus ovat oleellisia tekijöitä väylänpidon energiatehokkaammassa tulevaisuudessa.

Sami Soininen, Anna Perttola, Toni Vuorinen, Janne Tuovinen: Energieffektivitet i trafikledshållningen - Utredning av nuläget. Trafikledsverket. Helsingfors 2023. Trafikledsverkets publikationer 13/2023. 46 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-049-4.

Sammanfattning

Utredningen av energieffektivitetens nuläge har i första hand utarbetats för att stödja Trafikledsverkets verksamhet. Målet med utredningen av nuläget är att öka förståelsen för vad energieffektivitet innebär i trafikledshållningen och i synnerhet i planeringen. Under arbetets gång konstaterades att energieffektiviteten framträder som tema i många av Trafikledsverkets anvisningar och publikationer, men inte under namnet energieffektivitet.

I utredningen har man strävat efter att fastställa vad energieffektivitet innebär i trafikledshållningen. Dessutom har man identifierat krafter och motsatta krafter som påverkar energieffektiviteten och funderat på trafikledshållarens möjligheter att påverka dessa.

Utifrån intervjuerna kan man konstatera att termen energieffektivitet numera inte är särskilt bekant och att den knappt används i trafikledshållningen. Inom trafikledshållningen är det svårt att kräva energieffektivitet eller minska energiförbrukningen om terminologin och anvisningarna inte stöder utredningen av energieffektivitetens effekter. Å andra sidan kan man inte tänka på trafikledshållningen enbart med tanke på energieffektiviteten, utan man måste beakta en helhet där till exempel trafiksäkerheten och en störningsfri trafik spelar en viktig roll. I fråga om energieffektiviteten måste man också beakta hela livscykeln, så att trafikledshållningens olika faser bedöms som en helhet och inte endast genom de olika fasernas deloptimering.

Efter fastställandet av energieffektivitetens nuläge har utredningen fördjupats med hjälp av en materialanalys som har genomförts genom att intervjua Trafikledsverkets experter samt genom att gå igenom Trafikledsverkets anvisningar. Tillsammans med Trafikledsverkets experter har man diskuterat och presenterat åtgärdsförslag samt nödvändiga vidare utredningar. För anvisningarna behövs mer information om planeringslösningarnas inverkan på projektets energieffektivitet. Planerarna behöver också bättre verktyg för att fastställa projektets energieffektivitet.

En slutsats av utredningen är att en betydande del av åtgärderna gäller trafikpolitiken, inte bara trafikledshållningen och planeringen. Ändringarna i färdsetten och transportformerna har en betydande roll i förbättringen av trafikledshållningens energieffektivitet. I detta sammanhang är prisernas styrande verkan på valet av färd sätt och transportsätt betydande. För alla trafikledsformer kan aktuell information avsevärt förbättra energieffektiviteten i alla skeden av trafikledshållningen. Även snabb rörlighet och längden på ledens livscykel är väsentliga faktorer i trafikledshållningens energieffektivare framtid.

Sami Soininen, Anna Perttola, Toni Vuorinen, Janne Tuovinen: Energy efficiency in transport infrastructure management - Survey of current status. Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2023. Publications of the FTIA 13/2023. 46 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-049-4.

Abstract

The survey of the current status of the energy efficiency in transport infrastructure management has been primarily prepared to support the development of the Finnish Transport Infrastructure Agency's operations. The aim of the survey is to increase the understanding of what energy efficiency means in transport infrastructure management and especially in planning. During the work, it was noted that energy efficiency is one of the themes referred to in many instructions and publications issued by the Finnish Transport Infrastructure Agency, but not using the actual term energy efficiency.

The purpose of the survey was to define what energy efficiency means in infrastructure management. It also identified forces and counterforces affecting energy efficiency and examined what are the chances of infrastructure maintenance providers to influence them.

Based on the interviews made, it can be concluded that the term energy efficiency is currently not very familiar, and it is seldom used in transport infrastructure management. In infrastructure management, it is difficult to require energy efficiency or reduction of energy consumption if the terminology and instructions do not support the investigation of energy efficiency impacts. On the other hand, transport infrastructure management cannot be considered solely from the perspective of energy efficiency. Instead, consideration must be given to the whole system in which factors such as traffic safety and transport without disruptions play an important role. Energy efficiency must also take account of the entire life cycle of actions, so that the different stages of transport infrastructure management are assessed as a whole, without succumbing to partial optimisation of the different stages.

After determining the current status of energy efficiency, the survey was deepened by means of a data analysis conducted by interviewing experts from the Finnish Transport Infrastructure Agency and by reviewing the instructions issued by the Finnish Transport Infrastructure Agency. Proposals for measures and need for additional surveys were discussed and made with the experts of the Finnish Transport Infrastructure Agency. For the purpose of drawing up instructions, more information is needed on the impacts of design solutions on the energy efficiency of each project. Planning officers also need better tools to define the energy efficiency of projects.

One of the conclusions of the survey is that a significant proportion of the measures concern transport policy, not only transport infrastructure management and planning. Changes in modes of transport and mobility play an important role in improving the energy efficiency of transport infrastructure management. In this context, the guiding effect of prices on the choice of the mode of transport or mobility is significant. For all types of transport infrastructure, up-to-date information can significantly improve energy efficiency at all stages of infrastructure maintenance. The speed of transport and the length of the whole

life cycle of the part of infrastructure are also essential factors in improving the energy efficiency of future transport infrastructure management.

Esipuhe

Liikenne- ja viestintäministeriön ja Väyläviraston välisessä, hallitusohjelmaa toteuttavassa tulossopimuksessa 2020–2023 on määritelty viraston rooli hallinnonalan yhteiskunnallisen vaikuttavuuden tavoitteiden saavuttamisessa sekä yksilöity tulostavoitteet tämän roolin toteuttamiseksi. *Energiatehokkuus väylänpidossa – Nykytilaselvitys* palvelee tämän tulossopimuksen tavoitteita.

Energiatehokkuus väylänpidossa – Nykytilaselvityksen on laatinut Väyläviraston toimeksiannosta Sitowise Oy. Väylävirastossa työtä ovat ohjanneet Tero Suoranta, Anne-Mari Haakana, Jenna Johansson, Jaakko Knuutila, Laura Valokoski sekä Laura Yli-Jama. Sitowise Oy:stä työhön osallistuivat Sami Soininen, Anna Perttola, Toni Vuorinen, Janne Tuovinen, Maija Ketola, Eeva Vahtera, Sofia Ala-Ketola, Jyri Lähde ja Lassi Hursti.

Helsingissä toukokuussa 2023

Väylävirasto
Väylien suunnittelu

Sisältö

1	JOHDANTO.....	9
1.1	Taustaa.....	9
1.2	Tavoitteet.....	9
1.3	Aineistoanalyysi.....	10
1.4	Työn rajaus.....	10
1.5	Haastattelut.....	10
1.6	Nykytilaselvityksen ohjausryhmä.....	11
2	ENERGIATEHOKKUUS VÄYLÄNPIDOSSA.....	12
2.1	Energiatehokkuuden määritelmä.....	12
2.2	Energiatehokkuus väylänpidon eri vaiheissa.....	13
2.3	Energiatehokkuus ohjeissa.....	15
2.4	Energiatehokkuuden tietotaso ja kehitystavoitteet.....	15
2.5	Energiatehokkuuden reunaehdot.....	16
2.6	Eri väylämuotojen erityispiirteet.....	19
3	AINEISTOANALYYSI: HAASTATTELUT JA MUUT TIETOLÄHTEET.....	21
3.1	Energiatehokkuuteen liittyvät julkaisut.....	21
3.2	Energiatehokkuuteen liittyvät ohjeet.....	22
3.3	Kehitystyön alla olevat ohjeet ja julkaisut.....	24
3.4	Haastattelut, tie.....	25
3.5	Haastattelut, rata.....	27
3.6	Haastattelut, vesiväylät.....	28
3.7	Haastattelut, hankearviointi.....	29
3.8	Haastattelut, liikennejärjestelmät.....	29
3.9	Yleiset havainnot.....	31
4	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	34
4.1	Toiminnan ohjausta koskevat ehdotukset.....	34
4.2	Käytännöt ja menetelmät.....	35
4.3	Väylien elinkaaren vaiheita koskevat ehdotukset.....	38
4.4	Ohjeita koskevat ehdotukset.....	40
5	LISÄSELVITYSTARPEET.....	41
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	43
	LÄHDELUETTELO.....	44

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Työn taustalla ovat liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan yhteiskunnallisen vaikuttavuuden tavoitteet ja Väyläviraston tulostavoitteet. Yksi Väyläviraston vuoden 2022 tulostavoite on energiatehokkuuden ja kiertotalouden hankesuunnittelua koskeva toimeenpanosuunnitelma. Maaliskuussa 2022 on valmistunut nykytilaselvitys kiertotaloudesta väylänpidossa, ja se sisältää myös alustavia toimenpide-ehdotuksia kiertotalouden edistämiseksi tulevaisuudessa (Väylävirasto 2022d). Vastaava nykytilaselvitys myös energiatehokkuudesta väylänpidossa on tarpeellinen, jotta toimeenpanosuunnitelma voidaan laatia.

Kotimaan liikenteen energiankulutus oli vuonna 2021 yhteensä 171 PJ (petajoulea), kasvaen 3,0 % vuoden takaisesta. Tästä määrästä tieliikenteen osuus oli 93 % (Tilastokeskus 2022a). Koko Suomen energiankulutus oli yhteensä 1 356 PJ (ennakkotieto) vuonna 2021 (Tilastokeskus 2022b). Lukujen perusteella voidaan todeta, että kotimaan liikenteen osuus koko Suomen energiankulutuksesta oli noin 12,5 %. Tämä luku ei ota mukaan väylänpidon eli rakentamisen, kunnossapidon tai purkuvaiheen energiankulutusta. Näistä rakentamisella arvioidaan olevan ylivoimaisesti suurin energiankulutus. Väylien rakentamisen osalta ei löydy viimeaikaisista tilastotietoa, mutta vuoden 2003 tietojen osalta esitetyn arvion mukaan teiden, katujen ja ratojen rakentaminen aiheuttaa vuodessa noin 11 000 TJ:n (11 PJ) energiankulutuksen (Tiehallinto 2006). Arvion perusteella voidaan todeta, että väylänpidon energiankulutus on likimain kymmenyksen pienempi verrattuna liikenteen energiankulutukseen. Väylänpidon energiankulutus tosin vaihtelee vuosittain, riippuen rakentamisen määrästä. Koska liikenteen ja väylänpidon energiankulutus on merkittävä, on syytä pohtia, voidaanko energiankulutusta pienentää.

1.2 Tavoitteet

Energiatehokkuuden nykytilaselvitys on laadittu ensisijaisesti tukemaan Väyläviraston toiminnan kehitystyötä. Nykytilaselvityksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä siitä, mitä energiatehokkuus väylänpidossa ja suunnittelussa käytännössä tarkoittaa. Nykytilaselvityksessä on tunnistettu jo olemassa olevia nykyisiä energiatehokkuuteen vaikuttavia asioita. Nykyiset ohjeet on käyty läpi ja niistä on tunnistettu päivityksiä vaativia ohjeita. Nykytilaselvityksessä esitetyt toimenpide-ehdotukset on jaoteltu mukailien *Kiertotalous väylänpidossa – Nykytilaselvityksen* jaottelua. Myös tunnistetut lisäselvitys- ja tietotarpeet on listattu.

Tavoitteena on tunnistaa, millä eri vaiheiden suunnitteluratkaisuilla on eniten vaikutusta energiatehokkuuteen koko hankkeen elinkaari huomioon ottaen.

Nykytilaselvityksen jälkeen laaditaan toimeenpanosuunnitelma. Toimeenpanosuunnitelman tavoitteena on selvittää suunnitteluratkaisujen vaikutukset energiatehokkuuden ja kiertotalouden edistämisen mahdollisuuksiin sekä suunnitella tehokkaimpien toimintatapojen käyttöönottoa.

1.3 Aineistoanalyysi

Nykytilaselvityksessä on oleellista lähtötietojen läpikäynti ja analysointi. Tärkeimmät lähtötiedot on saatu Väyläviraston asiantuntijoita haastattelemalla sekä Väyläviraston ohjeista. Lisäksi Väylävirasto on toimittanut lisädokumentteja nykytilaselvityksen lähtötiedoiksi. Aineistoanalyysi on kappaleessa 3.

Haastatteluiden toteutuksesta on kerrottu luvussa 1.5. Väyläviraston olemassa olevia ohjeita on käyty systemaattisesti väylämuodoittain läpi. Ohjeista on etsitty viittauksia energiatehokkuuteen liittyvien hakusanojen avulla. Työn aikana on käyty läpi myös muita Väyläviraston julkaisuja.

1.4 Työn rajaus

Energiatehokkuus väylänpidossa – Nykytilaselvityksessä käsitellään kaikkia väylänpidon vaiheita (esisuunnittelu, hankesuunnittelu, rakentamissuunnittelu, rakentaminen, kunnossapito ja purku). Työssä on kuitenkin keskitytty erityisesti hankesuunnitteluun toimenpanosuunnitelmaa silmällä pitäen. Hankesuunnittelu sisältää hankekohtaisen esisuunnittelun, yleis-, tie- ja ratasuunnitteluvaiheet sekä vesilusuunnitteluvaiheen.

Nykytilaselvityksessä on otettu huomioon kaikki väylämuodot: tie, rata ja vesiväylät. Taitorakenteiden osalta on keskitytty vain eri väylämuotoihin sisältyviin ohjeisiin, eikä yksityiskohtaisia taitorakenteiden ohjeita ole käyty läpi. Selvityksessä on tunnistettu laajempia lisäselvitystarpeita, jotka esitetään myös myöhemmin toteutettavassa toimeenpanosuunnitelmassa.

Nykytilaselvityksestä on rajattu pois seuraavat asiakokonaisuudet:

- lentoliikenne
- kaavoitusratkaisut
- hankkeiden toteuttamisen ohjelmointi
- liikennejärjestelmäsuunnittelu
- liikennepolitiikka
- viitekehys (lainsäädäntö ja säädösvalmistelu).

1.5 Haastattelut

Nykytilaselvitystä varten haastateltiin useita Väyläviraston asiantuntijoita. Haastattelut toteutettiin väylämuodoittain ryhmähaastatteluina. Haastatteluissa selvitettiin haastateltavien näkemyksiä energiatehokkuuden hyödyistä, vaikuttavuudesta, kehitystavoitteista, ohjeista sekä eri väylätyyppien ominaispiirteistä energiatehokkuuden kannalta. Haastatteluissa sivuttiin myös kiertotaloutta ja kerättiin tietoa toimeenpanosuunnitelman kiertotalousosiota varten.

Haastatteluiden kysymykset toimitettiin haastatteluryhmille ennakoon. Kysymyksiin vastaaminen oli mahdollista myös sähköpostilla, mikäli haastateltava oli estynyt osallistumaan haastattelutilaisuuteen. Haastattelujen päätteeksi muistiot toimi-

tettiin kommentoitavaksi haastateltaville. Haastateltavat henkilöt jaettiin seuraavasti ryhmiin: rata, tie, vesiväylät, hankearviointi ja liikennejärjestelmät. Haastatteluihin osallistuivat seuraavat Väyläviraston henkilöt:

Tie

Joel Brax, Elisa Sanasvuori, Kari Lehtonen, Jarkko Pirinen, Jaana Kalliolaakso, Tero Suoranta ja Anne-Mari Haakana

Rata

Markku Nummelin, Emmi Tourunen, Eero Virtanen, Marketta Ruutiainen, Miia Kari, Mikko Heiskanen, Tero Suoranta ja Anne-Mari Haakana

Vesiväylät

Olli Holm, Seppo Paukkeri ja Simo Kerkelä

Hankearviointi

Taneli Antikainen, Hanna Sandell, Anton Goebel ja Tero Suoranta

Liikennejärjestelmät

Tapio Ojanen, Jukka Peura ja Tero Suoranta

Erillishaastattelut

Laura Valokoski, Anne-Mari Haakana ja Lotta Örså (opinnäytetyön tekijä)

1.6 Nykytilaselvityksen ohjausryhmä

Nykytilaselvityksen toteutti Sitowise Oy syyskuun 2022 ja joulukuun 2022 välisenä aikana. Työtä varten perustettiin ohjausryhmä, joka kokoontui viisi kertaa. Ennen työn alkamista pidettiin erillinen valmistelupalaveri, jossa käytiin läpi projektisuunnitelman laatimista. Ohjausryhmään kuuluivat seuraavat henkilöt:

Tero Suoranta (pj.), Väylävirasto
Jenna Johansson, Väylävirasto
Laura Yli-Jama, Väylävirasto
Laura Valokoski, Väylävirasto
Anne-Mari Haakana, Väylävirasto
Jaakko Knuutila, Väylävirasto.

Nykytilaselvityksestä vastasivat Sitowise Oy:stä Sami Soininen, Anna Perttola, Toni Vuorinen ja Janne Tuovinen. He myös osallistuivat ohjausryhmän kokouksiin. Lisäksi työhön osallistuivat Maija Ketola, Eeva Vahtera, Sofia Ala-Ketola, Jyri Lähde ja Lassi Hursti.

2 Energiatehokkuus väylänpidossa

2.1 Energiatehokkuuden määritelmä

Työ- ja elinkeinoministeriö on määrittänyt, että energiatehokkuuden kehittämisen keskeisenä tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Ilmastonmuutoksen hillinnän lisäksi energiaa on tärkeää säästää myös muista syistä, kuten energian saatavuuden turvaamiseksi, tuontienenergiatarpeen vähentämiseksi, energiakustannusten alentamiseksi sekä resurssitehokkuuden ja ympäristön (ympäristön- ja ilmastonsuojelu) kannalta (TEM 2022). Uusiutuvan energiantuotannon lisääntyessä energiatehokkuuden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöjen vähentymiseen tosin pienenevät ja muut syyt energian säästämiseksi korostuvat.

Energiatehokkuus tarkoittaa sitä, että pienemmällä määrällä energiaa saadaan suurempi hyöty (esimerkiksi rakentamisen tai liikennesuoritteiden määrä).

Talonrakennuspuolella energiatehokkuuden huomioon ottamisessa ollaan jo pitkällä. Energiatehokkuutta ohjaa EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, joka tuli voimaan vuonna 2010 ja jonka muutos tuli voimaan vuonna 2018. Lisäksi vuonna 2021 Euroopan komissio on julkaissut ehdotuksensa energiatehokkuusdirektiivin uudistamisesta. Keskeiset energiatehokkuussäädökset löytyvät myös rakentamismääräyskokoelmasta. Lisäksi rakennuksilla tulee olla energiatodistus. Rakennusten energiatehokkuuden parantamista tuetaan myös valtion toimesta. Inf-rakentamiseen liittyviä vastaavia säädöksiä ja työkaluja ei vielä ole.

Väyliin liittyvää energiankulutusta voitaisiin pienentää vähentämällä väylillä liikkumista, väyläinvestointeja, kunnossapidon suoritteita sekä väylärakenteiden purkua. Toinen vaihtoehto on tehdä nämä asiat energiatehokkaammin ja säilyttää nykyinen liikkumisen ja väylänpidon taso. Liikkumisen nopeus ja väylän elinkaaren pituus ovat oleellisia tekijöitä energiatehokkaammassa tulevaisuudessa. Elinkaaren pituutta voidaan lisätä hyvällä suunnittelulla sekä tekemällä kunnossapidon aikana oikeita toimenpiteitä oikeaan aikaan. Energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa myös ohjaamalla liikkumismuodon valintaa, esimerkiksi parantamalla joukkoliikenteen, jalankulun ja pyöräilyn asemaa.

Energiatehokkuus ilmenee eri tavoilla väylänpidon eri vaiheissa, joita ovat esisuunnittelu, hankesuunnittelu, rakentamissuunnittelu, rakentaminen, käyttö, kunnossapito ja purku. Väylän elinkaaren alkuvaiheessa, eli esisuunnittelun ja hankesuunnittelun aikana, tehdään väylän energiatehokkuuteen merkittävästi vaikuttavat päätökset. Väylän koko elinkaaren energiankulutus tapahtuu rakentamisen, käytön ja kunnossapidon sekä purkuvaiheen aikana.

Energiatehokkuudessa pitää ottaa huomioon koko elinkaari niin, että väylänpidon eri vaiheita arvioidaan kokonaisuutena eikä sorruta eri vaiheiden osaoptimointiin.

Energiatehokkuutta parantaessa on suuri riski sortua osaoptimointiin, jos keskitytään vain tiettyyn väylänpidon vaiheeseen. On tärkeää saada lisää luotettavaa tietoa väylänpidon eri vaiheiden energiankulutuksista ja eri suunnitteluratkaisujen vaikutuksista energiatehokkuuteen. Esimerkiksi hankesuunnittelussa väylän geometrisella suunnittelulla voidaan vähentää liikenteen aiheuttamia päästöjä, vaikka

muodostettu geometria voi vaatia rakentamisvaiheessa enemmän energiaa tunnelien, siltojen tai maaleikkausten ja pengerrysten takia. Vesiväylien laajentaminen isompaa aluskalustoa varten vaatii usein merkittävien massamäärien louhintaa tai ruoppaamista, mikä kuluttaa paljon energiaa. Toisaalta suurempien alusten käyttö tarkoittaa pienempää energiankulutusta kuljetusten osalta. Esimerkkien perusteella voidaan todeta, että eri vaihtoehtoja tulee arvioida kokonaishyötyjen ja koko elinkaaren energiatehokkuuden perusteella. Energiatehokkuutta edistetään rakentamalla tarpeellisia ja oikein mitoitettuja väyliä, joille on suunnitellun mukaiset liikennetarpeet.

Työn aikana väylänpidon eri vaiheille määriteltiin seuraavat energiatehokkuuden tavoitteet:

- Suunnittelussa edistetään liikenteen kannalta energiatehokkaita ja kasvi-huonekaasupäästöjä vähentäviä ratkaisuja. Suunnittelussa huomioidaan myös itse väylän energiankulutukseen vaikuttavat tekijät koko väylän elinkaaren osalta.
- Rakentamisessa edistetään energia-, materiaali- ja resurssiviisaita menetelmiä ja ratkaisuja.
- Kunnossapitovaiheessa edistetään väylien hoitoa ja korjausta oikea-aikaisesti, jotta liikenteen ja väylän energiankulutus on mahdollisimman pientä. Väylien hoidossa ja korjauksessa käytetään energiatehokkaita menetelmiä ja ratkaisuja.

2.2 Energiatehokkuus väylänpidon eri vaiheissa

Väylänpidon eri vaiheiden keskeisimpiä toimenpiteitä on kerätty kuvaan 1. Energiatehokkuuden näkökulmasta vaikuttavimmat toimenpiteet on lihavoitu. Kuva on laadittu väyläviraston asiantuntijoiden kommenttien ja *Väylänpidon hiilijalanjälki ja sen laskeminen* -julkaisun pohjalta (Väylävirasto 2019a (muokattu)).



Hankearviointi on hankkeen ratkaisun muodostamista tukeva menettely, joka tehdään osana suunnittelua. Menettely tuottaa hankkeen vaikutuksista määrämuotoista tietoa, jolla eri hankkeiden vaikutuksia voidaan verrata toisiinsa. Hankearviointia tehdään osana esi-, hanke- ja rakentamissuunnittelua. Lopullinen hankearviointi tehdään, kun kustannusarviot on luotu.

Kuva 1. Väylänpidon eri vaiheiden energiatehokkuuteen liittyviä keskeisimpiä toimenpiteitä (Lähde: Väylävirasto 2019a (muokattu)).

Esisuunnittelussa merkittävin liikenteen energiankulutusta vähentävä ja energian käyttöä viisaasti edistävä asia on linjausvaihtoehtojen valinta. Yleissuunnitelmassa

merkittävin liikenteen energiankulutusta vähentävä ja energian käyttöä viisaasti edistävä asia on valitun linjausvaihtoehdon tarkastelu ja suhde ympäröivään maankäyttöön sekä niiden vaikutukset massatasapainoon ja materiaalitehokkuuteen. Yleissuunnitelmavaiheen ratkaisut vaikuttavat myös väylän kunnossapidon, hoidon ja korjauksen energiatehokkuuteen. Tie- ja ratasuunnittelussa sekä vesilupasuunnittelussa merkittävimpiä liikenteen sekä väylänpidon energiankulutusta vähentäviä ja energian viisasta käyttöä edistäviä asioita ovat energia-, materiaali- ja resurssiviisaiden ratkaisujen yksityiskohtaisempi suunnittelu.

2.3 Energiatehokkuus ohjeissa

Työn aikana todettiin, että energiatehokkuus ilmenee teemana monessa Väyläviraston ohjeessa ja julkaisussa, mutta harvoin energiatehokkuuden nimellä. Esimerkiksi rata- ja tielinjaukset (pysty- ja vaakageometriat) on pyritty jo vuosikymmenten ajan tekemään loiviksi, jotta liikennöinti on mahdollisimman sujuvaa. Väylän taseus on mahdollisuuksien mukaan suunniteltava siten, että se on hidastaessa nouseva ja kiihdyttäessä laskeva. Kohtaamispaikkojen (rata) ja liittymien (tie) sijoittaminen vaikuttaa merkittävästi käytön aikaiseen energiankulutukseen.

Massojen hallinta on merkittävimpiä rakentamisen aikaisia energiatehokkuuteen vaikuttavia toimenpiteitä. Myös yli- ja alijäämämassojen syntymistä sekä niihin liittyvää kuljetusmatkojen minimoimista on pyritty toteuttamaan jo kauan esimerkiksi käyttämällä saman hankkeen kallioleikkauksien massoja läheisien notkelmakohtien täyttämiseksi. Vesiväylien rakentamisen yhteydessä muodostuvat massat ovat yleensä muita väylämuotoja merkittävästi suurempia.

Käytännöt ja ohjeet vaikuttavat käytön ja kunnossapidon aikaiseen energiatehokkuuteen. Ohjeet ja suositukset parantavat liikenneturvallisuutta ja taloudellisuutta, mutta monesti myös energiatehokkuutta. Nopeuden laskeminen ja ruuhkien vähentäminen ovat tehokkaita keinoja energiatehokkuuden lisäämiseksi. Energiatehokkuuden ilmenemistä eri ohjeissa on kuvattu tarkemmin väylämuotokohtaisesti luvussa 3.2.

2.4 Energiatehokkuuden tietotaso ja kehitystavoitteet

Nykytilaselvityksen yhteydessä tehtyjen haastattelujen avulla saatiin kerättyä tietoa ja muodostettua käsitys väylänpidon energiatehokkuuden tämän hetken tietotasosta ja kehitystavoitteista. Voidaan todeta, että energiatehokkuuden parempi huomioon ottaminen edellyttää selkeämpiä ylätasoa määrittelyjä ja ohjausta. Energiatehokkuuden kehitystavoitteet olivat epäselviä monelle haasteltavalle. Tavoitteiden koettiin olevan hajallaan, ja konkretiaa tarvitaan lisää.

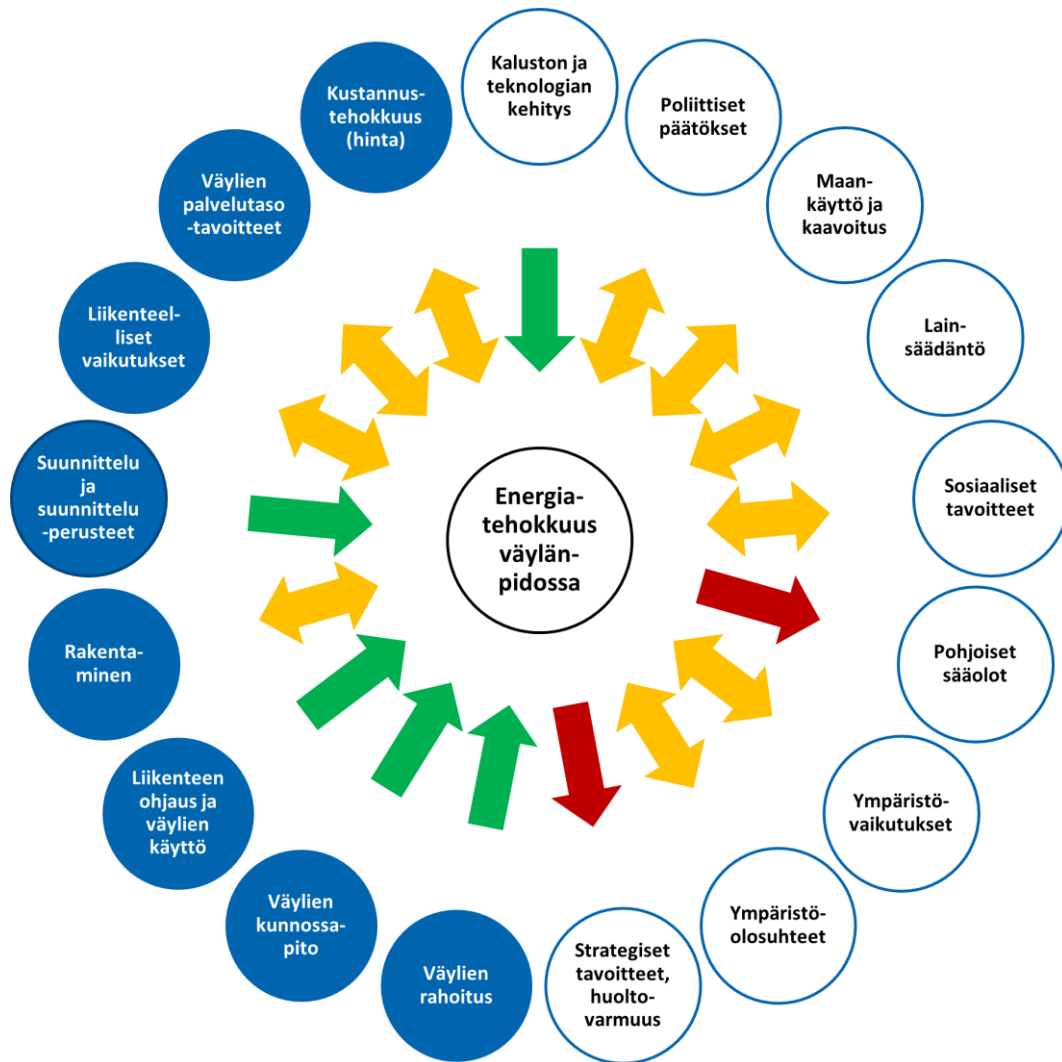
Vaikka väylänpidon ohjeissa ei suoraan puhuta energiatehokkuudesta, se on silti välillisesti mukana ohjeistuksessa. Erilaisten vaikutusten optimointi on suunnitelmaratkaisua muodostettaessa perusasia. Suunnittelussa muodostetaan ratkaisuja, jotka ovat ympäristöön, rakentamiseen, liikennöintiin ja kunnossapitoon kohdistuvien hyötyjen ja haittojen kannalta optimoituja. Tällaisessa ratkaisussa myös energiaa kuluu mahdollisimman vähän. Energiatehokkaiden ratkaisujen vaatimisesta

arvellaan saatavan hyötyjä, mutta ne eivät ole kaikilta osin selvillä. Energiatehokkuus liitetään tällä hetkellä vahvasti yhteen ilmastonmuutoksen hillinnän kanssa, eikä energiatehokkuuden osuus kokonaisuudessa ole välttämättä selvä.

Esimerkiksi hankesuunnittelussa tehdään ratkaisuja ilman energiatehokkuuteen liittyvää vaikutusten arviointia. Suunnittelijoilla ei ole riittäviä tietoja, ohjeita eikä menetelmiä suunnitteluratkaisujen vaikutusten arvioimiseksi energiatehokkuuden osalta. Mitä enemmän ja luotettavammin pystytään arvioimaan energiatehokkuutta numeerisin arvoin, sitä paremmin saadaan energiatehokkuutta esille ja tietotaso paranee.

2.5 Energiatehokkuuden reunaehdot

Energiatehokkuuteen vaikuttavat reunaehdot (voimat ja vastavoimat) ovat moninaiset ja monisuuntaiset. Suurin osa energiatehokkuuteen vaikuttavista reunaehdoista edistää ja haittaa samanaikaisesti energiatehokkuutta. Kuvassa 2 on kuvattu työn aikana tunnistettuja energiatehokkuuteen vaikuttavia voimia ja vastavoimia. Kuvassa vihreät nuolet edistävät energiatehokkuutta, punaiset nuolet haittaavat energiatehokkuutta ja keltaisilla nuolilla on vaikutuksia molempiin suuntiin. Väyläviraston vaikutuspiirissä olevat reunaehdot on kuvattu sinisinä palloina.



Kuva 2. Energiatehokkuuteen vaikuttavia voimia ja vastavoimia.

Alla on tarkennettu, miten eri voimat voivat esimerkiksi vaikuttaa energiatehokkuuteen:

- Kustannustehokkuus (hinta): Energiatehokkuus tarkoittaa kokonaistaloudellisesti katsottuna lähes aina myös kustannustehokkuutta. Tämä tosin riippuu väylän käyttöasteesta ja liikennöinnin kustannuksista. Energiatehokkaat ratkaisut voivat kuitenkin kasvattaa kuluja etenkin rakentamisvaiheessa johonkin toiseen ratkaisuun verrattuna.
- Väylien palvelutasotavoitteet: Energiankulutus on välttämätöntä, jotta liikuminen ja väylänpito on mahdollista. Palvelutasotavoitteiden täyttäminen voi edellyttää toimenpiteitä, jotka heikentävät energiatehokkuutta.
- Liikenteelliset vaikutukset: Taajamien ja vaarallisten risteyksien kohdalla joudutaan hidastamaan liikennettä turvallisuuden parantamiseksi. Tämä aiheuttaa liikenteelle tarvetta hidastaa ja kiihdyttää, mikä lisää energiankulutusta etenkin raskaan liikenteen osalta. Pääsääntöisesti selkeät ja turvalliset väylät ovat myös energiatehokkaita.

- Suunnittelu ja suunnitteluperusteet: Suunnittelu ja suunnittelua ohjaavat suunnitteluperusteet luovat pohjan hankkeessa tehtäville ratkaisuille ja niiden energiankulutukselle. Yksi suunnitteluperuste on esimerkiksi väylän palvelutasotavoite.
- Rakentaminen: Rakentamisen aikana muodostuu merkittävä osa elinkaaren energiankulutuksesta. Suunnittelulla ja rakentamisen aikaisilla oikeilla toimintatavoilla vaikutetaan rakentamisvaiheen energiankulutukseen.
- Liikenteen ohjaus ja väylien käyttö: Se, kuinka liikennettä ohjataan ja väyliä käytetään, vaikuttaa merkittävästi energiankulutukseen.
- Väylien kunnossapito: Kunnossapidolla on mahdollisuus pidentää väylien elinkaarta ja vähentää rakentamistarvetta, jos oikeita toimenpiteitä tehdään oikeaan aikaan.
- Väylien rahoitus: Väylähankkeiden päätöksenteossa on otettava huomioon hankkeilla edistettävät vaikutukset, esimerkiksi päästöt ja energiatehokkuus.
- Ympäristöolosuhteet: Maaperän ja ympäristön ominaisuudet vaikuttavat siihen, tarvitaanko väylän rakennusvaiheessa pohjanvahvistuksia ja lisärakenteita. Suotuisat ympäristöolosuhteet vähentävät energiankulutusta rakentamisvaiheessa.
- Ympäristövaikutukset: Väylien rakentaminen ja käyttö aiheuttavat yleensä negatiivisia ympäristövaikutuksia. Toisaalta energiatehokkuuden parantaminen tarkoittaa energiantuotantoon käytettävien resurssien määrän vähentymistä, ja sitä kautta vaikutus ympäristöön on positiivinen. Luonnon monimuotoisuus voi kärsiä, jos väyliä rakennetaan ekologisesti arvokkaalle alueelle. Kaupunkirakenteen sisälle tai maan alle rakennettaessa vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ovat yleensä vähäisiä. Energiatehokkaat ratkaisut kuluttavat vähemmän resursseja ja sitä kautta voivat vaikuttaa positiivisesti luonnon monimuotoisuuteen.
- Pohjoiset sääolot: Lämpötilojen vaihtelut altistavat väylärakenteet kovalle rasitukselle, mikä tarkoittaa väylien lyhyempää elinkaarta. Esimerkiksi rataverkon vaihteita lämmitetään sähköllä liikennöinnin turvaamiseksi talvikaudella. Meriliikenteen turvaamiseksi käytetään jäänmurtajakalustoa, joka kuluttaa merkittäviä määriä energiaa väylien auki pitämiseen.
- Strategiset tavoitteet, esimerkiksi huoltovarmuus: Osassa väyliä pitää ottaa huomioon strategiset tavoitteet esimerkiksi huoltovarmuutta koskien. Strategiset tavoitteet eivät aina ohjaa energiatehokkuuden kannalta parhaisiin ratkaisuihin.
- Sosiaaliset tavoitteet: Uudet väylät vaativat tilaa ja voivat vaatia esimerkiksi rakennusten purkamista tai elinympäristöjen muuttamista. Toisaalta hankkeilla on työllistävä vaikutus, ja myös ihmisten liikkumismahdollisuudet voivat parantua.
- Lainsäädäntö: Lainsäädännön osalta on säädöksiä, jotka edesauttavat ja vaativat energiatehokkuutta, mutta on myös säädöksiä, jotka koskevat

mm. liikenneturvallisuutta ja luonnon monimuotoisuutta, jotka voivat estää energiatehokkaimman ratkaisun toteuttamisen.

- Maankäyttö ja kaavoitus: Maankäyttö ja kaavoitus ovat avainasemassa energiatehokkaiden väylien ja alueiden suunnittelussa. Maankäytöllä ja kaavoituksella voidaan mahdollistaa tai estää energiatehokkaiden alueiden ja väylien toteuttaminen.
- Poliittiset päätökset: Poliittiset päätökset voivat korostaa energiatehokkuuden merkitystä, jättää sen vähemmälle huomiolle tai estää energiatehokkuuden toteutumisen.
- Kaluston ja teknologian kehitys: Teknologian kehitys ja esimerkiksi uuteen kalustoon vaikuttavat päästörajoitukset ovat keskeisessä asemassa energiatehokkuuden edistämässä.

Väyläviraston vaikutuspiirissä olevia voimia ja vastavoimia ovat erityisesti kustannustehokkuus (hinta), väylien palvelutasotavoitteet, liikenteelliset vaikutukset, suunnittelu ja suunnitteluperusteet, rakentaminen, liikenteen ohjaus ja väylien käyttö, väylien kunnossapito sekä väylien rahoitus. Näihin vaikuttavat myös muut tahot, mutta Väyläviraston vaikutus on merkittävä.

2.6 Eri väylämuotojen erityispiirteet

Tie

Tieverkosto on eri väylämuodoista selvästi laajin verkosto Suomessa. Tieverkon yhteispituus Suomessa on lähes puoli miljoonaa kilometriä. Toisaalta näistä suurin osa, noin kolme neljäsosaa, on yksityisteitä. Väyläviraston ja väyläpidon vaikutuspiirissä ovat vain maantiet, joita on yli 100 000 km. Maanteistä on päällystettyjä noin 50 000 km, joista moottori- tai moottoriliikennetietä on noin 1 000 km. Tieverkon laajuus aiheuttaa suuren määrän kunnossapitotarvetta. Kunnossapitoa ei ole kuitenkaan taloudellisten resurssien puutteen vuoksi pystytty tekemään riittävästi, ja tämän vuoksi on muodostunut mittava korjausvelka. Tienpidossa on jouduttu merkittävästi priorisoimaan tärkeämpien ja vilkkaasti liikennöityjen teiden kunnossapitoa. Tien elinkaaren osalta suurin energiankulutus tapahtuu käyttövaiheessa.

Rata

Rataverkon rakentamisessa tarvitaan laadukkaampia ja kalliimpia materiaaleja, kun taas esimerkiksi tiepuolella voidaan käyttää enemmän myös heikompileatuksia maa-aineksia. Rataverkon osalta rakentaminen ja kunnossapito tapahtuu liikenteen ehdoilla. Vesiväyliin tai maanteihin verrattuna junaliikennettä ei voida ohjata korvaaville reiteille, ja siksi rautateiden rakennus- ja kunnossapitotöillä on tiukemat aikarajoitteet. Liikennöintiin vaikuttavat merkittävästi myös eri vuodenaikojen aiheuttamat haasteet. Talvella vaihteet jäätyvät helposti, ja kesällä lämpölaajeneminen voi vaurioittaa kiskoja. Liikennöintiin vaikuttaa myös lainsäädäntö, ja ratojen osalta EU:n lainsäädäntö on melko tiukka. Valmiilla radalla liikennöinti on energiatehokasta. Nykyaikaiset sähköveturit voivat jopa syöttää sähköä takaisin verkkoon jarruttaessaan, mikä edelleen parantaa liikenteen energiatehokkuutta.

Vesiväylät

Suomen rannikko on matala ja karikkoinen, mikä edellyttää vesiväylien ja turvalaitteiden osalta korkeampia vaatimuksia verrattuna muihin merialueisiin. Vesiväylillä tapahtuvat yksittäiset kuljetukset ovat merkittävästi muita väyliä suurempia. Vesiväylillä on myös strategisesti ja turvallisuuspoliittisesti Suomelle tärkeä rooli. Suurin osa Suomen ulkomaankaupasta tapahtuu vesiväylien kautta. Oman haasteensa tuo talvisaikaan jäänmurtamistarve, jotta kaikki alukset pääsevät liikku-
maan.

Vesiväylien osalta energiatehokkuuden suurimmat vaikutukset tulevat siitä, että väylä mahdollistaa isomman aluksen käytön silloin, kun sille on tarvetta. Vesiväylien osalta ei tehdä täyttöjä, joissa leikkauksista syntyviä massoja olisi tarve käyttää hyödyksi. Pääosa ruopatuista massoista läjitetään mereen. Haasteita ilmenee, jos massoja ei voida läjittää mereen ympäristösyistä. Nykyisin massoja pyritään käyttämään hyödyksi esimerkiksi satamarakenteissa, ja tulevaisuudessa yksi mahdollisuus voisi olla merituulivoimapuistojen täytöt.

3 Aineistoanalyysi: Haastattelut ja muut tietolähteet

3.1 Energiatehokkuuteen liittyvät julkaisut

Tarkastelun kohteena oli noin 20 julkaisua, joista on tässä kappaleessa tarkasteltu tarkemmin hankinnan toimintalinjoja. Julkaisuista on poimittu ne asiat, jotka viittaavat tai vaikuttavat energiatehokkuuteen.

Hankinnan toimintalinjat

Väyläviraston *Hankinnan toimintalinjat 2020* on julkaistu helmikuussa 2020. Hankinnan toimintalinjat ohjaavat viraston eri hankintakategorioiden toiminnan kehittämistä.

Väyläviraston hankinnan toimintalinjojen yhteisenä linjauksena on edistää hankinnoilla ilmasto- ja kestävä kehityksen tavoitteita. Toimintalinjoissa on mainittu ilmastonmuutoksen hillintä, energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys hankintakategorioiden linjauksissa ja kehittämiskohteina. (Väylävirasto 2020)

Toimintalinjoissa on määritelty suunnittelun osalta, että hankinnassa on huomioitava suunnitteluvaiheen edellyttämällä tavalla kohteen laadun, kustannusten sekä ympäristö- ja ilmastovaikutusten näkökulmat hankkeen toteutuksesta kunnossapitoon. Suunnittelun sekä investoinnin toteutuksen hankintojen linjausten saavuttamiseksi kehitetään menetelmiä ja toimintamalleja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi yhdessä sidosryhmien kanssa. Esisuunnittelussa tulee hyödyntää laajaa keinovalikoimaa. Uusiomateriaalien käyttöä halutaan huomioida jo suunnitteluvaiheessa, ja tähän liittyen uusiomateriaalien ohjeet on uudistettu vuonna 2022. (Väylävirasto 2020)

Väylien hoitoon ja käyttöön sekä korjauksiin liittyvien hankintojen osalta on linjattu sekä yhdeksi kehittämiskohteeksi nostettu, että palvelutuotannossa varmistetaan energiatehokkuuden ja ilmastonmuutoksen sopeuttamisen edellyttämät toimenpiteet. (Väylävirasto 2020)

Maantielauttaliikenteen hankintojen yhdeksi kehityskohteeksi on mainittu sopimusmallien kehittäminen ja edistäminen pitkäkestoisilla 15–20 vuoden kumppanuussopimuksilla. Pitkällä 15–20 vuoden sopimusajalla vastataan tarvittavan lauttakaluston elinkaareen ja investointikustannuksiin. Sopimusten pitkäkestoisuudella mahdollistetaan ympäristö-, kustannus- ja palvelutavoitteiden toteuttaminen kestävästi. (Väylävirasto 2020)

Meriliikenteen avustuspalvelujen hankinnoissa on linjattu, että jäänmurtopalveluiden perustana on varmistaa elinkeinoelämän ympärivuotiset kuljetukset ympäristöystävällisesti ja kustannustehokkaasti. Lisäksi uusissa kilpailutuksissa huomioidaan ympäristöystävälliset ja innovatiiviset jäänmurtajakonseptit, joiden avulla saadaan joustavuutta ja täydennystä olemassa olevaan, ikääntyvään jäänmurtajalaivastoon ja jonka avulla pystytään vastaamaan avustettavien alusten muuttuvaan tarpeeseen. (Väylävirasto 2020)

Liikenteen ohjauksen hankinnoista on linjattu seuraavaa: ”Keskeisiä liikenteenohjauksen hankinnalle asetettuja tavoitteita, joihin sopimuksella ja sen kehittämisellä vastataan ovat: Varmistaa liikkumisen ja kuljetusten sujuvuus ja turvallisuus valtion väylillä kaikissa tilanteissa; liikenneverkkojen kapasiteetin tehokas hyödyntäminen; liikenteen tilannekuvan hallinta ja liikenteenohjauksen toimintavarmuus kaikissa tilanteissa; liikenteen ilmasto- ja ympäristövaikutusten vähentäminen; liikenteen palveluiden vaikuttavuuden ja kustannustehokkuuden parantaminen sekä liikenteen digitalisaation ja automatisaation sekä näihin liittyvien palveluiden ja osaamisen edistäminen.” (Väylävirasto 2020)

Teettämis- ja hankintapalveluiden hankintojen osalta yhdeksi kehittämiskohteeksi on määritelty, että ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi kehitetään yhdessä alan kanssa menetelmiä ja toimintamalleja, mm. CO₂-laskentaa hankkeissa, sekä kehitetään uusiomateriaalien ohjeita suunnittelussa, rakentamisessa ja korjauksessa. (Väylävirasto 2020)

Radanpidon materiaalihankinnoissa on linjattu ympäristövaatimusten huomioiminen etenkin energiaintensiivisten tuotteiden hankinnoissa muun muassa ympäristösertifikaatteja vaatimalla, ja ympäristövaatimusten kehittäminen on samalla nostettu yhdeksi kehityskohteeksi. (Väylävirasto 2020)

3.2 Energiatehokkuuteen liittyvät ohjeet

Väyläviraston ohjeita on käyty läpi systemaattisesti mm. seuraavien hakusanojen avulla: kier*, ympä*, ener*, uusio*, masso*, läjit*. Hakusanojen avulla ohjeista on poimittu ne ohjeet, jotka sisältävät energiatermin liittyvää sisältöä. Samassa yhteydessä on listattu ohjeita, joista energiatermiin liittyvät maininnat puuttuvat mutta yhteys energiatermiin on alustavasti tunnistettu. Ohjeita koskevat päällimmäiset havainnot on esitetty väylämuotokohtaisesti alla, ja ohjeita koskevat ehdotukset on listattu kappaleeseen 4.

Yleiset ohjeet

Yleisiin ohjeisiin on nostettu ne ohjeet, jotka eivät liity tiettyyn väylämuotoon vaan pikemminkin tiettyyn prosessiin tai toimintaan. Yleiset ohjeet on listattu väylämuotokohtaisten ohjeiden kanssa samoihin ohjelistauksiin. Yleiset ohjeet käytiin siten läpi samassa yhteydessä eri väylämuotojen ohjeiden kanssa.

Ohjeissa on etenkin ympäristöasioiden osalta paljon toistoa; lähes samoja virkkeitä on käytetty monissa eri ohjeissa. Energiatermiin puolestaan esiintyy hyvin harvassa ohjeissa.

Hankearvioinnin nykyisten ohjeiden mukaan rakentamisen aikaiset päästöt tulee ottaa huomioon. Käytön aikaiset yksikköarvot päästöjen osalta ovat samat kaikille väylämuodoille. Vaikutusten arviointimenetelmät ja -työkalut eri väylämuodoille ovat erilaiset. Rakentamisen aikaiset päästöt, käytön aikaiset päästöt (liikenne) ja kunnossapidosta aiheutuvat päästöt otetaan mukaan tuleviin uusiin ohjeisiin.

Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa on kattava ohje uusiomateriaalien osalta, mutta ohjeessa ei käsitellä uusiomateriaalien vaikutusta energiatermiin. Myöskään *Läjitysalueen suunnittelu* -ohjeessa ei ole mainintoja energiatermiin, vaikka ohje sisältää paljon mainintoja läjityksen optimoinnista ja kuljetuskustannusten säästöstä.

Tie

Tienpidon ohjeluetelossa ohjeet on jaettu yleisiin ohjeisiin ja suunnittelun ja kunnossapidon ohjeisiin. Yleiset ohjeet on jaettu kolmeen osaan: liikennejärjestelmä, turvallisuus ja riskienhallinta sekä teiden suunnitteluprosessi. Yleisissä ohjeissa on hyvin vähän mainintoja energiatehokkuuteen liittyen. Muutamissa ohjeissa (*Väylähankkeiden kustannustenhallinta, Teiden parantamishankkeiden arviointiohje, Tiesuunnitelma – Toimintaohjeet, Tienpidon vaikutuskartta*) on mainintoja kuljetuskustannusten huomioimisesta sekä päästöjen ja energiankulutuksen vähentämisestä.

Tiesuunnittelun geometriaa koskevissa ohjeissa ei tällä hetkellä ole sanallisesti käsitelty sitä, millaisia vaikutuksia valituilla ratkaisuilla on esimerkiksi polttoaineen kulutukseen. Kaikki energiatehokkuuteen vaikuttavat ratkaisut on hyvä avata sanallisesti ja kertoa, mitä vaikutuksia niillä on energiatehokkuuden kannalta.

Tarkastelun kohteena oli noin 200 ohjetta, joista asiantuntija-arvion kautta valittiin 55. Energiatehokkuuden näkökulmasta merkittävimmät suunnitteluun ja kunnossapitoon liittyvät ohjehavainnot on kuvattu alla:

- Yleisissä ohjeissa on hyvin vähän mainintoja energiatehokkuuteen liittyen. Muutamissa ohjeissa (*Väylähankkeiden kustannustenhallinta, Teiden parantamishankkeiden arviointiohje, Yleissuunnitelma – Toimintaohjeet, Tiesuunnitelma – Toimintaohjeet, Tienpidon vaikutuskartta*) on mainintoja kuljetuskustannusten huomioimisesta sekä päästöjen ja energiankulutuksen vähentämisestä.
- *Tien suuntauksen suunnittelu:* Ohjeen suunnitteluratkaisuissa on otettu huomioon energiatehokkuus, mutta sitä ei avata energiatehokkuuden näkökulmasta.
- *Sorateiden kunnossapito:* Ohjeessa on ympäristöosio, jossa on näistä ohjeista ehkä parhaiten pohdittu energiatehokkuusasiaa. Siinä on mainintoja mm. materiaalien tehokkaaseen uusiokäyttöön, vähäpäästöisiin työkoneisiin ja kunnossapidon automaatioon liittyen.

Rata

Tarkastelun kohteena oli noin 300 ohjetta, joista asiantuntija-arvion kautta valittiin 22. Energiatehokkuuden näkökulmasta merkittävimmät ohjehavainnot on kuvattu alla:

- *Radanpidon ympäristöohje:* Ohjeessa on luku, joka käsittelee ilmastoa ja energiatehokkuutta eri suunnitteluvaiheissa ja radan elinkaaren aikana. Laaja yhteistyö parantaa suunnitteluprosessin ja elinkaaren toimien mahdollisuutta toimia energiatehokkuuden suitsijana. Suunnittelussa merkittäviksi energiatehokkuuden parantajiksi on mainittu geometrian, kohtausmahdollisuuksien, pituuskaltevuusprofiilin sekä kiihdytysten ja jarrutusten määrän optimointi. Etenkin ratasuunnitteluvaiheessa määritellään konkreettiset toimenpiteet energiankulutuksen hillintään. Kunnossapidossa otetaan ohjeen mukaan energiatehokkuus jo laajasti huomioon: esimerkiksi vaihteiden lämmitystä vaiheistetaan, valaistusta käytetään energiatehokkaasti ja kiinteistöihin tehdään energiakatselmuksia. (Väylävirasto 2021c)

- *Ratatekniset ohjeet (RATO 20) – Ympäristö ja rautatiealueet:* Ohjeessa käsitellään energiatehokkuutta ja nostetaan se tärkeään asemaan. Ohjeessa otetaan kantaa niin ratageometriaan, valaistukseen, vaihteiden lämmitykseen ja kunnossapitoon sekä rataverkon haltijan hallinnoimiin rakennuksiin. (Väylävirasto 2021d)
- *Ratatekniset ohjeet (RATO 2) – Radan geometria:* Ohjeessa ohjeistetaan suunnittelemaan ratageometriaa siten, että elinkaarikustannukset minimoidaan, huomioiden samalla euromääräisten kustannusten lisäksi myös energiankulutus. Muutoin energiatehokkuutta tai energiankulutusta ei mainita. Energiankulutuksen ja energiatehokkuuden voi kuitenkin laajasti ottaa huomioon ratageometrian suunnittelussa. (Väylävirasto 2021e)
- *Ratatekniset ohjeet (RATO 5) – Sähköistetty rata:* Energiankulutusta käsitellään, mutta energiankulutuksen pienentämistä tai energiatehokkuutta ei mainita lainkaan. (Liikennevirasto 2018)

Vesiväylät

Tarkastelun kohteena oli noin 100 ohjetta, joista asiantuntija-arvion kautta tarkasteluun valittiin 23. Vain yhdessä tarkastellussa ohjeessa on mainittu energiatehokkuus-termi. Energiatehokkuuden näkökulmasta merkittävimmät ohjehavainnot on kuvattu alla:

- *Vesiväylähankkeiden arviointiohje:* Hankkeeseen liittyviä päästövähennysasioita on käsitelty ohjeessa ja myös energiatehokkuus on mainittu.
- Vesiväylän kunnossapidon ohjeissa (*Kiinteiden merimerkkien ylläpito, Merimerkkien korjausohje – Betoni-, kivi- ja rapatut rakenteet, Linjataululevyt – Tuotevaatimukset*) on käsitelty uusiokäyttöä ja laitteiden käyttöikä.
- Väyläsuunnittelun ohjeissa ei ole mainittu energiatehokkuutta.
- *Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje* (Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015): Ruoppausmassojen hyötykäyttöä ja kokonaishyötyjä on käsitelty.

3.3 Kehitystyön alla olevat ohjeet ja julkaisut

Tähän kappaleeseen on kerätty nykytilaselvityksen laadinnan aikana käynnissä olevat työt, jotka liittyvät energiatehokkuuteen. Energiatehokkuuden tarkempi huomioon ottaminen käynnissä olevissa töissä on kuitenkin haasteellista, koska energiatehokkuuden ylätasoa määrittelyt puuttuvat. Kehitystyön alla olevat ohjeet on julkaistu myös Väyläviraston www-sivuilla (Väylävirasto 2022a). Alle on kerätty väylämuodoittain energiatehokkuuden kannalta merkittävämpiä kehitystyön alla olevia ohjeita ja julkaisuja (tilanne 1.9.2022).

Yleisesti

Opas väylien esiselvitysten laatimiseen on julkaistu alkuvuodesta 2023 ja maanteiden ja ratojen yleissuunnitelmavaiheen ohjekokonaisuus on kehitystyön alla. Väyläviraston hankintojen ympäristökriteerien esiselvityshanke on käynnissä. Ympäristöministeriö on päivittämässä vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerejä KRL-uudistukseen kytkeytyen. Valmistumassa on kiertotaloushankintojen ABC-opas

(SYKE). Hankearviointiohjeita on tällä hetkellä päivityksessä. Hankearviointiohjeiden päivityksien yhteydessä vuosina 2023 ja 2024 ohjeisiin lisätään kiertotalous ja energiatehokkuusasioita.

Ilmastovaikutusten arviointi esisuunnittelu- ja YVA-vaiheessa -ohjeen alustava tarveselvitys on käynnistymässä. UUMA4-ohjelmassa kehitetään malliasiakirjoja ja ohjeita. UUMA4-ohjelman puitteissa voidaan kehittää tarkastuslistaa uusiomateriaaliosaamisesta, jota voidaan hyödyntää kilpailutuksissa.

Tie

Energiantuotanto ja maantiet -ohjetyö on alkamassa. Ohjeessa käsitellään sitä, miten tiealueelle ja tien suoja-alueelle voidaan sijoittaa uusiutuvaa energiantuotantoa, kuten aurinkokennoja, maalämpökenttiä ja tuulivoimaloita. Tuulivoimaloiden osalta on jo olemassa vanha ohje. Myös valaistuksen osalta on tehty erillisiä tarkasteluja. *Yksitysteiden suunnitteluohje* on tällä hetkellä päivityksessä.

Marraskuussa 2022 julkaistiin raportti siitä, miten uudelleenpäällystys vaikuttaa energiankulutukseen. Tuloksista voidaan lyhyesti todeta, että vaikka vierintävastus pienenee, lähtötilanne ja muut seikat vaikuttavat lopputulokseen. Esimerkiksi jos ajonopeudet nousevat merkittävästi uudelleenpäällystyksen seurauksena, energiankulutus suurenee, mutta jos ne nousevat vain vähän tai eivät lainkaan, energiankulutus pienenee.

Rata

Ratapuolella on useita ohjepäivityksiä ja uusia ohjeita työn alla. Esimerkiksi tuentaohjeiden päivitys ja erilaiset vaihdeselvitykset ovat tällä hetkellä käynnissä. Rautatietoimijat-ympäristöyhteistyökokouksessa on selvinnyt, että VR:n toimesta on käynnistymässä selvitys, jossa tutkitaan, mistä junaliikenteen suurin energiankulutus aiheutuu. Selvityksen tuloksilla voi olla vaikutusta myös radanpitoon.

Vesiväylät

Laivaväylien suunnitteluohje on keskeinen ohje vesiväylähankkeiden suunnittelussa, ja se on päivittymässä. Energiatehokkuus-osuuden lisääminen ohjeeseen on pohdinnassa. Päivitys valmistuu kevättalvella 2023. Myös *Vesiväylät – Rakennuskustannusten arviointiohje* on päivityksessä. Kyseessä on tekninen ohje, jossa ei ole aiemmin energiatehokkuutta huomioitu. Myös luotsauslain uudistus on käynnissä. Lakiuudistus tuo tullessaan luotsaussuunnitelmat, jotka kertovat aluksille turvalliset kulkureitit. Myös siitä, miten valitaan oikea turvalaitetyyppi oikeaan paikkaan, on tulossa päivitystä ohjeisiin. Jos valitaan oikea turvalaitetyyppi, väylänhoidon tarve ja sitä kautta energiankulutus on vähäisempi.

3.4 Haastattelut, tie

Haastattelut henkilöt on todettu kohdassa 1.5. Maanteiden asiantuntijahaastatteluissa keskityttiin hankesuunnittelu-, rakentamis- ja kunnossapitovaiheen energiatehokkuusvaikutuksiin.

Haastatteluissa nousi esille, että energiatehokkuus ja kiertotalous eivät ole tällä hetkellä näkyvässä roolissa ohjeissa. Esimerkiksi liikenneturvallisuuteen ja taloudellisuuteen liittyvät asiat on arvoitettu korkeammalle. Haastatteluiden yhteydessä

todettiin, että olisi hyvä konkretisoida, miten energiatehokkuus ja kiertotalous voidaan ottaa huomioon esimerkiksi ohjeissa. Näistä teemoista ei välttämättä ole edes mainintoja nykyisissä ohjeissa, vaan ne ovat pikemminkin ”sivutuotteita”.

Hankesuunnitteluvaiheesta nousivat esiin tiegeometrian vaikutukset liikennöintiin ja polttoaineen kulutukseen. Esimerkiksi kiertoliittymät etenkin tasauksen koverissa (alavissa) kohdissa lisäävät raskaan liikenteen polttoaineen kulutusta. Yksi kiertoliittymä voi aiheuttaa raskaalle ajoneuvolle jopa 1 diesellitran lisäkulutuksen. Kiertoliittymiä ei tule sijoittaa pääteille, vaikkakin taajamassa kiertoliittymät ovat yleensä toimivia. Myös liikennevaloliittymien kohdalla tilanne on sama. Hankesuunnitteluvaiheessa tulee tehdä vertailua rakenteen eri materiaalien sekä liittymätyyppien välillä, jotta optimoitaisiin hankkeen energiatehokkuus. Ylipäänsä hankesuunnittelun osalta painotettiin kokonaistaloudellisuuden ja elinkaariajattelun merkitystä, jotta päädyttäisiin mahdollisimman energiatehokkaisiin ratkaisuihin. Tieväylien laitteita ja tekniikkaa voidaan käyttää uudestaan, mutta niiden uusiokäyttö riippuu laitteen elinkaaresta.

Rakentamisvaiheen osalta keskusteltiin energiankulutuksen seuraamisesta. Saatavan tiedon avulla voidaan optimoida energiankulutusta rakentamisaikana. Rakentamisen aikaista energiankulutusta voidaan jo nykyisin seurata jollain tasolla IVAR3-laskentaohjelman ja Inku-kustannuslaskentasovelluksen avulla. Väylänpidossa käytettävälle kalustolle pitää myös asettaa vaatimukset kulutuksen ja kaluston iän suhteen, jolloin polttoainekustannukset saadaan optimoitua ja työmaalla käytettään mahdollisimman energiatehokasta kalustoa. Maanteiden hoidon urakoissa on käytetty kalustolle asetettuja ympäristövaatimuksia systemaattisesti jo 10 vuoden ajan, mutta väylärakentamishankkeissa vaatimuksia ei ole ollut käytössä (Väylävirasto 2021a).

Kunnossapidon osalta esille nousi nykyisten varusteiden ja laitteiden uudelleen hyödyntäminen. Kiertoliittymät koettiin myös kunnossapidon kannalta haastaviksi energiatehokkuuden näkökulmasta. Korjausmenetelmien energiatehokkuuteen tulee kiinnittää enemmän huomioita. Kunnossapidon alueurakan hiilijalanjäljen laskentaa on tehty mm. Destia Oy:n toimesta, mutta kunnossapidon aikainen energiankulutustieto on vielä hyvin vajavaista. Mitä enemmän tiellä on liikennettä, sitä enemmän energiankulutus painottuu käyttöön. Talvikunnossapidon energiatehokkuuden parantamisessa tärkeää on oikea ajoitus: liian aikaisin ajoitettu hoitotyö johtaa usein siihen, että vaaditaan tuplamäärä ajokertoja, kun taas myöhään ajoitettu hoitotyö johtaa pahimmillaan onnettomuustilanteisiin (Väylävirasto 2019b).

Haastateltavien mukaan maanteiden osalta pyrkimyksenä on parantaa energiatehokkuuden huomioon ottamista ja massatalouden optimointia. Toisaalta suunnitteluohjeet ohjaavat energiatehokkuutta jo nyt. Eri asioiden arvostukset voivat muuttua tulevaisuudessa. Suunnittelussa olisi mielenkiintoista tutkia kokonaisuuksia, joihin kannattaa energiatehokkuuden osalta tarttua. Uusiomateriaalit, rakentamisen aikainen suunnittelu, materiaalien optimointi, tien geometria ja liittymätyypit ovat potentiaalisia kohteita jatkotutkimuksille.

EU pyrkii harmonisoimaan raskaiden ajoneuvoyhdistelmien mittoja ja massoja. Euroopassa yleisin yhdistelmän suurin sallittu massa on noin 40 tonnia, kun esimerkiksi Suomessa se on 76 tonnia. Todennäköisesti mahdollinen harmonisointi tulee koskemaan vain pituuksia, ei massoja. Jos sallitut massat pienenevät, kuljetusten määrä ja sen myötä energiankulutus kasvavat. Tämä voisi myös aiheuttaa ainakin väliaikaisesti pulaa kuljettajista. Toisaalta kuljetusten osalta menetelmät kehittyvät

jatkuvasti. Uusiutuvat energianlähteet voivat aiheuttaa haasteita teiden käytölle. Esimerkiksi aurinkokennojen osalta on ilmennyt heijastusongelmia.

Oleellista tieverkon kannalta on löytää oikea hetki, jolloin kannattaa tehdä toimenpiteitä. Detaljit ratkaisevat, ja huonot ratkaisut voivat tehdä koko tieverkosta toimimattoman. Siksi osaoptimointia tulee välttää. Tieverkon tulevaisuuteen vaikuttaa, mitkä energiamuodot ovat käytössä tieliikenteessä. Kaasusta ja öljystä halutaan päästä eroon, ja on vielä epäselvää, miten muutos vaikuttaa tieinfraan. Latausinfraan tarve on olemassa, mutta ei ole selvää käsitystä siitä, kenen vastuulla sen toteuttaminen ja ylläpito ovat. Esimerkiksi liityntäpysäköintialueet voivat olla hyviä kohteita latausinfraan toteuttamiselle. Lisäksi uutta rakennettaessa on aina helpompaa varautua latausinfraan rakentamista varten kuin jo rakennetulla tieverkolla. Kuljetusketjujen pituus asettaa haasteita sähköisiin kuljetuksiin, mutta esimerkiksi paikallinen energiantuotanto voi tuoda uusia mahdollisuuksia. Siirtyminen sähköautoihin vähentää merkittävästi liikenteen energiankulutusta, koska sähköautot ovat polttomootoriautoja energiatehokkaampia (LVM 2018).

3.5 Haastattelut, rata

Haastatellut henkilöt on todettu kohdassa 1.5. Alle on kuvattu keskeisiä haastatelluissa esille nostettuja ratoja koskevia asioita.

Raideliikenne on energiatehokkain tapa kuljettaa tavaroita ja ihmisiä. Raideliikenteen energiankulutus on alle 3 % koko Suomen liikenteen energiankulutuksesta (Liikennevirasto 2011a). Megatrendit, kuten kaupungistuminen ja sähköistyminen, tukevat raideliikenteen kasvua. Uuden radan rakentaminen aiheuttaa kuitenkin merkittävän piikin energian ja materiaalien kulutuksessa. Uudet ratainvestoinnit ovat myös kalliita. On tärkeää pohtia, onko rataverkon osalta energiatehokkaampaa vanhan korjaaminen vai uuden rakentaminen. Myös uudet rahoitusmallit voidaan nähdä haasteena tai mahdollisuutena. On hyvä huomata, että ratahankkeisiin sisältyy merkittävästi myös muuta rakentamista, esimerkiksi huoltoteiden, taitorakenteiden ja meluvallien rakentaminen. Radanpidon käytönaikainen energiankulutus jakautuu seuraavasti: vaihteenlämmitys 54 %, valaistus 25 %, liikenteenhallinta 14 % ja muut 7 % (Liikennevirasto 2011b).

Haastattelussa nousi esille muutamia yksittäisiä esimerkkejä energiatehokkuudesta raideliikenteen osalta. Isoissa ratahankkeissa tulee esittää, miten voidaan esimerkiksi louhekuljetusten osalta toimia energia- ja resurssitehokkaasti. Suunnittelu- ja investointivaiheeseen tulee tuoda enemmän tietoa massojen hallinnasta, jotta tätä asiaa voidaan edistää. Ratapuolella on lisäksi paljon omaa materiaalia, mikä poikkeaa muista väylämuodoista. Yksi vaihtoehto on, että tulevaisuudessa Väylävirasto hankkii urakoiden materiaalit kollektiivisesti ja urakoitsijat hoitavat pelkästään rakentamisen. Ratasuunnittelusta puuttuu laskentatapoja, joilla energiatehokkuuden hyötyjä saadaan paremmin esille. Suunnitteluvaiheessa tulee pystyä laskemaan tarkemmin, paljonko luonnonvaroja kuluu, kun valitaan tietty menetelmä tai materiaali. Nykyisten ratasuunnittelun ohjeiden mukaisesti tehtyjen ratojen kohtauspaikkojen sijainti on optimoitu niin, että hidastuminen tapahtuu ylämäkeen ja kiihdyttäminen alamäkeen. Vanhoilla radoilla on edelleen pystygeometrialtaan jyrkempiä ratoja, jotka etenkin raskaan liikenteen osalta lisäävät energiankulutusta.

Liikennöinnin toimintatavat vaikuttavat merkittävästi etenkin tavarajunien energiankulutukseen. Muu junaliikenne on yksi reunaehto, jonka mukaan tavarajunien

on liikennöitävä. Tavarajunia ajetaan usein liian nopeasti, jotta kuljetukset ovat varmasti ajallaan perillä. Myös liikennöinnin aiheuttama melu ja värinä ovat rata-verkon toimintaan ja rakentamiseen vaikuttavia reunaehtoja. Liikennöitsijän ja rata-verkon haltijan välillä on kustannusten osalta käynnissä ikuinen köydenveto. Liikennöitsijänä toimiva VR ehdottaa Väylävirastolle usein kehityskohteita. Tulevaisuudessa tekniikan kehittyminen voi mahdollistaa aiempaa kustannus- ja energiatehokkaammat rakennusmenetelmät esimerkiksi tunnelien osalta. Myös radan materiaalien uudelleen käyttäminen lisää energiatehokkuutta. Jos liikenteenhoitoon lisätään energiatehokkuusbonukset, energiatehokkuudelle tulee uusi kannustin.

3.6 Haastattelut, vesiväylät

Haastatellut henkilöt on todettu kohdassa 1.5. Alle on kuvattu keskeisiä haastatelluissa esille nostettuja vesiväyliä koskevia asioita.

Urakoitsijoiden osalta keskeistä on käytettävien laitteiden kehitys. Suunnittelijoiden tulee jatkossa tietää paremmin suunnitteluratkaisujen vaikutukset energiatehokkuuteen. Turvallisuus tulee myös vesiväyliä suunniteltaessa ensin ja vasta sen jälkeen muut tavoitteet, kuten energiatehokkuus. Vesiväyliä suunniteltaessa on mukana myös puolustushallinto.

Energiatehokkuus näkyy tällä hetkellä vesiväyliä suunniteltaessa niin, että pyritään parantamaan kuljetustaloudellista tehokkuutta eli mahdollistamaan suurempien aluksien kulkeminen vesiväylillä. Näin saadaan kustannukset kuljetusyksikköä kohti pienemmiksi, ja samalla pienenevät energiankulutus ja päästöt. Energiatehokkuutta on lisäksi pohdittu turvalaitevalintojen sekä turvalaitteiden huoltomahdollisuuksien yhteydessä. Vesiväyliä hankesuunniteltaessa ei vielä huomioida energiatehokkuutta koko elinkaaren ajalta. Alalla on pohdittu, miten energiatehokkuutta saadaan näkyvämmäksi suunnitteluun ja väylän hoitoon, mutta vielä ei ole olemassa selkeää etenemissuunnitelmaa. Alusliikenteen päästömääräykset kiristyvät, mikä ajaa toimijoita suurempien alusten käyttöön ja luo sitä kautta tarpeen leveämpien ja syvempien vesiväyliä rakentamiselle. Jatkossa ympäristönäkökulmat ja energiatehokkuus tulee ottaa entistä paremmin huomioon suunniteltaessa.

Rakentamisen osalta ei ole vielä otettu käyttöön toimenpiteitä, kuten esimerkiksi päästöluokkia rakentamisessa käytettäville koneille. Ongelmana on vesipuolen urakoitsijoiden vähäinen määrä. Tähän liittyen on mietitty kannusteita, joilla urakoitsijat saadaan käyttämään energiatehokkaampia laitteita ja panostamaan niihin. Ruoppausurakoissa on kansainvälisiä toimijoita, joten kansainväliset säädökset tulee myös huomioida. Jos verrataan vesiväyliä rakentamisvaihetta väylänhoitoon, voidaan todeta, että väylänhoidolla on näistä kahdesta huomattavasti pienempi vaikutus energiankulutukseen. Turvalaitteiden kaukohallinnalla pystytään ennakoimaan tarvittavaa valotehoa ja sitä kautta parantamaan energiatehokkuutta. Käytännössä tämä vähentää alusten odotusaikoja ja lisää siten energiatehokkuutta ja mahdollistaa myös turvallisemman kulkemisen väylällä.

Uusien alusten energiatehokkaammat runkomuodot, jotka on optimoitu avovesille, vaativat pohjoisessa enemmän jäänmurtoa ja alusten avustusta. Myös merituulipuistot tulevat vaikuttamaan väyliä suunniteltaessa ja reitteihin. Alukset on avustettava tuulipuiston läpi, jotta ne eivät ajaudu puiston alueelle. Digitaalinen väyläkortti tulee muuttamaan tulevaisuudessa vesiväyliä käyttäen, koska pidemmällä

tähtämellä tästä on tulossa tiedonjakoalusta. Digitaalisen väyläkortin voi ladata verkosta, ja sen etuna ovat aina ajantasaiset tiedot.

Ilmaston lämpenemisen vaikutuksia merenpinnan nousuun ei ole vielä tarkasti laskettu. On mahdollista, että nousu vähentää ruoppaustarvetta tulevaisuudessa. Toisaalta ruoppauksia todennäköisesti tarvitaan edelleen, koska uudet, suuremmat alukset tarvitsevat syvempiä ja leveämpiä väyliä. Myös kasaantunut jää ja entistä paksumpi sohjokerros lisäävät talvimerenkulun haasteita.

3.7 Haastattelut, hankearviointi

Haastatellut henkilöt on todettu kohdassa 1.5. Alle on kuvattu keskeisiä haastatelluissa esille nostettuja hankearviointia koskevia asioita.

Hyöty-/kustannuslaskenta (kannattavuuslaskenta) on oleellinen osa hankearviointia. Hankearvioinnin keskiössä on se, miten hanke kokonaisuutena muuttaa nykyistä tilannetta, mutta varsinaisesti vaikutuksia ei arvioida. Näin ollen hankearvioinnilla ei pystytä suoraan vaikuttamaan esimerkiksi energiatehokkuuteen. Mikäli energiatehokkuudelle pystyttäisiin luomaan tunnuslukuja, mahdollistaisi se hankkeiden tarkemman vertailun. Jo nykyisin hankearvioinnissa vertaillaan energiankulutusta, mutta rakentamisen aikaista energiankulutusta ei voida tällä hetkellä ottaa huomioon. Tulevien vuosien aikana hankearviointiin on kuitenkin tarkoitus ottaa mukaan myös rakentamisvaiheen energiankulutuksen arviointi.

Hyöty-/kustannuslaskentaan sisällytetään vain asioita, joille on pystytty määrittämään euromääräinen arvo. Jos voitaisiin luoda jonkinlainen ympäristömittari, josta saataisiin tunnuslukuja, energiatehokkuus- ja kiertotalousnäkökulmat näkyisivät paremmin hankevaihtoehtojen vertailussa. Energiatehokkuus ja kiertotalous on otettava huomioon jo suunnitelmaratkaisuja muodostettaessa eikä vasta hankearviointivaiheessa. Hankearvioinnin näkökulmasta suunnitteluvaiheessa tulee myös tehdä arvioinnit ja asettaa indikaattorit, jotta hankearvioinnissa voidaan vertailla asetettuja indikaattoreita. Energiatehokkuus ja kiertotalous tulee huomioida myös suunnitteluvaiheessa tuotettavassa kustannusarviossa.

Vaikuttavuuden sanalliseen ja määrälliseen arviointiin on hyvä lisätä sisältöä energiatehokkuudesta ja kiertotaloudesta, jotta niitä voidaan huomioida paremmin hankearvioinnissa.

Tiegeometrialla on raskaalle liikenteelle huomattavasti suurempi vaikutus kuin henkilöautoille. Raskaan liikenteen kulutukseen vaikuttaa merkittävästi ajotapa. Jos esimerkiksi alamäkeen ajetaan rajoitinta vastaan, ylämäessä tehty työ (potentiaalienergian kasvattaminen) menee hukkaan nopeuden rajoittamisen myötä. Tiehankkeiden osalta mäkien loiventamisen vaikutuksen suuruus voidaan karkealla tasolla arvioida IVAR3-laskentaohjelman avulla. Ratahankkeiden osalta ei ole olemassa vastaavaa työkalua.

3.8 Haastattelut, liikennejärjestelmät

Haastatellut henkilöt on todettu kohdassa 1.5. Alle on kuvattu keskeisiä haastatelluissa esille nostettuja liikennejärjestelmiä koskevia asioita.

Energiatehokkuutta kannattaa katsoa koko matkaketjun näkökulmasta. Energiatehokkaan liikennejärjestelmän tavoitteena on vaikuttaa kulku- ja kuljetusmuotosiirtymiin siten, että suurempi osa liikenteestä tapahtuisi energiatehokkaammilla kulku- ja kuljetusmuodoilla. Kuljetusmuotosiirtymätavoitteet eivät kuitenkaan nykytilanteessa näy yksittäisissä ohjeissa. Liikenne 12 -suunnitelmassa on asetettu yleiset saavutettavuus-, kestävyys- ja tehokkuustavoitteet, ja ne kaikki pyrkivät hillitsemään ilmastonmuutosta. Myös päästötön liikennejärjestelmä on työn alla. Energiatehokkuusasiat on sisäänrakennettu liikennejärjestelmän ja väylien palvelutasovaatimukseen. Kuljetusmuodon valinta on monen asian summa. Suomen rataverkon osalta yleiskuva on, että raiteille mahtuu kulkemaan selvästi nykyistä enemmän tavaraliikennettä.

Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden kannalta kaavoitus ja maankäytön kehittäminen ovat merkittävässä roolissa. Niillä on suuri vaikutus myös yksittäisen väylän suunnittelussa. Kaupunkiseutujen kehitys tulee suunnitella ensisijaisesti kestävästi liikkumisen lähtökohdista. Rahdin antajat ja kuljetusyritykset ovat keskeisessä asemassa energiatehokkuuden edistämiseksi. Väylänpidon toimijoiden pitää ymmärtää logiikka, jonka mukaan päätöksiä tehdään sidosryhmien osalta. Yhteistyötä tehdään MAL-kaupunkiseutujen (isojen kaupunkien) kanssa hankintojen osalta.

Energiatehokkuuden edistämiseksi ensin tulee tunnistaa, mitä pitää ohjeistaa, ja sen jälkeen päättää, mihin ohjeisiin nämä vaatimukset tulee lisätä. Levähdysalueet ja näiden mahdolliset sähköautojen latausasemainvestoinnit ovat vain pieniltä osin väylänpitäjän vastuulla. Tällä hetkellä ei ole selvää, kuka vastaa kokonaisuudesta. EU:n päätökset energiatehokkuuden osalta ovat käynnissä (mm. TEN-T-asetustyö on kesken). Henkilöliikenteen osalta jalankulun ja pyöräilyn reitit ja baanat ovat oleellisia, jos halutaan tehdä kuljetusmuotosiirtymää pois autoilusta.

Yksin ajettavat henkilöautot aiheuttavat eniten energiahävikkiä. Täysi juna henkilökuljetuksissa on energiatehokkain, ja lisäksi vesikuljetukset ovat suurien volyymien takia yksikkökulutukseltaan vähäisiä. Yleisesti tyhjänä ajo ja epätasainen kuljetusnopeus lisäävät energiankulutusta. Myös huonot työmaan aikaiset liikennejärjestelyt aiheuttavat ajoneuvon nopeusmuutosten takia energiahävikkiä.

Liikenne palveluna (MaaS) on nykyisin vähemmän esillä, mutta ajoneuvojen omistamisen tai vuokraamisen vaihtoehdot lisääntyvät henkilö- ja tavarankuljetuspuolella. Viime aikojen maailmantilanteen takia energiaomavaraisuuden merkitys on kasvanut. Liikenne- ja viestintäministeriö Traficom in valtakunnallinen liikenne-ennuste toimintaympäristön kuvauksineen on julkaistu joulukuussa 2022. Liikkumisen hinta on vaikeasti ennustettavissa nykyisessä tilanteessa mm. korkean sähkön hinnan vuoksi. Hintojen ohjaava vaikutus kuljetusmuodon valinnassa on merkittävä. Turhien väylänpidon toimenpiteiden tekeminen energiatehokkaasti ei ole tavoiteltavaa. Kun tehdään energiatehokkuustarkasteluja ja -laskelmia, raja-alue on todella tärkeä. Esimerkiksi sähkön ja bensiinin osalta on nykyisin käytössä eri rajaukset.

Tieto reittien ruuhkautumisesta auttaa valitsemaan vaihtoehtoisia reittejä. Ajantasainen tieto voi merkittävästi parantaa liikenneverkon käyttöastetta ja liikenteen sujuvuutta koko liikenneverkolla. Liikenteen energiankulutus vähenee kansainvälisten kokemusten mukaan ajantasaisen tiedon avulla erittäin vilkkailla ja ruuhkautuvilla katuosuuksilla parhaimmillaan jopa 20 %. (Väylävirasto 2019b)

3.9 Yleiset havainnot

Tähän kappaleeseen on koottu yleisiä energiatehokkuuteen liittyviä havaintoja haastatteluista ja muista tietolähteistä.

Hankesuunnittelussa kiinnitetään jo nykyisin huomiota ilmastopäästöihin. Huomiota kiinnitetään jatkossa yhä enemmän myös luonnon monimuotoisuuteen. Liikenne 12 -suunnitelman tavoitteet ovat saavutettavuus, kestävyys ja tehokkuus, ja ne kaikki pyrkivät hillitsemään ilmastonmuutosta.

Energiatehokkuus-, ympäristö-, ilmasto- ja kiertotaloustoimenpiteiden osalta on esitetty paljon tavoitteita, mutta tavoitteiden konkretisoimisessa on puutteita. Yhteistoiminnallisten prosessien kehittäminen mm. maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, liikkumisen palveluiden suunnittelussa ja toteutuksessa eri toimijoiden kanssa on keskiössä energiatehokkuudessa. (Väylävirasto 2019b)

Väylänpidon prosesseissa tulee laskea ensin energiatehokkuuden kokonaiskulutukset ja sitä kautta löytää vaikuttavimmat toimenpiteet. Eri osa-alueiden osalta tulee saada selville eriteltynä energiankulutuslaskelmat, ja näiden pohjalta voidaan määrittellä yksilöllisemmät tavoitteet. Riskinä on, että resursseja käytetään kohteissa, joissa ei ole suurta vaikuttavuutta. Koneohjaus ja tietomallipohjainen suunnittelu edesauttavat energiatehokkuutta rakentamisen aikana. Energiankulutus näkyy rakentamisen ja kunnossapidon hinnoittelussa, ja siksi energiatehokkuus on myös taloudellisista lähtökohdista tavoiteltavaa.



Kuva 3. Massojen hallintaan käytetty kenttä väylähankkeen läheisyydessä (Lähde: Väyläviraston kuva-arkisto).

Tällä hetkellä väylänpitoon liittyvää massojen hallintaa ei koordinoita, eikä eri väylämuotojen osalta tehdä massojen hallinnan yhteistyötä. Yhteistyön puutetta on myös valtion eri väyläviranomaisten ja kuntien välillä. Uusiomateriaalien ja ylijäämämassojen laajemmän hyötykäytön avulla voidaan parantaa muiden hyötyjen ohella myös energiatehokkuutta. Ylijäämämailla tarkoitetaan rakentamisen aikana muodostuvia maa-aineksia, joita ei voida hyödyntää samassa hankkeessa. Masso-

jen hallinnan kannalta tärkeä hyötykäytön suunnittelun vaikutuspiste on yleissuunnitelman laadinta. Kuvassa 3 on esitetty massojen hallintaan käytetty kenttä väylähankkeen läheisyydessä. Massojen hallinnalla voidaan ympäristötavoitteiden edistämisen lisäksi myös säästää kustannuksissa. Massatietojen kerääminen hankkeeltaisesti on tarpeen, sillä tietojen avulla voidaan yhteensovittaa laajemmin hankkeiden massatarpeita. Tiedonsiirtoon eri hankkeiden välillä ei kuitenkaan tällä hetkellä ole olemassa laajassa käytössä olevaa käytäntöä.

Väylävirasto on sitoutunut vuonna 2022 päästöttömien työmaiden green deal -sopimuksen yhteistyöhön. Väyläviraston julkaisun *Väylärakentamisen kaluston ympäristövaatimukset – Tiekartta työkone- ja kuljetuskaluston vaatimukseen vuosille 2022–2030* mukaan Stage IV- ja Euro VI -päästövaatimukset tulevat käyttöön vuosina 2023–2027 (Väylävirasto 2021a). On myös hyvä pohtia, mitä muutoksia rakentamisvaiheessa tulee pystyä tekemään tai sallimaan energiatehokkuuteen liittyvissä asioissa. Valtakunnan tasolla energiaverotuksella voidaan vaikuttaa liikku- misen määrään ja kulkumuotoihin sekä eri ajoneuvojen käyttövoimiin ja niiden energiatehokkuuteen. Energiaverotuksella voidaan siten ohjata liikenteen käyttäjiä kohti energiatehokkaampien ajoneuvojen käyttöä niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Energiatehokkaampien autojen kehittämistä ja käyttöä voidaan pitää yhtenä keskeisenä keinona vähentää polttoainekustannuksia (Väylävirasto 2021b).

Laajemmin ajateltuna kulkumuotosiirtymillä vaikutetaan liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantamiseen. Kuljetusmuotosiirtymät edellyttävät kaikkien eri osa-alueiden huomiointia ja kehitystä. Jalankulun, pyöräilyn ja raideliikenteen lisääminen vähentävät energiankulutusta, etenkin henkilöliikenteen osalta. Toisaalta myös tieliikenteen sähköistyminen vähentää tieliikenteen aiheuttaman energiankulutuksen päästövaikutuksia. Lisäksi maanteiden raskaan kuljetuskaluston energiataloutta on jatkuvasti parannettu ja kuljetusten ympäristökuormitusta ollaan määrätietoisesti alentamassa. Näin ollen ympäristöargumentin painoarvo kuljetusmuodon vaihtamisen perusteena vähenee. (Väylävirasto 2021b)

Rautatiekuljetusten lisäämisessä potentiaalisia käyttäjiä voivat olla etenkin kauppa sekä pienet ja keskisuuret yritykset (pk-yritykset). Rautatiekuljetusten lisääminen edellyttää kuitenkin merkittäviä systeemisiä muutoksia, joilla sekä kaupan että pk-teollisuuden vaatimukset voidaan täyttää. Tällä hetkellä kuljetuspalvelujen markkinat ja rataverkko eivät täytä edellytyksiä mainittujen toimialojen tiekuljetusten siirtämiseen rautateille.

Sisävesikuljetuksissa lastin lastaus ja purku muodostavat huomattavan kustannuserän, mutta mitä pidempi matka on, sitä kustannustehokkaampi kuljetus on. Sisävesikuljetusten vahvuus onkin suoraan tehtaalta-tehtaalle-kuljetuksissa. Monet kuljetusketjut jatkuvat Suomesta suoraan Keski-Euroopan sisävesiverkostolle. Tämänhetkinen maailmantilanne on lähes pysäyttänyt Saimaan kanavan käytön ja siten rajoittaa sisävesikuljetusten kasvua. (Väylävirasto 2021b)

Tällä hetkellä suuri osa Helsingin ja Oulun välillä kulkevasta tavaraliikenteestä kulkee teitä pitkin. Muissa pohjoismaissa on hyviä esimerkkejä siitä, että tiekuljetuksia on siirretty raiteille onnistuneesti. Suomen osalta tämä edellyttää Riihimäen ja Tampereen välille vähintään kolmatta raidetta sekä sitä, että Tampereen ja Oulun välillä radan tulee olla kokonaan kaksiraiteinen. Lisäksi raideliikenteen harjoittajan tulee kehittää liiketoimintaansa. Esitetty pääradan muodostama kuljetuskäytävä mukaan lukien tehokkaat logistiset solmupisteet avaavat palvelutasollaan uusia mahdollisuuksia kuljetuskonseptien kehittämiseksi. Esimerkiksi kytkeytyminen

Ruotsin rataverkkoon ja rautatiekuljetusmarkkinaan Haaparannan ja Tornion kautta tarjoaa uusia kuljetusratkaisuja Narvikin sataman kautta eri markkinoille tai Ruotsin kautta Keski-Eurooppaan. Lisäksi Suomen, Venäjän ja Aasian väliset konttijunareitit voivat laajentaa palvelutarjontaa koko Skandinavian alueelle. (Väylävirasto 2021b)

Sisämaan sataman perustaminen on mielenkiintoinen konsepti energiatehokkuudenkin kannalta. Sisämaan satamaa on ensivaiheessa kaavailtu etenkin Tampereen seudulle. Sisämaan satama mahdollistaa erilaisten logistiikkakonseptien kehittämisen ja kuljetusmuotojen siirtymän. Sisämaan satamaan muodostetaan logistiikkakeskus, johon on vahvoja kuljetusvirtoja yhdestä tai useammasta satamasta. Runkokuljetukset voidaan operoida silloin päivittäisillä rautatiekuljetuksilla, ja tiekuljetusten roolina ovat pääasiassa tuotteiden keruu- ja jakelukuljetukset sisämaan sataman ympäristöön. Väylänpitäjän rooli on tarjota hyvät liikenneyhteydet tie- ja rautatieinfrastruktuurilla. (Väylävirasto 2021b)

4 Toimenpide-ehdotukset

Tässä kappaleessa on esitetty haastattelujen ja aineistoanalyysin pohjalta muodostettuja toimenpide-ehdotuksia energiatehokkuuden parantamiseksi. Toimenpiteet liittyvät laaja-alaisesti väyläverkon toimintaympäristöön, ja on arvioitava, mitkä niistä ovat Väyläviraston ja väyläpidon vaikutuspiirissä ja mihin väyläpidon vaiheeseen ne liittyvät. Toimenpide-ehdotukset on muodostettu energiatehokkuuden näkökulmasta, eikä niiden yhteydessä ole arvioitu toimenpiteiden kokonaisvaikutuksia. Toimenpide-ehdotukset on jaettu toiminnan ohjausta, käytäntöjä ja menetelmiä, väyläpidon vaiheita sekä ohjeita koskeviin ehdotuksiin.

Esitetyt toimenpiteet otetaan hankesuunnittelun osalta mukaan erillisessä hankesuunnittelua koskevassa toimeenpanosuunnitelmassa. Työn aikana on lisäksi tunnustettu väylänpitoon liittyvien toimenpiteiden edistämiseen liittyviä lisäselvitystarpeita ja jatkotoimia, jotka on esitetty kohdassa 5.

4.1 Toiminnan ohjausta koskevat ehdotukset

Prosessit ja tahtotila

Väyläpidon energiatehokkuuden tahtotila tulee kirkastaa. Nykyisin lainsäädännöstä ei juuri tule velvoitteita energiatehokkuuden osalta.

Energiatehokkuuden parantaminen edellyttää Väyläviraston prosessien systemaattista läpikäyntiä ja prosessikohtaisten vaikuttavien toimien tunnistamista energiatehokkuuden näkökulmasta. Integrointi muuhun toimintaan on oleellista, ja se edellyttää yhteistyötä muiden toimijoiden kanssa.

Energiatehokkuuden vaikutusten arviointi tulee liittää kiinteäksi osaksi jokaista väyläpidon prosessia. Energiatehokkuuden numeerista mittaamista varten tarvitaan työkaluja, menettelyjä ja ohjeistusta.

Yhteistyö, vuorovaikutus ja koulutus

Laajalla ja tarkoituksenmukaisella yhteistyön lisäämisellä eri asiantuntijoiden, poliitikkojen ja sidosryhmien välillä voidaan parantaa suunnitteluprosessin mahdollisuuksia toimia energiankulutuksen vähentäjänä ja energiatehokkuuden parantajana. Väyläpidon toimijoiden ja palveluntuottajien kouluttaminen on yksi keino energiatehokkuuteen liittyvän tietoisuuden lisäämiseen.

Tiedon kerääminen ja käyttö

Jotta energiatehokkuuteen liittyvää tietoa voidaan kerätä systemaattisesti, pitää ensin määritellä, minkälaista ja -muotoista tietoa halutaan kerätä ja millä työkaluilla tietoa käytetään. Tiedot ovat nykyisellään pääosin riittäviä vaikuttavuuden suuruusluokan arvioimista varten, mutta tulosten yhteismitallisuudesta ei ole täyttä varmuutta, sillä tulosten luotettavuudessa ja tutkimusmenetelmissä on eroja (LVM 2018).

Kun tiedonkeruun ja sen käytön tavat on määriteltä, voidaan energiankulutuksen ja sitä kautta energiatehokkuuden nykytaso selvittää niin, että huomioidaan kaikki

elinkaaren vaiheet (suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito sekä purkuvaihe).

Energiatehokkuutta lisääviä toimia voidaan edistää vaikuttavuustiedon avulla. Hyvät käytännöt tulee koota yhteen, ja tietoa niistä tulee välittää tehokkaasti eteenpäin. Myös suunnittelu- ja toteutusvaiheiden tulee jakaa nykyistä enemmän tietoa ja työkaluja. Lisää yhteistyötä kaivataan myös vesiväylä-, rata- ja tiehankkeiden välillä esimerkiksi massayli- ja -alijäämän ja materiaalien hyötykäytön osalta.

Energiatehokkaat hankinnat

Energiatehokkuutta tulee edellyttää, ja siihen tulee kannustaa hankinnoissa. Hankintojen tueksi tarvitaan kuitenkin selkeämpiä ja konkreettisempia ohjeita siitä, kuinka energiatehokkuus voidaan ottaa paremmin huomioon mm. tarjouspyynnöissä.

Maankäytön suunnittelu

Liikenteen tarpeisiin vaikutetaan yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa muun muassa maankäytön suunnittelun ja liikennesuunnittelun tiiviillä yhteistyöllä erityisesti kasvavilla kaupunkiseuduilla. Näin voidaan ehkäistä yhdyskuntarakenteen hajautumista sekä hillitä liikennemäärien kasvua.

4.2 Käytännöt ja menetelmät

Kulku- ja kuljetusmuotosiirtymät

Eri kulkumuotojen järkevää käyttöä tulee edistää ja energiatehokkaampia liikennemuotoja lisätä kulkumuotosiirtymien kautta. Kulkumuotosiirtymiä voidaan edistää parantamalla joukkoliikenteen, jalankulun ja pyöräilyn asemaa.

Kuljetustermiinaalit ja liikenteen koordinointi

Kehitetään asutus- ja muiden kuljetuskeskittymien lähistölle kuljetustermiinaaleja (hubeja), joihin tulevat ja lähtevät kuljetusvirrat keskitetään. Kehitetään myös sisämaan satama -konseptia. Kaupunkikeskustojen logistiikan koordinointia ja energiatehokkuutta parannetaan, huomioiden myös esteettömän kävely- ja pyöräilyympäristön toimivuus ja viihtyvyys. Energiatehokkuuden kannalta ongelmallisia tilanteita voidaan välttää esimerkiksi liikennevirtojen tasaamisella, sujuvuuden lisäämisellä tai nopeuksia hillitsemällä.

Ajantasaisen, väylien käyttäjille kohdennetun tiedon avulla voidaan vähentää odotusaikoja sekä optimoida koko kuljetusketjua ja sitä kautta parantaa energiatehokkuutta. Tiedonhallinnan toimivuutta tulee parantaa sekä taukopaikkojen riittävä määrä, oikea sijainti ja riittävät palvelut varmistaa. Taukopaikat edesauttavat kuljetusliikenteen sujuvuutta maanteillä ja sitä kautta energiatehokkuutta.

Energiatehokas teknologia ja digitalisaatio

Älyliikenne tulee huomioida ja mahdollistaa väylänpidossa. Koneohjaus ja tietomallipohjainen suunnittelu edesauttavat energiatehokkuutta rakentamisen ja kunnossapidon aikana.

Vesiliikenteessä ajantasaisen tiedon avulla voidaan optimoida alusten ajonopeutta ja vähentää alusten odotusaikoja sekä optimoida koko kuljetusketjua ja sitä kautta vähentää energiankulutusta. Erityisesti tieto väyläsyvyydestä ja jäänmurtotilanteesta sekä tiedon kulkeminen aluksien ja satamien välillä on tärkeää kuljetusten optimoinnin kannalta.

Digitalisaatiota hyödyntämällä voidaan tehostaa koko logistista ketjua (LVM 2018). Esimerkiksi Digiradan tehtävänä on uudistaa junien kulunvalvontaan liittyviä rautateiden teknisiä järjestelmiä. Digiratahankkeen tavoitteena on hyödyntää koko nykyistä rataverkkoa entistä tehokkaammin.

Digitaalisen kaksosen avulla alukset ja varustamot pystyvät simuloimaan liikennevälien käytettävyyttä. Väylämallista saadaan tarkkaa tietoa simulaattorille, mutta vielä ei ole tarkkaa väylämallia, joten sitä tulee kehittää.

Massojen hallinta

Massojen koordinointiin on tarve resursoida nykyistä enemmän työvoimaa. Väyläviraston tehtäviä massojen koordinoinnin osalta on hyvä selvittää lisää. Väylänpittäjien tulee parantaa tiedonvaihtoa yhdessä muiden infra-alan toimijoiden kanssa. On hyvä pohtia, tarvitaanko Väyläviraston oma materiaalipankki, jossa on tietoja massojen materiaaleista, vapautumisajankohdasta, sijainnista ja muista ominaisuuksista. Vaihtoehtoisesti voidaan panostaa olemassa olevien massojen hallintapalveluiden laajempaan käyttöön ja kehitykseen.

Materiaalivalintoihin tulee kiinnittää enemmän huomiota, materiaalien uusiokäyttöä lisätä ja massojen hallintaa tehostaa. Massojen hallinnan vaatimat välivarastointialueet/terminaalit tulee ottaa tarkemmin huomioon suunnittelussa tai mahdollisesti jo kaavoituksessa.

Hyötykäyttökohteiden kartoittaminen ja massojen stabilointimenetelmien kehittäminen on vesiväylien osalta yhä tärkeämpää, kun meriläjityksen määrä vähenee. Vesiväylien rakentamisessa massamäärät ovat niin suuria, että läjityspaikkoja on hankala löytää. Tulevaisuudessa merituulivoimapaistot voivat olla yksi ruoppausmassojen hyötykäyttökohte.

Energiatehokkuuden vaikutusten arvioinnin kehittäminen ja siihen liittyvät työkalut sekä pilotit

Väylänpidon energiatehokkuuden vaikutusten arviointia on ensin kehitettävä laajempaan vaikutusteemana, ja tätä kautta luodaan edellytykset energiatehokkuuden huomioimiseksi esimerkiksi suunnitteluvaihekohtaisissa toimintaohjeissa ja hankearvioinnissa.

Energiatehokkuuden huomioon ottaminen järjestelmien kehittämisessä on tärkeää. Tulee myös selvittää, onko energiatehokkuudelle tarve kehittää tietokantaa päästötietokannan tavoin.

Vemosim on yksinkertainen tiepuolella nykyisin käytössä oleva liikenteen simulaatiotyökalu, jonka edelleen kehittämistä kannattaa selvittää. Myös hankearviointilaskelmiin ja hyöty-kustannusanalyysiin on suositeltavaa kehittää jonkinlainen energiatehokkuuslaskuri.

Energiatehokkuuden liittämistä kustannuslaskentapalvelu Ihkuun päästölaskennan tavoin on suositeltavaa selvittää. Väyläviraston tilaama *Päästölaskennan mahdollisuudet Ihku-laskentapalvelussa – Selvitys* on valmistunut syksyllä 2022 (Väylävirasto 2022c). Selvityksen perusteella on tarve päästölaskennan kehittämiseksi Ihku-laskentamalliin. Tämä vaatii myös infra-alan yhteisten toimintatapojen löytämistä päästölaskennan osalta.

On käynnistettävä pilotteja yhdessä muiden toimijoiden kanssa hyvien käytäntöjen edistämiseksi. Pilottien kautta voidaan muuttaa toimintatapoja energiatehokkaampaan suuntaan.

Väylien käytön tehostaminen

Kansainvälisesti arvioidaan, että yhdistetyt auto-junakuljetukset säästävät energiankulutuksessa jopa 50 prosenttia ja vähentävät hiilidioksidipäästöjä liityntäkuljetusmatkasta riippuen 60–80 prosenttia. Suomessa yhdistettyjen kuljetusten (yli 300 kilometriä pitkissä maantiekuljetuksissa) määrän kasvupotentiaali on jopa 50-kertainen (LVM 32/2011).

Tavarajunien satamakuljetusten sujuvuus tulee varmistaa riittävällä ratakapasiteetilla ja toimintavarmuudella, ja tavarajunien ja matkustajajunien aikataulut tulee sovittaa yhteen.

Liikenteen energiatehokkuutta voidaan lisätä myös kasvattamalla kuljetuskaluston mittoja ja massoja (LVM 2018). Toisaalta kalustokoon kasvattaminen vaikuttaa väylien rakenteisiin ja niiden elinkaaren pituuteen, joten sen kokonaisvaikutuksia tulisi selvittää tarkemmin ja laajemmin energiankulutus ja energiatehokkuus huomioiden. Uudemman kaluston käyttöönotto yleisesti ottaen parantaa energiatehokkuutta.

Rataverkon haltijan rakennukset

Rataverkon haltijan rakennuksien kuntokartoitusten yhteyteen voi liittää energiakatselmuksen, jotta energiatehokkuutta voidaan parantaa ja kokonaiskuva kiinteistöjen energiatehokkuudesta paranee. Nykyisin energiakatselmuksia voidaan hyödyntää energiatehokkuuden parantamiseksi, jos sellainen on tehty kuntokartoituksen yhteydessä (2021c). Vaikutukset ovat kuitenkin rajalliset vähäisen rakennusmäärän vuoksi.

Vesiväylien suurentaminen ja satamien aukioloaikojen pidentäminen

Vesiväylien suurentaminen mahdollistaa suurempien aluksien kulkemisen vesiväylillä, ja näin saadaan pienennettyä energiankulutusta ja päästöjä kuljetusyksikköä kohden. Vesiväylien suurentamisen kokonaisvaikutuksia tulee selvittää tarkemmin ja laajemmin energiankulutus ja energiatehokkuus huomioiden.

Satamien pitäminen auki ympäri vuorokauden ja vuoden jokaisena päivänä vähentää aluksien odotusaikoja.

4.3 Väylien elinkaaren vaiheita koskevat ehdotukset

Suunnittelu

Suunnittelijoiden tulee jatkossa pystyä arvioimaan paremmin suunnitteluratkaisujen vaikutukset energiatehokkuuteen. Suunnitteluun tarvitaan työkaluja, joilla pystytään osoittamaan ja esittämään ratkaisujen energiatehokkuusvaikutukset.

Kuljetusmatkojen minimointi esimerkiksi massojen hallinnan kannalta ja uusiomateriaalien käyttö hankkeessa on huomioitava jo yleis- ja tiesuunnitelmavaiheessa. Kuljetusmatkojen minimoinnin osalta pitää löytää kustannustehokkaat ratkaisut, ja ne tulee ohjeissa olla selvästi esillä.

Tällä hetkellä energiatehokkuuteen liittyvät asiat eivät löydy ohjeista tarpeeksi selkeästi. Jatkossa tulee pohtia enemmän uusiomateriaalien energiatehokkuutta suhteessa neitseellisten kiviainesten energiatehokkuuteen. Suunnittelussa tulee myös pohtia mahdollisuuksia minimoida kuljetusmatkoja asettamalla hankkeissa raamit sille, kuinka pitkän matkan päässä ylijäämämassoja voidaan läjittää ja hyötykäyttää. Suunnitelmaratkaisuiden tulee huomioida paremmin myös rakentamisen ja kunnossapidon tarpeet.

Suunnittelu- ja investointivaiheiden käyttöön tulee tuoda enemmän tietoa massojen hallinnasta ja sen kytkennästä energiatehokkuuteen. Materiaalien uusiokäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksien kehittäminen parantaa energiatehokkuutta ja vähentää energiankulutusta koko elinkaaren aikana.

Väyläsuunnittelun vihersuunnittelussa tulee suosia matalaa ja hidaskasvuista kasvillisuutta, jotta minimoidaan kunnossapitorauksen tarve.

Tie- ja ratasuunnitelmien laadinnassa tulee pohtia vielä nykyistä enemmän rakentamisen aluetarpeita ja teknisiä ratkaisuja energiatehokkuuden kannalta, jotta vältetään maankäytöllisesti ahtailta, kalliilta ja energiaa kuluttavilta ratkaisuilta.

Urakan kilpailutus

Urakka-asiakirjoihin on hyvä lisätä vaatimuksia energiatehokkaan kaluston käytöstä työmaalla. Esimerkiksi urakointivaiheen osalta pitää päättää, mitä muutoksia urakointivaiheessa tulee pystyä tekemään tai sallimaan energiatehokkuuteen liittyvissä asioissa.

Rakentaminen

Massojen hallinta ja optimointi rakentamisen aikana työmaalla on energiatehokkuuden näkökulmasta tärkeää. Myös nykyisten varusteiden ja laitteiden uudelleen hyödyntäminen on keskeistä. Työkoneiden ja kuljetusten päästöjen (ja myöhemmin myös energiankulutuksen) laskentaa voidaan suorittaa työmaan päivittäisessä toiminnassa.

Urakoitsijoiden osalta keskeistä on käytettävien koneiden ja laitteiden kehitys. Uudempien ja kapasiteetiltaan suurempien koneiden ja alusten energiatehokkuus on yleensä parempi.

Käyttö ja kunnossapito

Nykytilaselvityksen aikana esille nousseita tekijöitä, jotka edistävät tieverkon liikennöinnin energiatehokkuutta, ovat ajonopeuksien laskeminen, tien päällystäminen, laadukas talvikunnossapito, loiva pysty- ja vaakageometria, sujuva liikenne ilman ruuhkia sekä letka-ajon mahdollistaminen. Tieliikenteen tavarakuljetuksissa keskeisessä roolissa ovat systeemiset parannukset toimitusketjuissa, logistiikassa ja reittien valinnassa (LVM 2018).

Tällä hetkellä tieverkolla on mittava korjausvelka, ja tilanteen korjaaminen vaatisi vuosittain nykyiseen verrattuna moninkertaisia taloudellisia panostuksia. Yksi keino korjausvelan ja samalla myös energiankulutuksen vähentämiseksi on harvasti liikennöityjen asfaltti- tai öljysorateiden palauttaminen sorapintaisiksi.

Valaistus

Valaistuksessa on suuri säästöpotentiaali sekä maantie- että rataverkolla. Tievalaistuksen energiankulutusta saadaan merkittävästi vähennettyä himmennyksillä, valaisimien vaihdoilla, saneerauksella ja älykkäällä ohjauksella. Pienitehoisten ST-100-, ST-70- ja ST-50-valaisimien vaihtaminen ledivalaisimiksi maksaa itsensä takaisin lähes varmasti alle 10 vuodessa (LVM 2018).

Radanpidon käytön aikaisista energiankulutuskohteista valaistus on toiseksi suurin. Valaistuksella on rooli erityisesti rautatiejärjestelmän toiminnan ja palvelutason kannalta. Tällä hetkellä ei ole yhtenäistä käsitystä valaistuksen mahdollisuuksista päästöjen ja energiankulutuksen minimoimiseksi, vaan tiedot ovat saatavissa sähköalueittain ja isännöitsijäpiireittäin. Valaistuksen suunnitteluohjeissa energiatehokkuus on otettu huomioon, ja ohjeita ollaan päivittämässä. Valaistustekniikka kehittyy nopeasti ja alentaa samalla kustannuksia.

Rataverkon sähköistys

Radan sähköistyksessä 2x25 kV -järjestelmän käyttäminen 25 kV -järjestelmän sijaan voi lisätä energiatehokkuutta. Säästömuuntamojärjestelmä toimii korkeammalla siirtojännitteellä (50 kV), jonka vuoksi siirrosta aiheutuvat tehohäviöt ovat pienemmät ja syöttöasemien välimatka voi olla suurempi. Nykyisin ohjeet ohjaavat tekemään valinnan 25 kV- ja 2x25 kV -järjestelmien välillä. Valinta tehdään usein taloudellisin perustein tai sillä perusteella, ettei syöttöasemilla ole mahdollisuutta 110 kV -liitintään. (Liikennevirasto 2018)

Sähkönsyöttöasemien suodattimien vaihdolla voi saada nopeasti lisättyä energiatehokkuutta. Näin lyhyttä takaisinmaksuaikaa (0,5 vuotta – 1 vuosi) ei ole muussa Väyläviraston infrastruktuurissa.

Rataverkon vaihteenlämmitys

Vaihteenlämmityksen ohjaukseen liittyvä kehitystyö tulee saada viedyksi pikaisesti käytäntöön. Liikenteen toimintavarmuus on ollut tärkein asia lämmitysjärjestelmän rakentamisessa ja ohjauksessa, eikä energiankulutusta ole pyritty minimoimaan koko järjestelmätasolla. Rataverkolla on nyt noin 4000 lämmitettävää vaihdetta, ja käytännössä vaihteita pidetään ohjeista poiketen lämmitettynä koko talvikauden ajan.

Tiedot vaihteenlämmityksen energiansäästömahdollisuuksista perustuvat tehtyihin pilotteihin, joiden perusteella potentiaalia on paljon. Pilottien perusteella voidaan

suunnitella energiankulutuksen ja päästöjen vähentäminen. Taloudelliset säästöt saadaan suhteellisen nopeasti ja pienillä investointikustannuksilla verrattuna muihin energiansäästöhankeisiin.

Liikenteenohjaus ja tietoteknisten rajapintojen kehittäminen

Tiedot liikenteenohjauksen ja tiedonkulun vaikutuksista energiankulutukseen ovat melko yleisellä tasolla. Lopputulokseen vaikuttaa yhteistyö väylänpitäjän ja raide liikenteen harjoittajan välillä, mutta myös liikenneohjaajalla ja veturinkuljettajalla on merkittävä vaikutus. Tasainen matkanopeus ja kohtaaminen ilman pysähtymistä edesauttavat energiatehokkuutta.

Ratapihojen käyttöä ollaan kehittämässä ja ottamassa käyttöön uutta järjestelmää raiteiston käytön tehostamiseksi. Fintrafficin raideliikenteenohjauksen uusi palvelukeskeinen organisaatio on aloittanut 1.1.2023. Sen palveluita ovat liikenteenohjaus- ja hallintapalvelut, digiradan kehitys- ja verifiointipalvelu sekä digitaaliset ekosysteemipalvelut.

Aikataulujen suunnittelu, niissä pysyminen sekä erilaisten häiriöiden, kuten radan huoltotöiden, ajantasainen huomioiminen liikenteen optimoimiseksi ja sujuvoittamiseksi vaikuttavat raideliikenteen energiatehokkuuteen. Häiriönhallinnalla vaikutaan yhtä raideyhteyttä laajempaan kokonaisuuteen ja sen energiankulutukseen. Energiankulutuksen kannalta tavoiteltavia asioita ovat myös yhtenäiset nopeudet rataosuuksilla sekä vaihteiden ja erotusjaksojen optimaaliset sijainnit. Infrastruktuurin ongelmakohtien tehokkaampi tunnistaminen parantaa liikenteen sujuvuutta. Kiihdytysten ja jarrutusten vähentämiseen voidaan pyrkiä valituissa kohteissa esimerkiksi lisäämällä ratakapasiteettiä kaksoisraiteilla.

4.4 Ohjeita koskevat ehdotukset

Useissa suunnitteluohjeissa energiatehokkuus on sisäänrakennettu suunnitteluratkaisuihin. Nykyisin energiatehokkuusteemaa ei ole juuri esitelty tai tuotu selkeästi esiin ohjeissa, joten voi olla tarpeellista laatia energiatehokkuutta käsittelevä laajempi ohje tai lisätä energiatehokkuussisältöä olemassa oleviin ohjeisiin hajautevasti. Ilman selkeitä ohjeita on vaikea vaatia energiatehokkuuden noudattamista.

Nykytilaselvityksen aikana tehdyt havainnot koskien energiatehokkuuden huomioimista nykyisissä ohjeissa on kuvattu kappaleessa 3.2.

5 Lisäselvitystarpeet

Nykytilaselvitystä laadittaessa ja kappaleessa 4 esitettyjä toimenpide-ehdotuksia muodostettaessa on esille tullut tarpeita lisäselvityksille, jotka edesauttavat energiatehokkuutta. Lisäselvitystarpeet on listattu alle kappaleen 4 toimenpide-ehdotusten teemoja mukailleen.

Toiminnan ohjaus

- Väylänpidon tahtotilan ja prosessien tarkempi läpikäynti energiatehokkuuden osalta. Väylänpidon eri vaiheiden energiatehokkuusvaikutusten lisäselvittäminen ja tarkentaminen väylämuotokohtaisesti ottaen huomioon sekä rakentamisen käytön ja kunnossapidon energiatehokkuuden. Tarvi- taan erityisesti ylätason määrittelyjä, ohjausta ja strategisia linjauksia.
- Energiatehokkuudesta tulee laatia sidosryhmäkartta.
- Selvitetään, mitä energiatehokkuuden edistämistoimia edistetään parhail- laan osana Väyläviraston hankintojen toimintalinjojen kehittämistoimia. Otetaan energiatehokkuusvaatimuksien määrittely osaksi eri hankintaka- tegorioiden kehittämistä.
- Väyläpidon energiatehokkuuteen liittyvien toimenpiteiden ja projektien seuranta – mitä on jo toteutettu ja mitä toteutetaan paraikaa.
- Väylämuotojen välisen yhteistyön, sisältäen massojen hallinnan, koordi- noinnin selvittäminen. Selvitys voi kattaa myös Väyläviraston ulkopuolisia hankkeita, esimerkiksi merituulivoimalahankkeita.
- Järjestetään väylänpidon toimijoille ja palveluntuottajille infotilaisuuksia koskien energiatehokkuuden huomioon ottamista väyläpidossa.

Käytännöt ja menetelmät

- Energiatehokkuuden vaikutusten arvioinnin kehittäminen esimerkiksi seu- raavilla toimilla:
 - Laaditaan energiatehokkuuden vaikutusten arvioinnin kehittämisen suunnitelma.
 - Selvitetään, miten nykyiset väyläpidon järjestelmät (esimerkiksi IVAR3, Vemosim, Inku) jo nykyisin käsittelevät ja tuottavat energiate- hokkuuteen liittyvää tietoa. Lisäksi tuloksien vertaaminen kansainväli- siin työkaluihin, esimerkiksi IVAR3:n vertaaminen Ruotsin VTI:n VETO-laskentamallin tuloksiin; VETO-laskentamallissa mäkien pituus ja jyrkkyys sekä tien kaarevuus on huomioitu tarkemmin. Järjestel- mien edelleen kehittäminen, kun vaikutusten arvioinnin etenemis- suunnitelma ja energiatehokkuuden tietotarpeet on tarkemmin määri- tely.
 - Pilotoidaan energiatehokkuuden vaikutusten arviointia esimerkiksi suunnittelukohteissa. Vaikutusten arviointi voidaan tehdä alkuun asi- antuntija-arvioon perustuen.
- Potentiaalisen sisämaan sataman kannattavuusanalyysi, jossa arvioidaan hankkeen vaikutuksia ja toteuttamisedellytyksiä.
- Kattavampi selvitys energiatehokkuusjulkaisuista. Tämä voi olla myös benchmark-tyyppinen selvitys, jossa vertaillaan muita Pohjoismaita.
- Esitettyjen energiatehokkuutta parantavien toimenpide-ehdotusten seu- ranta ja arviointi.

- Älyliikenteen ratkaisujen ottaminen aktiivisemmin osaksi väyläverkon kehittämispolkua.
- Väylänpidon tietomallipohjaisen toiminnan kehittäminen edelleen ja ottaminen osaksi päivittäistä toimintaa.

Väylien elinkaaren vaiheet

- Väylänpidon energiankulutuksen tarkempi selvittäminen ja tiedon yhdistäminen väyliä käytön aikaiseen energiankulutustietoon esimerkiksi pilotti-kohteen laskelman avulla. Voidaan pohtia toteuttamista yhdessä vaikutusten arvioinnin pilotin kanssa.

Ohjeet

- Ohjeiden kehittäminen energiatehokkuuden näkökulmasta esimerkiksi seuraavilla toimilla:
 - Väyläviraston eri ohjetöistä vastaavien tahojen kontaktointi ja informointi energiatehokkuuteen liittyvistä teemoista.
 - Harkittava ohjeistamisen tapaa: energiatehokkuutta käsittelevä laajempi ohje tai teeman vieminen osaksi nykyisiä ohjeita.
- Purkamista käsittelevä laajempi ohje.

6 Johtopäätökset

Nykytilaselvityksen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä siitä, mitä energiatehokkuus väylänpidossa tarkoittaa. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että termi energiatehokkuus ei ole nykyisin väylänpidossa kovin tuttu eikä sitä juuri käytetä. Myöskään nykytilannetta energiankulutuksesta koko väylän elinkaaren ajalta ei tiedetä tarkasti. Energiatehokkuus ilmenee teemana monessa Väyläviraston ohjeessa ja julkaisussa, mutta ei välttämättä energiatehokkuuden nimellä. Siksi energiatehokkuuden termiä on pyritty määrittelemään nykytilaselvityksessä.

Väylänpidon energiatehokkuuteen liittyvät tavoitteet tulee selkeyttää. Väylänpidossa on vaikea edellyttää energiatehokkuutta tai energiankulutuksen vähentämistä, jos termistö ja ohjeet eivät tue energiatehokkuusvaikutusten selvittämistä.

Energiatehokkuutta tulee käsitellä ohjeissa nykyistä enemmän. Lisäksi tarvitaan erilaisia mittareita ja raameja energiatehokkuuden toteuttamiseen käytännön tasolla. Toisaalta väylänpitoa ei voida ajatella pelkästään energiatehokkuuden näkökulmasta vaan pitää huomioida kokonaisuus, jossa on paljon muitakin tärkeitä tavoitteita, kuten esimerkiksi liikenneturvallisuus ja liikenteen häiriöttömyys. Energiatehokkuus on osa väylien suunnittelua, rakentamista, käyttöä ja kunnossapitoa, mutta se on vain yksi kokonaisuuteen liittyvä osatekijä. Esimerkiksi rakentamisvaiheessa on ollut aina mielekästä kuljettaa massoja mahdollisimman pienin kuljetuskustannuksin. Ohjeisiin tarvitaan lisää tietoa suunnitteluratkaisujen vaikutuksista hankkeen energiatehokkuuteen. Suunnittelijat tarvitsevat myös parempia työkaluja hankkeiden energiatehokkuuden määrittelemiseen. Kaikkia tarvittavia menetelmiä tai näkökulmia ei ole vielä tunnistettu energiatehokkuuden määrittämiseen, ja tästä johtuen on esitetty useita lisäselvitystarpeita.

Energiatehokkuuteen vaikuttavat reunaehdot (voimat ja vastavoimat) ovat moninaiset ja monisuuntaiset. Suurin osa energiatehokkuuteen vaikuttavista reunaehdoista samanaikaisesti sekä edistävät että haittaavat energiatehokkuutta. Energiatehokkuudessa tulee keskittyä koko elinkaaren niin, että väylänpidon eri vaiheita arvioidaan kokonaisuutena eikä sorruta eri vaiheiden osaoptimointiin. Liikkumisen nopeus ja väylän elinkaaren pituus ovat oleellisia tekijöitä energiatehokkaammassa tulevaisuudessa. Koko väylän elinkaaren aikaisesta energiankulutuksesta liikenteen osuus on kertaluokkaa väylänpidon osuutta suurempi. Tämä korostuu etenkin maanteiden ja vesiväylien osalta. Rautateillä rakentamisen aikainen energiankulutus on suhteessa samaa luokkaa kuin raideliikenteen aiheuttama energiankulutus.

Kulku- ja kuljetusmuotomuutokset ovat merkittävässä roolissa energiatehokkuuden tavoittelemisessa. Hintojen ohjaava vaikutus kuljetusmuodon valinnassa on ratkaiseva. Energiatehokkuuden lisäämiseen tähtäävät toimenpide-ehdotukset eivät ole vain väylänpitoa koskevia vaan myös liikennepoliittisia. Eräitä merkittävimpiä toimenpiteitä ovat tieliikennekuljetusten siirtäminen raiteille ja sisämaan satama -konseptin kehittäminen. Yksi merkittävä kulkutapamuutos voidaan saavuttaa, jos jalankulku- ja pyöräilyväylien palvelutasoa nostetaan esimerkiksi rakentamalla lisää polkupyöräbaanoja. Lisäksi kaikkien väylämuotojen osalta ajantasainen tieto voi merkittävästi parantaa energiatehokkuutta. Maantieverkolla nopeusrajoituksia on hyvä voida tarkastella energiatehokkuuden näkökulmasta, koska ajoneuvot vaikuttavat merkittävästi ajoneuvojen energiankulutukseen käyttövoimasta riippumatta.

Lähdeluettelo

Finlex 2022. Laki väylävirastosta 936/2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180936> [viitattu 14.11.2022]

Liikennevirasto 2011a. Radanpidon sähkönkulutus ja energiansäästöpotentiaali Taustamuistio energia- ja ilmastostrategian käytäntöön viemisen haasteista ja mahdollisuuksista. Henna Teerihalme. ISBN 978-952-255-702-5. Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/39980773.pdf> [viitattu 1.12.2022]

Liikennevirasto 2011b. Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2011. Verkkojulkaisu pdf. ISSN 1798-6664 ISBN, 978-952-255-701-8. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121670/its_2011-38_978-952-255-701-8.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 14.11.2022]

Liikennevirasto 2014. Liikenneviraston ympäristötoimintalinja. Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2014. Verkkojulkaisu pdf. ISSN-L 1798-825X, ISSN 1798-8268, ISBN 978-952-317-001-8. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/121221> [viitattu 15.11.2022]

Liikennevirasto 2017. Liikenneviraston ympäristöohjelma 2017-2020. Liikenneviraston toimintalinjoja 2/2017. Verkkojulkaisu pdf. ISSN-L 1798-825X, ISSN 1798-8268, ISBN 978-952-317-446-7. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/143727> [viitattu 17.11.2022]

Liikennevirasto 2018. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5 Sähköistetty rata. Liikenneviraston ohjeita 23/2018. ISSN-L 1798-663X, ISSN 1789-6648, ISBN 978-952-317-579-2. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-23_rato5_web.pdf [viitattu 17.11.2022]

LVM 2018. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 - Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti. Johanna Särkijärvi, Saara Jääskeläinen, Katja Lohko-Soner (toimittajat). Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018. ISBN PDF: 978-952-243-559-0. Helsinki 2018. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210> [viitattu 17.11.2022]

Motiva 2022. Väylärakentamisen vähähiilisiä kiertotalousratkaisuja tukevien hankintakriteerien koonti ja kehitystyö –hankkeen loppuraportti 14.4.2022, Motiva Oy. Tilaajat: Ympäristöministeriö ja Väylävirasto. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/19878/Vaylarakentamisen_vahahiilisia_kiertotalousratkaisuja_tukevien_hankintakriteerien_koonti_ja_kehitystyö_hankkeen_loppuraportti_2022.pdf [viitattu 14.11.2022]

Sitra 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39. Saatavissa: https://kirafoorumi.fi/wp-content/uploads/2018/01/Rakennetun_ymp%C3%A4rist%C3%B6n_energi-ank%C3%A4ytt%C3%B6_ja_kasvihuonekaasup%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6t_sitran_selvityksia_2010.pdf [viitattu 9.11.2022]

TEM 2022. Työ- ja elinkeinoministeri. Energiategokkuus. Juhani Tirkkonen, Pia Kotro. Saatavissa: <https://tem.fi/energiategokkuus> [viitattu 9.11.2022]

Tiehallinto 2006. Väylärakentamisen ympäristövaikutukset ja ekoindikaattorit; Ehdotus arviointijärjestelmäksi. Leena Korkiala-Tanttu, Jyrki Tenhunen, Paula Eskola, Tarja Häkkinen, Marja-Riitta Hiltunen ja Anu Tuominen. Tiehallinnon selvityksiä 22/2006. ISBN 951-803-713-2 ISSN 1459-1553 TIEH3200998-v. Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/83994535.pdf> [viitattu 18.11.2022]

Tilastokeskus 2022a. Tiedote: Biopolttoaineiden osuus tieliikenteen energiankulutuksessa nousi 18 prosenttiin vuonna 2021. Julkaistu 22.6.2022. Saatavissa: <https://www.stat.fi/julkaisu/cku5npcrs26ae0c58opn1yq8i> [viitattu 9.11.2022]

Tilastokeskus 2022b. Energian hankinta ja kulutus 2021, ennako. Julkaistu 14.4.2022. Saatavissa: <https://stat.fi/julkaisu/cku5lap681xrt0b05mz2vuo> [viitattu 9.11.2022]

Väylävirasto 2019a. Max Mannola: Väylänpidon hiilijalanjälki ja sen laskeminen. Väylävirasto. Helsinki 2019. Väyläviraston julkaisuja 50/2019. 60 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-740-6. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/173485/vj_2019-50_978-952-317-740-6.pdf?sequence=5&isAllowed=y [viitattu 9.11.2022]

Väylävirasto 2019b. Infran ja väylänpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin - Tilannekatsaus. Väyläviraston julkaisuja 47/2019. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-733-8.

Väylävirasto 2020. Hankinnan toimintalinjat 2020. Väyläviraston julkaisuja 7/2020. Verkkojulkaisu pdf. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-760-4. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/176431/vj_2020-07_978-952-317-760-4.pdf?sequence=5 [viitattu 15.11.2022]

Väylävirasto 2021a. Taneli Varis, Jenni Rovio, Aki Finer: Väylärakentamisen kaluston ympäristövaatimukset - Tiekartta työkone- ja kuljetuskaluston vaatimuksiin vuosille 2022–2030. Väylävirasto Helsinki 2021. Väyläviraston julkaisuja 63/2021. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-911-0 Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183015/vj_2021-63_978-952-317-911-0.pdf;jsessionid=C4E3FD8EA01B01EB66F93D7042EBA4FF?sequence=5 [viitattu 16.11.2022]

Väylävirasto 2021b. Kulkumuotosiirtymät ja kapasiteetti Väyläviraston julkaisuja 68/2021. ISSN 2490-0745 ISBN 978-952-317-918-9. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/182509/vj_2021-68_978-952-317-918-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 16.11.2022]

Väylävirasto 2021c. Radanpidon ympäristöohje. Väyläviraston ohjeita 26/2021. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-26_radapidon_ymparistoohje_web.pdf [viitattu 9.11.2022]

Väylävirasto 2021d. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet. Väyläviraston ohjeita 27/2021. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-27_rato20_web.pdf [viitattu 11.11.2022]

Väylävirasto 2021e. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 2 Radan geometria. Väyläviraston ohjeita 22/2021. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-22_rato2_web.pdf [viitattu 11.11.2022]

Väylävirasto 2021f. Rataverkon raakapuun kuormauspaikkojen suunnittelu - Parhaat käytännöt ja kustannustehokkaimmat ratkaisut. Väyläviraston ohjeita 21/2021. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-21_rataverkon_raakapuun_web.pdf [viitattu 17.11.2022]

Väylävirasto 2022a. Käynnissä olevat ja suunnitellut ohjetyöt 1.9.2022. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/kaynnissa_olevat_ohjetyot_web.pdf [viitattu 10.11.2022]

Väylävirasto 2022b. Rataverkon korjaushankkeiden arviointiohje. Väyläviraston ohjeita 10/2022. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-10_rataverkon_korjaushankkeiden_arviointiohje_web.pdf [viitattu 17.11.2022]

Väylävirasto 2022c. Päästölaskennan mahdollisuudet Ihku-laskentapalvelussa. Väyläviraston julkaisuja 60/2022. ISSN 2490-0745 ISBN 978-952-317-999-8. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/186021/vj_2022-60_978-952-317-999-8.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 7.12.2022]

Väylävirasto 2022d. Kiertotalous väylänpidossa. Väyläviraston julkaisuja 28/2022. ISSN 2490-0745 ISBN 978-952-317-965-3. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/184846/vj_2022-28_978-952-317-965-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 9.11.2022]



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-405-049-4
www.vayla.fi