



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**TAVARALIIKENTEN KULJETUSKETJUN  
OPTIMOINTI HARVAAN ASUTUILLA  
SEUDUILLA SUOMESSA**

Sami Haukipuro

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka

Kandidaatintyö

Toukokuu 2024

# TIIVISTELMÄ

Tavaraliikenteen kuljetusketjujen optimointi harvaan asutuilla seuduilla Suomessa

Sami Haukipuro

Oulun yliopisto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2024, 32 s.

Työn ohjaaja yliopistolla: DI, FM Veikko Pekkala

Kandidaatintyö käsittelee tavaraliikenteen kuljetusketjujen optimointia harvaan asutuilla seuduilla Suomessa. Työn tavoitteena on antaa yleiskuva aiheesta ja kartoittaa tavaraliikenteen kuljetusketjujen nykytilannetta sekä erityisesti kuljetusketjuihin liittyviä haasteita harvaan asutuilla seuduilla. Työ perustuu kirjallisuuskatsaukseen, jossa on hyödynnetty sekä suomalaisia että ulkomaalaisia kirjallisia ja sähköisiä lähteitä.

Suomessa kuljetusketjut harvaan asutulla seudulla suoritetaan pääsääntöisesti tiekuljetuksina. Nämä joutuvat käyttämään varsin huonokuntoisia tieverkostoja. Huono tiestön laatu, alhaiset kantavuudet tiestöllä, pitkät välimatkat ja hajanainen asutus luovat merkittäviä haasteita kuljetusketjuille. Kirjallisuuskatsauksen perusteella haasteita on mahdollisuus selittää esimerkiksi yhteisjakelun, edestakaisten kuljetusten yhdistämisen ja viimeisen kilometrin optimoinnin keinoin.

Kuljetusketjujen optimointi on tärkeä osa nykyaikaista logistiikkaa, sillä se vaikuttaa moniin kuljetusketjujen ominaisuuksiin kuten toimitusnopeuteen ja asiakastyytyvyyteen. Nykyisin kuljetusketjut toimivat varsin vanhoilla metodeilla, joten optimointi on tarpeen. Erityisesti viimeisen kilometrin optimointi on tärkeää, ja siinä sovellettujen keinojen sopivuuden arviointi ensimmäiseen kilometriin. Optimointikeinojen ohella tulee ottaa huomioon myös paikalliset olosuhteet.

*Asiasanat: kuljetusketju, optimointi, harvaan asuttu seutu*

# ABSTRACT

Optimizing freight transport chains in sparsely populated areas in Finland

Sami Haukipuro

University of Oulu, Degree Programme of Civil and Construction Engineering

Bachelor's thesis 2024, 32 pp.

Supervisor at the university: M.Sc, M.A. Veikko Pekkala

This bachelor's thesis discusses the optimization of freight transport chains in sparsely populated areas in Finland. The purpose of the thesis is to give an overview of the subject and to survey the current situation of freight transport chains and especially the challenges related to transport chains in sparsely populated areas. The thesis is based on a literature review using both Finnish and foreign sources, as well as written and electronic sources.

In Finland, transport chains in sparsely populated areas are mainly carried out by road. These have to use road networks that are in a very poor state of repair. Poor road quality, low road carrying capacities, long distances and dispersed settlements create significant challenges for transport chains. These challenges can be improved by means such as co-distribution, consolidation of return journeys and last-mile optimization.

Supply chain optimization is an important part of modern logistics as it affects many characteristics of supply chains, such as delivery speed and customer satisfaction. As supply chains operate with rather old methods, optimization is necessary. Especially, it is important to optimize the last-mile and to assess the suitability of the methods applied for the first-mile. In addition to optimization methods, local conditions must also be considered.

*Keywords: transport chain, optimization, sparsely populated area*

# SISÄLLYSLUETTELO

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO .....   | 7  |
| 2 TAVARALIIKENNE, KULJETUSKETJUT JA HARVAAN ASUTTU SEUTU ..... | 8  |
| 2.1 Tavaraliikenne .....                                       | 8  |
| 2.2 Kuljetusketju .....  | 9  |
| 2.3 Harvaan asuttu seutu .....                                 | 12 |
| 3 KULJETUSKETJUT HARVAAN ASUTUIILLA SEUDUILLA .....            | 16 |
| 4 ESIMERKKEJÄ KULJETUSKETJUN OPTIMOINTIKEINOISTA .....         | 19 |
| 4.1 Yhteisjakelu .....   | 20 |
| 4.2 Edestakaisten kuljetusten yhdistely .....                  | 21 |
| 4.3 Viimeisen kilometrin optimointi .....                      | 22 |
| 5 YHTEENVETO JA POHDINTA .....                                 | 26 |
| LÄHDELUETTELO .....  | 28 |

# 1 JOHDANTO

Tässä kandidaatintyössä aiheena on tavaraliikenteen kuljetusketjujen optimointi harvaan asutuilla seuduilla Suomessa. Tämän aiheen päädyin valitsemaan, koska logistiikka, kuljetukset ja niiden muodostamat kuljetusketjut ovat mielenkiintoisia aiheita. Myös yhdistelmäajoneuvonkuljettajan työn kautta saatu kokemus lisäsi mielenkiintoa aihetta kohtaan. Lisäksi havainto siitä, että suomen kielellä ei ole saatavilla tietoa aiheesta kovin paljon, oli mielenkiintoa lisäävä tekijä.

Työn tavoitteena on selvittää, millaisia ovat kuljetusketjut harvaan asutuilla seuduilla ja mikä on niiden nykytilanne. Aihe on rajattu käsittelemään maanteitä pitkin tapahtuvia kuljetusketjuja Suomen harvaan asutuilla seuduilla. Tavoitteena on myös saada selville, millaisilla optimointikeinoilla voitaisiin parantaa kuljetusketjujen laatua ja tehokkuutta. Vaikka työssä tarkastellaan Suomen harvaan asuttujen seutujen maanteillä tapahtuvia kuljetusketjuja, etsitään esimerkkejä suomalaisten lähteiden lisäksi ulkomaalaisista lähteistä. Kuljetusketjuihin liittyvät haasteet harvaan asutuilla seuduilla ulkomailla ovat samankaltaisia. Lisäksi esimerkiksi Ruotsissa ja Norjassa, ja jopa Kiinassa ilmasto-olosuhteet ovat samankaltaisia Suomeen verrattuna.

## 2 TAVARALIIKENNE, KULJETUSKETJUT JA HARVAAN ASUTTU SEUTU

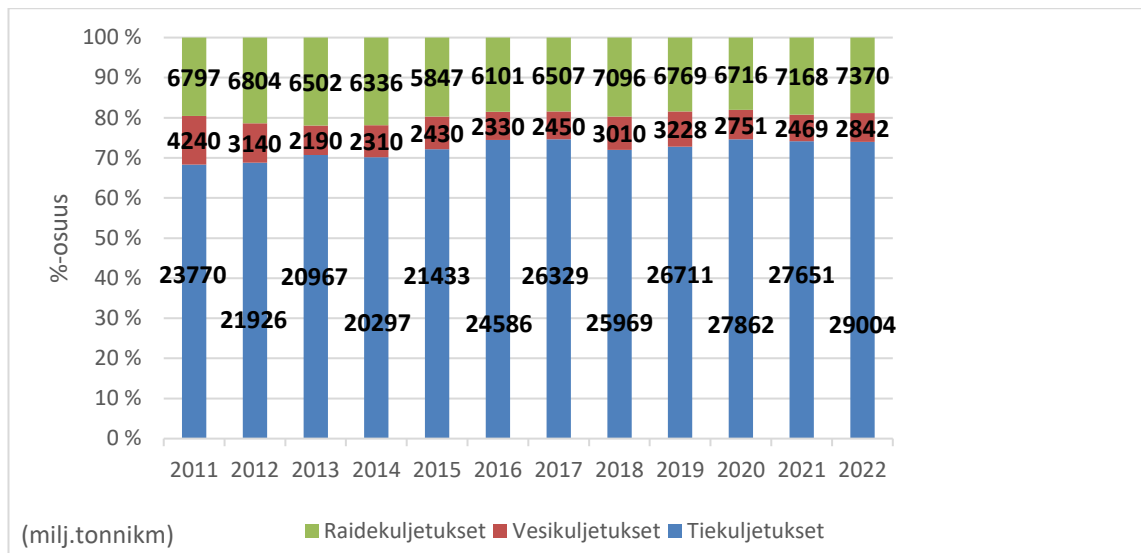
### 2.1 Tavaraliikenne

Tavaraliikenne tarkoittaa elinkeinoelämän tuottamien kansalaisten, yritysten ja julkisen sektorin tarvitsemien tavaroiden kuljetusta. Tämä käsittää raaka-aineiden, väli tuotteiden ja lopputuotteiden sekä kierrätysjakeiden kuljetustarpeet. Tavaraliikenne perustuu olennaisilta osin kysyntään, joka puolestaan on riippuvainen edellä mainittujen tahojen lopullisesta kulutuksesta. Tavaraliikennettä on Suomen sisäisesti, Suomesta ulkomaille ja ulkomailta Suomeen. (Traficom 2024b; Väylävirasto 2021).

Viimeisen vuosikymmenen aikana kotimaan tavaraliikenteen kuljetusmäärät ovat vaihdelleet tilastokeskuksen mukaan 289–347 miljoonan tonnin välillä. Viime vuosina ne ovat pysytelleet 300 miljoonan tonnin tuntumassa. (Traficom 2024b).

Tavaraliikenteen kuljetukset jaetaan usein neljään kuljetusmuotoon. Kuljetusmuotoja ovat tiekuljetus, rautatiekuljetus, merikuljetus sekä lentokuljetus. Myös putkikuljetukset ja yhdistetyt kuljetukset ovat kuljetusmuotoja. Kaikki kuljetusmuodot ovat tärkeässä osassa eri kuljetusketjuja. Suomessa tavaroita kuljetetaan kaikilla kuljetusmuodoilla. Tavaraliikenteen kuljetuksista tärkein ja isoin kuljetusmuoto on tiekuljetus, sillä se kattaa noin 90 % kotimaan kuljetusmäärästä(tonnia). Myös kuljetussuoritteella(tonnikm) mitattuna se on suurin. Viimeisellä vuosikymmenellä tiekuljetusten määrä on hieman kasvanut, mikä selittyy kuorma-autojen suurimman sallitun korkeuden ja kokonaismassan korottamisella vuonna 2013 sekä rautatiekuljetusten keskittämällä suurempiin vaunuryhmiin ja kokonaiskuljetuksiin. (Karrus 2001; Rantala ym. 2020; Tapaninen 2018; Traficom 2024b).

Kuvassa 1 esitetään miten eri kuljetusmuotojen kuljetussuoritteet ovat jakautuneet viimeisen vuosikymmenen aikana. Prosenttiosuus kuvaa kuinka suuri osa miljoonasta tonnikipometristä kulkee milläkin kuljetusmuodolla. Tiekuljetus on käytetyin kuljetusmuoto Suomessa. Kaaviossa ei ole huomioitu lentoliikennettä, jolla kuljetettujen tonnikipometrien määrä on todella pieni verrattuna muihin kuljetusmuotoihin. (Traficom 2024b).



Kuva 1. Kuljetusmuotojen osuudet kotimaan kuljetussuoritteesta mukailleen (Traficom 2024b).

## 2.2 Kuljetusketju

Kuljetusketju on monivaiheinen ja monimutkainen, useista kuljetustapahtumista muodostuva kokonaisuus (Logistiikan maailma 2024a). Kuljetusketjun voidaan ajatella olevan moniportainen ja käsittävän monia eri organisaatioihin kuuluvia tahoja, joita ovat kuvan 2 mukaisesti kuljetuksen tilaaja/asiakas, logistiikkapalveluyritys, alihankintayritys sekä kuljettaja. Kaikilla toimijoilla toimintaansa ohjaavina tekijöinä ovat taloudellisen tuloksen optimointi sekä toiminnan jatkuvuuden varmistaminen asiakkaidensa tarpeisiin vastaamalla. (Logistiikan maailma 2024a; Tapio ym. 2005; Traficom 2024a).



Kuva 2. Yksinkertainen malli kuljetusketjusta ja toimijoista (mukailen Tapio ym. 2005).

Tapanisen (2018) mukaan kuljetusketjut ovat prosesseja, jossa tiettyä tavaraa tai tavaroita kuljetetaan alkuperäisestä sijainnista lopulliseen määränpäähen. Tavallisesti ketju alkaa raaka-aineen hankinnalla ja päättyy, kun valmis tuote tai tavara on toimitettu loppukäyttäjälle. Tavarankuljetuksen aikana tulee käyttää ainakin kahta eri kuljetusmuotoa, jotta voidaan puhua kuljetusketjusta. Kuljetusketjun määritelmä ei kuitenkaan ota kantaa kuljetusyksikön luonteeseen eli siihen, missä tavarat kuljetetaan. (Tapaninen 2018; Traficom 2021a).

Kuljetusketjut voivat käsittää joko modaalikuljetuksia tai multimodaalikuljetuksia. Modaalikuljetukset viittaavat sellaisiin kuljetusmuotoihin, joissa pääkuljetus eli runkolinjan kuljetus hoidetaan rauta- tai vesiteitse. Maantiekuljetuksilla hoidetaan modaalikuljetuksien tapauksissa lyhyet nouto- sekä jakelukuljetukset. Kuitenkin useimmat rautatie-, meri- ja lentokuljetukset sisältävät jonkinlaisen maantiekuljetusosuuden. (Logistiikan maailma 2024b). Multimodaalikuljetus puolestaan on sellainen kuljetusmenetelmä tai prosessi, jossa kyydissä olevan lastin tai kuljetusyksikön siirtämiseen käytetään useampaa, vähintään kahta eri kuljetusmuotoa tai kuljetusvälinettä. Tämä voidaan käsittää niin, että kuljetettava lasti siirretään paikasta A paikkaan B kahden erilaisen kuljetusketjun avulla. (Logistiikan maailma 2024b; PFAFF 2024). Multimodaalikuljetuksen erityisluontona on intermodaalinen kuljetus. Intermodaalikuljetus on kuljetusprosessi, jossa lasti pysyy koko kuljetusketjun ajan samassa kuljetusyksikössä. Tällainen kuljetusyksikkö voi olla esimerkiksi kontti tai perävaunu. Kuljetusyksikkö kulkee useiden eri kuljetusmuotojen, kuten tiekuljetuksen ja



merikuljetuksen avulla määränpäähänsä. Tässä kuljetuksessa kuljetettavat tavarat säilyvät muuttumattomina, mutta itse kuljetusyksikkö siirtyy eri kuljetusmuotojen välillä. (PFAFF 2024; Tapaninen 2018).

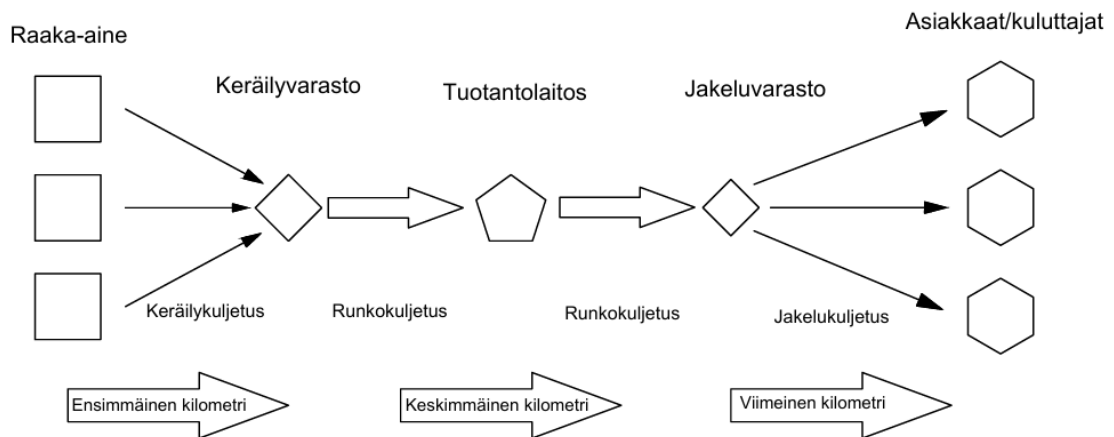
Tavaraliikenteen kuljetusketjut voidaan jakaa vielä käsittämään kolme vaihetta, joita ovat ensimmäinen kilometri, keskimäinen kilometri sekä viimeinen kilometri. Jokaisella vaiheella on omat erityispiirteensä ja ne voivat sisältää eri kuljetusmuotoja.

Ensimmäinen kilometri tarkoittaa tavaralle tapahtuvaa ensimmäistä toimenpidettä, jolla se etenee lähemmäs sen ostajaa eli kuluttajaa. Yleisesti ensimmäinen kilometri tarkoittaa ensimmäistä kuljetusta eli esimerkiksi valmistajan tapauksessa tuotteen kuljetusta tehtaalta jakelukeskukseen. Se voi olla myös raaka-aineen kuljetus valmistajalle. Ensimmäisestä kilometristä voidaan myös puhua keräilykuljetuksena, jossa raaka-aine kerätään ja toimitetaan keräilyvarastoon. (Atlas logistics 2024; Laseinde & Mpofo 2017; Tapaninen 2018; Puri 2022).

Keskimäinen kilometri on tuotteiden ja tavaroiden siirtoa varastojen välillä. Tämä tarkoittaakin runkokuljetuksia, sillä niitä kuljetetaan tavallisesti varastojen välillä. Tässä kuljetusketjun vaiheessa kuljetetaan tavallisesti isoja määriä tuotteita tai tavaroita. Keskimäinen kilometri vaikuttaa olennaisesti kuljetusketjun muihin vaiheisiin. Jos keskimäisellä kilometrillä tavaroiden ja tuotteiden siirto varastojen välillä myöhästyy, näyttäytyy se loppuasiakkaille myöhäisenä toimituksena. (Atlas logistics 2024; Laseinde & Mpofo 2017; Tapaninen 2018; Puri 2022).

Viimeinen kilometri viittaa kuljetusketjun viimeiseen etappiin (Bates ym. 2018). Cardenas ym. (2017) mukaan viimeinen kilometri on kuljetusketjun viimeinen osa, jossa tuotteet ja tavarat saapuvat niille tarkoitettuun määränpäähän eli kotiinkuljetuksena kuluttajille tai toimituksena noutopisteisiin tai pakettiautomaatteihin. Voidaankin siis puhua jakelukuljetuksesta. Viimeinen kilometri käsittää tavaroiden ja tuotteiden noutamisen varastoista. Viimeistä kilometriä voidaan pitää kuljetusketjun tärkeimpänä osana. Kokonaisuudessaan kuljetusketjut ovat yleensä pitkiä, mutta tavallisesti kuluttajat kokevat niistä juuri viimeisen kilometrin. Viimeinen kilometri ei ole vain logistinen prosessi. Se on myös asiakaspalvelua, sillä tuotteet ja tavarat voidaan joutua toimittamaan suoraan kuluttajille. (Axla logistics 2024; Cardenas ym. 2017).

Kuvassa 3 on esitetty, miten kuljetusketju jakautuu ensimmäiseen, keskimmäviseen ja viimeiseen kilometriin sekä miten kuljetukset, varastot, raaka-aineet ja kuluttajat ajoittuvat kuljetusketjussa.



Kuva 3. Kuljetusketjun vaiheet (mukaiillen Mecalux 2021; Tapaninen 2018).

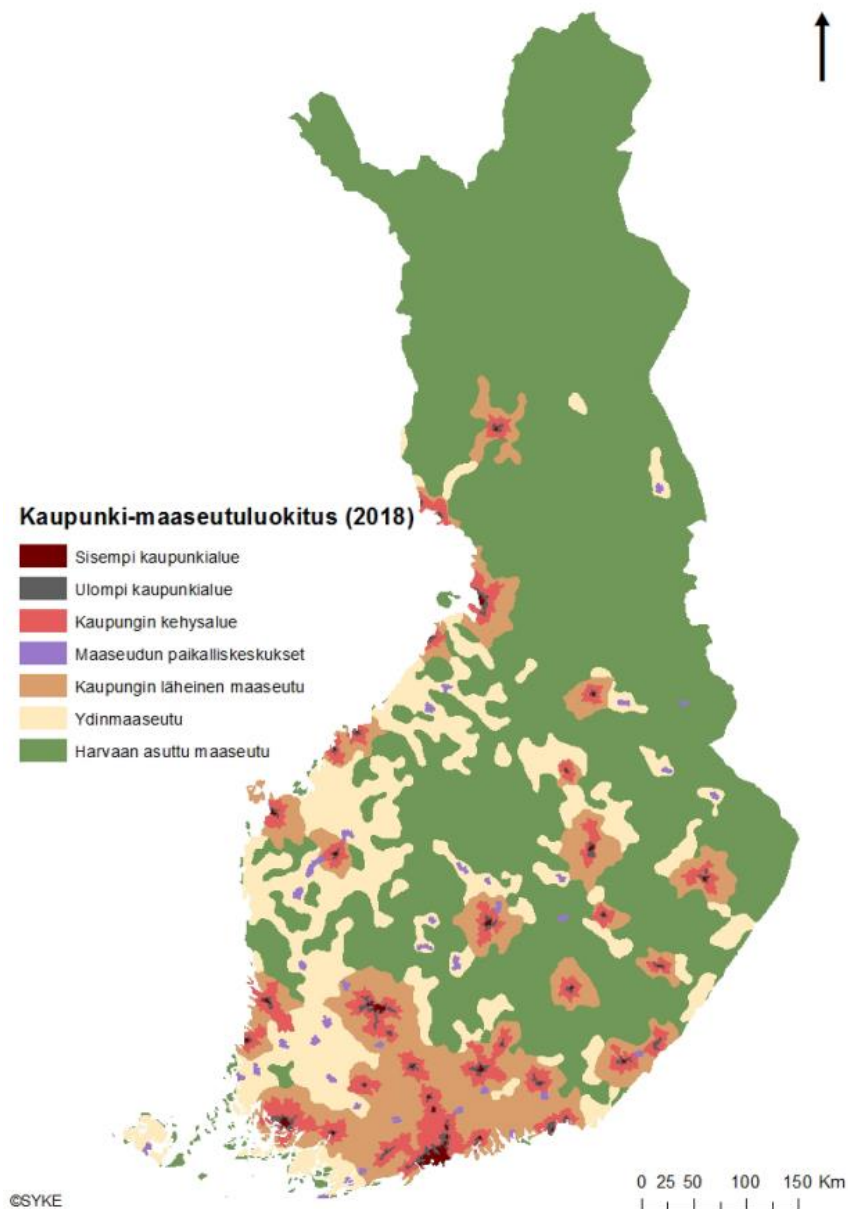
### 2.3 Harvaan asuttu seutu

Tässä kandidaatintyössä harvaan asuttu seutu on rajattu tarkoittamaan harvaan asuttua maaseutua sekä ydinmaaseutua. Harvaan asutulla maaseudulla tarkoitetaan paikalliselta elinkeinorakenteeltaan varsin yksipuolista ja väestömäärältään harvaan asuttua aluetta. Alueelle tyypillisin maankäyttöluokka on suo tai metsä. Nämä alueet sijaitsevat kaukana isoista kaupungeista ja keskuksista. Alueelle tyypillinen asutusrakenne on hajanaista. Taajamat sijaitsevat harvakseltaan pitkin aluetta ja niiden välillä voi sijaita laajalti asumattomia alueita. Tällaisiksi alueiksi on jaoteltu sellaiset maaseutualueet, jotka eivät täytä maaseudun paikalliskeskuksen, kaupungin läheisen maaseudun tai ydinmaaseudun kriteereitä. (Helminen ym. 2014).

Ydinmaaseutu puolestaan tarkoittaa vahvaa alkutuotantoon keskittynyttä aluetta ja toimintoiltaan monipuolista ja tiiviisti asuttua maaseutua. Tällainen alue sijaitsee varsin etäällä suurista keskuksista. Alue rajautuu kaupungin läheisen maaseudun ulkopuolelle. Kuitenkin pienien kaupunkien tapauksessa alue voi ulottua lähellekin kaupunkialuetta. Ydinmaaseudun aluetta kuvaavia tekijöitä ovat keskikokoiset keskukset, kirkonkylät sekä tiheä pieniä taajamia käsittävä verkosto. Näille alueille tyypilliseen tapaan maankäyttö on intensiivistä. Tämän takia maatalousvaltaiset alueet nousevatkin usein ydinmaaseuduksi. Kuitenkin myös alemman intensiteetin ja harvemmin asutut alueet voivat nousta

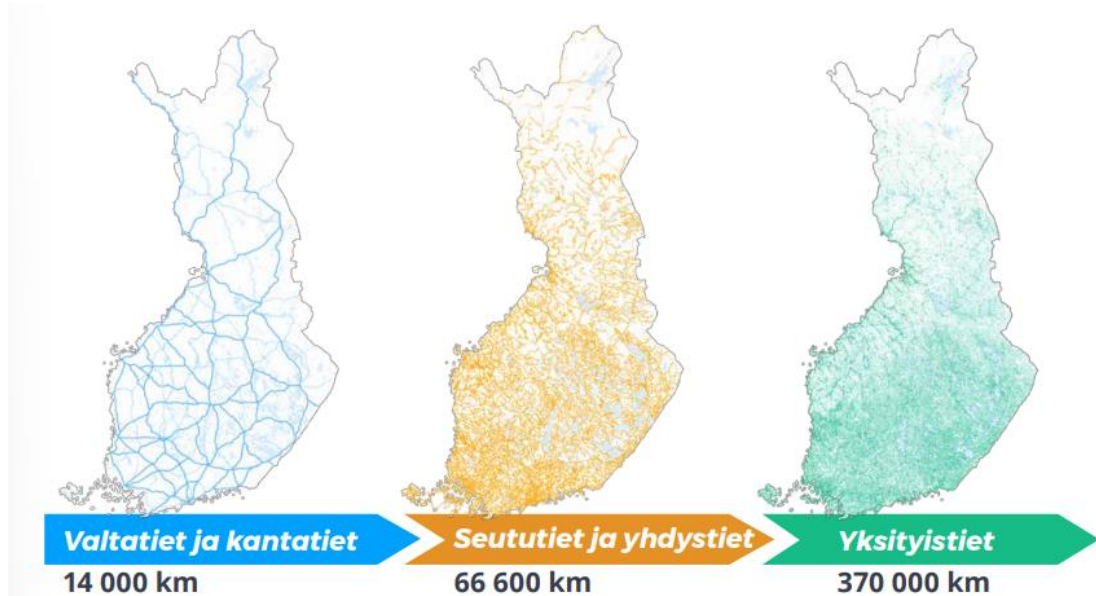
ydinmaaseuduksi. Tämä vaatii, että alueella asuvien työllisten toimialajakauma on paikallistasolla monipuolinen. (Helminen ym. 2014).

Kuva 4 esittää kaupunkialueiden ja maaseudun jakautumisen Suomessa. Harvaan asuttua maaseutua on eniten Lapin, Pohjois-Suomen, Kainuun, Karjalan sekä Keski-Suomen alueilla. Ydinmaaseutua on eniten Länsi-Suomen ja jonkin verran myös Pohjois-Suomen, Karjalan ja Keski-Suomen alueilla. Kuvasta 4 voidaan myös päätellä, että asutus tiivistyy lähestyttäessä kaupunkia.



Kuva 4. Ydinmaaseutu ja harvaan asuttu maaseutu kaupunki-maaseutuluokituksessa (Helminen ym. 2020).

Kuvassa 5 puolestaan on esitetty karttapohjan avulla valtateiden, kantateiden, seututeiden, yhdysteiden sekä yksityisteiden kokonaispituudet Suomen alueella. Kuvasta on nähtävissä, että valtatie ja kantatiet sijoittuvat suurempien kaupunkien välille. Mitä lähemmäs maaseutua mennään, sen pienemmäksi tiestö muuttuu.

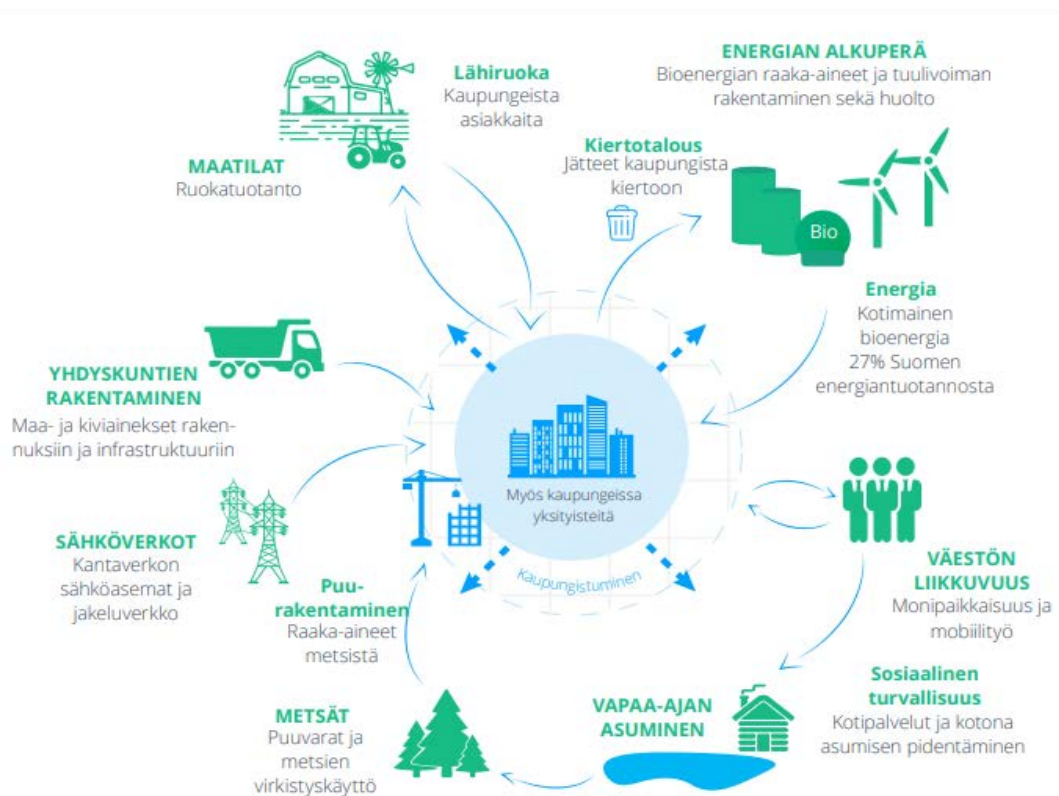


Kuva 5. Tieverkon kokonaispituudet (WSP Finland Oy 2019).

Kuvan 5 perusteella voidaan todeta, että tiestö harvaan asutulla seudulla koostuu pääsääntöisesti seutu- ja yhdysteistä sekä yksityisteistä. Vertailtaessa kuvia 4 ja 5, voidaan todeta, että harvaan asutulle seudulle lähes ainoa kulkutapa on tätä pientä tiestöä pitkin. Muita harvaan asuttujen seutujen ominaisuuksia ovat ikääntynyt väestö ja pitkät etäisyydet. Harvaan asutuilla seuduilla asuu suhteellisesti enemmän ikääntyneitä ihmisiä kuin väestössä keskimäärin. Harvaan asuttujen seutujen etäisyydet ovat huomattavasti isommat verrattuna kaupunkialueisiin, jotka ovat tiheästi asutettuja. Tiheästi asutuilla alueilla on pienet etäisyydet jakelukeskusten ja jälleenmyyjän sekä kuluttajan välillä. (ELY-keskus 2022; Helminen ym. 2017; Solvang & Hakam 2010).

Vaikka harvaan asutut seudut ovat sijaitsevat verrattain kaukana kaupungeista, eivät ne kuitenkaan ole irrallisia toisistaan. Kuva 6 esittää eri toimintoja, joiden pohjalta on nähtävissä, että harvaan asutut seudut ja kaupungit ovat vahvasti symbioosissa keskenään. Monet erilaiset kriittiset toiminnot kaupungistuvassa yhteiskunnassa vaativat maaseudun yksityisteiden käyttöä. Kaupunkialueet ja niiden ympärillä olevat maaseutualueet ovatkin suuressa vuorovaikutuksessa keskenään. Kuvasta nähdään, että esimerkiksi metsät, puurakentaminen, lähiruoka, kiertotalous ja yhdyskuntien rakentaminen ovat vuorovaikutuksessa olevia tekijöitä. Esimerkiksi kaupunkien alueella tarvittavia

rakennusmateriaaleja, kuten kivi- ja maa-aineksia, haetaan maaseudulta ja esimerkiksi teollisuuden tarvitsema puu on usein maaseudulta lähtöisin. (WSP Finland Oy 2019).



Kuva 6. Maaseudun ja kaupungin välinen symbioosi (WSP Finland Oy 2019).

### **3 KULJETUSKETJUT HARVAAN ASUTUILLA SEUDUILLA**

Kuljetusketju on olennainen tekijä kansallisessa, alueellisessa ja yhteisöllisessä kehityksessä. Erityisesti sellaisilla alueilla, joissa on suuri väestön hajaantuminen. Tällaiset alueet tarvitsevat toimivaa logistiikkaa, jotta alueen väestökato pienenesi ja taloudellinen kehitys säilyisi. Tiheän ja harvaan asutun alueen kuljetusketjujen välillä onkin merkittäviä eroja. Tiheällä alueella ketju palvelee suurta väestömäärää, mikä mahdollistaa mittakaava- ja laajuustaloudellisten etujen hyödyntämisen. Harvaan asutulla seudulla kuljetusketjut ja logistiikkaverkostot eivät palvele niin suurta väestömäärää, joten ne eivät yleensä täytä näiden etujen hyödyntämisen edellytyksiä. (Solvang & Hakam 2010).

Kuljetusketjujen haasteet ovat nykypäivänä moninaisia ja ovat yhteydessä globalisaatioon, yksilöllistymiseen, massaräätälöintiin sekä taloudellisen kehityksen tarpeisiin. Globalisaatio, joka johtuu maantieteellisistä eduista kuten halvasta työvoimasta, teknologian saatavuudesta ja paikallisista markkinoista, aiheuttaa monesti ongelmia logistiikkaverkostolle, koska resurssit ovat hajallaan eri puolilla maailmaa. Yksilöllistyminen lisää myös massaräätälöityjen tuotteiden kysyntää. Tämä edellyttää, että näihin tuotteisiin liittyvät kuljetusketjut pystyvät tarjoamaan massaräätälöityjä palveluita. Myös huoli ilmastonmuutoksesta, ympäristön heikkenemisestä, energiakriisistä sekä kansainvälisten ympäristö- ja energiasäännösten kiristyminen vaikuttavat siihen, että logistiikkaverkosto ja kuljetusketjut eivät voi menestyä pelkästään taloudellisten ja toiminnallisten tekijöiden perusteella. (Solvang & Hakam 2010).

Kaupunkialueiden tiheä asutus mahdollistaa monipuolisten ja massaräätälöityjen logistiikka- ja kuljetuspalvelujen tarjoamisen. Harvaan asutuille seuduille puolestaan on tyypillistä, että ne sijaitsevat maan syrjäisillä alueilla. Haasteena onkin logistiikkaverkkojen kehittäminen, jotka yhdistäisivät tiheään ja harvaan asutut alueet. (Solvang & Hakam 2010). Kaupungeissa liikenne on usein raskasta liikennettä ja kalusto monimuotoista. Tämä johtaa ruuhkiin sekä pitkiin jonoihin, vaikka matkat olisivat lyhyitä. Kaupungeissa tila on rajallista, jolloin suuret kuorma-autot eivät mahdu kulkemaan kaikkialle sekä purku- ja lastauspaikoista on puutetta. Tällaisia ongelmia ei aiheudu lähes ollenkaan harvaan asutuilla seuduilla. Niillä suurin haaste ovat pitkät etäisyydet. Pitkät matkat nostavat kustannuksia, sillä usein matkat joudutaan ajamaan

puoliksi lastatuilla kuorma-autoilla. Myös alueen asukkaat sekä asiakkaat ovat epäedullisessa asemassa, sillä he eivät saa välttämättä tarvitsemiaan tavaroita päivittäin. Harvaan asutulla seudulla kuorma-autot ovat lähes välttämättömiä, jotta paikallisia yrityksiä ja asukkaita voidaan tukea. Usein kuorma-auto tai perävaunu saattaa myös olla tyhjä, koska aina ei ole paluukuljetusta saatavilla. (Hageback & Segerstedt 2002; Bisaschi ym. 2021). Taflin ym. (1982) tutkimuksen mukaan jopa 30 prosenttia ajomatkoista oli tyhjänä ajamista ja kuorma-auton tai perävaunun tavaratilasta oli käytettynä keskimäärin vain 40 % (Hageback & Segerstedt 2002).

Kuten edellä todettiin, tavaraliikenteessä tiekuljetus on merkittävässä asemassa Suomessa. Tähän vaikuttaa olennaisesti Suomen asutusrakenne. Suomessa on hajanaisesti sijoittunut asutus ja monet asuvat harvaan asutuilla seuduilla. Tiekuljetus on kaikista kuljetusmuodoista joustavin näillä alueilla. Tiekuljetuksilla on mahdollista siirtää suuria kuormia paikkojen välillä. Sopivimpana sitä pidetään kuitenkin lyhyille jakelukuljetuksille, jotka sisältävät pieniä tavaramääriä. Tiekuljetukset ovat kuitenkin käytössä säännöllisissä runkokuljetuksissa terminaalien välillä. Tiekuljetuksia suoritetaan luonnollisesti erilaisilla tieosuuksilla. Eniten tiekuljetus on käytössä yksityisteillä sekä kuntien teillä ja kaduilla, joilla tyypillisesti jakelukuljetuksia suoritetaan. Yksityistiet ovat tärkeässä osassa Suomen liikennejärjestelmää ja tiestöä ajatellen. Niiden yhteiskunnallinen merkitys on suurempi verrattuna liikenteelliseen merkitykseen. (Väylävirasto 2021; WSP Finland Oy 2019; Tapaninen 2018; Karrus 2001).

Ylempänä todettiin sekä kuvista 4 ja 5 nähtiin, että seutu- ja yhdysteiden sekä yksityisteiden merkitys on suuri harvaan asutuilla seuduilla. Tavaroita kuljetetaan ja kuljetusketjut joutuvat operoimaan paljon näitä teitä pitkin. Näiden teiden varsilla on paljon asutusta, sillä esimerkiksi yksityisteiden varsilla on 250 000 omakotitaloa sekä yrityksiä 30 000 ja maataloja noin 40 000. Jotta tavaroita ja tuotteita pystytään jakamaan kaikille tasapuolisesti, on niiden kuljettaminen näitä teitä pitkin lähes pakollista. Yksityisteitä pitkin kuljetetaan paljon tavaraa, sillä reilu miljoona täysperävaunullista puuta kuljetetaan niitä pitkin vuodessa. Jakelukuljetusten ohella myös raaka-aineita hankitaan paljon yksityisteiden varsilta. Yksityisteitä voidaankin pitää lähes välttämättöminä elinkeinoelämän, teollisuuden ja huoltovarmuuden kannalta. Yksityistiet luovat kuitenkin merkittävän haasteen kuljetusketjuille, sillä aina nämä tiet eivät ole hyväkuntoisia. Haasteena ovat tien matala kantavuus yhdistettynä tiekuljetusten korkeaan

massaan. Sateisina aikoina kelirikko koettelee yksityisteitä ja talvisin haasteena on liukkaus. (Väylävirasto 2021; WSP Finland Oy 2019).



## 4 ESIMERKKEJÄ OPTIMOINTIKEINOISTA

## KULJETUSKETJUN

Optimoinnilla tarkoitetaan parannusta, parantamista tai edistystä (Suomisanakirja 2023). Bräysy ja Porkka (2007) määrittelevät kuljetusketjun optimoinnin hyvien ratkaisujen löytämiseksi, jotka ovat lähellä optimia. Mittal puolestaan määrittelee (2023), että kuljetusketjun optimointi on kuljetus- ja logistiikkajohtamisen olennainen osa-alue, jossa pyritään parantamaan tavaroiden liikkumisen tehokkuutta sekä vaikuttavuutta paikasta toiseen. Tämä voi auttaa eri organisaatioita ja yhtiöitä parantamaan tehokkuutta. Karrus määrittelee kirjassaan (2001) kuljetusreitien optimoinnin tarkoittavan tavoitetta, jossa minimoidaan matka-aika tunnistamalla käyntipaikat, reittiverkosto, eri kohteisiin toimitettavien tavaroiden määrät ja saatavilla oleva kuljetuskapasiteetti. Kuljetussuunnitelmassa laaditaan kapasiteetin käyttöstrategia tietyille ajanjaksolle ottaen huomioon tavaroiden ja ajoneuvojen määrät sekä aikataulut. Tavoitteena on vähentää kokonaiskustannuksia samalla kuitenkin säilyttämällä palvelutaso. (Karrus 2001).

Peltomaan (2015) mukaan optimointi ja sen hyödyntäminen on tärkeässä osassa kuljetuksia. Optimointia on mahdollista hyödyntää logistiikan eri osa-alueilla ja eri tasoilla kyseisillä osa-alueilla. Optimoinnilla voidaan saada merkittävää tietoa investointipäätösten tueksi ja sillä voidaan merkittävästi saada kuljetusreittien kustannustehokkuutta suuremmaksi sekä suunnitelmien laatua korkeammaksi. Strategisilla ja taktisilla optimoinneilla on mahdollista parantaa runkoreittien muodostamista, terminaalien sijoittelua sekä kalustoon tehtäviä investointeja. Optimointi auttaa organisaatioita vähentämään kuljetus- ja toimituskustannuksia, parantamaan asiakastyytyväisyyttä ja liiketoimintaprosesseja. (Mittal 2023).

Nykymaailmassa ihmiset odottavat välitöntä tyydytystä. Kuluttajien kannalta kuljetusketjun yksi tärkeimmistä tekijöistä on sen nopeus. Tilattujen tuotteiden ja tarvikkeiden odotetaan saapuvan mahdollisimman pian perille. Kuljetusketjujen toimitusajat eivät siis saa olla liian pitkiä, jotta ne ovat kannattavia kuluttajan näkökulmasta. (Atech 2021). Tämän tiedon pohjalta onkin pääteltävissä, että kuljetusketjujen optimointi on tärkeä prosessi niin yrittäjien ja kuljetusyhtiöiden kuin myös asiakkaidenkin kannalta.

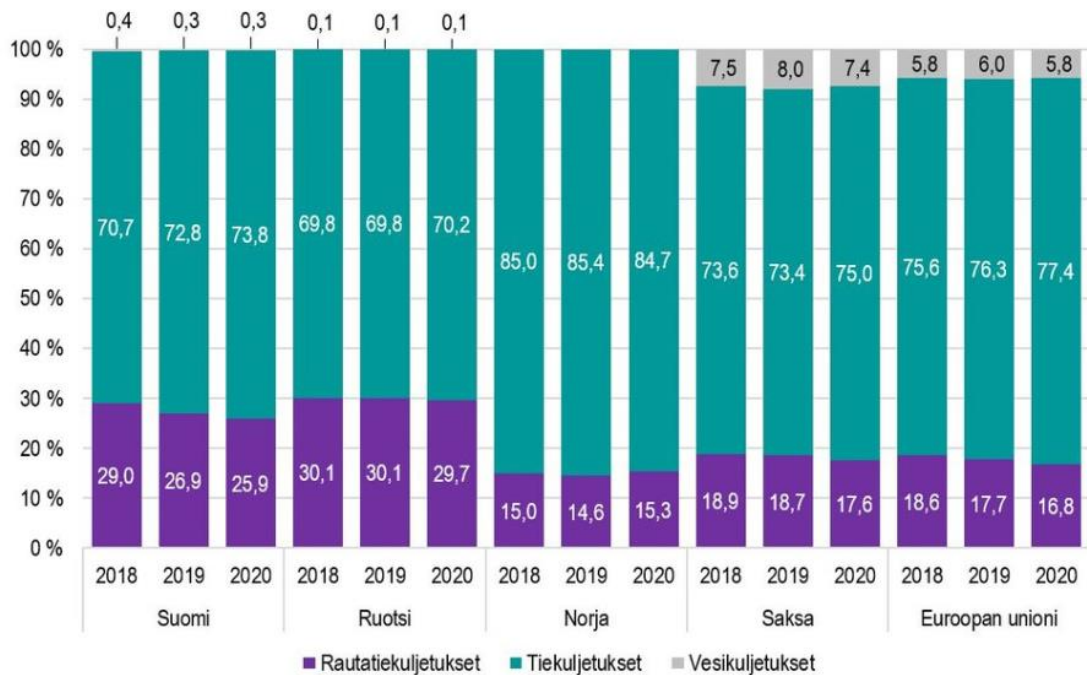
## 4.1 Yhteisjakelu

Hagebackin ja Segerstedtin tutkimuksessa (2002) tutkittiin pienen, harvaan asutulla seudulla sijaitsevan, ruotsalaisen Pajalan kylän kuljetusketjuja ja mahdollisia toimenpiteitä, joilla ne voitaisiin saada kannattavammaksi sekä tehokkaammaksi. Tutkimuksen mukaan lähes puolet rekoista tai peräkärriä, joilla tavaroita kuljetettiin Pajalaan, eivät olleet täyteen lastattuja tilaavuudeltaan tai painoltaan. Vastaavasti Pajalasta lähtevistä rekoista ja peräkärriä yli puolet eivät olleet täyteen lastattuja. (Hageback & Segerstedt 2002).

Samalla tarkasteltiin yhteisjakelun sopivuutta kuljetuksille Pajalaan ja Pajalasta pois. Pajalassa sijaitsevat yritykset eivät tutkimuksen mukaan olleet osallisena kuljetusyritysten/tavarantoimittajien yhteisjakeluun liittyvissä kysymyksissä. Tähän vaikutti se, että yrityksillä oli sopimuksia eri toimittajien kanssa. Lisäksi Pajalan yrityksistä hyvin harva oli tietoisia muista tavarantoimittajista sekä yhteisjakelusta. Harva yritys oli miettinyt edes yhteisjakelun mahdollisuutta. Yhteisjakelun avulla palvelutaso todennäköisesti kasvaisi ja kuljetuskustannukset vähenisivät. Myös ympäristölle yhteisjakelu olisi laadukas vaihtoehto, sillä sekä puolityhjiä että tyhjiä kuorma-autojen ja peräkärriä määrä vähenisi. (Hageback & Segerstedt 2002).

Yhteisjakelun aloittamisessa on kuitenkin joitakin ongelmia. Yritysten tulisi olla tietoisia yhteisjakelusta, mitä se on ja mikä sen tarkoitus on. Heidän tulisi ymmärtää, että se on heidän omaksi hyödykseen. Näin yritykset voisivat ehdottaa erilaisia ratkaisuja ja myös painostaa tavarantoimittajia yhteiskuljetuksiin. Kuitenkin kuljetusyrityksistä lähes jokainen varmasti haluaisi olla se yritys, joka ottaa muiden kuormia kuljetettavakseen. Luonnollisesti yhteisjakelu johtaa siihen, että kuljettajia tarvittaisiin entistä vähemmän ja tavarantoimittajille voisi aiheutua ylijäämäresursseja. Toisaalta, mikäli yhteisjakelua ei otettaisi käyttöön, säilyisi kuorma-autojen alhainen täyttöaste ja tämän takia kuljetusyritysten pitäisi yrittää kattaa siitä aiheutuvat kustannukset. Se todennäköisesti johtaisi korkeampiin kuljetushintoihin maaseudulle. Tämä vaikuttaisi myös Pajalan yritysliiketoimintaan, sillä heidän todennäköisesti pitäisi myös korottaa tuotteidensa hintoja vastatakseen kuljetuskustannusten nousuun. Yhteisjakelun haasteena on myös se, että kaikkia tuotteita ei ole mahdollista kuljettaa yhdessä. Tässä pitäisi miettiä tarkoin, mitä tuotteita voi kuljettaa yhdessä muiden kanssa ja mitä ei. (Hageback & Segerstedt 2002).

Vaikka tutkimus on tehty Ruotsissa, on se kuitenkin verrattavissa myös Suomeen. Suomi ja Ruotsi ovat hyvin samanlaisia maita ja käsittävät paljon yhtäläisyyksiä niin talouden, työmarkkinoiden kuin maaseudun suhteen. Myös eri kuljetusmuotojen osuudet ovat Ruotsissa sekä Norjassa samanlaisia Suomen kanssa. Tämä käy ilmi kuvasta 7. Kuvasta nähdään, että suurin kuljetusmuoto näissä maissa on tiekuljetus. (Traficom 2021; Urrila 2023).



Kuva 7. Tavarankuljetusten lajien %-osuudet maan tavaraliikenteestä eri maissa. (Traficom 2021).

## 4.2 Edestakaisten kuljetusten yhdistely

Solvangin ja Hakamin tutkimuksessa (2010) käsitellään kestävän logistiikan ketjuja harvaan asutuilla seuduilla Norjassa. Tutkimuksen kohteena oli etelän ja pohjoisen välinen tavarankulku. Etelästä pohjoiseen kulkee pääsääntöisesti peruselintarvikkeita sekä postia. Ne kuljetetaan Pohjois-Norjan Narvikiin junalla Ruotsin läpi, mistä tavarat edelleen jaetaan eri alueille, Tromssaan 55 %, Harstadiin 10 % ja Narvikin alueelle 35 %. Jakelu suoritetaan kumipyörien päällä. (Solvang & Hakam 2010).

Tutkimuksen mukaan etelästä pohjoiseen mennessä juna sekä myöhemmin jakeluautot ovat lähes täyteen lastattuja, kun puolestaan toiseen suuntaan liikkeessä on tavaratilasta käytössä vain noin 60 %. Suurin osa etelään kuljetettavista tuotteista on raakakalaa tai muita kalatuotteita. Huomattava määrä junaan lastattavista konteista onkin siis tyhjiä.

Myös kierrätettäviä jätteitä kuljetetaan Norjan eteläosaan, missä suurin osa kierrätyslaitoksista sijaitsee. Jätteiden kuljetus tapahtuu kuitenkin kuorma-autoilla ja puoliperävaunuilla. (Solvang & Hakam 2010).

Narvikia voidaan siis pitää kuljetusketjun solmukohtana, sillä sinne saapuvan tavaran määrä on suurempi kuin sieltä lähtevän. Pohjoiseen ja etelään suuntautuvien logistiikkaverkostojen yhdistelyssä Narvikin solmukohdassa olisi tutkimuksen mukaan valtava potentiaali. Eli jätteitä pyrittäisiin kuljettamaan etelään junalla tiekuljetusten sijaan. Suurimpana hyötynä olisi tyhjien konttien määrän väheneminen. Tämä lisäisi kustannustehokkuutta sekä pohjoiseen että myös etelään suuntautuvilla kuljetusketjuilla. Tämä todennäköisesti johtaisi kuljetushintojen alenemiseen, sillä säännöllisen kuljetusketjun avulla etelän ja pohjoisen välillä voidaan saavuttaa kustannustehokas logistiikkaverkosto. Tieltä raiteille siirtyvä kuljetus lisäisi ympäristöhyötyjä (vähemmän saastetta ja melua) sekä sosiaalisia hyötyjä (vähemmän liikenneonnettomuuksia). (Solvang & Hakam 2010).

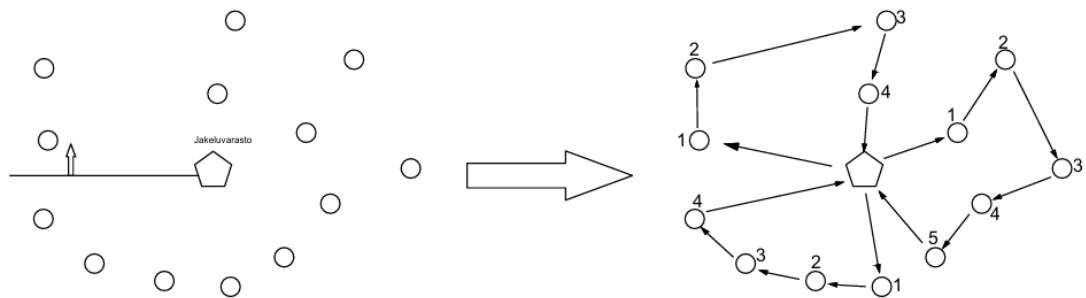
Kuljetusten yhdistelyn järjestämisessä olisi kuitenkin haasteita. Tutkimuksen aikaan jätehuoltojärjestelmällä oli yksinoikeus omaan logistiikkaverkkoonsa. Tämän takia he eivät haluaisi vaihtaa tiellä tapahtuvaa kuljetusta rautatielle. Hankaluutena yhdistelmäkuljetuksissa olisi myös perus- ja elintarvikkeiden sekä eri jätteiden sopivuus kuljettaessa niitä samoilla konteilla. Elintarvikkeilla on monia hygieenisiä vaatimuksia, mitkä voivat asettaa haasteita jätteiden kuljetukselle. (Solvang & Hakam 2010).

### **4.3 Viimeisen kilometrin optimointi**

Kou ym. tutkimus (2022) käsittelee maaseutualueiden toimitusketjujen hallintaa Kiinan maaseudulla ja esittelee viimeisen kilometrin optimointivaihtoehdoksi multimodaalisia kuljetuksia. Viimeisen kilometrin toimitus on yksi toimitusketjujen vaikeimmista sekä kalleimmista osista. Viime vuosien aikana sähköisen kaupankäynnin kehittyminen on aiheuttanut myös harvaan asutuilla seuduilla logistiikan kehittymistä. Verkko-ostamisesta on tullut yksi merkittävimmistä kulutustottumuksista. Tämä johtaakin siihen, että viimeisen kilometrin kuljetusketjuja on lähes välttämätöntä optimoida harvaan asutuilla seuduilla. (Kou ym. 2022).

Vaikka harvaan asutut seudut ja kaupungit eroavat toisistaan todella paljon, on viimeisen kilometrin toimituksissa harvaan asutuilla seuduilla paljon samaa kuin kaupungeissa. Molemmissa ongelmina ovat korkeat kustannukset jakelussa. Harvaan asutuilla seuduilla jakelupisteiden etäisyys on huomattavasti pidempi kaupunkiin verrattuna sekä tilausmäärät ovat todennäköisesti pienempiä, mikä aiheuttaa jakelukustannusten nousua. (Kou ym. 2022).

Reittien optimointi ja parantaminen on tärkeässä roolissa vähennettäessä kustannuksia sekä parantaessa jakelutehokkuutta. Reitinoptimoinnissa tavoitteena on lyhin kokonaisajomatka, kun on tiedossa jakelupaikat, tieverkosto sekä tavaramäärät eri jakelupaikkoihin. Reittien optimointi viimeisen kilometrin kuljetuksissa voidaan suorittaa esimerkiksi pyyhkäisymenetelmällä. Pyyhkäisymenetelmässä reitti jakelupaikkojen välillä muodostetaan lähtöpaikasta muodostettavan säteen avulla. Säteen alueelta kerätään ne jakelupaikat, joiden tavarat mahtuvat jakeluauton kyytiin. Lopputuloksena muodostuu alapuolisen kuvan 8 mukainen reititys. (Karrus 2001).



Kuva 8. Pyyhkäisymenetelmän mukainen jakelureititys (mukaillen Karrus 2001).

Kou ym. tutkimuksen (2022) mukaan viimeisen kilometrin toimitusongelmien ratkaisemiseksi harvaan asutuilla seuduilla multimodaalikuljetusten avulla on noussut tutkituksi aiheeksi. Chen ym. (2019) havaitsivat, että multimodaalikuljetus saattaisi parantaa viimeisen kilometrin toimituksen laatua (Kou ym. 2022). Esimerkiksi multimodaalinen kuljetus, joka käsittäisi muun muassa droneja ja eri ajoneuvoja voisi olla yksi tehokas menetelmä viimeisen kilometrin toimitusongelmien ratkaisusta harvaan asutuilla seuduilla. Multimodaalikuljetukset viimeisellä kilometrillä voisivat tarjota myös lisää tuloja julkisen liikenteen yrityksille sekä mahdollisesti edistää maaseudun talouden kestävä kehitystä. Kuitenkin multimodaalikuljetuksiin liittyy myös haasteita, sillä eri liikennemuotojen välinen yhteydenpito voi olla haasteellista ja puutteellista sekä tilauksia voi olla hankala jakaa eri kuljetusmuotojen kesken. Lisäksi voittojen jakaminen eri

kuljetusmuotojen välillä aiheuttaa haasteita. Haasteena on myös luotettavan kustannus-hyötyanalyysimallin kehittäminen, jonka avulla saataisiin tietoa multimodaalisuuden hyödyistä viimeisellä kilometrillä. (Kou ym. 2022).

Koun ym. tutkimuksen (2022) lopputuloksena saatiin selville, että tilausten määrä vaikuttaa olennaisesti ja hyvin suoraan multimodaalikuljetuksen tuottavuuteen viimeisen kilometrin jakelussa. Syyksi tähän saatiin, että tilausmäärä on suorassa vaikutuksessa jakelujoneuvojen lukumäärään ja tätä kautta myös kuljetuskustannuksiin. Jaettavien tavaroiden määrän ollessa pieni kannattaisi tutkimuksen mukaan suosia julkista liikennettä jaettaessa tavaroita esimerkiksi keräilypisteisiin. Hyvin usein suositaan paikallista logistiikan tarjoajaa viimeisen kilometrin jakelussa. Kohteisiin jaettavien tavaroiden määrän ollessa pieni, voisi tutkimuksen mukaan suosia joukkoistettua logistiikkaa, mikä onkin ollut viime vuosien megatrendejä. (Kou ym. 2022).

Joukkoistetussa logistiikassa kuljetussopimukset on tehty suoraan kuljetuksen tilaajan sekä kuljettajan kesken. Kuljetusta ei siis tässä tapauksessa suorita tietty kuljetusliike. Tällaisia joukkoistetun logistiikan palveluita ovat esimerkiksi Foodora ja Wolt, joiden ruokalähetit ovat nykyään arkea monen kaupungin katukuvassa sekä Budbee, joka on pakettien kotikuljetuksiin ja palautuksiin erikoistunut yritys. Joukkoistettu logistiikka onkin viimeisen kilometrin jakelussa hyvä työkalu sen joustavuuden sekä kustannustehokkuuden kannalta. Asiakas saa lähetyksensä hänelle sopivimpaan aikaan. (Kou ym. 2022; Manninen 2021; Waris & Paloheimo 2015).

Vaikka joukkoistettu logistiikka onkin hyvä työkalu viimeisen kilometrin jakelussa, ei se välttämättä ole paras ratkaisu. Aaltonen kirjoitti (2021), että helsinkiläinen ravinto Green Hippo lähti pois Wolt-palvelusta, koska se ei ollut kannattavaa. Yritys oli tehnyt vajaa 600 000 euron myynnin palvelun kautta, mutta siltikään he eivät nähneet palvelua kannattavana. Esimerkiksi Foodora ja Wolt ottavat noin 30 prosentin komission tilausten hinnoista Helsingissä. Tämä onkin suuri osuus varsinkin alalla, jossa katteet ovat pienet. (Aaltonen 2021).

Joukkoistettu logistiikka on viimeisen kilometrin jakelussa joustavampi ja sen jakelukustannukset ovat alhaisemmat verrattuna paikalliseen logistiikan tarjoajaan (Kou ym. 2022). Kuitenkin on hyvä miettiä, jos joukkoistettu logistiikka ei ole kannattavaa kaupungissa, niin miten se olisi sitä harvaan asutulla seudulla, jossa jo välimatkan asiakkaiden välillä ovat pitkät. Paikallinen logistiikkayritys on hyvä siinä tapauksessa,

kun jaettavien tavaroiden määrä on suuri tai tavaran toimitus käsittää lisäpalveluja kuten asennuksen. Multimodaalisilla kuljetuksilla voidaankin siis saavuttaa alhaisemmat jakelukustannukset viimeisen kilometrin jakelussa harvaan asutuilla seuduilla. Tämä kuitenkin edellyttää tietoa jaettavien tavaroiden määristä, hyvää koordinaointia kuljetustapojen välillä sekä tietoa eri kuljetusmuotojen ja niiden yhdistelmien kannattavuudesta. (Kou ym. 2022; Waris & Paloheimo 2015).

## 5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä kandidaatintyössä keskityttiin maantiellä suoritettaviin tavaraliikenteen kuljetusketjuihin ja niiden optimointiin Suomen harvaan asutuilla seuduilla. Työssä määriteltiin mitä edellä mainitut asiat tarkoittavat ja kerrottiin, millaisia haasteita kuljetusketjuilla on harvaan asutuilla seuduilla. Työssä on tarkasteltu erilaisia keinoja, joilla olisi mahdollista parantaa kuljetusketjujen tehokkuutta ja laatua harvaan asutuilla seuduilla.

Työn pohjalta on huomattavissa, mitä ongelmia kuljetusketjuille aiheutuu harvaan asutuilla seuduilla. Harvaan asutuilla seuduilla on niille tyypillinen asumisrakenne, joka luo haasteita kuljetusketjuille. Pitkät välimatkat, mahdolliset huonot kulkuyhteydet, teiden alhaiset kantavuudet, ilmastonmuutos sekä asutuksen hajanaisuus eivät tee kuljetusketjujen suunnittelusta ja toteutuksesta helppoa.

Kirjallisuustutkimuksen perusteella esimerkiksi yhteisjakelulla, edestakaisten kuormien yhdistelyllä ja viimeisen kilometrin parantamisella olisi mahdollista saada merkittäviäkin hyötyjä kuljetusketjuihin. Näiden toimien avulla voitaisiin parantaa toimitusnopeutta, vähentää kustannuksia sekä edistää kestävästä kehityksestä. Kuitenkaan nämä keinot eivät ole yksiselitteisiä ja voi olla, että ne eivät sovi tietyille alueille. Mahdollisissa optimointikeinoissa tulisi muistaa ottaa huomioon paikalliset olosuhteet ja tarpeet.

Erityisesti viimeisen kilometrin jakelussa käsitelty pyyhkäisymenetelmä on mielenkiintoinen aihe. Pyyhkäisymenetelmä voisi sopia myös ensimmäiselle kilometrille. Ensimmäisellä ja viimeisellä kilometrillä on paljon yhteisiä ominaisuuksia. Yhteistä niille on esimerkiksi kuljetusten samankaltaisuus. Keräily- ja jakelukuljetukset ovat hyvin samanlaisia. Niitä käytetään lyhyillä välimatkoilla esimerkiksi raaka-aineiden kuljettamisella varastoon ja tuotteiden jakelussa asiakkaille. Ne asettuvat hyvin usein juuri harvaan asutuille seuduille, sillä sieltä saadaan paljon raaka-aineita ja siellä asuu väestöä, ja näin ne joutuvat käyttämään paljon pienempää tiestöä, kuten yksityisteitä. Esimerkiksi maitotilat sijaitsevat usein hyvin hajanaisesti eri alueilla. Voisiko pyyhkäisymenetelmää soveltaa siis ensimmäisellä kilometrillä esimerkiksi maidon keräämiseen, kun olisi tiedossa maidon noutajat sekä kuinka kauan tietyllä tilalla kuluu aikaa maidon keräämiseen.



Tutkimusten pohjalta oli havaittavissa, että monilta osin kuljetusketjut toimivat vielä vanhoilla tavoilla. Vaikka perinteinen ja vanha toimintatapa olisikin hyväksi havaittu, tulisi kuitenkin pyrkiä katsomaan kuljetusketjujen toimintaa harvaan asutuilla seuduilla kriittisesti ja tulevaisuuden näkökulmasta. Olisi hyvä ajatella voidaanko niitä kehittää yhä paremmiksi ja tehokkaammiksi, ja miten tulevaisuus ja sen aiheuttamat haasteet vaikuttavat niihin.

Tulevaisuudessa voisi olla tarpeen tutkia lisää erilaisia tapauksia liittyen kuljetusketjuihin Suomen harvaan asutuilla seuduilla. Myös eri teknologioiden soveltamista kuljetusketjujen optimoinnissa harvaan asutulla seudulla ja niiden vaikutusten arviointia olisi hyvä tutkia tulevaisuudessa.

## LÄHDELUETTELO

Aaltonen R., 2021. Ravintola teki lähettipalvelun kautta 570 000 euron myynnin, joka ei silti kannattanut – ”Pitäisi miettiä, olisivatko asiakkaat valmiita maksamaan palvelusta enemmän” [verkkodokumentti]. Kauppalehti. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/ravintola-teki-lahettipalvelun-kautta-570-000-euron-myyntin-joka-ei-silti-kannattanut-pitaisi-miittaa-olisivatko-asiakkaat-valmiita-maksamaan-palvelusta-enemman/bd5ef642-c969-4f3b-b56e-a9db15357672> [viitattu 22.3.2024].

Atech, 2021. How to manage customer expectations in the logistics industry [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.atechlogistics.com/how-to-manage-customer-expectations-in-the-logistics-industry/> [viitattu 24.1.2024].

Atlas logistics, 2024. What is First/Final Mile Delivery? [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.atlaslogistics.com/information-center/news/what-is-first-final-mile-delivery> [viitattu 6.1.2024].

Axla logistics, 2024. Last mile: miksi viimeinen kilometri on verkkokaupalle kaikista tärkein? [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.axla-logistics.com/fi/artikkelit/last-mile-miksi-viimeinen-kilometri-on-verkkokaupalle-kaikista-tarkein> [viitattu 12.1.2024].

Bates O., Friday A., Allen J., Cherrett T., McLeod F., Bektas T., Nguyen T., Piecyk M., Piotrowska M., Wise S., Davies N., 2018. Transforming Last-Mile Logistics: Opportunities for more Sustainable Deliveries [verkkodokumentti]. Montreal. Saatavissa: <https://doi.org/10.1145/3173574.3174100> [viitattu 12.1.2024].

Bisaschi L., Romano F., Carlberg M., Carneiro J., Ceccanti D., & Calofir L., 2021. Transport infrastructure in low-density and depopulating areas [verkkodokumentti]. European Parliament. Saatavissa: <https://bit.ly/39AIpJV> [viitattu 4.12.2023].

Bräysy O. & Porkka P., 2007. Tehokkuutta logistiikkaan kaluston reitinoptimoinnilla. Logistiikka 6/2007, S. 38–39.

Cardenas I., Borbon-Galvez Y., Verlinden T., Van de Voorde E., Vanelslander T. & Dewulf W., 2017. City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1177/1783591717736505> [viitattu 12.1.2024].

Chen W., Huang W., Zhang R., He P., Li H. & Wang Q., 2019. Research on the Development Strategy of Rural Logistics in China Post [verkkodokumentti]. Saatavissa: [10.1088/1755-1315/330/5/052029](https://doi.org/10.1088/1755-1315/330/5/052029) [viitattu 11.3.2024].

ELY-keskus, 2022. Etä- ja monipaikkatyö maaseudun pelastajana [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/web/monipaikka/-/eta-ja-monipaikkatyo-maaseudun-pelastajana> [viitattu 6.4.2024].

Hageback C. & Segerstedt A., 2002. The need for co-distribution in rural areas—a study of Pajala in Sweden [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.006> [viitattu 19.1.2024].

Helminen V., Nurmio K., Rehunen A., Ristimäki M., Oinonen K., Tiitu M., Kotavaara O., Antikainen H. & Rusanen J., 2014. Kaupunki-maaseutu-alueuokitus. Paikkatietoihin perustuvan alueuokituksen muodostamisperiaatteet [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2014. Saatavissa: <http://www.syke.fi/julkaisut> [viitattu 21.11.2023].

Helminen V., Nurmio K. & Vesanen S., 2020. Kaupunki-maaseutu-alueuokitus 2018. Paikkatietopohjaisen alueuokitukset päivitys [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2020. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5172-9> [viitattu 21.11.2023].

Helminen V., Vesala S., Rehunen A., Strandell A., Reimi P. & Priha A., 2017. Ikääntyneiden asuinpaikat nyt ja tulevaisuudessa [verkkodokumentti]. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 20/2017. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/195072> [viitattu 6.4.2024].

Karrus K. E., 2001. Logistiikka. 3 painos. Juva: WSOY, 420 s. ISBN 951-0-25497-5

Kou X., Zhang Y., Long D., Liu X., & Qie L., 2022. An Investigation of Multimodal Transport for Last Mile Delivery in Rural Areas [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/su14031291> [viitattu 11.3.2024].

Laseinde O. T. & Mpofu K., 2017. Providing solution to last mile challenges in postal operations. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1288712> [viitattu 5.1.2024]

Logistiikan maailma, 2024a. Logistiikan maailma -termisanasto [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/sanastot/logistiikan-maailma-termisanasto/> [viitattu 14.11.2023].

Logistiikan maailma, 2024b. Yhdistetyt ja intermodaalikuljetukset [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/yhdistetyt-ja-intermodaalikuljetukset/> [viitattu 15.1.2024].

Manninen O. 2021. Joukkoistetut kuljetuspalvelut yleistyvät [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.op-media.fi/yrittajyys/joukkoistetut-kuljetuspalvelut-yleistyvat/> [viitattu 22.3.2024].

Mecalux, 2021. Middle mile delivery: second-to-last link in the supply chain [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.mecalux.com/blog/middle-mile-logistics> [viitattu 12.1.2024].

Mittal V. 2023. Supply chain optimization for transportation and logistics [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.linkedin.com/pulse/supply-chain-optimization-transportation-logistics-varsha-mittal> [viitattu 21.11.2023].

Peltomaa S., 2015. Optimointi antaa logistiikkayritykselle näkymän tulevaisuuteen [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://procomp.fi/optimointi-antaa-logistiikkayritykselle-nakyman-tulevaisuuteen/> [viitattu 16.11.2013].

PF AFF, 2024. Globaalit multimodaalit kuljetukset [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.pfaffinternational.com/fi/leistungen/globaalit-multimodaalit-kuljetukset/> [viitattu 15.1.2024].

Puri K., 2022. What is first-mile delivery? How to optimize first-mile logistics to overcome its challenges [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://fareye.com/resources/blogs/first-mile-delivery-logistics> [viitattu 6.1.2024].

Rantala J., Mäntynen J., Huhta R. & Isola R., 2020. Itä-Suomen logistiikka. Talouselämän mahdollistajana [verkkodokumentti]. WSP Finland Oy. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/39983577/It%C3%A4-Suomi+logistiikkaselvitys/f2914f98-6e1c-4576-b36c-91137017f123> [viitattu 20.3.2024].

Solvang W. & Hakam M. 2010. Sustainable Logistics Networks in Sparsely Populated Areas [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.4236/jssm.2010.31008> [viitattu 18.1.2024].

Suomisanakirja, 2023. Optimointi [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.suomisanakirja.fi/optimointi> [viitattu 14.11.2023].

Tapaninen U., 2018. Logistiikka ja liikennejärjestelmät. Helsinki: Otatieto, 176 s. ISBN 978-951-672-376-4

Tapio J., Lehtinen J., Sirkiä A., Peltola H. & Hautala R., 2005. Tavaraliikenteen kuljetusten liikenneturvallisuusvastuu. Liikenneturvallisuusjohtaminen tavarankuljetuksissa [verkkodokumentti]. Helsinki: Lintu-tutkimusohjelma. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:951-723-753-7> [viitattu 14.11.2023].

Taflin L., Persson T. & Hultenberger P., 1982. Analys av möjligheterna att genom samordning rationalisera varudistributionen: Sammanfattning av VART-projekten (Analyses of the possibilities to coordinate and rationalise the distribution of goods; a conclusion of the VART projects: in Swedish). [viitattu 19.1.2024].

Traficom, 2024a. Kuljetusmuotojen roolit tavaraliikenteessä [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/kuljetusmuotojen-roolit-tavaraliikenteessa> [viitattu 20.3.2024].

Traficom, 2024b. Tavaraliikenne Suomessa [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/tavaraliikenne-suomessa> [viitattu 20.3.2024].

Urrila P., 2023. Talouden Suomi-Ruotsi -maaottelu [verkkodokumentti]. Elinkeinoelämän keskusliitto. Saatavissa: <https://ek.fi/ajankohtaista/blogit/talouden-suomi-ruotsi-maaottelu/> [viitattu 25.1.2023].

Väylävirasto, 2021. Tavaraliikenne [verkkodokumentti]. Helsinki: Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/vaylista/liikennejarjestelma/tavaraliikenne> [viitattu 14.11.2023].

Waris H. & Paloheimo H., 2015. Joukkoistetut kuljetukset – Esiselvitys. Taksipalvelut, kimppakyydit ja tavarakuljetukset [verkkodokumentti]. Trafim tutkimuksia 8/2015. Saatavissa: [https://www.traficom.fi/sites/default/files/17526-Trafi\\_tutkimuksia\\_\\_8-2015\\_-\\_Joukkoistetut\\_kuljetukset\\_-\\_esiselvitys.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/17526-Trafi_tutkimuksia__8-2015_-_Joukkoistetut_kuljetukset_-_esiselvitys.pdf) [viitattu 12.3.2024].

WSP Finland Oy, 2019. Yksityistieverkon merkitys yhteiskunnalle [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1727/suomen\\_yksityistieverkko\\_matalaresolutio.pdf](https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1727/suomen_yksityistieverkko_matalaresolutio.pdf) [viitattu 20.3.2024].

