

Koronaviruksen vaikutus liikkumiseen ajoneuvoilla Uudellamaalla.

Tatu Paajanen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2020
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), Tieto- ja viestintätekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Paajanen, Tatu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Lokakuu 2020
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Koronaviruksen vaikutus liikkumiseen ajoneuvoilla Uudellamaalla.		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), tieto- ja viestintätekniikka		
Työn ohjaaja(t) Mika Rantonen, Sampo Kotikoski		
Toimeksiantaja(t) Joni Korpihalkola		
Tiivistelmä <p>Koronaviruksesta muodostui maailmanlaajuinen pandemia, joka aiheutti liikkumisrajoituksia ympäri maailmaa, myös Suomessa. Tehtävänä oli tutkia ja visualisoida koronaviruksen aiheuttamien rajoitusten mahdollista vaikutusta ajoneuvoilla liikkumiseen Uudellamaalla, maalisi- ja huhtikuussa rajoitusten tullessa käytäntöön.</p> <p>Tarkasteltiin myös olisiko ollut muita selittäviä tekijöitä liikenteen vähentymiseen. Koska Uudenmaan alue on iso niin tarkastelua tehtiin myös pääkaupunkialueen ja Uudenmaan syrjempienalueiden välillä vertaillen. Tavoitteena oli saada mahdolliset liikenteen muutokset mahdollisimman hyvin ja selvästi näkyviin.</p> <p>Toteutuksessa käytettiin data-analytiikan metodeja. Kerättiin liikenne data halutulta alueelta, jonka jälkeen sitä muokattiin. Muokatusta datasta tehtiin kaaviot, jotka kuvaavat liikennettä. Toteutuksessa tärkeitä komponentteja olivat Jupyter Notebook, Python ohjelmointikieli ja sen kirjastot, kuten Pandas ja Matplotlib.</p> <p>Tuloksena saatiin kaavioita ja mallinnusnäkyvä, joista näkyy liikenteen vähentyminen rajoitusten tiedottamisen ja käyttöönoton jälkeen.</p> <p>Lopputuloksena on tutkimus, jolla osoitetaan, että Koronavirusrajoitukset vähensivät ihmisten liikkumista ajoneuvoilla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Data-analytiikka, Python, Jupyter Notebook, Pandas, Matplotlib, Koronavirus.		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Paajanen, Tatu	Type of publication Bachelor's thesis	Date October 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 43	Permission for web publication: X
Title of publication Coronavirus's affects in movements with vehicles in Uusimaa.		
Degree programme Information and Communication Technology		
Supervisor(s) Rantonen, Mika; Kotikoski, Sampo		
Assigned by Korpihalkola Joni		
Abstract <p>Coronavirus become worldwide pandemic, which caused restrictions all over the world also in Finland. The assignment was to research and visualize possible changes in traffic made by coronavirus restrictions in Uusimaa at between march and april when the first restriction were taken place.</p> <p>Under the research was also other things that might have had an effect on traffic. Because Uusimaa is so large, compering was done between capital city's area and Uusimaa's vicinity. The aim was to get possible changes in traffic in the open as well and as clearly as possible.</p> <p>To get the wanted results, methods of data analysis was used. Data from traffic was collected from wanted area and then it was modified to wanted form. After that diagrams were made and lastly graphic presentation. Important components in this implementation were Jupyter Notebook, Pyhton programming language and it's librariys like Pandas and Matplotlib.</p> <p>As a result, diagrams and graphic presentation were gotten which states that traffic was lower in this year because of restrictions of coronavirus.</p> <p>End result was a research which points that coronavirus restrictions lowered peoples movements with vehicles.</p>		
Keywords/tags (subjects) Data analysis, Python, Jupyter Notebook, Pandas, Matplotlib, Coronavirus		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön lähtökohdat	6
1.2	Opinnäytetyön toimeksiantaja	6
1.3	Opinnäytetyö ja tutkimuskysymykset	7
1.4	Tutkimustapa.....	7
2	Data-analyysi.....	8
2.1	Mitä on data?	8
2.2	Datasta data-analyysi	9
2.3	Aikasarja	12
3	Ohjelmistoympäristö ja Datan visualisointityökalut	12
3.1	Python	12
3.2	Jupyter Notebook.....	13
3.3	Pandas	13
3.4	Matplotlib.....	14
3.5	Deck.gl	14
3.6	Panel	15
4	Toteutus.....	15
4.1	Työnkulku	15
4.2	Datan kerääminen	15
4.3	Datan muokkaaminen	16
4.4	Kuvaajien muodostaminen.....	18
4.5	Mallintaminen (Deck.gl)	20
5	Tulokset	23
5.1	Alkusana	23
5.2	Maaliskuu	24
5.3	Huhtikuu	27

	2
6	Muita mahdollisia tekijöitä 31
7	Yhteenveto..... 34
8	Jatkokehitys 38
	Lähteet 39

Kuviot

Kuvio 1	Data analyysin osa-alueet (Cuesta 2013, muokattu).....	10
Kuvio 2	Datan muuttaminen ymmärrykseksi (Cuesta 2013, muokattu).....	11
Kuvio 3	Data analyysin polku (Cuesta 2013, muokattu).....	11
Kuvio 4	Datan päivämäärän muokkaaminen.....	16
Kuvio 5	pvm lisäys ja indekseksi muuttaminen	17
Kuvio 6	Datan lataaminen muuttujaan ja sarakkeen lisääminen	17
Kuvio 7	Päivämäärän lisäys ja päivämäärä indeksiksi.....	17
Kuvio 8	Tallennus CSV-tiedostoon.....	17
Kuvio 9	Ladataan data ja poistetaan ylimmääräiset sarakkeet.....	18
Kuvio 10	tunnit yhdeksi päiväksi	18
Kuvio 11	Päivien tasaus	19
Kuvio 12	Prosentit paikolleen	19
Kuvio 13	Koronaviruksen tapahtumia	19
Kuvio 14	Kuvaajan näyttämisen kutsu.....	20
Kuvio 15	Valmis kuvaaja koko kuukaudesta	20
Kuvio 16	Kuvaaja yhdestä viikosta.....	20
Kuvio 17	Imporitit ja API-avain	21
Kuvio 18	Muutaajan points sisältö.	22
Kuvio 19	Kuvan näyttäminen.....	22
Kuvio 20	Pakila viikko 11.....	25
Kuvio 21	Vantaanportti viikolta 12	26
Kuvio 22	Helsingin ja Espoon väliltä Friisinmäeltä viikolta 13.....	27
Kuvio 23	Riihimäki viikolta 13	27

	3
Kuvio 24 Viikko 15 Riihimäeltä	28
Kuvio 25 Kokinkylä viikolta 16	29
Kuvio 26 Vantaanportti viikolta 17	30
Kuvio 27 Maalis-huhtikuun liikennemäärät kokonaisuudessaan.....	31
Kuvio 28 Helsingin keskilämpötila maaliskuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteen laitos N.d.).....	32
Kuvio 29 Helsingin sateiden keskiarvo maaliskuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteenlaitos N.d.).....	33
Kuvio 30 Helsingin Keskilämpötila huhtikuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteen laitos N.d.).....	33
Kuvio 31 Helsingin sateiden keskiarvo huhtikuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteen laitos N.d.)	33
Kuvio 32 Maaliskuu Kokinkylästä.....	36
Kuvio 33 Maaliskuu Renkomäeltä	36
Kuvio 34 Huhtikuu Kokinkylä	36
Kuvio 35 Huhtikuu Renkomäki.....	37
Kuvio 36 Nupuri maaliskuu	37
Kuvio 37 Nupuri huhtikuu.....	38

Taulukot

Taulukko 1 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 11.....	24
Taulukko 2 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 12.....	25
Taulukko 3 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 13.....	26
Taulukko 4 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 15.....	28
Taulukko 5 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 16.....	29

Taulukko 6 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 17.....	30
Taulukko 7 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen maaliskuu- ja huhtikuulta.	31
Taulukko 8 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen maaliskuulta.....	35
Taulukko 9 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen huhtikuulta.....	35

Lyhenteet

LAM	Liikenteen automaattinen mittausasema.
JAMK	Jyväskylän ammattikorkeakoulu
CSV	Pilkulla erotetut arvot
API	Ohjelmointirajapinta
AI	Tekoäly
GIF	Grafiikanvaihtomuoto

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Covid-19 eli koronavirus on muodostunut maailmanlaajuiseksi pandemiaksi. Tämä on aiheittanut liikumisrajoituksia ympäri maailmaa, myös Suomessa. Opinnäytetyön aiheena on tarkastella ajoneuvojen liikkumista Uudenmaan alueella maaliskuun-huhtikuun aikana, jolloin koronaviruksen takia ensimmäisiä liikumisrajoituksia toteutettiin.

Covid-19 on Sars pohjainen tartuntatauti, joka on levinnyt Kiinasta maailmalle (Duodecim 28.1.2020). Suomessa ensimmäinen tartunta vahvistettiin 29.1.2020 (YLE 29.1.2020). Suomen hallitus piti ensimmäisen tiedotustilaisuuden koronaviruksesta 12.3.2020, jossa oli puhetta valmiuslain käyttöönotosta. Valmiuslaki otettiin käyttöön 16.3.2020, jonka tarkoituksena on suojata väestöä ja turvata yhteiskunnan ja elinkeinoelämän toiminta. Koronaviruksen nopean leviämisen takia hallitus päätti rajoittaa Uudenmaan ja muiden maakuntien välistä liikennettä eristämällä Uudenmaan 25.3.2020 alkaen ja 19.4.2020 saakka. (Valmiuslaki 13.6.2020)

Opinnäytetyössä käytetty data tulee väylävirastolta. Väylävirasto vastaa Suomen valtion tieverkon, rautateiden ja vesiväylien kunnossapidosta ja kehittämisestä. (Väylävirasto N.d.). Väylävirasto tarjoaa avointa dataa, kuten tässä työssä käytetyt LAM-pisteet.

1.2 Opinnäytetyön toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Jyväskylän ammattikorkeakoulu (JAMK) IT-instituutti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu tarjoaa ammattikorkeakoulututkintoon johtavaa koulutusta, avoimia korkeakouluopintoja, täydennyskoulutusta ja ammatillista opettajakoulutusta. Jyväskylän ammattikorkeakoulussa on noin 8500 opiskelijaa ja työntekijöitä 700. (Jyväskylän ammattikorkeakoulu N.d.)

JAMK julkaisee asiantuntijoiden, yhteistyökumppaneiden ja opiskelijoiden tutkimuksia ja projekteja maksullisesti verkkokaupassa, ilmaiseksi Open Accesissa ja sosiaalisen medioiden tileillään. (Jamk N.d.). Opinnäytetyön aihe on yleisesti kiinnostava ja monia koskeva aihe, jonka takia JAMK haluaa siitä julkistettavaa tietoa. Työn tavoitteena on havainnoida liikenteen tapahtumia koronaviruksen rajoituksen alkuaikana ja tehdä havainnollistava malli.

1.3 Opinnäytetyö ja tutkimuskysymykset

Tieteellisessä työssä pitää olla tutkimusongelma, sillä ilman ongelmaa ei ole tieteellistä tutkimusta. Välillä ongelma voi olla ilmiö, joka täytyy määritellä, jotta tutkimus voidaan toteuttaa. Jos ongelmaa ei ole, täytyy se muotoilla. Laadullisessa tutkimuksessa ongelmana voi olla asian ymmärtäminen. (Kananen 2015, 45). Tässä opinnäytetyössä havainnoidaan koronaviruksen vaikutuksia liikenteessä. Liikennemäärän muutoksien havainnoinnilla vastataan kysymykseen, kuinka koronavirus ja sen leviämisen ehkäisemiseksi tehdyt rajoitukset vaikuttavat liikenteeseen.

Opinnäytetyö prosessointia ja ratkaisun etsimistä auttaa se, että ongelma muutetaan tutkimuskysymyksiä. Vastaamalla tutkimuskysymyksiin saadaan ongelma ratkaistua. Kysymys- ja vastaustekniikalla helpotetaan työn tekemistä ja se selkeyttää tehtävää tutkimusta. (Kananen 2015,55). Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- Vaikuttiko koronavirus liikenteeseen verrattuna vuoteen 2019?
- Onko taustalla muita tekijöitä, jotka vaikuttavat liikenteeseen?
- Vaikuttaako koronavirus eri tavalla kaupunkien sisäiseen liikenteeseen kuin lähiseutujen liikenteeseen?

1.4 Tutkimustapa

Tutkimusotteen valitseminen on yksi tärkeimmistä päätöksistä opinnäytetyössä. Otteen valinta pitää perustella ja valinnan pitää sopia aiheeseen ja tutkimusongelmaan. Tutkimuskokonaisuus on kokonaisuus, jolla tuotetaan ongelmaan ratkaisu. Tutkimusote muodostuu tiedonkeruu- ja analyysimenetelmistä. Vaihtoehtoisina otteina on

mahdollista käyttää laadullista (kvalitatiivista) tai määrällistä (kvantitatiivinen) lähestymistapaa. (Kananen 2015, 36). Opinnäytetyön tarkoituksena on havainnoida mahdollisia muutoksia koronaviruksen aiheuttamien rajoitusten vaikutuksesta vuoden 2020 liikenteeseen ja verrata niitä 2019 vuoden liikenteeseen. Kyseessä on siis ilmiön tutkiminen, jonka takia työ tehdään laadullista (kvalitatiivista) tapaa käyttäen.

Verkkoa on mahdollista käyttää pelkkänä välineenä aineiston keruussa, kuten esimerkiksi havainnointia. Havainnoinnissa käytetään apuna verkkokameraa, jolla seurataan kohdetta. Koska havainnointi tapahtuu verkkokameralla, havainnointi tallentuu, jolloin sitä mahdollista tarkastella ja analysoida myöhemmin. (Kananen 2015, 184). Havainnointi tässä työssä ei tapahdu verkkokameralla vaan LAM-laitteella. LAM-laitteen tallentamat tiedot ovat Väylän dokumentoimia tilastoja ja tietoja ajoneuvojen liikkumisesta. Tarkastelu tapahtuu muokkaamalla näitä tiedostoja ja tekemällä siitä kaavioita.

2 Data-analyysi

2.1 Mitä on data?

Ensiksi täytyy määrittää, mitä on data ennen kuin voi mennä sen analysoimiseen. Data on vain kasa faktoja, kuten numeroita, sanoja, havaintoja tai kuvauksia, jotka antavat enemmän informaatiota henkilöstä, asiasta tai havainnosta. Esimerkiksi 2, 24, ja 4 ovat ainoastaan numeroita, mutta kun niille antaa kontekstin, kuten ”2 tuntia sitten”, ”Suomessa 24 uutta koronavirus tartuntaa”, ”Huhtikuun keksilämpötila vuonna 2020 oli 4°C, silloin numeroista 2, 24 ja 4 tulee informaation palasia, jotka auttavat meitä tietämään asioista enemmän. Dataa voi olla tietokannoissa, raakana, tekstinä, kuvina, äänitteinä, videoina ja objekteissa, joihin on asennettu sensoreita. (Sedkaoui 2018)

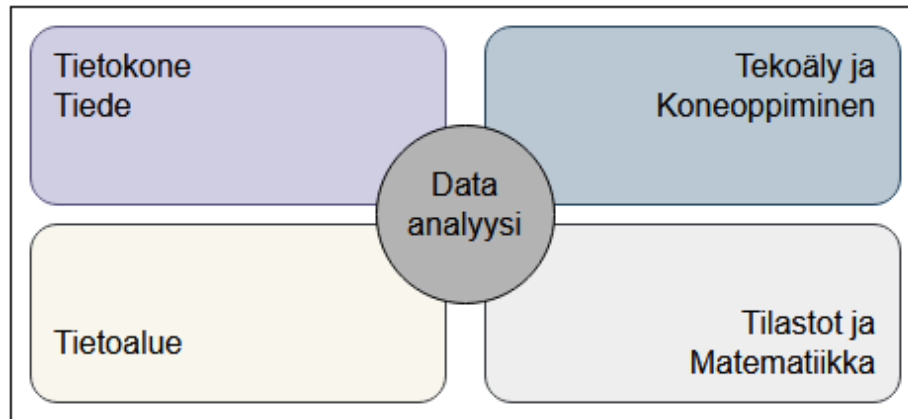
Data voi olla eri muodoissa. Se voi olla järjestettyä tai ei järjestettyä, jatkuvaa tai ei jatkuvaa. Data voidaan nähdä kaikenlaisen ihmisen toiminnan välttämättömänä

raaka-aineena (Sedkaoui 2018). Koska dataa on kaikkialla, niin datan sanotaan olevan 2000-luvun öljy. Kuten öljy, ne yritykset, jotka pystyvät alusta asti sitä parhaiten hyödyntämään saavat etumatkaa muihin ja voivat hallita markkinoita (Wire N.d.). Yksi isoimmista dataa hyödyntävistä yrityksistä on Facebook. Facebook on luonut omaisuutensa sosiaalisen median palveluilla, joissa dataa kerätään käyttäjistä ja sen avulla heille tuodaan esille mainoksia, joista Facebook saa rahaa. Nykyään Facebookilla on ylitarjontaa mainoksista, minkä takia he voivat päättää heille kannattavimmat mainokset näkyviin. (Mobiili 2020). Datan kasvun myötä myös datan väärinkäytön riskit ovat kasvaneet ja esimerkiksi Facebook on joutunut ongelmiin luovuttamalla dataa kolmansille osapuolille (Mobiili 2019).

2.2 Datasta data-analyysi

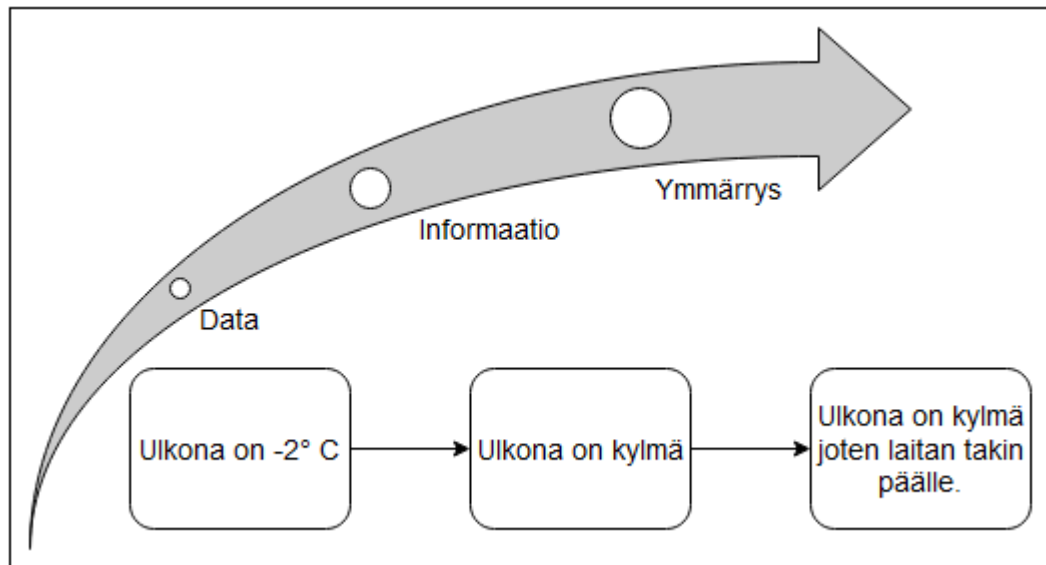
Data-analyysi on tapahtumasarja, jossa raakaa dataa järjestetään ja organisoidaan. Sillä pyritään selvittämään menneitä tapahtumia ja ennustaa tulevia tapahtumia. Data-analyysin tärkein asia ei ole numerot vaan kysymyksien esittäminen, vastauksien luominen ja hypoteesien testaaminen. Data-analyysi on monitieteellinen alue, joka koostuu tietokonetieteestä, tekoälystä, koneoppimisesta, tilastoista, matematiikasta ja tietoalueista, kuten kuviosta 1 huomataan. Tietokonetiede ja matematiikka antaa työkalut data analyysille. Data-analyysissa käytetään paljon matematiikan tekniikoita, kuten lineaarista algebraa, numeerisia metodeja ja ehdollista todennäköisyyttä algoritmeissa. Tiedon ja siitä saatavan datan määrä on tehnyt tietokoneista kriittisiä työvälineitä. Tämän takia myös ohjelmointitaidon tarve on lisääntynyt. Ohjelmointi taidon lisääntymisellä on myös lisääntynyt tekoälyn käyttö. Tekoäly tutkii matemaattisia algoritmeja, joilla mallinnetaan älykästä toimintaa. Data-analyysissa AI:tä käytetään aktiviteeteissa, joissa on päättelyä, samankaltaisuuksien etsimistä tai valvomatonta luokittelua. Tilastointi on enemmänkin matemaattinen menetelmä tutkia dataa, mutta sitä kuitenkin tehdään tietokoneiden ja ohjelmointitaitojen avulla. Tilastointi on menetelmien kehittämistä ja soveltamista datan keräämisen, analysoinnin ja tulkkauksen avulla. Koneoppimisessa koneelle opetetaan algoritmeilla, kuinka toimia tietynlaisissa tilanteissa tai tunnistamaan samankaltaisuuksia. Data-analyysi sisältää erilaisia tilastoinnin tekniikoita, kuten simuloinnin, bayes metodin, regression, aikasarja-analyysin ja klusteroinnin. Kuitenkin tärkein asia data-analyysissä on

kysymysten esittäminen ja hyvä ymmärrys erilaisista tietoaalueista antaa tarvittavan asiantuntemuksen ja intuition kysyä oikeita kysymyksiä. Data-analyysiä käytetään lähes kaikissa alueissa, kuten rahoituksessa, hallinnollisissa asioissa, liiketoiminnassa, sosiaalisessa mediassa, valtion hoidossa ja tieteissä. (Cuesta 2013)



Kuvio 1 Data analyysin osa-alueet (Cuesta 2013, muokattu)

Kuten aikaisemmin jo todettiin, data on faktoja maailmasta. Esimerkiksi ikä ja lämpötila ovat vain numeroita. Tieto tulee siitä, kun työskentelemme näiden numeroiden kanssa ja löydämme arvoja ja tarkoituksia. Ymmärryksestä voidaan puhua, kun data ja informaatio kasataan joukoksi sääntöjä, jolla autetaan päätöksentekoa. Tämän tällaista ymmärrystä ei voida tallentaa mihinkään, koska se implikoi teoreettista tai käytännöllistä käsitystä asiasta. Esimerkiksi kuvion 2 mukaan voidaan muuttaa data ymmärrykseksi. (Cuesta 2013)



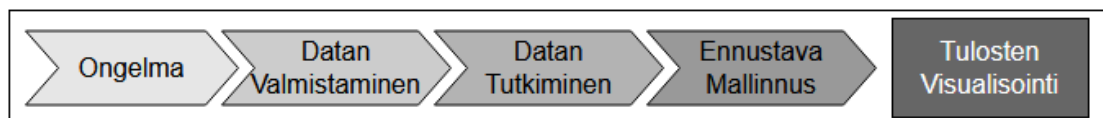
Kuvio 2 Datan muuttaminen ymmärrykseksi (Cuesta 2013, muokattu)

Kun on ymmärrys tapahtumasta, voidaan siitä tehdä ennustuksia. Data-analyysi auttaa tekemään ennustuksia tutkimalla mennyttä ja tekemällä ennustavia malleja.

Data-analyysin prosessi on koottu seuraaviin kohtiin:

- Ongelman esittäminen
- Datan kerääminen
- Datan puhdistaminen
- Datan normalisointi
- Datan muuttaminen
- Tutkiva tilastointi
- Tutkiva visualisointi
- Ennustava mallinnus
- Mallin validointi
- Tulosten visualisointi ja tulkitseminen
- Ratkaisun käyttöönotto

Kaikki nämä tapahtumat voidaan laittaa ryhmiin kuvion 3 mukaisesti:



Kuvio 3 Data analyysin polku (Cuesta 2013, muokattu)

2.3 Aikasarja

Data, joka on muodostunut kvantitatiivisen havaintojen sekvensseistä, järjestelmistä tai prosesseista ja jotka on tehty peräkkäisinä ajankohtina, on yleensä aikasarja muodossa. Nämä ajankohdat ovat normaalisti yhtä pitkiä. Aikasarja voi esimerkiksi olla myynnin tulos, osakkeiden hinta, sään lämpötila, kun niistä on tallennettu tietoa useiden vuosien, kuukausien, päivien, tuntien tai pienemmän yksiköiden, jakautuneeksi ajanjaksoiksi. Havainnointitiheys riippuu kohteen luonteesta ja sen käytöstä. Aikasarja-analyysissa käytetään erilaisia tilastollisia menetelmiä aikasarjadataan sisäisten rakenteiden, kuten suuntausten, kausivaihteluiden, suhdannekäyttäytymisen ja epäsäännöllisten muutosten, tutkimiseksi ja mallintamiseksi. Tätä varten on kehitetty tietokoneohjelmia, joilla voidaan tutkia, visualisoida ja mallintaa aikasarjojentietoa. (Avishek & PKS 2017).

Aikasarja datalla ei käytännössä ole mitään tiettyä aikaväliä, jolta data täytyy olla kerättyä vaan datan voi kerätä tarvittavalta aikaväliltä, josta saadaan tarvittavat tiedot. Datana voi toimia mikä tahansa asia, jolla on jollain aikavälillä muuttava muuttuja. Aikasarja data yleensä ilmaistaan kerättyistä havainnoista, jotka ovat peräkkäisiltä ajanjaksoilta. (Investopedia 2020). Tässä opinnäytetyössä alkuperäisen datan ajankohdat eivät ole yhtä pitkiltä aikaväleiltä, vaan ne on merkitty muuttujan esiintymisen mukaan. Dataa kuitenkin muokataan samalle aikavälille sopivaksi.

3 Ohjelmistoympäristö ja Datan visualisointityökalut

3.1 Python

Python on olioperustainen ohjelmointikieli, sisältäen monenlaisia moduuleja, korkean tason dynaamisia datatyyppejä, luokkia sekä poikkeuksia. Sen syntaksi on selkeä ja tehokas. Python sisältää monia erilaisia rajapintoja eri kirjastoille ja järjestelmäkutsuille. Sen tarkoituksena on olla korkeatasoinen yleiskäyttöön sopiva ohjelmointikieli. (General Python FAQ N.d.). Työssä käytetään Pythonin versiota

3.7.7. Python valittiin työhön, koska se sisältää monia kirjastoja datatieteille ja sillä pystyy myös visuaalisoimaan dataa monipuolisesti. Python on myös jo entuudestaan tuttu, minkä takia sen käyttöön ottaminen työhön oli helppoa. Toinen mahdollinen työssä käytettävä ohjelmointikieli olisi ollut R, mutta siitä kokemusta ei ollut, jonka takia sitä ei otettu käyttöön.

3.2 Jupyter Notebook

Jupyter Notebook on avoimenlähdekoodin verkkosovellus, jonka avulla voi luoda sekä jakaa asiakirjoja, jotka sisältävät live-koodia, yhtälöitä, visualisointeja ja tekstiä. Käyttökohteita on monia, kuten tietojen puhdistus ja muuntaminen, numeerinen simulointi, tietojen mallinnus, datan visualisointi, koneoppiminen sekä paljon muuta. (Jupyter N.d.). Notebook tuo konsoliperusteisen lähestymistavan uudella tavalla tarjoamalla verkkopohjaisen sovelluksen, joka soveltuu koko laskentaprosessin saamiseen: koodin kehittämiseen, dokumentointiin ja suorittamiseen sekä tulosten kommunikointiin. Jupyter notebook yhdistää kaksi komponenttia:

Web-sovellus: Selainpohjainen työkalu interaktiiviseen asiakirjojen kirjoittamiseen, joka yhdistää selostavan tekstin, matematiikan, laskennan ja rikkaan tulosteen. (Jupyter Notebook N.d.).

Notebook dokumentit: Kaiken sisällön esitys web sovelluksessa, mukaan lukien laskennan syötteen ja tulosteen, selostavan tekstin, matematiikan, kuvat ja objektin rikkaan esityksen. (Jupyter Notebook N.d.).

Työssä käytetään jupyter versiota 1.0.0. Tähän työhön Jupyter Notebook on erittäin soveltuva, koska sitä solu solulta ajaessa web-sovellus antaa nähdä heti ajettujen koodien tulokset visuaalisesti. Tämä nopeutti työtä merkittävästi.

3.3 Pandas

Pandas on python-paketti, joka mahdollistaa nopeita, joustavia ja ilmaisullisia tietorakenteita. Se on suunniteltu helpottamaan työskentelyä reaali- tai merkittyyentietojen

kanssa. Pandas paketti on tarkoitettu olemaan perustavanlaatuinen korkean tason rakennusosa käytännön ja reaali maailman tietojen analysoimiseksi pythonilla. (Pandas Package overview N.d.) Pandasta käytetään pythonin kanssa laajasti erilaisissa akateemisissa ja kaupallisissa alueissa, kuten rahoitus, neurotiede, talous, tilastot, mainonta, Web analyysi ja muissa. (Pandas N.d.). Pandas valittiin työhön sen takia, että sillä on työkaluja datan lukemiseen ja kirjoittamiseen erilaisista formaateista, kuten CSV, teksti tiedosto, Microsoft Excel, SQL tietokanta ja HDF5 formaatti. Työssä lumenne ja kirjoitamme CSV tiedostoja. Pandasilla on myös aikasarja toiminnallisuus, jolla voidaan tehdä ajanjakson luontia, taajuuden muuttamista, liikkuvien ikkunoiden tilastoja ja päivämäärän muutoksia ja viiveitä. Työssä käytetään Pandas versiota 1.0.3.

3.4 Matplotlib

Matplotlib on Python-kirjasto 2D-kaavioiden muodostamiseksi. Se on lähes kokonaan kirjoitettu Python-ohjelmointikielellä, sillä se käyttää myös muita kirjastoja hyväkseen, kuten NumPyä mahdollistaakseen tehokkaan suorituskyvyn. Matplotlib on suunniteltu mahdollisimman helpoksi käyttää, esimerkiksi yksinkertaisen kuvaajan piirtämiseen voi riittää yksi komento. (Matplotlib N.d.). Matplotlibillä saadaan tehty työn kuvaajat ja kaaviot. Käytössä Matplotlib 3.1.3. Matplotlibiä käytetään työssä sen takia, että sillä saadaan tehtyä nopeasti selkeitä kuvioita ja sen käyttäminen on myös entuudestaan tuttua.

3.5 Deck.gl

Deck.gl on suunniteltu yksinkertaistamaan korkean suorituskyvyn WebGL-pohjaisten suurien tietojoukkojen visualisointia. Sillä voi saada nopeasti aikaiseksi vaikuttavia visuaalisia tuloksia pienellä vaivalla käyttämällä valmiita tasoja tai hyödyntämällä deck.gl:n laajennettavaa arkkitehtuuria omien tarpeidensa mukaan. Deck.gl on alun perin tehty web pohjaisia sovelluksia varten, mutta vuonna 2019 tuli Python yhteen sopiva versio nimeltä Pydeck. (DECK.GL N.d.). Työssä käytetään Pydeck versiota 0.3.1. Deck.gl valittiin työhön, koska se oli ainoa tapa, jolla saatiin tehtyä Pythonilla interaktiivinen karttapohja, johon pystyi lisäämään grafiikkaa.

3.6 Panel

Panel on Python-kirjasto, jonka avulla voi luoda mukautettuja interaktiivisia verkkosovelluksia ja kojetauluja yhdistämällä käyttäjän määrittämät widgetit piirroksiin, kuviin, taulukoihin tai tekstiin. Muihin verrattuna panel on uudenlainen, sillä se tukee melkein kaikkia piirrettäviä kirjastoja. Se myös toimii yhtä hyvin Jupiter Notebookissa kuin itsenäisessä suojatussa verkkopalvelussa, käyttäen samaa koodia. (Panel N.d.). Työssä käytetään panel versiota 0.9.5. Panel otettiin käyttöön tukemaan deck.gl:än toimintaa.

4 Toteutus

4.1 Työnkulku

Tässä kappaleessa, käydään läpi työnkulku, joka vastaa data-analyysin polkua. Ensiksi pitää selvittää mistä tarvittava data saadaan ja arvioidaan onko data oikeanlaista ja onko sitä riittävästi. Sen jälkeen data muokataan tämän työn tarpeisiin sopiviksi. Muokatusta datasta tehdään kaavioita, josta saadaan tietoa. Tiedon saannin jälkeen, voidaan arvoida mitkä ovat tärkeimmät tapahtumat ja kohdennetaan ne graaffiseen näkymään.

4.2 Datan kerääminen

Suomen asutus ja liikenne on painottunut Uudenmaan alueelle, jonka takia työ rajattiin kyseiselle alueelle. Väylävirasto pitää huolta Suomen liikenneverkosta ja tarjoaa avointa dataa verkkosivuillaan. Suomen tieverkostoon kuuluu maantiet, kunnalliset katuverkot ja yksityistiet. (Väylä liikenneverkko N.d.). Kulkevaa liikennettä Väylävirasto seuraa LAM laitteilla, joita on aseteltu noin 500 kappaletta ympäri Suomen tieverkostoa. LAM-laite merkkää pisteen ylittävän ajoneuvon. Ajoneuvosta saadaan ohituksen kelloaika, ajosuunta, ajokaista, ajonopeus, ajoneuvon pituus, peräkkäisten ajoneuvojen aikaero ja ajoneuvoluokka. (Väylävirasto N.d.). Pisteitä on

valittu Helsingin, Espoon ja Vantaa keskustasta ja niiden väliltä johtavilta teiltä, pääkaupunkiseudun pois johtavilta teiltä, kuten Lahteen johtavalta tieltä. Pisteitä valittiin myös uudenmaan rajoilta molemminpuolin. LAM-pisteitä, joista tietoja kerättiin on yhteensä 13. Pisteitä on Helsingin alueilta Pakila, Oulunkylä, Hakuninmaa, Friisinmäki, Espoosta Kokinkylä ja Vantaalta Vantaanportti, Helsinki Kirkkonummi väliltä Palojärvi, Helsinki Lahti väliltä Mäntsälä-Etelä ja Renkomäki, Helsinki Lohja väliltä Nupuri, Helsinki Porvoo väliltä Treksilä, Helsinki Kouvola väliltä Elimäki ja Helsinki Riihimäki väliltä Riihimäki. Näillä pisteillä saadaan monimuotoinen kuva liikenteen käyttäytymisestä ja muutoksista, sillä näillä teillä kulkee paljon henkilöautoja, rekkoja ja julkistaliikennettä.

4.3 Datan muokkaaminen

Väylävirastosta saatava data ladataan raakamuodossa, joka on CSV-tiedostossa. Tiedostossa datan päivämäärä ei ole halutussa muodossa, jonka takia sitä pitää muokata. Tiedosto laitetaan Pandas Dataframeen, jonka jälkeen sitä voidaan muokata. Kuviossa 4 näkyy, kuinka aikaa muokataan numero sarjasta varsinaiseksi päivämääräksi, jossa on eroteltuna vuosi, kuukausi, päivä, tunnit, minuutit ja sekunnit. Kellon aika lisätään päivämäärään kuvion 5 mukaan.

```
# Muunnetaan vuosi ja päivät päivämääräksi
def muunnos(row):
    # Jos alle kymmenen, lisätään eteen "0"
    if row['h'] < 10:
        h_lisa = "0"
    else:
        h_lisa = ""
    if row['min'] < 10:
        min_lisa = "0"
    else:
        min_lisa = ""
    if row['s'] < 10:
        s_lisa = "0"
    else:
        s_lisa = ""

    kello = str(h_lisa+str(row['h'].astype(int)) + ":" + min_lisa + str(row['min'].astype(int))) + ":" + s_lisa + str(
        row['s'].astype(int))
```

Kuvio 4 Datan päivämäärän muokkaaminen

```
# Yhdistetään kellonaika päivämäärään ja lisätään 'päivä nro' sarakkeen päivät
pvm = pd.to_datetime(str("20"+str(row['vuosi']).astype(int))+"-01-01 ") + kello
        ) + dt.timedelta(days=row['päivä nro']) - dt.timedelta(days=1)
return pvm
```

Kuvio 5 pvm lisäys ja indekseksi muuttaminen

Väyläviraston LAM-pisteiden tiedot saatiin hakemalla koodia käyttäen, laittamalla Väyläviraston antaman verkkolinkin kuvion 6 kohtaan. *pv in rangelle* annetaan haluttu aikaväli, eli työn tapauksessa esimerkiksi päivät 91-121, jotka ovat huhtikuun päivät. Nämä tallennetaan muuttujaan *traffics*.

```
# Haetaan tieto pidemmältä ajalta
traffics = pd.DataFrame()
for pv in range(60,91):
    traffic = pd.read_csv("https://aineistot.vayla.fi/lam/rawdata/2019/01/lamraw_163_19_"+str(pv)+".csv", sep=";", names=cols)
    traffics = pd.concat([traffics, traffic])
```

Kuvio 6 Datan lataaminen muuttujaan ja sarakkeen lisääminen

Koodiin lisätään aiemmin tehty *pvm* sarake kohtaan 0 ja sen jälkeen siitä tehdään indeksi. Kuvion 7 tapaan lisätään tehty *pvm* sarake ja näin saadaan koko kuukauden tiedot halutulta LAM-pisteeltä halutussa muodossa.

```
# Lisätään 'pvm' sarake
traffics.insert(0, 'pvm', traffics.apply (lambda row: muunnos (row), axis=1))

# Päivämäärä indeksiksi
traffics = traffics.set_index('pvm')
traffics.head(3)
```

Kuvio 7 Päivämäärän lisäys ja päivämäärä indeksiksi.

Tiedot tallennetaan kuvion 7 mukaisesti CSV-tiedostoon, josta ne myöhemmin haetaan myöhempää käyttöä varten.

```
# Tallennetaan kerätty data
savedata = traffics
savedata['pvm'] = traffics.index
savedata.to_csv("LAM-2019-Maaliskuu-Espoo-sisäinenliikenne-Tie102Kokinkylä-raw.csv")
```

Kuvio 8 Tallennus CSV-tiedostoon

4.4 Kuvaajien muodostaminen

Kuvaajat ovat maaliskuun ja huhtikuun ajalta. Jokaiselta LAM-pisteeltä on molemmilta kuukausilta kuvaaja, joka kuvaa koko kuukauden tapahtumat ja muutokset. Molemmilta kuukausilta on myös kuvaajia, jotka kuvaavat yksittäisen viikon tapahtumia maaliskuulta viikkojen 11-13 ja huhtikuulta viikkojen 15-17 väliltä. Vuoden 2019 kuvaaja on viikonpäivän mukaan vastaava vuoden 2020 kanssa.

Aikaisemmin tehty tiedosto haetaan käyttöön Pandas Dataframeä käyttäen. Tiedostosta tarvitaan ainoastaan päivämäärä sarake ja suunta sarake, joten poistetaan ylimääräiset sarakkeet, jolloin jäljelle jää tarvittavat sarakkeet, kuten kuvioista 9 nähdään. Suunta sarakkeen kohdat yhteen laskettuna antaa kaikkien ajoneuvojen määrän. Kuviossa 10 järjestetään niin, että saadaan laskettua jokaisen päivän aikana kulkenneiden autojen määrät yhteen.

```
helsinki20 = pd.read_csv('LAM-2020-Maaliskuu-Espoo-sisäinenliikenne-Tie102Kokinkylä-raw.csv', index_col='pvm')
helsinki20Suunta = helsinki20.drop(['piste', 'vuosi', 'päivä nro', 'h', 'min', 's', 'sadasosa s',
    'pituus(m)', 'kaista', 'ajoneuvon luokka', 'nopeus (km/h)',
    'faulty(0=ok)', 'kokaika(tekni)', 'aikav.(tekni)', 'jonoalku(tekni)',
    'pvm.1'], axis=1)
```

Kuvio 9 Ladataan data ja poistetaan ylimääräiset sarakkeet

```
# Asetetaan indeksin tyyppiksi datetime
helsinki19Suunta.index = pd.to_datetime(helsinki19Suunta.index)

helsinkiDays19 = helsinki19Suunta['suunta'].resample('24H').count()
```

Kuvio 10 tunnit yhdeksi päiväksi

Seuraavaksi laitetaan arvot kuvaajaan, jolloin päivämäärille eli x-akselin arvoille annetaan oikeat autojen määrät eli y-akselin arvot. Koska tiedoston arvot alkavat samasta päivästä eli ensimmäisestä päivästä, ne eivät ole vertailu kelpoisia, koska ne eivät vastaa samaa viikonpäivää. Tämän takia täytyy päivät kuvion 11 mukaisesti tasata vastaavaan viikonpäivään, jotta saadaan vuoden 2019 ja vuoden 2020 maaliskuun päivät vastaamaan toisiaan.

```
xindex20 = helsinkiDays20.index[1:29].day
plt.plot(xindex20,helsinkiDays20[1:29], color='red', label='2020')
plt.plot(xindex20,helsinkiDays19[3:31], color='blue', label='2019')
```

Kuvio 11 Päivien tasaus

Linjojen eroa hahmotetaan prosentti lukemilla, sillä se tuo selvää tarkkaa tietoa siitä, kuinka paljon liikenne on muuttunut. Ensiksi prosenttilukemille määritetään paikka kaaviossa. Tämä tapahtuu laittamalla arvot listaan pareina, jossa ensimmäinen arvo vastaa x-akselin kohtaa ja toinen y-akselin kohtaa. Tämän jälkeen annetaan vuoden 2020 autojen määrät ja sitten vuoden 2019 autojen määrät. Seuraavaksi tehdään yhtälö, joka laskee prosentti lukemat. Lopuksi ne näytetään alkuun määritetyillä kohdilla for lauseketta käyttäen, katso kuvion 12. Kuviossa 13 sijoitetaan tärkeitä päivämääriä koronaviruksen tapahtumien kulusta kaavioon.

```
props = [(1.85, 60000), (2.85, 60000), (3.85, 60000), (4.85, 60000), (5.85, 58000), (6.85, 41000), (7.85, 39000),
(8.85, 59000), (9.85, 61000), (10.85, 61000), (11.85, 60000), (12.85, 50000), (13.85, 30000), (14.85, 30000),
(15.85, 46000), (16.85, 45000), (17.85, 43000), (18.85, 44000), (19.85, 35000), (20.85, 25000), (21.85, 24000),
(22.85, 39000), (23.85, 39000), (24.85, 39000), (25.85, 39000), (26.85, 36000), (27.85, 24000), (28.85, 21000)]
y20hs = [helsinkiDays20[1], helsinkiDays20[2], helsinkiDays20[3], helsinkiDays20[4], helsinkiDays20[5], helsinkiDays20[6],
helsinkiDays20[7], helsinkiDays20[8], helsinkiDays20[9], helsinkiDays20[10], helsinkiDays20[11], helsinkiDays20[12],
helsinkiDays20[13], helsinkiDays20[14], helsinkiDays20[15], helsinkiDays20[16], helsinkiDays20[17],
helsinkiDays20[18], helsinkiDays20[19], helsinkiDays20[20], helsinkiDays20[21], helsinkiDays20[22],
helsinkiDays20[23], helsinkiDays20[24], helsinkiDays20[25], helsinkiDays20[26], helsinkiDays20[27],
helsinkiDays20[28]]
y19hs = [helsinkiDays19[3], helsinkiDays19[4], helsinkiDays19[5], helsinkiDays19[6], helsinkiDays19[7], helsinkiDays19[8],
helsinkiDays19[9], helsinkiDays19[10], helsinkiDays19[11], helsinkiDays19[12], helsinkiDays19[13],
helsinkiDays19[14], helsinkiDays19[15], helsinkiDays19[16], helsinkiDays19[17], helsinkiDays19[18],
helsinkiDays19[19], helsinkiDays19[20], helsinkiDays19[21], helsinkiDays19[22], helsinkiDays19[23],
helsinkiDays19[24], helsinkiDays19[25], helsinkiDays19[26], helsinkiDays19[27], helsinkiDays19[28],
helsinkiDays19[29], helsinkiDays19[30]]
pers = [(y20hs[i]-y19hs[i])/y19hs[i]*100 for i in range(len(y20hs))]
for i, prop in enumerate(props):
    per = pers[i]
    plt.text(prop[0], prop[1], 'num:.{di}f{m}'.format(num=per, di=0, m='%'), size=14)
```

Kuvio 12 Prosentit paikalleen

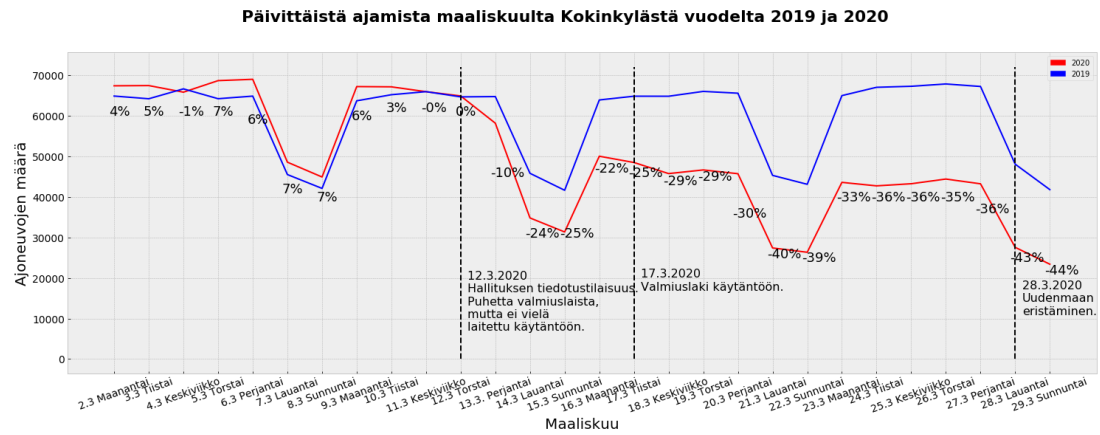
```
plt.suptitle('Päivittäistä ajamista maaliskuulta Kokinkylästä vuodelta 2019 ja 2020', fontsize=14, fontweight='bold')
plt.text(12.2, 7000, "12.3.2020 \nHallituksen tiedotustilaisuus.\nPuhetta valmiuslaista,\nmutta ei vielä\nlaitettu käytäntöön")
plt.text(17.2, 17000, "17.3.2020 \nValmiuslaki käytäntöön.", size=12)
plt.text(28.2, 11000, "28.3.2020 \nUudenmaan\neristäminen.", size=12)
```

Kuvio 13 Koronaviruksen tapahtumia

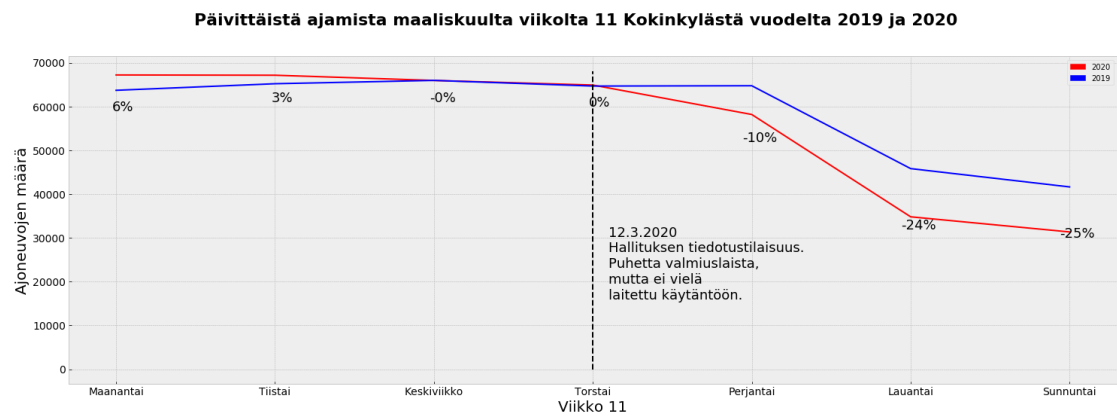
Lopulta kuvaaja on valmis ja se saadaan näkyviin kuvion 14 mukaan, jossa y-akseli kuvaa autojen määrä ja x-akseli kuvaa päivämääriä. Kuvaajassa punainen linja kuvaa vuotta 2020 ja sininen vuotta 2019, kuten kuviossa 15 nähdään. Yksittäisen viikon kuvaajasta saa paremmin selville viikonaikana tapahtuneita liikenteen muutoksista, katso kuvio 16.

```
plt.gcf().set_size_inches(25, 8)
plt.show()
```

Kuvio 14 Kuvaajan näyttämisen kutsu.



Kuvio 15 Valmis kuvaaja koko kuukaudesta



Kuvio 16 Kuvaaja yhdestä viikosta.

4.5 Mallintaminen (Deck.gl)

Haluttiin saada mahdollisimman havainnollistavaa grafiikkaa liikenteen mahdollisesta muutoksesta. Graafinen näkymä päätettiin tehdä Pythonilla deck.gl:n pydeck kirjastoja käyttäen. Pydeckillä saadaan tehtyä visuaalisesti näyttäviä karttapohja näkymiä, joita voidaan liikutella ja zoomata. Deck.gl käyttää mapboxin tarjoamia karttapohjia. Tässä työssä käytettiin pylvästasoa, jolla saatiin pylvää näkyviin ajoneuvojen määrän perusteella ja sijainti annettujen koordinaattien mukaan.

Kuvaajien perusteella saatiin tieto siitä, että missä kohtaan liikenteen muutokset tulevat ja näin ollen pystytään määrittämään havainnollistavimmat kohdat graafiseen näkymään. Graafiseen näkymään valittiin ennen koronaviruksen rajoituksia oleva maanantai 9.3.2020, koronaviruksen tiedotustilaisuustilaisuuden jälkeinen maanantai 16.3.2020 ja koronavirusrajoitusten aikana oleva maanantai 23.3.2020. Näistä valituista päivistä tehdään tuntikohtainen tilannekuva aikaväliltä 6-22, jossa pylvään korkeus määrittää autojen määrän. Näin ollen kuvia tulee 17 kappaletta per päivä ja näistä kuvista tehdään GIF-animaatio. Jokainen animaation kuva kestää 1 sekuntia ja koko animaatio kestää 17 sekuntia.

Deck.gl avulla pystytään käyttämään interaktiivista karttapohjaa. Pythonilla deck.gl kirjaston nimi on pydeck ja se otetaan käyttöön kuvion yläosan tavalla. Deck.gl käyttää mapboxin karttapohjia, minkä takia mapboxin sivuilla täytyy käydä tekemässä käyttäjän, jotta saa API avaimen käyttöön, kuviossa 17 tehty API avain.

```
import panel as pn
import pydeck as pdk
pn.extension('deckgl')

MAPBOX_KEY = "pk.eyJ1IjoidGF0dXAiLCJhIjoieY2tjNXRrbTNzMDR3MzMzbng4NnImdHYyaSJ9.p0lj1zTLuHS-rF20cqp-VA"
```

Kuvio 17 Importit ja API-avain

Muuttujalle *points* annetaan aloitustila, taso, kartan tyyli, työkaluinfo ja näkymä. Asetetaan oletusnäkymä, johon laitetaan Helsingin koordinaatit. Sen jälkeen voidaan käänellä aloituskuva niin, että saadaan palkit näkyviin mahdollisimman hyvin ja zoomataan oikeaan kohtaan. Tämän jälkeen asetetaan taso, joka on pylvästaso. Tasolle annetaan data, joka on githubissa avoimessa säilytyspaikassa, josta haetaan pylväiden sijainnit, korkeudet ja värit, kuvion 18 tapaan.

```

points = {
  "initialViewState": {
    "latitude": 60.2501678,
    "longitude": 24.8861178,
    "maxZoom": 15,
    "minZoom": 5,
    "pitch": 60,
    "zoom": 10
  },
  "layers": [{
    "@@type": "ColumnLayer",
    "autoHighlight": True,
    "highlightColor": [128, 128, 0, 128],
    "coverage": 0.15,
    "data": "https://raw.githubusercontent.com/tatupaa/KoronaViruksenVaikutusLiikkuu",
    "getElevation": "@@=[suunta]",
    "getFillColor": "@@=[r,g,b] ",
    "elevationScale": 1,
    "extruded": True,
    "getPosition": "@@=[lng, lat]",
    "pickable": True
  }],
  "mapStyle": "mapbox://styles/mapbox/dark-v9",
  "views": [{"@@type": "MapView", "controller": True}],
  "display": "block"
}

```

Kuvio 18 Muuttujan points sisältö.

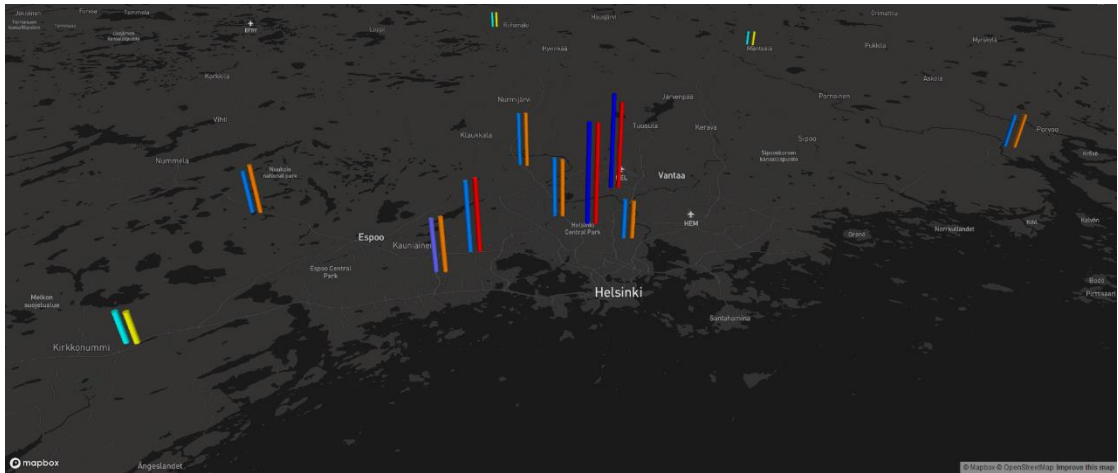
Kuviossa 19 nähdään, kuinka tehdään muuttuja nimeltä *deck_gl*, jolla otetaan käyttöön panel *deck.gl* ja sen sisään annetaan tehdyt muuttuja *point*, mapboxin api avaimeksi tehty *MAPBOX_KEY*, mitoitus ja korkeus. Sitten kutsumalla muuttujaa ja toimintoa *deck.gl.show()* tehty tulos näytetään. Kuviossa 20 nähdään lopullinen kuva mallinnuksesta.

```

deck_gl = pn.pane.DeckGL(points, mapbox_api_key=MAPBOX_KEY, sizing_mode='stretch_width', height=800)
deck_gl.show()

```

Kuvio 19 Kuvan näyttäminen



Kuvio 20 Deck.gl mallinnus liikennemääristä.

Kaikki 16 kuvaa saatuamme voidaan tehdä niistä GIF-animaatio, jonka jälkeen graafinen malli on valmis.

5 Tulokset

5.1 Alkusana

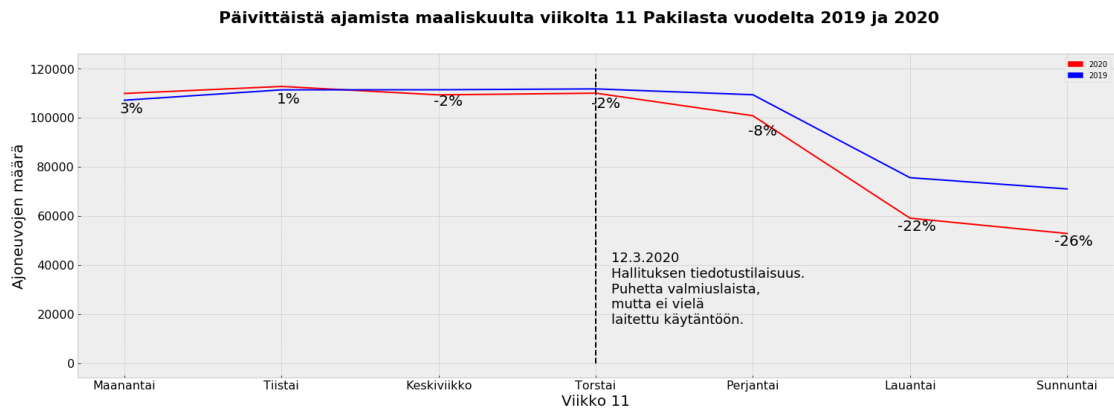
Tuloksien esittelyssä olen jakanut LAM-pisteet pääkaunkiseudun ja lähiseudun mukaisesti, jolloin saan hahmotettua sisäkaupungin liikennemäärien muutosta erikseen ja lähiseutujen liikennemäärien muutosta erikseen. Niin kuin aikaisemmin kerroin LAM-pisteitä, joista tietoja kerättiin on yhteensä 13. Pääkaupunki seudun pisteisiin kuuluu Helsingin sisältä Pakila, Oulunkylä, Hakuninmaa, Friisinmäki, Espoosta Kokinkylä ja Vantaalta Vantaanportti. Lähiseudun pisteitä ovat Helsinki Kirkkonummi väliltä Palojärvi, Helsinki Lahti väliltä Mäntsälä-Etelä ja Renkomäki, Helsinki-Lohja väliltä Nupuri, Helsinki-Porvoo väliltä Treksilä, Helsinki-Kouvola väliltä Elimäki ja Helsinki-Riihimäki väliltä Riihimäki. Kaupunkista pisteitä on yhteensä 6, kun taas syrjäseuduilta pisteitä on 7.

5.2 Maaliskuu

Koronaviruksen tuomat rajoitukset vähensivät ajoneuvojen liikennettä. Kaavioissa näkyy selvästi kuinka Suomen kansalaiset reagoivat pelkkään varoitukseen koronaviruksen takia tarvittavista rajoituksista. Hallituksen tiedotustilaisuuden jälkeen torstaina 12.3.2020, jolloin ei vielä asetettu rajoituksia, liikennemäärät pienenivät seuraavana päivänä keskimääräisesti 11% kaupunkiseudulla ja noin 6,6% syrjäseuduilla edellisestä vuodesta. Ero kaupunkiseudun ja lähiseutujen välillä on suuri, koska Helsingin ja Lohjan välillä olevassa pisteessä kyseisenä päivänä liikenne kasvoi viime vuodesta 25%. Ilman tätä poikkeusta liikenteen määrä olisi keskimääräisesti vähentynyt myös lähiseuduilla noin 11%. Tarkoittaen, että perjantaina 13.3.2020 esimerkiksi Pakilassa, jossa pisteistä ajetaan selvästi eniten ohi, kohdalta ajoi noin 10 584 ajoneuvoa vähemmän kuin edellisenä vuonna. Viikolta 11 kaikkien pisteiden kohdalta ajoi noin 167 256 ajoneuvoa vähemmän kuin vuonna 2019, vaikka hallituksen tiedotustilaisuus oli loppuviikosta ja oli kerjennyt vaikuttamaan perjantain, lauantain ja sunnuntain päivien liikenteeseen huomattavasti, katso taulukko 1 ja esimerkkinä vaikutuksista kuvio 21 Pakilasta.

Taulukko 1 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 11

Viikko 11	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	2 941 203	2 767 907	-5,9%	-173 295
Lähiseutu	1 114 386	1 120 426	+0,5%	+6 040
Yhteensä	4 306 938	4 202 513	-4,1%	-167 256

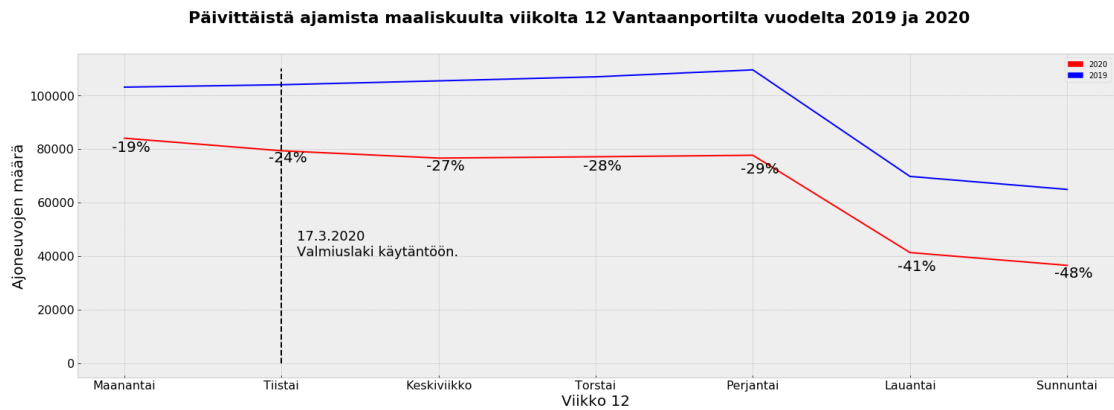


Kuvio 21 Pakila viikko 11

Hallitus asetti valmiuslain käytäntöön tiistaina 17.3.2020. Valmiuslain asetuksen samaisella viikolla eli viikolla 12 liikennemäärät tippuivat entisestään kaikkiaan keskimääräisesti noin 27,47% verrattuna vuoteen 2019. Kaupunkiseudulla liikenne tippui 31,64% ja lähiseuduilla 23,34%. Ajoneuvojen määrä väheni yhteensä 1 153 248 kappaleella, katso taulukko 2. Liikenne väheni esimerkiksi torstaina 19.3.2020 Vantaanportilla 24 678 ajoneuvolla ja Elinmäessä 1 159 ajoneuvolla, kuviossa 22 Vantaanportti viikolta 12.

Taulukko 2 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 12

Viikko 12	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	3 012 652	2 114 120	-29,8%	-898 532
Lähiseutu	1 124 564	869 848	-22,7%	-254 716
Yhteensä	4 137 216	2 983 968	-27,9%	-1 153 248

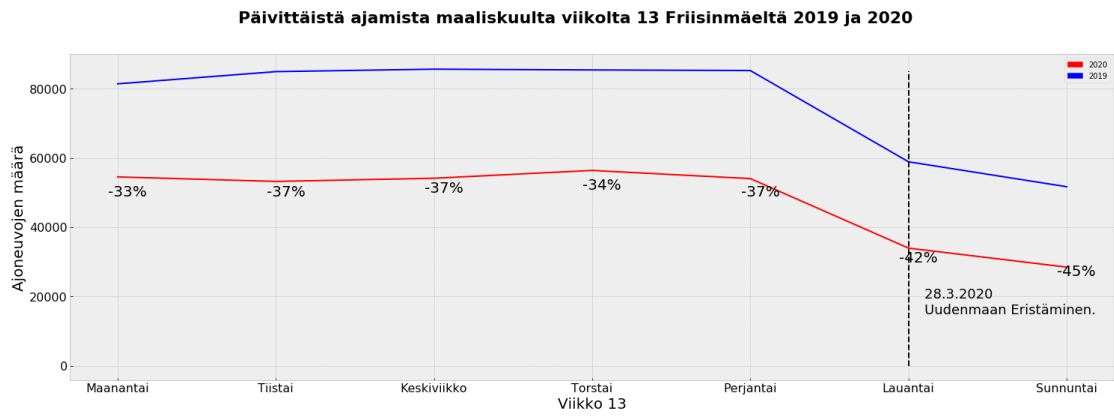


Kuvio 22 Vantaanportti viikolta 12

Rajoitusten jatkuessa ja ihmisten tiedon lisääntyessä koronaviruksen vaaroista, liikennemäärät jatkoivat tippumistaan, jolloin viikolla 13 liikenne väheni keksimääräisesti noin 36,64%. Ajoneuvojen määrä kokonaisuudessaan laski noin 1 519 664 kappaleella verrattuna vuoteen 2019, kuten taulukosta 3 huomataan. Maaliskuulta näkyy kuinka vuonna 2019 liikenne on perjantaisin vilkkaimmillaan, mutta nyt koronaviruksen aikana maanantaita on vilkkain päivä ja perjantaina liikenne on vähäisempää, katso kuvio 23.

Taulukko 3 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 13

Viikko 13	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	3 079 883	1 941 347	-37%	-1 138 536
Lähiseutu	1 147 696	766 568	-33,2%	-381 128
Yhteensä	4 227 579	2 707 915	-35,9%	-1 519 664

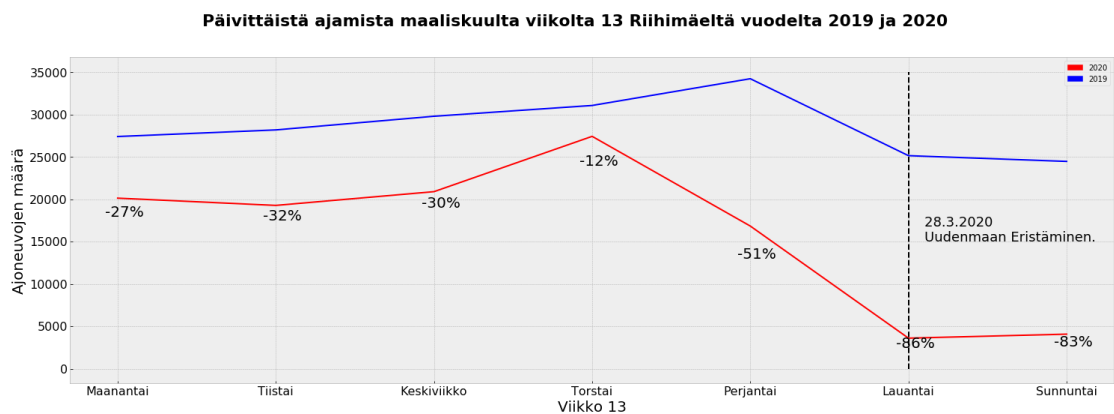


Kuvio 23 Helsingin ja Espoon väliltä Friisinmäeltä viikolta 13

Uusimaa laitettiin eristykseen lauantaina 28.3.2020. Eristyksen vaikutukset nähdään paremmin vasta huhtikuussa.

5.3 Huhtikuu

Uudenmaan eristäminen ei niinkään vähentänyt kaupunkien Helsingin, Espoon ja Vantaan liikennemääriä. Sen sijaan Uudenmaan rajan lähetyvillä, kuten esimerkiksi Helsinki-Lahti välillä, Helsinki-Kouvola välillä ja Helsinki-Riihimäki välillä liikenne väheni. Liikennemäärät pienenevät heti samaisena päivänä, kuin eristys tehtiin keskimäärisesti 63,9%. Pisteeltä Helsinki-Riihimäki väliltä Riihimäellä jopa 86%, kuten kuviosta 24 huomataan.



Kuvio 24 Riihimäki viikolta 13

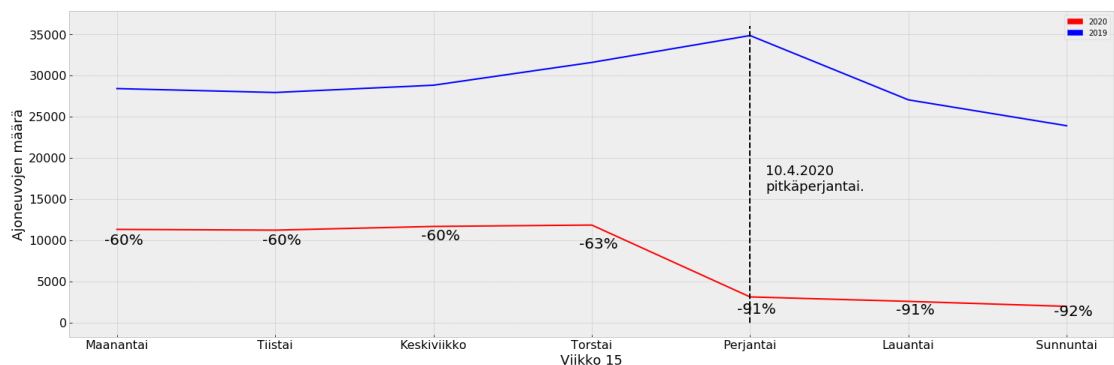
Tarkastelun alla olevalta aikaväliltä suurin pudotus viime vuoden liikenteeseen verrattuna tapahtui pääsiäisenä, jolloin esimerkiksi 1.pääsiäispäivänä sunnuntaina

12.4.2020 pääkaunkiseudulla liikenne tippui keskimääräisesti 49,33% ja lähiseuduilla 71%. Suurimmat pudotukset tapahtuivat Helsinki-Lahden välillä olevalla pisteeltä Renkomäeltä ja Riihimäeltä olevalla pisteeltä, jossa liikennemäärä tippuivat 92%, katso kuvio 25. Tähän mahdollisesti vaikutti Uudenmaan eristäminen, jolloin ihmiset eivät päässeet pääsiäisenä tapaamaan läheisiään normaaliin tapaan Uudenmaan rajan toiselta puolelta. Näin ollen liikenne väheni vuodesta 2019 kaupunkiseudulla 39,5% ja lähiseudulla 51,5% ajoneuvolla. Kokonaisuudessaan liikenne väheni 1 826 190 ajoneuvolla, katso taulukko 4.

Taulukko 4 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 15

Viikko 15	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	3 130 183	1 899 639	-39,5%	-1 230 544
Lähiseutu	1 155 815	560 169	-51,5%	-595 646
Yhteensä	4 285 998	2 459 808	-42,6%	-1 826 190

Päivittäistä ajamista Riihimäeltä huhtikuulta viikolta 15 2019 ja 2020



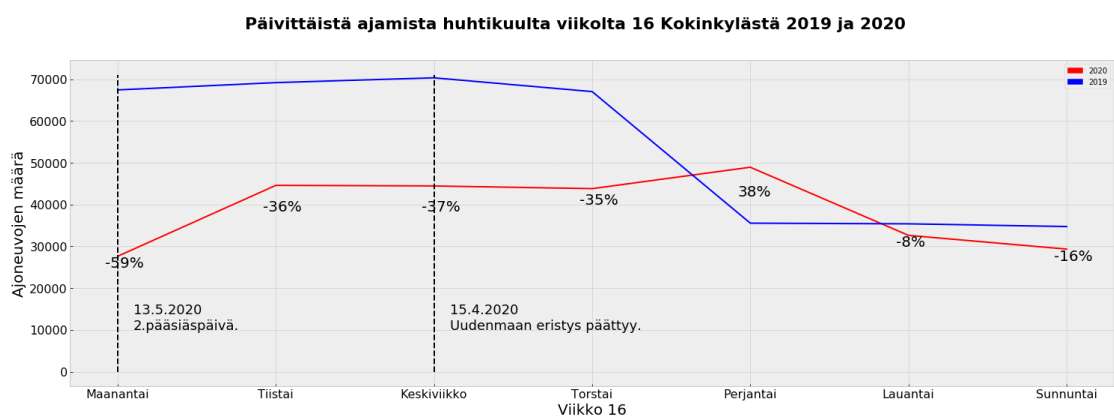
Kuvio 25 Viikko 15 Riihimäeltä

Uudenmaan eristys päättyi viikolla 16 keskiviikkona 15.4.2020, mikä heijastui rajaseuduilla liikenteen kasvuna. Kaupunkiseudulla liikenne pysyi muuten normaalin

alhaisena paitsi perjantaina 17.4.2020. Kasvua mahdollisesti korostaa se, että kyseinen aika on pääsiäisen jälkeinen viikonloppu ja normaalisti ihmiset eivät halua liikkua, koska ovat pääsiäisenä käyneet sukulaistensa luona. Nyt korona eristyksen takia näin ei tapahtunut, jonka takia eristyksen loputtua seuraavana viikonloppuna liikennemäärät lisääntyivät ja olivat jopa niin korkeat, että perjantaina 17.4.2020 liikennemäärät paikoitellen ylitti vuoden 2019 liikenteenmäärän, kuten kuviosta 26 huomataan. Liikenteen lisääntyminen huomataan myös taulukon 5 avulla.

Taulukko 5 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 16

Viikko 16	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	2 771 550	1 963 028	-29,1%	-808 522
Lähiseutu	1 218 510	720 466	-40,9%	-498 044
Yhteensä	3 990 060	2 683 494	-32%	-1 306 566



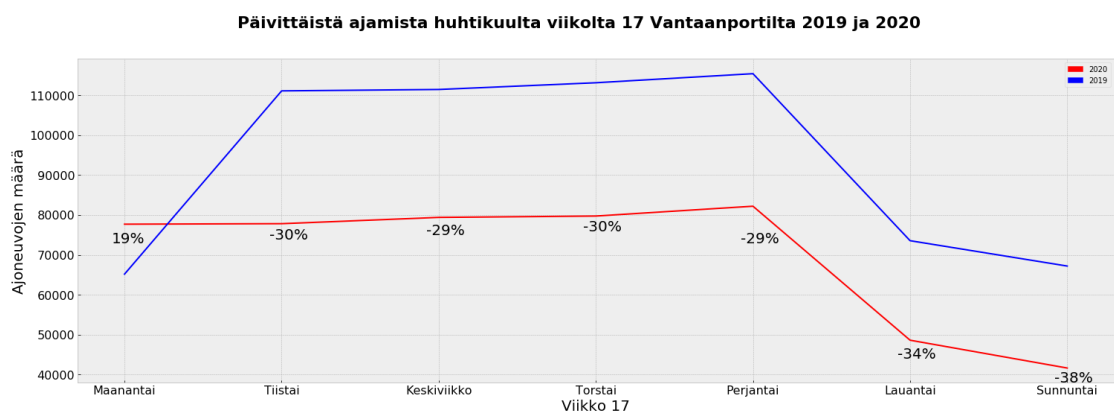
Kuvio 26 Kokinkylä viikolta 16

Viikolla 17 liikenne hiukan lisääntyi verrattuna edellisiin viikkoihin, mutta silti pysyi selvästi alhaisempana, kuin vuoden 2019 liikenne, katso taulukko 6. Poikkeuksena maanantai 20.4.2020, jolloin liikennettä oli paikoitellen enemmän kuin vuonna 2019.

Katso kuvio 27. Nousuun varmasti vieläkin vaikuttaa eristyksen loppuminen ja pääsiäisen ohi meneminen.

Taulukko 6 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen viikolta 17

Viikko 17	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	2 924 475	2 231 589	-23,7%	-692 886
Lähiseutu	1 250 605	947 072	-24,3%	-303 533
Yhteensä	3 178 661	4 175 080	-23,9%	-996 419



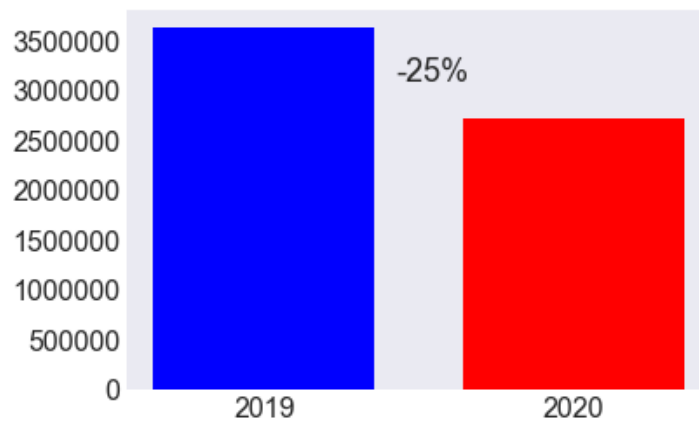
Kuvio 27 Vantaanportti viikolta 17

Ensimmäinen tutkimus kysymys on miten koronavirus vaikutti liikenteeseen tämän vuoden maaliskuusta huhtikuuhun välisenä aikana. Maaliskuussa tarkastelussa olleilta LAM-pisteiltä liikenne väheni yhteensä 17% eli 3 078 287 ajoneuvolla ja huhtikuussa liikenne väheni 33% eli 6 036 066 ajoneuvolla verrattuna vuoden 2019 vastaaviin viikkoihin. Kokonaisuudessaan maaliskuusta huhtikuuhun välillä ajoneuvoja oli 9 114 353 vähemmän kuin vuonna 2019, katso taulukko 7 ja kuvio 28.

Taulukko 7 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen maalissa ja huhtikuulta.

Maalis- ja huhtikuu	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	26 183 022	19 656 048	-24,9%	-6 526 974
Lähiseutu	10 106 650	7 519 272	-25,6%	-2 587 378
Yhteensä	36 289 672	27 175 320	-25,1%	-9 114 352

Liikenteen määrät maalissa-huhtikuussa vuosina 2019 ja 2020



Kuvio 28 Maalis-huhtikuun liikennemäärät kokonaisuudessaan.

6 Muita mahdollisia tekijöitä

Toinen tutkimuskysymys on, onko mahdollisesti muita tekijöitä, jotka oisivat voineet vaikuttaa liikenteeseen. Yhtenä mahdollisista tekijöistä on voinut olla sää. Sateet ja lämpötilat vaikuttavat myös ihmisten halukkuuteen liikkua ajoneuvoilla.

Ilmatieteen laitos tuottaa tärkeitä havainto- ja tutkimustietoa ilmakehästä ja meristä. Laitos myös tuottaa palveluita yleisen turvallisuuden edistämiseksi sekä yhteiskunnan ja ympäristön hyvinvoinnin lisäämiseksi ottaen huomioon varautumistarpeet. (Ilmatieteen laitos N.d.). Ilmatieteen laitoksen sivuilta löytyy tässä työssä käytetty sivusto, kuukausittaista keskilämpö- ja sadetietoja alkaen vuodesta 1961. Nämä kuvaajat ovat ilmatieteenlaitokselta sivustolta kuukausittaista keskilämpö- ja sadetietoja alkaen vuodesta 1961. Arvot ja kuvaajat ovat Helsingin alueelta.

Maaliskuussa vuoden 2020 keskilämpötila oli 2°C lämpimämpi kuin vuonna 2019, joten maaliskuun liikenteen vähentyminen ei johdu lämpötilasta, katso kuvio 29. Toisaalta tänä vuonna maaliskuussa satoi 7.1 mm enemmän kuin vuonna 2019, katso kuvio 30. Huhtikuu sen sijaan oli 1.1°C lämpimämpi vuonna 2019 ja viime vuonna satoi selkeästi vähemmän jopa 34,1 mm, mikä tarkoittaa sitä, että viime vuoden huhtikuussa satoi toiseksi vähiten vuosien 1961-2020 välillä, katso kuviot 31 ja 32. Tämä varmasti vaikutti lisäävänä tekijänä vuoden 2019 huhtikuun liikenteeseen, jonka takia erot tämän vuoden ja viime vuoden välillä ovat vieläkin suuremmat. (Ilmatieteenlaitos N.d.).



Kuvio 29 Helsingin keskilämpötila maaliskuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteen laitos N.d.)



Kuvio 30 Helsingin sateiden keskiarvo maaliskuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteenlaitos N.d.)



Kuvio 31 Helsingin Keskilämpötila huhtikuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteen laitos N.d.)



Kuvio 32 Helsingin sateiden keskiarvo huhtikuulta vuosilta 1961-2020 (ilmatieteen laitos N.d.)

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella ja tuoda esille faktoja liikenteen kehittymistä koronaviruksen tuomien rajoitusten alkuaikana eli maalis-huhtikuun aikana. Tämä tehtiin data-analyysin avulla ja käyttämällä data-analyysin polkua. Etsittiin tarvittavat tiedot, haettiin ne ja arviotiin onko tietoa riittävästi. Tämän jälkeen tiedot laitetiin kaavioihin, jonka avulla nähdään, mitkä ovat informatiivisimmat kohdat. Lopuksi luodaan graafinen näkymä, jossa näillä informatiivisimmilla kohdilla hahmotetaan liikenteen kehittymistä. Aihe oli ajankohtainen ja sitä kautta mielenkiintoinen. Aihe oli myös laaja, jossa olisi voinut tehdä tarkastelua eri asioita ja eri näkökulmista, mutta tämä työ rajattiin Uudenmaan alueelle ja koko Uudenmaan ajoneuvojen liikenteeseen. Tämä siksi, koska Uudenmaan alue on Suomen tihein asutettu alue ja tieto siitä, että Uusimaa eristetään vaikuttaa ajoneuvojen liikkumiseen ja haluttiin saada näkyviin.

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen saatiin vastaus, että liikenne väheni koronaviruksen ja siitä tulleiden rajoitusten takia.

Toisessa tutkimuskysymyksessä tutkittiin mahdollisia muita tekijöitä eli tässä tapauksessa sään vaikutusta liikenteen kehittymiseen. Työssä verrattiin vuoden 2019 maalis- ja huhtikuun säätä vuoden 2020 maalis- ja huhtikuun säähän. Maaliskuun osalta sää ei todennäköisesti vaikuttanut liikenteeseen, mutta sen sijaan vuoden 2019 huhtikuun aikana on voinut olla mahdollista, että säällä on ollut liikenteeseen lisäävä vaikutus, sillä silloin oli poikkeuksellisen lämmintä ja vähäsateista.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli, onko kaupunkialueen liikenteellä eroavaisuuksia lähiseudun liikenteeseen. Liikenteellä ei ollut maaliskuun eikä huhtikuun aikana paljoakaan eroa kaupunkien ja lähiseutujen välillä. Maaliskuussa liikenne väheni 5,9% enemmän kaupunkiseuduilla, kuin lähiseuduilla ja huhtikuussa sen sijaan liikenne väheni 6,6% enemmän lähiseuduilla, kuin kaupunkiseudulla, katso taulukot 27 ja 28.

Taulukko 8 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen maaliskuulta.

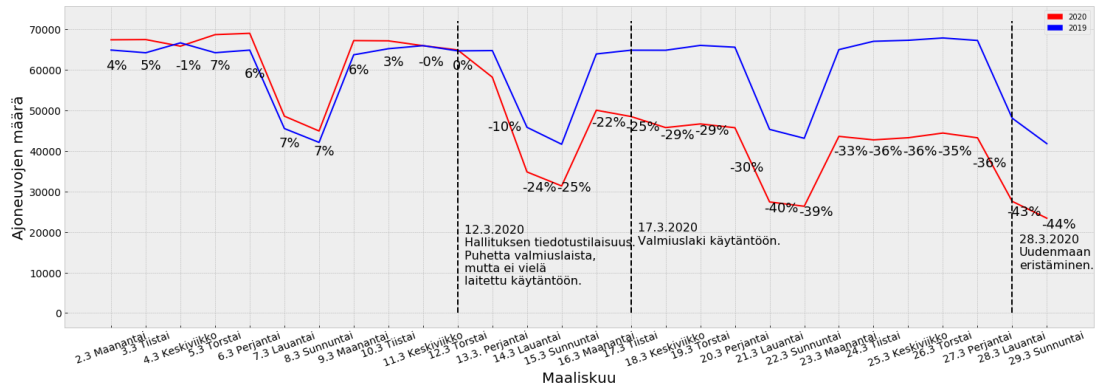
Maaliskuu	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	13 206 587	10 755 274	-18,6%	-2 451 313
Lähiseutu	4 945 223	4 318 250	-12,7%	-626 974
Yhteensä	18 151 810	15 073 524	-17%	-3 078 286

Taulukko 9 Kaupunki- ja lähiseutujen liikennemäärät ja niiden muuttuminen huhtikuulta

Huhtikuu	2019	2020	%	Väheni - / kasvoi +
Kaupunkiseutu	12 976 435	8 900 774	-31,4%	-4 075 661
Lähiseutu	5 161 427	3 201 022	-38%	-1 960 405
Yhteensä	18 137 862	12 101 796	-33,3%	-6 036 066

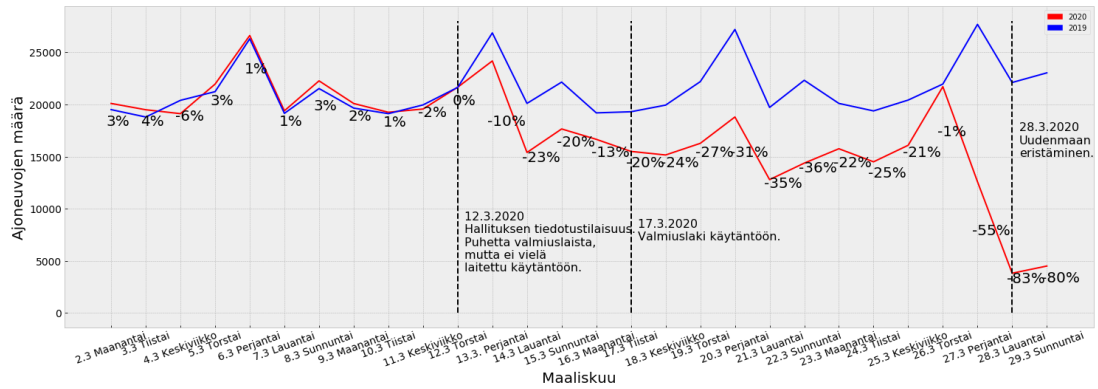
Liikenne väheni enemmän kaupunkiseuduilla siihen asti, kunnes Uudenmaan eristäminen tapahtui, silloin liikenne väheni enemmän lähiseuduilla kuin kaupunkiseuduilla. Näin ollen huhtikuussa liikenne väheni lähiseuduilla enemmän, kuin kaupunkiseuduilla, katso kuviot 33, 34, 35 ja 36.

Päivittäistä ajamista maaliskuulta Kokinkylästä vuodelta 2019 ja 2020



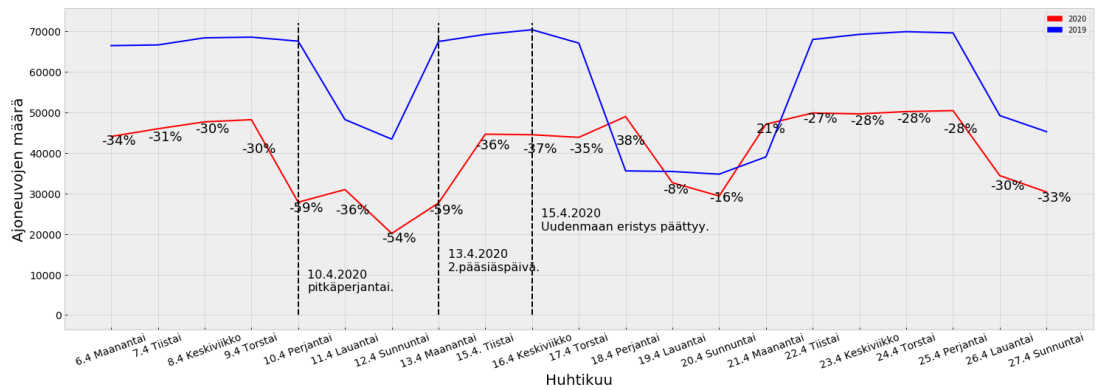
Kuvio 33 Maaliskuu Kokinkylästä

Päivittäistä ajamista maaliskuulta Renkomäeltä vuodelta 2019 ja 2020

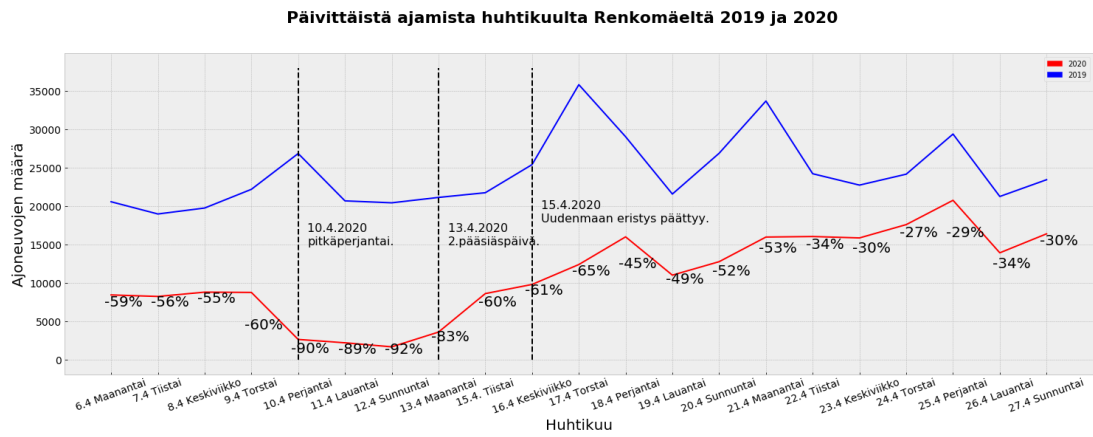


Kuvio 34 Maaliskuu Renkomäeltä

Päivittäistä ajamista huhtikuulta Kokinkylästä 2019 ja 2020

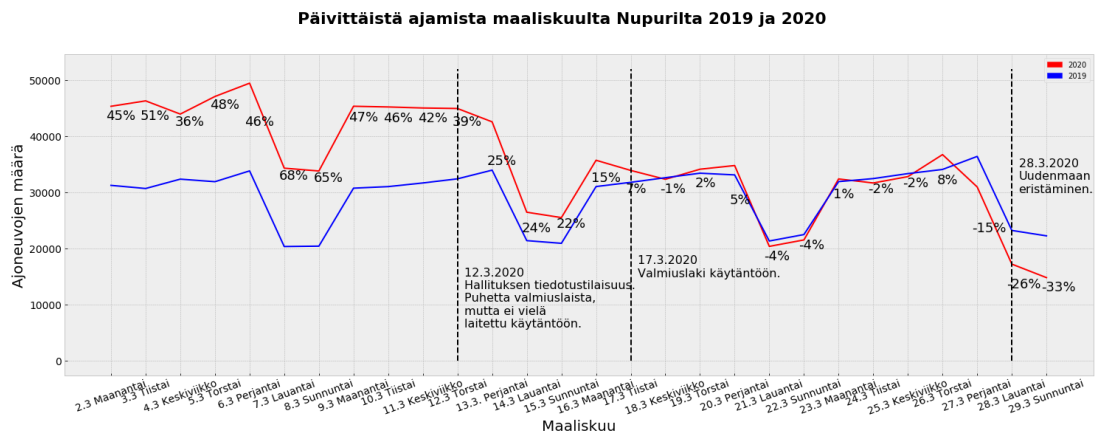


Kuvio 35 Huhtikuu Kokinkylä

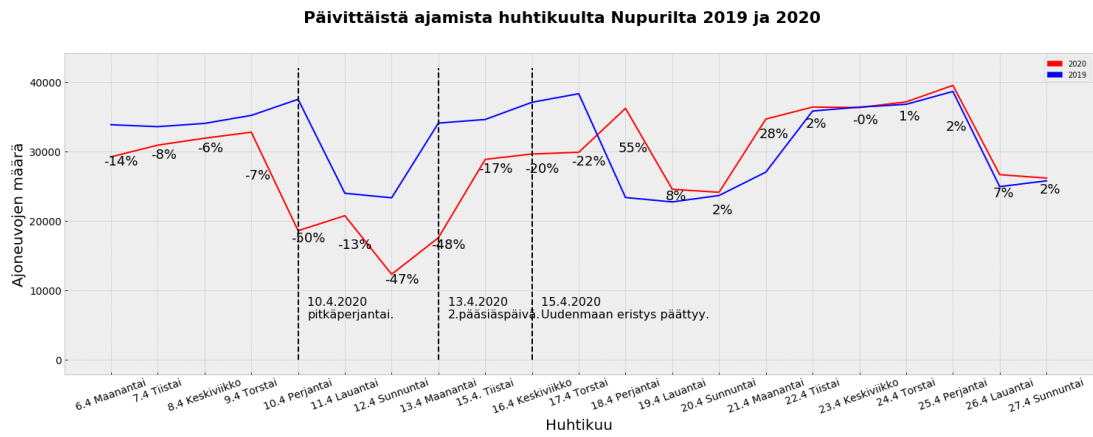


Kuvio 36 Huhtikuu Renkomäki

Uudenmaan eristyksen loppuminen toi selvää heilahtelua liikennemäärissä ja normaalista poikkeavaa liikkumista, sillä liikenne paikoitellen lisääntyi kaupunkiseuduilla niinkin paljon, että se ylitti vuoden 2019 liikenteen. Tällaisen liikahtelun olisi uskonut tapahtuvan lähiseuduilla, mutta näin ei kuitenkaan ollut, vaan liikenne pysyi alhaisempana kuin vuoden 2019 liikenne, paitsi Helsinki-Lohja välillä Nupurissa. Nupuri muutenkin toimi poikkeuksena vertailuissa, sillä siellä rajoitukset eivät vähentäneet liikennettä kuin muutamalla prosentilla ja siellä oli monin paikoin enemmän liikennettä kuin vuonna 2019, katso kuvat 37 ja 38.



Kuvio 37 Nupuri maaliskuu



Kuvio 38 Nupuri huhtikuu

8 Jatkokehitys

Kuten jo aikaisemmin mainitsin työtä olisi voinut lähteä tekemään eri näkökulmasta. Jatkokehityksenä kaikkien ajoneuvomallien tarkastelun sijaan voisi tutkia erikseen eri ajoneuvoluokkia, jotta voitaisiin tarkentaa yksityiskohtaisemmin minkä ajoneuvoluokkien kulkeminen on vähentynyt eniten. Jatkokehityksenä voisi myös tarkastella pyörien ja jalankulkijoiden kulkemista.

Työssä nimenomaan tutkittiin koronan alkuhetkiä ja sen vaikutusta liikenteeseen. Tämän takia tutkimusta voisi jatkaa kesälle ja tutkia mahdollisia kesälomien vaikutuksia ja siitä voi vielä jatkaa, kuinka korona tilanteen kehittyminen vaikuttaa pitempi aikaisesti ajoneuvoilla liikkumiseen ja kun mahdollisesti rajoituksia puretaan, kuinka nopeasti liikenne palaa ”normaaliin” arkeen vai palaako? Koronavirus epidemian loppumisen aikaista tilannetta, tuleeko pysyviä muutoksia ihmisten käyttäytymiseen liikenteessä, esimerkiksi väheneekö työliikenne koronaviruksen pakottaman etyökulttuuriin oppimisen takia.

Lähteet

Apsis. 18.9.2018. Apsis: Miksi data on avainasemassa tämän päivän sosiaalisessa mediassa. Viitattu 1.9.2020.

<https://www.apsisfinland.fi/blogi/miksi-data-avainasemassa-taman-paivan-sosiaalisessa-mediassa>

Avishek, P., PKS, P. 2017. Practical time-series analysis: master time series data processing, visualization, and modeling using python. Viitattu 7.8.2020

<https://janet.finna.fi/>, Knovel

Cuesta, H. 2013. Practical data analysis. Packt Publishing. Viitattu 7.8.2020

<https://janet.finna.fi/>, Ebook

Duodecim. 28.1.2020. Duodecim: Uutispalvelu. Viitattu 24.7.2020

<https://www.duodecim.fi/2020/01/28/kiinan-koronaviruksen-oirekuva-alkaa-selvita-oireet-muistuttavat-sars-virusta/>

DECK.GL. N.d. Deck.gl: Introduction. Viitattu 14.5.2020

<https://deck.gl/#/documentation/overview/introduction>

General Python FAQ. N.d. Python: Frequently Asked Questions. Viitattu 14.5.2020

<https://docs.python.org/3/faq/general.html>

Ilmatieteen laitos. N.d. Ilmatieteen laitos. Viitattu 18.9.2020

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmatieteen-laitos>

Ilmatieteen laitos. N.d. Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. Viitattu 4.9.2020

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>

Investopedia. 31.3.2020. What is a time series? Viitattu 17.8.2020.

<https://www.investopedia.com/terms/t/timeseries.asp>

Jupyter. N.d. Jupyter: The Jupyter Notebook. Viitattu 14.5.2020

<https://jupyter.org/>

Jupyter Notebook. N.d. The Jupyter Notebook. Viitattu 11.8.2020

<https://jupyter-notebook.readthedocs.io/en/latest/notebook.html>

Jyväskylän ammattikorkeakoulu. N.d. Jyväskylän ammattikorkeakoulu: Etusivu. Viitattu 25.7.2020

<https://www.jamk.fi/fi/Etusivu/>

Jyväskylän ammattikorkeakoulu. N.d. Jyväskylän ammattikorkeakoulu: JAMKin julkaisut. Viitattu 27.7.2020

<https://www.jamk.fi/fi/Tutkimus-ja-kehitys/JAMKin-julkaisut/>

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas: Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.7.2020

Matplotlib. N.d. Matplotlib: History. Viitattu 14.5.2020

<https://matplotlib.org/users/history.html>

Mobiili. 12.1.2020. Mobiili: Facebookin arvo kohosi uuteen ennätykseen. Viitattu 1.9.2020

<https://mobiili.fi/2020/01/12/facebookin-arvo-kohosi-uuteen-ennatykseen-some-jatti-on-karsinyt-kohuista-sen-ymparilla-lopulta-vain-vahan/>

Mobiili. 24.7.2019. Mobiili: Facebookin 5 miljardin sakoille vahvistus. Viitattu 1.9.2020

<https://mobiili.fi/2019/07/24/facebookin-5-miljardin-sakoille-vahvistus-teki-sovinto-sopimuksen-yksityisyysrikkomusten-seuraamuksista/>

Pandas Package overview. N.d. Pandas: package overview. Viitattu 14.5.2020

https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/getting_started/overview.html

Pandas. N.d. Pandas: About Pandas. Viitattu 11.8.2020

<https://pandas.pydata.org/about/>

Panel. N.d. Panel: A high-level app and dashboarding solution for Python. Viitattu 14.5.2020

<https://panel.holoviz.org/index.html>

Sedkaoui, S. 2018. Data Analytics and Big Data. ISTE Ltd, John Wiley & Sons Inc. Viitattu 18.8.2020

<https://janet.finna.fi/>, Ebook

Valmiuslaki. 24.6.2020. Valmiuslain käyttöönotto koronavirustilanteessa. Viitattu 6.7.2020

https://www.edus-kunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oikeus/LATI/Sivut/valmiuslain-kayttoonottaminen-koronavirustilanteessa.aspx

Väylävirasto. N.d. Vaylavirasto: vaylavirasto. Viitattu 24.7.2020.

<https://vayla.fi/vayla>

Wired. N.d. Wired: Data is the new oil oh the digital eonomy. Viitattu 1.9.2020.

<https://www.wired.com/insights/2014/07/data-new-oil-digital-economy/>

Yle. 29.1.2020. Yle: Näin Suomen ensimmäinen korona virus varmistui. Viitattu 24.7.2020

<https://yle.fi/uutiset/3-11183390>