

PEKKA IIKKANEN  
MIKKO MUKULA

# Rataverkon jatkosähköistys

TARVESELVITYS JA HANKEARVIOINTI





Pekka Iikkanen, Mikko Mukula

# Rataverkon jatkosähköistys

Tarveselvitys ja hankearviointi

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 4/2015

Liikennevirasto

Helsinki 2015

*Kannen kuva: Simo Toikkanen*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-052-0

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 029 534 3000

**Pekka Iikkanen, Mikko Mukula: Rataverkon jatkosähköistys.** Liikennevirasto, suunnitteluosasto. Helsinki 2015. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 4/2015. 45 sivua ja 2 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-052-0.

**Avainsanat:** rataverkko, sähköistys, hyödyt, kustannukset, kannattavuus

## Tiivistelmä

Rataverkon jatkosähköistyksen aikaisemmat tarveselvitykset ja hankearvioinnit ovat vuosilta 2005 ja 2008. Tässä uusimmassa selvityksessä tarkastellaan samoja hankkeita ja hankekokonaisuuksia kuin vuoden 2008 selvityksessä lukuun ottamatta jo toteutettuja rataosien Seinäjoki–Vaasa ja Rovaniemi–Kemijärvi sähköistyksiä. Kaikkiaan on tarkastelu 16 eri rataosan tai eri rataosista muodostuvan kokonaisuuden sähköistyksen tarvetta, kustannuksia, vaikutuksia ja yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.

Suomen rataverkosta on jo merkittävä osa sähköistetty. Rataverkolla on kuitenkin edelleen merkittäviä tavara- ja henkilöliikenteen reittejä, joita ei ole kokonaisuudessaan sähköistetty. Osa puutteista koskee tuotantolaitoksille ja satamiin johtavia raiteita. Useimmiten näitä raiteita ei edes voida lastinkäsittelyn yms. tekijöiden vuoksi sähköistää kokonaan, minkä vuoksi dieselvetureita olisi joka tapauksessa käytettävä. Tilanne on kuitenkin muuttumassa, sillä Suomessa otetaan vuodesta 2017 lähtien käyttöön Vectron-sähkövetureita, jotka voivat apudieselmoottoriensa avulla operoida lyhyitä matkoja myös sähköistämättömillä raiteilla. Tällöin kuljetukset voidaan hoitaa samoilla vetureilla koko matkan.

Rataverkon jatkosähköistyksen avulla saavutetaan merkittävät liikennöintikustannussäästöt, kun sähköistyksen avulla voidaan poistaa veturien vaihtotarve matkan aikana tai kun radan sähköistys mahdollistaa kannattavan sähköveturin käytön pitkällä matkalla. Veturien vaihdon aiheuttamien huomattavien kustannusten vuoksi esimerkiksi Siilinjärven Ruokosuo ja Kokkolan väliset kuljetukset kannattaa nykyisin hoitaa kokonaan dieselvetureilla, vaikka merkittävä osa ko. reitistä on jo sähköistetty.

Tärkeimpiä rataverkon jatkosähköistyskohteita ovat rataosat Jyväskylä–Äänekoski sekä Ylivieska–Iisalmi (mukaan lukien Iisalmen kolmioraide) ja Siilinjärvi–Ruokosuo. Rataosan Jyväskylä–Äänekoski sähköistys on nähtävä osana Äänekoskelle suunniteltua biotuotetehdashankkeen kokonaisuutta. Ilman biotuotetehtaan synnyttämiä rautatiekuljetuksia rataosan sähköistys ei ole kannattavaa. Rataosan Ylivieska–Iisalmi sähköistys palvelee erityisesti Suomen metsäteollisuutta ja kemianteollisuutta sekä Talvivaaran kaivostuotantoa. Siilinjärven ja Ruokosuo välinen sähköistys liittyy kiinteästi Ylivieska–Iisalmi-rataosan sähköistykseen muodostaen kannattavan sähköistyskokonaisuuden. Hankkeen toteuttaminen luo yhdessä jo päätetyn Pännäinen–Alholma sähköistyksen kanssa synergiaetuja, kun koko Kokkolan seudun tavaraliikenne voidaan hoitaa sähkövetureilla.

Rataosien Imatra–Imatrakoski ja Tornio–Haaparanta sähköistystarvetta on arvioitava osana ko. rajanylityspaikkojen kansainvälisen tavara- ja henkilöliikenteen kehittämistä. Nykyiset liikennemäärät eivät edellytä näiden rataosien sähköistystä. Rataosan Imatra–Imatrakoski sähköistys on kuitenkin tarpeellinen ja kannattava, jos Imatrakosken raja-asema avataan kansainväliselle liikenteelle. Tornion ja Haaparannan välisen rataosan sähköistystarve on riippuvainen mm. rajan ylittävän henkilöjunatarjonnan käynnistämisestä sekä junatarjonnan määrästä.

**Pekka Iikkanen, Mikko Mukula: Ytterligare elektrifiering av bannätet.** Trafikverket, planeringsavdelningen. Helsingfors 2015. Trafikverkets undersökningar och utredningar 4/2015. 45 sidor och 2 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-052-0.

**Nyckelord:** bannät, elektrifiering, nytta, kostnader, lönsamhet

## Sammanfattning

Tidigare behovsutredningarna och projektverderingarna av bannätets fortsatta elektrifiering är från åren 2005 och 2008. I denna nyaste utredning granskas samma projekt och projekthelheter som i utredningen från år 2008, förutom de delar som redan förverkligats på banavsnitten Seinäjoki- Vasa och Rovaniemi-Kemijärvi. Totalt granskades behovet av elektrifiering, kostnader och samhällsekonomisk lönsamhet på 16 olika helheter som bestod av ett eller flera banavsnitt.

En betydande del av finska bannätet är redan elektrifierat. Det finns dock ännu betydande gods- och persontrafiksruttor som inte i sin helhet har elektrifierats. En del av bristerna berör spåren som leder till produktionsanläggningar och hamnar. Största delen av dessa spår kan inte elektrifieras helt på grund av hanteringen av lasterna osv. och därför behövs disellok i vilket fall som helst. Situationen håller dock på att ändra eftersom det i Finland fr.o.m. år 2017 tas i bruk Vectron-ellok, som med hjälp av sina hjälpdieselmotorer kan operera korta sträckor även på banavsnitt utan elektricitet. I dessa fall kan transporterna skötas hela vägen med samma lok.

Med fortsatta elektrifieringen av bannätet uppnås betydande besparingar i trafikeringskostnader då man med hjälp av elektrifieringen kan avlägsna behovet v att byta lok under transporten eller då elektrifieringen av banan möjliggör en lönsam användning av ellok på långa sträckor. P.g.a. de märkbara kostnader som bytet av lok orsakar, lönar det sig att sköta transporterna mellan t.ex. Ruokosuo i Siilinjärvi och Karleby i dagens läge helt med disellok, trots att en betydande del av ifrågavarande rutt redan är elektrifierad.

Viktigaste målen för fortsatt elektrifiering är banavsnitten Jyväskylä-Äänekoski och Ylivieska-Idensalmi (medräknat Idensalmi triangelspår) samt Siilinjärvi-Ruokosuo. Elektrifieringen av banavsnittet Jyväskylä-Äänekoski skall ses som en del av bioproduktionsfabriksprojektet som planerats till Äänekoski. Utan järnvägstransporterna som bioproduktionsfabriken genererar är elektrifieringen inte lönsam. Elektrifieringen av banavsnittet Ylivieska-Idensalmi tjänar framför allt Finlands skogsindustrin och kemi-industri samt Talvivaaras gruvdrift. Elektrifieringen mellan Siilinjärvi och Ruokosuo hör ihop med Ylivieska-Idensalmi-banavsnittets elektrifiering och bildar tillsammans en lönsam elektrifieringshelhet. Förverkligande av projektet skapar tillsammans med redan avslutade projektet för elektrifieringen av elektrifieringen Bennäs-Alholmen synergifördelar då hela Karleby regionens godstrafik kan skötas med ellok.

Elektrifieringsbehovet på banavsnitten Imatra- Imatrankoski och Torneå-Haparanda bör utvärderas som en del utvecklingen av ifrågavarande gränsövergångsställens internationella gods- och persontrafik. Nuvarande trafikmängderna kräver inte elektrifiering av banavsnitten. Elektrifieringen av Imatra-Imatrankoski är dock nödvändig och lönsam, ifall Imatrankoski gränstation öppnas för internationell trafik. Elektrifieringsbehovet av banavsnittet mellan Torneå och Haparanda beror bl.a. på ifall persontågtrafiken över gränsen startat och på tåg-utbudets mängd.

**Pekka Iikkanen, Mikko Mukula: Further electrification of Finland' rail network.** Finnish Transport Agency, Planning Department. Helsinki 2015. Research reports of the Finnish Transport Agency 4/2015. 45 pages and 2 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-052-0.

**Keywords:** rail network, electrification, investments, benefits, feasibility

## Summary

Further electrification of Finland's rail infrastructure has been studied in previous feasibility studies and assessments in the years 2005 and 2008. In this latest study, the projects and project entities considered in the 2008 report have been largely implemented, with the exception of electrification of the Seinäjoki–Vaasa and Rovaniemi–Kemijärvi railway segments. A total of 16 different track segments or track sections are reviewed in terms of electrification requirements, investment needs, and the impacts on economic and social benefit.

A significant part of Finland's rail network is already electrified. However, several segments of the Finnish rail network remain without full electrification. A great deal of track segments without electrification concerns tracks to industry plants and ports. Earlier electrification of these short tracks have not been profitable because electrification would not eliminate the need for the use of diesel engines. The situation is changing, however, as in Finland the use of Vectron electric engines are expected beginning 2017. Vectron engines contain small diesel engines which can operate for short distances along non-electrified track segments. In this case, it is possible to conduct transport by rail without the need to change engines.

Further electrification of the rail network will achieve significant operating cost savings since electrification can eliminate the need to change engines and make possible the profitable use of electric engines on long trips. Locations where costs are involved in the change of engines include, for example, transports between Ruokosuo in Siilinjärvi and Kokkola, where this is presently performed by diesel locomotives, although a significant part of the route in question has already been electrified.

The main rail network segments recommended for electrification are Jyväskylä–Äänekoski and Ylivieska–Iisalmi (including the triangle track in Iisalmi) and the short rail section between Siilinjärvi and Ruokosuo. Electrification of the Jyväskylä–Äänekoski rail section is seen as part of the Äänekoski bioproduct mill project; without a decision to go ahead with of the mill investment, electrification of this track is not profitable. Electrification of the Ylivieska–Iisalmi rail section serves especially the Finnish forest industry and the chemical industry, as well as the Talvivaara mine. Electrification between Siilinjärvi and Ruokosuo is closely linked to the Ylivieska–Iisalmi railway electrification, thereby resulting in a profitable part of the whole electrification. The project will create synergies together with electrification of the already approved Pännäinen–Alholma segment, when freight in the entire region of Kokkola can be handled by electric locomotives.

Electrification of the Imatra–Imatrankoski and the Tornio–Haparanda cross border rail connection segments require assessment as part of the inquiry with respect to the crossings of international freight and passenger transport development. Current transportation needs do not require electrification of these parts of the railway line; however, the situation may change in future. Electrification of the Imatra–Imatrankoski segment will be necessary if the Imatra border station is opened to international traffic. Similarly, the rail section between Tornio and Haparanda may require electrification depending on the growth in cross-border passenger train volumes.

## Esipuhe

Suomen rataverkon jatkosähköistysarvetta on edellisen kerran arvioitu laajemmin vuonna 2008. Tällöin esillä olleista hankkeista on toteutettu rataosien Seinäjoki–Vaasa ja Rovaniemi–Kemijärvi sähköistykset. Valtion vuoden 2015 budjetissa on varattu määräraha rataosan Pännäinen–Pietarsaari–Alholma sähköistystä varten.

Tässä rataverkon jatkosähköistyksen tarveselvityksen ja hankearvioinnin päivityksessä on mukana jo aiemmin esillä olleita hankkeita sekä hankkeita, joiden tarpeellisuutta ei ole aiemmin yksityiskohtaisesti arvioitu. Selvityksessä tarkastellaan kaikkiaan 16 eri rataosasta tai eri rataosista muodostuvaa hankekokonaisuutta. Työn yhteydessä on laadittu erillinen kustannusselvitys, jossa on laadittu seitsemän rataosan sähköistyksen kustannusarviot.

Selvityksen ohjausryhmään ovat kuuluneet Maija Salonen (puheenjohtaja), Siru Koski, Pekka Rautoja ja Timo Välke Liikennevirastosta sekä Nina Mähönen, Juha Nieminen, Jyrki Pussinen ja Mikko Tikkanen VR Groupista. Selvitys on tehty Ramboll Finland Oy:ssä, jossa työhön ovat osallistuneet Pekka Iikkanen (projektipäällikkö), Kai Kilpi (kustannusselvityksen laatija) sekä Mikko Mukula (projektisihteeri).

Helsingissä tammikuussa 2015

Liikennevirasto  
Liikennesuunnitteluosasto



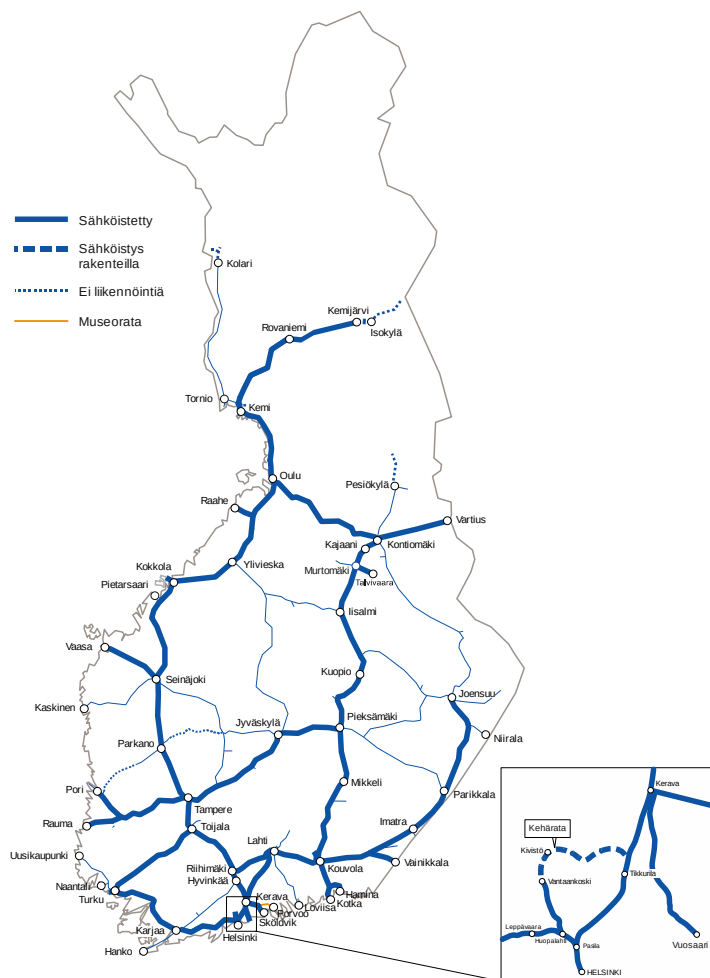
# Sisällysluettelo

|          |                                                                    |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1        | JOHDANTO .....                                                     | 8  |
| 1.1      | Rataverkon sähköistyksen kehitys ja nykytila.....                  | 8  |
| 1.2      | Sähköistyksen merkitys osana rautatieliikenteen järjestelmää ..... | 9  |
| 1.3      | Aikaisemmat rataverkon jatkosähköistys selvitykset.....            | 10 |
| 1.4      | Tarkastettavat rataosuudet.....                                    | 11 |
| 1.5      | Vertailuasetelma.....                                              | 13 |
| 2        | LIIKENNE-ENNUSTEET .....                                           | 14 |
| 2.1      | Tavaraliikenteen kehitysnäkymät .....                              | 14 |
| 2.2      | Sähköistyksestä hyötyvä liikenne .....                             | 15 |
| 3        | VAIKUTUSTEN KUVAUS .....                                           | 25 |
| 3.1      | Liikenteelliset vaikutukset.....                                   | 25 |
| 3.2      | Liikennöintikustannussäästöt.....                                  | 29 |
| 3.2.1    | Arviointimenetelmät.....                                           | 29 |
| 3.2.2    | Saavutettavat säästöt .....                                        | 31 |
| 3.3      | Matkustajien kuluttajan ylijäämän muutos .....                     | 32 |
| 3.4      | Liikenteen tuottajan lipputulojen ja subventiotarpeen muutos ..... | 33 |
| 3.5      | Ulkoisten kustannusten säästöt .....                               | 33 |
| 3.6      | Rakentamisen aikaiset vaikutukset.....                             | 35 |
| 3.7      | Julkinen talous .....                                              | 36 |
| 3.7.1    | Radan kunnossapitokustannukset.....                                | 36 |
| 3.7.2    | Verot, maksut ja subventiot .....                                  | 37 |
| 4        | HANKKEIDEN YHTEISKUNTATALOUDELLINEN KANNATTAVUUS.....              | 39 |
| 4.1      | Arviointimenetelmä.....                                            | 39 |
| 4.2      | Hyöty-kustannuslaskelmat.....                                      | 41 |
| 4.3      | Herkkyystarkastelut .....                                          | 43 |
| 5        | JOHTOPÄÄTÖKSET .....                                               | 45 |
| LIITTEET |                                                                    |    |
| Liite 1  | Sähköistyksistä hyötyvä liikenne sekä hyötyjen perusteet           |    |
| Liite 2  | Käytetyt rautatieliikenteen yksikkökustannukset                    |    |

# 1 Johdanto

## 1.1 Rataverkon sähköistyksen kehitys ja nykytila

Suomen valtion rataverkkoa on sähköistetty vuodesta 1965 lähtien. Vuoden 2014 lopussa rataverkon pituus oli 5944 km, josta oli sähköistetty 3257 km eli 55 %. Merkittävien 2000-luvun aikana toteutettu sähköistyksen kokonaisuus oli vuonna 2006 valmistunut ns. Pohjois-Suomen sähköistys. Vuonna 2006 valmistui myös sähköistetty Lahden oikorata. Tämän jälkeen on rakennettu sähköistetyt Vuosaaren sataman rata vuonna 2008 ja Talvivaaran kaivoksen rata vuonna 2010. Vuoden 2008 valtioneuvoston liikennepoliittisessa selonteossa päätettiin rataosan Seinäjoki-Vaasa ja rataosan Rovaniemi-Kemijärvi sähköistyksestä. Molemmat hankkeet ovat valmistuneet. Vuoden 2012 valtioneuvoston liikennepoliittisessa selonteossa päätettiin rataosan Ylivieska-Iisalmi sähköistyksen käynnistämisestä hallituskauden 2012–2015 aikana. Hankkeelle ei kuitenkaan ole myönnetty rahoitusta. Sen sijaan valtion 2015 budjetissa varattiin määräraha rataosan Pännäinen-Alholma sähköistämiseksi (kuva 1).



Kuva 1. Rataverkon sähköistys syyskuun 2014 lopulla.

## 1.2 Sähköistyksen merkitys osana rautatieliikenteen järjestelmää

Sähköveturien ja sähkömoottorijunien käyttömahdollisuus on yksi kustannustehokkaan ja vähäpäästöisen rautatieliikennöinnin edellytyksiä. Sähköveturien etuina dieselveturiin nähden ovat pienemmät energiakustannukset, päästöt ja kaluston kunnossapitokustannukset. Sähkövoiman tuotannossa syntyvät kasvihuonekaasujen ja terveydelle haitallisten päästöjen määrä liikennesuoritetta kohti ovat vain murto-osa dieselveturien aiheuttamista päästöistä. Dieselveturit aiheuttavat lisäksi epämiellyttäväksi koettavia hajuhaittoja.

Käytettävällä vetovoimalla on vaikutus myös liikenteeltä perittäviin veroihin ja maksuihin. Rautatieliikenteen ratamaksuun sisältyvässä rataverossa otetaan huomioon käyttövoimasta riippuvat ympäristövaikutusten kustannukset, sillä sähköenergian käyttöön perustuvalta liikenteeltä perittävän veron määrä on vain puolet dieselveturivetoiselta liikenteeltä perittävän veron määrästä bruttotonnikilometriä kohti. Sähkövoiman käyttöä suositaan myös energiaveroissa. Rautatieliikenteen käyttämästä sähköstä ei peritä sähköveroa, kun taas dieselpolttoaineen hinnassa peritään polttoaineen valmisteveroa.

Sähköistettyä rataverkkoa ei voida aina hyödyntää täysimääräisesti, jos reitillä on rataosia, joilta sähköistys puuttuu. Tällöin veturia joudutaan vaihtamaan matkan aikana tai vaihtoehtoisesti hoitamaan koko kuljetus dieselvetureita käyttäen. Veturin vaihto aiheuttaa lisäkustannuksia, joka vähentää sähkövedolla saavuttavia hyötyjä. Kuljetusjärjestelmän kannalta kustannustehokkaimpia sähköistyskohteita ovatkin sähköistämättömät lyhyet rataosat, jotka ovat osa jo sähköistettyä pidempää kuljetus- tai henkilöliikenteen reittiä. Useat tällaisista rataosista ovat teollisuuslaitoksille johtavia ratoja. Hyötyjen saavuttaminen edellyttää toimintamallia, jossa junan vedetään perille asti matkavetureiden avulla.

VR Group on tilannut 80 kpl Siemensin Vectron-sähköveturia. Hankinnan avulla korvataan ikääntyvät Sr1-veturit ja pyritään tehostamaan veturien käyttöä. Vectroneissa on kaksi 180 kW:n dieselmoottoria, joiden avulla voidaan noutaa sähköistämättömältä raiteelta tavaravaunuja ilman dieselkäyttöisen järjestelyveturin apua. Apumoottoria voidaan myös käyttää linja-ajossa tilanteissa, joissa sähkövirta jostain syystä katkeaa, mutta rata on muuten liikennöitävässä kunnossa. Dieselmoottoreilla ajonopeus jää noin 10–20 km:iin/h. Veturit toimitetaan vuosien 2017–2026 aikana. Tilauksessa on optio 97 lisäveturille.

Rataverkon jatkosähköistyksen laajuus vaikuttaa osaltaan paitsi tarvittavien sähköveturien niin myös dieselveturien määrään. Suomen dieselveturikalusto alkaa olla käyttöikänsä päässä. Kaluston ylläpidon edellyttämät kunnossapitokustannukset ovat huomattavat. Syynä tähän ovat kaluston ikääntymisen aiheuttaman kunnossapitotarpeen ohella kaluston suuri tarve junan kilometrisuoritteisiin nähden. Suurin osa nykyisistä vetureista on 1000 kW:n dieselvetureita, joita tavanomaisen tavarajunan vetämiseen tarvitaan yleensä kaksi. Dieselveturikaluston osittainen uusimistarve on joka tapauksessa edessä. Uuden kaluston avulla voidaan saavuttaa osittain vastaavat hyödyt kuin sähkövetureilla. Nykyistä tehokkaampien dieselmoottorien avulla voidaan vähentää veturien tarvetta. Uudet dieselmoottorit ovat myös selvästi nykyisin käytettäviä moottoreita vähäpäästöisempiä.

### 1.3 Aikaisemmat rataverkon jatkosähköistyselvitykset

Rataverkon jatkosähköistyksestä tehty viimeisimmät tarveselvitykset ja hanke-arvioinnit ovat vuosilta 2005 ja 2008. Vuoden 2005 selvityksessä laadittiin seuraavien rataosien hankearvioinnit: Hyvinkää–Hanko, Seinäjoki–Vaasa, Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju, Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi, Joensuu–Viinijärvi–Varkaus–Pieksämäki. Lisäksi tarkasteltiin alustavasti seuraavien rataosien sähköistyksen edellytyksiä: Jyväskylä–Seinäjoki, Röyttä–Tornio–Laurila, Joensuu–Ilomantsi, Iisalmi–Haapajärvi–Ylivieska, Uusikaupunki–Turku. Turku–Turkuhalli ja Imatra–Imatrankoski. Selvityksen liikennöintikustannussäästöt määritti liikennöitsijä. Hankearviointien mukaan ainoastaan hankekokonaisuus Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju todettiin kannattavaksi (HK-suhde 1,0) ja Hyvinkää–Hanko melkein kannattavaksi (HK-suhde 0,8).

Vuoden 2008 selvityksessä päivitettiin rataosien Hyvinkää–Hanko, Seinäjoki–Vaasa, Joensuu–Viinijärvi–Varkaus–Pieksämäki, Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi sekä rataosien Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju muodostaman kokonaisuuden hankearvioinnit. Lisäksi uusina sähköistyshankkeina arvioitiin rataosia Ylivieska–Iisalmi, Äkäsjoki–Kolari–Laurila ja Rovaniemi–Kemijärvi.

Vuoden 2008 selvityksessä kannattaviksi arvioitiin rataosien Ylivieska–Iisalmi (HK-suhde 1,5) ja rataosan Hyvinkää–Hanko sähköistys (HK-suhde 1,0). Liikennöintikustannussäästöjen arvioinnissa käytettiin sekä liikennöitsijän arvioita että Banveketin kustannusmallia (tarkasteluun otetut uudet hankkeet) (taulukko 1).

*Taulukko 1. Vuoden 2008 tarveselvityksen tavaraliikenne-ennuste vuodelle 2015 ja hankearvioinnin mukaiset HK-suhteet.*

| Rataosa                 | Liikenne 2006<br>(milj. tonnia/v) | Perusennuste<br>(milj. tonnia/v) | HK-suhde |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------|
| Hyvinkää–Hanko          | 0,9–1,6                           | 1,1–1,9                          | 1,0      |
| Seinäjoki–Vaasa         | 0,1                               | 0,1                              | 0,3      |
| Niirala–Säkäniemi       | 2,8                               | 1,5                              | 0,4      |
| Joensuu–Uimaharju       | 2,5                               | 1,8                              |          |
| Joensuu–Viinijärvi      | 1,5                               | 1,7                              | 0,3      |
| Viinijärvi–Varkaus      | 0,7                               | 0,9                              |          |
| Varkaus–Pieksämäki      | 1,2–1,3                           | 1,3–1,6                          |          |
| Viinijärvi–Siilinjärvi  | 0,9                               | 1,1                              | 0,4      |
| Joensuu–Viinijärvi      | 1,5                               | 1,7                              |          |
| Ylivieska–Iisalmi       | 1,3–1,6                           | 2,0                              | 1,5      |
| Äkäsjoki–Kolari–Laurila | 0,2–0,3                           | 0,3                              | 0,3      |
| Rovaniemi–Kemijärvi     | 0,3                               | 1,2                              | 0,6      |

## 1.4 Tarkasteltavat rataosuudet

Tässä selvityksessä tarkasteltavat toimenpiteet ja toimenpidekokonaisuudet sisältävät kaikki vuoden 2008 selvitykseen sisältyneet rataosat lukuun ottamatta jo toteutettuja Seinäjoki–Vaasa ja Rovaniemi–Kemijärvi hankkeita. Lisäksi tarkasteluun otettiin yksittäisiä rataosia ja useasta rataosasta muodostuvia kokonaisuuksia, joiden sähköistystarpeen arviointi on katsottu tarpeelliseksi liikenteen kasvun, Vectron-veturien käyttöönoton, kuljetusjärjestelmän toimintatapamuutosten ja reititysmuutosten vuoksi. Tarkasteltavat sähköistyshankkeet ja hankekokonaisuudet ovat:

1. Kolari–Tornio–Laurila
2. Laurila–Tornio/raja
3. Kemi–Veitsiluodon raakapuutermiinali
4. Hanko–Hyvinkää
5. Ylivieska–Iisalmi (ml. Iisalmen kolmioraide)
6. Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo
7. Ylivieska–Iisalmi ja Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo
8. Jyväskylä–Äänekoski
9. Pori–Mäntyluoto
10. Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju
11. Pieksämäki–Joensuu
12. Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi
13. koko Joensuun seudun rataverkko (Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju, Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi ja Pieksämäki–Joensuu)
14. Jämsä–Kaipola
15. Hämeenlinna–Rautaruukki
16. Imatrankoski (Pelkola)–Imatra T (kuva 2).

Hankkeet ja hankekokonaisuudet sisältävät sekä valtion rataverkkoon kuuluvien rataosien sähköistyksiä että yksityisraiteiden eli kuntien ja yritysten omistamien raiteiden sähköistyksiä. Kahdeksan hankkeen kustannusarviot määritettiin tämän työn yhteydessä laaditussa kustannusselvityksessä. Rataosan Hanko–Hyvinkää sähköistykseen kustannusarvio perustuu vuoden 2005 tarveselvityksen yhteydessä laadittuun kustannusselvitykseen, rataosan Hämeenlinna–Rautaruukki kustannusarvio vuonna 2009 laadittuun selvitykseen rataosan peruskunnostuksesta ja sähköistyksestä ja rataosan Imatrankoski (Pelkola)–Imatra T kustannusarvio vuoden 2014 syksyllä laadittuun yleissuunnitelmaan. Muiden viiden hankkeen kustannusarvio perustuu sähköistykseen keskimääräisiin nauhakustannuksiin (0,25 M€/raide-km). Kustannusarviot on esitetty syyskuun 2014 hintatasossa (MAKU 137,5, vuosi 2005=100) (taulukko 2).

Taulukko 2. Hankkeiden ja hankekokonaisuuksien kustannusarviot (MAKU 137,5, 2005=100)).

| Hanke                                                           | Sähköistettävää<br>raidetta (km) | Kustannusarvio<br>(M€) |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| <b>Kolari–Tornio–Laurila</b> <sup>(4)</sup>                     | <b>206</b>                       | <b>51,5</b>            |
| <b>Laurila–Tornio/Haaparanta</b> <sup>(1)</sup>                 | <b>24</b>                        | <b>8,2</b>             |
| - Suomen valtion rataverkko                                     | 23                               | 6,5                    |
| - Ruotsin rataverkko                                            | 1                                | 1,7                    |
| <b>Kemi–Veitsiluodon raakapuuterminali</b> <sup>(1)</sup>       | <b>7</b>                         | <b>2,1</b>             |
| - valtion rataverkko                                            | 3,7                              | 1,1                    |
| - yksityiset radat                                              | 3,3                              | 1,0                    |
| <b>Hanko–Hyvinkää</b> <sup>(2)</sup>                            | <b>166</b>                       | <b>46,6</b>            |
| - valtion rataverkko                                            | 162                              | 45,9                   |
| - yksityiset radat                                              | 4                                | 0,7                    |
| <b>Ylivieska–Iisalmi</b> <sup>(1)</sup>                         | <b>161</b>                       | <b>42,9</b>            |
| <b>Siilinjärvi–Ruokosuo</b> <sup>(1)</sup>                      | <b>6</b>                         | <b>1,0</b>             |
| <b>Ylivieska–Iisalmi ja Siilinjärvi–Ruokosuo</b> <sup>(1)</sup> | <b>161</b>                       | <b>43,9</b>            |
| <b>Jyväskylä–Äänekoski</b> <sup>(1)</sup>                       | <b>51</b>                        | <b>17,2</b>            |
| <b>Pori–Mäntyluoto</b> <sup>(1)</sup>                           | <b>20</b>                        | <b>5,7</b>             |
| <b>Niirala–Säkäniemi + Joensuu–Uimaharju</b> <sup>(4)</sup>     | <b>101</b>                       | <b>25,3</b>            |
| - valtion rataverkko                                            | 99                               | 24,8                   |
| - yksityiset radat                                              | 2                                | 0,4                    |
| <b>Pieksämäki–Viinijärvi–Joensuu</b> <sup>(4)</sup>             | <b>197</b>                       | <b>49,3</b>            |
| - valtion rataverkko                                            | 195                              | 48,9                   |
| - yksityiset radat                                              | 2                                | 0,4                    |
| <b>Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi</b> <sup>(4)</sup>            | <b>148</b>                       | <b>37,0</b>            |
| <b>Joensuun seudun sähköistys</b> <sup>(4)</sup>                | <b>412</b>                       | <b>103,0</b>           |
| - valtion rataverkko                                            | 409                              | 102,3                  |
| - yksityiset radat                                              | 3                                | 0,7                    |
| <b>Hämeenlinna–Rautaruukki</b> <sup>(5)</sup>                   | <b>6</b>                         | <b>1,5</b>             |
| - valtion rataverkko                                            | 2                                | 0,3                    |
| - yksityiset radat                                              | 4                                | 1,2                    |
| <b>Jämsä–Kaipola</b> <sup>(1)</sup>                             | <b>9</b>                         | <b>1,6</b>             |
| <b>Imatrankoski (Pelkola)–Imatra T</b> <sup>(3)</sup>           | <b>37</b>                        | <b>8,0</b>             |

<sup>(1)</sup> perustuu tämän työn yhteydessä laadittuun Liikenneviraston kustannusselvitykseen

<sup>(2)</sup> perustuu vuoden 2005 tarveselvityksen yhteydessä laadittuun kustannusarvioon

<sup>(3)</sup> perustuu v. 2014 laadittuun Imatra–Imatrankoski yleissuunnitelmaan

<sup>(4)</sup> perustuu sähköistuksen keskimääräiseen kustannukseen 0,25 €/raide-km

<sup>(5)</sup> perustuu v. 2009 tehtyyn selvitykseen raiteen peruskunnostuksesta ja sähköistyksestä



Kuva 2. Sähköistyshankkeita koskevat rataosat.

## 1.5 Vertailuasetelma

Hankevaihtoehtojen vertailuvaihtoehto muodostuu nykyisestä rataverkosta täydennettynä käynnissä oleviin ja vuoden 2015 budjettiin sisältyvän rataosan Pännäinen–Alholma sähköistyksellä. Tämän vuoksi rataosan Pännäinen–Pietarsaari sähköistyksellä saavutettavat hyödyt eivät ole enää mukana nyt tarkasteltavien rataosien hyödyissä.

Koska sähköistyshankkeiden vaikutukset ovat pitkäaikaisia, otetaan tämä huomioon myös käytettävän veturikaluston kehityksessä. Hankevaihtoehtoissa liikennöintikustannusten ja päästöjen arviointi perustuu nykyisiin Sr2 -vetureihin ja vähitellen käyttöön otettaviin Vectron-vetureihin. Vertailuvaihtoehdossa dieselveturikaluston oletetaan kehittyvän niin, että nykyiset ikääntyneet dieselveturit korvataan uusilla, pääosin nykyistä tehokkaammilla vetureilla.

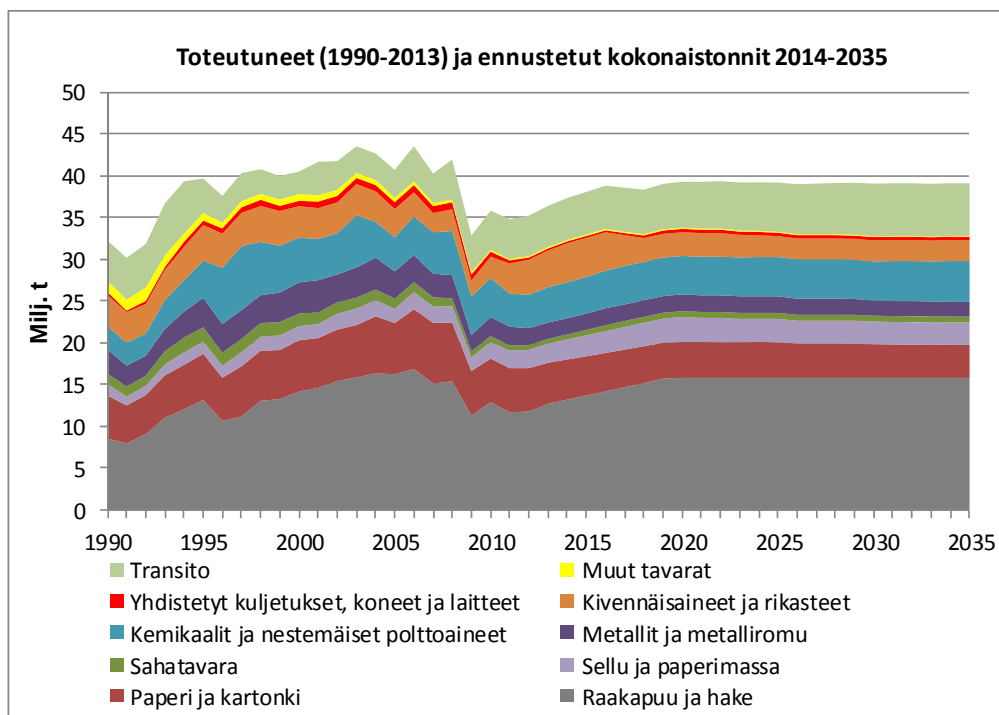
## 2 Liikenne-ennusteet

### 2.1 Tavaraliikenteen kehitysnäkymät

Suomessa rautatiekuljetuksilla on merkittävä rooli osana perusteollisuuden tuotantoprosessia. Vuonna 2013 Suomen rataverkolla kuljetettiin 36,3 miljoonaa tonnia tavaraa. Viime vuosien kehityksen erityispiirteenä on ollut tie- ja vesikuljetusten kuljetussuoritteiden huomattava lasku, kun rautatiekuljetusten suoritteet ovat pysyneet lähes vakiona. Tämän vuoksi rautatiekuljetusten osuus kotimaan liikenteen kuljetussuoritteista nousi vuonna 2013 ennätysmäisen korkeaksi eli 29 %:iin.

Liikennevirastossa valmistui syksyllä 2014 uusi rataverkon tavaraliikenne-ennuste, jonka aikajänne ulottui vuoteen 2035 asti. Tämä ennuste on lähtökohtana laadittaville arvioinneille. Ennusteen mukaan rautatiekuljetusten kokonaismäärä vuonna 2025 on 39,3 miljoonaa tonnia, josta 33,3 miljoonaa tonnia on kotimaan kuljetuksia ja 6,0 miljoonaa tonnia transitokuljetuksia. Vuoden 2025 jälkeen kuljetusmäärän ennustetaan vähenevän hieman. Kokonaiskuljetusmääräksi vuonna 2035 ennustetaan 39,1 miljoonaa tonnia, josta 32,8 miljoonaa tonnia on kotimaan kuljetuksia ja 6,3 miljoonaa tonnia transitokuljetuksia (kuva 3).

Ennusteen merkittävimmät epävarmuustekijät koskevat itäisen yhdysliikenteen ja Pohjois-Suomen kaivoskuljetusten kehittymistä. Muutokset näissä kuljetuksissa voivat olla suuria ja ne voivat tapahtua suhteellisen nopeasti. Myös metsäteollisuudessa muutokset voivat olla nopeita kuten viimeaikainen kehitys on osoittanut.



Kuva 3. Rautatiekuljetusten kuljetusmäärien toteutunut ja ennustettu kehitys.



## 2.2 Sähköistyksestä hyötyvä liikenne

Seuraavassa tarkastellaan rataverkon valtakunnalliseen tavaraliikenne-ennusteeseen perustuen ennustettuja kuljetusvirtoja sekä mahdollisia uusia kuljetuspotentiaaleja, jotka toteutuessaan myös hyötyisivät ratojen sähköistyksestä. Tavaraliikenne-ennustetta on tarkennettu mm. Metsä Groupin Äänekosken uuden biotuotetahtaan sellun vientisatamaa koskevan päätöksen perusteella. Lisäksi on otettu huomioon sähköishankkeiden merkitys Kainuusta ja Pohjois-Savosta lähtevien raakapuukuljetusten reitityksessä.

### **Kolari–Tornio–Laurila**

Rataosan tavaraliikenne oli vuonna 2013 Tornion pohjoispuolella 0,25 milj. tonnia ja Laurilan ja Tornion aseman välillä 0,32 milj. tonnia. Kuljetukset muodostuvat raakapuukuljetuksista Kolarista ja Pellosta Kemin metsäteollisuuden tuotantolaitoksille sekä pienestä määrästä metallien kuljetuksia Raahen ja Tornion raja-aseman välillä. Tavaraliikenteessä sähköistyksestä hyötyvät pelkästään Kolarin radan raakapuukuljetukset, joiden määräksi vuonna 2025 on ennustettu 0,57 milj. tonnia. Tästä kuljetuksista Kolarista on 0,43 milj. tonnia ja kuljetuksia Pellosta 0,14 milj. tonnia.

Radalla liikennöidään noin 250 henkilöjunaparilla vuodessa. Liikenne painottuu kevättalven sesonkiin, jolloin lähtöjä on enimmillään 2–3 päivässä. Radalla on viime vuosina tehty noin 80 000 matkaa vuodessa. Suurin osa näistä matkustajista hyötyy sähköistyksestä, kun matka-aika lyhenee veturin vaihdon jäädessä pois Oulussa. Tulevaisuuden henkilöliikennetutkimuksen päivityksen mukaan (Liikennevirasto 2014) matkustajamäärän arvioidaan kasvavan noin 0,10 miljoonaan vuonna 2025.

Radan merkittävimmän uuden potentiaalin muodostavat rikasteiden kuljetukset Kolarin Hannukaisen kaivokselta Perämeren satamiin. Kaivoksen liiketaloudellisen laskelman mukaan kaivoksen arvioitu toiminta-aika on 17 vuotta, jolloin kuljetukset olisivat keskimäärin 2 milj. tonnia vuodessa. Hankkeen toteutuminen on ainakin toistaiseksi epätodennäköistä, sillä joulukuussa 2014 kaivosyhtiö on hakeutunut konkurssiin.

### **Laurila–Tornio/Haaparanta**

Suomessa ja Ruotsissa on eri raideleveys ja erilainen sähköjärjestelmä. Tämän vuoksi rajan ylittävän tavaraliikenteen hoitamiseksi tarvitaan terminaali, jossa kuljetettavat kontit yms. tavarat voidaan siirtää vaunusta toisen. Rajalla on kokeiltu vaunuja, joissa automaattisesti muuttuva akselipituus, mutta se osoittautui kalliiksi ja toimivuudeltaan erityisesti Suomen talvioloissa epävarmaksi.

Vuonna 2013 rajan ylittävä tavaraliikenne oli 0,16 milj. tonnia, joka muodostuu pääosin Tornion Röytän terästeollisuuden kuljetuksista Ruotsiin. Lisäksi radalla on edellä mainittuja Kolarin radan raakapuukuljetuksia ja henkilöjunaliikennettä. Sähköistyksestä hyötyviä kuljetuksia on vuoden 2025 ennusteen mukaan vain 0,03 Mt.

Mahdollisia uusia kuljetuspotentiaaleja ovat Pohjois-Suomen teollisuuden vientikuljetukset Länsi-Eurooppaan. Ruotsin kautta kulkeva reitti on arvioitu yhdeksi vaihtoehdoksi Suomen ulkomaankaupan merikuljetuksille. Ruotsissa laadituissa selvityksissä on uusiksi potentiaaleiksi esitetty myös Venäjän kuljetuksia.

Matkustajaliikenteessä on ollut esillä junatarjonnan jatkaminen Tornion asemalle tai Haaparantaan asti. Henkilöjunien pääteasema ja tavaraterminaalin sijoituspaikka vaikuttavat keskeisesti sähköistyksen aiheuttamiin kustannuksiin. Nykyisten suunnitelmien mukaan terminaali on tulossa Haaparannan puolelle. Tällöin ruotsalaisia henkilöliikenteen junia ei voida ajaa sähkövedolla Tornioon asti, koska rajan ylittävällä osuudella ei voi olla kahdelle eri raideleveydelle erillisiä sähköjärjestelmiä. Tällöin myös henkilöjunien vaihtoasema olisi sijoitettava Haaparantaan, jolloin radan sähköistäminen Suomen raideleveyden mukaisesti edellyttäisi rajan ylittävän ristikko-sillan avartamista. Muita vaihtoehtoja on rajan ylittävän henkilöliikenteen hoitaminen Vectron-vetureilla ja henkilökuljetusten hoitaminen rajan yli busseilla.

Hyötyvän henkilöjunaliikenteen osalta keskeinen kysymys on syntykö rajan ylittävää junatarjontaa ja missä määrin. Lähtökohtaisesti tällaisen uuden liikenteen on oltava liiketaloudellisesti kannattavaa.

### **Kemi–Veitsiluodon raakapuuterminaali**

Rataosan tavaraliikenne on viime vuosina ollut 0,5–0,6 milj. tonnia, joka muodostuu lähes täysin raakapuun kuljetuksista Storan Enson Veitsiluodon raakapuuterminaaliin. Ajoksen sataman liikenne oli vuonna 2013 vain 0,03 milj. tonnia eikä siinä ole odotettavissa kasvua.

Radan sähköistyksestä voisivat hyötyä Veitsiluodon raakapuuterminaalin kuljetukset (0,4–0,5 milj. tonnia/vuosi), jotka tulevat jo sähköistettyjen ratojen suunnilta eli Rovaniemen ja Kemijärven terminaaleista sekä Oulun suunnalta. Hyötyjen saavuttaminen edellyttää raakapuuliikenteen toimintamallin muuttamista. Liikennöitsijän mukaan raakapuujunaliikenne Kolarista, Kemijärveltä ja Rovaniemeltä Kemiin on monimutkainen kokonaisuus, joka sovitetaan kahden eri tuotantolaitoksen sykleihin. Liikennöitsijän mukaan on erittäin epätodennäköistä, että junaliikennettä saadaan tarkasti synkronoitua asiakkaiden purkurytmiin. Veitsiluodon raakapuuliikenteen hoitamiseksi tarvitaan siten joka tapauksessa päivystäjävetoja.

### **Hyvinkää–Hanko**

Vuonna 2013 radan tavaraliikenne oli 0,5–1,4 milj. tonnia. Eniten kuljetuksia oli Lohjan/Vihdin ja Hyvinkään välillä ja vähiten Karjaan ja Hangon välillä. Radan tärkeimpiä kuljetuksia ovat paperin vientikuljetukset Keski-Suomen ja Tampereen tuotantolaitoksilta Hangon satamaan ja Kirkniemen tuotantolaitokselta Helsingin Vuosaaren satamaan, sellun toimitukset Kirkniemen tehtaalle, metallien kuljetukset Rautaruukin Hämeenlinnaan tuotantolaitokselta yhtiön Lappohjan tuotantolaitokselle/satamaan. Lisäksi rataosalla on raakapuukuljetuksia. Raakapuuta lastataan Karjaan terminaalista sekä Lohjan ja Nummelan lastauspaikoilta kuljetettavaksi Kaakkois-, Länsi- ja Keski-Suomen tuotantolaitoksille.

Radan ennustettu tavaraliikenne vuonna 2025 on 0,5–1,4 milj. tonnia. Sähköistyksestä hyötyvät kuljetukset (yhteensä noin 1,4 milj. tonnia) ovat tavararyhmittäin:

- paperi: 0,65 milj. tonnia (Kirkniemi–Hanko, Kirkniemi–Vuosaari, Kemi–Hanko, Tampere–Hanko, Äänekoski–Hanko),
- sellu: 0,13 milj. tonnia (Rauma–Kirkniemi, Joutseno–Kirkniemi),
- metallit: 0,22 milj. tonnia (Hämeenlinna–Lappohja, Raahe–Lappohja),
- raakapuu: 0,36 milj. tonnia,
- muut kuljetukset: 0,04 milj. tonnia.

Karjaa–Hanko-välillä on myös kiskobusseilla hoidettavaa henkilöjunaliikennettä (46 junaparia/viikko), joka perustuu valtion ja liikennöitsijän väliseen ostosopimukseen, jonka perusteella liikennöitsijälle maksetaan korvaus muutoin kannattamattomasta liikenteestä. Vuonna 2013 rataosalla tehtiin 130 000 matkaa. Nykyisen kiskobussiliikenteen aikataulut on sovitettu yhteen Helsingin ja Turun välillä liikennöivien IC-junien kanssa. Mikäli Karjaan ja Hangon välinen rataosa sähköistetään, voidaan kiskobussiliikenne korvata jatkamalla nykyisin Helsingin ja Karjaan välillä liikennöivien Y-lähiliikenteen junien reittiä osalla vuoroista Hankoon asti. Tällöin Hangon radan ja rantaradan välisissä matkoissa matkustajien ei tarvitse vaihtaa junaa Karjaalla. Myös Y-junien liikenne perustuu liikennöitsijän ja valtion väliseen ostosopimukseen.

Tarkasteluissa suorien Helsingin ja Hangon välisten junavuorojen määrän oletetaan vastaavan nykyistä Karjaan ja Hangon välistä junatarjontaa. Sähköistyksestä hyötävien Helsingin suunnan vaihtomatkojen osuudeksi radan kaikista matkoista arvioidaan 80 % eli noin 104 000 matkaa/vuosi. Tämän määrän arvioidaan kasvavan 1 %/vuosi, jolloin hyötäviä matkoja on vuonna 2025 noin 112 000. Tämän lisäksi suorien junavuorojen vuoksi radalle arvioidaan siirtyvän noin 4000 uutta matkustajaa/vuosi (ks. luku 3.3 matkustajien kuluttajan ylijäämän muutos).

#### **Ylivieska-Iisalmi (ml. Iisalmen kolmioraiteen rakentaminen)**

Vuonna 2013 radan tavaraliikenne oli 2,9–3,4 milj. tonnia. Suurin liikennemäärä oli Haapajärven ja Ylivieskan välillä. Kuljetukset muodostuivat lannoiteteollisuuden kuljetuksista Siilinjärven ja Kokkolan välillä (mm. happoja ja lannoitteita), Talvivaaran kaivoksen kuljetuksista (mm. rikkihappoa, kalkkikiveä, lipeää ja rikasteita) Kokkolan ja Talvivaaran välillä, Pyhäsalmen kaivoksen kuljetuksista (mm. pyriittiä Siilinjärvelle ja Kokkolan satamaan), raakapuun kuljetuksista sekä Siilinjärven lannoiteteollisuuden sivutuotteena syntyvän pasutteen kuljetuksista Kokkolan satamaan.

Vertailuvaihtoehdossa radan vuoden 2025 liikenne-ennuste on 1,4–1,5 milj. tonnia eli liikenteen arvioidaan vähenevän noin puoleen vuoden 2013 määrästä. Tähän vaikuttavat keskeisesti pasutekuljetusten huomattava väheneminen ja Pyhäkummun kaivoksen ehtyminen vuoteen 2018 mennessä. Tämän jälkeen Pyhäkummun kaivosalueelle varastoitua pyriittiä riittää Siilinjärven lannoitetehtaan tarpeisiin noin viiden vuoden ajan. Siilinjärvelle varastoitua pasutetta on viety Kiinaan yli miljoonan tonnia vuodessa. Määrä tulee ennusteen mukaan vähenemään noin 0,3 milj. tonniin, joka on tuotannossa syntyvä pasutteen vuotuinen määrä. Radan tulevaan liikennemäärään vaikuttaa myös Äänekosken biotuotetehtas, jonka käynnistyminen muuttaa raakapuuvirtoja niin, että suurin osa radan varrelta hakattavasta puusta viedään Äänekoskelle kuorma-autoilla ja mahdollisesti myös junalla Äänekosken ja Haapajärven välistä rataa pitkin. Nykyisin radalla kuljetetaan mm. Äänekoski–Haapajärvi-rataosalla kuormattua puuta Pietarsaaren Alholman tehtaille. Raakapuuvirtojen optimoinneilla on arvioitu, että Äänekosken biotuotetehtaan toteutuessa nämä kuljetukset loppuvat, samoin kuin Haapajärvellä ja Pyhäsalmen kuormatun puun kuljetukset Alhomaan.

Rataosan sähköistäminen yhdessä Iisalmen kolmioraiteen rakentamisen kanssa mahdollistaisi Kainuun ja Alholman välisten raakapuukuljetusten reitityksen Iisalmen kolmioraiteen kautta. Tällä saavutettaisiin säästöjä junien vetokustannuksissa ja välttyttäisiin junien kääntämistarpeelta Oulun ratapihalla. Ennusteessa on oletettu, että Talvivaaran kaivostoiminta jatkuu, vaikka kaivoksen operatiivisesta toiminnasta vastannut Talvivaara Sotkamo Oy on mennyt konkurssiin.

Vuoden 2025 ennusteessa hankkeesta hyötyvät kuljetukset (yhteensä noin 1,9 milj. tonnia) ovat:

- Siilinjärven lannoiteteollisuuden kuljetukset: 0,44 milj. tonnia (happoja ja lannoitteita),
- pasutteen kuljetukset: 0,3 milj. tonnia,
- Talvivaaran kuljetukset: 0,4 milj. tonnia,
- raakapuukuljetukset: noin 0,8 milj. tonnia, jossa noin 0,4 milj. tonnia on Kainuun ja Pietarsaaren Alholman välisiä raakapuukuljetuksia, jotka siirtyvät sähköistyksen ja kolmioraiteen toteutuessa Oulun kautta kulkevalta reitiltä Iisalmen kolmioraiteen kautta kulkevalle reitille.

Hyötyjen arvioinnissa on otettu huomioon myös Pyhäkymmun ja Siilinjärven väliset pyriitin kuljetukset (0,3 milj. tonnia/vuosi) vuoteen 2023 asti.

Ennusteen suurin epävarmuus koskee Talvivaaran kuljetuksia ja pasutekuljetuksia. Talvivaaran kaivoksen tulevaisuus on täysin avoin. On mahdollista, että kaivostoiminta jatkuu tai se loppuu kokonaan, jolloin kuljetukset jatkuvat korkeintaan muutaman vuoden ajan, kunnes toiminta on ajettu kokonaan alas. Pasutekuljetusten jatkuminen on riippuvainen mm. alusten rikkidirektiivin kustannusvaikutuksista pasutteen kuljetuskustannuksiin ja käytön taloudellisuuteen Kiinassa.

Iisalmi–Ylivieska välillä on kaksi ostoliikenteeseen perustuvaa päivittäistä junaparia. Rataosan matkustajamäärissä ei ole tapahtunut muutoksia viime vuosina. Vuonna 2013 rataosalla tehtiin 30 000 matkaa. Henkilöliikenne ei hyödy radan sähköistyksestä, koska se taloudellisempaa hoitaa nykyiseen tapaan kiskobusseilla tai bussikuljetuksina.

### **Siilinjärvi–Ruokosuo**

Siilinjärvi/Ruokosuo liikennepaikka palvelee Yaran tuotantolaitoksen kuljetuksia. Vuonna 2013 kuljetuksia oli Ruokosuon ja Siilinjärven välillä 2,9 milj. tonnia, josta kuljetuksia Kuopion suuntaan oli 0,6 milj. tonnia ja Iisalmen suuntaan 2,3 milj. tonnia.

Sähkövedon täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää Vectron-veturien käyttöä. Sähköistyksestä hyötyvät vain Kuopion suunnan liikenne, koska Iisalmen/Kokkolan suunnan liikenteessä veturia jouduttaisiin vaihtamaan Iisalmessa, minkä aiheuttamat lisäkustannukset olisivat suuremmat kuin Siilinjärven ja Iisalmen välillä saavutettavat vetokustannussäästöt. Ennustetut hyötyvät kuljetusvirrat (yhteensä noin 0,7 milj. tonnia) vuonna 2025 ovat:

- Ruokosuo–Uusikaupunki: 0,52 milj. tonnia (lannoitteita, fosfaattia, kemikaaleja),
- Uusikaupunki–Ruokosuo: 0,2 milj. tonnia (kemikaaleja),
- Ruokosuo–Harjavalta: 0,01 milj. tonnia (kemikaaleja).

Ennustettuihin kuljetusmääriin ei liity merkittävää epävarmuutta.

### Ylivieska–Iisalmi ja Siilinjärvi–Ruokosuo

Rataosien sähköistyksestä hyötyvien kuljetusten ennustettu määrä vuonna 2025 on yhteensä 2,6 milj. tonnia. Kuljetukset muodostuvat edellä esitettyjen Ylivieska–Iisalmi ja Siilinjärvi–Ruokosuo hankkeiden hyötyvistä virroista, jotka ovat:

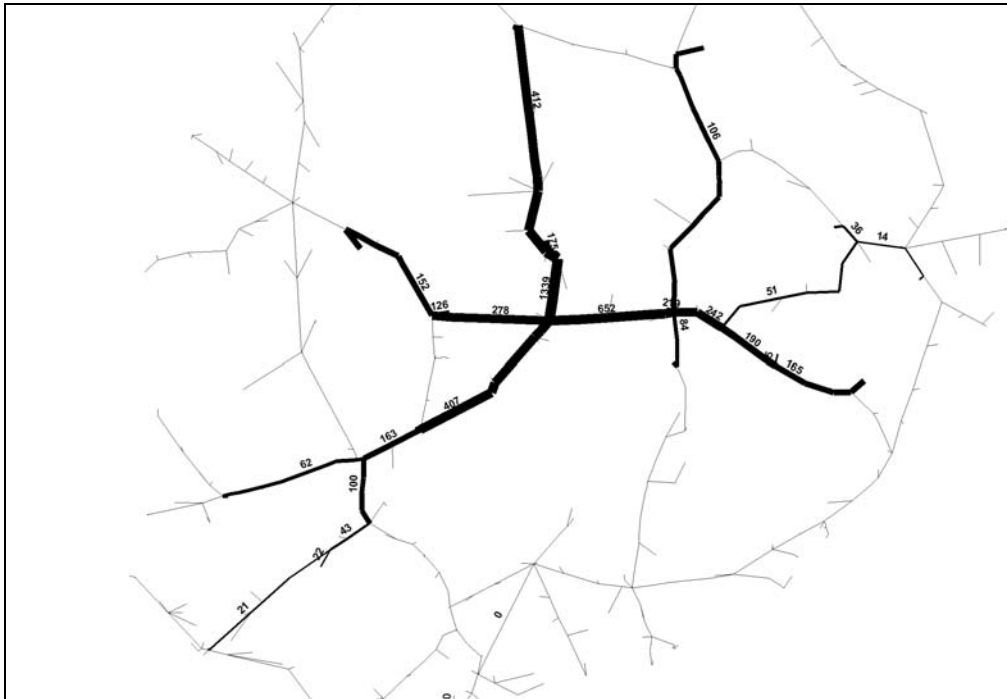
- Siilinjärven ja Kokkolan väliset lannoiteteollisuuden kuljetukset: 0,44 milj. tonnia (happoja ja lannoitteita),
- Siilinjärven ja Kokkolan sataman väliset pasutteen kuljetukset: 0,3 milj. tonnia
- Talvivaaran ja Kokkolan sataman väliset kuljetukset: 0,4 milj. tonnia,
- raakapuukuljetukset: noin 0,8 milj. tonnia, josta noin 0,4 milj. tonnia on Kaiuun ja Pietarsaaren välisiä kuljetuksia, jotka voidaan sähköistuksen ja kolmioraiteen toteutuessa siirtää Oulun kautta kulkevalta reitiltä Iisalmen kolmioraiteen kautta kulkevalle reitille,
- Siilinjärven ja Uudenkaupungin väliset lannoitteiden, fosfaatin ja kemikaalien kuljetukset: 0,52 milj. tonnia,
- Uudenkaupungin ja Ruokosuon väliset kemikaalikuljetukset: 0,2 milj. tonnia,
- Ruokosuon ja Harjavallan väliset kemikaalien kuljetukset: 0,01 milj. tonnia.

Hyötyjen arvioinnissa on otettu huomioon myös Pyhäkummun ja Siilinjärven väliset pyriitin kuljetukset (0,3 milj. tonnia/vuosi) vuoteen 2023 asti.

### Jyväskylä–Äänekoski

Vuonna 2013 radan tavaraliikenne 1,2 milj. tonnia, joka muodostui pääosin raakapuukuljetuksista, paperin ja sellun kuljetuksista sekä pienestä määrästä koneiden ja laitteiden kuljetuksia. Radan sähköistyksestä hyötyvät kaikki radan nykyiset kuljetukset lukuun ottamatta Haapamäen suunnasta Äänekoskelle saapuvia raakapuukuljetuksia, sillä niissä kuljetuksissa veturin vaihdon aiheuttamat lisäkustannukset olisivat suuremmat kuin sähköistyksellä saavutettavat hyödyt Jyväskylän ja Äänekosken välillä.

Lisäksi rataosan sähköistyksestä hyötyisi Äänekoskelle suunnitellun uuden biotuote-tehtaan synnyttämä lisäliikenne, joka muodostuu raakapuun ja sellun kuljetuksista. Mikäli tehdas toteutetaan, lisääntyy puun käyttö Äänekoskella noin 4,1 milj. k-m<sup>3</sup>. Optimoinnin mukaan (ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino 68 tonnia) uuden tehtaan puunkäytöstä kuitupuun rautatiekuljetuksia olisi noin 2,0 milj. k-m<sup>3</sup> (1,75 milj. tonnia). Tästä hieman alle 0,5 k-milj. m<sup>3</sup> (noin 0,4 milj. tonnia) tulee Haapajärven suunnasta ja noin 1,5 milj. k-m<sup>3</sup> (noin 1,3 milj. tonnia) Jyväskylän kautta Oriveden, Haapamäen ja Pieksämäen suunnista (kuva 4). Mikäli autokuljetuksessa käytettäisiin 76 tonnin yhdistelmiä, putoisi rautatiekuljetusten määrä noin 1,3 milj. tonniin, mikä vastaa Metsä Groupin omia arvioita. Uuden tehtaan sellun vienniksi on arvioitu 0,8 milj. tonnia vuodessa. Sellun vientisatamaksi on valittu Helsingin Vuosaari. Päätös biotuote-tehtaan toteuttamisesta tehdään kevään 2015 aikana.



Kuva 4. Valtakunnalliseen optimointiin perustuvat Äänekosken biotuotetehtaalle saapuvat kuitupuun kuljetukset rataverkolla (1000 tonnia/v).

Radan liikenne-ennusteen lähtökohtana on uuden biotuotetehtaan rakentaminen Äänekoskelle. Tällöin radan ennustettu liikenne vuonna 2025 on 2,4 milj. tonnia, josta radan sähköistyksestä hyötyviä kuljetuksia (yht. noin 2,1 milj. tonnia) ovat:

- raakapuukuljetukset Oriveden/Tampereen suunnalta: 0,4 milj. tonnia
- raakapuukuljetukset Pieksämäen suunnalta: 0,7 milj. tonnia
- sellun vientikuljetukset Helsingin Vuosaaren satamaan: 0,8 milj. tonnia
- paperin vientikuljetukset Tampereen suuntaan: 0,18 milj. tonnia
- kemikaalikuljetukset; 0,03 milj. tonnia.

Ennusteen suurin epävarmuus koskee Äänekosken biotuotetehtaan kuljetuksia. Mikäli investointia ei tehdä, jäävät radan kuljetukset noin 1,2 milj. tonniin.

### Pori-Mäntyluoto

Vuonna 2013 radan tavaraliikenne oli noin 0,7 milj. tonnia. Kuljetukset muodostuivat Mäntyluodon sataman rikastekuljetuksista Harjavallan metalliteollisuudelle sekä metallin kuljetuksista Porin ja Mäntyluodon sataman välillä.

Radan ennustettu liikenne vuonna 2025 on 0,7 milj. tonnia, josta sähköistyksestä hyötyviä kuljetuksia ovat:

- Mäntyluodon ja Harjavallan väliset rikastekuljetukset: 0,65 milj. tonnia
- Mäntyluotoon saapuvat metallin kuljetukset: 0,05 milj. tonnia (kuljetukset tulevat pääosin Porista).

Tulevaisuudessa mahdollisia potentiaalisia hyötyviä kuljetuksia ovat Mäntyluodon ja Tahkoluodon satamien mahdolliset uudet tuonti- ja vientikuljetukset sekä transito-kuljetukset.

### Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju

Rataosan Niirala–Säkäniemi tavaraliikenne oli vuonna 2013 1,05 milj. tonnia ja rataosan Joensuu–Uimaharju noin 1,1 milj. tonnia. Niiralan raja-aseman kuljetukset muodostuvat pääasiassa raakapuun, kemikaalien ja rikasteiden tuonnista. Vastavasti rataosan Joensuu–Uimaharjukuljetukset olivat pääosin tuontipuun ja kotimaisen puun kuljetuksia, sellun kuljetuksia ja sahatavaran kuljetuksia. Rataosan Niirala–Säkäniemi ennustettu vuoden 2025 tavaraliikenne on 1,1 milj. tonnia ja rataosan Joensuu–Uimaharju 0,9 milj. tonnia.

Rataosien sähköistyksestä hyötyvien kuljetusten määrä vuonna 2025 on noin 1,2 milj. tonnia, joka muodostuu seuraavista kuljetusvirroista:

- raakapuukuljetukset Niiralasta Uimaharjulle: 0,4 milj. tonnia,
- sellun kuljetukset Uimaharjulta Kotkan ja Haminan satamiin: 0,2 milj. tonnia,
- sellun vientikuljetukset Joensuun satamaan: 0,08 milj. tonnia,
- raakapuukuljetukset Niiralasta kotimaahan Joensuun ratapihan kautta: 0,35 milj. tonnia,
- vientikuljetukset Venäjälle Joensuun ratapihan kautta: 0,1 milj. tonnia,
- kotimaan raakapuukuljetukset Enosta Joensuun suuntaan: 0,02 milj. tonnia,
- kotimaan raakapuu- ja kemikaalikuljetukset Joensuun suunnasta Uimaharjulle: 0,04 milj. tonnia.

Niirala–Säkäniemi-rataosan kuljetusmäärien kehitys on riippuvainen Venäjän kuljetusten reitityksestä ja Venäjältä Uimaharjulle tuotavan raakapuun määrästä. Niirala on tiettyssä määrin vaihtoehtoinen rajanylityspaikka Vainikkalalle, Imatrankoskelle ja Vartiukselle raakapuun tuonnissa.

Reitillä Joensuu–Nurmes liikennöidään kahdella päivittäisellä taajamajunaparilla. Liikenne on ostoliikennettä ja hoidetaan kiskobusseilla. Rataosan Joensuu–Uimaharju sähköistyksellä ei saavuteta tässä liikenteessä hyötyjä. Ostoliikenne voidaan hoitaa myös bussiliikenteenä.

### Pieksämäki–Joensuu

Vuonna 2013 radan tavaraliikenne oli Pieksämäen ja Huutokosken välillä noin 1,0 milj. tonnia, Huutokosken ja Varkauden välillä noin 0,9 milj. tonnia, Varkauden ja Viinijärven välillä noin 0,4 milj. tonnia ja Viinijärven ja Joensuun välillä noin 0,7 milj. tonnia sekä Viinijärven ja Varkauden välillä noin 0,4 milj. tonnia.

Tarkasteltavien rataosien liikenteestä merkittävän osan muodostavat raakapuun kuljetukset. Varkauden ja Pieksämäen välillä hoidetaan Varkauden paperitehtaan kuljetuksia ja rataosalla Joensuu–Viinijärvi Venäjältä Siilinjärvelle tuotavien kivennäisaineiden ja kemikaalien kuljetuksia. Siilijärven kuljetukset eivät hyötyisi rataosan sähköistyksestä, ellei myös rataosia Viinijärvi–Siilinjärvi- ja Niirala–Säkäniemi sähköistettä.

Tarkasteltavien rataosien sähköistyksestä hyötyvän liikenteen kehitykseen vaikuttavat erityisesti metsäteollisuuden tuotannossa tapahtuvat muutokset. Äänekoskelle suunniteltu biotuotetehdas lisää raakapuun kuljetuksia erityisesti Huutokosken ja Pieksämäen välillä. Tästä osa (Varkauden suunnasta tuleva liikenne) hyötyy sähköistyksestä.

Vuoden 2025 ennusteen mukaan radan sähköistyksestä hyötyviä kuljetuksia on noin 0,5 milj. tonnia, jotka muodostuvat seuraavista kuljetusvirroista:

- Niirala–Pieksämäki: 0,2 milj. tonnia (mm. raakapuun tuontia Niiralasta),
- Niirala–Varkaus: 0,1 milj. tonnia (mm. raakapuun tuontia Niiralasta),
- Uimaharju–Keski-Suomen ja Länsi-Suomen metsäteollisuuden tuotantolaitokset 0,01 milj. tonnia (sellua),
- Pieksämäki–Varkaus: 0,2 milj. tonnia (mm. paperia, raakapuuta ja kemikaaleja).

Pieksämäen ja Joensuun välillä on myös ostosopimukseen perustuvaa henkilöjunaliikennettä. Liikenne hoidetaan veturivetoisilla junilla, joka hyötyisi sähköistyksestä. Vuonna 2013 Joensuun ja Varkauden välillä tehtiin 85 000 matkaa ja Varkauden ja Pieksämäen välillä 120 000 matkaa. Rataosan henkilöjunatarjonta on 27 junaparia/viikko. Liikenneviraston syksyllä 2014 päivitetyn henkilöliikenteen tulevaisuuden tutkimuksen mukaan matkustajamäärissä ei arvioida tapahtuvan muutoksia. Myös junatarjonnan arvioidaan pysyvän ennallaan.

### **Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi**

Radan tavaraliikenne vuonna 2013 oli Viinijärven ja Siilinjärven välillä 0,7 milj. tonnia ja Viinijärven ja Siilinjärven välillä 0,34 milj. tonnia (ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuon välisiä kuljetuksia, joita oli 2,9 milj. tonnia). Sähköistyksestä hyötyisi koko yhteysvälin läpi kulkeva liikenne (mm. kivennäisaineiden ja kemikaalein tuonti Venäjältä), yhteysvälin kuormattavan raakapuun kuljetukset Kaakkois-Suomen metsäteollisuudelle sekä Siilinjärven lannoiteteollisuuden kuljetukset lännen suuntaan.

Yhteysvälin sähköistys mahdollistaisi myös Ylä-Savosta ja Kainuusta Kaakkois-Suomeen menevän raakapuuliikenteen hoitamisen Joensuun kautta. Nykyisin kuljetukset voidaan hoitaa edullisemmin Kouvolan kautta, koska tämä reitti mahdollistaa junien vedon koko matkan sähkövedolla. Joensuun kautta kulkeva reitti on Kouvolan reittiä lyhyempi, joten Siilinjärven ja Joensuun välin sähköistyksellä voidaan saavuttaa liikennöintikustannussäästöjä.

Rataosien sähköistyksestä hyötyviä kuljetuksia on vuoden 2025 ennusteen mukaisesti noin 1,45 milj. tonnia (ei sisällä Ruokosuon ja Siilinjärven välisiä kuljetuksia, jotka ovat mukana ko. rataosaa koskevien hankkeiden tarkasteluissa). Hyötyvät kuljetukset muodostuvat seuraavista kuljetusvirroista:

- Niirala–Siilinjärvi/Ruokosuo: 0,2 milj. tonnia (kivennäisaineita ja kemikaaleja),
- kotimaan raakapuukuljetukset radan läpi: 0,6 milj. tonnia Kaakkois-Suomeen (hoidetaan nykyisin Pieksämäen/Kouvolan kautta),
- Siilinjärven–Viinijärven väliltä lähtevät raakapuukuljetukset Kaakkois-Suomeen: 0,5 milj. tonnia,
- radalta lähtevät kivennäisaineiden kuljetukset: 0,1 milj. tonnia,
- muita radan läpi meneviä kuljetuksia: 0,05 milj. tonnia.

Rataosan sähköistäminen ei hyödytä Pieksämäen ja Joensuun välistä henkilöjunaliikennettä. Viinijärven ja Siilinjärven välillä ei ole henkilöjunaliikennettä.

Ennusteen suurin epävarmuus liittyy raakapuukuljetusten määrään erityisesti läpi kulkevan liikenteen osalta. Raakapuukuljetusten määrä voi jäädä pienemmäksi esimerkiksi, jos raakapuun tuontia Venäjältä lisätään ennakoitua enemmän.



### **Hämeenlinna–Rautaruukki**

Rata palvelee Rautaruukin Hämeenlinnan tuotantolaitoksen metallin kuljetuksia. Radan sähköistyksen hyödyntäminen on sekä Rautaruukin että liikennöitsijän mukaan haasteellista. Ongelmana on mm. vaunujen siirtäminen teollisuushallin sisälle, jossa raiteen sähköistys ei ole mahdollinen. Liikennöitsijän mukaan dieselkäyttöisiä päivystysvetureita tarvitaan Rautaruukin kuljetuksissa joka tapauksessa, vaikka rataosa sähköistettäisiin.

Rataosan ennustettu liikenne vuonna 2025 on 1,33 milj. tonnia. Kuljetuksia on Raahesta Hämeenlinnaan (1 milj. tonnia), Hämeenlinnasta Lappohjaan (0,2 milj. tonnia) sekä Hämeenlinnasta Riihimäelle ja Raahen (0,13 milj. tonnia).

### **Jämsä–Kaipola**

Rata palvelee Kaipolan paperitehtaan kuljetuksia, jotka hoidetaan Jämsän ratapihan kautta. Radan sähköistyksestä hyötyvän liikenteen määräksi vuonna 2025 on ennustettu 0,6 milj. tonnia, joka muodostuu paperin vientikuljetuksista Raumalle (0,5 milj. tonnia) ja raakapuun kuljetuksista Kaipolaan (0,1 milj. tonnia). Ennusteen suurin epävarmuus koskee Kaipolassa valmistettavan paperivolyymin kehitystä. On mahdollista, että volyymi tulee pienentymään.

Liikennöitsijän mukaan sähköistyksen hyödyntäminen on haasteellista ja edellyttäisi Vectron-veturien apudieselmoottorien hyödyntämistä. Esimerkiksi kokonaisia raakapuujunia ei saada matkaveturilla suoraan purkuun asiakkaan toimintamallin, tehdasalueen layoutin ja purkuraiteistojen vuoksi. Dieselkäyttöisiä vaihtotyövetureita arvioidaan tarvittavan joka tapauksessa, vaikka rataosa sähköistettäisiin.

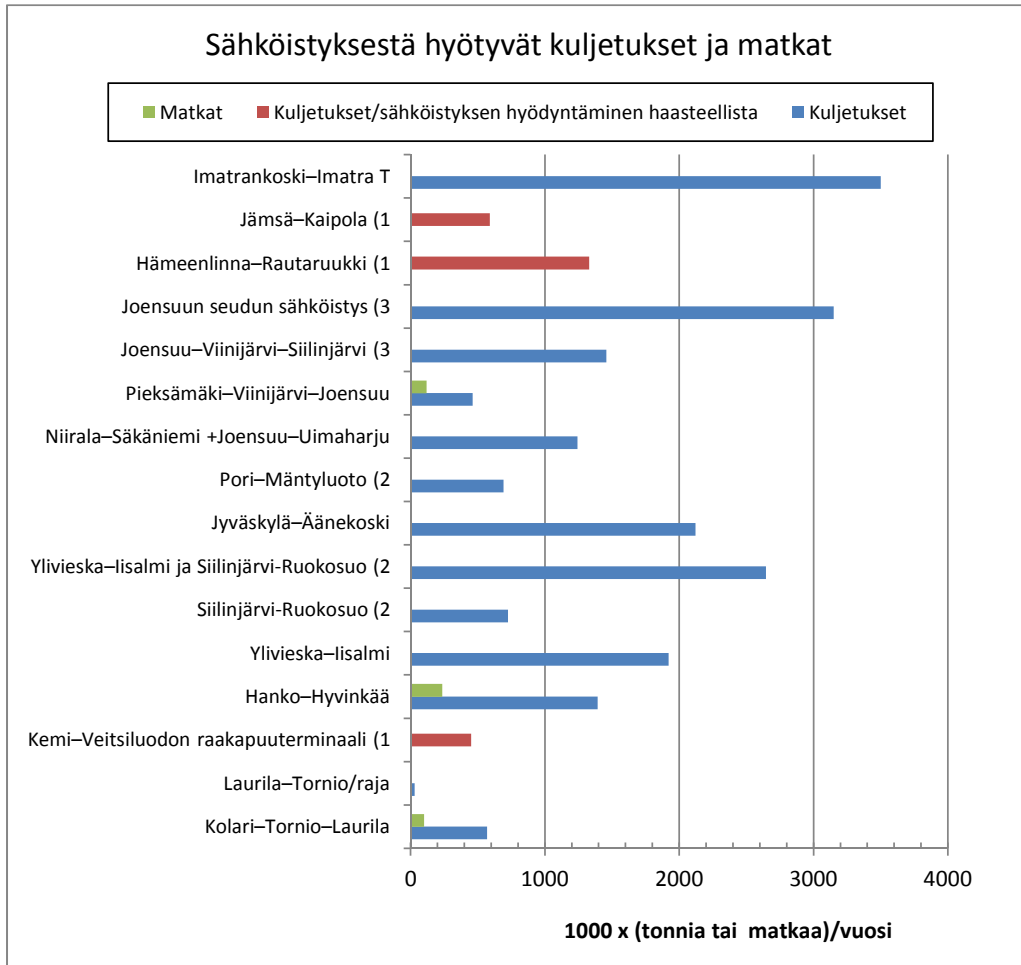
### **Imatrankoski (Pelkola)–Imatra T**

Vuonna 2013 rataosan liikenne oli 3,0 milj. tonnia, joka muodostui raakapuun tuonnista Venäjältä Imatran, Joutsenon ja Lauritsalan tuotantolaitoksille. Nykyisen toimintamallin mukaan Pelkolasta lähtevät raakapuujunat vedetään Imatra T:lle, jossa junat järjestetään edelleen vedettäväksi edellä mainituille tuotantolaitoksille. Sähköistystä voitaisiin hyödyntää Pelkolan ja Imatra T:n välisissä junien vedoissa. Ennustettu raakapuun tuonti vuonna 2025 on 3,5 milj. tonnia.

Mikäli Imatrakosken raja-asema avataan kansainväliselle liikenteelle, edellyttää se Imatran kolmioraiteen rakentamista ja sähköistystä. Tällöin sähköistyksestä hyötyy edellä mainitun raakapuuliikenteen ohella Vainikkalasta siirtyvä liikenne, jonka suuruudeksi ennustetaan noin 1,35 milj. tonnilla. Arvio perustuu oletukseen, että Imatrankoskelle siirretään kaikki muu Vainikkalan raja-aseman tavaraliikenne kemikaalien ja raakaöljyn kuljetuksia lukuun ottamatta.

### **Yhteenveto**

Sähköistyksistä hyötyvien kuljetusten ja matkojen määrät on esitetty kuvassa 5.



(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuon välisiä kuljetuksia.

*Kuva 5. Sähköistyksistä hyötyvien kuljetusten ja matkojen ennustetut määrät vuonna 2025*

## 3 Vaikutusten kuvaus

### 3.1 Liikenteelliset vaikutukset

Ratojen sähköistyksen merkittävin liikenteellinen vaikutus on sähkövetureiden nykyistä laajempi käyttömahdollisuus ja veturien vaihtotarpeen väheneminen, mikä tuo säästöjä junien vetokustannuksissa ja veturien vaihtojen kustannuksissa. Tavara-liikenteessä vaikutukset ovat osittain riippuvaisia siitä, miten radan sähköistys yhdessä Vectron-veturien käyttöönoton kanssa vaikuttavat liikennöintimallin kehittämismahdollisuuksiin ja päivystäväveturien tarpeisiin. Niissä tapauksissa, joissa liikennöitsijä on pitänyt sähköistyksen hyödyntämistä haasteellisena, ei potentiaalisia hyötyjä ole sisällytetty varsinaisiin kannattavuuslaskelmiin. Potentiaaliset hyödyt on kuitenkin esitetty siltä varalta, että sähköistyksen hyödyntämisen haasteisiin löydetään toimivat ratkaisut.

Henkilöliikenteessä sähköistys voi liikennöintikustannussäästöjen ohella synnyttää myös matkustajien aika- ja palvelutasohyötyjä, kun matka-aikaa pidentänyt veturin vaihto jää pois tai kun junaa ei tarvitse vaihtaa enää matkan aikana. Tällaiset palvelutasohyödyt houkuttelevat uusia matkustajia muista kulkutavoista. Saavutettavia hyötyjä ovat tällöin uusien junamatkustajien kokemaa kuluttajan ylijäämän kasvu sekä tie-liikenteen vähenevät onnettomuudet ja päästöt.

#### **Sähköistyksestä hyötyvät junamäärät ja junakilometrit**

Hyötyvät tavaraliikenteen junamäärät perustuvat edellä esitettyihin hyötyviin kuljetusvirtoihin sekä arvioituihin junien nettopainoihin, joiden lähtökohtana ovat nykyiset junapainot, kuljetusmäärien kehitysennuste sekä teollisuuden pyrkimys jatkuvaan tasaiseen kuljetusvirtaan, mikä mahdollistaa useimmiten myös kaluston tehokkaan kierron. Raakapuukuljetusten nettopaino perustui 24 neliakselisen vaunun käyttöön. Dieselveturien tehona käytettiin 2000 kW. Tällaiset veturit kykenevät vetämään sähköveturien tapaan noin 2000 tonnin painoisen junan. Käytännössä maksimijunapaino on aina reittikohtainen riippuen erityisesti radan pystygeometriasta.

Edellä esitettyjen tekijöiden vuoksi tavarajunien nettopainot ja niihin perustuvat vuotuiset junamäärät ja junakilometrit ovat hanke- ja vertailuvaihtoehdoissa yhtä suuret (kuvat 6–7). Poikkeuksen muodostavat hankkeet Ylivieska–Iisalmi + Iisalmen kolmioraide sekä Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi, jotka vaikuttavat raakapuukuljetusten reititykseen. Näissä hankkeissa hyötyvät junakilometrit on määritetty vertailuvaihtoehdon mukaiseen reititykseen perustuen.

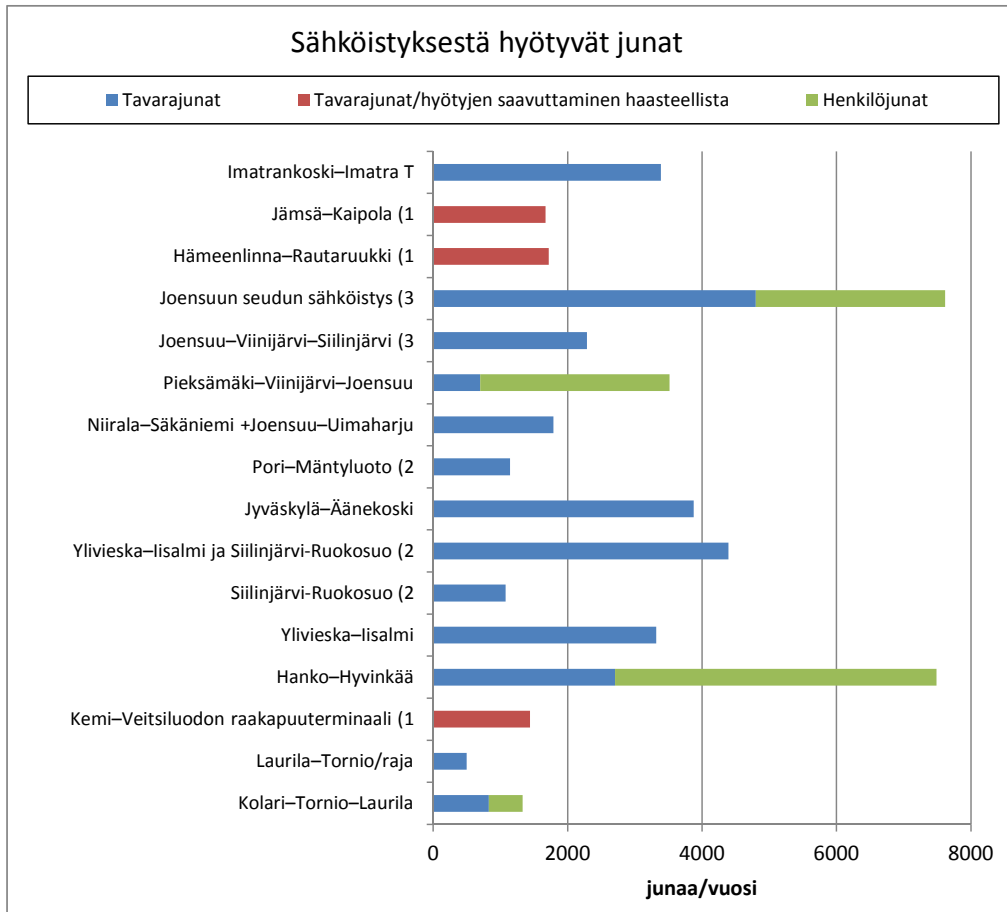
Henkilöliikenteessä hyötyvät junamäärät ja junakilometrit perustuvat nykyiseen junatarjontaan.

#### **Vähenevät veturin vaihdot**

Vetureiden vaihtotarpeen väheneminen arvioitiin kuljetusvirroittain ja henkilöjunien reiteittäin. Arvioinnissa otettiin huomioon hoidetaanko kuljetukset suorina junina vai vaunuryhmälähetyksinä, jolloin liikenteen solmukohtien ratapihoilla joudutaan joka tapauksessa tekemään vaunujen ja veturien siirtoja edellyttäviä vaihtotöitä. Osa kuljetusviroista on sellaisia, joissa veturin vaihtotarve vähenee, osassa virroista tarve ei muutu lainkaan (vertailuvaihtoehdossa koko kuljetusvirta hoidetaan dieselvetureilla)

ja osassa virroissa vaihtotarve jopa kasvaa (edellyttää, että vetokustannussäästöt ovat suuremmat kuin veturien vaihdon aiheuttamat lisäkustannukset). Vaihtotarpeen väheneminen on riippuvainen jatkosähköistyksen laajuudesta. Esimerkiksi koko Joensuun seudun sähköistys mahdollistaa suuremman vaihtotarpeen vähennyksen kuin rataosien Niirala–Säkäniemi ja Joensuu–Uimaharju, Joensuu–Siilinjärvi ja Joensuu–Pieksämäki yhteensä (kuva 8).

Liitteessä 1 on esitetty sähköistyksistä hyötyvät kuljetusvirrat ja henkilöjunatarjonnat sekä niissä saavutettavien hyötyjen perusteet.

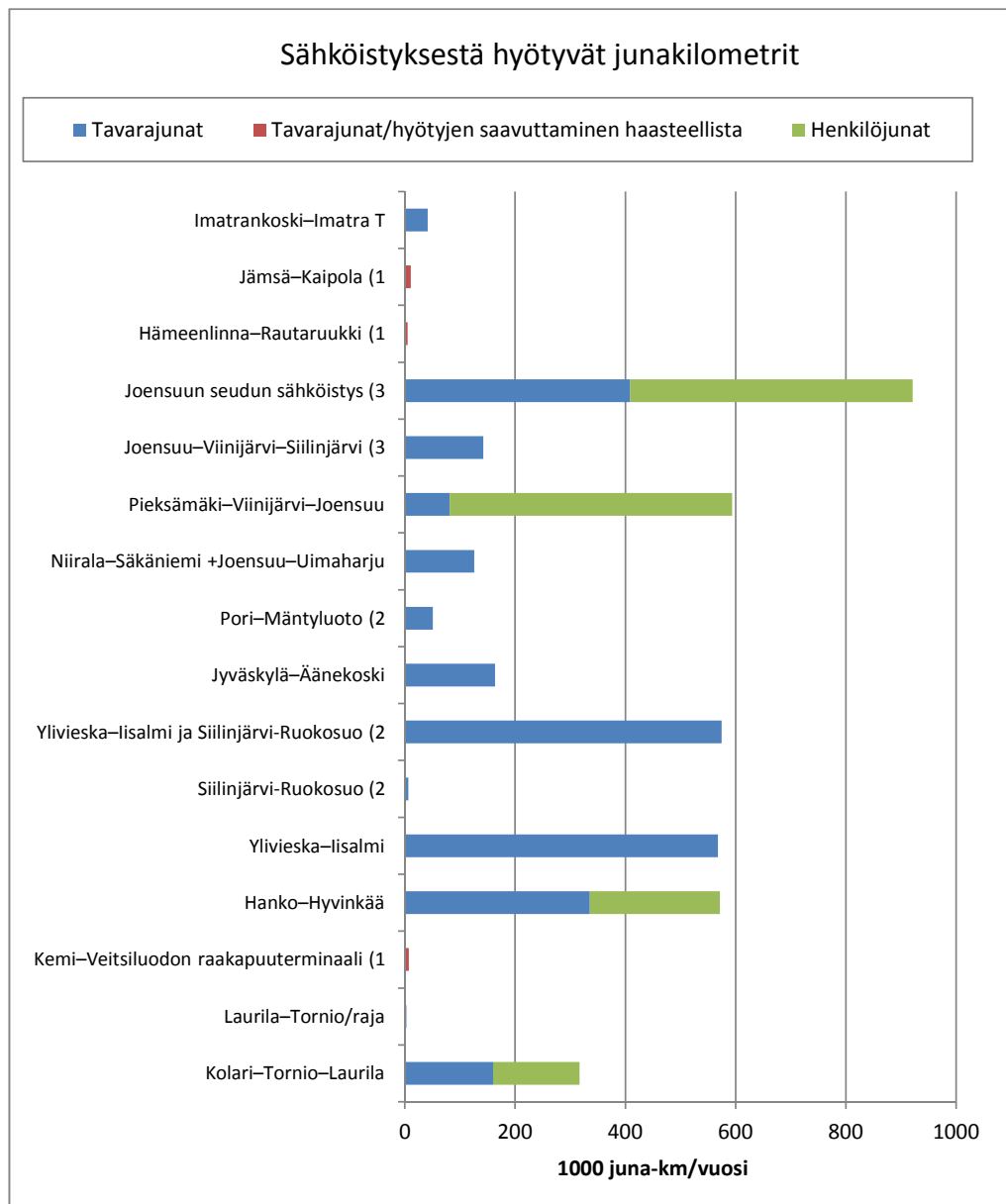


(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuon välisiä kuljetusten junia.

Kuva 6. Sähköistyksistä hyötyvien tavarajunien ja henkilöjunien määrät vuonna 2025.

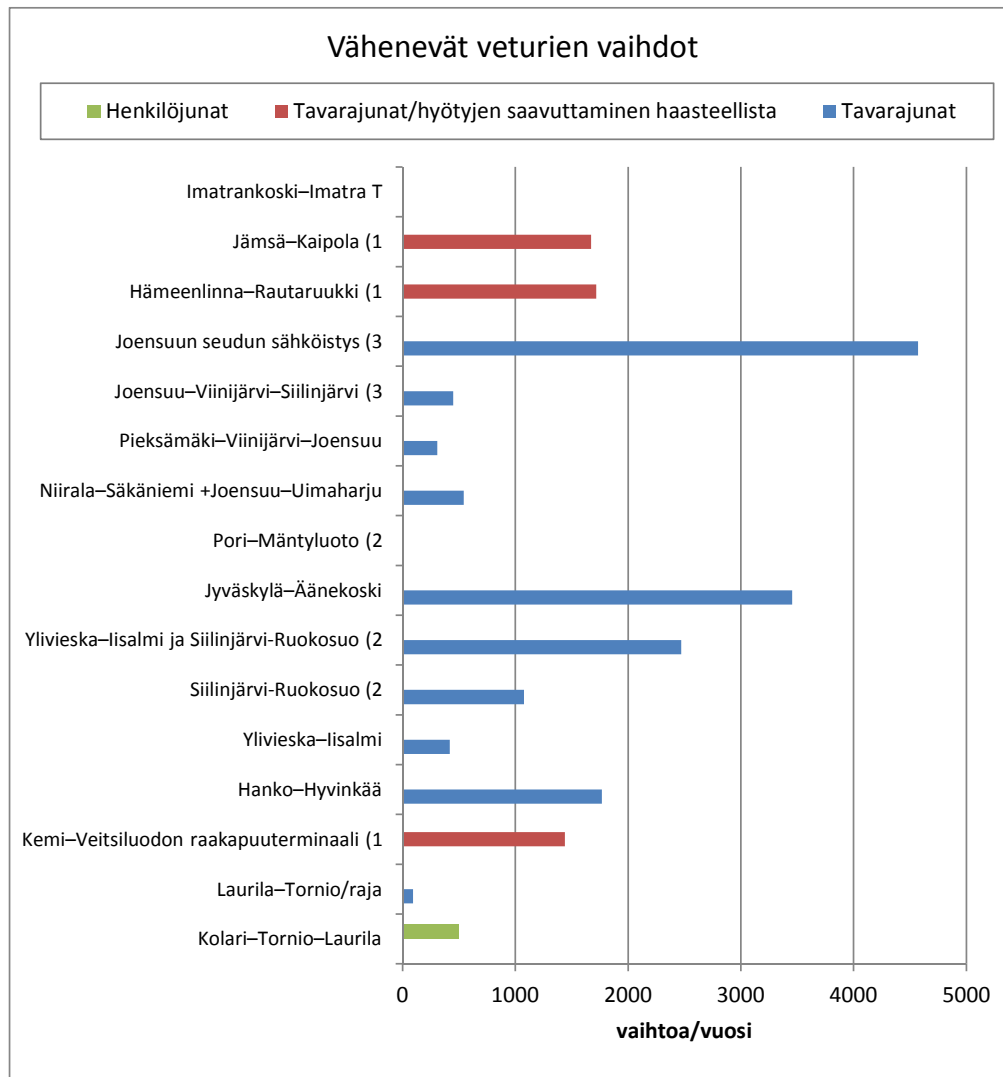


(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuon välisten kuljetusten junakilometrejä.

*Kuva 7. Sähköistyksistä hyötyvät junakilometrit vuonna 2025.*



(1 Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2 Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien käyttömahdollisuutta.

(3 Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuan välisiä kuljetusten vaihtoja.

*Kuva 8. Sähköistyksen vuoksi vähenevät veturien vaihdot vuonna 2025.*

## 3.2 Liikennöintikustannussäästöt

### 3.2.1 Arviointimenetelmät

#### Vetokustannussäästöt

Liikennöintikustannussäästöt arvioitiin kuljetusvirroittain ja henkilöjunareiteittäin arvioituihin aika- ja kilometrisuoritteita sekä veturin vaihtotarvetta koskevien muutosten ja Liikenneviraston määrittämien rautatieliikenteen yksikkökustannusten perusteella. Poikkeuksena Karjaa-Hanko-rataosan lähijunaliikenteen kilometrikustannukset arvioitiin Pisararadan hankearvioinnissa esitettyä kustannusta käyttäen (liite 2).

#### Sähköistyksen vaikutus aikaperusteisiin liikennöintikustannuksiin

Matka- ajasta riippuvassa yksikkökustannuksessa on otettu huomioon kaluston pääomakustannukset ja junahenkilöstön työvoimakustannukset. Sähkövoiman käyttöön siirtyminen voi joko lisätä tai vähentää veturien pääomakustannuksia. Vaikutus on aina tapauskohtainen ja riippuu kuljetuksissa tarvittavien vaihtoehtoisten veturien määrästä, johon vaikuttavat veturien teho, junapainot ja veturien kiertonopeus.

Optimaalisessa tilanteessa sähkö- ja dieselveturien vetokykyä voidaan hyödyntää täysimääräisesti, jolloin veturien käyttöaste on korkea. Tähän ei aina päästä kuljetusten frekvenssivaatimusten, ratapihojen raidepituuksien ja kuljetusvirtojen ohuuden vuoksi. Kuljetuksissa, joissa vetureita joudutaan vaihtamaan kuljetuksen aikana, voi veturikierto jäädä hitaammaksi kuin, jos kuljetukset voidaan hoitaa yhdellä veturikalustolla. Toisaalta sähköistysshanke voi johtaa myös tilanteisiin, joissa kahden eri kaluston käytöltä ei voida välttyä, jolloin toisen veturikaluston kierto hidastuu. Veturien kiertonopeuteen kohdistuvien vaikutusten huomioon ottaminen edellyttäisi hyvin yksityiskohtaista operatiivista suunnitteluun perustuvaa arviointia.

#### Sähköistyksen vaikutus junien kilometrikustannuksiin

Sähkövoiman käyttöön siirtyminen pienentää lähes aina kilometrikustannuksia. Säästöjä saavutetaan sekä energiakustannuksissa että veturien korjaus- ja kunnossapitokustannuksissa. Liikenteen yksikkökustannuksissa on otettu huomioon veturin energiankulutus, energian hinta ja kaluston kunnossapitokustannukset (varikkokustannuksia). Junan painon vaikutus energiakulutukseen ja sen aiheuttamiin kilometrikustannuksiin on otettu huomioon vaunujen kilometrikustannuksessa.

#### Karjaa-Hanko-rataosan henkilöjunaliikenteen säästöjen arviointi

Tulevaisuudessa Y-junien liikenteessä arvioidaan siirryttävän Sm4-junien käyttöön. Mikäli Hangon rata sähköistetään, jatketaan osa Y-junien vuoroista Hankoon asti. Tällöin Sm-4-junat korvaavat kiskobussit Karjaan ja Hangon välillä. Tämän muutoksen vaikutus Karjaan ja Hangon välisen henkilöjunaliikenteen aikaperusteisiin liikennöintikustannuksiin arvioitiin kalustotarpeen ja kaluston pääomakustannuksiin perusteella.

Vertailuvaihtoehdossa Karjaan ja Hangon välisen liikenteen hoitamiseksi tarvitaan kaksi kiskobussiyksikköä, sillä liikennöitsijän mukaan yhden yksikön kapasiteetti ei ole riittävä perjantain ja sunnuntain matkustajamäärille. Sen sijaan, kun rataosa on sähköistetty, voidaan Karjaan ja Hangon välinen liikenne hoitaa yhdellä Sm4-sähkömoottorijunayksiköllä. Tarkasteluissa on oletettu, että Hankoon asti ulottuvilla vuoroilla junia lyhennetään Karjaalla yhden yksikön mittaisiksi (paluuvuoroilla junia vastaavasti pidennetään Helsinki-Karjaa-välin suurempaa matkustajakysyntää varten). Junien kilometrikustannuksia koskevat muutokset arvioitiin kiskobussin ja Sm4-kaluston yksikkökustannusten perusteella.

Edellä esitettyihin arvioihin perustuen Hangon radan liikennöintikustannukset vähenivät yhteensä 0,141 M€/vuosi, josta ratamaksujen ja polttoaineen valmisteverojen osuus on 0,055 M€/vuosi.

#### Henkilöjunien aggregaattivaunujen kustannukset

Helsingin ja Kolarin välisissä yöpikajunissa ja Pieksämäen ja Joensuun välisessä henkilöjunaliikenteessä tarvitaan aggregaattivaunuja sähkövirran tuottamiseen. Nykymuotoisen Kolarin liikenteen hoito edellyttää vähintään kolme aggregaattivaunua ja yhtä vaunua varalle. Pieksämäki-Joensuun välinen liikenne hoidetaan kahdella vaunurungolla, jolloin aggregaattivaunujen tarpeeksi arvioidaan myös kolme. Aggregaattivaunujen käytön aiheuttama liikennöintikustannusten lisäys otettiin huomioon vaunujen vuosittaisten pääomakustannusten osalta, jotka määritettiin aggregaattivaunun hankintahinta-arvioon perustuen.

#### Liikenteen verot ja maksut

Liikennöitsijä saavuttaa sähköveturien käyttöön siirtymisellä hyötyjä myös valtion perimän ratamaksun ja polttonesteen hintaan sisältyvän valmisteveron osalta. Dieselveturivetoisilta tavarajunilta perittävä ratamaksun ratavero on 0,05 senttiä/ bruttotonnikilometri suurempi kuin sähköveturivetoisilta junilta perittävä ratavero. Henkilöjunaliikenteessä ratamaksu ja ratavero ovat riippumattomia käytettävästä veto-voimasta. Dieselpolttoaineen hinnassa on erilaisia valmisteveroja yhteensä 18,7 senttiä/litra. Junaliikenteen käyttämästä sähköenergiasta ei peritä veroa.

#### **Veturien vaihtojen kustannusten arviointi**

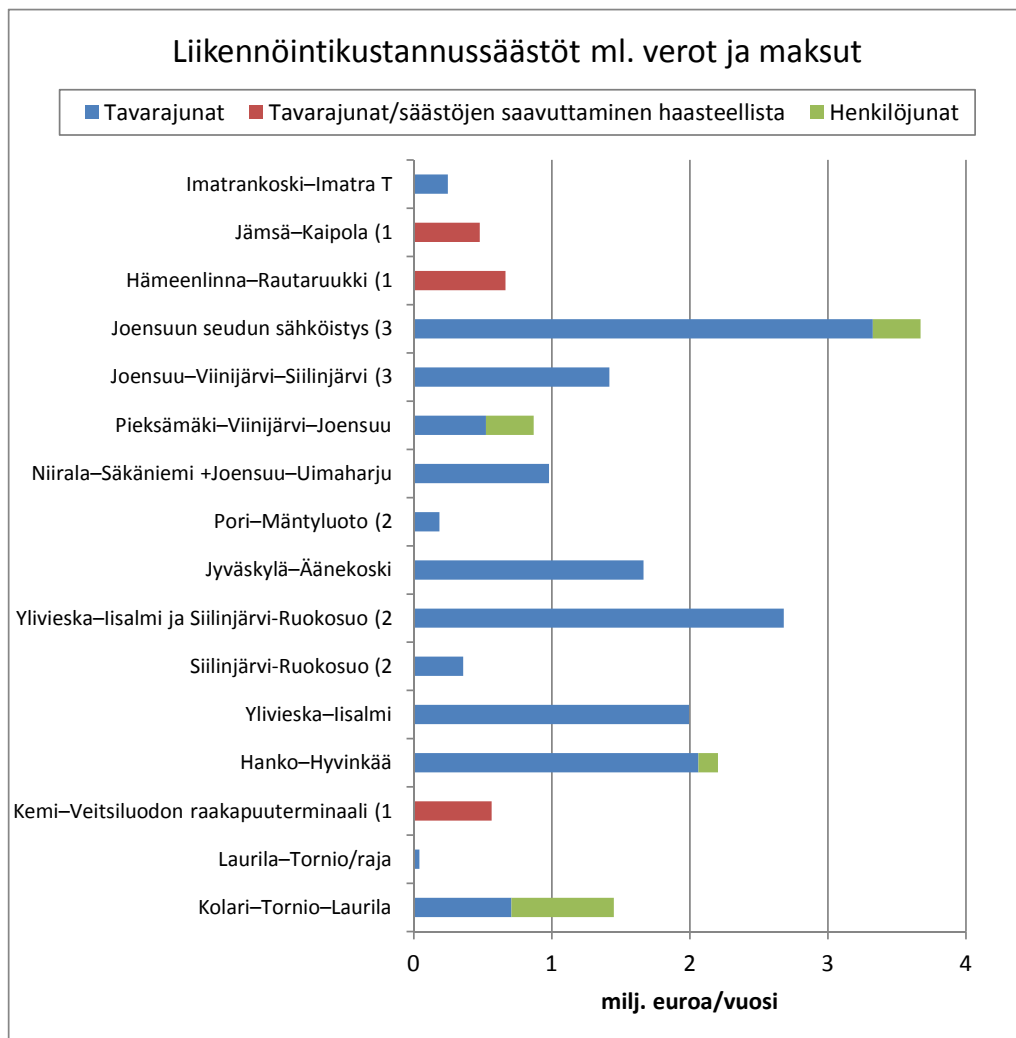
Veturin vaihdon kustannukset arvioidaan vaihtoon kuluvan ajan ja vaihtoon sitoutuvien resurssien perusteella. Tavaraliikenteessä vaihtotyön arvioitiin sitovan molemmat veturit, niiden kuljettajat, vedettävät vaunut ja vaihtotyöhön osallistuvat rata-pihatyöntekijät keskimäärin noin 40 minuutin ajaksi.

Mikäli osa kuljetuksesta joudutaan hoitamaan sähköistetyllä ja osa sähköistämättömällä rataosalla, on joissakin tapauksissa kannattavaa vaihtaa veturia matkan aikana. Vaihtoehtona on käyttää dieselveturia koko matkan ajan. Toimintatavan valintaan vaikuttavat toisaalta sähköveturin käytön avulla saavutettavat säästöt ja toisaalta veturin vaihdosta aiheutuvat kustannukset.



### 3.2.2 Saavutettavat säästöt

Tavara- ja henkilöjunien liikennöintikustannuksissa saavutettavat säästöt muodostuvat liikenteen tuotannossa sekä valtiolle maksettavissa liikenteen erityisveroissa ja maksuissa saavutettavista säästöistä (kuva 9).



(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuo välisten kuljetusten verojen ja maksujen vähenemää.

*Kuva 9. Sähköistyksellä saavutettavat liikennöintikustannussäästöt mukaan lukien ratamaksut ja polttoaineen valmisteverot.*

### 3.3 Matkustajien kuluttajan ylijäämän muutos

#### Nykyiset junamatkustajat

Sähköistys vaikuttaa nykyisten matkustajien kuluttajan ylijäämään saavutettavien aikasäästöjen, palvelutasohyötyjen ja mahdollisten matkalipun hintamuutosten vuoksi.

Kolarin radan liikenteessä veturin poisjäänti Oulussa lyhentää matka-aikaa noin 12 minuuttia. Vaikutuksen arvioidaan kohdistuvan noin 70 000 matkaan vuodessa. Matkat, jotka tehdään kokonaan Oulun pohjoispuolella, eivät hyödy veturinvaihdon poisjäämisestä.

Hangon radan liikenteessä junaa Karjaalla vaihtavien matkustajien matka-aika tulee pidentymään. Näillä matkoilla matka-aika Helsingistä Karjaalle pidentyy keskimäärin noin 10 minuuttia, koska nykyisin Hangon jatkoyhteydet on sovitettu Y-junia nopeampien IC-junien aikatauluihin. Toisaalta, kun junan vaihto Karjaalla jää pois, lyhenee matka-aika noin kolme minuuttia. Arvion lähtökohta on, että suorien Helsinki–Hankojunien pysähdysaika Karjaalla on 3 minuuttia, jona aikana junat lyhennetään/pidentetään. Vertailuvaihtoehtossa junien vaihtoon kuuluva aika on 8 minuuttia. Vaihdon jäädessä pois matkustajat kokevat saavuttavansa myös ns. palvelutasohyödyn, jonka matka-aikavastaavuus on ratainvestointien hankearviointiohjeen mukaan 10 minuuttia. Matkustajien kokonaishyödyksi muodostuu tällöin noin viittä minuuttia vastaava matka-ajan kustannussäästö.

Matkustajien keskimääräinen ajan arvo on noin 10 euroa/ tunti. Matkustajien saavuttama hyöty on tällöin Kolarin radan liikenteessä 0,13 M€/vuosi ja Hangon radan liikenteessä 0,11 M€/vuosi (0,83 €/matka).

Hangon radan liikenteessä matkustajien lippukustannukset voivat pienentyä nykyisten vaihtomatkustajien siirtyessä IC-/taajamajunien käytöstä suoriin taajamajuniin. Vaikutus on riippuvainen matkojen hinnoittelusta. Nykyisin Helsingin ja Hangon välisen matkan lippukustannus on IC-junia käytettäessä keskimäärin korkeampi kuin Y-junia käytettäessä (osaan IC-junista voi saada ennakkolipun myös hieman Y-junien lippua edullisemmin). Vuoden 2015 tammikuun kausilippu maksaa IC-junien käyttöön oikeuttavalla lipulla 484,30 € ja taajamajunien käyttöön oikeuttavalla lipulla 399,60 €. Kun oletetaan, että kausilipulla tehdään keskimäärin 40 matkaa, tulee yksittäisen matkan lippukustannukseksi IC-junia käytettäessä 12,11 € ja taajamajunia käytettäessä 9,99 € eli 2,12 € vähemmän.

Nykyisten Hangon radan vaihtomatkustajien lippukustannussäästöksi saadaan em. lippukustannuseroon (2,12 €/matka) perustuen 0,22 M€/vuosi.

#### Uudet junamatkustajat

Hangon radan liikenteessä suorat Helsingin ja Hangon väliset junayhteydet houkuttelevat matkustajia muista kulkutavoista. Juniin siirtyvien matkustajien määrä arvioitiin matka-aikajoustoa -0,8 käyttäen. Tällöin junamatkat lisääntyvät 3,7 % eli noin 4000 matkalla vuodessa. Uusien junamatkustajien saavuttama kuluttajan ylijäämän muutos arvioidaan ns. puolikkaan säännön avulla, jonka mukaan uudet matkustajat saavat puolet nykyisten matkustajien saavuttamasta hyödystä. Nykyisten matkustajien hyöty muodostuu aikakustannus- ja lippukustannussäästöstä, joka on 2,95 €/matka. Hyödyksi muodostuu 0,012 M€/vuosi.

### 3.4 Liikenteen tuottajan lipputulojen ja subventiotarpeen muutos

Ostosopimukseen perustuvassa Hangon radan liikenteessä uudet junamatkustajat (4000 matka/vuosi) lisäävät liikenteen tuottajan saamia lipputuloja 9,99 €/matka eli yhteensä 0,04 M€/vuosi. Tästä valtiolle maksettavan arvonlisäveron osuus on 0,004 M€/vuosi. Toisaalta nykyisiltä matkustajilta (104 000 matkaa/vuosi) saatavat lipputulot vähenevät 2,12 €/matka eli yhteensä 0,22 M€/vuosi (ilman arvonlisäveroa 0,20 M€/vuosi). Liikenteen tuottajan lipputulot ilman arvonlisäveroa vähenevät siten yhteensä noin 0,16 M€/vuosi.

Kiskobussiliikenteen korvaaminen suorilla Sm4-junakalustolla ajettavilla taajama-junilla vaikuttaa osaltaan ostosopimuksessa määritettävään liikenteen subvention suuruuteen. Subventiotarpeen muutokseen vaikuttavat liikenteen tuottajan liikennöintikustannusten ja lipputulojen muutokset. Edellä liikennöintikustannusten säästöksi arvioitiin 0,14 M€/vuosi ja lipputulojen vähenemäksi 0,16 M€/vuosi. Liikenteen subventiotarve kasvaa siten 0,02 M€/vuosi.

### 3.5 Ulkoisten kustannusten säästöt

Liikenteen ulkoisia kustannuksia ovat päästö-, onnettomuus- ja melukustannukset. Sähköistyshankkeilla saavutetaan säästöjä lähinnä rautatieliikenteen päästökustannuksissa sekä Hangon radan osalta myös tieliikenteen päästö- ja onnettomuuskustannuksissa.

#### Päästömääriä koskevat muutokset

Ratojen sähköistyksen vaikutukset rautatieliikenteen päästöjen määriin arvioitiin diesel- ja sähkökäyttöisen vetokaluston energiankulutukseen sekä dieselveturien ja sähköntuotannon päästökertoimiin perustuen. Tavarajunien ja veturivetoisten henkilöjunien energiankulutus on riippuvainen erityisesti junan bruttopainoista ja nopeudesta. Kiskobussien ja sähkömoottorivaunukaluston energiankulutus on riippuvainen nopeudesta, liikennepaikkatiheydestä ja yhteen kytkettyjen junayksiköiden määrästä.

Hangon radan liikenteessä juniin siirtyvät matkat vähentävät tieliikennettä. Siirtyminen oletetaan tapahtuvan kokonaan henkilöautoliikenteestä, jossa auton keskipituumitukseksi oletetaan 1,5 henkilöä ja vähenevien matkojen keskipituudeksi 100 km. Tällöin vuotuinen ajosuorite vähenee 0,277 milj. ajonkm. Henkilöautojen päästöjen määrä arvioitiin keskipituumitukseen (8,5 litraa/100 km) ja henkilöautojen päästökertoimiin perustuen.

Sähköistyshankkeiden kokonaisvaikutukset liikenteen päästöjen määriin on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Sähköistyshankkeiden vaikutukset liikenteen päästöjen määriin.

| Hanke                                                    | Päästömäärien väheneminen (tonnia/vuosi) |      |                 |        |                 |                 |                 |                  |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|                                                          | CO                                       | HC   | NO <sub>x</sub> | hiukk. | SO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |
| Kolari–Tornio–Laurila                                    | 14                                       | 7    | 124             | 2      | -2              | 3497            | 0               | 0                |
| Laurila–Tornio/raja                                      | 0                                        | 0    | 1               | 0      | 0               | 29              | 0               | 0                |
| Kemi–Veitsiluodon raakapuutermiinali <sup>(1) (2)</sup>  | 0(0)                                     | 0(0) | 0(3)            | 0(0)   | 0(0)            | 0(95)           | 0(0)            | 0(0)             |
| Hanko–Hyvinkää                                           | 16                                       | 8    | 136             | 2      | -3              | 3623            | 0               | 0                |
| Ylivieska–Iisalmi                                        | 27                                       | 14   | 234             | 3      | -6              | 6285            | 0               | 0                |
| Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo (Yara) <sup>(2)</sup>   | 0                                        | 0    | 3               | 0      | 0               | 78              | 0               | 0                |
| Ylivieska–Iisalmi ja Siilinjärvi–Ruokosuo <sup>(2)</sup> | 27                                       | 14   | 237             | 4      | -6              | 6363            | 0               | 0                |
| Jyväskylä–Äänekoski                                      | 9                                        | 5    | 78              | 1      | -1              | 2131            | 0               | 0                |
| Pori–Mäntyluoto <sup>(2)</sup>                           | 2                                        | 2    | 26              | 0      | 0               | 745             | 0               | 0                |
| Niirala–Säkäniemi +Joensuu–Uimaharju                     | 7                                        | 4    | 64              | 1      | -1              | 1846            | 0               | 0                |
| Pieksämäki–Viinijärvi–Joensuu                            | 16                                       | 8    | 140             | 2      | -2              | 4056            | 0               | 0                |
| Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi <sup>(2)</sup>            | 7                                        | 3    | 57              | 1      | 0               | 1968            | 0               | 0                |
| Joensuun seudun sähköistys <sup>(2)</sup>                | 34                                       | 17   | 290             | 4      | -4              | 8714            | 0               | 0                |
| Hämeenlinna–Rautaruukki <sup>(1) (2)</sup>               | 0(0)                                     | 0(0) | 0(3)            | 0(0)   | 0(0)            | 0(109)          | 0(0)            | 0(0)             |
| Jämsä–Kaipola <sup>(1) (2)</sup>                         | 0(1)                                     | 0(0) | 0(4)            | 0(0)   | 0(0)            | 0(158)          | 0(0)            | 0(0)             |
| Imatrankoski–Imatra T                                    | 3                                        | 2    | 26              | 0      | 0               | 794             | 0               | 0                |

<sup>(1)</sup> Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, etteivät päästöt vähene lainkaan (suluissa osoittava luku kuvaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti).

<sup>(2)</sup> Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien hyödyntämismahdollisuutta.

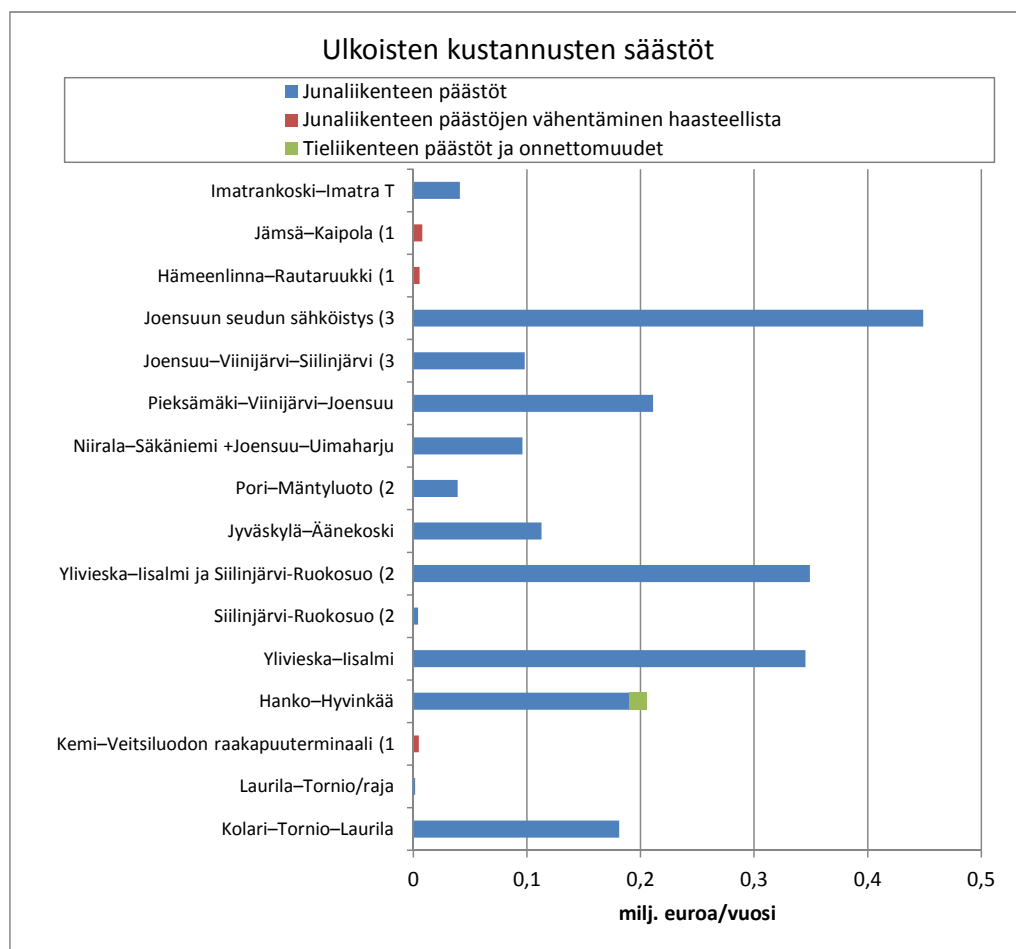
<sup>(3)</sup> Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuo välisten kuljetusten päästöjä.

### Tieliikenteen onnettomuuksien väheneminen

Hangon radan sähköistyksen vaikutus tieliikenteen onnettomuuksiin arvioidaan keskimääräistä henkilövahinko-onnettomuusasteen ja vähenevän ajosuoritteen perusteella. Tieliikenteessä keskimääräinen onnettomuusaste on 0,1 henkilövahinko-onnettomuutta miljoonaa ajoneuvokilometriä kohti. Radan sähköistys vähentää siten keskimäärin 0,014 henkilövahinko-onnettomuutta vuodessa.

### Päästöjen ja onnettomuuksien kustannussäästöt

Päästökustannusvaikutukset määritettiin rautatie- ja tieliikenteen päästömäärien muutoksiin sekä liikennemuotokohtaisiin päästöjen yksikkökustannuksiin perustuen. Dieselveturien aiheuttamien hiukkaspäästöjen ja typpioksidipäästöjen yksikköarvo on riippuvainen syntyvätkö päästöt asemakaupungeissa tai muualla. Hankkeen vaikutusalueella kaupungeissa syntyvien päästöjen osuudeksi arvioitiin 5 %. Tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuden yksikköarvo on 0,493 M€ (kuva 10).



(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuo välisten kuljetusten päästökustannuksia.

*Kuva 10. Sähköistyshankkeiden vaikutukset liikenteen ulkoisiin kustannuksiin.*

## 3.6 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

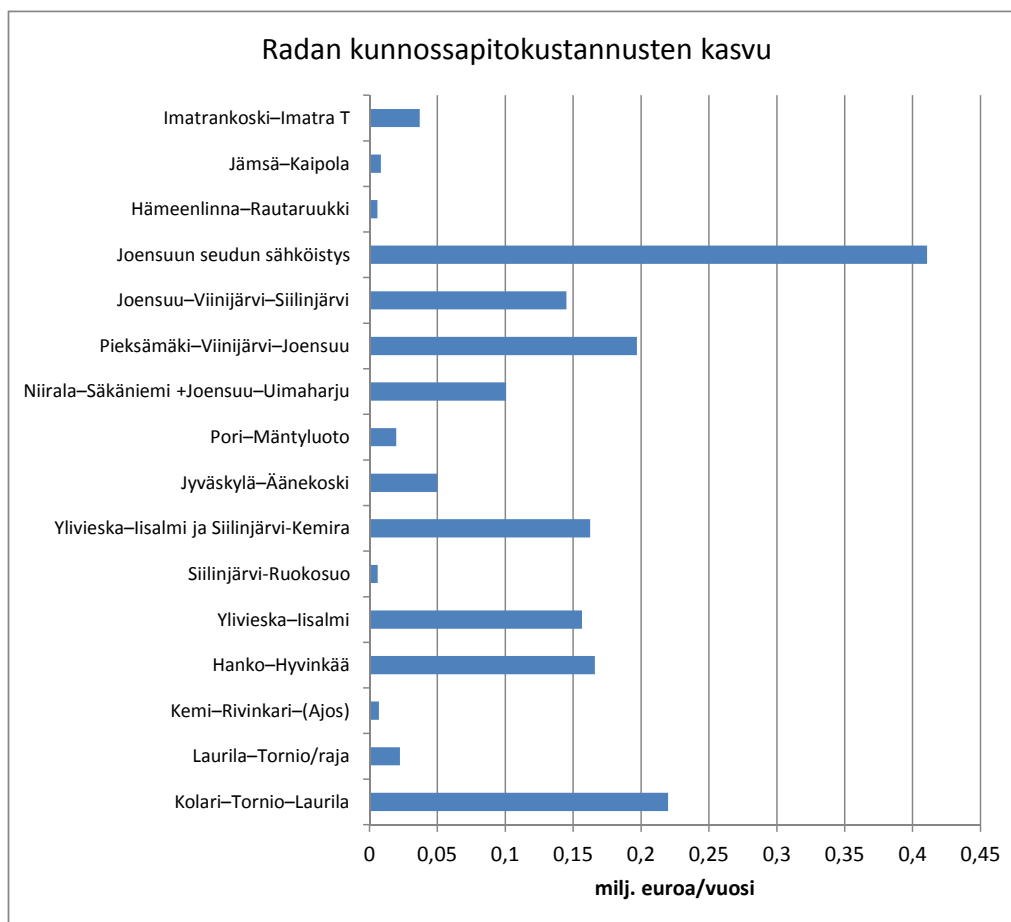
Hankevaihtoehtojen rakentamisaikaiset vaikutukset kohdistuvat rautatiekuljetusten liikennöintikustannuksiin. Haittavaikutusten suuruus on riippuvainen, miten tarvittavat työraot voidaan ajoittaa niin, että liikenteelle ei aiheutuisi katkoksia. Todennäköisesti kaikissa hankkeissa voidaan välttää liikenteen pidempiaikaisilta katkoksilta. Liikenne voitaneen pääasiassa hoitaa pistemäisten nopeusrajoitusten avulla, jolloin haitat liikenteelle jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Vaikutusten arviointi edellyttäisi yksityiskohtaista työaikaisen liikennöinnin suunnittelua, joten niitä ei ole arvioitu.

## 3.7 Julkinen talous

### 3.7.1 Radan kunnossapitokustannukset

Liikenneviraston selvityksen mukaisesti sähköistämättömän raiteen kunnossapitokustannuksena käytetään 9000 €/raide-km ja sähköistetyn 10 000 €/raide-km. Sähköistykseen aiheuttamat kunnossapidon lisäkustannukset ovat siten 1000 €/raide-km (kuva 11).

Sähköistettävät raidepituudet (ks. luku 1.4) perustuvat osittain aikaisemmissa jatkosähköistys selvityksissä osittain tämän työn yhteydessä tehtyihin arvioihin.



Kuva 11. Sähköistyshankkeiden vaikutukset radan kunnossapitokustannuksiin.

<sup>1</sup> Ratojen elinkaariajattelu ja ratakankkeiden kannattavuuslaskennan ongelmat. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 8/2011.

### 3.7.2 Verot, maksut ja subventiot

#### Liikenteen erityisverot ja maksut

##### **Rautatieliikenne**

Valtin rautatieliikenteeltä periminä vero- ja maksuja ovat ratamaksu sekä polttoaineiden hinnassa perittävä valmistevero. Ratamaksutulojen muutokset arvioitiin vetovoimakohtaisiin bruttotonnikilometreihin ja polttoaineen valmisteveroja koskevat tulot dieselpolttoaineen kulutukseen perustuen. Dieselveturivetoisilta tavarajunilta perittävä ratamaksun ratavero on 0,05 senttiä/ bruttotonnikilometri suurempi kuin sähköveturivetoisilta junilta perittävä ratavero. Henkilöjunaliikenteessä ratamaksu ja ratavero ovat riippumattomia käytettävästä vetovoimasta. Dieselpolttoaineen hinnassa on erilaisia valmisteveroja yhteensä 18,7 senttiä/litra. Junaliikenteen käyttämästä sähkönenergiasta ei peritä veroa (kuva 12).

##### **Tieliikenne**

Hangon radan sähköistyksen vuoksi tieliikenteen polttoaineen myynnistä kertyvä polttoaineen valmisteveron määrä vähenee, sillä tieliikenteen polttoaineiden myynti vähenee noin 0,02 milj. litraa/vuosi juniin siirtyvien matkojen vuoksi. Polttoaineen valmisteveron määrä litraa kohti on riippuvainen biopolttoaineen osuudesta. Laskelmassa valmisteveron keskimääräisenä määränä on käytetty 0,7 €/litra. Hankkeen vaikutus valtion perimän polttoaineen valmisteveron määrään on tällöin noin 0,014 M€/vuosi.

#### Arvonlisävero

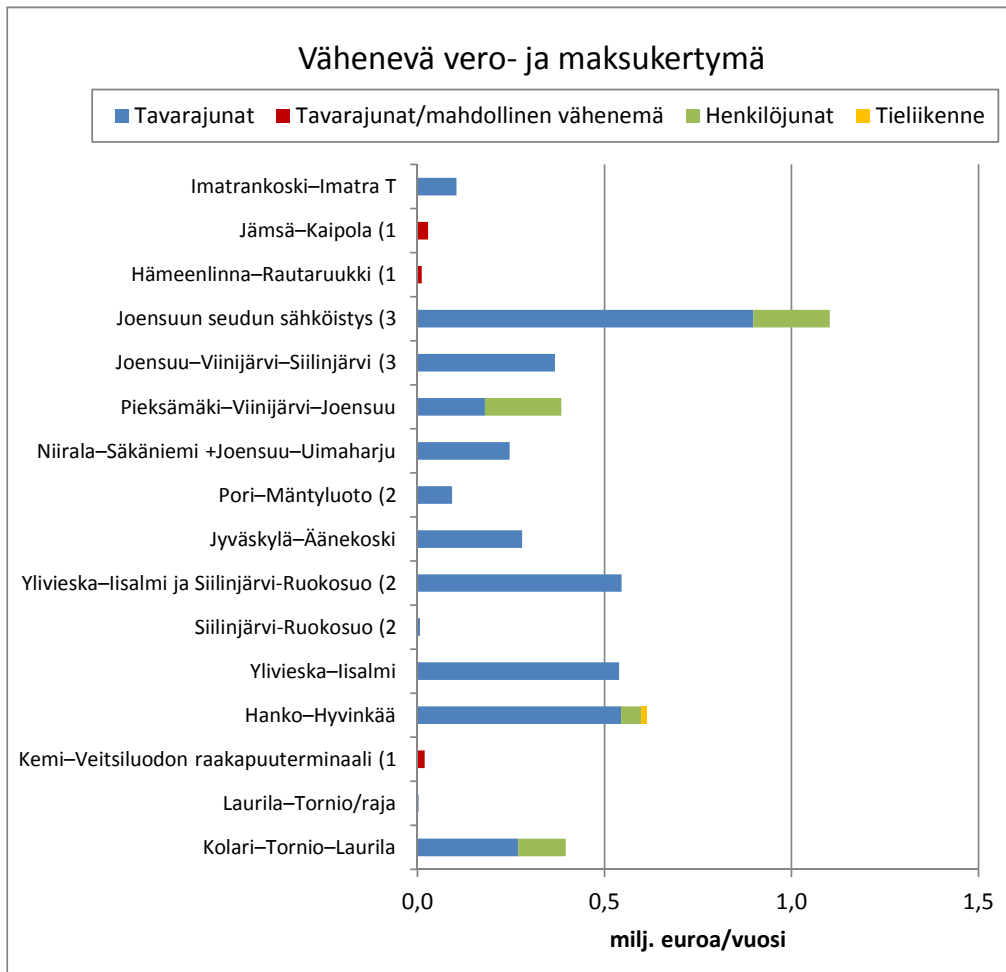
Hangon radan sähköistyksen vaikuttaa valtion arvonlisäverotuloihin toisaalta junalippujen hintoihin sisältyvän arvonlisäveron ja toisaalta tieliikenteen polttoaineen hintoihin sisältyvän arvonlisäveron osalta.

Hangon radan liikenteessä junalippujen hintoihin sisältyvän arvonlisäveron määrä vähenee luvun 3.4 mukaisesti noin 0,02 M€/vuosi.

Polttoaineen hinnassa arvonlisäveroa (24 %) peritään myös polttoaineen valmisteveron osuudesta. Kun keskimääräisenä polttoaineen hintana käytetään 1,6 €/litra ja polttoaineen valmisteveron määränä 0,7 €/litra, vähenevät valtion arvonlisäverotulot Hangon radan sähköistyksen vuoksi noin 0,007 M€/vuosi.

#### Subventiot

Luvun 3.4 mukaisesti Hangon radan henkilöjunaliikenteen subventiotarve kasvaa 0,02 M€/vuosi, sillä liikennöintikustannukset vähenevät 0,14 M€/vuosi ja vastaavasti liikennöitsijän lipputulot ilman arvonlisäveroa vähenevät 0,16 M€/vuosi.



(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei koske Siilinjärven ja Ruokosuoisten välisten kuljetusten veroja ja maksuja.

*Kuva 12. Sähköistyshankkeiden vaikutukset valtion perimiin veroihin ja maksuihin liikennemuodoittain.*



## 4 Hankkeiden yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

### 4.1 Arviointimenetelmä

Kannattavuuslaskelmassa tarkastellaan hankkeiden investointikustannuksia sekä hankkeiden aiheuttamia hyötyjä ja haittoja, joita ovat:

- radanpidon kustannusvaikutukset
- tavara- ja henkilöjunien liikennöintikustannussäästöt mukaan lukien liikenteen erityisverot ja maksut
- kuluttajan (matkustajien) ylijäämän muutos
- henkilöliikenteen tuottajan lipputulojen ja subventioiden muutos
- liikenteen päästö- ja onnettomuuskustannussäästöt
- valtion vero- ja maksutulojen sekä valtion maksamien subventioiden muutokset.

Kaikki kustannusvaikutukset määritetään 30 vuoden pituiselta laskenta-ajanjaksolta, jonka lisäksi tarkasteluajanjaksoon sisällytetään rakentamisaika. Päästöjen, onnettomuuksien ja matkustajien aikakustannuksia laskettaessa niiden yksikkökustannuksia korotetaan vuosittain 1,5 %:lla. Laskenta-ajanjakson ensimmäinen vuosi (perusvuosi) on vuosi, jolloin hanke valmistuu ja avataan liikenteelle. Kannattavuuslaskelma perustuu rakennuskustannusten osalta vuoden 2014 hintatasoon. Vaikutusten arvioinnissa on käytetty ratahankkeiden arviointiohjeiden mukaisia arvoja.

Hankkeen kannattavuutta mitataan hyöty-kustannussuhteella (HK-suhde), joka lasketaan nettoperiaatteella hankkeen tuottamien hyötyjen, haittojen sekä suunnittelu- ja investointikustannusten perusteella. Hyöty-kustannussuhde ilmaisee hyötyjen ja haittojen nettosumman nykyarvon ja investoinnin nykyarvon välisen suhteen.

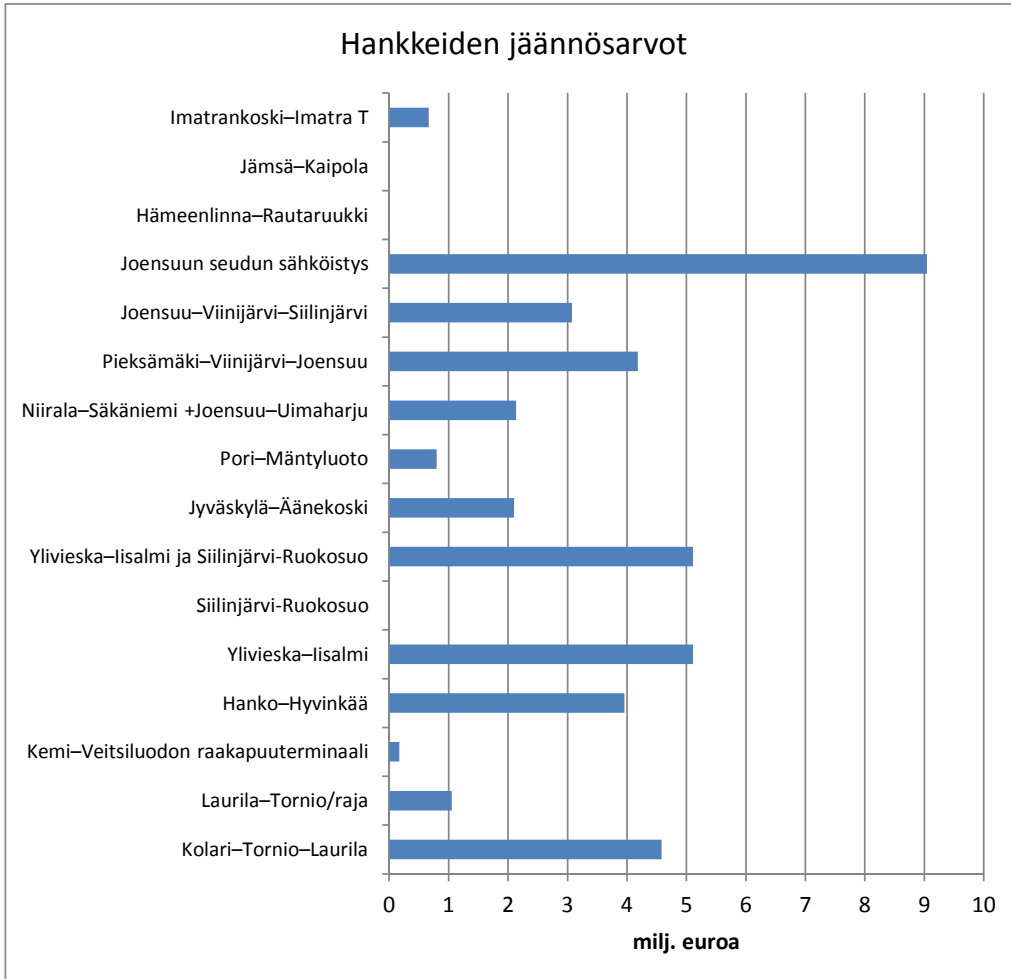
#### Investointikustannukset

Investointikustannuksiin luetaan suunnittelukustannukset, rakentamiskustannukset ja rakennusaikaiset korot. Rakentamiskustannukset perustuvat maarakennuskustannusindeksiin (MAKU) tasoon 137,5 (v. 2005=100). Rakennusajan pituudeksi arvioidaan kaksi vuotta lukuun ottamatta rataosaa Ylivieska–Iisalmi, jossa rakennusajaksi oletetaan kolme vuotta sekä Joensuun seudun hankekokonaisuutta, jonka toteuttamisen arvioidaan vievän neljä vuotta.

#### Jäännösarvot

Hankkeen jäännösarvoa tarkastelujakson lopulla käsitellään kannattavuuslaskelmassa hyötynä, joka diskontataan hankkeen avaamisvuoteen. Varsinaiseen sähköistyksen sisältyvien rakenteiden ja laitteiden (ratasähköistys ja vahvavirta) pitoajaksi on hankkearviointiohjeessa määritetty 30 vuotta, minkä vuoksi niillä ei ole jäännösarvoa 30 vuoden pituisen tarkastelujakson lopulla. Mikäli radan sähköistys edellyttää radan alus- ja päällysrakenteeseen ja siltoihin kohdistuvia toimenpiteitä, arvioidaan jäännösarvot näiden osalta erikseen. Alusrakenteen ja siltojen pitoaika on 50 vuotta (jäännösarvo tarkastelujakson lopulla 40 % uushankintahinnasta). Päällysrakenteen pitoaika on 30 vuotta (ei jäännösarvoa).

Niistä hankkeista joista laadittiin kustannusselvitykset, jäännösarvot arvioitiin yksittäisten toimenpiteiden pitoaikojen perusteella. Vastaavasti hankkeista, joista ei tehty kustannusselvitystä, jäännösarvot määritettiin seuraavasti: sähköistyshankkeisiin sisältyvistä toimenpiteistä (toimenpiteiden kustannuksista) arvioitiin olevan 20 % sellaisia, joiden pitoaika on 50 vuotta ja muiden toimenpiteiden 30 vuotta. Tällöin koko hankkeen jäännösarvon suuruus tarkastelujakson lopulla on 8 % hankkeen uushankintahinnasta (kuva 13).



Kuva 13. Tarkasteltavien toimenpiteiden jäännösarvot.

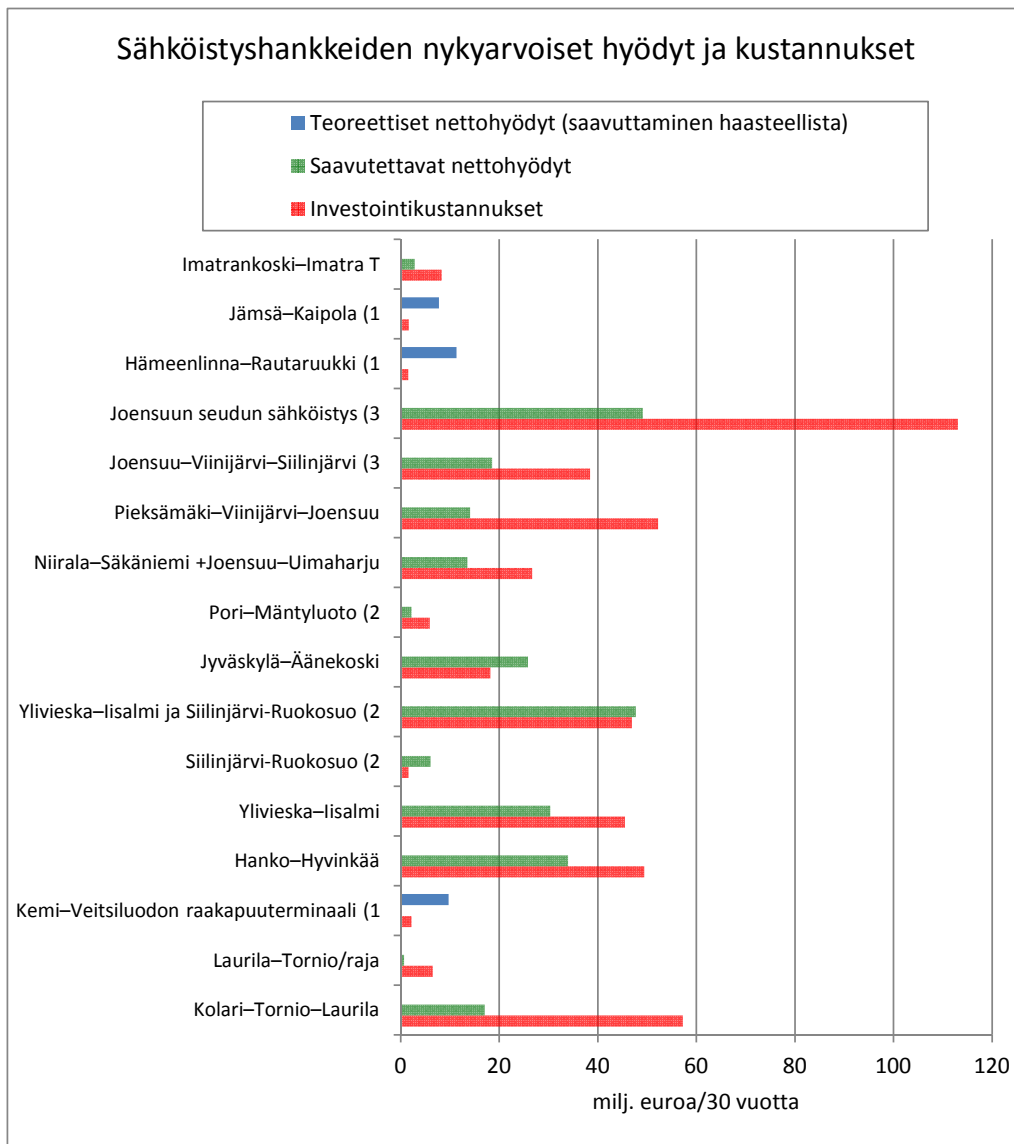
### Verojen maksujen sekä subventioiden käsittely

Hyöty-kustannuslaskelmassa verot ja maksut sekä subventiot otetaan huomioon seuraavasti:

- investointi-, kunnossapito- ja liikennöintikustannukset ovat ilman arvonlisäveroja
- liikennöintikustannuksissa otetaan huomioon liikenteen erityisverot ja maksut (mm. ratamaksut ja polttoaineen valmisteverot)
- kuluttajan ylijäämän määrittämisessä otetaan huomioon matkalippuihin sisältyvä arvonlisävero
- valtion verotulojen muutoksissa otetaan huomioon liikenteen erityisverot ja maksut sekä matkalipun ja polttoaineiden hintoihin ja sisältyvät arvonlisäverot. Junien liikennöintikustannuksiin sisältyvät erityisverot ja ratamaksut ovat laskemissa erimerkkiset maksajan (liikennöitsijän) ja saajan (valtion) kohdalla.

## 4.2 Hyöty-kustannuslaskelmat

Hankkeiden hyöty-kustannussuhteiden perusteena olevat investointikustannukset sekä hankkeiden hyötyjen ja haittojen nykyarvot 30 vuoden ajalta on esitetty kuvassa 14.



(1) Hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. Tarkastelujen lähtökohta on, ettei hyötyjä saavuteta lainkaan. Palkin pituus osoittaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti, mikä edellyttää liikennöintimallin muuttamista ja Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(2) Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselapumoottorien käyttömahdollisuutta.

(3) Ei sisällä Siilinjärven ja Ruokosuon välisten kuljetusten hyötyjä eikä investointikustannuksia.

Kuva 14. Hankkeiden investointikustannukset ja nykyarvoisten hyötyjen ja haittojen summa 30 vuoden ajalta.

Hyöty-kustannusanalyysien perusteella yhteiskuntataloudellisesti kannattavia rataosien sähköistyksiä ovat Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo (HK-suhde 3,8), Jyväskylä–Äänekoski (HK-suhde 1,4) sekä rataosien Ylivieska–Iisalmi, Siilinjärvi–Ruokosuo ja Iisalmen kolmioraitteen muodostama kokonaisuus (HK-suhde 1,0) (taulukko 4).

Myös rataosien Jämsä–Kaipola, Hämeenlinna–Rautaruukki sekä Kemi–Veitsiluodon raakapuuterminaali sähköistykset voivat muodostua kannattaviksi, mikäli sähköistykseen hyödyntämiseen liittyvät haasteet kyetään ratkaisemaan niin, että sähköveturien käyttö on operatiivisen toiminnan kannalta kannattavaa. Liikennöitsijän mukaan tämä on erittäin haastavaa ja edellyttäisi nykyisen operatiivisen mallin muuttamista.

*Taulukko 4. Hankkeiden yhteiskuntataloudellista kannattavuutta osoittavat hyöty-kustannussuhteet.*

| Hanke                                     | HK-suhde                                 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| Kolari–Tornio–Laurila                     | 0,3                                      |
| Laurila–Tornio/raja                       | 0,1                                      |
| Kemi–Veitsiluodon raakapuuterminaali      | 0,0 <sup>(1)</sup> (4,4 <sup>(2)</sup> ) |
| Hanko–Hyvinkää                            | 0,7                                      |
| Ylivieska–Iisalmi                         | 0,7                                      |
| Siilinjärvi–Ruokosuo                      | 3,8 <sup>(2)</sup>                       |
| Ylivieska–Iisalmi ja Siilinjärvi–Ruokosuo | 1,0 <sup>(2)</sup>                       |
| Jyväskylä–Äänekoski                       | 1,4                                      |
| Pori–Mäntyluoto                           | 0,4 <sup>(2)</sup>                       |
| Niirala–Säkäniemi + Joensuu–Uimaharju     | 0,5                                      |
| Pieksämäki–Viinijärvi–Joensuu             | 0,3                                      |
| Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi            | 0,5 <sup>(3)</sup>                       |
| Joensuun seudun sähköistys                | 0,4 <sup>(3)</sup>                       |
| Hämeenlinna–Rautaruukki                   | 0,0 <sup>(1)</sup> (7,3 <sup>(2)</sup> ) |
| Jämsä–Kaipola                             | 0,0 <sup>(1)</sup> (4,8 <sup>(2)</sup> ) |
| Imatrankoski (Pelkola)–Imatra T           | 0,3                                      |

<sup>(1)</sup> Sähköistykseen hyötyjen saavuttaminen on haasteellista. HK-suhde perustuu liikennöitsijän esittämään arvioon, ettei rataosan sähköistystä voida käytännössä hyödyntää. Suluissa oleva HK-luku kuvaa tilannetta, jossa teoreettiset hyödyt saavutetaan täysimääräisesti.

<sup>(2)</sup> Hyötyjen täysimääräinen saavuttaminen edellyttää Vectron-veturien dieselmoottorien hyödyntämismahdollisuutta.

<sup>(3)</sup> Ei sisällä Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo-rataosan investointikustannuksia eikä sähköistyksellä saavutettavia hyötyjä.

## 4.3 Herkkyystarkastelut

Herkkyystarkasteluissa arvioidaan:

- 1) Miten Äänekosken uuden biotuotetehtaan jääminen toteumatta vaikuttaa Jyväskylä–Äänekoski-rataosan sähköistyksen kannattavuuteen?
- 2) Miten Talvivaaran kaivoksen lakkauttaminen vaikuttaisi Ylivieska–Iisalmi-rataosan sekä tämän rataosan ja Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo-rataosan muodostaman toimenpidekokonaisuuden kannattavuuteen?
- 3) Miten Kolarin kaivoksen avaaminen vaikuttaa Kolari–Laurila rataosan sähköistyksen kannattavuuteen?
- 4) Kuinka suureksi kannattamattomiksi todettujen hankkeiden hyötyvän liikenteen tulee kasvaa, jotta hankkeet olisivat kannattavia? Tässä yhteydessä tarkastellaan vain niitä rataosia, joiden sähköistämistä voidaan hyödyntää nykyisen operatiivisen toimintamallin perusteella.

### 1) Äänekosken uuden biotuotetehtaan sellun vientisataman merkitys

Mikäli tehdashanketta ei toteuteta, jäävät sähköistyksestä hyötyvät raakapuukuljetukset noin 0,6 milj. tonnia ja sähköistyksestä hyötyvät Äänekosken tuotekuljetukset noin 0,8 milj. tonnia pienemmiksi. Sähköistyshankkeen HK-suhde on tällöin 0,5. On huomattava, että Äänekosken tehtaan toteuttamatta jääminen vaikuttaa monien muidenkin sähköistyshankkeiden hyötyviin kuljetusmääriin.

### 2) Talvivaaran kaivoksen sulkemisen merkitys

Mikäli Talvivaaran kaivos päätetään sulkea, kestää kaivoksen alasajo muutaman vuoden, jonka aikana liuotusprosessia pidetään vielä yllä. Tämän jälkeen kaikki kaivoksen rautatiekuljetukset loppuvat. Ylivieska–Iisalmi sähköistyshankkeen HK-suhde on tällöin 0,4 ja Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo-rataosan muodostaman toimenpidekokonaisuuden HK-suhde 0,8.

### 3) Kolarin kaivoksen avaamisen merkitys

Kolari–Tornio–Laurila hankkeen merkittävin kuljetuspotentiaalin muodostaa Kolarin kaivoksen rikastekuljetukset. Kuljetusten (2,0 milj. tonnia/vuosi, 17 vuoden ajan) käynnistyminen nostaisi hankkeen HK-suhteen 1,1:een. Laskelma perustuu oletukseen, että rikasteet laivataan Kemin eteläpuolisessa satamassa.

### 4) Kannattavuuden edellyttämän yleisen liikenteen kasvun arviointi

Lähtökohtana arvioinnissa on, että kaikki ennusteeseen sisältyvät hyötyvät kuljetusvirrat kasvavat samassa suhteessa. Käytännössä liikenteen kasvun vaikutus kannattavuuteen on riippuvainen mm. uusien kuljetusten junapainoista (hyötyvien junien määrästä) ja siitä kuinka pitkällä matkalla vetokustannussäästö saavutetaan ja siitä miten sähköistys vaikuttaa veturien vaihtotarpeeseen.

Pienin sähköistyksen kannattavuuden edellyttämä liikenteen kasvu on rataosilla Laurila–Tornio/raja (0,3 milj. tonnia) ja Hanko–Hyvinkää (0,6 milj. tonnia) (taulukko 5).

*Taulukko 5. Kannattavuuden edellyttämä hyötyvän liikenteen kasvu ja kannattavuuden edellyttämä kokonaiskuljetusmäärät.*

| Hanke                                | Kannattavuuden edellyttämä liikenteen kasvu |                | Kokonaismäärä  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                      | %                                           | milj. tonnia/v | milj. tonnia/v |
| Kolari–Tornio–Laurila                | 240 <sup>(1)</sup>                          | 1,3            | 1,9            |
| Laurila–Tornio/raja                  | 870                                         | 0,3            | 0,33           |
| Hanko–Hyvinkää                       | 43 <sup>(1)</sup>                           | 0,6            | 2,0            |
| Ylivieska–Iisalmi                    | 50                                          | 0,9            | 2,8            |
| Pori–Mäntyluoto                      | 165                                         | 1,1            | 1,8            |
| Niirala–Säkäniemi +Joensuu–Uimaharju | 100                                         | 1,2            | 2,4            |
| Pieksämäki–Viinijärvi–Joensuu        | 270 <sup>(1)</sup>                          | 1,3            | 1,7            |
| Joensuu–Viinijärvi–Siilinjärvi       | 110 <sup>(2)</sup>                          | 1,6            | 3,1            |
| Joensuun seudun sähköistys           | 130 <sup>(1) (2)</sup>                      | 4,1            | 7,2            |

<sup>(1)</sup> edellyttää myös hyötyvän henkilöliikenteen tarjonnan ja kysynnän kasvua samassa suhteessa

<sup>(2)</sup> ei koske rataosan Siilinjärvi–Siilinjärvi/Ruokosuo kuljetuksia

## 5 Johtopäätökset

Rataverkon jatkosähköistyksen ensi sijaisena tarkoituksena on parantaa Suomen teollisuuden ja rautatiekuljetusten kilpailukykyä sekä vähentää rautatieliikenteen haitallisia päästöjä. Sähköistys vaikuttaa myös keskeisesti olemassa olevan infrastruktuurin kapasiteetin käytön tehokkuuteen ja rautatieyritysten mahdollisuuksiin tarjota kuljetuspalveluja. Jatkosähköistyksen peruslähtökohta on kuitenkin, että toteutettavat hankkeet yhteiskuntataloudellisesti kannattavia ja muutoinkin toteuttamiskelpoisia.

Suomen rataverkosta on jo merkittävä osa sähköistetty. Rataverkolla on kuitenkin edelleen merkittäviä tavaraj- ja henkilöliikenteen reittejä, joita ei ole kokonaisuudessaan sähköistetty. Osa puutteista koskee tuotantolaitoksille ja satamiin johtavia raitteita. Useimmiten näitä raitteita ei edes voida lastinkäsittelyn yms. tekijöiden vuoksi sähköistää kokonaan, minkä vuoksi vaunujen siirrossa ei ole voitu välttyä dieselveturien käytöltä. Tilanne on kuitenkin muuttumassa, sillä Suomessa otetaan vuodesta 2017 lähtien käyttöön Vectron-sähkövetureita, jotka voivat apudieselmoottoriensa avulla operoida lyhyitä matkoja myös sähköistämättömillä raitteilla. Tällöin kuljetukset voidaan hoitaa samoilla vetureilla koko matkan.

Rataverkon jatkosähköistyksen avulla saavutetaan merkittävät liikennöintikustannussäästöt, kun sähköistyksen avulla voidaan poistaa veturien vaihtotarve matkan aikana tai kun radan sähköistys mahdollistaa kannattavan sähköveturin käytön pitkällä matkalla. Veturien vaihdon aiheuttamien huomattavien kustannusten vuoksi esimerkiksi Siilinjärven Ruokosuon ja Kokkolan väliset kuljetukset kannattaa nykyisin hoitaa kokonaan dieselvetureilla, vaikka merkittävä osa ko. reitistä on jo sähköistetty.

Tärkeimpiä rataverkon jatkosähköistyskohteita ovat rataosat Jyväskylä–Äänekoski sekä Ylivieska–Iisalmi (mukaan lukien Iisalmen kolmioraide) ja Siilinjärvi–Ruokosuo. Rataosan Jyväskylä–Äänekoski sähköistys on nähtävä osana Äänekoskelle suunniteltua biotuotetehdashankkeen kokonaisuutta. Ilman biotuotetehtaan synnyttämiä rautatiekuljetuksia rataosan sähköistys ei ole kannattavaa. Rataosan Ylivieska–Iisalmi sähköistys palvelee erityisesti Suomen metsäteollisuutta ja kemianteollisuutta sekä Talvivaaran kaivostuotantoa. Siilinjärven ja Ruokosuon välinen sähköistys liittyy kiinteästi Ylivieska–Iisalmi-rataosan sähköistykseen muodostaen kannattavan sähköistyskokonaisuuden. Hankkeen toteuttaminen luo yhdessä jo päätetyn Pännäinen–Alholma sähköistyksen kanssa synergiaetuja, kun koko Kokkolan seudun tavaraliikenne voidaan hoitaa sähkövetureilla.

Rataosien Imatra–Imatrakoski ja Tornio–Haaparanta sähköistystarvetta on arvioitava osana ko. rajanylityspaikkojen kansainvälisen tavaraj- ja henkilöliikenteen kehittämisestä. Nykyiset liikennemäärät eivät edellytä näiden rataosien sähköistystä. Rataosan Imatra–Imatrakoski sähköistys on kuitenkin tarpeellinen ja kannattava, jos Imatrankosken raja-asema avataan kansainväliselle liikenteelle. Tornion ja Haaparannan välisen rataosan sähköistystarve on riippuvainen mm. rajan ylittävän henkilöjunatarjonnan käynnistämisestä sekä junatarjonnan määrästä.





## Sähköistyksistä hyötyvä liikenne sekä hyötyjen perusteet (1/3)

| Sähköistyshanke                              | Hyötyvä liikenne                                                                                                                                                                | Hyötyjen perusteet ja edellytykset                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kolari–Tornio–Laurila                        | - raakapuu: 0,43 Mt                                                                                                                                                             | - vetokustannussäästö: Kolari–Kemi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Laurila–Tornio/raja                          | - metallit: 0,03 Mt<br><br>- henkilöjunaliikenne välillä Oulu–Kolari                                                                                                            | - vetokustannussäästö: Kemi–Tornio<br>- veturin vaihto Torniossa jää pois<br><br>- vetokustannukset Oulu–Kolari<br>- veturin vaihto Oulussa jää pois<br>- matkustajien aikakustannussäästöt veturin vaihdon ajalta                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kemi–Veitsiluodon raakapuu-terminaali        | - raakapuu:                                                                                                                                                                     | - hyötyjen saavuttaminen on haasteellista, potentiaalisia hyötyjä ovat:<br>o vetokustannussäästö: Kemi–raakapuu-terminaali<br>o veturin vaihto Kemissä jää pois                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hanko–Hyvinkää                               | - yhteensä: 1,40 Mt<br>o paperi: 0,65 Mt<br>o sellu: 0,13 Mt<br>o metallit: 0,22 Mt<br>o raakapuu: 0,36 Mt<br>o muut: 0,04 Mt<br><br>- henkilöjunaliikenne välillä Karjaa–Hanko | - vetokustannussäästöt:<br>o Hyvinkää–Hanko (tai vain osalla matkaa)<br>o Hämeenlinna–Lappohja (metallit)<br>- veturin vaihto Riihimäellä jää pois (vain rataosan ulkopuolelle ulottuvissa kuljetuksissa)<br><br>- kiskobussit voidaan korvata suorilla Helsinki–Hanko sähköjunilla (liikennöintikustannussäästöt, matkustajien aika- ja palvelutasohyödyt sekä lippukustannukset)                                                                     |
| Ylivieska–Iisalmi (ml. Iisalmen kolmioraide) | - pasute, hapot ja lannoitteet: 0,74 Mt<br><br>- raakapuu: 0,35 Mt<br><br>- raakapuu: 0,43 Mt (reittimuutos)<br><br>- kalkkikivi ja kemikaalit: 0,4 Mt                          | - vetokustannussäästö Siilinjärvi–Kokkola (lisäkustannus: veturin vaihto Siilinjärvellä)<br><br>- vetokustannussäästöt: Haapajärvi/Kiuruvesi/Iisalmi–Kokkola/Oulu/Kemi<br>- veturin vaihto Iisalmessa jää pois (idän suunnan liikenne)<br><br>- vetokustannussäästöt: Kontiomäki–Kokkola (reitti lyhenee)<br>- junan käänö Oulussa jää pois<br><br>- vetokustannussäästöt Talvivaara–Iisalmi<br>- veturin vaihto ja junan käänö Iisalmessa jäävät pois |

## Sähköistyksistä hyötyvä liikenne sekä hyötyjen perusteet (2/3)

| Sähköistysshanke                                                    | Hyötyvä liikenne                                                                                                                         | Hyötyjen perusteet ja edellytykset                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siilinjärvi–Ruokosuo                                                | - Ruokosuon ja Uudenkaupungin/Harjavallan väliset kuljetukset (lannoitteet, fosfaatti ja kemikaalit): 0,73 Mt                            | - vetokustannussäästöt Siilinjärvi–Ruokosuo<br>- veturin vaihto Siilinjärvellä jää pois                                                                                                                                                                   |
| Ylivieska–Iisalmi (ml. Iisalmen kolmioraide) + Siilinjärvi–Ruokosuo | ks. hankkeet:<br>- Ylivieska–Iisalmi (ml. Iisalmen kolmioraide)<br>- Siilinjärvi–Ruokosuo                                                | Osahankkeiden hyötyjen lisäksi saavutetaan seuraavat hyödyt Ruokosuon ja Kokkolan välisissä kuljetuksissa (0,74 Mt):<br>- vetokustannussäästöt Siilinjärvi–Ruokosuo<br>- veturin vaihtotarvetta Siilinjärvellä ei synny Ylivieska–Iisalmi hankkeen tapaan |
| Jyväskylä–Äänekoski                                                 | - raakapuu: 1,1 Mt<br>- sellu: 0,8 Mt<br>- paperi: 0,18 Mt                                                                               | - vetokustannussäästöt Jyväskylä–Äänekoski<br>- veturin vaihto Jyväskylässä jää pois                                                                                                                                                                      |
| Pori–Mäntyluoto                                                     | - metallit: 0,65 Mt<br><br>- metallit: 0,05 Mt                                                                                           | - vetokustannussäästöt Mäntyluoto–Harjavalta<br>- vetokustannussäästöt Pori–Mäntyluoto                                                                                                                                                                    |
| Niirala–Säkäniemi                                                   | - raakapuun tuonti: 0,35 Mt<br>- vienti Venäjälle: 0,1 Mt                                                                                | - vetokustannussäästöt Niirala–Joensuu                                                                                                                                                                                                                    |
| Niirala–Säkäniemi + Joensuu–Uimaharju                               | - raakapuun tuonti: 0,35 Mt<br><br>- vienti Venäjälle: 0,1 Mt<br><br>- sellu: 0,3 Mt<br><br>- kotimainen raakapuu ja kemikaalit: 0,06 Mt | - vetokustannussäästöt Niirala–Joensuu–Uimaharju<br>- vetokustannussäästöt Joensuu–Niirala<br>- vetokustannussäästöt Joensuu–Uimaharju<br>- veturin vaihto Joensuussa jää pois<br>- vetokustannussäästöt Joensuu–Uimaharju                                |
| Pieksämäki–Viinijärvi–Joensuu                                       | - raakapuun tuonti Niiralasta: 0,3 Mt<br><br>- paperi, sahatavara ja kemikaalit: 0,2 Mt<br><br>- henkilöjunaliikenne                     | - vetokustannussäästöt Joensuu–Varkaus/ Pieksämäki<br>- veturia on vaihdettava Joensuussa<br>- vetokustannussäästöt Varkaus–Pieksämäki<br>- veturin vaihto Pieksämäellä jää pois<br>- vetokustannussäästöt Pieksämäki–Joensuu                             |

## Sähköistyksistä hyötyvä liikenne sekä hyötyjen perusteet (3/3)

| Sähköistyshanke                | Hyötyvä liikenne                                                                                                                                                                                          | Hyötyjen perusteet ja edellytykset                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Joensuu-Viinijärvi-Siilinjärvi | <ul style="list-style-type: none"> <li>- raakapuu: 0,6 Mt</li> <li>- radalta lähtevä raakapuu ja kivennäisaineet: 0,7 Mt</li> <li>- kivennäisaineiden ja kemikaalien tuonti Niiralasta: 0,2 Mt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vetokustannussäästöt Iisalmi-Joensuu</li> <li>- veturin vaihto Joensuussa (ja Iisalmessa) jää pois</li> <li>- vetokustannussäästöt Joensuuhun</li> <li>- veturin vaihto Joensuussa jää pois</li> <li>- vetokustannussäästöt Joensuu-Siilinjärvi</li> <li>- veturia on vaihdettava Joensuussa (lisäkustannus)</li> </ul> |
| Koko Joensuun seutu            | ks. hankkeet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niirala-Säkäniemi +Joensuu-Uimaharju</li> <li>- Pieksämäki-Viinijärvi-Joensuu</li> <li>- Joensuu-Viinijärvi-Siilinjärvi</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osahankkeiden hyötyjen lisäksi hyötyjä saavutetaan Siilinjärvelle, Varkauteen ja Pieksämäelle Niiralasta tulevissa kuljetuksissa (vetokustannussäästöt välillä Niirala-Joensuu ja veturien vaihto Joensuussa jää pois).</li> </ul>                                                                                      |
| Hämeenlinna-Rautaruukki        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- metallit: 1,3 Mt</li> </ul>                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hyötyjen saavuttaminen on haasteellista, potentiaalisia hyötyjä ovat:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o vetokustannussäästöt Hämeenlinna-Rautaruukki</li> <li>o veturin vaihto Hämeenlinnassa jää pois</li> </ul> </li> </ul>                                                                      |
| Jämsä-Kaipola                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- paperi: 0,6 Mt</li> <li>- raakapuu: 0,1 Mt</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hyötyjen saavuttaminen on haasteellista, potentiaalisia hyötyjä ovat:               <ul style="list-style-type: none"> <li>o vetokustannussäästöt Jämsä-Kaipola</li> <li>o veturin vaihto Jämsässä jää pois</li> </ul> </li> </ul>                                                                                      |
| Imatrankoski-Imatra T          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- raakapuun tuonti: 1,4 Mt</li> </ul>                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vetokustannussäästöt Pelkola-Imatra T</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## Käytetyt rautatieliikenteen yksikkö- kustannukset

*Taulukko 1. Tavarajunien yksikkökustannukset (ilman veroja ja maksuja. Aikakustannukset ovat veturin ja vaunun tehollista käyttötuntia kohti.*

| Veturi/vaunu                      | (€/h) | (€/km) |
|-----------------------------------|-------|--------|
| Sähköveturi                       |       |        |
| - veturi                          | 235   | 1,39   |
| - 2. ja 3. veturi                 | 122   | 1,39   |
| Keskiraskas dieselveturi, 1000 kW |       |        |
| - veturi                          | 178   | 2,39   |
| - 2. ja 3. veturi                 | 65    | 2,39   |
| Raskas dieselveturi, 2000 kW      |       |        |
| - veturi                          | 199   | 3,67   |
| - 2. ja 3. veturi                 | 87    | 3,67   |
| Vaunu, sähköveto                  | 2,05  | 0,10   |
| Vaunu, dieselveto, 1000 kW        | 2,05  | 0,15   |
| Vaunu, dieselveto, 2000 kW        | 2,05  | 0,15   |

*Taulukko 2. Henkilöjunien yksikkökustannukset (ilman veroja ja maksuja). Aikakustannukset ovat aikataulutuntia kohti.*

| Kalusto                 | (€/h)             | (€/km)              |
|-------------------------|-------------------|---------------------|
| Sähköveturi + 3 vaunua  | 525               | 3,5                 |
| Dieselveturi + 3 vaunua | 468               | 4,3                 |
| Lisävaunut, sähköveto   | 93                | 0,7                 |
| Lisävaunut, dieselveto  | 93                | 0,8                 |
| Sähkömoottorijuna (Sm4) |                   |                     |
| - 1. runko              | - <sup>(1)</sup>  | 1,11 <sup>(3)</sup> |
| - lisärungot            | -( <sup>1</sup> ) | 1,11 <sup>(3)</sup> |
| Kiskobussi              |                   |                     |
| - 1. runko              | - <sup>(2)</sup>  | 1,7                 |
| - lisärungot            | -( <sup>2</sup> ) | 1,7                 |

<sup>(1)</sup> Hangon radan liikennöintikustannusten arvioinnissa käytetty kaluston vuotuinen pääomakustannus: 425 000 €/vuosi

<sup>(2)</sup> Hangon radan liikennöintikustannusten arvioinnissa käytetty kaluston vuotuinen pääomakustannus: 136 000 €/vuosi

<sup>(3)</sup> Perustuu Pissararadan hankearvioinnissa käytettyyn lähijunaliikenteen yksikkökustannukseen.



