

AUTOLIIKENTEEEN MALLIN LUOMINEN
IMATRAN KAUPUNGILLE



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, Liikenneala

Kevät, 2018

Ville Alppisara

Liikennealan koulutusohjelma
Riihimäki

Tekijä	Ville Alppisara	Vuosi 2018
Työn nimi	Autoliikenteen mallin luominen Imatran kaupungille	
Työn ohjaaja/t	Janne Rautio, Tuomo Vesajoki	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli Imatran kaupungin alueen kattava autoliikenteenmallin luominen. Työn on tilannut Ramboll Finland Oy:ltä Imatran kaupunki. Tilaajan edustajan työn toimeksiantajana toimi Imatran kaupungin kaupungininsinööri Päivi Pekkanen. Ohjaavana opettajana Hämeen ammattikorkeakoulusta toimi lehtori Janne Rautio. Ramboll Finland Oy:ltä työn toteutti insinööriopiskelija Ville Alppisara ja työtä ohjasi projektipäällikkö (DI) Tuomo Vesajoki.

Malli toteutettiin Emme4-ohjelmistolla, johon rakennettiin Imatran kaupungin tie- ja katuverkko. Rakennetulle liikenneverkolla asetettiin autoliikenteen liikennetuotokset vetovoimatyypisellä mallilla. Autoliikenteen tuotokset, jotka mallin tässä vaiheessa määritettiin luovat kuvan Imatran henkilöautoliikenteen suuntautumisesta ja liikennemääristä kaupungin liikenneverkolla.

Liikennemallin rakentamisen vaiheisiin kuului Imatran kaupungin alueen jakaminen osa-alueisiin, joihin yhdistetään maankäyttötiedot yhdyskuntarakenteen seurannan aineistosta (YKR) sekä Imatran kaupungin omista rekistereistä. Liikenneverkon muodostaminen Digiroad-aineiston ja julkisten kartta-aineistojen avulla. Autoliikenteen matkatuotoksien määrittäminen matkaryhmittäin osa-alueille käyttäen vastaavan kokoiselle kaupunkiseudulle ominaisia tuotoskertoimia sekä matkaryhmittäisen liikenteen suuntautumisen määrittäminen vetovoimatyypisellä mallilla ja sijoittaa saadut autoliikenteen tuotokset kokonaissudessaan yhdeksi liikennetuotokseksi liikenneverkolle.

Avainsanat Liikennemalli, liikenneverkko, mallintaminen

Sivut 19 sivua

Traffic and Transport Management
Riihimäki

Author	Ville Alppisara	Year 2018
Subject	Auto-transport model for the city of Imatra	
Supervisors	Janne Rautio, Tuomo Vesajoki	

ABSTRACT

The aim of the thesis project was to design an auto-transport model covering the city of Imatra. The work was commissioned by Ramboll Finland Oy, the city of Imatra. The representative of in this project was Päivi Pekkanen, city engineer of Imatra City. The supervisor from, Häme University of Applied Sciences was lecturer Janne Rautio. Project was carried out by engineering student Ville Alppisara and the project was supervised from Ramboll by Project Manager (M.Sc.) Tuomo Vesajoki.

The model was implemented with the Emme4 simulation software, where by the street and road network of Imatra was built. Road transport products were set up on the constructed traffic network by a traction type model. The outcomes of car traffic that were defined at this stage of the model portray of the orientation of the passenger car traffic over the urban transport network in the city of Imatra.

The stages of the construction of the traffic model included the division of the city of Imatra into subdivisions that combined land use data with the Joint Building Monitoring Material (YKR) and with the Imatra city records. Establishing a transport network was conducted using Digiroad and public map data. Determination of car traffic was done through travel segments for sub-areas using output coefficients specific to an urban area of a corresponding size. Determining the orientation of travel-group traffic was completed using a attraction-type model and by positioning the generated transport traffic on the transport network.

Keywords Traffic model, transport network, modeling

Pages 19 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	IMATRAN KAUPUNKI.....	2
2.1	Katuverkko.....	3
2.2	Liikennesuunnittelu.....	4
2.3	Kaavoitus	4
2.4	Imatran yleiskaava 2040.....	4
3	LIIKENTEEN MALLINTAMINEN	6
3.1	Mallinnuksen menetelmiä.....	6
3.2	Liikenteen kysynnän mallintamisen menetelmiä	7
3.2.1	Gravitaatiomalli	7
3.2.2	Regressiomalli.....	7
3.2.3	Neliporrasmalli	7
4	IMATRAN AUTOLIIKENTEENMALLI.....	8
4.1	Aluejako ja mallin liikenneverkko	9
4.1.1	Aluejako.....	9
4.1.2	Mallin liikenneverkko.....	12
4.2	Liikennevirtamatriisien ja matkaryhmien muodostaminen.....	13
4.3	Liikennevirtamatriisit	13
4.4	Matkaryhmät	14
5	MALLIN JATKOKEHITTÄMINEN	15
6	YHTEENVETO MALLIN LUOMISESTA	16
	LÄHTEET.....	19

1 JOHDANTO

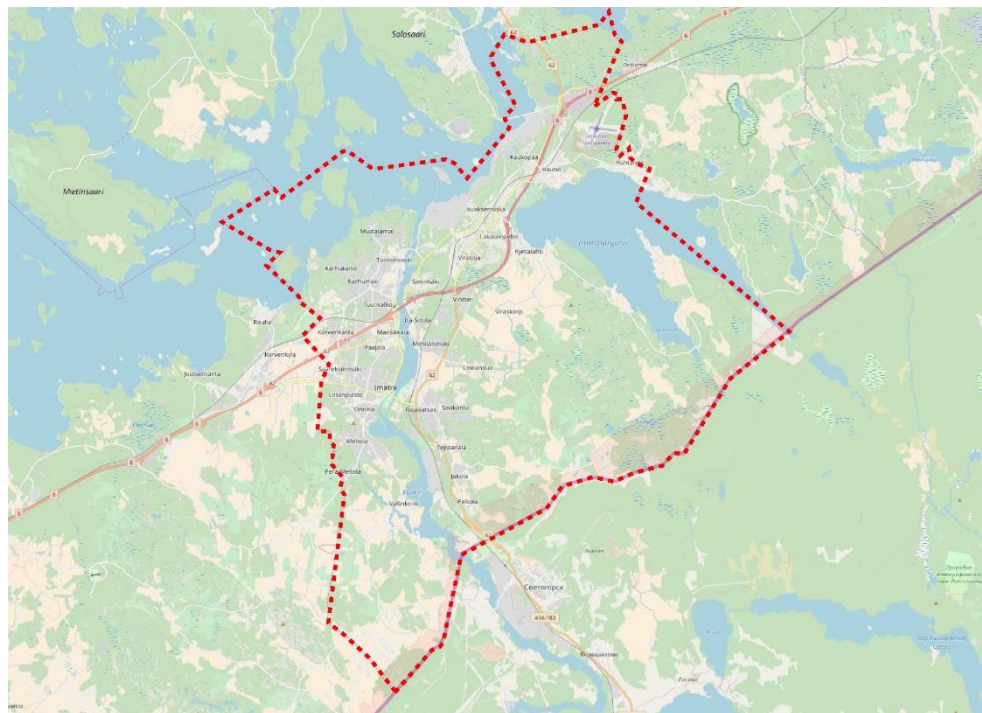
Liikenneinfrastruktuurin käytön tehostaminen ja liikenteellisen toimivuuden parantaminen ovat tärkeässä osassa kaupunkien maankäytön suunnittelussa ja tulevien investointien suunnittelussa. Toimivalla ja tehokkaalla liikenne- ja katuverkolla voidaan saavuttaa kustannustehokas- ja toimiva liikennenympäristö, palvelee niin kaupunkikehitystä kuin toimivaa kaupunki rakennetta. Liikennemallien tavoitteena voi olla liikennepoliittisten toimien ja erityyppisten investointien vaikutusten arviointi tai toisaalta liikennejärjestelmän suunnitteluun liittyvien ennusteiden laatiminen. Mallin tavoitteet ja toisaalta käytettävissä olevat lähtötiedot vaikuttavat siihen, mitä menetelmiä mallissa on mielekästä hyödyntää.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Imatran kaupungin kattavaa autoliikenteenliikennemallin rakentamista. Tilaus ja tarve työlle ilmeni Ramboll Finland Oy:n ja Imatran kaupungin välisissä keskusteluissa kaupungin liikenteellisen kehittämisen tarpeesta, jonka tuloksena päädyttiin toteuttamaan Imatralla opinnäytetyönä autoliikenteenmalli. Liikennemallin tarve on Imatralla ajankohtainen vireillä olevan yleiskaava prosessin työkaluksi. Työssä toteutetaan liikennemallin rakentamisen ensimmäinen vaihe, autoliikenteen vuorokausimalli. Mallin avulla voidaan arvioida maankäytön ja liikennejärjestelmän muutosten vaikutuksia autoliikenteen matkojen määrään sekä matkojen pituuden ja liikennesuoritteeseen. Mallista saatavien tulosten avulla voidaan tuottaa liikenne-ennusteita erilaisiin liikenteen sekä maankäytön suunnittelun tarpeisiin ja tarkasteluihin.

2 IMATRAN KAUPUNKI

Imatran kaupunki sijaitsee Kaakkois-Suomessa Etelä-Karjalan maakunnassa aivan Suomen ja Venäjän rajalla. Imatran kaupungin raja on esitetty kuvassa 1. Rajan toisella puolella sijaitsee Svetogorskin kaupunki, joka on vain 7 kilometrin päässä Imatran keskustasta. Suomen puolella Imatran naapurikuntia ovat Lappeenranta ja Ruokolahti.

Kaupungin asukasluku vuoden 2016 lopussa oli 27 517 asukasta, pinta-alaltaan Imatra on 191.3 km². Imatra tunnetaan muun muassa Imatrankoskesta, joka on Suomen vanhin matkailu nähtävyys. Suurimpia työllistäjiä ovat Imatran kaupunki, Stora Enso Oyj, Ovako Imatra Oy Ab sekä Rajavar tiolaitos. (Imatra 2018a)



Kuva 1. Imatran kaupungin raja (Muokattu lähteestä: openstreetmap 2018)

2.1 Katuverkko

Imatralla on 505 kilometriä katuverkkoa, josta kevyenliikenteenväyliä on 131 kilometriä, Emme 4.3 simulointiohjelmalla rakennettu katuverkko esitetty on kuvassa 2. Kaupungin halki kulkee Valtatie 6 (Helsinki-Joensuu-Kajaani), joka on keskeinen osa Suomen liikenneverkkoa ja se on osa maankunnan tärkeintä länsi-itä-suuntaista, maankunnan ydinalueen kaupungit yhdistävää työ- ja asiointimatkojen pääväylää. Tien vilkkaimmin liikennöity osuus kulkee Lappeenrannan ja Imatran välillä.

Muita merkittäviä väyliä Imatran kaupungin alueella ovat kantatie 62, joka kulkee Venäjän rajalta Imatran taajama-alueen läpi valtatielle 6 ja pohjoisempänä jatkuu valtatieltä 6 Ruokolahden kautta Puumalaa kohti. Imatran kaupunginosittain lueteltuna tärkeimpiä ja eniten liikennöityjä väyliä ovat Imatrankoskella mt 3952 Tainionkoskentie sekä mt 397 Helsingintie. Tainionkoskella Tainionkoskentie ja Joutsenonkatu.

Vuoksenniskalla mt 160 Karjalantie sekä katuverkolla Vuoksenniskantie. Imatra (2018b)



Kuva 2. Imatran katuverkko (Emme 4.3)

2.2 Liikennesuunnittelu

Imatralla liikennesuunnittelusta vastaa Kaupunki-infra, joka toimii tilaajana yleisten alueiden investoinneissa ja ylläpidosta. Yleisiin alueisiin kuuluvat liikenne- ja viheralueet, kadut, kevyenliikenteenväylät, puistot, leikkipaikat ja metsät.

Rakennuttajana Kaupunki-infralle toimii Imatran YH-Rakennuttaja Oy. (Imatra 2018c).

2.3 Kaavoitus

Kaavoituksen tarkoituksena on suunnitella maankäyttöä, niin että se palvelee kaupunki rakennetta kokonaisuutena. Kaavoituksen tavoitteena on palvella niin asumista, palveluja kuin ympäristöäkin.

Yleiskaava on kunnan tai sen osan maankäytön sekä yhdyskuntarakenteen yleispiirteinen suunnitelma. Jos yleiskaava koskee vain kunnan tiettyä osaluuetta, niin silloin kyseessä on osayleiskaava. Yleiskaavan laadinnassa tulee ensisijaisesti huomioida maakuntakaava, sillä se ohjaa yleiskaavaa.

Asemakaava on alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä. Sen tarkoituksena on osoittaa tarvittavat alueet palvelemaan eri tarkoituksia varten sekä ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä kaavan edellyttämällä tavalla.

Imatran kaupungissa on oma kaavoituksen vastuualueella oma yksikkö, joka valmistelee kaavoituksen maankäyttö- ja rakennuslakiin perustuen. (Imatra 2018d)

2.4 Imatran yleiskaava 2040

Yleiskaava on yleispiirteinen maankäytön suunnitelma, jolla ratkaistaan tavoitellun kehityksen periaatteet. Yleiskaavoituksen tehtävänä on järjestää yhdyskunnan eri toimintojen, kuten asumisen, palvelujen ja työpaikkojen sekä virkistysalueiden sijoittaminen ja niiden väliset yhteydet.

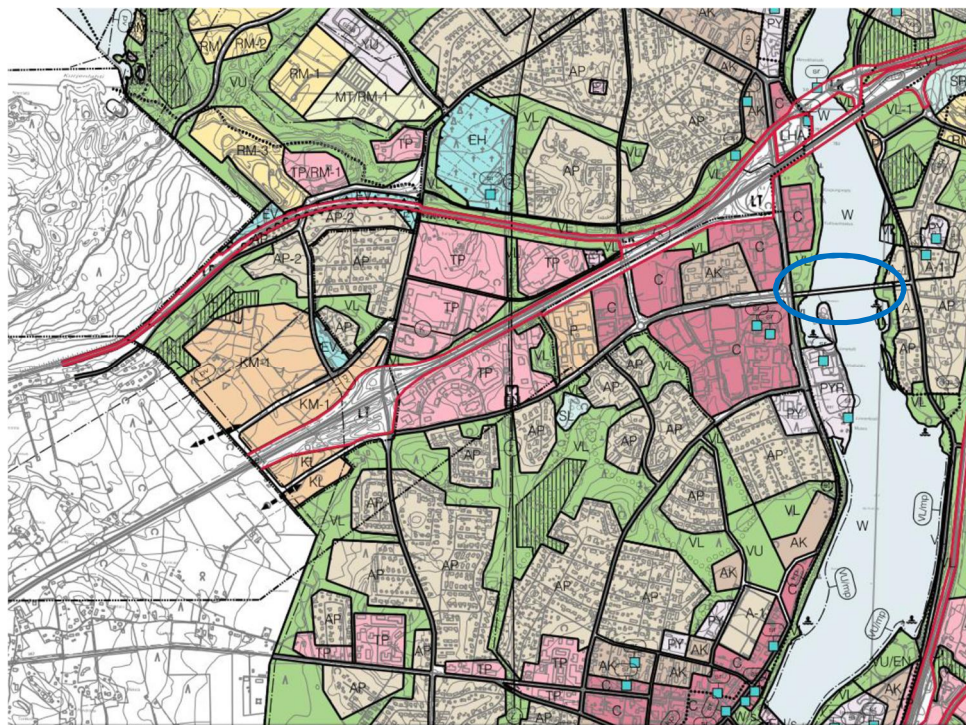
Imatran yleiskaavan 2040 laatiminen on käynnistynyt alkuvuodesta 2016. Sen laatimisessa on tähän mennessä tehty muun muassa laatimisen ja vireille tulon kirjaus kaavoituskatsaukseen ja -ohjelmaan, kuulutus vireille tulosta on julkaistu 3.3.2016 sekä 15.12.2016 on nimetty Yleiskaava 2040

ohjaus-ryhmä "Kokoaan suurempi Imatra". Toteutettu yleiskaavasuunnitteluun liittyvä kuntalaiskysely loka-, joulukuussa 2017, jonka tulokset ovat julkaistu helmikuun 2018 aikana. Ensimmäisessä vaiheessa vuoden 2018 alussa on laadittu myös osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS) ja työohjelma.

Yleiskaavatyötä jatketaan kokoamalla yhteen kaikki tausta-aineisto kaava prosessia varten, arvioimalla jo tehtyjen selvitysten ajantasaisuutta ja lisäselvitysten tarvetta sekä sopimalla työryhmien kokoonpanosta.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa, suunnittelun lähtökohdat osissa "verkostot" ja "liikenneverkosto" pitävät sisällään tarpeen liikenteellisistä tarkasteluista, johon luotu autoliikenteen malli tarjoaa arvokasta lähtö tietoa. Samoin arvioitavien vaikutuksien osassa arvioidaan kaavaratkaisujen vaikutuksia niin päätie- ja katuverkon muutoksiin. (Imatra 2018e)

Mahdollisesti tarkasteltavia kohteita liikenteen osalta on kuvassa 3. esitetty ote yleiskaavojen yhdistelmäkartasta, jossa näkyy mahdollinen uusi kulkuyhteys Vuoksen yli.



Kuva 3. Mahdollinen uusi kulkuyhteys. (Imatran kaupunki, 2018)

3 LIIKENTEEN MALLINTAMINEN

Mallintaminen on sellaisten työkalujen kehittämistä ja soveltamista, joilla pystytään arvioimaan liikennetarjonnassa tapahtuvien muutosten vaikutuksia loogisesti ja johdonmukaisella tavalla. Niiden pitää antaa päätöksentekoon ja vaihtoehtojen vertailuun vertailukelpoisia lähtötietoja. (Liikennevirasto 2014).

Mallintaminen osa tärkeä osa liikennesuunnittelua ja -tutkimusta. Mallien avulla voidaan laatia liikenne-ennusteita jalankulun ja pyöräilyn, autoilun ja joukkoliikenteen määristä sekä tarkastella maankäytön sijoittumisen ja muutosten vaikutuksia liikennemääriin ja vertailla erilaisten liikennehankkeiden vaikutuksia. Maankäytön ja liikenteen yhteensovittaminen vaatii eri tahojen välistä vuoropuhelua hankkeiden kuluessa. Lisäksi hankkeen vaikutuksia on syytä arvioida eri näkökulmista.

Liikennemallien avulla voidaan arvioida liikenteen matka-aikoja ja kustannuksia sekä niiden muutosten vaikutuksia liikenteen määriin ja suoritteisiin eri kulkutavoilla. Matka-aika- sekä kustannustietojen avulla voidaan puolestaan arvioida tarkemmin esim. liikenteen sujuvuutta, onnettomuuksien, päästöjen määrää sekä muita päätöksenteon tueksi tarvittavia vaikutus- ja lähtötietoja. Mallien hyödyntäminen on arvokasta erityisesti yhteiskuntataloudellisten laskelmien ja suunnitelmien tuottamisessa.

3.1 Mallinnuksen menetelmiä

Liikennettä voidaan mallintaa usealla tarkkuudella, tarkkuustasot voidaan jakaa kolmeen eri mallinnusmenetelmään, joita ovat makro-, mesoskooppinen- ja mikrotaso.

Makrotasolla simulointi perustuu välityskyymalleihin, joilla liikennettä tarkastellaan liikenteenkokonaistuotoksena. Kokonaistuotokseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. ajoneuvojen määrä, kaistamäärä, nopeusrajoitus ja geometria.

Mesoskooppisella tasolla liikennettä voidaan kuvata tarkemmin kuin makrotasolla, eron tasojen välille tekee se, että mesoskooppisella tasolla on mahdollista kuvata yksittäinen ajoneuvon liikettä.

Mikrotason ohjelmistoilla voidaan kuvata liikennettä yksittäisten ajoneuvojen tasolla. Mikrotasolla ajoneuvojen liikkumista voidaan tarkastella tasolla jossa ajoneuvot ja tienkäyttäjät reagoivat toisiinsa. Havainnollistamalla edellä mainitut asiat liikenneverkolla saadaan aikaan realistinen kuvaus tarkasteltavasta kohteesta.

3.2 Liikenteen kysynnän mallintamisen menetelmiä

Liikenteen kysyntää voidaan mallintaa hyvin erityyppisillä menetelmillä aina asiantuntija-arvioista ja yksinkertaisista kasvukerroinmalleista monimutkaisiin matemaattisiin malleihin.

Menetelmien valinnassa on monta vaihtoehtoa, ne voidaan jakaa viiteen pääluokkaan laadullisiin-, kysyntä-, aikasarja-, analyttisiin- ja simulaatiomalleihin. Esimerkkeinä yleisesti käytettävistä malleista on seuraavana esitetty kolme vaihtoehtoa, joista kaikki ovat analyttisiä malleja.

3.2.1 Gravitaatiomalli

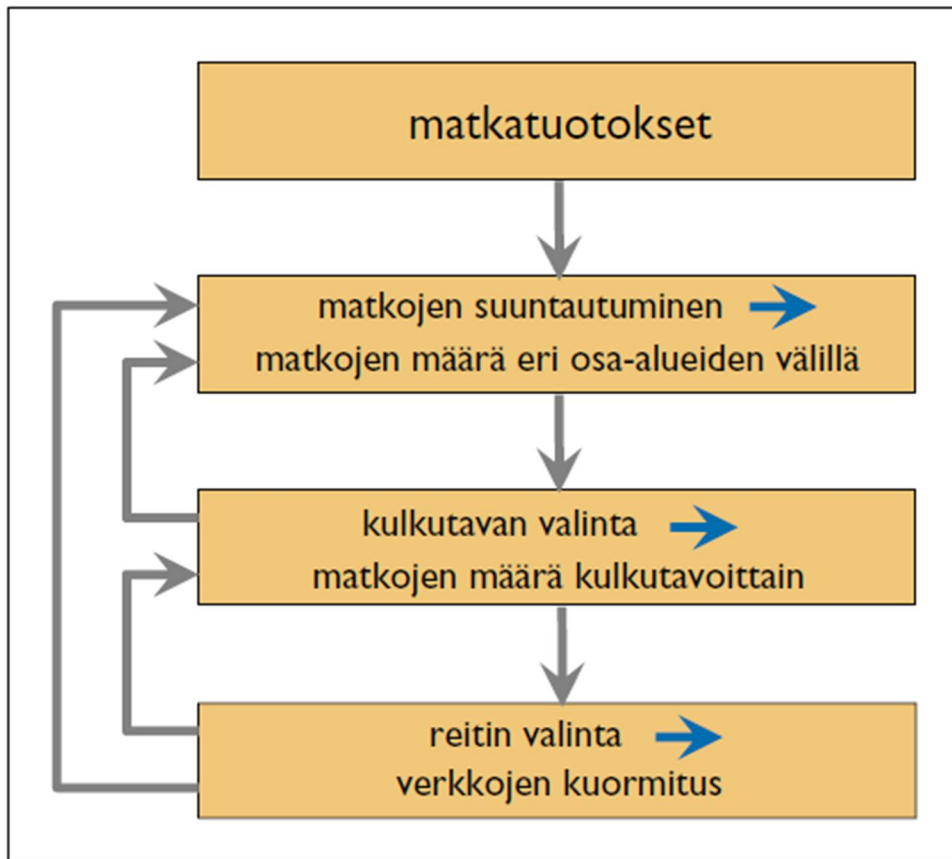
Gravitaatio- eli vetovoimamalleja on käytetty liikenteen mallintamisessa jo 1950-luvulta saakka. Periaatteen kehitti jo Newton. Vetovoimamalleissa "sosioekonomiset massat" vetävät toisiaan puoleensa. Gravitaatiomallit soveltuvat pääsääntöisesti suuntautumismallien tai yhden kulkutavan liikenteen ennustamiseen sekä autoliikenteen hankkeiden mitoittamiseen. Gravitaatiomallit eivät sovellu monikulkumuotoisten järjestelmien mallintamiseen eikä niillä voida suoranaisesti käsitellä matkaketjuja. (Moilanen ym. 2014.)

3.2.2 Regressiomalli

Regressiomallien avulla voidaan tutkia yhden tai useamman selittävän muuttujan vaikutusta selitettävään muuttujaan. Sen avulla voidaan pyrkiä vastaamaan esimerkiksi siihen vaikutus-alueella sijaitsevien työpaikkojen määrä alueelle suuntautuvien matkojen pituuteen. (Moilanen ym. 2014).

3.2.3 Neliporrasmalli

Liikenteen neliporrasmalli on nelivaiheisen ennusteprosessi, jossa laskeaan matkatuotokset, matkojen suuntautuminen, kulkutavan- sekä reitin valinta. Neliporrasmallin yleisin käyttökohde on strategiset ja seudulliset liikennemallit, neliporrasmallin rakenne esitetty kuvassa 4. Neliporrasmallien suurimpia puutteita on se, että ne eivät lähtökohtaisesti kuvaa matkaketjuja, vaan yksittäisiä matkoja. Matkaketjujen avulla yksilön liikkumistotumuksia olisi mahdollista kuvata totuudenmukaisemmin kuin yksittäisinä matkoina, sillä matkojen ominaisuudet esimerkiksi määränpää ja kulkutapa riippuvat yleensä toisistaan. (Kalenoja ym. 2008, 8.)



Kuva 4. Neliporrasmallin rakenne. (Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa 2008).

4 IMATRAN AUTOLIIKENTEEENMALLI

Opinnäytetyönä Imatralla toteutettava autoliikennemallin ensimmäinen osuus sisältää kaksi osaa, matkatuotosmallin (matkojen määrä osa-alueittain) ja suuntautumismallin (matkojen suuntautuminen osa-alueiden välillä). Malli kuvataan EMME-ohjelmistolla, joka on makrotason simulointiohjelma, joka soveltuu liikennejärjestelmätason analyyseihin. EMME-mallilla kuvattava strateginen malliosio soveltuu erinomaisesti mm. erilaisien maankäyttövaihtoehtojen vertailuun ja niiden liikennevaikutusten havainnollistamiseen sekä uusien väylätarpeiden tai liikenneverkon kokonaiskapasiteetin tutkimiseen.

Mallin rakentamisen vaiheisiin työssä on kuulunut malli alueen osa-aluejako, liikenneverkon rakentaminen, autoliikenteen matkatuotoksien määrittäminen, liikenteen suuntautumisen määrittäminen vetovoimatyypisellä mallilla matkaryhmittäin ja saadun automatriisin sijoittaminen liikenneverkolla, jota tullaan kalibroimaan muun muassa liikennelaskentatietojen avulla.

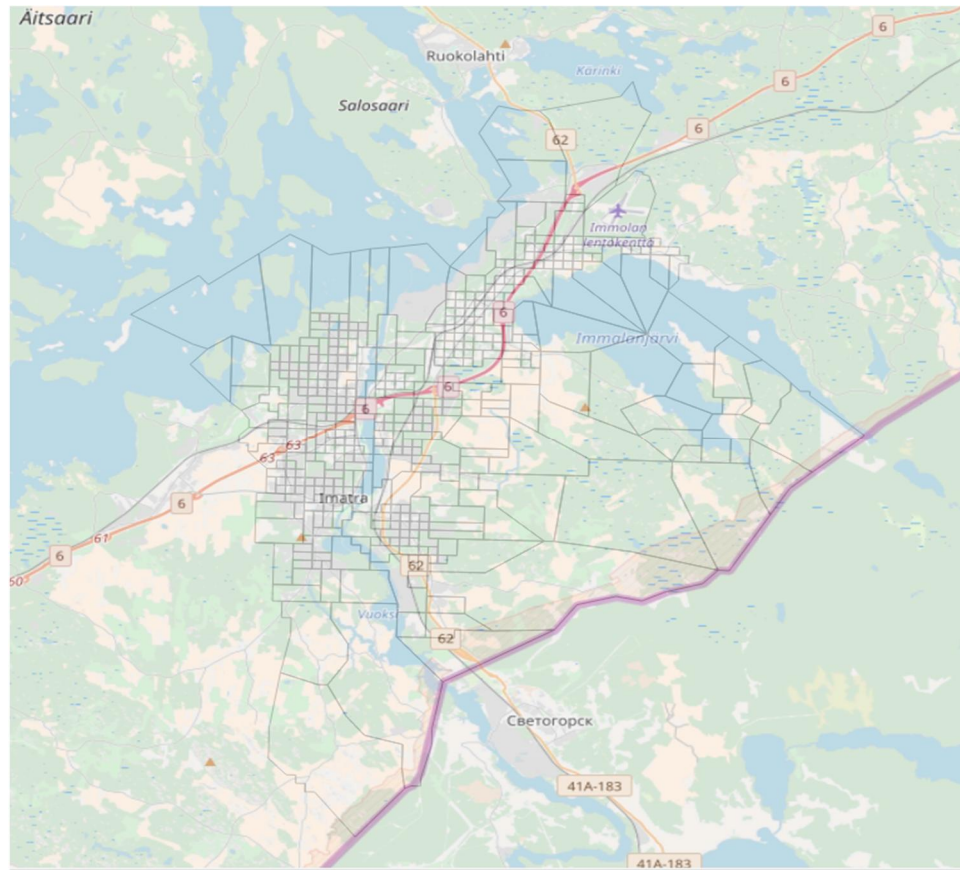
Kaikkien matkaryhmien matkat mallinnettiin määrittämällä jokaiselle matkaryhmälle liikennetuotos sekä siihen vaikuttavat attraktiotekijät osa-alueittain. Liikennetuotoksen ja attraktiotekijöiden lisäksi jokaiselle matkalle määritettiin etäisyyden vaikutus matkaryhmän liikenteen suuntautumiseen sekä laskemalla kunkin matkaryhmän autoliikenteen matriisi, joka sisältää matkat kaikkien osa-alueparien välillä.

Opinnäytetyön jälkeen mallia tullaan täydentämään laatimalla maankäyttötyyppikohtaisten liikenteen tuntiprofiilien avulla jakoluvut, joilla vuorokauden kysyntä pilkotaan tuntiliikenteeksi tällöin prosessi tuottaa kysyntämatriisin automaattisesti vuorokauden jokaiselle tunnille. Vuorokauden tuntiliikenteestä kalibroidaan aamupäivän ja iltapäivän vilkkaimman tunnin kysyntää siten, että malli tuottaa hyväksyttävällä tarkkuudella liikennelaskennoissa havaitut liikennemäärät. Laatimalla VISSIM-simulointiverkot Imatran keskeisestä liikenneverkosta. Rakennetusta EMME-mallista muodostetaan travelsal-kyselyin kysyntä matriiseja suppeampien tarkastelualueiden simulointia varten. Simulointimallin kalibroiminen vertaamalla simulointia reaaliaikaiseen liikenteeseen, jonka avulla voidaan tarpeen mukaan jakaa huipputunnin kysyntä esim. 15 minuutin osiin, jotta saadaan esille liikenteen ruuhkapiikit mahdollisimman todenmukaisesti. Laaditaan liikenne-ennuste tilaajan esittämälle ohjeluodelle maankäyttöennusteiden perusteella.

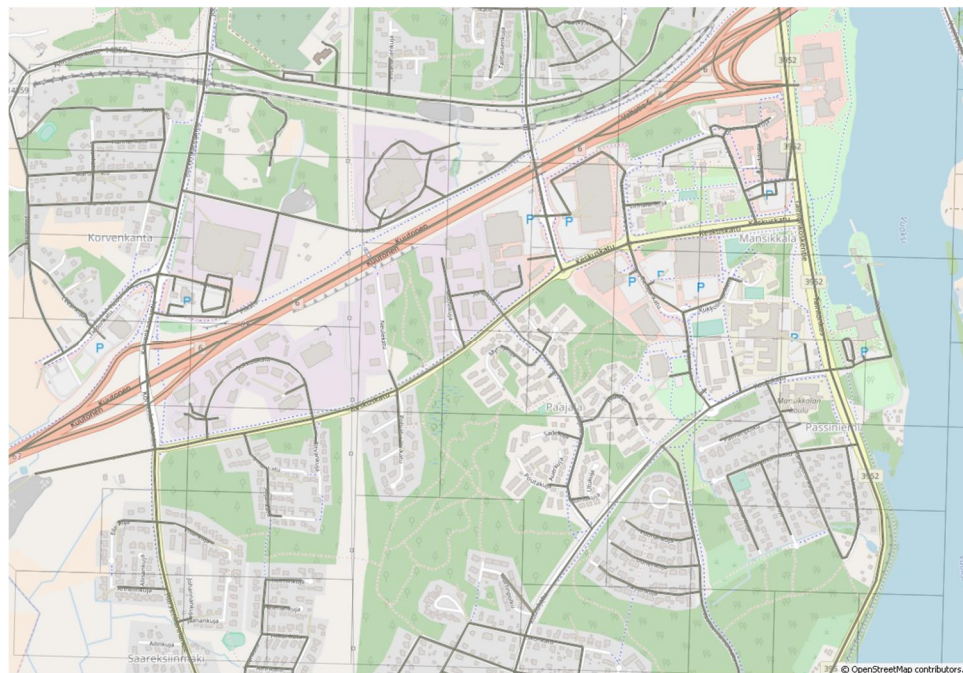
4.1 Aluejako ja mallin liikenneverkko

4.1.1 Aluejako

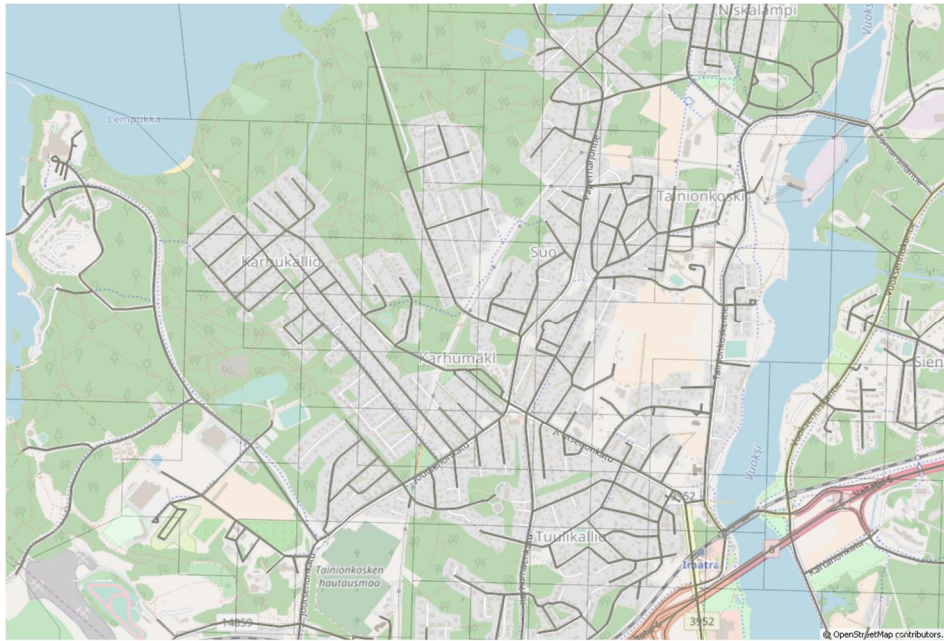
Liikennemallissa Imatran kaupungin alue jaettu mallissa noin 450 sisäiseen osa-alueeseen, joka on esitetty kuvassa 5. Aluejaon muodostamisessa lähtökohtana on ollut Imatran kaupungin rajat ja katuverkon rakenteen erityispiirteet ja sijoittuminen. Muodostettuun aluejakoon pohja tietona on käytetty vuoden 2016 YKR-aineiston yhdyskunta rakenteen tietoja ja sen 250 m ruudukkoa. Aluejaon ruutujen koko vaihtelee suuresti Imatralla maankäytön ja asukastiheyden nykytilan johdosta. Muodostettu aluejako tehtäessä ruutujen kokoon ja tiheyteen vaikuttivat ruudun sisällä oleva katuverkko, alueen maankäyttö, työpaikka- sekä asukasmäärät. Tihein aluejako on tihein Mansikkalan, Imatrankosken ja Tainionkosken alueilla, joissa käytetty 250 metrin ruudukon yksi ruutu on omana osa-alueenaan. Mansikkalan, Imatrankosken ja Tainionkosken osa-aluejako ja mallinnettu liikenneverkko on esitetty kuvissa 6, 7 ja 8.



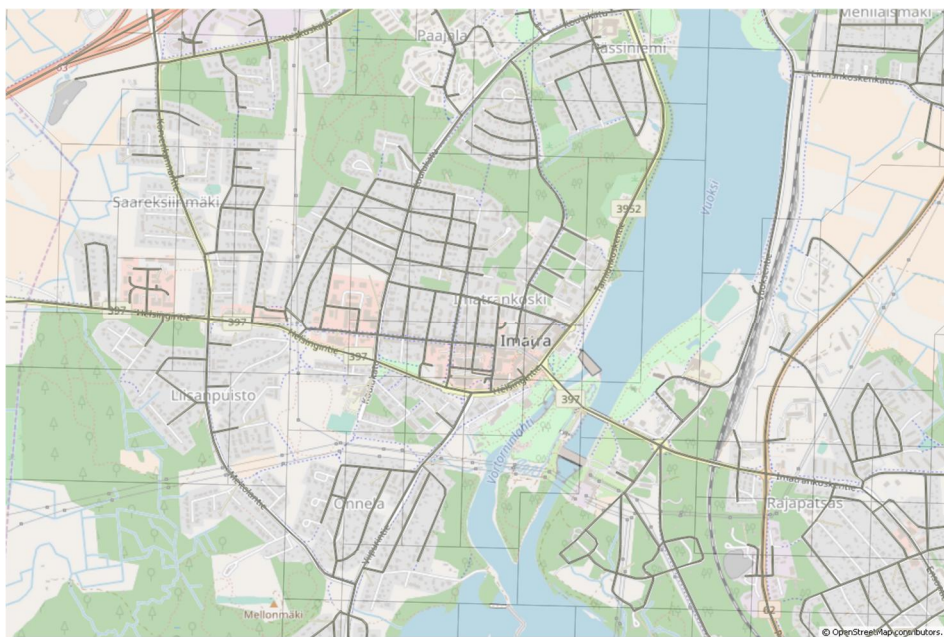
Kuva 5. Mallin osa-aluejako



Kuva 6. Mansikkalan osa-aluejako ja mallinnettu liikenneverkko.



Kuva 7. Tainionkosken osa-aluejako ja mallinnettu liikenneverkko.



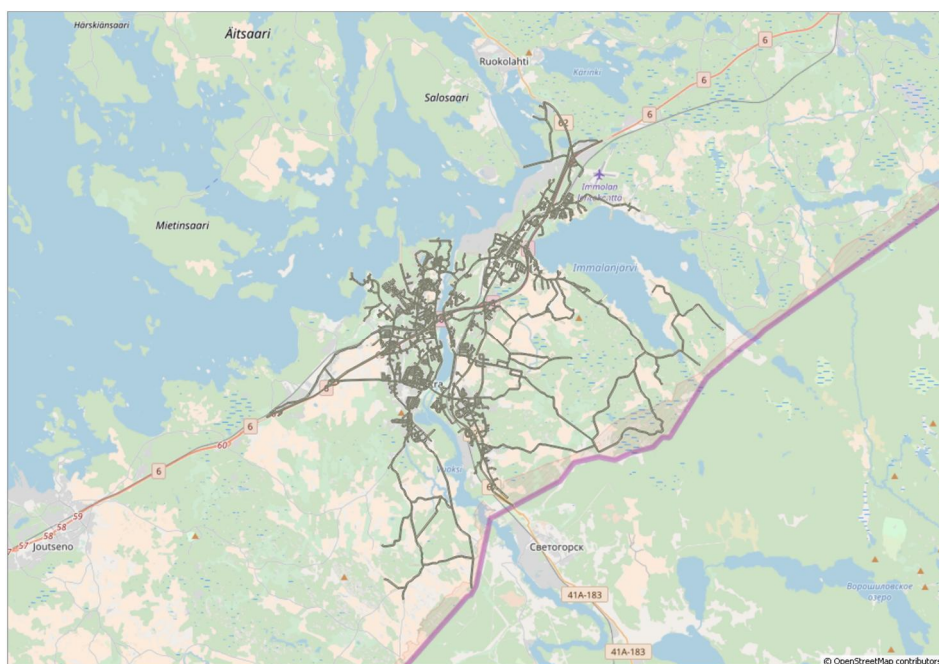
Kuva 8. Imatrankosken osa-aluejako ja mallinnettu liikenneverkko.

4.1.2 Mallin liikenneverkko

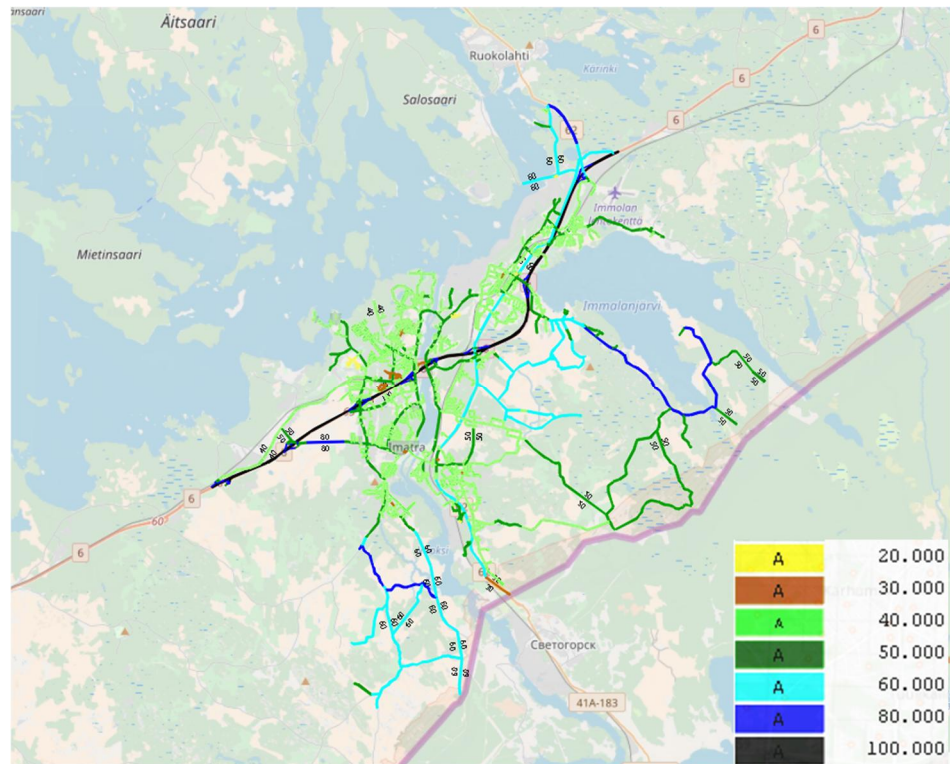
Mallin liikenneverkon sisältää kaikki Imatran kaupungin alueella olemassa olevat, sille johtavat ja poistuvat maantiet. Jokaiselle osa-alueelle on rakennettu liikenneverkon kokonaisuuden kannalta olennaiset pää-, koojoja- ja tonttikadut. Nykytilan mallia ja sen katuverkkoa voidaan tarkentaa esimerkiksi tulevaisuudessa rakennettavien katujen osalta.

Mallissa katuverkko on jaettu liittymien, risteysten liikenteen syöttöpisteiden (Nodes) välillä linkeiksi, jotka yhdistyvät katuverkoksi. Katuverkon muodostavat linkit on jaettu 7 eri tyyppiin katujen ja teiden koon mukaan. Malliin rakennettu liikenneverkko on esitetty kuvassa 9.

Mallin linkkityypit on rakennettu uusimpien karttojen ja kaupungilta saatujen tietojen avulla vastaamaan nykytilanteen tie- ja katuverkkoa. Linkin sisältötiedoiksi on määritetty, ajonopeus vapaissa olosuhteissa, kaistamäärä, kaistakohtainen kapasiteetti ja ajonopeuden välistä riippuvuutta kuvaava vastusfunktio. Yksittäisen linkin tietoja ovat muun muassa sen pituus, geometria ja nopeusrajoitus, mallissa linkit on rakennettu pohjakartan päälle ja muotoiltu mukailemaan todellista katu- ja liikenneverkkoa, jolloin sen tiedot vastaavat kohtalaisen tarkasti todellisuutta. Liikenneverkon nopeusrajoitusten mukainen luokittelu on esitetty kuvassa 10.



Kuva 9. Mallinnettu liikenneverkko



Kuva 10. Linkkien nopeusrajoitukset.

4.2 Liikennevirtamatriisien ja matkaryhmien muodostaminen

Työssä laadittu liikennemalli kuvaa Imatran seudun sisäistä sekä ulkoista autoliikennettä vuorokaudessa. Tiedot autoliikenteen nykytilanteen liikennevirtojen muodostamiseen ja suuntautumiseen on tuotettu olemassa olevien maankäyttötietojen pohjalta.

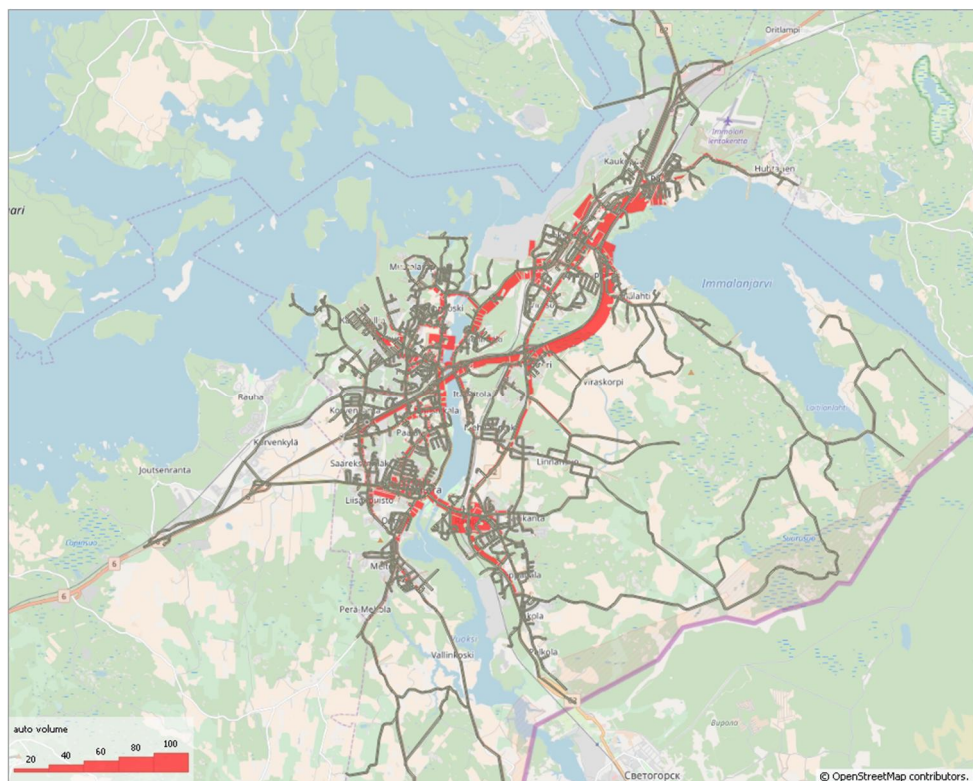
4.3 Liikennevirtamatriisit

Nykytilan liikennevirtaamatriisien ja niiden perusteella rakentuvat matkatyyppikohtaisten liikennetuotoksien laatiminen on keskeinen osa liikennemallia. Jokaiselle matkatyypille on luotu oma liikennevirran tuotosta kuvaava matriisi, joiden perusteella liikennetuotokset jakautuvat liikenneverkolle. Liikenteen nykytilanteen liikennevirtojen ja niiden suuntautuminen kaupungin sisällä mukaillee niille annettuja lähtö- ja määräpaikkamatriiseja. Lähtö- ja määräpaikkamatriisien vetovoima-arvojen pohjatielona mallissa on käytetty Mikkelin ja Kokkolan liikennemallien arvoja, joita on muokattu Imatran kaupunkirakenteen ja liikenneverkon mukaisiksi.

4.4 Matkaryhmät

Autoliikenteen mallissa matkat on jaettu neljään eri matkaryhmään, joita ovat ostos- ja asiointimatkat, vapaa-ajanmatkat, työmatkat sekä koulu- ja opiskelumatkat. Matkaryhmien sisältämiä matkoja, jotka mallin tässä vaiheessa on luotu kuvaamaan keskimääräistä autoliikenteen vuorokausliikennettä ovat: kotiperäiset työmatkat, - koulumatkat, -opiskelumatkat, -ostomatkat, -vierailumatkat, -liikuntamatkat, -päivähoitomatkot, -terveyspalvelumatkat, -muut matkat. Ei kotiperäisiin matkoihin mallissa kuulu: muut matkat, joita ovat esimerkiksi työ- tai opiskelupaikkojen väliset matkat, kaupungin ulkopuolelta saapuva liikenne sekä juna- ja taksimatkat.

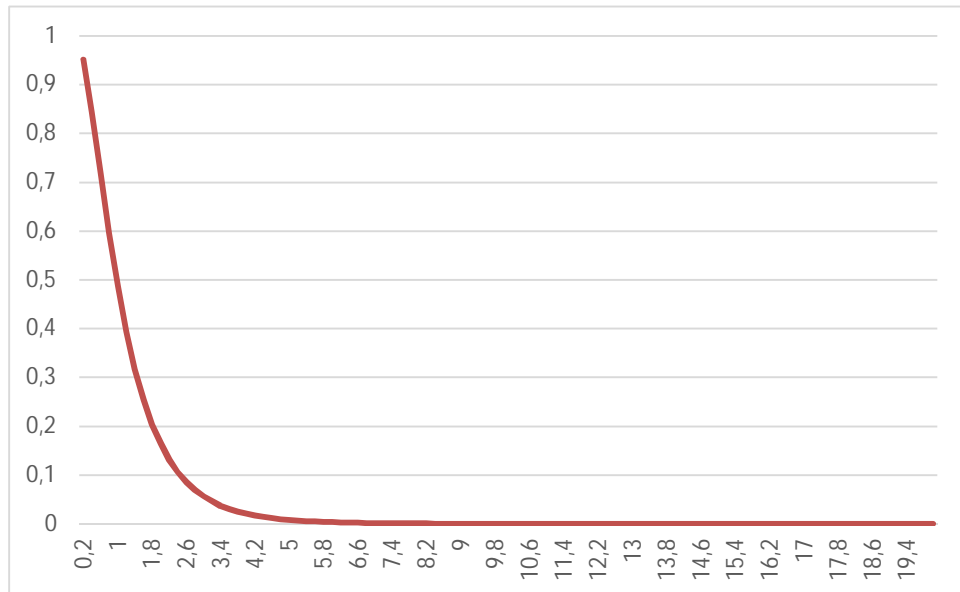
Mallinnettujen matkojen liikennevirtamatriisien tuottamia liikennevirtojen volyymeja ja suuntautumista tarkastellaan mallin rakennusvaiheessa jokaisen matkan osalta esimerkkinä kuvassa 11 on esitetty näkymä päivittäisten päivähoitomatkojen liikennevirrat.



Kuva 11. Päivittäiset päivähoitomatkot

Matkojen suuntautumisen ja liikennetuotoksen määrän oikeanlaista jakautumista tarkastellaan EMME-ohjelman makrojen perusteella tuottamien liikennevirtojen jakautumisen näkymässä sekä Exceliin tehdyllä etäisyyskijä matriisin tulosta esittämällä kaaviolla jonka pystyakselilla on matkojen kappalemäärä per asukas ja vaaka-akselilla matkan pituus. Kaavio päivittäisten päivähoitomatkojen jakautumisesta on esitetty kuvassa 12.

Jokaisen matkan kohdalla sen määrittävää matriisia voidaan muokata edellä mainittujen tarkastelujen avulla kohteeseen sopivaksi. Mallissa käytettyjen makrojen vertailupohjana on käytetty Mikkelin ja Kokkolan mallien matriiseja, joita on muokattu Imatran liikenteen kuvaamiseen sopiviksi.



Kuva 12. Etäisyystekijä kaavio. Päivittäiset päivähoitomatkat

5 MALLIN JATKOKEHITTÄMINEN

Mallin jatkokehittämisestä vastaa tilaajan toimeksiannosta Ramboll Finland Oy.

Tarkempaa liikennesuunnittelua varten tulee mallia jatkossa tarkentaa tarvittaessa niin aluejaon kuin verkostokuvauksen osalta. Aluejaon ja liikenneverkon mahdollisille tarkennuksille tarve syntyy maankäytön muutoksien tai rakennus- ja kehityshankkeiden myötä.

Mallin tarkentaminen onnistuu liikenneverkon mallintamisen osalta jatkossakin suhteellisen yksinkertaisesti. Mallia laadittaessa käytetyn osajaluejaon ruudun minimi koon, joka on 250 m x 250 m johdosta maankäyttötietojen tarkentamiselle ei ole myöhemmässäkään vaiheessa Imatralla enää tarvetta. Alueiden välisillä liikenneverkon kytkennöillä ja nykytilanteesta saaduilla monipuolisilla maankäyttötiedoilla on päästy strategisen tason mallin tasolle.

Mallin jatkokehityksen vaiheissa tullaan laatimaan maankäyttötyyppikohtaisten liikenteen tuntiprofiilien avulla jakoluvut, joilla vuorokauden kysyntä pilkotaan tuntiliikenteeksi.

Toteutettu prosessi tuottaa malliin kysyntämatriisin automaattisesti vuorokauden jokaiselle tunnille. Tarkentavia toimenpiteitä malli prosessiin saadaan kalibroimalla aamupäivän ja iltapäivän vilkkaimman tunnin kysyntämatriiseja siten, että malli tuottaa hyväksyttävällä tarkkuudella liikennelaskennoissa havaitut liikennemäärät.

Seuraavassa vaiheessa laaditaan VISSIM-simulointiverkot Imatran keskeisestä liikenneverkosta. VISSIM-simulointi ohjelmistolla voidaan kuvata mm. liikennevalojen todelliset ajoitukset keskeisillä alueilla, joilla liikennevalojen toiminta voi vaikuttaa liikenteen reitinvalintaan. Emme-mallista muodostetaan ns. transversal-kyselyin kysyntämatriiseja simulointia varten suppeammille tarkastelualueille.

Simulointimallia kalibroidaan vertaamalla simulointia reaaliaikaiseen liikenteeseen. Tarpeen mukaan huipputunnin kysyntää jaetaan esim. 15 minuutin pätkiin, jotta saadaan esille liikenteen ruuhkapiikit mahdollisimman todenmukaisina. Liikenne-ennusteet laaditaan tilaajan esittämälle ohjevuodelle maankäyttöennusteiden perusteella.

Malliprosessi tuottaa siten maankäyttötiedoista liikennekysynnän sekä vuorokausi- että tuntitasolla, mitä voidaan jatkossa hyödyntää kaikissa maankäyttöä ja liikennettä koskevissa hankkeissa Imatran seudulla. Mallia voidaan myös täydentää kattamaan kaikki liikkumistavat Imatran seudulla, kuten bussit, kävely ja pyöräily, jolloin mallin käyttöalue laajenee merkittävästi.

6 YHTEENVETO MALLIN LUOMISESTA

Autoliikenteenmallin laadinta aloitettiin keräämällä mallin laadinnan aloittamiseen vaadittavat lähtötiedot. Lähtötiedot joita tarvittiin mallin ensimmäisessä vaiheessa ovat muun muassa yhdyskuntarakenteen rekisteri 2016 (YKR), Imatran kaupungin pohjakartat sekä kaupungin omat rekisterit, jotka sisältävät tietoa nopeusrajoituksista, katujen poikkileikkauksista, kaupungin asukasmäärästä, palveluista, oppilaitoksista, päiväkodeista, terveydenhoidonpalveluista ja työpaikosta sekä niiden määrästä. Lähtötieto-

jen avulla pystyttiin käydä kokoamaan autoliikenteen mallin laadinnan ensimmäistä vaihetta, jossa Imatran kaupungin alue jaettiin YKR-aineiston ruutujakoon perustuen osa-alueisiin. Osa-alue jaon alueiden koon määrittämiseen vaikuttivat jokaisen YKR-aineiston ruudun sisältämä asukasmäärien tieto sekä alueen sijainti ja sillä sijaitseva liikenneverkko. Osa-alue jaon perusteella pystyttiin käydä rakentamaan mallin liikenneverkkoa, joka yhdistää osa-alueet sekä niillä sijaitsevat toiminnot ja asukasmäärät toisiinsa.

Liikenneverkko rakennettiin Imatran kaupungin pohjakartan päälle, jolloin se vastaa liikenneverkon nykytilaa mahdollisimman tarkasti. Mallinnetun liikenneverkon jokaisen kadun ja tien risteykseen sekä nopeusrajoituksen muutoskohtaan on määritetty solmupiste (node), joka aloittaa tai lopettaa kyseisen linkin. Edellä mainittuihin nodeihin voidaan myös liittää liikennettä syöttävä linkki, jotka tehdään vasta kun koko liikenneverkko on mallinnettu. Liikenneverkon mallintamisen ensimmäisessä vaiheessa rakennettiin Imatralla sijaitsevat merkittävät väylät ja kadut joita ovat esimerkiksi valtatie 6 ja kaupungin läpi etelä-pohjoissuunnassa kulkeva Tainionkoskentie, joka yhdistää Imatrankosken ja Mansikkalan kaupunginosat. Merkittävien tieyhteyksien mallintamisen jälkeen liikenneverkon rakentaminen tarkennettiin pienempiin maanteihin ja siitä aina pihakatuihin ja tonttiliittymiin saakka. Mallinnetun liikenneverkon (linkkien) eli tie- ja kaatuosuuksien sisältämät tiedot erittäin tärkeä osa liikenneverkon todenmukaista mallintamista. Tiedot jotka määritetään jokaiselle linkille risteysväli kohtaisesti ovat; tien- tai kadunluokitus, kaistojen määrä, nopeusrajoitus geometria.

Osa-aluejaon ja liikenneverkon mallintamisen jälkeen aloitettiin malliin määrittämään liikennettä tuottavia solmupisteitä (centroids), joista liikenne syötetään liikenneverkolle ja/tai osa-alueille. Jokaiselle osa-alueelle määritetään liikenteellisesti keskeiselle paikalle oma centroidi, joka syöttää kyseisen osa-alueen tuottaman liikennemäärän liikenneverkolle. Osa-alueille, joilla on muutakin liikennettä tuottavaa maankäyttöä kuin asutus tehdään tilanteesta riippuen useampi centroidi, tällaista maankäyttöä ovat esimerkiksi kaupat, oppilaitokset ja työpaikat. Centroidien sijainnin määrittäminen ja siitä liikennettä syöttävien linkkien yhdistäminen liikenneverkolle ja toisiin osa-alueisiin toteutettiin jokaisen kohdalla maankäytöllisin ja liikenneverkollisin perustein.

Liikenneverkon mallintamisen jälkeen aloitettiin mallintamaan asukasperäisiä matkaryhmiä, joille tuotettiin samalla matriisit joiden perusteella matkaryhmien tuottamat matkat jakautuvat liikenneverkolle.

Matkaryhmien sisältämiä matkoja joita mallinettiin ovat muun muassa päivittäin tehtäviä kotiperäisiä ostosmatkoja, vierailumatkoja, työmatkoja, päivähoitomatkoihin, liikuntamatkoja sekä muut kotiperäiset matkat. Kotiperäisten matkojen perusteena on se, että matkan alku- tai loppumääränpää on koti. Muita mallinnettuja matkoja olivat; muut ei kotiperäiset mat-

kat, ulkoinen liikenne joka tulee/jää Imatralle, taksi matkat ja raskaanliikenteen matkat. Mallinnetuille matkoille määritettiin niitä houkuttelevat kohteet kaupungin sisäisesti, joita ovat esimerkiksi kaupat, työpaikat, liikuntapaikat ym. Jokaiselle liikennettä houkuttelevalle kohteelle määritettiin vetovoimakerroin, jonka perusteella se houkuttelee päivittäistä liikennettä eli kuinka suuren osan asukkaiden tuottamasta liikenteestä sille haakeutuu. Vetovoimakertoimet suhteutettiin kohde ja palvelukohtaisesti esimerkiksi kauppojen osalta vetovoiman suhdeluku määritettiin kaupan koon ja palveluiden mukaan. Työpaikkojen, koulujen ja päiväkotien suhdeluvut määritettiin työpaikka-, opiskelija- ja hoitopaikkamäärien mukaisesti. Matkaryhmien tuottamien matkojen suuntautumista ja volyymeja tarkasteltiin jokaisen matkan kohdalla, jotta jos niissä olisi huomattu mahdolliset muutostarpeet.

Mallinnetulle liikenneverkolla toteutettujen matkaryhmien tuottamien matkojen liikennevirrat yhdistetään lopuksi, jolloin saadaan Imatran kaupungin keskiarvoinenvuorokausiliikenne autoliikenteen osalta. Mallinnuksella saatujen liikennevirtojen tuotoksia tullaan jatkossa vertaamaan todellisiin liikennemääriin, joita hankitaan toteutettavista liikennelaskennoista ja liikennevalojen tiedosta. Hankittujen liikennemäärätietojen avulla mallia voidaan kalibroida vastaamaan mahdollisimman hyvin todellista liikennetuotosta hyvinkin tarkasti. Luotu autoliikenteen malli antaa tuolloin Imatran kaupungille tärkeää ja mahdollisimman todenmukaista tietoa sen liikenneverkon kuormituksesta sen eri osilla. Mallista saatujen tietojen suurimmat hyödyt tulevat esiin suunnitellessa esimerkiksi uutta maankäyttöä, katutilantarvetta, uusia liittymiä tai kaistoja tai uuden kaupan suuryksikön rakentamista.

LÄHTEET

Imatra (2018a) Tietoa Imatrasta. Haettu 04.05.2018 osoitteesta
<https://www.imatra.fi/tietoa-imatrasta-0>

Imatra (2018b) Liikenneturvallisuus. Haettu 04.05.2018 osoitteesta
<https://www.imatra.fi/asuminen-ja-ymp%C3%A4rist%C3%B6/kadut-liikenne-ja-viheralueet/liikenneturvallisuus>

(Imatra 2018c) Kadut ja liikenne. Haettu 05.05.2018
<https://www.imatra.fi/asuminen-ja-ymp%C3%A4rist%C3%B6/kadut-liikenne-ja-viheralueet>

(Imatra 2018d) Asuminen ja ympäristö. Haettu 06.05.2018
<https://www.imatra.fi/asuminen-ja-ymp%C3%A4rist%C3%B6>

(Imatra 2018e) Asuminen ja ympäristö. Haettu 28.05.2018
<https://www.imatra.fi/asuminen-ja-ymp%C3%A4rist%C3%B6/kaavoitus/yleiskaavat/imatran-yleiskaava-2040>

Kalenoja, H., Vihanti, K., Voltti, V., Korhonen A. & Karasmaa, N. 2008. Liikennetarpeen arviointi maankäytön suunnittelussa. Suomen ympäristö 27:2008. Helsinki: Edita Prima Oy.
https://www.motiva.fi/files/1986/Liikennetarpeen_arviointi_maankayton_suunnittelussa.pdf

Moilanen, P., Niinikoski, M., Rinta-Piirto, J., Koponen, V. & Haapamäki, T. 2014. Valtakunnallinen liikenne-ennustemalli. Liikennevirasto. Helsinki: Liikennevirasto.
https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lr_2014_valtakunnallinen_liikenne-ennustemalli_web.pdf

Särkkä, T., Kalenoja, H., Tefke, J. 2016. Tulevaisuuden liikennemallit ja -ennusteet. Liikenne- ja viestintäministeriö. Julkaisuja 11/2016.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-485-2>

Openstreetmap (2018). Haettu 12.05.2018 osoitteesta
<https://www.openstreetmap.org>