



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Joukkoliikenteen saavutettavuus ja käytettävyys työmatkoilla

Henna Ylimaa

Maantiede (paikkatietotutkimus)

Pro gradu -tutkielma

Laajuus: 30 op

13.3.2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

Pääaine: Maantiede

Tekijä: Henna Ylimaa

Otsikko: Joukkoliikenteen saavutettavuus ja käytettävyys työmatkoilla

Ohjaaja: Niina Käyhkö

Sivumäärä: 74 sivua + liitteet 12 sivua

Päivämäärä: 13.3.2025

Liikenteen päästöjen vähentämiseksi kestävien kulkutapojen, kuten kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen, osuutta kuljetuista matkoista tulisi lisätä. Joukkoliikenteen saavutettavuus ja käytettävyys ovat keskeisessä osassa, kun joukkoliikennettä arvioidaan vaihtoehtona muihin kulkutapoihin verrattuna. Työmatkat kattavat suuren osan Suomessa kuljetuista matkoista, minkä vuoksi onkin tärkeää selvittää, mitkä tekijät voivat muodostua haasteiksi joukkoliikenteen käytölle työmatkoilla. Tutkielman tavoitteena on selvittää, kuinka saavutettavaa joukkoliikenne on Suomessa ja löytää keinoja joukkoliikenteen käytettävyyden mittaamiseen työmatkoilla. Tässä tutkielmassa tarkastellaan joukkoliikenteen saavutettavuutta ja käytettävyyttä työmatkoilla Suomessa paikkatieto- ja tilastomenetelmin. Tutkielmassa käytetään aineistona joukkoliikenteen aikatauluja sekä pysäkki-, tiestö-, väestö- ja työmatkatietoja.

Tulosten perusteella joukkoliikenteen pysäkit ovat Suomessa melko hyvin saavutettavissa, sillä 63 prosentilla Suomessa asuvista on arkipäivänä vähintään yksi liikennöity joukkoliikenteen pysäkki viiden minuutin kävelyetäisyydellä asuinpaikasta. Parasta saavutettavuus on tiheillä kaupunkialueilla, joissa myös saavutetaan eniten pysäkkejä ja pysäkeiltä lähteviä joukkoliikenteen lähtöjä. Joukkoliikenteen käytettävyyttä työmatkoilla arvioitiin joukkoliikennepysäkkien saavutettavuuden lisäksi tarkastelemalla joukkoliikennematkojen rakennetta, matkan nopeutta, matkan aikataullista sopivuutta sekä reitin kiertävyyttä ja suhteellista eroa saman matkan kulkemiseen autolla.

Yleisimpään työmatka-aikaan klo 5–8 liikennöity pysäkki on saavutettavissa noin 60 prosentilla pituutensa puolesta joukkoliikenteellä kuljettavissa olevien työmatkojen lähtöpaikoista, mikä tarkoittaa, että 40 prosentilla työmatkoista pysäkkien saavutettavuus muodostuu haasteeksi joukkoliikenteen käytölle. Työmatkoista, joilla joukkoliikenteen pysäkit ovat saavutettavia niiden lähtöpaikasta, 40 prosentilla haasteeksi muodostuu matkojen sisältämä yli 15 minuutin kävely. Lisäksi näistä matkoista aikataulut muodostuivat haasteeksi noin 20 prosentilla matkoista, joissa töiden alkua joutui odottamaan yli 20 minuuttia töihin saapumisen jälkeen, kun työt määritettiin alkamaan klo 8.00.

Tulosten perusteella suhteellinen aikaero autoon voidaan todeta hyväksi tavaksi vertailla eri pituisia joukkoliikennematkoja keskenään, sillä matkan pituudella ei ole siihen vaikutusta. Suhteellisen aikaeron perusteella joukkoliikenne on työmatkoilla käytettävintä Uudellamaalla ja heikointa Lapissa. Tutkielmassa testattiin myös saavutettavien pysäkkien sekä lähtöjen määrän ja joukkoliikenteen käytettävyyttä kuvaavien tunnuslukujen välistä korrelaatiota, mutta tulosten perusteella pelkän asuinpaikan ja saavutettavan joukkoliikenteen palvelutiheyden perusteella ei voida suoraan arvioida joukkoliikenteen käytettävyyttä työmatkoilla.

Jotta joukkoliikenne olisi käytettävämpää työmatkoilla, tulisi pysäkkien saavutettavuutta parantaa ja muuhun kuin joukkoliikennevälineessä matkustamiseen käytettävää aikaa matkan aikana pyrkiä vähentämään. Kulkutavan valintaan vaikuttaa moni asia, mutta tutkielman tulokset voivat avata mistä lähtökohdista kulkutapoja koskevia päätöksiä tehdään.

Avainsanat: joukkoliikenne, saavutettavuus, commuting efficiency, travel impedance, paikkatieto

Master's thesis

Subject: Geography

Author: Henna Ylimaa

Title: Accessibility and Usability of Public Transport for Commuting

Supervisor: Niina Käyhkö

Number of pages: 74 pages + appendices 12 pages

Date: 13.3.2025

To reduce traffic emissions, the share of sustainable modes of transport, such as walking, cycling, and public transport, should be increased. The accessibility and usability of public transport are essential when public transport is assessed as an alternative to other modes of transport. Work commutes account for a significant portion of trips in Finland, making it essential to identify the factors that may pose challenges to using public transport for commuting. The aim of this study is to examine the accessibility of public transport in Finland and to identify ways to measure its usability for commuting. This study analyses the accessibility and usability of public transport for commuting in Finland using geospatial and statistical methods. The data used in the study includes public transport schedules, as well as information on stops, road network, population distribution, and commuting trips.

The results indicate that public transport stops are relatively well accessible in Finland, as 63 percent of residents have at least one public transport stop with service within a five-minute walking distance from their place of residence on weekdays. Accessibility is highest in dense urban areas, where the number of accessible stops and departures from the stops are highest. The usability of public transport for commuting was assessed not only by the accessibility of stops but also by examining trip structure, travel speed, schedule suitability, route circuitry, and the relative difference compared to traveling the same trip by car.

During the busiest commuting hours 5–8 AM, a public transport stop with service is accessible from approximately 60 percent of commuting departure points where the trip length is suitable for public transport usage. This means that for 40 percent of commutes, stop accessibility becomes a challenge for using public transport. Among commutes where stops are accessible from the departure point, a walking distance of over 15 minutes poses a challenge in 40 percent of cases. Additionally, for 20 percent of these trips, schedules become an issue, as workers would have to wait over 20 minutes after arriving before their work shift starts when assuming an 8:00 AM workday start.

The results indicate that the relative time difference compared to driving is a useful metric for comparing public transport trips of different lengths, as trip length does not affect it. Based on this metric, public transport is most usable for commuting in Region of Uusimaa and least usable in Region of Lapland. Tests were also conducted in the study to examine the correlation between the number of accessible stops and departures and public transport usability indicators. However, the results suggest that the usability of public transport for commuting cannot be directly assessed solely based on the number of accessible stops or departures from the place of residence.

To improve the usability of public transport for commuting, stop accessibility should be improved, and efforts should be made to reduce the time spent on activities other than the actual travel on public transport. Many factors influence the choice of transport mode, but the results of this study can provide insights into the basis on which such decisions are made.

Key words: public transport, spatial accessibility, commuting efficiency, travel impedance, GIS

Sisällysluettelo

1	Johdanto	7
2	Tutkimuksen tausta ja teoreettinen viitekehys	9
2.1	Saavutettavuus	9
2.1.1	Spatiaalinen saavutettavuus käsitteenä	9
2.1.2	Joukkoliikenne saavutettavuustutkimuksessa	10
2.2	Paikkatietomenetelmät saavutettavuustutkimuksessa	12
2.3	Joukkoliikenteen käytettävyys ja saavutettavuus	15
2.3.1	Joukkoliikennematkan määrittely	15
2.3.2	Joukkoliikenteen käytettävyys	16
2.3.3	Joukkoliikenteen saavutettavuuden ja käytettävyyden mittaaminen	18
2.4	Työssäkäynti, työmatkaliikenne ja joukkoliikenne Suomessa	19
3	Aineistot ja menetelmät	23
3.1	Tutkimuksen prosessikuvaus	23
3.2	Aineistot	24
3.2.1	Aineistojen yleiskatsaus	24
3.2.2	Joukkoliikenteen koontikanta	25
3.2.3	YKR-aineistot	26
3.2.4	Digiroad	27
3.3	Aineistojen valmistelu	28
3.4	Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuusanalyysit	29
3.4.1	Saavutettavuusalueet	29
3.4.2	Tietojen yhdistäminen tilastoruutuihin	30
3.5	Työmatkojen reititys	32
3.6	Joukkoliikenteen käytettävyyden tunnusluvut	34
3.7	Tilastolliset menetelmät	36
4	Tulokset	38
4.1	Pysäkkien saavutettavuus ja palvelutiheys	38
4.2	Työmatkat joukkoliikenteellä	44
4.3	Saavutettavien pysäkkien palvelutiheyden suhde työmatkoihin joukkoliikenteellä	51

5 Tulosten tarkastelu	55
5.1 Joukkoliikenteen saavutettavuus	55
5.2 Joukkoliikenteen käytettävyys työmatkoilla	56
5.3 Käytetyt aineistot ja menetelmät	59
5.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet	61
Kiitokset	64
Lähteet	65
Liitteet	75
Liite 1. Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus maakunnittain	75
Liite 2. Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus kunnittain	76
Liite 3. Saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen mediaanit ja keskiarvot	84
Liite 4. Reititettyjen työmatkojen matka-ajat joukkoliikenteellä ja autolla	86

1 Johdanto

Liikenteen ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi yksityisautoilua tulisi vähentää ja kestävien kulkutapojen osuutta lisätä (Metsäranta & Weiste 2019). Joukkoliikenteen käytön lisääminen nähdään yhtenä keinona liikenteestä aiheutuvien päästöjen vähentämiseksi, ja tavoitteena on lisätä joukkoliikenteen käyttöä etenkin suurten kaupunkien liikenteessä ja kaukoliikenteessä. Myös valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman (2021) tavoitteena on mahdollistaa kestävämpien liikkumismuotojen valinta erityisesti kaupunkiseuduilla ja taata, että liikennejärjestelmä vastaa elinkeinojen, työssäkäynnin ja asumisen tarpeisiin kestävyys huomioiden.

Syksyllä 2022 tehdyn henkilöliikennetutkimuksen (Kallio ym. 2023a) mukaan Suomessa tehdyistä matkoista 30 % liittyi työhön tai koulutukseen ja eniten matkasuoritetta kertyi nimenomaan työmatkoista. Ilmastotavoitteiden vuoksi olisikin tärkeää, että mahdollisimman monen työmatka olisi kuljettavissa joukkoliikenteellä, pyörällä tai kävellen. Vuonna 2016 työmatkoista 12 % kuljettiin joukkoliikenteellä (Henkilöliikennetutkimus 2018) ja koronaviruspandemian vaikutuksesta osuus laski vuonna 2021 seitsemään prosenttiin (Kallio ym. 2023b). Joukkoliikenteen käytön suurimmiksi esteiksi on tunnistettu pysäkkien huono saavutettavuus (Biba ym. 2010) sekä yhteyksien vähäisyys tai puuttuminen, pitkät odotusajat ja aikataulujen sopimattomuus (Pastinen ym. 2007).

Joukkoliikennepysäkkien sijainteja suunnitellaan usein arvioimalla potentiaalisten käyttäjien määrää esimerkiksi laskemalla pysäkeistä kävelyetäisyydellä asuvan väestön määrä tai alueen työpaikkojen määrä (Andersen & Landex 2008). Kokonaiskuvan hahmottamiseksi tällaiset suunnittelumenetelmät ovat tarpeellisia, mutta käyttäjäpotentiaalin perusteella ei kuitenkaan voida suoraan arvioida todellisia matkustajamääriä. Huomioimatta jää esimerkiksi se, mihin potentiaalisten käyttäjien matkat suuntautuvat ja millaisina ajankohtina matkoja kuljetaan. Joukkoliikenteen saavutettavuustutkimuksissa keskitytäänkin usein pysäkkien spatiaaliseen saavutettavuuteen, vaikka todellisuudessa joukkoliikennepysäkeiltä lähtevät joukkoliikenteen vuorot määrittävät ajallisesti sen, milloin joukkoliikenteen käyttö on mahdollista. Mitä enemmän pysäkiltä lähtee joukkoliikenteen vuoroja, sitä parempi mahdollisuus kyseiseltä pysäkiltä on saavuttaa paikkoja eri aikoina (Mavoa ym 2012: Berggren ym. 2022).

Pysäkkien saavutettavuuden ja aikataulujen lisäksi joukkoliikenteen käyttöhalukkuuteen vaikuttaa se, kuinka sujuvia joukkoliikennematkat ovat ja sisältävätkö ne paljon

joukkoliikennevälineen vaihtoja tai siirtymien kävelyä (Shelat ym. 2021; Berggren ym. 2022). Matkantekoon liittyvät epävarmuudet nostavat kynnystä joukkoliikenteen käytölle (Göransson & Andersson 2023). Keskimäärin joukkoliikennepysäkillä ollaan valmiita kävelemään 5 minuutin matkan verran, joka vastaa noin 400 metrin kuljettua etäisyyttä pysäkillä (Kraft 2016; Ivan ym. 2019; Rjisman ym. 2019; Tennøy ym. 2022). Joukkoliikennettä odotetaan puolestaan pysäkillä keskimäärin noin 3–4 minuutin ajan (Zhuk ym. 2023). Jotta valintoja joukkoliikenteen käytöstä voitaisiin ymmärtää paremmin, tulisi myös joukkoliikenteellä todellisuudessa kuljettavista matkoista ja matkojen lähtökohdista tietää enemmän.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on selvittää, kuinka saavutettavaa joukkoliikenne on Suomessa ja tutkia keinoja joukkoliikenteen käytettävyyden mittaamiseen työmatkoilla. Teoreettisten reititettyjen työmatkojen perusteella pyritään myös tunnistamaan, mitkä tekijät voivat muodostua haasteiksi joukkoliikenteen käytölle työmatkoilla. Tavoitteena on myös selvittää, onko saavutettavan joukkoliikenteen suuruusluokka ja palvelutiheys yhteydessä joukkoliikenteen käytettävyyteen työmatkoilla, eli jos joukkoliikenne on saavutettavaa, onko sitä myös mahdollista käyttää työmatkoilla. Tutkielman tavoitteet voidaan kiteyttää seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka saavutettavia joukkoliikenteen pysäkit ja lähdöt ovat Suomessa?
2. Miten joukkoliikenteen käytettävyyttä työmatkoilla voidaan arvioida ja vertailla?
3. Mitkä tekijät voivat muodostua haasteiksi joukkoliikenteen käytölle työmatkoilla?
4. Voidaanko saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen määrällä arvioida joukkoliikenteen käytettävyyttä työmatkoilla?

2 Tutkimuksen tausta ja teoreettinen viitekehys

2.1 Saavutettavuus

2.1.1 Spatiaalinen saavutettavuus käsitteenä

Saavutettavuus (*accessibility*) on moniulotteinen termi ja sillä voidaan tarkoittaa yksinkertaisimmillaan mahdollisuutta vuorovaikutukseen (Hansen 1959). Yleisesti saavutettavuuden parantamisella pyritään vähentämään rajoitteita ja luomaan yhdenvertaisia mahdollisuuksia kaikille (McGrail & Humphreys 2009). Penchansky ja Thomas (1981) määrittelevät saavutettavuuden kattoterminä sille, että asiat sujuvat ja sopivat yleisellä tasolla. Heidän mukaansa saavutettavuus koostuu saatavuudesta (*availability*), spatiaalisesta saavutettavuudesta (*spatial accessibility*), temporaalisesta saavutettavuudesta (*accommodation*), taloudellisesta saavutettavuudesta (*affordability*) ja sosiaalisesta saavutettavuudesta (*acceptability*). Saavutettavuuden määritelmiä on kuitenkin useita ja esimerkiksi Kwanin (1999) mukaan saavutettavuutta voidaan tarkastella tiettyjen paikkojen saavutettavuuden näkökulmasta (*place accessibility*) tai yksilön saavutettavuusmahdollisuuksien näkökulmasta (*individual accessibility*).

Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan saavutettavuutta etenkin spatiaalisen saavutettavuuden näkökulmasta. Spatiaalisella saavutettavuudella (myöh. saavutettavuus) tarkoitetaan tiettyyn sijaintiin liittyvien paikkojen, palvelujen tai ihmisten tavoittamisen helppoutta tai vastaavasti tavoittamista tietystä sijainnista (Handy & Niemeier 1997). Geurs & van Wee (2004) ovat määritelleet saavutettavuuden koostuvan neljästä eri osa-alueesta: 1) maankäyttö (*land-use*), 2) kulutapa (*transportation*), 3) ajallinen ulottuvuus (*temporal component*) ja 4) yksilö (*individual component*). Maankäytöllä tarkoitetaan maankäytön vaikutusta tilassa kulkemisen mahdollisuuksiin lähtö- ja päätepisteiden välillä. Esimerkiksi tieverkoston sijoittuminen vaikuttaa olennaisesti mahdollisuuksiin kulkea tilassa eri kulkuvälineillä. Kulutapa puolestaan viittaa liikennejärjestelmään, joka mahdollistaa kulkemisen eri kulkutavoin. Saavutettavuuden kannalta on olennaista, miten liikutaan ja mitä mahdollisuuksia tai rajoitteita tämä aiheuttaa. Ajallisella ulottuvuudella tarkoitetaan kulkemisen mahdollisuuksia ajassa, mikä voi konkreettisimmillaan tarkoittaa esimerkiksi sitä, milloin joukkoliikennettä on mahdollista hyödyntää aikataulujen puitteissa. Yksilöllä puolestaan viitataan yksilöiden erilaisiin kykyihin ja tarpeisiin. Saavutettavuus vaihtelee

sijainnista riippuen (Miller 2018), mutta se vaihtelee myös yksilön mahdollisuuksien ja kokemusten mukaan (Penchansky & Thomas 1981; Geurs & van Wee 2004).

Saavutettavuus on siis kokonaisuus, jonka eri osa-alueita voidaan tarkastella erikseen, mutta jotta saavutettavuudesta voidaan luoda kokonaiskuva, tulee eri osa-alueita arvioida myös suhteessa toisiinsa, sillä osa-alueet myös vaikuttavat toisiinsa (Geurs & van Wee 2004). Maankäyttö luo lähtökohdan liikkumiseen eri kulkutavoilla, jotka määrittävät paikasta toiseen kulkemisen kustannuksia esimerkiksi matka-ajan tai mukavuuden näkökulmasta. Aika taas rajaa sitä, milloin kulkeminen on mahdollista. Yksilön kyvyt ja tarpeet puolestaan vaikuttavat kaikkien osa-alueiden muodostamien saavutettavuuden mahdollisuuksien hyödyntämiseen. Kaikkia saavutettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ei voida ottaa huomioon, ja tämän vuoksi saavutettavuustutkimuksessa onkin olennaista löytää kuhunkin tutkimusasetelmaan sopivat saavutettavuuden mittaamismenetelmät, jotka kuvaavat ilmiötä tarvittavan tarkasti, mutta kuitenkin niin, että menetelmät eivät ole tarpeettoman raskaita tai kompleksisia (Geurs & van Wee 2004; Curtis & Scheurer 2010).

2.1.2 Joukkoliikenne saavutettavuustutkimuksessa

Joukkoliikenne on yksi tavoista saavuttaa ja se on kulkumuotona usein mukana saavutettavuustarkasteluissa. Joukkoliikenteellä tarkoitetaan Suomessa ammattimaista linja-autoliikennettä ja palvelusopimusten mukaisesti harjoitettua raideliikennettä (Joukkoliikennelaki 869/2009). Tässä tutkielmassa joukkoliikenteen käsite kattaa joukkoliikenteen reittiliikenteen eli joukkoliikenteen, joka on yleisesti käytettävää, säännöllistä ja jonka reitit ja aikataulut on määritelty etukäteen.

Kestävien liikkumistapojen lisääminen on olennainen osa päästöjen vähentämistä kansainvälisesti ja tämän vuoksi myös joukkoliikenteen toimivuuteen ja mahdollisuuksiin saavuttaa paikkoja ja ihmisiä joukkoliikenteellä kiinnitetään enenevässä määrin huomiota (Zhu ym. 2023). Suomessa liikenteen ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi joukkoliikenteen käyttöä tulisi lisätä etenkin suurissa kaupungeissa ja kaukoliikenteessä samalla taaten, että liikennejärjestelmä vastaa elinkeinojen, työssäkäynnin ja asumisen tarpeisiin kestävyys huomioiden (Metsäranta & Weiste 2019; Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma 2021). Joukkoliikennettä tarkastellaankin usein suhteessa yksityisautoiluun (esim. Benenson ym. 2011; Salonen & Toivonen 2013; Liao ym. 2020; Kotavaara ym. 2021). Vertailulla pyritään löytämään keinoja, joilla joukkoliikenne voitaisiin tehdä mahdollisimman kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi yksityisautoilulle.

Joukkoliikennejärjestelmän toimivuus saavutettavuuden näkökulmasta on oleellista myös liikkumisen mahdollisuuksien kannalta. Toimiva joukkoliikenne mahdollistaa kulkemisen nopeammin ja pidempien etäisyyksien päähän ilman omaa autoa (Mavoa ym. 2012).

Saavutettavuuden arvioinnilla saadaan tietoa eri alueiden välisestä yhdenvertaisuudesta suhteessa tarjottuihin joukkoliikenteen palveluihin (Delbosc & Currie 2011).

Joukkoliikennettä ja joukkoliikenteen saavutettavuutta voidaan tarkastella useasta eri näkökulmasta. Toimiva joukkoliikenne voi lisätä paikkojen ja ihmisten saavutettavuutta, mutta joukkoliikenne voi myös itsessään olla saavutettavaa (Muhammad ym. 2019). Geurs ja Van Wee (2004) sekä Liu ja Zhu (2004) jakavat saavutettavuustutkimuksen neljään eri osaluokkaan; infraperustaiseen, sijaintiperustaiseen, yksilökeskeiseen ja hyötyperustaiseen saavutettavuustutkimukseen. Joukkoliikenteeseen keskittyvässä infraperustaisessa saavutettavuustutkimuksessa tutkitaan usein joukkoliikennepysäkkien saavutettavuutta tai joukkoliikenneverkoston toimivuutta liikennesuunnittelun näkökulmasta ottamatta huomioon itse joukkoliikennematkaa tai sitä mihin pysäkiltä matkustetaan (Tahmasbi & Haghshenas 2019). Tällöin tutkitaan siis esimerkiksi väestön sijoittumista suhteessa joukkoliikenteen verkostoon, jonka avulla voidaan arvioida pysäkkien potentiaalisten käyttäjien määrää.

Sijaintiperustainen saavutettavuus pyrkii puolestaan arvioimaan saavutettavuutta lähtöpisteistä päätepisteille joukkoliikenteellä arvioimalla esimerkiksi tietyistä sijainnista tietyssä ajassa saavutettavien mahdollisuuksien määrää, matkanteon vaatimaa vaivannäköä (*travel impedance*) tai väestön määrää, jolla on mahdollisuus saavuttaa paikkoja joukkoliikenteellä (Geurs ja Van Wee 2004). Sijaintiperustaisessa saavutettavuustutkimuksessa kiinnostus on siis saavutettavuuden alueellisessa vaihtelussa ja joukkoliikenteen vaikuttavuudessa paikkojen saavuttamisessa. Sekä infraperustaista että sijaintiperustaista saavutettavuuden arviointia voidaan tehdä yksittäisen matkan näkökulmasta tai suurempien väkijoukkojen tai sijaintien saavuttamisen näkökulmasta. Joukkoliikenteen saavutettavuuden määreinä voivatkin olla esimerkiksi aika, etäisyys tai saavutettavien kohteiden lukumäärä. Matkanteon vaatimaa vaivannäköä voidaan niin ikään mitata ajalla ja etäisyydellä, mutta myös esimerkiksi odotukseen kuluvalla ajalla tai kuluttavan vaihtojen määrällä (Tahmasbi & Haghshenas 2019).

Yksilökeskeisessä saavutettavuustutkimuksessa huomioidaan yksilön mahdollisuudet ja rajoitteet saavuttaa (Tahmasbi & Haghshenas 2019). Yksilöillä voi olla esimerkiksi ajallisia, fyysisiä tai taloudellisia rajoitteita, joiden vuoksi joukkoliikenteen hyödyntäminen voi olla

haastavaa. Hyötyperustainen saavutettavuustutkimus puolestaan tarkastelee saavutettavuutta saavuttamisen tuoman hyödyn kautta (Ben-Akiva & Lerman 1985).

Verrattuna muihin kulkumuotoihin, kuten jalankulkuun, pyöräilyyn ja yksityisautoiluun, joukkoliikenne on kiinni ennalta määrätyissä aikatauluissa ja reiteissä ja kulkemiseen kuluva aika saattaa olla vaikeammin ennakoitavissa (Salonen & Toivonen 2013; Liao ym. 2020). Vaihtelua voi olla samalla reitillä riippuen vuorokauden ajasta ja muusta liikenteestä (Vitrano & Mellquist 2023). Lisäksi vuorojen kulkutiheys voi vaihdella viikonpäivästä tai kaudesta riippuen, joten joukkoliikenteen saavutettavuuden arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota ajalliseen vaihteluun, mikäli tarkkaa saavutettavuuden tilaa halutaan arvioida.

Tässä tutkielmassa joukkoliikenteen saavutettavuutta ja joukkoliikenteellä saavuttamista mitataan ja arvioidaan yhdistelemällä saavutettavuustutkimuksen eri tarkastelukulmia. Joukkoliikenteen infraperustaista saavutettavuutta mitataan joukkoliikennepysäkkien saavutettavuudella ja sijaintiperustaista saavutettavuutta tarkastellaan huomioimalla yksittäiset joukkoliikennematkat ja niiden kulkuun vaadittava vaiva huomioimalla myös matkan kulun ajallinen sijoittuminen.

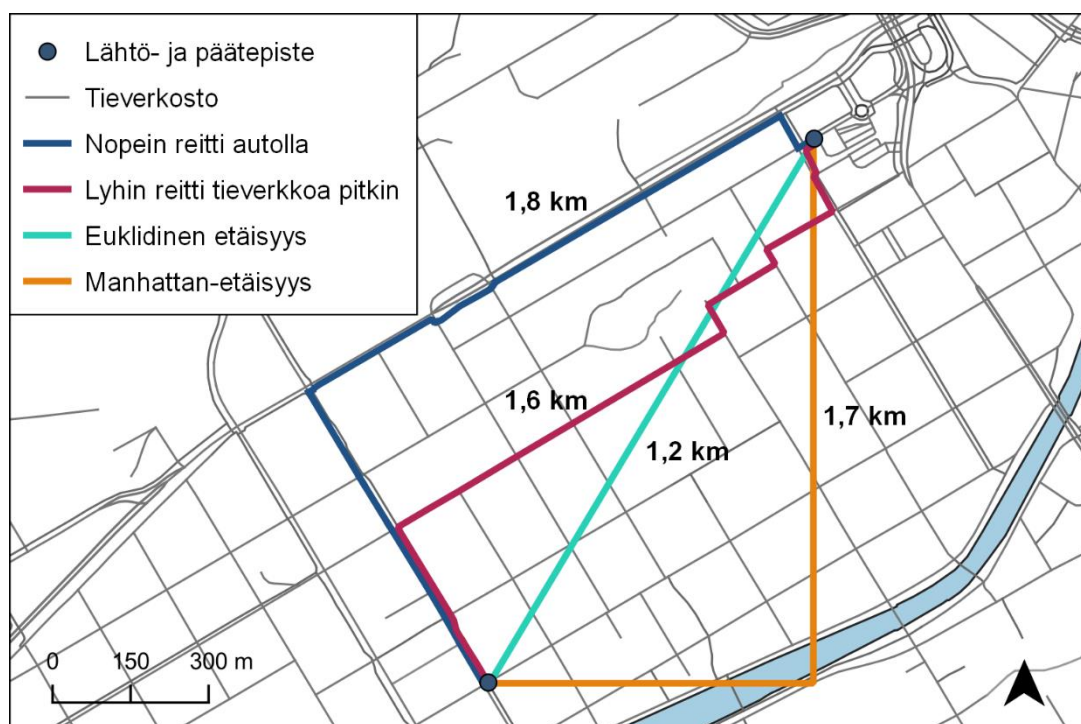
2.2 Paikkatietomenetelmät saavutettavuustutkimuksessa

Paikkatietomenetelmät ovat paikkatietotutkimuksessa hyödynnettäviä paikkatiedon, eli sijainti- ja ominaisuustietojen, käsittelyyn, analysointiin, hallintaan ja esittämiseen soveltuvia menetelmiä, joita toteutetaan usein paikkatietojärjestelmissä (*geographical information systems, GIS*) (Bearman 2021). Spatiaalisessa saavutettavuustutkimuksessa paikkatietomenetelmät ovat tärkeässä roolissa, sillä metodologiset valinnat paikkatiedon analysoinnissa voivat vaikuttaa merkittävästi analyysin lopputulokseen ja sen luotettavuuteen (Bunel & Tovar 2013). Menetelmän valinta riippuu saavutettavuustutkimuksen tavoitteista, tarkasteltavien kohteiden ominaisuuksista sekä tutkitun alueen tai sijaintien luonteesta.

Saavutettavuustutkimuksessa etäisyyden mittaaminen on tärkeässä roolissa (Kuva 1).

Yksinkertaisin tapa mitata kahden pisteen välinen etäisyys on käyttää Euklidista etäisyyttä eli suoraa linnuntie-etäisyyttä (Apparicion ym. 2008). Suora etäisyys ei kuitenkaan huomioi kahden pisteen välissä mahdollisesti olevia esteitä, kuten rakennuksia tai maastonmuotoja. Toinen helposti pelkkien koordinaattipisteiden avulla laskettava etäisyys on Manhattan-etäisyys, jolla tarkoitetaan etäisyyttä suorakulmaisen kolmion sivuja pitkin tilanteessa, jossa mitattavien pisteiden suora etäisyys on kolmion hypotenuusa. Tällöin etäisyys ei ole suoran

etäisyyden tapaan lyhin mahdollinen. Euklidisen etäisyyden ja Manhattan-etäisyyden on todettu vastaavan parhaiten todellisuutta tiheillä kaupunkialueilla, mutta harvaan asutummilla alueilla ero todelliseen kuljettuun etäisyyteen on usein suurempi (Apparicio ym. 2003). Vaikka nämä tavat mitata etäisyyttä eivät tuota todenmukaisimpia tuloksia kuljetusta etäisyydestä, ovat ne kuitenkin suuntaa antavia ja laskennallisesti tehokkaita tilanteissa, joissa etäisyyksiä pitää laskea suurelle aineistolle.



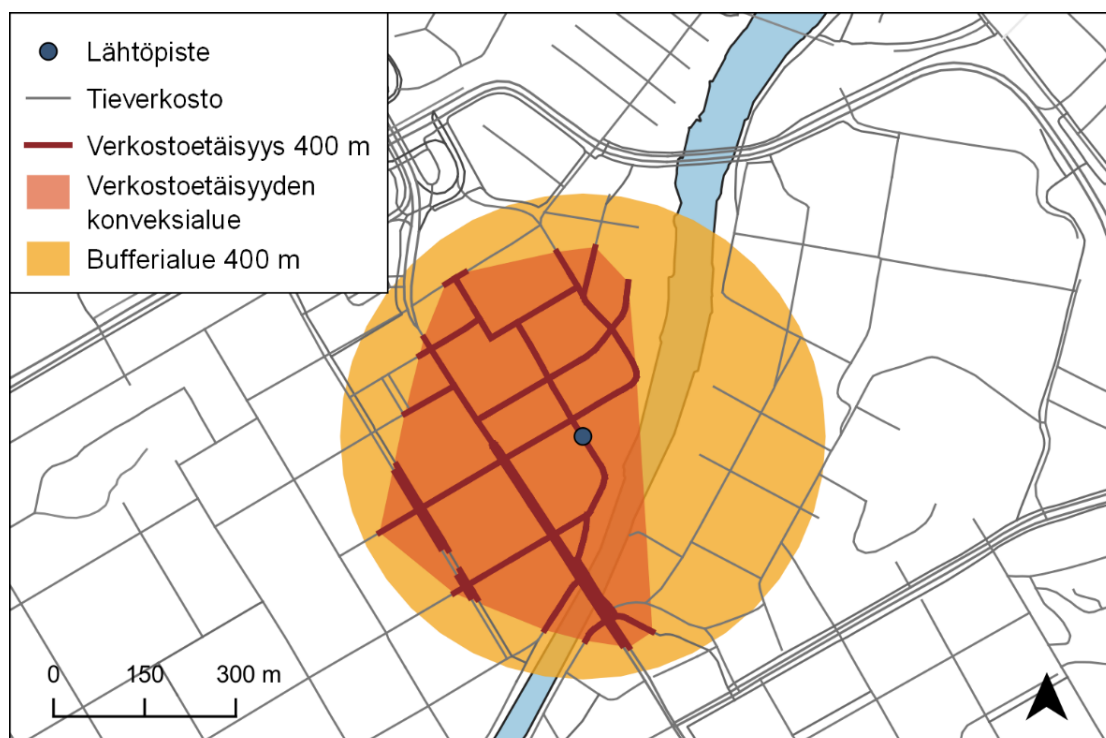
Kuva 1. Eri etäisyyden mittaamistapoja havainnollistettuna.

Tieverkon aineistona Digiroad, lisenssi CC 4.0 BY (Digiroad 2024). Vesistön aineistona Ranta10 Joet, lisenssi CC 4.0 BY (Ranta10 2024).

Etäisyyttä voidaan mitata myös verkostoja, kuten tieverkostoa, pitkin, jolloin etäisyyden laskeminen on monimutkaisempaa, mutta tulos usein lähimpänä todellisuutta (Apparicio ym. 2008). Tieverkostoa pitkin laskettu lyhin mahdollinen reitti sopii usein parhaiten tilanteeseen, jossa reittiä kuljetaan jalan, mutta myös tällöin on hyvä huomioida maaston muodot, jotka saattavat vaikeuttaa kulkemista (Brittell ym. 2017). Esimerkiksi autolla kuljettuna lyhin mahdollinen reitti ei kuitenkaan usein ole nopein ja tällöin nopein reitti kannattaa laskea arvioimalla kuljettu nopeus eri reittejä pitkin esimerkiksi tieverkon nopeusrajoitusten avulla (Apparicio ym. 2008). Näin etäisyyden rinnalle otetaan muita tietoja, joiden avulla tieverkon osia painotetaan. Kyseessä on niin sanottu painotettu etäisyys (*cost-weighted distance*), jossa aika määrittää lopputulosta (Miller 2018). Aikamääreen tilalla voitaisiin käyttää myös esimerkiksi matkasta eri reiteillä koituvia kustannuksia tai vaikkapa hiilidioksidipäästöjä.

Saavutettavuustutkimuksessa matkaan kuluva aika on yleinen saavutettavuuden mittari. Siinä missä etäisyys paikasta toiseen pysyy lähtökohtaisesti ajasta riippumatta samana, vaihtelee kulkemiseen käytettävä aika viikonpäivien ja vuorokaudenaikojen välillä. Kun saavutettavuutta mitataan matka-ajalla, myös saavutettavuus vaihtelee ajassa.

Etäisyyden eri mittaustapoja hyödyntäen kohteille voidaan luoda saavutettavuusalueita (Kuva 2). Saavutettavuusalue määrittelee maantieteellisen alueen, jonka alueella jokin palvelu, paikka tai ihmisryhmät ovat saavutettavia (Zhu ym. 2018). Saavutettavuusalueiden avulla voidaan tunnistaa myös saavutettavuusalueiden ulkopuolelle jäävät alueet, joissa saavutettavuus ei ole toivotulla tasolla. Saavutettavuusalue voidaan määrittää perustumaan esimerkiksi matka-aikaan tai etäisyyteen riippuen saavutettavasta kohteesta tai kohteista. Kraft (2016) selvitti joukkoliikennepysäkkejä koskevassa tutkimuksessaan, että Euklidisella etäisyydellä luodut saavutettavuusalueet (bufferialueet) loivat liian optimistisen kuvan saavutettavuudesta verrattuna verkostoa pitkin tehtyihin saavutettavuusalueisiin. Etäisyyden mittaamisen menetelmällä on siis väliä myös saavutettavuusalueita muodostettaessa.



Kuva 2. Havainnollistus Euklidisella etäisyydellä lasketusta 400 metrin bufferi-saavutettavuusalueesta ja verkstoanalyyysillä tieverkostoa pitkin lasketusta 400 metrin saavutettavuusalueesta.

Tieverkon aineistona Digiroad, lisenssi CC 4.0 BY (Digiroad 2024). Vesistön aineistona Ranta10 Joet, lisenssi CC 4.0 BY (Ranta10 2024).

Alueellisissa tutkimuksissa hyödynnetään usein erilaisia alueyksiköitä, kuten kuntia, kaupunginosia, postinumeroalueita tai tilastoruutuja kuvastamaan alueen tietoja. Tällöin tieto on aggregoitu tarkemmalta tasolta suuremmille alueille. Saavutettavuustutkimuksessa tiedon aggregoinnin tasolla on paljonkin merkitystä (Apparicio ym. 2008). Mitä suurempia alueet ovat, sitä epätarkempia esimerkiksi väestön sijoittumista kuvaavat tiedot ovat, koska väestö voi asua alueella hajallaan.

Väestön asumista saavutettavuusalueella voidaan tutkia päällekkäisyysanalyysien keinoin (*overlay analysis*). Päällekkäisyysanalyysissä voidaan analysoida kahta tai useampaa spatiaalista tasoa ja niiden geometria- sekä ominaisuustietoja suhteessa toisiinsa (Bearman 2021: 58). Päällekkäisyysanalyysin lopputuloksena syntyy lähtöaineistoja yhdistelevä tulos. Jos koko väestön asumista kuvaava alue sijaitsee vain osittain saavutettavuusalueella, on tietojen vertaamisessa tehtävä valintoja. Alueyksikkö voidaan laskea saavutettavuusalueelle kuuluvaksi esimerkiksi, jos alueen keskipiste sijaitsee saavutettavuusalueella tai jos alueet ylittäään leikkaavat toisensa. Tarkemmissa vertailuissa voidaan laskea kuinka monta prosenttia saavutettavuusalue kattaa alueyksikön pinta-alasta ja tämän perusteella laskea arvio siitä montako alueella asuvaa ihmistä todennäköisesti asuu saavutettavuusalueella. Vielä tarkemmalle tasolle päästään arvioimalla väestön asuinpaikkojen esimerkiksi rakennusten sijaintien ja kerroskokojen perusteella, jolloin vertailuun tuodaan useampia spatiaalisia tasoja (Biba ym. 2010; Bergroth 2019).

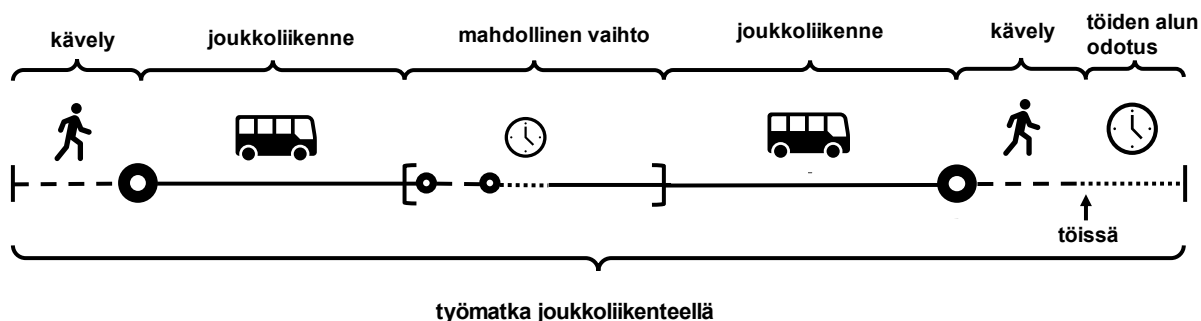
2.3 Joukkoliikenteen käytettävyys ja saavutettavuus

2.3.1 Joukkoliikennematkan määrittely

Joukkoliikennematka voidaan määrittellä usealla eri tavalla riippuen siitä, ollaanko kiinnostuneita joistakin tietyistä matkan osista vai matkasta ovelta ovelle. Benenson ym. (2011) ja Yang ym. (2019) ovat määritelleet joukkoliikennematkan koostuvan lähtöpaikasta joukkoliikenteen pysäkillä siirtymisestä, odotusajasta, liikennevälineellä matkustamisesta, mahdollisesta liikennevälineen vaihdosta siirtymiseen ja odotusaikoihin sekä määräpysäkillä määränpäähen siirtymisestä. Tarkimmissa analyysissä on huomioitu myös siirtymien kulkumuoto. Esimerkiksi Berggren ym. (2022) sekä Salonen ja Toivonen (2013) huomioivat joukkoliikennematkoja tutkiessaan siirtymien kulkumuotona kävelyn, pyöräilyn ja auton.

Tässä tutkielmassa joukkoliikennematalla tarkoitetaan koko matkaa lähtöpaikasta (kotoa) määränpäähen (työpaikalle) ottaen huomioon myös ajan, joka pitää odottaa työpaikalle

saapumisen ja töiden alkamisen välillä (Kuva 3). Näin joukkoliikennematka saadaan kiinnitettyä tiettyyn aikatauluun, jonka puitteissa matkaa tehdään. Siirtymätavoista huomioidaan kävely, sillä se on yleisin tapa siirtyä joukkoliikennepysäkille (Tolley 2016). Matkaan kuuluvat myös kaikki liikkumistavan vaihdot odotuksineen ja siirtymineen. Tutkielmassa käytettävä matkojen reitityspalvelu käyttää joukkoliikenteen suunniteltuja aikatauluja, joten mahdollisia muutoksia tai myöhästymisiä ei huomioida. Samasta syystä ensimmäiselle pysäkille saapuminen on ajoitettu niin, että odotusaikaa ei muodostu, koska lähtöaika voidaan määrittää niin, että pysäkille saavutaan joukkoliikennevälineen saapuessa. Todellisuudessa joukkoliikennettä odotetaan saapuvaksi keskimäärin noin 3–4 minuutin ajan (Zhuk ym. 2023).



Kuva 3. Joukkoliikenteellä kuljettavan työmatkan rakenne (Salonen & Toivonen 2013 mukailen).

2.3.2 Joukkoliikenteen käytettävyys

Joukkoliikenne on yksilölle käytettävää, kun tämä kokee joukkoliikenteen mahdolliseksi kulkutavaksi matkoille, joita tämä kulkee. Joukkoliikenteen käytettävyys on yksilökohtaista ja joukkoliikenteen valintaan kulkutavaksi vaikuttavat itse matkanteon ominaisuudet, mutta myös yksilön ominaisuudet ja tottumukset kulkea.

Krygsmanin ym. (2004) mukaan joukkoliikenteen kuljetusketjujen merkittävimmät heikkoudet liittyvät lähtö- ja päätepysäkkien saavutettavuuteen, joita parantamalla joukkoliikenteen käyttöä voitaisiin lisätä. Esimerkiksi Norjassa lyhyen matkan pysäkille on todettu lisäävän joukkoliikenteen käyttöä työmatkoilla (Tennøy ym. 2022). Keskimäärin ihmiset ovat valmiita kävelemään joukkoliikennepysäkille 5 minuutin matkan, joka vastaa noin 400 metrin kuljettua etäisyyttä pysäkille (Kraft 2016; Ivan ym. 2019; Rjisman ym. 2019; Tennøy ym. 2022). Kävelymatka, joka ollaan valmiita kulkemaan, kuitenkin vaihtelee ja esimerkiksi junalle ollaan valmiimpia kävelemään kauempaa kuin linja-autolle (Sarker ym. 2018; Van Soeste 2020). Maaseudulla ja tiiviimpien kaupunkialueiden ulkopuolella ollaan

valmiimpia kävelemään hieman pidempiä matkoja joukkoliikennepysäkeille (Sarker ym. 2018; Van Soeste 2020), mutta toisaalta Tennøy ym. (2020) työmatkoja koskevassa tutkimuksessa havaittiin, että pidempiä matkoja pysäkeille kuljettaisiin nimenomaan isommissa kaupungeissa. Myös lähtö- ja päätepysäkkien siirtymissä on eroja, sillä päätepysäkin jälkeen ollaan valmiimpia kulkemaan pitempään kuin lähtöpysäkille (Ivan ym. 2019).

Joukkoliikennepysäkeille kuljettavan etäisyyden lisäksi joukkoliikenteen hyödyntämiseen vaikuttaa myös pysäkkien palvelutiheys eli se, kuinka monta joukkoliikenteen lähtöä pysäkiltä lähtee (Alshalalfah & Shalaby 2007; El-Geneidy ym. 2014; Ivan ym. 2019; Soeste ym. 2020; Tennøy ym. 2022). Tiheä palveluväli tuo joustavuutta aikatauluun ja mahdollistaa paikkojen saavuttamisen eri aikoina. Saavutettavuus joukkoliikenteellä voi vaihdella päivien ja vuorokauden aikojen välillä (Tenkanen ym. 2016), ja omien aikataulujen kanssa sopivien joukkoliikenteen vuorojen puute on yksi syy olla käyttämättä joukkoliikennettä.

Ihmiset eivät aina käytä lähintä pysäkkiä joukkoliikennematkoillaan, vaan valintaan vaikuttavat lähtöjen määrän lisäksi myös joukkoliikennematkaan ja pysäkkiin liittyvät tekijät, kuten joukkoliikennelinjojen ruuhkaisuus, nopeus, vaihtojen ja siirtymien määrä sekä potentiaaliset myöhästymiset (Ta ym. 2016; Ivan ym. 2019; Van Soeste ym. 2020). Matkantekoon liittyvät epävarmuudet nostavat kynnystä joukkoliikenteen käytölle (Göransson & Andersson 2023). Epävarmuutta lisäävät etenkin kulkuvälineen vaihdot, jotka myös usein pidentävät matkan pituutta (Duran-Hormazabal & Tirachini 2016). Vaihdot myös lisäävät kävelyyn ja odottamiseen kuluvaan aikaa ja ihmiset ovatkin valmiita lisäämään joukkoliikennevälineessä kuluvaan aikaa, mikäli tällä tavoin voivat välttää vaihdon (Shelat ym. 2021; Berggren ym. 2022). Toisaalta huomattavasti lyhyempi matka-aika saa kuitenkin valitsemaan vaihdollisen joukkoliikennematkan, ja jos vaihto tapahtuu suurella joukkoliikenteen solmukohtana toimivalla pysäkillä, on vaihdollisen matkan valinta todennäköisempää.

Joukkoliikenteen saavutettavuuteen ja matkan ominaisuuksiin liittyvien tekijöiden lisäksi myös yksilöjen ominaisuudet vaikuttavat joukkoliikenteen valintaan. Auton omistamisen on huomattu laskevan joukkoliikenteen käyttöä matkoilla, ja keskeistä olisikin se, miten autojen omistajat saataisiin siirtymään joukkoliikenteen käyttäjiksi (Swärdh 2009; Yang ym. 2017; Kang ym. 2019). Suurimpia syitä yksityisautoilun suosimiseen ovat sen helppous ja nopeus (Göransson & Andersson 2023). Mitä pidempiä kuljettavat matkat ovat, sen

todennäköisemmin joukkoliikenne kuitenkin valitaan muiden kulkumuotojen sijaan (Svärdh 2009). Joukkoliikennematkustamisessa arvostetaan esimerkiksi mahdollisuutta töiden tekemiseen, jolloin matkustamiseen kuluvan ajan saa käytettyä hyödyksi esimerkiksi pidemmän junamatkan aikana (Cornet ym. 2022). Joukkoliikenteen käyttämättömyyteen voi vaikuttaa myös se, että ihmiset eivät aina tiedä joukkoliikenneverkoston mahdollisuuksista (Berggren ym. 2022).

2.3.3 Joukkoliikenteen saavutettavuuden ja käytettävyyden mittaaminen

Joukkoliikennepysäkkien spatiaalista saavutettavuutta on mitattu etenkin laskemalla etäisyyttä pysäkeiltä tieverkostoa pitkin (Biba ym. 2010; Mavoa ym. 2012; Kraft 2016). Sekä Kraft (2016) että Biba ym. (2010) ovat vertailleet verkostoetäisyydellä laskettuja joukkoliikennepysäkkien kävelyetäisyyden saavutettavuusalueita Euklidisella etäisyydellä laskettuihin vastaaviin saavutettavuutta kuvaaviin bufferialueisiin. Molemmissa tutkimuksissa bufferialueiden todettiin liioittelevan pysäkkien saavutettavuusalueella asuvien ihmisten määrää. Tarkemmat verkostoa pitkin laskettavat menetelmät luovat saavutettavuudesta todenmukaisemman kuvan.

Tarkimmat tiedot saavutettavuudesta saadaan, kun huomioidaan pysäkkien saavutettavuuden lisäksi ajallinen ulottuvuus esimerkiksi joukkoliikenteen aikataulujen avulla. Mitä enemmän pysäkiltä lähtee joukkoliikenteen vuoroja, sitä parempi mahdollisuus kyseiseltä pysäkiltä on saavuttaa paikkoja eri aikoina (Mavoa ym 2012; Berggren ym. 2022). Pysäkkien palvelutiheyttä eli sitä kuinka monta vuoroa pysäkiltä lähtee sekä matka-aikaa kokonaisuudessaan arvioidaan usein GTFS-aineistojen ja erilaisten reitityssovellusten avulla. Matka-ajan mittaamisessa tarkimmat tulokset saadaan, kun huomioidaan matkan kesto eri ajankohtina ja mahdollisten vaihtojen ja odottelun vaikutus matka-aikaan (Owen & Levinson 2015). Esimerkiksi Salonen ja Toivonen (2013) käyttivät joukkoliikennematkojen reitittämiseen Journey Planner -reititysrajapintaa ja Tenkanen ym. (2016) MetropAccess-reititintä, jotka perustuvat joukkoliikenteen aikatauluihin ja huomioivat myös siirtymät. Muita joukkoliikenteen reitityssovelluksia ovat esimerkiksi Google Maps Directions API ja Open Trip Planner, jota käytetään myös tässä tutkielmassa. Matkojen reitittämisen avulla saadaan tietoa siitä mistä matka-aika koostuu, eli esimerkiksi siitä kauanko joukkoliikennevälineessä matkustetaan ja paljonko aikaa kuluu vaihtoihin ja siirtymiin.

Vaikka yksittäistä matkaa tarkasteltaessa joukkoliikennepysäkki olisi lähellä ja matka ei sisältäisi vaihtoja tai pitkiä siirtymiä, voisi matka siitä huolimatta olla sen kulkijalle

epäedullinen, jos kuljettu reitti kulkee hyvin kaukaa verrattuna lyhimpään mahdolliseen reittiin. Reitin spatiaalista optimaalisuutta on tutkittu etenkin kiertävyys indeksin (*circuitry index, myöh. CI*) avulla, joka mittaa sitä, kuinka paljon kuljettu reitti eroaa Euklidisesta eli suorasta linnuntie-etäisyydestä (Huang & Levinson 2015; Cao ym. 2017; Yang ym. 2020; Cubukcu 2021). Verrattaessa joukkoliikennematkojen ja autolla kuljettujen matkojen CI-arvoja, on todettu joukkoliikennematkojen kiertävän reitillisesti automatkoja kauempaa (Yang ym. 2020). CI-arvot kuitenkin vaihtelevat eri pituisilla matkoilla; mitä pidempää matkaa tarkastellaan, sen todennäköisemmin CI-arvo on pienempi ja vastaavasti lyhyillä matkoilla suurempi (Huang & Levinson 2015; Cao ym. 2017; Yang ym. 2020). Kuljetun reitin suorutta voidaan arvioida myös vertaamalla sitä Euklidisen etäisyyden sijaan lyhimpään mahdolliseen reittiin tieverkkoa pitkin (*Route Directness index, myöh. RDI*) (Papinski & Scott 2013; Ta ym. 2016). Tämä kuitenkin vaatii lyhimmän reitin laskemisen, mikä on Euklidisen etäisyyden laskemista monimutkaisempaa ja aikaa vievämpää, jos reittejä on paljon. Myös RDI-arvot ovat pienempiä pitkillä matkoilla.

Koska saavutettavuus joukkoliikenteellä koostuu monista eri tekijöistä, on sen arvioimiseksi kehitetty useita erilaisia indeksejä, jotka huomioivat eri saavutettavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Yleensä indekseillä mitataan saavutettavuutta tietyllä alueella yksittäisten matkojen sijaan. Sijaintiin liittyen indekseissä on huomioitu etenkin etäisyys pysäkeille lähtö- ja määränpäästä tieverkkoa pitkin, joukkoliikenteen kulkureitit sekä pysäkeistä tietyllä alueella olevan väestön, palvelujen ja työpaikkojen määrä (Saghapour ym. 2016; Curtis & Scheurer 2017; Yang ym. 2019). Tarkimmissa indekseissä on huomioitu myös maaston muodot pysäkeiltä kuljettaessa (Ford ym. 2015; Yang ym. 2019) ja joukkoliikennevälineiden kuljetuskapasiteetti sekä ajallinen ulottuvuus (Curtis & Scheurer 2017; Barta & Masopust 2020).

2.4 Työssäkäynti, työmatkaliikenne ja joukkoliikenne Suomessa

Vuonna 2023 15–74-vuotiaista Suomessa työllisiä oli Tilastokeskuksen työvoimatutkimuksen (2024) mukaan noin 2,6 miljoonaa. Työssäkäyntitilaston (2023) mukaan omassa asuinkunnassaan työskenteli vuonna 2022 64,3 % työllisistä ja muualle töihin pendelöi 35,7 %. Suurin osa työmatkoista suuntautuu siis oman asuinkunnan alueelle, vaikka pendelöinti onkin yleistynyt 2000-luvulla. Yhdensuuntaiseen työmatkaan kuluu Suomessa keskimäärin 23 minuuttia, mutta työmatka-ajoissa on hajontaa (Immonen 2020). Esimerkiksi alle 10 minuutin työmatkoja on 16 %:lla työssäkävivistä, kun taas 42 % kulkee töihin yli

puolen tunnin matkan. Eurooppalaisittain tarkasteltuna suomalaisten työmatkat ovat lähellä EU:n keskitasoa (Main place of work... 2020).

Jotta joukkoliikenne palvelisi työssäkäyntiä mahdollisimman hyvin, suunnittelussa on otettava huomioon työmatkaliikenteen ajoittuminen. Vuonna 2018 tehdyn työvoimatutkimuksen (Sutela ym. 2019) mukaan palkansaajien yleisin työaikamuoto oli päivätyö, jota teki 60 % palkansaajista. Erilaisia vuoro- ja iltatöitä teki noin 20 % palkansaajista ja 10 % kertoi saavansa päättää itse työajoistaan. Päivätyön yleisyydestä kertoo myös maanteiden ruuhkahuippujen sijoittuminen aamulla hieman ennen kahdeksaa ja iltapäivällä neljän aikoihin (LAM-vuosikirjat 2021). Lisäksi Tilastokeskuksen ajankäyttötutkimuksen (Ajankäyttö 2023) mukaan vuonna 2021 suurin osa palkansaajista saapuu töihin ennen yhdeksää. 65 % palkansaajista kertoi pystyvänsä vaikuttamaan töihin lähtö- ja tuloaikoihin vähintään puolituntia, mikä lisää joustavuutta työmatkantekoon (Sutela ym. 2019). Kuitenkin sekä työaikamuodoissa että niiden joustavuudessa on eroja sosioekonomisten luokkien välillä, ja eniten joustavuutta työajoissa on ylemmillä toimihenkilöillä ja iältään vanhemmilla työntekijöillä.

Koronaviruspandemian myötä etä- ja hybridityö on yleistynyt eikä kaikki työnteko enää tapahdu työpaikalla. Tilastokeskuksen työolotutkimuksen (Työolot 2024) mukaan vuonna 2023 35 % palkansaajista teki ainakin osittaista etätöitä. Samalla kuitenkin yli puolet ei työskennellyt lainkaan kotona. Suurin osa työskenteli siis edelleen vuonna 2023 pääasiassa työpaikallaan, vaikka etätöiden määrä on lisääntynyt verrattuna koronaviruspandemiaa edeltäneeseen aikaan.

Syksyllä 2022 tehdyn henkilöliikennetutkimuksen (Kallio ym. 2023a) mukaan suomalaisten kotimaassa tekemistä matkoista 30 % liittyi työhön tai koulutukseen ja eniten matkasuoritetta kertyi nimenomaan työmatkoista. Vuonna 2016 työmatkoista 12 % kuljettiin joukkoliikenteellä (Henkilöliikennetutkimus 2018) ja koronaviruspandemian vaikutuksesta osuus laski vuonna 2021 seitsemään prosenttiin (Kallio ym. 2023b).

Joukkoliikenteen osuus kuljetuista matkoista on suurempi kaupunkiseuduilla (Kallio ym. 2023a), mutta myös näillä alueilla joukkoliikenteen käytön tärkeimmiksi esteiksi on tunnistettu jo vuonna 2007 yhteyksien vähäisyys tai puuttuminen, pitkät odotusajat sekä aikataulujen sopimattomuus (Pastinen ym. 2007). Muita esteitä olivat esimerkiksi matkalippujen hinnat ja huonot yhteydet pysäkeille ja asemille. Huomioitavaa on se, että huonot yhteydet pysäkeille oli tutkimuksessa mainittu harvemmin joukkoliikenteen

käyttämättömyyden syyksi kuin yhteyksien vähäisyys tai aikataulujen sopimattomuus, mikä viittaa siihen, että joukkoliikennepysäkeille saapuminen olisi osalle mahdollista, mutta joukkoliikennettä on silti vaikea hyödyntää. Myös mahdollisuus oman auton käyttöön tunnistettiin yleiseksi syyksi olla käyttämättä joukkoliikennettä. Salosen ym. (2014) tutkimuksessa 41 % vastanneista näki auton ainoana kulkutapana päivittäisten matkojensa tekemiseen ja 43 % valitsi vaihtoehtoista kulkutavoista nopeimman, mikä vähentää joukkoliikenteen käyttöä sen ollessa lähes aina autoa hitaampi kulkutapa. Joukkoliikenteen käyttö oli yleisintä kaupunkiin suuntautuvilla matkoilla, mikä kertoo sujuvista yhteyksistä kaupunkien keskustoihin.

Suomessa joukkoliikenteen käytettävyyttä on tutkittu yleisesti etenkin saavutettavuuden näkökulmasta. Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien saavutettavuusselvityksessä (Rinta-Piirto & Weiste 2019) on tarkasteltu muun muassa joukkoliikenteen matka-aikaa Helsingin keskustaan, Helsinki-Vantaan lentoasemalle ja maakuntakeskuksiin. Suomen ympäristökeskuksen Urban Zone -analyysissä on arvioitu, että vuonna 2017 71 % suomalaisista asui jalankulku- tai joukkoliikenne vyöhykkeillä. Kotavaara ym. (2021) ovat puolestaan tutkineet terveydenhuoltopalveluiden saavutettavuutta, ja joukkoliikennepysäkkien saavutettavuutta autolla on arvioitu muun muassa Tilastokeskuksen kokeellisessa liikenneverkon peittävyys -tilastossa (Liikenneverkon peittävyys 2023).

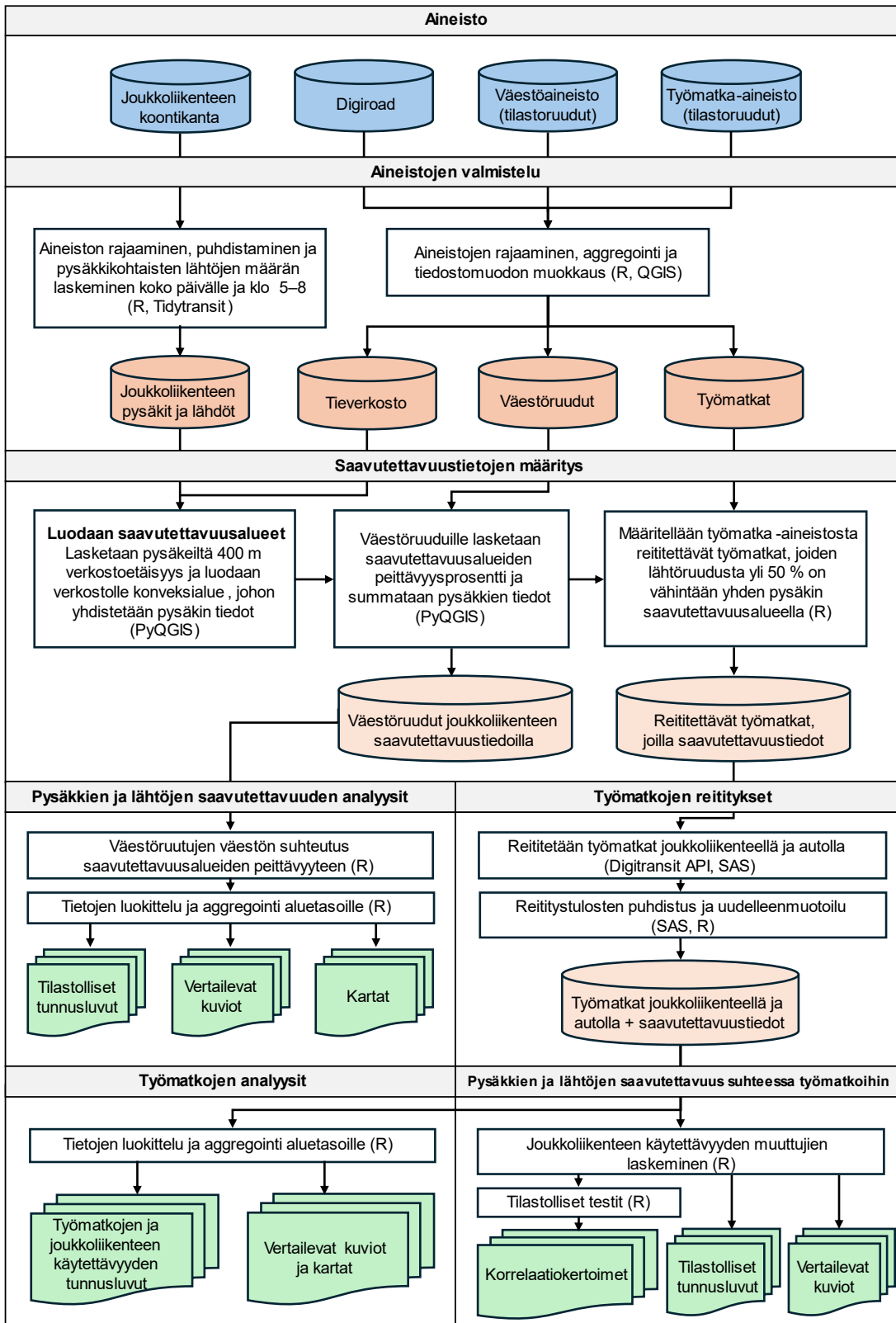
Traficomien selvityksessä (Rinta-Piirto & Weiste 2019) on lisäksi tarkasteltu joukkoliikenteellä tietyissä aikarajoissa saavutettavien asukkaiden ja työpaikkojen lukumäärää käyttäen matka-aikaa nousupysäkiltä poistumispaikalle. Selvityksessä todetaan, että työpaikkasaavutettavuus on joukkoliikenteellä merkittävästi heikompaa kuin autolla, eikä joukkoliikenteellä ehdi saavuttaa 20 minuutissa suurta määrää työpaikkoja kuin pääkaupunkiseudulla ja keskisuurten kaupunkien keskustoissa. Saman tarkastelun yhteydessä myös todetaan junien palvelevan parhaiten vain asemien lähetyvillä bussien tarjotessa kattavamman pysäkkiverkoston.

Joukkoliikenteellä kuljettuja matka-aikoja on usein verrattu vastaaviin matka-aikoihin henkilöautolla kuljettuna. Traficomien selvityksessä (Rinta-Piirto & Weiste 2019) joukkoliikenteen matka-aikasuhteen todettiin olevan henkilöautolla kuljettuihin matkoihin verrattuna heikompi, ja yleisesti valtakunnan tasolla saavutettavuus henkilöautolla on joukkoliikennettä parempaa. Selvityksessä on lisäksi tunnistettu, että joukkoliikenteen saavutettavuuden tarkastelu ei huomioi esimerkiksi joukkoliikenteen aikatauluja tai

vuorotarjonnan tiheyttä, jotka vaikuttavat merkittävästi koettuun palvelutasoon ja vaikuttavat päätöksiin hyödyntää joukkoliikennettä. Tulokset kuvastavatkin saavutettavuustason suurta kokonaiskuvaa.

3 Aineistot ja menetelmät

3.1 Tutkimuksen prosessikuvaus



Kuva 4. Tutkimuksen metodologinen prosessikuvaus.

3.2 Aineistot

3.2.1 Aineistojen yleiskatsaus

Tutkielmassa on käytetty Fintrafficin, Suomen ympäristökeskuksen (SYKE), Tilastokeskuksen sekä Väyläviraston aineistoja, joista on hankittu uusimmat tekoherkellä saatavilla olleet versiot (Taulukko 1). Aineistoja käsitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Taulukko 1. Tutkielman keskeisimmät aineistot ja niiden käyttötarkoitukset.

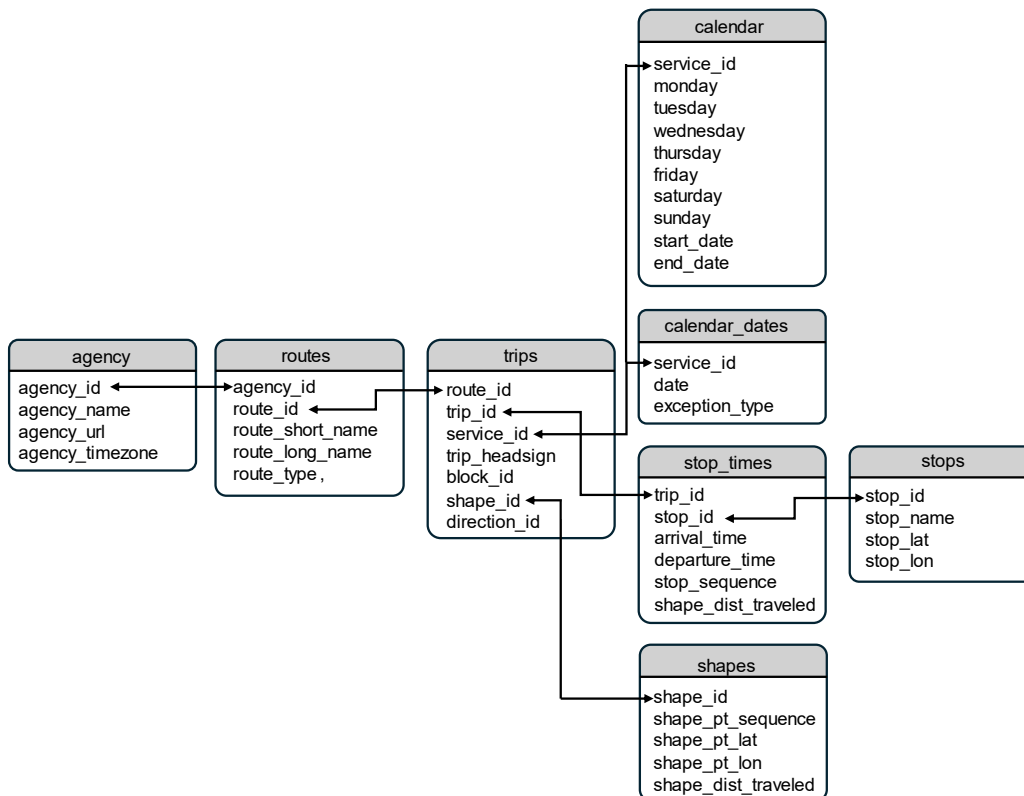
Aineisto	Kuvaus	Käyttötarkoitus	Lähde	Avoin data
Joukkoliikenteen koontikanta	Joukkoliikennepalveluiden valtakunnallinen GTFS-standardissa oleva kokonaistilanne. Päivitetään päivittäin.	Joukkoliikenteen pysäkit ja lähtöjen määrä	Fintraffic, ladattu 7.4.2024, CC 4.0 BY	Kyllä
YKR-työmatkat	250 x 250 m ruututiedot työllisten asuin- ja työpaikoista Suomessa. Päivitetään vuosittain. (csv)	Työmatkojen lähtö- ja päätepisteiden määritys	SYKE ja Tilastokeskus, 2021	Ei
YKR-väestö pääasiallisen toiminnan mukaan	250 x 250 m ruututiedot väestömääristä pääasiallisen toiminnan mukaan Suomessa. Päivitetään vuosittain. (csv)	Joukkoliikenteen saavutettavuuden arviointi suhteessa väestön sijoittumiseen	SYKE ja Tilastokeskus, 2021	Ei
Digiroad	Kansallinen tie- ja katuverkon järjestelmä. Jatkovasti päivittyvä. (GeoPackage)	Tieverkoston määrittäminen pysäkkien saavutettavuuden laskennassa	Väylävirasto, ladattu 7.2.2024, CC 4.0 BY	Kyllä
Työmatkat joukkoliikenteellä	Digitransitin rajapinnan avulla haetut tiedot työmatkoista. Jatkovasti päivittyvä. (json)	Työmatkojen matka- ja odotusaikojen sekä etäisyyksien määritys joukkoliikenteellä ja autolla	Fintraffic, Digitransit, Tilastokeskuksen rajapinta, käytetty 16.4.2024	Kyllä/Ei

3.2.2 Joukkoliikenteen koontikanta

Fintrafficin joukkoliikenteen koontikannasta koostettua GTFS-aineistoa käytetään joukkoliikennepysäkkien ja pysäkkikohtaisten joukkoliikenteen lähtömäärien aineistona. Joukkoliikenteen koontikanta koostetaan noin 40:stä tietorajapinnasta ja se kertoo joukkoliikennepalvelujen valtakunnallisen kokonaistilanteen (Koontikanta s.a.). Koontikannasta tuotettu GTFS-aineisto on avoin aineisto ja se päivittyy kerran vuorokaudessa. Aineisto sisältää julkisen sektorin toimijoiden hankkiman paikallisliikenteen, ELY-keskusten seudulliset yhteydet, merkittävien markkinaehtoisten toimijoiden seutu- ja kaukoliikenneverkoston sekä junaliikenteen, lauttaliikenteen ja kotimaan lentoliikenteen tietoja. Koontikanta sisältää myös muita aineistolatauspalveluita erityisesti ELY-keskusten sopimusliikenteeseen liittyen.

Joukkoliikenteen koontikantaa lähdettiin kehittämään vuonna 2009 voimaan astuneiden EU:n palvelusopimusasetuksen ja kansallisen joukkoliikennelain (869/2009) velvoittamana, jotta joukkoliikenteen kilpailutusten pohjaksi olisi saatavilla riittävästi tietoa joukkoliikenteestä (Kymäläinen 2013). Joukkoliikenteen tietojärjestelmäkehityksen tavoitteena oli joukkoliikennetiedon kokoamisen lisäksi myös muun muassa mahdollistaa palveluanalyysojen teko ja joukkoliikenteen suunnittelu tarkemmalla tasolla valtakunnallisesti (Kymäläinen 2013; Leskinen ym. 2016; Pihlajamaa ym. 2020).

Joukkoliikenteen koontikannan aineisto noudattaa General Transit Feed Specification (GTFS) -standardia, joka on laajasti käytetty avoin standardi joukkoliikennetiedon jakamiseen (GTFS: Making public... s.a.). GTFS koostuu GTFS Schedule -aineistosta, joka pitää sisällään tiedot muun muassa reiteistä, aikatauluista, pysäkkien sijainneista, liikennemuodosta ja liikennöijistä, ja GTFS Realtime -aineistosta, joka sisältää reaaliaikaisia tietoja esimerkiksi kulkuvälineiden sijainnista ja muutoksista aikatauluihin. Tutkielmassa hyödynnetty GTFS Schedule -muotoinen aineisto on ZIP-tiedosto, joka koostuu tekstimuotoisista CSV-aineistoista, jotka muodostavat eräänlaisen relaatiotietokannan (GTFS Schedule Reference 2023). Tutkielmassa käytettävät aineiston osat ovat: agency, calendar, calendar_dates, routes, shapes, stop_times, stops ja trips, jotka linkittyvät toisiinsa ID-sarakkeiden avulla (Kuva 5).



Kuva 5. GTFS-tiedoston rakenne (Pereira ym. 2022 mukailen).

3.2.3 YKR-aineistot

Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmän (YKR) aineistoista tutkielmassa käytetään työmatkat-aineistoa ja väestö pääasiallisen toiminnan mukaan -aineistoa, jotka ovat 250 x 250 metrin ruututietoaineistoja (Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä 2023). Aineiston tuottajia ovat Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Tilastokeskus, ja aineistoja tuotetaan valtakunnallisten yhdyskuntarakenteen analyysien toteuttamiseen ja muutosten seurantaan. Sekä työmatka-aineisto että väestö pääasiallisen toiminnan mukaan -aineisto ovat vuodelta 2021, sillä nämä olivat tutkielman aineistonhankintahetkellä aikasarjan uusimmat aineistot.

Työmatka-aineisto kuvaa Suomessa asuvien työllisten työmatkoja asuinpaikan ja työpaikan sijainnin mukaan 250 x 250 metrin tarkkuudella (Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä 2023). Aineistoa käytetään tutkielmassa työmatkojen lähtö- ja päätepisteiden lähteenä.

Aineistossa työllisiksi määritellään myös osa-aikaista työtä tekevät henkilöt, ja työpaikka voi sijaita samassa paikassa kuin työllisen asuinpaikka. Aineisto on koostettu muun muassa Eläketurvakeskuksen, Valtiokonttorin ja Kuntien eläkevakuutuksen työsuhteaineistoista, verotietokannasta ja työssäkäyntitilastosta.

Työmatka-aineiston suurin epävarmuus liittyy työnteon monimuotoisuuteen, koska aineistossa ei ole eroteltu esimerkiksi pääasiallisesti etätöitä tai liikkuvaa työtä tekeviä työllisiä vaan kaikki henkilöt on pyritty sijoittamaan johonkin työpaikkansa toimipaikkaan (Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä 2023). Aineiston dokumentaatiossa on myös huomautettu, että työmatkatietoja voivat vääristää puuttuvat työpaikan toimipaikan tiedot, jonka seurauksena monitoimipaikkaisissa yrityksissä työskentelevien työpaikan sijainti on jouduttu sijoittamaan joko työllisen asuinkunnan toimipaikkaan tai yrityksen päätoimipaikkaan tarkempien tietojen puuttuessa.

Väestö pääasiallisen toiminnan mukaan -aineisto kuvaa Suomessa vakinaisesti asuvaa väestöä jaoteltuna pääasiallisen toiminnan perusteella työvoimaan kuuluviin ja työvoiman ulkopuolella oleviin ja näiden alaluokkiin, kuten työllisiin ja työttömiin (Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä 2023). Tutkielmassa aineistoa käytetään pohjatietona väestön sijoittumisesta ja sen avulla voidaan arvioida koko väestön mahdollisuuksia saavuttaa joukkoliikenteen pysäkkejä. Aineisto perustuu useista rekistereistä, kuten väestötietojärjestelmästä, saataviin tietoihin ja se kuvaa väestöä vuoden viimeisenä päivänä (31.12.2021) 250 x 250 metrin ruututietona.

3.2.4 Digiroad

Tieverkon aineistona tutkielmassa käytetään Väyläviraston Digiroad-tietojärjestelmästä saatavaa aineistoa, joka kuvaa koko Suomen tie- ja katuverkkoa (Tietoa Digiroadista 2023). Digiroadia ylläpitävät Väyläviraston kanssa yhteistyössä kunnat, yksityistiekunnat ja ELY-keskukset. Edellä mainittujen lisäksi tietojen lähteitä ovat myös Maanmittauslaitos ja muutamat muut viranomaiset (Digiroad tietolajien kuvaus 2022). Aineisto kuvaa hyvin koko Suomen tieverkostoa, sillä se kattaa maanteiden lisäksi myös kävelyn ja pyöräilyn väylät sekä yksityistiet. Aineistoa voidaan myös pitää suhteellisen tarkkana valtakunnallisella tasolla, sillä tiegeometrian sijaintitarkkuus on 3 metriä. Tietojen laadussa voi kuitenkin olla alueellisia eroja eri ylläpitäjistä johtuen.

Digiroadin tieverkkoaineisto on ladattavissa koko Suomen alueelta GeoPackage-muodossa ETRS-TM35FIN-projektiossa (Digiroad tietolajien kuvaus 2022). Aineisto pitää sisällään myös tieverkon ominaisuustietoja, joiden avulla tiestöstä voidaan rajata pois esimerkiksi lossireitit ja vain moottoriliikennöidyt tiet. Aineistosta puuttuvat kuitenkin kokonaan epäviralliset polut ja oikoreitit, joita etenkin jalankulkijat hyödyntävät.

3.3 Aineistojen valmistelu

Varsinaisten analyysien tekemiseksi tutkielman lähtöaineistoja rajattiin ja niitä jalostettiin analyysivalmiiseen muotoon. Aineistoista esimerkiksi poistettiin tarpeettomia muuttujia ja rivejä. Kaikista työmatka-aineiston työmatkoista ei löydy tarvittavia tietoja työmatkojen lähtö- ja päätepisteistä, joten tällaiset työmatkat rajattiin analyysien ulkopuolelle. Aineistojen valmistelu toteutettiin R:llä. Lisäksi väestöaineistolle luotiin QGIS-ohjelmiston *Buffer*-työkalulla tilastoruutujen keskipisteitä hyödyntäen 250 x 250 metrin ruudukko ja aineisto tallennettiin Shapefile-muotoon.

Joukkoliikenteen koontikannan GTFS-aineistosta muodostetaan tutkielman joukkoliikennepysäkkiaineisto, joka sisältää tiedot pysäkkien sijainneista sekä siitä, kuinka monta joukkoliikenteen lähtöä pysäkeiltä lähtee koko päivän aikana ja klo 5–8 välisenä aikana. GTFS-aineisto ladattiin 7.4.2024 ja aineistosta hyödynnetään tiistain 16.4.2024 joukkoliikenteen suunniteltuja aikataulutietoja. Pysäkkikohtaisten tietojen laskemiseksi GTFS-aineistosta hyödynnettiin Tidytransit (1.6.1) R-pakettia, joka on tarkoitettu GTFS-aineistojen purkamiseen ja analysointiin R:llä (Tidytransit 2023). Aineisto rajattiin koskemaan tiistaita 16.4.2024 *filter_feed_by_date*-funktiolla. Aineistosta poistettiin lisäksi lentokoneella, losseilla ja kutsubusseilla kuljettavat reitit (aineistossa koodeilla 1104, 4 ja 75) sillä lentoreitit eivät ole yleisiä toistuvilla työmatkoilla, kutsubussien reitit ja aikataulu saattavat vaihdella ja lossipysäkkien runsaat lähtömäärät saattaisivat vääristää tuloksia suhteessa siihen, että suuri osa lossimatkoista on lyhyitä vesistön ylityksiä.

Päivämäärän ja kulkumuotojen perusteella rajatusta GTFS-aineistosta laskettiin *get_stop_frequency*-funktiolla reittikohtaiset joukkoliikenteen lähtöjen määrät pysäkeillä koko päivän aikana ja klo 5.00–8.00 aikavälillä. Reittikohtaisista tiedoista summattiin lähtöjen määrät yksittäisille pysäkeille, jonka jälkeen saatiin tieto kaikista pysäkeistä, joilla kyseisenä ajankohtana on joukkoliikennettä.

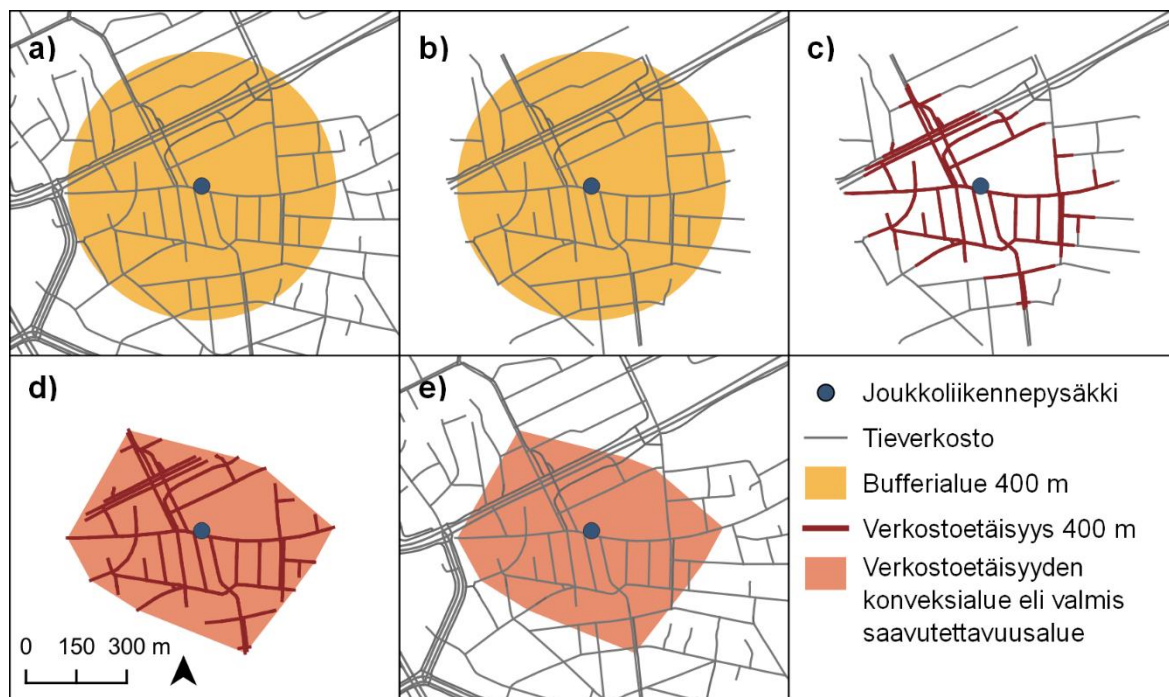
Tutkielman tieverkkoa kuvaavasta Digiroad-aineistosta poistettiin aineistojen valmisteluvaiheessa tiet, joilla jalankulku on kiellettyä. Tällaisia teitä ovat moottoritien osa (linkkityyp=1), moottoriliikennetien osa (4) sekä huoltoaukko moottoritieissä (13). Lisäksi poistettiin lautta- ja lossireitit (21), koska niiden käyttöön vaikuttavat aikataulut, eivätkä reitit ole kuljettavissa minä tahansa ajankohtana muun tieverkon tapaan.

3.4 Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuusanalyysit

3.4.1 Saavutettavuusalueet

Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuusalueiden luomisessa ja saavutettavuusalueiden vertaamisessa väestöruutuihin käytettiin erilaisia verkostoon ja päällekkäisyyteen liittyviä paikkatietomenetelmiä. Paikkatietomenetelmät toteutettiin Pythonilla QGIS (v 3.22.12) -ohjelmistossa. Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuusalueet luotiin verkostanalyysillä mittaamalla joukkoliikennepysäkiltä etäisyyttä tieverkkoa pitkin ennalta asetettuun rajoitteeseen, eli tutkielman tapauksessa 400 metriin asti. Useissa eri tutkimuksissa 400 metrin, eli noin viiden minuutin kävelyn, on havaittu olevan keskimääräinen etäisyys, jonka ihmiset ovat valmiita kävelemään joukkoliikennepysäkille (Kraft 2016; Ivan ym. 2019; Rjisman ym. 2019; Tennøy ym. 2022). Koska GTFS-aineistosta muodostettuja joukkoliikenteen pysäkkejä on Suomessa noin 80 000, piti saavutettavuusalueiden muodostamisessa kiinnittää huomiota siihen, että laskenta on toistettavaa ja suoritettavissa suurelle aineistolle. Esimerkiksi Digiroad-tieverkosto rajattiin verkostanalyysija varten valmiiksi 400 metrin Euklidiselle etäisyydelle joukkoliikenteen pysäkeistä.

Tieverkkoa pitkin laskettavat saavutettavuusalueet laskettiin joukkoliikennepysäkeille pysäkki kerrallaan ohjelmakoodin sisällä. Ensin luotiin pysäkille 400 metrin bufferi-alue *Buffer*-työkalulla, jonka avulla tieverkkoaineistosta rajattiin käsittelyyn *Extract by location* -työkalulla tieverkon osat, jotka leikkaavat bufferi-alueen kanssa (Kuva 6). Tämän jälkeen rajattua tieverkkoa pitkin laskettiin joukkoliikennepysäkin koordinaattipisteestä 400 metrin etäisyys *Service area from point* -työkalulla, joka rajaa tieverkosta 400 metrin ylittävät osiot pois. Lopuksi rajatun tieverkon perusteella pysäkille tehtiin *Convex hull* -työkalulla konveksianalyysi eli saavutettavuusalue niin, että alue muodostuu tieverkon päätepisteistä. Lopputuloksena kullekin ohjelmakoodiin syötetylle pysäkille on muodostettu saavutettavuusalue, jolle on myös yhdistetty pysäkkien attribuuttitiedot eli esimerkiksi joukkoliikenteen lähtöjen määrät. Ohjelmaan syötettiin kerrallaan 20 000 pysäkin tiedot, ja eri ajokertojen lopputulokset yhdistettiin lopuksi samaan vektoritasoon *Merge vector layers* -työkalulla. Saavutettavuusalueiden muodostamiseen 80 000 pysäkille kului yhteensä noin 5–6 tuntia.



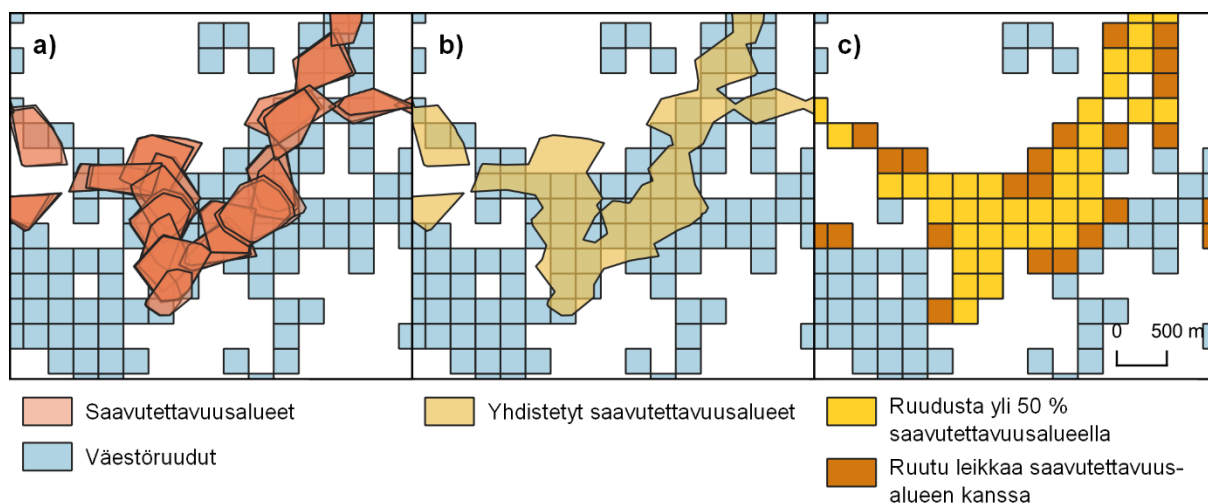
Kuva 6. Saavutettavuusalueiden muodostaminen vaiheittain.

a) Muodostetaan pysäkille 400 metrin bufferialue. b) Rajataan tieverkkoa bufferialueella. c) Lasketaan 400 metrin verkostoetäisyys rajattua tieverkostoa pitkin. d) Muodostetaan verkostoetäisyydelle konveksialue. e) Valmis saavutettavuusalue.

3.4.2 Tietojen yhdistäminen tilastoruutuihin

Jotta saavutettavuusalueita voitiin verrata väestön sijoittumiseen ja työmatkoihin, 250 x 250 metrin tilastoruuduille määritettiin, kuuluvatko ne saavutettavuusalueelle. Tilastoruutuja käytetään sekä työmatka-aineiston että väestöaineiston pohjana. Saavutettavuusalueelle kuulumisen perusteena käytettiin sitä, että tilastoruudun pinta-alasta yli 50 % sijaitsee saavutettavuusalueella. Muina vertailtuina menetelminä olivat ruudun keskipisteen sijaitseminen saavutettavuusalueella ja saavutettavuusalueiden leikkaaminen ruudun kanssa. Saavutettavuusalueen pinta-alan laskeminen ruuduittain on huomattavasti työläämpää kuin muut vaihtoehdot, mutta sen avulla voitiin välttää tilanteet, joissa vain hyvin pienen saavutettavuusalueen osan leikkaaminen ruudun kanssa johtaa koko ruudun luokitteluun saavutettavuusalueelle kuuluvaksi. Keskipisteiden tapauksessa riskinä on lisäksi myös se, että juuri keskipisteen kohdalla ei olisikaan saavutettavuusaluetta, vaikka suuri osa ruudusta todellisuudessa sijaitsisikin saavutettavuusalueella. Ruutujen luokittelu saavutettavuusalueelle kuuluviksi on keskeistä, koska sen perusteella rajataan mitkä työmatkat myöhemmässä vaiheessa reititetään joukkoliikenteellä ja mille ruuduille lasketaan joukkoliikenteen lähtöjen ja saavutettavien pysäkkien määriä.

Saavutettavuusalueiden muodostamisen tapaan myös saavutettavuusalueiden peittävyysprosentin laskenta tilastoruuduille tehtiin kerrallaan isommalle joukolle ruutuja, joista laskenta tehtiin yksitellen ruutu kerrallaan. Yhteensä saavutettavuusalueiden kanssa leikkaavia ruutuja oli noin 100 000. Ensin saavutettavuusalueista valittiin *Extract by location* -työkalulla kaikki, jotka leikkaava tietyn ruudun alueen kanssa (Kuva 7). Rajattu määrä saavutettavuusalueita yhdistettiin yhtenäiseksi tasoksi *Dissolve*-työkalulla, sillä peittävyysprosentin laskenta yhtenäisestä tasosta on nopeampaa kuin useammasta erillisestä polygonista. Seuraavaksi *Calculate vector overlaps* -työkalulla ruudulle laskettiin saavutettavuusalueiden peittämä osuus ruudun pinta-alasta, jonka perusteella väestöruuduista rajattiin saavutettavuusalueella sijaitseviksi vain ne, joiden peittävyysprosentti on yli 50 %. Ruutuja, jotka leikkaavat saavutettavuusalueiden kanssa, mutta joiden alasta saavutettavuusalueet eivät peitä yli 50 %, käytetään myöhemmin saavutettavuusalueilla asuvan väestömäärän arviointiin suhteuttamalla ruuduissa asuvan väestön määrä peittävyysprosenttiin.

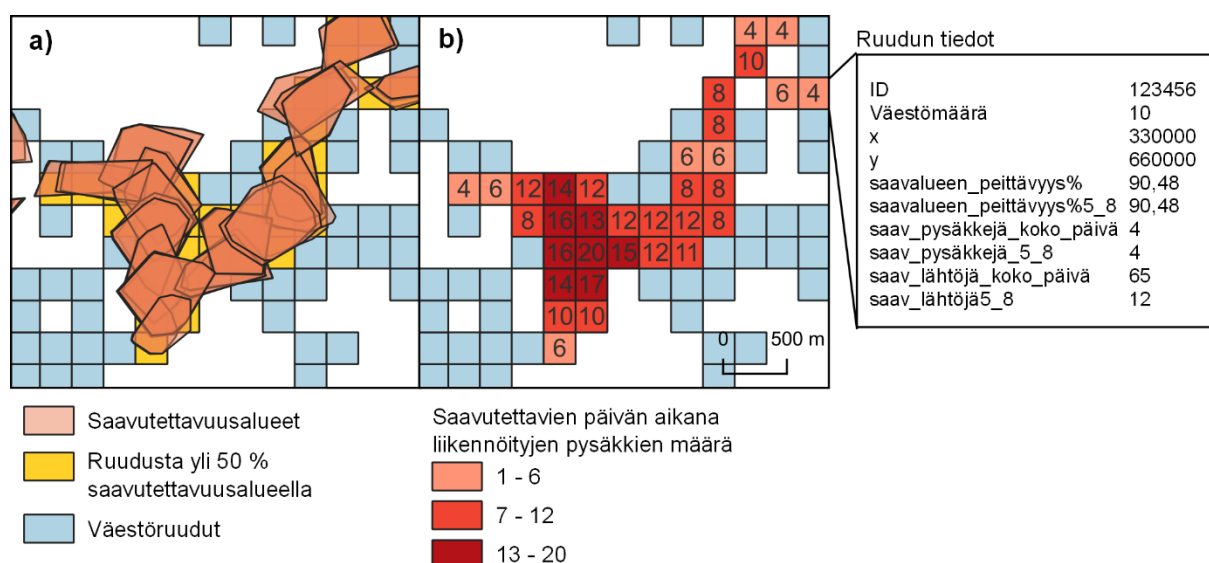


Kuva 7. Esimerkki saavutettavuusalueen peittävyysprosentin laskennasta useille ruuduille.

a) Lähtötilanne, jossa useita joukkoliikenteen pysäkkien saavutettavuusalueita ja väestöruutuja. b) Pysäkkien saavutettavuusalueet yhdistettynä yhtenäiseksi tasoksi. c) Väestöruuduille on laskettu kuinka monta prosenttia ruudun alasta leikkaa saavutettavuusalueiden kanssa.

Seuraavassa vaiheessa kullekin tilastoruudulle, jonka alasta vähintään 50 % on saavutettavuusalueella, laskettiin tieto siitä, kuinka monta joukkoliikennepysäkkiä ja pysäkeiltä yhteensä lähtevää lähtöä on saavutettavissa sen alueelta. Tässä vaiheessa ruutuja oli noin 60 000. Kaikki ruudun alueella vain osittainkin sijaitsevat saavutettavuusalueet otettiin laskentaan mukaan, koska erillisten saavutettavuusalueiden päällekkäisyysprosenttien laskeminen ja tämän perusteella laskentaan valikoiminen olisi ollut hyvin aikaa vievää. Tietojen laskemiseksi ruuduittain ensin eroteltiin *Extract by location* -työkalulla ruudun

alueella sijaitsevat saavutettavuusalueet, joiden yhteenlaskettu määrä, eli joukkoliikennepysäkkien määrä, ja yhteenlaskettu lähtöjen määrä laskettiin *Join by location summary* -työkalulla. Laskenta tehtiin erikseen saavutettavuusalueille, jotka kuvaavat koko päivän tietoja, ja saavutettavuusalueille, jotka kuvaavat tietoja klo 5–8 aikavälillä. Lopuksi tiedot yhdistettiin väestöruuduille ja saavutettavuusanalyysien lopputuloksena väestöruuduilla on tieto siitä, sijaitsevatko ne vähintään yhden joukkoliikennepysäkin saavutettavuusalueella niin, että ruudun pinta-alasta yli 50 % on saavutettavuusalueella, ja jos kyllä, niin montako pysäkkiä ja joukkoliikenteen lähtöä ruudun alueelta on saavutettavissa koko päivän aikana ja klo 5–8.



Kuva 8. Esimerkki alueesta, jossa pysäkkien saavutettavuusalueiden tiedot yhdistetään ruuduille. Ruutujen tiedot on tuotettu keinotekoisesti esimerkkiä varten.

a) Väestöruudut, joiden saavutettavuusalueiden peittävyysprosentti on yli 50 % ja pysäkkien saavutettavuusalueet, joiden ominaisuustiedot yhdistetään ruuduille. b) Kaikkien yksittäisen ruudun kanssa leikkaavien saavutettavuusalueiden tiedot on summattu ja yhdistetty ruuduille.

3.5 Työmatkojen reititys

Tutkielmassa joukkoliikennepysäkkien saavutettavuusalueilla asuvan väestön työmatkoihin kuluva aika ja kuljettua matkaa joukkoliikenteellä reititettiin Fintrafficin valtakunnallisen Digitransit reititysrajapinnan avulla. Digitransit on joukkoliikenteen reitti- ja aikataulupalvelu, jota kehittävät HSL, Waltti Solutions Oy ja Fintraffic. Digitransitin reittioppaaseen ja joukkoliikennetietoihin perustuu suurin osa Suomessa käytössä olevista joukkoliikenteen reittioppaista, kuten esimerkiksi HSL reittiopas (Digitransit s.a.). Digitransit perustuu avoimeen lähdekoodiin ja tietorajapintoihin, ja sen reititysmoottori OpenTripPlanner mahdollistaa muun muassa ovelta ovelle reitityksen sekä joukkoliikenteen pysäkki- ja

linjahaut (Digitransit-palvelut s.a.). Tässä tutkielmassa hyödynnettiin Digitransitin koko Suomelle tarkoitettua reititysrajapintaa (Routing API). Avoimen rajapinnan sijaan rajapintakutsut toteutettiin Tilastokeskuksen palvelinalustalla ajettavilla Docker-konteilla, jotka sisältävät Digitransitin osapalvelut.

Ennen reititystä työmatka-aineistosta rajattiin pois työmatkat, joissa asuinruutu on sama kuin työpaikan ruutu. Lisäksi poistettiin hyvin lyhyet läheisiin ruutuihin suuntautuvat työmatkat, joiden pituus on 500 metriä tai vähemmän, koska matkat ovat todennäköisesti kuljettavissa kävellen. Reititysten määrää rajoitettiin myös rajaamalla matkat niihin, joiden lähtöruudusta vähintään 50 % sijaitsee klo 5–8 välisenä aikana joukkoliikenteen saavutettavuusalueella aiemmin toteutettujen saavutettavuuslaskelmien perusteella.

Reititykset toteutettiin syöttämällä työmatka-aineiston asuinruudun ja työpaikan ruudun koordinaattiparit JSON-kutsuna reititysrajapintaan, joka palauttaa JSON-muodossa koordinaattien välisen joukkoliikenteellä kuljetun matkan keston ja etäisyyden kulkumuodoittain sisältäen myös siirtymiin ja odotuksiin kuluvan ajan. Kutsussa määriteltiin, että reitityksessä käytetään linja-auto-, metro-, raitiovaunu-, raide- ja lauttaliikennettä sekä kävelyä liikkumismuotoina, ja että määränpään, eli työpaikalle, tulee päästä kello 8.00 mennessä 16.4.2024. Matka-aikaan laskettiin myös työpaikalle saapumisesta klo 8:aan kuluva aika, koska joissakin tapauksissa odotusaika tässä välissä on huomattava ja se tulee huomioida. Kulkumuodoista rajattiin pois lentoliikenne, sillä se ei ole yleinen tapa tehdä päivittäisiä työmatkoja. Lauttamatkat puolestaan sisällytettiin reititykseen, koska saaristossa lautalla kulku voi olla päivittäistä. Ajankohdan valinnassa pyrittiin valikoimaan mahdollisimman tavallinen joukkoliikennepäivä keskeltä viikkoa. Työpaikalle saapumisajaksi valittiin klo 8, koska suuri osa päivätöistä voi alkaa silloin (Ajankäyttö 2023), ja voidaan ajatella, että joukkoliikenteen tulisi palvella yleisimpiä työmatkaliikenteen aikoja. Ajankohdan valintaa puoltaa myös se, että aamuruuhkat ajoittuvat usein klo 7–9 väliselle ajalle, jolloin siirtymä työpaikoille on suurinta (LAM-vuosikirjat 2021).

Rajapinnan kautta saatuja tietoja summattiin haun jälkeen helpommin käsiteltävään muotoon, ja samalla laskettiin lisämuuttujia, joiden avulla voitiin laskea aika lähtöhetkestä klo 8:aan ja arvioida koostuuko reititetty matka pelkästä kävelystä. Työmatkat, joille reititettiin matka joukkoliikenteellä, reititettiin myös autolla kuljettuna, jolloin joukkoliikenteen työmatkatietojen lisäksi saatiin tiedot työmatkan matka-ajasta ja etäisyydestä autolla kuljettuja. Reitityskutsut ja aineiston käsittely toteutettiin SAS:illa (9.4).

Kaikkiaan työmatkoja reititettiin noin 1,6 miljoonaa kappaletta. Reititykset suoritettiin useissa osissa niin, että koko aineistosta rajattiin 200 000 matkan osajoukkoja, joista puolestaan reitityskutsu lähetettiin kerrallaan 10–20 matkasta. Yhden osajoukon reititykseen kului 4–5 tuntia. Työmatkojen reitityksistä autolla noin 60 000 matkalle (3,8 %) ei saatu reititettyä tulosta. Näitä matkoja ei myöhemmin huomioida joukkoliikenteen ja auton vertailuissa.

Taulukko 2. Reitityksellä saadut muuttujat ja niiden perusteella lasketut uudet muuttujat.

Muuttuja	Selite
duration	Matka-aika joukkoliikenteellä sisältäen myös siirtymät
distance	Etäisyys kuljettua reittiä pitkin joukkoliikenteellä sisältäen myös siirtymät
startTime	Matkan aloitusaika (unix timestamp millisekunteina esim. 17132436)
endTime	Matkan lopetusaika (unix timestamp millisekunteina)
waitingTime	Matkanaikainen odotusaika
walkDistance	Kävelty matka
walkTime	Käveltyyn matkaan kulunut aika
waitTillWork	Odotusaika työpaikalle saapumisesta työn alkamiseen (klo 8.00)
totalDuration	Koko matkan aika lähtöajasta lopetusaikaan yhdistettynä töiden alkamisen odottamiseen
walk	Tieto siitä onko koko matka tehty kävellen
car_distance	Työmatkan etäisyys tietä pitkin autolla kuljettuna
car_duration	Työmatkaan kuluva aika autolla kuljettuna
ptTime	Joukkoliikennevälineessä matkustettu aika

3.6 Joukkoliikenteen käytettävyyden tunnusluvut

Joukkoliikenteen käytettävyyttä arvioidaan tässä tutkielmassa usean eri muuttujan avulla huomioiden sekä maantieteellinen että ajallinen ulottuvuus. Kiertävyys indeksi (*Circuitry Index, CI*) kuvaa kuljetun reitin suoraviivaisuutta suhteessa linnuntietä kuljettuun matkaan ja voidaan kuvata seuraavalla kaavalla:

$$C_{ij} = \frac{dE_{ij}}{dN_{ij}}$$

jossa C_{ij} kuvaa pisteiden i ja j välillä kuljetun reitin kiertävyys indeksiä, dE_{ij} pisteiden välistä Euklidista etäisyyttä ja dN_{ij} pisteiden välistä todellista kuljettua etäisyyttä. Mitä suurempi CI-arvo on, sitä kauempaa reitti kulkee suhteessa suoraan reittiin. Joukkoliikennettä arvioidessa CI-arvon avulla voidaan arvioida sitä, kuinka kaukaa kuljettu reitti kiertää, mutta ajallisesti arvo ei huomioi esimerkiksi odottelua tai matkanteon nopeutta.

Joukkoliikenteellä kuljetuille työmatkoille laskettiin nopeus niin, että matkan pituutena käytettiin linnuntie-etäisyyttä ja aikana koko matkaan kulunutta aikaa odotukset huomioiden, joka voidaan kuvata seuraavalla kaavalla:

$$s_{ij} = \frac{dE_{ij}}{tPT_{ij}}$$

jossa s_{ij} on pisteiden i ja j välisen matkan kulkemisen nopeus, dE_{ij} pisteiden välinen Euklidinen etäisyys ja tPT_{ij} pisteiden väliseen matkaan kuluva kokonaisaika joukkoliikenteellä kuljettuna sisältäen kävelyn, joukkoliikenteessä matkustamiseen ja mahdollisiin vaihtoihin liittyvään odotukseen ja töiden alun (klo 8) odotukseen kuluvan ajan. Nopeus ei siis kuvaa todellista kuljettua nopeutta, mutta sen avulla voidaan verrata eri pituisia työmatkoja keskenään ajankäyttö huomioiden. Matkana käytettiin linnuntie-etäisyyttä, jotta mahdollisesti kaukaakin kiertävä todellinen kuljettu reitti ei vääristä lopputulosta. Lyhin kuljettava reitti puolestaan olisi vaatinut uuden aikaa vievän työvaiheen.

Työmatkan pituus vaikuttaa olennaisesti matkaan ja aikaan ja niistä laskettaviin tunnuslukuihin, joten joukkoliikenteellä reititetyistä työmatkoista tarkasteltiin myös kävelyn ja odotuksiin kuluva aika erillään joukkoliikenteessä kuljetusta osuudesta. Matkan siirtymiin, vaihtojen odotukseen ja työn alun odotukseen kuluva aika tarkasteltiin yhteenlaskettuna ja erillisinä matkan osina. Mitä vähemmän siirtymiin ja odotteluun kuluu aikaa, sitä suoraviivaisempaa matkanteko on. Tämän rinnalla oli kuitenkin tarkasteltava myös joukkoliikenteen osuuden suoraviivaisuutta, sillä matka voi siirtymien ja odottelun vähäisestä määrästä huolimatta kiertää hyvin kaukaa, ja lisätä matkantekoon kuluva aika huomattavasti.

Perinteisesti joukkoliikenteellä kuljettuja matkoja verrataan saman matkan kulkemiseen autolla (esim. Benenson ym. 2011; Salonen & Toivonen 2013; Liao ym. 2020; Kotavaara ym. 2021). Vaikka vertailu autoon ei usein ole mielekäästä, voidaan joukkoliikenteellä kuljetun matka-ajan ja autolla kuljetun matka-ajan erotusta hyödyntää joukkoliikennematkojen vertailuun suhteessa toisiinsa. Mitä pienempi ero autoon on, sitä sujuvampi matka todennäköisesti on. Vertailussa pitää kuitenkin huomioida matkan kokonaispituus, sillä pidemmällä matkalla absoluuttisen eron määrä kasvaa. Tässä tutkielmassa työmatkoille laskettiin autokerroin, joka kuvaa sitä, kuinka monta kertaa kauemmin joukkoliikenteellä reititetty matka kestää suhteessa samaan matkaan autolla reititettyinä. Autokerrointa voidaan kuvata seuraavalla kaavalla:

$$ak_{ij} = \frac{tCAR_{ij}}{tPT_{ij}}$$

jossa ak_{ij} on pisteiden i ja j välinen autokerroin, $tCAR_{ij}$ pisteiden väliseen matkaan kuluva aika kuljettuna autolla nopeinta reittiä ja tPT_{ij} pisteiden väliseen matkaan kuluva kokonaisaika joukkoliikenteellä kuljettuna.

3.7 Tilastolliset menetelmät

Joukkoliikenteen pysäkkien saavutettavuusalueilla asuvan väestön tarkastelua varten laskettiin saavutettavuusalueilla asuvien määrä ruuduista suhteuttamalla ruutujen väestömäärä ruudun joukkoliikenteen saavutettavuusalueen peittävyysprosenttiin koko päivän ja aikavälin klo 5–8 osalta. Väestö ei todennäköisesti asu alueella tasaisesti, mutta tarkemmat laskennat vaatisivat tarkempaa tietoa väestön sijoittumisesta alueella.

Työmatkojen tilastollisia menetelmiä varten reititettyihin työmatkatietoihin yhdistettiin tilastoruudun ID:n avulla tieto GTFS-tiedoista lasketuista saavutettavista joukkoliikenteen lähtöjen ja pysäkkien määristä työmatkojen lähtöruuduittain aikavälillä klo 5–8, johon myös reititetyt työmatkat on ajoitettu.

Sekä joukkoliikenteen saavutettavuutta Suomessa että työmatkoja joukkoliikenteellä tarkasteltiin ensin kuvailevalla tilastoanalyysillä (*descriptive statistics*) eli laskemalla tilastollisia tunnuslukuja koko aineistolle sekä eri hallinnollisille alueille ja ryhmittelyille aineiston muuttujien mukaan. Pysäkkien saavuttamisen ja palvelutiheyden suhdetta joukkoliikenteellä reititettyihin työmatkoihin tarkasteltiin testaamalla joukkoliikennematkojen käytettävyyden tunnuslukujen korrelaatiota lähtöruudusta saavutettavien pysäkkien ja pysäkeiltä lähtevien lähtöjen määrään aikavälillä klo 5–8. Lähtö- ja pysäkkimäärien ja käytettävyyden tunnuslukujen korrelaatiota testattiin puolittaisella osittaiskorrelaatiolla (*semi partial correlation*) käyttäen Spearmanin korrelaatiotestiä, sillä testattavat muuttujat eivät ole normaalisti jakautuneita. Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin on ei-parametrinen tilastollista riippuvuutta kuvaava arvo, jota käytetään muuttujien välisen korrelaation mittaamiseen (Mellin 2006: 262). Osittaiskorrelaation avulla poistettiin työmatkan linnuntietä pitkin mitatun matkan vaikutus joukkoliikenteen käytettävyyden tunnuslukuihin (Kim 2015). Matkan pituudella on todettu olevan vaikutusta etenkin CI-arvoihin (Huang & Levinson 2015; Cao ym. 2017; Yang ym. 2020). Osittaiskorrelaatio tehtiin puolittaisena, sillä työmatkan pituudella ei ole vaikutusta pysäkkien tai lähtöjen saavutettavuuteen vaan ainoastaan

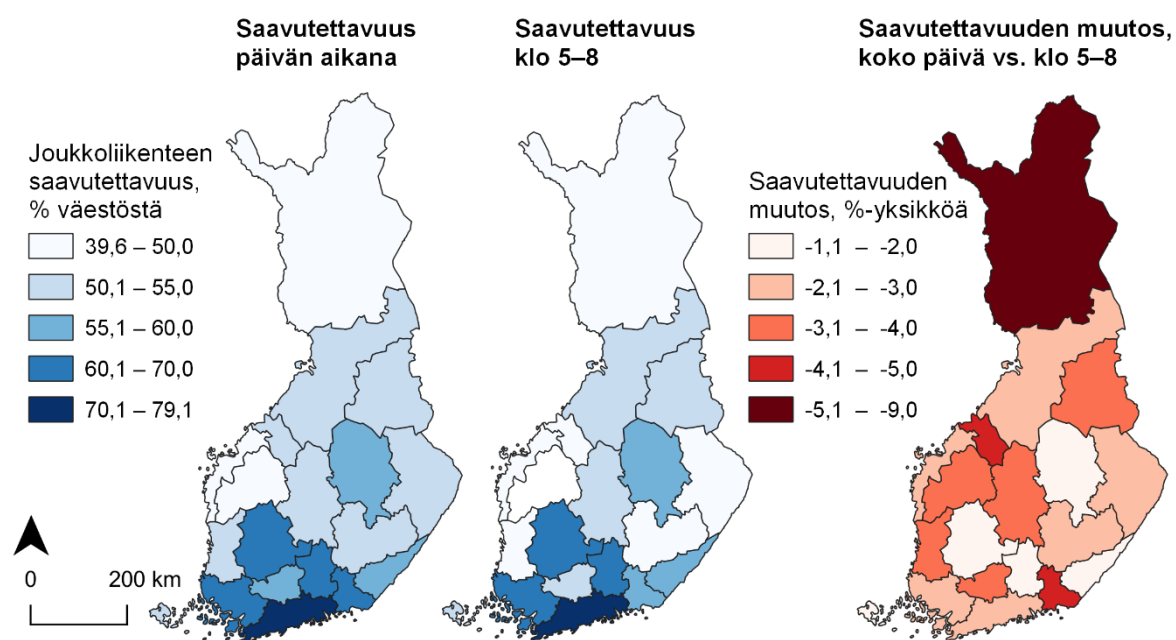
käytettävyyden tunnuslukuihin. Tilastolliset analyysit ja testit toteutettiin R:llä hyödyntäen dplyr ja ppcor -paketteja.

4 Tulokset

4.1 Pysäkkien saavutettavuus ja palvelutiheys

Joukkoliikenteen koontikannan pysäkeille tehdyillä 400 metrin verkostoetäisyyden saavutettavuusalueilla asuu 3,5 miljoonaa henkilöä, mikä on 63,0 % YKR-aineiston väestöstä. Tämä tarkoittaa sitä, että 3,5 miljoonalla Suomessa asuvalla on noin viiden minuutin kävelymatkan päässä kotoa joukkoliikenteen pysäkki, josta lähtee päivän aikana vähintään yksi joukkoliikenteen lähtö. Vastaava luku rajattaessa pysäkeiltä lähtevien lähtöjen aikaväli koko päivästä klo 5–8:aan on 3,3 miljoonaa eli 60,2 % väestöstä. Pysäkkejä, joista lähtee päivän aikana vähintään yksi joukkoliikenteen lähtö, on 79 937 kappaletta, ja pysäkkejä, joista aikavälillä klo 5–8 lähtee vähintään yksi lähtö, on 55 035 kappaletta.

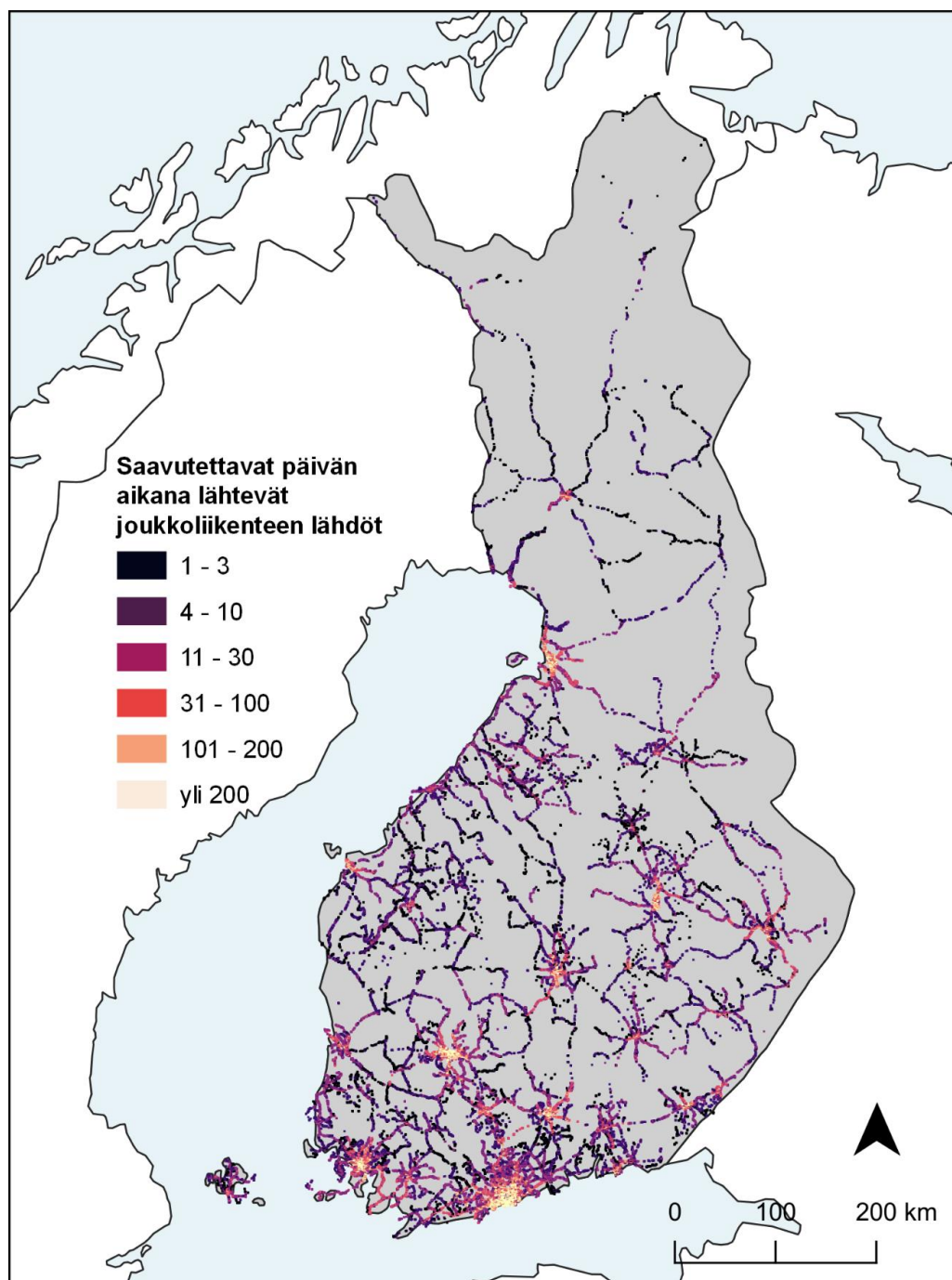
Maakunnittain tarkasteltuna suhteellisesti ja määrällisesti eniten väestöä pysäkkien saavutettavuusalueella asuu Uudellamaalla, jossa 79,1 % väestöstä asuu viiden minuutin kävelymatkan etäisyydellä pysäkestä (Kuva 9, Liite 1). Etelä-Pohjanmaalla puolestaan suhteellisesti pienin osuus, 39,6 %, asuu pysäkkien saavutettavuusalueella.



Kuva 9. Osuus väestöstä, joilla on vähintään yksi liikennöity joukkoliikennepysäkki 5 minuutin kävelymatkan päässä tarkasteltaessa koko päivän aikana ja klo 5–8 aikavälillä liikennöityjä pysäkkejä sekä saavutettavuuden muutosta aikavälien välillä.

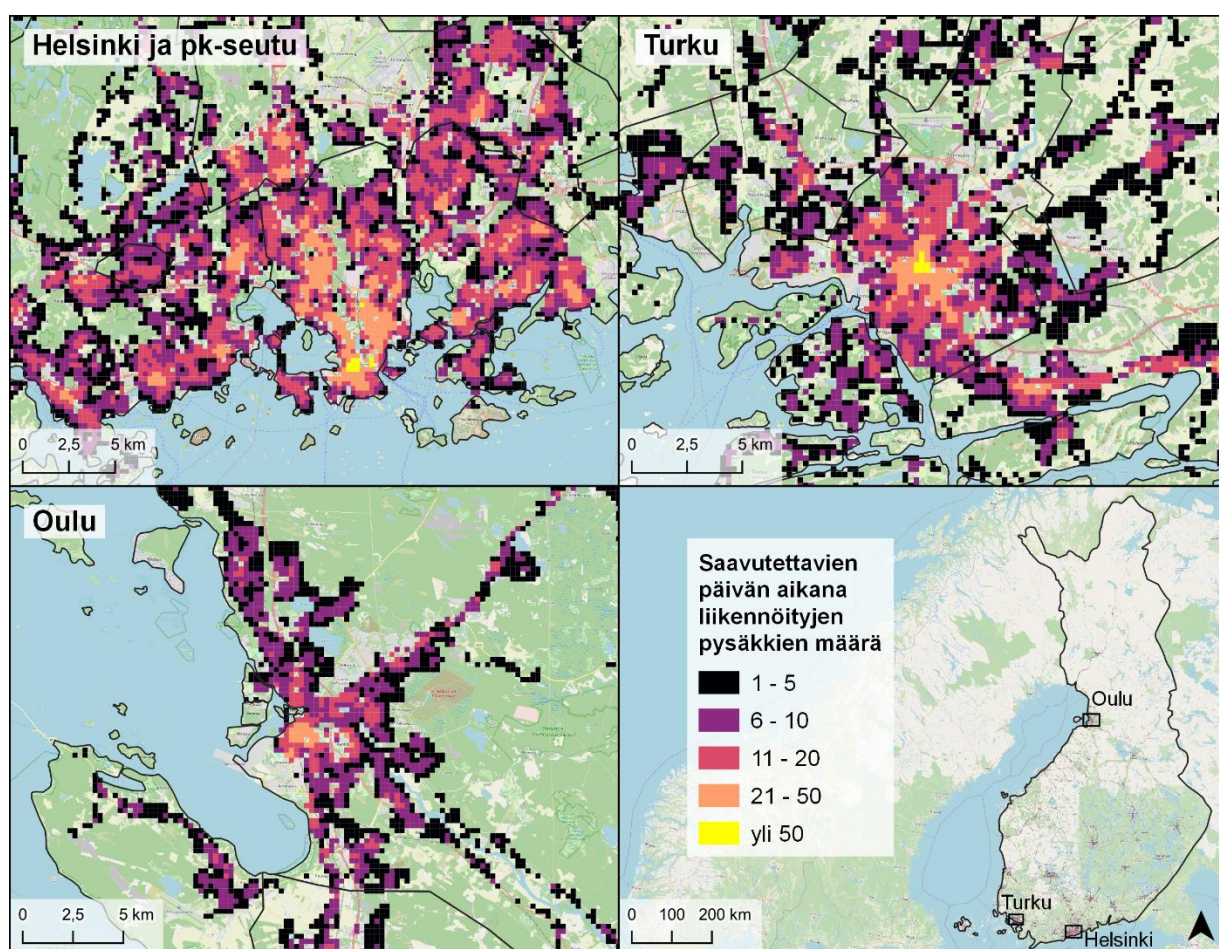
Kunnittain tarkasteltuna pysäkkien saavutettavuus on parasta Helsingissä, jossa 92,9 % väestöstä asuu pysäkkien saavutettavuusalueilla (Liite 2). Helsingin lisäksi yli 80 % saavutettavuuteen yltävät Kauniainen, Maarianhamina, Vantaa, Turku, Tampere, Espoo ja Riihimäki. Heikointa pysäkkien saavutettavuus on pienissä maaseutumaisissa kunnissa.

Kun tarkastellaan aamun työmatkaliikenteen kannalta olennaista aikaväliä klo 5–8 ja pysäkkien saavutettavuusalueella asuvan väestön osuutta verrattuna koko päivän pysäkkien saavutettavuuteen, laskee saavutettavuusalueella asuvien osuus koko Suomea tarkasteltaessa noin 3 prosenttiyksikköä. Suhteellisesti vähiten eroa saavutettavuudessa ajankohtien välillä on Pirkanmaalla (-1,1 %-yksikköä) ja eniten Lapissa, jossa saavutettavuusprosentti vähenee jopa 9,0 prosenttiyksikköä.



Kuva 10. Tilastoruudusta saavutettavien päivän aikana lähtevien joukkoliikenteen lähtöjen määrä. Kartan luettavuuden vuoksi tilastoruutujen kokoa on liioiteltu.

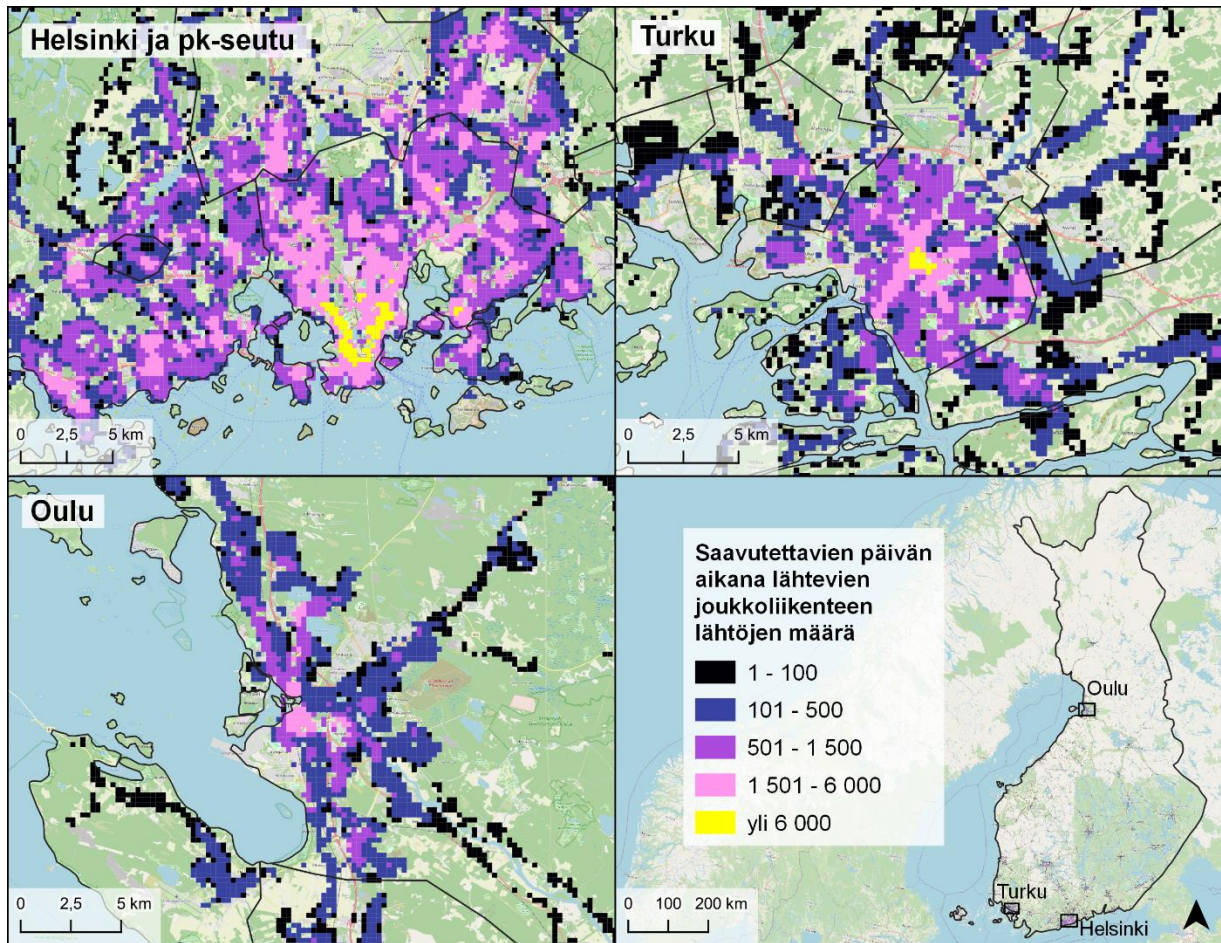
Liikennöityjen joukkoliikenteen pysäkkien saavutettavuuden lisäksi myös saavutettavien pysäkkien määrällä ja niiltä lähtevien lähtöjen määrällä on merkitystä. Eniten pysäkkejä ja joukkoliikenteen lähtöjä tilastoruutua kohden on saavutettavissa suurten kaupunkien keskusta-alueilla, joissa myös asukastiheys on suurinta (Kuva 10). Joukkoliikenteen solmukohdissa kaupungin ydinkeskustassa, esimerkiksi Helsingissä ja Turussa, päivän aikana liikennöityjä joukkoliikenteen pysäkkejä on saavutettavissa 250 x 250 metrin tilastoruutua kohden parhaimmillaan yli 50 kappaletta (Kuva 11). Saavutettavien pysäkkien määrä ruutua kohden vähenee kaupunkien reuna-alueille edettäessä, mutta on suurempaa suurten väylien yhteydessä ja paikalliskeskuksissa.



Kuva 11. Tilastoruudusta saavutettavien päivän aikana liikennöityjen pysäkkien määrä pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Oulussa.

Taustakarttana OpenStreetMap tiles, lisenssit ODbL ja CC-BY-SA (OpenStreetMap tiles 2024). Kuntarajat Tilastokeskus Kunnat 2024 (1:1 000 000) (Kunnat 2024).

Myös tilastoruuduista saavutettavien joukkoliikenteen lähtöjen määrä on esimerkkikaupungeissa suurinta ydinkeskustoissa, joissa lähtöjä on saavutettavissa päivän aikana moninkertaisesti enemmän kuin kauempana keskusta-alueesta (Kuva 12).



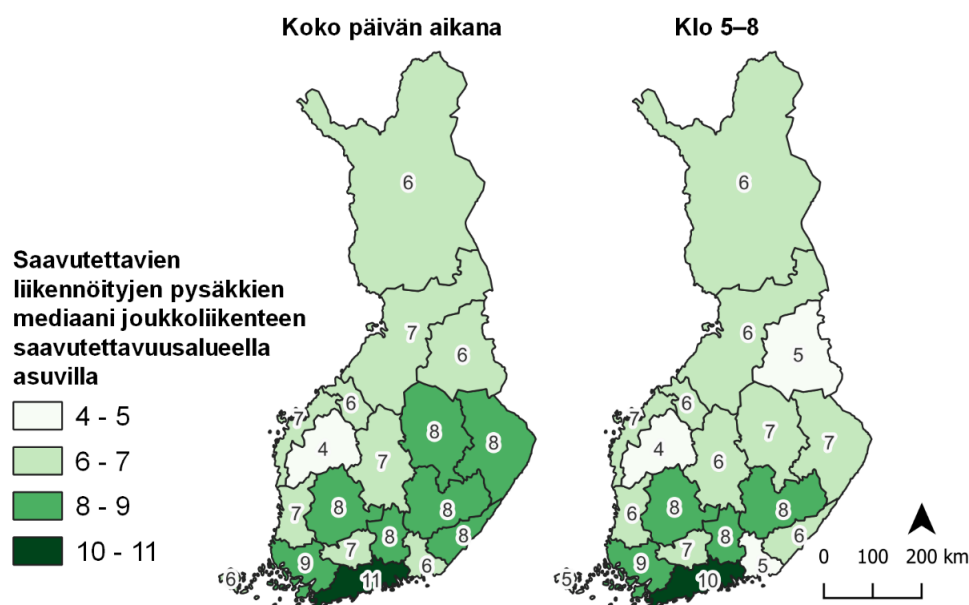
Kuva 12. Tilastoruudusta saavutettavista liikennöidyistä pysäkeistä päivän aikana lähtevien lähtöjen määrä pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Oulussa.

Taustakarttana OpenStreetMap tiles, lisenssit ODbL ja CC-BY-SA (OpenStreetMap tiles 2024). Kuntarajat Tilastokeskus Kunnat 2024 (1:1 000 000) (Kunnat 2024).

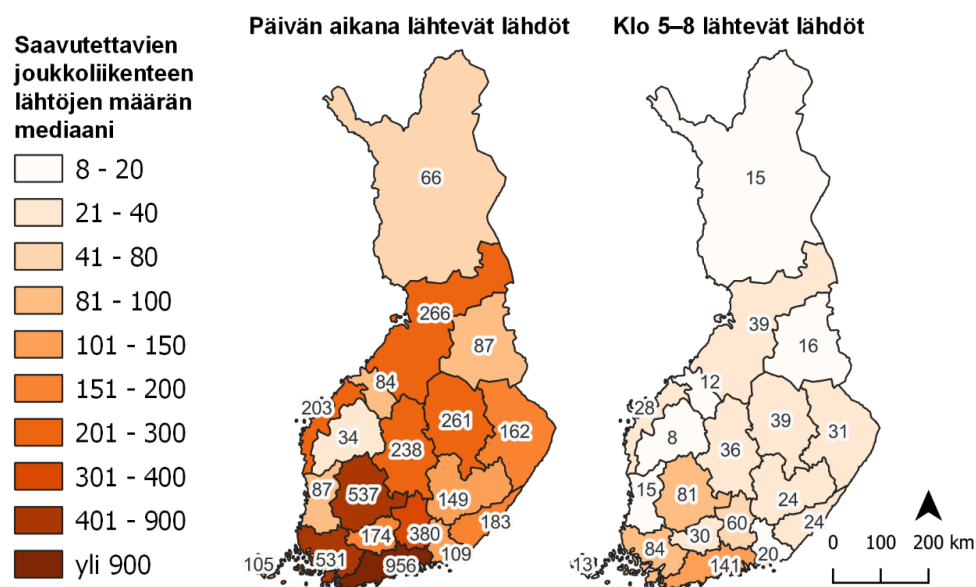
Vertailtaessa pysäkkien ja lähtöjen saavutettavuutta asukasta kohden tilastollisin tunnusluvuin maakunnittain, nousevat suurten maakuntakeskusten maakunnat saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen keskiarvojen ja mediaanien listauksen kärkeen (Kuva 13, Kuva 14). Vertailuun on otettu mukaan kaikki ne alueiden asukkaat, joilla on saavutettavissa päivän aikana vähintään yksi pysäkki, josta lähtee vähintään yksi joukkoliikenteen lähtö.

Korkeimmat päivän aikana saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen mediaanit henkilöä kohden ovat Uudellamaalla, Pirkanmaalla ja Varsinais-Suomessa ja matalimmat löytyvät Etelä-Pohjanmaalta, Lapista ja Keski-Pohjanmaalta. Uudellamaalla päivän aikana liikennöityjen saavutettavien pysäkkien määrän mediaani asukasta kohden on 11 ja lähtöjen mediaani 956 sekä klo 5–8 saavutettavien pysäkkien mediaani 10 ja lähtöjen mediaani 141. Etenkin Helsingin tiheästi asutuilla alueilla 400 metrin kävelymatkan etäisyydelle voi osua useita joukkoliikenteen pysäkkejä, joista lähtöjä lähtee useasti tunnissa, mikä nostaa määrät korkeiksi. Lisäksi, jos 400 metrin saavutettavuusalueella sama joukkoliikennevuoro pysähtyy

useammalla pysäkillä, lasketaan jokaiselta pysäkiltä lähteminen omaksi lähdökseen. Muissa maakunnissa koko päivän aikana liikennöityjen saavutettavien pysäkkien määrän mediaani on pääasiassa välillä 6–8 ja klo 5–8 välillä 5–8. Saavutettavien lähtöjen mediaanien välillä maakunnittain on enemmän eroa, sillä päivän aikana saavutettavien lähtöjen mediaanit ovat useista sadoista lähdöistä muutamiiin kymmeneen lähtöihin (Kuva 14) ja klo 5–8 kymmenistä lähdöistä alle kymmeneen.

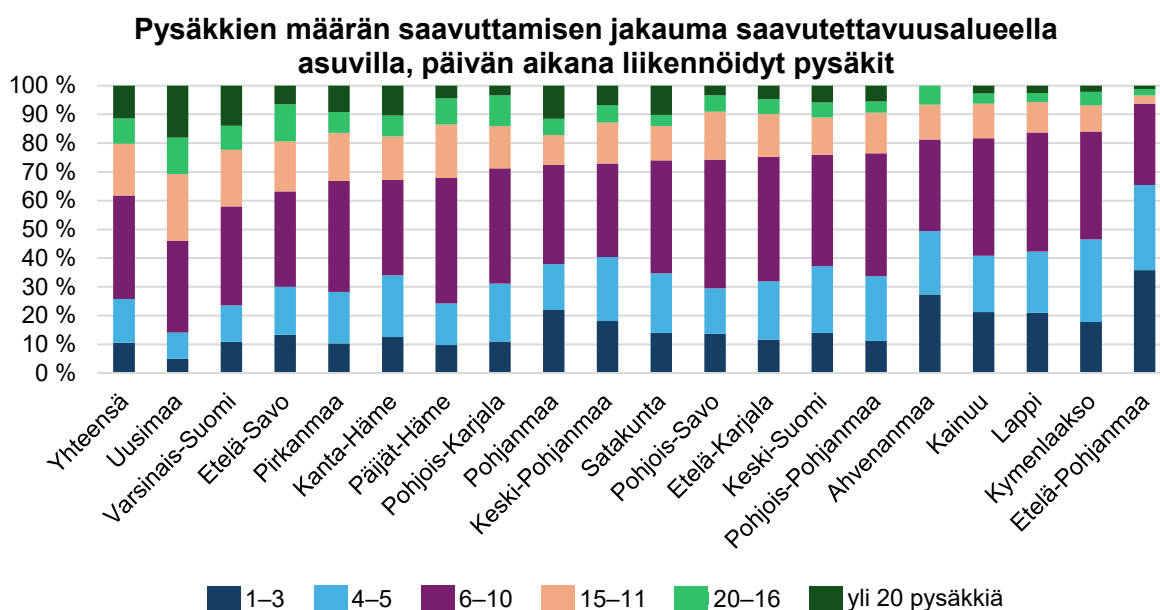


Kuva 13. Saavutettavien liikennöityjen pysäkkien määrän mediaani joukkoliikenteen saavutettavuusalueella asuvilla maakunnittain ottamalla huomioon liikennöidyt pysäkit koko päivän aikana ja klo 5–8 aikavälillä.

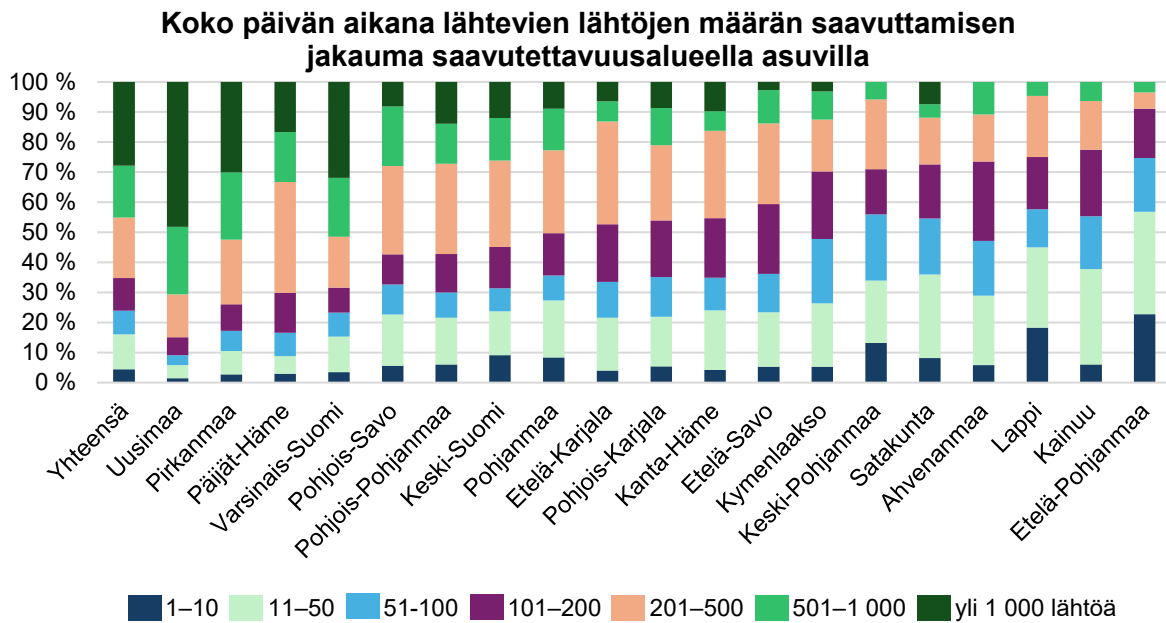


Kuva 14. Saavutettavien joukkoliikenteen lähtöjen määrän mediaani joukkoliikenteen saavutettavuusalueella asuvilla maakunnittain ottamalla huomioon koko päivän aikana lähtevät lähdöt ja klo 5–8 aikavälillä lähtevät lähdöt.

Yleisesti maakunnissa, joissa saavutettavuusalueilla asuvien osuus on suuri, myös saavutetaan useampia pysäkkejä ja lähtöjä. Suhteellisesti Uudenmaan ja muiden maakuntien ero on suurempi lähtöjen saavutettavuudessa verrattuna pysäkkien saavutettavuuteen. Saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen määrä saavutettavuusalueilla asuvilla kuitenkin vaihtelee maakuntien sisällä. Uudellamaalla yli puolella joukkoliikenteen saavutettavuusalueella asuvista on saavutettavissa yli 10 pysäkkiä, mutta esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla ja Kymenlaaksossa yli 10 pysäkkiä saavuttaa vain alle 20 % saavutettavuusalueella asuvista, mikä kertoo harvemmasta pysäkkiverkostosta (Kuva 15). Suurempi saavutettavien pysäkkien määrä näkyy myös suurempana lähtöjen määrän saavutettavuutena Uudellamaalla, jossa 70 %:lla saavutettavuusalueella asuvista on saavutettavissa yli 200 lähtöä päivän aikana liikennöidyiltä joukkoliikenteen pysäkeiltä (Kuva 16). Lähelle tätä päästään vain Pirkanmaalla ja Varsinais-Suomessa, joissa yli 200 lähtöä on saavutettavissa noin puolella saavutettavuusalueella asuvista.



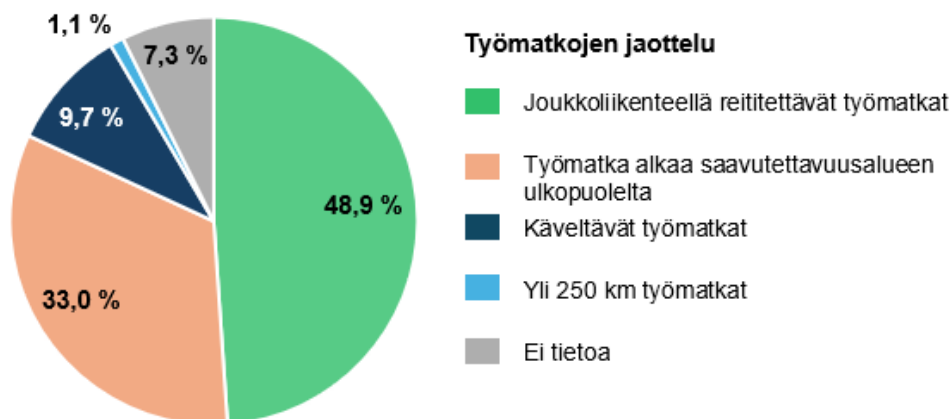
Kuva 15. Joukkoliikenteen saavutettavuusalueella asuvilla saavutettavissa olevien päivän aikana liikennöityjen pysäkkien määrän jakauma maakunnittain.



Kuva 16. Joukkoliikenteen saavutettavuusalueella asuvilla päivän aikana liikennöidyiltä saavutettavilta pysäkeiltä lähtevien joukkoliikenteen lähtöjen määrän jakauma maakunnittain.

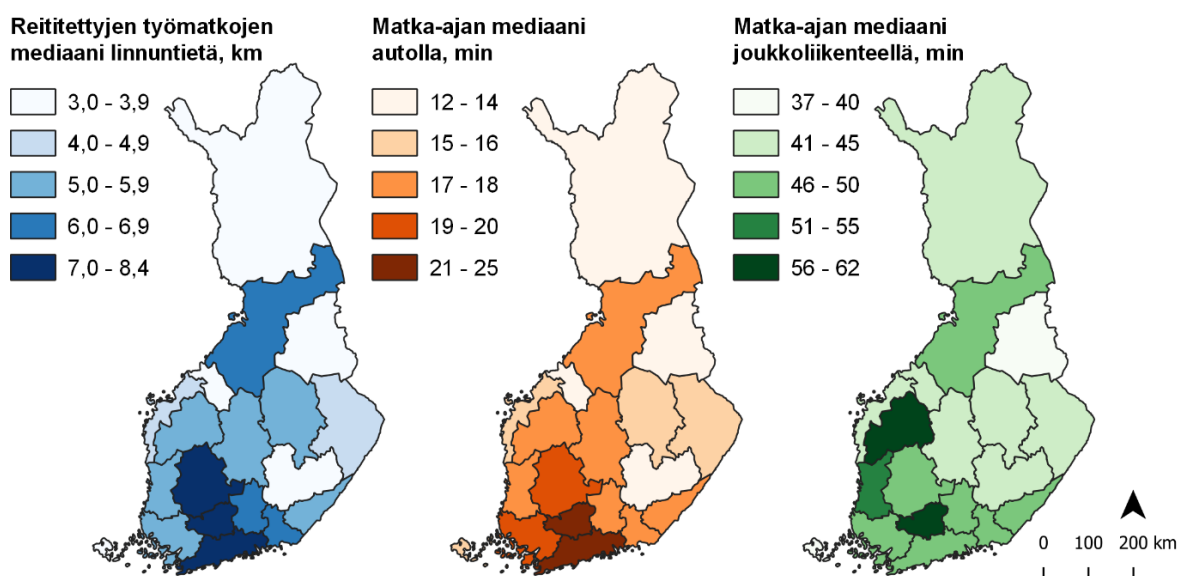
4.2 Työmatkat joukkoliikenteellä

Joukkoliikenteellä reititettyihin työmatkoihin kuuluvat työmatkat, jotka ovat linnuntietä pitkin yli 500 metriä, mutta kuitenkin alle 250 km ja joiden lähtöruudun alasta vähintään 50 % sijaitsee klo 5–8 liikennöidyn pysäkin saavutettavuusalueella eli 5 minuutin kävelyetäisyydellä. Reitityksen jälkeen tuloksista rajattiin ulkopuolelle myös alle 20 minuutin matkat, joissa reitityksen tuloksena koko matka kuljettiin kävellen, sillä nämä matkat ovat reitityksen perusteella kuljettavissa nopeammin ilman joukkoliikennettä. Yli 250 km matkat puolestaan ovat millä tahansa kulkuvälineellä kuljettuna suhteettomat pitkiä, jotta niitä kuljettaisiin säännöllisesti työmatkana aamulla. Rajausten jälkeen reititettyjä työmatkoja on 1 162 854 kappaletta, mikä on 48,9 % kaikista työmatka-aineiston työmatkoista (Kuva 17). Käveltäviä työmatkoja oli 9,7 %, yli 250 km matkoja 1 % ja joukkoliikenteen saavutettavuusalueiden ulkopuolelta lähteviä työmatkoja 33,0 %. Tämän lisäksi 7,3 %:lla työmatka-aineiston työmatkoista puuttuu joko lähtöpiste, päätepiste tai molemmat, jonka vuoksi saavutettavuutta tai työmatkan pituutta ei ole voitu arvioida eikä reitityksiä tehdä. Kaikista joukkoliikenteellä reititetyistä työmatkoista 44,3 % lähtee Uudeltamaalta, 10,2 % Pirkanmaalta ja 8,7 % Varsinais-Suomesta. Muut maakunnat kattavat 36,8 % reititetyistä työmatkoista.



Kuva 17. Reititykseen mukaan otetut työmatkat ja muut työmatkat jaoteltuna sen mukaan, miksi työmatka on rajattu reititysten ulkopuolelle.

Linnuntietä pitkin mitattuna joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen mediaani on 6,8 km ja työmatkoihin joukkoliikenteellä kuluvan ajan mediaani 48 minuuttia sisältäen siirtymät, mahdolliset vaihdot ja odotuksen työn alkuun klo 8. Maakunnittain tarkasteltuna linnuntietä pisimmät joukkoliikenteellä reititetyt työmatkat ovat Kanta-Hämeessä ja Uudellamaalla, joissa työmatkojen mediaani on yli 8 km (Kuva 18). Lyhimmät noin 3 km työmatkojen mediaanit löytyvät Kainuusta ja Ahvenanmaalta. Vastaavasti myös lyhimmät joukkoliikenteellä työmatkoihin kuluvan ajan mediaanit löytyvät Kainuusta ja Ahvenanmaalta. Pisimmät työmatka-aajan mediaanit ovat puolestaan Kanta-Hämeessä ja Etelä-Pohjanmaalla, joissa joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen mediaanit ovat noin 60 minuuttia. Jos samat matkat kuljettaisiin autolla, kaikissa maakunnissa matkaan kuluvan ajan mediaani jää alle puoleen tuntiin.



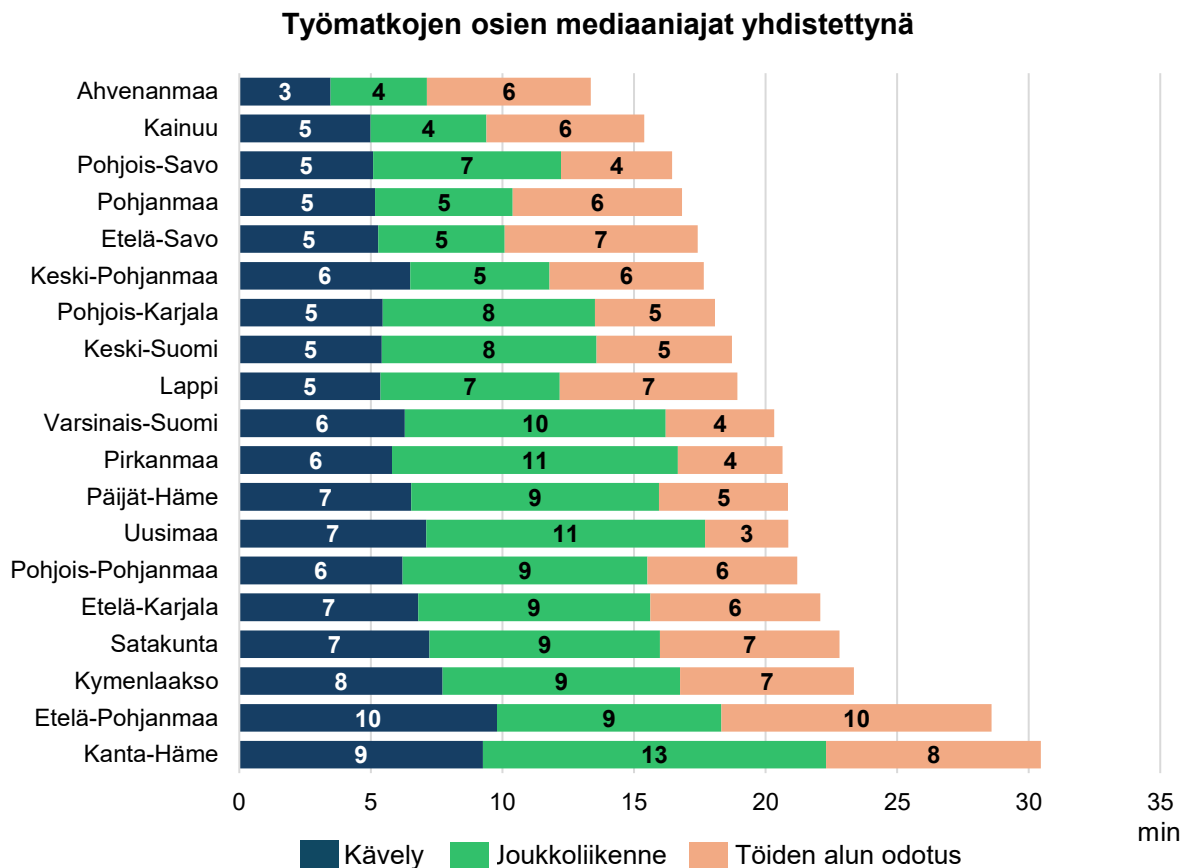
Kuva 18. Reititettyjen työmatkojen matkan mediaani linnuntietä, sekä matka-ajan mediaani autolla ja joukkoliikenteellä maakunnittain.

Reititetyt työmatkat koostuvat lähtöpysäkille ja päätepysäkiltä työpaikalle kävelystä, mahdollisesta vaihtojen välisistä kävelyistä ja odotuksesta, itse matkanteosta joukkoliikennevälineellä ja ajasta, joka kuuluu työpaikalle saapumisesta työn alkamiseen klo 8. Eri työmatkan osioihin kuuluva aika vaihtelee suuresti työmatkojen välillä ja etenkin vaihtoyhteyden ja työn alun pisimmät odotusajat ovat useita tunteja, vaikka suurimmassa osassa työmatkoista odottelua on vain korkeintaan muutamia kymmeniä minuutteja (Taulukko 3). Yhteenlaskettuna siirtymiin ja odottamisiin kuuluu 60 %:lla työmatkoista alle 30 minuuttia. Ajan hahmottamiseksi esimerkiksi työmatka, jossa lähtöpysäkille kävelee 5 minuuttia, päätepysäkiltä kävelee 10 minuuttia töihin ja töissä oltaisiin 15 minuuttia ennen töiden alkua, sisältää 30 minuuttia odotuksia ja siirtymiä. Joukkoliikenteellä reititetystä mediaanimatkassa joukkoliikennevälineessä matkustettaisiin 20 minuuttia, siirtymien kävelyyhin kuluisi 14 minuuttia ja töihin saavuttaisiin 8 minuuttia ennen niiden alkua.

Taulukko 3. Joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen matkan ja osien keston jakauma desileille esitettynä.

	min	10 %	20 %	30 %	40 %	mediaani	60 %	70 %	80 %	90 %	max
Työmatka linnuntietä (km)	0,6	1,8	2,8	3,9	5,2	6,8	8,9	12,0	17,1	32,4	250,0
Työmatkan kokonaiskesto (min)	5	24	31	36	42	48	55	65	81	127	1 882
Aika joukkoliikennevälineessä (min)	0	5	9	12	16	20	25	31	39	57	816
Kävelyaika (min)	0	6	8	10	12	14	16	19	22	27	97
Vaihtoyhteyksien odotusaika (min)	0	0	0	0	0	0	2	4	7	14	1 452
Töiden alun odotus töissä (min)	0	2	3	5	7	8	10	14	20	33	1 605
Muu kuin joukkoliikenteessä käytetty aika yhteensä (min)	2	14	17	21	23	27	30	35	44	70	1 752

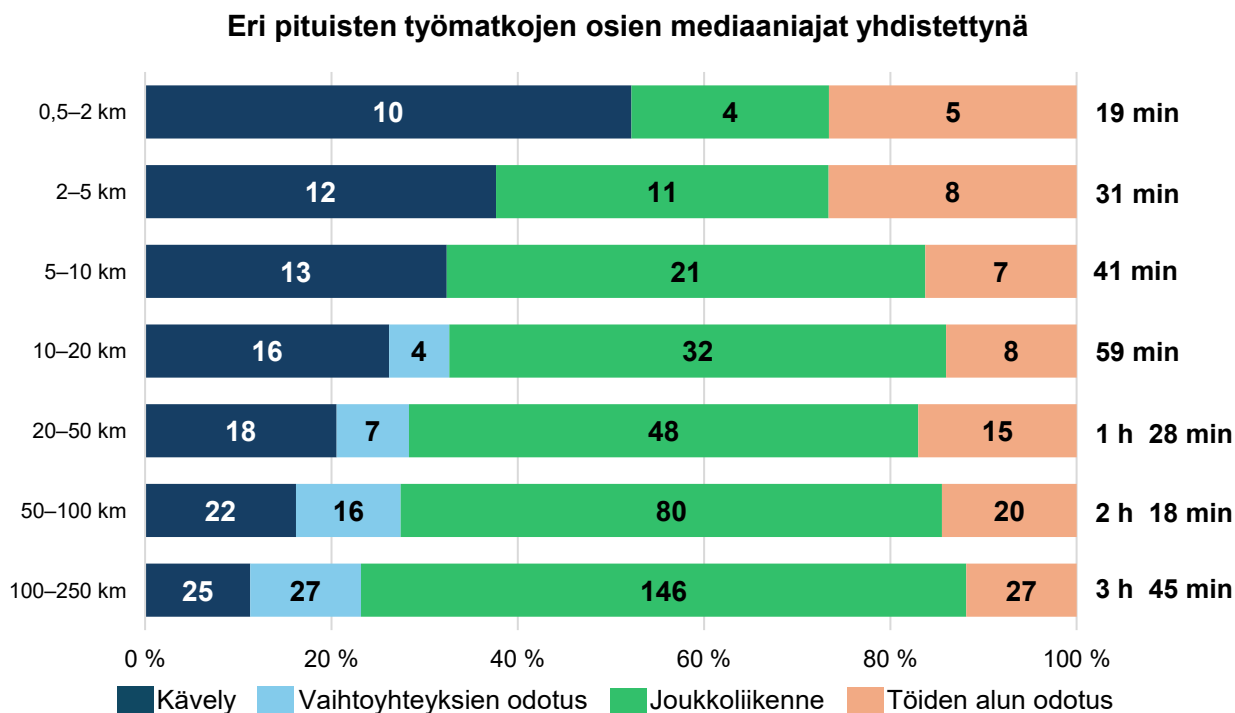
Maakunnittain tarkasteltuna pisimmät siirtymien kävelyaajat ja töiden alun odotusajat ovat Etelä-Pohjanmaalla ja Kanta-Hämeessä (Kuva 19). Vähiten kävelyä joukkoliikennematkoihin kuuluu Ahvenanmaalla ja parhaiten aikataulut saa sovitettua töiden alkamiseen Uudellamaalla, jossa töiden alun odotusajan mediaani on pienin, vain 3 minuuttia. Kaikissa maakunnissa odotusajan mediaani vaihtojen yhteydessä on nolla, eli suurin osa reititetystä työmatkoista ei sisällä joukkoliikennevälineen vaihtoa.



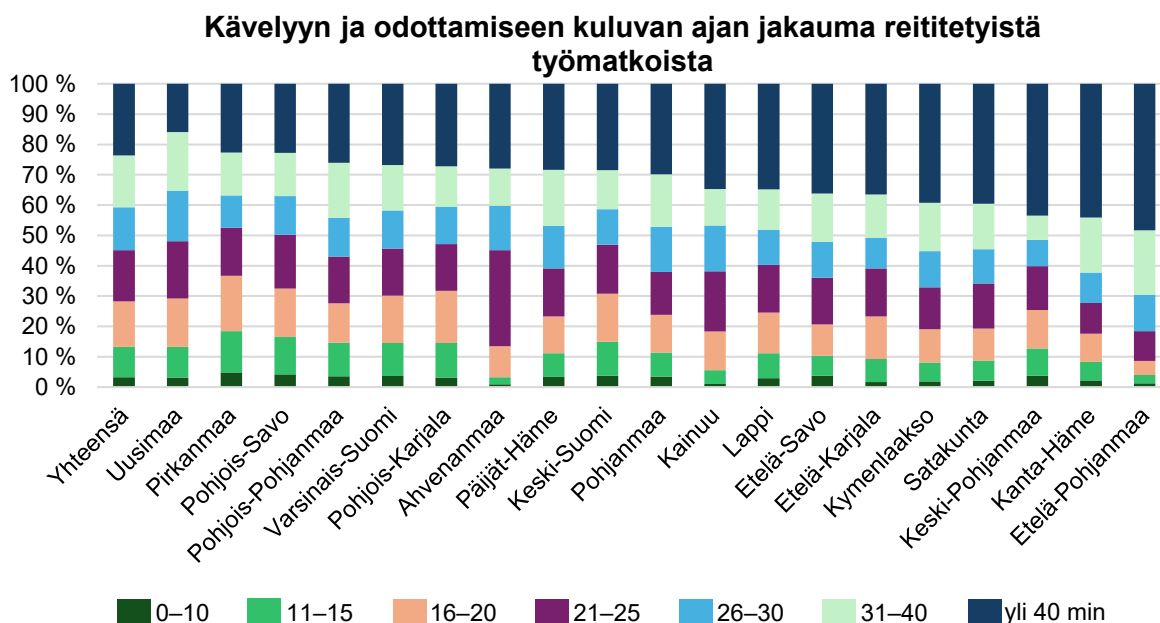
Kuva 19. Reititettyjen työmatkojen osien mediaaniajat maakunnittain yhdistettynä kokonaiseksi matkaksi erojen havainnollistamiseksi.

Eri pituiset työmatkat eroavat rakenteeltaan toisistaan, sillä joukkoliikennevälineessä kuljettu aika kattaa matkasta suuremman osuuden mitä pidemmästä matkasta on kyse (Kuva 20). Pidemmillä matkoilla kulkuvälineen vaihtaminen lisäksi lisää kävelyyn ja odottamiseen kuluvaa aikaa.

Ideaalitilanteessa sekä lähtö- että päätepysäkin siirtymiin kuluu aikaa enintään 5 minuuttia, eli 10 minuuttia yhteensä ja töihin saavutaan niiden alkaessa ilman liikennevälineen vaihtoa. Summattaessa matkaan kuuluvat odotukset ja kävelyihin kuluvan ajan alle 10 minuuttiin pääsee vain 3 % reititetyistä työmatkoista (Kuva 21). Hieman alle 30 % reititetyistä matkoista sisältää alle 20 minuuttia kävelyä ja odottelua, ja 40 %:lla työmatkoista muuhun kuin joukkoliikenteen matkaan menisi yli 30 minuuttia. Odottelun ja kävelyn yhteenlaskettu määrä kuitenkin vaihtelee maakunnittain. Uudellamaalla kaikista työmatkoista suhteellisesti pienimmällä osuudella (35 %) työmatkoista kävelyyn ja odotteluun kuluu enemmän kuin puoli tuntia. Etelä-Pohjanmaalla puolestaan vain noin 30 % reititetyistä työmatkoista sisältää vähemmän kuin puoli tuntia muuta kuin joukkoliikenteessä matkustusta.



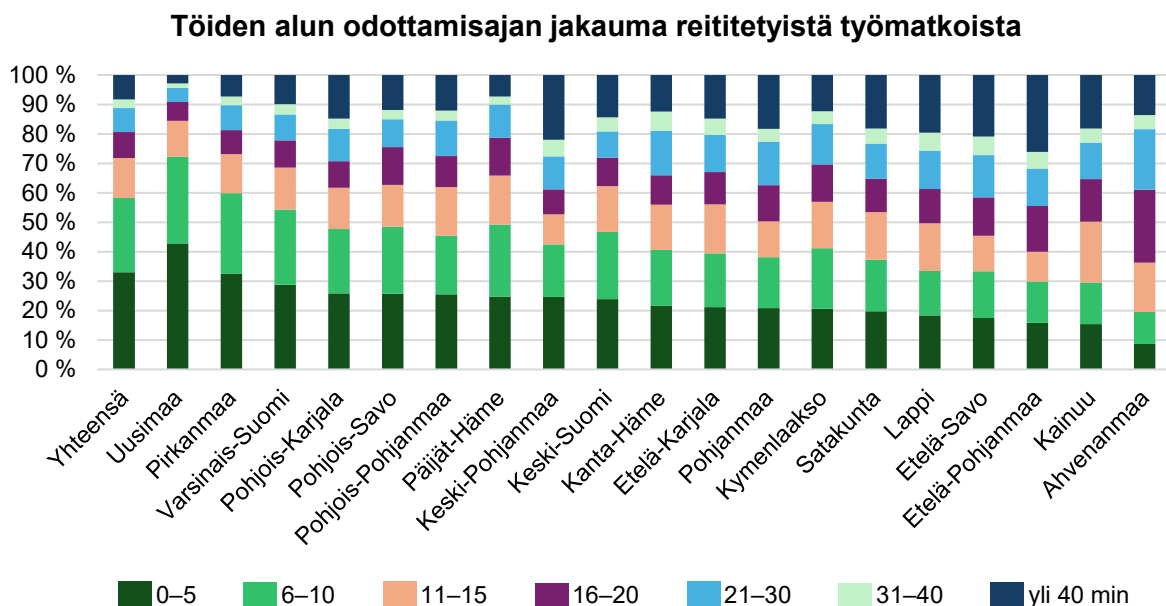
Kuva 20. Eri pituisten työmatkojen osien mediaaniajat (min) yhdistettynä pituusryhmien välisten erojen havainnollistamiseksi.



Kuva 21. Kävelyn ja odottamiseen kuluvan ajan jakauma reititetyistä työmatkoista maakunnittain.

Työmatkan osista töiden alun odotus töihin saapumisen jälkeen kertoo parhaiten siitä, kuinka hyvin työmatka joukkoliikenteellä on mahdollista ajoittaa klo 8 alkaviin töihin. Kaikista reititetyistä työmatkoista hieman alle 60 % selviää alle 10 minuutin odotuksella (Kuva 22).

20 %:lla matkoista odotusta on yli 20 minuuttia. Parhaiten työmatkan ajoitus onnistuu Uudellamaalla, jossa noin 70 %:lla työmatkoista töiden alun odotusta on alle 10 minuuttia. Ahvenanmaalla, Kainuussa ja Etelä-Pohjanmaalla vain 30 %:lla työmatkoista odotusta on alle 10 minuuttia.



Kuva 22. Töiden alun odottamisajan jakauma reititetyistä työmatkoista maakunnittain.

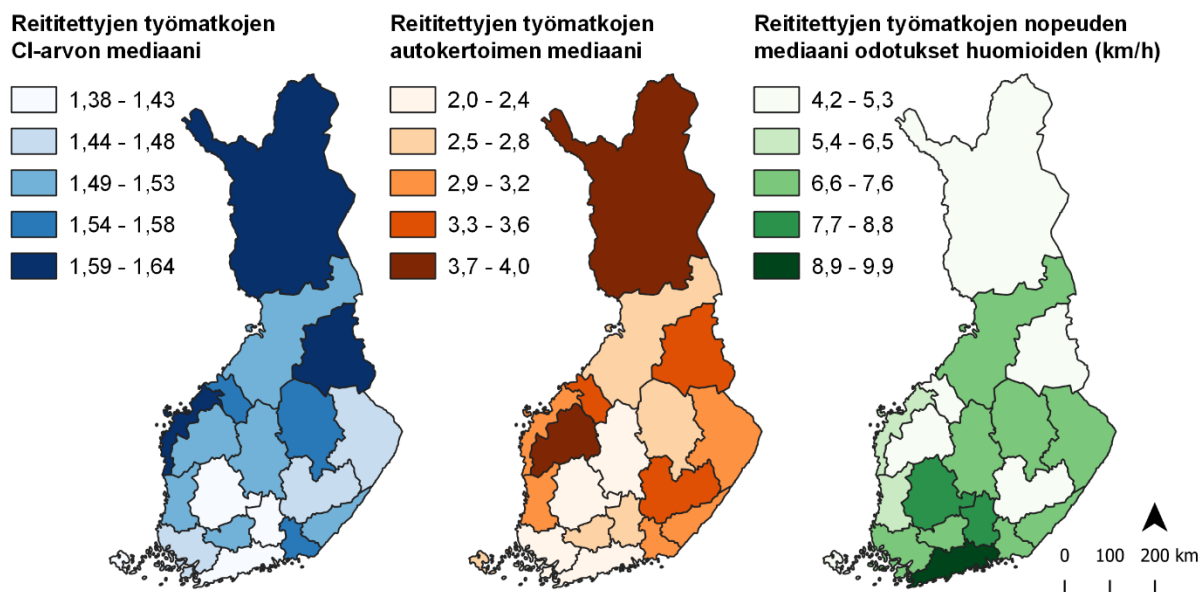
Tarkasteltaessa joukkoliikenteen käytettävyyttä mittaavia muuttujia eri pituisten työmatkojen ryhmissä nopeuden mediaani kasvaa työmatkan pituuden lisääntyessä ja CI-arvo puolestaan pienenee mitä pidempiä matkoja tarkastellaan (Taulukko 4). Nopeuteen vaikuttavat myös matkaan kuuluvat odotukset, joten se ei kuvaa matkan todellista etenemisnopeutta.

Taulukko 4. Reititettyjen työmatkojen joukkoliikenteen käytettävyyden tunnuslukuja matkan pituusryhmien mukaan.

Työmatka linnuntietä	Työmatkojen määrä	Matka-ajan mediaani joukkoliikenteellä, (min)	Matka-ajan mediaani autolla, (min)	Nopeuden mediaani (km/h)	CI-arvon mediaani	Auto-kertoimen mediaani
0,5–2 km	132 340	23	8	3,7	1,58	2,7
2–5 km	314 826	35	14	5,7	1,56	2,4
5–10 km	294 777	47	21	9,0	1,47	2,2
10–20 km	224 914	63	29	12,8	1,38	2,2
20–50 km	123 781	94	44	17,9	1,32	2,3
50–100 km	34 624	160	80	25,2	1,27	2,2
100–250 km	37 592	474	138	22,0	1,29	2,6
Yhteensä	1 162 854	48	21	8,2	1,46	2,3

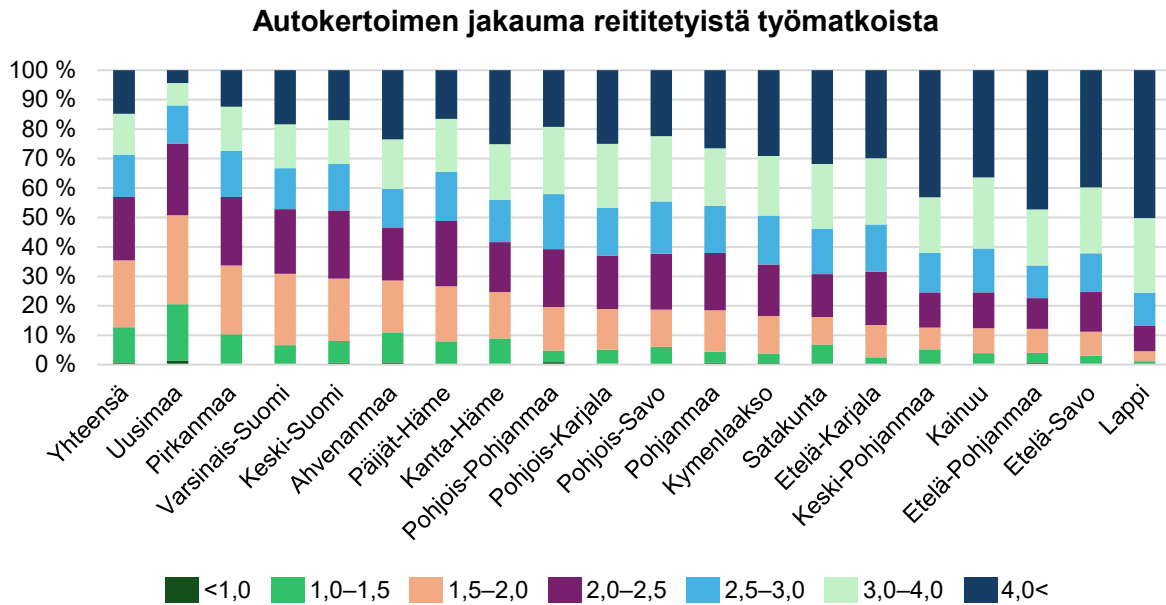
Autokertoimen eli sen, kuinka monta kertaa kauemmin joukkoliikenteellä reititetty työmatka kestää suhteessa samaan matkaan autolla reititetynä, mediaani ei muutu juurikaan matkojen pituusryhmien välillä lukuun ottamatta lyhimpiä ja pisimpiä matkoja, joissa joukkoliikenteen ero autoon on suurimmillaan. Kaikkien matkojen autokertoimen mediaani on 2,3 mikä tarkoittaa, että joukkoliikenteellä kuljettu työmatka olisi ajallisesti yli kaksinkertainen verrattuna siihen, jos sama matka kuljettaisiin autolla. Kaikkien matkojen CI-arvon mediaani on 1,46, mikä puolestaan tarkoittaa sitä, että todellisuudessa joukkoliikenteellä työmatkalla kuljettu reitti on noin puolitoista kertaa pidempi kuin suora matka linnuntietä pitkin.

Maakunnittain tarkasteltuna nopeimmat matkat suhteessa linnuntie-etäisyyteen odotukset huomioiden ovat Uudellamaalla ja Pirkanmaalla ja hitaimmat matkat Etelä-Pohjanmaalla ja Kainuussa (Kuva 23). CI-arvojen perusteella suorimmat työmatkat ovat Ahvenanmaalla, Uudellamaalla ja Päijät-Hämeessä ja eniten matkat kiertävät Lapissa ja Kainuussa. Autokertoimen mediaani on suurin Lapissa ja Etelä-Pohjanmaalla, joissa työmatkan voi kulkea autolla noin neljä kertaa nopeammin kuin joukkoliikenteellä. Pienimmän autokertoimen mediaanin maakunnissa Uudellamaalla ja Pirkanmaalla ero on kaksinkertainen.



Kuva 23. Reititettyjen työmatkojen joukkoliikenteen käytettävyyden tunnuslukujen mediaanit maakunnittain.

Reititettyjen työmatkojen autokertoimen tarkempi jakauma maakunnittain vahvistaa myös joukkoliikenteen parempaa käytettävyyttä Uudellamaalla suhteessa muihin maakuntiin (Kuva 24).

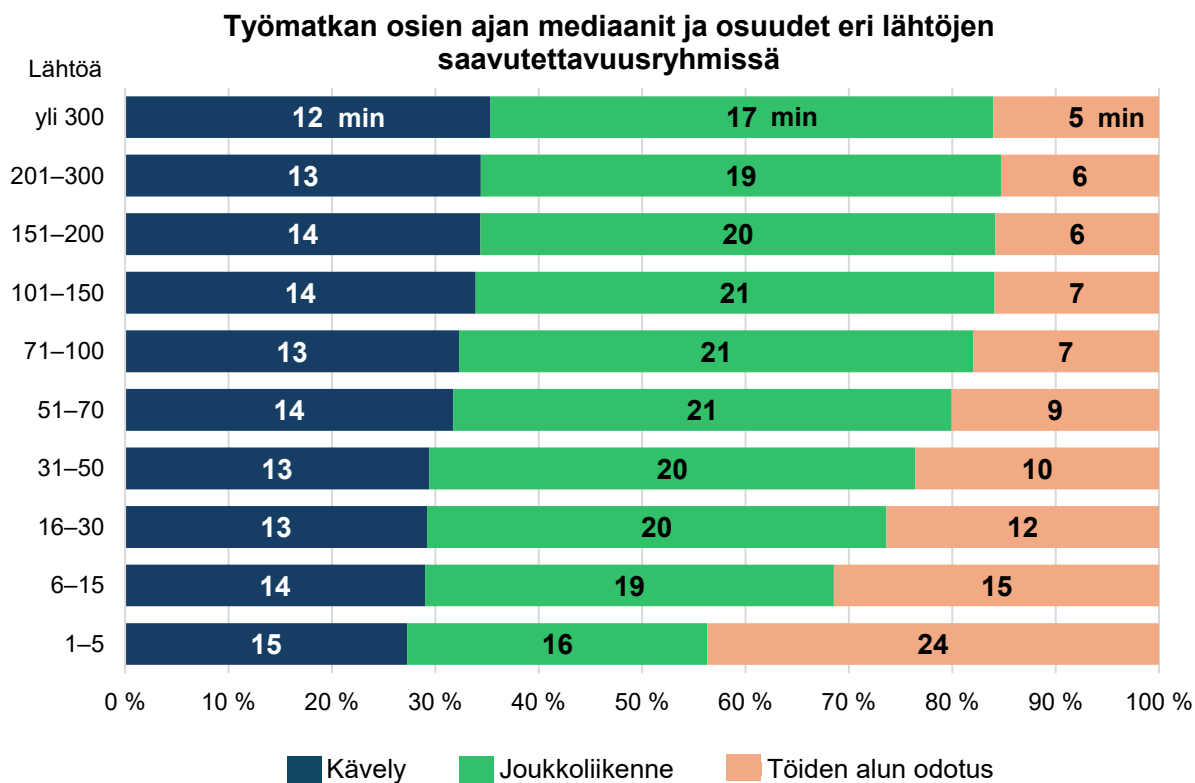


Kuva 24. Autokertoimen jakauma reititetyistä työmatkoista maakunnittain.

4.3 Saavutettavien pysäkkien palvelutiheyden suhde työmatkoihin joukkoliikenteellä

Tarkasteltaessa joukkoliikenteellä reititettyjä työmatkoja niiden lähtöpisteestä saavutettavien joukkoliikenteen lähtöjen määrän perusteella tehtyjen luokkien avulla voidaan huomata, että mitä vähemmän lähtöjä on saavutettavissa sitä suuremman osuuden matkasta vie aika, joka odotetaan työpaikalla ennen töiden alkua (Kuva 25). Odotusajan lisääntyminen viestii siitä, että oikea-aikaisia joukkoliikenteen vuoroja ei kulje ja työpaikalle olisi matkustettava ajoissa. Kävelyyn ja joukkoliikennevälineessä matkustamiseen kuluvan ajan mediaani pysyy saavutettavien lähtöjen määrästä riippumatta suhteellisen samana. Työmatkat, joiden lähtöpisteestä joukkoliikenteen lähtöjä on saavutettavissa 15 tai vähemmän, ovat keskimäärin pidempiä kuin paremman saavutettavuuden matkat (Taulukko 5).

Joukkoliikenteen hyödynnettävyyttä arvioivista muuttujista nopeuden mediaani on pienempi lähtöjen vähäisen saavutettavuuden matkoilla, mutta se ei kasva samassa suhteessa saavutettavien lähtöjen määrän kanssa vaan pysyy suhteellisen samana, kun lähtöruudusta on saavutettavissa vähintään 30 lähtöä (Taulukko 5). Reitin kiertävyyttä arvioivan CI-arvon mediaani on hieman suurempi, kun lähtöjä on saavutettavissa vähemmän, mutta erot ovat pieniä. Joukkoliikenteen ja auton eroa kuvaavan autokertoimen mediaani puolestaan pienenee mitä enemmän lähtöjä työmatkan lähtöpisteestä on saavutettavissa.



Kuva 25. Joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen osien ajan mediaanit (min) ja osuudet eri lähtöjen saavutettavuusryhmissä.

Taulukko 5. Joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen tunnuslukuja työmatkan lähtöruudusta saavutettavien lähtöjen määrän mukaan ryhmiteltynä.

Saavutettavia lähtöjä klo 5-8	Työmatkojen määrä	Matka-ajan mediaani joukkoliikenteellä (min)	Matka-ajan mediaani autolla, (min)	Matka linnuntietä, (km)	Nopeuden mediaani, (km/h)	CI-arvon mediaani	Auto-kerroin mediaani
1-5	78 088	85	26	12,3	4,8	1,48	4,1
6-15	127 442	62	21	8,3	6,7	1,49	3,1
16-30	136 209	54	19	6,8	7,4	1,49	2,8
31-50	141 288	50	19	6,7	8,0	1,50	2,6
51-70	95 316	49	20	7,1	8,6	1,47	2,4
71-100	107 999	47	21	7,0	8,8	1,47	2,3
101-150	132 559	47	22	6,9	8,8	1,46	2,1
151-200	91 069	44	22	6,7	9,0	1,44	2,1
201-300	93 159	43	22	6,7	9,3	1,42	2,0
yli 300	159 725	37	21	5,2	8,3	1,39	1,7
Yhteensä	1 162 854	48	21	6,8	8,2	1,46	2,3

Aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että matkan pituudella on vaikutusta sen kulkunopeuteen ja reitin kiertävyyteen (Huang & Levinson 2015; Cao ym. 2017; Yang ym. 2020). Aiemmin tarkasteltaessa eri pituisten työmatkojen rakennetta huomattiin eroja lyhyiden ja pitkien työmatkojen välillä. Testattaessa Spearmanin korrelaatiokertoimella linnuntiematkan pituuden korrelaatiota työmatkan hyödynnettävyyden muuttujiin sekä työmatkan osiin kuluvaan aikaan, vahva positiivinen korrelaatio löytyy vain matkan ja nopeuden välillä (0,72) (Taulukko 6). Nopeuden laskennassa on huomioitu myös odottamisiin kuluva aika, johon matkan pituus ei suoraan vaikuta. Kohtalainen positiivinen korrelaatio löytyy työmatkan pituuden ja vaihtoyhteyksien odottamisen välillä (0,58), koko matkan odotuksiin kuluvan ajan välillä (0,47) sekä odotuksiin ja kävelyyn kuluvan yhteisajan välillä (0,53). Heikko positiivinen korrelaatio löytyy työmatkan pituuden ja kävelyajan sekä töiden alun odottamiseen kuluvan ajan välillä. Vastaavasti heikkoa negatiivista korrelaatiota löytyy matkan pituuden ja CI-arvon väliltä. Autokertoimen ja matkan pituuden välinen korrelaatio on lähellä nollaa, joten korrelaatiota ei käytännössä ole.

Taulukko 6. Työmatkan linnuntie-etäisyyden ja joukkoliikenteen käytettävyyden tunnuslukujen väliset Spearmanin korrelaatiokertoimet.

	CI-arvo	Nopeus	Auto-kerroin	Kävely	Töiden alun odotus	Vaihdon odotus	Odotukset yhteensä	Odotukset ja kävely yhteensä
Matka linnuntietä	-0,30	0,72	-0,08	0,34	0,25	0,58	0,47	0,53

Työmatkan lähtöpisteestä saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen määrien sekä joukkoliikenteen matkoista laskettujen muuttujien korrelaatiota testataan poistamalla työmatkan pituuden vaikutus suorittamalla muuttujille Spearmanin puolittainen osittaiskorrelaatio. Klo 5–8 työmatkan lähtöruudusta saavutettavien pysäkkien määrää ja pysäkeiltä lähtevien joukkoliikenteen lähtöjen määrää verrataan työmatkojen reitityksestä saatuihin matkan eri osien aikatietoihin sekä näistä johdettuihin matkan käytettävyyttä kuvaaviin muuttujiin, CI-arvoon, nopeuteen ja autokertoimeen.

Nollahypoteesina on, että testattavien muuttujien välillä ei ole korrelaatiota. Kaikissa tapauksissa nollahypoteesi hylätään, sillä p-arvo on aina pienempi kuin 0,001. Vaikka muuttujien väliltä löytyy korrelaatiota, on se vahvimmillaankin vain kohtalaista (Taulukko 7). Kohtalaista negatiivista korrelaatiota löytyy vain saavutettavien lähtöjen määrän ja autokertoimen väliltä, mikä tarkoittaa, että suhteellinen ero joukkoliikenteellä kuljetun työmatkan ja autolla kuljetun työmatkan välillä on todennäköisesti pienempi, kun

saavutettavissa on useampia lähtöjä. Loput muuttujien välisistä korrelaatioista ovat heikkoa tai todella heikkoa korrelaatiota. Saavutettavien pysäkkien määrään verrattuna saavutettavien lähtöjen määrä korreloi enemmän testattujen muuttujien kanssa. Myöskään maakunnittain tarkasteltuna muuttujien väliltä ei löydy vahvaa korrelaatiota.

Taulukko 7. Reititetyn työmatkan lähtöruudusta klo 5–8 saavutettavien liikennöityjen pysäkkien ja lähtöjen määrän ja käytettävyyden tunnuslukujen väliset korrelaatiokertoimet Spearmanin osittaiskorrelaatiotestillä niin, että matkan pituuden vaikutus on poistettu.

	CI-arvo	Nopeus	Auto-kerroin	Kävely	Töiden alun odotus	Vaihdon odotus	Odotukset yhteensä	Odotukset ja kävely yhteensä
Lähdöt klo 5–8	-0,16	0,35	-0,46	-0,10	-0,31	-0,04	-0,35	-0,38
Liikennöidyt pysäkit klo 5–8	-0,17	0,27	-0,34	-0,07	-0,20	-0,06	-0,24	-0,26

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Joukkoliikenteen saavutettavuus

Tutkimuksen perusteella joukkoliikenteen pysäkit ovat Suomessa melko hyvin saavutettavissa, sillä 63,0 %:lla Suomessa asuvista on arkipäivänä vähintään yksi liikennöity joukkoliikenteen pysäkki viiden minuutin kävelyetäisyydellä asuinpaikasta. Saavutettavuutta voidaan pitää melko hyvänä suhteessa siihen, että Suomessa vuonna 2023 73 % väestöstä asuin kaupungeissa tai kaupunkien kehysalueilla (Väestörakenne 2024).

Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus asuinpaikasta on tärkeää, sillä lyhyt matka pysäkille lisää joukkoliikenteen käyttöä (Tennøy ym. 2022) ja lyhyellä matkalla lähtöpysäkille on päätepysäkkiä enemmän merkitystä, koska lähtöpysäkille ei olla valmiita kulkemaan yhtä pitkää matkaa kuin päätepysäkiltä matkan määränpään (Ivan ym. 2019). Myös aamun työmatkaliikenteen aikaan klo 5–8 joukkoliikenne on saavutettavissa suurimmalle osalle, koska tuona aikana liikennöity joukkoliikenteen pysäkki on saavutettavissa 60,2 %:lla Suomessa asuvista.

Verrattaessa liikennöityjen joukkoliikennepysäkkien määrää Suomessa koko päivän aikana ja klo 5–8 välillä, vähenee aikaikkunaa supistettaessa liikennöityjen pysäkkien määrä 31 %:lla eli noin 25 000 pysäkillä. Tämä vahvistaa ajallisen ulottuvuuden huomioimisen tärkeyttä joukkoliikenteen saavutettavuustutkimuksissa, sillä vaikka pysäkki olisi päivän aikana liikennöity, tämä voi tarkoittaa vain yhtä joukkoliikennelähtöä kerran päivässä ja muina aikoina pysäkiltä ei käytännössä pääse kulkemaan. Pelkkä pysäkin spatiaalinen läheisyys ei siis takaa mahdollisuutta joukkoliikenteen käyttöön. Vaikka liikennöityjen pysäkkien määrä vähenee koko päivää ja aamua verrattaessa merkittävästi, ei pysäkkejä saavuttavan väestön osuus kuitenkaan vähene samassa suhteessa koko maan tasolla, mikä kertoo harvaan liikennöityjen pysäkkien sijaitsemisesta harvaan asutuilla alueilla, jota puoltaa myös se, että pysäkkien saavutettavuus väestössä koko päivää ja aamua verrattaessa vähenee eniten Lapissa ja maaseutumaisissa kunnissa.

Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus vaihtelee alueellisesti, ja parasta pysäkkien ja lähtöjen saavutettavuus on suurten kaupunkien väkirikkaimmilla keskusta-alueilla, kuten Helsingissä, jossa 92,9 % väestöstä saavuttaa viidessä minuutissa joukkoliikennepysäkin ja jossa keskimääräinen saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen määrä sekä pysäkkien palvelutiheys on suurin. Tulos on odotettu, sillä joukkoliikennepalvelut ovat kannattavimpia

tiheillä kaupunkialueilla, joissa käyttäjäpotentiaali on suurin (Planning and design... 2013). Kaupunkikeskustojen lisäksi pysäkkien ja lähtöjen saavutettavuuskartoilta erottuvat liikenteen pääväylät, joilla kulkee kaupunkien välistä kaukoliikennettä.

5.2 Joukkoliikenteen käytettävyys työmatkoilla

Tässä tutkielmassa joukkoliikenteen käytettävyyttä työmatkoilla arvioitiin ensin määrittämällä joukkoliikenteen saavutettavuusalueilta lähtevät työmatkat. Laskennat on tehty työmatkoittain, joten tulokset eivät suoraan kerro työllisten joukkoliikenteen saavutettavuudesta. Kaikista työmatka-aineiston työmatkoista ainakin noin puolen lähtöpiste sijaitsee viiden minuutin kävelyetäisyydellä klo 5–8 liikennöidystä joukkoliikennepysäkkistä, jonka lisäksi työmatkoista 9,7 % on joko niin lyhyitä, että ne ovat käveltävissä alle kymmenessä minuutissa tai pienessä osassa matkoista kävely on joukkoliikennettä nopeampi kulkutapa matkan ollessa käveltyä korkeintaan 20 minuuttia. Jäljelle jäävistä työmatkoista noin 34,1 % luokitellaan sellaisiksi, että niitä ei todennäköisesti joukkoliikennepysäkkien kaukaisen sijainnin tai huomattavan pitkän matkan vuoksi olla valmiita kulkemaan säännöllisesti joukkoliikenteellä. Joukkoon kuuluu myös 7,3 % työmatkoja, joiden tiedot ovat puutteelliset, eikä joukkoliikenteen saavutettavuutta voida arvioida.

Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuuden perusteella ainakin 49 %:lla työmatkoista voisi siis teoriassa käyttää joukkoliikennettä, mutta käytännössä joukko pienenee, kun tarkasteluun otetaan määränpään sijainti, tarkempi ajallinen ulottuvuus ja joukkoliikenteellä kuljettu matka. Tutkielman tulosten perusteella joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen lähtö- ja päätepysäkkien etäisyyttä suhteessa asuin- ja työpaikan sijainteihin voidaan arvioida tarkastelemalla käveltävän matkan aikaa joukkoliikennematkassa. Reititetyistä matkoista 60 % sisältää alle 16 minuuttia kävelyä, mikä tarkoittaa sitä, että 40 %:lla matkoista pysäkkien saavutettavuus voi muodostua joukkoliikenteen käyttöä rajoittavaksi tekijäksi, jos ajatellaan, että lähtöpysäkille ollaan valmiita kulkemaan noin 5 minuutin matka (Kraft 2016; Ivan ym. 2019; Rjisman ym. 2019) ja päätepysäkiltä työpaikalle hieman pidempi matka (Ivan ym. 2019), eli esimerkiksi noin 10 minuuttia. Vaikka reititettyjen joukkoliikennematkojen lähtöpiste sijaitsee joukkoliikenteen saavutettavuusalueella ei voida kuitenkaan olettaa, että joukkoliikennematkan lähtöpysäkki olisi lähin pysäkki.

Joukkoliikenteen aikataulut on saavutettavuuden ohessa koettu joukkoliikenteen käyttöä rajoittavana tekijänä (Liao ym. 2020). Tutkielman tulosten perusteella joukkoliikenteen aikataulujen sopivuutta aamun työmatkoilla voidaan mitata sillä, kuinka kauan töiden alkua

tulee odottaa töihin saapumisen jälkeen, jos työn ajatellaan alkavan joustamattomasti klo 8. 60 %:lla reititetyistä työmatkoista töiden alkua joutuu odottamaan alle 10 minuuttia, eli näissä tapauksissa aikataulu ei aiheuta suuria haasteita joukkoliikenteen käyttöön, mutta lopuilla 40 % reititetyistä työmatkoista odottelua voi olla liikaa. 20 %:lla odottelua olisi yli 20 minuuttia. Selkeää rajaa töiden alun odottelulle on kuitenkin haastava asettaa, sillä osa haluaa saapua työpaikalle hyvissä ajoin, ja todellisuudessa osan on myös mahdollista aloittaa työ joustavasti, jolloin joukkoliikenteen aikatauluihin on helpompi sopeutua (Sutela ym. 2019). Tämä huomioon ottaen vaikuttaa siis siltä, että suurimmassa osassa matkoista joukkoliikenteen aikataulut sopivat kohtuu hyvin työmatkantekoon.

Joukkoliikennematkoissa liikennevälineen vaihtaminen koetaan epävarmuutta lisäävänä tekijänä (Shelat ym. 2021). Reititetyissä joukkoliikennematkoissa joukkoliikenteen odotukseen kuluva aika kuvaa vaihdon yhteydessä tapahtuvaa jatkoyhteyden odottamista, joten odotusajan perusteella voidaan päätellä sisältääkö matka vaihtoa vai ei. Noin puolet reititetyistä matkoista sisältää vaihdon ja vaihtoyhteyden odotusta. Odotusaika pysyy kuitenkin usein kohtuullisena alle kymmenessä minuutissa, mutta tähän ei ole laskettu mahdollista siirtymää pysäkiltä toiselle kävelleen, joka on huomioitu matkan yhteenlasketussa kävelyyn kuluva ajassa. Puolta reititetyistä matkoista ei voi siis tehdä suoralla joukkoliikennedyhteydellä, mikä lisää epävarmuutta etenkin, jos suunniteltuihin aikatauluihin tulee muutoksia.

Joukkoliikenteen käytettävyys tietylle matkalle on monien osien summa ja sujuvassa matkassa siirtymien ja odotusten yhteisvaikutus ei saa olla liian suuri, sillä niihin käytetty aika halutaan minimoida (Tahmasbi & Haghshenas 2019). Reititettyjen matkojen matka-ajasta jopa puolet voi mennä muuhun kuin joukkoliikennevälineessä matkustamiseen. Yhteenlaskettujen työn alun ja vaihtoyhteyksien odottamisen sekä kävelyyn kuluvan ajan mediaani kaikista matkoista laskettuna on 27 minuuttia, mikä on paljon suhteutettuna siihen, että Suomessa asuvien työmatkoihin todellisuudessa käyttämä aika on keskimäärin 23 minuuttia (Immonen 2020). Autolla reititetyt työmatkojen matka-ajat ovat saman suuntaisia kuin keskimääräiset työmatka-ajat.

Reitin kiertävyyttä kuvaavan CI-arvon osalta tulokset ovat linjassa aiempien tutkimusten kanssa, joissa matkan pituuden on todettu vaikuttavan reitin suoruteen niin, että pidemmillä matkoilla linnuntie-etäisyyden ja kuljetun matkan ero on keskimäärin pienempi (Cubukcu 2021). Kaikkien reititettyjen matkojen CI-arvon mediaani on 1,46, mikä on hieman enemmän

kuin kaupunkialueilla lasketut CI-arvot muualla maailmassa, mutta tämä on ymmärrettävää, koska joukkoliikenne kulkee harvoin lyhintä mahdollista reittiä tarkasteltavalla matkalla. Toisaalta työmatkat eivät tapahdu vain kaupunkialueella, mikä voi laskea CI-arvoa, koska maaseudulla ja taajamissa matkat ovat usein hieman suurempia (Cubukcu 2021).

Koska matkan pituus vaikuttaa CI-arvoon, on esimerkiksi maakuntien keskiarvoisia CI-arvoja vertailtaessa huomioitava matkojen pituudet, joiden mediaanit ja keskiarvot vaihtelevat suuresti maakuntien välillä. Myös työmatkojen nopeus on riippuvainen matkan pituudesta ja tämän vuoksi eri pituisia matkoja on vaikea verrata toisiinsa. Linnuntiematkan korrelaatiota testattaessa suhteessa joukkoliikennematkan osioihin pidempi matka on yhteydessä myös pidempään odotus ja kävelyaikoihin, mikä on loogista, koska pidempi matka sisältää todennäköisemmin joukkoliikennevälineen vaihtoja, jotka lisäävät kävelyä ja odotusta.

Joukkoliikennematkoja verrataan usein saman matkan kulkemiseen autolla ja lähes aina autolla kuljettu matka on ajallisesti nopeampi (Salonen ym. 2014; Kang ym. 2019; Rinta-Piirto & Weiste 2019). Näin oli myös työmatkojen osalta, jotka ovat joukkoliikenteellä ajallisesti yli puolet pidempiä. Tässä tutkielmassa joukkoliikenteen käytettävyyttä mitattiin myös autokertoimella tarkastelemalla, kuinka monta kertaa kauemmin joukkoliikennematka kestää automatkaan verrattuna. Autokerroin osoittautui hyväksi mittariksi, koska se ei ole voimakkaasti yhteydessä matkan linnuntiepituuteen suurimmalla osalla matkoista, joten eri pituisia matkoja voidaan paremmin verrata toisiinsa. Autokerroin on pienin maakunnissa, joissa on suuri maakuntakeskus ja kattavammat joukkoliikennepalvelut, mikä kertoo aikataulujen ja ajan puolesta toimivammasta joukkoliikenteestä kyseisillä alueilla, vaikka autolla kuljetuista ajoista jäädäänkin.

Saavutettavien joukkoliikennepysäkkien määrän ja näiltä lähtevien lähtöjen määrä ei selkeästi korreloi työmatkan käytettävyyttä mittaavien muuttujien kanssa, vaikka lähtöpaikasta saavutettavien lähtöjen määrän mukaan tehtyjen ryhmien tilastolliset tunnusluvut tähän viittaavatkin (Kuva 25, Taulukko 5). Suuri saavutettavien lähtöjen määrä viittaa siihen, että työmatka lähtee kaupungin keskusta-alueelta ja vastaavasti vähäinen määrä siihen, että matka lähtee kauempaa keskustasta (Kuva 10). Erot käytettävyyden tunnusluvuissa eri saavutettavien lähtöjen ryhmien välillä voivat osittain selittyä sillä, että työmatkat ovat eri pituisia. Tulosten perusteella kaupunkien keskustoista tehtävät työmatkat ovat keskimäärin etäisyydeltään lyhyempiä kuin kauempaa keskustaa tehtävät. Tilastollisissa testeissä matkan pituuden vaikutus poistettiin, eikä saavutettavien lähtöjen tai pysäkkien määrällä ole vahvaa

korrelaatiota joukkoliikenteen käytettävyyttä kuvaaviin muuttujiin. Vähäisen korrelaation suunnat ovat kuitenkin odotettuja, sillä korkeampi lähtöjen saavutettavuus vaikuttaa esimerkiksi autokertoimeen laskevasti, eli joukkoliikenteen ero autoon on pienempi, kun saavutettavissa on enemmän pysäkkejä ja lähtöjä. Lisäksi lähtöjen määrä korreloi hieman voimakkaammin kuin pysäkkien määrä, eli saavutettavien lähtöjen määrällä on enemmän vaikutusta käytettävyyden muuttujiin kuin saavutettavien pysäkkien määrällä, vaikka korrelaatio onkin vähäistä.

5.3 Käytetyt aineistot ja menetelmät

Aiempiin joukkoliikenteen saavutettavuutta ja käytettävyyttä tutkiviin tutkimuksiin verrattuna tässä tutkielmassa on keskitytty tarkemmin tarkastelemaan joukkoliikennematkojen ominaisuuksia ja ajallista ulottuvuutta sekä sitä, voiko joukkoliikenteen pysäkkien ja lähtöjen saavutettavuuden avulla arvioida joukkoliikenteen käytettävyyttä matkoilla, joita ihmiset todennäköisesti kulkevat säännöllisesti. Lisäksi reititettyjen työmatkojen määrä on huomattava ja mahdollistaa työmatkojen tarkastelun koko Suomessa.

Tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida, että ne ovat luonteeltaan teoreettisia ja aineistojen ajankohdat ja tarkkuus tulee ottaa huomioon. Joukkoliikenteen pysäkkien aineisto ja reititykset on tehty yhden tavallisen arkipäivän (tiistai 16.4.2024) tietoihin perustuen eivätkä esimerkiksi samat aikataulut päde viikonloppuisin tai loma-aikoina. Reitityksissä on lisäksi valittu ensimmäinen matkaehdotus, mikä ei välttämättä aina ole kokonaisuuden kannalta kannattavin vaihtoehto ja matkan rakenne voisi olla erilainen, jos jokin muu matkaehdotus olisi valittu. Pysäkkien ja lähtöjen saavutettavuustarkastelussa on mukana vain joukkoliikenteen koontikannan joukkoliikenne ja on mahdollista, että kaikkea joukkoliikennettä ei ole ilmoitettu aineistoon, mikä voi vaikuttaa tuloksiin alueellisesti.

Väestön ja työmatkojen ruutuaineistot ovat vuoden 2021 lopulta, mutta joukkoliikenteen aineistot ja reititykset alkuvuodelta 2024, joten työmatkat ja väestön sijoittuminen ovat todennäköisesti muuttuneet hieman ajankohtien välillä. Muutos ei kuitenkaan ole merkittävää muutamassa vuodessa (Pyykkönen 2015). Väestön ja työmatkojen ruutuaineistot kuvaavat väestön ja työpaikkojen sijoittumista 250 x 250 metrin ruutujen tarkkuudella, mikä tarkoittaa sitä, että tulokset eivät ole täysin tarkkoja. Saavutettavuusalueilla asuvan väestön laskelmissa oletettiin väestön sijoittuvan alueelle tasaisesti, mikä saattaa yli- tai aliarvioida oikeaa saavutettavuusalueilla asuvien määrää. Sama epätarkkuus pätee myös siinä, miten määriteltiin alkaako työmatka joukkoliikenteen saavutettavuusalueelta vai ei. Vaikka työmatkan

lähtöpisteen tilastoruudusta yli 50 % olisi saavutettavuusalueella, voi todellinen lähtöpiste kuitenkin sijaita saavutettavuusalueen ulkopuolella. Myös työmatkojen reitityksissä ruututietojen tarkkuus voi yli- tai aliarvioida matkaa muutamilla sadoilla metreillä.

Vaikka pysäkkien saavutettavuutta on mitattu tutkielmassa tieverkostoa pitkin verkostanalyysillä, voi tästä huolimatta jäädä huomiotta jalankulkijoiden käyttämiä epävirallisia oikopolkuja, jotka lyhentäisivät matkaa ja laajentaisivat saavutettavuusalueita, jos ne otettaisiin huomioon. Lisäksi saavutettavuustutkimuksessa ei ole huomioitu maaston muotoja, jotka voivat hidastaa etenemistä ja vähentää halukkuutta joukkoliikennepysäkillä kulkemiseen (Brittell ym. 2017).

Tutkielmassa on tehty paljon keskiarvoihin perustuvia oletuksia, jotka eivät välttämättä pidä paikkaansa yksittäisten työmatkojen ja niiden kulkijoiden kohdalla. Joukkoliikenteen pysäkkien on määritelty olevan saavutettavia, jos ne sijaitsevat korkeintaan viiden minuutin kävelymatkan etäisyydellä. On kuitenkin todettu, että eri kulkuvälineille ollaan valmiita kulkemaan eri pituisia matkoja (Sarker ym. 2018; Van Soeste 2020), ja todennäköisesti tarkimmat tulokset olisi saatu, jos eri kulkuvälineille olisi määritelty eri laajuiset saavutettavuusalueet. Myös matkan pituudella on todettu olevain vaikutusta siihen kuinka pitkiä matkoja pysäkeille ja asemille ollaan valmiita kulkemaan, joten on mahdollista, että viiden minuutin raja rajaa ulkopuolelle myös sellaisia työmatkoja, joita todellisuudessa kuljetaan joukkoliikenteellä, ja aliarvioi pysäkkien saavutettavuusalueella asuvaa väestömäärää. On kuitenkin hyvin yksilöllistä, kuinka pitkä matka joukkoliikenteen pysäkeille koetaan sopivaksi. Esimerkiksi liikuntarajoitteet vaikuttavat kykyyn kulkea ja tällöin matka, joka pysäkillä ollaan valmiita kulkemaan, voi olla lyhyempi ja riippua enemmän maaston muodoista, kulkureiteistä tai kelistä. Tässä tutkimuksessa yksilöjen rajoitteita ja preferenssejä ei ollut mahdollista huomioida.

Työmatkojen reitityksessä töiden oletetaan alkavan klo 8.00, mutta todellisuudessa yksittäisten työmatkojen ajallisesta sijoittumisesta ei ole tietoa, vaikka suuri osa työllisistä työskenteleekin päivätöissä (Sutela ym. 2019). Esimerkiksi vuorotyö voi hankaloittaa joukkoliikenteen käyttöä työmatkoilla, sillä joukkoliikenteen tulisi olla käytettävissä usein myös yleisimpien työmatka-aikojen ulkopuolella. Toisaalta joustavat työajat ovat yleistyneet (Sutela ym. 2019), mikä voi mahdollistaa tarvittavaa joustoa joukkoliikenteen käyttöön ja vähentää aikatauluhaasteita. Etätyön lisääntyttyä kaikkia työmatka-aineiston työmatkoja ei välttämättä edes kuljeta päivittäin, vaan työpaikalla käydään harvemmin tai ei ollenkaan.

Tällöin voidaan olla valmiita kulkemaan työmatkoja, joita ei oltaisi valmiita kulkemaan päivittäin.

Tässä tutkielmassa työmatkantekoa tarkasteltiin yksisuuntaisena matkana, mutta käytännössä joukkoliikenteen käytettävyyteen vaikuttaa myös se, onko menomatkan lisäksi myös paluumatka kuljettavissa joukkoliikenteellä. Tarkemman kuvan joukkoliikenteen käytettävyydestä saisikin tutkimalla työmatkaa molempiin suuntiin eri ajankohtina. Työmatkoihin yhdistetään usein myös muita matkoja, kuten esimerkiksi kaupassakäyntiä tai lasten vientiä päiväkotiin. Tällaisia välipysähdyksiä ei ole tässä tutkimuksessa voitu ottaa huomioon, mutta käytännön arjessa tarve monien menojen hoitamiseen saman matkan aikana voi hankaloittaa joukkoliikenteen käyttöä. Lisäksi suuren tavaramäärän kuljettaminen voi olla haastavaa joukkoliikenteessä.

5.4 Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet

Liikennöidyt joukkoliikenteen pysäkit ovat arkipäivänä Suomessa saavutettavissa 5 minuutin kävelyetäisyydellä 63,0 %:lla Suomessa asuvista, mikä on linjassa kaupunkialueilla asuvan väestön kanssa. Eniten joukkoliikenteen pysäkkejä ja lähtöjä saavutetaan kaupunkialueilla, ja suurissa kaupungeissa väestöstä suurin osuus asuu joukkoliikenteen saavutettavuusalueilla. Tutkimuksen perusteella joukkoliikennepysäkkien saavutettavuutta arvioitaessa ajallinen ulottuvuus tulee ottaa huomioon, sillä liikennöityjen joukkoliikennepysäkkien määrä voi vähentyä merkittävästi verrattaessa koko päivän aikana liikennöityjen ja tiettyä ajankohtana liikennöityjen pysäkkien määrää. Tuloksia liikennöityjen joukkoliikenteen pysäkkien ja lähtöjen saavutettavuudesta voidaan hyödyntää potentiaalisten joukkoliikenteen käyttäjien määrän arvioimiseen sekä joukkoliikenteen alueelliseen vertailuun eri aluetasoilla. Jos tutkimus toistettaisiin eri ajankohtina, voitaisiin myös arvioida joukkoliikenteen saavutettavuudessa tapahtuvaa muutosta. Jotta joukkoliikenteen saavutettavuudesta saataisiin hyvä kokonaiskuva, tulisi liikennöityjen pysäkkien ja joukkoliikenteen lähtöjen saavutettavuutta tutkia tulevaisuudessa myös eri vuorokauden- ja vuodenaikoina sekä viikonloppuisin ja lomakautena. Lisäksi olisi perusteltua tutkia miten saavutettavuus muuttuu, jos saavutettavuuden määrittävää kävelymatkaa muutetaan. Näin voitaisiin arvioida saavutettavuutta, jos pysäkeille oltaisiin valmiita kävelemään pidempiä matkoja.

Joukkoliikenteen käytettävyyttä työmatkoilla arvioitiin tässä tutkielmassa tarkastelemalla joukkoliikennepysäkkien saavutettavuutta, joukkoliikennematkojen rakennetta, matkan aikataulullista sopivuutta sekä reitin kiertävyyttä ja suhteellista eroa saman matkan

kulkemiseen autolla. Eri pituisten joukkoliikenteellä reititettyjen työmatkojen vertailu on haastavaa, sillä matkan pituus vaikuttaa esimerkiksi kulkunopeuteen, reitin kiertävyyteen ja vaihtojen myötä kävelyyn ja odottamiseen kuluvaan aikaan. Tulosten perusteella autokerroin, eli se, kuinka monta kertaa kauemmin joukkoliikenteellä reititetty työmatka kestää suhteessa samaan matkaan autolla reititetynä, voidaan todeta vertailuista vaihtoehdoista parhaaksi tavaksi vertailla eri pituisia joukkoliikennematkoja, sillä matkan pituudella ei ole siihen vaikutusta. Autokertoimen perusteella joukkoliikenne on työmatkoilla käytettävintä Uudellamaalla ja heikointa Lapissa.

Tutkimuksen perusteella pysäkkien saavutettavuus haastaa joukkoliikenteen käyttöä työmatkoilla, sillä työmatkoista, jotka matkan pituuden puolesta olisivat sopivia joukkoliikenteellä kuljettaviksi, noin 40 %:lla ei ole klo 5–8 liikennöityä joukkoliikenteen pysäkkiä 5 minuutin kävelymatkan päässä työmatkan lähtöpisteestä. Pysäkkien saavutettavuusalueella sijaitsevat työmatkat reititettiin joukkoliikenteellä. Näiden työmatkojen osalta joukkoliikenteen käytettävyyttä vähentää 40 %:ssa matkoista matkaan sisältyvä yli 15 minuutin kävely, johon vaikuttaa sekä lähtöpysäkin että päätepysäkin saavutettavuus sekä vaihtoihin sisältyvä kävely. Joukkoliikenteen aikataulut muodostuvat haasteeksi ainakin noin 20 %:lla reititetyistä matkoista, sillä niissä työmatkan jälkeinen töiden alun odotus on yli 20 minuuttia. Lisäksi noin puolet reititetyistä työmatkoista sisältää joukkoliikennevälineen vaihdon, mikä lisää matkan sujumisen epävarmuutta (Shelat ym. 2021) ja voi vähentää halukkuutta joukkoliikenteen käyttöön. Verrattuna Suomessa tehtävien työmatkojen keskimääräisiin matka-aikoihin joukkoliikenteellä reititetyt työmatkat ovat pidempiä, koska siirtymät sekä odottaminen lisäävät matka-aikaa. Jotta joukkoliikenne olisi käytettävämpää työmatkoilla, tulisi pysäkkien saavutettavuutta parantaa ja muuhun kuin joukkoliikennevälineessä matkustamiseen käytettävää aikaa matkan aikana pyrkiä vähentämään.

Tulosten perusteella voidaan arvioida eri tekijöiden vaikutusta joukkoliikenteen käyttöön työmatkoilla ja vertailla matkoja alueellisesti. Kuluttavan valintaan vaikuttaa moni asia, mutta tutkielman tulokset voivat avata mistä lähtökohdista kulkutapoja koskevia päätöksiä tehdään. Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuuden tapaan myös joukkoliikennematkoja tulisi vielä tarkastella eri ajankohtina kokonaiskuvan hahmottamiseksi. Teoreettisia reititettyjä työmatkoja olisi myös hyvä verrata todellisiin kuljettuihin matkoihin, jotta voidaan arvioida vastaavatko joukkoliikenteellä reititetyt työmatkat todellisia joukkoliikenteellä kuljettuja työmatkoja. Todellisiin matkoihin vertaamalla voitaisiin myös paremmin arvioida,

minkälaisia matkoja ollaan valmiita kulkemaan joukkoliikenteellä ja minkälaisiin valitaan jokin muu kulkumuoto. Näin voitaisiin arvioida paremmin myös sitä, minkälaiset joukkoliikennematkat koetaan kuljettaviksi.

Korrelaatiotestien perusteella saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen määrä ei kerro suoraan siitä, onko joukkoliikenne käytettävää työmatkoilla tapauksissa, joissa työmatkan lähtöpaikalta on saavutettavissa vähintään yksi liikennöity joukkoliikennepysäkki. Suurempi saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen määrä kertoo siitä, että mahdollisuuksia joukkoliikenteen käytölle on enemmän, mutta matkan päämäärä ja ajankohta määrittävät ovatko saavutettavat lähdöt sopivia matkan kannalta. Pelkän asuinpaikan ja saavutettavan joukkoliikenteen palvelutiheyden perusteella ei voida siis suoraan arvioida joukkoliikenteen käytettävyyttä tietyillä matkoilla. Mahdollisuuksia joukkoliikenteen käyttöön voidaan kuitenkin mitata, ja siihen tulosten mukaan olisi parempi käyttää saavutettavien lähtöjen määrää pysäkkien määrän sijaan tarkemman arvion saamiseksi. Myös saavutettavuuden ajallinen ulottuvuus tulisi huomioida. Tulokset tuovat taustatietoa joukkoliikenteen saavutettavuuden mittaamiseen, jota usein toteutetaan tarkastelemalla pysäkkien saavutettavuutta. Tämän tutkimuksen perusteella pelkkää pysäkkien saavutettavuutta ei kuitenkaan voida pitää joukkoliikenteen käytettävyyden mittarina. Jatkotutkimuksissa joukkoliikenteen palvelutiheyden ja käytettävyyden yhteyttä tulisi tarkastella toteutuneiden joukkoliikenteen matkoja avulla. Näin voitaisiin paremmin arvioida lisääkö suurempi lähtöjen tarjonta todennäköisyyttä joukkoliikenteen valintaan matkan kulkutavaksi.

Kiitokset

Kiitokset Tilastokeskuksen Liikenne ja matkailu -ryhmälle opeista, tuesta ja joustavuudesta maisteriopintojen ja graduprosessin aikana. Kiitos myös ohjaajalleni Niina Käyhkölle hyvistä neuvoista ja uusista näkökulmista.

Lähteet

- Ajankäyttö (2023) Arkipäivän aloitus myöhentyi koronavuosina 2020–2021. Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki.
<https://stat.fi/julkaisu/cl8iq4dut04xm0dutgyu2gzwj> 25.1.2025
- Alshalalfah, B. W. & Shalaby, A. S. (2007) Case study: Relationship of walk access distance to transit with service, travel, and personal characteristics. *Journal of Urban Planning and Development* 133(2) 114–118. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2007\)133:2\(114\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2007)133:2(114))
- Andersen, J. & Landex, A. (2008) Catchment areas for public transport. *WIT Transactions on the built environment* 101 175–184. <https://doi.org/10.2495/UT080171>
- Apparicio, P., Shearmur, R., Brochu, M. & Dussault, G. (2003) The measure of distance in a social science policy context: Advantages and costs of using network distances in eight Canadian metropolitan areas. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis* 2003 7(2) 105–131.
- Apparicio, P., Abdelmajid, M., Riva, M. & Shearmur, R. (2008) Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: distance types and aggregation-error issues. *International Journal of Health Geographics* 2008 7(7). <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-7>
- Barta, M. & Masopust, J. (2020) Multicriterial analysis of the accessibility of public transport stops in Cracow. *Transport Geography Papers of Polish Geographical Society* 23(4) 32–41. <https://doi.org/10.4467/2543859XPKG.20.025.13127>
- Bearman, N. (2021) *GIS: Research methods*. Bloomsbury Research Methods. Bloomsbury Academic, London. <https://doi.org/10.5040/9781350129597>
- Ben-Akiva, M. & Lerman, S. (1985) *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. Transportation studies 9. MIT Press, Cambridge.
- Benenson, I., Martens, K., Rofe, Y. & Kwartler, A. (2011) Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. *The Annals of Regional Science* 47 499–515. <https://doi.org/10.1007/s00168-010-0392-6>
- Berggren, U., Kjaer-Rasmussen, T., Thorhauge, M., Svensson, H. & Brundell-Freij (2022) Public transport path choice estimation based on trip data from dedicated smartphone app survey. *Transportmetrica A: Transport Science* 18(3) 1813–1846.
<https://doi.org/10.1080/23249935.2021.1973146>

- Bergroth, C. (2019) Uncovering population dynamics using mobile phone data: The case of Helsinki metropolitan area. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, geotieteiden ja maantieteen laitos. <http://hdl.handle.net/10138/302228>
- Biba, S., Curtin, K. M. & Manca, G. (2010) A new method for determining the population with walking access to transit. *International Journal of Geographical Information Science* 24(3) 347–364. <https://doi.org/10.1080/13658810802646679>
- Brittall, M., Grummon, C., Lobben, A., Omri, M. & Perdue, N. (2017) Accessibility in pedestrian routing. Teoksessa Peterson, M. P. (toim.) *Advances in Cartography and GIScience* 479–492. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57336-6_33
- Bunel, M. & Tovar, E. (2013) Key issues in local job accessibility measurement: different models mean different results. *Urban Studies* 51(6) 1322–1338. <https://doi.org/10.1177/0042098013495573>
- Cao, X., Liang, F., Chen, H. & Liu, Y. (2017) Circuitry characteristics of urban travel based on GPS data: A case study of Cuangzhou. *Sustainability* 9 2156. <http://dx.doi.org/10.3390/su9112156>
- Cornet, Y., Lugano, G., Georgouli, C. & Mila, D. (2022) Worthwhile travel time: A conceptual framework of the perceived value of enjoyment, productivity and fitness while travelling. *Transport Reviews* 42(5) 580–603. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1983067>
- Cubukcu, K. (2021) Using circuitry as network efficiency measure: The example of Paris. *Spatial Information Research* 29(2) 163–172. <https://doi.org/10.1007/s41324-020-00342-w>
- Curtis, C. & Scheurer, J. (2010) Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning* 74(2) 53–106. [10.1016/j.progress.2010.05.001](https://doi.org/10.1016/j.progress.2010.05.001)
- Curtis, C. & Scheurer, J. (2017) Performance measures for public transport accessibility: Learning from international practice. *Journal of Transport and Land Use* 10(1) 93–118. <https://www.jstor.org/stable/26211723>
- Delbosc, A., & Currie, G. (2011) Using Lorenz curves to assess public transport equity. *Journal of Transport Geography* 19 1252–1259.
- Digiroad (2024) Väylävirasto. <https://julkinen.vayla.fi/inspirepalvelu/digiroad/wfs> 7.1.2025
- Digiroad tietolajien kuvaus 2/2022* (2022) Väyläviraston julkaisu. Väylävirasto. https://vayla.fi/documents/25230764/0/Tietolajien_kuvaus_2_2022.pdf/794ab211-

aed8-dde2-fde2-ae51f0f524b4/Tietolajien_kuvaus_2_2022.pdf?t=1646392379420
7.1.2025

- Digitransit (s.a.) Fintraffic. <https://www.fintraffic.fi/fi/digitransit> 31.3.2024
- Digitransit-palvelut (s.a.) Digitransit. <https://digitransit.fi/palvelu> 31.3.2024
- Duran-Hormazabal, E. & Tirachini, A. (2016) Estimation of travel time variability for cars, buses, metro and door-to-door public transport trips in Santiago, Chile. *Research in Transportation Economics* 59 26–39.
- El-Geneidy, A., Grimsrud, M., Wasfi, R., Tétreault, P., & Surprenant-Legault, J. (2014) New evidence on walking distances to transit stops: Identifying redundancies and gaps using variable service areas. *Transportation* 41 (1) 193–210.
- Ford, A., Barr, S., Dawson, R. & James, P. (2015) Transport accessibility analysis using GIS: assessing sustainable transport in London. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2015 4(1) 124–149. <https://doi.org/10.3390/ijgi4010124>
- Geurs, K. T. & van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography* 12(2) 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>.
- GTFS: Making public transit data universally accessible (s.a.) General Transit Feed Specification. MobilityData. <https://gtfs.org> 4.2.2024
- GTFS Schedule Reference (2023) General Transit Feed Specification. MobilityData. <https://gtfs.org/schedule/reference> 4.2.2024
- Göransson, J. & Andersson, H. (2023) Factors that make public transport system attractive: a review of travel preferences and travel mode choice. *European Transport research Review* 15(32). <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00609-x>
- Handy, S. L. & Niemeier, D. A. (1997) Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives. *Environment and planning A* 29(7) 1175–1194.
- Hansen, W. G. (1959) How accessibility shapes land use. *Journal of the American institute of planners* 25(2) 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Henkilöliikennetutkimus 2016: Suomalaisten liikkuminen* (2018) Liikenneviraston tilastoja 1/2018. Liikennevirasto, Helsinki. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-317-513-6>
- Huang, J. & Levinson, D. (2015) Circuitry in urban transit network. *Journal of Transport Geography* 48 145–153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.09.004>
- Immonen, J. (2020) Suomalaisten työmatkat eurooppalaisittain kohtuullisia – eniten aikaa kuluu Latviassa ja Britanniassa. Tieto&trendit, Tilastokeskus 28.10.2020.

- <https://stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2020/suomalaisten-tyomatkat-eurooppalaisittain-kohtuullisia-eniten-aikaa-kuluu-latviassa-ja-britanniassa> 3.9.2024
- Ivan, I., Horak, J., Zajickova, L., Burian, J. & Fojtik, D. (2019) Factors influencing walking distance to the preferred public transport stop in selected urban centres of Czechia. *GeoScape* 13(1) 16–30. <https://doi.org/10.2478/geosc-2019-0002>
- Joukkoliikennelaki 869/2009. Annettu Helsingissä 13.11.2009.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090869>
- Kallio, R., Kärkinen, T., Mutikainen, J. & Supponen, A. (2023a) *Henkilöliikennetutkimus 2021: Suomalaisten liikkuminen*. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 1/2023. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki.
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/HLT_2021_p%C3%A4%C3%A4raportti.pdf
- Kallio, R., Kärkinen, T., Mutikainen, J. & Supponen, A. (2023b) *Henkilöliikennetutkimus syksy 2022: Suomalaisten liikkuminen*. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 14/2023. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki.
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/HLT_syksy2022.pdf
- Kang, A. S., Jayaraman, K., Soh, K. & Wong, W. P. (2019) Convenience, flexible service, and commute impedance as the predictors of drivers' intention to switch and behavioural readiness to use public transport. *Transportation Research Part F* 62 505–519. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.02.005>
- Kim, S. (2015) ppcor: An R package for a fast calculation to semi-partial correlation coefficients. *Commun Stat Appl Methods* 22(6) 665–674.
<https://doi.org/10.5351/CSAM.2015.22.6.665>
- Koontikanta (s.a.) Fintraffic. <https://www.fintraffic.fi/fi/koontikanta> 4.2.2024
- Kotavaara, O., Nivala, A., Lankila, T., Huotari, T., Delmelle, E. & Antikainen, H. (2021) Geographical accessibility to primary health care in Finland – grid-based multimodal assessment. *Applied Geography* 136 <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102583>
- Kraft, S. (2016) Measuring and modelling the spatial accessibility of public transport stops in GIS. *Hungarian Geographical Bulletin* 65(1) 57–69.
<https://doi.org/10.15201/hungeobull.65.1.5>
- Krygsman, S., Dijst, M. & Arentze, T. (2004) Multimodal public transport: an analysis of travel time element and the interconnectivity ratio. *Transport Policy* 11 265–275.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.12.001>

- Kunnat 2024 1:1 000 000 (2024) Tilastointialueet. Tilastokeskus, Helsinki.
<https://geo.stat.fi/geoserver/tilastointialueet/wfs>
- Kwan, M.-P. (1999) Gender and individual access to urban opportunities: A study using space-time measures. *The professional geographer* 51(2) 211–227.
<https://doi.org/10.1111/0033-0124.00158>
- Kymäläinen, S. (2013) Joukkoliikenteen koontikannan prosessien kehittäminen. Pro gradu - tutkielma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillistaloudellinen tiedekunta, tuotantotalous. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201306144026>
- LAM-vuosikirjat (2021) LAM-kirjat vuodelta 2021 liikennevastuualueittain. Fintraffic.
<https://www.fintraffic.fi/fi/LAM-kirjat> 3.9.2024
- Leskinen, A., Jokinen, O. & Rintamäki, J. (2016) *Joukkoliikenteen matkustajainformaation koontipalvelu – Esiselvitys*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2016.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-317-294-4>
- Leskinen, T. (2022) Etätyö lisääntyi useimmilla toimialoilla, maakunnissa palattiin lähi-työhön. Tieto&trendit. Tilastokeskus 1.4.2022.
<https://stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/etatyto-lisaantyi-useimmilla-toimialoilla-maakunnissa-palattiin-lahityohon> 3.9.2024
- Liao, Y., Gil, J., Pereira, R., Yeh, S. & Verendel, V. (2020) Disparities in travel times between car and transit: Spatiotemporal patterns in cities. *Scientific Reports* 10 4056.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-61077-0>
- Liikenneverkon peittävyys (2023) Kokeelliset tilastot. Tilastokeskus, Helsinki.
<https://stat.fi/tup/kokeelliset-tilastot/liikenneverkon-kattavuus-ja-peitton/2023-05-17/index.html> 25.1.2025
- Liu, S. & Zhu, X. (2004) Accessibility analyst: An integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. *Environment and Planning B: Planning & Design* 31(1) 105–124. <https://doi.org/10.1068/b305>
- Maakunnat 2024 1:4 500 000 (2024). Tilastointialueet. Tilastokeskus, Helsinki.
<https://geo.stat.fi/geoserver/tilastointialueet/wfs>
- Mavoa, S., Witten, K., McCreanor, T., & O'Sullivan, D. (2012) GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography* 20 15–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.001>
- McGrail, M. & Humphreys, J. (2009) Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: Improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method. *Applied Geography* 29 533–541. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.12.003>

- Main place of work and commuting time – statistics (2020) Eurostat.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Main_place_of_work_and_commuting_time_-_statistics
 25.1.2025
- Mellin, I. (2006) Tilastolliset menetelmät: Lineaarinen regressioanalyysi. Teknillinen korkeakoulu, 239–433. <http://math.tkk.fi/opetus/sovtoda/oppikirja/Regranal.pdf>
 7.1.2025
- Metsäranta, H. & Weiste, H. (2019) *Taustaselvitys joukkoliikenteen tilakuvasta ja tavoitteellisesta kehityssuunnasta*. Traficomin julkaisuja 25/2019. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki.
https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Traficom_25_2019_Joukkoliikenteen_tilakuva%2003092019.pdf
- Miller, E. (2018) Accessibility: Measurement and application in transportation planning. *Transport Reviews* 38(5) 551–555. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1492778>
- Muhammad, A. S., Mohammad, M. Z. & Torok, M. (2019) Public transport accessibility: A literature review. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 47(1) 36–43.
<https://doi.org/10.3311/PPtr.12072>
- OpenStreetMap tiles (2024) OpenStreetMap Foundation. Open Data Commons Open Database License (ODbL) ja Creative Commons Attribution-ShareAlike (CC-BY-SA).
<https://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png> 17.1.2025
- Owen, A. & Levinson, D. (2015) Modeling the commute mode share of transit using continuous accessibility to jobs. *Transportation Research Part A* 74 110–122.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.02.002>
- Papinski, D. & Scott, D. (2013) Route choice efficiency: An investigation of home-to-work trips using GPS data. *Environment and Planning A* 2013 45 263–275.
<https://doi.org/10.1068/a44545>
- Pastinen, V. (2007) *Joukkoliikenteen houkuttelevuuden ja käytön lisääminen eri liikkujaryhmissä kaupunkiseuduilla*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 63/2007. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-201-954-7>
- Penchansky, R. & Thomas, J. W. (1981) The concept of access: Definition and relationship to consumer satisfaction. *Medical Care* 19(2) 127–140.
<https://www.jstor.org/stable/3764310>

- Pereira, R. H. M., Andrade P. R. & Vieira, J. P. B. (2022) Exploring the time geography of public transport networks with the gtf2gps package. *Journal of Geographical Systems* 24 453–466. <https://doi.org/10.1007/s10109-022-00400-x>
- Pihlajamaa, O., Lahti, J., Heino, I. & Lusikka, T. (2020) *Joukkoliikenteen matkatietopalveluiden digitaalinen infrastruktuuri – Selvitys kehittämistarpeista ja -toimista*. Tutkimusraportti VTT-R-01216-20. Teknologian tutkimuskeskus VTT, Espoo. <https://sarjaweb.vtt.fi/julkaisut/muut/2020/VTT-R-01216-20.pdf>
- Planning and design for sustainable urban mobility* (2013) Global report on human settlements. UN-Habitat. Taylor & Francis, Oxon, <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Planning%20and%20Design%20for%20Sustainable%20Urban%20Mobility.pdf> 2.2.2025
- Pyykkönen, T. (2015) Reittiopas taipuu myös työmatkalaskelmiin. Tieto&Trendit. Tilastokeskus 29.4.2015. <https://stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2015/reittiopas-taipuu-myos-tyomatkalaskelmiin> 2.1.2025
- Ranta 10 (2024) Joet. Suomen ympäristökeskus. Lisenssi CC 4.0 BY. https://paikkatiedot.ymparisto.fi/geoserver/syke_rantaviiva/wfs 7.1.2025
- Rinta-Piirto, J. & Weiste, H. (2019) *Saavutettavuusselvitys: Tarkastelumallin kehittäminen valtakunnallisen henkilöliikenteen saavutettavuudelle*. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 16/2019. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Helsinki. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Saavutettavuusselvitys_Traficomin_tutkimuksia_ja_selvityksi%C3%A4_16_2019.pdf
- Rjisman, L., Van Oort, N., Ton, D., Hoogendoorn, S., Molin, E., & Teijl, T. (2019) Walking and bicycle catchment areas of tram stops: factors and insights. *International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems 2019* 6 <https://doi.org/10.1109/MTITS.2019.8883361>
- Saghapour, T., Moridpour, S. & Thompson, R. (2016) Public transport accessibility in metropolitan areas: A new approach incorporating population density. *Journal of Transport Geography* 54 273–285. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.019>
- Salonen, M. & Toivonen, T. (2013) Modelling travel time in urban networks: Comparable measures for private car and public transport. *Journal of Transport Geography* 31 143–153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.011>
- Salonen, M., Broberg, A., Kytä, M. & Toivonen, T. (2014) Do suburban residents prefer the fastest or low-carbon travel modes? Combining public participation GIS and

- multimodal travel time analysis for daily mobility research. *Applied Geography* 53 438–448. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.028>
- Sarker, R., Mailer, M. & Sikder, S. (2018) Walking to public transport station. *Smart and Sustainable Built Environment* 9(1) 38–53. <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2017-0031>
- Shelat, S., Cats, O. & van Lint, J.W.C. (2021) Quantifying travellers' evaluation of waiting time uncertainty in public transport networks. *Travel Behaviour and Society* 25 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.07.009>
- Sutela, H., Pärnänen, A. & Keyriläinen, M. (2019) *Digiajan työelämä – työlötutkimuksen tuloksia 1977–2018*. Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki.
- Swärdh, J. (2009) Commuting time choice and the value of travel time. *Örebro Studies in Economics* 18.
- Ta, N., Zhao, Y. & Chai, Y. (2016) Built environment, peak hours and route choice efficiency: An investigation of commuting efficiency using GPS data. *Journal of Transport Geography* 57 161–170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.10.005>
- Tahmasbi, B. & Haghshenas, H. (2019) Public transport accessibility measure based on weighted door to door travel time. *Computers, Environment and Urban Systems* 76 163–177. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.05.002>
- Tenkanen, H., Saarsalmi, P., Järv, O., Salonen, M. & Toivonen, T. (2016) Health research needs more comprehensive accessibility measures: integrating time and transport modes from open data. *International Journal of Health Geographics* 15(23) <https://doi.org/10.1186/s12942-016-0052-x>
- Tennøy, A., Knapskog, M. & Wolday, F. (2022) Walking distance to public transport in smaller and larger Norwegian cities. *Transport Research Part D* 103. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103169>
- Tietoa Digiroadista (2023) Väylävirasto. <https://vayla.fi/tietoa-digiroadista> 31.3.2024
- Tidytransit (2023) CRAN. <https://cran.r-project.org/package=tidytransit> 31.3.2024
- Tolley, R. (2016) *Supporting walking in cities-best practice around world*. Walk the City International Conference 26, Stavanger.
- Työlöt (2024) Etätyötä tekevien osuus vuonna 2023 laskenut korona-ajasta, mutta korkeampi kuin pandemiaa edeltävinä vuosina. Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki. <https://stat.fi/julkaisu/cln0hlj6d8j1h0avttwdum2g2> 25.1.2025

- Työssäkäynti (2023) Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki.
https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tyokay/statfin_tyokay_pxt_115p.px 2.9.2024
- Työvoimatutkimus (2024) Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki.
https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tyti/statfin_tyti_pxt_13aj.px 3.9.2024
- Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma vuosille 2021–2032* (2021) Valtioneuvoston julkaisu 75/2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-749-2>
- Van Soeste, D., Tight, M. R. & Rogers, D. F. (2020) Exploring the distances people walk to access public transport. *Transport Reviews* 40(2) 160–182.
<https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1575491>
- Vitrano, C. & Mellquist, L. (2023) Spatiotemporal accessibility by public transport and time wealth: Insights from two peripheral neighbourhoods in Malmö, Sweden. *Time & Society* 32(1) 3–32. <https://doi.org/10.1177/0961463X221112305>
- Väestörakenne (2024). Suomen virallinen tilasto. Tilastokeskus, Helsinki.
https://pxdata.stat.fi:443/PxWeb/api/v1/fi/StatFin/vaerak/statfin_vaerak_pxt_11s3.px 1.1.2025
- Yang, M., Wu, J., Rasouli, S., Cirillo, C. & Li, D. (2017) Exploring the impact of residential relocation on modal shift in commute trips: Evidence from a quasi-longitudinal analysis. *Transport Policy* 59 142–152.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.005>
- Yang, R., Liu, Y., Liu, Y., Liu, H. & Gan, W. (2019) Comprehensive public transport service accessibility index – A new approach based on degree centrality and gravity model. *Sustainability* 11 5634. <http://dx.doi.org/10.3390/su11205634>
- Yang, W., Chen, H. & Wang, W. (2020) The path and time efficiency of residents' trips of different purposes with different travel modes: An empirical study in Guangzhou, China. *Journal of Transport Geography* 88 102829.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102829>
- Yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä (2023) Suomen ympäristökeskus & Tilastokeskus.
https://geoportal.ymparisto.fi/meta/julkinen/dokumentit/YKR_tiedot.pdf 4.2.2024
- Zhu, H., Lin, J., Yuan, Z. & Li, J. (2023) Bibliometric analysis of spatial accessibility from 1999–2022. *Sustainability* 15 13399. <https://doi.org/10.3390/su151813399>

- Zhu, X., Tong, Z., Liu, X., Li, X., Lin, P. & Wang, T. (2018) An improved two-step floating catchment area method evaluating spatial accessibility to urban emergency shelter. *Sustainability* 10 2180. <http://dx.doi.org/10.3390/su10072180>
- Zhuk, M., Kovalyshyn, V. & Zelemskyi, V. (2023) Study of the passengers' average waiting time at public transport stops. *Transport Technologies* 4(1) 21–28. <https://doi.org/10.23939/tt2023.01.021>

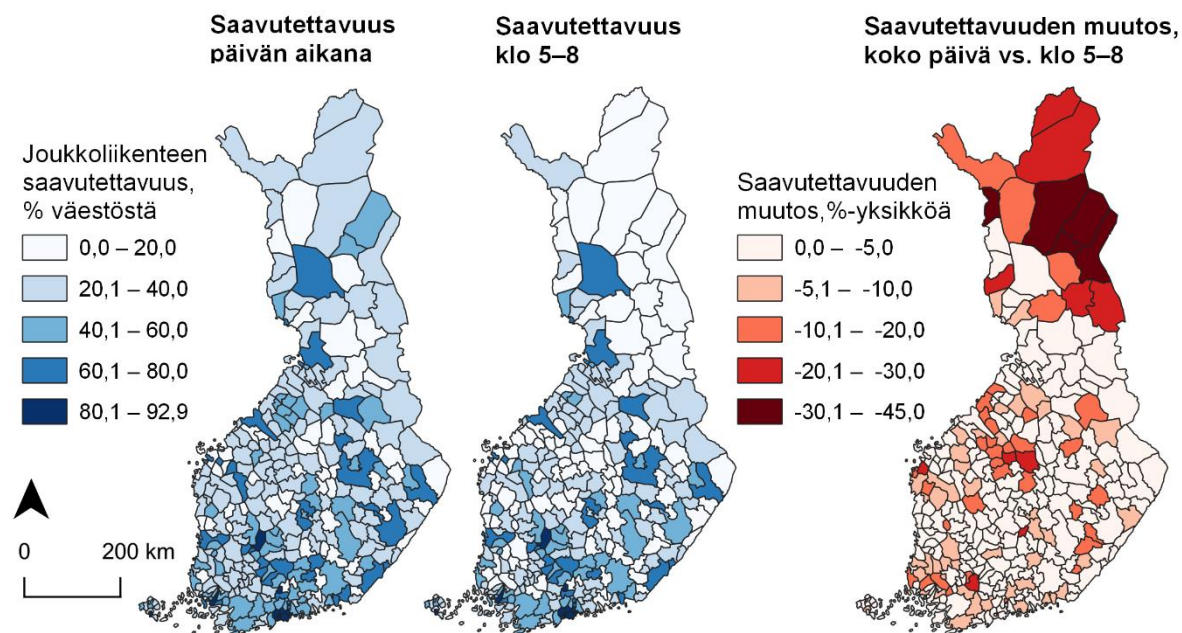
Liitteet

Liite 1. Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus maakunnittain

Taulukko 8. Osuus väestöstä, joilla on vähintään yksi liikennöity joukkoliikennepysäkki 5 minuutin kävelymatkan päässä tarkasteltaessa koko päivän aikana ja klo 5–8 aikavälillä liikennöityjä pysäkkejä sekä saavutettavuuden muutosta aikavälien välillä.

Maakunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos, %-y
Uusimaa	79,1	76,3	-2,8
Pirkanmaa	64,2	63,1	-1,1
Päijät-Häme	63,3	61,6	-1,7
Varsinais-Suomi	62,8	60,2	-2,6
Kymenlaakso	62,8	58,0	-4,8
Etelä-Karjala	59,0	57,2	-1,8
Pohjois-Savo	57,5	55,6	-1,9
Kanta-Häme	57,0	53,9	-3,1
Ahvenanmaa	54,6	52,7	-1,9
Kainuu	53,9	50,9	-3,0
Keski-Suomi	53,7	50,3	-3,4
Keski-Pohjanmaa	53,5	48,7	-4,8
Pohjois-Pohjanmaa	52,6	50,2	-2,4
Satakunta	51,6	48,1	-3,5
Pohjois-Karjala	51,4	49,1	-2,3
Etelä-Savo	50,0	47,6	-2,4
Lappi	49,1	40,1	-9,0
Pohjanmaa	42,9	40,3	-2,6
Etelä-Pohjanmaa	39,6	36,0	-3,6

Liite 2. Joukkoliikennepysäkkien saavutettavuus kunnittain



Kuva 26. Osuus väestöstä, joilla on vähintään yksi liikennöity joukkoliikennepysäkki 5 minuutin kävelymatkan päässä tarkasteltaessa koko päivän aikana ja klo 5–8 aikavälillä liikennöityjä pysäkkejä sekä saavutettavuuden muutosta aikavälien välillä.

Taulukko 9. Osuus väestöstä, joilla on vähintään yksi liikennöity joukkoliikennepysäkki 5 minuutin kävelymatkan päässä tarkasteltaessa koko päivän aikana ja klo 5–8 aikavälillä liikennöityjä pysäkkejä sekä saavutettavuuden muutosta aikavälien välillä.

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Akaa	34,0	33,2	-0,8
Alajärvi	34,5	31,3	-3,2
Alavieska	40,6	39,1	-1,5
Alavus	33,4	26,2	-7,2
Asikkala	51,4	49,0	-2,4
Askola	41,3	37,8	-3,5
Aura	32,7	32,7	0,0
Brändö	0,0	0,0	0,0
Eckerö	46,0	45,1	-0,9
Enonkoski	11,5	8,7	-2,8
Enontekiö	39,8	23,7	-16,1
Espoo	83,8	81,1	-2,7
Eura	22,5	16,7	-5,8
Eurajoki	38,0	36,7	-1,3
Evijärvi	20,3	18,3	-2,0
Finström	44,2	42,6	-1,6
Forssa	39,2	25,5	-13,7
Föglö	0,0	0,0	0,0

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Geta	29,8	29,0	-0,8
Haapajärvi	38,0	35,2	-2,9
Haapavesi	41,8	34,4	-7,4
Hailuoto	36,4	36,4	0,0
Halsua	27,6	17,4	-10,3
Hamina	61,5	54,9	-6,6
Hammarland	28,3	23,8	-4,5
Hankasalmi	21,6	16,6	-4,9
Hanko	43,8	43,3	-0,5
Harjavalta	45,4	41,3	-4,1
Hartola	22,2	20,8	-1,5
Hattula	50,2	48,7	-1,5
Hausjärvi	15,0	14,7	-0,3
Heinola	61,2	54,5	-6,7
Heinävesi	26,5	11,5	-15,0
Helsinki	92,9	90,5	-2,3
Hirvensalmi	30,3	20,4	-10,0
Hollola	57,4	56,5	-0,9
Huittinen	21,9	15,9	-6,0
Humppila	25,0	23,6	-1,3
Hyrynsalmi	10,9	10,8	0,0
Hyvinkää	74,3	73,4	-0,9
Hämeenkyrö	28,6	24,0	-4,6
Hämeenlinna	70,7	69,7	-1,0
Ii	32,7	31,5	-1,2
Iisalmi	62,0	60,9	-1,1
Iitti	3,7	2,4	-1,3
Ikaalinen	21,2	21,2	0,0
Ilmajoki	25,7	24,9	-0,8
Ilomantsi	15,1	15,0	-0,1
Imatra	65,7	65,5	-0,2
Inari	32,9	11,0	-21,9
Inkoo	31,8	28,8	-3,0
Isojoki	44,4	42,0	-2,4
Isokyrö	17,7	16,1	-1,7
Janakkala	42,7	41,7	-1,0
Joensuu	73,4	72,9	-0,5
Jokioinen	28,6	26,8	-1,9
Jomala	39,5	33,0	-6,6
Joroinen	26,8	13,9	-12,9
Joutsa	25,3	17,0	-8,3
Juuka	14,7	13,2	-1,5
Juupajoki	41,7	40,5	-1,2
Juva	22,9	20,8	-2,1

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Jyväskylä	72,1	71,5	-0,5
Jämijärvi	18,4	1,8	-16,6
Jämsä	28,3	26,2	-2,1
Järvenpää	76,3	64,8	-11,6
Kaarina	66,5	64,9	-1,6
Kaavi	41,5	31,7	-9,8
Kajaani	76,9	75,4	-1,5
Kalajoki	31,8	21,5	-10,3
Kangasala	56,6	55,9	-0,6
Kangasniemi	13,9	12,7	-1,2
Kankaanpää	24,2	21,3	-2,9
Kannonkoski	11,5	9,8	-1,6
Kannus	32,7	21,1	-11,6
Karjajoki	32,1	23,5	-8,6
Karkkila	32,0	29,2	-2,8
Karstula	26,7	14,9	-11,8
Karvia	7,9	7,0	-0,9
Kaskinen	45,0	0,0	-45,0
Kauhajoki	23,1	17,4	-5,8
Kauhava	31,1	24,1	-7,0
Kauniainen	89,7	82,8	-6,9
Kaustinen	13,7	8,0	-5,7
Keitele	17,8	17,6	-0,2
Kemi	67,5	66,4	-1,2
Kemijärvi	18,6	0,0	-18,6
Keminmaa	30,6	30,5	-0,1
Kemiönsaari	29,2	28,4	-0,8
Kempele	46,1	45,7	-0,3
Kerava	79,0	78,9	0,0
Keuruu	12,2	7,7	-4,6
Kihniö	18,8	18,3	-0,5
Kinnula	35,9	25,2	-10,8
Kirkkonummi	55,4	55,2	-0,3
Kitee	24,8	18,5	-6,3
Kittilä	16,8	0,0	-16,8
Kiuruvesi	14,7	14,6	-0,1
Kivijärvi	29,5	0,0	-29,5
Kokemäki	24,9	19,9	-5,0
Kokkola	64,3	62,2	-2,1
Kolari	16,3	11,5	-4,8
Konnevesi	18,5	17,6	-0,9
Kontiolahti	49,4	45,7	-3,7
Korsnäs	17,3	0,0	-17,3
Koski Tl	29,1	26,0	-3,1

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Kotka	74,4	67,3	-7,0
Kouvola	59,4	56,3	-3,1
Kristiinankaupunki	20,8	15,8	-4,9
Kruunupyö	10,9	10,8	0,0
Kuhmo	23,1	20,7	-2,4
Kuhmoinen	28,6	26,4	-2,2
Kumlinge	0,0	0,0	0,0
Kuopio	71,1	70,3	-0,7
Kuortane	13,6	12,5	-1,1
Kurikka	26,7	21,3	-5,4
Kustavi	16,6	9,5	-7,0
Kuusamo	26,8	3,1	-23,6
Kyyjärvi	27,9	10,9	-17,0
Kärkölä	2,8	2,8	0,0
Kärsämäki	32,0	21,3	-10,6
Kökar	0,0	0,0	0,0
Lahti	77,4	77,2	-0,2
Laihia	16,1	15,9	-0,2
Laitila	16,5	11,3	-5,2
Lapinjärvi	17,8	17,6	-0,2
Lapinlahti	28,5	17,2	-11,3
Lappajärvi	40,1	38,6	-1,4
Lappeenranta	68,5	67,2	-1,4
Lapua	39,4	32,9	-6,5
Laukaa	44,7	41,7	-3,0
Lemi	35,6	24,9	-10,7
Lemland	30,7	27,8	-3,0
Lempäälä	48,7	48,4	-0,2
Leppävirta	33,1	30,7	-2,4
Lestijärvi	34,8	27,7	-7,1
Lieksa	32,5	31,8	-0,7
Lieto	51,0	45,5	-5,5
Liminka	37,7	37,6	-0,1
Liperi	37,0	34,7	-2,4
Lohja	48,2	40,3	-7,8
Loimaa	34,3	29,7	-4,5
Loppi	21,7	21,6	-0,1
Loviisa	21,4	16,9	-4,5
Luhanka	30,3	6,9	-23,3
Lumijoki	22,8	22,8	0,0
Lumparland	23,9	23,7	-0,2
Luoto	21,7	20,8	-0,9
Luumäki	24,3	20,0	-4,3
Maalahti	25,8	2,3	-23,4

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Maarianhamina	88,5	88,5	0,0
Marttila	33,4	20,1	-13,3
Masku	42,3	33,7	-8,6
Merijärvi	52,7	49,6	-3,1
Merikarvia	0,8	0,0	-0,8
Miehikkälä	16,4	16,0	-0,4
Mikkeli	58,9	55,9	-3,0
Muhos	33,0	32,8	-0,2
Multia	0,0	0,0	0,0
Muonio	32,8	0,0	-32,8
Mustasaari	19,3	18,5	-0,9
Muurame	40,6	36,6	-4,0
Mynämäki	31,2	16,9	-14,3
Myrskylä	34,3	33,6	-0,7
Mäntsälä	41,1	35,6	-5,5
Mänttä-Vilppula	30,9	30,8	0,0
Mäntyharju	6,0	5,7	-0,4
Naantali	61,5	58,2	-3,3
Nakkila	32,4	31,4	-1,0
Nivala	42,7	38,6	-4,1
Nokia	61,8	61,7	-0,1
Nousiainen	31,3	26,9	-4,4
Nurmes	35,8	27,2	-8,6
Nurmijärvi	56,3	56,1	-0,1
Närpiö	27,1	21,4	-5,7
Orimattila	42,2	33,4	-8,8
Oripää	28,8	19,2	-9,6
Orivesi	42,9	40,4	-2,6
Oulainen	50,1	48,0	-2,1
Oulu	71,4	71,3	-0,1
Outokumpu	30,3	26,4	-3,9
Padasjoki	25,1	22,3	-2,8
Paimio	52,5	48,0	-4,5
Paltamo	32,4	31,0	-1,4
Parainen	28,1	27,6	-0,5
Parikkala	18,8	16,6	-2,2
Parkano	29,1	25,6	-3,6
Pedersören kunta	24,2	14,5	-9,6
Pelkosenniemi	44,2	0,0	-44,2
Pello	22,1	20,8	-1,3
Perho	25,9	15,7	-10,2
Pertunmaa	14,7	13,4	-1,2
Petäjävesi	5,5	5,5	0,0
Pieksämäki	56,7	56,2	-0,4

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Pielavesi	30,2	27,4	-2,8
Pietarsaari	19,2	19,1	-0,1
Pihtipudas	14,7	0,0	-14,7
Pirkkala	68,7	68,6	-0,1
Polvijärvi	14,2	9,5	-4,7
Pomarkku	23,3	23,3	0,0
Pori	73,9	73,3	-0,7
Pornainen	29,3	29,2	-0,1
Porvoo	46,3	38,6	-7,7
Posio	28,5	0,0	-28,5
Pudasjärvi	14,5	12,5	-2,0
Pukkila	24,4	24,1	-0,3
Punkalaidun	26,2	18,4	-7,8
Puolanka	17,1	16,1	-1,0
Puumala	26,7	13,2	-13,5
Pyhtää	41,1	35,0	-6,1
Pyhäjoki	30,4	13,7	-16,7
Pyhäjärvi	18,8	16,7	-2,1
Pyhäntä	43,8	37,5	-6,3
Pyhäranta	38,9	37,6	-1,3
Pälkäne	35,3	30,3	-5,0
Pöytyä	20,4	9,5	-10,9
Raahe	26,6	25,0	-1,5
Raasepori	49,7	41,4	-8,3
Raisio	58,9	58,5	-0,4
Rantasalmi	23,8	23,4	-0,3
Ranua	22,8	10,7	-12,1
Rauma	54,8	46,2	-8,6
Rautalampi	18,3	18,3	0,0
Rautavaara	15,0	13,0	-2,0
Rautjärvi	31,1	30,6	-0,5
Reisjärvi	24,1	22,8	-1,3
Riihimäki	82,6	82,1	-0,5
Ristijärvi	29,1	27,4	-1,7
Rovaniemi	66,5	63,9	-2,7
Ruokolahti	27,5	23,0	-4,5
Ruovesi	31,0	30,3	-0,7
Rusko	57,8	56,6	-1,2
Rääkkylä	30,0	27,5	-2,5
Saarijärvi	37,9	36,6	-1,3
Salla	35,6	0,0	-35,6
Salo	53,0	51,8	-1,2
Saltvik	34,5	34,5	0,0
Sastamala	28,2	18,6	-9,6

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Sauvo	23,0	20,3	-2,7
Savitaipale	18,2	18,2	0,0
Savonlinna	61,4	59,9	-1,5
Savukoski	42,8	5,1	-37,7
Seinäjoki	60,1	58,8	-1,2
Sievi	41,5	38,1	-3,4
Siikainen	0,0	0,0	0,0
Siikajoki	32,7	29,1	-3,7
Siikalatva	25,6	20,4	-5,2
Siilinjärvi	59,3	59,0	-0,3
Simo	11,8	6,1	-5,7
Sipoo	53,4	53,2	-0,2
Siuntio	37,4	36,4	-0,9
Sodankylä	37,0	6,4	-30,6
Soini	24,3	19,9	-4,5
Somero	20,7	15,1	-5,6
Sonkajärvi	21,2	15,8	-5,4
Sotkamo	47,2	35,9	-11,3
Sottunga	0,0	0,0	0,0
Sulkava	23,6	12,2	-11,4
Sund	22,1	22,1	0,0
Suomussalmi	20,8	18,7	-2,1
Suonenjoki	31,6	29,7	-1,9
Sysmä	0,2	0,0	-0,2
Säkylä	47,7	38,7	-9,1
Taipalsaari	40,6	31,0	-9,6
Taivalkoski	19,4	15,8	-3,6
Taivassalo	19,8	18,1	-1,7
Tammela	28,7	1,0	-27,7
Tampere	84,8	84,8	0,0
Tervo	16,5	16,3	-0,2
Tervola	37,9	35,6	-2,3
Teuva	24,6	13,2	-11,4
Tohmajärvi	17,9	16,4	-1,5
Toholampi	30,3	17,1	-13,1
Toivakka	27,5	21,8	-5,7
Tornio	50,4	42,8	-7,6
Turku	86,1	85,1	-1,0
Tuusniemi	17,3	12,7	-4,7
Tuusula	52,3	51,9	-0,4
Tyrnävä	32,0	30,1	-1,9
Uvila	43,8	42,0	-1,9
Urjala	30,8	28,6	-2,2
Utajärvi	22,1	20,0	-2,0

Kunta	Saavutettavuusalueella asuvien osuus (%)		
	Koko päivän aikana	Klo 5–8	Muutos %-y
Utsjoki	22,8	0,0	-22,8
Uurainen	25,1	23,8	-1,2
Uusikaarlepyy	20,5	19,4	-1,1
Uusikaupunki	56,7	44,7	-12,0
Vaala	14,0	13,7	-0,3
Vaasa	79,2	79,1	-0,1
Valkeakoski	62,4	61,9	-0,5
Vantaa	87,7	86,1	-1,6
Varkaus	71,7	68,1	-3,6
Vehmaa	28,3	27,8	-0,5
Vesanto	16,1	13,9	-2,1
Vesilahti	20,3	20,3	0,0
Veteli	35,7	17,0	-18,7
Vieremä	22,9	20,8	-2,1
Vihti	40,6	35,4	-5,3
Viitasaari	35,8	14,1	-21,7
Vimpeli	23,2	22,0	-1,2
Virolahti	28,6	27,1	-1,5
Virrat	29,2	18,8	-10,5
Vårdö	33,3	28,2	-5,0
Vöyri	14,0	13,9	-0,1
Ylitornio	22,1	0,5	-21,7
Ylivieska	40,8	32,8	-8,0
Ylöjärvi	51,8	50,9	-0,9
Ypäjä	25,9	23,0	-2,9
Ähtäri	32,1	31,0	-1,1
Äänekoski	52,9	39,1	-13,8

Liite 3. Saavutettavien pysäkkien ja lähtöjen mediaanit ja keskiarvot

Taulukko 10. Saavutettavien pysäkkien mediaani ja keskiarvo väestöllä tarkasteltaessa koko päivän aikana ja klo 5–8 liikennöityjä pysäkkejä.

Maakunta	Saavutettavien pysäkkien mediaani		Saavutettavien pysäkkien keskiarvo	
	Koko päivä	klo 5–8	Koko päivä	klo 5–8
Ahvenanmaa	6	5	6,7	6,7
Etelä-Karjala	8	6	8,4	7,5
Etelä-Pohjanmaa	4	4	5,2	4,6
Etelä-Savo	8	8	10,2	9,3
Kainuu	6	5	7,5	6,4
Kanta-Häme	7	7	9,7	8,6
Keski-Pohjanmaa	6	6	8,4	7,7
Keski-Suomi	7	6	8,5	7,6
Kymenlaakso	6	5	6,9	5,6
Lappi	6	6	7,0	5,7
Pirkanmaa	8	8	10,1	9,7
Pohjanmaa	7	7	9,7	9,1
Pohjois-Karjala	8	7	8,8	8,1
Pohjois-Pohjanmaa	7	6	8,5	7,7
Pohjois-Savo	8	7	8,5	7,8
Päijät-Häme	8	8	9,4	8,6
Satakunta	7	6	9,7	9,0
Uusimaa	11	10	13,5	12,0
Varsinais-Suomi	9	9	12,1	11,3

Taulukko 11. Saavutettavien pysäkeiltä lähtevien lähtöjen mediaani ja keskiarvo väestöllä tarkasteltaessa koko päivän aikana ja klo 5–8 lähteviä lähtöjä.

Maakunta	Saavutettavien lähtöjen mediaani		Saavutettavien lähtöjen keskiarvo	
	Koko päivä	klo 5–8	Koko päivä	klo 5–8
Ahvenanmaa	105	13	184,6	24,8
Etelä-Karjala	183	24	273,1	39,2
Etelä-Pohjanmaa	34	8	82,6	17,5
Etelä-Savo	149	24	245,3	40,0
Kainuu	87	16	149,9	28,6
Kanta-Häme	174	30	344,4	57,3
Keski-Pohjanmaa	84	12	161,2	24,9
Keski-Suomi	238	36	440,8	66,6
Kymenlaakso	109	20	211,2	34,2
Lappi	66	15	140,3	21,7
Pirkanmaa	537	81	968,7	143,4
Pohjanmaa	203	28	343,9	45,4
Pohjois-Karjala	162	31	330,3	54,7
Pohjois-Pohjanmaa	266	39	535,8	75,4
Pohjois-Savo	261	39	400,9	59,2
Päijät-Häme	380	60	682,8	108,1
Satakunta	87	15	257,2	42,6
Uusimaa	956	141	1566,0	231,1
Varsinais-Suomi	531	84	1037,0	162,9

Liite 4. Reititettyjen työmatkojen matka-ajat joukkoliikenteellä ja autolla

Taulukko 12. Reititettyjen työmatkojen määrä, mediaanipituus ja matka-ajat joukkoliikenteellä ja autolla maakunnittain.

Maakunta	Reititetyt työmatkat, määrä	Työmatkojen mediaani linnuntietä, km	Matka-ajan mediaani autolla, min	Matka-ajan mediaani joukkoliikenteellä, min
Ahvenanmaa	4 759	3,3	16	37
Etelä-Karjala	21 996	5,6	17	49
Etelä-Pohjanmaa	19 408	5,3	17	56
Etelä-Savo	17 010	3,8	13	44
Kainuu	9 676	3,0	12	40
Kanta-Häme	30 233	8,4	21	62
Keski-Pohjanmaa	9 113	3,3	12	44
Keski-Suomi	42 623	5,3	18	45
Kymenlaakso	27 399	6,0	18	50
Lappi	18 697	3,7	12	45
Pirkanmaa	118 935	7,1	20	48
Pohjanmaa	23 656	4,1	15	43
Pohjois-Karjala	23 623	4,9	16	45
Pohjois-Pohjanmaa	66 759	6,3	17	49
Pohjois-Savo	43 001	5,1	15	42
Päijät-Häme	38 894	6,2	18	49
Satakunta	31 478	5,2	17	51
Uusimaa	514 711	8,3	25	48
Varsinais-Suomi	100 883	5,9	20	49