



## **Maisterintutkielma maantieteessä**

### **Geoinformatiikka**

Pysähtykö Suomi maaliskuussa?  
– Koronaepidemian aikaisen liikkeen tarkastelua aggregoidusta matkapuhelindatasta

Juha Lähteenmäki

2020

Ohjaajat:  
Petteri Muukkonen  
Tuuli Toivonen

Maantieteen maisteriohjelma

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta



Tiedekunta Matemaattis-luonnontieteellinen	Laitos Geotieteiden ja maantieteen osasto	
Tekijä Juha Lähteenmäki		
Työn nimi Pysähtyikö Suomi maaliskuussa? – Koronaepidemian aikaisen liikkeen tarkastelua aggregoidusta matkapuhelindatasta		
Oppiaine Maantiede		
Työn laji Pro gradu -tutkielma	Aika 2020	Sivumäärä 132 sivua ja 8 sivua liitteitä
Tiivistelmä		
<p>Koronavirusepidemia levisi Suomeen alkuvuodesta 2020. Epidemia aiheutti maailmanlaajuisen kriisin, johon reagoitiin viranomaisten toimesta kehotuksin ja rajoituksin – näin tehtiin myös Suomessa maaliskuusta 2020 alkaen. Tässä tutkimuksessa tutkitaan ihmisten liikkeiden muutosta maaliskuussa 2020, jolloin muun muassa kehoitettiin välttämään kokoontumisia, suositeltiin etätöiden tekemistä ja suljettiin Uudenmaan maakunta. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan matkapuhelindatan käyttöä ja liikkuvuuden sekä tautitapausten määrän kasvun yhteyttä.</p> <p>Tutkimuksen tueksi tehtiin kirjallisuuskatsaus matkapuhelindatasta vuosina 2019–2020 julkaistuista artikkeleista sekä selvitettiin matkapuhelindatan käyttöä koronaviruksen tutkimisessa. Kirjallisuuskatsaus käsittelee 38 artikkelia niiden käyttämän matkapuhelindatan ja datan aggregoinnin perusteella.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin primääriaineistona Telian OD-matkapuhelinaineistoa, joka on aggregoitu kunta- ja vuorokausitarkkuuteen. Aineistosta selviää helmi-maaliskuun ajalta yksittäisten kuntien välillä liikkuneet matkapuhelinliittymät viiden liittymän tarkkuudella vuorokausittain sekä kunnan alueella vuorokauden aikana aktiivisina olleet matkapuhelinliittymät.</p> <p>Aineistosta laskettiin liikkuvuuden ja aktiivisuuden suhdelukuja tutkittavalle ajanjaksolle 2.3.–29.3.2020 suhteessa lähtökohtaviikkoon 6 (3.–9.2.2020). Lisäksi aineistosta eroteltiin kuntien välille syntyneet yhteydet, reitit ja reittien matkustusvolyymi.</p> <p>Tutkimusmuuttujia verrattiin taustamuuttujiin. Taustamuuttujina tutkimuksessa käytettiin alueiden luokittelua kaupunki- ja maaseutuun väestön perusteella, mökkien ja asuinrakennusten suhdetta, kuntien pendelöintiastetta, kuntien hallinnollista ja työssäkäyntialueellista keskeisyyttä sekä Googlen ja Applen julkaisemia raportteja liikkuvuuden muutoksesta maakunnittain.</p> <p>Tulokset osoittivat, että matkapuhelindata soveltuu ihmisten liikkeen seuraamiseen ja tutkimiseen. Maaliskuussa 2020 liikkuvuus laski muutamaa kuntaa lukuun ottamatta koko Suomessa, mutta laskun intensiteetti ja laskun alkuhetken ajankohta vaihteli alueittain. Kuntien välisten reittien lukumäärä ja volyyymi reiteillä laski samassa suhteessa, mutta keskeisten kuntien reitti- ja volyymimäärät laskivat naapurikuntia nopeammin. Erityisesti pidemmät matkat vähenivät voimakkaasti.</p> <p>Syitä yksittäisten kuntien liikkuvuuden laskun vaihteluun löydettiin useita, mutta yksikään taustamuuttujista ei sellaisenaan selittänyt liikkuvuuden muutosta. Kaupunkimaisen asutuksen määrä kunnassa korreloi parhaiten liikkuvuuden laskun ja reittien lukumäärän vähenemisen kanssa.</p> <p>Sairaanhoitopiirien liikkuvuuden ja tautitapausten määrän kasvun välillä ei havaittu selvää yhteyttä. HUS:n alueella yhteys oli olemassa, muttei tilastollisesti merkittävällä tasolla.</p>		
Avainsanat matkapuhelindata, OD-aineisto, liikkuvuus, koronavirusepidemia		
Säilytyspaikka e-thesis / HELDA		
Muita tietoja		



Faculty Faculty of Science		Department Department of Geosciences and Geography	
Author Juha Lähteenmäki			
Title Did Finland Stop in March? – Researching Mobility During the Covid-19 Pandemic Based on Aggregated Mobile Phone Data			
Subject Geography			
Level Master's Thesis	Month and year November 2020	Number of pages 132 pages and 8 pages of appendixes	
Tiivistelmä <p>Covid-19 epidemy spread to Finland in early 2020. Epidemy caused a worldwide crisis to which officials reacted with restrictions and orders. In Finland, the government gave its first notice in March 2020. This study examines changes of human mobility during a period on which Finnish Government had given guidance to work remotely and to avoid gatherings and later closing the border of Uusimaa Region. This research uses mobile phone data to observe changes in mobility and for determining the possible connection between mobility and new covid-19 cases.</p> <p>A literature review was assembled targeting articles published and in peer review process during 2019–2020 detailing mobile phone data. The review also examined mobile phone data in studies of coronavirus. All together 38 articles were chosen and categorized based on the mobile phone datasets used in them and the level of aggregation of data.</p> <p>This research used Telia's origin-destination data aggregated to municipality level with temporal resolution of one day (24 hours). From the data sum of trips between different municipalities for one day can be observed as well as trips within a single region. Another dataset was used with information of the number of the mobile phone activities within a municipality during each day.</p> <p>Enriched datasets were calculated from the original data showing mobility and activity ratio for the period from March 2<sup>nd</sup> to March 29<sup>th</sup>, 2020 for every municipality and region. The baseline for the ratio was week 6 (February 3<sup>rd</sup> to February 9<sup>th</sup>, 2020). Third dataset containing the trips was constructed and data in it organized on the origin and destination of the trips and trip length.</p> <p>The datasets were compared to background material with information on housing, summer house ratio, centrality of municipality, amount of work-related inter-municipality commuting and to datasets provided by Google and Apple with information on changes of mobility.</p> <p>Results show that mobile phone data is suited to observe mobility. In March 2020 mobility decreased in most of the municipalities. The intensity of decrease as well as the beginning of decrease varied between municipalities. The amount of connections and routes between municipalities decreased more steeply in central municipalities. Longer trips of more than 120 km decreased the most.</p> <p>Explanatory results were provided, but none of them correlated strongly and significantly enough to explain the variations of the mobility ratio. Municipalities with more city-like housing gave intriguing results in Pearson's correlation test when compared to mobility and trip volume decrease.</p> <p>A clear connection could not be found between mobility ratio and growth ratio of new covid-19 cases, but in Helsinki and Uusimaa Health Care District results were more promising.</p>			
Keywords mobile phone data, OD-matrix, mobility, COVID-19			
Where deposited e-thesis / HELDA			
Additional information			

## SISÄLLYSLUETTELO

Luettelo taulukoista.....	i
Luettelo kuvista.....	iii
Tutkielmassa käytetyt lyhenteet.....	v
1. Johdanto.....	1
1.1. Johdatus aiheeseen.....	1
1.2. Covid-19-epidemia Suomessa keväällä 2020 .....	4
1.3. Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen kulku .....	9
2. Tutkimuksen taustaa .....	11
2.1. Missä ihmiset ovat? – Ihmisten sijainnin ja liikkeen tutkiminen .....	11
2.2. Matkapuhelindatan mahdollisuudet ja haasteet .....	17
2.3. Aiempi tutkimus matkapuhelindatan käytöstä.....	24
3. Aineisto .....	31
3.1. Tutkimusalue.....	31
3.2. Telian matkapuhelindata.....	35
3.3. Googlen tuottamat raportit.....	40
3.4. Applen liikkuvuustrendiraportit .....	40
3.5. Tutkittavien alueiden mahdollisia vaikuttavia tekijöitä ja rajoitteita.....	41
3.6. Muut aineistot .....	47
4. Menetelmät.....	48
4.1. Alustus menetelmiin.....	48
4.2. Tunnuslukujen laskeminen.....	49
4.3. Liikkuvuus- ja aktiviteettisuhdelukujen laskeminen.....	52
4.4. Etäisyyteen ja reitteihin liittyvät menetelmät.....	53
4.5. Tautitapausten määrän kasvun suhdeluku .....	59

4.6. Ovatko ilmiöt satunnaisia?.....	62
5. Tulokset .....	64
5.1. Milloin liikkuvuus muuttui ja miltä muutos näyttää?.....	64
5.2. Miten liikkuvuus ja väestön lukumäärä muuttuivat alueellisesti? .....	68
5.3. Minne liikevirrat kulkivat maaliskuussa 2020?.....	75
5.4. Mikä selittää muutosta? .....	85
5.5. Liikkeen muutos suhteessa tautitapausten määrään .....	98
5.6. Erityisalueiden tarkastelu .....	100
6. Johtopäätökset .....	103
6.1. Aggregoitu matkapuhelindata .....	103
6.2. Ihmisten liikkeen muutos ja muutoksen mahdollisesti selittävät tekijät.....	105
6.3. Liikkeen ja tautitapausten yhteys .....	108
6.4. Tutkimuksen kriittinen tarkastelu.....	109
6.5. Loppusanat.....	111
Kiitokset.....	113
Lähteet .....	114
Liitteet.....	133

## Luettelo taulukoista

<b>Taulukko 1.</b> Matriisityökalu liikevirtojen tarkasteluun. ....	16
<b>Taulukko 2.</b> Haut tietokannoista kirjallisuuskatsausta varten. ....	25
<b>Taulukko 3.</b> Kooste tutkimuksen aineistoista. ....	31
<b>Taulukko 4.</b> Telian aktiviteettiaineiston tunnuslukuja. ....	36
<b>Taulukko 5.</b> Telian matka-aineiston tunnuslukuja. ....	37
<b>Taulukko 6.</b> Liikkeiden ajurien ja rajoitteiden ominaisuuksiin liittyviä apukysymyksiä. ....	46
<b>Taulukko 7.</b> Alueiden ominaisuuksien tilastollisia tunnuslukuja. ....	47
<b>Taulukko 8.</b> Tarkasteltavat osa-alueet ja niihin liittyvät apukysymykset. ....	48
<b>Taulukko 9.</b> Kunnille ja maakunnille laskettuja tunnuslukuja funktioineen. ....	51
<b>Taulukko 10.</b> Liikkuvuus- ja aktiviteettisuhdelukujen tilastolliset tunnusluvut. ....	53
<b>Taulukko 11.</b> Kuntien välisten vektoreiden laskentavaiheet ArcGIS:ssä. ....	55
<b>Taulukko 12.</b> Reittien luokittelu etäisyyksien perusteella. ....	56
<b>Taulukko 13.</b> Reittien, volyymin ja yhteyksien tilastolliset tunnusluvut. ....	59
<b>Taulukko 14.</b> Tautitapausten määrän kasvun suhdeluvut sairaanhoitopiireittäin 6.3.–12.4.2020. ....	61
<b>Taulukko 15.</b> Tautitapausten määrän kasvun suhdeluvun tilastolliset tunnusluvut. ....	61
<b>Taulukko 16.</b> Tausta- ja tutkimusmuuttajat. ....	62
<b>Taulukko 17.</b> Ilmiöitä selittäviä hypoteeseja. ....	63
<b>Taulukko 18.</b> Aktiviteettisuhdeluvultaan lähtökohtatilanteesta voimakkaasti poikkeavat kunnat. ....	74
<b>Taulukko 19.</b> Kaikkien reittien jakautuminen etäisyyksien mukaan 2.3.–29.3.2020. ....	81
<b>Taulukko 20.</b> Reitti- ja volyymimäärien keskiarvoja viikkojen 10–13 arkiviikkoisin ja viikonloppuisin. ....	83
<b>Taulukko 21.</b> Kuntarajan ylittävän liikenteen osuuden ja pendelöintiasteen korrelaatio. ....	86
<b>Taulukko 22.</b> Aktiviteettisuhdeluvun ja mökkien sekä asuinrakennusten suhdeluvun korrelaatio. ....	87
<b>Taulukko 23.</b> Liikkuvuussuhdeluvun ja alueluokittelun korrelaatio. ....	88
<b>Taulukko 24.</b> Kuntaan kohdistuvien yhteyksien lukumäärän ja alueluokittelun korrelaatio. ....	90
<b>Taulukko 25.</b> Volyymimäärät reittiluokkien ja keskeisyysarvon perusteella viikoilla 10–13. ....	91
<b>Taulukko 26.</b> Volyymin osuudet reittiluokkien ja keskeisyysarvon perusteella viikoilla 10–13. ....	92
<b>Taulukko 27.</b> Liikkuvuussuhdeluku ja ote Googlen aineistojen ilmoittamasta liikkeen muutoksesta maakunnittain viikoilta 10–13. ....	96

<b>Taulukko 28.</b> Applen ilmoittamat muutokset reittiohjekojen määrässä suhteessa lähtökohtatilanteeseen 13.1.2020.....	98
<b>Taulukko 29.</b> Kooste LSI:n ja TKSI:n korrelaation arvoista ja merkitsevyytasoista.....	100
<b>Taulukko 30.</b> Kirjallisuuskatsauksen tulokset.....	Liite 2

## Luettelo kuvista

<b>Kuva 1.</b> Tautitapausten määrä 26.2.–1.4.2020 Suomessa ja HUS:n alueella sekä HUS:n alueen suhteellinen osuus koko Suomen tapauksista. Aineiston lähde THL:n tartuntatautirekisteri (2020).....	5
<b>Kuva 2.</b> Aikajana covid-19-epidemiaan liittyvistä tapahtumista Suomessa tammi-maaliskuussa 2020.....	7
<b>Kuva 3.</b> Esimerkki verkostosta.....	13
<b>Kuva 4.</b> Esimerkki solupaikantumisesta ja reittien eroavaisuuksista.....	19
<b>Kuva 5.</b> Matkapuhelindataa ja ihmisten liikkumista käsittelevien artikkeleiden lähettäminen ja julkaisu vuonna 2020 tammikuusta syyskuuhun.....	27
<b>Kuva 6.</b> Matkapuhelinaineistot tutkimuksittain.....	28
<b>Kuva 7.</b> Matkapuhelinaineistojen ajallinen ja alueellinen tarkkuus.....	29
<b>Kuva 8.</b> Sairaanhoidopiirit ja maakunnat.....	33
<b>Kuva 9.</b> Rajanylityspaikat ja -kunnat.....	34
<b>Kuva 10.</b> Aktiviteettiaineiston, matka-aineiston ja kuntien väkiluvun hajontakaavio.....	38
<b>Kuva 11.</b> Kaupunkialueen osuus ja muutos laskentaperusteen muuttuessa.....	43
<b>Kuva 12.</b> Kesämökkien lukumäärä ja sen suhde asuinrakennusten lukumäärään kunnittain.....	44
<b>Kuva 13.</b> Kuntaan pendelöivät työntekijät.....	45
<b>Kuva 14.</b> Kuntien keskeisyysarvot.....	46
<b>Kuva 15.</b> Kuntien lasketut keskipisteet sekä naapurikuntien väliset reitit.....	56
<b>Kuva 16.</b> Keskipitkien matkojen ja pitkien matkojen jakautuminen Suomessa.....	57
<b>Kuva 17.</b> Aktiviteettiaineiston aktiviteettien jakautuminen vuorokausikohtaisesti koko maan osalta helmimaaliskuussa 2020.....	64
<b>Kuva 18.</b> Kuvaaja liikkuvuuden muutoksesta maakunnittain viikkoina 10–13.....	65
<b>Kuva 19.</b> Kuvaaja liikkuvuuden muutoksesta maakunnittain viikon 11 aikana (9.–15.3.2020).....	67
<b>Kuva 20.</b> Liikkuvuuden muutos maakunnittain viikkojen 10–13 aikana.....	68
<b>Kuva 21.</b> Liikkuvuuden muutos maakunnittain viikon 11 aikana (9.–15.3.2020).....	69
<b>Kuva 22.</b> Liikkuvuuden muutos kunnittain arkiviikosta 10 viikon 13 viikonloppuun.....	70
<b>Kuva 23.</b> Aktiviteettien muutos kunnittain arkiviikosta 10 viikon 13 viikonloppuun.....	72
<b>Kuva 24.</b> Aktiviteettisuhdeluvun muutoksen ääripää kunnittain arkiviikosta 10 viikon 13 viikonloppuun.....	73
<b>Kuva 25.</b> Sisäisten matkojen osuus kunnittain ja maakunnittain viikoilla 10–13.....	76
<b>Kuva 26.</b> Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyyymi viikolla 10.....	77



<b>Kuva 27.</b> Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyyymi viikolla 11.....	78
<b>Kuva 28.</b> Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyyymi viikolla 12.....	79
<b>Kuva 29.</b> Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyyymi viikolla 13.....	80
<b>Kuva 30.</b> Reittien osuus reitin pituuden ja volyymin perusteella.....	82
<b>Kuva 31.</b> Kuntien reittien lukumäärä ja volyyमितään suurimmat reitit viikoilla 10–13.....	84
<b>Kuva 32.</b> Hajontakaavio kuntarajan ylittävän liikenteen osuudelle ja pendelöintiasteelle. ....	87
<b>Kuva 33.</b> Hajontakaavio aktiviteettisuhdeluvulle ja mökkien sekä asuinrakennusten suhdeluvulle.....	88
<b>Kuva 34.</b> Hajontakaavio liikkuvuussuhdeluvulle ja alueluokittelulle. ....	89
<b>Kuva 35.</b> Hajontakaavio yhteyksien lukumäärälle ja alueluokittelulle. ....	90
<b>Kuva 36.</b> Googlen aineiston mukaiset muutokset liikkumisessa Suomessa 2.–29.3.2020.....	95
<b>Kuva 37.</b> Sairaanhoidopiirien liikkuvuuden ja tautitapausten määrän korrelaatio .....	99
<b>Kuva 38.</b> Länsirajan kuntien liikkuvuussuhdeluku 2.3.–29.3.2020.....	101
<b>Kuva 39.</b> Itärajan kuntien liikkuvuussuhdeluku 2.3.–29.3.2020.....	101

## Tutkielmassa käytetyt lyhenteet

<u>Lyhenne</u>	<u>Selite</u>
AOA	Signaalin saapumiskulma, engl. <i>Angle of Arrival</i>
ASI	Aktiviteettisuhdeluku
CDR	matkapuhelimen soitoista ja viesteistä syntyvä loki, puhelutietotietue, engl. <i>Call Data Record</i>
covid-19	Koronavirus SARS-CoV-2:n aiheuttama tauti ( <i>CO</i> rona <i>VI</i> rus <i>DI</i> sease 2019)
DDR	katso XDR
GNSS	Satelliittipaikannus, engl. <i>Global Navigation Satellite System</i>
GR	Growth Ratio, katso TKSL - tautitapausten kasvun suhdeluku
HUS	Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri
ITU	International Telecommunication Union
KOTUS	Kotimaisten kielten keskus
LSI	Liikkuvuussuhdeluku, engl. <i>Mobility Ratio</i>
M2M	Koneiden välinen viestintä, engl. <i>Machine to Machine</i>
MDR	katso XDR
MML	Maanmittauslaitos
MR	Mobility Ratio, katso LSI - liikkuvuussuhdeluku
NFC	Lähitunnistautuminen, engl. <i>Near Field Communication</i>
OD	Lähtöpiste-päätepiste, esim. OD-matriisi engl. <i>Origin-Destination</i>
OKM	Opetus- ja kulttuuriministeriö
RFID	Radiotaajuinen etätunnistus, engl. <i>Radio Frequency Identification</i>
RVL	Rajavartiolaitos
STM	Sosiaali- ja terveysministeriö
STUK	Säteilyturvakeskus
SYKE	Suomen ympäristökeskus
TDOA	Saapumisaikaeropaikannus, engl. <i>Time Difference of Arrival</i>
THL	Terveysten ja hyvinvoinnin laitos
TKSI	Tautitapausten kasvun suhdeluku, engl. <i>Growth Ratio</i>
TOA	Saapumisaikapaikannus, engl. <i>Time of Arrival</i>
TSK	Tekniikan sanastokeskus ry
UM	Ulkoministeriö
VN	Valtioneuvosto
VNK	Valtioneuvoston kanslia
WHO	Maailman terveysjärjestö
XDR	matkapuhelimen datayhteyksistä syntyvä loki, engl. <i>Data Detail Record</i> , myös DDR tai MDR

# 1. JOHDANTO

## 1.1. Johdatus aiheeseen

*”Jokainen suomalainen vaikuttaa tämän pandemian leviämiseen ja jokaisen on kannettava vastuu, että pysyvät kotona. [- -] Kun teemme tämän nyt hyvin ja kestämmme tämän kuukauden, pääsemme sulusta myös joskus eroon.”*

(Kulmuni 2020, cit. Alaranta-Saukko 2020)

Koronavirus muutti ja monelta osin jopa mullisti elämää niin Suomessa kuin maailmalla alkaen loppuvuodesta 2019 ja jatkuen siitä eteenpäin – tämänhetkisen tiedon varassa – toistaiseksi. Virus aiheutti epidemian ja levisi pandemiana ympäri maailmaa. Epidemiaa vastaan käynnistettiin erilaisia toimenpiteitä ja yritettiin suojella erityisesti riskiryhmiin kuuluvia, joille tauti saattoi olla kohtalokas. Tätä johdantoa kirjoitettaessa Suomi valmistautuu syksyllä 2020 covid-19-epidemian toiseen aaltoon.

Erityisesti epidemian alkuvaiheessa ihmisten liikkumista pyrittiin vähentämään (esim. suositukset tapaamisten koosta) ja jopa rajoittamaan (esim. matkustusrajoitukset ja Uudenmaan maakunnan sulkua). Johdannon aloittava, silloisen valtiovarainministeri Katri Kulmunin kommentti kuvaa hyvin hetkeä, jolloin rajoituksia suunniteltiin. Toisaalta se kuvastaa myös, kuinka maaliskuussa 2020 ajateltiin, että liikkumisrajoituksilla ja sosiaalisten kontaktien vähentämällä taudista päästäisiin eroon. Päätökset liikkumisen rajoittamisesta tehtiin todennäköisesti sillä hetkellä lähes parhaan saatavilla olevan tiedon perusteella. Tämä näkyy myös Kulmunin kommentissa – covid-19-epidemiaa rajoittavia ratkaisuja ja toimintoja tulee tarkastella myös siinä valossa, että päätökset on tehty silloisen tilannekuvan mukaan.

Pysyvätkö suomalaiset sitten kotona? Tähän teemaan tämä tutkimus pyrkii löytämään vastauksia. Lähteinä tutkimuksessa käytetään ihmisten käytössä olevien matkapuhelinten muodostamaa sijaintidataa, joka on aggregoitu siten että yksittäisen käyttäjän liikkeitä tai hänen kotinsa sijaintia ei aineistosta ole mahdollista selvittää. Tutkimus hyödyntää matkapuhelinoperaattori Telian tarjoamaa aineistoa, jossa ihmisten sijainti tallentuu ”aktiiviteetiksi” kunnan tarkkuudella heidän käyttäessään matkapuhelinta. Näitä sijainteja verrataan lähtökohtatilanteeseen ja vertailu kertoo liikkeen mahdollisesta muutoksesta - niin volyymistä kuin myös spatiaalisista eroista.

Tämä opinnäyte linkittyy Helsingin yliopiston Digital Geography Laboratoryn tutkimusryhmän työhön aineistonsa ja käyttämiensä menetelmien myötä. Kyseessä on spatiaalista ja käyttäjän itsensä luomaa dataa tutkiva opinnäyte, jossa pyritään ymmärtämään ja selittämään ilmiöitä liittämällä tämä data isompaan kontekstiin. Opinnäyte on näin osa jatkumoa, jossa samasta datasta tehtyjä havaintoja on jo julkaistu niin Helsingin yliopistossa (Järv et al. 2020a; Järv et al. 2020b) kuin Oulun yliopistossa (Kotavaara et al. 2020). Opinnäytteenä tämä työ kuuluu geoinformatiikan matkapuhelindataa tutkiviin tutkimuksiin, joista yhtenä esimerkkinä on Claudia Bergrothin pro gradu -työ (2019). Aihepiirinsä myötä opinnäyte linkittyy osaksi koronavirusta tutkivia tutkimuksia.

Menetelmien osalta opinnäytteessä hyödynnetään samankaltaisella datalla eri ympäristöissä tehtyjä tutkimuksia, kuten Badr et al. (2020) sekä Iacus et al. (2020). Tässä opinnäytteessä pyritäänkin yhdistämään useamman aikaisemman tutkimuksen menetelmiä ja havaintoja synteesin muodostamiseksi. Tutkimuksen teeman – ihmisten liike ja siitä tehtävät havainnot – osalta tärkeitä käsitteitä ja aikaisempia tutkimuksia tarkastellaan luvussa 2. Samalla luku linkittää tämän tutkimuksen osaksi muita ihmisten liikettä, matkapuhelindataa ja koronavirusta tutkivia töitä.

Ihmisten sijainnin ja liikkeen tutkimista käsitellään alaluvussa 2.1. Sijainnin ja liikkeen osalta merkityksellistä on pelkän maantieteellisen paikan lisäksi tunnistaa erot ajallisesti – päivät eroavat liikkeiltään yöstä, viikonloput viikoista ja talvet kesistä. Lisäksi ihmisten liikkumiselle on useita syitä, joista osa on liikkeen suorittajien itsensä valitsemia ja osa rajoitteita, joiden mukaan heidän on liikkeensä suoritettava. Vaikka liikettä voidaan laskea verkkoteorian tai eri matriisien avulla, on olennaista tunnistaa ajurit liikkeen taustalla, jotta liikkeeseen johtaneita ja liikkeestä johtuvia ilmiöitä voidaan ymmärtää. Liikkeen tutkiminen on maantiedettä mutta sillä on muitakin ulottuvuuksia – sosiologien Shellerin ja Urryn (2006; suomennos Parviainen 2012) yhteiskuntatieteellistä liikkumista tutkiva artikkeli, *Uusi mobiilisuuden paradigma*, on synnyttänyt poikkitieteellisen tutkimuskentän jossa asiat, paikat, ihmiset ja ilmiöt verkottuvat toisiinsa ja muodostavat yhteyksiä.

Covid-19-epidemian torjunta ja seuranta on paitsi lääketieteellistä myös maantieteellistä. Tautia ja sen leviämistä torjutaan pääsääntöisesti hygieniaa korostamalla (esim. käsien

pesu ja kasvomaskien käyttö) sekä rajoittamalla kontakteja – eli vaikuttamalla ihmisten sijaintiin ja liikkumiseen. Rajoitukset ovat ensisijaisesti maantieteellisiä. Niillä on tietenkin myös yhteisöllinen vaikutus, jota voidaan tarkastella monelta eri kannalta, kuten muun muassa Eduskunnan Tulevaisuusvaliokunnan (2020) julkaisu näyttää. Rajoitusten tutkimiseen maantieteellä on merkittäviä keinovalikoimia – sijainnin ja liikkeen sekä alueellisten erojen ja yhtäläisyyksien tutkiminen on perustava osa maantiedettä.

Maantieteen hyödyntämistä koronan tutkimisessa on esitetty jo esimerkiksi Forbes-lehdessä (Shepherd 2020) ja matkapuhelindatan käyttöä käsitellään Science-lehdessä (Buckee et al. 2020). Franch-Pardo et al. (2020) ovat lokakuussa 2020 julkaistussa artikkelissaan koonneet geoinformatiikan järjestelmiä (GIS) käytettäviä ja spatiaalista analyysiä hyödyntäviä tutkimuksia koronaan liittyen ja toteavat, että erityisesti GIS-työkaluilla saadun tiedon arvo voi olla merkittävää päätöksenteolle.

Matkapuhelinten tuottamaa dataa on käytetty covid-19-epidemian tutkimiseen jo vuoden 2020 alusta alkaen. Buckee et al. (2020) kirjoittivat Science-lehdessä huhtikuussa aggregoidun liikkuvuusdatan käytön puolesta ja osin samat kirjoittajat julkaisivat syyskuussa kattavan artikkelin erilaisista matkapuhelindatoista ja epidemian kannalta merkittävistä tunnusluvuista (Grantz et al. 2020). Oliver et al. (2020) perustelivat matkapuhelindatan hyödyntämistä tilannekuvan kehittämiseksi, syy-seuraussuhteiden ymmärtämiseksi, ennakkoinnin työkaluna sekä mittarina koronaviruksen sen hillitsemiseksi laadittujen toimenpiteiden vaikutukselle.

Matkapuhelindata perustuu usein käyttäjän toiminnasta syntyviin rekistereihin ja lokeihin – soitettaessa matkapuhelimella soiton ajanhetki, soittaja ja soittajan sijainti tallentuvat matkapuhelinoperaattorin tietokantaan. Nykyään datan käytön yleistyessä puhelin keskustelee yhä useammin tukiaseman kanssa ja tietoja tallentuu enemmän. Matkapuhelindata ei kuitenkaan täysin kerro käyttäjiensä toiminnasta - myös tähän dataan liittyy epätarkkuuksia ja virheitä. Matkapuhelindataa, sen keräämistä, sijainnin selvittämistä ja datan haasteita tarkastellaan alaluvussa 2.2.

Koska tutkielma on kirjoitettu suomeksi, mutta useat lähteet ovat englanninkielisiä, tärkeimpien termien osalta tekstissä ilmaistaan myös englanninkielinen termi. Tämä tehdään siksi, että osa käännöksistä on kirjoittajan omia ja termit saattavat olla

tunnetumpia – tai ainakin helpommin tunnistettavia – englanniksi. Osa termeistä on käännetty Tekniikan sanastokeskuksen (TSK) Paikannussanaston (2002) avulla. Sanasto on kuitenkin vuodelta 2002 eikä kaikki opinnäytteessä käytettyjä termejä löydy vielä kyseisestä sanastosta. Osassa käännöksiä on hyödynnetty Geoinformatiikan sanastoa (TSK 2018).

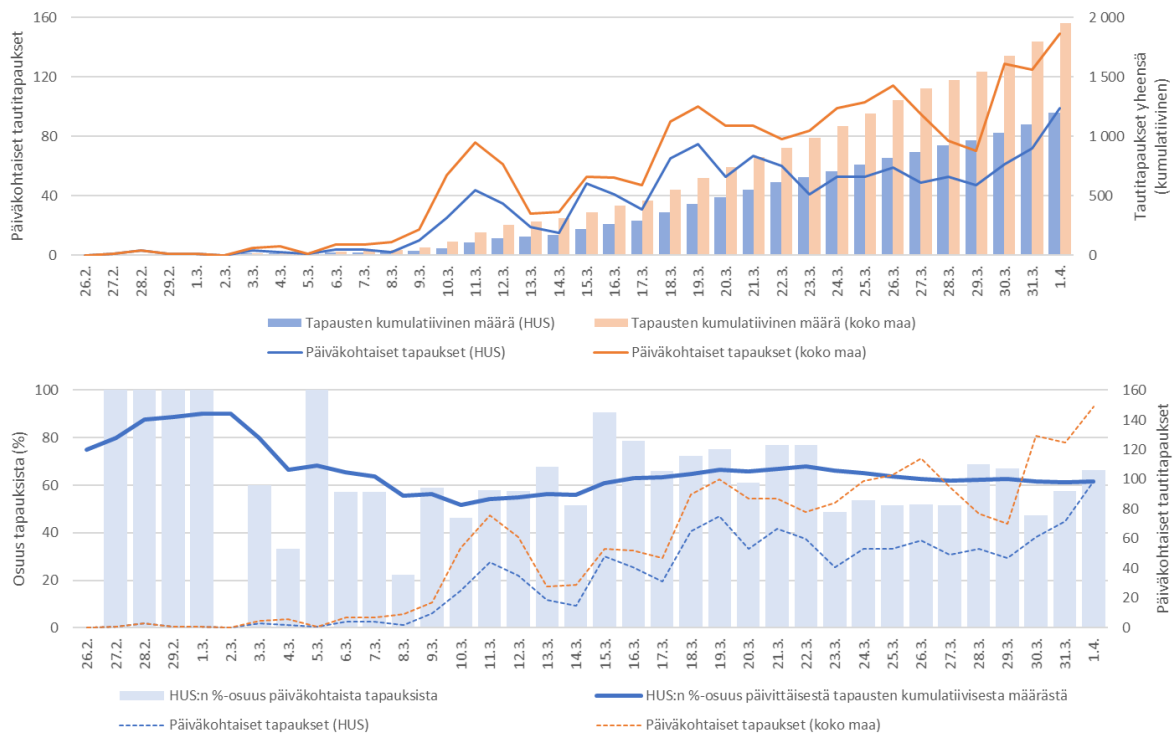
Tässä työssä covid-19-epidemiolla tarkoitetaan koronavirus SARS-CoV-2:n aiheuttamasta taudista johtuvaa epidemiaa (THL 2020a). Työssä käytetty lyhenne on Kotimaisten kielten keskuksen suosituksen mukainen (KOTUS 2020c). Työssä ei myöskään käsitellä erikseen itse virusta vaan sen aiheuttamaa tautia. On huomioitava, että lähteissä puhutaan myös koronavirusepidemiasta sekä COVID-19-epidemiasta; näillä tarkoitetaan yleisesti tämän työn mittakaavassa ja tarkkuudessa yhtä ja samaa asiaa.

Ennen tutkimuskysymyksiä ja tutkimuksen rakenteen käsittelyä on kuitenkin olennaista ymmärtää aikajana, tilanteet ja tausta siltä ajanjaksolta, jota tutkimus käsittelee. Seuraava alaluku muodostaa katsauksen covid-19-epidemian vaiheisiin Suomessa helmimaaliskuussa. Katsauksessa avataan myös sitä, millainen rooli maantieteellisellä tutkimuksella on koronaviruksen torjunnassa.

## **1.2. Covid-19-epidemia Suomessa keväällä 2020**

Suomessa havaittiin ensimmäinen koronaviruksen aiheuttama sairaustapaus 29.1.2020 Lapin sairaanhoitopiirissä (THL 2020b). Seuraava tartunta todettiin 26.2.2020 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä (HUS) (THL 2020g). Tautitapausten määrä alkoi lopulta kasvaa maaliskuun alusta siten, että sunnuntaihin 8.3.2020 mennessä kumulatiivisten tautitapausten määrä oli 45 tapaus, viikkoa myöhemmin 15.3.2020 363 tapaus, 22.3.2020 sunnuntaina 904 tapaus ja tästä viikon päästä 29.3.2020 jo 1 546 tapaus (THL 2020e). Kuvassa 1 on esitetty tautitapausten määrä 26.2.–1.4.2020 Suomessa ja HUS:n alueella sekä HUS:n alueen suhteellinen osuus koko Suomen tapauksista. Tiedoista tulee huomioida, että tapauksen sijaintia alueellisesti on voitu tarkentaa myöhemmin johtuen muun muassa testaavan laboratorion sijainnista (THL 2020f) - tästä esim. Lapin sairaanhoitopiirin ensimmäinen tapauksen näkyminen tilastoissa HUS:n luvuissa.

Kuvassa 1 korostuu HUS:n osuuden suuruus koko maan tapauksista. Esimerkiksi sunnuntaina 8.3.2020. tautitapauksia oli koko maassa 9 ja seuraavana päivänä eli maanantaina 9.3.2020 jo 17 tapauksia – HUS:n alueella vastaavasti sunnuntaina tautitapauksia oli vain 2 ja maanantaina jo 10. Tiistaina 10.3.2020 vastaavat luvut ovat koko maan osalta 54 ja HUS:n osalta 25. Saman viikon torstaina 12.3.2020 tapauksia oli koko maassa 61 ja HUS:n alueella 35. HUS:n osuus tarkastelujakson aikaisista päiväkohtaisista tapauksista on alimmillaan 22 % (sunnuntai 8.3.) eikä minään muuna päivänä laskeutunut alle 33 %:n. Kumulatiivisten tartuntatapauksien osuus HUS:n alueella on alhaisimmillaan 52 % tiistaina 10.3.2020 Tapauksien määrä lähti tämän jälkeen taas kasvuun pysyen sunnuntaista 15.3.2020 alkaen yli 60 %:ssa aina tarkastelujakson loppuun asti.



**Kuva 1.** Tautitapausten määrä 26.2.–1.4.2020 Suomessa ja HUS:n alueella sekä HUS:n alueen suhteellinen osuus koko Suomen tapauksista. Aineiston lähde THL:n tartuntatautirekisteri (2020).

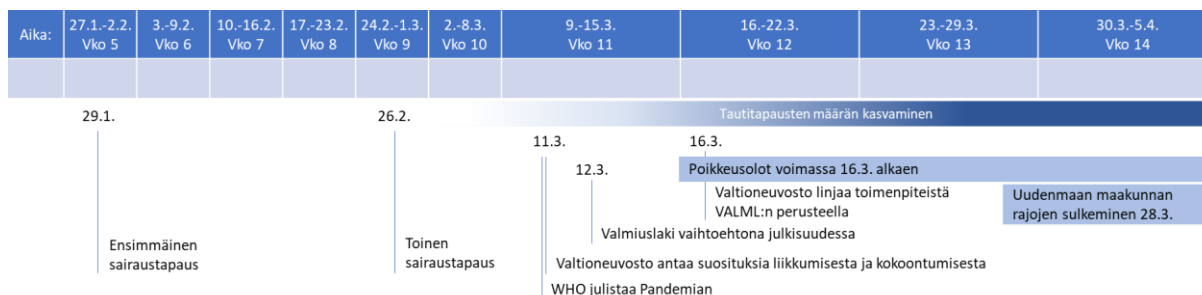
Epidemian kehittyminen Suomessa maaliskuussa näkyi myös viranomaisten toimenpiteissä ja kansalaisten toiminnassa. Juuri matkustamiseen ja ihmisten liikkumiseen kiinnitettiin erityisesti epidemian alkuvaiheessa runsaasti huomioita. WHO julisti taudin pandemiaksi 11.3.2020 (Ghebreyesus 2020) ja julkisuudessa esiteltiin valmiuslakia vaihtoehtona torstaina 12.3.2020 (Sundman & Stenroos 2020). Tuolloin hallitus suositti yli 500 ihmisen yleisötilaisuuksien perumista, epidemia-alueilta Suomeen

saapuville kahden viikon poissaoloa töistä, etätöiden suosimista sekä ei-välttämättömän toiminnan välttämistä tartuntojen vähentämiseksi (VN 2020a).

Poikkeusolot todettiin maanantaina 16.3.2020 (VN 2020c) ja samana päivänä hallitus linjasi toimenpiteistä, joista liikkumiseen vaikuttavia olivat ainakin koulujen lähiopetuksen keskeyttäminen, julkisten kokoontumisten rajoittaminen 10 henkilöön, suositus välttää tarpeetonta oleilua yleisillä paikoilla, valtion tilojen (kuten esim. museoiden ja teattereiden) sulkeminen, kieltö vierailta vanhusten asuinpalveluyksiköissä sekä hoitolaitoksissa, julkisella sektorilla etätöihin määrääminen sekä ohje yli 70-vuotiaiden pysymisestä karanteenia vastaavissa olosuhteissa (OKM et al. 2020). Hallituksen linjausten toteutumista erityisesti Lapin matkailukohteiden osalta kuitenkin kyseenalaistettiin mediassa ja esimerkiksi Levi linjasi vielä 19.3.2020 että heidän tulkintansa mukaan heidän tarjoamansa palvelut eivät ole julkisia kokoontumisia (Ånäs 2020). Pääministeri Marin vetosikin kansalaisiin, että nämä ottaisivat suositukset todesta ja vähentäisivät sosiaalisia kontaktejaan (Luukka 2020) viitaten mahdollisesti juuri ihmisten liikkumiseen ja matkustamiseen.

Valtioneuvosto päätti palauttaa rajavalvonnan sisärajoille 19.3.2020 (VN 2020f) ja Ulkoministeriö ohjeisti suomalaisia palaamaan takaisin Suomeen ja välttämään matkustamista (UM 2020a; UM 2020b). Valtioneuvosto rajoitti liikkumista Uudenmaan maakunnan yli 28.3.2020 alkaen 27.3.2020 tekemällään päätöksellä (VN 2020e). Julkisuudessa päätöstä jo aavisteltiin ja käsiteltiin, joten Uudenmaan maakunnan rajojen sulkemista osattiin odottaa (esim. Kervinen et al. 2020; Elonen & Mykkänen 2020; Hakahuhta 2020). Useat ihmiset lähtivätkin pääkaupunkiseudulta pois mahdollisesti mökkipaikkakunnilleen kuin ennakoiden Uudenmaan maakunnan sulkemista – ihmisten liikettä pois Uudeltamaalta tutkittiin (esim. Ervasti & Saarinen 2020) käyttäen samaa Telian matkapuhelinaineistoa kuin mitä tässä tutkimuksessa käytetään. Pääministeri Marin vetosi jälleen 26.3.2020 kansalaisiin, että mökkiläiset palaisivat takaisin koteihinsa mahdollisimman pian (Muhonen & Pikkarainen 2020).





**Kuva 2.** Aikajana covid-19-epidemiaan liittyvistä tapahtumista Suomessa tammi-maaliskuussa 2020.

Kuvassa 2 on koostettu covid-19-epidemiaan liittyen tapahtumia, jotka ovat WHO:n ilmoitusta lukuun ottamatta kansallisia. Kuvassa on korostettu viikosta 11 alkavaa aina huhtikuun alkuun asti jatkuvaa ajanjaksoa, jolloin tapahtumia oli runsaasti – päätöksiä tehtiin ja julkista keskustelua käytiin paljon. Kuva havainnollistaa, että viikko 11 on ollut käännteentekevä ja tutkimuksen myöhäisemmässä vaiheessa juuri tämän viikon tuloksia tarkastellaan lähemmin.

Covid-19-epidemia ja Uudenmaan sulkua näkyivät helmi-maaliskuussa myös suomalaisissa Googlen hakutuloksissa. Google Trends -palvelusta on nähtävissä, että hakusanalla *korona* on Suomessa tehdyissä hauissa pientä nousua helmikuun lopussa alkaen 24.2.2020 ja 8.3.2020 alkaen voimakasta nousua saavuttaen suhteellisen huippunsa 12., 13. ja 16.3.2020 (Google Trends 2020a). Hakusanan *uusimaa* käyttö saavuttaa samalla ajanjaksolla 1.2.–31.3.2020 ensimmäisen nousupiikkinsä 21.3. (suhteellinen arvo 25 asteikolla 1–100) ja varsinaisen huippunsa 26.3.2020 (Google Trends 2020b). Molemmat hakutulokset löytyvät kuvakaappauksina liitteestä 1.

Google Trendsia on kritisoitu sen metodologian läpinäkyvyydestä (Nutti et al. 2014) sekä todettu aiheen medianäkyvyyden vaikuttavan hakutuloksiin (Nutti et al. 2014; Cervellin et al. 2017). Kun aiheesta kirjoitetaan mediassa, haetaan sitä myös useammin Googelta. Vaikka Google Trendsin tuloksia ei näin voidakaan pitää suorana osoittajana suomalaisten kiinnostuksen vaihtelusta tai intensiteetistä, voidaan tuloksista nostaa esiin 21.3. hakusanan *uusimaa* yleistymisen - maakunnan mahdollinen sulkeminen ja siihen liittyvät toimenpiteet rajoituksineen ovat siis esiintyneet Google-hauissa jo viikon ajan ennen 27.3. tehtyä päätöstä sulusta.

Hallitus laati keväällä 2020 Uudenmaan sulun jälkeen hybridistrategian (VN 2020b), jossa esitettiin toimia epidemian hidastamiseksi sekä hallitsemiseksi. Samassa

strategiassa esitettiin myös tilannekuvaa niin epidemiasta kuin sen hallinnan toimista. Kesäkuussa valtioneuvosto totesi Suomen onnistuneen covid-19-epidemian torjunnassa hyvin ja poikkeusolot päätettiin (VN 2020d). Päätös perustui epidemiologiseen tilannekuvaan. Strategiaa päivitettiin (VN 2020g) myöhemmin toimintasuunnitelmaksi, missä Sosiaali- ja terveysministeriön päätösluonnoksen (STM 2020) mukaisesti epidemia vaiheistettiin suvanto-, kiihtymis- ja leviämisvaiheeseen. Syyskuussa 2020 HUS:in sairaanhoitopiirin diagnostiikkajohtaja Lasse Lehtonen (Oksanen 2020) arvioi HUS:n alueella epidemian kasvaneen jo suvantovaiheesta kiihtymisvaiheeseen ja epäilee, että syys-lokakuun vaihteessa epidemia siirtyy leviämisvaiheeseen. Syys- ja lokakuussa taudin toinen aalto on käynnissä Suomessa, ja tautitapausten määrät ovat lähteneet jälleen nousuun.

Vaikka huhtikuun jälkeiset tapahtumat eivät sellaisenaan kuulu enää tämän tutkimuksen aikajanelle, on edellä kerrotusta tärkeää huomata päätöksen teon perusta: epidemiologinen tilannekuva. Tätä tilannekuvaa on todennäköisesti rikastettu muulla tilannetiedolla liittyen niin ihmisten liikkumiseen kuin myös rajoitustoimien tehokkuuteen, kuten muun muassa Valtioneuvoston kanslian (VNK) COVID-19 operaatiokeskuksen asettamispäätös antaa ymmärtää (VNK 2020b). Rajoitusten ja päätöksien taustalla on arvio niiden seurannaisvaikutuksista – siksi onkin mielenkiintoista tarkastella matkapuhelindataa myös tilannekuvan muodostajana ja samalla datan soveltuvuutta seurannaisvaikutusten arviointiin.

Seurannaisvaikutusten kannata merkittävässä roolissa on myös taudin tarttuvuus. THL:n (THL 2020a) mukaan koronavirus tarttuu ensisijaisesti pisaratartuntana. Tauti on tartuttavimmillaan oireiden alkaessa (1–14 päivää ja keskimäärin 4–5 päivää tartunnasta), mutta virusta voidaan levittää eteenpäin jo 1–2 vuorokautta ennen oireiden alkamista. Tällöin taudin itämisaikana tautia kantava henkilö saattaa oireettomana tartuttaa muita. Tässä tutkimuksessa tarttumisajankohdan lukuina käytetään Lauer et al. (2020) julkaisemaa tulosta, jossa itämisaajan mediaani on 5,1 päivää ja oireiden ilmaantumisaajan mediaani 11,5 päivää. Tarttumisajankohdan määrittämistä käsitellään tarkemmin alaluvussa 4.5. Lauer et al. (2020) lukemat ovat yhteneviä THL:n lukemien kanssa, joten ne sopivat suomaistenkin ilmiöiden tutkimiseen.

Hygienian korostamisen lisäksi THL on suosittanut välttämään fyysistä kontaktia, tekemään etätöitä, jäämään tarvittaessa omaehtoiseen karanteeniin sekä toistaa hallituksen suosituksen välttämään tarpeetonta matkustamista Suomen ulkopuolelle (THL 2020c). Nämä suositukset ovat myös merkittäviä tämän tutkimuksen aihealueen kannalta ja ovat esimerkkejä aikaisemmin mainituista ensisijaisesti maantieteellisistä rajoituksista.

Yhteenvedona voidaan todeta, että Suomessa tautitapausten määrä alkoi kasvaa huomattavasti alkaen viikolla 11, ja että tautitapausten määrä kasvoi erityisesti HUS:n alueella eikä tautitapausten jakaantuminen ollut alueellisesti tasaista. Viranomaisten ohjeistama ja myöhemmin myös määräämä covid-19-epidemiaan liittyvä liikkumisen ja kokoontumisen rajoittaminen alkoi myös viikolla 11. Nämä toimenpiteet ja erityisesti niihin liittyvät päivämäärät ovat tutkimuksen kannalta merkityksellisiä – myöhemmissä luvuissa pyritään osoittamaan, miten viranomaistoimet näkyivät liikkumisessa ja osittain selittämään liikkeen muutoksia rajoitusten ajoituksella sekä alueellisesti.

### **1.3. Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen kulku**

Johdannossa viitataan ministeri Kulmunin sitaattiin ja siitä johdettuun kysymykseen: pysyivätkö ihmiset kotona? Tutkimus pyrkii vastamaan kolmeen tutkimuskysymykseen, jotka liittyvät tuohon aikaisemmin esiteltyyn kysymyksenasetteluun. Tutkimuskysymykset on aseteltu siten, että niiden vastaukset täydentävät toisiaan ja vastaukset muodostavat synteesin covid-19-epidemian alkuvaiheen aikaisista liikkumisesta ja liikkeeseen liittyvistä ilmiöistä.

Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Mitä aggregoitu matkapuhelindata kertoo liikkeestä ja liikkumisesta?
- 2) Miten covid-19-epidemia vaikutti ihmisten liikkeeseen maaliskuussa 2020?
- 3) Mikä yhteys on olemassa koronaviruksen aiheuttamilla tautitapauksilla ja ihmisten liikkeellä?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastausta haetaan osittain jo kirjallisuuskatsauksella, jota käsitellään luvussa 2. Tutkimuskysymyksiin 2 ja 3 vastataan käytettävissä olevasta aineistosta saaduilla tuloksilla. Aineistoa käsitellään tarkemmin luvussa 3 ja aineistoon käsittelyyn käytettyjä menetelmiä luvussa 4. Luvussa 5 esitetään

menetelmillä aineistosta saadut tulokset. Tutkimuksessa käytettyä aineistoa ja siitä saatuja tuloksia arvioidaan kirjallisuuskatsauksessa saatujen tietojen valossa. Nämä johtopäätökset esitetään viimeisessä luvussa 6.

Tutkimuskysymykset 2 ja 3 on rajattu ajallisesti ja niissä käsitellään maaliskuuta 2020 (sekä tautitapausten osalta myös huhtikuuta 2020) johtuen käytettävissä olevasta aineistosta. Tosin menetelmät miten aineistoa käsitellään ja miten vastaukset muodostetaan, ovat pääpiirteittäin sovellettavissa myös toiseen ajanhetkeen – mikäli aineisto sen mahdollistaa. Tällöin tulee huomioida ajallisesti vallitsevat muuttuneet tekijät kuten lomakaudet, vuodenajan muutokset liikkeeseen sekä ajalliset ja paikalliset rajoitukset. Tutkimuskysymys 3 on lisäksi alueelliselta skaalaltaan rajoitettu sairaanhoitopiiritasoon. Tautitapaukset ovat saatavilla päivittäin vain sairaanhoitopiiritasolla johtuen sairastuneiden yksityisyyden suojasta.

## 2. TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Tämä luku jakautuu kolmeen alalukuun, joista kahdessa ensimmäisessä käsitellään tutkimuksen aineiston ja aihepiirin kannalta merkittäviä teemoja. Alaluvut ovat luonteeltaan aikaisempien tutkimusten tietoja kokoavia ja pyrkivät tiivistämään synteessin aiheistaan, jonka sisältö on merkityksellinen tämän tutkimuksen näkökulmasta. Kolmas alaluku käsittelee kirjallisuuskatsausta, jossa matkapuhelindatan käyttöä erityisesti covid-19-epidemian tutkimisessa. Katsaus pyrkii selventämään tutkimusten määrää sekä käytettyjen aineistojen laatua ja ominaisuuksia.

### 2.1. Missä ihmiset ovat? – Ihmisten sijainnin ja liikkeen tutkiminen

Jo liikkumista ja liikkuvuutta kuvaavat sanat kertovat liikkeen suhteesta sijaintiin. Huomioitavaa on myös, että niiden suomen- ja englanninkieliset versiot eroavat hieman toisistaan. Liike (engl. *movement*) määritellään KOTUS:en kielitoimiston sanakirjassa ”paikan, asennon tai aseman muutokseksi” sekä ”kulkemiseksi, kuluksi, kierroksi” (KOTUS 2020a). Collinsin sanakirja määrittelee *movement*-sanana myös sijainnin vaihdokseksi (Collins 2020b). Liike-termiin liittyy läheisesti sanat liikkuvuus ja liikkuva (engl. *mobility* ja *mobile*) joiden määritelmä on ”liikkeessä tai liikkeellä oleva, liikkumaan pääsevä” (KOTUS 2020b). Sanojen englanninkielinen määritelmä viittaa kykyyn liikkua (engl. ”*the ability to move physically*”) (Collins 2020a). Liike on kuitenkin määritelmänsä mukaan suhteessa aina paikkaan tai asentoon – on siis syytä tarkastella ensimmäiseksi sijainnin määrittelyä ja tutkimista.

Ihmisten sijaintia on usein kuvattu väestönlaskennalla. Tällöin selvitetään erilaisilla tilastointimenetelmillä alueittain väestön määrää ja joitakin ominaisuuksia, kuten vaikka ikää tai sukupuolta. Väestönlaskennassa lasketaan vakituista väestöä eli väestöä, joka on paikalla alueella laskentahetkellä sekä myös tilapäistä väestöä, joiden varsinainen kotipaikka on toisella alueella (Nieminen 2014). Tilapäistä väestöä ovat esimerkiksi opiskelijat, jotka mahdollisesti asuvat toisella paikkakunnalla kuin missä pitävät kirjojaan tai varusmiehet, jotka ovat väliaikaisesti toisella paikkakunnalla suorittamassa varusmiespalvelustaan. Muita esimerkkejä on valtavasti: turistit niin ulkomailta kuin maan sisällä, kahdella paikkakunnalla kotiaan pitävät, ulkomaalaiset työntekijät, kodittomat jne.

Väestönlaskenta siis kertoo ihmisten rekistereihin merkityn sijainnin, muttei välttämättä ihmisten kotipaikkanaan pitämää sijaintia (Bian & Wilmot 2015). Väestönlaskenta ei myöskään huomioi liikettä vaan se kertoo ihmisten asuinpaikaksi merkityn sijainnin.

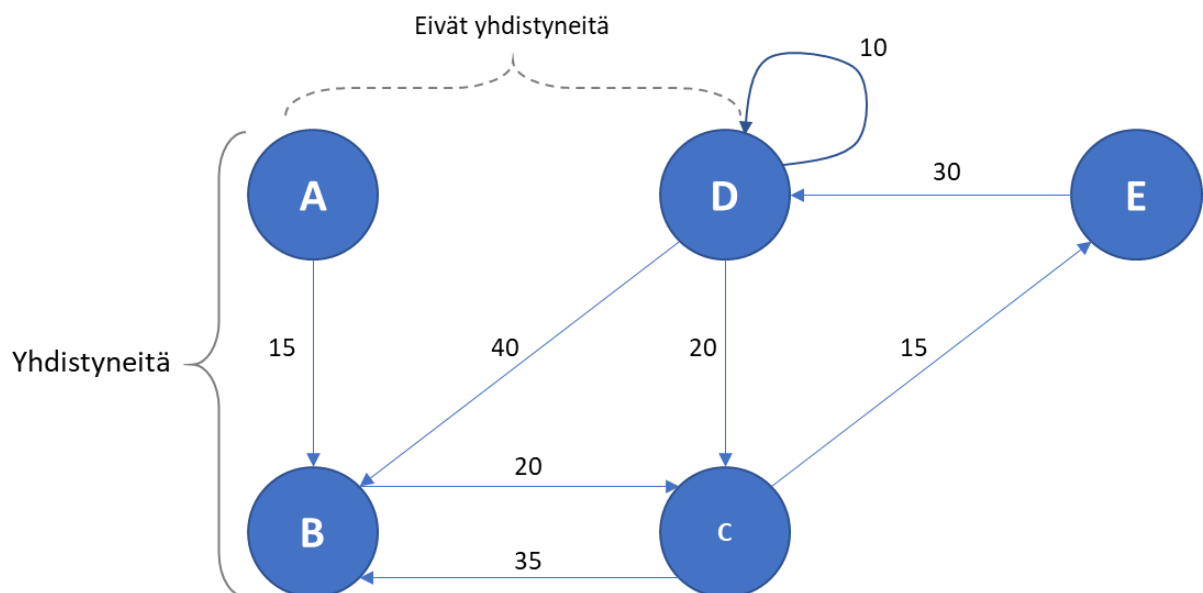
Mutta missä ihmiset sitten ovat? Harva pysyy koko ajan paikallaan, joten sijainti on aina suhteellinen ajanhetkeen. Ihmisten määrä tietyissä sijainneissa voi olla riippuvainen ajanhetkistä; esimerkiksi kaupoissa on asiakkaita vain niiden aukioloaikoina, työpaikkojen väestömäärä riippuu työskentelyajoista ja urheilustadionit vetävät eniten yleisöä urheilutapahtumien aikaan. Vilhelmsson (1999) määrittelee esimerkkinä yksittäisen henkilön aktiviteettimallin, missä henkilö suorittaa eripituisia aktiviteetteja eri sijainneissa ja matkustaa näiden sijaintien väillä. Bian & Wilmot (2015) tarkastelevat väestöä tietyllä ajanhetkellä ja jakavat ihmiset kuuteen eri ryhmään, joilla jokaisella on eri syyt olla sijainneissaan. Sijaintien käyttöön liittyy siis syitä ja merkityksiä, mutta ennen niiden tarkastelua täytyy sijainteihin päästä – eli liikkua.

Eräs tapa määritellä maantieteellistä liikettä on käsitellä sitä Ravensteinin määrittelemien muuttoliikettä koskevien periaatteiden mukaan: liikkeen pituus, syy liikkeeseen ja liikkeessä osallisten henkilöiden ominaispiirteet (Ravenstein 1885; jaottelu kolmeen ryhmään Rubenstein 2014). Toinen tapa ajatella maantieteellistä liikettä on, että liike edellyttää vähintään lähtö- tai päätepisteen sijaintia ja liike tapahtuu suhteessa aikaan (Hägerstrand 1970). Hägerstrandin mukaan henkilön spatiaalinen liikkuvuus (engl. *spatial mobility*) onkin suhteessa paikkaan ja aikaan. Liikkuvuus ei ole kuitenkaan mahdollista täysin yksilön haluamalla tavalla, vaan liikkuvuuteen kohdistuu rajoitteita (alkuperäinen termi engl. *constraint*): liikkuvuuskykyyn kohdistuvat rajoitteet (kuten liikkeen mahdollistava ajoneuvo tai sen puute); liitokselliset rajoitteet (esim. usean ihmisen tarpeellinen kokoontuminen samaan pisteeseen) ja autoritääriset rajoitteet (esim. jonkin tietyn kohteen sijainti tai aukioloaika).

Erityisesti liitokselliset rajoitteet ovat korona-aikakautta tarkasteltaessa mielenkiintoisia. Hägerstrand käyttää termiä nippuuntuminen (engl. *bundling*) kuvaamaan kuvamaan usean eri kulkureitin yhdistymistä hetkellisesti samaan aikaan ja paikkaan. Nämä niput voivat juuri olla mahdollisia tartuntatapahtumia. Toisaalta nippujen määrä ja muodostumissyöt todennäköisesti muuttuivat alkukevästä 2020 kun

esimerkiksi julkisen liikenteen käyttö muuttui (VNK 2020a) ja kokouksia toteutettiin etänä (Sutela 2020).

Yksinkertainen tapa tarkastella liikettä matemaattisesti on verkkoteorian (engl. *graph theory*) kautta, jolloin liikkeet sijainneista toisiin muodostavat verkkoja ja yhteyksiä. Esimerkiksi Rodrique et al. (2017) kirjassa *The Geography of Transportation* on perusteellinen kuvaus teoriasta liikennemaantieteen näkökulmasta. Eri pisteiden (noodien) välille syntyy linkki, kun pisteestä A kuljetaan pisteeseen B. Linkki voi olla kaksisuuntainen (pisteestä B on kuljettu myös pisteeseen A) tai se voi johtaa takaisin alkupisteeseensä (pisteestä A pisteeseen A kulkematta muiden pisteiden kautta) jolloin sitä kutsutaan luupiksi (engl. *loop*). Kun kahden pisteen välillä on linkki, ovat ne yhdistyneitä. Reitti muodostuu linkeistä, joita pitkin on kuljettu. Reitit (engl. *path*) voivat tällöin kulkea usean pisteen kautta, esimerkiksi pisteestä A pisteen B kautta pisteeseen C. Verkkoteoria kuvaa myös verkostoa, joka Suomen kunnista syntyy tässä tutkimuksessa alaluvussa 4.4. Kuvassa 3 summataan verkkoteorian liikkeitä ja verkkoja: pallot ovat noodeja ja nuolet linkejä, joista osa on kaksisuuntaisia. Kuvassa noodissa D on luuppi. Luvut linkkien yhteydessä kertovat linkin volyyymistä; esimerkiksi henkilöiden määrästä, joka kulkevat pitkin reittiä, jota kahden pisteen välinen linkki kuvastaa.



**Kuva 3.** Esimerkki verkostosta.

Toinen malli liikkeen havainnollistamiseksi on lähtöpaikka-päätepiste-matriisi (OD-matriisi, engl. *origin-destination matrix, OD matrix*), jossa kerrotaan liikkeen lähtöpiste ja päätepiste. Aineisto on aikaisemmin voitu kerätä esimerkiksi haastattelemalla tai

tekemällä mittauksia teiden varrella, mutta vastaavaa aineistoa saadaan nyt kerättyä myös matkapuhelindatasta (Tolouei et al. 2017). Osa tämän tutkimuksen aineistosta on OD-aineistoa ja sitä tarkastellaan tarkemmin luvussa 3.2.

Liikettä voidaan tarkastella myös sen pituuden tai liikkeen keston perusteella. Kellerman (2012) jaottelee liikemenetelmiä julkiseen liikenteeseen, fyysiseen liikkumiseen ja henkilökohtaiseen liikkeeseen (pääasiallisesti autoiluun). Auton omistaminen tai mahdollisuus käyttää autoa luovat ihmiselle uusia liikkumismahdollisuuksia. Auto myös mahdollistaa kestoltaan ja pituudeltaan suuremman liikkeen kuin kävely tai ajallisesti mahdollisesti vapaamman liikkeen kuin julkinen liikenne – auton omistaja/käyttäjä voi nimittäin itse valita reittinsä ja lähtöhetkensä. Autonkäyttäjä on kuitenkin Hägerstrandin tutkimukseen (1970) peilaten rajoitettu käyttämään teitä – kävelijä voi kulkea puistossa ja lentoliikennematkustaja matkustaa mannerten välillä.

Sytä ihmisten liikkeeseen pisteestä A pisteeseen B voidaan luokitella Kellermanin (Kellerman 2012) työntö- ja vetotekijöiden mukaan (engl. *push- and pull effects*). Yksilön saa liikkeelle työntötekijät; läheisyys, liikkumiskyky ja uteliaisuus. Läheisyydellä tarkoitetaan ihmisten luontaista tarvetta toimia yhdessä ja yhteiskuntana. Läheisyyttä rajoittaa yksityisyyden ja oman tilan tarve – yksityisyyttä voidaan kuitenkin tuottaa vaikkapa jo omalla työhuoneella rakennuksessa, johon useat ihmiset kokoontuvat työskentelemään. Liikkumiskykyyn työntötekijänä kuuluu ihmisen tarve itse liikkeelle ja sen myötä halu kokea ympäristöään. Liikkumiskykyä rajoittaa ihmisen tarve suojalle (ihmiset esim. liikkuvat pääsääntöisesti valoisaan aikaan), mutta sitä lisää kokemus vapaasta liikkeestä; liikkeestä, jolla ei ole tarkoitusta ruuan hankkimisen tai muun pakollisen matkustamisen kannalta. Tällöinen vapaa liike voi olla vaikkapa retki kansallispuistoon. Kolmatta työntötekijää eli uteliaisuutta aiheuttavat ihmisen halu tietää, oppia ja kokea lisää. Kellermanin mainitsemia vetotekijöitä ovat mahdollisuus tavata muita ihmisiä, vieraila uusissa paikoissa, osallistua tapahtumiin ja hankkia uutta tietoa. Työntötekijöiden ajaessa yksilöä liikkeelle ovat vetotekijät seikkoja, jotka saavat ihmiset tiettyihin sijainteihin. Ihmisten liikkeen syyt voivat olla siis sekä yksilökohtaisia että sidonnaisia tiettyihin paikkoihin. Korona-aikakautta tarkasteltaessa Kellermanin työntö- ja vetotekijät saavat uuden ja mielenkiintoisen sävyn – miten esimerkiksi ihmisten tarve läheisyydelle ja sen aikaansaama liike muuttuu?



Syyt liikkeelle ovat myös ajallisia; Ahas et al. (2010) selvittivät matkapuhelindatan perusteella ihmisten työ- ja asuinpaikkojen sijaintia hyödyntäen puheluita, jotka tehdään kello 17.00 jälkeen ja pyrkien näin osoittamaan kodin sijaintia. Samalla tavoin ennen kello iltaviittä tehtyjen puheluiden avulla pyrittiin paikantamaan työpaikka. Ajallisuus voi olla myös kausittaista; esimerkiksi viikonlopun liikkeet eroavat arkipäivien aikaisista liikkeistä (Bian & Wilmot 2015). Järv et al. (2014) osoittavat, että vaihtelu on lisäksi kuukausittaista ja vuodenaika vaikuttaa liikkeisiin ja sijainteihin.

Yhdistellen edellä esiteltyjä tutkimustietoja voidaan yksinkertaistaa, että maantieteelliseen liikkeeseen kuuluu lähtö- ja päätepiste niin spatiaalisesti kuin temporaalisesti. Liikkeellä on spatiaalista pituutta sekä temporaalista kestoa. Näiden ominaisuuksien valintaan on omat syynsä ja nämä syyt taas eivät ole välttämättä pelkästään liikkeen suorittajasta johtuvia tai hän ei voi valita kaikista mahdollisista vaihtoehtoista matkansa ominaisuuksia. Liikkeen aikana yksilöt kenties kohtaavat, syntyy liitoksia ja liike voidaan suorittaa myös isommassa ryhmässä – ryhmän jäsenillä tai liitoksen osallisilla ei silti välttämättä ole samoja syitä yhteydelle tai sen aikaiselle liikkeelle.

Tässä tutkimuksessa ihmisten liikettä – ja erityisesti sen muutosta – tarkastellaan edellä esiteltyjen tietojen pohjalta taulukon 1 matriisin avulla. Tutkimuksessa ei kuitenkaan tutkita yksittäisiä liikkeitä, koska tutkimuksen pääaineisto (matkapuhelindata) ei aggregoinnin takia sellaista mahdollista. Sen sijaan tutkimuksessa keskitytään liikkeistä muodostuvien kokonaisuuksien eli liikevirtojen tutkimiseen. Liikevirralla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa jonkin yhteisen ominaisuuden yhdistämää joukkoa liikkeitä – esimerkiksi samalta alueelta lähteviä liikkeitä tai tietyllä ajanjaksolla tehtyjä liikkeitä.

Liikevirroista tunnistetaan tässä tutkimuksessa niiden ajallisia ja spatiaalisia ominaisuuksia. Ajallisia ominaisuuksia ovat liikevirtojen ajanjaksot ja spatiaalisia ominaisuuksia liikevirran alkupiste, päätepiste ja liikevirran reitti. Aineiston ominaisuuksien vuoksi alku- ja päätepisteet ovat tarkimmillaan kuntia, mutta niistä voidaan yhdistämällä muodostaa maakuntia tai sairaanhoitopiirejä. Reitit eivät myöskään ole todellisia, maanpintaa ja teitä pitkin kulkevia reittejä vaan suoria vektoreita alku- ja päätepisteen välillä. Reittiin kuuluu näin ollen alku- ja päätepisteen laskennallinen

välimatka sekä arvio siitä, kuinka monen alueen läpi todellinen reitti on kulkenut. Reittejä ja niihin liittyvää laskentaa käsitellään tarkemmin alaluvussa 4.4.

Vaikka yksittäisten liikkeiden syiden selvittäminen ei kuulu tähän tutkimukseen, voidaan liikevirroille ja erityisesti niiden muutoksille pyrkiä hakemaan selityksiä. Liikevirratkaan eivät todennäköisesti muodostu satunnaisesti vaan niidenkin syntymiselle sekä niiden ajallisille ja spatiaalisille ominaisuuksille on selkeitä syitä. Näitä liikevirtoja selittäviä tekijöitä tarkastellaan kahden eri teeman kautta; vaikuttavina tekijöinä ja rajoitteina. Vaikuttavat tekijät ovat liikevirtojen ominaisuuksia synnyttäviä tai vahvistavia tekijöitä eli yhdistelmä yksilön työntekijöitä ja sijainnin vetotekijöitä. Rajoitteet taas ovat ominaisuuksia sitovia, rajaavia tai poissulkevia tekijöitä.

Kvantitatiivisessa tarkastelussa vaikuttava tekijä tai rajoite voi tulla esiin useampaan tai vain yhteen ominaisuuteen liittyen. Niitä tulee kuitenkin arvioida muihin ominaisuuksiin nähden ominaisuuksien välisten mahdollisten yhteyksien löytämiseksi. Vapaa-ajan matkalle voi olla ajurina halu päästä mökille, mutta matkaa rajoittaa sen ajankohta – mökille voidaan useimmiten matkustaa vain viikonloppuna. Tällöin rajoite löydetään tarkastelemalla liikkeen (tai liikevirran) ajanjaksoa: matkat mökille näkyvät liikevirroissa siis viikonloppuisin. Tällöin myös mökkikunnat päätepineinä saattavat korostua vain viikonloppuisin. Tätä vaikuttavan tekijän ja rajoitteen tarkastelua yhtä tai useampaa ominaisuutta selittävänä tekijänä kuvataan taulukossa 1 kiertävällä kehällä.

**Taulukko 1.** Matriisityökalu liikevirtojen tarkasteluun.

Liikevirtojen tarkoitusta selittävät tekijät		
Liikevirran ominaisuus	Vaikuttavat tekijät ominaisuuksille	Rajoitteet ominaisuuksille
Liikevirran alkupiste	Alueelliset, ajalliset, yksilölliset ja yhteisölliset	Alueelliset, ajalliset, yksilölliset ja yhteisölliset
Liikevirran pääte piste		
Liikevirran ajanjakso		
Liikevirran reitti		

Johtuen tutkimuksen kvantitatiivisesta luonteesta ja käytettävissä olevasta aineistosta, jää ajurien ja rajoitteiden osalta yksilöllisten ja yhteisöllisten tekijöiden tarkastelu kevyeksi. Ajallisessa tarkastelussa keskitytään ensisijaisesti arkiviikko-, viikonloppu- ja viikkotasoihin. Alueellisten ominaisuuksien tarkastelussa voidaan tarkastelu ulottaa

pelkkää sijaintia toteavaa tasoa syvemmälle – esimerkiksi väestökeskittymien osalta voidaan arvioida väestön lukumäärän kautta palveluita ja työpaikkoja vetotekijöinä sijainnille. Tutkimuksessa käytettäviä eri alueiden ajureita ja rajoitteita tarkastellaan tarkemmin alaluvussa 3.5. ja menetelmiä ominaisuuksiin liittyvien arvojen laskemiseen luvun 4 alussa.

## **2.2. Matkapuhelindatan mahdollisuudet ja haasteet**

Matkapuhelimet ovat yleistyneet valtavasti 2000-luvulla ja liittymien määrä esimerkiksi EU:ssa suhteessa ihmisiin kasvoi voimakkaasti aina vuoteen 2008 asti – tämän jälkeen maltillisemmin (ITU 2020). EU-maiden keskimääräinen liittymätiheys on ollut 118,5 liittymää 100 asukasta kohden vuonna 2018 (ITU 2020). Vuoden 2020 ensimmäisellä puoliskolla Suomessa on ollut 9 230 000 matkaviestinverkon liittymää, joista 73 % on kotitalouksien liittymiä ja loput yritysliittymiä, joissa maksaja on y-tunnuksellinen yritys (Traficom 2020). Lukema sisältää kaikki puhe- ja tiedonsiirtoliittymät eikä pelkästään matkapuhelinten käytössä olevia liittymiä, ja on tällöin suhteutettuna Suomen väestömäärään (5 525 292 henkilöä 31.12.2019; Tilastokeskus 2020d) 1,67 liittymää henkilöä kohden. Jatkossa tutkimuksessa puhuttaessa matkapuhelimesta tarkoitetaan sillä matkaviestinverkon päätelaitetta yleisesti, joista suurin osa on kuitenkin matkapuhelimia.

Matkapuhelimet ovat osoittautuneet hyväksi datalähteeksi niin väestön kuin yksilöiden liikkeen tutkimisessa (Järv et al. 2014). Puhelimesta voidaan lisäksi kerätä dataa kyselyitä tai muita vanhempia menetelmiä huomattavasti helpommin – puhelinten liike käyttäjänsä mukana tuottaa jo itsessään aineistoa ja aineisto voi olla hyvinkin tarkkaa (Järv et al. 2014; Silm et al. 2018). Tämä mahdollistaa myös datan keräämisen ilman että keruun kohteena olevat henkilöt muuttavat käyttäytymistään tutkimuksen aikana (jota saattaisi tapahtua, mikäli henkilöt ovat tietoisia datan keräämisestä).

Matkapuhelimen sijainti voidaan paikantaa joko laitteeseen yhteydessä olevan tukiaseman sijainnin perusteella tai selvittämällä itse laitteen sijainti (Ahas et al. 2010). Laitteen sijainti voidaan paikantaa joko laitteen GPS-yhteyden kautta tai laitteen ja tukiaseman yhteyden avulla. GPS-paikannus sekä laitteen ja tukiaseman välisen yhteyden perusteella tehtävä paikannus eivät eroa menetelminä suuresti toisistaan. Näitä menetelmiä yksinkertaisempi paikannustapa on kuitenkin laitteen yhteydessä olevan

tukiaseman sijainnin perusteella tapahtuva paikannus, jota käsitellään seuraavaksi ja minkä jälkeen esitellään laitteen sijainnin määrittämiseen käytettyjä menetelmiä.

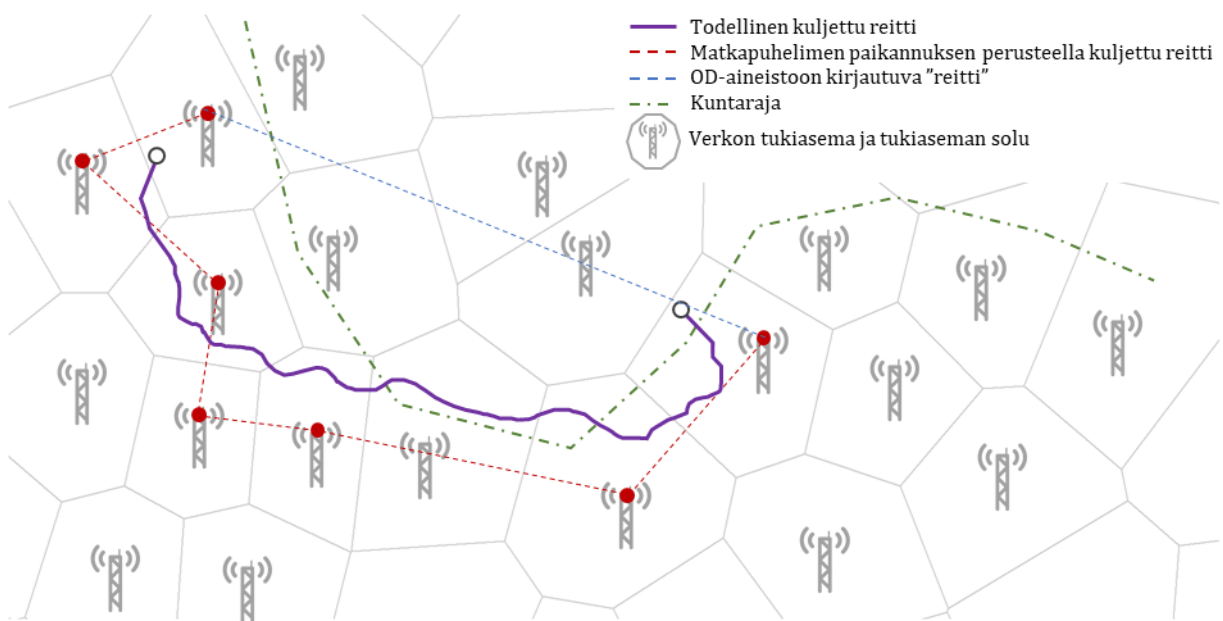
Matkapuhelin voidaan siis paikantaa matkapuhelimen ja matkapuhelinverkon välisen liikenteen perusteella. Matkapuhelinverkkoon kuuluu tukiasemia, joiden kautta kiinteä verkko liikennöi matkapuhelimen kanssa (STUK 2019). Jokaisen tukiaseman sijainti on tiedossa ja tukiasema voidaan identifioida omalla tunnuksellaan (Ahas et al. 2010; Zhao 2002). Tukiasemaan yhteydessä oleva matkapuhelin paikantuu tällöin tukiaseman sijainnin perusteella – tätä menetelmää kutsutaan solupaikannukseksi (Zhao 2002, engl. *Cell-ID based positioning*, suomenkielinen termi TSK 2002).

Solupaikannus toimii puhelimen ollessa yhteydessä tukiasemaan esimerkiksi soittaessa, lähetettäessä tekstiviestiä tai tarkistettaessa sähköpostia. Näiden aktiviteettien yhteydessä matkapuhelinoperaattorin lokitiedostoihin tallentuu tietoa, joka kertoo esimerkiksi liittymän numeron, ajanhetken ja sen tukiaseman yksilöllisen koodin, johon puhelin on sillä hetkellä yhteydessä (Ahas et al. 2010; Graells-Garrido et al. 2018). Tukiaseman yksilöinti mahdollistaa puhelimen paikantamisen: puhelimen sijainniksi tulkitaan tällöin tukiaseman sijainti eli puhelin on tukiaseman muodostaman solun alueella.

Riippuen lokitiedoston laadusta voidaan matkapuhelinten sijaintia selvittää solupaikannuksen avulla puheluiden ja viestien perusteella tai puhelimen ottamien (tai puhelimeen matkapuhelinverkon ottamien) datayhteyksien perusteella. Ensimmäistä näistä lokeista kutsutaan CDR-aineistoksi (engl. *Call Data Records*) (Ahas et al. 2010) ja jälkimmäistä XDR-aineistoksi (engl. *Data Detail Records*) (Graells-Garrido et al. 2018). XDR-aineistosta on käytetty muitakin nimityksiä, kuten DDR- tai MDR-aineisto (Silm et al. 2020; Xu et al. 2020). CDR-aineisto on todennäköisesti ollut yleisempää ennen puhelinten datan käytön kasvua ja datasiirron sekä roaming-maksujen hintojen halpenemista. Onkin mahdollista, että nykyään puhdasta CDR-aineistoa kerätään ja käytetään vain harvoin XDR-aineiston yleistettyä.

Solupaikannus saa nimensä matkapuhelinverkon solumaisen rakenteen perusteella. Yhden tukiaseman kattama alue vaihtelee tukiaseman sijainnin ja mahdollisten radioaaltojen esteiden (esim. rakennukset) sijainnin perusteella. Kaupunkien keskustojen alueella soluja on tiheämmin kuin harvaan asutetulla alueella (Ahas et al.

2010). Matkapuhelin ottaa yhteyttä usein lähimpään tukiasemaan, mutta voi esimerkiksi tukiaseman liikenteen ruuhkaisuudesta johtuen yhdistyä toiseen tukiasemaan (Ahas et al. 2010). Tällöin tukiaseman sijainti ei välttämättä kerro tarkasti matkapuhelimen sijaintia. Kuvassa 4 on esimerkki solupaikantumisesta, missä erotellaan matkapuhelimen käyttäjän kulkema todellinen reitti ja matkapuhelimen paikannuksen perusteella kuljettu reitti. Kuvan esimerkissä on myös tapaus, jossa puhelin ei paikannu reitin jokaiseen tukiasemaan vaan ohittaa niistä yhden.



**Kuva 4.** Esimerkki solupaikantumisesta ja reittien eroavaisuuksista.

Laitteen sijainnin perusteella tapahtuva paikannus toteutetaan ensisijaisesti kahden erilaisen teknologian kautta (Renso et al. 2008). Ensimmäinen menetelmä perustuu matkapuhelimen ja tukiaseman (tai -asemien) välisen etäisyyden ja suunnan selvittämiseen. Menetelmän taustalla on matkapuhelimesta lähtevä tai siihen saapuva liikenne ja menetelmää voidaan kutsua verkkopaikannukseksi (Renso et al. 2008 käyttää nimitystä *cellular-based positioning* ja TSK 2002 tuntee termin *verkkopaikannus, l. matkaviestinverkon avulla tapahtuva paikannus*). Toinen paikantamismenetelmä on satelliittipaikannus. Tällöin matkapuhelin paikantuu GNSS-lähettimen (GNSS, engl. *Global Navigation Satellite Systems*) ja matkapuhelimen välisen liikenteen perusteella. Tyypillisiä paikantamiseen liittyviä metodeja ovat tulokulmapaikannuksen (AOA, engl. *Angle of Arrival*), saapumisaikapaikannuksen (TOA, engl. *Time of Arrival*) ja saapumisaikaeropaikannuksen (TDOA, engl. *Time Difference of Arrival*) laskeminen (Zhao

2002; suomennokset TSK 2002). Paikannus tapahtuu metodin mukaan lähettimen ja matkapuhelimen välisen signaalin eron perusteella hyödyntäen useampaa mittauspistettä.

Matkapuhelimen voi paikantaa myös lähi- tai sisätilapaikannuksen (TSK 2002) avulla hyödyntäen esimerkiksi langattomia verkkoja tai Bluetooth-tekniikkaa. Matkapuhelimen käyttäjä voi myös tehdä itse paikannuksia matkapuhelinta hyödyntäen – kuten ilmoittamalla sijaintinsa sosiaalisessa mediassa tai käyttämällä puhelimen RFID-sirua ja NFC-teknologiaa maksaessaan kaupassa tai matkustaessaan julkisessa kulkuneuvossa (Coskun et al. 2013).

Matkapuhelindata voi siis kertoa matkapuhelimen sijainnin. Tarkkuus riippuu aineiston taustalla olevasta paikannusmenetelmästä. Usein sijaintiin liitetään aikaleima ja mikäli yksittäinen puhelin voidaan yksilöidä aineistosta, kertoo useampi aikajärjestykseen asetettu sijainti matkapuhelimen liikkumisreitistä. Reitin tarkkuus on sitä parempi, mitä tiheämmin ja spatiaalisesti tarkemmin sijainti tallentuu liikkeen aikana.

Mutta mitä matkapuhelinten sijainti ja liike kertovat? Aikaisemmin mainittu Ahas et al. (2010), Järv et al. (2014) ja Bian & Wilmot (2015) ovat osoittaneet, että sijainnin ja liikkeen aikaleiman perusteella voidaan päätellä matkapuhelinten käyttäjille merkittäviä sijainteja, kuten esimerkiksi koti, työpaikka tai vaikka kesämökki. Näin esimerkiksi yöaikaan kirjautuvat sijainnit voidaan mallintaa kotipaikoiksi ja tarkentaa väestönlaskentaa tai selvittää dynaamisen populaation määrää tietyillä ajanhetkillä (Ricciato et al. 2015; Louail et al. 2014). Luokittelemalla matkapuhelinten käyttöä voidaan henkilöitä määritellä erilaisiin ryhmiin ja tutkia näiden ryhmien liikkumista ja ryhmien eroja (Thuillier et al. 2018). Yksittäisen käyttäjän liikkeistä voidaan selvittää niiden alueellista eroa laskemalla yksinkertaisimmillaan liikkeiden pituuksia tai selvittää hänen liikkeidensä alueellista pinta-alaa (engl. *radius of gyration*, Kishore et al. 2020 tai engl. *standard deviational ellipse*, Zhao et al. 2016). Myös henkilön vierailufrekvenssi eri paikoissa sekä vierailun kokonaiskesto kertovat hänen liikkumisensa ennustettavuudesta; vertailemalla näitä voidaan arvioida liikkeen ennustettavuutta jota taas voidaan hyödyntää esimerkiksi kaupunkisuunnittelussa (Kishore et al. 2020; Zhao et al. 2016).

Matkapuhelindatan tulkintaan liittyy kuitenkin vääristymiä tai vinoumia (engl. *bias*), jotka on syytä tiedostaa ja joiden vaikutusta datasta tehtyyn analyysiin tulee tarkastella kriittisesti. Ricciato et al. (2015) summasivat seurattavien liittymien ja niistä laskettujen henkilömäärien vääristymiä seuraavaan kolmeen seikkaan: (1) yksittäinen henkilö voi kantaa useita matkapuhelinliittymiä (esim. työ- ja kotiliittymä), (2) yksittäinen henkilö ei välttämättä kannan ollenkaan mukanaan matkapuhelinta tai (3) liittymä ei välttämättä olekaan ihmisen hallussa olevan matkapuhelimen liittymä, vaan kyseessä on koneiden väliseen viestintään (M2M) tarkoitettu liittymä (esimerkiksi etäluettavan sähkömittarin tai riistakameran kuvansiirtoon tarkoitettu liittymä).

Matkapuhelindatasta tulee myös ymmärtää, ettei se kuvasta koko väestöä. Wesolowski et al. (2013) osoittivat, että erityisesti kehittyvissä maissa matkapuhelinten omistajat ovat ensisijaisesti miehiä ja keskivertokansalaista paremmin koulutettuja ja toimeentulevia. Matkapuhelimen käyttö voi olla myös säädeltyä kulttuurillisesti ja jakautunutta sukupuolittain (Järv et al. 2014; Gauvin et al. 2020). Myös matkapuhelimen hinta, liittymien hinnat ja esimerkiksi datasiirron kustannukset vaikuttavat puhelimen käyttöön (Järv et al. 2014).

Zhao et al. (2016) yhdistävät CDR-aineiston käytettävyyden suoraan puhelimen runsaaseen käyttöön – mitä enemmän käyttäjä käyttää puhelintaan, sitä enemmän hänestä syntyy CDR-aineistoa. Tällöin myös runsaasti puhelintaan käyttävät muodostavat ylikorostuneen osan aineistoissa. Sama havainto pitää todennäköisesti paikkansa myös XDR-aineistojen kanssa. Lisäksi XDR-aineistoja syntyy enemmän sellaisille käyttäjille, joiden puhelimet käyttävät enemmän dataa. Vanhemmat puhelinmallit ja niiden käyttäjät ovat tällöin XDR-aineistossa vähäisemmässä osassa. Ikä ja sosiaalinen status vaikuttavat myös puhelimen ja erityisesti datayhteyden käyttöön (Lai et al. 2019). Käyttö voi tällöin poiketa niin määrällisesti kuin myös käyttötavoiltaan. CDR-aineisto, jossa tiedot kerätään soitoista ja tekstiviesteistä, ei myöskään kuvasta täysin käyttäjänsä liikettä ja sijaintien kestoa, vaan kertoo ensisijaisesti hetkistä jolloin puhelinta aktiivisesti käytetään – tämä korostuu erityisesti sellaisissa sijainneissa, joissa käyttäjä ei voi ottaa puhelinta mukaansa tai ei voi käyttää puhelinta sijainnissa (Järv et al. 2014).

Matkapuhelimen käyttäjän ikä vaikuttaa myös muuten puhelimen käyttöön. Meppelink et al. (2020) tutkimuksesta käy ilmi, että nuorilla lapsilla on vähemmän matkapuhelimia ja

he tekevät harvemmin yli 10 km matkoja kuin verrokkiryhmänä olevat 30-40 vuotiaat. Kouluikäisten lasten matkustaminen voi muutenkin olla voimakkaasti linkittynyt vanhempiin erityisesti sellaisilla alueilla, joilla julkinen liikenne on vähäisempää. Lapset kulkevat aikuisten mukana esim. ruokakauppaan ostoksille tai aikuiset vievät lapsia harrastuksiin – tällöin datan mukaan matkaa tekee useampi ihminen, mutta matkan syy voi olla vain aikuisen tarpeessa käydä kaupassa tai lapsen harrastuksessa. Matkoja siis tapahtuu liittymien liikemäärän mukaan, mutta syyt liittymien kantajien liikkeeseen poikkeavat toisistaan merkittävästi.

Matkapuhelindataa on jo käytetty covid-19-epidemian tutkimiseen ja seurantaan runsaasti. Eri tutkimuksia ja niihin liittyviä artikkeleita tarkastellaan kirjallisuuskatsausta käsittelevässä alaluvussa 2.3., mutta aineistoa on käytetty myös muuten kuin tieteellisessä tutkimuksessa. Esimerkiksi Helsingin Sanomat julkaisi keväällä 2020 koosteita ja lyhyitä analyyskejä Telian tarjoamasta matkapuhelindatasta (katso esim. Ervasti & Saarinen 2020; Aalto 2020). Telia kertoi antaneensa palvelunsa Valtioneuvoston käyttöön huhtikuun alusta alkaen (Telia 2020b) ja oikeuskansleri hyväksyi VN:n ja Telian yhteistyön ottaen kantaa myös palvelusta saatavien tietojen suhteeseen yksityisyydensuojaan (Telia 2020a).

Jo maaliskuussa 2020 moni valtio ilmoitti tekevänsä yhteistyötä eri matkapuhelin-operaattoreiden kanssa hyödyntäen matkapuhelinten tarjoamaa sijaintitietoa tartuntojen ja altistumisien jäljittämiseksi – kuitenkin käytännöt yksityisyydensuojan säilyttämiseksi olivat vähintäänkin kirjavina (Lyons 2020). Tartuntojen ja altistumisien jäljittämiseksi eri maissa on ollut käytössä erilaisia käytäntöjä sekä applikaatioita. Euroopan unionin neuvosto totesi lokakuun lopussa, että applikaatioiden yhteensopivuutta tulee kehittää (European Council 2020). Suomessa käytössä oleva sovellus Koronavilkku ei kerää sijaintitietoja vaan hyödyntää paikkatietojen sijaan Bluetooth-teknologiaa ja tunnistaa sekä taltioi lähellä olevia samaa applikaatiota käyttäviä mobiililaitteita (THL 2020d). Koronavilkkuun vastaavat applikaatiot voivat osassa valtioita käyttää suoraan matkapuhelimen sijaintia (Lyons 2020). Bluetoothin käyttöä sijaintitiedon sijaan pidetään kuitenkin turvallisempana vaihtoehtona yksityisyydensuojan näkökulmasta eikä sijaintitiedon tarkkuus välttämättä edes riitä altistumisen tai tartuntaketjun selvittämiseen (Magklaras & López-Bojórquez 2020).



Matkapuhelimista kerättyä sijaintidataa tai siitä johdettua dataa voidaan käyttää yritysten toimesta koronavirukseen liittyvien ilmiöiden tutkimisessa – kuten esimerkiksi Google, Apple ja Facebook tekevät (Google 2020b; Apple 2020; Facebook 2020). Tätä dataa on jo käytetty aineistona myös tutkimuksissa (esim. Arnal et al. 2020). Kuten alaluvun 2.3. kirjallisuuskatsauksesta tulee ilmi, Yhdysvalloissa matkapuhelindatan tarjoaa usein tiedonlouhintaan erikoistunut yritys, kuten esimerkiksi Cuebiq tai SafeGraph. New York Times nosti esiin elokuussa, että matkapuhelindatan käyttö voi olla jopa tungettelevaa ja siitä voidaan saada selville, aggregoinnista huolimatta, yksityiskohtaisia ja yksityisyyteen kajoavia tietoja (Valentino-DeVries 2020). Kritiikki kohdistuu tässä tapauksessa lähinnä Cuebiqin toimintaan.

Euroopassa 2018 voimaan astunut yleinen tietosuoja-asetus (GPDR, engl. *General Data Protection Regulation*) koskee myös sijaintitietoja (Tietosuojavaltuutetun toimisto 2020). EU:n yhteinen tutkimuskeskus on jo vuonna 2016 mallintanut sijaintidatan yksityisyyttä ja antaa esimerkin, jossa käyttäjän puhelimen GPS-sijainti on sijaintitietoa ja liittymän omistajan tiedot yksityistietoa (Bargiotti et al. 2016). Yhdistämällä nämä tiedot syntyy yksityistä sijaintitietoa, joka ei vastaa pelkästään kysymykseen missä vaan myös kuka.

Matkapuhelindatan käyttöön covid-19-epidemian tutkimisessa liittyy muitakin kuin yksityisyydensuojaan liittyviä kysymyksiä. Frith & Saker (2020) nostivat esiin, että huomionarvoista on myös se, ettei datan lähde ole aina edes selvitetävissä eikä yrityksen pääsyä dataan avata tarkemmin. Parker et al. (2020) käsittelevät seuranta-applikaatioiden käytön pakollisuutta sekä eri yhteisöjen ja instituutioiden yhteistä vastuuta tietojen keräämisessä ja hyödyntämisessä. He myös nostavat esiin kysymyksen, pitäisikö kerätty data poistaa epidemian päätyttyä, Usein data ei myöskään ole suoraan tutkijoiden käytössä eikä sitä välttämättä osata käyttää oikein ainakaan viranomaisten taholta (Oliver et al. 2020). Big dataan laajemmaltikin pohjautuvat aineistot eivät välttämättä myöskään ole olleet saatavilla ennen epidemiaa eikä niiden tutkimisesta ole valmiita käytänteitä tai malleja (Poom et al. 2020).

Kenties merkittävimpana puutteena matkapuhelindatan käytössä esiin nousevat kuitenkin datan esikäsittelymenetelmät, joilla raakadatasta muodostetaan aineistopaketteja. Datan aggregointi on erittäin tärkeää yksityisyydensuojan kannalta, mutta aggregoinnissa (niin kuin aineiston keräämisessäkin) käytetään menetelmiä, joita

ei avata jälkikäteen. Tämä tekee aineiston tulkinnasta ja käsittelystä jälkikäteen hankalaa, koska aineisto ei välttämättä vastaa kuin alkuperäisen tarpeen yhteen suppeaan kysymykseen (Poom et al. 2020). Tutkijoiden käyttöön luovutetuissa materiaaleissa on usein yleistyksiä ja tietoa jää saamatta, kun esimerkiksi kuljettujen reittien etäisyyksistä kerrotaan vain keskiarvo tai mediaani eikä varsinaisia reittejä pituuksineen; aggregointi sumentaa spatiaalista tarkkuutta ja materiaali saattaa olla vain ote koko aineistosta (Kang et al. 2020).

Näitä ongelmia kuvastaa hyvin Poom et al. (2020) käyttämä ilmaus mustasta laatikosta, josta saa tuloksia, mutta sen sisältöä ei voi tutkia – tieto on kätkeyty läpinäkymättömän analyysin taakse ja vain lopputulos on näkyvissä. Tiedon ja erityisesti paikkatiedon avoimuus ja käytettävyys ei ole Suomessa tietenkään ensimmäistä kertaa kritiikin kohteena; geoinformatiikan alalta professori Tuuli Toivonen on herättänyt keskustelua tiedon avoimuudesta (Toivonen 2009; Toivonen & Lehtomäki 2013; Toivonen 2019) ja erityisesti vuonna 2019 julkaistu kirjoitus kuvaa hyvin ongelmia, joihin nyt covid-19-epidemian myötä aineistojen saatavuudessa ja käytössä on törmätty. Yrityksillä on paljon aineistoa, jonka käyttö tieteellisissä tutkimuksissa pitäisi olla kohtuullisilla kustannuksilla.

### **2.3. Aiempi tutkimus matkapuhelindatan käytöstä**

Tätä tutkimusta varten toteutettiin kirjallisuuskatsaus artikkeleihin, jotka koskivat matkapuhelindatan käyttöä erityisesti covid-19-epidemian tutkimisessa. Kirjallisuuskatsaus kohdistettiin Scopus-tietokantaan sekä PeerJ- ja ArXiv-tietokantoihin. Katsauksen tarkoitus on muodostaa tilannekuva covid-19-epidemian aikaisesta, epidemiaan liittyvästä tutkimuksesta, jossa aineistona käytetään matkapuhelinaineistoa. Lisäksi katsauksessa tarkastellaan käytettyjä aineistoja, menetelmiä ja tuloksia. Kirjallisuuskatsaus toteutettiin 12.10.2020 verkkohakuina tietokannasta. Taulukossa 2 esitetään hakuehtojen yksityiskohdat tietokannoittain.

Scopus on Elsevier-kustantamon omistama joka päivä päivittyvä monitieteinen viittaus- ja viitetietokanta, jossa oli vuonna 2019 yli 75 miljoonaa asiakirjaa (Elsevier 2019). PeerJ on julkaisija, joka yhtenä osa-alueenaan on ylläpitänyt PeerJ Preprints -tietokantaa, jota ei enää laajenneta, mutta jossa on edelleen julkaisemattomia preprint-artikkeleita (PeerJ 2020). ArXiv taas on Cornellin yliopiston ylläpitämä tietokanta, jonka asiakirjat

mahdollisesti odottavat julkaisua ja jotka eivät ole vertaisarvioituja (Cornell University 2020).

**Taulukko 2.** Haut tietokannoista kirjallisuuskatsausta varten.

Hakuehto	Scopus	PeerJ	ArXiv
Hakusanat	1. haku: "covid-19" JA "mobile phone data" <sup>1</sup> 2. haku: "mobile phone data" JA "mobility" <sup>2</sup>	1. haku: "mobile phone data covid-19" <sup>3</sup> 2. haku: "mobile phone" <sup>4</sup> 3. haku: "phone" <sup>5</sup>	"covid-19" JA "mobile phone data" <sup>6</sup>
Muita hakuehtoja	Aikajänne: myöhemmin kuin 2019, hakusanat kohdistuivat asiakirjan nimeen, abstraktiin ja asiasanoihin	Aikajänne: 2019–2020, 1. ja 2. haku kohdistettiin vain "preprints"-tietokantaan, 3. haku kohdistettiin "research"- ja "preprints"-tietokantoihin.	Aikajänne: 2019–2020, hakusanat kohdistuivat kaikkiin kenttiin
Hakujen tuloksia	1. hausta 13 ja toisesta hausta 42	1. hausta 201, toisesta hausta 8 ja kolmannesta hausta 67 "research"- ja 1 "preprints"-tietokannoista.	23
Sisältää matkapuhelinaineistoa	1. hausta 4 (sekä 3 ylimääräistä viittausten perusteella) ja toisesta hausta 19.	1. ja 2. hausta 0, 3. hausta 1 ("research"-tietokannasta).	10 (sekä 1 ylimääräinen viittausten perusteella)

<sup>1</sup> Hakulauseke: ( TITLE-ABS-KEY ( covid-19 ) AND TITLE-ABS-KEY ( "mobile phone data" ) ) AND PUBYEAR > 2019  
<sup>2</sup> Hakulauseke: ( TITLE-ABS-KEY ( "mobile phone data" ) AND TITLE-ABS-KEY ( mobility ) ) AND PUBYEAR > 2019  
<sup>3</sup> Haun osoite: <https://peerj.com/search/?q=mobile%20phone%20data%20covid-19&type=preprints&published-gte=2019&published-lte=2020>  
<sup>4</sup> Haun osoite: <https://peerj.com/search/?q=mobile%20phone&type=preprints&published-gte=2019&published-lte=2020>  
<sup>5</sup> Haun osoite: <https://peerj.com/search/?q=phone&type=articles&published-gte=2019&published-lte=2020>  
<sup>6</sup> Hakulauseke: order: -announced\_date\_first; size: 50; date\_range: from 2019-01-01 to 2020-12-31; include\_cross\_list: True; terms: AND all=covid-19; AND all=mobile phone data

Yhtä ensimmäisen Scopus-haun artikkeleita ei ollut saatavissa englanniksi; Feng et al. (2020) artikkeli *Traffic Analysis Zone-Based Epidemic Estimation Approach of COVID-19 Based on Mobile Phone Data: An Example of Wuhan* julkaisusta *Wuhan Daxue Xuebao (Xinxi Kexue Ban)/Geomatics and Information Science of Wuhan University* jäi siis pois tuloksista. Toinen ensimmäisen haun erityistapaus on Di Domenico et al. (2020) artikkeli, joka viittaa Pullano et al. (2020) käyttämään aineistoon. Kolmas ensimmäisen haun erityistapaus on Wang et al. (2020) kirjallisuuskatsaus matkapuhelindatan käytöstä hätätilanteiden hallinnassa (engl. *emergency management*), jossa viitataan Iacus et al. (2020) ja sitä myötä Santamaria et al. (2020) aineistoon. Pullano et al., Iacus et al. ja

Santamaria et al. käyttämät aineistot on sisällytetty osaksi tietokantahaun tuloksia (taulukko 2).

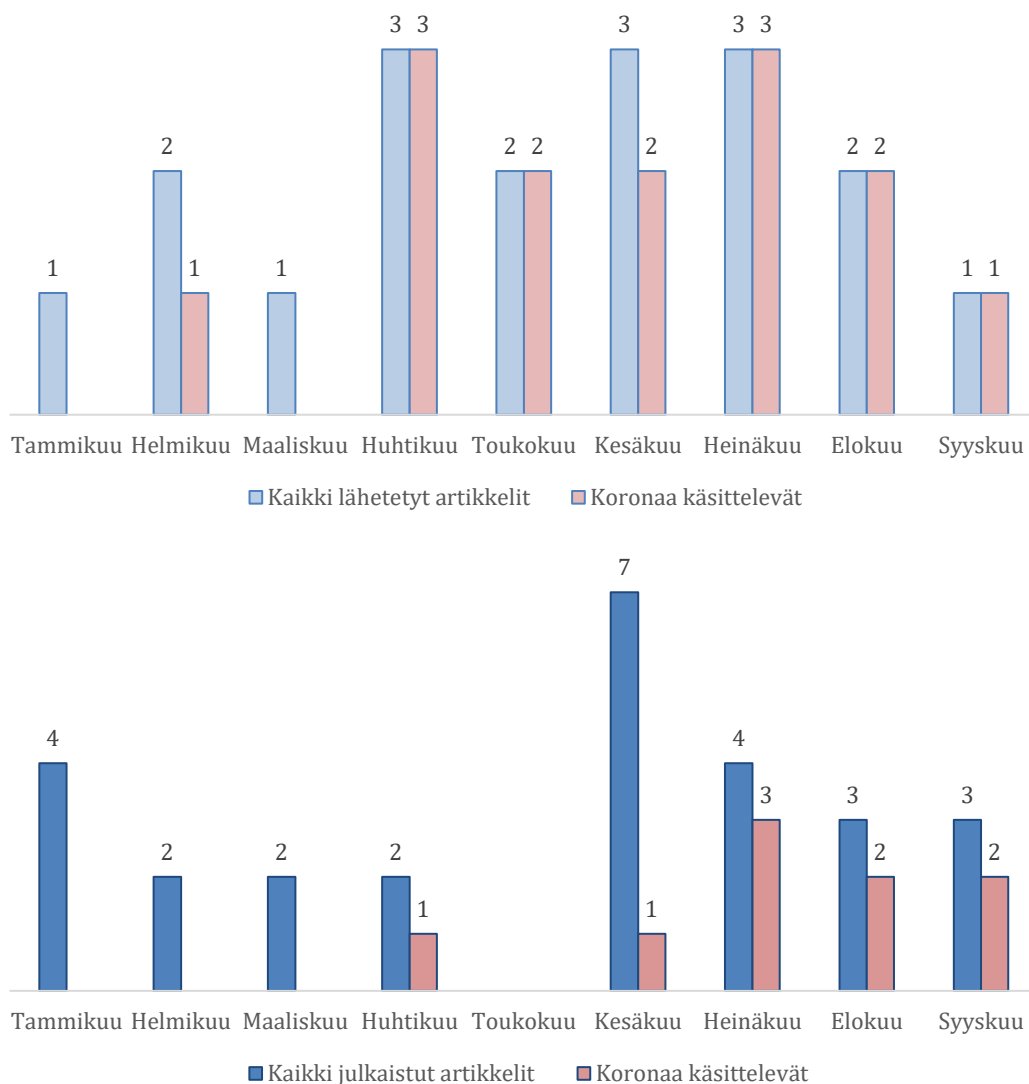
Toisen Scopus-haun tuloksista saatavilla ei ollut ilman maksua Andrade et al. (2020) artikkelia *Mining Human Mobility Data to Discover Locations and Habits* julkaisusta *Communications in Computer and Information Science*, joten artikkeli jätettiin pois toisen Scopus-tietokantahaun tuloksista.

ArXiv-haun ensimmäinen erityistapaus oli Dahlberg et al. (2020) artikkeli, joka viittaa Pepe et al. (2020)artikkeliin joka ei sisältynyt yhteenkään hauista mutta oli sisällöltään sellainen, että se sisällytettiin osaksi kirjallisuuskatsauksen tuloksia. Toinen erikoistapaus oli Gao et al. (2020) artikkeli, joka viittasi Descartes Labsin aineistoon (Warren & Skillman 2020). Descartes Labsin aineisto on sisällytetty osaksi Gao et al. (2020) riviä kirjallisuuskatsauksen tuloksissa.

Tuloksiin sisällytettiin kaikki tutkimukset, joissa käytettiin matkapuhelinaineistoa. Tutkimukset, joissa käytetty aineisto oli Googlen tarjoamia liikkuvuusraportteja, Applen tarjoamia tai Facebookin tarjoamaa Data for Good -aineistoa (Facebook 2020), ei kuitenkaan sisällytetty tuloksiin. Katsauksessa ei tarkastella erikseen aineiston sisällölle annettuja merkityksiä, kuten esimerkiksi kodin tai työpaikan sijaintia (esim. Graells-Garrido et al. 2020) tai käyttäjien itsensä nimeämiä tai kuvaamia paikkoja (esim. Yoo et al. 2020).

Tietokantahakujen perusteella löydetyistä artikkeleista jäi abstraktitasoisen tarkastelun jälkeen tulokseksi 38 artikkelia. Luku sisältää myös edellä mainitut erikoistapaukset. Kooste artikkeleista on liitteessä 2, jossa esitellään artikkelikohtaisesti käsiteltävä matkapuhelinaineisto, artikkelin kirjoitus- ja julkaisuhetki sekä kerrotaan minkä haun tuloksena artikkeli löytyi ja käsitelläänkö artikkelissa korona-aiheista tutkimusta.

Kuva 5 esittelee kirjallisuuskatsauksen perusteella löydettyjen artikkeleiden lähetys- ja julkaisuajankohdat. Lähetetty tarkoittaa tässä ajankohtaa, jolloin kirjoittaja on toimittanut artikkelinsa joko kustantajalle (engl. esim. *received*) tai siirtänyt sen PeerJ:n tai ArXiv:n tietokantaan. Julkaisu tarkoittaa ajankohtaa, jolloin kustantaja on artikkelin julkaissut. Katsauksessa on siis mukana myös artikkeleita, joita ei ole vertaisarvioitu.

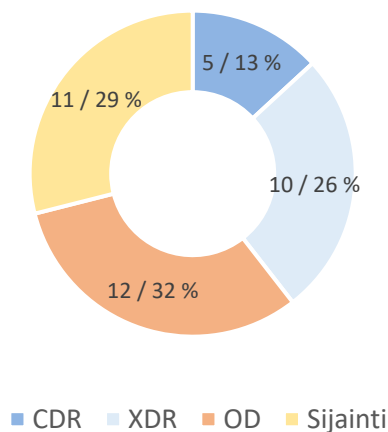


**Kuva 5.** Matkapuhelindataa ja ihmisten liikkumista käsittelevien artikkeleiden lähettäminen ja julkaisu vuonna 2020 tammikuusta syyskuuhun.

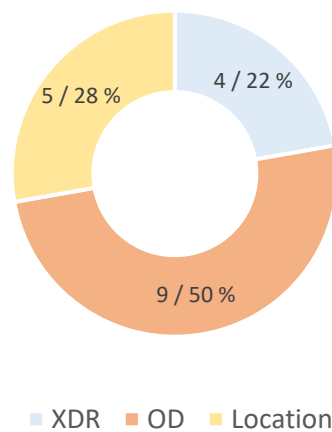
Korona-aiheisia artikkeleita oli 18 kappaletta eli 47 % kaikista artikkeleista. Katsauksessa on kuitenkin mukana yksi sellainen artikkeli, jonka artikkeliin kirjattu lähetyks- ja verkkajulkaisupäivä oli ennen vuotta 2020 (García-Albertos et al. 2020). Jos tätä artikkelia ei huomioida, vuoden 2020 artikkeleista 49 % käsittelevät koronaa. Kuvasta 5 näkyy julkaisujen määrässä selvä nousu kesäkuussa – samalla korona-aiheisten artikkeleiden määrä kasvaa kesäkuusta eteenpäin. Lähetettyjen artikkeleiden määrässä (joka sisältää siis myös vertaisarvioimattomat artikkelit) korona-aiheisten artikkeleiden osuus alkaa kasvaa jo huhtikuusta. Korona aiheena valtaa selvästi alaa myös matkapuhelindataa ja liikkumista koskevien tutkimusten parissa.

Artikkeleissa käsiteltiin useita erilaisia matkapuhelinaineistoja. Aineistot on luokiteltu tässä tutkimuksessa neljään eri luokkaan; CDR-, XDR-, OD- ja sijaintiaineistoiksi. XDR- ja CDR-aineistot on luokiteltu artikkeleiden kirjoittajien antamien tietojen perusteella. Jos artikkelissa on erityisesti kerrottu aineiston olevan vain soitto- ja viestianeistoa, on aineisto luokiteltu CDR-aineistoksi. Vastaavasti, jos artikkelissa on kerrottu aineiston sisältävän normaalin CDR-aineiston lisäksi puhelimien ja tukiasemien push-ilmoituksia (esim. Eom, Lee, Song, et al. 2020) on aineisto luokiteltu XDR-aineistoksi. OD-aineistoksi artikkeleiden aineisto on luokiteltu silloin, kun artikkelissa erikseen tästä mainitaan. Artikkelit eivät ota kaikki selvästi kantaa siihen, onko aineisto ollut alun perin CDR- tai XDR-aineistoa, jota on muokattu OD-aineistoksi. Mikäli artikkeli ei sinällään käsittele muuta kuin OD-muotoista aineistoa, on se tässä tutkimuksessa kirjattu OD-aineistoluokkaan kuuluvaksi. Sijaintiaineistolla tarkoitetaan aineistoa, jossa matkapuhelimen sijainti on tallennettu useimmiten GPS-signaalia tai applikaatioita hyödyntäen. Tällöin myöskään matkapuhelinten liikettä ei sellaisenaan ole tutkittu artikkelissa, vaan artikkeli on nimenomaan maininnut vain sijaintidatasta. Kuvassa 6 esitetään matkapuhelinaineistojen jakaantuminen tutkimuksittain. Kuvassa on eritelty myös korona-aiheisten julkaisujen käyttämät aineistotyyppit.

Kaikki julkaisut:



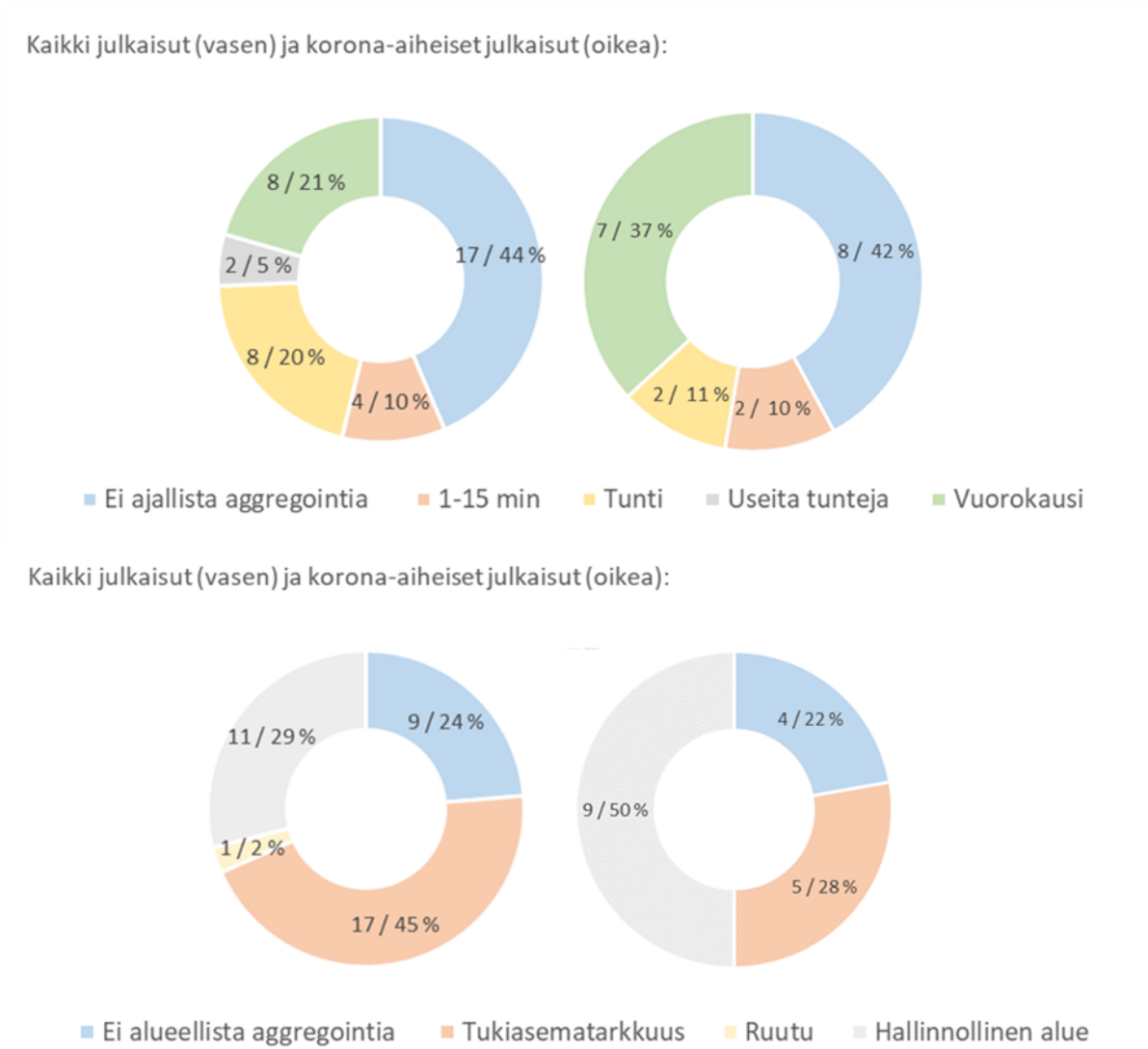
Korona-aiheiset julkaisut:



**Kuva 6.** Matkapuhelinaineistot tutkimuksittain.

Aineistojen tarkkuutta on luokiteltu ajallisesti ja alueellisesti. Yleisesti voidaan todeta, että ajallinen aggregointi oli vähäisintä XDR- ja sijaintiaineistossa. Vastaavasti OD-aineistoista lähes joka toinen oli aggregoitu 24 tunnin tarkkuuteen. Alueellisesti

ylivoimaisesti yleisin tarkkuus oli kaikkien tutkimusten osalta tukiasematarkkuus. Korona-aiheisia tutkimuksia tarkasteltaessa puolet aineistoista on kuitenkin aggregoitu hallinnollisen alueen (esim. piirikunta tai kunta) tarkkuuteen. Syy tähän on mahdollisesti halu yhdistää tietoja alueellisiin sairastapauksiin tai halu esittää tulokset alueellisesti.



**Kuva 7.** Matkapuhelinaineistojen ajallinen ja alueellinen tarkkuus.

Kuvassa 7 esitetään matkapuhelinaineistojen jakaantuminen ajallisen ja alueellisen tarkkuuden perusteella. Kuvassa on eritelty myös korona-aiheisten julkaisujen käyttämät tarkkuudet. Ajallinen tarkkuus luokiteltiin artikkeleissa olevien tietojen mukaan luokkiin alle tunnin tarkkuuteen, tunnin, useamman tunnin ja vuorokauden tarkkuuteen. Lisäksi eriteltiin ne aineistot, joissa ajallista aggregointia ei ollut. Alueellinen tarkkuus on luokiteltu artikkeleissa olevien tietojen perusteella tukiasematarkkuuteen ja hallinnollisiin alueisiin, joiden koko vaihteli suuresti. Yhdessä tutkimuksessa (Eom, Lee,

Song, et al. 2020) käytettiin 50 x 50 m ruudukkoa. Lisäksi on eritelty ne aineistot, jossa alueellista aggregointia ei ole ilmoitettu olevan.

Kuvan 7 aineistojen määrät ajallisen jakaantumisen osalta poikkeavat hieman kuvan 6 lukumääristä koska Iacus et al. (2020) ja Santamaria et al. (2020) tutkimuksissa käytettiin eurooppalaista aineistoa, jonka ajallinen tarkkuus eroaa maittain. Tämän tutkimuksen tuloksissa eriteltyt tarkkuudet on tuotu esiin erikseen; sama tutkimus on siis saanut tunnin ja vuorokauden ajallisen tarkkuuden lukemat. Lisäksi neljässä tutkimuksessa käytettiin todennäköisesti osittain samoja aineistoja; Heiler, Hanbury et al. (2020) sekä Heiler, Reisch et al. (2020) käyttävät todennäköisesti samaa itävaltalaisista aineistoa ja kahdessa Cáceres et al. (2020) tutkimuksessa käytetään todennäköisesti samaa espanjalaisista aineistoa. Kaikki nämä neljä artikkelia on kuitenkin luokiteltu omina tuloksinaan eikä niiden tietoja ole tässä tutkimuksessa yhdistelty.

Eurooppalaista matkapuhelindata-aineistoa käsittelee 17 artikkelia, 9 artikkelia aasialaista ja 7 artikkelia yhdysvaltalaisista aineistoa. Lisäksi artikkeleista kolmessa on eteläamerikkalaisista aineistoa ja kahdessa afrikkalaisista aineistoa Senegalista. Korona-aiheisista artikkeleista 10 käsittelee eurooppalaista aineistoa, 4 yhdysvaltalaisista, 3 aasialaista ja 1 argentiinalaista, joten aineistojen maantieteellinen jakautuminen ei muutu merkittävästi korona-aiheisten ja kaikkien tutkimusten välillä. Joitakin eroja kuitenkin on; yhdysvaltalainen aineisto ei ole koskaan CDR- tai XDR-aineistoa sellaisenaan, vaan aina OD-matriisiksi muutettua tai sitten joko puhelimen GPS-sijaintia tai erillisen applikaation kirjaamaa sijaintia hyödyntävää.



### 3. AINEISTO

Tässä luvussa kerrotaan ja havainnollistetaan aineistojen rakennetta ja puutteita. Tutkimuksen ensisijainen aineisto on Telian matkapuhelindata ja tätä aineistoa käsitellään kattavammin. Toissijaiseen aineistoon kuuluvat Googlen ja Applen tarjoama data, THL:n tautitapauksiin liittyvä data sekä alueiden luokitteluun liittyvä aineisto. Näitä aineistoja käsitellään suppeammin kuin Telian matkapuhelinaineistoa. Taulukkoon 3 on koostettu tutkimuksessa käytetyt aineistot.

**Taulukko 3.** Kooste tutkimuksen aineistoista.

Aineisto	Spatiaalinen tarkkuus	Temporaalinen tarkkuus	Aineiston sisältö	Alaluku
Telian aktiviteettiaineisto	Kunta – maakunta	Vuorokausi	Aktiviteettien lukumäärä	3.2.
Telian matka-aineisto	Kunta – maakunta	Vuorokausi	Liikkuneiden liittymien määrä	3.2.
Googlen liikkuvuusraportit	Maakunta	Vuorokausi	Liikkeen suhteellinen muutos eri sijaintityypeissä	3.3.
Applen liikkuvuus-trendiraportit	Maakunta	Vuorokausi (mutta eri aikavyöhyke)	Hakujen muutos Applen karttapalvelusta	3.4.
Alueiden ajurit ja rajoitteet	Kunta – maakunta	-	Alueluokittelu, kesämökit, työskentely ja pendelöinti sekä keskeisyys ympäröiviin kuntiin nähden	3.5.
Tartuntatapaukset	Sairaanhoitopiiri	Vuorokausi	Tartuntatapausten määrä	3.6.

Aineistoja on esikäsitelty ennen esittelyä luettavuuden ja informatiivisuuden parantamiseksi – esikäsitteilyn menetelmiä avataan seuraavassa luvussa. Aineistojen yhteydessä esitetään myös kritiikkiä aineistojen ominaisuuksista, mutta niiden vaikutuksesta tutkimustuloksiin kirjoitetaan tarkemmin vasta luvussa 6. Ennen varsinaista aineiston esittelyä tarkastellaan alaluvussa 3.1. maantieteellistä tutkimusaluetta ja siihen liittyviä erityispiirteitä.

#### 3.1. Tutkimusalue

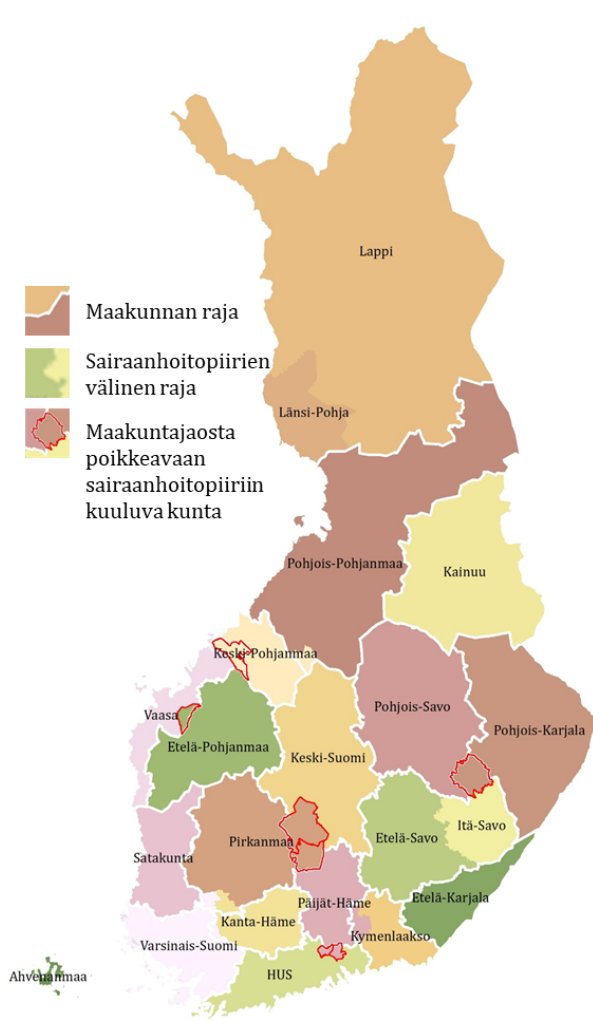
Maantieteellinen tutkimusalue tässä tutkimuksessa on koko Suomi, jota tarkastellaan kunnittain, maakunnittain ja sairaanhoitopiireittäin. Tarkastelu on kuntapohjaista johtuen Telian matkapuhelindatan tarkkuudesta; aineistossa tiedot esitetään kunnittain.

Maakuntapohjaisuuteen päädyttiin esitettävien alueiden vähentämiseksi – tietojen ja tulosten esittämisestä saadaan näin visuaalisesti ymmärrettävämpää. Sairaanhoidopiirien käsittely taas liittyy THL:n käytäntöön ilmoittaa tautitapauksista.

Osassa tutkimuksen aineistoja Nurmeksen ja Valtimon kunnat esitettiin edelleen omina kuntinaan, vaikka Valtimon kunta on yhdistynyt vuoden 2020 alussa Nurmeksen kaupunkiin (Kuntaliitto 2019a). Aineistojen käsittelyvaiheessa Nurmeksen ja Valtimon tiedot yhdistettiin Nurmeksen tietoihin. Matkapuhelinaineistosta puuttui lisäksi Kaskisen kaupungin tiedot. Koska Kaskisen kaupungin ainoa naapurikunta on Närpiö, oletetaan tutkimuksessa Kaskisen tietojen sisältyvän Närpiöön. Tämä tarkoittaa, että käsitellyissä aineistoissa Suomen kuntia on 309. Maakuntien osalta aineistossa ei ole tehty muutoksia ja tutkimuksessa käsitellään kaikkia 19 maakuntaa.

Sairaanhoidopiirejä on 21 Ahvenanmaa mukaan lukien (Kuntaliitto 2019b). Sairaanhoidopiirit eivät täysin mukaile maakuntajakoa – kuva 8 esittää maakunnat ja sairaanhoidopiirit sekä ne kunnat, jotka poikkeavat maakuntajaoltaan sairaanhoidopiirijaosta. Merkittävimmät erot ovat Lapin maakunnan jakaantuminen kahdeksi sairaanhoidopiiriksi ja Etelä-Savon maakunnan jakaantuminen kahdeksi sairaanhoidopiiriksi. Lisäksi seitsemän kunnan osalta maakunta- ja sairaanhoidopiirijako poikkeavat toisistaan.

Joitakin alueita Suomessa tulee tarkastella erityisellä huomiolla – rajaliikennepaikat ja merkittävimmät ulkomaanmatkustuksen terminaalipaikkakunnat saattavat saada datan keruun takia erikoisia tuloksia. Lisäksi Ahvenanmaa on poikkeuksellinen alue johtuen ohikulkevista risteilyaluksista ja niiden matkustajien vaikutuksesta matkapuhelindataan.



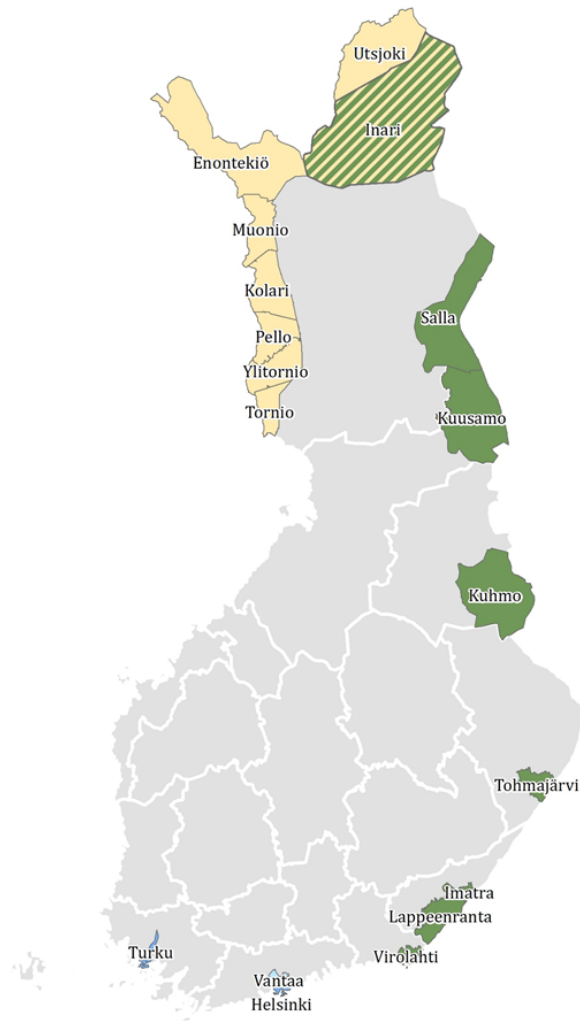
Sairaanhoitopiiri	Maakunta
Ahvenanmaa	Ahvenanmaa
Etelä-Karjala	Etelä-Karjala
Etelä-Pohjanmaa	Etelä-Pohjanmaa
Etelä-Savo	Etelä-Savo
Helsinki ja Uusimaa (HUS)	Uusimaa
Itä-Savo	Etelä-Savo
Kainuu	Kainuu
Kanta-Häme	Kanta-Häme
Keski-Pohjanmaa	Keski-Pohjanmaa
Keski-Suomi	Keski-Suomi
Kymenlaakso	Kymenlaakso
Lappi	Lappi
Länsi-Pohja	Lappi
Pirkanmaa	Pirkanmaa
Pohjois-Karjala	Pohjois-Karjala
Pohjois-Pohjanmaa	Pohjois-Pohjanmaa
Pohjois-Savo	Pohjois-Savo
Päijät-Häme	Päijät-Häme
Satakunta	Satakunta
Vaasa	Pohjanmaa

Jaosta poikkeavat kunnat:		
Kunta	Maakunta	Sairaanhoitopiiri
Isokyrö	Pohjanmaa	Etelä-Pohjanmaa
Kruunupyö	Pohjanmaa	Keski-Pohjanmaa
Myrskylä	Uusimaa	Päijät-Häme
Pukkila	Uusimaa	Päijät-Häme
Jämsä	Keski-Suomi	Pirkanmaa
Kuhmoinen	Keski-Suomi	Pirkanmaa
Heinävesi	Pohjois-Karjala	Itä-Savo

**Kuva 8.** Sairaanhoitopiirit ja maakunnat.

Matkapuhelinaineiston keruumenetelmien takia on mahdollista, että rajanylityspaikoilla aineistossa on virheitä. Tämä johtuu siitä, että puhelin saapuu toisen valtion verkon alueelta, paikantuu Suomessa verkkoon ja aloittaa matkansa kuin paikkakunnalle ”tyhjästä saapuneena”. Sama on mahdollista myös Suomesta pois päin. Kuvassa 9 esitetään Suomen rajanylityspaikat ja kunnat, joiden osalta tämä rajanylityksestä johtuva mahdollinen virhe tulee huomioida. Samassa kuvassa on lisäksi korostettu matkustajalaivaliikenteen kannalta kahta merkittävää satamaa: Turku ja Helsinkiä. Vantaan osalta taas tulee huomioida lentokentän matkustajat, joiden matkat matkapuhelindataa tarkasteltaessa voivat aiheuttaa poikkeuksia myös Suomen sisäisissä matkoissa.



Rajanylityspaikka	Kunta	Maakunta
<b>Venäjälle:</b>		
Rajajooseppi	Inari	Lappi
Salla	Salla	Lappi
Kuusamo	Kuusamo	Lappi
Vartius	Kuhmo	Kainuu
Niirala	Tohmajärvi	Pohjois-Karjala
Imatra	Imatra	Etelä-Karjala
Nuijamaa	Lappeenranta	Etelä-Karjala
Vainikkala	Lappeenranta	Etelä-Karjala
Vaalimaa	Virolahti	Etelä-Karjala
<b>Norjaan:</b>		
Useita	Utsjoki	Lappi
Useita	Inari	Lappi
Useita	Enontekiö	Lappi
<b>Ruotsiin:</b>		
Useita	Enontekiö	Lappi
Useita	Muonio	Lappi
Useita	Kolari	Lappi
Useita	Pello	Lappi
Useita	Ylitornio	Lappi
Useita	Tornio	Lappi
<b>Lisäksi:</b>		
Turku, satama	Turku	Varsinais-Suomi
Helsinki, satama	Helsinki	Uusimaa
Helsinki-Vantaa lentoasema	Vantaa	Uusimaa

**Kuva 9.** Rajanylityspaikat ja -kunnat.

Helsinki-Vantaan lentoasema ei ole ainoa Suomen kansainvälinen lentokenttä, mutta sen matkustajavolyymi oli vuonna 2019 94 % kaikesta Suomen kansainvälisestä lentoliikenteestä ja 50 % kaikesta kotimaan lentomatkustuksesta (Finavia 2020a). Lentoliikenteen määrä laski voimakkaasti maaliskuusta 2020 alkaen; kotimaan matkustajien määrä muuttui edellisestä kuukaudesta -55 % ja kansainvälisten matkustajien määrä -58 % – huhtikuussa vastaavat luvut olivat -99 % molemmista matkustajaryhmistä (Finavia 2020b).

Vastaavasti Helsinki ja Turku eivät ole ainoat satamat Suomessa, mutta niiden kautta kulkeva Ruotsin ja Viron matkustajaliikenne on merkittävässä roolissa: Suomesta tai Suomeen matkusti helmikuussa 2020 meritse 1 176 634 matkustajaa, joista Helsingin osuus oli 65 % ja Turun osuus 16 %. Lopuista 19 %:sta yhdeksän matkustajaa kymmenestä olivat Ahvenanmaan satamista (Maarianhamina, Eckerö ja Långnäs)

(Tilastokeskus 2020c). Valtioneuvoston päätöksellä henkilömatkustajaliikenteen rajanylityspaikkoja satamista olivat 25.3.2020 alkaen ainoastaan Helsinki, Turku, Vaasa ja Långnäs (VN 2020f).

Ahvenanmaan lukemiin tulee suhtautua varauksella: useat Ahvenanmaan kunnat ovat hyvin pieniä ja ohi kulkevien risteilyalusten matkustajamäärät saattavat vääristää kuntien matkustajamääriä matkapuhelindataa tutkittaessa. Lisäksi Ahvenanmaalta on liikennettä Ruotsiin, mikä voi rajanylityspaikkojen tapaan mahdollisesti vääristää kuntien matkustajalukemia.

Rajaliikennettä rajoitettiin Venäjän rajan vastaisilla rajanylityspaikoilla Venäjän toimesta jo 17.3.2020 illasta alkaen ja Suomen Rajavartiolaitos (RVL) aloitti rajaliikenteen rajoittamisen 19.3.2020 alkaen myös Ruotsin ja Norjan vastaisilla rajoilla (RVL 2020c). RVL:n tiedotteiden mukaan itärajan matkustajamäärät olivat 18.3.2020 muuttuneet -54 % verrattuna 15.1.2020 tilanteeseen ja Norjan maarajalla arviolta -51 % - Ruotsin maarajalla matkustajamäärä oli päinvastoin kasvanut 17 % (RVL 2020a). Viisi päivää myöhemmin 23.3.2020 tilanne oli kuitenkin kehittynyt siten, että itärajalla muutos oli -90 % verrattuna tammikuun vastaavan viikonpäivän (20.1.2020) matkustajamääriin, Ruotsin maarajallakin jo -87 % ja Norjan maarajalla -88 % (RVL 2020b).

### **3.2. Telian matkapuhelindata**

Tutkimuksessa käytettiin matkapuhelinoperaattori Telian tarjoamaa dataa ajalta 1.2.-30.3.2020. Aineisto on saatu sellaisenaan käyttöön Telialta ja tämän tutkimuksen osalta aineiston sisältöön tai laajuuteen ei ole ollut mahdollista vaikuttaa. Telian matkapuhelinaineisto muodostaa tutkimuksen ensisijaisen aineiston, jota tutkimalla pyritään selvittämään muutoksia liikevirroissa ja väestön sijainneissa.

Aineisto oli .csv-muodossa ja koostui kahdesta erillisestä data-aineistosta, jotka olivat molemmat omissa tiedostoissaan. Molemmista aineistoista oli poistettu keskiviikon 12.2.2020, torstain 13.2.2020 ja tiistain 25.2.2020 tiedot aineiston toimittajan toimesta. Data esitetään aineistossa kunnittain ja kaupungeittain (aineistossa engl. *municipalities*). Tässä työssä näistä alueista tämän aineiston osalta käytetään jatkossa pääsääntöisesti yhteistä nimitystä *kunnat* eikä tällä valinnalla oteta kantaa kunta- tai aluepolitiikkaan.

Poikkeuksena on kuitenkin esimerkiksi yksittäisten, erillisten kaupunkien kutsuminen *kaupungeiksi*.

Ensimmäisessä aineistossa eli *aktiviteettiaineistossa* esitettiin vuorokausikohtaisesti kunnan alueella vähintään 20 minuuttia kerrallaan viipyneet matkapuhelinliittymät. Tätä kutsutaan aineistoissa aktiviteetiksi (aineistossa engl. *activity*). Aineistossa on yhteensä 56 vuorokaudelta 17 416 riviä dataa, jaettuna vuorokausittain ja kunnittain. Aineiston yksi rivi kuvaa yhden kunnan vuorokausikohtaisia aktiviteetteja. Maarianhaminan tulokset on kirjattu alkuperäisessä aineistossa kahdelle riville, mistä johtuu aineiston kokonaisuudessa oleva poikkeama (56 vuorokautta ja 310 kuntaa tarkoittaisi 17 360 riviä, mutta 311 kuntaa saa aikaan 17 416 riviä) – Maarianhaminan tiedot yhdistettiin samoille riveille aineistoa käsiteltäessä.

Taulukkoon 4 on kerätty aktiviteettiaineiston tunnuslukuja. Aineisto on vinoutunut (*skewness*-arvo 8,7) ja aineistossa on enemmän pieniä arvoja kuin suuria. Vinoumaa selittää mahdollisesti aineistossa olevat suuret väestökeskittymät kuten Helsinki, Espoo ja Vantaa, joiden lukemat ovat huomattavasti korkeampia kuin muun maan. Nämä lukemat yksistään muodostavat lähes prosentin koko aineistosta.

**Taulukko 4.** Telian aktiviteettiaineiston tunnuslukuja.

Rivien määrä	17416
Kuntien määrä	310 (Valtimo ja Nurmes erillisinä kuntina)
Vuorokausien määrä	56 (1.–11.2., 14.–24.2. ja 26.2.–30.3.2020)
Koko maan aktiviteettien keskiarvo	23 309
Koko maan aktiviteettien mediaani	8 630
Eniten aktiviteetteja (koko maassa)	8 147 670 (perjantai 14.2., ystävänpäivä)
Vähiten aktiviteetteja (koko maassa)	5 959 420 (lauantai 29.3.)
Koko maan aktiviteettien yläneljännes	19 818
Koko maan aktiviteettien alaneljännes	4 200
Kuntakohtainen aktiviteettien vuorokausikeskiarvo	23 385
Kuntakohtainen aktiviteettien mediaani	8 673
Eniten aktiviteetteja (kunnittain)	959 010 (Helsinki, keskiviikko 26.2.)
Vähiten aktiviteetteja (kunnittain)	470 (Kumlinge, maanantai 2.3.)
Kuntakohtaisten aktiviteettien yläneljännes	20 158
Kuntakohtaisten aktiviteettien alaneljännes	4 220

Toinen aineisto eli *matka-aineisto* kertoo kahden eri kunnan välisestä liikkeestä, jossa liittymä on ollut aktiivinen vähintään 20 minuuttia ensimmäisessä kunnassa ja tämän jälkeen vähintään 20 minuuttia toisessa kunnassa. Tällöin dataan on tallentunut merkintä liikkeestä alkupistekunnan ja päätekunnan välillä. Mikäli liike on pysähtynyt matkan varrella alkupiste- ja päätepistekunnista poikkeavassa kolmannessa kunnassa, on matka tallentunut alkupisteestä pysähdykseen asti omana matkana ja pysähdyksen jälkeinen matka uutena matkana. Esimerkiksi Heinolasta Helsinkiin matkannut, mutta matkalla Lahdessa Renkomäen ABC-asemalla 30 minuutiksi pysähtynyt liittymä, on tallentunut kahtena matkana; Heinolasta Lahteen ja Lahdesta Helsinkiin.

Aineistossa on 884 217 riviä, jaettuna vuorokausittain, kunnittain ja kunnasta tehtyjen matkojen mukaan. Aineiston yksi rivi kuvaa yhdestä kunnasta toiseen kuntaan yhden vuorokauden aikana tehtyjä matkoja. Taulukkoon 5 on kerätty matka-aineiston tunnuslukuja.

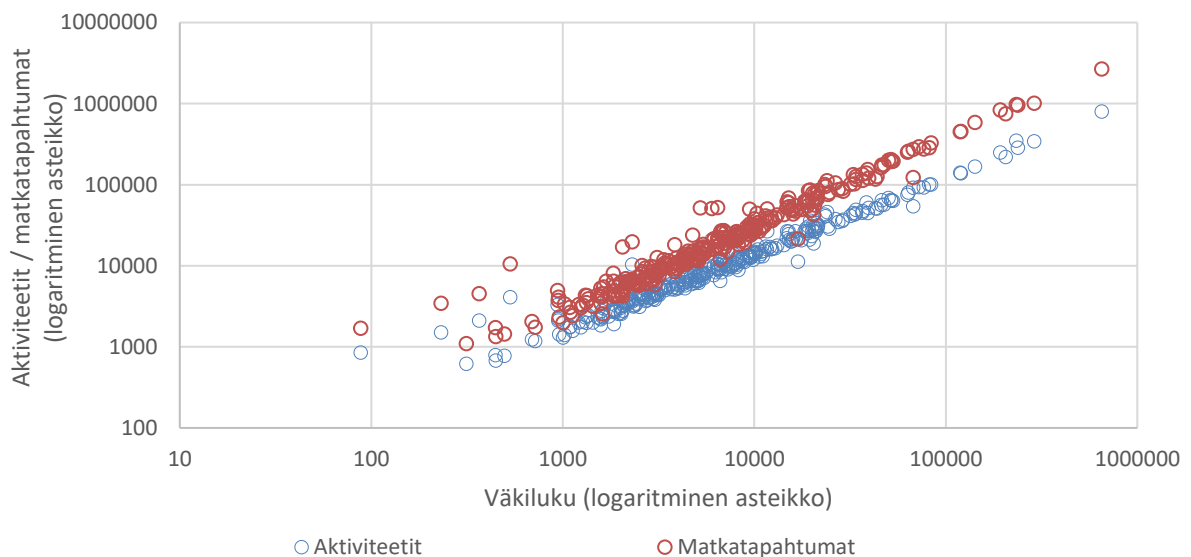
**Taulukko 5.** Telian matka-aineiston tunnuslukuja.

Rivien määrä	884 217
Kuntien määrä	311 (Valtimo ja Nurmes erillisinä kuntina)
Vuorokausia	56 (1.-11.2., 14.-24.2. ja 26.2.-30.3.2020)
Koko maan matkustustapahtumien vuorokausikeskiarvo	9 923 398 tapahtumaa / vuorokausi
Eniten matkustustapahtumia (koko maassa)	13 182 665 (perjantai 14.2., ystävänpäivä)
Vähiten matkustustapahtumia (koko maassa)	5 266 930 (lauantai 29.3.)
Koko aineiston matkustustapahtuminen keskiarvo	628
Koko aineiston matkustustapahtuminen mediaani	20
Koko aineiston matkustustapahtuminen moodi	5
Koko aineiston matkustustapahtuminen yläneljännes	70
Koko aineiston matkustustapahtuminen alaneljännes	10
Kuntakohtainen <sup>1</sup> matkustustapahtumien keskiarvo	31 122
Kuntakohtainen <sup>1</sup> matkustustapahtumien mediaani	8 553
Kuntakohtainen <sup>1</sup> matkustustapahtuminen moodi	3 185
Kuntakohtainen <sup>1</sup> matkustustapahtuminen yläneljännes	22 468
Kuntakohtainen <sup>1</sup> matkustustapahtuminen alaneljännes	3 764
Eniten matkustustapahtumia (kunnittain <sup>1</sup> )	3 728 220 (Helsinki, perjantai 14.2.)
Vähiten matkustustapahtumia (kunnittain <sup>1</sup> )	695 (Kumlinge, perjantai 28.3.)

<sup>1)</sup> Kuntakohtaisella tai kunnittain-ilmallisella tarkoitetaan tässä matkoja, jotka joko alkoivat kunnasta tai päättyivät kuntaan. Lukema pitää sisällään myös kunnan sisäiset matkat. Tällä luvulla ilmentämään kuntaan kohdistuvien matkojen kokonaismäärää.

Aineisto on tilastollisesti vinoutunut (vinoutuneisuusarvo 65,2) mikä näkyy erityisesti koko aineiston moodia ja mediaania tarkasteltaessa. Suurin osa matkoista kuntien välillä vuorokauden aikana nimittäin käsittää vain 5–20 matkustustapahtumaa.

Matkapuhelindatan aineistoista ensimmäinen (aktiviteettiaineisto) soveltuu hyvin päiväkohtaisen suhteellisen dynaamisen väestömäärän selvittämiseen. Se kertoo siis, kuinka paljon kunnassa on ollut liittymiä suhteessa muihin kuntiin. Suoraa väestömäärää aineistosta ei voi selvittää, koska ei ole selvää lasketaanko aineistoon esimerkiksi kunnasta poistunut mutta sinne saman vuorokauden aikana palannut matkapuhelinliittymä kahdesti. Kuitenkin vertaamalla kuntien koko aineiston keskivertoaktiviteetteja kuntien asukaslukuun huomataan näiden kahden välillä olevan erittäin voimakas korrelaatio (aktiviteettien Pearsonin korrelaatiokerroin 0,9961, p-arvo alle 0,001 kaksisuuntaisessa testissä) (kuva 10).



**Kuva 10.** Aktiviteettiaineiston, matka-aineiston ja kuntien väkiluvun hajontakaavio.

Matka-aineisto sisältää aktiviteettiaineistoa enemmän tietoa ja siitä pystytään selvittämään esimerkiksi, miten voimakasta liike on ollut kahden kunnan välillä tai onko kunnan sisäisessä liikkeessä merkittäviä eroja verrattuna kuntaan ulkopuolelta tulevaan liikkeeseen. Myös matka-aineiston matkojen kokonaismäärän keskiarvo kunnassa (eli kuntaan saapuvat, kunnasta lähteneet ja kunnan sisäiset liikkeet yhteensä) korreloi erittäin voimakkaasti kunnan väkiluvun kanssa (matkatapahtumien Pearsonin



korrelaatiokerroin 0,9967, p-arvo 0,000\*\*\* kaksisuuntaisessa testissä) kuten nähdään kuvasta 10.

Matkapuhelinaineistoja tulkittaessa täytyy huomioida myös koulujen vuoden 2020 talvilomat, jotka sijoittuvat tutkittavalle ajanjaksolle. Lomat porrastettiin kolmelle viikolle helmi- ja maaliskuun ajalle (OPH 2019). Uudenmaan, Varsinais-Suomen, Satakunnan ja Ahvenanmaan maakunnissa talviloma oli viikolla 8 eli 17.–21. helmikuuta, Keski-, Kaakkois- ja Känsi-Suomi lomaili 24.–28. helmikuuta eli viikolla 9 ja Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon, Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun sekä Lapin maakunnissa lomaa vietettiin viikolla 10 eli 2.–8.3.2020.

Aineistosta on valittu lähtökohtaviikoksi helmikuun ensimmäinen kokonainen viikko 3.–9.2.2020 (vko 6). Tämä viikko valittiin siksi, että se oli ainoa aineistossa oleva ehjä (jokaiselta päivältä on dataa) helmikuun viikko, jolloin yhdelläkään Suomen alueella ei ollut vielä hiihtolomaa. Myös seuraavan viikon (vko 7) perjantai, ystävänpäivä 14.2.2020, soveltui huonosti lähtökohta-aineistoksi tavallista perjantaita merkittävämmän liikemäärän takia. Tutkimuksen tulosten kannalta olisi parempi, että lähtökohtatilanne koostuisi useammasta viikosta aineiston ajallisen tarkkuuden takia. Jos jossakin kunnassa oli jokin normaalitilanteesta poikkeava tilaisuus jollain viikon 6 päivällä, tämä näkyy verrattaessa tuloksia. Otetaan esimerkki: Kunnassa järjestetään perjantaina 7.2.2020 jääkiekko-ottelu, johon saapuu tyypillisemmän perjantain liikettä suurempi määrä yleisöä. Tällöin tuo perjantai on ylikorostunut ja ei kerro kunnan tavanomaisesta perjantailiikkeestä. Väestöltään suurempien kuntien osalta tämä ei ole niin merkittävä ongelma, mutta pienemmissä kunnissa lähtökohtatilanne ei välttämättä ole luotettava.

Tiivistettynä aikaisemmin luvussa 2.1 esitettyyn liikevirtatarkasteluun peilaten: aktiviteettiaineisto ei kerro liikevirroista, vaan se kertoo väestön suhteellisesta määrästä yhden alueen sisällä vuorokauden kestäväällä ajanjaksolla. Matka-aineisto kertoo liikevirroista kuntien välillä, mutta jotta matka-aineistosta voidaan erotella liikevirtojen ominaisuuksia, tulee aineistoa käsitellä. Tästä käsittelystä kerrotaan tarkemmin alaluvuissa 4.2.–4.3.

### 3.3. Googlen tuottamat raportit

Googlen julkaisemissa ”Muutokset ihmisten liikkumisessa” -raporteissa kuvataan liikkumisen kehitystä eri sijainneissa. Aineisto perustuu tietoihin, joita on Googlen ilmoituksen mukaan kerätty käyttäjiltä, joilla on sijaintihistoria mobiililaitteessaan päällä. Lisäksi ilmoituksen mukaan havaintoja on aggregoitu niin, ettei yksityishenkilöitä voi tunnistaa aineistosta – aineiston datajoukkoihin on esimerkiksi lisätty keinotekoisia kohinaa (Google 2020c). Googlen aineisto on osa tämän tutkimuksen toissijaisia aineistoja, joita käytetään selittämään syitä liikevirtojen muutoksen takana.

Aineisto on päiväkohtaista helmikuun 15. päivästä alkaen ja jakautuu 18 alueeseen (maakunnat, tosin Ahvenanmaata ei ole aineistossa) sekä 65 maakuntaa pienempään alueeseen (kuten seutukunnat, mutta Googlen luettelosta puuttuvat Lahden ja Joutsan seutukunnat). Jokaiselta alueelta kerrotaan liikkeen muutos kuudesta eri sijaintiryhmästä, jotka ovat: vähittäiskaupat ja vapaa-ajanviettopaikat (engl. *retail and recreation*), ruokakaupat ja apteekit (engl. *grocery and pharmacy*), puistot (engl. *parks*), joukkoliikenneasemat (engl. *transit stations*), työpaikat (engl. *workplaces*) ja asuinalueet (engl. *residential*). Muutos ilmaistaan prosenttilukuna ja suhteessa Googlen lähtökohtatilanteeseen, joka on 3.1.–6.2.2020 (viikoilta 1-6) (Google 2020a).

Tätä aineistoa käytetään selittämään maakuntakohtaisesti liikevirtojen muuttumista ja tukemaan esitettäviä tuloksia alaluvussa 5.4. Aineistoon liittyy kuitenkin voimakkaita epäselvyyksiä; aineiston takana olevaa metodologiaa tai kynnsarvoja ei ole avattu julkisesti. Aineistosta ei selviä miten Google luokittelee eri sijainnit tai miten käyttäjän katsotaan vierailevan sijaintien kohteissa. Suomen olosuhteisiin apteekkien yhdistäminen ruokakauppoihin on erikoinen ratkaisu. Aineistosta ei myöskään selviä, miten kaksi isoa ryhmää eli työpaikat ja asuinalueet määrittyvät.

### 3.4. Applen liikkuvuustrendiraportit

Apple on julkaissut käytettäväksi liikkuvuustrendiraportteja joista selviää reittiohjepyntöjen suhteellisen määrän muutos verrattuna vertailupäivään 13.1.2020 (Apple 2020). Applen aineistoa käytetään Googlen aineiston tapaan selittämään liikevirtojen muutosta. Aineisto on vuorokausitarkkuudella, mutta vuorokausi vaihtuu aineistossa Tyynenmeren aikaa, eli Suomen osalta ennen kello 10.00 tehdyt

reittiohjelypyynnöt kirjautuvat edelliselle vuorokaudelle. Aineiston alueellinen tarkkuus on maakuntataso, mutta tämäkään aineisto ei sisällä Ahvenanmaan maakunnan tietoja. Lisäksi Helsinki on aineistossa omana alueenaan.

Aineisto on pääsääntöisesti ajo-ohjeita koskevia reittiohjelypyyntöjä, mutta Pirkanmaan, Pohjois-Pohjanmaan, Uusimaan, Varsinais-Suomen ja Helsingin osalta on myös eritelty kävelyreittiohjelypyynnöt sekä Uusimaan ja Helsingin osalta julkisten kulkuneuvojen reittiohjelypyynnöt. Keski-Pohjanmaan ja Kainuun tiedot puuttuvat tämän tutkimuksen tarkasteluajanjaksolta Applen aineistosta.

Kaikki reittiohjelypyynnöt verrataan lähtökohtapäivään 13.1.2020, joka on maanantai. Tämä tarkoittaa, että maanantaista poikkeavat viikonpäivät vertautuvat vinoutuneesti. Applen aineistoon liittyy lisäksi muita rajoitteita samalla tavalla kuin Googlen aineistoon; aineiston rakentumisesta ja sen takana olevasta metodologiasta ei ole tarkkaa tietoa ja niin edelleen.

### **3.5. Tutkittavien alueiden mahdollisia vaikuttavia tekijöitä ja rajoitteita**

Kuten alaluvussa 2.1. todettiin, ihmisten liikkeille on useita syitä. Tässä tutkimuksessa käsiteltävä ensisijainen aineisto ei sellaisenaan anna selityksiä ihmisten liikkeille. Kuitenkin tiedetään, että ihmisten liikkeet noudattavat usein selkeää ajallista rytmiä (Järv et al. 2014; Ricciato et al. 2015). Liikkeiden frekvenssi kertoo myös yksilöille merkityksellisistä paikoista (Zhao et al. 2016). Yksinkertaistaen: koska paikoissa käydään usein ovat ne merkittäviä, eli alueellinen liikkeiden keskittymä kertoo sijainnista, jolla on vetotekijöitä, joten ihmisillä on syitä vierailta siellä.

Näitä syitä pyritään tutkimaan tässä tutkimuksessa selvittämällä alueiden ominaisuuksia, joita tarkastellaan neljän eri tekijän mukaan:

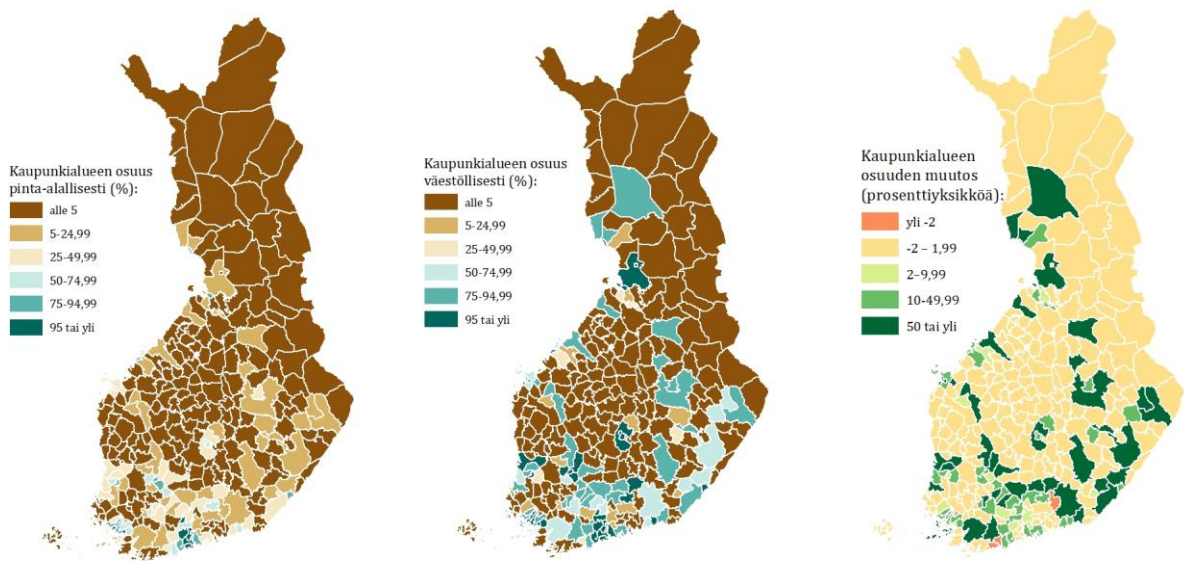
1. Alueen asuin-, palvelu-, työpaikka- ja liikennemahdollisuuksia kuvaava alueluokittelu
2. Kesämökkien ja kesäasukkaiden lukumäärä
3. Työskentely ja pendelöinti
4. Keskeisyys ympäröiviin kuntiin nähden

Alueen käyttäjilleen tarjoamia mahdollisuuksia kuvaava alueluokittelu perustuu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) yhdyskuntarakenteen *kaupunki-maaseutu-alueluokittukseen* (SYKE 2020a; Helminen et al. 2014; Helminen et al. 2020). Luokituksessa käytetään väestö-, työvoima-, työmatka-, rakennus-, tieverkko- ja maankäyttöaineistojen tietoja joiden perusteella alueita jaetaan luokkiin (Helminen et al. 2014). Luokkia on seitsemän, joista kolme kuuluvat kaupunkialueisiin ja neljä maaseutualueisiin. Tarkemmat vyöhykeluokkien kuvaukset löytyvät ympäristöhallinnon yhteisestä verkkopalvelusta, ympäristö.fi -palvelusta. Helminen et al. (2014) raportti käsittelee luokituksen luokkia sekä menetelmiä luokitukselle perusteellisesti ja vuoden Helminen et al. (2020) päivittää tuloksia vuodelle 2018.

Jako luokkien välillä on tehty aineistossa maantieteellisen alueen perusteella - 250 x 250 metrin ruudun alueella olevien tietojen perusteella ruutu luokitellaan johonkin luokkaan ja luokittelua yleistetään ympäröivien ruutujen perusteella (Helminen et al. 2014). Lopputuloksena tiedetään esimerkiksi, kuinka monta ihmistä asuu yhden kunnan kaupunkialueilla ja kuinka monta maaseutualueilla ydinmaaseudulla tai maaseudun paikalliskeskuksissa. Tiedot voidaan myös yleistää kunnittain (SYKE 2020b). Alueluokat mallintavat ihmisten, tavaroiden ja informaation virtojen toiminnallista kokonaisuutta (Helminen et al. 2014) joka sopii tähän tutkimukseen hyvin: ne kuvaavat erilaisia asumismuotoja (esim. tiheästi tai väljästi), työmatkojen pituutta, palveluiden saatavuutta sekä erityisesti myös yhdyskunnan rakennetta alueella.

Tässä tutkimuksessa alueluokittelua kuitenkin muutettiin kuntien pinta-alallisesta tarkastelusta kuntien väestöpohjaiseen tarkasteluun. Muutos perustellaan sillä, että matkapuhelinaineisto kertoo ensisijaisesti ihmisistä ja tällöin on tärkeää tietää, miten ihmiset ovat jakaantuneet eri luokkien välillä. Jako kaupunki- ja maaseutualueen välillä on selvin nimittäjä asuinympäristön ja sen mukanaan tuomien asuinolosuhde-erojen välillä. Alkuperäinen alueluokittelu kertoo jaon kunnan sisällä pinta-alallisesti sekä väestön määrän luokittain kunnan alueella. Jaottelu laskettiin uudestaan kunnan osalta siten, että väestön osuus kertoo alueluokan osuuden. Tämän jälkeen kunnalle laskettiin suhdeluku kaupunki- ja maaseutuluokkien väestön välille – suhdeluku kertoo kaupunkialueella (eli sisemmällä kaupunkialueella, ulommalla kaupunkialueella ja kaupungin kehysalueella) asuvan väestön osuuden koko kunnan väestöstä.

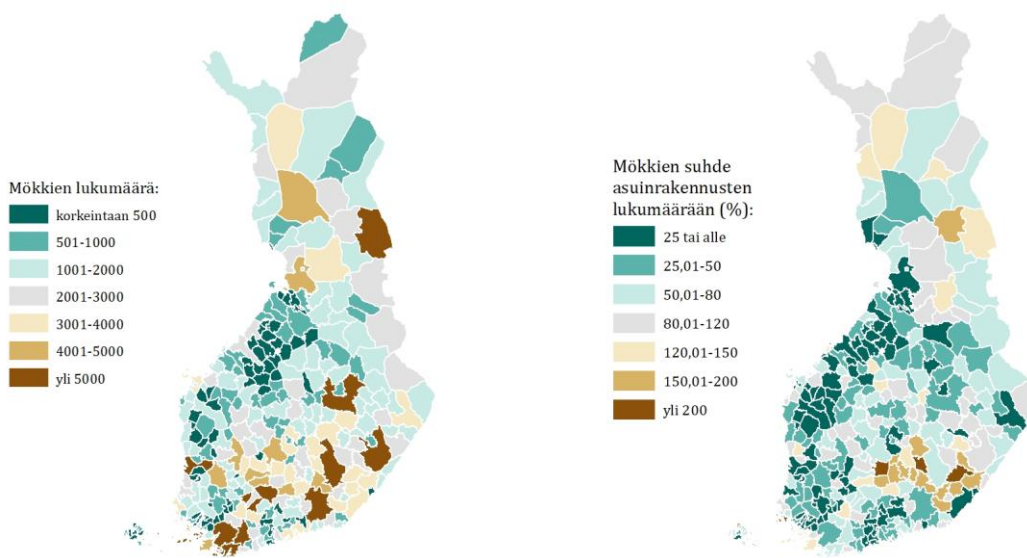
Kuva 11 kertoo kaupunkiasteen pinta-alallisesti ja väestöllisesti sekä esittää muutoksen laskentaperusteen (pinta-alan sijaan väestömäärän perusteella laskettu maaseutu-kaupunki-luokittelu) muuttuessa. Kuvasta käy ilmi, että pinta-alallisesti maaseutuvoittoiset alueet kuten Rovaniemi, Oulu, Kuopion seutu, Lappeenranta-Savonlinna-akseli ja Helsingistä noin 100–150 km etäisyydellä olevat kunnat ovatkin asutukseltaan hyvin kaupunkimaisia. Vain neljässä kunnassa laskentaperusteen muutos lisää maaseutuluokkaa yli viidellä prosenttiyksiköllä, joista ainoastaan kahdessa kunnassa yli 10 prosenttiyksiköllä (Siuntio 15,1 ja Aura 10,5 prosenttiyksikköä). Lopputulos osoittaa, että muutos alueluokittelussa tuo paremmin esiin eroja kaupunkimaisuuden ja maaseutumaisuuden välillä ja tutkimuksessa tullaan käyttämään väestömääräpohjaista luokittelua kaupunki- ja maaseutuluokkiin osoittamaan alueiden eroa palveluissa, työmatkoissa, asumismuodoissa ja -tiheydessä sekä verkostojen käytettävyydessä.



**Kuva 11.** Kaupunkialueen osuus ja muutos laskentaperusteen muuttuessa.

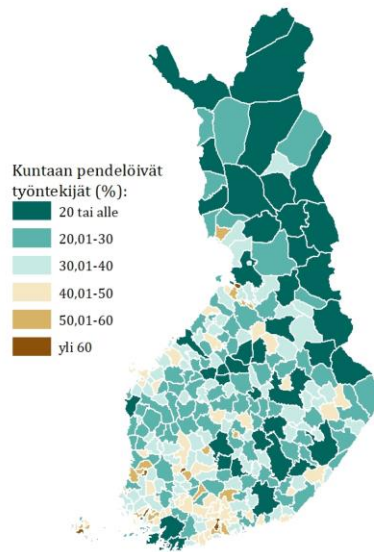
Kaikilla alueilla vakituinen asutus ei kerro totuutta alueen vuotuisesta väestöstä – kesämökkipaikkakunnilla väestömäärä kasvaa lomakaudella mökkiläisten saapuessa kuntaan. Tässä tutkimuksessa kesämökkien vaikutusta kunnan asukkaiden määrään ja sitä myötä kunnassa tapahtuvaan liikkeeseen kuvataan kahdella eri tunnusluvulla: kesämökkien absoluuttisella määrällä sekä kesämökkien lukumäärällä suhteessa kunnan asuinrakennusten lukumäärään. Kuva 12 kertoo näistä tunnusluvuista. Kun tarkastellaan molemmista tunnusluvuista suurinta kymmenystä (n=31), on molemmissa

tunnusluvussa tässä joukossa 8 kuntaa; Asikkala, Kangasniemi, Kemiönsaari, Mäntyharju, Parainen, Puumala, Pälkäne ja Sysmä. Eniten mökkejä on absoluuttisesti Kuopion, Mikkelin ja Paraisen seuduilla – Kuopio ja Mikkelä ovat maakuntiansa keskuksia myös väestöllisesti, joten mökkien absoluuttisen lukumäärän tarkastelu ei välttämättä ole toimiva menetelmä. Eniten mökkejä suhteessa asuinrakennuksiin taas on Kustavissa, Puumalassa ja Hirvensalmella, jotka ovat kaikki maakuntakeskuksiaan huomattavasti pienempiä kuntia asukasluvultaan. Onkin todennäköistä, että mökkien lukumäärän suhteuttaminen asuinrakennuksien lukumäärään on parempi indikaattori kesäasukkaiden tuomalle muutokselle kunnan väestöön ja liikkeisiin.



**Kuva 12.** Kesämökkien lukumäärä ja sen suhde asuinrakennusten lukumäärään kunnittain.

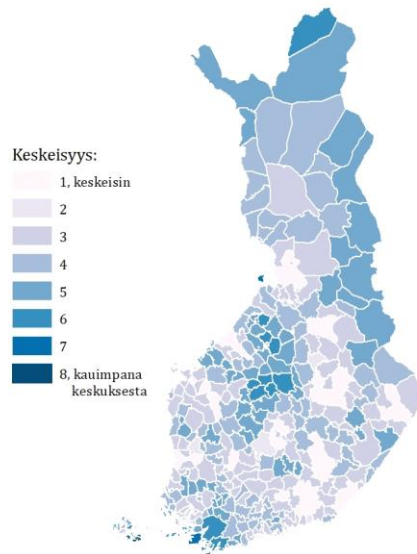
Työskentelyä ja pendelöintiä kuvaavat tunnusluvut on muodostettu Tilastokeskuksen työssäkäyntitilastoista, joissa kunnittain esitetään asuinkunnassaan työssäkäyvät ja kunnan alueelle pendelöivät (Tilastokeskus 2020d). Aineisto sisältää tiedot vuodelta 2018 ja tarkasteluun on otettu mukaan 18–64-vuotiaat. Luokittelu tehtiin laskemalla kunnan alueella työskentelevät yhteen (asuinkunnassaan työskentelevät ja kuntaan pendelöivät) ja jakamalla pendelöivien määrä tällä summalla. Lopputuloksena saatu arvo kuvaa kunnittain asuinkunnassaan työskentelevien ja kunnan alueelle pendelöivien suhdetta. Kuvassa 13 esitetään kuntakohtaisesti kuntaan pendelöivien työntekijöiden osuus kaikista kunnassa työskentelevistä henkilöistä.



**Kuva 13.** Kuntaan pendelöivät työntekijät.

Keskeisyys laskettiin hyödyntäen kahta tietoa; kuntien etäisyyttä lähimmästä maakunnan keskuksesta sekä kunnan kuulumista työssäkäyntialueeseen (määritelmä Tilastokeskus 2020a; aineisto Tilastokeskus 2020b). Tällöin maakuntien keskuskunnat saavat arvoksi 1, keskuskuntien viereiset kunnat arvoksi 2 jne. Kunnat voidaan tällöin luokitella viiteen eri luokkaan. Tätä arvoa täydennetään työssäkäyntialuetiedolla: Mikäli kunta on työssäkäyntialueen keskuskunta, pidetään aikaisempi arvo ennallaan. Jos kunta kuuluu työssäkäyntialueeseen, muttei ole keskuskunta lisätään arvoa yhdellä. Mikäli kunta ei kuulu työssäkäyntialueeseen lisätään arvoa kahdella. Kuvassa 14 esitetään kuntien keskeisyysarvo.

Lopputuloksena saatiin jaottelu kahdeksaan eri luokkaan *keskeisyysarvon* perusteella. Keskeisyysarvo 1 kuvaa keskuskuntaa ja arvon kasvaessa siirrytään yhä kauemmas keskusalueelta. Tämän jaon tarkoitus on korostaa alueellisia keskuspeisteitä, jotka toimivat vetotekijöinä läheisille kunnille. Jako ei edusta pelkästään työskentelyä, työmatkaliikennettä tai pendelöintiä vaan myös palveluiden saatavuutta, harrastusmahdollisuuksia, koulumatkoja jne. Keskeisyys eroaa myös kaupunki- ja maaseutualueluokittelusta siten, että jälkimmäisessä oletetaan hallinnollisen keskustan edustavan myös toiminnallista keskustaa ja tätä toiminnallista keskustaa tuetaan työssäkäyntialueiden muodostamalla verkostolla.



**Kuva 14.** Kuntien keskeisyysarvot.

Tutkimuksessa käsiteltävien alueiden ominaisuuksia on nyt tarkasteltu edellä kuvatuin tavoin, joten liikevirtojen ajureiden ja rajoitteiden ominaisuuksien osalta matriisia eli taulukkoa 1 voidaan päivittää seuraavasti:

**Taulukko 6.** Liikkeiden ajurien ja rajoitteiden ominaisuuksiin liittyviä apukysymyksiä.

Liikevirran ominaisuus	Liikevirtoja selittävät tekijät	
	<i>Vaikuttavat tekijät ominaisuuksille</i>	<i>Rajoitteet ominaisuuksille</i>
Liikevirran alkupiste	Onko alue keskeinen? Onko alueella kausiasutusta? Pendelöidäänpö alueelle runsaasti? Onko alue kaupunki- vai maaseutualuetta?	Onko alue kaukana keskuksista? Onko alue irti tai linkittymätön muihin alueisiin? Millainen on alueen luokitus - tarjoaako se itsessään jo riittävästi asukkailleen?
Liikevirran päätepiste		
Liikevirran ajanjakso		
Liikevirran reitti		

Tässä tutkimuksessa alueiden ominaisuudet liittyvät kärjistäen ilmaistuna väestön määrään ja töissä käyntiin. On mahdollista, että nämä eivät sellaisenaan riitä kuvaamaan liikkeen muutoksen syitä. Ominaisuudet on kuitenkin pyritty valitsemaan kvantitatiivisen vertailun mahdollistamiseksi, ja niihin on haettu varianssia. Esimerkiksi väestön työmatkat näkyvät monella tavoin (keskeisyys, luokittelu ja pendelöinti), mutteivat sellaisenaan muodosta yhtäkään tutkittavaa aluetta kuvaavaa ominaisuutta yksin, vaan ovat useamman mitattavan asian synteesejä. Alueiden ominaisuuksien tilastolliset tunnusluvut esitellään taulukossa 7.



**Taulukko 7.** Alueiden ominaisuuksien tilastollisia tunnuslukuja.

	Pienin arvo	Ala- neljännes	Mediaani	Keskiarvo	Ylä- neljännes	Suurin arvo	Arvojen lukumäärä		
Alueluokittelu	0,000	0,000	0,000	0,632	0,704	1	309		
Mökkisuhdeluku	0,000	0,214	0,482	0,632	0,893	5,582	309		
Pendelöinti- suhdeluku	0,083	0,239	0,320	0,330	0,406	0,708	309		
Keskeisyys-aineiston jakautuminen luokittain:									
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4	Luokka 5	Luokka 6	Luokka 7	Luokka 8	Yht.
Keskeisyys (lkm/%-osuus)	17/ 5,5 %	4 / 1,3 %	104/ 33,7 %	94 / 30,4 %	65 21,0 %	14 / 4,5 %	10 / 3,2 %	1 / 0,3 %	309

### 3.6. Muut aineistot

Viikko ja päiväkohtaisten tautitapausten määrät sairaanhoitopiireittäin on saatu THL:n tilastopalvelusta (THL 2020e). Aineisto on taulukko dataa ja siinä esiintyy myös alle viiden luvut. Kuntakohtaista aineistoa ei ole saatavilla kuin viikkotasolla ja silloinkin vain suurimmista kunnista. Syynä tähän on tietosuojat; THL ei kerro kunnittaista lukemaa jos se on alle viiden (Tuomi-Nikula 2020).

Kunnat ja maakunnat linkitettiin toisiinsa tilastollisessa aineistossa käyttäen Tilastokeskuksen kunnat ja maakunnat -luokitusavainta vuodelta 2020 (Tilastokeskus 2020e).

Tutkimuksen kartografisen visualisoinnin tueksi käytettiin Maanmittauslaitoksen (MML) tarjoamaa avointa dataa. Tutkimusta varten käytettiin kuntajakopohjaista hallinnollista aluejakoa mittakaavoilla 1:10 000, 1:100 000, 1:250 000, 1:1 milj., ja 1:4,5 milj. (MML 2020), joista muodostettiin kunnat- ja maakunnat-aineistot. Aineistot ovat Esrin shapefile-tiedostoja. Sairaanhoitopiirien jaon pohjana käytettiin THL:n ja Esrin tarjoamaa shapefile-tiedostoa (THL & Esri 2020).

Karttojen värisävyjen määrittämiseksi käytettiin Colorbrewer-sivustoa, joka mahdollistaa luokitteluiden värisävyjen tarkastelun ja valinnan (Brewer et al. 2013). Värien valinnassa on pyritty mahdollisuuksien mukaan ottamaan huomioon niin lukijan mahdollinen värisokeus kuin karttojen toimivuus tulostettaessa.

## 4. MENETELMÄT

### 4.1. Alustus menetelmiin

Käytössä olleesta aineistosta pyrittiin hakemaan erilaisilla kvantitatiivisilla laskennallisilla menetelmillä vastausta erityisesti tutkimuskysymyksiin 2 (*Miten covid-19-epidemia vaikutti ihmisten liikkeeseen maakuntatasolla*) ja 3 (*Mikä yhteys on olemassa koronaviruksen aiheuttamilla tautitapauksilla ja ihmisten liikkeellä?*).

Tutkimuskysymykseen 2 vastausta haettiin taulukkoa 1 mukailleen muodostamalla apukysymyksiä liittyen liikevirtojen ominaisuuksiin. Lisäksi liikevirtojen muutoksen vaihtelua selvitettiin kahden apukysymyksen kautta. Apukysymyksiä muodostettiin yhteensä yhdeksän ja niiden luokittelu esitellään taulukossa 8.

**Taulukko 8.** Tarkasteltavat osa-alueet ja niihin liittyvät apukysymykset.

Tarkasteltavia osa-alueita	Tarkasteluun muodostetut apukysymykset
Liikevirran alku- ja päätepiste	A) Miten liikevirrat maakuntien välillä muuttuvat maaliskuussa 2020? B) Miten väestön alueellinen jakaantuminen muuttuu maaliskuussa 2020?
Liikevirran ajanjakso	C) Milloin liikevirrat muuttuvat? D) Miten tarkasteltavat viikot eroavat toisistaan? E) Miten viikonloput eroavat liikkeiltään arkiviikoista?
Liikevirran reitti	F) Miten liikkeiden pituus muuttuu maaliskuussa 2020? G) Muuttuvatko alueiden sisäiset ja alueiden väliset matkat eri tavalla?
Muutoksen vaihtelu	H) Missä muutokset ovat voimakkaimpia ja missä muutos on vähäisintä? I) Miten muutosten intensiteetti suhtautuu toissijaiseen aineistoon?

Tulosten tarkasteluajanjaksoksi valikoituivat maaliskuun viikot 10–13 eli 2.–29.3.2020. Ajanjaksot jaoteltiin arkiviikkoihin (aikavälin maanantai–perjantai keskiarvo) ja viikonloppuihin (aikavälin lauantai–sunnuntai keskiarvo). Ajanjaksoja on yhteensä kahdeksan kappaletta neljän viikon ajalta. Poikkeus tähän jaotteluun tehdään apukysymyksessä C) *Milloin liikevirrat muuttuvat?* osalta, jossa ajanjakso tarkennetaan vuorokausitasolle. Tarkastelualueeksi valittiin ensisijaisesti kuntataso ja toissijaisesti maakuntataso. Kuntataso paljastaa enemmän vaihtelua, kun maakuntatasoa tutkimalla selvitetään liikevirtojen suurempia linjoja ja trendejä.

Menetelmät voidaan luokitella kahteen ryhmään: Telian matkapuhelinaineiston käsittelyyn liittyviin menetelmiin sekä niistä selville saatavien muuttujien ja

taustamuuttujien vertailuun liittyviin menetelmiin. Näistä ryhmistä ensimmäinen, eli matkapuhelinaineistoon liittyvät menetelmät, voidaan jakaa vielä kahteen alaryhmään: suhdelukuihin liittyviin menetelmiin ja reitteihin liittyviin menetelmiin. Merkittävimmät suhdeluvut ovat *liikkuvuussuhdeluku* ja *aktiviteettisuhdeluku*. Merkittävimmät reittiin liittyvät ominaisuudet ovat reitin *pituus* ja *volyymi*. Suhdelukujen laskeminen esitellään alaluvussa 4.3. ja reitteihin liittyvät menetelmät alaluvussa 4.4. Ajanjaksojen tarkastelu tapahtuu suhdelukujen ja reittien myötä – molempiin liittyy ajanhetki.

Tutkimuskysymyksen 3 osalta selvitetään liikkuvuuden ja tautitapausten välistä suhdetta. Tässä hyödynnetään liikkuvuussuhdelukua sekä tautitapausten määrän kasvun suhdelukua – näistä jälkimmäisen laskentamenetelmä esitellään alaluvussa 4.5.

Tutkimusmuuttujien ja taustamuuttujien välistä suhdetta tarkastellaan eri hypoteeseilla, jotka esitellään alaluvussa 4.6. Ensiksi esitellään kuitenkin aineistosta muodostettavien tunnuslukujen laskenta. Tunnuslukuja käytetään kaikissa menetelmissä ja niiden muodostuminen selittää myöhempiä menetelmien käyttöä.

## **4.2. Tunnuslukujen laskeminen**

Telian matka-aineistosta selvitettiin matkapuhelinliittymien liikkeen määrää kuin myös liikkeen alku- ja päätepisteiden lukumäärää koskevia tunnuslukuja. Tämä edellytti aineiston esikäsittelyä, järjestämistä ja aineistolle tehtäviä laskuja. Työkaluksi valittiin Microsoft Excel. Ensimmäiseksi aineisto esikäsiteltiin luettavuuden parantamiseksi, minkä jälkeen sitä muokattiin viikko kerrallaan johtuen käytettävissä olleesta laskentatehosta – samat toiminnot jouduttiin tällöin iteroimaan useita kertoja, mutta yksittäisten tiedostojen käsittely oli helpompaa.

Jokaisen viikon osalta alkuperäisestä datasta säästettiin matkapareittain viisi tietoa; alkuperäinen ID-numero, vuorokausi, lähtökunnan koodi, päätöspistekunnan koodi ja siirtyneiden liittymien määrä. Tätä aineistoa rikastettiin lisäämällä riveille lähtö- ja päätöspistemaakunnat koodeina ja niminä käyttämällä XHAKU-funktiota, jossa hakuarvo oli kunnan koodi. Hakumatriisi ja palautusmatriisi olivat Tilastokeskuksen (2020e) tarjoamassa kuntien ja maakuntien välisessä luokitusavaimessa. Lopputuloksena oli tieto riveittäin siitä, kuinka monta matkapuhelinliittymää on siirtynyt minäkin vuorokautena

mistäkin kunnasta mihinkin kuntaan sekä mihin maakuntiin nämä kunnat (niin lähtökunat kuin päätöspistekunnat) kuuluvat.

Rikastetusta aineistosta laskettiin päiväkohtaisesti jokaiselle kunnalle tunnuslukuja, joista selviää kunnan alueella liikkuneiden liittymien määrä sekä kunnasta toisiin kuntiin olevien yhteyksien määrä. Sama laskenta toteutettiin myös maakunnille, joista laskettiin lisäksi jokaisen maakuntaparin välillä liikkuneiden liittymien määrä sekä maakuntien välillä tapahtuneessa liikenteessä mukana olleiden kuntien määrä. Laskuja toteutettiin kahdella eri menetelmällä: laskemalla yhteen kaikkien niiden solujen (eli alkioden) summa, joiden kanssa samalla rivillä ovat muut solut toteuttavat tiettyjä ehtoja (esim. tietty päivämäärä tai lähtökunta) sekä laskemalla ne solut, joiden kanssa samalla rivillä ovat muut solut toteuttavat tiettyjä ehtoja (esim. tietty päivämäärä tai lähtökunta). Ensimmäisessä menetelmässä käytetty funktio on SUMMA.JOS.JOUKKO ja toisessa menetelmässä LASKE.JOS.JOUKKO. Tunnuslukuja ja niissä käytettyjä funktioita esitellään taulukossa 9.

Kaikille taulukon 9 tunnusluvuille laskettiin myös viikkokohtaiset keskiarvot kolmella eri aikajänteellä; arkipäivät (maanantai–perjantai), viikonloppu (lauantai–sunnuntai) ja koko viikko (maanantai–sunnuntai). Viikonlopuksi valittiin aikaväli lauantai–sunnuntai aikavälin perjantai–sunnuntai sijaan, koska aineistosta ei ole eroteltavissa vuorokautta tarkempaa temporaalista resoluutiota. Mikäli aineisto olisi ollut esimerkiksi tuntikohtaista, olisi viikonloppuun voitu lukea mukaan vaikkapa perjantain kello 18.00 jälkeinen liike ja yhteydet. Nyt viikonloppusta haluttiin kuitenkin erotella pois arkipäivien tyypillinen työmatkaliikenne ja keskiarvo viikonlopulle kuvaa viikonloppumatkustamisen (esimerkiksi mökkimatkat tai lomamatkat) sijaan eroa arkipäivien ja aikavälin lauantai–sunnuntai välillä.

Työvaiheen tarkoitus oli koostaa tiedot, jotka vastaavat esimerkiksi kysymyksiin: kuinka monta liittymää siirtyi 3.2.2020 Lahdesta Helsinkiin, kuinka monesta kunnasta siirtyi liittymiä Päijät-Hämeen maakunnan alueelle 11.3.2020 tai mikä oli keskimääräinen yhteyksien määrä (eli kuinka monesta kunnasta siirryttiin kuinka moneen kuntaan) Uudenmaan ja Pirkanmaan välillä viikonloppuna 7.–8.3.2020? Muodostuneesta aineistosta pystytään myös laskemaan muutosta päivä- tai viikkokohtaisesti – mutta tähän palataan myöhemmin. Työvaiheen lopputuloksena saatiin viikkokohtaiset

tiedostot, jotka kertovat liittymien liikkeen määrästä sekä liikkeiden alku- ja päätepostekuntien määrästä. Tiedot ovat eriteltävissä kunnittain ja maakunnittain päiväkohtaisesti sekä keskiarvoina viikoittain kolmella eri tavalla.

**Taulukko 9.** Kunnille ja maakunnille laskettuja tunnuslukuja funktioineen.

Tunnusluku <sup>1</sup>	Funktio <sup>2</sup>
Matkat kuntaan (vain kunnan ulkopuolelta)	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona päätepostekunnan koodi) - matkat kunnan sisällä
Matkat kunnasta (vain kunnan ulkopuolelle)	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona lähtöpostekunnan koodi) - matkat kunnan sisällä
Matkat kunnan sisällä	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona lähtö- ja päätepostekunnan koodi)
Kunnan matkat yhteensä	Matkat kuntaan + matkat kunnasta + matkat kunnan sisällä
Yhteydet kuntaan	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea päätepostekunnan koodi) - 1 (=yhteys "kunnan sisällä", eli laskettavasta kunnasta samaan kuntaan oleva yhteys)
Yhteydet kunnasta	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea lähtöpostekunnan koodi) - 1 (=yhteys "kunnan sisällä", eli laskettavasta kunnasta samaan kuntaan oleva yhteys)
Matkojen nettoarvo	Matkat kuntaan - matkat kunnasta
Yhteyksien nettoarvo	Yhteydet kuntaan - yhteydet kunnasta
Matkat maakuntaan (vain maakunnan ulkopuolelta)	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona päätepostemaakunnan koodi) - matkat maakunnan sisällä
Matkat maakunnasta (vain maakunnan ulkopuolelle)	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona lähtöpostemaakunnan koodi) - matkat maakunnan sisällä
Matkat maakunnan sisällä	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona oikea lähtö- sekä päätepostemaakunnan koodi)
Maakunnan matkat yhteensä	Matkat maakuntaan + matkat maakunnasta + matkat maakunnan sisällä
Yhteydet maakuntaan muiden maakuntien kunnista	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea päätepostemaakunnan koodi) - yhteydet maakunnan sisällä
Yhteydet maakunnasta muiden maakuntien kuntiin	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea lähtömaakunnan koodi) - yhteydet maakunnan sisällä
Yhteydet maakunnan sisällä	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea lähtö- ja päätepostemaakunnan koodi)
Maakunnan matkojen nettoarvo	Matkat maakuntaan - matkat maakunnasta
Maakunnan yhteyksien nettoarvo	Yhteydet maakuntaan - yhteydet maakunnasta
Matkat maakuntaan tietystä toisesta maakunnasta	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona oikeat lähtö- ja päätepostemaakuntien koodit)
Matkat maakunnasta tiettyyn toiseen maakuntaan	SUMMA . JOS . JOUKKO (summa-alue siirtyneiden liittymien määrä, ehtona oikeat lähtö- ja päätepostemaakuntien koodit)
Yhteydet maakuntaan tietystä toisesta maakunnasta	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea lähtö- ja päätepostemaakunnan koodi)
Yhteydet maakunnasta tiettyyn toiseen maakuntaan	LASKE . JOS . JOUKKO (lasketaan niiden rivien lukumäärä, joiden alkiot toteuttavat ehdon: oikea lähtö- ja päätepostemaakunnan koodi)
Kahden maakunnan välisten matkojen nettoarvo	Matkat tiettyyn maakuntaan - matkat tietystä maakunnasta
Kahden maakunnan välisten yhteyksien nettoarvo	Yhteydet tiettyyn maakuntaan - yhteydet tietystä maakunnasta

<sup>1</sup> Matkat tarkoittavat siirtyneiden (matkustaneiden) liittymien määrää. Yhteydet tarkoittavat kuntien välille syntyneiden "vektoreiden" määrää (eli kuinka monesta kunnasta tai moneen kuntaan).

<sup>2</sup> Kaikissa SUMMA . JOS . JOUKKO- ja LASKE . JOS . JOUKKO-funktioissa käytettiin ehtona myös oikeaa päivämäärää (ehtoa ei toisteta sarakkeessa luettavuuden parantamiseksi ja tilan säästämiseksi)

### 4.3. Liikkuvuus- ja aktiviteettisuhdelukujen laskeminen

Jotta maakunnan tai kunnan liikkuvuuden muutosta halutulla ajanhetkellä voidaan tarkastella, tulee se suhteuttaa lähtökohtatilanteeseen (engl. *baseline*). Liikkuvuudella tarkoitetaan tässä kohtaa matkapuhelinliittymien tekemien matkojen määrää. Lähtökohtatilanteeksi tutkimuksessa oli valittu viikko 6 (maanantai 3.2.–sunnuntai 9.2.2020, tarkempi perustelu lähtökohtatilanteen valinnalle löytyy alaluvusta 3.2.).

Tutkimuksen tässä vaiheessa hyödynnettiin Badr et al. (2020) tutkimusta ja siinä esiintyvää menetelmää, jossa lasketaan vastaavan kaltaisella aineistolla Yhdysvaltojen piirikuntien (engl. *county*) *liikkuvuussuhdelukua* (LSI) (engl. *mobility ratio, MR*). Liikkuvuussuhdeluku kertoo halutun päivän liikkuvuudesta suhteessa lähtökohtatilanteen vastaavaan päivään. Liikkuvuussuhdeluku voi olla myös ajanjaksoa koskeva, eli esimerkiksi viikon 11 liikkumisen suhde viikkoon 6 nähden.

Liikkuvuussuhdeluku laskettiin huomioimalla kuntaan tai maakuntaan kohdistuvat matkat halutulta päivältä ja jakamalla ne kuntaan tai maakuntaan kohdistuvilla matkoilla (sama tunnusluku) lähtökohtatilanteessa. Tällöin lopputulokseksi saatavan liikkuvuussuhdeluvun ollessa 0, ei lähtökohtatilanteessa ole tehty matkoja ollenkaan. Jos liikkuvuussuhdeluku on 0,6 tarkoittaa se sitä, että matkoja on tehty 60 % lähtökohtatilanteen määrästä. Luvun ollessa 1 ei tarkasteltavalla ajanjaksolla ja lähtökohtatilanteella ole muutosta ja mikäli luku on yli 1, on matkojen määrä kasvanut tarkasteltavalla ajanjaksolla lähtökohtatilanteeseen nähden.

Liikkuvuussuhdeluvun laskemisessa haluttiin huomioida kaikki mahdollinen tieto kuntaan tai maakuntaan kohdistuvasta liikkeestä. Tämän takia suhdeluvun laskennassa käytettiin *Kunnan/Maakunnan matkat yhteensä* -tunnuslukua *Kunnan/Maakunnan sisäiset matkat* -tunnusluvun sijasta.

Matemaattisena notaationa liikkuvuussuhdeluvun laskenta alueelle  $j$  hetkellä  $t$  esitetään alla siten, että muut alueet ovat  $i$ , matkat  $V_{ij}^t$  matkoja alueelta  $i$  alueelle  $j$  hetkellä  $t$  ja lähtökohtahetki  $t_0$  (Badr et al. 2020):

$$LSI_j^t = \frac{\sum_{i \neq j} V_{ij}^t + \sum_{i \neq j} V_{ji}^t + V_{jj}^t}{\sum_{i \neq j} V_{ij}^{t_0} + \sum_{i \neq j} V_{ji}^{t_0} + V_{jj}^{t_0}}$$

Matka-aineisto kertoo matkojen määrästä kuntien välillä ja kuntien sisällä, mutta aktiviteettiaineisto kuvaa tarkemmin väestön jakautumista vuorokausittain ja kunnittain. Aineistolle laskettiin liikkuvuussuhdeluvun kaltainen *aktiviteettisuhdeluku* (ASl), eli aineistoa viikoilta 10–13 verrattiin viikon 6 lähtökohtatilanteeseen. Kunnille laskettiin myös niiden päivien lukumäärät, jolloin aktiviteettien määrä eroaa yli 20 % lähtökohtatilanteesta, eli ylittää 1,2, 1,3, 1,4 ja 1,5 arvot tai alittaa 0,8; 0,7; 0,6 ja 0,5 arvot. Laskennan matemaattinen notaatio alueelle  $j$  esitetään alla, missä  $H_j^t$  on alueen  $j$  aktiviteettien lukumäärä hetkellä  $t$  ja lähtökohtahetki  $t_0$ :

$$ASl_j^t = \frac{H_j^t}{H_j^{t_0}}$$

Laskemisen lopputuloksena syntyi kunnittain kaksi suhdelukua, jotka voidaan esittää päivittäin tai tarkasteluajanjaksoittain (arkiviikko on aikavälin maanantai–perjantai keskiarvo ja viikonloppu lauantain sekä sunnuntain keskiarvo). Suhdelukujen tilastolliset tunnusluvut esitetään taulukossa 10. Taulukon arvot osoittavat alustavassa tarkastelussa, että molemmat suhdeluvut ovat joukkoina toistensa kaltaisia, mutta liikkuvuussuhdeluku saa ääripäässään suurempia arvoja.

**Taulukko 10.** Liikkuvuus- ja aktiviteettisuhdelukujen tilastolliset tunnusluvut.

	Pienin arvo	Alaneljännes	Mediaani	Keskiarvo	Yläneljännes	Suurin arvo	Arvojen lukumäärä
Päiväkohtainen LSl	0,287	0,880	0,976	0,990	1,064	3,800	8652
Arkiviikkokohtainen LSl	0,460	0,891	0,976	0,973	1,027	2,492	1236
Viikonloppukohtainen LSl	0,344	0,921	1,016	1,031	1,112	2,775	1236
Päiväkohtainen ASl	0,278	0,963	1,016	1,021	1,068	1,991	8652
Arkiviikkokohtainen ASl	0,355	0,986	1,024	1,032	1,064	1,845	1236
Viikonloppukohtainen ASl	0,314	0,937	0,998	0,994	1,048	1,763	1236

#### 4.4. Etäisyyteen ja reitteihin liittyvät menetelmät

Telian matkapuhelindatassa kaikki sijainnit ovat kuntia. Matkapuhelindata kertoo, että ihmiset liikkuvat kuntien sisällä ja kuntien välillä, mutta se ei paljasta liikkeiden reittejä. Tähän syynä on datan aggregointi – aineiston spatiaalinen resoluutio pysähtyy kuntatasolle.

Aineistosta voidaan kuitenkin tarkastella kuntien välistä liikennettä. Tällöin yhteys muodostuu kahden kunnan välille. Vaikka se ei vastaa todellista, matkapuhelimen käyttäjän kulkemaa matkaa, se toimii yleistyksenä kuntien välillä liikkuneiden matkapuhelinten matkoista. Koska tarkkaa lähtö- tai pääte pistettä ei myöskään ole tiedossa, yleistyy jokainen kahden kunnan välillä liikkunut liittymä kulkemaan samaa reittiä. Reittien selvittämisellä ei siis tarkoiteta, että lopputuloksena tiedetään matkapuhelimen kulkeneen Helsingin Itäkeskuksesta teitä nro 170 ja 1543 Porvoon Emäsaloon, vaan tiedetään, että matkapuhelin liikkui Helsingistä Porvooseen.

Tässä tutkimuksessa käsiteltäessä matkapuhelinten liikkeitä viitataan sanalla *yhteys* kahden alueen välille muodostuvaan yhteyteen, joka syntyy matkapuhelimen liikkua alueelta toiselle. Yhteyttä ei sellaisenaan mitata tutkimuksessa. Sanalla *reitti* viitataan vektoriin, joka syntyy kahden kunnan väliin yhteyden myötä ja jonka ominaisuuksia voidaan mitata. Reitin pituus ei kerro lähtö- ja pääte pisteen välistä matkaa, vaan lähtökunnan yhden pisteen ja päätekunnan yhden pisteen välisen etäisyyden - tässä tutkimuksessa kuntien muodostaman alueen keskipisteiden välisen etäisyyden. *Matka* viittaa todelliseen, matkapuhelimen kulkemaan matkaan, jota ei tutkimuksen aineistosta pystytä sellaisenaan selvittämään. *Volyymi* tarkoittaa aineistosta laskettavaa matkustajamäärää reitille.

Reittien laskennassa ensimmäinen vaihe oli laskea kaikille Suomen kunnille keskipiste (eli geometrinen painopiste). Tämän jälkeen jokaisesta ensimmäisessä vaiheessa muodostuneesta pisteestä laskettiin vektori jokaiseen muuhun pisteeseen. Vektoreille annettiin tunnisteet, jolla ne voidaan erotella toisistaan ja jotka kertovat vektorin pääte pisteet. Tässä tapauksessa nimeksi muodostui toisen pääte pistekunnan kuntakoodi, +-merkki ja toisen pääte pistekunnan kuntakoodi. Esimerkiksi Insoon (kuntakoodi 149) ja Karkkilan (kuntakoodi 224) välinen ensimmäinen vektori olisi nimeltään *149+224* ja Karkkilasta Insooseen suuntautuva vektori olisi *224+149*. Työ tehtiin ArcGIS-ohjelmalla taulukon 11 mukaisilla työkaluilla.

Lopputuloksena saatiin 95 172 vektorin tiedosto, joka sisältää vektorin jokaisesta kunnasta jokaiseen muuhun kuntaan siten, että vektoreihin voidaan liittää pääte pisteiden nimet. Tätä tiedostoa hyödynnettiin reittien laskennassa selvittämään kahden kunnan

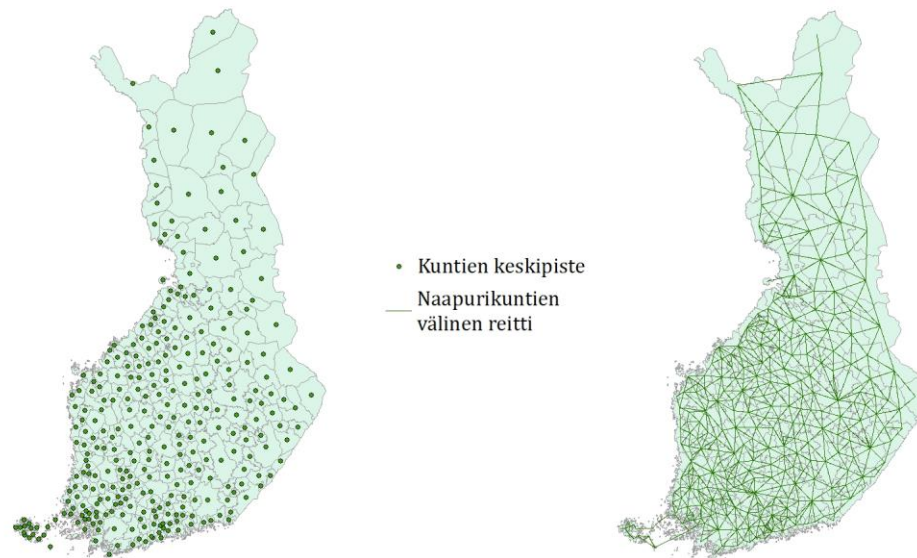


(keskipisteen) välistä etäisyyttä ja naapurikuntien välisten reittien osuutta kaikista reiteistä.

**Taulukko 11.** Kuntien välisten vektoreiden laskentavaiheet ArcGIS:ssä.

Työn vaihe	Käytetty työkalu	Huomioitavaa
Keskipisteen laskeminen	Add Geometry Attributes (Centroid)	Työvaihe toteutettiin alkuperäiselle kuntapolygoni-tiedostolle. Laskettiin Centroid Inside -vaihtoehto, jolloin keskipiste muodostuu kunnan polygonin sisään.
Vektoreiden päätepisteiden määrittäminen	Generate Near Table	Lähtökuntana edellisen vaiheen X- ja Y-koordinaatti kunnankeskipisteelle. Käytetty vaihtoehtoa Location ja etsintäsäteenä ( <i>search radius</i> ) 2000 km. Lopputuloksena oli taulukko, jossa ensimmäisessä sarakkeessa on riveittäin jokaisen kunnan keskipiste ja riveillä soluissa kaikkien muiden kuntien keskipisteet.
Keskipisteiden yhdistäminen	XY To Line	Edellisen vaiheen taulukon ensimmäisen sarakkeen soluista lasketaan vektori jokaiselle rivin solulle.
Naapurikuntien tunnistaminen	Polygon to Line	Työvaihe toteutettiin alkuperäiselle kuntapolygoni-tiedostolle tarkoituksena tunnistaa, mitkä kunnat jakavat rajalinjan (eli ovat naapureita). Muodostuneiden kuntien välejä kuvaavien viivojen tiedoissa on naapurikuntien tunnukset.
Kuntien välisten reittien parsiminen	Useampi join-operaatio	Reitit nimettiin päätepistekuntien kuntakoodien mukaan yhdistämällä tietoja niin ArcGIS:ssä kuin Excelissä DBF-taulukoita käsitellen. Jokainen reitti laskettiin myös takaperin ja kaksoiskappaleet poistettiin. Ahvenanmaan kuntien, Saariston rengasreittikuntien ja Hailuodon sekä Oulun osalta lisättiin käsin naapurisuhte.

Naapurikunnat muodostuivat kuntien välisen yhteisen maarajan perusteella. Lisäksi Ahvenanmaan kunnat ja Saaristomeren kunnat luokiteltiin naapureiksi Saariston rengasreitit, salmet ylittävien siltojen ja lauttayhteyksien perusteella sekä Hailuoto ja Oulu lauttayhteyden perusteella. Kuvassa 15 on esimerkki taulukon 11 ensimmäisestä työvaiheesta sekä kaikkien laskentavaiheiden lopputulos, jossa näytettäväksi on valittu vain naapurikuntien väliset reitit.



**Kuva 15.** Kuntien lasketut keskipisteet sekä naapurikuntien väliset reitit.

Reitit luokiteltiin viiteen eri luokkaan taulukon 12 mukaisesti. Luokittelun ensisijainen tarkoitus oli muodostaa asteikko, jolla reittien muutosta voidaan tarkastella myöhemmin.

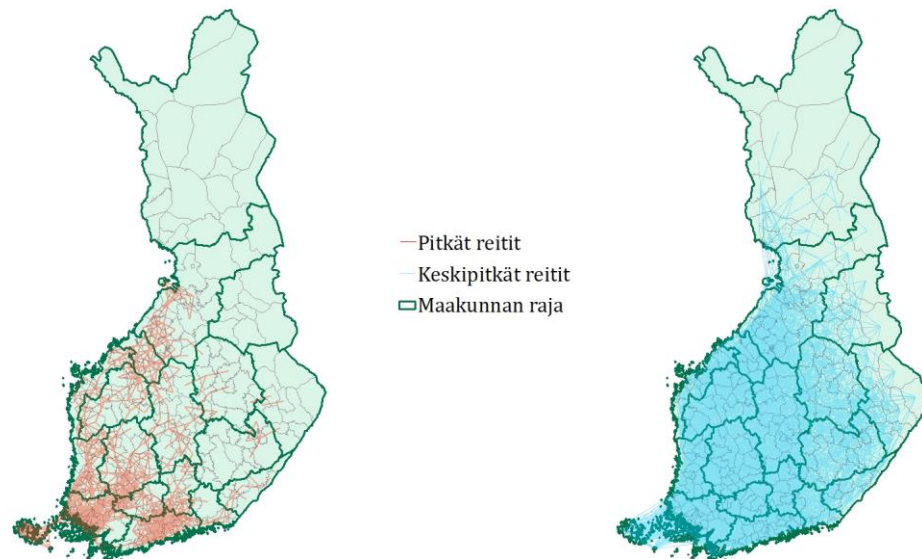
**Taulukko 12.** Reittien luokittelu etäisyyksien perusteella.

Reittiluokat	Luokan määrittely	Kuvailu
Erittäin lyhyet reitit	Kunnan sisäinen matka	Lyhyin mahdollinen aineistosta laskettu reitti, johon kuuluvat esimerkiksi käynnit lähikaupassa, harrastusmatkat lähialueella tai lyhyet työmatkat.
Lyhyet reitit	Reitti kunnasta naapurikuntaan	Kahden kunnan välisen rajan ylittävä reitti, esimerkiksi pendelöinti tai kauppamatka viereiseen kaupunkiin.
Keskipitkät reitit	Reitti ei ole naapurikuntaan ja on alle 50 km	Reitti kahden kunnan välillä siten, että reitti kulkee vähintään kolmannen kunnan alueella, esimerkiksi keskipitkä työmatka.
Pitkät reitit	Reitti ei ole naapurikuntaan ja reitin pituus on 50–120 km	Reitti kahden kunnan välillä siten, että reitti kulkee vähintään kolmannen kunnan alueella, esimerkiksi pitkä työmatka tai mahdollinen vapaa-ajan matka esimerkiksi mökille.
Erittäin pitkät reitit	Reitti ei ole naapurikuntaan ja reitin pituus on yli 120 km	Reitti kahden kunnan välillä siten, että matkan aikana reitti käy vähintään kolmannen kunnan alueella. Epätodennäköistä, että matka on enää työmatka. Mahdollisia vapaa-ajan matkoja esimerkiksi mökille tai rahdinkuljetusmatkoja.

Johtuen kuntien keskipisteiden välisestä etäisyydestä, kuuluu esimerkiksi luokkaan *keskipitkät reitit* hyvin vähän itäisen tai pohjoisen Suomen kuntien välisiä reittejä. *Lyhyisiin reitteihin* kuuluu kilometrimäärältään pidempiä reittejä kuin esimerkiksi

*keskipitkiin reitteihin* koska pinta-alaltaan suurten Lapin kuntien väliset etäisyydet ovat suuria. Toisaalta todelliset matkat on voitu tehdä hyvin läheltä kuntarajaa, ja matka on ulottunut vain lyhyesti toisen kunnan alueelle, joten naapurikunnat tulee eritellä omiksi matkoikseen.

Luokista *erittäin lyhyet reitit*, *lyhyet reitit* ja *pitkät reitit* ovat luonnollisesti jakautuneet tasaisesti ympäri Suomea. *Pitkät reitit* ovat jakautuneet keskipitkiä reittejä tasaisemmin, mutta kuvassa 16 eteläisen ja läntisen Suomen kuntien suhteessa pienemmän pinta-alan vaikutus myös näissä reiteissä. Kuvassa 16 esitetään myös maakuntarajat tarkastelun helpottamiseksi.



**Kuva 16.** Keskipitkien matkojen ja pitkien matkojen jakautuminen Suomessa.

Kun reitit oli yhdistetty ja luokiteltu, voitiin niiden perusteella laskea, kuinka moneen kuntaan yksittäinen kunta on yhteydessä tarkasteluajanjaksolla. Tässä hyödynnettiin reitin nimeä (esim.  $149+224$ ) ja reitillä ollutta volyymiä (esim. arkiviikolla 10 reittiä käyttäneet 140 matkustajaa). Yhteys laskettiin huomioimalla kaikki kuntaan (esim. kunta 149) saapuneet reitit, eli esimerkiksi reitit  $001\dots999+149$  sekä kaikki kunnasta lähtevät reitit, eli reitit  $149+001\dots999$ . Joukosta poistettiin kuntiin saapuneista ja kunnasta lähteneistä reiteistä kaksoiskappaleet, eli esimerkiksi reiteistä  $149+224$  ja  $224+149$  säästettiin vain toinen – yhteys näiden kahden kunnan välille syntyy kummasta tahansa reitistä. Lisäksi ei huomioitu reittejä, joiden volyymi oli ajanjaksolla nolla.

Laskenta toteutettiin muodostamalla jokaiselle ajanjaksolle (kahdeksan tarkastelujaksoa) matriisi, jossa ensimmäinen sarake on lähtökunta ja ensimmäinen rivi päätepestekunta. Jokaiselle matriisin alkiolle ( $n = 95\,481 = 309 \cdot 309$ ) laskettiin tulos, joka kertoo, onko kuntien välillä yksipuolinen yhteys (vain toisesta kunnasta toiseen), kaksipuolinen yhteys (molemmista kunnista molempiin kuntiin) tai ei yhteyttä lainkaan. Yhteyden laskemiseksi käytettiin Exceliä ja seuraavaa laskukaavaa:

```
LASKE . JOS . JOUKKO ([lähtökuntien koko joukko] ; [etsittävä lähtökunta] ;  
[lähtökuntakohtainen päätepestekuntien joukko] ; [etsittävä päätepestekunta]) +  
LASKE . JOS . JOUKKO ([päätepestekuntien koko joukko] ; [etsittävä päätepestekunta] ;  
[päätepestekuntakohtainen lähtökuntien joukko] ; [etsittävä lähtökunta])
```

Laskukaavan ensimmäinen osa antaa tulokseksi 1 jos lähtökuntien matriisista tutkittaessa tiettyä lähtökuntaa löytyy tietty päätepestekunta lähtökuntakohtaisesta päätepestekuntien matriisista (eli kunnasta 149 lähteneiden kaikkien reittien päätepestekunta joukosta löytyy kunta 224) tai 0, jos kunnasta ei ole lähtenyt reittiä etsittävään päätepestekuntaan. Summalaskun toinen osa toimii kuten ensimmäinen, mutta nyt etsitään tiettyä lähtökuntaa päätepestekuntakohtaisesta lähtökuntien matriisista (eli tuleeko kuntaan 149 reittiä kunnasta 224). Lopputuloksena laskukaavasta voi tulla 0 (ei yhteyttä), 1 (yksisuuntainen yhteys) tai 2 (kaksisuuntainen yhteys). Matriisiin muodostuneelta kuntakohtaiselta riviltä lasketaan tämän jälkeen yhteen alkiot, jotka eivät ole nolla. Laskutoimitus kertoo, kuinka moneen kuntaan tarkasteltavasta kunnasta on muodostunut yhteys.

Lopputuloksena reittien laskennasta saatiin kaksi jalostettua aineistoa, joista ensimmäinen kertoo kuntien välillä olevista reiteistä ja niillä liikkuneesta volyymistä ja toinen kuntien välille muodostuneista yhteyksistä. Reittikohtaisesta aineistosta reittien luokat on laskettu koko aineistona, volyymi sekä yhteysaineisto tarkasteluajanjaksoittain (arkiviikot ja viikonloput). Vuorokausikohtainen volyymi vastaa jo alaluvussa 3.2. esiteltyjä matka-aineiston lukemia.

Reittejä voidaan tarkastella kokonaisuutena tai huomioida vain reitit, joilla on ollut tarkasteluajanjaksoilla liikennettä (todelliset eli käytetyt reitit). Volyymistä voidaan erotella koko volyymi, kuntien sisäinen volyymi tai kuntarajat ylittävä volyymi. Aineistojen ominaisuuksia tarkastellaan taulukossa 13.

**Taulukko 13.** Reittien, volyymin ja yhteyksien tilastolliset tunnusluvut.

Tunnusluku	Erittäin lyhyet reitit	Lyhyet reitit	Keskipitkät reitit	Pitkät reitit	Erittäin pitkät reitit	Kaikki reitit
Reittien jakautuminen reittiluokittain	309 (0,3 %)	1600 (1,7 %)	1518 (1,6 %)	10724 (11,2 %)	81 330 (85,2 %)	95 481 (100 %)
Käytettyjen reittien jakautuminen reittiluokittain	309 (0,7 %)	1 600 (3,6 %)	1 515 (3,4 %)	9 702 (21,8 %)	31 303 (70,5 %)	44 429 (100 %)

Tunnusluku	Pienin arvo	Ala-neljännes	Mediaani	Keskiarvo	Ylä-neljännes	Suurin arvo	Arvojen lukumäärä
Arkiviikkokohtainen kunnan volyyymi	4 140	29 838	66 070	219 008	168 598	10 951 600	1 236
Viikonloppukohtainen kunnan volyyymi	1 410	9 604	19 957,5	58 474	47 066	2 861 285	1 236
Arkiviikkokohtainen kunnan sisäinen volyyymi	200	8 434	22 875	112 168	64 933	6 400 470	1 236
Viikonloppukohtainen kunnan sisäinen volyyymi	65	3 074	7 762,5	31 317	20 706	1 742 445	1 236
Arkiviikkokohtainen rajan ylittävä kunnittainen volyyymi	2290	20 371	40 457,5	106 840	93 589	4 551 130	1 236
Viikonloppukohtainen rajan ylittävä kunnittainen volyyymi	855	6 203	11 615	27 158	25 248	1 118 840	1 236
Arkiviikkokohtaiset yhteydet kunnittain	7	50	75	85	112	280	1 236
Viikonloppukohtaiset yhteydet kunnittain	6	34	51	60	78	256	1 236

#### 4.5. Tautitapausten määrän kasvun suhdeluku

Tautitapausten määrän kasvulle lasketaan suhdeluku liikkuvuuden ja aktiviteettien suhdelukujen tapaan. Tätä suhdelukua kutsutaan *tautitapausten määrän kasvun suhdeluksi* (TKSL, englanniksi *growth ratio, GR*) ja se lasketaan Badr et al. (2020) tutkimuksen esimerkin mukaisesti hyödyntämällä sairaanhoitopiirien päivittäisten tautitapausten lukumäärää. Suhdeluku on tapausten lukumäärän logaritminen muutos kolmen vuorokauden ajalta (eli tutkittava vuorokausi ja sitä edeltävät kaksi vuorokautta) suhteessa logaritmiseen muutokseen seitsemän vuorokauden ajalta (eli tutkittava

vuorokausi ja sitä edeltävät kuusi päivää). Suhdeluku voi saada ei-negatiivisia arvoja ja se on määriteltävissä vain niille päiville, joina uusien tapausten lukumäärä on suurempi kuin 1 per aikaisemman kolmen vuorokauden tai seitsemän vuorokauden lukumäärä. Suhdeluku saa arvon 1, kun päivän uudet tapaukset ovat lukumäärältään samat kuin edellisen kolmen ja seitsemän vuorokauden lukumäärät. Jos suhdeluku nousee yli yhden tarkoittaa se, että edellisen kolmen vuorokauden aikana ilmenneiden tapausten lukumäärän kasvu on ollut jyrkempää kuin edellisen seitsemän vuorokauden aikana – eli uusia tapauksia ilmenee kiihtyvässä tahdissa.

Suhdeluvun matemaattinen notaatio esitetään alla alueelle  $j$  hetkellä  $t$  siten, että  $C_j^t$  on uusien tapauksien määrä alueella  $j$  vuorokautena  $t$  (Badr et al. 2020):

$$TKSl_j^t = \frac{\log(\sum_{t-2}^i \frac{C_j^t}{3})}{\log(\sum_{t-6}^i \frac{C_j^t}{7})}$$

Iacus et al. (2020) käyttivät omassa tutkimuksessaan (joka käsittelee epidemian leviämisen mallintamista Euroopassa matkapuhelindatan perusteella) aikajänteenä 14 vuorokautta tartunnasta kuolinhetkeen; Badr et al. (2020) käyttää optimaalisena aikajänteenä 9–12 vuorokautta tartunnasta oireiden ilmenemiseen ja 5–6 vuorokautta itämisajan päättymiseen. Näiden lukujen perusteella tähän tutkimukseen on valittu ensimmäisten oireiden ilmestymisen aikajänteeksi 4–12 vuorokautta. Tarkasteltavaksi ajankohdaksi muodostuu 6.3.–12.4.2020 johtuen viikkojen 10–13 matkapuhelindatan tarkastelujakson alkamisesta ja oireiden ilmestymisen aikajänne huomioiden.

Kuten tutkimuksen alussa kuvassa 1 osoitettiin, suurin osa tartunnoista havaittiin ja kirjattiin maaliskuussa HUS:n alueella. Tämä näkyy myös tautitapausten määrässä, kun niitä tarkastellaan sairaanhoitopiireittäin. Läheskään kaikissa sairaanhoitopiireissä tapausmäärät eivät riitä luotettavaan tarkasteluun: poikkeuksen tekevät odotetusti HUS sekä pienemmässä mittakaavassa myös Varsinais-Suomen ja Pirkanmaan sairaanhoitopiirit. Taulukossa 14 esitetään lasketut suhdeluvut sairaanhoitopiireittäin. Tyhjät solut taulukossa johtuvat joko siitä, ettei kyseisenä vuorokautena ilmaantunut tautitapauksia tai suhdeluvun laskentatavasta – suhdelukua ei voida laskea vuorokausille, jos vuorokausi mukaan lukien edeltävänä kolmena ja seitsemänä vuorokautena ei ole yhtään tapausta. Taulukkoon on korostettu seitsemän ensimmäisen yhtämittaisen

suhdeluvun sarja vihreällä sävyllä ja kahdeksan tai useamman suhdeluvun yhtämittäinen sarja oranssilla sävyllä.

**Taulukko 14.** Tautitapausten määrän kasvun suhdeluvut sairaanhoitopiireittäin 6.3.–12.4.2020.

Sairaanhoitopiiri	6.3.	7.3.	8.3.	9.3.	10.3.	11.3.	12.3.	13.3.	14.3.	15.3.	16.3.	17.3.	18.3.	19.3.	20.3.	21.3.	22.3.	23.3.	24.3.
Ahvenanmaa	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0,324	0,324	..	0,000	0,000
Varsinais-Suomi	..	..	0,565	0,324	..	2,664	2,000	1,572	0,897	0,324	..	..	0,948	1,677	1,595	1,543	0,934	0,814	1,035
Satakunta	..	..	..	..	..	..	3,376	3,376	0,000	..	..	..	1,963	0,000	0,000	..	..	..	2,630
Kanta-Häme	0,565	0,877	0,479	0,000	0,000	..	2,758	2,033	1,130	0,000	0,000	..	7,127	..	2,154	..	2,630	7,127	2,154
Pirkanmaa	0,479	0,725	..	2,376	1,819	1,553	1,335	0,893	0,712	0,465	0,512	0,000	1,112	1,441	1,454	1,367	1,292	1,091	1,070
Päijät-Häme	..	..	..	..	..	..	0,324	0,324	0,324	..	1,297	1,297	1,297	..	0,877	..	..	2,411	1,612
Kymenlaakso	..	..	..	..	..	..	0,565	0,565	0,565	..	..	..	0,479	0,324	..	0,725	..	..	..
Etelä-Karjala	0,877	..	..	..	..	..	..	0,565	0,565	0,565	..	..	..	0,877	0,324	0,000	0,479	0,000	0,000
Etelä-Savo	..	..	..	..	..	0,324	0,324	..	0,000	0,000	3,265	..	0,000	0,000	0,000	1,963	1,205	0,000	2,154
Itä-Savo	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0,565	0,565	0,565	..	..	..	..	..
Pohjois-Karjala	..	..	0,565	0,565	0,565	..	..	0,877	0,877	0,324	0,877	0,877	1,297	0,000	0,000	0,000	1,963	1,963	3,265
Pohjois-Savo	0,324	0,000	0,000	1,297	..	1,963	1,963	0,877	..	..	..	0,877	..	..	6,345	2,033	0,000	1,112	1,238
Keski-Suomi	..	..	0,565	0,324	0,000	3,903	2,431	2,038	0,465	..	0,000	..	2,033	2,033	1,945	1,584	1,287	0,838	0,982
Etelä-Pohjanmaa	..	..	..	0,565	0,324	0,324	0,000	0,725	0,000	3,265	1,963	..	..	..	..	..	0,565	0,324	..
Vaasa	..	..	..	..	..	..	..	..	0,565	0,000	..	3,080	1,945	1,415	0,415	..	..	..	0,000
Keski-Pohjanmaa	..	..	..	..	..	0,565	0,324	0,324	0,877	..	..	..	..	..	..	..	0,565	0,565	0,565
Pohjois-Pohjanmaa	0,565	..	..	..	1,837	1,897	1,666	0,771	0,814	0,000	0,351	0,955	0,955	1,534	0,465	0,534	0,825	0,534	1,145
Kainuu	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0,565	0,324	0,000	0,000	0,725	1,963	..	..	1,297
Länsi-Pohja	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0,565	0,000	0,000	0,000	1,963
Lappi	..	..	..	..	..	0,565	0,565	0,324	0,877	0,877	1,297	1,297	0,877	..	..	..	..	..	0,324
HUS	1,572	1,441	1,456	1,276	1,305	1,281	1,234	1,167	1,023	0,993	1,019	1,052	1,064	1,082	1,082	1,045	1,017	1,000	0,965
Sairaanhoitopiiri	25.3.	26.3.	27.3.	28.3.	29.3.	30.3.	31.3.	1.4.	2.4.	3.4.	4.4.	5.4.	6.4.	7.4.	8.4.	9.4.	10.4.	11.4.	12.4.
Ahvenanmaa	..	..	1,205	..	..	..	..	..	..	0,565	0,565	0,565	..	..	..	0,877	0,565	0,324	0,877
Varsinais-Suomi	1,168	1,179	1,156	0,946	0,336	0,709	0,993	1,214	1,249	1,237	1,167	0,911	0,835	1,040	1,077	1,127	1,056	0,956	0,650
Satakunta	..	..	2,758	2,758	3,826	1,286	0,948	1,120	0,465	1,130	0,000	..	..	0,000	..	3,826	..	2,154	..
Kanta-Häme	0,000	0,000	3,265	..	2,758	1,775	1,874	1,464	1,039	0,893	0,660	1,051	1,125	1,280	1,096	0,605	0,305	..	..
Pirkanmaa	1,174	1,110	1,105	0,997	0,717	0,699	0,738	0,922	1,044	1,205	1,195	0,980	0,707	0,798	0,808	0,793	0,740	1,000	0,892
Päijät-Häme	1,565	1,125	0,747	0,563	0,401	0,288	1,105	1,357	1,329	1,025	0,377	0,000	..	0,636	1,943	1,534	1,943	0,807	0,534
Kymenlaakso	2,630	7,127	1,205	..	..	..	2,630	..	1,145	2,154	2,154	1,875	1,820	1,415	0,465	0,000	..	..	3,265
Etelä-Karjala	0,000	3,265	..	..	..	..	0,565	0,324	0,324	0,877	1,963	..	..	..	0,565	0,000	0,000	0,479	..
Etelä-Savo	..	2,170	1,585	1,572	0,909	0,618	0,000	0,377	0,000	0,000	..	..	2,630	2,630	0,000	..	0,000	2,758	1,145
Itä-Savo	0,565	0,565	0,565	..	..	0,877	0,877	0,565	..	..	..	..	2,630	7,127	..	..	..	..	..
Pohjois-Karjala	1,963	0,000	..	..	1,205	..	3,265	2,630	0,725	0,877	..	..	1,297	0,479	0,000	0,479	1,297	1,205	0,000
Pohjois-Savo	1,543	1,262	1,233	0,977	0,747	0,962	1,125	1,240	1,125	1,094	0,983	0,925	0,748	1,131	1,152	1,137	0,621	0,683	0,439
Keski-Suomi	1,299	1,268	1,322	0,226	0,674	1,059	1,160	1,268	0,993	0,967	0,884	0,695	0,646	0,814	1,058	1,092	0,934	0,000	0,000
Etelä-Pohjanmaa	..	..	..	..	..	..	5,191	2,664	2,038	1,369	0,000	..	..	0,000	..	..	0,000	2,630	..
Vaasa	0,000	5,191	2,033	2,154	..	..	0,000	2,154	..	..	2,154	0,000	1,286	1,534	1,572	0,636	0,000	..	..
Keski-Pohjanmaa	..	0,877	0,877	0,877	..	..	..	0,479	0,324	0,324	0,725	0,725	..	2,630	0,000	..	..	1,205	..
Pohjois-Pohjanmaa	0,807	1,369	1,533	1,467	1,335	0,796	1,032	1,008	0,975	0,977	0,863	0,863	0,918	1,051	1,092	0,977	0,934	0,512	..
Kainuu	0,877	0,000	0,000	6,345	2,170	1,775	1,287	1,039	1,039	1,051	0,982	1,100	0,807	0,982	0,781	0,576	0,000	0,000	..
Länsi-Pohja	1,963	2,630	1,205	0,479	..	..	0,725	5,191	7,345	2,234	1,415	1,238	1,174	1,231	1,275	0,985	0,773	0,723	0,738
Lappi	0,000	..	2,750	1,945	1,120	1,264	1,227	1,285	0,666	0,429	0,446	0,242	0,825	1,388	1,468	1,465	0,660	0,807	0,262
HUS	0,961	0,999	0,996	1,005	0,995	1,000	1,016	1,050	1,066	1,073	1,041	1,011	0,994	1,025	1,031	1,004	0,974	0,928	0,881

Lasketut suhdeluvut saavat taulukon 15 mukaiset tilastolliset tunnusluvut.

**Taulukko 15.** Tautitapausten määrän kasvun suhdeluvun tilastolliset tunnusluvut.

Tunnusluku	Pienin arvo	Alaneljännes	Mediaani	Keskiarvo	Yläneljännes	Suurin arvo	Arvojen lukumäärä
Sairaanhoitopiiri-kohtainen vuorokausittainen TKSI	0,000	0,565	0,961	1,112	1,297	7,345	533

#### 4.6. Ovatko ilmiöt satunnaisia?

Mistä liikkuvuuden, aktiviteettien tai reittien muutos johtuu ja miksi se ei mahdollisesti ole kaikkialla tasaista? Tätä ongelmaa selvitetään tutkimalla muuttujien välisiä yhteyksiä. Tällöin muuttujat on jaoteltu kahteen ryhmään, joista toiset ovat taustamuuttujia (eli selittäviä muuttujia) ja toiset varsinaisia tutkimusmuuttujia (eli selitettäviä muuttujia). Taulukossa 16 on esitelty tutkimuksen muuttujat.

**Taulukko 16.** Tausta- ja tutkimusmuuttujat.

Muuttuja	Jaottelu	Muuttujan kuvaus
Liikkuvuussuhdeluku	Tutkimusmuuttuja	Liikkuvuuden lukumäärän muutos kunnittain suhteessa viikkoon 6
Aktiviteettisuhdeluku	Tutkimusmuuttuja	Aktiviteettien lukumäärän muutos kunnittain suhteessa viikkoon 6
Kunnittainen volyyymi (sisäinen ja kuntarajat ylittävä)	Tutkimusmuuttuja	Kunnan alueella liikkuvien, kuntaan saapuvien tai kunnasta lähtevien henkilöiden
Yhteyksien lukumäärä kunnittain	Tutkimusmuuttuja	Lukumäärä kunnista, joihin kunnasta on liikuttu tai liikutaan
Tautitapausten määrän kasvun suhdeluku	Tutkimusmuuttuja	Tautitapausten lukumäärän muutos sairaanhoitopiireittäin suhteessa edelliseen kolmeen ja seitsemään vuorokauteen
Kuntien alueluokittelu	Taustamuuttuja	Kunnan kaupunkimaisella alueella asuvan väestön osuus kunnan koko väestöstä
Kesämökkien määrä vakituiseen asutukseen nähden	Taustamuuttuja	Mökkien määrä yhtä vakituista asuinrakennusta kohden
Kunnan pendelöintiaste	Taustamuuttuja	Kuntarajan työmatkallaan ylittävien kunnassa työskentelevien henkilöiden osuus
Kunnan keskeisyys	Taustamuuttuja	Kuntien luokittelu työssäkäyntialueen ja hallinnollisten keskusten perusteella keskeisiin ja ei-keskeisiin kuntiin
Maakunnan liikkuvuuden muutos eri sijainneissa	Taustamuuttuja	Googlen aineisto liikkeen määrän muutoksista kuudella alueella maakunnittain

Luvun 4 alussa esitetty apukysymys *Miten muutosten intensiteetti selittyy toissijaisella aineistolla?* jalostettiin käytettävissä olevilla tutkimusmuuttujilla ja taustamuuttujilla tutkittaviksi hypoteeseiksi. Hypoteesit ja niihin liittyvät muuttujat esitellään taulukossa 17.



**Taulukko 17.** Ilmiöitä selittäviä hypoteeseja.

Hypoteesi	Tutkimusmuuttuja (-t)	Taustamuuttuja (-t)
1. Työmatkaliikenne muodostaa merkittävä osan kuntarajan ylittävän liikenteen osuudesta ja työmatkojen osuus laskee tarkastelujakson kuluessa	Kuntarajat ylittävän liikenteen osuus kaikesta liikenteestä kunnittain	Kunnan pendelöintiaste
2. Väestö lähti mökkipaikkakunnille covid-19-epidemian kiihtyessä	Aktiviteettisuhdeluvun muutos	Kesämökkien määrä vakituiseen asutukseen nähden
3. Kaupunkimaisten alueiden työ-, opiskelu- ja palvelutarjonta mahdollistaa sen, että alueilla väestö pysyy enemmän paikallaan kuin maaseutumaisella alueella	Liikkuvuussuhdeluku	Kuntien alueluokittelu
4. Kaupunkimaisemmin asutetut kunnat ovat enemmän yhteydessä muihin kuntiin kuin maaseutumaiset kunnat	Yhteyksien lukumäärä kunnittain	Kuntien alueluokittelu
5. Keskeisimmissä kunnissa kuntarajat ylittävä volyyymi laskee nopeammin, kun ympäröivien kuntien ihmiset vähentävät liikettä keskuksiin	Kuntien reittien volyyymi	Kunnan keskeisyys
6. Rajanylitysliikenne vääristää rajanylityspaikkakuntien tarkastelua	Liikkuvuus- ja aktiviteettisuhdeluvut	Erillistarkasteltavat alueet (ei sellaisenaan taustamuuttuja)
7. Maakuntien liikkuvuuden eroja selittää eriävä liikkeiden jakautuminen eri sijainteihin	Liikkuvuussuhdeluku maakunnittain	Maakunnan liikkuvuuden muutos eri sijainneissa (ei sellaisenaan taustamuuttuja)
8. Liikkuvuus vaikuttaa alueen tautitapausten lukumäärään	Tautitapausten määrän kasvun suhdeluku	Liikkuvuussuhdeluku

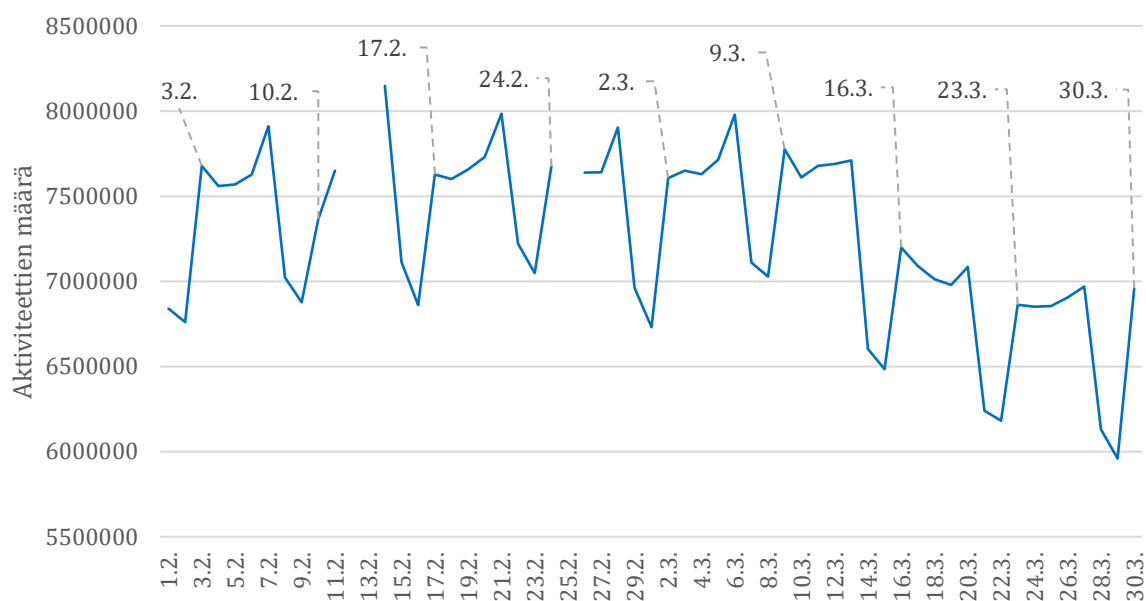
Neljää ensimmäistä hypoteesia tutkitaan hajontakuvioiden ja Pearsonin korrelaatiokertoimen kautta. Viidettä eli kunnan keskeisyyttä hyödyntävää hypoteesia ja seitsemättä eli Googlen aineistoja hyödyntävää hypoteesia tutkitaan ristiintaulukoimalla. Kaikkien näiden hypoteesien tuloksia esitellään alaluvussa 5.4. Kuudetta hypoteesia, joka liittyy rajanylitysliikenteeseen, tutkitaan alaluvussa 5.6. tarkastelemalla rajanylityspaikkakuntien saamia liikkuvuus- ja aktiviteettisuhdelukuja ja vertailemalla niitä muiden alueiden saamiin lukuihin. Kuudennen hypoteesin tutkiminen ei ole sellaisenaan kvantitatiivista vaan siinä pyritään nostamaan esiin eroja ja selittämään niitä rajanylityksistä johtuvilla poikkeamilla aineistoissa. Viimeistä, kahdeksatta hypoteesia (liikkuvuuden ja tautitapausten määrän yhteyttä) tutkitaan alaluvussa 5.5. hajontakuviolla ja Pearsonin korrelaatiokertoimella.

## 5. TULOKSET

Tämä luku on jaoteltu tutkittavan ilmiön mukaan alalukuihin. Alaluvuissa esitetään aineistosta tutkimuksen menetelmillä saadut tulokset ja käsitellään tuloksista ilmeneviä seikkoja sekä arvioidaan tulosten luotettavuutta. Varsinaisiin tutkimuskysymyksiin vastataan vasta seuraavassa Johtopäätökset-luvussa. Liikkuvuuden muutosta käsitellään aluksi ajallisesti – milloin liikkuvuus muuttui maakunnittain ja kunnittain?

### 5.1. Milloin liikkuvuus muuttui ja miltä muutos näyttää?

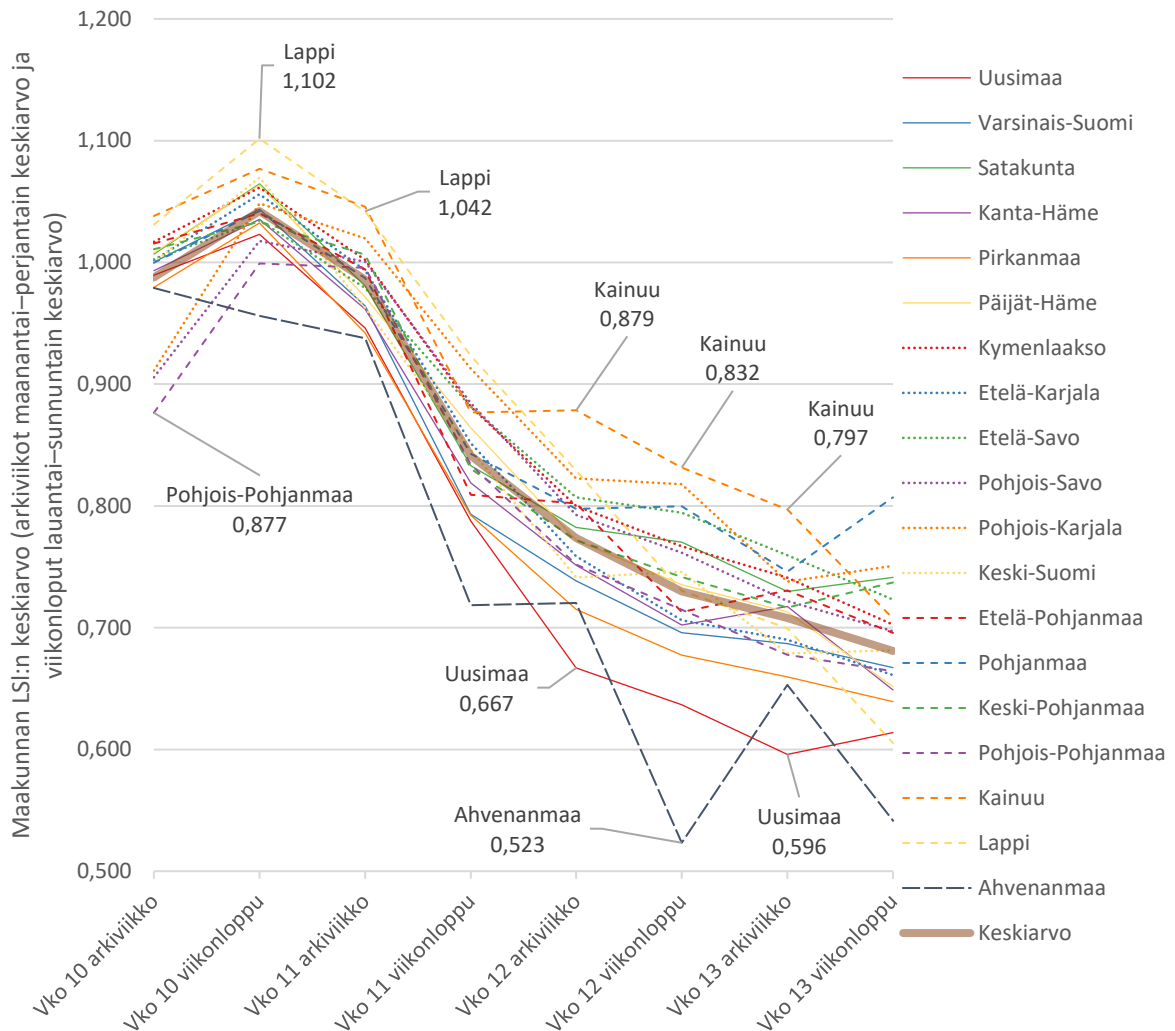
Kuva 17 esittää aktiviteettiaineiston jakautumisen vuorokausikohtaisesti koko maan osalta. Aineistosta on selvästi erotettavissa viikonloppujen aikana esiintyvä aktiviteettien lasku sekä maaliskuun toiselta viikolta (viikko 11 eli 9.–15.3.2020) käynnistyvä aktiviteettien lasku. Kuvassa on korostettu maanantait luettavuuden parantamiseksi. Kuvassa erottuvat myös aineistosta puuttuvat päivät.



**Kuva 17.** Aktiviteettiaineiston aktiviteettien jakautuminen vuorokausikohtaisesti koko maan osalta helmi-maaliskuussa 2020.

Liikkuvuutta tarkasteltiin ensin viikkotasolla, jotta voitiin selvittää, tapahtuiko liikkuvuudessa ajallisesti samankaltainen muutos. Kuvassa 18 esitetään liikkuvuuden muutosta maakunnittain viikkoina 10–13 suhteessa lähtökohtatilanteeseen viikkoon 6 (3.–9.2.2020). Tulokset kertovat kaikkien maakuntaan kohdistuvien liikkeiden (liike maakuntaan, liike maakunnasta ja liike maakunnan sisällä) määrän muutoksesta

liikkuvuussuhdelukua (LSI) hyödyntäen. Muutos on esitetty laskemalla keskiarvot arkiviikoista ja viikonlopuista.



**Kuva 18.** Kuvaaja liikkuvuuden muutoksesta maakunnittain viikkoina 10–13.

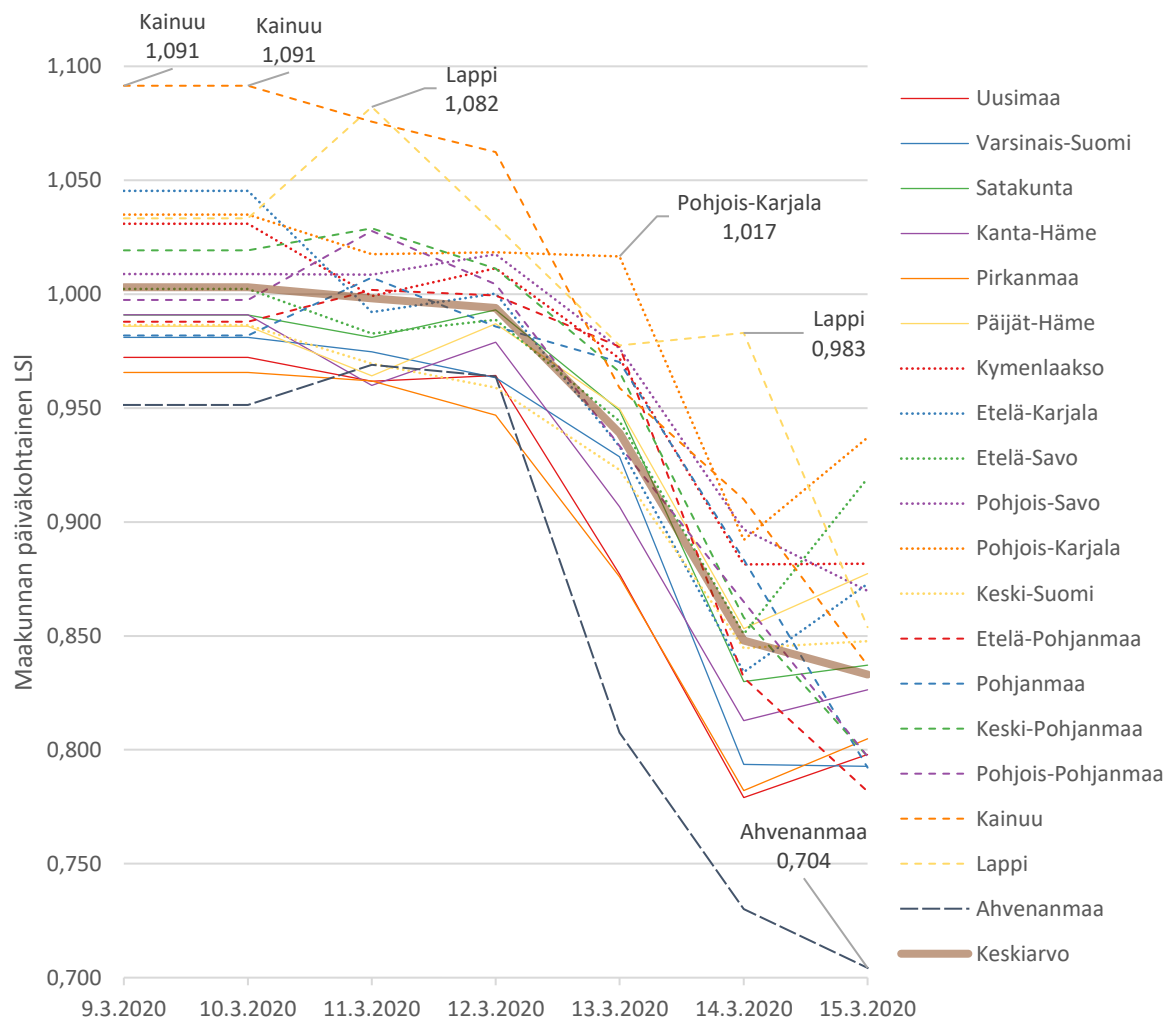
Maakuntien liikkuvuuden muutos on pääsääntöisesti tasaista, mutta muutamat yksityiskohdat erottuvat muista. Pohjois-Pohjanmaan ja Pohjois-Karjalan liikkuvuus on jo arkiviikolla 10 (2.–6.3.2020) muita maakuntia pienempi. Pohjois-Pohjanmaan LSI on kyseisen arkiviikon pienin (0,877). Ahvenanmaan liikkuvuus laskee muita maakuntia selvästi nopeammin, ja sen muutokset aikavälitarkastelussa ovat myös hyvin suuria. Koko tarkastelujakson pienin arvo on Ahvenanmaalla viikon 12 viikonloppuna 21.–23.3.2020 (LSI 0,523).

Lapin ja hieman pienemmässä määrin Kainuun liikkuvuus kasvaa vielä viikolla 10 muihin maakuntiin nähden, ja koko tarkastelujakson suurin arvo on Lapilla viikon 10 viikonloppuna 7.–8.3.2020 (LSI 1,102). Lapin liikkuvuus aloittaa arkiviikon 11 jälkeen putoamisen muiden maakuntien tapaan, mutta pysyy Kainuussa vielä viikon 12 viikonloppuna viikon 13 viikonloppuun selvästi korkeammalla kuin muussa maassa (LSI:t 0,879, 0,832 ja 0,797). Viikosta 12 alkaen väkimmäin maakunta Uusimaa kokee selvän pudotuksen liikkuvuudessa ja Uudenmaan arvot ovatkin maakunnista pienimpiä (LSI arkiviikolla 12 on 0,667 ja arkiviikolla 13 enää 0,596). Pirkanmaa seuraa Uudenmaan suuntaa, mutta hieman maltillisemmin.

Kuva 18 osoittaa, että liikkuvuus laskee viikolla 11 kuten oli odotettavissakin. Lasku näkyy verrattaessa viikon 11 arkipäivien tuloksia viikon 10 arkipäiviin ja erityisesti tarkasteltaessa viikon 11 viikonloppua. Viikolla 11 arkipäivinä LSI:n vaihteluväli on 0,938–1,046 (Ahvenanmaa–Kainuu) ja viikon 11 viikonloppuna jo 0,719–0,923 (Ahvenanmaa–Lappi). Kaikkien maakuntien LSI-keskiarvo on viikolla 11 arkipäivinä 0,986 ja viikonloppuna 0,841.

Kuvassa 19 esitetään maakunnittain liikkuvuuden muutos viikon 11 osalta päiväkohtaisesti. Pienimmän LSI-arvon saa odotetusti Ahvenanmaa (0,704 sunnuntaina 15.3.2020). Suurimmat arvot ovat Kainuulla maanantaina ja tiistaina (1,091). Lisäksi voidaan huomata muista käyristä selvästi poikkeava Lappi, jonka LSI-arvot saavat kaksi selvää nousukohtaa: 1,082 keskiviikkona 11.3.2020 ja 0,983 lauantaina 14.3.2020.

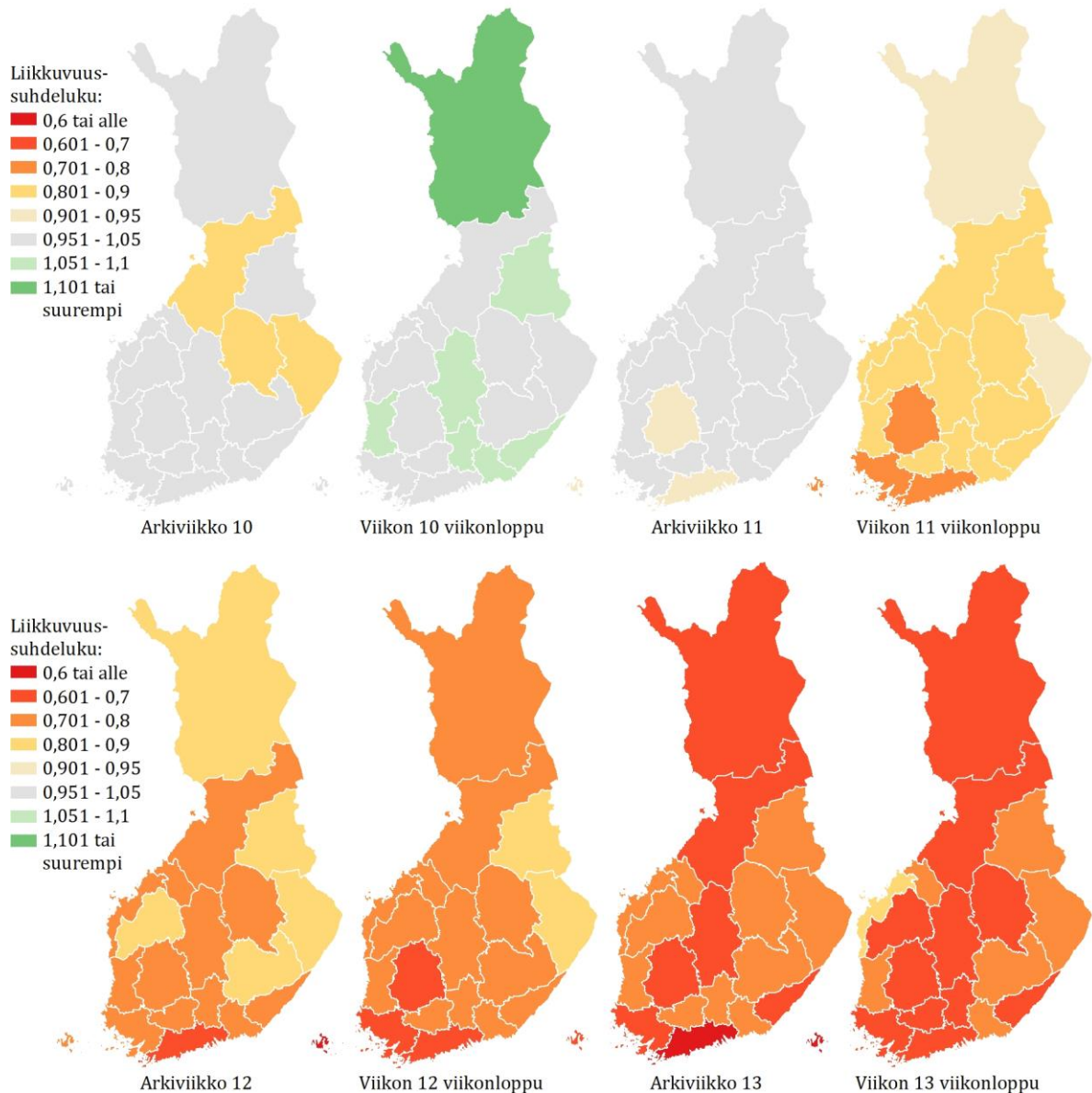
Tarkasteltaessa kaikkia maakuntia havaitaan, että liikkuvuuden lasku alkaa osassa maakuntia keskiviikkona 11.3.2020 ja kaikissa maakunnissa viimeistään perjantaina 13.3.2020 – pois lukien Pohjois-Karjala, jossa liikkuvuus on vielä perjantaina 13.3.2020 vilkkaampaa kuin lähtökohtatilanteessa (LSI 1,017).



**Kuva 19.** Kuvaaja liikkuvuuden muutoksesta maakunnittain viikon 11 aikana (9.–15.3.2020).

## 5.2. Miten liikkuvuus ja väestön lukumäärä muuttuivat alueellisesti?

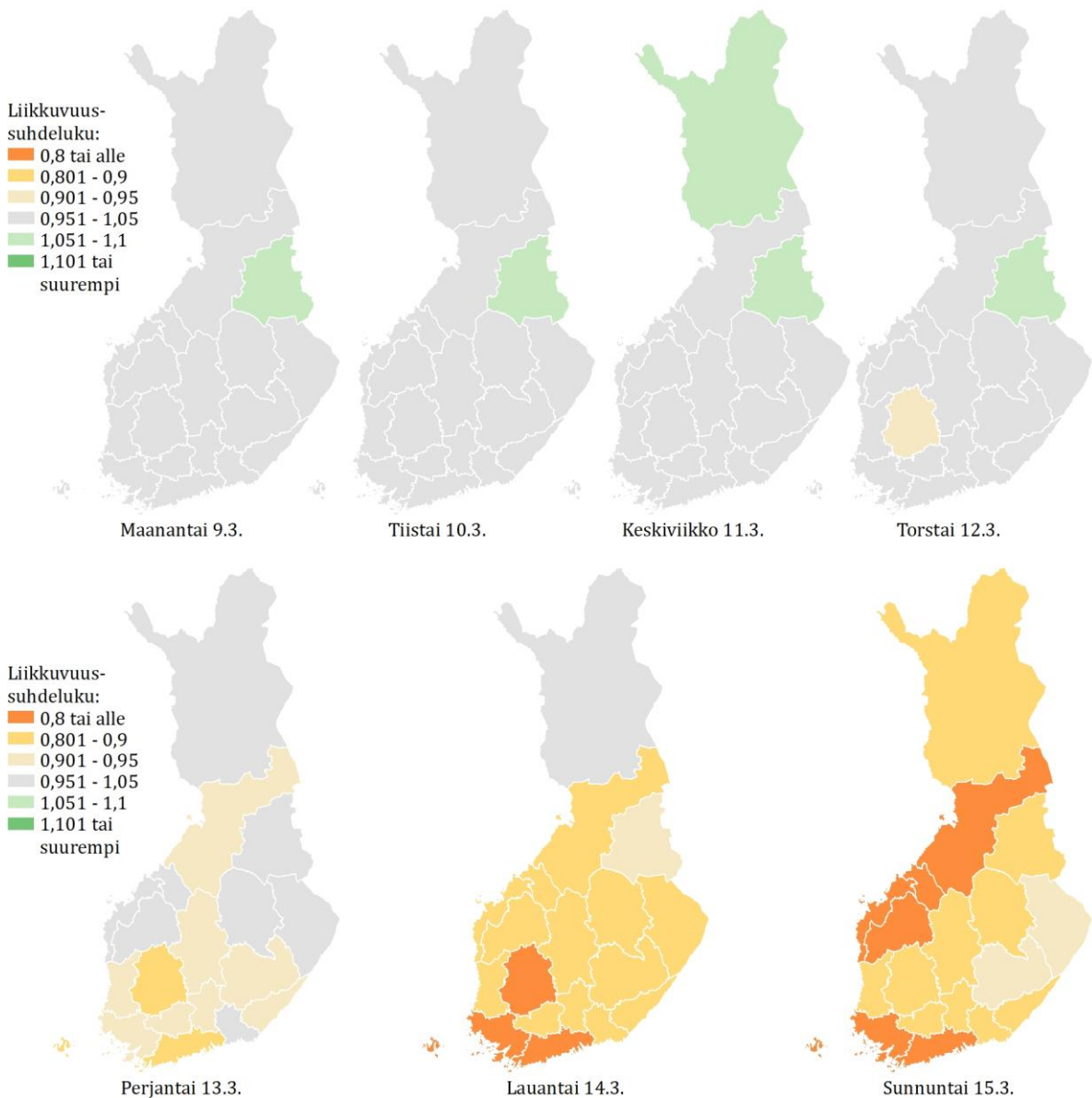
Alueellista muutosta tarkastellaan aluksi maakuntatasolla ja tämän jälkeen kuntatasolla. Maakuntataso kertoo laueasti muutoksesta – muutos ei ole maakuntien sisällä kuitenkaan tasaista. Kuntatasoinen käsittely on tärkeää, jotta voidaan ymmärtää vaihtelua maakunnan sisällä sekä selvittää vaihtelun syitä.



**Kuva 20.** Liikkuvuuden muutos maakunnittain viikkojen 10–13 aikana.

Kuva 20 näyttää kuvan 18 osoittaman muutoksen kartalla. Viikon 10 tilanne poikkeaa tulevista viikoista ja liikkuvuudessa on alueellista sekä ajallista vaihtelua. Viikolla 11 liikkuvuus laskee arkiviikolla Pirkanmaalla, Uudellamaalla ja Ahvenanmaalla sekä viikonloppuna koko maassa. Viikolla 12 liikkuvuuden lasku näkyy voimakkaimmin

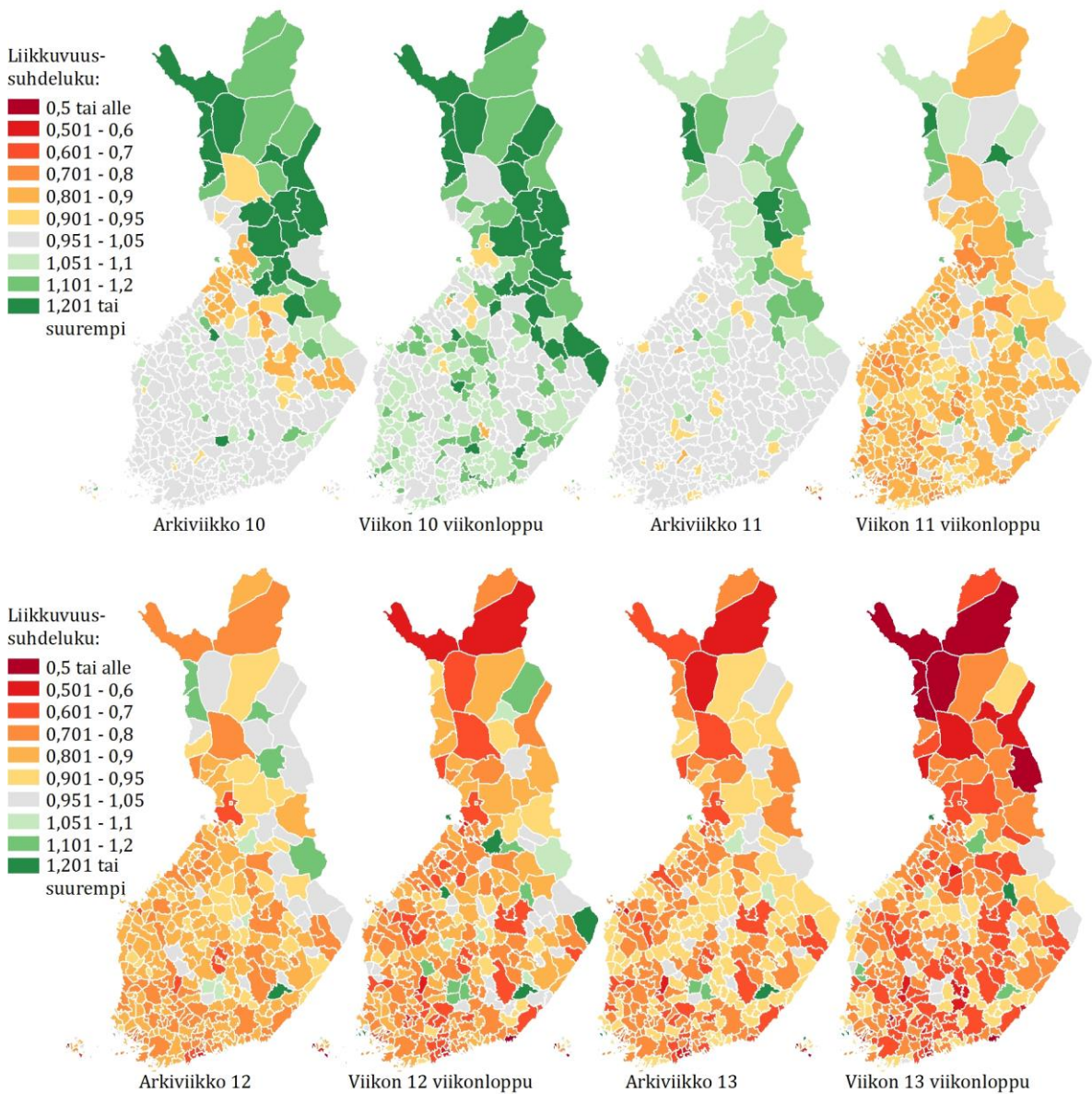
Uudellamaalla, hieman lievemmin 13 maakunnassa ja lievästi viidessä maakunnassa. Viikon 12 viikonloppu näyttäisi seuraavan viikon 11 viikonlopun kanssa samaa kaavaa: Pirkanmaalla, Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla liikkuvuus laskee muuta Suomea voimakkaammin. Viikon 13 aikana liikkuvuus on laskenut kuvan osoittamalla ajanjaksolla kaikista voimakkaimmin.



**Kuva 21.** Liikkuvuuden muutos maakunnittain viikon 11 aikana (9.–15.3.2020).

Kuvassa 21 esitetään viikon 11 muutos maakunnittain kartan avulla tarkasteltuna. Kuva osoittaa, että muutos näyttää käynnistyvän Uudenmaan ja Pirkanmaan alueelta. Keskiviikkona LSI:n muutos lähtökohtatilanteen vastaaviin on Keski-Suomen, Varsinais-Suomen, Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeenkin osalta jo 0,02 ja perjantaina 13.3.2020

kaikkien maakuntien liikkuvuus on pudonnut jo vähintään 5 % (LSI laskenut vähintään 0,05). Lauantain 14.3.2020 osalta Lapin liikkuvuus nousee hetkellisesti ja putoaa sunnuntaiksi, jolloin kaikkien maakuntien LSI on laskenut vähintään 0,06:lla (Kainuussa on korkein liikkuvuus sunnuntaina 15.3.2020, LSI 0,937). Myös kuvasta 20 näkee muutoksen alun ajanhetken: torstaista lauantaihin 12.–14.3.2020 maakunnan mukaan.



**Kuva 22.** Liikkuvuuden muutos kunnittain arkiviikosta 10 viikon 13 viikonloppuun.

Kun liikkuvuuden muutosta tutkitaan kuntatarkkuudella, havaitaan että muutos vaihtelee maakuntien alueiden sisällä. Kuva 22 osoittaa muutoksen kunnittain arkiviikkoina ja viikonloppuina viikoilla 10–13.

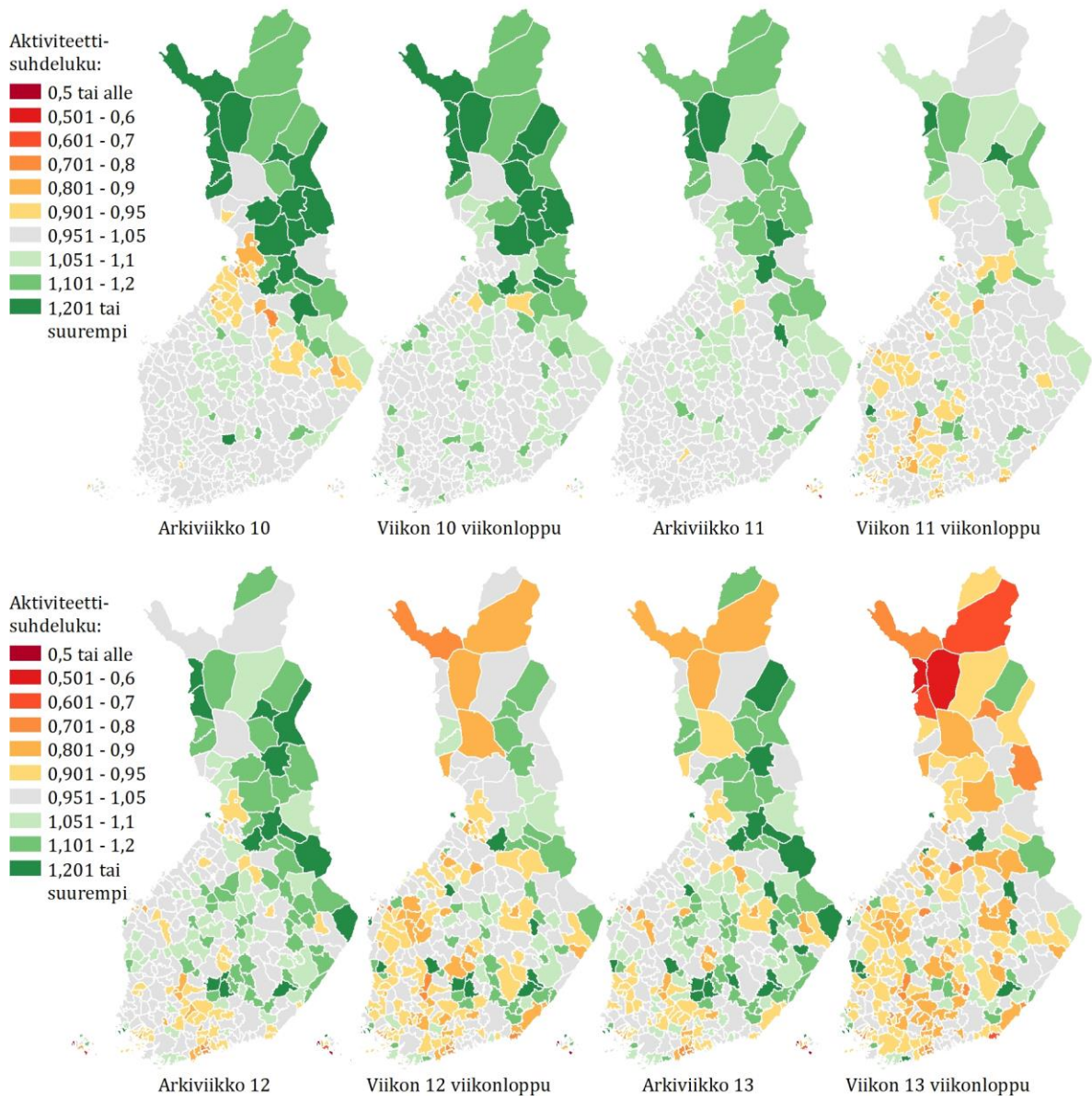


Kuvasta 22 näkyy jo aiemmin todettu viikon 10 liikkuvuuden kasvu Pohjois- ja Itä-Suomessa sekä viikolla 11 alkava liikkuvuuden lasku, joka konkretisoituu viikon 11 viikonloppuna. Liikkuvuus ei kuitenkaan laske esimerkiksi Ruotsin vastaisella rajalla tai Pelkosenniemellä, jossa sijaitsevat Pyhä-Luoston kansallispuisto ja Pyhätunturin hiihtokeskus.

Viikolla 12 liikkuvuus yleisesti laskee entisestään, mutta Posiolla ja Kuhmossa trendi on vastakkaisen suuntainen. Lisäksi Puumalassa liikkuvuus kasvaa 22 % lähtökohtatilanteesta. Viikon 12 viikonloppuna Lapin alueella liikkuvuus laskee huomattavasti kuten kuva 20 jo osoitti, pois lukien Savukoski, jossa liikkuvuus hetkellisesti kasvaa. Keskisemmässä Suomessa Hailuoto, Vaala, Lestijärvi ja Ilomantsi sekä länsirannikolla Taivassalo ja Kustavi liittyvät Puumalan joukkoon liikkuvuuden kasvukuntiin. Pienemmässä määrin (korkeintaan 10 %) liikkuvuus kasvaa Ruovedellä, Kuhmoisissa, Sysmässä, Luhangassa ja Padasjoella sekä koillisemmassa Paltamossa ja Rautavaaralla.

Viikolla 13 liikkuvuus putoaa lähes kaikkialla Suomessa, mutta kasvaa edelleen Hailuodossa, Kustavissa, Puumalassa ja Rautavaaralla. Vähäisen liikkuvuudenkasvun kuntia ovat Kuhmoinen, Sysmä, Siikoinen, Pomarkku ja Vaala.

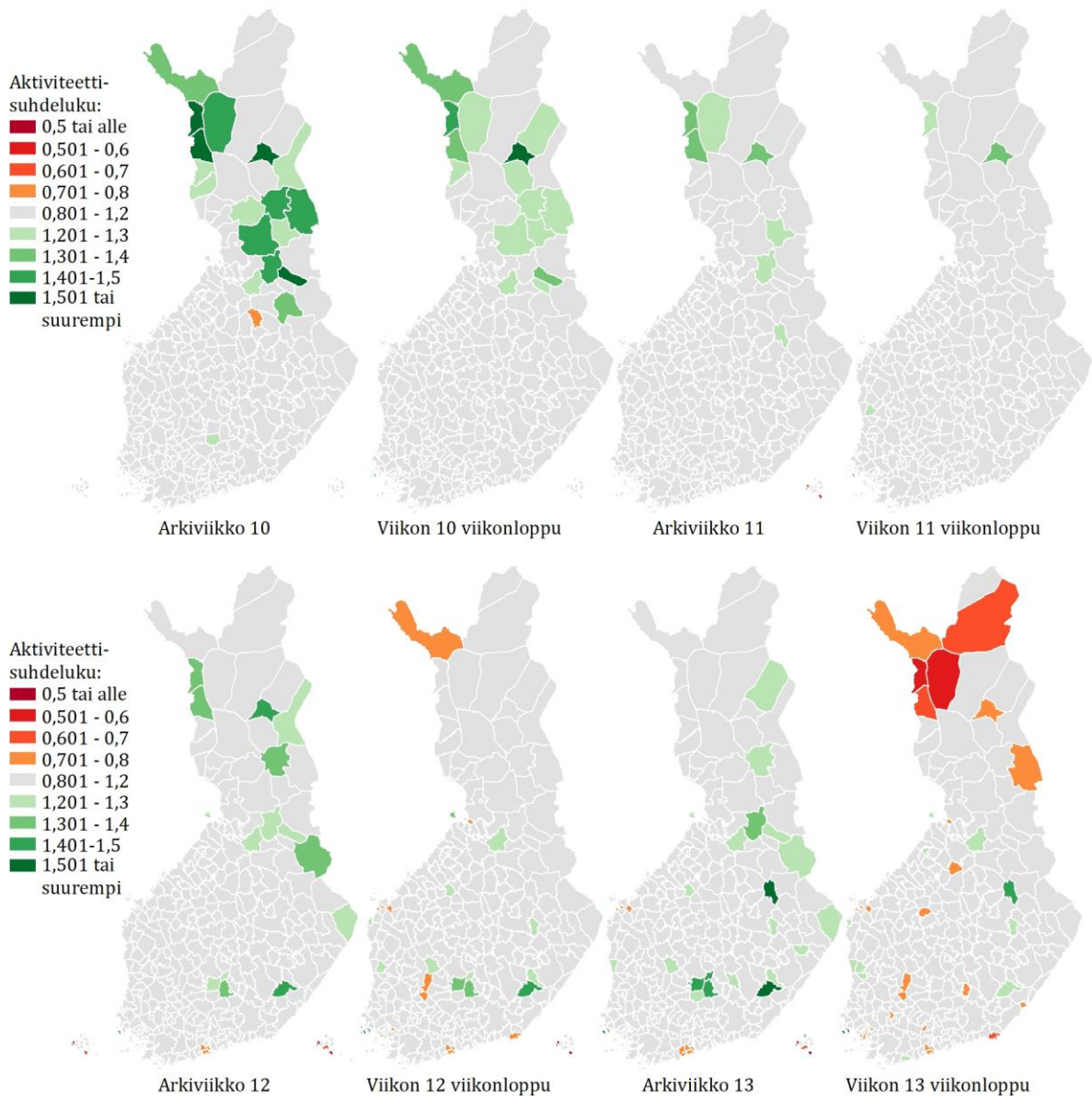
Kuvaavatko liikevirrat sitten ihmisten alueellista jakautumista? Kuva 23 esittää aktiviteettien muutosta kunnissa arkiviikoittain ja viikonloppuisin viikoilla 10–13. Kun kuvaa vertaa kuvaan 22 huomaa, että liikevirtojen väheneminen ei sellaisenaan suoraan tarkoita ihmismäärän vähenemistä – esimerkiksi useissa Lapin, Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan kunnissa ihmisiä on vielä arkiviikoilla 12 ja 13 enemmän kuin lähtökohtaviikolla, vaikka liikevirrat ovat jo vähentyneet.



**Kuva 23.** Aktiviteettien muutos kunnittain arkiviikosta 10 viikon 13 viikonloppuun.

Kuvasta 23 nähdään, että jo viikolla 10 Lapin kunnissa havaittu ihmispaljous jatkuu vielä arkiviikolle 12 asti. Arkiviikolla 11 länsirajalla Muonioissa ja Kolarissa väkimäärä on yli 30 % enemmän kuin lähtökohtaviikolla. Näiden naapurikunnassa Kittilässä (jossa on Levin laskettelukeskus) sama ilmiö näkyy hieman lievempänä (yli 20 % enemmän ihmisiä kuin lähtökohtaviikolla). Samoin Pelkosenniemellä väkiluku on korkealla. Lapin kuntien osalta lasku tapahtuu vasta viikon 12 viikonloppuna.

Kuva 24 osoittaa niitä kuntia, jossa aktiviteettimäärät ovat huomattavasti suurempia (yli 20 % enemmän ihmisiä) tai pienempiä (80 % tai alle) kuin lähtökohtaviikolla.



**Kuva 24.** Aktiviteettisuhdeluvun muutoksen ääripäät kunnittain arkiviikosta 10 viikon 13 viikonloppuun.

Samalla viikolla eteläisemmässä ja keskisemmässä Suomessa väestön lukumäärä kasvaa Kuhmossa ja Sysmässä yli 30 % lähtökohtatilanteesta, Puumalassa lukema on 44,8 % enemmän ja Kustavissa 40,5 %. Samoin viikolla 12 näkyy ensimmäistä kertaa Ahvenanmaan kuntia lukuun ottamatta väestömäärän lasku – Helsingissä ja Vantaalla on arkiviikolla 12 alle 80 % lähtökohtatilanne viikon väkimäärästä. Samankaltainen lasku näkyy viikon 12 viikonloppuna Tampereella, Vaasassa, Aurassa ja Virolahdella. Viikolla 13 väestön lukumäärää kasvattaneisiin kuntiin liittyvät Kuhmoinen, Luhanka ja Rautavaara. Viikon 13 viikonloppuun mennessä väkimäärä on laskenut Turun alueella, Kyyjärvellä, Riihimäellä, Humppilassa, Pertunmaalla, Kärsämäessä, Imatralla, Kuusamossa, Pelkosenniellä sekä voimakkaasti Lapin pohjoisemmissa kunnissa.

Taulukkoon 18 on koottu niitä kuntia, joissa aktiviteettisuhdeluku poikkeaa lähtökohtatilanteesta voimakkaasti. Valinnan perusteeksi määritettiin seuraavat kynnysarvot: tarkastelujaksolla (28 vuorokautta) tulee olla vähintään yksi sellainen vuorokausi, jolloin aktiviteettisuhdeluku on vähintään 1,3. Tätä valintaa tarkennettiin siten, että aktiviteettisuhdeluvun tulee olla vähintään 1,2 useampana kuin kahtena päivänä. Vastaavasti taulukkoon on lisätty myös ne kunnat, joissa aktiviteettisuhdeluku on vähintään yhtenä vuorokautena korkeintaan 0,8 sekä korkeintaan 0,9 useampana kuin kahtena päivänä.

**Taulukko 18.** Aktiviteettisuhdeluvultaan lähtökohtatilanteesta voimakkaasti poikkeavat kunnat.

Kunnat, joissa ASI $\geq$ 1,3 vähintään kolmena päivänä (maakunta)	Kunnat, joissa ASI $\leq$ 0,8 vähintään kolmena päivänä (maakunta)
Brändö (Ahvenanmaa)	Aura (Varsinais-Suomi)
Enontekiö (Lappi)	Eckerö (Ahvenanmaa)
Geta (Ahvenanmaa)	Enontekiö (Lappi)
Hailuoto (Pohjois-Pohjanmaa)	Espoo (Uusimaa)
Hyrnsalmi (Kainuu)	Föglö (Ahvenanmaa)
Kittilä (Lappi)	Hattula (Kanta-Häme)
Kolari (Lappi)	Helsinki (Uusimaa)
Kuhmo (Kainuu)	Inari (Lappi)
Kuhmoinen (Keski-Suomi)	Jomala (Ahvenanmaa)
Kustavi (Varsinais-Suomi)	Kauniainen (Uusimaa)
Kuusamo (Pohjois-Pohjanmaa)	Kempele (Pohjois-Pohjanmaa)
Lestijärvi (Keski-Pohjanmaa)	Kittilä (Lappi)
Luhanka (Keski-Suomi)	Kärsämäki (Pohjois-Pohjanmaa)
Muonio (Lappi)	Kökar (Ahvenanmaa)
Pelkosenniemi (Lappi)	Lemland (Ahvenanmaa)
Posio (Lappi)	Lempäälä (Pirkanmaa)
Pudasjärvi (Pohjois-Pohjanmaa)	Lumparland (Ahvenanmaa)
Puolanka (Kainuu)	Maarianhamina (Ahvenanmaa)
Puumala (Etelä-Savo)	Raisio (Varsinais-Suomi)
Rautavaara (Pohjois-Savo)	Sottunga (Ahvenanmaa)
Sotkamo (Kainuu)	Suomussalmi (Kainuu)
Sysmä (Päijät-Häme)	Tampere (Pirkanmaa)
Taivalkoski (Pohjois-Pohjanmaa)	Vaasa (Pohjanmaa)
Taivassalo (Varsinais-Suomi)	Vantaa (Uusimaa)
Vaala (Pohjois-Pohjanmaa)	Vieremä (Pohjois-Savo)
	Virolahti (Kymenlaakso)

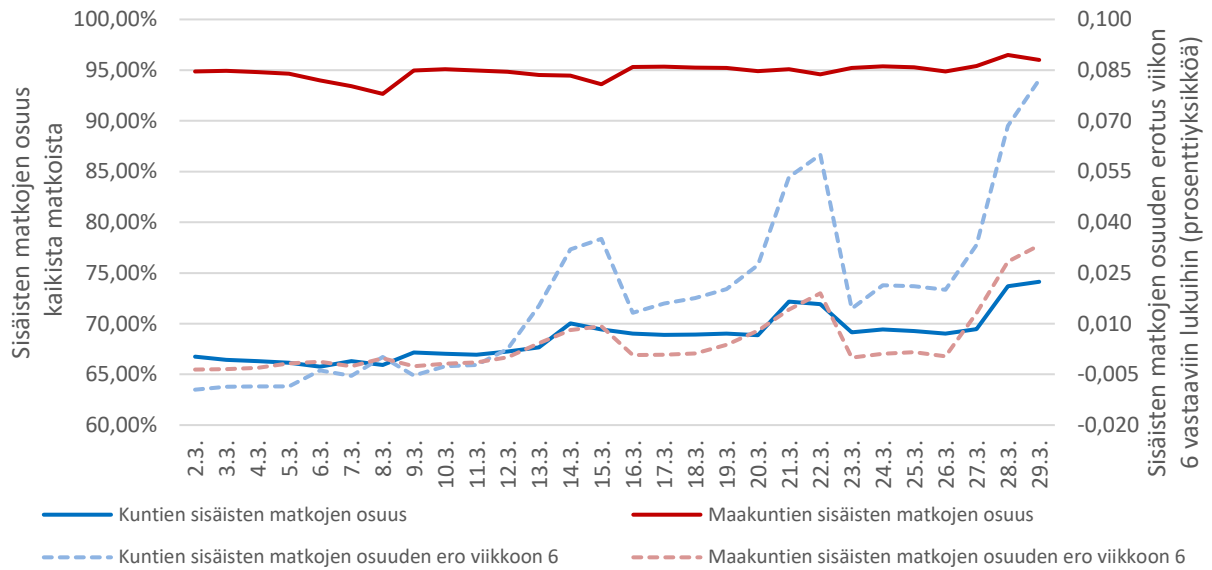
Kynnysarvoon päädyttiin seuraavasti: vähintään yhdeltä vuorokaudelta aktiviteettisuhdeluvun 1,3 saavuttaa vain 43 kuntaa, joka on 13,9 % kaikista Suomen kunnista. Tällöin otanta edustaa kärkeä. Tämän lisäksi aktiviteettisuhdeluku 1,3 tulee saavuttaa vähintään kolmena päivänä, jolloin joukosta voidaan erotella pois ne kunnat, joissa on yksittäinen korkean aktiviteettisuhdeluvun päivä ilman sitä mahdollisesti edeltävää ja seuraavaa hieman matalampaa, mutta silti normaalista korkeampaa (1,2) aktiviteettisuhdeluvun päivää. Näin jäljelle jää 25 kuntaa, joka on 8 % kaikista kunnista ja 58 % edellisestä otannasta.

Vastaava perustelu sopii myös asteikon toiseen päähän: 0,8 aktiviteettiluvun saavuttaa 42 kuntaa ja näistä luku on saavutettu vähintään kolmena päivänä 26 kunnassa. Aineisto ei ole jakautunut tasaisesti aktiviteettiluvun 1 molemmille puolille; huipukkuutta on enemmän suuremmissa arvoissa ja väkiluvun lasku näkyy taas maltillisemmin. Tämän takia alle yhden aktiviteettilukumuutokset ovat suhteellisesti pienempiä eikä kynnysarvona ole 0,7. Yksityiskohtana taulukosta 18 voidaan nostaa esiin, että Enontekiön kunta esiintyy molemmissa ryhmissä.

### **5.3. Minne liikevirrat kulkivat maaliskuussa 2020?**

Liike jakautui tutkimuksen aineiston mukaan alueen sisäiseen ja aluerajoja ylittävään liikkeeseen. Alueet voivat olla kuntia, kuten alkuperäisessä aineistossa; maakuntia, jos halutaan tarkastella suuremmalla mittakaavalla tai sairaanhoitopiirejä, mikäli tutkitaan tautitapausten määrää ja sen suhdetta liikkeeseen.

Kuva 25 kertoo kuntarajat ja maakuntarajat ylittävän liikkeen määrästä. Kuvassa esitetään kuntien ja maakuntien sisäisten matkojen osuus kaikista kuntiin ja maakuntiin kohdistuvista matkoista prosenttilukuna vasemmanpuoleisella pysty akselilla. Lisäksi kuvassa näkyy oikeanpuoleisessa pysty akselissa kuntien sisäisten ja maakuntien sisäisten matkojen osuuden erotus lähtökohtatilanteen eli viikon 6 (3.–9.2.2020) vastaavista luvuista – mikäli luku on yli nollan, on kyseisenä päivänä tehty sisäisiä matkoja enemmän kuin vastaavana viikon 6 viikonpäivänä.

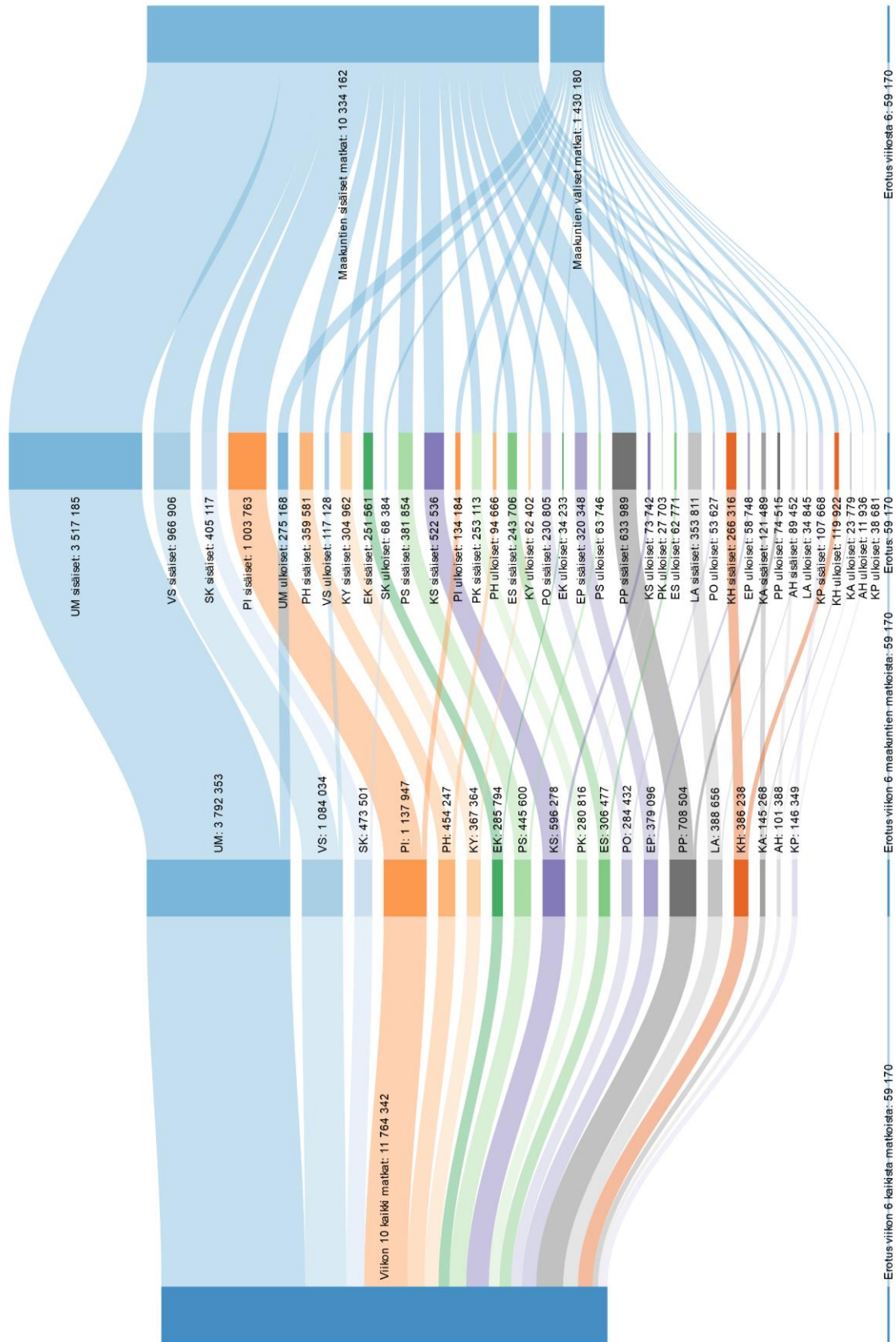


**Kuva 25.** Sisäisten matkojen osuus kunnittain ja maakunnittain viikoilla 10–13.

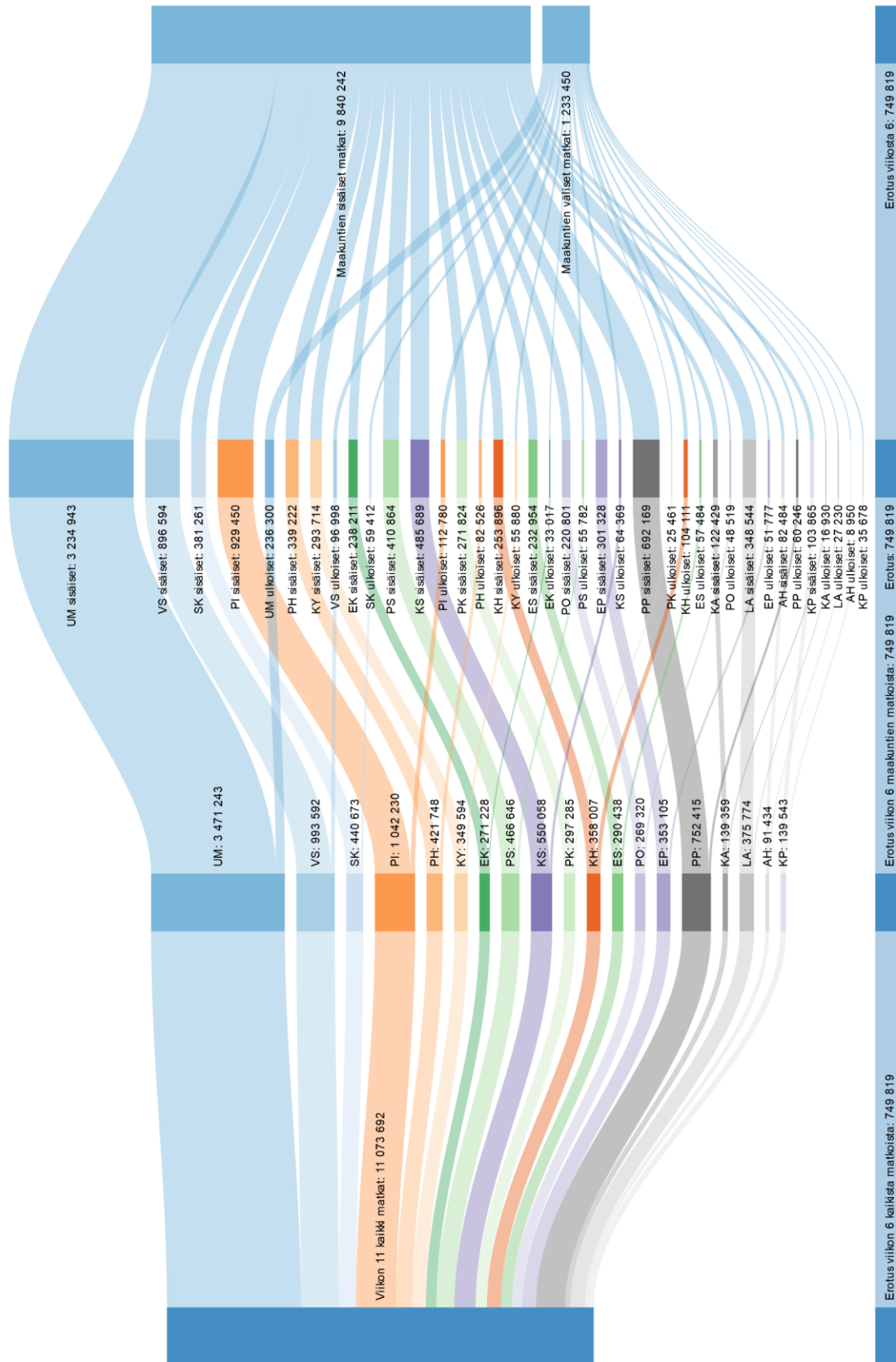
Kuva 25 osoittaa, että maakuntarajat ylittävien matkojen osuus ei merkittävästi muutu tarkastelujaksolla. Kuitenkin viikon 10 viikonloppuna ja vielä lievemmin viikon 11 viikonloppuna havaittava trendi, jossa maakuntarajat ylittävä matkojen määrä on hieman arkiviikkoa suurempi, hiipuu pois 16.3.2020 alkaen. Tämä tarkoittaa, että maakuntien rajoja ylittävää liikettä on yhä vähemmän, mitä pidemmälle tarkastelujakso kuluu. Muutos verrattuna lähtökohtaviikkoon on kuitenkin pientä ja jää suurimmillaankin alle kolmen prosenttiyksikön.

Kuntien sisäisten matkojen osuus sen sijaan kasvaa voimakkaammin tarkastelujaksolla. Muutos alkaa viikon 11 lopulla ja viimeistään viikon 11 viikonloppuna. Kuntien sisäisten matkojen osuus verrattuna viikon 6 vastaavaan kasvaa kohti tarkastelujakson loppua ja saavuttaa 29.3.2020 yli 8 prosenttiyksikön kasvun. Matkojen pituus (jos pituudella ymmärretään kunta- tai maakuntarajan ylittämistä) siis laskee liikkeiden määrän laskiessa ja mitä pidemmälle tarkastelujaksoa edetään, sitä vähemmän tehdään aluerajoja ylittäviä matkoja.

Kuvat 26–29 osoittavat matkojen jakautumista maakunnittain viikkojen 10–13 aikana. Kuvista näkyy sisäisten matkojen suuri osuus sekä matkojen absoluuttisen määrän lasku verrattaessa matkojen määrää viikkoon 6. Maakunnat pysyvät matkojen määrässä mitattuna pääsääntöisesti samassa järjestyksessä koko tarkastelujakson ajan, eli lasku on pääsääntöisesti tasaista maakunnittain.

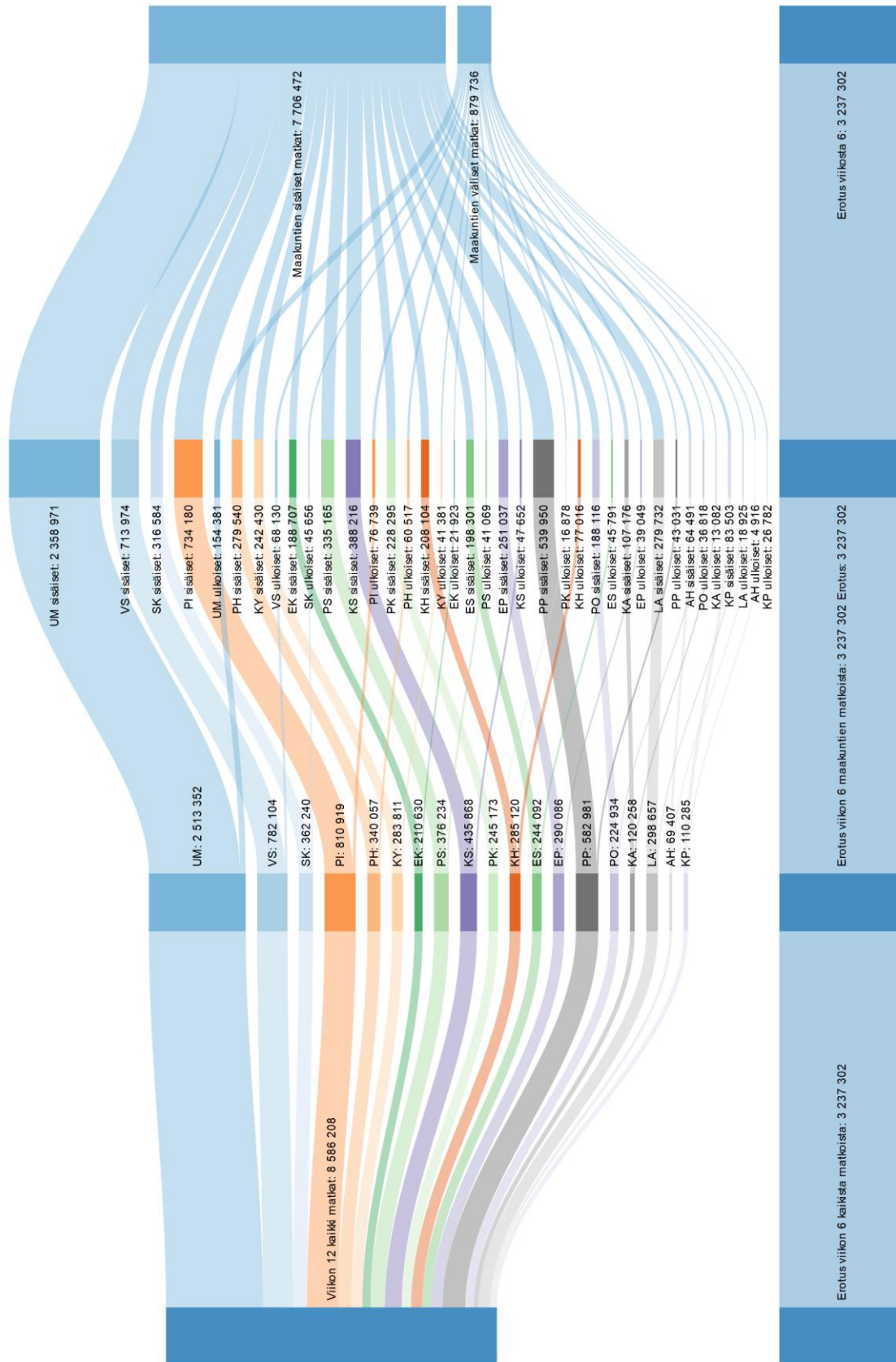


Kuva 26. Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyymi viikolla 10.

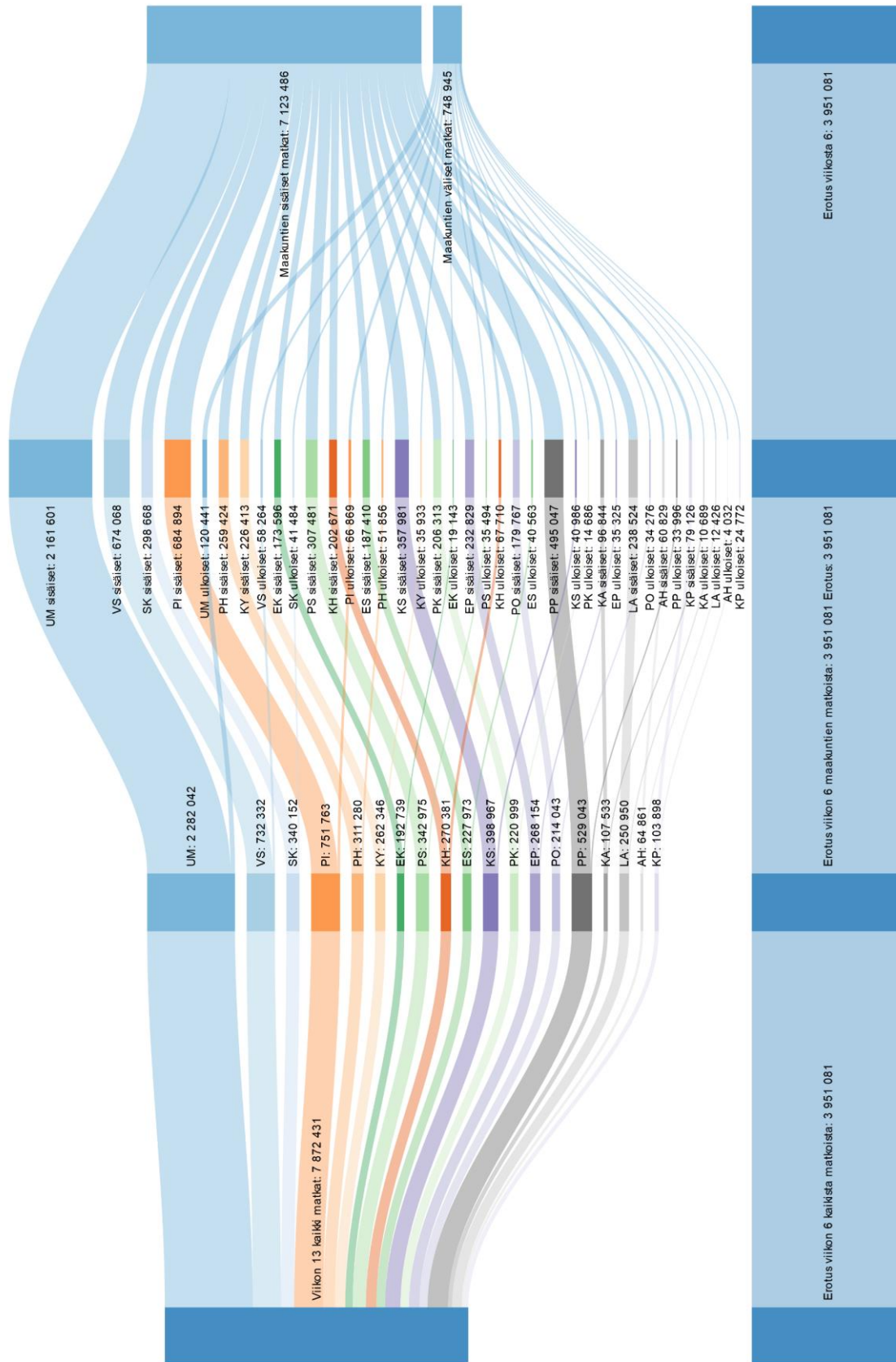


Kuva 27. Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyymi viikolla 11.





**Kuva 28.** Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyymi viikolla 12.



Kuva 29. Maakuntien sisäisen ja maakuntarajat ylittävän liikenteen volyymi viikolla 13.

Lapin matkojen määrän lasku on muita maakuntia nopeampaa – maakunnassa tehdään viikoilla 10–12 yhdeksänneksi eniten matkoja Suomessa mutta viikolla 13 maakunta sijoittuu sijalle 12 matkojen suhteellisessa määrässä. Tämä havainto on linjassa kuvien 21 ja 22 osoittamien liikkuvuuden ja aktiviteettien muutoksen kanssa. Pohjois-Savo aloittaa tarkastelujakson viikolla 10 ollen sijalla 8 ja nousee sijalle 6 viikoiksi 11–13. Viiden maakunnan kärki ei kuitenkaan muutu tarkastelujaksolla: Uusimaa, Pirkanmaa, Varsinais-Suomi, Pohjois-Pohjanmaa ja Keski-Suomi ovat osallisina 59,6 % (viikko 13) – 62 % (viikko 10) kaikista Suomen matkoista ja Uusimaa yksinään vähintään 29,0 % matkoista.

Kun reittejä kuntien välillä tarkasteltiin taulukon 12 luokittelulla, havaittiin että 95 172 mahdollisesta reitistä tarkastelujaksolla 2.–29.3.2020 käytettiin hieman alle puolta – kuntien välillä liikkui ihmisiä 44 120 erilaista reittiä pitkin.

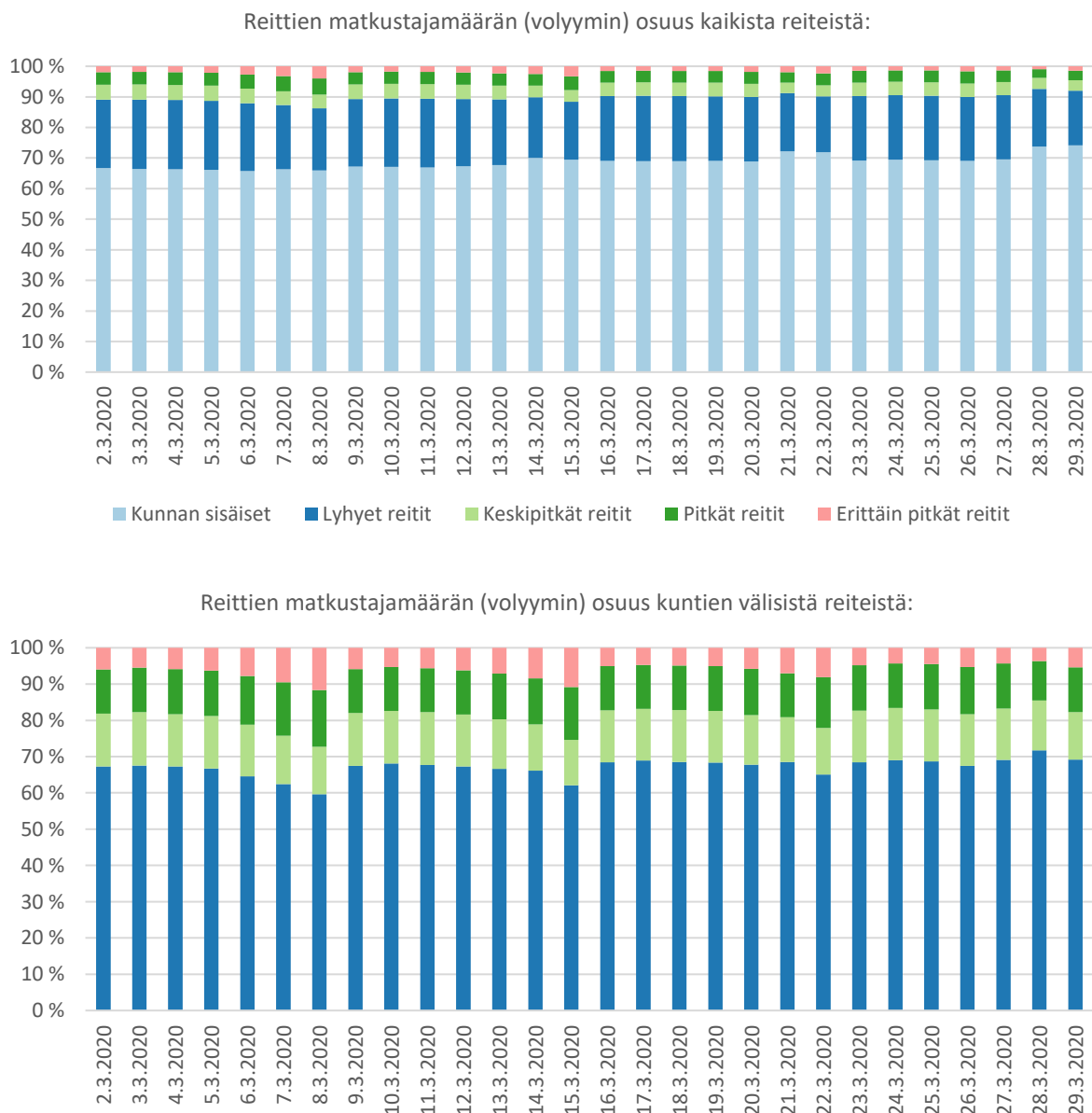
Taulukossa 19 näytetään reittien jakautuminen yhteen laskettuna koko tarkastelujaksolla eri reittiluokkien mukaan. Tulokset taulukossa kertovat, että yli 80 % kaikista matkoista toteutetaan luokittelun mukaisesti joko naapurikuntiin tai korkeintaan 50 km etäisyydelle.

**Taulukko 19.** Kaikkien reittien jakautuminen etäisyyksien mukaan 2.3.–29.3.2020.

Etäisyysluokka	Luokan määrittely	Reittien lukumäärä ja lukumäärän osuus kaikista kuntien välisistä käytetyistä reiteistä	Matkustusvolyymi reitillä ja volyymin osuus koko volyyymistä
Lyhyt reitti	Reitit kunnasta naapurikuntaan	1 600, 3,6 %	55 370 270, 67 %
Keskipitkä reitti	Reitti ei ole naapurikuntaan ja on alle 50 km	1 515, 3,4 %	11 610 430, 14,1 %
Pitkät reitti	Reitti ei ole naapurikuntaan ja matkan pituus on 50–120 km	9 702, 22,0 %	10 456 040, 12,7 %
Erittäin pitkä reitti	Reitti ei ole naapurikuntaan ja matkan pituus on yli 120 km	31 303, 70,9 %	5 149 610, 6,2 %

Muuttuvatko reittien pituudet ajanjaksolla? Kuva 30 osoittaa, että pienehköä muutosta eri pituisten reittien välillä tapahtuu, kun reittejä mitataan reittien suhteellisella matkustajamäärällä (volyymillä) kaikkiin matkustajiin nähden. Viikkojen 10, 11 ja 12 viikonloppuina pidempien reittien matkustajamäärän suhteellinen osuus kasvaa, mutta

ilmiö ei enää toistu viikon 13 viikonloppuna. Erittäin pitkien reittien osuus laskee lähes 8 % tarkastelujaksolla. Suurin vaihtelu on lyhyillä reiteillä (12,11 prosenttiyksikköä), joiden suhteellinen osuus on pienimmillään viikon 10 viikonloppuna ja nousee kohti tarkastelujakson loppua. Reittien pituuden osalta suhteellinen matkustajamäärän muutos kaikkiin matkustajiin nähden on siis maltillinen. Lisäksi kuntarajan ylittävän liikkeen määrä on kaikesta liikemäärästä alle kolmanneksen koko tarkastelujakson ajan, kuten kuva 25 jo osoittikin.



**Kuva 30.** Reittien osuus reitin pituuden ja volyymin perusteella.

Kun tarkastellaan reittiluokkien päiväkohtaista osuutta kaikista reiteistä, niin vähiten tarkastelujaksolla vaihtelee keskipitkien reittien osuus (3,96 prosenttiyksikköä) ja suurin

vaihtelu on erittäin pitkillä reiteillä (15,18 prosenttiyksikköä). Reittiluokkien volyymin päiväkohtaisen keskiarvon osuus kaikkien reittien osuudesta vaihtelee vain vähän – suurin vaihtelu on lyhyillä reiteillä (3,29 prosenttiyksikköä).

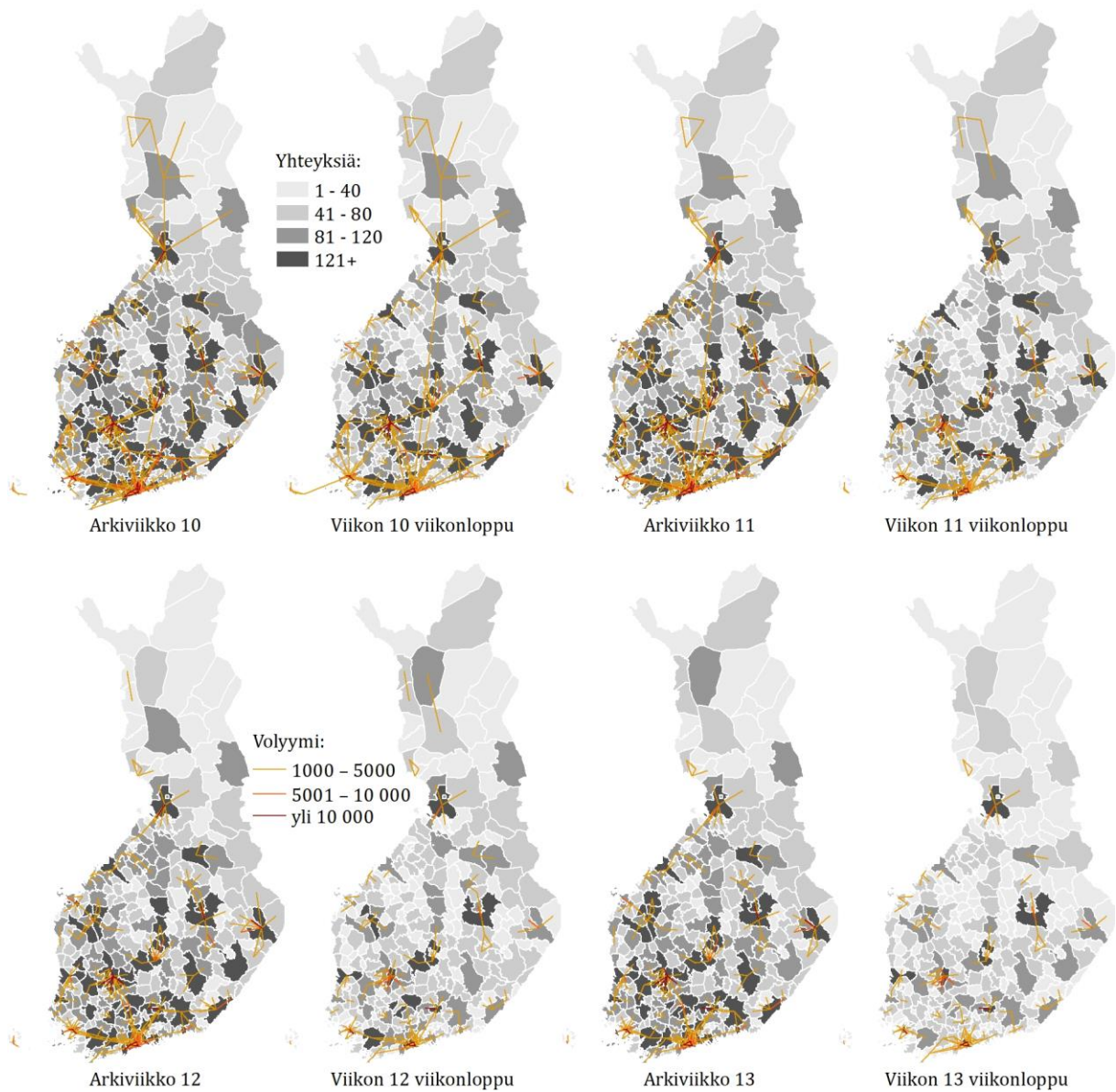
**Taulukko 20.** Reitti- ja volyymimäärien keskiarvoja viikkojen 10–13 arkiviikkoisin ja viikonloppuisin.

	viikko 10		viikko 11		viikko 12		viikko 13	
	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu
Volyymi yhteensä	20 145 405	5 941 775	19 357 705	4 257 160	13 932 130	3 377 990	12 557 025	3 017 160
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-3,91 %	-28,35 %	-28,03 %	-20,65 %	-9,87 %	-10,68 %
Reittien lukumäärä yhteensä	80 169	34 119	78 806	29 978	71 079	26 445	68 614	21 707
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-1,70 %	-12,14 %	-9,81 %	-11,79 %	-3,47 %	-17,92 %
Volyymien keskiarvo reitillä	251	174	246	142	196	128	183	139
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-2,25 %	-18,45 %	-20,20 %	-10,05 %	-6,63 %	8,81 %
Volyymi lyhyillä reiteillä	13 422 475	3 630 340	13 054 645	2 737 810	9 531 175	2 259 725	8 605 020	2 129 080
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-2,74 %	-24,59 %	-26,99 %	-17,46 %	-9,72 %	-5,78 %
Lyhyiden reittien lukumäärä	7 973	3 181	7981	3188	7974	3185	7 974	3 179
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	0,10 %	0,22 %	-0,09 %	-0,09 %	0,00 %	-0,19 %
Volyymien keskiarvo lyhyillä reiteillä	1683	1141	1636	859	1195	709	1079	670
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-2,84 %	-24,75 %	-26,93 %	-17,38 %	-9,72 %	-5,60 %
Volyymi keskipitkillä reiteillä	2 918 580	787 440	2 770 905	538 355	1 971 265	425 610	1 791 600	406 675
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-5,06 %	-31,63 %	-28,86 %	-20,94 %	-9,11 %	-4,45 %
Keskipitkien reittien lukumäärä	6 868	2 680	6 855	2 598	6 737	2 527	6719	24 82
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-0,19 %	-3,06 %	-1,72 %	-2,73 %	-0,27 %	-1,78 %
Volyymien keskiarvo keskipitkillä reiteillä	425	294	404	207	293	168	267	164
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-4,88 %	-29,47 %	-27,61 %	-18,72 %	-8,87 %	-2,72 %
Volyymi pitkillä reiteillä	2 532 760	900 325	2 367 705	574 605	1 720 605	437 060	15 76 045	34 6935
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-6,52 %	-36,18 %	-27,33 %	-23,94 %	-8,40 %	-20,62 %
Pitkien reittien lukumäärä	27 674	11 193	27088	9721	25703	8917	25 303	7 951
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-2,12 %	-13,15 %	-5,11 %	-8,27 %	-1,56 %	-10,83 %
Volyymien keskiarvo pitkillä reiteillä	92	80	87	59	67	49	62	44
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-4,49 %	-26,51 %	-23,41 %	-17,08 %	-6,95 %	-10,98 %
Volyymi erittäin pitkillä reiteillä	1 271 590	623 670	1 164 450	406 390	709 085	25 5595	584 360	134 470
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-8,43 %	-34,84 %	-39,11 %	-37,11 %	-17,59 %	-47,39 %
Erittäin pitkien reittien lukumäärä	37 654	17 065	36 882	14 471	30 665	11 816	28 618	8 095
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-2,05 %	-15,20 %	-16,86 %	-18,35 %	-6,68 %	-31,49 %
Volyymien keskiarvo erittäin pitkillä reiteillä	34	37	32	28	23	22	20	17
<i>Muutos edelliseen viikkoon</i>	..	..	-6,51 %	-23,16 %	-26,76 %	-22,97 %	-11,69 %	-23,21 %

Taulukko 20 esittää reitti- ja volyymimääriä arkiviikkojen ja viikonloppujen keskiarvoina tarkastelujaksolla. Taulukosta käy ilmi, että niin volyymissä kuin reittien lukumäärässä tapahtuu jyrkkä lasku viikon 11 viikonloppuna ja viikolla 12. Lyhyiden, keskipitkien ja pitkien reittien lukumäärän lasku on samankaltaista, mutta erittäin pitkien reittien lukumäärä laskee selvästi voimakkaammin. Volyymi lyhyillä ja keskipitkillä reiteillä

vaihtelee vain hieman, mutta pitkillä ja erityisesti erittäin pitkillä reiteillä volyyymi laskee voimakkaasti. Lisäksi jälkimmäisten reittien volyymin lasku on huomattavan suurta viikkojen 11–13 viikonloppuina. Havaittavissa on myös, että reittien lukumäärä ja volyyymi reitillä laskevat sitä enemmän, mitä pidempi reitti on.

Reittien lukumäärän vaihtelu ja reittien volyymin vaihtelu arkiviikkojen ja viikonloppujen välillä on voimakasta. Vaihtelu on kuitenkin niin reittien lukumäärällä kuin volyyymilla suhteellisesti samankaltaista – eli matkustajien määrä ja reittien varianssi laskevat yhtäaikaaisesti.



**Kuva 31.** Kuntien reittien lukumäärä ja volyyमितään suurimmat reitit viikoilla 10–13.

Kuva 31 osoittaa, että yhteyksien lukumäärän keskiarvo laskee niin arkiviikkoisin kuin viikonloppuisin (erityisesti silloin) koko tarkastelualueella alkaen viikosta 11. Kuvassa osoitetaan aikaisemmasta tarkastelusta poiketen kunnittain yhteyksien määrää eikä reittien määrää. Tämä tarkoittaa, että kunta ei voi olla yhteydessä toiseen kuntaan kahdesti vaan yhteyden syntymiseksi riittää, että jommastakummasta kunnasta on ollut reitti toiseen kuntaan. Tarkastelutavan erolla on haluttu korostaa havaintoa, että myös kuntien välisten yhteyksien määrä laskee reittien määrän vähenemisen myötä.

Arkiviikoilla 10 ja 11 yhteyksiä on yhdestä kunnasta keskimäärin 90 ja 89, kun arkiviikolla 12 keskiarvo on 81 ja arkiviikolla 13 enää 79 yhteyttä. Viikonloppujen lukemat laskevat vielä jyrkemmin: viikon 10 viikonloppuna yhteyksiä on 72 ja viikon 11 viikonloppuna enää 64. Viikon 12 viikonloppuna kunnasta muodostuu yhteys keskimäärin 57 kuntaan ja viimeisenä tarkasteltavana viikonloppuna viikolla 13 lukema on enää 47.

Kuva 31 näyttää myös runsasvolyyymisten reittien määrän laskun. Kuvan reittien volyyymi on aina kunkin ajanjakson (arkiviikko tai viikonloppu) keskiarvo. Vaikka suuri osa keskuskunnista yhdistyy edelleen ympäröiviin kuntiinsa yli 1 000 henkilön volyyymillä, laskee keskuskuntien ulkopuolisten kuntien välisten reittien määrä. Pohjoisemman Suomen osalta viikolla 12 enää Oulu on voimakkaasti liittynyt muihin kuntiin, kun viikolla 11 Rovaniemi ja Ruotsin vastaisen rajan kunnat näkyvät vielä selkeästi tuloksissa. Erityisesti naapurikuntia pidemmälle tai lyhyen etäisyyden päässä olevia kuntia kauemmaksi ulottuvat reitit vähenevät tarkastelujakson edetessä.

#### **5.4. Mikä selittää muutosta?**

Ensimmäisenä tarkastellaan työmatkaliikenteen selittävyyttä kuntarajan ylittävän liikenteen osuuteen. Hypoteesina oli, että koronarajoitusten ja etätyösuositusten alkaessa työmatkat vähenevät ja tämä näkyisi selkeämmin sellaisissa kunnissa, jossa pendelöintiaste on korkea.

Huolimatta muuttujien välillä olevasta kohtalaisesta yhteydestä, ei hypoteesi osoittaudu todeksi, sillä kuntarajat ylittävän liikenteen korrelaatio pendelöintisuhteen kanssa ei muutu merkittävästi tarkastelujakson edetessä. Sen sijaan pendelöinnin osuus vaikuttaisi selittävän paremmin arkiviikkojen ja viikonloppujen välisen liikkuvuussuhdeluvun eroja

– pendelöintisuhde ja liikkuvuussuhdeluku saavat korkeamman positiivisen korrelaation arkiviikkoisin. Taulukossa 21 on esitetty näiden kahden muuttujan korrelaatiokertoimet ja merkitsevyysluvut sekä kuvassa 32 hajontakuviot arkiviikoilta ja viikonlopuilta viikkojen 10–13 ajalta.

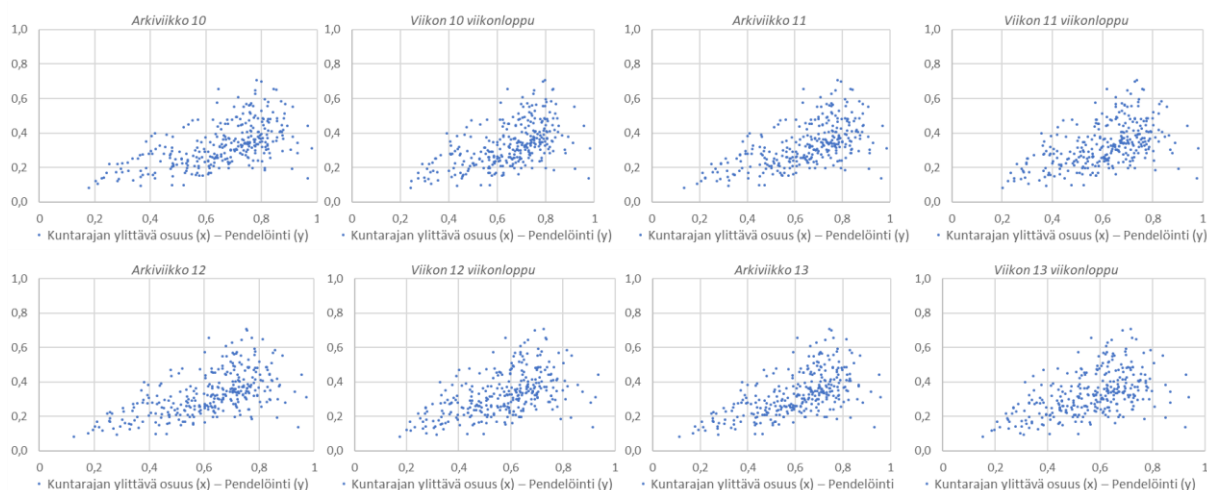
**Taulukko 21.** Kuntarajan ylittävän liikenteen osuuden ja pendelöintiasteen korrelaatio.

Ajanjakso	Korrelaatiokerroin $r$ (Pearson)	Merkitsevyysluku $p$ (kaksisuuntainen testi)
Arkiviikko 10	0,577	0,000***
Viikon 10 viikonloppu	0,534	0,000***
Arkiviikko 11	0,582	0,000***
Viikon 11 viikonloppu	0,502	0,000***
Arkiviikko 12	0,577	0,000***
Viikon 12 viikonloppu	0,515	0,000***
Arkiviikko 13	0,587	0,000***
Viikon 13 viikonloppu	0,500	0,000***

Syytä tulokselle on varmasti monia. Manner-Suomen kuntia, joihin pendelöi yli 50 % kunnan työvoimasta on 25 kappaletta. Esimerkkejä näistä kunnista ovat Raisio, Pirkkala ja Harjavalta, joissa kaikissa teollisuus sekä tukku- ja vähittäiskauppa muodostavat yli 25 % työpaikoista (Tilastokeskus 2018). On mahdollista, että mainitut toimialat eivät mahdollista etätyötä samalla tavalla kuin esimerkiksi palveluala tai hallinto ja tukipalvelutoiminta. Muita esimerkkejä kunnista, joihin pendelöidään runsaasti ovat Tuusula ja Vantaa. Nämä molemmat ovat kuntia, joilla on runsaasti yhteyksiä muihin kuntiin. Yhteyksien runsas lukumäärä kertoo mahdollisesti myös muusta kuin työliikenteestä, kuten esimerkiksi kunnan palveluiden käyttämisestä tai koulumatkoista kuntaan.

Saattaa myös olla, että työmatkaliikenteen osuus ei erotu selvästi liikkuvuussuhdeluvusta. Suhdeluku kerää kaiken liikkeen ja kuntien välillä matkustetaan myös muista syistä kuin työn teon takia. Toisaalta parempi korrelaatio arkiviikkoisin voi kertoa siitä, että työmatkustuksella on silti merkittävä osa liikkuvuussuhdeluvun kuvaamasta volyymistä – tai sitten tulos kertoo enemmänkin, että kuntiin matkustetaan enemmän arkiviikolla kuin viikonloppuisin.





**Kuva 32.** Hajontakaavio kuntarajan ylittävän liikenteen osuudelle ja pendelöintiasteelle.

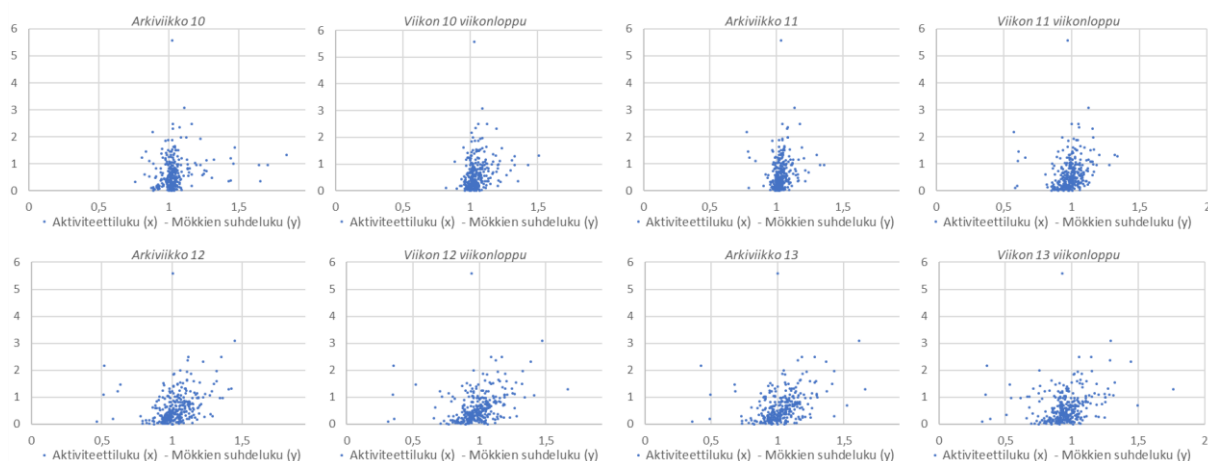
Toisena hypoteesina esitettiin, että väestö lähti mökkipaikkakunnille covid19-epidemian kiihtyessä – ajankohdallisesti tämä tarkoittaisi viikkoja 11–13. Tämä hypoteesi ei osoittaudu sellaisenaan todeksi käytettävillä muuttujilla tarkasteltuna. Muuttujien korrelaation tulokset esitetään taulukossa 22 ja kuvassa 33. Tuloksista on kuitenkin havaittavissa, että viikon 12 viikonloppuna ja arkiviikolla 13 muuttujien välille syntyy heikko yhteys.

**Taulukko 22.** Aktiviteettisuhdeluvun ja mökkien sekä asuinrakennusten suhdeluvun korrelaatio.

Ajanjakso	Korrelaatiokerroin $r$ (Pearson)	Merkitsevyyysluku $p$ (kaksisuuntainen testi)
Arkiviikko 10	0,155	0,006**
Viikon 10 viikonloppu	0,236	0,000***
Arkiviikko 11	0,171	0,003***
Viikon 11 viikonloppu	0,204	0,000***
Arkiviikko 12	0,294	0,000***
Viikon 12 viikonloppu	0,302	0,000***
Arkiviikko 13	0,336	0,000***
Viikon 13 viikonloppu	0,228	0,000***

Vaikka mökkien lukumäärä ei selitä väestön sijaintia kunnissa koko Suomea ajatellen, saattaa se kuitenkin selittää erityisesti toisen ääripään kuntien tilannetta. Tarkasteltaessa kuntia Ahvenanmaan ulkopuolella, missä mökkien lukumäärä on vähintään kaksinkertainen asuinrakennuksiin nähden (Kustavi, Puumala, Hirvensalmi, Kuhmoinen ja Taivassalo) havaitaan, että kaikissa näissä kunnissa aktiviteettien ja liikkuvuuden määrä kasvoi voimakkaasti viikoilla 12 ja 13 (kuvat 21 ja 22).

Mökkien lukumäärä asuinrakennuksiin nähden on erityisen pieni muun muassa etelän isoissa kaupungeissa kuten Helsingissä, Vantaalla, Järvenpäässä ja Espoossa. Näiden alueiden aktiviteettien muutosta ei todennäköisesti voida selittää vähäisellä mökkien määrällä, vaan siihen on muita syitä.



**Kuva 33.** Hajontakaavio aktiviteetisuhdeluvulle ja mökkien sekä asuinrakennusten suhdeluvulle.

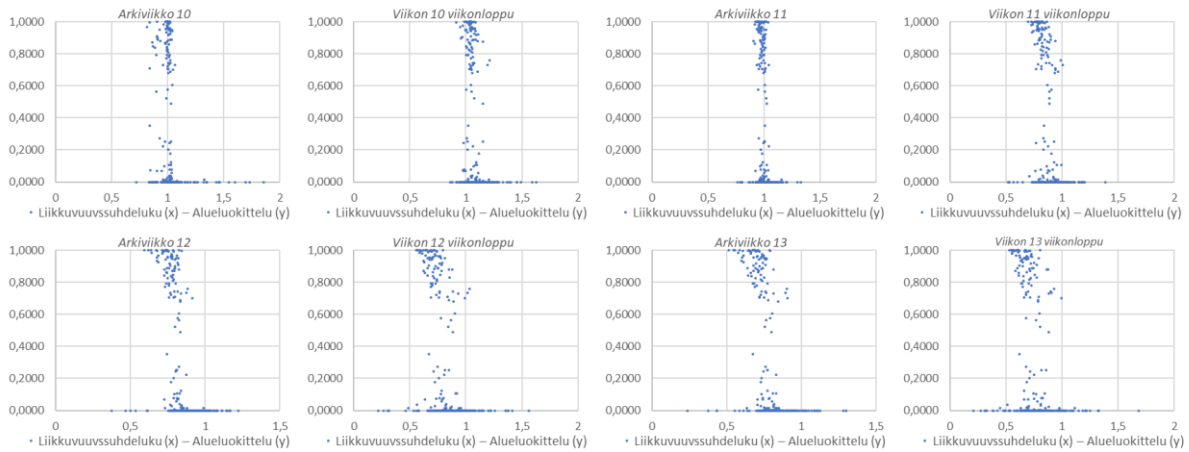
Kolmas hypoteesi käsitteli liikkuvuuden ja kuntien alueluokittelun välistä yhteyttä. Korrelaatiotestin perusteella vaikuttaisi, että liikkuvuus laskee kunnissa, joissa asutus on enemmän kaupunkimaista – liikkuvuudella ja alueluokituksella on negatiivinen kohtalainen korrelaatio viikon 11 viikonlopusta arkiviikolle 13 asti (taulukko 23).

**Taulukko 23.** Liikkuvuussuhdeluvun ja alueluokittelun korrelaatio.

Ajanjakso	Korrelaatiokerroin $r$ (Pearson)	Merkitsevyysluku $p$ (kaksisuuntainen testi)
Arkiviikko 10	-0,223	0,000***
Viikon 10 viikonloppu	-0,227	0,000***
Arkiviikko 11	-0,279	0,000***
Viikon 11 viikonloppu	-0,365	0,000***
Arkiviikko 12	-0,477	0,000***
Viikon 12 viikonloppu	-0,365	0,000***
Arkiviikko 13	-0,440	0,000***
Viikon 13 viikonloppu	-0,267	0,000***

Jälleen on mahdollista, että alueluokitus ei sellaisenaan kuvaa riittävästi liikkuvuuteen vaikuttavia tekijöitä. Vaikka tulosten perusteella vaikuttaakin, että liikkuvuus laskee alueilla, joilla väestö asuu kaupunkimaisesti, lienee liian rohkeaa arvioida sen johtuvan pelkästään alueluokasta. Eräs perustelu tähän on, että viikon 13 viikonloppuna

korrelaatio heikkenee liikkuvuuden laskiessa kuitenkin edelleen. Hajontakuviota (kuva 34) tarkasteltaessa huomataan, että arkiviikon hajontaa syntyy enemmän vasta viikosta 12 alkaen. Lisäksi alueluokitus aineisto on luokittelultaan polaarista. Hajontaa on myös runsaasti erityisen maaseutumaisilla kunnilla.



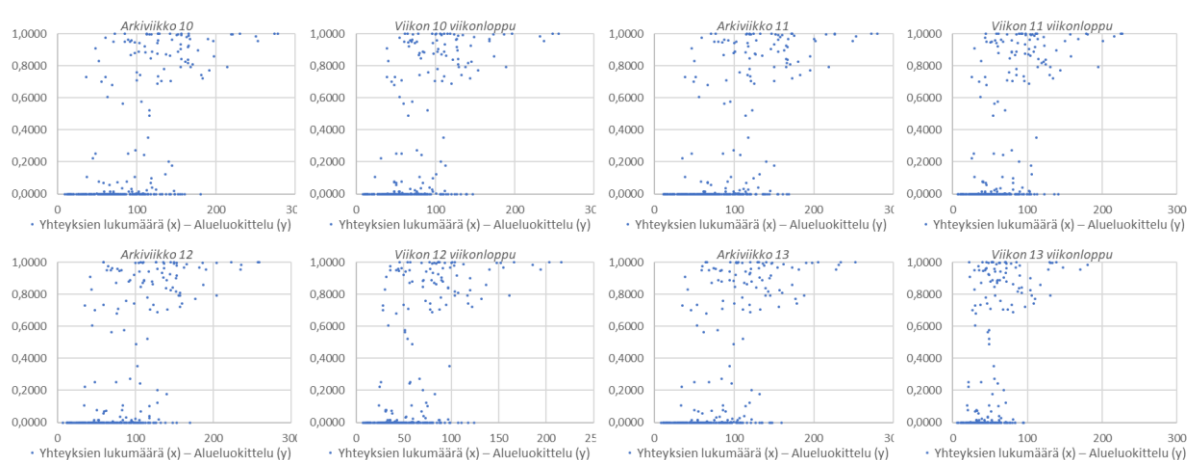
**Kuva 34.** Hajontakaavio liikkuvuussuhdeluvulle ja alueluokittelulle.

Selittääkö alueluokitus kunnan yhteyksien lukumäärää? Korrelaatio alueluokittelun ja kuntien yhteyksien määrän välillä lähenee voimakasta, eli mitä kaupunkimaisempaa kunnan asutus on, sitä enemmän kunnasta muodostuu yhteyksiä (taulukko 24). Kaupunkimaisuus kertoo myös runsaasta väestömäärästä, joka sellaisenaan luonnollisesti lisää yhteyksien muodostumista.

Korrelaatio on voimakkaampaa arkiviikkoisin, mikä johtuu mahdollisesti työ- ja koululiikenteestä. Korrelaation lasku viikonloppuisin kertoo mahdollisesti väestön siirtymisestä pois kaupunkimaisilta kunnilta jo arkiviikon aikana. Todennäköisemmin korrelaation lasku kertoo kaiken liikenteen vähenemisestä, mikä tulee selkeämmin ilmi aikoina, jolloin pakollinen liikkuminen on vähäisempää eli viikonloppuisin. Kuvan 35 hajontakuviosta havaitaan myös kaikkien yhteyksien absoluuttisen määrän lasku erityisesti viikkojen 12 ja 13 viikonloppuina.

**Taulukko 24.** Kuntaan kohdistuvien yhteyksien lukumäärän ja alueluokittelun korrelaatio.

Ajanjakso	Korrelaatiokerroin $r$ (Pearson)	Merkitsevyysluku $p$ (kaksisuuntainen testi)
Arkiviikko 10	0,613	0,000***
Viikon 10 viikonloppu	0,602	0,000***
Arkiviikko 11	0,611	0,000***
Viikon 11 viikonloppu	0,580	0,000***
Arkiviikko 12	0,615	0,000***
Viikon 12 viikonloppu	0,580	0,000***
Arkiviikko 13	0,604	0,000***
Viikon 13 viikonloppu	0,540	0,000***



**Kuva 35.** Hajontakaavio yhteyksien lukumäärälle ja alueluokittelulle.

Taulukossa 25 on reittien volyyymiä tarkasteltu siten, että reitit on ryhmitelty kuntien keskeisyysarvojen mukaan. Taulukon lukemista tulee huomata, että yksittäisen reitin volyyymi on laskettu mukaan kahteen eri kuntaan: mikäli keskeisyysarvo 1 kunnasta 91 lähtee lyhyt reitti keskeisyysarvo 2:n kuntaan 753 jonka volyyymi on 400, näkyy tulos 400 osana lyhyet reitit -ryhmän Volyyymi keskeisyysarvo 1 kuntiin tai kunnista ja Volyyymi keskeisyysarvo 2 kuntiin tai kunnista -rivejä.

Taulukossa 26 esitetään taulukon 25 volyyymimäärien perusteella volyyymien osuudet reittiluokittain ja keskeisyysarvoittain – taulukon lukema kertoo kyseisen keskeisyysarvon volyyymien osuuden reittiluokittain eri keskeisyysarvojen välillä.

**Taulukko 25. Volyyimimäärät reittiluokkien ja keskeisyysarvon perusteella viikoilla 10–13.**

Keskeisyysarvoluokkien kuntien lukumäärä: 1: 17 (5,5 % kaikista) 2: 4 (1,3 % kaikista) 3: 104 (33,7 % kaikista) 4: 94 (30,4 % kaikista) 5: 65 (21,0 % kaikista) 6: 14 (4,5 % kaikista) 7: 10 (3,2 % kaikista) 8: 1 (0,3 % kaikista)	Viikko 10		Viikko 11		Viikko 12		Viikko 13	
	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu
<b>Lyhyet reitit:</b>								
Volyyymi keskeisyysarvo 1 kuntiin tai kunnista:	1 557 982	1 003 285	1 507 363	724 288	1 037 401	569 468	917 609	538 068
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-3,25 %	-27,81 %	-31,18 %	-21,38 %	-11,55 %	-5,51 %
Volyyymi keskeisyysarvo 2 kuntiin tai kunnista:	81 260	50 368	81 939	39 335	64 377	33 588	58 536	31 778
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,84 %	-21,90 %	-21,43 %	-14,61 %	-9,07 %	-5,39 %
Volyyymi keskeisyysarvo 3 kuntiin tai kunnista:	2 484 254	1 654 275	2 417 314	1 238 303	1 740 135	1 014 590	1 565 644	961 478
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-2,69 %	-25,15 %	-28,01 %	-18,07 %	-10,03 %	-5,23 %
Volyyymi keskeisyysarvo 4 kuntiin tai kunnista:	853 479	632 798	830 542	503 085	654 353	431 870	603 863	403 205
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-2,69 %	-20,50 %	-21,21 %	-14,16 %	-7,72 %	-6,64 %
Volyyymi keskeisyysarvo 5 kuntiin tai kunnista:	303 638	219 515	296 369	179 513	245 085	161 710	227 997	149 110
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-2,39 %	-18,22 %	-17,30 %	-9,92 %	-6,97 %	-7,79 %
Volyyymi keskeisyysarvo 6 kuntiin tai kunnista:	69 776	51 410	70 857	40 993	57 977	37 723	55 549	34 753
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	1,55 %	-20,26 %	-18,18 %	-7,98 %	-4,19 %	-7,87 %
Volyyymi keskeisyysarvo 7 kuntiin tai kunnista:	17 156	17 000	16 170	11 283	12 366	10 103	12 064	10 055
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-5,75 %	-33,63 %	-23,53 %	-10,46 %	-2,44 %	-0,47 %
Volyyymi keskeisyysarvo 8 kuntiin tai kunnista:	1 445	1 690	1 304	1 013	776	675	746	635
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-9,76 %	-40,09 %	-40,49 %	-33,33 %	-3,87 %	-5,93 %
<b>Keskipitkät reitit:</b>								
Volyyymi keskeisyysarvo 1 kuntiin tai kunnista:	309 231	199 460	291 450	130 823	195 636	101 223	173 684	97 713
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-5,75 %	-34,41 %	-32,87 %	-22,63 %	-11,22 %	-3,47 %
Volyyymi keskeisyysarvo 2 kuntiin tai kunnista:	7 250	5 443	7 309	3 628	4 946	2 993	4 633	2 155
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,81 %	-33,35 %	-32,33 %	-17,51 %	-6,33 %	-27,99 %
Volyyymi keskeisyysarvo 3 kuntiin tai kunnista:	287 007	199 948	274 109	140 365	208 488	114 258	193 222	107 603
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-4,49 %	-29,80 %	-23,94 %	-18,60 %	-7,32 %	-5,82 %
Volyyymi keskeisyysarvo 4 kuntiin tai kunnista:	451 015	284 973	427 289	196 100	299 476	153 660	271 255	144 970
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-5,26 %	-31,19 %	-29,91 %	-21,64 %	-9,42 %	-5,66 %
Volyyymi keskeisyysarvo 5 kuntiin tai kunnista:	59 681	47 353	58 344	33 000	44 787	28 298	43 148	28 730
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-2,24 %	-30,31 %	-23,24 %	-14,25 %	-3,66 %	1,53 %
Volyyymi keskeisyysarvo 6 kuntiin tai kunnista:	29 086	22 910	28 019	16 780	21 360	14 690	19 478	14 620
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-3,67 %	-26,76 %	-23,77 %	-12,46 %	-8,81 %	-0,48 %
Volyyymi keskeisyysarvo 7 kuntiin tai kunnista:	19 349	20 893	17 834	14 503	11 579	8 960	9 653	9 230
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-7,83 %	-30,59 %	-35,07 %	-38,22 %	-16,63 %	3,01 %
Volyyymi keskeisyysarvo 8 kuntiin tai kunnista:	4 813	6 463	4 008	3 158	2 234	1 530	1 567	1 655
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-16,73 %	-51,14 %	-44,26 %	-51,54 %	-29,86 %	8,17 %
<b>Pitkät reitit:</b>								
Volyyymi keskeisyysarvo 1 kuntiin tai kunnista:	322 961	276 075	303 787	171 738	206 717	125 500	184 751	101 590
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-5,94 %	-37,79 %	-31,95 %	-26,92 %	-10,63 %	-19,05 %
Volyyymi keskeisyysarvo 2 kuntiin tai kunnista:	19 532	18 318	18 650	12 295	13 578	8 593	12 036	5 858
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-4,52 %	-32,88 %	-27,20 %	-30,11 %	-11,36 %	-31,83 %
Volyyymi keskeisyysarvo 3 kuntiin tai kunnista:	297 625	274 343	277 749	174 570	207 104	132 575	191 749	101 885
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-6,68 %	-36,37 %	-25,43 %	-24,06 %	-7,41 %	-23,15 %
Volyyymi keskeisyysarvo 4 kuntiin tai kunnista:	219 965	190 425	206 679	124 675	155 005	98 048	144 698	75 090
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-6,04 %	-34,53 %	-25,00 %	-21,36 %	-6,65 %	-23,41 %
Volyyymi keskeisyysarvo 5 kuntiin tai kunnista:	88 881	79 978	80 753	52 528	63 132	41 945	58 342	36 803
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-9,14 %	-34,32 %	-21,82 %	-20,15 %	-7,59 %	-12,26 %
Volyyymi keskeisyysarvo 6 kuntiin tai kunnista:	51 897	46 510	48 246	29 703	35 060	24 468	32 232	20 190
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-7,04 %	-36,14 %	-27,33 %	-17,62 %	-8,07 %	-17,48 %
Volyyymi keskeisyysarvo 7 kuntiin tai kunnista:	9 423	10 835	8 819	7 093	6 225	4 953	5 475	4 340
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-6,41 %	-34,54 %	-29,41 %	-30,17 %	-12,05 %	-12,37 %
Volyyymi keskeisyysarvo 8 kuntiin tai kunnista:	2 820	3 843	2 399	2 005	1 421	980	1 135	1 180
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-14,93 %	-47,82 %	-40,77 %	-51,12 %	-20,13 %	20,41 %
<b>Erittäin pitkät reitit:</b>								
Volyyymi keskeisyysarvo 1 kuntiin tai kunnista:	229 294	272 270	214 265	165 750	114 234	95 875	92 444	55 640
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-6,55 %	-39,12 %	-46,69 %	-42,16 %	-19,07 %	-41,97 %
Volyyymi keskeisyysarvo 2 kuntiin tai kunnista:	7 878	8 990	7 428	6 408	5 199	4 248	4 779	2 485
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-5,71 %	-28,73 %	-30,01 %	-33,71 %	-8,08 %	-41,49 %
Volyyymi keskeisyysarvo 3 kuntiin tai kunnista:	146 602	177 345	135 155	117 200	85 770	75 513	70 338	36 198
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-7,81 %	-33,91 %	-36,54 %	-35,57 %	-17,99 %	-52,06 %
Volyyymi keskeisyysarvo 4 kuntiin tai kunnista:	69 423	93 758	61 113	66 995	43 901	44 950	37 460	21 328
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-11,97 %	-28,54 %	-28,16 %	-32,91 %	-14,67 %	-52,55 %
Volyyymi keskeisyysarvo 5 kuntiin tai kunnista:	38 901	52 495	33 309	38 820	24 346	27 720	20 246	13 675
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-14,37 %	-26,05 %	-26,91 %	-28,59 %	-16,84 %	-50,67 %
Volyyymi keskeisyysarvo 6 kuntiin tai kunnista:	11 682	13 563	10 206	8 145	7 379	5 855	5 990	3 900
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-12,63 %	-39,94 %	-27,70 %	-28,12 %	-18,82 %	-33,39 %
Volyyymi keskeisyysarvo 7 kuntiin tai kunnista:	4 647	5 000	4 145	2 958	2 717	1 395	2 425	1 205
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-10,80 %	-40,85 %	-34,45 %	-52,83 %	-10,75 %	-13,62 %
Volyyymi keskeisyysarvo 8 kuntiin tai kunnista:	209	250	159	115	88	40	62	40
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-23,92 %	-54,00 %	-44,65 %	-65,22 %	-29,55 %	0,00 %

**Taulukko 26.** Volyymin osuudet reittiluokkien ja keskeisyysarvon perusteella viikoilla 10–13.

Keskeisyysarvoluokkien kuntien lukumäärä: 1: 17 (5,5 % kaikista) 2: 4 (1,3 % kaikista) 3: 104 (33,7 % kaikista) 4: 94 (30,4 % kaikista) 5: 65 (21,0 % kaikista) 6: 14 (4,5 % kaikista) 7: 10 (3,2 % kaikista) 8: 1 (0,3 % kaikista)	Viikko 10		Viikko 11		Viikko 12		Viikko 13	
	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu
<b>Lyhyet reitit:</b>								
Keskeisyysarvon 1 kuntien volyymin osuus:	29,02 %	27,64 %	28,87 %	26,46 %	27,21 %	25,20 %	26,66 %	25,27 %
<i>Muutos edellisestä viikosta (prosenttiyksikköä):</i>	..	..	-0,15	-1,18	-1,66	-1,25	-0,55	0,07
Keskeisyysarvon 2 kuntien volyymin osuus:	1,51 %	1,39 %	1,57 %	1,44 %	1,69 %	1,49 %	1,70 %	1,49 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,06	0,05	0,12	0,05	0,01	0,01
Keskeisyysarvon 3 kuntien volyymin osuus:	46,27 %	45,57 %	46,29 %	45,23 %	45,64 %	44,90 %	45,49 %	45,16 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,02	-0,34	-0,65	-0,33	-0,16	0,26
Keskeisyysarvon 4 kuntien volyymin osuus:	15,90 %	17,43 %	15,91 %	18,38 %	17,16 %	19,11 %	17,54 %	18,94 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,01	0,94	1,26	0,74	0,38	-0,17
Keskeisyysarvon 5 kuntien volyymin osuus:	5,66 %	6,05 %	5,68 %	6,56 %	6,43 %	7,16 %	6,62 %	7,00 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,02	0,51	0,75	0,60	0,20	-0,15
Keskeisyysarvon 6 kuntien volyymin osuus:	1,30 %	1,42 %	1,36 %	1,50 %	1,52 %	1,67 %	1,61 %	1,63 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,06	0,08	0,16	0,17	0,09	-0,04
Keskeisyysarvon 7 kuntien volyymin osuus:	0,32 %	0,47 %	0,31 %	0,41 %	0,32 %	0,45 %	0,35 %	0,47 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,01	-0,06	0,01	0,03	0,03	0,03
Keskeisyysarvon 8 kuntien volyymin osuus:	0,03 %	0,05 %	0,02 %	0,04 %	0,02 %	0,03 %	0,02 %	0,03 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00
<b>Keskipitkät reitit:</b>								
Keskeisyysarvon 1 kuntien volyymin osuus:	26,49 %	25,33 %	26,30 %	24,30 %	24,81 %	23,78 %	24,24 %	24,03 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,19	-1,03	-1,48	-0,52	-0,58	0,24
Keskeisyysarvon 2 kuntien volyymin osuus:	0,62 %	0,69 %	0,66 %	0,67 %	0,63 %	0,70 %	0,65 %	0,53 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,04	-0,02	-0,03	0,03	0,02	-0,17
Keskeisyysarvon 3 kuntien volyymin osuus:	24,58 %	25,39 %	24,73 %	26,07 %	26,44 %	26,85 %	26,96 %	26,46 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,15	0,68	1,71	0,77	0,52	-0,39
Keskeisyysarvon 4 kuntien volyymin osuus:	38,63 %	36,19 %	38,55 %	36,43 %	37,98 %	36,10 %	37,85 %	35,65 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,08	0,24	-0,57	-0,32	-0,13	-0,46
Keskeisyysarvon 5 kuntien volyymin osuus:	5,11 %	6,01 %	5,26 %	6,13 %	5,68 %	6,65 %	6,02 %	7,06 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,15	0,12	0,42	0,52	0,34	0,42
Keskeisyysarvon 6 kuntien volyymin osuus:	2,49 %	2,91 %	2,53 %	3,12 %	2,71 %	3,45 %	2,72 %	3,60 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,04	0,21	0,18	0,33	0,01	0,14
Keskeisyysarvon 7 kuntien volyymin osuus:	1,66 %	2,65 %	1,61 %	2,69 %	1,47 %	2,11 %	1,35 %	2,27 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,05	0,04	-0,14	-0,59	-0,12	0,16
Keskeisyysarvon 8 kuntien volyymin osuus:	0,41 %	0,82 %	0,36 %	0,59 %	0,28 %	0,36 %	0,22 %	0,41 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,05	-0,23	-0,08	-0,23	-0,06	0,05
<b>Pitkät reitit:</b>								
Keskeisyysarvon 1 kuntien volyymin osuus:	31,88 %	30,66 %	32,08 %	29,89 %	30,04 %	28,71 %	29,31 %	29,28 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,20	-0,78	-2,04	-1,17	-0,73	0,57
Keskeisyysarvon 2 kuntien volyymin osuus:	1,93 %	2,03 %	1,97 %	2,14 %	1,97 %	1,97 %	1,91 %	1,69 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,04	0,11	0,00	-0,17	-0,06	-0,28
Keskeisyysarvon 3 kuntien volyymin osuus:	29,38 %	30,47 %	29,33 %	30,38 %	30,09 %	30,33 %	30,42 %	29,37 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,05	-0,09	0,77	-0,05	0,32	-0,97
Keskeisyysarvon 4 kuntien volyymin osuus:	21,71 %	21,15 %	21,82 %	21,70 %	22,52 %	22,43 %	22,95 %	21,64 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,11	0,55	0,70	0,74	0,43	-0,79
Keskeisyysarvon 5 kuntien volyymin osuus:	8,77 %	8,88 %	8,53 %	9,14 %	9,17 %	9,60 %	9,25 %	10,61 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,25	0,26	0,65	0,46	0,08	1,01
Keskeisyysarvon 6 kuntien volyymin osuus:	5,12 %	5,17 %	5,09 %	5,17 %	5,09 %	5,60 %	5,11 %	5,82 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,03	0,00	0,00	0,43	0,02	0,22
Keskeisyysarvon 7 kuntien volyymin osuus:	0,93 %	1,20 %	0,93 %	1,23 %	0,90 %	1,13 %	0,87 %	1,25 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,00	0,03	-0,03	-0,10	-0,04	0,12
Keskeisyysarvon 8 kuntien volyymin osuus:	0,28 %	0,43 %	0,25 %	0,35 %	0,21 %	0,22 %	0,18 %	0,34 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,03	-0,08	-0,05	-0,12	-0,03	0,12
<b>Erittäin pitkät reitit:</b>								
Keskeisyysarvon 1 kuntien volyymin osuus:	45,08 %	43,66 %	46,00 %	40,79 %	40,28 %	37,51 %	39,55 %	41,38 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,92	-2,87	-5,73	-3,28	-0,73	3,87
Keskeisyysarvon 2 kuntien volyymin osuus:	1,55 %	1,44 %	1,59 %	1,58 %	1,83 %	1,66 %	2,04 %	1,85 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,05	0,14	0,24	0,09	0,21	0,19
Keskeisyysarvon 3 kuntien volyymin osuus:	28,82 %	28,44 %	29,02 %	28,84 %	30,24 %	29,54 %	30,09 %	26,92 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	0,19	0,40	1,22	0,70	-0,15	-2,62
Keskeisyysarvon 4 kuntien volyymin osuus:	13,65 %	15,03 %	13,12 %	16,49 %	15,48 %	17,59 %	16,03 %	15,86 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,53	1,45	2,36	1,10	0,55	-1,73
Keskeisyysarvon 5 kuntien volyymin osuus:	7,65 %	8,42 %	7,15 %	9,55 %	8,58 %	10,85 %	8,66 %	10,17 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,50	1,14	1,43	1,29	0,08	-0,68
Keskeisyysarvon 6 kuntien volyymin osuus:	2,30 %	2,17 %	2,19 %	2,00 %	2,60 %	2,29 %	2,56 %	2,90 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,11	-0,17	0,41	0,29	-0,04	0,61
Keskeisyysarvon 7 kuntien volyymin osuus:	0,91 %	0,80 %	0,89 %	0,73 %	0,96 %	0,55 %	1,04 %	0,90 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,02	-0,07	0,07	-0,18	0,08	0,35
Keskeisyysarvon 8 kuntien volyymin osuus:	0,04 %	0,04 %	0,03 %	0,03 %	0,03 %	0,02 %	0,03 %	0,03 %
<i>Muutos edellisestä viikosta:</i>	..	..	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,01

Molemmissa taulukoissa esitetään muutosta edelliseen viikkoon, eli esimerkiksi arkiviikon 11 muutosta arkiviikkoon 10 nähden. Taulukon 25 muutos on prosentteja volyymistä ja taulukon 26 muutos ilmastaan prosenttiyksikköinä. Muutosta edelliseen viikkoon käytetään taulukoissa osoittamaan muutoksen nopeutta ja vaihtelua tarkastelujakson aikana, eikä muutosta esitetä lähtökohtaviikkoon nähden kuten liikkuvuus- tai aktiviteettisuhdeluvuissa.

Keskeisyysarvon 1 ja 2 kunnat ovat hallinnollisia keskuksia ja työssäkäyntialueen keskuksia. Näitä kuntia on yhteensä 21 eli noin 7 % kaikista kunnista. Keskeisyysarvon 3 kunnat muodostavat kolmanneksen koko joukosta ja kuvaavat todennäköisesti hyvin keskeisten kuntien ympärillä olevia ympäruskuntia. Keskeisyysarvojen 4 kunnat ovat keskuskuntien naapurikuntia kaukaisempia kuntia ja keskeisyysarvon 5–7 saaneet kunnat todennäköisesti keskipitkien reittien ja pitkien reittien päässä keskuskunnista. Keskeisyysarvo 8:n kuntia on vain yksi (Föglö), mutta se on säilytetty taulukossa koska alkuperäinen luokittelu on tällainen – yksittäisen kunnan tulokset eivät kuitenkaan ole vertailukelpoisia muihin, lukumäärältään suurempiin keskeisyysarvoluokkiin.

Taulukoista havaitaan, että yleisesti reittien volyymi laskee nopeammin keskeisimmissä kunnissa (erityisesti keskeisyysarvon 1 kunnissa ja osissa ajanjaksoja keskeisyysarvon 2 kunnissa) sekä kaukana keskuksista (keskeisyysarvo 7) – tästä on kuitenkin poikkeuksia, kuten esimerkiksi keskeisyysarvon 2 kuntien lyhyiden reittien vähäisempi lasku arkiviikolla 12.

Lyhyiden reittien (reitit naapurikuntaan) volyymi laskee voimakkaimmin silloin, kun toinen kunnista kuuluu keskeisyysarvo 1:n kuntiin. Lyhyiden reittien volyymien lasku pienenee siirryttäessä kauemmas keskeisimmistä kunnista – tämä viittaisi siihen, että matkustamista keskeisiin kuntiin haluttiin välttää, mutta matkustamista erityisesti keskeisyysarvon 4–6 kuntien välillä jatketaan. Viikon 13 viikonloppuna erotus keskeisyysarvoltaan erilaisten kuntien välillä on tasaantunut, mutta erityisesti keskuksista kauimpana olevien kuntien (keskeisyysarvo 7) osalta matkustaminen laskee jo viikon 12 viikonloppuna matalalle tasolle.

Keskipitkien ja pitkien reittien välillä volyymien muutos on pääsääntöisesti samankaltaista. Pitkien reittien määrä laskee nopeammin viikon 11 viikonloppuna, mutta trendi eri keskeisyysluokkien välillä keskipitkissä ja pitkissä matkoissa säilyy

samanlaisena. Arkiviikolla 12 keskeisyysarvon 3–4 kunnissa pitkien reittien määrän lasku kääntyy pienemmäksi kuin samalla ajanjaksolla ja samoissa kunnissa keskipitkien reittien lasku. Tämä viittaisi siihen, että keskeisyysarvon 3–4 kunnissa matkat yli 50 km päähän eivät laske samassa suhteessa kuin sitä lyhyemmät matkat.

Keskipitkien matkojen määrä viikonloppuisin saavuttaa matalan arvon jo viikon 12 viikonloppuna, eikä viikkoa myöhemmin viikon 13 viikonloppuna volyymin määrä laske enää huomattavasti. Tästä muodostaa poikkeuksen keskeisyysarvon 2 kunnat, mutta kuntien lukumäärä on vain neljä ja kuntien volyymi viikon 12 viikonloppuna alle 3 000, joten paikalliset tekijät voivat selittää laskua paremmin.

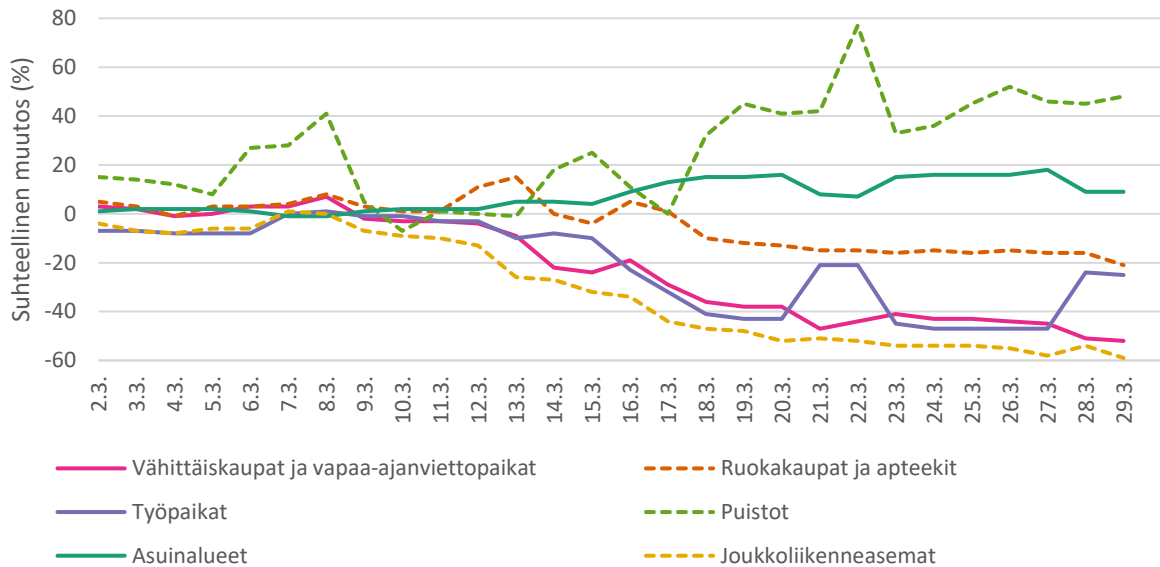
Erittäin pitkien matkojen osalta keskeisyys vaikuttaa jälleen erityisesti molemmissa ääripäissä. Keskeisimpien kuntien ja keskeisyysarvon 7 kuntien osalta erittäin pitkien reittien volyymin lasku on nopeinta.

Volyymin osuudet reiteittäin ja keskeisyysluokittain eivät muutu voimakkaasti tarkastelujakson aikana. Yleinen trendi on, että keskeisyysluokan 1 osuus laskee tarkastelujakson aikana ja lasku on voimakkaampaa viikonloppuisin. Muiden luokkien osuudet vastaavasti kasvavat, mutta kasvu on erittäin pientä (lähes aina alle prosenttiyksikön). Lyhyiden reittien volyymistä lähes puolet liittyy keskeisyysarvon 3 kuntiin mutta muuten osuudet ovat eri reittiluokissa hyvin samankaltaisia. Kuitenkin erittäin pitkien reittien osuuksissa keskeisyysarvon 1 kuntien osuus on voimakkaasti korostunut - tämä kertoo, että keskeisimmistä kunnista tehdään eniten yli 200 km matkoja.

Kuva 36 näyttää esimerkin koko Suomen liikkumisen muutoksesta viikoilla 10–13 perustuen Googlen aineistoon. Kuvasta havaitaan, että liike työpaikoilla, joukkoliikenneasemilla ja vähittäiskaupoissa laskee 11.–12.3.2020 alkaen, ruokakaupoissa näkyy selvä nousu 12.–13.3.2020 ja puistojen liikemäärä kasvaa viikon 11 viikonloppuna sekä viikon 12 puolivälistä alkaen. Vaikuttaa siltä, että kotona vietetään enemmän aikaa 15.3.2020 alkaen mutta viikonloppuna 21.–22.3.2020 tapahtuu muutos, jota voi selittää mahdollisesti puistovierailujen kasvu. Aineistosta valittiin tarkempaan tarkasteluun kolme sijaintiryhmää: vähittäiskaupat ja vapaa-ajanviettopaikat, työpaikat ja asuinalueet. Valinta perustui osittain saatavilla olevaan dataan (esim. joukkoliikenneasemien osalta aineistossa on joidenkin maakuntien osalta aukkoja) sekä



siihen, että mainittujen kolmen sijaintiryhmän oletetaan mallintavan parhaiten jokapäiväistä liikkumista. Nämä kolme sijaintiryhmää on esitetty kuvassa 36 tasaisella jatkuvalla viivalla.



**Kuva 36.** Googlen aineiston mukaiset muutokset liikkumisessa Suomessa 2.–29.3.2020.

Kun sijaintiryhmien arkiviikko- ja viikonloppukohtaisia keskiarvoja vertaillaan maakuntien LSI:n keskiarvoon samoilta ajanjaksoilta, havaitaan että kaikkien kolmen sijaintiryhmän osalta eri maakuntien arvojen keskihajonta niin LSI:n kuin Googlen arvojen osalta pysyy hyvin maltillisena (taulukko 27). Tämä viittaisi siihen, että molemmat lukemat kuvaavat samankaltaista ilmiötä. Lisäksi pieni keskihajonta mahdollisesti vahvistaa LSI:n käyttöä kuvaamaan maakuntien liikettä. Vähittäiskauppojen ja vapaa-ajanviettopaikkojen osalta Googlen arvot ovat viikkoa 10 lukuun ottamatta pienempiä. Työpaikkojen osalta Googlen lukemat osoittavat arkiviikolla pienempiä lukemia. Viikolla 13 niin vähittäiskauppojen ja vapaa-ajanviettopaikkojen lukemat kuin työpaikkojen lukemat ovat huomattavasti pienempiä kuin LSI. Asuinalueiden osalta LSI on pienempi kuin Googlen arvot mikä oli odotettavaa.

Tulokset viittaisivat siihen, että maakuntapohjainen (ja kuntapohjainen, mistä maakunnan lukemat on laskettu) LSI on tosiasiallisesti keskiarvo ja oikea liikkuvuus vaihtelee kohteiden (esim. vapaa-ajan kohteet tai työpaikat) mukaan.

**Taulukko 27.** Liikkuvuussuhdeluku ja ote Googlen aineistojen ilmoittamasta liikkeen muutoksesta maakunnittain viikoilta 10–13.

LSI = maakunnan kuntien kaikkien matkojen LSI G = Googlen aineistossa ilmoitettu muutos	Viikko 10				Viikko 11				Viikko 12				Viikko 13			
	arkiviikko		viikonloppu		arkiviikko		viikonloppu		arkiviikko		viikonloppu		arkiviikko		viikonloppu	
Vähittäiskaupat ja vapaa-ajanviettopaikat	LSI	G	LSI	G	LSI	G	LSI	G	LSI	G	LSI	G	LSI	G	LSI	G
Etelä-Karjala	1,002	1,022	1,056	1,090	0,993	0,984	0,852	0,810	0,759	0,700	0,706	0,535	0,690	0,572	0,661	0,460
Etelä-Pohjanmaa	1,016	1,008	1,040	1,060	0,994	0,980	0,809	0,765	0,802	0,720	0,713	0,550	0,730	0,588	0,696	0,505
Etelä-Savo	1,002	1,030	1,034	1,130	0,979	0,978	0,882	0,845	0,807	0,678	0,795	0,545	0,759	0,556	0,723	0,450
Kainuu	1,038	1,204	1,077	1,085	1,046	1,038	0,877	0,900	0,879	0,758	0,832	0,605	0,797	0,576	0,707	0,455
Kanta-Häme	0,993	1,006	1,035	1,060	0,962	0,962	0,819	0,795	0,751	0,704	0,702	0,555	0,717	0,604	0,649	0,485
Keski-Pohjanmaa	1,011	1,010	1,033	0,985	1,006	0,968	0,831	0,740	0,772	0,694	0,742	0,575	0,717	0,614	0,737	0,555
Keski-Suomi	1,000	1,012	1,070	1,080	0,963	0,956	0,846	0,805	0,741	0,704	0,746	0,575	0,679	0,594	0,681	0,510
Kymenlaakso	1,017	1,006	1,061	1,080	1,002	0,964	0,881	0,865	0,800	0,704	0,767	0,565	0,741	0,572	0,702	0,465
Lappi	1,031	1,258	1,102	1,205	1,042	1,116	0,923	0,995	0,829	0,830	0,730	0,570	0,699	0,546	0,605	0,390
Pirkanmaa	0,979	1,010	1,032	1,065	0,942	0,950	0,792	0,750	0,715	0,690	0,677	0,530	0,660	0,584	0,639	0,465
Pohjanmaa	1,000	1,002	1,042	1,035	0,987	0,986	0,843	0,735	0,798	0,726	0,800	0,570	0,746	0,618	0,807	0,550
Pohjois-Karjala	0,911	0,978	1,048	1,000	1,020	0,954	0,913	0,795	0,823	0,702	0,818	0,525	0,738	0,572	0,751	0,455
Pohjois-Pohjanmaa	0,877	1,040	0,999	0,990	0,996	0,992	0,834	0,780	0,752	0,704	0,715	0,555	0,678	0,596	0,664	0,490
Pohjois-Savo	0,906	1,000	1,018	0,955	1,000	0,962	0,884	0,815	0,793	0,686	0,762	0,530	0,722	0,560	0,697	0,440
Päijät-Häme	1,008	1,022	1,064	1,045	0,972	0,968	0,864	0,800	0,772	0,706	0,735	0,545	0,713	0,580	0,652	0,450
Satakunta	1,007	1,042	1,065	1,055	0,981	0,982	0,833	0,745	0,782	0,708	0,770	0,555	0,730	0,598	0,741	0,505
Uusimaa	0,990	1,008	1,023	1,035	0,946	0,946	0,788	0,740	0,667	0,652	0,637	0,535	0,596	0,554	0,614	0,495
Varsinais-Suomi	1,000	1,046	1,044	1,070	0,990	0,968	0,793	0,720	0,738	0,684	0,696	0,515	0,687	0,584	0,667	0,470
<i>Keskiarvo</i>	<i>0,988</i>	<i>1,039</i>	<i>1,047</i>	<i>1,057</i>	<i>0,990</i>	<i>0,981</i>	<i>0,848</i>	<i>0,800</i>	<i>0,777</i>	<i>0,708</i>	<i>0,741</i>	<i>0,552</i>	<i>0,711</i>	<i>0,582</i>	<i>0,689</i>	<i>0,478</i>
<i>Keskihajonta</i>	<i>0,043</i>	<i>0,070</i>	<i>0,023</i>	<i>0,055</i>	<i>0,028</i>	<i>0,039</i>	<i>0,039</i>	<i>0,067</i>	<i>0,046</i>	<i>0,036</i>	<i>0,049</i>	<i>0,022</i>	<i>0,043</i>	<i>0,020</i>	<i>0,050</i>	<i>0,038</i>
<b>Työpaikat</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>
Etelä-Karjala	1,002	0,980	1,056	1,020	0,993	0,974	0,852	0,885	0,759	0,660	0,706	0,800	0,690	0,552	0,661	0,750
Etelä-Pohjanmaa	1,016	0,984	1,040	1,000	0,994	0,976	0,809	0,925	0,802	0,730	0,713	0,825	0,730	0,618	0,696	0,820
Etelä-Savo	1,002	0,974	1,034	1,015	0,979	0,970	0,882	0,935	0,807	0,694	0,795	0,780	0,759	0,596	0,723	0,770
Kainuu	1,038	0,642	1,077	0,995	1,046	0,970	0,877	0,910	0,879	0,706	0,832	0,820	0,797	0,590	0,707	0,790
Kanta-Häme	0,993	0,994	1,035	1,045	0,962	0,970	0,819	0,940	0,751	0,670	0,702	0,825	0,717	0,578	0,649	0,800
Keski-Pohjanmaa	1,011	0,970	1,033	0,980	1,006	0,964	0,831	0,905	0,772	0,696	0,742	0,820	0,717	0,610	0,737	0,780
Keski-Suomi	1,000	0,984	1,070	1,000	0,963	0,966	0,846	0,890	0,741	0,634	0,746	0,775	0,679	0,530	0,681	0,760
Kymenlaakso	1,017	1,004	1,061	1,045	1,002	0,984	0,881	0,965	0,800	0,722	0,767	0,875	0,741	0,610	0,702	0,830
Lappi	1,031	0,670	1,102	0,965	1,042	0,974	0,923	0,925	0,829	0,702	0,730	0,770	0,699	0,580	0,605	0,700
Pirkanmaa	0,979	0,992	1,032	1,025	0,942	0,948	0,792	0,905	0,715	0,608	0,677	0,785	0,660	0,514	0,639	0,745
Pohjanmaa	1,000	0,992	1,042	1,000	0,987	0,980	0,843	0,940	0,798	0,688	0,800	0,810	0,746	0,586	0,807	0,795
Pohjois-Karjala	0,911	0,642	1,048	0,945	1,020	0,960	0,913	0,925	0,823	0,710	0,818	0,810	0,738	0,590	0,751	0,760
Pohjois-Pohjanmaa	0,877	0,570	0,999	0,945	0,996	0,960	0,834	0,895	0,752	0,614	0,715	0,785	0,678	0,506	0,664	0,760
Pohjois-Savo	0,906	0,618	1,018	0,945	1,000	0,968	0,884	0,930	0,793	0,686	0,762	0,800	0,722	0,578	0,697	0,775
Päijät-Häme	1,008	0,990	1,064	1,010	0,972	0,972	0,864	0,935	0,772	0,688	0,735	0,800	0,713	0,570	0,652	0,755
Satakunta	1,007	1,000	1,065	1,000	0,981	0,984	0,833	0,915	0,782	0,716	0,770	0,815	0,730	0,620	0,741	0,815
Uusimaa	0,990	0,992	1,023	1,020	0,946	0,950	0,788	0,900	0,667	0,568	0,637	0,760	0,596	0,464	0,614	0,725
Varsinais-Suomi	1,000	0,996	1,044	1,035	0,964	0,966	0,793	0,935	0,738	0,668	0,696	0,815	0,687	0,568	0,667	0,760
<i>Keskiarvo</i>	<i>0,988</i>	<i>0,889</i>	<i>1,047</i>	<i>0,999</i>	<i>0,989</i>	<i>0,969</i>	<i>0,848</i>	<i>0,920</i>	<i>0,777</i>	<i>0,676</i>	<i>0,741</i>	<i>0,804</i>	<i>0,711</i>	<i>0,570</i>	<i>0,689</i>	<i>0,772</i>
<i>Keskihajonta</i>	<i>0,043</i>	<i>0,163</i>	<i>0,023</i>	<i>0,031</i>	<i>0,028</i>	<i>0,010</i>	<i>0,039</i>	<i>0,020</i>	<i>0,046</i>	<i>0,043</i>	<i>0,049</i>	<i>0,026</i>	<i>0,043</i>	<i>0,041</i>	<i>0,050</i>	<i>0,032</i>
<b>Asuinalueet</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>	<b>LSI</b>	<b>G</b>
Etelä-Karjala	1,002	1,014	1,056	..	0,993	1,018	0,852	..	0,759	1,114	0,706	..	0,690	1,140	0,661	..
Etelä-Pohjanmaa	1,016	1,014	1,040	1,000	0,994	1,018	0,809	1,045	0,802	1,108	0,713	1,080	0,730	1,140	0,696	1,090
Etelä-Savo	1,002	1,016	1,034	0,990	0,979	1,018	0,882	1,040	0,807	1,110	0,795	..	0,759	1,128	0,723	..
Kainuu	1,038	1,040	1,077	..	1,046	1,018	0,877	..	0,879	1,088	0,832	..	0,797	1,114	0,707	..
Kanta-Häme	0,993	1,012	1,035	0,990	0,962	1,022	0,819	1,040	0,751	1,120	0,702	1,090	0,717	1,146	0,649	1,090
Keski-Pohjanmaa	1,011	1,014	1,033	..	1,006	1,014	0,831	..	0,772	1,106	0,742	..	0,717	1,132	0,737	..
Keski-Suomi	1,000	1,010	1,070	0,990	0,963	1,020	0,846	1,045	0,741	1,128	0,746	1,070	0,679	1,154	0,681	1,085
Kymenlaakso	1,017	1,008	1,061	0,990	1,002	1,014	0,881	1,035	0,800	1,098	0,767	1,065	0,741	1,128	0,702	1,080
Lappi	1,031	1,026	1,102	0,975	1,042	1,016	0,923	1,030	0,829	1,094	0,730	1,060	0,699	1,128	0,605	1,075
Pirkanmaa	0,979	1,012	1,032	0,990	0,942	1,028	0,792	1,045	0,715	1,142	0,677	1,080	0,660	1,170	0,639	1,095
Pohjanmaa	1,000	1,008	1,042	0,990	0,987	1,016	0,843	1,030	0,798	1,118	0,800	1,070	0,746	1,154	0,807	1,080
Pohjois-Karjala	0,911	1,036	1,048	0,980	1,020	1,016	0,913	1,040	0,823	1,098	0,818	..	0,738	1,128	0,751	..
Pohjois-Pohjanmaa	0,877	1,032	0,999	0,965	0,996	1,020	0,834	1,050	0,752	1,130	0,715	1,070	0,678	1,162	0,664	1,085
Pohjois-Savo	0,906	1,036	1,018	0,975	1,000	1,020	0,884	1,035	0,793	1,112	0,762	1,060	0,722	1,140	0,697	1,075
Päijät-Häme	1,008	1,006	1,064	0,995	0,972	1,016	0,864	1,035	0,772	1,110	0,735	1,070	0,713	1,144	0,652	1,085
Satakunta	1,007	1,008	1,065	0,995	0,981	1,018	0,833	1,045	0,782	1,110	0,770	1,075	0,730	1,136	0,741	1,080
Uusimaa	0,990	1,010	1,023	0,990	0,946	1,030	0,788	1,050	0,667	1,166	0,637	1,090	0,596	1,196	0,614	1,105
Varsinais-Suomi	1,000	1,010	1,044	0,995	0,964	1,024	0,793	1,050	0,738	1,130	0,696	1,080	0,687	1,156	0,667	1,090
<i>Keskiarvo</i>	<i>0,988</i>	<i>1,017</i>	<i>1,047</i>	<i>0,987</i>	<i>0,989</i>	<i>1,019</i>	<i>0,848</i>	<i>1,041</i>	<i>0,777</i>	<i>1,116</i>	<i>0,741</i>	<i>1,074</i>	<i>0,711</i>	<i>1,144</i>	<i>0,689</i>	<i>1,086</i>
<i>Keskihajonta</i>	<i>0,043</i>	<i>0,011</i>	<i>0,023</i>	<i>0,009</i>	<i>0,028</i>	<i>0,004</i>	<i>0,039</i>	<i>0,007</i>	<i>0,046</i>	<i>0,018</i>	<i>0,049</i>	<i>0,009</i>	<i>0,043</i>	<i>0,019</i>	<i>0,050</i>	<i>0,008</i>

Viikon 13 pudotus Googlen arvoissa verrattuna LSI:uun selittyä mahdollisesti kuvan 36 osoittamalla kasvulla puistoalueiden liikenteessä – LSI ei huomioi liikkuvuuden muutosta sijainneittain, joten tiettyjen sijaintien liikkeen muutoksen laskiessa nopeasti tulee sen nousta toisessa tai toisissa sijainneissa tasoittamaan eroa. LSI:n lukemien ja Googlen

aineistojen lukemien erotusta tarkasteltaessa parhaiten LSI vaikuttaa seuraavan näistä kolmesta Googlen aineistoista valikoiduista otteista arkiviikkoinen työpaikkojen liikkeen muutosta ja viikonloppuisin vähittäiskauppojen ja vapaa-ajanviettopaikkojen liikkeen muutosta.

Applen aineistosta käytettiin autoillessa haettujen reittipyyntöjen (aineistossa *driving-luokka*) muutosten tietoja, joita oli saatavilla kaikkien maakuntien paitsi Kainuun ja Keski-Pohjanmaan osalta (taulukko 28). Applen ja Googlen aineistoja oli vaikea vertailla keskenään. Googlen aineisto kertoo sijanneista – Applen aineisto kertoo reittihauista. Applen aineisto kuitenkin näyttää, että viikolla 11 reittiohjekojen lukumäärä laskee.

Applen aineiston maakuntien tietojen vaihteluväli on samansuuruinen kuin Googlen sijaintiryhmän *vähittäiskaupat ja vapaa-ajanviettopaikat* vaihteluväli. Googlen sijaintiryhmät *työpaikat* ja *asuinalueet* ovat vaihteluväliltään suppeampia kuin Applen aineisto. Tämä viittaisi siihen, että Applen aineisto ei todennäköisesti sovi selittämään Googlen aineiston tapaan koti- tai työpaikoille tehtyjen matkojen tai paikoilla kirjattujen sijaintien muutosta, koska reittiohjeita tarvitaan näihin paikkoihin vähemmän kuin sellaisiin, jossa ei käydä niin usein. Johtopäätöksenä Applen aineisto osoittaa, että todennäköisesti uusiin kohteisiin tai kohteisiin, joissa ei vieraila kovin usein, tehdään vähemmän matkoja tarkastelujakson edetessä.

Applen luvut vaihtelevat alueellisesti suuresti – esimerkiksi viikon 11 viikonloppuna Pirkanmaalla tehdään lähes 22 % lähtökohtatilannetta vähemmän hakuja, kun taas samana ajanjaksona Kymenlaaksossa hakuja on tehty melkein 25 % enemmän kuin lähtökohtatilanteessa. Tämä vaihtelu tekee maakuntien vertailun vaikeaksi. Lisäksi haut liittyvät ajamiseen, jolloin ajoetäisyydet voivat johtaa harhaan maakuntatasoisessakin tarkastelussa. Haun paikantuminen ei selviä aineistosta. Onkin mahdollista, että haku paikantuu joko lähtöpaikan, päätepisteen tai hakuhetken sijainnin perusteella.

Yhteenvedonä Applen tiedot eivät selitä liikkuvuuden muutosta, mutta vahventavat vähintään liikkuvuuden muutoksen ajanhetken sekä kuvaavat mahdollisesti tilannetta, missä ei-tuttuja reittejä käytetään vähemmän.

**Taulukko 28.** Applen ilmoittamat muutokset reittiohjekakujen määrässä suhteessa lähtökohtatilanteeseen 13.1.2020.

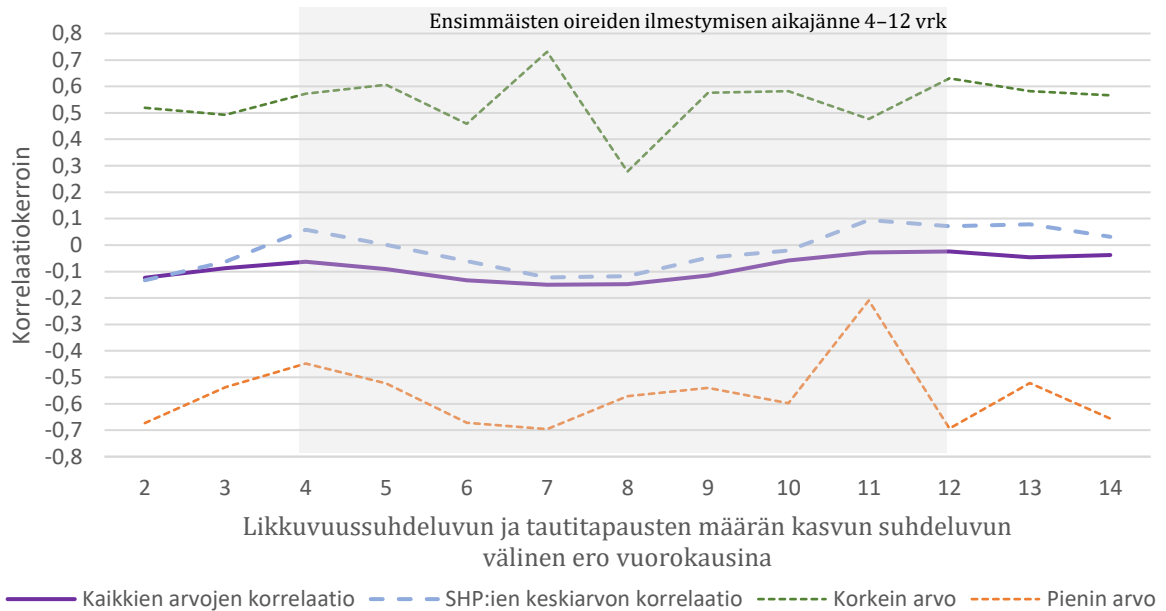
	Viikko 10		Viikko 11		Viikko 12		Viikko 13	
	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu	arki- viikko	viikon- loppu
Etelä-Karjala	0,279	0,394	0,073	0,055	-0,188	-0,064	-0,22	-0,179
Etelä-Pohjanmaa	0,194	0,427	0,039	-0,047	-0,233	-0,062	-0,193	-0,212
Etelä-Savo	0,087	0,27	-0,038	0,01	-0,197	-0,039	-0,164	-0,188
Kainuu	....	....	....	....	....	....	....	....
Kanta-Häme	0,392	0,588	0,117	0,368	-0,196	-0,086	-0,473	-0,53
Keski-Pohjanmaa	....	....	....	....	....	....	....	....
Keski-Suomi	0,127	0,294	0,069	-0,042	-0,217	-0,204	-0,185	-0,193
Kymenlaakso	0,362	0,475	0,197	0,245	-0,126	-0,001	-0,218	-0,222
Lappi	0,242	0,349	0,161	0,13	-0,171	-0,147	-0,256	-0,223
Pirkanmaa	0,028	0,171	-0,087	-0,219	-0,299	-0,147	-0,288	-0,209
Pohjanmaa	0,159	0,332	0,04	0,036	-0,228	-0,059	-0,178	-0,17
Pohjois-Karjala	0,179	0,212	-0,033	-0,095	-0,238	-0,087	-0,139	-0,171
Pohjois-Pohjanmaa	0,233	0,413	0,008	-0,004	-0,243	-0,072	-0,183	-0,108
Pohjois-Savo	0,052	0,205	-0,057	-0,195	-0,292	-0,284	-0,313	-0,245
Päijät-Häme	0,288	0,519	0,093	0,038	-0,125	-0,017	-0,148	-0,158
Satakunta	0,112	0,228	-0,071	-0,203	-0,259	-0,265	-0,241	-0,249
Uusimaa	0,136	0,308	-0,019	-0,13	-0,263	-0,217	-0,249	-0,242
Varsinais-Suomi	0,043	0,074	-0,107	-0,267	-0,35	-0,385	-0,36	-0,368

## 5.5. Liikkeen muutos suhteessa tautitapausten määrään

Sairaanhoitopiirien liikkuvuuden muutoksessa oli mukana 292 kunnan liikkuvuusarvot. Ahvenanmaan kuntia ei sisällytetty mukaan koska Ahvenanmaan alueelta ei ollut tietoja tautitapauksista. Sairaanhoitopiirien liikkuvuus laskettiin kuten maakunnan liikkuvuus huomioimalla kaikkien sairaanhoitopiirin kuntien liikkuvuus ja laskemalla niistä keskiarvo. Laskenta toteutettiin jokaiselle päivälle aikavälille 2.3.--29.3.2020.

Tutkittaessa korrelaatiota sairaanhoitopiirien liikkeen muutoksen ja tautitapausten määrän välillä todetaan, että viitetutkimuksessa (Badr et al. 2020) esiintynyttä selvää korrelaatiota ei ole. Korrelaatiokertoimen saamia arvoja esitetään kuvassa 37, jossa näytetään kaikkien sairaanhoitopiireistä saatujen arvojen korrelaatiokertoimen arvo, sairaanhoitopiirien keskiarvon korrelaatiokertoimen arvo sekä kaikista saaduista korrelaatiokertoimista suurin ja pienin. Sairaanhoitopiirin keskiarvolla tarkoitetaan sairaanhoitopiireittäin ja LSI:n sekä TKSI:n erotusvuorokausittain laskettuja arvoja, joista

on otettu keskiarvo. Kaikilla arvoilla tarkoitetaan LSI:n sekä TKSI:n erotusvuorokausittain laskettuja arvoja, joita ei ole eroteltu sairaanhoitopiireittäin. Korkein ja pienin luku on jälkimmäisestä joukosta.



**Kuva 37.** Sairaanhoitopiirien liikkuvuuden ja tautitapausten määrän korrelaatio

Kuvaa 37 tarkasteltaessa selviää, että liikkumissuhdeluvulla ja tautitapauksilla ei ole edes heikkoa yhteyttä. Tulokset eivät ole myöskään tilastollisesti merkitseviä kuin vain yksittäisinä erotusvuorokausina, mikä näkyy taulukosta 29. Saatujen tulosten perusteella aikaisempien vuorokausien liikkuvuudesta ei voida vetää johtopäätöksiä tautitapausten ilmentymisestä.

Taulukkoon 29 on koottu myös HUS:n alueen korrelaatiokerroin sekä merkitsevyystaso. Siitä huomataan, että HUS:n alueella liikkuvuudella ja tautitapausten ilmentymisellä on aina seitsemään vuorokauteen asti jonkin verran yhteyttä. Tulokset ovat myös tilastollisesti merkitseviä viiteen vuorokauteen asti ja sitä seuraavan kahden vuorokauden osalta melkein merkitseviä. HUS on nostettu taulukkoon 29 erikseen siksi, että sairaanhoitopiirin alueella tartuntojen määrä oli moninkertainen muihin sairaanhoitopiireihin nähden.

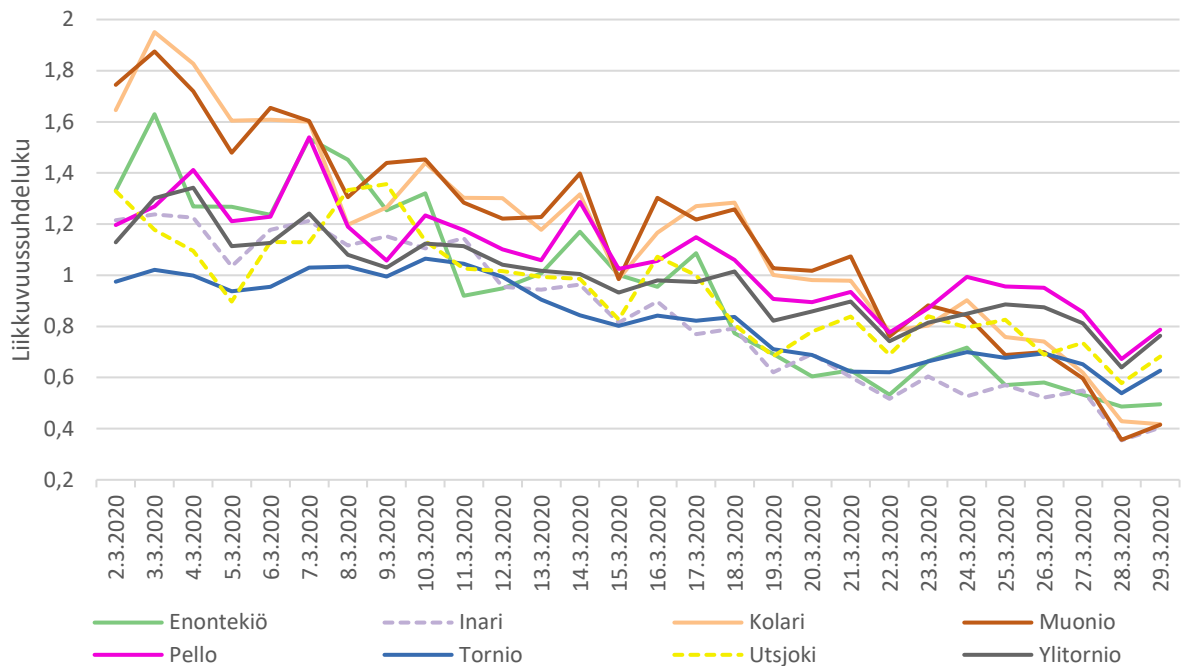
**Taulukko 29.** Kooste LSI:n ja TKSI:n korrelaation arvoista ja merkitsevyytasoista.

	Liikkuvuus suhdeluvun ja tautitapausten määrän kasvun suhdeluvun välinen ero vuorokausina												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SHP:ien keskiarvon korrelaatiokerroin	-0,133	-0,063	0,058	0,002	-0,061	-0,123	-0,117	-0,048	-0,021	0,095	0,071	0,079	0,032
Merkitsevyytaso	0,017*	0,692	0,184	0,015*	0,046*	0,721	0,174	0,154	0,276	0,237	0,002**	0,012*	0,977
Kaikkien arvojen korrelaatiokerroin	-0,123	-0,088	-0,063	-0,091	-0,134	-0,15	-0,147	-0,116	-0,058	-0,027	-0,024	-0,046	-0,037
Merkitsevyytaso	0,035*	0,126	0,263	0,101	0,014*	0,005**	0,006**	0,027*	0,267	0,598	0,645	0,383	0,476
Kaikkien arvojen lukumäärä	291	305	317	328	339	346	353	366	370	371	367	368	370
HUS:n korrelaatiokerroin	0,519	0,493	0,519	0,536	0,458	0,391	0,278	0,195	0,15	0,125	0,07	0,004	-0,06
Merkitsevyytaso	0,005**	0,008**	0,005**	0,003**	0,014*	0,04*	0,152	0,32	0,446	0,526	0,724	0,983	0,762

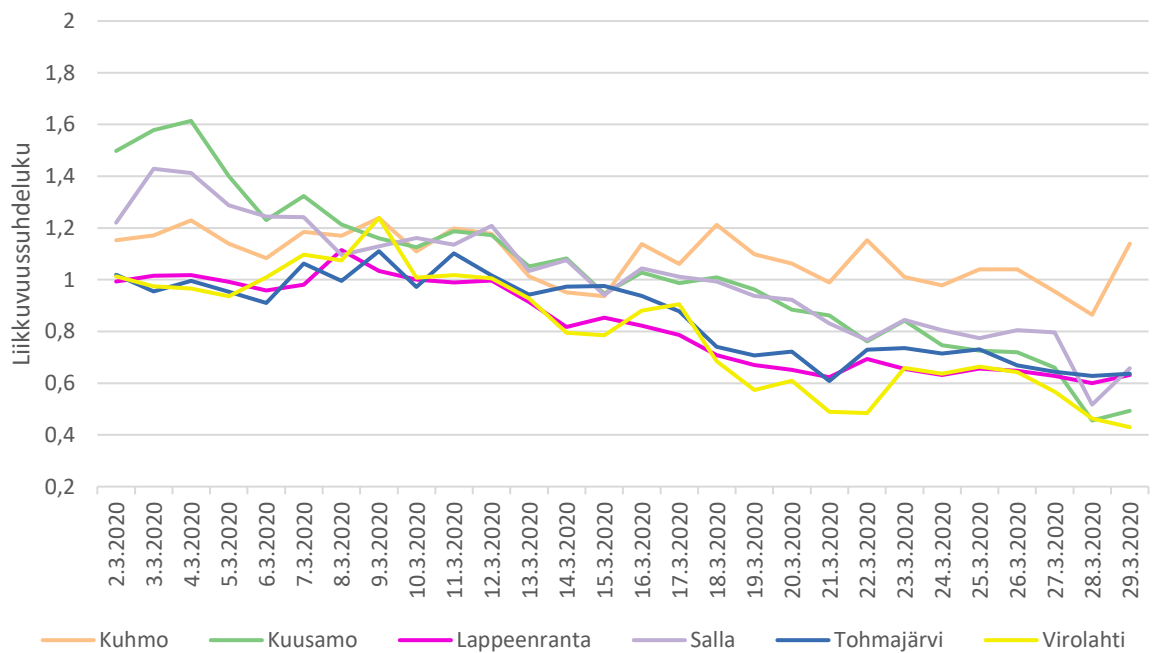
## 5.6. Erityisalueiden tarkastelu

Suomen ja Ruotsin vastaisella rajalla liikkuvuus ei noudata samaa trendiä kuin muualla Suomessa. Länsirajan kunnissa Enontekiöllä, Muoniossa, Kolarissa, Pellossa, Ylitorniossa ja Torniossa pysyy liikkuvuus tarkastelujaksolla lähtötilanneviikkoa (3.–9.2.2020) korkeammalla tasolla melkein viikon muuhun maahan verrattuna. LSI saavuttaa alle yhden arvon näistä kunnista jokaisessa vasta 22.3.2020. Norjan vastaisella rajalla olevat kunnat Inari ja Utsjoki saavat selvästi alempia LSI-arvoja jo aikaisemmin. Kuntien liikkuvuussuhdeluvun kehitystä esitellään kuvassa 38, missä Norjan vastaisen rajan kuntien käyrät on piirretty katkoviivalla.

Itärajalta tilanne on hieman erilainen kuten kuva 39 osoittaa. Liikkuvuus laskee itärajan rajanylityskunnissa Kuhmoa lukuun ottamatta alle lähtökohtaviikon tason viimeistään viikon 11 viikonloppuun mennessä. Virolahdella liikkuvuus nousee viikon 11 alussa korkealle, mutta rajanylityspaikan sulkemisen jälkeen Virolahden liikkuvuus laskee alle 50 %:iin lähtökohtatasosta. Tulokset viittaavat siihen, että Virolahden liikkuvuuden kannalta rajanylitysliikenteellä on merkittävä vaikutus. Kuhmo, Kuusamo ja pienemmässä määrin Salla taas poikkeavat tästä – näiden kuntien profiili muodostuu todennäköisemmin Virolahtea enemmän muista asioista kuin rajanylitysmahdollisuudesta.



**Kuva 38.** Länsirajan kuntien liikkuvuussuhdeluku 2.3.–29.3.2020.



**Kuva 39.** Itärajan kuntien liikkuvuussuhdeluku 2.3.–29.3.2020.

Ahvenanmaan tulokset ovat niin LSI:n kuin ASI:n osalta ongelmallisia – Ahvenanmaan kuntien lähtökohtatilanteen aktiviteeteista ja liikkuvuudesta suuri osa muodostuu todennäköisesti risteilyliikenteestä. Kun risteilyliikenne tyrehtyy erittäin nopeasti

maaliskuussa, näkyy se Ahvenanmaan kuntien suhdelukujen voimakkaassa laskussa kuten kuvat 22 ja 23 aikaisemmin osoittivat.

Helsingin ja Turun osalta laivaliikenne ei sellaisenaan vaikuta kaupunkien liikkuvuuteen etenkin vuorokausitasolla tarkasteltuna. Vantaan liikkuvuus aloittaa laskun 9.3.2020 alkaen samoin kuin Helsinki ja Turku. Kaikkien kolmen kaupungin suhdeluku laskee lähes samalla tavalla arkiviikon 11 ajan, mutta tämän jälkeen Helsingin liikkuvuus laskee jo lähes 40 % kun Turun ja Vantaan osalta lasku on hieman yli 30 %. Aineistosta ei kuitenkaan pysty sanomaan selvästi, että lentoliikenteen muuttuminen (tai laivaliikenteen väheneminen) näkyisi näiden kolmen ison kaupungin tulokissa.



## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1. Aggregoitu matkapuhelindata

Matkapuhelindata on merkittävä tiedonlähde kuvaamaan ihmisten liikettä ja liikkumista niin yksilö- kuin väestötasolla. Huomattava etu puhelinten keräämässä datassa verrattuna esimerkiksi kyselyihin tai GPS-lähettimeihin on datan keräämisen ”vaivattomuus” – aineistoa syntyy ihmisten matkapuhelinten käytöstä eivätkä tutkittavat henkilöt koe toimintansa olevan tutkimuksen kohteena.

Matkapuhelindata ei kuitenkaan kuvaa koko väestöä vaan dataan liittyy vinoumia. Henkilöt, jotka käyttävät runsaasti puhelimia tuottavat enemmän matkapuhelindataa. Nuorin ja vanhin väestönosa saattaa jäädä kerätyn datan ulkopuolelle. Matkapuhelindataa myös kerätään eri puolilla maailmaa eri tavalla – tämä näkyy muun muassa eroina aineistoissa, joita matkapuhelindatasta on koottu. Dataa voidaan kerätä joko puhelin- ja viestitiedoista (CDR-aineisto) tai datayhteyksistä (XDR-aineisto). XDR-aineistot ovat yleistymässä ja tällöin sellaiset liittymät, jotka käyttävät datayhteyttä vähemmän saattavat jäädä aliedustetuiksi.

Eräs merkittävä tekijä matkapuhelindatassa on yksityisyydensuoja, sillä tarkat matkapuhelimen käyttötiedot voivat paljastaa käyttäjästäan yksityistä tietoa. Matkapuhelindataa aggregoidaan suojaamaan käyttäjien identiteettiä ja turvatakseen heidän yksityisyydensuojansa. Aggregointi voi liittyä sijaintiin, liittymän identifioimiseen tai tapahtumien aikaleimoihin. Sijainnin aggregoinnilla tarkoitetaan matkapuhelimen paikannustarkkuuden harventamista esimerkiksi matkapuhelinverkon solutarkkuudesta kaupunginosa- tai ruututarkkuuteen. Liittymän identifioimisen estämiseksi data saatetaan katkaista määrävälein tai yksittäinen liittymä liitetään osaksi massalukemia aineistossa. Data voidaan myös harventaa esimerkiksi tunnin välein oleviksi tilannekuviksi tai käsitellä siten, että kaikki vuorokauden havainnot on koostettu yhteen.

Aggregointi vaikuttaa suuresti datasta saatavan tiedon resoluutioon. Kärjistäen: mitä vähemmän dataa aggregoidaan, sitä enemmän siitä mahdollisesti saada selville. Erilainen aggregointi vaikuttaa eri tavalla aineistoon. Jos aineistoa on harvennettu ajallisesti, saattaa aineistosta olla vaikea erottaa arkipäivien työmatkaliikennettä. Vaikka aineisto olisikin tällöin sijainnilisesti tarkkaa, ei työmatkojen liikevirtoja voida välttämättä

eritellä aineistosta. Toisaalta tarkka sijainti mahdollistaa aineiston luokittelun sijaintikohteiden perusteella – alueet voidaan luokitella asuinalueiksi, työpaikoiksi ja vapaa-ajan kohteiksi. Ajallinen aggregointi vaikuttaa eniten liikevirtojen havainnoimiseen aineistosta.

Alueellinen aggregointi vaikeuttaa matkojen ja sijaintien merkityksen havaitsemista. Vaikka ajalliset syklit kertovat tyypillisestä liikenteestä työpaikkojen ja kotien välillä tai lomakausien ja arkipäivien välillä, saattaa voimakas alueellinen harventaminen aiheuttaa epäselvyyksiä esimerkiksi kello 17.00–20.00 välisen liikkeen tarkoituksesta – onko kyseessä ostosmatka supermarketiin vai viedäänkö lapsia harrastamaan?

Aineisto, jossa liittymien identiteetti on aggregoitu siten, että liittymän liikettä ei voi seurata, sopii hyvin väestön liikevirtojen seuraamiseen. Tällaisesta aineistosta voi olla kuitenkin haastavaa tulkita yksilöiden eroja. Joissain aineistoissa matkapuhelinoperaattorit ovat luovuttaneet tutkijoille käyttäjien sosioekonomisia tilastollisia tietoja, mikä mahdollistaa havaintojen liittämisen erilaisiin ryhmiin. Tämä taas mahdollistaa esimerkiksi paikallisten ja turistien liikkeen erottelun tai vanhempien ja nuorempien ihmisten liikkeiden erojen havainnoinnin.

Tyypillisiä tietoja, joita matkapuhelindatasta voidaan selvittää, ovat ihmisten dynaaminen populaatio, merkittävät sijainnit sekä liikevirrat. Ensimmäinen näistä kertoo ihmisten sijoittumisesta alueille eri ajanhetkinä: missä työskennellään, missä harrastetaan ja missä nukutaan eri vuorokauden aikoina. Merkittävät sijainnit kertovat eri kohteiden vaikutuksesta ympäristöönsä tai liittymien käyttäjille. Liikevirrat kertovat liikkeiden alkupisteistä, valituista reiteistä ja reittien pituuksista, matkustusnopeuksista ja päätepisteistä. Matkapuhelinaineisto – aggregoinnin tasosta huolimatta – tarvitsee kuitenkin taustalleen ymmärrystä yhteiskunnasta ja tutkimusalueesta, jolta data on kerätty. Aineisto kertoo liikkeistä, sijanneista ja väestön keskittymistä, mutta ilmiöiden tunnistamiseksi tarvitaan myös selittävää aineistoa.

Vuonna 2019 ja 2020 tehdyt tutkimukset käyttävät ensisijaisesti OD-dataa. Näissä tutkimuksissa OD-data on yleensä aggregoitu 24-tunnin ajanjaksoihin. Tällöin aineisto kertoo liikkeistä vuorokauden aikana, muttei paljasta käyttäjien reittiä. Tutkimuksissa käytetään myös CDR- tai XDR-matkapuhelindataa, joka ei yleensä ole ajallisesti aggregoitua. Näin aineistosta on mahdollista selvittää liikevirtojen syntyyn ja

ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä pyrkimällä erottelemaan esimerkiksi ruuhka-aikojen liikenne muusta liikenteestä. Yleisin alueellinen aggregointi on aineistosta itsestään saatava tarkkuus eli solupaikannustieto.

Tutkimuksista noin puolet on tehty eurooppalaisella datalla. Yhdysvalloissa ja Aasiassa tehdyt tutkimukset eroavat hieman aineistoltaan – Yhdysvalloissa aineisto on usein sijaintidataa ja tutkimustarkoitukseen sen on luovuttanut datankäsittelyyn erikoistunut yritys. Aasian tutkimuksissa aineisto on aggregoinniltaan eurooppalaista harvempaa ja aineistot ovat pääasiallisesti joko kiinalaisia, korealaisia tai japanilaisia.

Tutkimusten ensisijaiset kohteet ovat olleet kaupunki- ja liikennesuunnittelua sekä jonkin verran suuronnettomuuden torjuntaan varautuvia. Kesällä 2020 tutkimusten kohteissa ja tutkimusten määrässä on tapahtunut muutos – koronavirus näkyi yhä useammassa tutkimuksessa ja tutkimusten julkaisumäärä on kasvanut.

## **6.2. Ihmisten liikkeen muutos ja muutoksen mahdollisesti selittävät tekijät**

Tämän tutkimuksen tulokset osoittivat, että liikkuvuus poikkesi normaalista rytmistä ja volyymistään maaliskuussa 2020. Tutkimuksen tulosten mukaan liikkuvuus laski Suomessa maaliskuussa, mutta muutos ei ollut samanaikaista eikä samankaltaista kaikkialla Suomessa.

Maakuntatason liikkuvuuden lasku alkoi viikolla 11. Joidenkin maakuntien osalta muutos käynnistyi jo keskiviikkona 11.3.2020 ja kaikkien maakuntien osalta liikkuvuus oli laskenut lähtökohtatilanteeseen (3.–9.2.2020) verrattuna viimeistään lauantaina 14.3.2020. Lasku ei ollut kuitenkaan tasaista – Lapin ja Kainuun maakunnissa liikkuvuus laski myöhemmin ja hitaammin kuin muissa maakunnissa. Jyrkin maakuntien liikkuvuuden lasku tapahtui viikon 11 viikonloppuna ja arkiviikolla 12. Tämän jälkeen lasku oli loivempaa, mutta jatkui koko maaliskuun ajan. Matalimmillaan liikkuvuus oli maakuntatasolla viikon 13 viikonloppuna (28.–29.3.2020) eli tarkastelujakson lopussa.

Kuntatasolla liikkuvuuden lasku käynnistyi myös viikolla 11. Viikonloppuna 14.–15.3.2020 liikkuvuus laski suurimmassa osaa kunnista, mutta joissain kunnissa liikkuvuus sen sijaan nousi. Näitä kuntia olivat Ruotsin vastaisen rajan kunnat, Lapin hiihtokeskuskunnat ja sellaiset kunnat, joissa mökkien lukumäärä on suuri vakituiseen

asutukseen nähden. Lapin kuntien osalta liikkuvuus kääntyi laskuun viikon 12 viikonloppuun mennessä, mutta mökkikuntien osalta liikkuvuus pysyi korkealla.

Liikkuvuuden lasku ajoittui siten, että eteläisemmän Suomen väkirikkaissa maakunnissa (Uusimaa, Pirkanmaa ja Varsinais-Suomi) liikkuvuus laski jo samana päivänä, kun Valtioneuvosto antoi suosituksia liikkumisesta (11.3.2020). Lasku jatkui Varsinais-Suomessa ja Pirkanmaalla seuraavana päivänä, kun valmiuslaista keskusteltiin ensimmäistä kertaa vaihtoehtona julkisuudessa (12.3.2020). Muualla Suomessa liikkuvuuden lasku seurasi tätä trendiä, mutta enimmäkseen vasta 2–3 vuorokautta myöhemmin.

Ihmisiä oli lähtökohtatilannetta enemmän viikolla 10 ja 11 Lapissa ja itäisessä Suomessa. Viikolla 12 ihmisiä oli lähtökohtatilannetta enemmän vielä itäisessä Suomessa sekä myös Päijät-Hämeen ja Etelä-Savon alueella erityisesti mökkikunnissa. Ihmiset olivat aloittaneet siirtymisen pois vakituisilta asutuskunniltaan jo viikolla 10, mutta liikkuvuuslukuja tarkastellen myös viikolla 11 ja matkat suuntautuivat todennäköisesti mökkipaikkakunnille. Ihmisten lukumäärä lähtökohtatilanteeseen nähden laski tarkastelujakson aikana erityisesti runsasväkisissä kunnissa, kuten Espoossa, Vantaalla ja Helsingissä. Tämä isojen kaupunkien dynaamisen väestömäärä lasku kertoo kuitenkin enemmän siitä, että kaupungeihin matkustettiin vähemmän kuin siitä, että kaupungeista olisi poistuttu runsaasti.

Maakuntien matkojen määrässä ei ollut suhteellista muutosta maakuntien järjestyksen osalta, mutta Lapin matkojen määrä laski hieman muita maakuntia nopeammin. Kuntien sisäisten matkojen osuus oli laskenut normaalisti viikonloppuisin, kun kunnista tehtiin matkoja kuntien ulkopuolelle. Viikolla 12 tämä trendi hiipui, ja tarkastelujakson aikana kuntien sisäisten matkojen osuus kaikista matkoista kasvoi.

Liikkeiden pituus laski viikosta 11 alkaen ja lasku jatkui viikoilla 12–13. Liikkuvuuden lasku kertoo siis myös pidempien matkojen pois jäämisestä sekä samalla kaikkien matkojen määrän laskusta. Lyhyillä matkoilla matkustajien volyymi oli selvästi suurempi kuin pitkillä matkoilla – volyymimäärällisesti tarkasteltuna pitkien matkojen väheneminen ei vielä yksin selitä liikkuvuuden laskua.

Kuntien ympärille muodostuva verkosto kutistui. Kutistuminen näkyi volyymin laskuna ja pidempien matkojen hiipumisena. Myös matkat naapurikuntiin vähenivät, mutteivat yhtä paljon. Tämä tarkoitti, että tarkastelujakson aikana yhteyksien lukumäärä pieneni ja kunnat ikään kuin eristäytyvät – tosiasiallisesti liikkuminen kuntien välillä jatkui, mutta pidemmät yhteydet jäivät vähäisemmiksi.

Liikkuvuuden laskun vaihtelulle ei löytynyt yhtä selvää selitystä. Työmatkojen määrä näkyi arkiviikkojen ja viikonloppujen liikkuvuuden eroissa, mutta etätyömahdollisuus ei selvästi muuttanut liikkuvuutta tarkastelujakson aikana. Mökkien runsas suhde vakituiseen asutukseen selittää erityisesti mökkikuntien liikettä, mutta tutkimuksessa ei selvinnyt miten mökkimatkustus vaihteli alueellisesti.

Liikkuvuus vaikuttaisi laskeneen voimakkaasti kunnissa, joissa väestö asuu kaupunkimaisesti. Tällaisia kuntia yhdistää todennäköisesti myös runsas väestön määrä maaseutumaisiin kuntiin verrattuna. On mahdollista, että kaupunkimaiset kunnat ovat verkostojen keskuksia, joihin väestö liikkuu työn, opiskelun ja palveluiden takia. Kaupunkimaisten kuntien keskusasemaa tukee myös kuntaan kohdistuvien yhteyksien suurempi lukumäärä. Nyt liike keskuksiin väheni, jolloin keskuskuntien liikkuvuus väheni. Vaikka yhteydet eivät laskeneet yhtä voimakkaasti, lasi yhteyksillä liikkua volyymi nopeammin. Toisaalta on myös mahdollista, että kaikkia sellaisia liikkeitä vältettiin, jotka eivät olleet pakollisia. Tällöin ne kunnat, joissa normaalisti liikkuvuus on runsasta ylikorostuivat muutosta tarkasteltaessa.

Liikkuvuuden eroja voidaan myös selittää tarkastelemalla kuntien eri sijaintien liikkuvuuden muutosta. Vaikka varsinaisen tutkimuksen primääriaineiston tarkkuus ei tähän riitä, tarjoaa Googlen aineisto mahdollisuuden tarkastella muutoksen eroja eri sijaintiryhmissä. Työpaikkojen, joukkoliikenneasemien ja vähittäiskauppojen sekä vapaa-ajanviettopaikkojen liikkuvuus lasi muita sijaintiryhmiä nopeammin. Tämä viittaa siihen, että kuntatarkkuus ei tietenkään kerro kuin keskiarvon kunnan liikkuvuudesta – myös kunnan sisällä on voimakasta alueellista ja temporaalista vaihtelua.

Merkittävä löytö tutkimuksen kannalta on se, että lyhyiden matkojen osuus on erittäin suuri kaikessa liikkuvuudessa ja että matkojen pituus vaihtelee kunnan keskeisyyden mukaan. Tällöin liikkuvuuden muutosta tutkittaessa tulisikin pystyä perehtymään siihen,

mistä lyhyet, alle 50 km matkat koostuvat. Nyt kuntien sisäiset ja kunnista korkeintaan 50 km päässä oleviin kuntiin suuntautuneet matkat muodostivat tutkimusjakson kaikista matkoista noin 95 % osuuden.

Jos matkaa ajatellaan tapahtumana, jonka aikana syntyy liitoksia ja nämä liitokset taas ovat esimerkiksi tautien leviämisen kannalta olennaisia tapahtumina, eivät pitkät mökkimatkat tai hiihtolomamatkat pohjoiseen ole kovin merkittävässä roolissa. Vaikka pitkät matkat tarkoittavat yksilöiden siirtymistä oman asuinalueensa tai keskuspaikkakuntansa alueelta toisen kunnan alueelle, muodostavat edelleen kunnan sisällä tai sen välittömässä läheisyydessä tehdyt matkat pääosan kaikista matkatapahtumista. Tästä näkökulmasta etätyön lisäämisen tai koulujen sulkemisen kaltaiset toimenpiteet vaikuttavatkin huomattavasti enemmän kokonaisliikkeeseen kuin maakunnan sulkeminen.

Yhteenvedona liikkuvuuden intensiteetin muutoksesta voidaan todeta, että liikkuvuus laski lähes kaikkialla Suomessa ja että viikonloppujen liikkuvuus laski enemmän kuin arkiviikkojen. Alueiden erilaiset ominaisuudet vaikuttavat laskun määrään ja ajankohtaan. Rajakunnissa erityisesti länsirajalla liikkuvuus laski vasta rajaliikenteen rajoittamisen jälkeen, mökkikunnista erityisen suositut kunnat kasvattivat liikkuvuutta ja väestön määrää ja keskuskunnissa liikkuvuus laski nopeammin.

### **6.3. Liikkeen ja tautitapausten yhteys**

Tämän tutkimuksen tulokset eivät osoita, että Suomen liikkuvuuden muutoksella ja tautitapausten ilmenemisellä olisi selvä yhteys. Koko Suomea tutkittaessa liikkuvuussuhdeluku ja tautitapausten määrän kasvun suhdeluku eivät osoita korrelaatiota. Syitä tulokselle voi olla useita: Tautitapauksia on mahdollisesti liian vähän maakunnittain, jotta luotettavia tuloksia saataisiin aikaan tällä menetelmällä. Sairaanhoidopiiri voi olla alueena liian iso ja liikkuvuus sen alueella vaihdella voimakkaasti, jolloin keskiarvo liikkuvuudelle ei ole välttämättä oikea muuttuja, jota verrata tautitapausten määrän kasvuun. On myös mahdollista, että menetelmä sellaisenaan ei ole toimiva – kuitenkin referenssitutkimus (Badr et al. 2020) osoittaa, että menetelmän toimimattomuus olisi epätodennäköistä.

Kun tutkittiin pelkästään HUS:n lukemia, huomattiin kuitenkin korrelaatiota suhdelukujen erotuksessa aina seitsemään päivään asti. Liikkuvuus muuttui nopeasti Suomessa ja tarkastelujaksoa edelsi hiihtoloma – onkin mahdollista, että tämä vaikuttaa tuloksiin. Esimerkiksi Lapissa olleet HUS:n alueen asukkaat näkyvät liikkuvuutena Lapin tai Kainuun tuloksissa, mutta mahdollisina tautitapauksina HUS:n alueella viikkoa myöhemmin. Nyt tehty laskenta ei huomioi tällaisia tapauksia. Lisäksi sairaanhoitopiirin resoluutio voi olla väärä – mikäli käytössä olisi tarkempia, kuntakohtaisia tuloksia voitaisiin tautitapauksia verrata sairaanhoitopiiriä huomattavasti tarkempaan kuntatason liikkuvuuteen.

#### **6.4. Tutkimuksen kriittinen tarkastelu**

Tutkimuksen tuloksiin liittyy ainakin kolme aineistoista johtuvaa sekä yksi menetelmällinen tekijä, joilla on ollut suuri vaikutus tuloksiin. Aineistosta voitiin muodostaa vain yksi lähtökohtaviikko. Erityisesti suhdelukuja tutkittaessa tällä on suuri merkitys – aikaisemmin tutkimuksessa on jo viitattu siihen, että poikkeukselliset tapahtumat lähtökohtaviikolla johtavat myös myöhempien päivien tarkastelussa harhaanjohtaviin lukuihin. Lisäksi lähtökohta-aineiston vähäisyys vaikuttaa myös ajanjaksojen vertailuun. Tutkimuksessa on esitetty eroja arkiviikkojen ja viikonloppujen välillä, mutta aineisto ei mahdollista pidemmän aikavälin tarkastelua, jolloin voitaisiin nähdä tarkemmin, miten arkipäivät, lauantait ja sunnuntait eroavat toisistaan. Tämä tarkoittaa myös sitä, että tutkimuksessa poikkeukselliseksi nostetut viikonloppujen erot arkiviikkoihin saattaisivat osoittautua täysin normaaliksi vaihteluksi, jos käytössä olisi useammalta kuukaudelta lähtökohta-aineistoa.

Toinen aineistollinen esiin nostettava tekijä on aineiston muodostamisen metodologian läpinäkyvättömyys. Aktiviteettien osalta ei ole selvää, voidaanko yksittäinen matkapuhelinliittymä laskea aineistoon useasti, mikäli se on välillä poistunut kunnan alueelta. Matka-aineiston osalta ei ole tietoa, miten esimerkiksi kuntien rajalla tapahtunut liike on kirjattu aineistoon. Merkittävin tiedonpuute on se, että aktiviteetin tai matkatapahtuman kirjautumiseen liittyen ei ole tiedossa, tuleeko liittymän olla tukiaseman vai kunnan alueella 20 minuuttia. Kun tutkimuksessa tarkastellaan esimerkiksi kunnan sisäistä liikettä, on mahdollista, että tulokset osoittavat vain niitä liittymiä, jotka ovat vaihtaneet kunnan sisällä tukiasemaa ja olleet uuden tukiaseman

alueella 20 minuuttia – tai sitten kyseessä ovat kunnan alueella olleet matkapuhelinliittymät, jotka ovat vähintään 20 minuutin välein olleet vähintään kahden tukiaseman alueella. Ensimmäiseen ryhmään eivät kuulu tällöin esimerkiksi kävelylenkillä käyneet henkilöt, jotka eivät ole olleet missään vaiheessa 20 minuuttia yhden tukiaseman alueella. Toisessa ryhmässä saattavat erityisesti alueet, joissa tukiasemia on tiheästi, saada todellisesta liikkeestä poikkeavia lukuja. Kun tarkat menetelmät aineiston keräämisen kannalta eivät ole selvillä, on aineistosta vaikeampi löytää virheitä tai seikkoja, jotka johtavat toistuvasti poikkeaviin tuloksiin.

Kolmanneksi aineistoista tulee pitää mielessä, että reittien kuvaaminen on keinotekoisia. Aineisto on OD-aineistoa, jonka ominaisuuksiin ei kuulu tarkka reittitieto. Nyt muodostetut reittien pituudet kertovat alueiden keskipisteiden välisestä etäisyydestä. Mitä suurempi alue (kunta) on, sitä enemmän reittien luokittelu on harhaanjohtavaa. Matkojen tarkoituksen arviointi on myös erittäin haastavaa johtuen OD-aineiston piirteistä ja reittien aikaleimojen aggregoinnista vuorokausitasolle.

Menetelmällisesti tuloksia tutkittaessa tulee pitää mielessä, että lähes kaikki esitetyt arvot ovat keskiarvoja. Tämä näkyy esimerkiksi liikkuvuuden laskun intensiteettiä arvioitaessa. Maakunnissa liikkuvuus laski siten, että viikon 11 viikonloppuna liikkuvuus maakunnan sisällä oli keskiarvoltaan 84 % lähtökohtatilanteen liikkuvuudesta. Ahvenanmaan kunnat pois lukien, kuntien sisäisen liikkuvuuden keskiarvo oli sen sijaan viikon 11 viikonloppuna laskenut vain alle yhden prosenttiyksikön. Toisissa kunnissa liikkuvuus oli kasvanut (esim. Kustavi, jossa kasvua oli 75 %) ja toisaalta joukossa oli kuntia, joiden liikkuvuus oli laskenut huomattavasti (esim. Kittilä, jossa liikkuvuus oli 35 % lähtökohtatilanteesta). Eroja kuntien ja maakuntien välillä selittää kuntien epätasainen jakauma maakunnittain. Samoja keskiarvoon liittyviä haasteita liittyy myös arkiviikko- ja viikonloppujaotteluun – yksittäisten päivien tapahtumat katoavat keskiarvoja laskettaessa. Tämä hämärtää viikon sisäisen vaihtelun tarkastelun mahdolliseksi. Toisaalta päiväkohtainen tarkastelu olisi johtanut 28 lukeman esittelyyn jokaisesta muuttujasta. Nyt eri ajanjaksoja oli kahdeksan – tämäkin määrä aiheutti jo laskusuoritusten runsasta iterointia ja vaikeutti välillä visualisointia.

Tutkimuksessa ei löydetty kuntien erovaisuuksille selkeitä syitä. Selittävien muuttujien valintaa tulisikin tarkastella kriittisesti – ovatko nyt valitut taustamuuttujat oikeasti



liikkuvuutta, vetovoimaa tai kunnan ominaisuuksia kuvaavia? Tutkimus on osoittanut, että kuntatasolle spatiaalisesti aggregoidusta OD-aineistosta on vaikeaa löytää tarkoituksia tai merkityksiä ja että Google tarjoaa mielenkiintoista aineistoa eri alueiden tutkimiseen, mutta Googlen aineiston ongelma on sen läpinäkymättömyys. Applen tarjoama aineisto osoittautui haastavaksi käyttää eikä sellaisenaan kenties sovellukaan tämän kaltaiseen tutkimukseen.

## 6.5. Loppusanat

Tämän tutkimuksen alkusysäyksenä oli halu käsitellä ja analysoida matkapuhelindataa. Tämä lähtökohta näkyy tutkimuksessa, vaikka tutkimuksen suuntaa on säädetty monesti tutkimusprosessin aikana. Tutkimuksen tekeminen on edennyt kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä versiossa matkapuhelindatan osoittaman liikkeen muutosta oli tarkoitus tarkastella Googlen ja Applen julkaisemiin aineistoihin verraten, mutta johtuen näiden aineistojen läpinäkymättömyydestä tämä suunnitelma jouduttiin hylkäämään.

Tämän jälkeen tarkoitus oli tarkastella liikkuvuuden ja kuntien yhteyksien muutosta ja muutoksen suhdetta tautitapauksien määrän kasvuun (tai laskuun). Tutkimussuunnitelmaa esiteltäessä tämä oli edelleen tavoite, mutta tutkimuksen edetessä ilmeni uusia kysymyksiä. Tärkeimpänä niistä lienee ”miksi suhdelukujen muutos on toisilla alueilla suurempaa ja toisilla pienempää?”. Kävi ilmi, että alueellista tarkastelua varten ei ole mittareita, joita vasten suhdelukujen muutosta voitaisiin peilata – eikä tällöin myöskään perusteita pyrkiä selittämään muutoksen syytä.

Tutkimuksen kolmannessa versiossa alueiden eroille pyrittiin löytämään tunnuslukuja suhdelukujen vertailuja varten. Koska tämä tehtiin tutkimuksen loppupuolella, oli työ osittain haastavaa ja menetelmä tuntui jopa – kärkevästi ilmaisten – päälle liimatulta.

Joka tapauksessa tutkielman laajuutta ajatellen ei ollut mahdollista (eikä järkevääkään) pyrkiä rakentamaan alaluvuista 3.5. ja 4.6. monimutkaisempaa, syvempää tai monipuolisempaa vertailuaineistoa tai menetelmää. Alueiden erojen tarkastelu on ainakin tutkimuksen laatijan mielestä tämän työn heikoin osa-alue – toisaalta se on kuitenkin toteutettu toistettavalla menetelmällä, kuten tutkimuksen muutkin osa-alueet.

Loppujen lopuksi kyseessä on ollut opinnäyte, jossa aiheeseen perehtyminen ja mahdollisten mallien tai menetelmien rakentaminen ovat olleet työn antoisin osa, mutta

myös ajanhallinnan harjoittelu, rajaaminen, tekstin oikolukeminen ja tulosten visualisoiminen ovat osoittautuneet mielenkiintoisiksi ja opettaviksi aiheiksi. Tärkeimpänä kokemuksena työ on kuitenkin tarjonnut laatimisprosessinsa aikana monipuolisen oppimisprosessin kirjoittajalleen.

## Kiitokset

Tämä työ on laadittu loka-marraskuussa 2020 työhuoneella, jossa työn etenemistä valvoi (usein silmät kiinni) herkeämättä yksi länsigöötanmaanpystykorva. Useat henkilöt sekä tahot ovat edesauttaneet tämän tutkielman tekemistä sekä myös varsinaiseen tutkielmaan johtaneita, sitä edeltäneitä mutta työhön merkittävästi liittyviä vaiheita.

Aivan ensimmäisenä haluan kiittää isääni kannustavasta otteesta tämän työn laatimiseen sekä useista neuvoista ja ohjauksesta työn aikana.

Kiitän myös työnantajaani sekä erityisesti työyhteisöäni – opintovapaa mahdollisti tämän tutkielman laatimisen ja kiitos kuuluu Antille, Markukselle ja Antille. Erityinen kiitos myös silloiselle Koulutusrahastolle eli nykyiselle Työllisyysrahastolle, jonka maksama aikuiskoulutustuki mahdollisti lähes kahden vuoden opiskelut.

Kiitos Markolle, Peterille ja Ollille, jotka omilla esimerkeillään ja sanoillaan rohkaisivat minua aloittamaan opinnot geoinformatiikan alalla ja perehtymään aiheeseen.

During my studies, the most significant course for me was *Big Data for Studying Tourism* in 2015 that encouraged me to study mobility and its research using social media and mobile phone data. I would like to express my thanks to the lecturers and teachers of the course: Enrico Di Minin, Henrikki Tenkanen, Olle Järv, Anna Hausmann, Kaisa Paananen and Tuuli Toivonen. Samalla haluan kiittää myös kurssin aikaista työryhmääni Claudia Bergrothia ja Elias Willbergiä. Claudian ja Eliaksen pro gradu -tutkielmat toimivat myös mainioina ja hyvinä esimerkkeinä omalle tutkielmalleni.

Antti Tuomi-Nikula THL:stä auttoi tartuntatautitapausten lukemien käsittelyssä, Aki Taanilan menetelmäblogi (<https://tilastoapu.wordpress.com/>) tarjosi apua tilastollisessa tulkinnassa ja Matti auttoi oikean englanninkielisen käännöksen löytämisessä – kiitos tästä tuesta. Kiitos myös Telialle tutkimuksessa käytetystä aineistosta.

Ohjaajiani Petteri Muukkosta ja Tuuli Toivosta kiitän joustavasta ja hyvästä tilannetajusta opintojeni loppuunsaattamisen tukemisessa sekä avusta tämän työn teossa. Erityisen kiitoksen haluan kohdistaa Tuulille: tukesi ja kannustuksesi opintojeni loppuvaiheen aikana mahdollisti hieman kireässäkin aikataulussa valmistumisen ja tapasi rohkaista tämän työn teossa teki tutkielman laatimisen helpommaksi.

Lopuksi: kiitos Ilona horjumattomasta tuestasi koko tämän työn ja sitä edeltäneiden opiskeluiden aikana. Ilman sitä – ja sinua – ei tätä tutkielmaa olisi koskaan laadittu.

## Lähteet

- Aalto, M. (2020). Matkapuhelin-data paljastaa Helsingin rajun jakautumisen: Näin kaupunkilaisten liikkuminen muuttui korona-viruksen myötä. *Helsingin Sanomat* 25.5.2020. <<https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000006518777.html>>
- Ahas, R., Silm, S., Järv, O., Saluveer, E. & Tiru, M. (2010). Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones. *Journal of Urban Technology*, 17(1), s. 3–27.
- Alaranta-Saukko, M. (2020). Kulmuni muistutti kansalaisia K-Studiossa yhteisvastuusta: ”Nyt pitää pysyä kotona eikä lähteä hurvittelemaan”. *Suomenmaa*, 20.3.2020. Luettu 28.9.2020. <<https://www.suomenmaa.fi/uutiset/kulmuni-muistutti-kansalaisia-k-studiossa-yhteisvastuusta-nyt-pitaa-pysya-kotona-eika-lahtea-hurvittelemaan/>>
- Ånäs, M. (2020). Levillä letkajenkkaa koronasta huolimatta – ensimmäiset Lapin after ski -baarit ilmoittivat vasta nyt sulkemisista. *Suomen Kuvalehti*, 19.3.2020. <<https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/levilla-letkajenkkaa-koronasta-huolimatta-ensimmaiset-lapin-after-ski-baarit-ilmoittivat-vasta-nyt-sulkemisista/>>
- Apple. (2020). *Liikkuvuustrendit*. Muutos reittiohjepyynnöissä 13. tammikuuta 2020 alkaen. Liikkuvuustrendi-raportit. Luettu 30.10.2020. <<https://covid19.apple.com/mobility>>
- Arhipova, I., Berzins, G., Brekis, E., Binde, J., Opmanis, M., Erglis, A. & Ansonskā, E. (2020). Mobile phone data statistics as a dynamic proxy indicator in assessing regional economic activity and human commuting patterns. *Expert Systems*, 37(5), s. 1–19.
- Arnal, R.P., Conesa, D., Alvarez-Napagao, S., Suzumura, T., Català, M., Alvarez, E. & Garcia-Gasulla, D. (2020). *Private Sources of Mobility Data Under COVID-19*. Julkaisematon artikkeli. <<http://arxiv.org/abs/2007.07095>>
- Badr, H.S., Du, H., Marshall, M., Dong, E., Squire, M.M. & Gardner, L.M. (2020). Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: a mathematical modelling study. *The Lancet Infectious Diseases*, 3099(20), s. 1–8. <[http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30553-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30553-3)>

- Bargiotti, L., Gielis, I., Verdegem, B., Breyne, P., Pignatelli, F., Smits, P. & Boguslawski, R. (2016). Guidelines for public administrations on location privacy. *JRC Technical Report*, EUR 28202, s.39. <[https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/news/attachment/jrc103110\\_1-dc246-d3.2\\_eulf\\_guideline\\_on\\_location\\_privacy\\_v1.00\\_final\\_-\\_pubsy.pdf](https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/news/attachment/jrc103110_1-dc246-d3.2_eulf_guideline_on_location_privacy_v1.00_final_-_pubsy.pdf)>
- Bergroth, C. (2019). Uncovering Population Dynamics Using Mobile Phone Data: The Case Of Helsinki Metropolitan Area. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopiston maantieteen laitos, s. 250. <<http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201905272171>>
- Bian, R. & Wilmot, C.G. (2015). Spatiotemporal population distribution method for emergency evacuation: Case study of New Orleans, Louisiana. *Transportation Research Record*, 2532, s. 99–106.
- Buckee, C. et al. (2020). Aggregated mobility data could help fight COVID-19. *Science*, 368 (6487)(Apr 19), s. 145–146.
- Cáceres, N., Benítez, F.G. & Romero, L.M. (2020). Land use inference from mobility mobile phone data and household travel surveys. *Transportation Research Procedia*, 47(2019), s. 417–424. <<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.117>>
- Caceres, N., Romero, L.M. & Benitez, F.G. (2020). Exploring strengths and weaknesses of mobility inference from mobile phone data vs. travel surveys. *Transportmetrica A: Transport Science*, 16(3), s. 574–601. <<https://doi.org/10.1080/23249935.2020.1720857>>
- Cervellin, G., Comelli, I. & Lippi, G. (2017). Is Google Trends a reliable tool for digital epidemiology? Insights from different clinical settings. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 7(3), s. 185–189. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jegh.2017.06.001>>
- Cintia, P. et al. (2020). The relationship between human mobility and viral transmissibility during the Covid-19 epidemics in Italy. s. 27. <[http://sobigdata.eu/covid\\_report/#/report2](http://sobigdata.eu/covid_report/#/report2)>
- Collins. (2020a). Mobile. *Collins Dictionary*. Luettu 28.9.2020. <<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/mobility>>
- Collins. (2020b). Movement. *Collins Dictionary*. Luettu 28.9.2020. <<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/movement>>

- Cornell University. (2020). *About arXiv*. 20.3.2020. Luettu 12.10.2020.  
<<https://arxiv.org/about>>
- Coskun, V., Ozdenizci, B. & Ok, K. (2013). A survey on near field communication (NFC) technology. *Wireless Personal Communications*, 71(3), s. 2259–2294.
- Dahlberg, M., Edin, P.-A., Grönqvist, E., Lyhagen, J., Östh, J., Siretskiy, A. & Toger, M. (2020). Effects of the COVID-19 Pandemic on Population Mobility under Mild Policies: Causal Evidence from Sweden. Julkaisematon artikkeli.  
<<http://arxiv.org/abs/2004.09087>>
- Di Domenico, L., Pullano, G., Sabbatini, C.E., Boëlle, P.Y. & Colizza, V. (2020). Impact of lockdown on COVID-19 epidemic in Île-de-France and possible exit strategies. *BMC Medicine*, 18(1), s. 1–13.
- Elonen, P. & Mykkänen, P. (2020). Mitä Uudenmaan sulkeminen käytännössä tarkoittaisi? *Helsingin Sanomat* 25.3.2020.  
<<https://www.hs.fi/paivanlehti/25032020/art-2000006451409.html>>
- Elsevier. (2019). *Scopus 2019 Factsheet*. Luettu 12.10.2020.  
<[https://www.elsevier.com/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/114533/Scopus\\_Global\\_Research\\_Factsheet2019\\_FINAL\\_WEB.pdf](https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0017/114533/Scopus_Global_Research_Factsheet2019_FINAL_WEB.pdf)>
- Eom, J.K., Lee, K.S., Song, J.Y. & Lee, J. (2020). Analysis of mobile phone data to compare mobility flows and hotspots before and after the opening of high-speed railway: Case study of honam KTX in Korea. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(14).
- Eom, J.K., Lee, K.S. & Seong, M.E. (2020). Development and application of the Activity-BAsed Traveler Analyzer (ABATA) system. *Future Generation Computer Systems*, 106, s. 135–153. <<https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.048>>
- Ervasti, A.-E. & Saarinen, J. (2020). Koronahuoli ei pysäyttänyt viikonlopun liikennettä: Grafiikat näyttävät, kuinka kymmeniä-tuhansia ihmisiä virtasi pääkaupunki-seudulta mökkikuntiin. *Helsingin Sanomat* 25.3.2020.  
<<https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000006452638.html>>
- European Council. (2020). *Testing, tracing and quarantine*. Main results of video conference of the members of the European Council, 29.10.2020. Luettu 30.10.2020. <<https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/european->

council/2020/10/29>

EY = Euroopan yhteisö (2003). *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1059/2003*, annettu 26 päivänä toukokuuta 2003, yhteisestä tilastollisten alueyksiköiden nimikkeistöstä (NUTS). Luettu 15.10.2020.

<<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/291f4fb0-4c95-4702-9412-bfb2cbd5259a/language-fi>>

Facebook. (2020). *Facebook Data for Good: Publicly Available Data*. Luettu 15.10.2020.

<<https://dataforgood.fb.com/docs/facebook-data-for-good-publicly-available-data/>>

Finavia. (2020a). Lentoliikenne vuosisarjoina. *Lentoliikenteen tilastot*. Luettu

05.11.2020. <<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetilastot/liikennetilastot-vuosittain>>

Finavia. (2020b). Lentotilastot; laskeutumiset ja lentoonlähdöt 2020. Päivitetty syyskuussa 2020. *Lentoliikenteen tilastot*. Luettu 05.11.2020.

<<https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetilastot/liikennetilastot-vuosittain>>

Franch-Pardo, I., Napoletano, B.M., Rosete-Verges, F. & Billa, L. (2020). Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Science of the Total Environment*, 7.

<<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140033>>

Frith, J. & Saker, M. (2020). It Is All About Location: Smartphones and Tracking the Spread of COVID-19. *Social Media and Society*, 6(3), s. 2–5.

Gao, S., Rao, J., Kang, Y., Liang, Y., Kruse, J., Doepfer, D., Sethi, A.K., Reyes, J.F.M., Patz, J. & Yandell, B.S. (2020). Mobile phone location data reveal the effect and geographic variation of social distancing on the spread of the COVID-19 epidemic.

Julkaisematon artikkeli. <<http://arxiv.org/abs/2004.11430>>

García-Albertos, P., Cantú Ros, O.G. & Herranz, R. (2020). Analyzing door-to-door travel times through mobile phone data: A case study of Spanish airports. *CEAS*

*Aeronautical Journal*, 11(2), s. 345–354. <<https://doi.org/10.1007/s13272-019-00432-y>>

Gauvin, L., Tizzoni, M., Piaggese, S., Young, A., Adler, N., Verhulst, S., Ferres, L. & Cattuto, C.

- (2020). Gender gaps in urban mobility. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1), s. 1–13. <<http://dx.doi.org/10.1057/s41599-020-0500-x>>
- Ghebreyesus, T.A. (2020). *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19*. 11.3.2020. Luettu 08.10.2020.  
<<https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>>
- Giannotti, F., Nanni, M., Pappalardo, L., Rossetti, G., Rinzivillo, S., Cintia, P., Fadda, D., Lopalco, P., Mazzilli, S., Pedreschi, D., Tavošchi, L., Bonato, P., Fabbri, F., F. P. & Savarese, M. (2020). Mobile phone data analytics against the Covid-19 epidemics in Italy: Flow diversity and local job markets during the national lockdown. S. 24. Julkaisematon artikkeli. <<https://arxiv.org/pdf/2004.11278>>
- Google. (2020a). Alueen kalibrointi. *Muutokset ihmisten liikkumisissa -raportit*. Luettu 09.11.2020. <[https://support.google.com/covid19mobility/checklist/9834261?hl=fi&ref\\_topic=9822927](https://support.google.com/covid19mobility/checklist/9834261?hl=fi&ref_topic=9822927)>
- Google. (2020b). Katso, miten ihmisten liikkuminen on muuttunut COVID-19:n takia. *Muutokset ihmisten liikkumisissa -raportit*. Luettu 30.10.2020.  
<<https://www.google.com/covid19/mobility/>>
- Google. (2020c). Tietosuojasta huolehtiminen. *Muutokset ihmisten liikkumisissa -raportit*. Luettu 09.11.2020. <<https://www.google.com/covid19/mobility/>>
- Google Trends. (2020a). Hakutermi korona. Luettu 10.10.2010.  
<[https://trends.google.com/trends/explore?date=2020-02-01 2020-03-31&geo=FI&q=korona&hl=fi](https://trends.google.com/trends/explore?date=2020-02-01%2020-03-31&geo=FI&q=korona&hl=fi)>
- Google Trends. (2020b). Hakutermi uusimaa. Luettu 10.10.2020.  
<[https://trends.google.com/trends/explore?date=2020-02-01 2020-03-31&geo=FI&q=uusimaa&hl=fi](https://trends.google.com/trends/explore?date=2020-02-01%2020-03-31&geo=FI&q=uusimaa&hl=fi)>
- Graells-Garrido, E., Meta, I., Serra-Buriel, F., Reyes, P. & Cucchietti, F.M. (2020). Measuring Spatial Subdivisions in Urban Mobility with Mobile Phone Data. Julkaisematon artikkeli. <<https://arxiv.org/abs/2002.11636>>
- Graells-Garrido, E., Caro, D. & Parra, D. (2018). Inferring modes of transportation using mobile phone data. *EPJ Data Science*, 7(1), s. 1–23. <<http://dx.doi.org/>>



10.1140/epjds/s13688-018-0177-1>

Grantz, K.H., Meredith, H.R., Cummings, D.A.T., Metcalf, C.J.E., Grenfell, B.T., Giles, J.R., Mehta, S., Solomon, S., Labrique, A., Kishore, N., Buckee, C.O. & Wesolowski, A. (2020). The use of mobile phone data to inform analysis of COVID-19 pandemic epidemiology. *Nature Communications*, 11(4961), s. 1–8.  
<<http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-18190-5>>

Hägerstrand, T. (1970). What About People in Regional Science? *Papers in Regional Science*, 24(1), s. 7–24.

Hakahuhta, A. (2020). Ylen tiedot: Liikkumisrajoitukset koskisivat todennäköisesti koko Uuttamaata. Laadittu 24.3.2020, päivitetty 25.3.2020. YLE. Luettu 08.10.2020.  
<<https://yle.fi/uutiset/3-11275063>>

Haleem, M.S., Do Lee, W., Ellison, M. & Bannister, J. (2020). The ‘Exposed’ Population, Violent Crime in Public Space and the Night-time Economy in Manchester, UK. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 2020.

Heiler, G., Reisch, T., Hurt, J., Forghani, M., Omani, A., Hanbury, A. & Karimipour, F. (2020). Country-wide mobility changes observed using mobile phone data during COVID-19 pandemic. Julkaisematon artikkeli. <<http://arxiv.org/abs/2008.10064>>

Heiler, G., Hanbury, A. & Filzmoser, P. (2020). The impact of COVID-19 on relative changes in aggregated mobility using mobile-phone data. Julkaisematon artikkeli. <<http://arxiv.org/abs/2009.03798>>

Helminen, V., Nurmio, K., Rehunen, A., Ristimäki, M., Oinonen, K., Tiitu, M., Kotavaara, O., Antikainen, H. & Rusanen, J. (2014). *Kaupunki-maaseutu-alueuokitus*. Paikkatietoihin perustuvan alueuokituksen muodostamisperiaatteet. Helsinki. <<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/135861>>

Helminen, V., Nurmio, K. & Vesänen, S. (2020). *Kaupunki-maaseutu-alueuokitus 2018*. Helsinki. <<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/315440>>

Hsiehchen, D., Espinoza, M. & Slovic, P. (2020). Political partisanship and mobility restriction during the COVID-19 pandemic. *Public Health*, 187, s. 111–114.  
<<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.08.009>>

Iacus, S.M., Santamaria, C., Sermi, F., Spyrtatos, S., Tarchi, D. & Vespe, M. (2020). Human

- mobility and COVID-19 initial dynamics. *Nonlinear Dynamics*, 101, s. 1901–1919. <<https://doi.org/10.1007/s11071-020-05854-6>>
- ITU. (2020). Mobile-cellular subscriptions per 100 inhabitants. *ICT Data Portal. Statistics*. Luettu 08.10.2020. <<https://www.itu.int/net4/ITU-D/icteye/#/topics/1002>>
- Järv, O., Willberg, E., Väisänen, T. & Toivonen, T. (2020a). Kesämökkejä kohti – Liikkumisvirrat Suomessa COVID-19 epidemian aikaan. 12.5.2020. *Digital Geography Lab Blog*. Luettu 30.10.2020. <<https://blogs.helsinki.fi/digital-geography/2020/05/15/kaupungista-kesamokeille-liikkumisvirrat-suomessa-covid-19-epidemian-aikaan/>>
- Järv, O., Willberg, E., Väisänen, T. & Toivonen, T. (2020b). Missä ja milloin COVID-19 mullisti liikkumisen? Analyysiä anonymisoidusta ja aggregoidusta mobiiliverkkodatasta. 6.5.2020. *Digital Geography Lab Blog*. Luettu 30.10.2020. <<https://blogs.helsinki.fi/digital-geography/2020/05/06/missa-ja-milloin-covid-19-mullisti-liikkumisen-analyysia-suomalaisilla-matkapuheinaineistoilla/>>
- Järv, O., Ahas, R. & Witlox, F. (2014). Understanding monthly variability in human activity spaces: A twelve-month study using mobile phone call detail records. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38, s. 122–135. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2013.11.003>>
- Kang, Y., Gao, S., Liang, Y., Li, M., Rao, J. & Kruse, J. (2020). Multiscale Dynamic Human Mobility Flow Dataset in the U.S. during the COVID-19 Epidemic. Julkaisematon artikkeli. <<http://arxiv.org/abs/2008.12238>>
- Kellerman, A. (2012). Needs and Triggers for Daily Spatial Mobilities. Teoksessa *Daily Spatial Mobilities: Physical and Virtual*. New York, USA: Routledge, pp.21–36.
- Kervinen, E., Sutinen, T., Luukka, T. & Pietiläinen, T. (2020). Hallitus valmistelee Uudenmaan eristämistä – Ravintolat kiinni, mutta ulosmyynti sallittaisiin. *Helsingin Sanomat*, 25.3.2020. <<https://www.hs.fi/paivanlehti/25032020/art-2000006450578.html>>
- Kishore, N., Kiang, M. V, Engø-Monsen, K., Vembar, N., Schroeder, A., Balsari, S. & Buckee, C.O. (2020). Measuring mobility to monitor travel and physical distancing interventions: a common framework for mobile phone data analysis. *The Lancet*

*Digital Health*, 7500(20).

- Kotavaara, O., Lehtonen, O. & Huovari, J. (2020). Paikkatiedosta tukea yhteiskunnan avaamiseen ja kohdennettuihin toimiin koronan rajoittamiseksi. 22.6.2020. *Oulun yliopiston blogikirjoitus*. Luettu 30.10.2020. <<https://www oulu.fi/blogs/node/203622>>
- KOTUS = Kotimaisten kielten keskus. (2020a). Liike. *Kielitoimiston sanakirja*. Luettu 28.9.2020. <<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/liike>>
- KOTUS. (2020b). Liikkuva. *Kielitoimiston sanakirja*. Luettu 28.9.2020. <<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/liikkuva>>
- KOTUS. (2020c). Lyhenneluettelo C-D. *Kielitoimiston ohjepankki*. Luettu 28.9.2020. <<http://www.kielitoimistonohjepankki.fi/haku/covid/ohje/371>>
- Kuntaliitto. (2019a). Kaupunkien ja kuntien lukumäärät ja väestötiedot. *Tilastot ja julkaisut*. Päivitetty 3.4.2019. Luettu 30.9.2020. <<https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaupunkien-ja-kuntien-lukumäärät-ja-vaestotiedot>>
- Kuntaliitto. (2019b). Sairaanhoidopiirien yhteystiedot. *Sosiaali- ja terveysasiat*. Päivitetty 11.6.2019. Luettu 03.11.2020. <<https://www.kuntaliitto.fi/sosiaali-ja-terveysasiat/sairaanhoidopiirien-yhteystiedot>>
- Lai, S., Bogoch, I., Ruktanonchai, N., Watts, A., Lu, X., Yang, W., Yu, H., Khan, K. & Tatem, A.J. (2020). Assessing spread risk of Wuhan novel coronavirus within and beyond China, January-April 2020: a travel network-based modelling study. Julkaisematon artikkeli. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7276059/>>
- Lai, S., Farnham, A., Ruktanonchai, N.W. & Tatem, A.J. (2019). Measuring mobility, disease connectivity and individual risk: A review of using mobile phone data and mHealth for travel medicine. *Journal of Travel Medicine*, 26(3), s. 1–9.
- Lauer, S.A., Grantz, K.H., Bi, Q., Jones, F.K., Zheng, Q., Meredith, H.R., Azman, A.S., Reich, N.G. & Lessler, J. (2020). The incubation period of coronavirus disease 2019 (CoVID-19) from publicly reported confirmed cases: Estimation and application. *Annals of Internal Medicine*, 172(9), s. 577–582.
- Lenormand, M., Samaniego, H., Chaves, J.C., da Fonseca Vieira, V., da Silva, M.A.H.B. & Evsukoff, A.G. (2020). Entropy as a measure of attractiveness and socioeconomic

complexity in Rio de Janeiro Metropolitan Area. *Entropy*, 22(3).

Louail, T., Lenormand, M., Cantu Ros, O.G., Picornell, M., Herranz, R., Frias-Martinez, E., Ramasco, J.J. & Barthelemy, M. (2014). From mobile phone data to the spatial structure of cities. *Scientific Reports*, 4, s. 1–12.

Luukka, T. (2020). Pääministeri Sanna Marin vetoaa HS:n haastattelussa kaikkiin suomalaisiin: Valtio ei voi yksin ratkaista koko kriisiä. *Helsingin Sanomat*, 20.3.2020. <<https://www.hs.fi/politiikka/art-2000006447594.html>>

Lyons, K. (2020). Governments around the world are increasingly using location data to manage the coronavirus. *The Verge*, 23.3.2020. Luettu 08.10.2020. <<https://www.theverge.com/2020/3/23/21190700/eu-mobile-carriers-customer-data-coronavirus-south-korea-taiwan-privacy>>

Magklaras, G. & López-Bojórquez, L.N. (2020). A Review of Information Security Aspects of the Emerging Covid-19 Contact Tracing Mobile Phone Applications., s. 30–44. *IFIP Advances in Information and Communication Technology book series (IFIPAIC)*, volume 593.

Meppelink, J., Van Langen, J., Siebes, A. & Spruit, M. (2020). Beware thy bias: Scaling mobile phone data to measure traffic intensities. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9).

Milusheva, S. (2020). Managing the spread of disease with mobile phone data. *Journal of Development Economics*, 147(March), <<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102559>>

MML = Maanmittauslaitos (2020). *Avoimien aineistojen tietopalvelu*. Aineistojen jakelusivusto. Luettu 30.9.2020. <<https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>>

Muhonen, T. & Pikkarainen, E. (2020). Uusimaa eristetään muusta Suomesta kolmeksi viikoksi – Marin vetoaa mökkiläisiin: Palatkaa koteihinne. *Helsingin Sanomat*, 25.3.2020. Luettu 08.10.2020. <<https://www.hs.fi/paivanlehti/26032020/art-2000006452847.html>>

Nieminen, J. (2014). Kuinka monta meitä on? Väestön laskemisessa on omat haasteensa. *Tilastokeskuksen hyvinvointikatsaus 1/2014*, 26.,5.2014. Luettu 28.9.2020.

<[https://www.stat.fi/artikkelit/2014/art\\_2014-02-26\\_008.html?s=0](https://www.stat.fi/artikkelit/2014/art_2014-02-26_008.html?s=0)>

Nuti, S. V., Wayda, B., Ranasinghe, I., Wang, S., Dreyer, R.P., Chen, S.I. & Murugiah, K. (2014). The use of google trends in health care research: A systematic review. *PLoS ONE*, 9(10).

OKM, STM & VN viestintäosasto = Opetus- ja kulttuuriministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriö & Valtioneuvoston viestintäosasto. (2020). Hallitus on todennut yhteistoiminnassa tasavallan presidentin kanssa Suomen olevan poikkeusoloissa koronavirustilanteen vuoksi. 16.3. 2020. Luettu 08.10.2020. <<https://vnk.fi/-/hallitus-totesi-suomen-olevan-poikkeusoloissa-koronavirustilanteen-vuoksi>>

Oksanen, K. (2020). Helsingin korona-tartunnoissa ”ollaan huolestuttavalla tiellä” – epidemian kiihtymisvaiheesta ollaan siirtymässä leviämisvaiheeseen, pelkää Husin diagnostiikkajohtaja. *Helsingin Sanomat*, 27.9.2020. <<https://www.hs.fi/kaupunki/art-2000006650283.html>>

Oliver, N. et al. (2020). Mobile phone data for informing public health actions across the COVID-19 pandemic life cycle. *Science Advances*, 6(23), s. 1–7.

OPH = Opetushallitus. (2019). Koulujen työ- ja loma-ajat lukuvuonna 2019–2020. 24.5.2019. Luettu 12.10.2020. <<https://www.oph.fi/fi/uutiset/2019/koulujen-tyo-ja-loma-ajat-lukuvuonna-2019-2020>>

Parker, M.J., Fraser, C., Abeler-Dörner, L. & Bonsall, D. (2020). Ethics of instantaneous contact tracing using mobile phone apps in the control of the COVID-19 pandemic. *Journal of Medical Ethics*, 46(7), s. 427–431.

Parviainen, J. (2012). Vallan ja resistanssin koreografioita kaupunkitilassa. *Tieteessä tapahtuu*, 30(1), s. 13–17. <<https://journal.fi/tt/issue/view/753>>

PeerJ. (2020). *PeerJ Preprints*. Luettu 08.10.2020. <<https://peerj.com/about/publications/#PeerJ-Preprints>>

Pepe, E., Bajardi, P., Gauvin, L., Privitera, F., Lake, B., Cattuto, C. & Tizzoni, M. (2020). COVID-19 outbreak response, a dataset to assess mobility changes in Italy following national lockdown. *Scientific Data*, 7(1), s. 3–9.

Poom, A., Järv, O., Zook, M. & Toivonen, T. (2020). COVID-19 is spatial: Ensuring that mobile Big Data is used for social good. *Big Data and Society*, 7(2).

- Pullano, G., Valdano, E., Scarpa, N., Rubrichi, S. & Colizza, V. (2020). Evaluating the impact of demographic, socioeconomic factors, and risk aversion on mobility during COVID-19 epidemic in France under lockdown a population-based study. Julkaisematon artikkeli.  
<<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.29.20097097v2.full.pdf>>
- Ravenstein, E.G. (1885). The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society of London*, 48(2), s. 167–235. <<https://www.jstor.org/stable/2979181>>
- Renso, C., Puntoni, S., Frenzos, E., Mazzoni, A., Moelans, B., Pelekis, N. & Pini, F. (2008). Wireless network data sources: Tracking and synthesizing trajectories. *Mobility, Data Mining and Privacy: Geographic Knowledge Discovery*, 2008, s. 73–100.
- Ricciato, F., Widhalm, P., Craglia, M. & Pantisano, F. (2015). Estimating Population Density Distribution from Network-based Mobile Phone Data. *JRC Technical Report*, 2015, s. 1–90. <[https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/Final-jrc-AIT-MNO-study-compressed\\_1.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/Final-jrc-AIT-MNO-study-compressed_1.pdf)>
- Rodrique, J.-P., Comtois, C. & Slack, B. (2017). *The Geography of Transport Systems*. 4th ed. New York, USA. Routledge.
- Rubenstein, J. (2014). *The Cultural Landscape. An Introduction to Human Geography*. 11th ed. Harlow, USA. Pearson.
- RVL = Rajavartiolaitos. (2020a). Rajaliikenteen kehitys 18.3.2020. Laadittu 19.3.2020. Tiedotteet. Luettu 05.11.2020. <[https://www.raja.fi/ajankohtaista/tietoa/tiedotteet/1/0/rajaliikenteen\\_kehitys\\_18\\_3\\_2020\\_79185](https://www.raja.fi/ajankohtaista/tietoa/tiedotteet/1/0/rajaliikenteen_kehitys_18_3_2020_79185)>
- RVL. (2020b). Rajaliikenteen kehitys 23.3.2020. Laadittu 24.3.2020. Tiedotteet. Luettu 05.11.2020. <[https://www.raja.fi/ajankohtaista/tietoa/tiedotteet/1/0/rajaliikenteen\\_kehitys\\_23\\_3\\_2020\\_79247](https://www.raja.fi/ajankohtaista/tietoa/tiedotteet/1/0/rajaliikenteen_kehitys_23_3_2020_79247)>
- RVL. (2020c). Rajoituksia rajanylitysluonteisissa Lapin rajavartioston alueella. 18.3.2020. Tiedotteet. Luettu 05.11.2020. <[https://www.raja.fi/ajankohtaista/tietoa/tiedotteet/1/0/rajoituksia\\_rajanylitysluonteisissa\\_lapin\\_rajavartioston\\_alueella\\_79170](https://www.raja.fi/ajankohtaista/tietoa/tiedotteet/1/0/rajoituksia_rajanylitysluonteisissa_lapin_rajavartioston_alueella_79170)>
- Salat, H., Smoreda, Z. & Schlöpfer, M. (2020). A method to estimate population densities and electricity consumption from mobile phone data in developing countries. *PLoS*

one, 15(6), s.p.e0235224.

Santamaria, C., Sermi, F., Spyrtatos, S., Iacus, S.M., Annunziato, A., Tarchi, D. & Vespe, M. (2020). Measuring the impact of COVID-19 confinement measures on human mobility using mobile positioning data. A European regional analysis. *Safety Science*, 132(104925).

Schlosser, F., Maier, B.F., Hinrichs, D., Zachariae, A. & Brockmann, D. (2020). COVID-19 lockdown induces structural changes in mobility networks -- Implication for mitigating disease dynamics. Julkaisematon artikkeli.  
<<http://arxiv.org/abs/2007.01583>>

Sheller, M. & Urry, J. (2006). The new mobilities paradigm. *Environment and Planning A*, 38(2), s. 207–226.

Shepherd, M. (2020). Why Geography Is A Key Part Of Fighting The COVID-19 Coronavirus Outbreak. *Forbes*, 5.3.2020. Luettu 28.9.2020.  
<<https://www.forbes.com/sites/marshallshepherd/2020/03/05/why-the-discipline-of-geography-is-a-key-part-of-the-coronavirus-fight/?sh=499fd8754f21>>

Silm, S., Jauhiainen, J.S., Raun, J. & Tiru, M. (2020). Temporary population mobilities between Estonia and Finland based on mobile phone data and the emergence of a cross-border region. *European Planning Studies*, s. 1–21.  
<<https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1774514>>

Silm, S., Järv, O. & Masso, A. (2018). Tracing human mobilities through mobile phones. Teoksessa Büscher et al (toim.) *Handbook of Research Methods and Applications for Mobilities*, 2020, s. 182–192.

STM = Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. (2020). Toimintasuunnitelmahybridistrategian mukaisten suositusten ja rajoitusten toteuttamiseen covid 19-epidemian ensimmäisen vaiheen jälkeen. Päätösluonnos. <<https://valtioneuvosto.fi/delegate/file/76001>>

STUK = Säteilyturvakeskus. (2019). Matkapuhelinverkon toiminta ja tukiasemat. Päivitetty 18.12.2019. Luettu 06.10.2020.  
<<https://www.stuk.fi/aiheet/matkapuhelimet-ja-tukiasemat/matkapuhelinverkko/matkapuhelinverkon-toiminta-ja-tukiasemat>>

- Sundman, R. & Stenroos, M. (2020). Puolueet antoivat tukensa valmiuslain käyttöönottoon tarvittaessa, päätöstä ei vielä tehty. YLE, 12.3.2020. Luettu 08.10.2020. <<https://yle.fi/uutiset/3-11254339>>
- Sutela, H. (2020). Kun mahdoton kävi mahdolliseksi – tietotyön yleisyys mahdollisti etätöiden läpimurron Suomessa. 19.5.2020. *Tilastokeskuksen asiantuntija-artikkelit ja ajankohtaisblogit*. Luettu 28.9.2020. <<https://www.stat.fi/tietotrendit/blogit/2020/kun-mahdoton-kavi-mahdolliseksi-tietotyon-yleisyys-mahdollistatatyon-lapimurron-suomessa/>>
- SYKE = Suomen Ympäristökeskus. (2020a). *Kaupunki-maaseutu-luokitus*. Päivitetty 15.10.2020. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Luettu 05.11.2020. <[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto\\_ja\\_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne/Tietoa\\_yhdyskuntarakenteesta/Kaupunkimaaseutu\\_luokitus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne/Tietoa_yhdyskuntarakenteesta/Kaupunkimaaseutu_luokitus)>
- SYKE. (2020b). Kunnat luokiteltuna paikkatietopohjaisen luokituksen perusteella -aineisto. *Kartat ja tilastot*. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Luettu 05.11.2020. <<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B79C3F436-BD63-413A-899D-694FCB5D9CC9%7D/158853>>
- Tagliazucchi, E., Balenzuela, P., Travizano, M., Mindlin, G.B. & Mininni, P.D. (2020). Lessons from being challenged by COVID-19. *Chaos, Solitons and Fractals*, 137.
- TSK = Tekniikan sanastokeskus ry (2018). *Geoinformatiikan sanasto*. 4 ed. Helsinki, Suomi. Maanmittauslaitos. Luettu 05.10.2020. <<http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf>>
- TSK (2002). Paikannussanasto. Luettu 05.10.2020. <<http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/paikannussanasto.pdf>>
- Telia. (2020a). Oikeuskansleri ei näe esteitä valtioneuvoston ja Telian yhteistyölle koronaviruksen vastaisessa taistelussa. 29.4.2020. <<https://www.telia.fi/artikkelit/artikkeli/oikeuskansleri-hyvaksyi-telian-ja-valtioneuvoston-yhteistyon-newsroom>>
- Telia. (2020b). Telian paikkatietopalvelu auttaa Valtioneuvostoa koronaviruksen vastaisessa taistelussa – ”Haluamme seurata päätösten vaikuttavuutta”. 3.4.2020. Luettu 08.10.2020. <<https://www.telia.fi/artikkelit/artikkeli/telia-ja-vnk->



yhteistyöhön-korona-taistelussa-newsroom>

THL = Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (2020a). Koronavirus COVID-19. Infektiotaudit ja rokotukset. Päivitetty 4.9.2020. Luettu 28.9.2020. <<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-ajo/koronavirus-covid-19>>

THL. (2020b). Matkailijalla todettu koronavirustartunta Lapin keskussairaalassa. 29.1.2020. Luettu 08.10.2020. <<https://thl.fi/fi/-/matkailijalla-todettu-koronavirustartunta-lapin-keskussairaalassa>>

THL. (2020c). Matkustaminen ja koronaviruspandemia. Infektiotaudit ja rokotukset. Päivitetty 28.9.2020. Luettu 28.9.2020. <<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/matkustaminen-ja-koronaviruspandemia>>

THL. (2020d). Tartuntaketjujen katkaisua tehostava sovellus, Koronavilkku. Päivitetty 16.10.2020. Luettu 30.10.2020. <<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/tarttumisen-ja-suojautuminen-koronavirus/tartuntaketjujen-katkaisua-tehostava-sovellus>>

THL. (2020e). Tartuntatautirekisterin COVID-19-tapaukset. Päivitetty 8.11.2020. Luettu 09.11.2020. <[https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/epirapo/covid19case/fact\\_epirapo\\_covid19case](https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/epirapo/covid19case/fact_epirapo_covid19case)>

THL. (2020f). Tilannekatsaus koronaviruksesta. Tietojen raportoinnista. Päivitetty 7.10.2020. Luettu 08.10.2020. <[https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/tilannekatsaus-koronaviruksesta#Tietojen\\_raportoinnista](https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/tilannekatsaus-koronaviruksesta#Tietojen_raportoinnista)>

THL. (2020g). Yhdellä henkilöllä todettu koronavirustartunta Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirissä. 26.2.2020. Luettu 08.10.2020. <<https://thl.fi/fi/-/yhdella-henkilolla-todettu-koronavirustartunta-helsingin-ja-uudenmaan-sairaanhoitopiirissa>>

THL & Esri. (2020). Sairaanhoitopiirit. Luettu 03.11.2020. <[https://media-koronatilanne.hub.arcgis.com/datasets/53b82d2d64784a74850a52f249804bcb\\_0](https://media-koronatilanne.hub.arcgis.com/datasets/53b82d2d64784a74850a52f249804bcb_0)>

- Thuillier, E., Moalic, L., Lamrous, S. & Caminada, A. (2018). Clustering Weekly Patterns of Human Mobility Through Mobile Phone Data. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 17(4), s. 817–830.
- Tietosuojavaltuutetun toimisto. (2020). Usein kysyttyä EU:n tietosuojasetuksesta. Luettu 04.11.2020. <<https://tietosuojafi.fi/gdpr>>
- Tilastokeskus. (2018). Työssäkäynti [verkkójulkaisu]. *Suomen virallinen tilasto*. Luettu 05.11.2020. <[http://www.stat.fi/til/tyokay/2017/04/tyokay\\_2017\\_04\\_2019-11-01\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tyokay/2017/04/tyokay_2017_04_2019-11-01_tie_001_fi.html)>
- Tilastokeskus. (2020a). Työssäkäyntialue. Käsitteet. Luettu 05.11.2020. <<https://tilastokeskus.fi/meta/kas/tyossakayntialu.html>>
- Tilastokeskus. (2020b). Työssäkäyntialueet. Paikkatietoaineistot. Luettu 05.11.2020. <<https://tilastokeskus-kartta.swgis.fi/>>
- Tilastokeskus. (2020c). Ulkomaan meriliikenne [verkkójulkaisu]. *Suomen virallinen tilasto*. Luettu 05.11.2020. <[http://www.stat.fi/til/uvliik/2020/09/uvliik\\_2020\\_09\\_2020-11-03\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/uvliik/2020/09/uvliik_2020_09_2020-11-03_tie_001_fi.html)>
- Tilastokeskus. (2020d). Väestörakenne [verkkójulkaisu]. *Suomen virallinen tilasto*. <<http://www.stat.fi/til/vaerak/index.html>>
- Tilastokeskus. (2020e). Vuoden 2020 kuntien ja maakuntien välinen luokitusavain. Tietoja tilastoista. Luokitukset. Luettu 16.10.2020. <[https://www.stat.fi/fi/luokitukset/corrmaps/kunta\\_1\\_20200101%23maakunta\\_1\\_20200101/](https://www.stat.fi/fi/luokitukset/corrmaps/kunta_1_20200101%23maakunta_1_20200101/)>
- Toivonen, T. (2009). Innovaatioiden esteitä poistettava. *Helsingin Sanomat*, 27.4.2009. Luettu 30.10.2020. <<https://www.hs.fi/paakirjoitukset/art-2000004648658.html>>
- Toivonen, T. (2019). Yritysten keräämä tieto yhteiskunnan käyttöön. *Helsingin Sanomat*, 13.2.2019. Luettu 30.10.2020. <<https://www.hs.fi/mielipide/art-2000005998983.html>>
- Toivonen, T. & Lehtomäki, J. (2013). Tutkimusaineistojen avaaminen on taitolaji. *Helsingin Sanomat*, 6.12.2013. Luettu 30.10.2020.

<<https://www.hs.fi/mielipide/art-2000002694183.html>>

Tolouei, R., Psarras, S. & Prince, R. (2017). Origin-Destination Trip Matrix Development: Conventional Methods versus Mobile Phone Data. *Transportation Research Procedia*, 26(2016), s. 39–52. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2017.07.007>>

Traficom. (2020). Matkaviestinverkon liittymät. Julkaistu 28.12.2020. Päivitetty 6.10.2020. *Tilastot*. Luettu 08.10.2020.  
<<https://www.traficom.fi/fi/tilastot/matkaviestinverkon-liittymat>>

Eduskunnan Tulevaisuusvaliokunta. (2020). *Koronapandemian hyvät ja huonot seuraukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä*. Helsinki.  
<[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/318188/tuvj\\_1\\_2020.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/318188/tuvj_1_2020.pdf?sequence=1)>

Tuomi-Nikula, A. (2020). VS: Koronavirustautitapaukset kunnittain? Sähköpostiviesti 16.10.2020. Luettu 16.10.2020. <[antti.tuomi-nikula@thl.fi](mailto:antti.tuomi-nikula@thl.fi)>

UM = Ulkoministeriö. (2020a). Matkailija, palaa Suomeen. Tiedote 14.3.2020, päivitetty 7.4.2020. Luettu 28.9.2020. <<https://valtioneuvosto.fi/-/ulkoministerio-alamatkusta-ulkomailla-2>>

UM. (2020b). Ulkoministeriö: Älä matkusta ulkomaille! Tiedote 17.3.2020. Luettu 28.9.2020. <<https://valtioneuvosto.fi/-/ulkoministerio-alamatkusta-ulkomailla-3>>

Valentino-DeVries, J. (2020). How Your Phone Is Used to Track You, and What You Can Do About It. *New York Times*, 19.8.2020.  
<<https://www.nytimes.com/2020/08/19/technology/smartphone-location-tracking-opt-out.html>>

Vilhelmsson, B. (1999). Daily mobility and the use of time for different activities. The case of Sweden. *GeoJournal*, 48, s. 177–185.

VN = Valtioneuvosto. (2020a). Hallitus päätti suosituksista koronaviruksen leviämisen hillitsemiseksi. Valtioneuvoston viestintäosasto. Tiedote 132/2020. 12.3.2020. Luettu 28.9.2020. <<https://valtioneuvosto.fi/-/10616/hallitus-paatti-suosituksesta-koronaviruksen-leviamisen-hillitsemiseksi>>

VN. (2020b). Koronakriisin vaikutukset ja suunnitelma epidemian hallinnan hybridistrategiaksi. Exit- ja jälleenrakennustyöryhmän 1. vaiheen raportti.

*Valtioneuvoston julkaisuja*, 2020, s.p.104. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-894-6>>

VN. (2020c). Poikkeusolojen toteaminen. Valtioneuvoston päätös VNK/2020/31.

Valtioneuvoston yleisistunto 16.3.2020. Luettu 28.9.2020.

<<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8068ec10>>

VN. (2020d). Valmiuslain mukaisten toimivaltuuksien käytöstä luovutaan – poikkeusolot

päätyvät tiistaina 16. kesäkuuta. Valtioneuvoston viestintäosasto. Tiedote

421/2020. 15.6.2020. Luettu 28.9.2020. <[https://valtioneuvosto.fi/-](https://valtioneuvosto.fi/-/10616/valmiuslain-mukaisten-toimivaltuuksien-kaytosta-luovutaan-poikkeusolot-paattavat-tiistaina-16-kesakuuta)

[/10616/valmiuslain-mukaisten-toimivaltuuksien-kaytosta-luovutaan-](https://valtioneuvosto.fi/-/10616/valmiuslain-mukaisten-toimivaltuuksien-kaytosta-luovutaan-poikkeusolot-paattavat-tiistaina-16-kesakuuta)

[poikkeusolot-paattavat-tiistaina-16-kesakuuta](https://valtioneuvosto.fi/-/10616/valmiuslain-mukaisten-toimivaltuuksien-kaytosta-luovutaan-poikkeusolot-paattavat-tiistaina-16-kesakuuta)>

VN. (2020e). Valtioneuvoston asetus liikkumisen tilapäisistä rajoituksista väestön

suojaamiseksi. 27.3.2020.

<[https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1058456/Soveltamisasetus\\_118+§\\_fi+20200327.pdf/d10e91ad-29d4-1562-415e-9da99d142e40/](https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1058456/Soveltamisasetus_118+§_fi+20200327.pdf/d10e91ad-29d4-1562-415e-9da99d142e40/)

[Soveltamisasetus\\_118+§\\_fi+20200327.pdf/Soveltamisasetus\\_118+§\\_fi+20200327.pdf](https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1058456/Soveltamisasetus_118+§_fi+20200327.pdf/d10e91ad-29d4-1562-415e-9da99d142e40/)>

VN. (2020f). Valtioneuvoston päätös rajavalvonnan väliaikaisesta palauttamisesta

sisärajoille tehdyn päätöksen sekä eräiden rajanylityspaikkojen väliaikaisesta

sulkemisesta ja liikenteen rajoittamisesta tehdyn päätöksen muuttamisesta.

Valtioneuvoston päätös SM/2020/24. Luettu 05.11.2020.

<<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f806928f9>>

VN. (2020g). Valtioneuvoston periaatepäätös toimintasuunnitelman antamisesta

hybridistrategian mukaisten suositusten ja rajoitusten toteuttamiseen COVID 19 -

epidemian ensimmäisen vaiheen jälkeen. Valtioneuvoston periaatepäätös

VNK/2020/106. Valtioneuvoston yleisistunto. Luettu 28.9.2020.

<<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f806d7705>>

VNK = Valtioneuvoston kanslia. (2020a). Korona ja joukkoliikenne. Virallinen podcast

18.9.2020. Luettu 28.9.2020. <[https://vnk.fi/-/10184/virallinen-podcast-](https://vnk.fi/-/10184/virallinen-podcast-18.9.2020.-korona-ja-joukkoliikenne)

[18.9.2020.-korona-ja-joukkoliikenne](https://vnk.fi/-/10184/virallinen-podcast-18.9.2020.-korona-ja-joukkoliikenne)>

VNK. (2020b). Valtioneuvoston kanslian COVID-19 operaatiokeskuksen käynnistäminen

ja ministeriöiden yhteyshenkilöverkoston asettaminen. Asettamispäätös 1.4.2020.

Luettu 28.9.2020. <<https://vnk.fi/documents/10616/334456/Covid-19+operaatiokeskus+asettamispäätös/4e73a7b3-6bd1-1e79-f4c5-dbb3374efd4d>>

- Wang, Y., Li, J., Zhao, X., Feng, G. & Luo, X. (Robert). (2020). Using Mobile Phone Data for Emergency Management: a Systematic Literature Review. *Information Systems Frontiers*, 2020.
- Warren, M.S. & Skillman, S.W. (2020). *Mobility Changes in Response to COVID-19*. Santa Fe, USA. <<http://arxiv.org/abs/2003.14228>>
- Watson, J.R., Gelbaum, Z., Titus, M., Zoch, G. & Wrathall, D. (2020). Identifying multiscale spatio-temporal patterns in human mobility using manifold learning. *PeerJ Computer Science*, 6, s.p.e276.
- Wesolowski, A., Eagle, N., Noor, A.M., Snow, R.W. & Buckee, C.O. (2013). The impact of biases in mobile phone ownership on estimates of human mobility. *Journal of the Royal Society Interface*, 10(81).
- Wu, Y., Wang, L., Fan, L., Yang, M., Zhang, Y. & Feng, Y. (2020). Comparison of the spatiotemporal mobility patterns among typical subgroups of the actual population with mobile phone data: A case study of Beijing. *Cities*, 100(60), s.p.102670. <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102670>>
- Xu, Y., Li, X., Shaw, S.L., Lu, F., Yin, L. & Chen, B.Y. (2020). Effects of Data Preprocessing Methods on Addressing Location Uncertainty in Mobile Signaling Data. *Annals of the American Association of Geographers*, 0(0), s. 1–25. <<https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1773232>>
- Yabe, T., Tsubouchi, K., Fujiwara, N., Wada, T., Sekimoto, Y. & Ukkusuri, S. V. (2020). Non-Compulsory Measures Sufficiently Reduced Human Mobility in Tokyo during the COVID-19 Epidemic. Julkaisematon artikkeli. <<http://arxiv.org/abs/2005.09423>>
- Yabe, T., Tsubouchi, K., Fujiwara, N., Sekimoto, Y. & Ukkusuri, S. V. (2020). Understanding post-disaster population recovery patterns. *Journal of the Royal Society Interface*, 17(163).
- Yabe, T., Tsubouchi, K., Shimizu, T., Sekimoto, Y. & Ukkusuri, S. V. (2020). Unsupervised Translation via Hierarchical Anchoring: Functional Mapping of Places across Cities. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery*

*and Data Mining*, 2020, s. 2841–2851.

Yabe, T. & Ukkusuri, S. V. (2020). Effects of income inequality on evacuation, reentry and segregation after disasters. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 82(February), s.p.102260.

<<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102260>>

Yoo, E.H., Roberts, J.E., Eum, Y. & Shi, Y. (2020). Quality of hybrid location data drawn from GPS-enabled mobile phones: Does it matter? *Transactions in GIS*, 24(2), s. 462–482.

Zhao, Y. (2002). Standardization of mobile phone positioning for 3G systems. *IEEE Communications Magazine*, 40(7), s. 108–116.

Zhao, Z., Shaw, S.L., Xu, Y., Lu, F., Chen, J. & Yin, L. (2016). Understanding the bias of call detail records in human mobility research. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(9), s. 1738–1762.

<<http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2015.1137298>>

Zhou, Y., Xu, R., Hu, D., Yue, Y., Li, Q. & Xia, J. (2020). Effects of human mobility restrictions on the spread of COVID-19 in Shenzhen, China: a modelling study using mobile phone data. *The Lancet Digital Health*, 2(8), s. 417–424.

<[http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30165-5](http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30165-5)>

## **Liitteet**

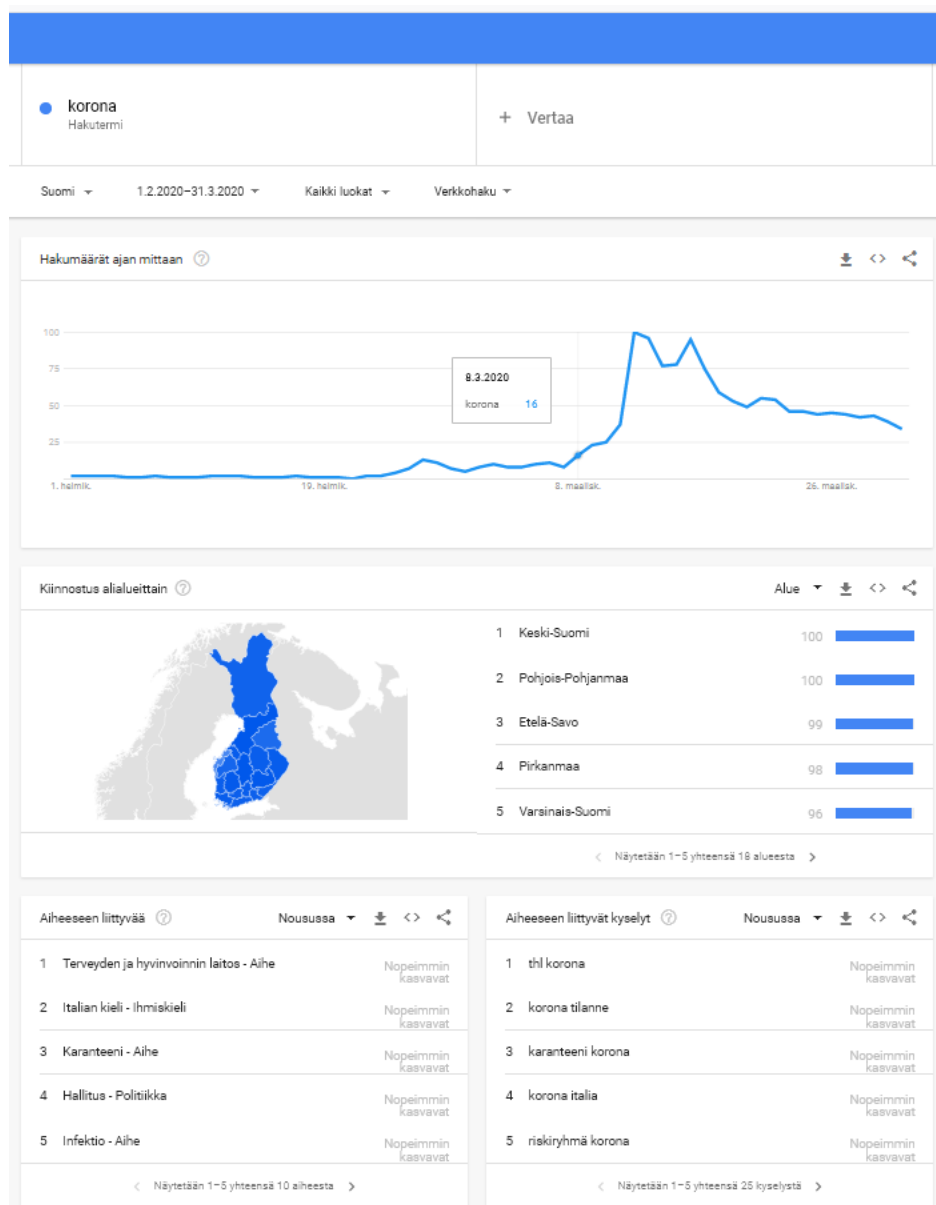
**Liite 1.** Kuvakaappaukset Google Trends -palvelusta 10.10.2020. Hakusanat "*korona*" ja "*uusimaa*" ajanjaksolla 1.2.–31.3.2020 Suomessa. (2 sivua)

**Liite 2.** Taulukko kirjallisuuskatsauksen tietokantahakujen tuloksista abstrakteihin perustuvan suodatuksen jälkeen. (5 sivua)

LIITE 1: Kuvakaappaukset Google Trends -palvelusta 10.10.2020. Hakusanat *korona* ja *uusimaa* ajanjaksolla 1.2.–31.3.2020 Suomessa.

Hakumääristä Google ilmoittaa seuraavaa: ”Numerot esittävät haun suosiota valitulla ajanjaksolla ja alueella suhteutettuna kaavion suurimpaan arvoon. Asteikon arvo 100 on alue, jolla termi oli suosituin. 50 on alue, jolla termillä tehtiin hakuja puolet vähemmän kuin 100 pisteen alueella, ja 0 on alue, jolla termistä ei ole saatavilla riittävästi tietoja.” (Google Trends 2020b)

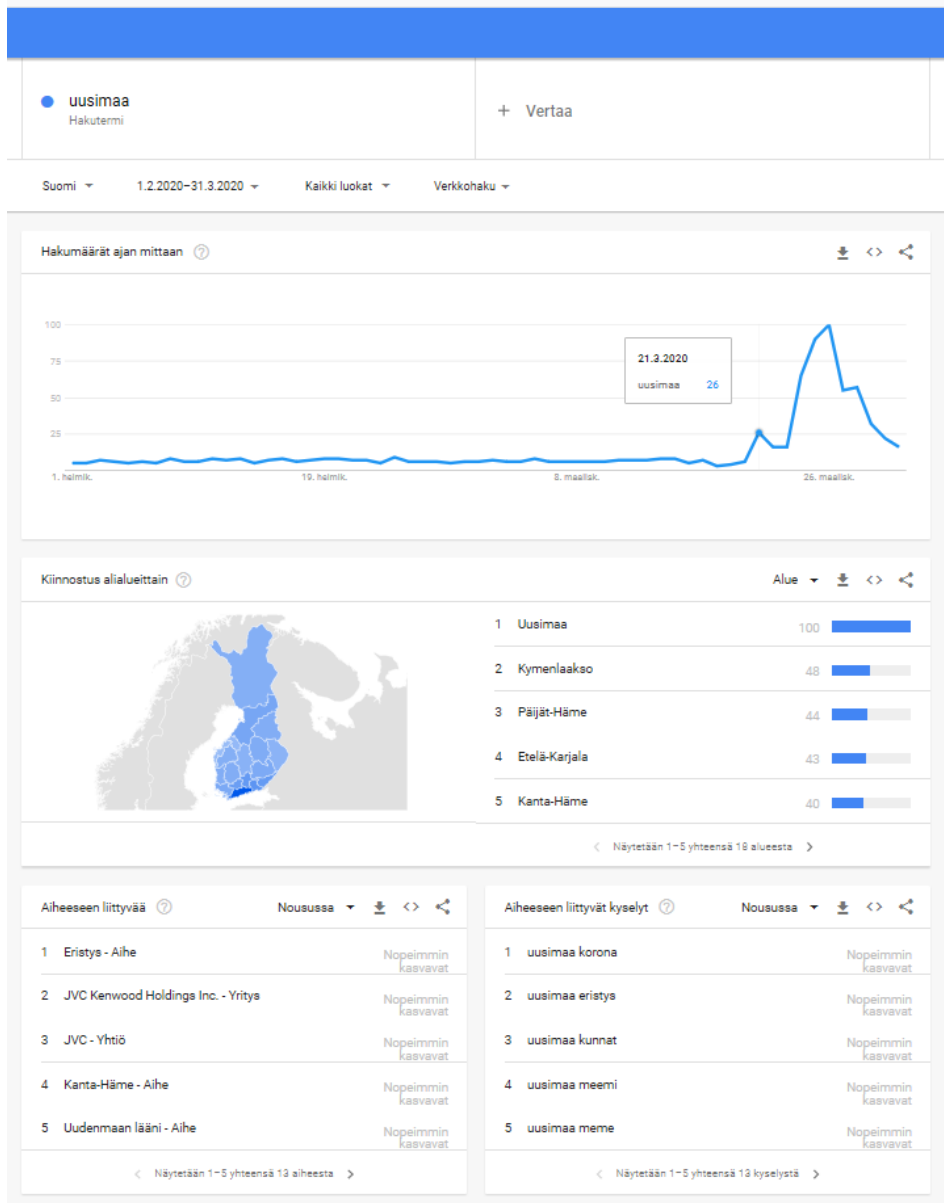
Hakusanan *korona* hakuehtoina olivat hakualueena Suomi ja ajankohtana 1.2.–31.3.2020. Kuvassa näkyy 8.3. tapahtuva nousu.





LIITE 1: Kuvakaappaukset Google Trends -palvelusta 10.10.2020. Hakusanat *korona* ja *uusimaa* ajanjaksolla 1.2.–31.3.2020 Suomessa.

Hakusanan ”uusimaa” hakuhehtoina olivat hakualueena Suomi ja ajankohtana 1.2.–31.3.2020. Kuvassa näkyy 21.3. tapahtuva nousu.



## LIITE 2: Kirjallisuuskatsauksen tulokset

**Taulukko 30.** Kirjallisuuskatsauksen tulokset.

#	Kirjoittajat	Julkaisuhetki <sup>1</sup>	Haku <sup>2</sup>	Käsiteltävä matkapuhelinaineisto	Korona-aiheinen tutkimus?
1	Arhipova et al. 2020	11.8.2019 / 10.1.2020	S2	Latvialainen CDR+-aineisto 1 235 tukiaseman alueelta 25.7.2015–31.12.2018 aggregoituna 15 minuutin aikaväleihin ja käyttäjämäärittäin. Ei avoin aineisto, hankittu Latvian Mobile Telephone -matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
2	Badr et al. 2020	- / 1.7.2020	S1	Yhdysvaltojen piirikunta- (engl. <i>county</i> ) ja päiväkohtainen OD-aineisto 1.1.–20.4.2020. Ei-avoin aineisto, hankittu Teralyticsiltä.	Kyllä
3	Caceres et al. 2020	26.7.2018 / 7.2.2020	S2	Espanjalainen tuntitarkkuudella oleva tukiasemaverkosta interpoloitu OD-aineisto helmikuusta 2015. Ei-avoin aineisto, hankittu espanjalaiselta matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
4	Cáceres et al. 2020	- / 18.9.2020	S2	Espanjalainen tuntitarkkuudella oleva tukiasemaverkosta interpoloitu OD-aineisto helmikuusta 2015. Ei-avoin aineisto, hankittu espanjalaiselta matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
5	Cintia et al. 2020	4.6.2020	A	Italialaista CDR- ja XDR-aineistoa aikaväliltä 13.1.–17.5.2020 tukiasematarkkuudella. Tutkimuksessa aineisto muutettiin OD-aineistoksi ja aggregoitiin kunta- ja maakuntatarkkuuteen. Ei-avoin aineisto, hankittu WINDTRE-matkapuhelin-operaattorilta.	Kyllä
6	Dahlberg et al. 2020	20.4.2020 / -	A	Ruotsalainen matkapuhelinsijaintiaineisto Tukholman alueelta tammi-maaliskuulta 2020 tukiasematarkkuudella ja aggregoituna 5 minuutin tarkkuuteen. Ei-avoin aineisto, hankittu ruotsalaiselta matkapuhelinoperaattorilta, mutta kirjoittaja ilmoittaa tutkimuksessa käytetyn datan asettamisesta saataville tutkijoille).	Kyllä
7	Eom, Lee & Seong 2020	2.4.2019 / 7.1.2020	S2	Korealainen XDR-aineisto 18.3.2016 aggregoituna tunnin tarkkuuteen, väestönlaskentasoluihin (engl. <i>census block level</i> ) ja liittymämääriin. Liittymämääristä tiedetään jakautuminen omistajan iän ja sukupuolen mukaan. Ei avoin aineisto, hankittu SK Telecom -matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
8	Eom, Lee, Song, et al. 2020	26.6.2020 / 21.7.2020	S2	Korealainen XDR-aineisto aikaväliltä 16.–22.3.2015, tarkkuus 50 x 50 m solu, aggregoituna päivätarkkuuteen ja liittymämääriin. Liittymämääristä tiedetään jakautuminen omistajan iän (10–19, 20–29 jne.) ja sukupuolen mukaan. Ei avoin aineisto, hankittu SK Telecom -matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
9	Gao et al. 2020, aineisto Warren & Skillman 2020	23.4.2020 / -	A	Yhdysvaltalaisista matkapuhelinsijaintiaineistoa, aggregoituna piirikunta- (engl. <i>county</i> ) ja vuorokausitarkkuuteen. Aggregoitu aineisto on avointa ja saatavilla osoitteesta <a href="https://github.com/descarteslabs/DL-COVID-19">https://github.com/descarteslabs/DL-COVID-19</a> , aineiston kerännyt Descartes Labs.	Kyllä

## LIITE 2: Kirjallisuuskatsauksen tulokset

#	Kirjoittajat	Julkaisuhetki <sup>1</sup>	Haku <sup>2</sup>	Käsiteltävä matkapuhelinaineisto	Korona-aiheinen tutkimus?
10	García-Albertos et al. 2020	26.11.2018 / 27.11.2019	S2	Espanjalainen XDR-aineisto tukiaseman tarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Ei avoin aineisto, hankittu Orange Spain -matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
11	Gauvin et al. 2020	14.11.2019 / 17.6.2020	S2	Chileläinen CDR-aineisto 1.5.–31.7.2016 Santiagon alueelta tukiasematarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Aineistosta selviää liittymän omistajan sosioekonominen status ja sukupuoli. Ei avoin aineisto, hankittu chileläiseltä matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
12	Giannotti et al. 2020	23.4.2020 / -	A	Italialaista CDR- ja XDR-aineistoa aikaväliltä 3.2.–28.3.2020 tukiasematarkkuudella. Tutkimuksessa aineisto muutettiin OD-aineistoksi ja aggregoitiin kunta- ja maakuntatarkkuuteen. Ei-avoin aineisto, hankittu WINDTRE-matkapuhelinoperaattorilta.	Kyllä
13	Graells-Garrido et al. 2020	- / 20.4.2020	S2	Espanjalainen matkapuhelinten sijaintiaineisto Barcelonan alueelta aggregoituna alueittain (212 kpl) ja 4 tunnin välein. Aineistossa huomioidaan vain aktiiviset yhteydet. Ei avoin aineisto, hankittu Vodafone-matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
14	Haleem et al. 2020	- / 20.6.2020	S2	Iso-Britannialainen OD-aineisto Manchesterin alueelta 17 vrk:n ajan touko-kesäkuulta 2013 tukiasematarkkuudella ja aggregoituna ajallisesti tunneittain, pl. 23.00–06.00 joka on aggregoitu yhdeksi aineistoksi. Ei avoin aineisto, hankittu Transport for Greater Manchester - yritykseltä.	Ei
15	Heiler, Hanbury, et al. 2020	8.9.2020 / -	A	Itävaltalaista CDR- ja XDR-aineistoa tukiasematarkkuudella missä yksittäisen käyttäjän identifioima tunnus vaihtuu 24 tunnin välein. Ei-avoin aineisto, hankittu itävaltalaiselta matkapuhelinoperaattorilta.	Kyllä
16	Heiler, Reisch, et al. 2020	23.8.2020 / -	A	Itävaltalaista CDR- ja XDR-aineistoa tukiasematarkkuudella missä yksittäisen käyttäjän identifioima tunnus vaihtuu 24 tunnin välein. Ei-avoin aineisto, hankittu itävaltalaiselta matkapuhelinoperaattorilta.	Kyllä
17	Hsiehchen et al. 2020	10.6.2020 / 19.8.2020	S1	Yhdysvaltojen osavaltiokohtainen päivittäinen liike. Ei-avoin aineisto, aineiston koonnut University of Washington's Institute for Health Metrics and Evaluation, aineiston tuottaja Google, Facebook, Descartes Labs ja SafeGraph).	Kyllä
18	Iacus et al. 2020	10.7.2020 / 2.9.2020	S1+	Ranskan, Italian ja Espanjan NUTS3-tasoinen (EY 2003) OD-aineisto vähintään päivätarkkuudella (Italiassa tuntitarkkuudella). Ei-avoin aineisto, hankittu 10 eurooppalaiselta matkapuhelinoperaattorilta).	Kyllä
19	Kang et al. 2020	27.8.2020 / -	A	Yhdysvaltalaista matkapuhelinten OD-aineistoa väestönlaskentasolun (engl. <i>Census Block Cell</i> ) tarkkuudella sekä erikseen nimettyihin kohteisiin ja kohteista (engl. <i>POI, Points of Interest</i> ). Aineisto on aggregoitu vuorokausitarkkuudelle. Ei-avoin aineisto, hankittu SafeGraphilta.	Kyllä

## LIITE 2: Kirjallisuuskatsauksen tulokset

#	Kirjoittajat	Julkaisuhetki <sup>1</sup>	Haku <sup>2</sup>	Käsiteltävä matkapuhelinaaineisto	Korona-aiheinen tutkimus?
20	Lenormand et al. 2020	15.1.2020 / 23.3.2020	S2	Brasilialainen puheluaineisto Rio de Janeiron alueelta vuodelta 2014 tukiasematarkkuudella ja aggregoitu ajallisesti kuuden tunnin jaksoihin. Ei avoin aineisto, hankittu brasilialaiselta matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
21	Milusheva 2020	30.3.2020 / 5.9.2020	S2	Senegalilainen CDR-aineisto vuodelta 2013 tukiasematarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Ei avoin aineisto, hankittu Sonatel ja Orange -matkapuhelinoperaattoreilta.	Ei
22	Pepe et al. 2020	11.5.2020 / 8.7.2020	A+	Italialaista matkapuhelinten sijaintidataa aikaväliltä 18.1.–17.4.2020. Aineiston spatiaalinen tarkkuus perustuu laitteiden paikannukseen (esimerkiksi joko tukiasema, WiFi tai GPS-paikannus) ja aineistosta selviää paikannuksen tarkkuus. Aineisto on aggregoitu 5 minuutin tarkkuuteen ja siitä voidaan muodostaa OD-aineistoa; (käyttäjät ovat tunnistettavissa eri sijainneista) ja ainoastaan yli 60 minuutin pysähdykset huomioidaan. Sisältää ainoastaan liittymät, joiden omistajat ovat antaneet suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimuksessa. Ei avoin aineisto, hankittu Cuebiquiltä.	Kyllä
23	Pullano et al. 2020	preprint 30.9.2020	S1+	Ranskan aluekohtainen (jako 1 436 alueeseen) OD-aineisto, mistä selviää matkan ajankohta ja liittymän omistajan ikä (alle 18, 18–64, yli 65 vuotta). Aineisto on eritelty yhteystapahtuman (esim. soitto, tekstiviesti tai datasiirto) perusteella. Välipysähdyksen minimikesto oli 1 tunti. Ei-avoin aineisto, hankittu Orange Business Service Flux Visionilta.).	Kyllä
24	Salat et al. 2020	3.2.2020 / 30.6.2020	S2	Senegalilainen CDR-aineisto vuodelta 2013 tukiasematarkkuudella ja aggregoitu ajallisesti tunneittain. Ei avoin aineisto, hankittu Sonatel-matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
25	Santamaria et al. 2020	9.7.2020 / 17.7.2020	S1+	Eurooppalainen NUTS3-tasoinen (EY 2003) OD-aineisto keväältä 2020 aggregoitu päivätarkkuuteen. Ei-avoin aineisto, hankittu 10 eurooppalaiselta matkapuhelinoperaattorilta).	Kyllä
26	Schlosser et al. 2020	6.7.2020 / -	A	Saksalaista OD-aineistoa aggregoitu kunta- ja päivätarkkuuteen. Pysähdyksen raja-arvo on 15 minuuttia. Ei-avoin aineisto, aineiston tuottajasta ei ole mainintaa.	Kyllä
27	Silm et al. 2020	28.10.2019 / 4.6.2020	S2	Virolainen CDR- ja DDR-aineisto vuosilta 2014–2016 tukiasematarkkuudella. Ei avoin aineisto, hankittu kahdelta virolaiselta matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
28	Tagliazucchi et al. 2020	12.5.2020 / -	A	Argentiinalaista matkapuhelimen sijaintidataa aikaväliltä 1.3.–12.4.2020. Aineisto aggregoitiin kuntakohtaiseksi (engl. <i>departments</i> ). Aineisto perustuu applikaatioon, jota käytettäessä sijainti tallentuu. Ei-avoin aineisto, aineiston tuottajasta ei ole mainintaa.	Kyllä

## LIITE 2: Kirjallisuuskatsauksen tulokset

#	Kirjoittajat	Julkaisuhetki <sup>1</sup>	Haku <sup>2</sup>	Käsiteltävä matkapuhelinaineisto	Korona-aiheinen tutkimus?
29	Watson et al. 2020	23.10.2019 / 15.6.2020	P3	Senegalilainen OD-aineisto vuodelta 2013 tukiasematarkkuudella. aggregoituna päivätarkkuuteen. Otanta käyttäjistä on 300 000 ja käyttäjät ovat valittu satunnaisesti. Ei avoin aineisto, hankittu Orange-matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
30	Wu et al. 2020	30.9.2019 / 5.3.2020	S2	Kiinalainen XDR-aineisto Pekingin alueelta ajalta 30.5.–28.6.2019 tukiasematarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti, mutta tutkimuksessa tarkasteltiin vain yli 3 tuntia Pekingin alueella olleita liittymiä. Ei avoin aineisto, hankittu China Unicom -matkapuhelinoperaattorilta.	Ei
31	Xu et al. 2020	- / 28.6.2020	S2	Kiinalainen XDR-aineisto Shanghain alueelta ajalta 15.–21.10.2012 tukiasematarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Ei avoin aineisto, matkapuhelinoperaattori tai -operaattorit eivät ilmene tutkimuksesta.	Ei
32	Yabe & Ukkusuri 2020	- / 12.2.2020	S2	Yhdysvaltalainen matkapuhelinten sijaintiaineisto Floridan alueelta ajalta 31.8.–10.9.2017 puhelimen GPS-tarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Sisältää ainoastaan liittymät, joiden omistajat ovat antaneet suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimuksessa. Ei avoin aineisto, hankittu SafeGraphilta.	Ei
33	Yabe, Tsubouchi, Fujiwara, Sekimoto, et al. 2020	28.7.2019 / 21.1.2020	S2	Yhdysvaltalainen ja japanilainen matkapuhelinten sijaintiaineisto Floridan, Puerto Ricon, Kyushun, Ibarakin ja Tohokun alueilta vuosilta 2011, 2015, 2016 ja 2017 puhelimen GPS-tarkkuudella. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Sisältää ainoastaan liittymät, joiden omistajat ovat antaneet suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimuksessa. Ei avoin aineisto, hankittu Yahoo Japan Corporationilta, Zenrin Data Comilta ja SafeGraphilta.	Ei
34	Yabe, Tsubouchi, Fujiwara, Wada, et al. 2020	26.6.2020 / -	A	Japanilainen matkapuhelinten sijaintiaineisto Tokion alueelta puhelimen GPS-tarkkuudella keväältä 2020. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti mutta puhelimen liikenoisuus vaikuttaa paikannuksen tiheyteen – nopeasti liikkuva puhelin paikantaa useammin. Sisältää ainoastaan liittymät, joiden omistajat käyttävät suuronnettomuuden ennakkovaroitus -applikaatiota ja jotka ovat antaneet suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimuksessa. Ei avoin aineisto, hankittu Yahoo Japan Corporationilta.	Kyllä
35	Yabe, Tsubouchi, Shimizu, et al. 2020	- / 23.8.2020	S2	Japanilainen matkapuhelinten sijaintiaineisto kuuden kaupungin alueelta puhelimen GPS-tarkkuudella. Aineiston ajankohta ei selviä tutkimuksesta. Aineistoa ei ole aggregoitu ajallisesti. Sisältää ainoastaan liittymät, joiden omistajat ovat antaneet suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimuksessa. Ei avoin aineisto, hankittu Yahoo Japan Corporationilta.	Ei
36	Yanxin Wang et al. 2020	18.2.2020 / 29.4.2020	S1	Jokaisen Wuhanissa Kiinassa 1.–24.1.2020 aikana vähintään 2 tuntia olleen liittymän liike muille Kiinan alueille. Sisältää vain yhden matkapuhelinoperaattorin dataa. Ei-avoin aineisto.	Kyllä

## LIITE 2: Kirjallisuuskatsauksen tulokset

#	Kirjoittajat	Julkaisuhetki <sup>1</sup>	Haku <sup>2</sup>	Käsiteltävä matkapuhelinaineisto	Korona-aiheinen tutkimus?
37	Yoo et al. 2020	- / 27.1.2020	S2	Yhdysvalloissa Buffalo-Niagaran alueelta kerätty iPhone-puhelinten sijaintiaineisto ajalta 24.10.2016–4.6. 2017 puhelimen GPS-tarkkuudella. Aineistossa näkyy vain liike (vähintään 500 m 5 minuutin aikana) ja aineisto on kerätty omalla applikaatiolla henkilöiltä, jotka ovat erikseen valittu tutkimukseen (otanta 1 464). Ei avoin aineisto.	Ei
38	Zhou et al. 2020	- / 1.8.2020	S1	Kiinalainen noin tuntitarkkuudella oleva OD-aineisto, spatiaalista tarkkuutta ei kerrota. Ei-avoin aineisto, hankittu China Unicom -matkapuhelinoperaattorilta.	Kyllä

1) Julkaisuhetki-sarake sisältää kaksi päivämäärää, joista ensimmäinen on artikkelin lähetyspäivä ja toinen sen julkaisupäivä. Esimerkiksi Arhipova et al. artikkeli on lähetetty kirjoittajien toimesta 11.8.2019 ja julkaistu 10.1.2020. Mikäli julkaisupäivä puuttuu, on artikkeli toistaiseksi julkaisematon. Artikkelin 33 kohdalla (Pullano et al. 2020) on ilmoitettu vain *preprint*-päivämäärä, joka on tulkittu artikkelin lähetyspäiväksi.

2) Haku-sarakkeen merkinnät ovat seuraavat (katso tarkemmin taulukko 2):

S1-2: 1. tai 2. haku Scopuksesta

S1+: Scopuksen ensimmäisen haun tulosten viittausten perusteella valitut 3 artikkelia

P3: 3. haku PeerJ:stä

A: ArXiviin kohdistunut haku

A+: ArXiviin kohdistuneesta hausta saadun tuloksen viittauksen perusteella valittu artikkeli