

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Ympäristötekniikan koulutus

Kirsi Kuronen

ESISELVITYS LÄHIRAIDELIIKENTEESTÄ JOENSUUN SEUDULLA

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2017



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kesäkuu 2017**  
**Ympäristötekniikan koulutus**

Karjalankatu 3  
FI80200 JOENSUU  
013 260 600

Tekijä  
Kirsi Kuronen

Nimeke  
Esiselvitys lähiraideliikenteestä Joensuun seudulla

Toimeksiantaja  
Joensuun kaupunki

**Tiivistelmä**

Useilla suomalaispaikkakunnilla on 2000-luvulla tutkittu lähiraideliikenteen mahdollisuutta joukkoliikenteen järjestämisessä. Vastaavalle työlle on tarve myös Joensuun seudulla. Tässä esiselvityksessä pyritään tutkimaan, millaiset edellytykset alueella olisi erityisesti matkustajapotentiaalin ja talouden näkökulmasta lähiraideliikenteelle. Samalla selvitetään, millaisia vaikutuksia lähiraideliikenteellä olisi alueen kasvihuonekaasupäästöihin.

Selvitys on toteutettu pääosin valmiita lähdeaineistoja hyödyntäen. Tiedot alueen asukkaista ja työpaikkamäärästä ovat kuntien paikkatietojärjestelmistä ja päästölaskennassa käytettävät päästökertoimet VTT:n Lipasto-laskentajärjestelmästä.

Matkustajapotentiaali olisi selvityksen mukaan noin 410 700 matkaa vuodessa. Liikennöinnin kustannukset ilman investointikustannuksia olisivat noin 5,7 miljoonaa euroa, josta lipputuloilla pystyttäisiin kattamaan noin 1,0 miljoonaa euroa. Kasvihuonekaasupäästöjä lähiraideliikenne tuottaisi vuositasolla noin 1 335 tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia.

Tulokset Joensuun seudun kohdalla ovat samansuuntaisia kuin aiemmissa vastaavissa tutkimuksissa muilla paikkakunnilla. Verrattuna nykyiseen linja-autopohjaiseen joukkoliikenteeseen, lähiraideliikenne jää rakenteellisen jäykkyytensä, kustannuksiensa ja kasvihuonekaasupäästöjensä takia huonommaksi vaihtoehdoksi.

Kieli  
suomi

Sivuja 50  
Liitteet 2  
Liitesivumäärä 5

Asiasanat  
raideliikenne, matkustajat, potentiaali, kasvihuonekaasupäästöt, päästökerroin



**THESIS**  
**June 2017**  
**Degree Programme in**  
**Environmental Technology**

Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 35813 260 600

Author  
Kirsi Kuronen

Title  
The Preliminary Study of Local Rail Traffic at Joensuu Region

Commissioned by  
City of Joensuu

Abstract

The possibility of local rail traffic has been examined in several Finnish municipalities in the 21st century. Similar study is also needed in the region of Joensuu. The aim of this preliminary study is to examine the requirements for local rail traffic in the area, particularly from aspects of the passenger potential and the economy. In addition, there will be studied the effects of local rail traffic on the greenhouse gas emissions of the area.

The study has been carried out mainly by existing source materials. The data about residents and workplaces in the area for this study are from the GIS data of the municipalities, and emission factors used in the calculation of emissions from Lipasto-calculation system of VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.

According to the study, the passenger potential would be approximately 410 700 travels per year. The cost of transport without investment expenses would be about 5.7 million euros, of which 1.0 million euros could be covered by ticket incomes. Greenhouse gas emissions from local rail traffic would be approximately 1 335 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent on an annual basis.

The results for the region of Joensuu are similar to previous comparable surveys in other locations. Compared with the current bus-based public transport, local rail traffic turns out the worse alternative due to its structural rigidities, costs and greenhouse gas emissions.

Language  
Finnish

Pages 50  
Appendices 2  
Pages of Appendices 5

Keywords  
rail traffic, passengers, potential, greenhouse gas emissions, emission factor

## Sisältö

1	Johdanto .....	6
2	Ilmastomuutoksen hillintä liikenteessä .....	7
2.1	Ilmastomuutos ja toimet sen hallitsemiseksi .....	7
2.2	Liikenteen merkitys .....	9
2.3	Joensuun nykytilanne ja ilmastotyö .....	10
3	Joukkoliikenne Joensuun seudulla .....	12
3.1	Paikallisjunat Joensuun joukkoliikenteessä .....	13
3.2	Nykytilanne .....	15
3.3	Tulevaisuuden ennusteet ja hankkeet .....	15
4	Raideliikenne .....	16
4.1	Raideliikenne Suomessa .....	16
4.2	Paikallisjunat.....	17
4.3	Kohdealueen rataverkon nykytila.....	18
5	Esiselvityksen tarkoitus ja menetelmät .....	21
5.1	Tarkoitus.....	21
5.2	Aineistomenetelmät .....	22
5.3	Tutkimusmenetelmät .....	22
5.3.1	Matkustajapotentiaali .....	22
5.3.2	Kasvihuonekaasupäästöt.....	24
5.3.3	Liikennöinnin kustannukset.....	25
6	Raideliikenteen edellytykset.....	26
6.1	Ratakapasiteetin rajoitukset.....	26
6.2	Lainsäädännölliset rajoitukset.....	27
6.3	Maankäytölliset rajoitukset.....	28
6.4	Liityntäliikenne .....	29
7	Matkustajamääräarvio.....	30
8	Kalustovalinnat .....	33
8.1	Sähköistämättömällä radoilla käytettävä kalusto.....	33
8.2	Sähköistetyillä radoilla käytettävä kalusto.....	34
8.3	Muita kalustovaihtoehtoja .....	36
9	Päästölaskenta .....	37
10	Liikennöinnin kustannusarvio .....	38
11	Pohdinta.....	41
11.1	Johtopäätökset .....	41
11.2	Luotettavuus, käyttömahdollisuudet ja jatkotutkimusaiheet .....	44
	Lähteet.....	46

### Kuvat

- Kuva 1. Joensuun päästöjen jakautuminen sektoreittain vuonna 2014 ilman teollisuuden vaikutusta.
- Kuva 2. Tiedote Rouanahon seisakkeella 30.5.1987.
- Kuva 3. Itäisen Suomen rataverkkokartta.
- Kuva 4. Joensun keskustan pienaluejako.
- Kuva 5. Dm12-kiskobussi.
- Kuva 6. Kaupunkijuna Sm4.

## Taulukot

Taulukko 1. Asemien vaikutusalueiden asukkaat sekä työpaikat.

Taulukko 2. Matkatuotokset ratasektoreittain.

Taulukko 3. Rataosuuksilla ajettavat junakilometrit 8 vuorolla vuorokaudessa.

Taulukko 4. Kalustoperusteiset hiilidioksidiekvivalenttipäästöt ratasektoreittain.

Taulukko 5. Henkilökilometrien muodostuminen.

Taulukko 6. Lähijunaliikenteen tuotot ratasektoreittain.

Taulukko 7. Lähijunaliikenteen liikennöintikustannukset ratasektoreittain.

Taulukko 8. Lipputulojen kattama osuus liikennöintikustannuksista ratasektoreittain.

## Liitteet

Liite 1. Kohdealueen nykyinen rataverkko, liikennöinti ja rautatieliikennepaikat

Liite 2. Graafinen aikataulu kohdealueen raideliikenteen nykytilanteesta

# 1 Johdanto

Opinnäytetyö on esiselvitys Joensuun seudun lähiraideliikenteestä. Sen tarkoituksena on selvittää alustavasti, onko Joensuun seudulla edellytyksiä paikallisjunan muodossa toteutettavalle joukkoliikennemuodolle nykyisen rataverkon puitteissa. Tutkimuksellisen opinnäytetyön ohjaava opettaja on Lasse Okkonen ja tarkastaja Juha Kilpeläinen. Opinnäytetyö laaditaan toimeksiantona Joensuun kaupungille, jonka edustajana toimii Joensuun kaupungin ympäristönsuojelupäällikkö Jari Leinonen.

Joensuun kaupunkiseudun ilmastostrategiassa (2009) todetaan, että Joensuun seudulla tulisi selvittää työmatka- ja asiointiliikennettä palvelevan lähiraideliikenteen mahdollisuus. Myös Joensuun ilmasto-ohjelmassa on maininta osallistumisesta lähiraideliikenteen edellytysten selvittämiseen (Joensuun kaupunki 2014). Lähiraideliikenteen mahdollisuuksista kaupunkitaajamissa on tehty vastaavia alustavia selvityksiä usealla paikkakunnalla, kuten Oulussa ja Jyväskylässä (Oulun kaupungin tekninen keskus 2009; Strafica 2010). Tampereen seudulla joukkoliikennettä on jo alettu kehittää lähijunaliikenne- ja rautatierunkoiseksi (Tampereen kaupunkiseutu 2016). Aihe on tällä perusteella ajankohtainen, ja toimeksiantajalla on tunnistettu olevan tarvetta vastaavalle työlle.

Sito Oy toteutti vuonna 2013 tarveselvityksen henkilöjunaliikenteen käynnistämisestä Joensuun ja Kuopion välille. Tuolloin todettiin, että Itä-Suomen kahden keskuskaupungin välillä on hyödyntämätöntä joukkoliikenteen asiakaspotentiaalia, mutta junaliikenteen käynnistäminen vaatisi huomattavia investointeja rataosuuksille. Linja-autoliikenteellä toteutettavan liikennöinnin huomautettiin samassa yhteydessä olevan henkilöjunaliikennettä edullisempi vaihtoehto. (Sito Oy 2013, 2.)

Esiselvitys toteutetaan vallitsevan nykytilanteen pohjalta. Nykyisellä rataverkolla tarkoitetaan raiteita, jotka suuntautuvat Joensuun eteläpuolella Imatralle, lännessä kohti Pieksämäkeä, pohjoissuunnassa Nurmekseen ja idässä Ilomantsiin. Maantieteellisesti tarkasteltava alue rajoittuu etelässä Tohmajärven Onkamoon,

lännessä Liperin Viinijärvelle, pohjoisessa Joensuun Ukkolaan ja idässä Joensuun Tuupovaaraan.

Esiselvitys liitetään viitekehyksellään ilmaston muuttumiseen viime vuosisadalla ja tämän aiheuttamiin sopimuksiin, hankkeisiin sekä toimenpiteisiin liikenteessä niin kohdealueella Joensuun seudulla kuin kansainvälisemmissäkin yhteyksissä. Ilmastoaiheisen yhteenvedon jälkeen Joensuun joukkoliikenteen nykytilannetta avataan menneisyyden, vallitsevan tilanteen sekä tulevaisuuden ennusteiden ja hankkeiden kautta. Raideliikennesuunnittelua varten avataan liikennemuodonperusteita. Samassa yhteydessä esitellään alueen rataverkon nykytila, jotta kaavailtuja toimenpiteitä ja niiden vaikutuksia voidaan verrata olemassa olevaan järjestelmään.

Esiselvityksessä keskitytään radan ja mahdollisten asemapaikkojen vaikutuspiirissä olevan asukas- ja työpaikkamääräinformaation pohjalta arvioimaan, onko liikennemuoto realistinen vaihtoehto käyttöpotentiaalin ja taloudellisten näkökulmien kannalta ja mitä infrastruktuuriin, maankäyttöön ja lainsäädäntöön sekä liityntäliikenteeseen kytkeytyviä edellytyksiä liikennemuodon toteuttaminen vaatisi. Tarkoituksena on lisäksi selvittää, millaisia vaikutuksia lähiraideliikenteen käyttöönotolla olisi alueen kasvihuonekaasupäästöihin.

## **2 Ilmastonmuutoksen hillintä liikenteessä**

### **2.1 Ilmastonmuutos ja toimet sen hallitsemiseksi**

Tieteellistä tietoa ilmastonmuutoksista ja niiden vaikutuksista päätöksentekoa varten tarjoamaan syntyi vuonna 1988 hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change 2017). Paneelin vuonna 2014 julkistaman synteesiraportin mukaan kasvihuonekaasujen pitoisuus on suurempi kuin koskaan edeltävän 800 000 vuoden aikana (Ilmatieteen laitos 2014). Kasvihuonekaasujen vauhdittama maapallon ilmaston lämpötilan muutos mm. merenpintojen nousun ja vesien lämpenemisen sekä jäätiköiden sulamisen lisäksi ovat

merkkejä ilmaston muuttumisesta (CO<sub>2</sub>-raportti 2017), johon on etsitty ratkaisuja jo usean vuosikymmenen ajan.

Ilmakehän alimpien osien lämpenemistä eli luonnollista kasvihuoneilmiötä ylläpitävistä ja sitä voimistavista ilmakehän kaasuista merkittävimpiä ovat vesihöyry, hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), otsoni (O<sub>3</sub>), typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O) ja kloorifluorihilivetykaasut. Näistä vesihöyry on kaikkein voimakkain kasvihuonekaasu aiheuttaen yli puolet alailmakehän lämmön noususta. Hapen palamiskaasu hiilidioksidi päästää ilmakehässä auringon valon lävitseen, mutta estää lämpösäteilyn heijastumista takaisin avaruuteen lämmittäen näin ilmastoa. Hiilidioksidia moninkertaisesti voimakkaampaa kasvihuonekaasua metaania eli hiilivetyä syntyy orgaanisten aineiden mädäntyessä. Hapen kolmiatomista molekyyliä otsonia puolestaan syntyy maanpinnan lähellä ilmansaasteista. Typpioksiduulia eli ilokaasua vapautuu mm. maankäytön muutoksissa, typpilannoitteissa, typpihapon valmistuksessa, polttoprosessissa ja henkilöautojen katalysaattorien toiminnassa. Kloorifluorihilivetykaasujen eli freonien, jotka tunnetaan myös nimellä CFC-yhdisteet, käyttö on nykyisin kielletty. (Ilmatieteen laitos 2017; CO<sub>2</sub>-raportti 2017.)

Ilmaston muuttumisella on sekä globaaleja että Suomessa havaittavia seurauksia, joilla on vaikutuksia niin ihmisiin kuin ympäröivään luontoon. Jäätiköiden ja vesistöjen muutosten ohella kasvien ja eläinten elinpaikat muuttuvat ja joidenkin lajien populaatiot pienentyvät. Suomessa ilmaston muuttumisesta kertovat silminnähävästi mm. uudet perhoslajit sekä kasvukauden pidentyminen. Tulevaisuudessa Suomessakin havaitut seuraukset voivat muuttua ikävämmiksi esimerkiksi sademäärän lisääntyessä useilla kymmenillä prosenteilla. (CO<sub>2</sub>-raportti 2017.)

Kasvihuonekaasujen tuottamista hillitsemään laadituista sopimuksista eräänä merkittävimmistä pidetään 1994 voimaan astunutta Yhdistyneiden kansakuntien ilmastonmuutoksen yleissopimusta eli YK:n ilmastosopimusta sekä sitä täydentävää Kioton pöytäkirjaa vuodelta 1997. Ilmastosopimuksessa, jonka on ratifioinut yli 180 osapuolta, tähdätään ilmakehän kasvihuonekaasupäästöjen pitoisuuden vakauttamiseen vaarattomalle tasolle ekosysteemien ilmastonmuutokseen



sopeutumisen kannalta riittävässä ajassa. Sopimus ei kuitenkaan sisällä määrällisiä päästövähennysvelvoitteita, joten siihen lisättiin ennen vuosituhannen vaihtumista teollisuusmaita laillisesti sitovat päästövähennystavoitteet. (CO<sub>2</sub>-raportti 2017.) Pariisin ilmastopöytäkirja, joka sitouttaa osapuolensa valmistelevaan, tiedottamaan, ylläpitämään ja saavuttamaan kansalliset päästötavoitteensa, on viimeisin tulos YK:n alaisista laajoista ilmastoneuvotteluista (Ympäristöministeriö 2017).

Lainsäädännöllisesti ilmastomuutokseen on reagoitu EU:n tasolla vuonna 2009 voimaan tulleen, vuoteen 2020 saakka ulottuvan ilmasto- ja energiapaketiksi kutsutun unionin jäsenmaiden toimintaa sitovan lainsäädäntökokonaisuuden laadinnalla. Ilmasto- ja energiapaketin velvoitteet koskevat uudistettua päästökauppa-direktiiviä, taakanjakopäätöstä, direktiiviä hiilen talteenotosta ja varastoinnista sekä direktiiviä uusiutuvista energiavaroista. (Ympäristöministeriö 2016a.)

Suomessa ilmastolaki (609/2015) puolestaan määrittää valtiollisen pitkän aikavälin vähimmäistavoitteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Kansallisena tavoitteena on vähintään 80 %:n kasvihuonekaasujen päästövähennys vuodelle 2050 verrattuna vuoteen 1990 (Ympäristöministeriö 2016b).

## **2.2 Liikenteen merkitys**

Hiilidioksidi, jonka vaikutusaika ilmakehässä on yli sata vuotta, on yksi merkittävimmistä päästöistä, jotka voimistavat kasvihuoneilmiötä ja aiheuttavat muutoksia maapallon ilmastoon (Ilmatieteen laitos 2017). Liikenteessä hiilidioksidia syntyy polttoaineen palamisen lopputuotteena (Liikennevirasto 2017a). Sen ohella liikenteestä aiheutuu myös muita kasvihuonekaasuja ja pienhiukkaspäästöjä. Esimerkiksi liikenteen suorat ja välilliset typpipäästöt kulkeutuvat ilmakehän kautta rehevöittämään meriä, mikä aiheuttaa myrkyllisiä leväkukintoja, rantojen liettymistä, hapettomien pohja-alueiden laajentumista sekä meriluonnon monimuotoisuuden vähenemistä. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2014, 18 - 24.)

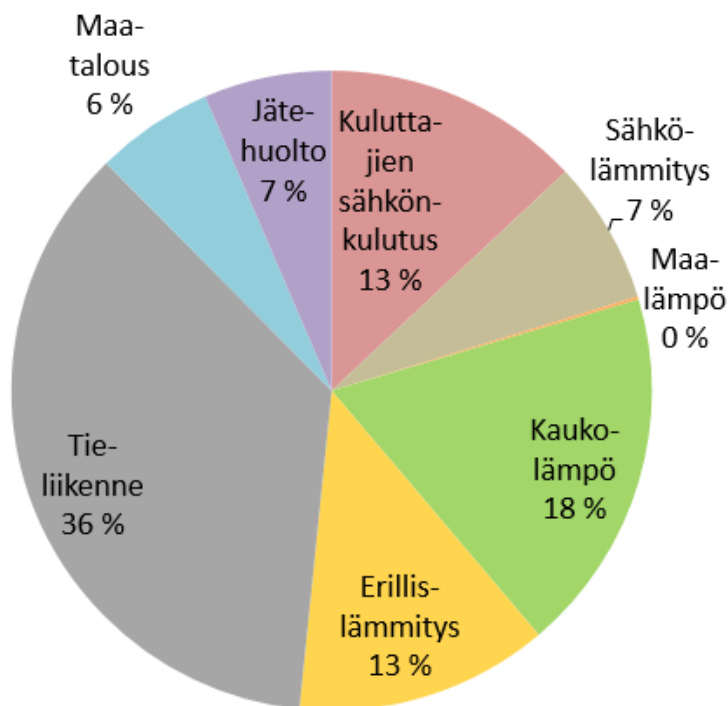
Valtaosa, 75 %, liikenteen hiilidioksidipäästöistä aiheutuu tieliikenteestä, noin 17 %:n aiheutuessa vesiliikenteestä, noin 6 %:n ilmaliikenteestä ja alle 2 %:n rautatieliikenteestä (Liikennevirasto 2017a). Vastaisuudessa rautatieliikenteen osuuden odotetaan pienenevän entisestään, sillä maailmanlaajuisesti toimiva rautatiealan organisaatio International Railway Association on kirjannut visiokseen hiilivapaan toiminnan Euroopan rautatiesektorilla vuoteen 2050 mennessä. Lyhyemmän aikavälin tavoitteita ovat 40 ja 50 %:n CO<sub>2</sub>-päästövähennykset 2020 ja 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. (UIC/CER 2015, 3.)

Liikenteen vähenemisestä ei näy merkkejä. Liikenne on Euroopan unionissa ainoa sektori, joka kasvattaa hiilidioksidipäästöjä. Kasvihuonekaasupäästöistä viidesosa johtuu liikenteestä sekä Suomessa että EU:n tasolla, mutta Pohjois-Karjalassa liikenteen osuus on lähes 40 % (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2011, 38.) Henkilöautoliikenteen määrän vähentäminen olisi vaikutukseltaan tehokas, mutta toteutukseltaan haastava keino vähentää päästöjä (Liikennevirasto 2017a).

### **2.3 Joensuun nykytilanne ja ilmastotyö**

Vuonna 2014 Joensuun tieliikenteestä peräisin olevat kasvihuonekaasupäästöt olivat 118 700 tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia, joka merkitsee 36 %:n osuutta kaupungin päästöistä ilman teollisuuden aiheuttamaa vaikutusta. (Benviroc Oy 2016, 17 - 27.) Päästöjen jakautumista havainnollistava kuvio on esitetty kuvassa 1.

Teollisuuden päästöt sisältävistä kokonaispäästöistä liikenteen osuus on kulutusperustaisen laskennan mukaan Joensuussa noin 27 %, mikä tekee liikenteestä alueen toiseksi suurimman kasvihuonekaasupäästöjen lähteen rakennusten lämmitysten jälkeen. Liikenteen kokonaispäästöissä kaupungissa tavoitellaan 16 400 tonnin hiilidioksidiekvivalenttivähennemää aikajänteellä 2012 - 2020, mikä merkitsee kahdeksassa vuodessa 13,6 %:n vähennystä päästöihin. (Joensuun kaupunginhallitus 2015.)



Kuva 1. Joensuun päästöjen jakautuminen sektoreittain vuonna 2014 ilman teollisuuden vaikutusta (Benviroc Oy 2016, 27).

Joensuun kaupungilla on kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen toteuttamiseksi käytössään aiemmasta Joensuun kaupungin ilmastostrategiasta vuonna 2014 päivitetty ilmasto-ohjelma. Ohjelman tavoitteena on hiilineutraali Joensuu vuoteen 2025 mennessä. Tähän teemaan liittyen on kehitetty Ilmastotori-hanke, jonka myötä vähähiilisyttä tuodaan esille ja tutuksi paikallisille asukkaille ja yrityksille erilaisissa kampanjoissa, teematilaisuuksissa, työpajoissa ja seminaareissa (Joensuun kaupunki 2017a).

Liikenteeseen liittyen ilmasto-ohjelman tavoitteeksi on kirjattu liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen ja yksityisautoilun väheneminen sekä vähäpäästöisten tai päästöttömien liikkumisen muotojen käytön lisääntyminen. Ilmasto-ohjelma sisältää lisäksi vuosiksi 2014 - 2017 vuosikohtaiset vaihtuvat teemat, joiden tarkoituksena on tehdä ilmasto-ohjelma näkyvämmäksi ja muistuttaa ohjelmasta sekä sen tavoitteista ja toimenpiteistä. (Joensuun kaupunki 2014, 18.)

Joensuun seudun kunnille puolestaan on laadittu vuonna 2009 yhteinen seudullinen ilmastostrategia, jossa liikenteen ilmastotavoitteeksi nimetään liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen ja yksityisautoilun väheneminen samalla, samalla

kun muut liikkumisen muodot tulevat houkuttelevimmiksi. Strategiasta käy ilmi, että liikenteen osuus on Joensuun, Kontiolahden, Liperin, Outokummun ja Polvijärven kunnissa 271 600 tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia, joka vastaa 29 % seudun päästöistä. (Joensuun kaupunkiseudun ilmastostrategian valmisteluryhmä 2009, 6 - 8.)

Strategiassa nostetaan ilmastostrategian tavoitteiden saavuttamiskeinoksi maankäytön suunnittelussa joukkoliikenteen kehittäminen keskeiseksi kaavoittamisen ja suunnittelun osa-alueeksi. Ilmastostrategian liikenteen osa-aluetta käsittelevässä toimenpidelistauksessa mainitaan joukkoliikenteen olosuhteiden parantaminen ja houkuttelevuuden lisääminen. (Joensuun kaupunkiseudun ilmastostrategian valmisteluryhmä 2009, 13 - 19.)

Joensuun kaupungin ilmastostrategian ja energiatehokkuussopimuksen toteuttamisohjelma 2010 konkretisoi ohjelmien tavoitteet toimenpiteiksi sekä asettaa toimille vastuutahon ja aikatauluraamit. Pisimpien toimien osalta toteuttamisohjelma ulottuu vuoteen 2020 saakka. Joukkoliikenteeseen liittyen toimenpiteiksi nimitään olemassa olevien hankkeiden, kuten liikenneturvallisuussuunnitelman, keskuksen osayleiskaavan ja laatukäytävähankkeiden, toteutumisen varmistaminen, mistä vastaa vuosina 2010 - 2020 tekninen virasto. (Joensuun kaupunki 2010.)

### **3 Joukkoliikenne Joensuun seudulla**

Joukkoliikenteellä tarkoitetaan henkilöliikennettä suurehkoille henkilömäärille tarkoitetuilla liikennevälineillä. Joukkoliikennettä voidaan jaotella liikennöintitavan mukaan kaupunkimainen paikallisliikenne, kaupungin ja sen lähivaikutusalueen lähiliikenne, seudullinen liikenne sekä kaukoliikenne. Julkisen liikenteen käsitteeseen lasketaan edellä mainittujen lisäksi mukaan bussien ja taksien tilausliikenne. (Ojala 2000, 17.)

Joukkoliikenne palvelee erityisesti työssäkäyviä ihmisiä, sillä Suomessa joukkoliikennettä päivittäin tai lähes päivittäin käyttävistä aktiivikäyttäjistä ansiotyötä tekee 70 % (Pastinen 2012). Työmatkasuoritteesta henkilöautoilla ajetaan tästä huolimatta 75 % (Liikennevirasto 2012). Pääkaupunkiseutua, Turkuja ja Tampereä pienemmillä paikkakunnilla joukkoliikenteen käyttö vaihtelee 5 - 10 %:iin (Karasmaa 2000, 31). Julkisen liikenteen osuus vuonna 2013 oli 8,2 % päivittäisistä matkoista ja 19,4 % päivittäisestä kilometrein mitattavasta matkasuoritteesta (Liikennevirasto 2015a, 12).

### **3.1 Paikallisjunat Joensuun joukkoliikenteessä**

Vuonna 1892 aloitettu Viipurista lähteneen Karjalan radan rakentaminen huipentui kaksi vuotta myöhemmin Joensuuhun valmistuneeseen rautatieasemaan. Asema jäi tuolloin Kontiolahden kunnan puolelle Pielisjoen itärantaan, sillä rautatiesillan rakentaminen joen yli kaupungin keskustaan katsottiin aikanaan liian kalliiksi toimenpiteeksi. (Iltanen 2009, 317 - 333.) Asema sijaitsee yhä samalla paikalla noin puolen kilometrin päässä Joensuun kauppatorista.

Karjalan radan olemassaolon alkuvuosina siitä oli jopa negatiivisia vaikutuksia Joensuun asemalle liikenteellisenä keskuksena, kun liikennöinti jakautui entisestään solmukohdasta pitkin rataa. Tällöin väkiluvun kasvussakin oli havaittavissa hidastumista. Maailmansotien välivuosina Joensuu kuitenkin laajentui Pielisjoen itäpuolelle ja rataverkostoa pitkin pääsy Helsinkiin asti toteutui 1960-luvun loppupuolella. (Iltanen 2009, 333.)

Joensuusta etelään suuntautuvalla radalla oli paikallisjunaliikennettä radan valmistumisesta 1980-luvulle saakka, jolloin Niiralan suunnan paikallisliikenteen loppuessa vuonna 1987 moni asema lakkautettiin (Iltanen 2009, 317). Kuvassa 2 on kuvattuna seisakkeella luettavissa ollut ilmoituslehtinen henkilöliikenteen loppumisesta. Poikkeuksellisen kauan liikennöi Hammaslahden asema, joka säilytti paikkansa henkilöliikenneasemana vuoteen 2005 saakka (Iltanen 2009, 332).

## HENKILÖLIIKENNE VÄLILLÄ JOENSUU - NIIRALA LAKKAA 01.6.1987 LUKIEN.

### JUNALIIKENTEEN KORVAAVAN LINJA-AUTON AIKATAULU:

Matka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
18:40	18:40	18:40	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00
			6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30	6:30
			19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40	19:40

KEIL

AUTOILIJAT MUKITTI ILMONEN

LINJA-KARJALA

VR

Kuva 2. Tiedote Rouanahon seisakkeella 30.5.1987 (Nummelin 2006, 25, käytetty M. Nummelinin luvalla).

Joensuusta länteen päästiin matkustamaan vasta vuonna 1927. Lännen suunnan paikallisjunaliikennöinti hiljeni vähitellen 1900-luvun puolenvälin jälkeen, mutta Viinijärvellä on yhä henkilöliikennettä palveleva asema. Henkilöliikenne Joensuusta pohjoiseen aloitettiin puolestaan vuosien 1910 - 1911 aikana ja se ulottui tällöin Nurmekseen saakka. Vuosien 1971 ja 1990 välillä henkilöliikennöintipaikkoja alettiin vähentää, Enon ja Uimaharjun kuitenkin jäädessä yhä edelleen henkilöliikennöiviksi asemiksi. (Iltaanen 2009, 344 - 359.)

Itään suuntautuvan rataosan rakentaminen kesti aina vuodesta 1957 vuoteen 1967 saakka. Heinävaaraan ja Tuupovaaraan Koveron kylään henkilöliikennöinti ulotettiin edellä mainitun ajanjakson ensimmäisenä ja toisena vuonna, mutta Ilomantsiin saakka pääsemisessä ehti kulua vuosikymmen radan rakentamisen aloituksesta. Loppujen lopuksi henkilöliikenteen lakattua itäiseltä rataosuudelta vuonna 1969 Ilomantsin asema ehti palvella henkilöliikennettä vain parin vuoden ajan kokeiluluontoisesti. (Iltaanen 2009, 344 - 355).

### **3.2 Nykytilanne**

Paikallisjunaliikennöinnin jälkeen Joensuun seudun joukkoliikenne on nojannut linja-autoihin (Iltanen 2009, 331 - 359). Joensuun seudullinen joukkoliikennealue kattaa nykyisin Joensuun kaupungin sekä Kontiolahden ja Liperin kunnat. Liikenteen järjestämisestä vastaa Joensuun kaupunki ja liikennöijinä toimivat Savo-Karjalan Linja Oy ja Linja-Karjala Oy. (Joensuun kaupunki 2017b.) Tohmajärvellä, joka kuuluu osittain selvityksessä tarkasteltavaan alueeseen, joukkoliikennöinti hoidetaan niin ikään busseilla.

Talvesta 2015 lähtien Joensuussa on ollut käytössä Waltti-matkalippu, ja siitä alkaen bussimatkat on hinnoiteltu vyöhykepohjaisesti. Seudullinen joukkoliikennealue on jaettu neljään vyöhykkeeseen, joita ovat 2 - 3 kilometrin säteellä keskustasta oleva City-vyöhyke, noin 8 kilometrin etäisyyden keskustasta kattava vyöhyke A, 24 - 28 kilometrin päähän ulottuva vyöhyke B sekä näiden ulkopuolelle jäävien alueiden vyöhyke C. Lisäksi Joensuusta kulkee päivittäin Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen tukemia joukkoliikennevuoroja esimerkiksi Enon ja Ilomantsin suuntaan. (Joensuun kaupunki 2017b.)

Vuonna 2016 Joensuun seudullisen joukkoliikennealueen kokonaismatkustajamäärä oli 2 125 859 matkustajaa. Samana vuonna joukkoliikenne tuotti 2 458 175 euroa alijäämäisen tuloksen liikennöinnin nettomenojen ollessa yhteensä 2 239 050 euroa. Valtionavustuksella katettiin tällöin 16 % joukkoliikenteen menoista. (Joensuun kaupunki 2017c, 11 - 12.)

### **3.3 Tulevaisuuden ennusteet ja hankkeet**

Joukkoliikennettä suunniteltaessa asumisen tiheys nousee määrääväksi tekijäksi liikennevälineen valinnassa (Alku 2002, 12). Pohjois-Karjalan väestönkehitys on ollut negatiivista 1990-luvun puolesta välistä alkaen. Joensuun, Liperin ja Kontiolahden väestömäärä on puolestaan kasvanut kasvun ollessa 2000-luvulla noin 6 %. Maakunnan väestömäärän vuonna 2025 tavoitellaan olevan 162 000 henkeä Tilastokeskuksen trendiennusteen ollessa samalle ajankohdalle 161 700.

Yhdistettynä väestön vanhenemiseen ja keskittymiseen Joensuun seudulle kehityssuunta asettaa haasteita joukkoliikenteen järjestämiselle alueella tulevaisuudessa. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto 2010, 13 - 14.)

Väestön lisäksi liikennejärjestelmien toteutusmahdollisuuksiin vaikuttaa ympäristön rakenne. Joensuun asemanseudun asemakaava on tulevaisuudessa muuttumassa. Useita pienalueita aseman lähiympäristössä koskevan asemakaavamuutoksen sisältöä ei ole vielä päätetty, mutta sen tavoitteena on luoda kaupunkimaista rakennetta rautatien ja Pielisjoen väliselle alueelle. (Joensuun kaupunki 2017d.) Myös Joensuun ratapihan asemakaavanmuutos on suunnitteilla. Päämääränä on nykyaikaistaa tekniikaltaan ja toiminnoiltaan vanhentunut sekä epäkäytännöllinen ratapiha. (Liikennevirasto 2017b.) Asemakaavamuutokset nivoutuvat yhteen symmetrisen kaupungin visiossa, jonka tavoitteena on laajentaa kaupunkikeskustaa Pielisjoen itärannalle palvelurakennetta täydentämällä ja aluetta yhtenäiseksi kokonaisuudeksi kehittämällä. (Joensuun kaupunki 2016.)

## **4 Raideliikenne**

### **4.1 Raideliikenne Suomessa**

Raideliikenne on tällä hetkellä Suomessa suurilta osin kaukohenkilö- ja tavaraliikennettä (Lahelma 2005, 449 - 450). Paikallisjunia on pääkaupunkiseudun lähiliikenne pois lukien käytetty henkilöliikennöintiin muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta viimeksi menneen vuosisadan puolella, mutta Tampereelle rakenteilla oleva raideliikenneverkosto (Tampereen kaupunkiseutu 2016) ja muilla kaupunkiseuduilla tehdyt raideliikenneselvitykset antavat mahdollisuuden tulevaisuudennäkymistä, joissa raideverkkoa hyödynnetään henkilöliikenteessä myös kaukoliikennettä lyhyemmillä matkoilla. Lähiraideliikenteen kehittämispyrkimys on mainittu myös hallitusohjelmassa vuonna 2011, jolloin asia on tuotu esiin Jyrki Kataisen hallituksen ohjelmassa:



Joukkoliikenteen palvelutasoa parannetaan, tavoitteena matkustajamäärien kasvu ja yksityisautoilun vähentäminen. On pyrittävä suunnitelmalliseen yhdyskuntarakenteeseen. — — Edistetään kaupunkiseutujen lähiraideliikenteen kehittämistä. (Valtioneuvoston kanslia 2017, 49).

Rautateillä on tärkeä rooli myös Suomen tavaraliikenteessä, jonka suurin yksittäinen asiakas on metsätalous. Rataverkon liikenne on pääasiassa sekaliikennettä, jossa sekä henkilö- että tavarajunat käyttävät samoja raiteita. Tavaraliikenne nähdään useimmiten odotusaikojen suhteen henkilöliikenteeseen verrattuna toisarvoisena, joten se yleensä väistää henkilöliikennettä. (Lahelma 2005, 449 - 450.)

Suomen liikennöidyn rataverkon pituus vuonna 2014 oli 5 944 kilometriä, josta 3 256 kilometriä eli hieman yli puolet oli sähköistetty (Liikennevirasto 2017c). Voimanlähteenään junat käyttävät pääsääntöisesti joko dieseliä tai sähköä (Keränen, Korhonen & Niskanen 2005, 473). Esimerkiksi vuonna 2012 ajetuista junakilometreistä sähkövetoisesti ajettiin 85,1 % (Liikenteen turvallisuusvirasto 2014, 21), joten pääosa raideliikenteestä vedetään Suomessa sähkövetureilla rataverkon sähköistystilanteesta huolimatta.

Vuosittain yksinomaan rataverkon kunnossapitoon kuluu lähes 200 miljoonaa euroa (Liikennevirasto 2017c). Raideliikenne on perusinvestoinneiltaan kallis, mutta radan ja kaluston jopa 40 - 60 vuoden käyttöiän ansiosta uusintainvestointikustannukset ovat vähäiset. Linja-autoihin verrattuna kustannusrakenne painottuu siis liki päinvastoin. (Alku 2002, 84 - 85.) Haja-asutusalueiden liikennettä koskien VR on linjannut, että kustannukset kattavan, kannattavan junavuoron edellytys on noin 150 - 200 matkustajaa (Riikonen 2008, 25). Alku (2002, 85) puolestaan on esittänyt raskaan raideliikenteen taloudellisen kannattavuuden rajaksi yli 12 000 matkustajaa tunnissa.

## **4.2 Paikallisjunat**

Suomessa paikallis- ja lähiliikennejärjestelmät perustuvat toistaiseksi bussiliikenteen varaan pääkaupunkiseutua lukuun ottamatta (Ojala 2000, 18). Pääkaupun-

kiseudulla kulkee noin 850 lähijunaa vuorokaudessa. Lähiliikennettä on laajennettu vuosituhaten vaihteen molemmin puolin kaupunkiytimen ulkopuolelle Tikkurilaan, Leppävaaraan ja Keravalle ulottuvilla kaupunkiradoilla. (Lahelma 2005, 450 - 451.) Lähijunaliikennettä suunniteltaessa on kuitenkin yleensä mielekästä käyttää jo olemassa olevia rautatielinjoja. Tällöin rautatien rakennus- ja ylläpitokustannukset eivät kaadu yksin lähijunaliikenteen hartioille. (Alku 2002, 44 - 45.)

Energiankulutuksen kannalta junaliikenne nousee linja-autojen ohelle edullisimpien paikallisliikennöintimuotojen joukkoon. Raideliikenteessä laskennallinen energiankulutus riippuu matkustajamäärästä, käyttövoimasta ja kaluston sekä liikenneympäristön ominaisuuksista. Lyhempää pysäkkiväliä käyttävien paikallisjunien energiankulutukseksi on arvioitu 12 - 17 MJ/km, kun linja-autoilla tuotetussa kaupunkiliikenteessä kulutus vaihtelee noin 11 - 20 MJ/km välillä kaupungin koosta ja linjan ominaisuuksista riippuen. (Kalenoja 2000a, 49 - 50.)

Kohtuullisen energiankulutuksen lisäksi lähijunissa on myös muita positiiviseksi koettuja puolia. Tilastojen mukaan juna on suhteellisen turvallinen matkustusväline (Kalenoja 2000b, 87). Lähijunan matkustusmukavuus on yleensä melko hyvää luokkaa (Alku 2002, 45) ja Suomessa on Euroopan maista korkein asiakasyytyväisyys matkustajajunaliikenteeseen (Euroopan Unionin komissio 2016, 72). Liikenne-ennusteissa on tunnistettu raideliikenteen bussiliikennettä paremmaksi koettu matkustusmukavuus ja matkustajien subjektiiviset arvostukset raideliikenteeseen liittyen. Näitä kuvaamaan on kehitetty parametri, jota kutsutaan raidekertoimeksi. (Kalenoja, Pajarre & Rantala 2014, 10.)

### **4.3 Kohdealueen rataverkon nykytila**

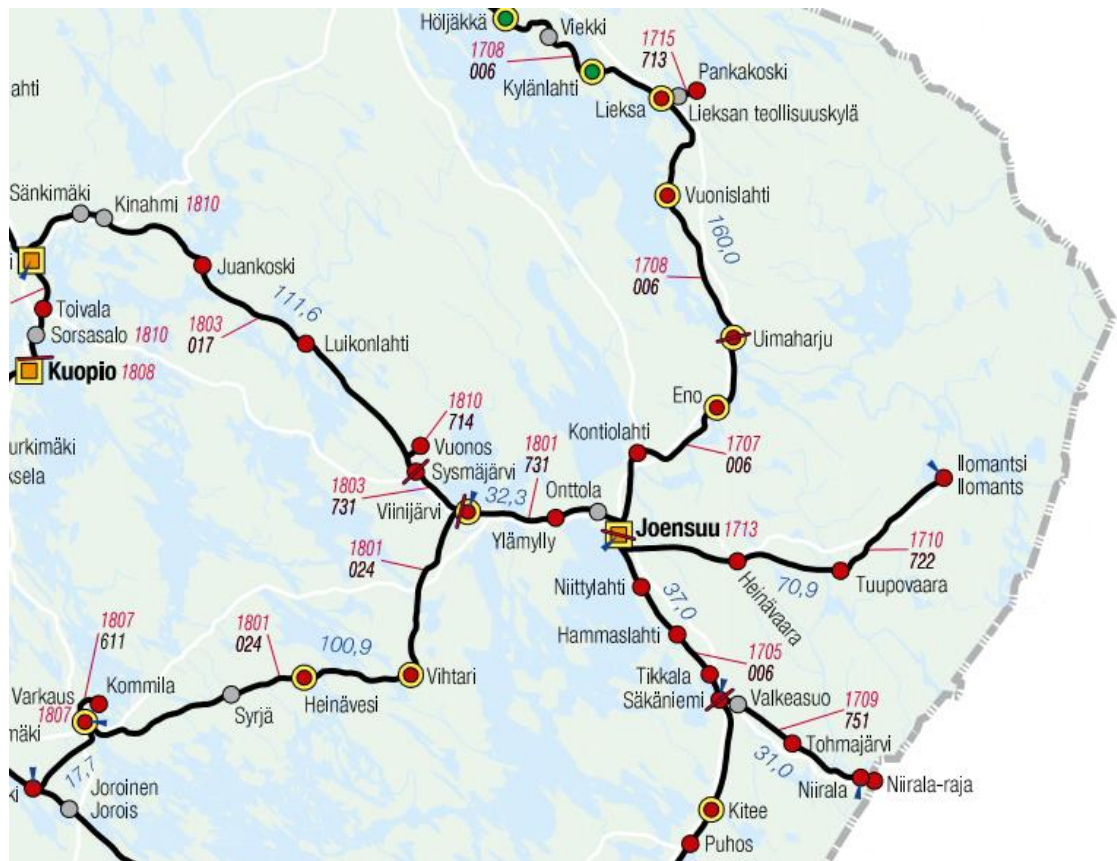
Maantieteellisesti tarkasteltava rataverkko rajoittuu etelässä Säkäniemen vaihteseen, lännessä Viinijärvelle, pohjoisessa vajaan kymmenen kilometrin päässä Uimaharjun rautatieliikennepaikasta sijaitsevaan Ukkolaan ja idässä Tuupovaa-  
ran rautatieliikennepaikkaan, joista ainoastaan Viinijärvellä on tällä hetkellä toiminnassa oleva henkilöliikennettä palveleva rautatieasema. Henkilöliikennettä

alueella kulkee nykyisin kaikilla radoilla Ilomantsiin suuntautuvaa rataosuutta lukuun ottamatta.

Kohdealueen ratapituus on yhteenlaskettuna 170 kilometriä, joista eteläsuunnassa 37 kilometriä, länsisuunnassa 32 kilometriä, pohjoissuunnassa 56 kilometriä ja itäsuunnassa 44 kilometriä (Iltanen 2009, 317 - 356). Ratapituudella tarkoitetaan pää- ja sivuratojen kokonaispituutta ilman sivuraiteita (Liikennevirasto 2016a, 5). Kaikki alueen rataosuudet ovat yksiraiteisia (Liikennevirasto 2016b, 28). Itäisen Suomen rataverkkokartta on esitetty kuvassa 3.

Esiselvityksen kohdealueen radoista vain eteläsuuntainen rata on tällä hetkellä sähköistetty (Liikennevirasto 2016c). Joensuun seudulla on yhteensä 412 kilometriä sähköistämätöntä raideverkkoa. Koko Joensuun seudun sähköistys tulisi maksamaan sähköistyksen keskimääräiseen kustannukseen 250 000 euroa/raidekilometri perustuen noin 103 000 000 euroa. Ajallisesti tämä tulisi viemään neljä vuotta. Hankearviointien mukaan tällä hetkellä kannattavaksi tulisi kuitenkin kohdealueelta vain Joensuu-Uimaharju-radon sähköistys. (Ilikkanen & Mukula 2015, 10 - 39.)

Rautatieliikennepaikat jaotellaan liikennepaikkoihin, linjavaihteisiin ja seisakkeisiin. 23 suomalaista liikennepaikkaa on jaettu osiin, mukaan lukien Joensuun liikennepaikka, joka koostuu Joensuun asemasta, Peltolasta sekä Sulkulahdesta. Kohdealueella sijaitsee etelässä Niittylahden, Hammaslahden, Tikkanen ja Säkänien liikennepaikat ja lännessä Ylämyllyn ja Viinijärven liikennepaikat sekä Onttolan linjavaihte. Pohjoissuunnassa sijaitsevat Kontiolahden, Enon ja Uimaharjun liikennepaikat ja idässä Heinävaaran sekä Tuupovaaran liikennepaikat. (Liikennevirasto 2016d, 6, 65 - 71.) Kohdealueen rataverkko, nykyinen henkilö- ja tavaraliikennöinti sekä rautatieliikennepaikat kootusti taustakartalle sijoitettuna on esitetty liitteessä 1.



Kuva 3. Itäisen Suomen rataverkkokartta (Lähde: Liikennevirasto 2015b).

Kohdealueen rataverkolla on nykytilanteessa pääte pisteitä huomioimatta yhteensä 55 tasoristeystä, joista suurin osa, 27 kappaletta, sijaitsee Joensuu-Ukko-Kola -välisellä rataosuudella. Joensuu-Tuupovaara -välillä on 15 tasoristeystä ja Joensuu-Viinijärvi -välillä 13. Joensuun ja Säkäniemen välisellä rataosuudella tasoristeystyksiä ei ole enää lainkaan. (Liikennevirasto 2017d.)

Liikennöinnin nopeus on yksi merkittävä tekijä liikennemuodon käytettävyydessä. Suurin käytössä oleva nopeus henkilöjunille on Suomessa 220 km/h (Liikennevirasto 2016b, 30). Nopeusrajoitukset kuitenkin vaihtelevat rataosuuksittain ja Joensuun seudulla sallitut nopeudet jäävät huippunopeutta huomattavasti pienemmiksi.

Eteläisellä rataosuudella Säkäniemestä Joensuun Sulkulahteen saakka suurin sallittu henkilöjunien nopeus radalla on 140 km/h. Sulkulahdesta Joensuun asemalle vastaava nopeusrajoitus on 90 km/h. Lännessä Joensuusta Viinijärvelle

suuntautuvalla rataosalla nopeusrajoitus on henkilöjunilla 120 km/h lukuun ottamatta Pielisjoen ratasiltaa, jolla rajoitus on 50 km/h. Pohjoisessa henkilöjunien suurin sallittu nopeus on Pielisjoen ja Uimasalmen ratasiltoja huomioimatta Uimaharjuun saakka 120 km/h, mutta Uimaharjusta Ukkolaan nopeusrajoituksena on 100 km/h. Alhaisin nopeusrajoitus on itään haarautuvalla rataosalla, jossa rajoitus on henkilöjunille Heinävaaraan saakka 60 km/h ja tämän jälkeen 50 km/h. Lisäksi vaihteissa ja raideristeyksissä suurin sallittu nopeus voi poiketa yllämainituista. (Liikennevirasto 2016b.)

## **5 Esiselvityksen tarkoitus ja menetelmät**

### **5.1 Tarkoitus**

Joukkoliikenteen käyttö yksityisautoilun sijaan on tunnetusti tehokas keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Liikenteen osuuden Joensuun seudulla ollessa lähemmäs kolmasosa koko kaupungin päästöistä (Joensuun kaupunginhallitus 2015), on tärkeää selvittää vaihtoehtoisia joukkoliikennemalleja, jotta nykytilanteeseen voitaisiin saada positiivista muutosta.

Esiselvityksessä keskitytään analysoimaan, millaiset edellytykset Joensuun seudulla on lähiraideliikenteeseen perustuvaan joukkoliikennemalliin ja millaisia vaikutuksia tällä olisi kasvihuonekaasupäästöihin. Kustannustasoa lasketaan karkein liikennöintikustannusarvioin. Tutkimuksen luotettavuus lähdeaineistojen mahdollistamalla tasolla sekä käytettävyys myöhemmissä yhteyksissä ovat tutkimuksen tavoitteita tulosten itsensä ohella.

Päätutkimustehtävänä toimii mahdollisen matkustajapotentiaalin määrittäminen: kuinka paljon Joensuun seudulla ratojen vaikutusalueilla on ihmisiä, jotka käyttäisivät lähiraideliikennepohjaista joukkoliikennettä päivittäin esimerkiksi työmatkojensa taittamiseen. Muita tutkimustehtäviä ovat liikennöivän kaluston valinta sekä kasvihuonekaasupäästöjen ja kustannustason laskenta. Suppeammassa

mittakaavassa tarkastellaan ratateknisiä, lainsäädännöllisiä, maankäytöllisiä sekä liityntäliikenteestä kumpuavia seikkoja.

## **5.2 Aineistomenetelmät**

Lähdeaineistona on käytetty pääasiassa valmiita aineistoja, joista osan hankinnassa on saatu tukea toimeksiantajalta sekä opinnäytetyötä ohjaavalta opettajalta. Lähdemateriaalia on valittu mm. vastaavien selvitysten vaatimien pohjatietojen perusteella. Esiselvityksessä käytettävät paikkatietoaineistot ovat Joensuun, Liperin, Kontiolahden ja Tohmajärven paikkatietojärjestelmistä.

Paikkatietoaineistoista saatua asukas- ja työpaikkainformaatiota sovelletaan selvityksen tarpeisiin raideverkoston sijoittumisen ja taloudellisten kustannusten arvioinnin osalta. Päästötarkastelussa lähdemateriaalina käytetään VTT:ssä toteutettua Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen Lipasto-laskentajärjestelmää (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä 2009). Raideliikenteen muita edellytyksiä kohdealueella tarkastellaan olemassa olevien lähdeaineistojen valossa.

## **5.3 Tutkimusmenetelmät**

### **5.3.1. Matkustajapotentiaali**

Tietyltä alueelta lähtevien tai sinne saapuvien matkojen summaa määrättyinä ajanjaksona kutsutaan matkatuotokseksi (Helsingin seudun liikenne 2011, 9). Liikenne-ennusteissa matkatuotoksia arvioidaan käyttämällä matkatuotoskerrointa, joka kuvaa matkojen määrää esimerkiksi asukasta tai työpaikkaa kohti (Karasmaa 2005, 246).

Kohdealueen matkustajapotentiaali selvitetään lähiraideliikenteen asemien vaikutusalueen asukas- ja työpaikkamääriin liitettyjen matkatuotoskertoimien avulla. Laskennassa tarvittavia asukas- ja työpaikkatietoja ei ollut koko alueelta saata-

villa todellisina lukuina, joten potentiaali on laskettu Joensuun kaupungin ja Liperin, Kontiolahden ja Tohmajärven kuntien pienaluekohtaisten tietojen perusteella. Esimerkki pienaluejaosta Joensuussa on esitetty kuvassa 4.

Asuin- ja työpaikkatiheyden ollessa matkustajapotentiaalin laskennassa välttämätön tieto, 15 kaavaillun asemapaikan alueella pienalueiden asukas- sekä työpaikkainformaatio on aineistonkäsittelyn yhteydessä muutettu pienaluekohtaisten pinta-alojen avulla neliökilometrikokoisiksi, kuten myös asemien vaikutusalueiden pinta-alaa vastaaviksi. Asemien lähi- ja laajemmat vaikutusalueet kattavat melkein kaikkien kaavailtujen junan seisahduspaikkojen kohdalla usean pienalueen alan. Esimerkiksi Joensuun keskustan rautatieaseman lähivaikutusalueen alalla on 15 ja laajemman vaikutusalueen alalla 47 eri pienaluetta. Näissä tapauksissa pienalueiden informaatioista on keskiarvon laskentakaavalla muodostettu yksi asuin- tai työpaikkatiheyden keskimääräinen arvo, joka kerrotaan vaikutusalueen määräämällä matkatuotoskertoimella aseman tai pysäkin matkatuotoksen selvittämiseksi. Aineiston käsittely on toteutettu taulukkolaskentaohjelmalla.



Kuva 4. Joensuun keskustan pienaluejako (Lähde: Joensuun kaupunki 2017e).

Matkatuotoskertoimina käytetyt 0,03 ja 0,01 junamatkaa arkivuorokaudessa asukasta tai työpaikkaa kohti perustuvat Varsinais-Suomessa tehtyjen henkilöjunaliikenteen toteuttamisselvityksissä esitettyihin arvioihin matkustuskäyttäytymisestä asemien ympäristöissä (Strafica 2010, 4). Myös asemien ja seisakkeiden lähivaiikutusaluetta ja laajempaa vaikutusaluetta rajaavia 1,0 ja 2,5 kilometrin säteitä on käytetty alan aiemmissa tutkimuksissa (Strafica 2010, 4; Etelä-Karjalan Liitto 2010, 41).

Ratasektorikohtaisen matkustajapotentiaalilaskennan tuloksista päätellään, mitkä rataosuudet olisivat matkustajamääriltään vahvimpia ja heikoimpia. Matkatuotoksia verrataan myös muiden Suomen saman kokoluokan alueiden vastaavien lähiraideliikennetutkimusten tuloksiin.

### **5.3.2. Kasvihuonekaasupäästöt**

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennan yhteydessä esiselvityksessä käytetään mittarina hiilidioksidiekvivalentteja, joiden perusteella voidaan arvioida liikenne-  
muotojen ilmastoystävällisyyttä. Hiilidioksidiekvivalentti on kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri päästöjen vaikutus ilmastoon (Ilmatieteen laitos 2017). Se koostuu hiilidioksidin lisäksi metaanista ja typpioksiduulista.

Hiilidioksidi lasketaan ekvivalenttipäästöihin sellaisenaan, kun taas IPCC:n ohjeiden mukaiset kertoimet metaanille ja typpioksiduulille ovat 25 ja 298. Kertoimien suuruus kuvaa yhdisteen vaikuttavuutta kasvihuoneilmiöön hiilidioksidin verrattuna, toisin sanoen sen ilmaston lämmityspotentiaalia hiilidioksidin suhteutettuna. (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä 2017.)

Lipasto-laskentajärjestelmästä saatavien kansallisten junaliikenteen ominaispäästökertoimien avulla lasketaan, kuinka lähiraideliikenteeseen perustuva vaihtoehtoinen joukkoliikennemalli vaikuttaisi ilmastollisesti. Käytetyssä laskentajärjestelmässä metaanille ja typpioksiduulille on käytetty vanhempia ominaispääs-



tökertoimia, jotka ovat 21 ja 310 (Lipasto-laskentajärjestelmä 2012). Päästölaskenta ominaispäästökertoimia käyttäen edustaa kvantitatiivista tutkimusotetta käytävää tutkimusmenetelmää. Päästölaskentaa voidaan suorittaa myös elinkaarimallinnuksella, mutta selvitykseen elinkaarilaskennan tuoma lisäarvo olisi vain vähäinen, joten keskimääräisiin kertoimiin perustuva laskenta palvelee tällä tarkkuudella tehtävän esiselvityksen tarkoitusta paremmin.

### **5.3.3. Liikennöinnin kustannukset**

Lähiraideliikenne-hankkeen kokonaiskustannusten tarkka selvittäminen projektin tässä vaiheessa ei osittain puuttuvien lähtötietojen takia ole mahdollista. Talouden tarkastelutavaksi on valittu liikennöinnin kustannusten arviointi investointikustannusten jäädessä tarkastelun ulkopuolelle. Liikennöinnin kustannusten laskentatapa on valittu aiemman tutkimuksen (Strafica 2010) esimerkin perusteella.

Liikennöinnin kustannuksia hyvin karkealla tasolla arvioitaessa tarvittavia lähtötietoja ovat henkilökilometreihin tarvittavat junamatkojen keskipituudet ja matkatuotokset sekä arvio lipputuloista henkilökilometreittäin, junakilometriä ja junan kilometrikohtainen liikennöintikustannus. Arvioitujen lipputulojen prosentuaalisesta osuudesta liikennöintikustannuksista päätellään, kuinka kannattavaa markkinaehtoinen liikennöinti tulisi likimäärin olemaan.

Ratasektorien keskimääräiset henkilökilometrisuoritteet saadaan kertomalla matkojen keskipituudet rataosan matkatuotoksella. Matkojen keskipituudet ratasuunnilla on arvioitu tarkempien henkilökilometritietojen puuttuessa koostuvan puolittain koko rataosuuden kattavista matkoista ja puolittain puolet rataosasta kattavista matkoista, joka tarkoittaa Joensuu-Säkäniemi -linjalla 29,080 kilometriä, Joensuu-Viinijärvi -linjalla 24,192 kilometriä, Joensuu-Ukkola -linjalla 42,125 kilometriä ja Joensuu-Tuupovaara -linjalla 33,269 kilometriä.

Lipputulon arviona käytetään yksityiskohtaisten lipputulotietojen asemasta seudullisen lähijunaliikenteen keskimääräistä verotonta lipputuloa vuodelta 2013, joka on suuruudeltaan 0,078 euroa/henkilökilometri (Liikennevirasto 2015c, 20).

Vuoden 2013 tiedot ovat laskentavaiheessa uusimpia saatavilla olevia tietoja lipputulojen keskimääräisestä suuruudesta. Henkilökilometrien ja keskimääräisen lipputulon avulla saadaan selville karkeat arviot lipputulotuotoista arkivuorokaudessa sekä vuositasolla.

Liikennöintikustannuksia tarkastellaan lipputulojen tapaan vuorokausi- ja vuositasolla. Lähijunien liikennöintikustannuksena voidaan tämän tason tarkastelussa käyttää keskimääräistä kustannusta 7 euroa/kilometri (Strafica 2010, 7).

## **6 Raideliikenteen edellytykset**

### **6.1 Ratakapasiteetin rajoitukset**

Ratakapasiteetilla tarkoitetaan rataosuuden suurinta mahdollista liikenteenvälityskykyä, jota mitataan junien lukumääränä aikayksikköä kohti. Rataverkolla liikkuva juna käyttää tietyn osan ratakapasiteetista. Infrastruktuurin osalta liikenteenvälityskykyyn vaikuttavat raiteet ja niiden määrä, radan rakenne ja varustelu, ratapihat, kohtaushaarat sekä turvalaitteet. Kaluston ominaisuuksista tähän vaikuttavat vaunukapasiteetti, nopeus, kiihtyvyys, hidastuvuus, massa sekä pituus. Lähtökohtaisesti ratakapasiteetin käytön tunnuslukuina on käytetty yksiraiteiselle radalle noin 50 junaa vuorokaudessa ja kaksiraiteiselle radalle noin 200 junaa vuorokaudessa. (Mäkitalo, Natunen & Paasikivi 2005, 473 - 474.)

Junan aikataulu muodostuu teknisesti mahdollisesta ajoajasta sekä siihen lisättävästä pelivarasta, jona käytetään Suomessa 5 - 15 % junan käyttämästä ajoajasta liikennepaikkojen välillä. Junien liikkumista rataverkolla havainnollistetaan graafisin aikatauluin. (Mäkitalo ym. 2005, 474 - 475.) Ne antavat hyvän yleiskuvan aikatauluista sekä liikenteestä ja niistä näkee esimerkiksi, millä liikennepaikoilla junat kohtaavat yksiraiteisilla radoilla (Sirkiä 2017). Vaaka-akselina graafisissa aikatauluissa on aika, pystyakselilla puolestaan rataosan asemat ja niiden etäisyydet (Oulun kaupungin tekninen keskus 2009).

Kohdealueen graafisista aikatauluista, jotka on esitetty liitteessä 2, nähdään alueen rataverkon nykyinen käyttö. Eteläsuuntainen rataosuus on rataosuuksista selkeästi tiheimmin liikennöity. Satunnaisotannalla valittuna tarkastelupäivänä 13.2.2017 eteläsuuntaista rataosuutta käytti 30 kaukohenkilö- tai tavaraliikennettä. Kohdealueen rataverkko on asemia lukuun ottamatta yksiraiteista, joten sen välityskyvyn voidaan arvioida olevan noin 2 junaa tunnissa. Tällä perusteella lähiraideliikenteen junat olisi ratakapasiteetin puolesta mahdollista sovittaa länteen, pohjoiseen ja itään suuntautuvilla rataosilla rataverkon nykyisen liikenteen oheen, mutta eteläsuunnan radan välityskyky olisi kapasiteetin ylärajoilla päiväsaikaan. Tämä merkitsee mahdollista investointitarvetta kaksiraiteiseen rataosaan Joensuun asemalta lähiraideliikenteen viimeiselle eteläiselle asemalle saakka.

Paikallisliikenteen vuorot on tärkeää sovittaa yhteen rataverkon kaukoliikenteen kanssa. Pysäkkiseisahdukset voidaan ajoittaa niin, että niitä on mahdollista hyödyntää tilanantomahdollisuutena kaukoliikenteelle. Molempien, lähi- ja kaukoliikenteen, on erityisen tärkeää pysyä aikatauluissaan, sillä epätasällisuus vähentää liikennemuodon luotettavuutta matkustajien silmissä, mikä saattaa konkretisoitua toisen liikkumistavan valintana.

## **6.2 Lainsäädännölliset rajoitukset**

Rautatie- ja ratalaki sekä rautatiekuljetus- ja raideliikennevastuulaki, kuten myös valtioneuvoston asetukset rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta, rautatieliikenteen aikataulukaudesta ja ratakapasiteetin jakamisesta sekä rautatieliikenteen harjoittajille tarjottavista palveluista säätelevät kansallisesti rataverkolla tapahtuvaa toimintaa. Näiden lisäksi raideliikennettä koskee myös EU-tason lainsäädäntö, kuten ERA-asetus. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2016.)

Rautateiden liikenneturvallisuustehtävissä toimivien henkilöiden on täytettävä rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävistä annetussa laissa ja Euroopan unionin veturinkuljettajadirektiivissä säädetyt edellytykset. Liikkuvan kaluston kuljettajan lupakirja on osoitus kelpoisuusvaatimusten täyttämisestä. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2017.)

Rautateiden tavaraliikenne on avattu kilpailulle Suomessa vuonna 2007 ja vastaavaa on kaavailtu myös henkilöliikenteeseen (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015a). Viimeisin vuonna 2015 neuvoteltu Liikenne- ja viestintäministeriön ja VR Oy:n välinen ostosopimus koskee vuosia 2016 - 2019, jolloin VR:llä on yhä yksinoikeus henkilöjunaliikenteeseen, mutta sopimuksessa on otettu huomioon mahdollinen henkilöjunaliikenteen avautuminen kilpailulle. Kilpailun avaaminen merkitsisi VR:n yksinoikeuden loppumista, kun henkilöliikennemarkkinoille voisi tulla uusia toimijoita. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015b.) Toistaiseksi henkilöliikenteen tilanne on kuitenkin entisellään ja henkilöjunan kuljettaminen valtion rataverkolla on sallittua vain VR:n liikenneluvalla (Oulun kaupungin tekninen keskus 2009).

### **6.3 Maankäytölliset rajoitukset**

Lähiraideliikenteen asemapaikkojen olisi mutkattominta sijaita kaupungin tai kuntien maalla, sillä silloin mm. asemapaikkojen rakentamiseen liittyvät toimenpiteet on yksinkertaisinta toteuttaa. Koska suurin osa kohdealueen kaavailuista asemista sijaitsee entisillä lähiliikennepaikoilla, asemille ja seisakkeille on pysähdyspaikoilla pääsääntöisesti tilaa. Ne kuitenkin saattavat edellyttää kaavamuunnoksia sekä tarkistuksia maankäyttösuunnitelmiin.

Kaavoituksella olisi mahdollista ohjata yhdyskuntarakenteen kehittymistä asemien vaikutuspiirissä tukemaan lähiraideliikenteen reittejä, jolloin varmistettaisiin valittua liikennöintimuotoa vahvistava kehitys. Vastavuoroisesti tällöin lähiliikenteellä on paremmat mahdollisuudet palvella alueen asukkaita ja siellä työssäkäyviä mahdollisimman hyvin. Rakentamisen ohjautuminen rataverkkoon kytkeytyväksi kuitenkin tekee yhdyskuntarakenteesta jäykemmän, kuin mitä se olisi esimerkiksi nykyisenkaltaisella linja-autopohjaisella liikennemallilla, jota voidaan tarpeen tullen muuttaa hyvin kevyin toimenpitein.

## 6.4 Liityntäliikenne

Matkan määritellään yleensä olevan yksisuuntainen siirtymävaihe paikasta toiseen. Useampi kuin yksi peräkkäinen matka, jossa esimerkiksi käydään alku- ja loppupisteen välillä jossakin kolmannessa paikassa, muodostaa matkaketjun, joita käsitteleviä liikennemalleja ei ole Suomessa juurikaan käytetty niiden laatimisen ja käytön työläyden vuoksi. (Kalenoja, Vihanti, Voltti, Korhonen & Karasmaa 2008, 12).

Vaivattoman matkan edellytys ei ole yhden ainoan kulkumuodon käyttö. Liityntäliikenne on joukkoliikenteen runkolinjaa palvelevaa liikennettä (Liikennevirasto 2013, 26). Ilman liityntäliikennettä lähijunaliikenne hyödyttää ensisijaisesti asemien lähiseutuja (Alku 2002, 45). Koska kohdealue sijaitsee harvaan asutussa Itä-Suomessa, liityntäliikenne vaikuttaa entistä enemmän liikennöinnin kannattavuuteen tuoden lähijunaliikenteen muodostamalle liikenteen runkolinjalle kaivattuja lisäkäyttäjiä.

Lähiraideliikennemallissa liityntäliikenteellä voidaan käsittää asemalle lähiliikenteen junaan varten saapuminen niin kevyenä liikenteenä, henkilöautoillen kuin linja-autollakin. Kevyen liikenteen reittejä asemille saavuttaisiin ennen kaikkea kaupunkikeskustassa sekä suuremmissa taajamissa, joissa kevyttä liikennettä käytetään ennestään paljon. Henkilöautosta tai bussista junaan siirtyminen lisää matkustajan kokemaa matkavastusta, jolla tarkoitetaan matkustajan kokemia haittoja matkustamisesta, kuten juurikin vaihtoja, matka-aikaa, etäisyyttä tai hintaa (Helsingin seudun liikenne 2015, 2).

Henkilöauto- sekä bussiliitynnän houkuttelevuutta on mahdollista parantaa useilla tavoilla. Siirtymistä omasta autosta tai bussista junaan edistävät mm. lähijunan matkustusmukavuuden parantaminen, lippuvalikoiman monipuolistaminen, liityntäpysäköintimahdollisuudet, odotuskatokset sekä aikatauluinformointi ja markkinointi (Riikonen 2008, 38). Matalalattiainen ja muutoinkin käytettävyydeltään miellyttävä juna, jossa voi matkustaa omalle tarkoitukselleen soveliaalla lippuvaihtoehdolla jättäen henkilöauton turvalliselle ja edulliselle, jopa ilmaiselle

liityntäpysäköintialueelle, voidaan nähdä potentiaalisena vaihtoehtona omalla autolla suoritettulle matkalle.

Henkilöautojen lisäksi bussien ja lähiraideliikenteen yhteensovittamisella on liityntäliikenteessä ratkaisevan tärkeä rooli. Haja-asutusalueella liityntäliikenteen keinona voidaan harkita myös takseilla hoidettuja liityntävuoroja. Liityntäyhteystietojen helppo saatavuus sekä rautatie- ja bussiliikenteen kesä- ja talviaikataulusyklarit yhtenäistämisen tekevät matkaketjusta vaivattomamman (Riikonen 2008, 39), kuten myös maksutapojen yhtenäisyys esimerkiksi liityntäpysäköinnissä ja eri kulkuvälineissä sekä eri julkisen liikenteen kulkuneuvojen aikataulujen yhteensopivuus.

Mikäli bussiliikenne kuten myös raiteilla kulkeva kaukoliikenne toimivat esitetyn paikallisjunaverkoston kanssa sulavassa yhteistyössä ja aikataulut palvelevat työmatkaliikennettä, voi julkisesta liikenteestä koostuva matkaketju muodostua potentiaalisille asiakkaille varteenotettavaksi vaihtoehdoksi yksityisautoilulle. Sujuvan liityntäliikenteen ansiosta myös kauempana raideyhteyksistä sijaitsevien asuinalueiden väestöpotentiaali olisi mahdollista saada käyttöön.

Joensuun seudun nykyiset linja-autoreitit eivät pääsääntöisesti kulje kaavailtujen asemapaikkojen kautta, mutta reittien muuttaminen asemilla pysähtyviksi ei vaatisi kohtuuttomia muutoksia. Kauimmaksi asemapaikoista jäädään nykytilanteessa kohdealueen reunamien bussipysäkeiltä (Liikennevirasto 2017e), mutta näissäkin paikoin asia olisi korjattavissa muutamien kilometrien reittimuutoksilla.

## **7 Matkustajamääräarvio**

Kohdealueen matkustajamäärää on arvioitu raidelinjoittain siten, että tarkastelu suoritetaan neljään suuntaan Joensuun toimiessa keskipisteenä. Matkustajamääräarvio perustuu asemien lähi- ja laajemman vaikutusalueen pienaluetarkkuudella esitettyihin asukas- ja työpaikkamääriin, jotka on esitetty taulukossa 1.

Matkustajamäärää arvioitaessa asemien ja seisakkeiden paikkoina on käytetty entisiä lähijunaliikenteen asemapaikkoja. Onttolassa asemapaikkana on käytetty nykyisen linjavaihteen sijaintia. Kohdealueen asukas- ja työpaikkamääriä tarkasteltaessa Kylmäoja nousi Lehmoa, jossa viime vuosisadan lähiraideliikennettä palvellut asema sijaitti, potentiaalisemmaksi asemaksi, joten alueelle matkustajamäärien laskemiseksi kaavailtu asemapaikka on Kylmäojan tasoristeyksen kohdalla. Ukkolassa aiemmin sijainnut liikennepaikka on purettu vuonna 2005 (Iltanen 2009, 359), mistä syystä tarkasteltava asemapaikka on sijoitettu Ukkolan tasoristeyksen kohdalle. Muutoin asemapaikat sijaitsevat nykyisten rautatieliikennepaikkojen kohdilla.

Taulukko 1. Asemien vaikutusalueiden asukkaat sekä työpaikat.

Asema	Asukkaat		Työpaikat	
	1,0 km	2,5 km	1,0 km	2,5 km
Joensuu	1 667	8 371	1 285	3 996
Niittylahti	294	1 584	27	176
Hammaslahti	196	1 226	61	381
Tikkala	12	72	1	7
Säkäniemi	12	74	1	4
<b>Eteläsuunta yhteensä</b>	<b>2 181</b>	<b>11 328</b>	<b>1 375</b>	<b>4 566</b>
Joensuu	1 667	8 371	1 285	3 996
Onttola	2 395	12 677	1 380	6 797
Ylämylly	704	2 015	106	464
Viinijärvi	219	321	22	40
<b>Länsisuunta yhteensä</b>	<b>4 986</b>	<b>23 384</b>	<b>2 793</b>	<b>11 296</b>
Joensuu	1 667	8 371	1 285	3 996
Kylmäoja	1 235	4 888	319	1 211
Kontiolahti	225	2 406	51	666
Eno	369	1 730	104	469
Uimaharju	445	1 413	164	514
Ukkola	73	315	3	13
<b>Pohjoissuunta yhteensä</b>	<b>4 014</b>	<b>19 122</b>	<b>1 925</b>	<b>6 869</b>
Joensuu	1 667	8 371	1 285	3 996
Heinävaara	126	788	45	282
Tuupovaara	13	47	5	14
<b>Itäsuunta yhteensä</b>	<b>1 806</b>	<b>9 207</b>	<b>1 336</b>	<b>4 292</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>12 987</b>	<b>63 041</b>	<b>7 429</b>	<b>27 022</b>

Kuten yllä olevasta taulukosta voi nähdä, matkustajapotentiaali on laskennallisesti korkea Onttolan pysähdyspaikalla, mutta aseman matkustajamäärä jää todellisuudessa jonkin verran arvioitua pienemmäksi Joensuun keskustan läheisyyden vuoksi. Tikkanen ja Säkäniemen vähäisehköiltä näyttävät asukas- ja työpaikkamäärät selittyvät alueiden harvan asutuksen lisäksi tarkasteltujen pienalueiden pinta-alojen suuruudella, mikä vääristää tuloksia hieman jakaen taajamakeskustan matkustajapotentiaalia todellista tilannetta laajemmalle alueelle.

Asemien lähivaikutusalueella eli 1,0 kilometrin säteellä asemasta tai seisakkeesta matkatuotoskertoimena on käytetty 0,03 junamatkaa arkivuorokaudessa asukasta tai työpaikkaa kohti. Laajemman 2,5 kilometrin vaikutusalueen kerroin on 0,01 junamatkaa arkivuorokaudessa niin ikään asukasta tai työpaikkaa kohden. Joensuun aseman matkatuotos, noin 770 junamatkaa arkipäivänä, on jaettu neljän eri suunnan kesken. Arkivuorokausien määränä on laskennassa käytetty 300 vuorokautta vuodessa.

Kohdealueen matkustajamäärät olisivat matkatuotoskertoimien perusteella 1 369 junamatkaa arkivuorokaudessa, joka tarkoittaa noin 410 700 matkaa vuodessa. Länteen suuntautuvalla lähijunaliikenteellä on suurin arvioitu matkustajapotentiaali. Vuodessa läntisellä rataosuudella on arvioitu taitettavan 157 403 junamatkaa, mikä on noin 38 % kaikista kohdealueen matkatuotoksista. Lännen jälkeen suurimmat matkustajapotentiaalit sijoittuvat pohjoiseen suuntautuvan radan varrelle, etelä- ja itäsuuntaisen liikenteen jäädessä määriltään pienemmiksi ja prosentuaalisesti suurilta osin Joensuun aseman matkustajapotentiaaliin nojaaviksi. Ratasektorikohtaiset matkatuotokset esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Matkatuotokset ratasektoreittain.

Ratasektori	Matkatuotos		
	arki-vrk	vuosi	%-osuus
Etelä	240	72 053	18 %
Länsi	525	157 403	38 %
Pohjoinen	397	118 954	29 %
Itä	208	62 294	15 %
<b>Yhteensä</b>	<b>1 369</b>	<b>410 704</b>	<b>100 %</b>



## 8 Kalustovalinnat

### 8.1 Sähköistämättömillä radoilla käytettävä kalusto

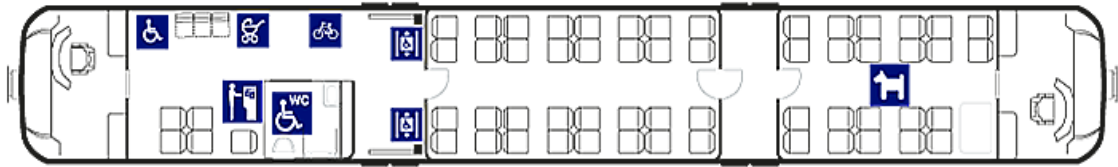
Selvityksessä tarkastellaan raideliikennöinnin toteuttamista sähköistämättömillä rataosuuksilla VR:n dieselmoottorikäyttöisillä Dm12-kiskobusseilla, joilla liikennöidään nykyään mm. Joensuu-Nurmes-välistä henkilöliikennettä. Tällä hetkellä VR:llä on käytössään 16 kiskobussia (VR 2017a), jotka se tilasi Tšekistä vuonna 2001 (Keränen ym. 2005, 472). Kuvasta 5 käy ilmi Dm12-junan rakenne. Tunnusomaista kyseiselle junalle on molemmista päistä löytyvä ohjaamo.

Dm12-junissa on voimanlähteenä kaksi 301 kW:n dieselmoottoria. Liikennöinti nopeus voi suurimmillaan olla 120 km/h. Paikkakapasiteetti on 63 istumapaikkaa. (SKODA VAGONKA a.s. 2017.) Tarvittaessa kolme junavaunua voidaan kytkeä perättäisiksi (Keränen ym. 2005, 472). Kohdealueen matkustajapotentiaalin perusteella yksikin vaunu todennäköisesti kattaa istumapaikkatarpeet.

Yhdessä vaunussa on tilaa yhdelle pyörätuolilla liikkuvalla matkustajalle ja esteettömyys on huomioitu myös wc-tilassa. Matkatavarat kuljetetaan hattuhyllyillä ja myös polkupyörien, lastenvaunujen tai lemmikkien kuljetukseen on mahdollisuus. Oviaukot ovat leveydeltään 130 cm. (VR 2017a)

Kiskobussin hankintahinta vuoden 2012 kustannustasolla on noin 1,7 miljoonaa euroa. Yksikkökustannukset ilman veroja ja maksuja on laskettu yhdellä junavau- nulla olevan 242 euroa tunnissa ja 1,7 euroa kilometriä kohden. Liikennöintiin kohdistuvien verojen ja maksujen kustannukset ovat kiskobusseilla 0,21 euroa kilometrille. (Ilikkanen 2013, 13 - 25.)

Kiskobussin keskimääräinen kulutus on 530 g polttoainetta junakilometriä kohden. Ilmakehään kiskobussi aiheuttaa päästöjä 1 692 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia junaki- lometriä kohti ja 35 %:n suuruisella keskimääräisellä kuormitusasteella 77 g CO<sub>2</sub>- ekvivalenttia henkilökilometriä kohti. (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-las- kentajärjestelmä 2009).



Kuva 5. Dm12-kiskobussi (Lähde: VR 2017a).

## 8.2 Sähköistetyillä radoilla käytettävä kalusto

Sähköistetyillä radoilla käytetään Suomessa lähijunina nykyisin sähkömoottorijunia, joista selvityksessä tarkasteltavaksi sähköistetyille osuuksille liikennöiväksi malliksi on valittu Sm4-kaupunkijuna. Sm4-junayksiköt muodostuvat kahdesta vaunusta (Iikkanen 2013, 10). VR:llä on Sm4-junia 30 yksikköä, joita käytetään tällä hetkellä pääkaupunkiseudun lähiliikenteessä (VR 2017b). Kuvassa 6 on esitetty Sm4-kaupunkijunan rakenne.

Sm4-junien huippunopeus on 160 km/h. Yksi yksikkö pystyy kuljettamaan 284 matkustajaa, joista 184 matkustajalle on istumapaikka. (Alstom 2017). Yhdenkin yksikön istumapaikkamäärä on riittävä kohdealueen matkustajapotentiaalin tuottamiin mahdollisiin matkustajamääriin verrattaessa.

Junayksikössä on yksi paikka pyörätuolia käyttävälle asiakkaalle. Polkupyörille, useille lastenvaunuille ja lemmikeille on kiskobussien tapaan junissa kuljetusmahdollisuus, mutta lisäksi junissa on infomonitorit ja valvontakamerat. Oviaukot ovat 160 cm leveitä ollen näin kiskobussien ovia leveämpiä. Matalat lattiat helpottavat sisäänpääsyä ja tällä perusteella junia kutsutaan joissain yhteyksissä myös matalalattiajuniksi. (VR 2017c).

Sm4-junan hankintahinta vuoden 2012 kustannustasolla on noin 5,3 miljoonaa euroa. Yksikkökustannukset ilman veroja ja maksuja on laskettu yhdellä junavaunulla olevan 344 euroa tunnissa ja 2,4 euroa kilometriä kohden. Liikennöintiin kohdistuvien verojen ja maksujen kustannukset ovat kiskobusseilla 0,17 euroa

kilometrille. (Ilikkanen 2013, 13 - 25.) Veroja ja maksuja lukuun ottamatta sähkömoottorijunan kustannukset, varsinkin hankinnan osalta, ovat kiskobussiin verrattuna kalliimmat.

Sm4-sähköjunan keskimääräinen kulutus on 5,9 kWh junakilometriä kohden. Ilmakehään juna aiheuttaa päästöjä 1 430 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia junakilometriä kohti ja 35 %:n suuruisella keskimääräisellä kuormitusasteella 22 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia henkilökilometriä kohti. Sähköjunaliikenteen päästöiksi on tässä yhteydessä määritelty sähkönkulutuksen osuus 10 vuoden tarkkailujakson keskiarvoisista voimalaitosten päästöistä. (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä 2009).

Vetoisuuden muuttuessa fossiilisesta dieselpolttoaineesta sähköksi kasviuonekaasupäästöissä on huomattavissa selkeä ero sähkövetoisen junan eduksi. Sähköajoneuvojen päästöissä saavutetaan elinkaaritasonkin tarkastelussa alhaiset lukemat, mikäli käytetty sähkö tuotetaan uusiutuvilla energiamuodoilla, kuten vesi-, tuuli-, aurinko-, aalto- ja vuorovesivoimalla (Lampinen 2009, 330).



Kuva 6. Kaupunkijuna Sm4 (Lähde: VR 2017c).

### 8.3 Muita kalustovaihtoehtoja

Teknologian kehitys ja pyrkimyssuuntaus uusiutuvien energianlähteiden käyttöön voidaan nähdä asemansa vakiinnuttaneiden diesel- ja sähköveturien haastajiksi suunnitelluissa uusissa veturiteknologioissa. Junien energianlähteinä on kokeiluasteella käytetty ainakin aurinkoenergiaa ja biokaasua ja myös vedyllä kulkeva juna on kehitetty.

Italialainen valtion rautatieyhtiö Trenitalia on kokeillut junavaunujen katoille sijoitettujen aurinkokennojen kautta kerätyn energian käyttöä junissaan. Aurinkoenergialla saavutettaisiin yhtiön mukaan vuodessa 1 970 kilon hiilidioksidipäästöjen vähenemä vaunua kohti. Energian käyttökohteiksi on esitetty vaunujen valaistus, lämmitys, ilmastointi sekä junan GPS-navigointilaitteet ja turvalaitteistot (Lepistö 2005.), joten junan etenemiseen täytyy kuitenkin käyttää muita polttoaineita tai energianlähteitä.

Hiilidioksidipäästöjä vähentämisessä junaliikenteessä on onnistuttu myös Ruotsissa teuraseläinten jätteistä peräisin olevalla metaanilla kulkevan junan myötä. Juna on muutettu dieselkäyttöisestä biokaasulla toimivaksi moottorit vaihtamalla ja junan päästöt ovat murto-osa entisestä. Biokaasujunan liikennöinti tulee kuitenkin noin viidenneksen kalliimmaksi kuin dieselillä ajo. (Lukkari 2005.)

Alstom, joka on myös Sm4-tyyppisten kaupunkijunien valmistaja (Alstom 2017), puolestaan on hiljattain julkistanut kehittäneensä ja onnistuneesti koeajaneensa maailman ensimmäisen vetypolttokennoilla toimivan Coradia iLint -matkustajajunan. Hiljainen teollisuusprosessien sivutuotteena syntyvää vetyä energianvarastoinnissa käytävä juna tuottaa vain höyryä ja tiivistynyttä vettä. Yhdellä tankkauksella junan kerrotaan kulkevan noin 800 kilometriä. (Rautiainen 2017.)

## 9 Päästölaskenta

Dieselvetoisen junaliikenteen päästöt ovat pitkälti samankaltaisia kuin linja-auto-liikenteessäkin. Päästöistä ongelmallisimpia ovat typen oksidit sekä hiukkaspäästöt. Sähkökäyttöisen raideliikenteen päästöt ovat huomattavasti alemmat kuin dieseliä polttoaineenaan käyttävän vanhemman teknologian. Sähköistetyn raideliikenteen päästöt keskittyvät pääosin tuotantovaiheeseen (Kalenoja 2000a, 56.) ja vaihtelevat siten tuotantotavasta riippuen.

Eri liikennemuotojen energiankulutusta ja päästöjä vertailtaessa kuormitus- eli käyttöaste on ratkaisevan tärkeä tekijä. Yksinomaan päästöjä tarkasteltaessa ympäristön kannalta suositeltavin joukkoliikennemuoto on sähkökäyttöinen raide-liikenne, jonka päästöjen voidaan sanoa sähköntuotantotavasta riippumatta olevan alemmat kuin muilla liikennemuodoilla. (Kalenoja 2000a, 59 - 60.)

Kohdealueen lähiraideliikenteen tuottama päästökuorma riippuu kalustoratkaisujen ohella toteutettavan junaliikennöinnin vuorotiheydestä. Alueella nykyisin linja-autoin ajettava paikallisliikenteen vuorotiheys vaihtelee huomattavan paljon määränpäästä riippuen. Esimerkiksi idässä tarkastelun päätepisteeseen Tuupovaa-rassa sijaitsevaan Koveroon pääsee bussilla arkisin viisi kertaa päivässä, kun taas suurempia matkustajamääriä palvelevat yhteydet länteen ja etelään päin kulkevat tiuhemmin; liikennöintiä tapahtuu jopa useita kymmeniä kertoja päivässä (Liikennevirasto 2017e). Tässä tarkastelussa rataosuuksittain liikennöitäväksi vuoromääräksi on valittu kahdeksan edestakaista vuoroa vuorokaudessa. Junakilometrejä edellä mainitulla liikennöintitiheydellä kertyy yhteensä 2 724 kilometriä arkivuorokautta kohden, mikä on havaittavissa myös taulukosta 3.

Taulukko 3. Rataosuuksilla ajettavat junakilometrit 8 vuorolla vuorokaudessa.

Ratasektori	Ratapituus [km]	Vuoroja/arki-vrk	Juna-km/arki-vrk
Etelä	37	8	599
Länsi	32	8	516
Pohjoinen	56	8	899
Itä	44	8	710
<b>Yhteensä</b>	<b>170</b>	<b>32</b>	<b>2 724</b>

Junakilometrien perusteella voidaan laskea lähiraideliikenteen vuotuiset hiilidioksidiekvivalenttipäästöt, jotka ovat riippuvaisia käytetystä junakalustotyypistä. Vuositasolla edellä kuvattu lähiraideliikennöinti tuottaisi noin 1 335 390 kg eli noin 1 335 tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia. Päästöjen jakautuminen ratasektoreittain on kuvattu taulukossa 4.

Taulukko 4. Kalustoperusteiset hiilidioksidiekvivalenttipäästöt ratasektoreittain.

Ratasektori	Juna-km /arki-vrk	CO <sub>2</sub> -ekv. [kg/juna-km]	CO <sub>2</sub> -ekv. [kg/vrk]	CO <sub>2</sub> -ekv. [kg/vuosi]
Etelä	37	1,430	857	256 988
Länsi	32	1,692	873	261 970
Pohjoinen	56	1,692	1 521	456 166
Itä	44	1,692	1 201	360 266
<b>Yhteensä</b>	<b>170</b>		<b>4 451</b>	<b>1 335 390</b>

## 10 Liikennöinnin kustannusarvio

Lähijunaliikenteen kustannusarvio koostuu liikennöinnistä saatujen lipputuloista ja liikennöintikustannuksista, joiden keskinäinen suhde valottaa hankkeen käyttönsä kannattavuutta. Taulukossa 5 on kuvattu henkilökilometrien laskenta.

Taulukko 5. Henkilökilometrien muodostuminen.

Ratasektori	Matkan keskipituus [km]	Matkatuotos /arki-vrk	Henkilö-km /arki-vrk
Etelä	29	240	6 984
Länsi	24	525	12 693
Pohjoinen	42	397	16 703
Itä	33	208	6 908
<b>Yhteensä</b>			<b>43 289</b>

Arkivuorokautta kohti lipputuloiksi muodostuu arkivuorokautisten henkilökilometrien ja lähijunaliikenteen verottoman lipputulon tulona noin 3 380 euroa, minkä perusteella vuosittaisten lipputulojen voidaan arvioida olevan hieman yli miljoonan euron luokkaa. Lähijunaliikenteen lipputulot ratasektoreittain on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Lähijunaliikenteen tuotot ratasektoreittain.

Ratasektori	Henkilö-km/ arki-vrk	Lipputulo [€/henkilö-km]	Lipputulo/ arki-vrk [€]	Lipputulo/ vuosi [€]
Etelä	6 984	0,078	545	163 433
Länsi	12 693	0,078	990	297 016
Pohjoinen	16 703	0,078	1 303	390 855
Itä	6 908	0,078	539	161 653
<b>Yhteensä</b>	<b>43 289</b>		<b>3 377</b>	<b>1 012 957</b>

Lähiliikenteen liikennöinnin kustannuksia voidaan arvioida liikennöitävien junakilometrien ja liikennöintikustannusten kautta. Keskimääräisellä 7 euron kilometrikustannuksella saadaan kohdealueen liikennöintikustannuksiksi noin 19 070 euroa vuorokaudessa, mikä tarkoittaa noin 5,7 miljoonan euron vuosikustannuksia. Ratasektoreittain eriteltyt liikennöintikustannukset käyvät ilmi taulukosta 7.

Taulukko 7. Lähijunaliikenteen liikennöintikustannukset ratasektoreittain.

Ratasektori	Juna-km/ arki-vrk	Liikennöinti- kustannus [€/km]	Liikennöinti- kustannus /vrk [€]	Liikennöinti- kustannus /vuosi [€]
Etelä	599	7	4 193	1 257 984
Länsi	516	7	3 613	1 083 802
Pohjoinen	899	7	6 291	1 887 211
Itä	710	7	4 968	1 490 462
<b>Yhteensä</b>	<b>2 724</b>		<b>19 065</b>	<b>5 719 459</b>

Kustannusarvion pohjalta markkinahintainen liikennöinti kohdealueella ei tulisi onnistumaan. Käytettyjen karkeiden lähtöoletusten perusteella lähijunaliikenteen järjestämistä jouduttaisiin tukemaan noin 4,7 miljoonalla eurolla vuosittain. Lipputulolla pystyttäisiin ylläolevan valossa kattamaan ratasektorista riippuen vain noin 10 - 30 % rataosuuden liikennöintikustannuksista, kuten taulukosta 8 käy ilmi. Koko kohdealueella lipputulolla saataisiin katettua noin 18 % liikennöintikustannuksista. Toisin sanoen liikennöintikustannuksien kattamiseen lipputulolla vaadittaisiin rataosuudesta riippuen yli kolminkertaisia ja jopa liki kymmenkertaisia matkustajamääriä matkatuotoskertoimilla saatuihin matkustajapotentiaaleihin nähden.

Taulukko 8. Lipputulojen kattama osuus liikennöintikustannuksista ratasektoreittain.

Ratasektori	Lipputulojen %-osuus liikennöintikustannuksista
Etelä	13 %
Länsi	27 %
Pohjoinen	21 %
Itä	11 %
<b>Koko Joensuun seutu</b>	<b>18 %</b>

Investointikustannuksia ei ole laskettu mukaan ylläolevaan kustannustarkasteluun. Lisäkustannuksia koituisi mm. nykymääräysten mukaisten henkilöliikennepaikkojen rakentamisesta, liityntäpysäköintialueista, mahdollisista kohtaamispaikkojen lisäämisistä sekä Joensuu-Säkäniemi-kaksoisraiteesta, mikäli lähiliikenne tarkemmissa selvityksissä sitä ehdottomasti edellyttäisi.



## 11 Pohdinta

### 11.1 Johtopäätökset

Paikallisjunaliikennöinnin tavoitteen tulisi päästöjen vähentämiseen pyrkimisen valossa olla korvaava liikennemuoto nimenomaan yksityiselle henkilöautoliikenteelle, joka käsittää niin auton kuljettajan kuin matkustajat. Paikallisjunan pääasiallisena tavoitteena ei tule olla kevyen liikenteen vähentäminen. Paikallisjunaliikenne voitaisiin rakentaa palvelemaan erityisesti työmatkaliikennettä, joka on kohtuullisen vakaata ja ennakoitavaa sekä suurilta osin tiettyihin kellonaikoihin sidottua.

Joensuun seudulla on olemassa neljä pääilmansuuntaa kattava rataverkko, mutta sen kunto eikä ratakapasiteetti ole kaikilta osin edullinen lähiraideliikenteelle. Idässä radan 60 km/h- ja 50 km/h-nopeusrajoitukset (Liikennevirasto 2016b) estävät kilpailukykyisen henkilöjunaliikennöinnin, sillä henkilö- ja linja-auton nopeusetu olisi Heinävaaran ja Tuupovaaran matkojen suhteen ratkaiseva. Erityisesti eteläsuuntaisen radan kohdalla lähiraideliikenne kuormittaisi ratakapasiteettia liikaa, jolloin kaksoisraiteen rakentaminen muodostuisi liikennöinnin elin ehdoksi.

Liikennöinti tulisi toteutuessaan olemaan raidealan lainsäädännön alaista niin kustuston kuin kuljettavankin tahon osalta. Ennen rautateiden henkilöliikenteen mahdollista tulevaa avaamista kilpailulle VR:llä on yksinoikeus liikennöintiin (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015b), ellei muuta sovita. Tämä ei sulje lähiraideliikenteen mahdollisuutta pois, mutta rajoittaa sen järjestämistä jonkin verran.

Lähiraideliikennekokonaisuus vaatisi toteutuessaan maankäytön ohjausta yhteistoiminnassa joukkoliikenteen kehittämisen kanssa. Lähiraideliikenne on esimerkiksi busseilla toteutettua joukkoliikennemallia jäykkärakenteisempi, joten joukkoliikenteeseen sidottu maankäytön ohjaaminen radan varsille on suurten investointikulujen vuoksi riskitekijä.

Länteen ja pohjoiseen suuntautuvat radat olisivat matkustajapotentiaalin perusteella kannattavampia lähiraideliikennereittejä kuin itään ja etelään, erityisesti Hammaslahdesta eteenpäin, suuntaavat rataosuudet. Matkustajamääriä on kuitenkin mahdollista nostaa hyvillä liityntäliikennemahdollisuuksilla, jotka parantaisivat potentiaalia laskennassa esitetystä. Bussireittien ja -aikataulujen sovittaminen joukkoliikenteen runkolinjaa palveleviksi on ensiarvoisen tärkeää matkaketjuajattelun suosion lisääntymiselle ja lähiraideliikenteen korkealle käyttöasteelle.

Olemassa oleva bussiliikenteen tarjonta saattaisi karsiutua lähijunaliikenteen toteutuessa päällekkäisyyksien välttämiseksi. Tämä aiheuttaisi joillekin julkisen liikenteen käyttäjille palvelutason laskua. Toisaalta palvelutaso saattaisi toisilla käyttäjillä lähijunaliikenteen myötä nousta mm. matkustusmukavuuden osalta.

Verrattuna esimerkiksi Oulussa ja Jyväskylässä tehtyihin samankaltaisiin selvityksiin tulokset ovat matkustajapotentiaalin ja kustannusten osalta samansuuntaisia. Jyväskylässä matkoja on arvioitu syntyvän vuodessa lähijunilla noin 155 000 enemmän kuin Joensuussa, mikä selittyy suuremmilla asemien vaikutusalueelle sijoittuvilla asukas- ja työpaikkamäärillä. Oulussa, jossa tosin Joensuusta poiketen on vain kolmeen suuntaan lähteviä rataosuuksia, matkatuotoksia on arvioitu kertyvän vuositasolla noin 64 000 enemmän. Oulun kohdalla on tosin käytetty asemapaikkojen potentiaalia laskiessa laajempaa 3,0 kilometrin tarkastelusädettä, joka osaltaan vaikuttaa tuloksiin. (Oulun kaupungin tekninen keskus 2009; Strafica 2010.)

Vaikka junien polttoaineena on tutkittu monia energianlähteitä aurinkoenergiasta vetyyn, varteenotettavimmat vaihtoehdot kulkuvälineiksi tämän hetken tekniikalla ovat Dm12-kiskobussi ja Sm4-kaupunkijuna tai jotkin vastaavat junatyypit. Liikennöivään kalustoon vaikuttaa ennen kaikkea rataosuuden sähköistystilanne. Itäisessä Suomessa on vielä runsaasti sähköistämättömiä rataosuuksia (Liikennevirasto 2016c), minkä vuoksi merkittävä osa alueen junaliikenteestä on olosuhteiden sanelemana dieselvetoista. Mikäli alueen rataverkkoa tulevaisuudessa sähköistetään, esimerkiksi esitetty Sm4-juna olisi potentiaalinen junavaihtoehto lähiraideliikennöintiin. Kasvihuonekaasupäästöiltään kaupunkijuna on huomattavasti

vanhanaikaista dieselkiskobussia vähäisempi (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä 2009).

Keskimääräinen henkilöautojen ilmakehään aiheuttama päästökuormitus on 167 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia kilometriä kohti (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä 2012). Lähiraideliikenteen pitäisi siten neutraloidakseen aiheuttamansa päästöt korvata vuositasolla noin 7 996 347 kilometriä henkilöautolla, jossa matkaa taittaa keskimäärin 1,7 henkilöä, suoritettuja matkoja. Koska raide-liikenne mielletään matkustusmukavuudeltaan bussiliikennettä paremmaksi (Kalenoja ym. 2014, 10), on odotettavissa, että joukkoliikenteen kulkumuoto-osuus kasvaisi nykytilanteesta, mikä heijastuisi positiivisena vähenemisenä henkilöautoliikenteen aiheuttamiin päästökuormaan.

Lähiraideliikenne oletettavasti korvaisi toteutuessaan osan kohdealueen bussiliikenteestä. Kasvihuonekaasupäästöjen valossa sähkötoiminen raideliikenne näyttäytyy ilmastolle busseja parempana vaihtoehtona, sillä 50-paikkaisen linja-auton aiheuttamat päästöt 24 %:n kuormitusasteella ovat maantieajossa keskimäärin 49 g ja katuajossa keskimäärin 86 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia henkilökilometriä kohti (Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä 2012). Sm4-kaupunkijunien päästöihin verrattuna nämä ovat moninkertaisia. Dieseliä käyttävät kiskobussit sijoittuvat päästökuormaltaan bussien maantieajon ja katuajon aiheuttaman päästömäärän väliin, jolloin niiden käyttöä maantiellä ajettavan linja-autoliikenteen korvaamiseksi on puhtaasti ilmastonäkökulmasta vaikea perustella.

Kustannustehokasta lähiraideliikenne ei VR:n 150 - 200 matkustajaa/junavuoro - tai Alkun 12 000 matkustajaa/tunti-kannattavuusperiaatteiden (Riikonen 2008, 25; Alku 2002, 85) eikä karkean liikennöintikustannusarvion perusteella tulisi olemaan. Koska liikennöintiä ei voitaisi hoitaa markkinaehtoisesti, edellyttäisi Joensuuun seudun julkinen liikenne lähiraideliikennepohjaisena nykyistä huomattavasti suurempaa taloudellista panostusta yhteiskunnalta.

Kuten Joensuu-Kuopio-henkilöjunayhteyden tarveselvityksessäkin (Sito Oy 2013), nykyinen linja-autoliikennepohjainen joukkoliikennöinti tulee lähiraideliikennettä huomattavasti edullisemmaksi jo pelkän junaliikenteen liikennöintikustannusten arvion perusteella. Liikennöintikustannuksien kattaminen lipputuloilla vaatisi rataosuudesta riippuen yli kolminkertaisia ja jopa liki kymmenkertaisia matkustajamääriä matkatuotoskertoimilla saatuihin matkustajapotentiaaleihin nähden, mikä ei edes erittäin hyvin järjestetyllä liityntäliikenteellä ole realistinen odotus. Hanke edellyttäisi toteutuessaan huomattavaa rahallista tukea kunnalliselta ja valtioliselta tasolta sekä mahdollisuuksien mukaan myös muilta tahoilta.

Joensuusta länteen ja pohjoiseen kulkee jo nykyisin henkilöliikennettä, mutta toimivia henkilöliikennepaikkoja on harvakkosti. Ensimmäinen pysähdyspaikka läntessä on nykyisin tarkastelun läntisenä päätepisteenä toiminut Viinijärvi, pohjoisessa henkilöjunat pysähtyvät Enossa ja Uimaharjussa. Näiden kahden suunnan osalta henkilöjunaliikennettä olisi tarvittaessa mahdollista kohentaa pysähdyspaikkoja ja liikennöintivuoroja lisäämällä. Eteläsuuntaisella radalla kulkee päivittäin monia kaukohenkilöliikennejunia, mutta pysähdyksien lisääminen tällä reitillä on epätodennäköistä nopean yhteyden pääkaupunkiseudulle ollessa eräs liikennöitsijän prioriteeteista.

## **11.2 Luotettavuus, käyttömahdollisuudet ja jatkotutkimusaiheet**

Vahvasti lähdeaineistoon nojautuva selvitystyyppinen työ lunastaa tai jättää vajavaiseksi luotettavuutensa materiaalivalintojen kautta. Käytettyjä lähteitä, kuten Joensuun kaupungin, Ympäristöministeriön ja Liikenneviraston aineistoja voidaan pitää kriittistä tarkastelua kestävinä materiaaleina. Luotettavuuden parantamiseksi ja kommenttien saamiseksi esiselvityksen työsuunnitelma lähetettiin Joensuun kaupungin joukkoliikennelogistikon luettavaksi.

Valmista esiselvitystä voidaan käyttää pohjana jatkoselvityksille. Tuloksista on mahdollista arvioida suuntaa-antavasti hankkeen realistisuutta, liikennöinnin kustannuksia sekä sen profiilia verrattuna mahdollisen toteuttajan strategiaan. Tar-

kempien tuloksien saamiseksi aihepiiristä olisi kuitenkin tehtävä yksityiskohtaisempi selvitys, jossa käytettäisiin mm. matkustajapotentiaalin selvittämiseen tarkkoja asukas- ja työpaikkatietoja sekä nimenomaan kohdealueelle laadittuja matkatuotoskertoimia. Kustannuksien tarkemmassa laskennassa puolestaan olisi syytä käyttää aihepiirin asiantuntijoita, jotka tuntevat kohdealueen piirteet. Ympäristövaikutuksia tulisi tällöin arvioida myös muiden tekijöiden kuin kasvihuonekaasupäästöjen kannalta. Lisäksi tarkemman tutkimuksen yhteydessä olisi syytä ottaa huomioon muitakin kuin tässä tarkasteltuja raideliikenteen edellytyksiä.

Hankkeen toteuttamista voitaisiin tutkia myös erilaisesta näkökulmasta, jossa keskitytään vain tiettyihin rataosuuksiin kaikkien neljän ratasektorin kattamisen sijasta. Tällöin olisi mahdollista ottaa huomioon myös kauempana kohdealueen keskipisteestä sijaitsevien kuntien ja kaupunkien, kuten Kiteen, Outokummun ja Ilomantsin matkustajapotentiaalit.

## Lähteet

- Alku, A. 2002. Raitiovaunu tulee taas. Helsinki: Eero Laaksonen.
- Alstom. 2017. Alstom in the Nordic countries. <http://www.alstom.com/nordics/>. 21.2.2017.
- Benviroc Oy. CO<sub>2</sub>-raportti 2016. <http://www.joensuu.fi/documents/11127/197546/CO2+raportti+2014/d47f4fca-d9ef-4964-9012-f3b1986b319f>. 10.2.2017.
- CO<sub>2</sub>-raportti. Tietoa ilmastomuutoksesta. <http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastonmuutos>. 27.5.2017.
- Etelä-Karjalan liitto. 2010. Etelä-Karjalan taajamajunaselvitys. [http://www.ekarjala.fi/liitto/wp-content/uploads/2013/10/Etel%C3%A4-Karjalan\\_taajamajunaselvitys-2010.pdf](http://www.ekarjala.fi/liitto/wp-content/uploads/2013/10/Etel%C3%A4-Karjalan_taajamajunaselvitys-2010.pdf). 17.2.2017.
- Euroopan unionin komissio. 2016. Fifth report on monitoring developments of the rail market. [ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/swd-2016-0427.pdf](http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/swd-2016-0427.pdf). 28.4.2017.
- Helsingin seudun liikenne. 2011. Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenneennustemallit 2010. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/33\\_2011\\_helmet.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/33_2011_helmet.pdf). 23.2.2017.
- Helsingin seudun liikenne. 2015. Selvitys joukkoliikenteen vaihtovastuksesta. [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl\\_julkaisu\\_18\\_2015.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_julkaisu_18_2015.pdf). 22.2.2017.
- likkanen, P. 2013. Rautatieliikenteen kustannusmallit. Liikennevirasto. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 15/2013. [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121463/lts\\_2013-15\\_978-952-255-283-9.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121463/lts_2013-15_978-952-255-283-9.pdf?sequence=1). 21.2.2017.
- likkanen, P. & Mukula, M. 2015. Rataverkon jatkosähköistys - Tarveselvitys ja hankearviointi. Liikennevirasto. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 4/2015. [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121418/lts\\_2015-04\\_978-952-317-052-0.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121418/lts_2015-04_978-952-317-052-0.pdf?sequence=1). 21.2.2017.
- Ilmastolaki 609/2015.
- Ilmatieteen laitos. 2014. IPCC: Ilmastomuutos etenemässä kohti peruuttamattomia seurauksia; toimia tarvitaan yhteiskunnan kaikilla sektoreilla. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/27861276>. 23.2.2017.
- Ilmatieteen laitos. 2017. Ilmakehä-ABC. <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmakeha-abc>. 15.2.2017.
- Iltanen, J. 2009. Radan varrella. Suomen rautatieliikennepaikat. Helsinki: Otavan Kirjapaino Oy.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2017. Organization. <http://ipcc.ch/organization/organization.shtml>. 21.2.2017.
- Joensuun kaupunginhallitus. 2015. SEAP JOENSUU – Kaupunginjohtajien yleiskokouksen kestävän energian toimintasuunnitelma. [webdynasty.jns.fi/djulkaisu/kokous/2015638-9-1.PDF](http://webdynasty.jns.fi/djulkaisu/kokous/2015638-9-1.PDF). 14.2.2017.
- Joensuun kaupunki. 2010. Joensuun kaupungin ilmastostrategian ja energiatehokkuussopimuksen toteuttamisohjelma 2010. <http://www.joensuu.fi/documents/11127/197515/toteuttamisohjelma/2424102f-3cf2-4c7e-9abd-83726b2546c5>. 20.2.2017.

- Joensuun kaupunki. 2014. Joensuun ilmasto-ohjelma 2013. [http://www.joensuu.fi/documents/11127/197392/Ilmasto-ohjelma+2014/2625d3f3-  
ea4b-48e9-8f5d-3e5bd903c132](http://www.joensuu.fi/documents/11127/197392/Ilmasto-ohjelma+2014/2625d3f3-<br/>ea4b-48e9-8f5d-3e5bd903c132). 14.2.2017.
- Joensuun kaupunki. 2016. Symmetrinen kaupunki. <http://www.joensuu.fi/symmetrinen-kaupunki>. 1.5.2017.
- Joensuun kaupunki. 2017a. Ilmastotori. <http://www.joensuu.fi/ilmastotori>. 21.2.2017.
- Joensuun kaupunki. 2017b. Joukkoliikenne. <http://www.joensuu.fi/joukkoliikenne>. 23.2.2017.
- Joensuun kaupunki. 2017c. Joukkoliikenteen vuosikertomus vuodelta 2016. [https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1  
&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhvl7S6uPTAhUDG5oKHcE-  
BHAQFggjMAA&url=http%3A%2F%2Fwebdynasty.jns.fi%2Fdjulkaisu%2Fkokous%2F20171209-3-  
1.PDF&usg=AFQjCNF0N\\_HXU9d1mD9tHvHks5zXf7iE4g](https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1<br/>&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhvl7S6uPTAhUDG5oKHcE-<br/>BHAQFggjMAA&url=http%3A%2F%2Fwebdynasty.jns.fi%2Fdjulkaisu%2Fkokous%2F20171209-3-<br/>1.PDF&usg=AFQjCNF0N_HXU9d1mD9tHvHks5zXf7iE4g). 10.4.2017.
- Joensuun kaupunki. 2017d. Asemanseudun asemakaavan muutos. <http://www.joensuu.fi/asemanseutu>. 1.5.2017.
- Joensuun kaupunki. 2017e. Joensuun karttapalvelu. <https://kartta.jns.fi/ims>. 24.5.2017.
- Joensuun kaupunkiseudun ilmastostrategian valmisteluryhmä. 2009. Joensuun kaupunkiseudun kuntien ilmastostrategia. Joensuun seutuhallinto. [http://www.joensuu.fi/documents/11127/197399/Joensuun+seu-  
dun+ilmastostrategia/8dee596d-6acb-4cc9-9af8-bfd0ff694587](http://www.joensuu.fi/documents/11127/197399/Joensuun+seu-<br/>dun+ilmastostrategia/8dee596d-6acb-4cc9-9af8-bfd0ff694587). 7.2.2017.
- Kalenoja, H. 2000a. Joukkoliikenteen energiankulutus ja ympäristövaikutukset. Teoksessa Teknillistieteelliset akatemiati 2000:1. (toim.) Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana. Helsinki: Oy Edita Ab, 49 - 79.
- Kalenoja, H. 2000b. Joukkoliikenne ja liikenneturvallisuus. Teoksessa Teknillistieteelliset akatemiati 2000:1. (toim.) Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana. Helsinki: Oy Edita Ab, 81 - 89.
- Kalenoja, H., Pajarre, M. & Rantala, A. 2014. Työsuunnitelma. Turun raitiotien yleissuunnitelman liikenne-ennusteet. [https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/liikenne\\_ennusteet\\_22\\_12\\_2014.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/liikenne_ennusteet_22_12_2014.pdf). 15.2.2017.
- Kalenoja, H., Vihanti, K., Voltti, V., Korhonen, A. & Karasmaa, N. 2008. Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38345/SY27\\_2008\\_Liikennetarpeen\\_arviointi\\_maankayton\\_suunnittelussa.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38345/SY27_2008_Liikennetarpeen_arviointi_maankayton_suunnittelussa.pdf?sequence=1). 26.5.2017.
- Karasmaa, N. 2000. Joukkoliikenteen kysyntä ja siihen vaikuttavat tekijät. Teoksessa Teknillistieteelliset akatemiati 2000:1. (toim.) Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana. Helsinki: Oy Edita Ab, 29 - 48.
- Karasmaa, N. 2005. Liikenne-ennusteet. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-1-2005 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., 234 - 268.
- Lahelma, H. 2005. Suomen rautatieliikenne Euroopan kokonaisuudessa. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-1-2005 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., 449 - 452.

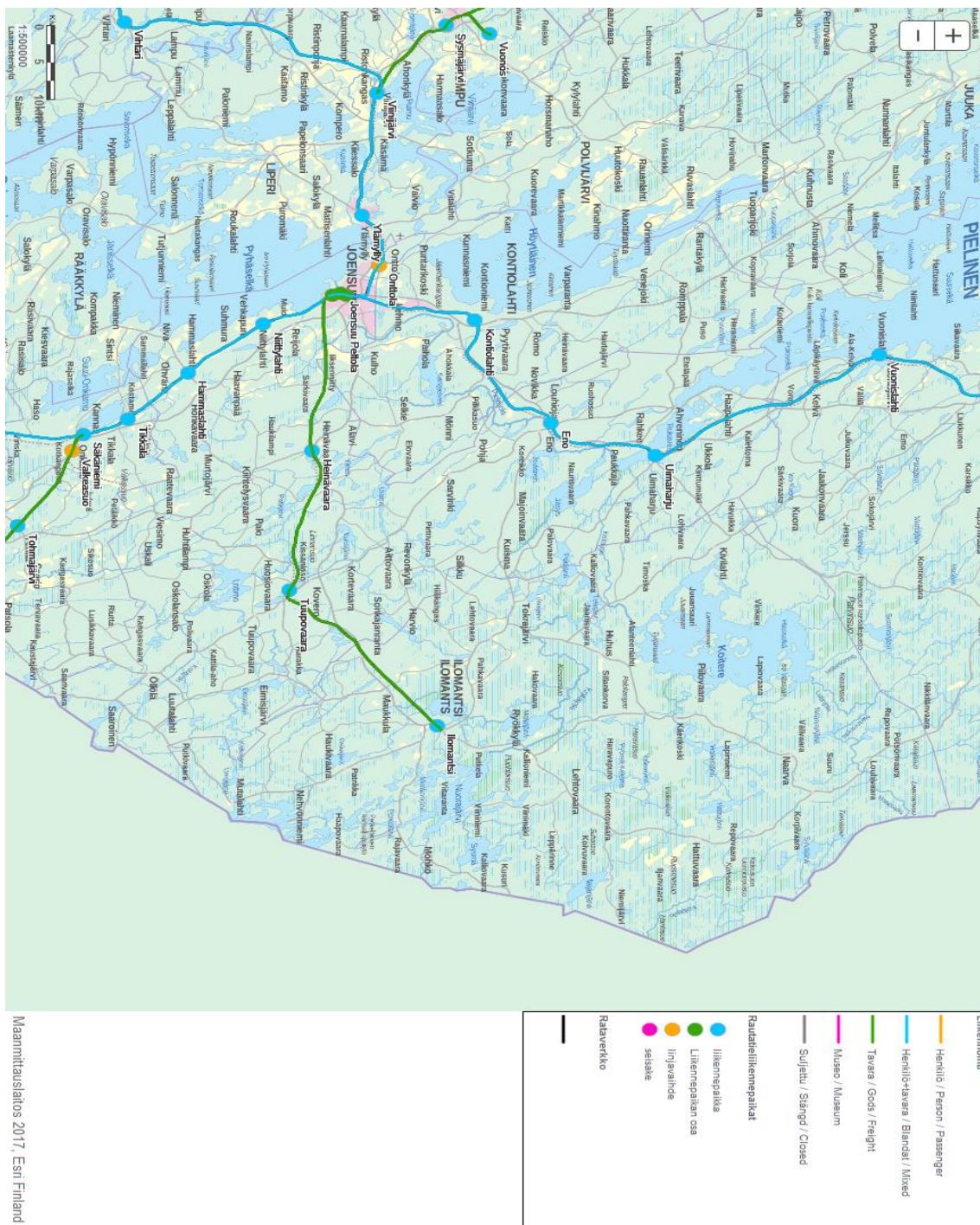
- Lampinen, A. 2009. Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja B: 17. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Lepistö, P. 2005. Aurinkoenergia käyttöön Italian junissa. Tekniikka&talous. <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2005-12-01/Aurinkoenergia-k%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6n-Italian-junissa-3283781.html>. 26.5.2017.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2015a. Rautateiden henkilöliikennettä avataan kilpailulle. <https://www.lvm.fi/-/rautateiden-henkiloliikennetta-avataan-kilpailulle-856941>. 29.4.2017.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2015b. LVM:n ja VR:n junaliikenteen ostosopimus vahvistettiin. <https://www.lvm.fi/-/lvm-n-ja-vr-n-junaliikenteen-ostosopimus-vahvistettiin-856638>. 29.4.2017.
- Liikennevirasto. 2012. Henkilöliikennetutkimus 2010–2011. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr\\_2012\\_henkiloliikennetutkimus\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf). 10.2.2017.
- Liikennevirasto. 2013. Julkisen liikenteen sanasto. Liikenneviraston oppaita 4/2013. [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121052/lop\\_2013-04\\_978-952-255-345-4.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121052/lop_2013-04_978-952-255-345-4.pdf?sequence=1). 14.2.2017.
- Liikennevirasto. 2015a. Julkisen liikenteen suoritetilasto 2013. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lvi\\_2015-02\\_julkisen\\_liikenteen\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lvi_2015-02_julkisen_liikenteen_web.pdf). 10.2.2017.
- Liikennevirasto. 2015b. Valtion rataverkko 1.7.2015. <http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/23384/Rataverkkokartta+2015/f1800f35-d3f7-4723-bb6e-c0091a75cff3>. 14.2.2017.
- Liikennevirasto. 2015c. Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013. Liikenneviraston ohjeita 1/2015. [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121640/lo\\_2015-01\\_978-952-317-064-3.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121640/lo_2015-01_978-952-317-064-3.pdf?sequence=1). 25.4.2017.
- Liikennevirasto. 2016a. Rautatietilasto 2015. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lvi\\_2016-07\\_rautatietilasto\\_2015\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lvi_2016-07_rautatietilasto_2015_web.pdf). 10.2.2017.
- Liikennevirasto. 2016b. Rautateiden verkkoselostus 2018. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lv\\_2016-02\\_rautateiden\\_verkkoselostus\\_2018\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lv_2016-02_rautateiden_verkkoselostus_2018_web.pdf). 10.2.2017.
- Liikennevirasto. 2016c. Rautateiden verkkoselostus 2018, karttapalvelu. <https://extranet.liikennevirasto.fi/webgis-sovellukset/karttapalvelu/index.html?locale=fi&config=verkkoselostus>. 10.2.2017.
- Liikennevirasto. 2016d. Luettelo rautatieliikennepaikoista 1.1.2016. [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121929/lv\\_2016-01\\_978-952-317-219-7.pdf?sequence=4](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121929/lv_2016-01_978-952-317-219-7.pdf?sequence=4). 8.2.2017.
- Liikennevirasto. 2017a. Ilmastonmuutos. <http://www.liikennevirasto.fi/ymparisto/ilmastonmuutos#.WRJq08klHIU>. 23.3.2017.
- Liikennevirasto. 2017b. Joensuun ratapiha. [http://www.liikennevirasto.fi/joensuu\\_ratapiha#.WRKDFMkiHIU](http://www.liikennevirasto.fi/joensuu_ratapiha#.WRKDFMkiHIU). 1.5.2017.
- Liikennevirasto. 2017c. Rataverkko. <http://www.liikennevirasto.fi/rataverkko#.WRKqf9Ly00>. 1.5.2017.
- Liikennevirasto. 2017d. Tasoristeys.fi -palvelu. <http://www.tasoristeys.fi/>. 23.3.2017.
- Liikennevirasto. 2017e. Matka.fi -palvelu. <http://opas.matka.fi/>. 15.3.2017.



- Liikenteen turvallisuusvirasto. 2014. Liikenteen ympäristövaikutusten tila. [http://katsaukset.trafi.fi/media/katsaukset/trafi\\_liikenteen\\_ymparisto-vaikutusten\\_tila\\_2014\\_fi.pdf](http://katsaukset.trafi.fi/media/katsaukset/trafi_liikenteen_ymparisto-vaikutusten_tila_2014_fi.pdf). 26.5.2017.
- Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016. Kansallinen lainsäädäntö. [https://www.trafi.fi/rautatiet/saadokset/kansallinen\\_lainsaadanto](https://www.trafi.fi/rautatiet/saadokset/kansallinen_lainsaadanto). 29.4.2017.
- Liikenteen turvallisuusvirasto. 2017. Kelpoisuus. <https://www.trafi.fi/rautatiet/kelpoisuus>. 29.4.2017.
- Lukkari, J. 2005. Biokaasu-juna aloitti Ruotsissa. Tekniikka&talous. <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2005-11-03/Biokaasu-juna-aloitti-Ruotsissa-3291113.html>. 26.5.2017.
- Mäkitalo, M., Natunen, M. & Paasikivi, J. 2005. Ratakapasiteetti. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-1-2005 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., 473 - 477.
- Keränen, I., Korhonen, A. & Niskanen, I. 2005. Junakalusto ja -rakenne. Teoksessa Ojala, K. (toim.) RIL 165-1-2005 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y., 468 - 473.
- Nummelin, M. 2006. Matkalla – Joukkoliikenteen mukana 25 vuotta. Helsinki: Laaksonen.
- Ojala, J. 2000. Joukkoliikenteen panokset ja tuotokset sekä asema markkinoilla. Teoksessa Teknillistieteelliset akatemit 2000:1. (toim.) Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana. Helsinki: Oy Edita Ab, 17 - 27.
- Oulun kaupungin tekninen keskus. 2009. Oulun seudun raideliikenteen esiselvitys. [http://www.infotripla.fi/oulunliikenne/julkaisut/Joukkoliikenne/raideliikenne\\_raportti\\_syyskuu2009.pdf](http://www.infotripla.fi/oulunliikenne/julkaisut/Joukkoliikenne/raideliikenne_raportti_syyskuu2009.pdf). 13.2.2017.
- Pastinen, V. 2012. Henkilöliikennetutkimus 2010–2011. Faktakortti, joukkoliikenne. [http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/147702/F1\\_Joukkoliikenne.pdf/b8d7cdde-093d-480a-ab05-ca133ea7ca59](http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/147702/F1_Joukkoliikenne.pdf/b8d7cdde-093d-480a-ab05-ca133ea7ca59). 10.2.2017.
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. 2010. Pohjois-Karjalan liikennejärjestelmäsuunnitelma. Pohjois-Karjalan maakuntaliiton julkaisuja 2010: 132. Joensuu: Pohjois-Karjalan maakuntaliitto.
- Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. 2011. Paikallisesti – Uusiutuvasti – Vietävän tehokkaasti. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2020. Pohjois-Karjalan maakuntaliiton julkaisuja 2011: 145. Joensuu: Pohjois-Karjalan maakuntaliitto.
- Rautiainen, M. 2017. Maailman ensimmäinen vetyjuna läpäisi ensimmäisen testiajon - päästöt vain höyryä ja tiivistynyttä vettä. Tekniikka&talous. [http://www.tekniikkatalous.fi/talous\\_uutiset/liikenne/maailman-ensimmainen-vetyjuna-lapaisi-ensimmaisen-testiajon-paastot-vain-hoyrya-ja-tiivistynyttä-vettä-6632973](http://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/liikenne/maailman-ensimmainen-vetyjuna-lapaisi-ensimmaisen-testiajon-paastot-vain-hoyrya-ja-tiivistynyttä-vettä-6632973). 26.5.2017.
- Riikonen, O. 2008. Julkisen liikenteen palveluiden turvaaminen haja-asutusalueilla. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 49/2008. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78313/Julkisen\\_liikenteen\\_palveluiden\\_turvaaminen\\_haja-asutusalueilla\\_%28LVM49-2008%29.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78313/Julkisen_liikenteen_palveluiden_turvaaminen_haja-asutusalueilla_%28LVM49-2008%29.pdf?sequence=1). 13.5.2017.
- Sirkiä, T. 2017. Junaliikenteen havaintojärjestelmä. <https://julia.dy.fi/>. 11.2.2017.
- Sito Oy. 2013. Joensuu-Kuopio henkilöjunayhteyden tarveselvitys.
- SKODA VAGONKA a.s. 2017. Railcar Class DM12. <http://www.vagonka.cz/40001.asp?ids=2422>. 21.2.2017.

- Tampereen kaupunkiseutu. 2016. Tampereen seutu kehittää lähijunaliikennettä. <http://www.tampereenseutu.fi/ajankohtaista/tampereen-seutu-kehittaa-lahijunaliikennetta/>. 15.2.2017.
- Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä. 2009. Rautateiden henkilöliikenteen keskimääräiset päästöt juna- ja henkilökilometriä kohden Suomessa vuonna 2007. [http://www.lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/raideliikenne/junat\\_henkilo.htm](http://www.lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/raideliikenne/junat_henkilo.htm). 21.2.2017.
- Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä. 2012. Tieliikenteen henkilöliikenne. [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkilo\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkilo_tie.htm). 22.2.2017.
- Teknologian tutkimuskeskus, Lipasto-laskentajärjestelmä. 2017. Hiilidioksidiekvivalentti CO<sub>2</sub>ekv. <http://lipasto.vtt.fi/liisa/co2ekvs.htm>. 26.5.2017.
- UIC/CER. 2015. Rail Transport and Environment. Facts and Figures. [http://www.uic.org/IMG/pdf/facts\\_and\\_figures\\_2014\\_v1.0-4.pdf](http://www.uic.org/IMG/pdf/facts_and_figures_2014_v1.0-4.pdf). 10.2.2017.
- Valtioneuvoston kanslia. 2017. Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma. <http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/147449/Kataisen+hallituksen+ohjelma/81f1c20f-e353-47a8-8b8f-52ead83e5f1a>. 7.2.2017.
- VR. 2017a. Dm12 (Kiskobussi). [https://www.vr.fi/cs/vr/fi/taajamajuna\\_kiskobussi](https://www.vr.fi/cs/vr/fi/taajamajuna_kiskobussi). 21.2.2017.
- VR. 2017b. Faktoja. <http://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/uutishuone/faktoja/>. 21.2.2017.
- VR. 2017c. Sm4 (kaupunkijuna). <https://www.vr.fi/cs/vr/fi/sm4>. 21.2.2017.
- Ympäristöministeriö. 2016a. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Ilmastonmuutoksen\\_hillitseminen/Euroopan\\_unionin\\_ilmastopolitiikka](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Euroopan_unionin_ilmastopolitiikka). 27.5.2017.
- Ympäristöministeriö. 2016b. Ilmastolainsäädäntö. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Ilmastolainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ilmastolainsaadanto). 6.2.2017.
- Ympäristöministeriö. 2017. Kansainväliset ilmastoneuvottelut. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Ilmastonmuutoksen\\_hillitseminen/Kansainvaliset\\_ilmastoneuvottelut](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Kansainvaliset_ilmastoneuvottelut). 27.5.2017.

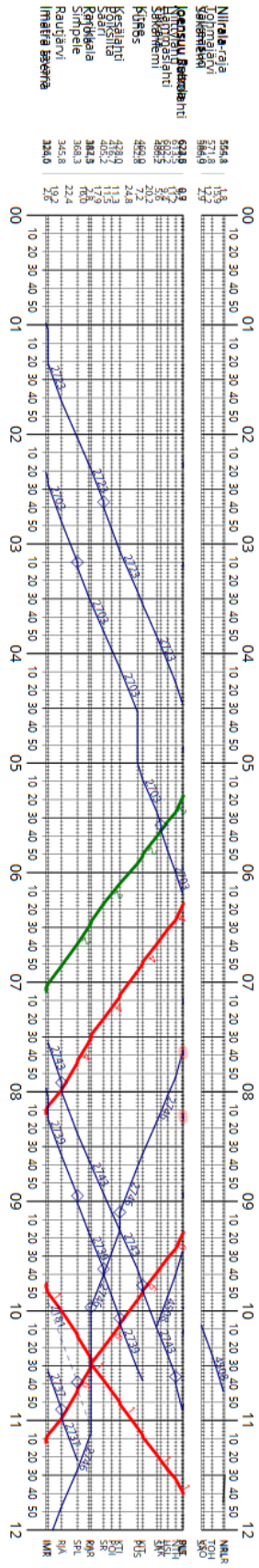
# Kohdealueen nykyinen rataverkko, liikennöinti ja rautatieliikennepaikat



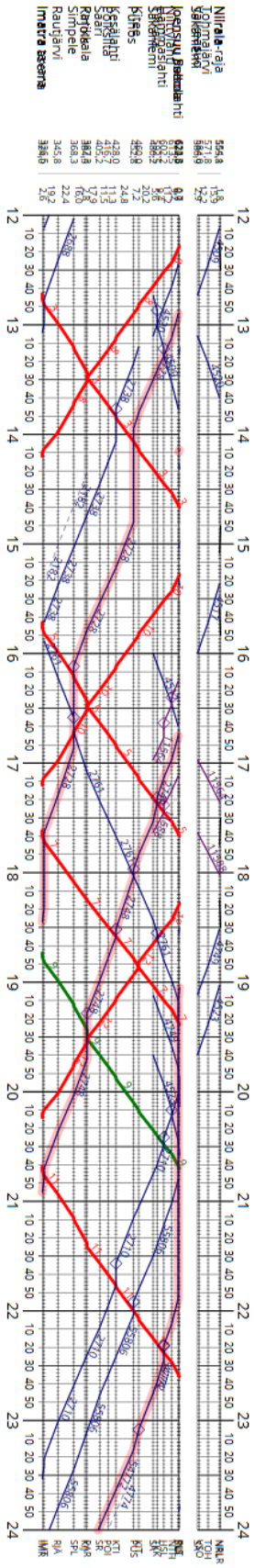
Kohdealueen rataverkon nykytila (Liikennevirasto 2016c, taustakartta Maanmittauslaitos 2017).

# Graafinen aikataulu kohdealueen raideliikenteen nykytilanteesta

**Graafinen aikataulu**  
Imatra - Joensuu, Säkänlempi - Niirala



ma 13.2.2017



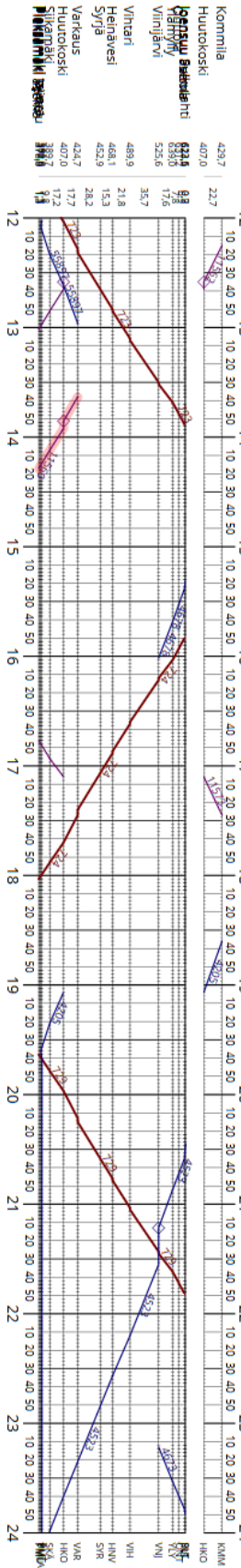
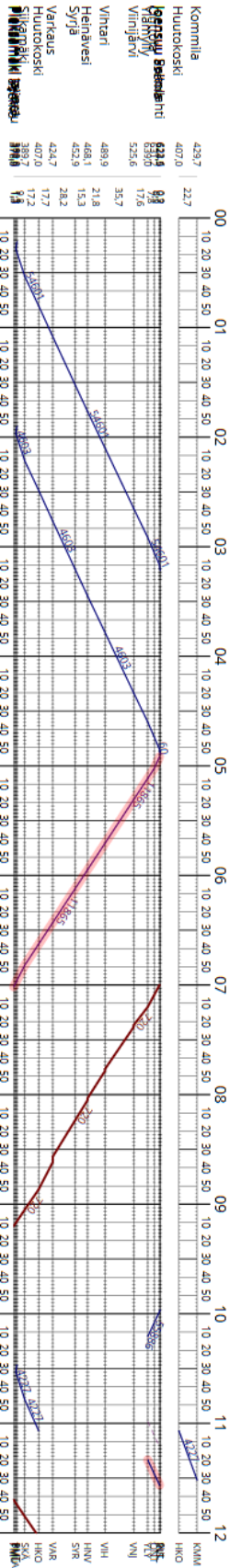
Aikataulu- ja kulutiedot perustuvat Liikenneviraston julkaisemaan avoimeen dataan (CC BY 4.0).



# Graafinen aikataulu kohdealueen raideliikenteen nykytilanteesta

## Graafinen aikataulu Pieksämäki - Joensuu, Huutokoski - Kommilla

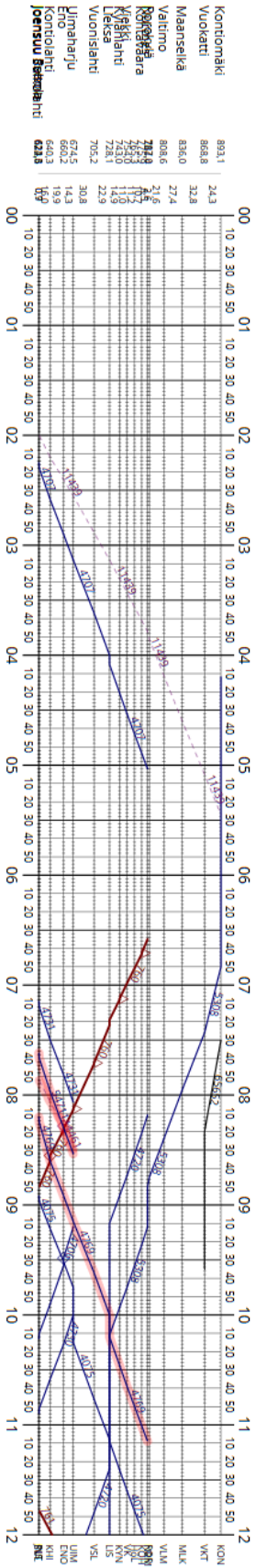
ma 13.2.2017



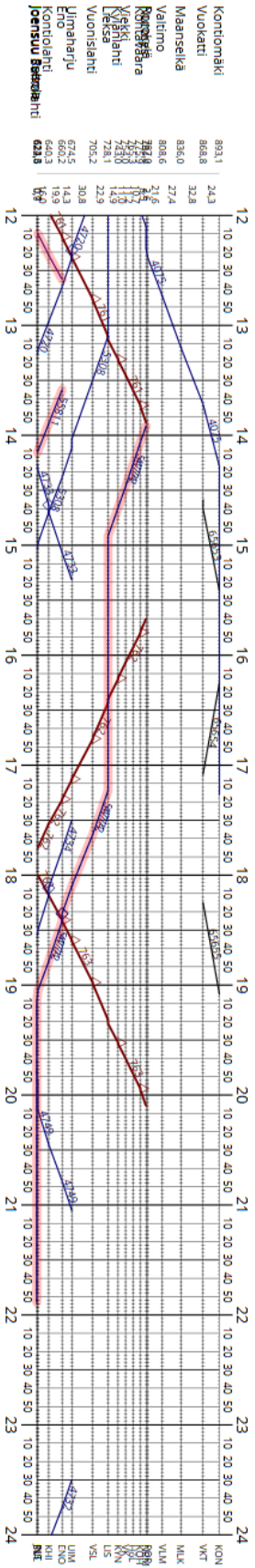
Aikataulu- ja kulkutiedot perustuvat Liikenneviraston julkaisemaan avoimeen dataan (CC BY 4.0).

# Graafinen aikataulu kohdealueen raideliikenteen nykytilanteesta

## Graafinen aikataulu Joensuu - Kontiomäki

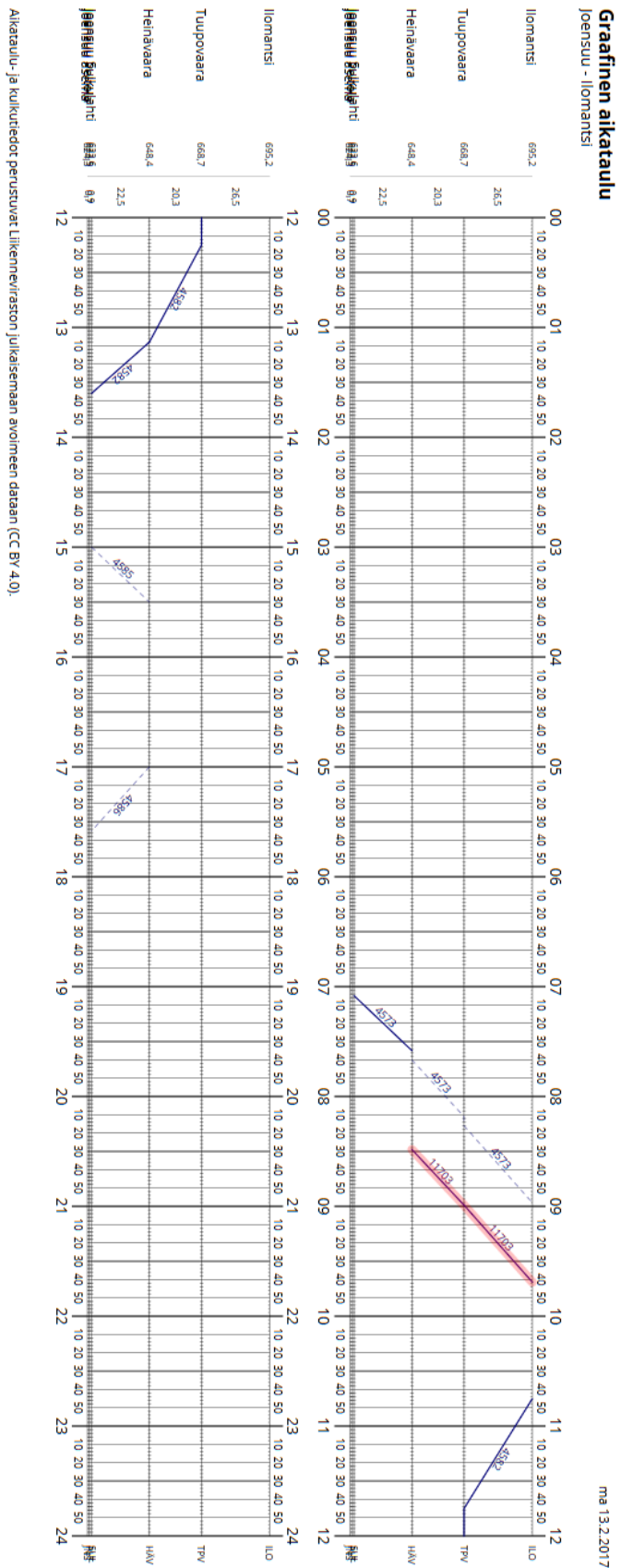


ma 13.2.2017



Aikataulu- ja kulutiedot perustuvat Liikenneviraston julkaisemaan avoimeen dataan (CC BY 4.0).

# Graafinen aikataulu kohdealueen raideliikenteen nykytilanteesta



Itäsuunnan radan graafinen aikataulu 13.2.2017 (Sirkiä 2017).