

Martti Kauhanen

Paikkatietoon pohjautuvan työkalun määrittely yleisten teiden liikennemääriin ja kaavoitettujen alueiden automääriin perustuvalla liikennelajien merkitsevyysanalyysille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriyö 28.05.2014

Tekijä	Martti Kauhanen
Otsikko	Paikkatietoon pohjautuvan työkalun kehittäminen yleisten teiden liikennemääriin ja kaavoitettujen alueiden automääriin perustuvalla liikennelajien merkitsevyykselle
Sivumäärä Aika	20 sivua + 5 liitettä 28.5.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	suunnittelupäällikkö Minna Weurlander lehtori Reijo Aalto
<p>Tämän lopputyön tehtävinä on selvittää mahdollisuudet kehittää ja määrittää paikkatietotekniikkaan perustuva työkalu, jolla voitaisiin määrittää se liikennemäärä, joka valitun yleisen tien liikennemäärästä suuntautuu tien varressa oleville asutusalueille. Yleisten tien liikenteellisen päätarkoituksen vastaisesti tien on tarkoitus toimia yhteysvälinä yhdyskunta-keskittymien välillä.</p> <p>Tässä määrittelyssä tärkein määritettävä tekijä on tien teoreettinen välityskyky. Tätä lähtöarvoa käytetään määritettäessä tien ruuhkaisuutta, mutta myös sen avulla voidaan arvioida liikennemäärän ja liikennelajin jakautumista läpimeno liikenteen ja liittymävälille jäävän liikenteen välistä suhdetta toisiinsa. Tätä suhdetta kutsutaan teiden ja katujen väliseksi merkitsevyydeksi ja tieyhteydet pitäisi voida luokitella niiden liikenteellisen merkitsevyyden avulla.</p> <p>Tähän määrittämiseen olennaisena epävarmuustekijänä on liikenteen jakautuminen risteyksissä ja liittymissä. Yleensä liikennemäärähavainnot on tehty kokonaisliikennemäärinä, ja niistä jakaumasuhteen laskeminen tasajakona ei tuota haluttua todellisuutta vastaavaa tulosta. Tällöin liikenteen merkitsevyyksien lopputulos on lähinnä simuloiva. Lisäksi on muutamia tulosten luotettavuutta vaikeuttavia tekijöitä ja varsinkin, jos tien havaitut liikennemäärät ovat huomattavasti teoreettisen välityskyvyn yläpuolella. Kuten on tilanne tässä työssä esitettyssä esimerkkitieteellisen analyysin osalta ongelmaksi on, etteivät kaikki analyysiin tarvittavat aineistot ole suoraan paikkatietoja vaan on myös ominaisuustietomuotoista dataa. Lisäksi suoraan toimivaa paikkatiedollista analyysisovelluslaskentaa ei ole olemassa. Itse koodattavan sovelluksen luonti tämän työn antamisessa rajoissa on liian haastava tehtävä saattaa loppuun.</p>	
Avainsanat	paikkatieto, liikennemäärä, tien häiriötön teoreettinen liikennemäärä, vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne KVL

Author	Martti Kauhanen
Title	Geographical information -based tool for the development of the public road traffic volume and zoned areas of car-based traffic volumes significance of species classification
Number of Pages Date	20 pages + 5 appendices 28 <sup>th</sup> May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land surveying
Instructors	Minna Weurlander, Transportation Planning Manager Reijo Aalto, Senior Lecturer
<p>The goal of this Bachelor's thesis was to find opportunities to develop and determine a tool based on geographic information technology to analyze the distribution of traffic on a selected road. The purpose was to determine the ratio of the drive-through traffic compared to the traffic directed to the zoned area</p> <p>At first, the significance of road analysis, and the analysis of technical terms was established. The required data sets were found to be sufficient to allow the analysis, but the quality varied, and it was therefore necessary to harmonize the data before the data sets could be used for the analysis. No GIS-based software platform for the analysis was available. Since the coding of the an application proved to be too demanding, only the definition for the application were done to enable the application later.</p> <p>The analysis tool was, thus, not completed. However, the need for the tool is still there. With help of this thesis, the tool can be completed later.</p>	
Keywords	traffic volume, annual average daily traffic flow, undisturbed free traffic flow, reference vehicle, swivelling traffic flow, GIS

## Sisällys

### Lyhenteet ja termit

1	Johdanto	1
2	Yleisten teiden merkitsevyyden määritelmä	2
3	Yleisen tien tekninen rakenne	3
	3.1 Teknisen rakenteen merkitys liikenteen merkitsevyydelle	3
	3.2 Yleisten teiden toiminnallinen luokittelu Suomessa	4
	3.3 Tien rakenne tierekisterissä	4
4	Tien liikenne ja sen määritelmät	5
	4.1 Liikennelajin määritelmä	5
	4.2 Tien liikennöitävyyden ja vapaan liikennevirran teoria	5
	4.3 Tien liikennemäärä	7
	4.4 Teoreettinen ja havaittu liikennemäärä tiellä	7
	4.5 Liikennemäärän vaikutusten määrittäminen tien kapasiteetille	8
	4.6 Tien liikennesuorituksen määritelmä	9
	4.7 Liikenteen vapaan sujumisen häiriötekijät (pullonkaulat)	9
	4.8 Liikenteen merkitsevyyden määritelmä	11
5	Paikkatietopohjaisen merkitsevyyden luokitusvälineen luominen	12
	5.1 Liikennemäärä merkitsevyyden analyysivälineessä käytettävät paikkatietoaineistot.	12
	5.2 Paikkatietovälineen kehittämisen vaihtoehdot	14
	5.3 Merkitsevyyden paikkatietoanalyysin reunaehdot	15
	5.4 Ohjelman perusvaihtoehdot	15
6	Vähänummentie Mt1452 Järvenpää esimerkkikohteena merkitsevyyden analysoinnista	17
	6.1 Yleistä	17
	6.2 Liikenteen merkitsevyyden analysointi Vähänummella	18
	6.2.1 Merkitsevyyden määrittämisen teoreettinen perusta	18

6.2.2 Vähänummen liittymävälit	18
6.2.3 Liikennemäärä ja sen jakautuminen yhdystiellä 1452	18
6.2.4 Paikkatieto merkitsevyysanalyysin apuna Vähänummella	19
7 Loppupäätelmä työkalun kehittämiseksi	19
Lähteet	20
Liitteet	

## **Lyhenteet ja termit**

KVL = Vuoden keskimääräinen vuorokauden liikenne

KAVL = Vuoden keskimääräinen arkivuorokauden liikenne

KVLRAS = Vuoden keskimääräinen vuorokauden raskas liikenne

HUTU = Prosentti tai automääräarvo, jolla KVL:llä korotetaan liikenteen havaitun huipukohdan (tunti) aikana.

Free Flow = Tien häiriöttömän teoreettisen välityskyvyn vertailuliikenteen liikennemäärä

## 1 Johdanto

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) liikennevastuualueen liikenne- järjestelmäyksikössä on havaittu tarve määrittää liikennemäärien avulla niiden yleisten teiden liikennelaji, jotka sijaitsevat tiiviisti tai suurimmalta osin asemakaavan sisällä.

Osatehtävänä on tarkoitus määrittää liikennelajin ja liikennemäärän jakautuminen alueelle ja sen ohi kulkevan liikenteen välille. Tämän perusteella voidaan harkita ja simuloida liikennemäärien perusteella yleisen tien hallinnollista omistussuhteen muutostarvetta kaduksi, jolloin tie siirtyisi asianomaisen kunnan omistukseen ja ylläpitoon kadunpitöpäätöksellä.

Maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntö [6] nykyisellään näin ohjaakin, kun tie selkeästi on asemakaavan ympäröimä. Kuinka voidaan helposti karttateknisesti tai muuten todeta, että liikenne on pääosin kaavan sisäistä liikennettä tai alueen läpikulku liikenteen osuus kokonaisliikenteestä on sitä merkittävästi pienempi. Liikennelajiraja-arvon määrittäminen siten, että voidaan osoittaa suuremman osan tietä käyttävästä liikenteestä ja automäärästä suuntautuvan alueelle eikä kulje ohi käymättä alueella on tämän työn keskeisin määritettävä asia.

Merkitsevyyttä pyritään liikennemäärän ja lajin avulla analysoimaan valitulla kohteella, joka on työn ELY-keskuksessa katsottu mahdolliseksi tarkastelukohteeksi. Tilaajan toiveena on myös saada aikaan yleiskäyttöinen ohjelmistopohjainen ratkaisu, jossa aluevarauksista ja yleisestä teistä olemassa olevilla liikennemäärä ja muilla tilasto tiedoilla voitaisiin kehittää yleispätevä kartta työkalu tai muuten ohjelmallinen ratkaisu.

Nykyinen toimintarutiini on subjektiivinen, eli käydään paikan päällä arvioimassa tilanne ja ohjelmallista analyysityökalua ei ole olemassa. Onko työkalun kehittämiseksi todellista tarvetta ja onko se mahdollista toteuttaa näin, pyritään selvittämään. Jouduttaneen myös kehittämään ja selvittämään nykyisiä teorioita ja mahdollisesti luomaan uusia määritelmiä.

Paikkapohjaisen työkalun pitäisi pystyä laskemaan olemassa olevan tilanteen mukainen hallitseva liikennelaji ja määräsuhte valitulla kohteella. Olisi myös selvítettävä, onko mahdollista rakentaa simuloiva osa, jolla voitaisiin tarkastella uuden rakentamattoman tai haja-asutusalueen lisäämisen vaikutuksia liikennelaji suhteisiin kyseisellä tiellä. Tässä työssä yritetään luoda paikkatietoa hyödyntävä työkalu tai ainakin tutkia edellytyksiä sen tekemiseksi myöhemmin. Työkalu, jolta on toivottu erityisesti, että sillä voitaisiin analysoida tilannetta taajamien läpi tai sen vierestä kulkevan tien hallinnointisuhteen muutostarve, eli onko liikenne taajamalähtöistä vai läpikululiikenneyhteys A:sta B:hen lähtökohtaista.

## 2 Yleisten teiden merkitsevyyden määritelmä

Valtion hallinnoimia ja omistamia teitä määritellään ja luokitellaan monista eri lähtökohdista yleensä lähtökohhta on, joko olemassa olevan tiestön kunnossapito tai jollain tiellä tai sen osalla lisääntyneestä liikennetarpeesta, tai teknisestä kunnosta johtuvan parantamisen suunnittelusta. Näillä tekijöillä on liikkumisen taloudellisuuden ja riittävän liikennöitävyyden varmistamiseen tärkein pääasiallinen päämäärä. Monesti kuitenkin on tarvetta näiden tekijöiden tarkempaan tarkasteluun koskien kunnossapidon ohjaamistarvetta tai etsittäessä syitä tien ruuhkautumiseen ja niiden ilmentymiseen. Silloin tarkastellaan liikennemääriä ja liikenteen sujuvuutta jollakin tieosalla. Näihin syihin olenaisesti liittyy termejä, joita on syytä hieman avata ennen itse paikkatietoanalyysi prosessin suunnittelua ja sen rakenteen kuvaamista. Valtion teillä on perinteisesti tarkoitus pääsääntöisesti luoda yhteyksiä taajaan asuttujen alueiden välillä, jota voisi kutsua kuuluisaksi tarpeeksi liikkua pisteestä A pisteeseen B. Liikennetarve on myös tietenkin pois taajamasta harvemmin asutulle seudulle, mutta siinä tapauksessa ei yleensä ole kyse kasvavasta liikenteestä tai edes vakioliikenteestä A:n ja B:n välillä vaan ilmiö on päinvastainen.

Nykyisin maantielaki ja maankäyttö- ja rakennuslaki [6] ohjaa, että sillä kohtaa, jolla yleinen tie kulkee asemakaavaan varatun liikennealueen sisällä, on kunta velvollinen ottamaan sen osan tiestä kadunpitoluokituksen hallintaansa ja näin vastata kyseisen osan hallinnan ja kunnossapidon kustannuksista. Tästä periaatteesta poiketaan vain jos kunnossapidon kannalta muutos on perusteltua jättää hallinnan muutos tekemättä. Tästä syystä ennen hallinnointisuhteen siirtoa on valtion ja kunnan kiinnostuksen kohteena luonnollisesti tarkastella, mitä kyseinen kaava alue hyötyy yhteydestä ja mitä mahdollisia lisäkustannuksia hallinnan siirrosta aiheutuu. Silloin yleensä halutaan tietää paljonko kyseisen yhteyden kautta liikennettä kulkeutuu kyseessä olevalle kaava-alueelle ja vastaavasti, mikä on läpikulkuliikenteen osuus.

Tie yhteyden merkitsevyyttä siis voidaan mitata ilman liikennemääriäkin silloin katsotaan, mikä osa valtion tiestä on asemakaava alueella ja mikä ei. Kun käytössä on tiegeometria tai tierekisterin tieosoiteisto, josta saadaan tiepituus ja kaava-alueen rajat, niin voidaan määrittää se prosenttiosuus tiepituudesta, jolla kaava-alueet rajoittuvat tiehen. Tässä laskentatavassa tien koko pituus on sata prosenttia, ja jos kaava ei kata koko tiepituutta, voidaan kattavan ja kattamattoman osien pituuden suhdetta käyttää kattavuus- tai peittoprosenttiosuutena tien koko pituudesta. Tällä tavoin tarkan liikennemääräarvion tai merkitsevyyсарvion tekeminen kaava-alueelle ja varsinkin haja-asutulle tai muodostuvalle kaava-alueelle ei ole tarkkuudeltaan kovin hyvä. Esimerkkikohteen tilannetta on kaavallisen kattavuuden osalta tarkasteltu liitteen 1 esimerkeissä.

Liikennemäärä- ja suoritustietojen avulla, kun käytävissä on sekä kunnan että valtion liikennemäärälaskennat, saadaan jo huomattavasti parempi arvaus liikenteen suuntautumuksesta, vaikka tieto ei koskaan ole kattavaa

Paikkatietoanalyysillä pystytään hyvin arvioimaan kaavan liikenteellistä toimivuutta suhteessa yleiseen tiehen. Lopputulos pystytään havainnollisesti esittämään sopivalla tarkkuudella kartalla. Kummassakin tavassa analysoida itse merkitsevyyttä on aina epätarkkuutena lähtöaineistojen ja havaintojen ajallinen kattavuus ja miten havainnot kuvastavat olevaa liikennetilannetta tiellä yleisesti. Havainnosta luonnollisesti poistetaan epänormaalit liikennetilanteet, jos sellainen sattuu havaintoajanjaksolle ja jonka nähdään aiheutuvan jostain ainutkertaisesta syystä, esim. jokin julkinen tilaisuus, joka aiheuttaa epätavallisen ruuhkan. Varsinainen merkitsevyyssanalyysin laskennassa paras oletettava tulos on eri aineistojen yhteiskäytöllä.



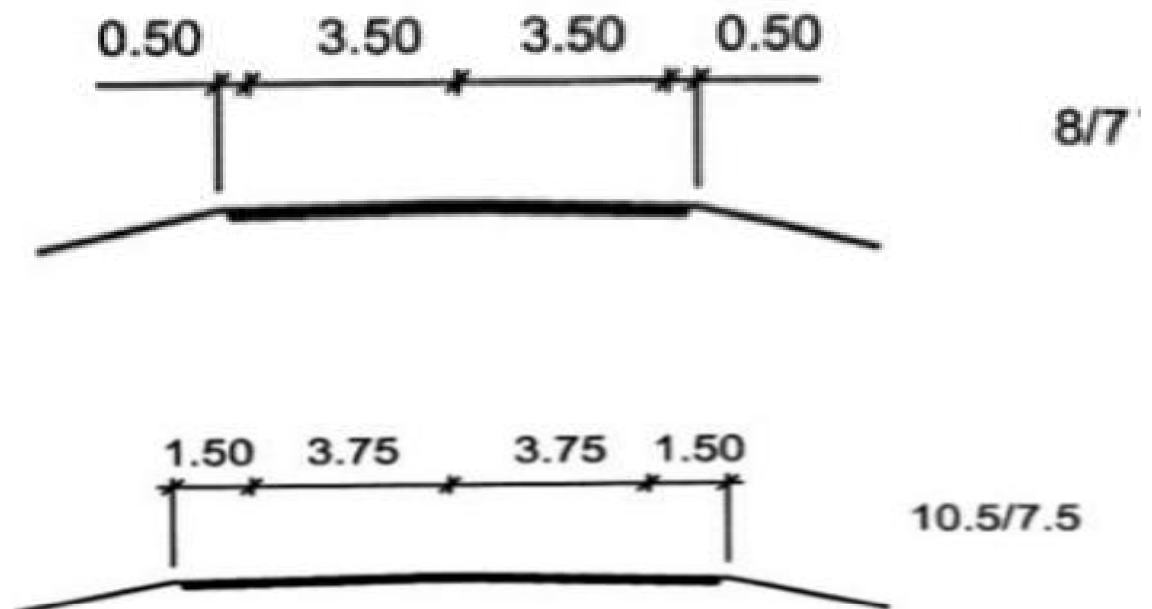
### 3 Yleisen tien tekninen rakenne

#### 3.1 Teknisen rakenteen merkitys liikenteen merkitsevyydelle

Tien tekniset määritelmät jakaantuvat kahteen pääosaan. On rakenneteknisiä määritelmiä ja käyttötekniisiä määritelmiä. Tästä johtuen, kun katsotaan tietä sen poikki -tai pituusleikkauksen tasolta, voidaan leikkaukset jakaa tiettyihin osiin, joista osa on täysin rakenneteknisiä ja osa täysin käyttötekniisiä. Tässä jaottelussa liikennemäärään perustuva merkitsevyys luokitus on täysin käyttötekniinen. Merkittävää on myös se, että käyttötekniset tekijät kuten merkitsevyys suuntautuu yleensä tien pituus-suuntaan.

Rakennetekniset määritelmät [3; 5] ovat sekä tien poikki- että pituussuuntaisia tekijöitä ja vaikuttavat epäsuorasti käyttötekniisiin tekijöihin. Tie pituus- ja poikkileikkauksista voidaan arvioida, mitata ja määrittää ajoradan pituus- ja poikkisuuntaisen kaltevuuden vaikutusta liikenteeseen kuten liikenteen sujuvuutta haittaaviin tekijöihin ja kunnossapidon vaativuuteen tiellä. Kuva1.

Yleisesti pystytään tien rakenneteknisistä tekijöistä kuten tien leveydestä ja ajoradan kaltevuuksista ymmärtämään, että kapeammalla tiellä liikenne on turvattomampaa liikennetilän kapeuden takia ja sujuvuudeltaan huonompaa kuin leveämmällä tiellä vastaavasti. Tämä ei kuitenkaan ole yksiselitteinen tosiasia, koska leveämpi tie ei suoraan takaa turvallisempaa liikennöintiä syystä, että paremmat olosuhteet kuljettajan mielestä usein johtaa valheelliseen turvallisuuden tunteeseen ja se yleensä johtaa keliolosuhteiden, tiegeometrian ja liikennemäärien kannalta liian suuriin nopeuksiin, joka taas johtaa turvallisuuden pienenemiseen. Liikenteen sujuvuuteen vaikuttava tekijä on myös tien paikalliset nopeusrajoitukset, joilla on sujuvuutta sekä parantava että huonontava vaikutus, mutta kapealle tai mutkittelevalle tielle ei voi asettaa tien suunnittelunormien ylittävää nopeutta ilman, että siitä aiheutuu haittaa niin sujuvuudelle kuin turvallisuudelle. (Liite 7.)



Kuva 1. Yhdystien luokan yleisesti käytetyt poikkileikkauksimitoitussarvot. Tien suunnitteluohje [5]

### 3.2 Yleisten teiden toiminnallinen luokittelu Suomessa

Tiet Suomessa on luokiteltu tieluokkiin, jotka otetaan tietä suunniteltaessa huomioon ja siinä työssä tehtävänä on ensimmäisinä määrittää tulevan väylän palvelutaso luokka ja ajoradan ja kaistojen leveys. Toisena heti tulee tien geometria sekä pysty-, että vaakasuunnassa. Nämä tekijät suunnitellaan tieluokan mukaisen mitoitusnopeuden mukaan. Tieluokkia on ollut alkujaan viisi vuoteen 1996 asti, jolloin kaksi alinta tieluokkaa yhdistettiin yhdeksi luokaksi, joten nykyiset tieluokat Suomessa ovat:

1 Valtatiet (tienumerot 1 - 39), jotka huolehtivat valtakunnan tason liikenneyhteyksiä yleensä suurimpien kaupunkien välillä. Esim. Valtatie 1 Helsinki Turku

2. Kantatie (tie numerot 40 - 99), joilla on valtatieverkkoa täydentävä yhteysverkostomerkitys, Esim. Kantatie 50, Kehä III.

3 Seututiet (tienumerot 100 - 999), joilla on seudullinen yhteystarve merkitys, esim. seututie 101 eli kehä I, Helsinki ja Espoo.

Näissä luokissa 1 - 3 ei ole mahdollista nykyisen lainsäädännön ja ohjeistuksen perusteella saada yksityistien tai kadun liittymälupaa kuin eritasoliittymän kautta. Seututielle voidaan kuitenkin myöntää maatalous liittymiä harkinnan mukaisella poikkeuksella.

4. Yhdys- ja maantiet (tienumerot 1000 - 19999)

Yhdystiet koostuvat vanhoista paikallis- ja maantiestä. Niistä on vuonna 1996 yhdistämällä perustettu yhdystieluokka.

Tieluokan, tien palvelutason ja kunnossapito tason välinen yhteys on, että tiettyyn luokkaan kuuluvalla tielle on määritetty tietty minimipalvelutaso, joka otetaan huomioon tietä suunniteltaessa ja kunnossa pidettäessä. Tieluokan mukaan määräytyy samoin palvelutaso ja kunnossapitoluokka. Korkein vaatimustaso on luokassa 1 ja vastaavasti matalin luokassa 4.

### 3.3 Tien rakenne tierekisterissä

Yleiset tiet on jaettu pituussuuntaisiin tieosiin ja yhdystie yleisesti alkaa tieosalla 1. Sen kokonaispituudesta ja sitä risteävien yleisten teiden määrästä riippuen se päättyy osaan n. Tieosien määrää on rekisterissä rajoitettu 999:ään. Kun tien tieosalle esimerkiksi geometrian mutkaisuuden takia tehdään oikaisu, niin tämän oikaisun vaikutus tien ja tieosan pituuteen on määritettävä rakentamistyön valmistuttua. Rekisteri pyrkii kuvaamaan tien sijainnin maastossa metrin tarkkuudella. Tieosien alku- ja loppupisteet, joita myös solmu- ja jakopisteiksi kutsutaan on pyritty määrittämään sellaisiin kohtiin tien varrella, jossa ne voidaan yksiselitteisesti myös maastosta havaita, esimerkiksi sillan ukkopilari tai liikuntasauva tai liittymä, jonka lupapäätöksen tiedetään olevan pysyvä.

Tierekisteri ja sen merkitys

Tierekisterin ylläpito on tieviranomaisen lakisääteinen tehtävä, joka on säädetty liikenneviraston ja alueellisen tieviranomaisten tehtäväksi. Tierekisteriin kerätään kaikki tietekninen tieto, joka fyysisesti tai muuten on määritelty sijaitsemaan "tien varrella". Esi-merkkinä fyysisistä kohteista ovat. liikennemerkit ja muuten määriteltynä esim. viranomaisen antama lupa liittymän rakentamiseen, nopeusrajoituksen asettamispäätös tai tien liikennemäärä. Kaikki kohteet on kytketty rekisteriin tieverkon tiegeometrian kautta

antamalla kaikille kohteille tarkka tieosoite tai osoiteväli, esim. nopeusrajoitus on tieosoiteväli.

#### 4. Tien liikenne ja sen määritelmät

##### 4.1 Tien liikennelajin määritelmä

Liikenne yleisellä tiellä jaotellaan merkitsevyyttä tarkasteltaessa tiedon havainnollistamiseksi ja ajoneuvojen eri käytettävyyden takia liikennelajeihin. Liikennelajit voidaan karkeasti jakaa auto tyyppin mukaan kahteen luokkaan: raskas ja kevyt liikenne. Toinen tapa luokitella on määritelty kolmeen pääluokkaan, kun kyseessä on yleisen tien sijainti kaavoitetulla alueella. Se perustuu liikenteen suuntautumiseen tiellä ja tällä perusteella liikennelaji voidaan luokitella seuraavasti:

Läpikulkuliikenne ei hyödynnä kaavoitettuja alueita tievarrella ollenkaan. Tie toimii tällöin on kautta- ja läpikulkuyhteytenä.

*Työmatkoihin perustuva liikenne* palvelee alueen toimintaa kuten henkilöautoliikennettä töihin, julkinen liikenne, jätehuolto, pelastustoimi ja alueen palveluista ja liiketoiminnasta johtuva liikenne. Tarkasteltavassa kohteessa yleensä on liikennettä, joka suuntautuu alueen ulkopuolisille työpaikka-alueille siis huolto- ja nukkumalähiöliikennealueelta pois.

*Alueen sisäinen liikenne* on tien vaikutusalueelta poistumaton ja yleensä tarkasteltavan kohteen poikittaista läpikulku liikennettä.

Jotta pystytään analysoimaan ja erottelamaan mahdollisesti eri lajit toisistaan on päätiekohteelle ja siihen liittyville kaduille määritettävä teoreettinen välikyky johon verrata olemassa oleva todellista liikennemäärää ja sen vaikutuksia. Sisäinen liikenne on lähes poikkeuksetta katuliikennettä tarkasteltavan tien poikki. Kahden yleisen tien risteämä on erityistapaus. [1; 2.]

##### 4.2 Tien liikennöitävyyden ja vapaan liikennevirran teoria

Tien hyvällä liikennöitävyydellä on suora vaikutus liikenteen turvallisuuteen kyseisellä tiellä. Kun liikennelajia ja merkitsevyyttä lähdetään tarkastelemaan jollakin tiellä, on ensin määritettävä tien tekninen eli teoreettinen välityskyky sille suunnitellulle tai olemassa olevilla nopeusrajoituksilla (Free Flow). Yhdysvalloissa hallituksen nimeämä tutkimuslaitos (TRB) transportation research board [1] on tehnyt tutkimuksia jo 1930-luvulta asti siitä, mikä on katuverkolla sujuvin ja turvallisimmin autojen nopeus, ja joka kerta on päädytty lähes samaan nopeuteen 45 km/h. Yhdysteiden varrella olevat katuliittymät aiheuttavat yleensä sujuvuusongelmia yleiselle, johon niillä on liittymäkytkentä, koska niillä on käytössä yleensä tuota amerikkalaisten tutkimaa nopeutta lähellä oleva nopeusrajoitus. Lisäksi katujen nopeusrajoitukset ovat yleistä tietä huomattavasti alhaisempia.

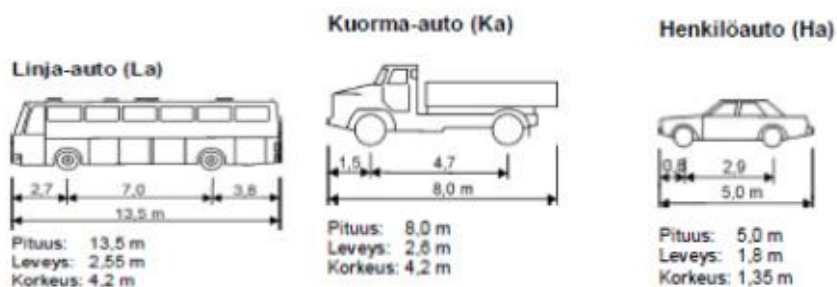
Edellä kerrottu ajonopeus ei tietenkään ole sujuva nopeus yhdystien liikennettä ajatellen, kun sitä verrataan tiehen, jossa tätä liittymähäiriötekijää ei ole olemassa. Tämä häiriötön tila on määritelty nopeusrajoituksen mukaiseksi ko. tien teoreettiseksi häiriötömäksi nopeusrajoituksen mukaiseksi välityskyvyksi. Tätä määritettyä teoreettista arvoa pyritään vertaamaan tarkasteltavassa kohteessa siihen liikennemäärään, joka

Suomessa kaikilta yleisiltä tieltä mitataan viiden vuoden välein. Lisäksi arvioidaan tien todellista kokonaisliikennesuoritetta ja ruuhkautumista. Tämä tarkasteltava teoreettinen välityskyky on määritettävä ennen muita tutkimuksia. Näissä liikennemäärämittauksissa määritetään myös ruuhkan ajan huipputunnin (HUTU) määrällinen ja prosentuaalinen vaikutus tien liikennemääriin ja sujuvuuteen. Tehdyissä laskennoissa on ongelmallista se, kun ollaan kaavoitetulla alueella liikennevirasto ei laske kuin yleisten teiden ja katuristeyksien läpi menevät liikennemäärät ja tilastolliset huipputuntiarvot, ja siksi tässä työssä katuliittymien vaikutusten arviointi ruuhkautumiseen on lähes mahdoton tarkasti määrittää. Tähän määrittelyyn tarvitaan aina myös liikennetietoa asian omaisen kunnan liikennesuunnittelusta, jos niitä on mitattu. Liittyvien katujen osalta tämä tietoaineisto on tärkeä osa analyysin ja mahdollisen kartta työkalun tekemiseen Arvio vaikutuksista on siitä huolimatta määritettävä ja laskettava osin tilastomatematisesti olettaen mahdollisia vaikutuksia. Toisaalta valtion teiden liikennemäärän mittaaminen risteyksistä vaatisi varsinkin vilkkaissa risteyksissä, tarkempia mittauksia, koska liikennevirasto ohjeiden mukaan mittareita ei ole asennettu risteyksiin vaan niiden väliin, jolloin saadaan tarkemmin mitattua tien todellinen liikennemäärä, mutta liittymien hidastevaikutus ja kääntyvän liikenteen vaikutus jää pois [1; 4.]

Toisaalta laajemmat havainnot aiheuttaa suuremman työn ja kustannukset. Liikennemäärä oletettavasti kasvaa varmasti, mutta hitaasti ja tämä taas aiheuttaa merkittävyyssanalyysin virhettä.

#### Vertailukulkuneuvot

Vapaan liikennevirran kapasiteetin määrittämisessä ei käytetä mitään tiettyä ajoneuvotyyppiä tai merkkiä vaan yleensä käytetään henkilöautoille ja samoin raskaalle kaluston liikenteelle niin sanottua tyyppiäkohtaista vertailuajoneuvoa. Kaikki kuorma-autot ja kaikki henkilöautot ovat omassa ajoneuvoluokassaan samanmittaisia. Tällöin puhutaan siis vertailuajoneuvoista. Raskaan kaluston ajoneuvon (bussit, kuorma-autot ja yhdistelmät) pituutena käytetään yleisesti 13 metriä, henkilöauton pituus on 5 metriä. [1; 2; 4.]



Kuva 2. Yleiset vertailuajoneuvot, joita käytetään teoreettisen liikennemäärän mitoituksessa ja merkittävyyssanalyysissä [1; 2; 4.]

#### Matka-aika tietyllä matkavälillä

Kun auto ajaa tiellä rajoituksen mukaisella nopeudella voidaan ilman häiriötekijöitä nopeuden ja ajettavan matkan perusteella laskea aika, joka siltä kuluu päästä pisteestä A pisteeseen B.

Liitteen 1 esimerkkien 1 ja 2 mukaan voidaan autoille laskea sen aikariippuvuustekijä kyseisellä tiellä.

## Kuljettajan reaktioaika

Reaktioaika autoliikenteessä yleisesti on aika, joka ajoneuvon kuljettajalta kuluu tiellä olevan liikenne-esteen havaitsemisesta vaaratilanteeksi käsittämiseen, päätöksen tekoon ja jarrutuksen aloittamiseen sekä jarrutusvaikutuksen alkamiseen. Yleensä tämä on tutkimuksin määritetty, ja henkilöauton kuljettajilla se on yleensä yksi sekunti. Tämä arvo on ohjearvona liitteen 1 esimerkeissä lasketulle autojen väliselle etäisyysarvolle ja se on nopeudesta riippuvainen, koska auto liikkuu tietyn matkan reaktioaikana ennen kuin jarrutus alkaa. Jarrutusmatka-aika on keliolosuhteista riippuva etäisyys, ja sen on havaittu olevan yleensä noin reaktiomatkan mittainen. (Liite 1.)

### 4.3 Tien liikennemäärä

Yksi yleinen tie voi siis olla yksi tieosa, tai yleensä se on useamman tieosan summa. Tien liikennemäärä on tieosien liikennemäärien summa. Liikennemäärä on se automäärä, joka tarkastelevalla tie, tieosa, tai liittymävälillä liikkuu yhden vuorokauden aikana. Kokonaisautomäärä on yhden tien tieosien yhteen laskettu automäärä vuorokaudessa. Kadut ja risteävät yleiset tiet, joilla on liittymismahdollisuus tarkasteltavaan tiehen, aiheuttavat liikennemääräpulsseja eli yleensä joko liikennemäärän laskua tai nousua. Liikennemääräpulssein suuruudesta riippuu ruuhkautumisen aste ja aiheutunut aikaviive vapaaseen ruuhkattoman matka-ajan pituuteen verrattuna. ( Liitteet 1 ja 2.)

### 4.4 Teoreettinen ja havaittu liikennemäärä tiellä

Liikennemäärän vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen valitussa esimerkkikohteessa lähdetään yleensä arvioimaan teoreettisesta kuvitelmasta tien ideaalitalanteesta, jossa ei ole häiriötä kuten tie, katu, yksityistie , tontti, liittymiä, suojateitä ja liikennevaloja. Tätä teoreettista arvoa käytetään tien maksimiliikennekapasiteetin arvona ja myös vertailun lähtöarvona merkitsevyyttä määriteltäessä.

Määrityksessä tarkastellaan ilman tietoa tien teknistä välityskykyä tien olemassa olevilla nopeusrajoituksilla ilman häiriötä ja ilman tietoa tien todellisesta liikennemäärästä. Tätä tilanne kutsutaan vapaaksi liikenne virraksi (free flow). Tässä teoreettisessa tarkastelulla saadaan esille se liikennemäärä, jolloin tie on täynnä, eli mikä on sen maksimi välityskykytaso, jota ei voida olevien nopeusrajoitusten rajoissa ylittää ilman ruuhkavaikutuksien havaitsemista. Tällä menettelyllä pyritään selvittämään todellisten yleisen liikennelaskennan mukaisiin liikennemääriin vertaamalla paikantamaan liikennettä hidastavia tekijöitä (esim. liittymä) ja laskemaan sen aiheuttama aikaviive yhdystielle. Näitä liikennettä hidastavia tekijöitä kutsutaankin pullonkauloiksi (bottleneck). Haastavan tehtävästä tekee se, että käytettävissä olevat lähtöaineistot ei ole riittävän ajantasaisia eikä liikennemäärän osalta aineistoa ole läheskään aina mahdollista saada ja todellista tai edes tilastollista luotettavaa arviota on lähes mahdoton olemassa olevilla aineistoilla täysin luotettavasti tehdä. Tältä osin on pyrittävä välttämään liian valistuneita arvauksia aina kun se mahdollista. Kuitenkin käytettävillä aineistolla on mahdollista mallintaa teoreettinen maksimivälityskyky ja aikatekijän avulla löytää ruuhkan aiheuttavat pullonkaulat tarkasteltavasta kohteesta. Liikennemäärien jakautumisesta kaistakohtaisesti ei ole tietoa, koska liikennemäärät rekisteröidään koko ajoradan liikennemääräksi. Tämän takia mahdolliset ajosuuntakohtaiset erot jäävät kokonaan huomioimatta. Liittymissä on sama ongelma kääntyvän liikenteen osalta, koska katuliikenne ilmoitetaan myös kokonaismääränä. [1; 2.]

Nelihaaraliittymissä yksittäisen liittymänhaaran liikennemäärä harvoin jakautuu tasan puoliksi haaraan siihen tulevan ja sen kautta jakaantuvan liikennemäärän kesken. On-

gelma korostuu varsinkin, jos risteuksen tulohaarojen väliset liikennemääräerot ovat suuret, jolloin on syytä tarkastella risteykseen tulevaa kääntymiskapasiteettia ja risteyksestä poistuvaa kapasiteettia.

Liittymähaarat on aluksi käsiteltävä ominaan ennen liikennemäärien yhdistettyä riittävän totuuden mukaista analyysiä.

Todellinen liikennemäärä suhteessa teoreettinen liikennemäärä

Vähänummen tien tierekisterin mukainen yhteenlaskettu vuorokauden kokonaisliikennemäärä on  $6400 + 8500 + 4500 = 19000$  autoa / 24 h, josta tuntiliikennemääräksi saadaan 791 autoa/h, jos vertailukohtana käytetään koko seitsemän kilometrin tiepi-tuutta

Liikennevirasto käyttää seuraavia liikennemäärän ohjearvoja tien poikkileikkauksen suunnittelussa [1; 7.]

Tieluokka	Normaali ja poikkeuksellinen liikennetilanne	
	Liikennemäärä (KVL)	
Valta ja kantatiet	<4000 autoa/vrk	4000-9000 autoa /vrk
Seututiet	<4000 autoa/vrk	4000-9000 autoa /vrk
Yhdystiet	<1500 autoa /vrk	>1500 autoa /vrk

Näillä arvoilla lasketuksi tuntiliikennemääräksi yhdystielle saadaan huomattavasti paremmin esille todellinen tilanne esimerkikohteessa, jonka todelliset liikennemäärät vastaavat Liikenneviraston ohjearvojen mukaan kaksiajorataisen seututien liikennemäärää. [1; 2; 3.]

#### 4.5 Liikennemäärän merkitsevyyden määrittäminen tien kapasiteetille

Liikennemäärien merkitsevyyden määrittämiselle ei ole olemassa Suomen oloihin erikseen tehtyä ohjeistusta tai määritelmiä. Tutkimuksia on tehty ELY-keskuksissa koskien matalan liikenteen teille, joissa vuoden keskimääräinen vuorokausikeskiliiikenne (KVL) on alle 250 autoa vuorokaudessa. Kyseiset selvitykset on tehty kunnossapidon suunnittelun tarkoitukseen [5]. Nämä tiet ovat kalliita kunnossa pidettäviä, joten selvitykset on yleensä tehty palvelutason eli kunnossapitotason määrittämiseksi. Tässä työssä on kuitenkin tarkoitus keskittyä ongelmaan, joka on yleinen ongelma isoissa kasvukeskuksissa ja kasvavissa taajamissa. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla on koettu ongelmana vanhat paikallistiet ja maantiet. Uudellamaalla löytyy useampia yhdystieluokan teitä, joiden KVL-arvo ylittää reilusti ko. tielle nopeusrajoitusten perusteella lasketun teoreettisen maksimi välityskyvyn rajat. Liikennemäärä vuorokaudessa voi olla niin suuri, että tien teoreettinen välityskapasiteetti on ylitetty huomattavasti kuten on tilanne esimerkki kohteessa. Nämä tiet ovat yleensä erittäin herkkiä aiheuttamaan laajoja aluemaaisia ruuhkia, joita ei ilman massiivisia rinnakkaistie järjestelyjä pystytä korjaamaan. Lisäksi kevyen liikenteen turvallisuuden varmistaminen ei ole mahdollista ilman tiestä erilleen rakennettuja kevyen liikenteen väyliä ja liikennevaloja.

Liikennevirasto on käyttänyt teiden palvelutason ja kunnossapitotasojen tutkimiseen ja määrittämiseen aikaisemmin mainittua amerikkalaista tutkimusta, joka alkuaan tehtiin Yhdysvaltojen hallituksen käyttöön 1930-luvulla. Kyseinen teos on uusittu aina noin kymmenen vuoden välein, ja siitä on tullut sittemmin kansainvälisesti yleisesti käytetty teos määrittäessä teiden palvelutason, kunnossapidon ja suunnittelun teoreettisia tekijöitä, kuten teiden teknistä välityskykyä määritettäessä, kun suunnitellaan toimenpi-

teitä tieverkolle. Teos on Highway Capacital Manual, jonka versiota vuodelta 2000 myös liikennevirasto käyttää Suomessa. HCM:n vuoden 2000 versiosta on juuri julkaistu päivitys 2010. Näitä lähteitä pyrin paikkatietopohjaisen työkalun laskenta-analyseissä hyödyntämään apuna tässä työssä. Aikaisemmat painokset lukuun ottamatta vuosien 2000 ja 2010 versioista keskittyvät ylempään luokan teihin eli Suomessa valta, kanta ja seututeihin. Uusimmissa versioissa on mukana yleisten teiden ja lisäksi kadut ja kevyen liikenteen väylät. Lisäksi olen oheislähteenä käyttänyt Lindgrenin väitöskirjaa Analysis of flow features in queued traffic on a german Freeway [2].

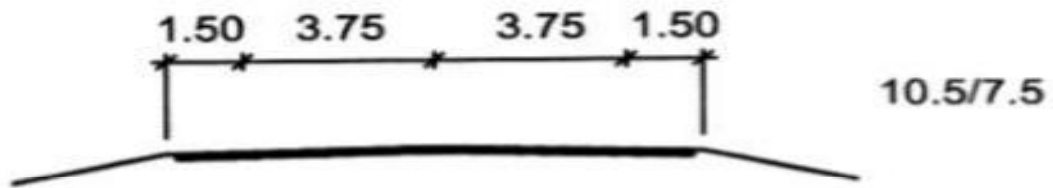
#### 4.6 Teiden liikennesuoritteiden määrittely

Kun määritetään tien liikennesuoritetta on silloin kyse ajetuista kilometreistä jollakin tarkasteltavalla tieosalla eli lähtöarvoina ovat liikennemäärän ja tieosa-pituuden avulla laskettu vuosittaisten ajettujen matkakilometrien määrä kyseisellä tieosalla. Saatua arvoa on laskennallinen ja sen avulla voimme laskea tämän osan merkittävyyttä ja tienosa-käytöstä aiheutuneita kuluja tai mahdollisesti saatua taloudellista hyötyä. (3.)

#### 4.7 Liikenteen vapaan sujumisen häiriötekijät (pullonkaulat)

Edellisen luvun 4.3 esimerkkien avulla lasketuista teoreettisen tuntiliikenteen arviosta käytetään nimitystä häiriötön teoreettinen tien välityskyky ja tätä käytetään laskennoissa, kun määritetään häiriöilmentymiä tarkasteltavalla tiellä ja kun käytössä ovat maastossa havaitut liikennemäärät. Tämä tapa mahdollistaa simuloinnin avulla sen, että pystytään löytämään syyt liikenteen ruuhkautumiseen esimerkiksi. Ongelma kaupunkialueilla ovat risteysalueet, jos ei ole käytettävissä katuverkon liikennemäärätietoja, koska katuliittymät aiheuttavat ruuhkautumispulsseja yleiselle tielle. Sain hankittua tämän työn esimerkkikohteelle Järvenpään kaupungin liikennesuunnitteluinsinööritä tietoja katuverkon liikennemääristä, joka arvokasta tietoa huippuliikenteestä iltaruuhkan ajalta. Vaikka nämä tiedot eivät myöskään ole ajantasaisia, mielestäni niitä voidaan käyttää työkalun kehittämisessä apuna, samalla sain myös katujen KVL-tietoja Vähänummentien varresta, joten liikennemääräaineistojen osalta katson niitä olevan riittävästi. [1; 2.]

Pientareen reuna



Kuva 3. Seutu/ yhdystien mitoitus, poikkileikkaus ( 7)

Tierakenteen mitoitus vaikuttaa varsinkin alueilla, joilla ei ole tiestä erilleen rakennettuja kevyen liikenteen väyliä, jolloin tien piennar alueelle suuntautuu kevyttä liikennettä, joka ei ole lain mukaan yhdysteillä kielletty, mutta siitä aiheutuu onnettomuus, ja huomion kiinnittymisen riskiä autoilijalle ja korkean liikennemäärätason teillä myös hidasteen, jonka vaikutus riippuu aina tilanteesta ja olosuhteista tiellä. Onneksi ajorataa käyttävän kevyen liikenteen määrä on yleisesti pieni. ( Kuva 3.)

#### Liikennevalot

Liikennevalot aiheuttavat aina isoimman hidastustekijän kahdesta syystä eli ensiksi liikennevalosykli aiheuttaa vakiokokoisien viiveen, joka on saatavissa liikennevalo suunnitelmista, mutta Suomessa niillä yleisillä teillä, joissa on liikennevalo-ohjaus on valojen kiertosyklin pituus yleensä 90–120 sekuntia, jolloin odotusaika nelihaararisteyksissä on keskimäärin 90 sekuntia. Tästä voidaan laskea se automäärä esim. joka liittymään kertyy syklin kierto eli valojen vihreäksi vaihtumisen aikana, kun tien nopeusrajoitus on 50–60 km/h

#### Suojatiet

Yleisille teille ilman erityistä syytä ei rakenneta suojatietä, ja se on laissa kielletty yli 60 km/h nopeusrajoitusta suuremmissa nopeuksissa. Esimerkki kohteeni vähänummi on potentiaalinen kohde suojateille, mutta niitä ei ole kuin korokkeellisissa tai valoristeyksissä. Lisäksi tarkasteltavan kohteen korkeat liikennemäärät aiheuttavat kohtuullisen suuren turvallisuusriskin suojatien käyttäjille.

#### Risteävät katuliittymät ja kanavointi

Kanavointi tarkoittaa pitkiä keskikorokkeita, jolla pyritään estämään kääntyvän liikenteen ajautuminen vastakkaisen liikennevirran eteen risteyksissä. Suomessa on kokeiltu kanavointeja ilman koroketta, mutta tämä ei ole estänyt sääntöjen vastaista liikennettä ja siten aiheuttaneet onnettomuuksia. Korokkeettomat katuristeykset ovat halvempia ylläpitää, kun talvikunnossapidon ei tarvitse varoa koroketta.

Katuliittymään aiheutuva pullonkaula on liittymästä /liittymiin kääntyvä liikenne. Ongelmana on kääntyvän auton huomattavan pienempi nopeus verrattuna liittyvällä tiellä suoraan ajavaan autoon. Liittymien pullonkaulojen aiheuttamaa viivettä lisää risteävien liittymien määrä. Nelihaaraliittymissä on jokaisessa suunnassa aina kolme kääntymismahdollisuutta yhtä liittymähaaraa kohden, kun pois suljetaan siis kääntymisen tulo-



haaraansa takaisin. Tässä tarkoituksessa suoraan ajaminen liittymäalueen läpi on siis yksi kääntymismahdollisuus.

#### Maantie- ja ramppiliittymät

Suoran maantien hidastuvuustekijöitä on automäärä ja toisaalta alemmalla tieverkolla suorien katu- ja tonttiliittymien lukumäärä kilometriä kohden. Vaikutus yleisesti on todettu HCM200:ssä, että hidastuvuus on havaittavissa ennen liittymää riippumatta mistä suunnasta sitä lähestytään. Lisäksi tutkimuksissa on todettu, että hidastuvuus ruuhka pulssi pienenee heti liittymän jälkeen eli liikennevirran tiheys pienenee. Tästä voidaan tehdä päätelmä, että liikennemäärä ei ole vakio koko tarkasteltavalla tieosalla ja risteuksen haarassa. Yleisesti kuitenkin aineisto analyysit esitetään liikennemäärän osalta lähes aina keskimääräisinä tasaisina automäärinä. Katuliittymien vaikutus on pienempi koska niiden kapasiteetti on yleensä rajallinen. merkitysvyyden kannalta. Merkittäviä ovat kokoojakadut, joiden liikennekapasiteettiraja on suurempi pienempiin tonttiliittymiin verrattuna. [1; 2.]

Rampit ovat joko tai tieosia. Rampit yleensä purkavat suurta liikennettä suurempi kapasiteetilliselta tieltä pienemmän kapasiteetin tielle. Toisaalta ne purkavat pienemmän kapasiteetin tieltä tehokkaasti pois esimerkiksi moottoritiele, joille liittyminen on mahdollista vain ramppien kautta.

#### Kaava-alueen potentiaali

Tienvarren asuinalueen väestömäärä ja automäärä on merkittävä tekijä katuliittymän pullonkaulan muodostumisessa ja aiheutuneessa vaikutuksessa. Jos tarkasteltavan tien vaikutus alueella on merkittäviä työpaikkatoimintoja on niiden ja asuinalueiden yhteys vaikutus huomioitava. Ja on huomioitava yritystoiminnan laji ja mitä liikennelajia se pääasiassa aiheuttaa

#### 4.8 Liikenteen merkitysvyyden paikkatietoanalyysin määritelmä

Liikenteen merkitysvyyttä olisi tarkoitus paikkatietotyökalun avulla määrittää yhtäläillä liikenteen jakautumisen lajit tietä pitkin läpikulkevan liikenteen ja kaavoitetulle alueella suuntautuvan liikenteen välille. Kun on tiedossa, että jonkin yleisen tien liikennemäärät kasvaa se yleensä johtuu tien vaikutusalueen liikkumistarpeen muutoksesta. Tavallaan kyse on liikenteen vaikutuksista yleisen tien ruuhkautumiseen ja toisaalta sen siirtymistä kaava alueelle. Kyse ei suoraan ole kuitenkaan kaava alueen vaikutusta se voi olla myös tien yhteystarve tarkoituksen kasvamisesta, jolloin kyseessä on ulkoinen tarve eli tie sattuu sijaitsemaan muuttuneiden olosuhteiden ja liikennetarpeiden näkökulmasta sopivassa kohden niin, että yhteyden käyttö sen kautta on taloudellisinta. Yleisin ongelma on, jos tie kulkee kehittyvän kaava-alueen läpi tai sivuitse niin kuten edellä olen kertonut kaavan muodostumisesta yleisen tien varrelle silloin kun asemakaava kattaa riittävän yhtenäisesti suurimman osan tien pituudesta. Tässä tilanteessahan kunnan velvollisuus on ottaa yhteys osaksi kaavaa niin, että tie siirtyy kokonaan kunnan halltuun. Tämän tilanteen analysoimiseksi paikkatietotyökalu on havainnollistava työkalu. Samoin edellä mainitun mukaan tarvitaan työhön yllättävänkin suuri paikkatietoaineisto määrä eri toimijoilta, jotta päästään itse määrittämään kattavuussuhde tien vaikutusalueen kaavoitettujen alueiden liikkumistarve määrän ja yleisen tien läpikulku tarpeen suhteita Suoralle kadulle on havaittu liikennemäärät ja suoralle tielle on havaittu liikenteen määrät.

Merkittävimmän ongelman paikkatiedon analysoitavuuden kannalta on katujen ja yleisten teiden risteykset, joissa ei ole havaittu kääntyvien autojen määrää. Tämän lisäksi,

havaitut liikennemäärät on kerätty ajoratakohtaisesti eikä ajokaistakohtaisesti. Tästä syystä ainoa tapa on yrittää laskea risteyksien vaikutus puolittamalla havaitut liikennemäärät. Tämä tapa jopa toimii, jos risteykseen tulevien kaistojen liikennemäärät on jokaisessa tuloharassa samat. Mutta jos näin ei ole, jo perustilanteessa on ongelmana se, että risteyksestä poistuvien kaistojen liikennemäärät todellisuudessa koostuvat useammasta kuin yhdestä tulo haarasta esim. nelihaaraliittymässä jokaiseen poistuvan kaistaan tulee liikennettä kolmesta tulohaarasta. Jos risteuksen tulohaarojen liikennemäärät ovat samat, niin jakamalla yhden tulohaaran liikennemäärä kolmella ja kertomalla saatu arvo kolmella saadaan arvaus yksittäisen poistumishaaran liikennemääräksi. Huomattavaa on, että vaikka tulohaaroja on neljä, niin poistumishaaroja on kolme. U-käännöstä omaan haaraan ei siis huomioida. Jos nelihaaraliittymässä yksi haara on yksisuuntainen esimerkiksi ramppiliittymä, niin tilanne on heti eri. Lisäksi huomattava on tekijä, että risteykseen tulevan liikenteen on oltava sama kuin sieltä poistuvan liikenteen. Kyseessä on tavallaan tulevien autojen ympyrä ja poistuvien autojen ympyrä. Liikennemääräsuhteet yksittäisen risteysshaaran kaistojen välillä ovat erisuuruiset. Kuten aikaisemmin kerroin, on yleensä liikennetiheys poistuvissa kaistoissa pienempi kuin tulevissa kaistoissa. Tämä vaikeuttaa merkitsevyyden laskemista risteys pullokauloissa, kun ei ole tarkkaa tietoa kääntyvien todellisista määräsuhteista. Tällä tekijällä on vaikutusta analyysiin sekä liikenteellisen merkitsevyyden että risteuksen ruuhkautumisen kannalta. Kun risteykseen tulevat virrat ovat erisuuruiset, ei voida ajatella ajoradan liikennettä vakioksi. Keskustataajamissa on yleensä ruuhka huippu aamulla ja illalla, mutta yleensä ruuhka on eri puolella ajorataa. Lisäksi huiput ovat ajallisesti eripituisia ja muotoisia liikennemääriltään.

Kaava-alueiden auto- ja asukasmäärillä on merkitystä merkitsevyys tarkastelun kannalta. Järvenpään esimerkkitilanteessani vain nämä kapasiteettitasot olivat niin alhaiset, ettei niillä ole merkitystä. Toisaalta merkitsevyyden kannalta johonkin on vedettävä tarkastelun alaisen tien vaikutusalueen raja ja Järvenpään osalta alue on osin niin tiiviisti rakennettua, että vaikutusalue on vaikea määrittää niin, että se kuvaisi merkitsevyyttä järkevästi niin, että luotettava analyysi olisi mahdollista tehdä. Kaava-alueen tarkasteluun vaikuttaa myös katuliikenteen purkautumisliittymien määrä ja niiden paikka suhteessa yleiseen tiehen varsinkin, jos on useampia mahdollisia kokooja katu yhteyksiä. Tämän takia on ongelma määrittää liikenteen jakautuminen näiden liittymien välillä. Edelleenkin jakuma 50/50 ei toimi kuin parittomilla liittymämäärillä jos silloinkin

Osa kokoojakatuliittymistä voi purkautua kauas tarkasteltavasta kohteesta, ja se vähentää asuma-alueen vaikutusta tarkastelun alla olevaan tiehen. Ruuhkan merkitys yleensä analyysin kannalta on se, että se ohjaa liikennettä ruuhkattomille osuuksille katuverkolla yleensä.

## 5 Paikkatietopohjaisen merkitsevyydsluokitustyökalun luominen

### 5.1 Liikennemäärän merkitsevyydsanalyysityökalussa käytettävät paikkatietoaineistot

#### Tierekisterin tienverkko

Tien rakentaminen tai parantaminen perustuu rakennushankkeen kohdalle suunniteltuun tiegeometriaan eli tietoon, joka kertoo tien sijainnin vaaka- ja pystysuunnassa. Geometria kertoo kohdan, jossa kulkee tien keskikohta. Yksiajorataisella tiellä se on yleensä päällystetyn alueen keskellä, ja moottoritillä se on keskikaistan keskellä, ei siis

ajoradalla. Tierekisteriä varten luodaan moottoriteille ajokaistakohtainen geometria tai tieto siitä, miten ajokaista sijaitsee geometrian suhteen.

Tierekisterissä tie on kuvattu kahdella aineistolla, josta on luotu tieverkko-geometria. Tarvitaan koordinaatteihin perustuva viivamainen aineisto, joka kuvaa pelkistetysti tien paikkaa maastossa ja kartalla. Lisäksi tienosan vaihtumiskohtiin tarvitaan pistemäinen sijainniltaan tunnettu kohta, jota käytetään jakamaan viivamainen tieverkko käytännöllisiin tieosiin. Havainnollisesti sitä voisi kutsua tietyn tieosan kohtia pisteestä A pisteeseen B eli alku- ja loppupiste tietyllä tieosalla. Tiehen liittyvä ominaisuustieto esim. liikennemäärällä on kytketty tieosoiteverkkoon, joka alkaa tieosan alusta ja loppuu tieosan loppuun. Tieosoiteverkko ei ole paikkatietoon perustuva verkko vaan se on sidottu tiegeometriaverkon solmupisteissä siten, tieosoite kertoo esim. liikennemerkin etäisyyden tieosan alkupisteestä liikennemerkin kohdalle. Liikennemerkki ei sijaitse tien keskellä kuten tiegeometria, mutta tiedollisesti yleensä on kiinnostuttu vain merkin etäisyydestä tieosan alusta.

Aina tieosa ei kuitenkaan lopu risteävään tiehen, tällöin risteämispisteessä on sijainniltaan tunnettu piste, jolloin kyseessä on tieosan jakopiste. Tienosan alku ja loppu ovat solmupisteitä. Tieosoiteverkon perustana on käytetty rakennussuunnitelmista saatua geometria tietoa ja maanmittauslaitoksen digitoimaa digiroad-aineistoa.

Tämä aineisto on kaiken analyysitoiminnan perustana oleva aineisto, jota voisi kuvata termillä mittausperusta, koska kaikki tierekisterimittaukset sidotaan tieverkkoon jako- ja solmupisteiden avulla.

#### Digiroad-aineisto

Katuliittymien ja varsinkin kokoojakatujen geometriat analyysin mahdollistamiseksi saadaan digiroad-aineistosta.

#### Yhdyskuntarakenne

YKR-aineistosta saadaan toinen merkitsevä liikennemäärän käyttäytymiseen vaikuttava lähtötieto eli vaikutusalueen asuinalueiden auto- ja asukasmäärä, joka asuinalueella vakituisesti tai oletuksena käyttävät tarkasteltavaa tietä pääasiallisena kulkuyhteytensä.

#### Liikennemääräaineistot

##### Yleinen liikennelaskennan havaintodata ja tilastolliset laskennat

Johtuen yleisten maanteiden tieverkon laajuudesta tarkka liikennelaskenta tehdään joka vuosi osalle 78 000 kilometrin verkkoa, jotta vaatimus viiden vuoden havaintosyklistä toteutuisi. Vuosittain mitatuista havainnosta määritetään alueelliset korjauskertomet, jolla muut tieosat korjataan vastaamaan todellista tilannetta niinä vuosina, kun niiltä ei mitata liikennemääriä, suoritteita ja nopeusjakaumaan ja huipputuntimääriä.

Tierekisteristä saadaan yleisten teiden liikennemäärät ja huipputuntiliikennemäärät ja ajankohdat, vaikka ne ovat osin tilastomatemattiseen laskentaan perustuvia tietoja.

Kuntaorganisaatiolta on hyvä saada KVL- ja huipputuntikatuliikenteen tiedot, jolloin luotettavuus pullonkaulojen osalta on parempi ja liittymien käyttöprosenttisuuden laskeminen on helpompaa.

Riippumatta siitä, mistä liikennelaskennan liikennemäärä tiedot tulevat on niissä yleisesti käytössä seuraavat olennaiset termit

KVL = vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne

KVL RAS = vuoden keskimääräinen raskas vuorokausiliikenne (bussit ja kuorma-autot)

HUTU = huipputunti liikenne, joka kertoo tarkasteltava tien korkeimman liikennemäärän vuorokaudessa ja joka lasketaan yleensä useamman vuorokauden keskiarvona. ruuhkautuvilla tiellä yleensä jaetaan osiin AHT aamuhuipputunniksi ja IHT iltahuipputunniksi. [ 1].

## 5.2 Paikkatietotyökalun kehittämisen vaihtoehdot

Liikenteen merkitsevyyden mallintamiseen ja paikkatietona kuvaamiseen päävaihtoehtoina on käyttää olemassa olevia markkinoilta saatavia ohjelmistoja tai koodata sovelmus itse. Ongelmana on, ettei tietyllä tavalla toimivaa analyysityökalua ole helposti saatavilla ja itse suoritettu koodaaminen on aikaa vievä prosessi. Tien ajorata -ja kaistat ovat yleensä viivamaisia kohteita kartalla, mutta todellisuudessa nämä kohteet ovat aluemaisia kohteita.

Nykyiset käytettävissä olevat merkitsevyyttä analysoivat sovellukset käyttävät hyväkseen viivamaista vektorimuotoista aineistoa. Haasteen analyysille tuo, kun yritetään analysoida tietoja keskenään kahta ominaisuutta, jotka toimivat samalla viivamaisella kohteella vastakkaisiin suuntiin (ajoneuvoliikenne). Toisaalta, kun ajatellaan tiedon esittämistä yhdellä viivalla karttakuvassa, saadaanko kaistojen väliset erot esille, jos ne saadaan määritettyä. Lisäksi miten onnistuu viivamaisen ja aluemaisen aineiston välinen analyysi. Kun ajatellaan viivamaista tietä ja aluemaista asuntoaluetta sen varrella. Mieluimmin näkisin asian niin, että molemmat aineistot, jos mahdollista olisivat analyysissä samanmuotoisia.

Aluemaisissa aineistoissa ongelman tekee alueen pituuden määrittäminen. Aluemainen paikkatietokohde on sulkeutuva piiri, jolloin pituus on piirin pituus ja tien kaistalla se tarkoittaa vähintään kaksinkertaista ajokaistan pituutta ja lisäksi tulee tien kaistan leveys. Pituus jouduttaisiin laskemaan polygonin pinta-alan kautta, ja onnistuminen siinä ei ole taattu. Tien pituutta tarvitaan laskettaessa merkitsevyyttä halutussa kohdassa ja sen vaikutusta liikenteensujumiseen ja jakaantumiseen risteyksissä, mikä kuvaisi itse merkitsevyyttä ko. kohdassa tiellä.

Toinen tekijä on merkitsevyysanalyysissä on se miten merkitsevyys määritetään visuaalisesti. Onko oikea tapa sama, miten nykyisin määrittäminen kuvataan tien ruuhkaisuutta ja liikennemääriä kartalla vai valitaanko ilmiötä kuvaavampi tapa, jossa viiva kapeenee, kun liikennemäärä ylittää teoreettisen arvon ja levenee, kun tiellä liikennemäärä laskisi alle teoreettisen liikennemäärän. Nykyinen kuvaustapa liikennemäärissä on päinvastainen eli viiva levenee, kun liikennemäärä on korkea. Muutosta loogisemmin kuvaava tapa on aina parempi tapa kuvata muutosta?

Värikoodaus on käyttökelpoinen, mutta se ei edelleenkään sovi hyvin ilmiön kuvaamiseen viivamaiselle karttakohteelle. Koodaus toimii, jos polygoniaineistoa ei skaalata pinta-alaan, kun määritetty liikennemäärä ylittyy, vaan väri muuttuu tietyksi. Tämä toimii silloinkin kun ilmiötä kuvataan aikariippuvaisena animaatioesityksenä. Tämä tapa vaatii sen, että polygoni katkeaa teiden risteyksissä.

Liikennemäärän kuvaamisen ongelman ratkaiseminen käyttäen rastereita ja niihin liitetyn ominaisuustiedon avulla voisi olla yksi ratkaisu. Siinä on ongelmana sopivan rasteriresoluution valitseminen, jotta eivät ajokaistat sekoittuisi keskenään. Rasterianalyysi

on mahdollinen ratkaisu kokonaisliikennemäärillä, mutta yksityiskohtaiseen kaistakohtaiseen analyysiin niistä ei mielestäni ole. Tämä johtuu siitä, että prosessi rastereilla on teknisesti vaativa ja halutusta lopputuloksesta ei ole varmuutta.

### 5.3 Merkitsevyyspaikkatietoanalyysin reunaehdot

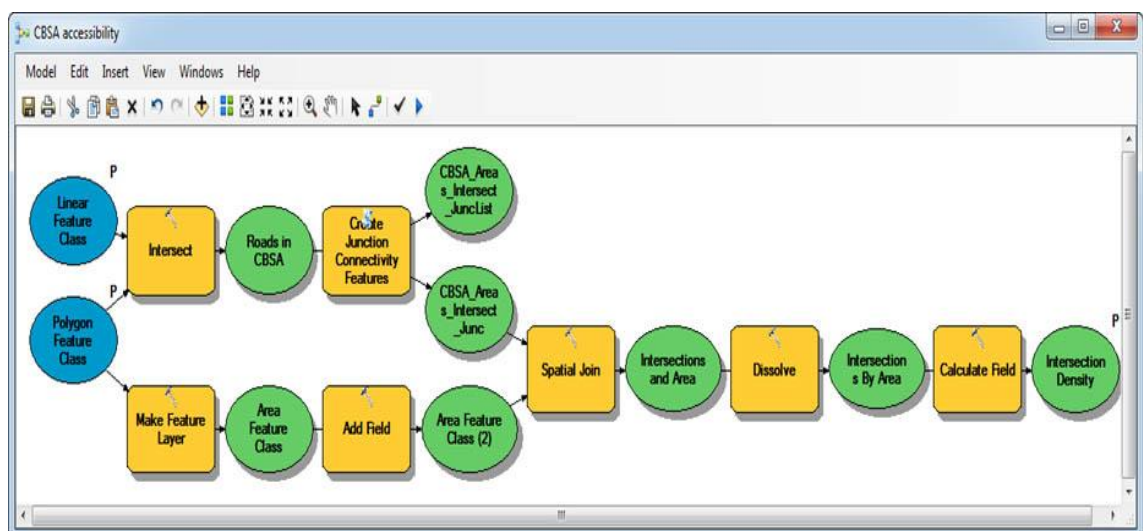
Haluttu analyysi pitäisi voida esittää, joko halutuilla sovellukseen annettavilla lähtöarvoilla kuitenkin niin, että tien tekniset määritelmät, kuten tieluokka, leveys, nopeusrajoitus ja vertailuajoneuvot määrittävät tien toiminnallisen välityskyvyn lähtöarvot eli häiriötömän liikennekapasiteetin. Annettuina arvoina ovat joko lasketut liikenne- asukas- ja automäärät alueella tai kuvitteelliset arvot, joilla pystytään testaamaan ja kuvaamaan kuvitteellinen tilanne, jos määrät muuttuvat olemassa olevista arvoista tiettyyn arvoon ja mitä ne vaikuttaisivat oletuksena liikenteen merkitsevyyden muuttumisena.

Auto- ja asukasmäärät liitettäisiin asuinalueista muodostettuun paikkatieto aineistoon. Teihin ja katuihin suoraan liittyvät liikennemäärät omiksi aineistoiksi. Näiden lisäksi miten on määriteltävä tilanne, jossa asuntoalueelta on useampia liittymiä tarkasteltavalle tielle tai kolme liittymää, joista yksi liittymä purkaa kokoojakadun kautta eli epäsuoraan tarkasteltavaan tien yhteyteen? [1].

### 5.4 Ohjelman perusvaihtoehdot

#### Vaihtoehto 1

Esimerkiksi on valittu Esrin paikkatieto-ohjelmiston toimintomalli kuvassa 4, jossa tie on kuvattu viivana ja se liitetään risteyksiin tehtyihin pisteisiin, jolla viiva jaetaan osiin. Tämän jälkeen muodostuvalla tieverkolla voidaan hakea aluemaisesta paikkatieto aineistosta tihentymä kohtia. Yhdysvalloissa tällä toiminnolla on haettu suurten kaupunkien asukas tihentymiä tieverkon varrella. Tämä on yksi potentiaalinen vaihtoehto merkitsevyyden määrittämiseen ja selvittämiseen halutussa kohteessa. Olisi testattava, toimiiko malli aluemaisella tieverkkoaineistolla, jos sellainen pystytään luomaan. Jos tämä malli toimii, sen etuna on karttapohjainen visuaalinen merkitsevyyden esittäminen.



Kuva 4. Esrin toimintomalli merkitsevyysanalyysistä

## Vaihtoehto 2

Toisessa vaihtoehdossa luovutaan merkitsevyyden kannalta kartta toiminnallisuudesta ja otetaan lähestymistavaksi periaatteellinen kuva (semanttinen kartta). Risteysvälit kuvataan suoralla viivalla tai suorakaiteena ja annetaan lähtöarvot tieosan pituuksille, pinta alalle ja teoreettiselle liikennemäärälle. Risteävät tiet määritetään vastaavalla tavalla. Asunto-alueet kuvataan pinta-alansa mukaisina neliöinä tai pinta-ala arvoina. Lopputulos olisi mahdollisesti listaus esim. liittymän merkitsevyydestä, jolloin visuaalinen kartta näkemys kohteesta jää heikoksi. Tämä tapa toimii tietokantaratkaisuna, mutta sen havainnollisuus on olematon. Sillä on mahdollista laskea esimerkiksi risteysalueen liikenteen jakautuminen liittymähaaroissa.

Huomattavaa kuitenkin on, että niin tällä tavalla kuin kartallisessa tarkastelussa risteysvälien välillä suoralla tieosalla liikennemääräjakaumaa voi pitää teoreettisesti ja laskettujen liikennemäärien osalta vakiona, vaikka ei ole mitään pitävää todistetta asian oikeellisuudesta. Todennäköisesti se ei ole vakio, mutta tämä oletus ei vaikuta kuin matk aikaan ja ruuhkautumiseen, joilla ei taas ole suoraa merkitystä liikenteen jakautumiseen A:sta B:hen ja kokoojakatujen välillä. Merkitsevyydellään on tarkoitus pyrkiä kuvamaan juuri näiden liikennemuotojen määrällistä suhdetta, eli onko yhteystarve, läpijoliikennettä tien kautta vai liikennettä tievarren vaikutus alueelle (asunto-alueelle).

Nykyisin eri eurooppalaisten valtioiden tielaitokset ovat tehneet tällä vaihtoehdolla räätälöityjä sovelluksia liikennesuunnittelun tarpeisiin, muun muassa liikennevaloihin ja kiertoliittymien toimivuustarkasteluihin ja liikennemäärä ennusteiden tekemiseen. Myös TRB Yhdysvalloissa eli heidän tuotokseen eli HCM 2010:een on tehty sovellus tältä pohjalta. Näiden sovellusten tulosten graafinen esittäminen eli karttatoiminnallisuus on periaatteellista, ja sitä ei ole mahdollista kytkeä paikkatiedoksi suoraan ilman erillistä käsittelytyötä. Analyysin tulokset on saatavissa vain raporttina ilman kuvaa ympäristöstä. Näistä sovelluksista HCM, Paramics ja Vissim ehkä ovat kehittyneimpiä. Minulla itsellä on kokemusta saksalaisesta Vissimistä. Kaikissa sovelluksissa on puutteena se, että niiden käyttö ja tulokset ei ole luotettavia, koska niitä on yleensä kehitetty aluksi vain tiettyä liikenteellistä suppeaa ongelmaa ratkaisemaan. Paramics ja Vissim ovat lähimpänä yleistyökalua, jolla voi analysoida ja simuloida koko liikenneverkkoa, vaikka tulokset on aina tarkistettava luotettavuuden ja sen osalta, vastaavatko ne todellisuutta. [3]

## Vaihtoehto 3 Kaavan osuus tien pituudesta

Yksi vaihtoehtoinen ja käytetty tapa on kuvata merkitsevyyttä karkeasti ilman mitään tietoa vaikutusalueen asukas, auto- ja liikennemääräistä ja laskea kaavan kattavuussuhde alueen kaavakartasta vapaan tiepituuden osuus tien koko pituudesta. Sama määrittäminen tehdään myös siitä osuudesta, jossa kaava rajoittuu tiealueeseen. Tämän jälkeen verrataan kaavattomien ja kaavallisten osuuksien suhdetta ja voidaan tehdä johtopäätökset. Tämä tapa toimii nykyisin hyvin karttapohjaisesti. Se ei kuitenkaan ota kantaa olevaan liikenteeseen, yhteys tarpeisiin ja asukasmääriin, joten tulos on hyvin todennäköisesti harhaan johtava ainakin harvaan asutuilla kaava-alueilla.

## Vaihtoehto 4

Paras tapa olisi yhdistää vaihtoehto 1 ja 2 eli toteuttaa kartallisena rekisteritieto eli vaihtoehto 2 käyttäen joko itse koodattua tai valmiiksi rakennettua sovellusta. Kummassakin tavassa valita sopiva ohjelmaratkaisu on ongelmana, vastaako ratkaisu merkitse-

vyiden asettamia reunaehdoja ja onko tulos sellainen, että se vastaa tilannetta tie-  
maastossa riittävästi.

## **6 Vähänummentie Mt 1452, Järvenpää esimerkikohteena merkitsevyyden ana- lysoinnista**

### 6.1 Yleistä

Vähänummen yhdystie 1452 Järvenpään kaupungissa täyttää merkitsevyysanalysoin-  
nin ehdot. Merkitsevyydestarkasteltavan yleisen tien kokonaispituus on 7.1 kilometriä,  
josta n. 50 % on kaavaan rajautuva. Liikenteellisen ja kaavallisen merkitsevyyden kan-  
nalta kuitenkin ongelma on, että tarkastelukohteen kaavaympäristön liikennekapasi-  
teetti ei tue olettaa, että läpikulkuliikenne olisi pienemmässä roolissa. Tällöin kaava-  
alueelle suuntautuva liikenne on vähämerkityksellisempi osa vallitsevasta liikenteestä.  
Järvenpään kaupungin ja ympäröivien kuntien toimesta kuitenkin karttatarkastelulla  
voidaan nähdä tilanteen olevan muuttumassa. Vähänummentien varteen on hyvin to-  
dennäköisesti tulossa uusia kaavavarauksia asumiseen tai työpaikka-alueita. Summat-  
taessa alueen auto- ja asukasmääriä on selvästi nähtävissä ettei nykyisellä alueen  
automäärällä ole mahdollista yksistään tuottaa niitä liikennemääriä, joita vähänummen-  
tieltä on mittauksissa havaittu. Tämä viittaa siihen, että yleisen tien liikenne on merkit-  
sevämmässä roolissa alueella. Liikenteen sujuvuuden simulointi olisi yksi tärkeä näkö-  
kohta, joka kaavoitustoiminnan suuntaamisen kannalta olisi syytä tarkastella. Sillä saa-  
taisiin ainakin määritettyä raja-arvomäärät ja suhteet, jolloin toimenpiteet ovat välttä-  
mättömiä.

Kuitenkin niillä ei kaavallisilla alueilla, joilla on asutusta ja jotka yleensä on yksityistie-  
tai katuverkon avulla liitetty yleiseen tiehen. Merkitsevyyden kannalta hankaluutena on  
toisaalta vapaan kaavoittamattoman tilan pieni kapasiteetti ja toisaalta siellä missä  
kaava rajaa tietä, ei ole löydettävissä selvää jaottelua sille, mistä asti asutus otetaan  
huomioon analyysissä. Vähänummen yhdystien vaikutusalueen rajaaminen on haasta-  
vaa, koska ei ole tarkasti mahdollista osoittaa, mihin suuntaan ja mistä asti autoilijat  
ovat valmiita käyttämään tarkasteltavaa tietä. Tähän vaikuttaa esim. Järvenpään kes-  
kustan liikenteen ruuhkaisuus ja sen aiheuttaman aikaviiveen takia autoilijan tekemät  
johtopäätökset käyttää vaihtoehtoista reittiä, joka suuntautuu ruuhkattoman ja nope-  
amman, mutta pidemmän yhteyden kautta. Vähänummentien lähialueella on väestötie-  
tojen pohjalta niin vähän autoja, että niiden avulla ei pysty tuottamaan niitä liikenne-  
määrää, joita vähänummella on havaittu. Tämä antaa suuntaa sille, että tiellä olisi läpi-  
ajoliikenne suuremmissä merkityksessä kuin vaikutusalueelle suuntautuva liikenne. Vä-  
hänummentien puolivälissä yhdystie 1456 risteää tarkasteltavaa tietä. Tämä yhdystie,  
jonka liikennemäärät ovat Vähänummen liikennemääriä huomattavasti korkeampia,  
herättää huomion, olisiko näitä käsiteltävä tiiviimmin yhdessä, koska Järvenpää - Kel-  
lokoskitie 1456 kulkee Järvenpään keskustan läpi ja on yleinen tie, ja se on myös koko  
pituudeltaan kaavan sisällä. Tie 1456 tuo Vähänummentien risteykseen 11 000 autoa  
vuorokaudessa, kun taas Vähänummentien osuus on 6 500 autoa.

### Kohteen analyysin lähtöarvot

Alueen asemakaavan kokoojakadut tuovat oman määränsä, mutta niiden liikennemää-  
rä jakauman osuus katoaa määriltään suurempiin liikennevirtojen sekaan niin, ettei  
niiden vaikutus on lähinnä aikaviiveen kasvua. Toisaalta niiden merkityksen määri-  
tykseen olisi havaittava kääntyvien autojen määrät tai ainakin prosentuaalinen jakauma  
päätien suuntiin määritellä. Kun tätä ei ole tehty, on määritelmällä lähinnä simuloiva  
merkitys eli voimme rakentaa mallin, jossa annamme risteuksen jokaiselle liittymähaa-  
ralle ja jakautumaprosentin seuraaville jakaumatekijöille.

- Liittymähaaraan tuleva liikenne
- Liittymähaarasta lähtevä liikenne
- Liittymähaarasta oikealle kääntyvien määrä
- Liittymähaarasta vasemmalle kääntyvä liikenne
- Liittymähaarasta suoraan ajava liikenne

Nämä määrättekijät on havaittava jokaisesta risteyksen haarasta ja huolehdittava, että risteykseen tulevat ja sieltä lähtevät liikennemäärät ovat samat olettaen, että onnettomuusajoneuvotkin lähtevät johonkin suuntaan.

## 6.2 Liikenteen merkitsevyyden analysointi Vähänummella

### 6.2.1 Merkitsevyyden määrittämisen teoreettinen perusta

Kun määritämme tien liittymien väliset etäisyydet tietä pitkin ja tiedossa on yhdystien luokan tyyppillinen ajokaistan leveys, saadaan laskettua pinta-ala, jota voidaan käyttää apuna merkitsevyyden kartallisessa kuvaamisessa. Suhteutettaessa merkitsevyys tien vieressä olevaan kaava-alueeseen tarvitaan kuitenkin lisäksi kyseisen kaava-alueen pinta-ala ja autokapasiteetti. Liikennemäärien, ajokaistan ja kaava-alueen pinta-alojen avulla voimme laskea liikennetiheydelle arvot havaituista liikennemääristä. Tälle arvolle pitää myös laskea vertailuarvo nopeusrajoitusten mukaiseksi teoreettiseksi häiriöttömäksi liikennetiheydeksi. Vertailun tuloksena saadaan tien kapasiteetin alitus tai ylitys arvo. Arvo voidaan myös laskea suhteenä. Näiden lisäksi lasketaan viereiselle kaava-alueelle pinta-alan ja automäärän avulla autotiheys, jonka avulla voidaan yrittää arvioida kaava-alueen vaikutusta liittymäväleillä. Ongelmana on edelleen havaintojen puuttuminen kääntymissuhteiden osalta liittymissä, koska se voi olla puolet oikealle tai vasemmalle tai se voi olla aivan jotain muuta. Jos kaava-alueelle on useita liittymiä, on arvioitava se, miten niiden vaikutus jakautuu. Yksi tapa jälleen on jakaa alueen kapasiteetti liittymien määrällä, joten jokainen liittymä saa oman tasaosuuden kapasiteetista. Ongelmana on, onko jakauma liittymiin edelleenkin tasasuuruinen.

### 6.2.2 Vähänummen liittymävälit

Huomioitavaa on, että tässä tarkastelussa on mukana kaikki myös yksittäiset taloliittymät, joilla aikaisemmin todettu on hyvin vähäinen ehkä ruuhkaa lisäävä vaikutus, vaikka taloliittymien liikenne on tien vieressä kaava-alueelle suuntautuvaa liikennettä. Liittymävälit on kuvattu liitteessä 2.

### 6.2.3 Liikennemäärä ja sen jakautuminen yhdystiellä 1452

Liikennemäärä Vähänummella on selkeästi jakautunut kolmeen osaan, ja jakavina liittymänä on aina merkittävä liittymä kyseisellä tiellä. Huomion arvoista on, että jakajaksi ei ole osunut asemakaavallista kokoojakatuliittymää. Toisaalta näin on tarkoituskin olla yleisesti, mutta merkitsevyyden kannalta se tarkoittaisi sitä, että kokoojakadulla on suurempi merkitys kuin yhdystiellä, eli olisi harkittava yhdystien kaduksi muuttamista kyseisessä kohdassa. Pistemäistä kohtaa ei kuitenkaan ehkä kaduksi muutettaisi, mutta kyseeseen tulisi muunlainen ratkaisu esimerkiksi liikennevalot tai kiertoliittymä. Vähänummen tie jakaantuu liikennemäärällisesti kolmeen erisuuruiseen osaan, joista ensimmäinen on 988 metrin pituinen osuus seututieltä 140 - Valtatie 4 eritasoliittymän sillalle. Liikennemäärä kyseisellä välillä on 7024 autoa vuorokaudessa. Seuraava väli on Valtatie 4 - yhdystie 1456, jonka pituus on 2612 m ja liikennemäärä on 8715 autoa



vuorokaudessa. Kolmas osa on yhdysteiden 1456 ja 1421 väli pituudeltaan 3600 m ja liikennemäärä on 5108. Selkeästi on nähtävissä, että osilla 1 ja 2 tien välityskapasiteetti on huomattavasti ylikuormittunut ja osalla kolme ollaan hieman maksimikapasiteetin yläpuolella.

#### 6.2.4 Paikkatieto merkitsevyysanalyysin apuna Vähänummella

Paikkatiedon rooli pitäisi aina olla aluemainen analyysi. Vähänummen alueella ongelmana on sopivan rajauksen löytäminen ja pohjoispuolella osittain harvahko yhdyskuntarakenne. Toinen ongelma on tarkan tiedon puute liikenteen suuntautumisesta katu- ja yksityistieliittymiin. Se ei kuitenkaan ole analyysin este vaan lopputuloksen luotettavuuden vaikuttava tekijä.

Sovelluksen kehittämiseen ei tässä työssä tavoitteista huomitta päästy kuin staattisen kartan tasolle. Kuitenkin sovelluksen kehittämiseksi on edellytykset olemassa. Merkitsevyysanalyysin kannalta Järvenpään kaupungilta saatu aineisto oli tarkemmin tarkasteltaessa tuntiliikennemääriä, jonka ongelmaksi osoittautui valtion liikenneviraston kokonaistuntiliikennemäärien ja kaupungin liikennemääräaineistojen ajantasaisuus Aineistojen yhtenäistäminen yhdeksi liikenneverkkomalliksi onnistuu huonosti. Liikenneverkon yksi tavoite on olla sulkeutuva vuorovaikutusverkko. Kun verkkoa ei täsmällisesti saada määritettyä liikennemäärien osalta, on sillä laskettu tulos liian epäluotettava.

Ristiriidatonta aineistojen matemaattiseen sulkeutumista ei Vähänummen tapauksessa löytenyt, ja siihen pääasiallisina syinä oli lähtöaineistojen ajantasaisuuden erot ja puuttuvat havainnot kääntyvän liikenteen osalta. On ymmärrettävää, että ristiriitoja on. Kuitenkin analyysistä saa epäluotettavan ja tulkittavan vaikutelman, jos tältä pohjalta analysoidaan ja käytetään siten saatua tulosta ennen lähtöaineistojen ylläpitoa.

### 7 Loppupäätelmä työkalun kehittämiseksi

Tien merkitsevyyden määrittely voidaan tehdä monesta tarpeesta liittyen tien rakentamiseen, kunnossapitoon, maankäytön suunnitteluun ja liikenteen sujuvuuteen. Kuitenkin valtion yleisten teiden ei ole tarkoitus toimia katuina ja katujen ei ole tarkoitus toimia valtion yleisinä teinä. Valtion yleisten teiden tarkoituksena on toimia yhteyksinä eri taajamien ja kaupunkien välillä ilman, että ne toimisivat suoraan katuina tai muuna kaavallisenä elementtinä. Rakennetussa ympäristössä muodostumisessa kuitenkin usein joudutaan tilanteisiin, jossa yhdyskuntarakenne syntyy yleisen tien varteen, jolloin on syytä tarkastella onko tie kaavatie vai yleinen tie. Silloin pitäisi tarkastella tien merkitystä tienvarren kaavoitetulle alueelle. Tämän tarkastelun pohjana olisi oltava liikenteen määrällisen suuntautumisen suhde alueen ohi vai alueelle. Kumpi on suurempi hyötyjä tieyhteydestä, kunta vai valtio. Maankäyttö- ja rakennus- ja maantielain reunaehtojen mukaan, kun kaava on molemmilla tai vain toisella puolen tietä, tämä on peruste asian tarkastelun aloittamiseen.

Tämän työn tarkoitus oli tarkastella merkitsevyyden perusteita ja tuoda esille, onko tarvetta karttaan pohjautuvalle sovelluksen kehittämiseksi. Mielestäni siihen on perusteet, mutta organisaatioilta tarvittaisiin tahtotila sen toteuttamiseen. Kartan etu on ongelmien ja tilanteen havainnollistaminen kartalla, jota rekisteri/analyysi/listaustulostus ei anna.

## Lähteet

- 1 Highway Capacity Manual 2000 Verkkodokumentti. Transportation Research board <http://www.trb.org/main/blurbs/152169.aspx> Luettu 15.5.2013
- 2 Lindgren, Roger Victor Fredrik 2005 Analysis of flow features in queued traffic on a german Freeway Dissertation. Doctor of Philosophy in Civil and Environmental Engineering March 9, 2005. Portland State University
- 3 Tielikenteen toimivuuden arviointi. Liikenneviraston ohje: 36/2013
- 4 Liikennevirastolle räätälöity liikennelaskennan tietojärjestelmä LITTI 2013. Verkkodokumentti. <https://www.tietomekka.fi/litti/> Luettu 01.01.2014
- 5 Vähäliikenteisten teiden ylläpidon ja korvausinvestointien yhteiskunnallinen merkitys. Tiehallinnon selvitys 23/2005 TIEH 3200935
- 6 Maankäyttö- ja rakennuslaki ja maantielaki [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)
- 7 Tien suunnitteluohje 1985

## Liite 1. Teoreettinen liikennemäärä ja matka-aika

## Esimerkki 1

Jos auto ajaa 7,15 km:n matkan 60 km/h on sen matkaan käyttämä aika seuraava:

$$60000 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 16,66 \text{ m} / \text{s} \Rightarrow 7150 \text{ m} / 16,66 \text{ m} / \text{s} = 429,17 \text{ s} / 60 \text{ s} = >$$

7.02 min on aika, joka yhdellä autolla kuluu aikaa kulkea 7.15 km:n matka 60 km/h nopeudella

Turvallisen ja sujuvan liikenteen vuoksi autot eivät voi ajaa puskuri kiinni puskurissa joten, kun auto kulkee 16,66 m/s voidaan tätä arvoa käyttää jatkossa apuna laskettaessa kyseisen 7,15 kilometrin osuuden automäärän laskemiseen.

Jos auton pituus on 5 metriä ja tien nopeusrajoitus on 60 km/h, tällöin kahden auton väli on 16.66 m + auton pituus eli 16,66 m + 5 m (huom. ei huomioida jarrutusmatkaa, joka kaksinkertaistaa autojen minimivälin 33.32 metriin )

## Esimerkki 2

Auton pituus 5 m

Auton nopeus 60 km/h => 16.66.m/s

tieosan pituus 7150 m

Näillä arvoilla voimme laskea teoreettisen arvon tienvälityskyvyille eli automäärän tunnissa ja kumuloituvan liikennemäärän vuorokaudessa.

7,15 kilometrin osuudelle mahtuu teoreettisesti samaan aikaan autoja

$$(7150\text{m}/ 5\text{m}+16.66\text{m}) * 60\text{min} / 7.02\text{min}.$$

$$= 38 \text{ kappaletta}$$

ja yhdeltä autolta aikaa kuluu 429,17 sekuntia joten tuntiliikenteeksi saadaan

$$47 * (3600/429.17) = 323,25 \text{ autoa} / \text{h}$$

---

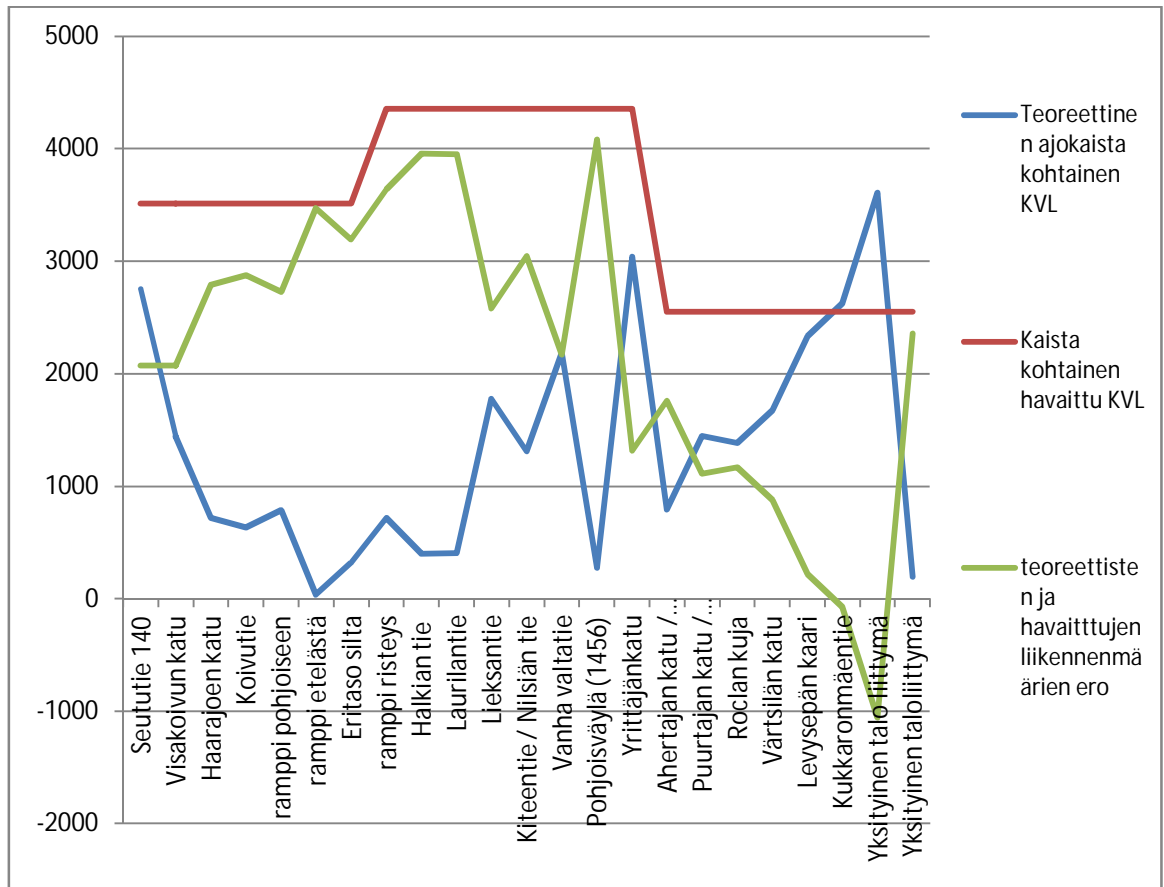

$$= > 24\text{h} * 394,25 \text{ autoa} / \text{h} = 9461 \text{ autoa} / \text{vrk}$$

[1]. Highway Capacity Manual 2000

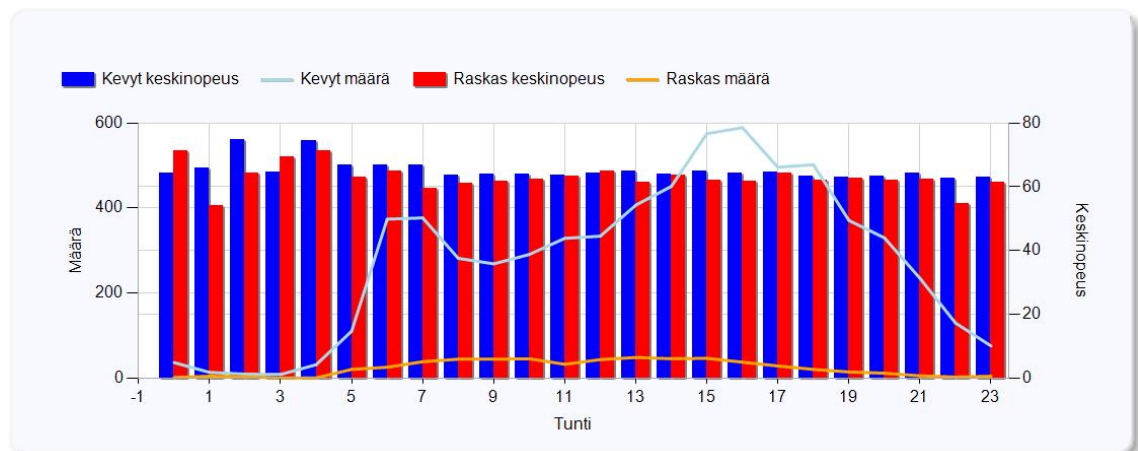
Jakamalla tämä saatu kahdella saadaan kaistakohtainen maksimiarvo, joka olisi näin laskettuna 3887 autoa/kaista/suunta.

Tämä vuorokaudessa saatu arvo on hyvin lähellä yhdysteille yleisesti määritettyä ja käytettyä tien suunnittelunormia, kun rakennettaisiin uutta yhteyttä neitseelliseen siis tietömään maastoon. Tämä saatu arvo on tien teoreettinen yhdystien välityskykyarvo nopeudella 60 km/h, jota sitten verrataan merkitsevyys analyyseissä olemassa olevien teiden vallitseviin havaittuihin liikennemäärä arvoihin. Tämä tuntiliikenne määrä on teoreettinen ja laskettu Vähänummen tieosien koko pituudella ja olemassa olevalla nopeus rajoituksella. Todellinen arvo on hieman eri, koska kohteessa on yksi 50 km/h tunnissa rajoitusalue ja tien alkua- ja loppupäässä on 80 km /h rajoitusosuudet

Liite 2. Liikennemäärän jakautuminen Vähänummen yhdystiellä 1452

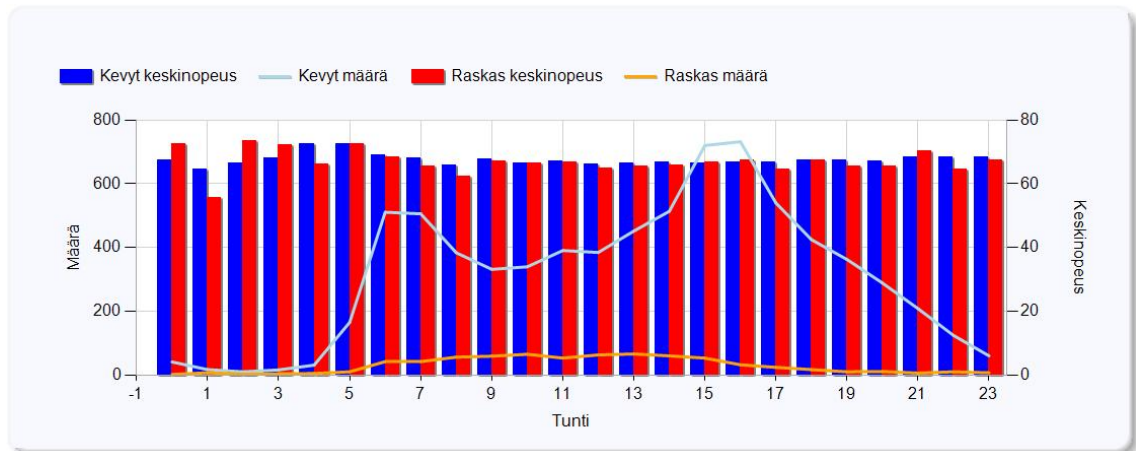


Kaavion teoreettinen sininen käyrä kertoo liittymä väleittäin mahdollisen ruuhkattoman liikennemäärän. Punainen käyrä kertoo havaintojen perusteella määritetyn kaistakohtaisen määrän. Kun tiellä tai liittymä välillä ei ole ruuhkaan pitäisi punaisen käyrän olla sinisen käyrän alapuolella. Kaaviot alla kertovat havaituista liikennemäärän kohoamisesta aamu ja ilta ruuhkien välillä. Kaaviosta ei käy ilmi se, että lyhyt liittymäväli pahentaa ruuhkaa ja on yleensä merkki kaava-alueelle suuntautuvan liikenteen suuremmasta merkityvyydestä verrattuna läpikulkuliikenteeseen



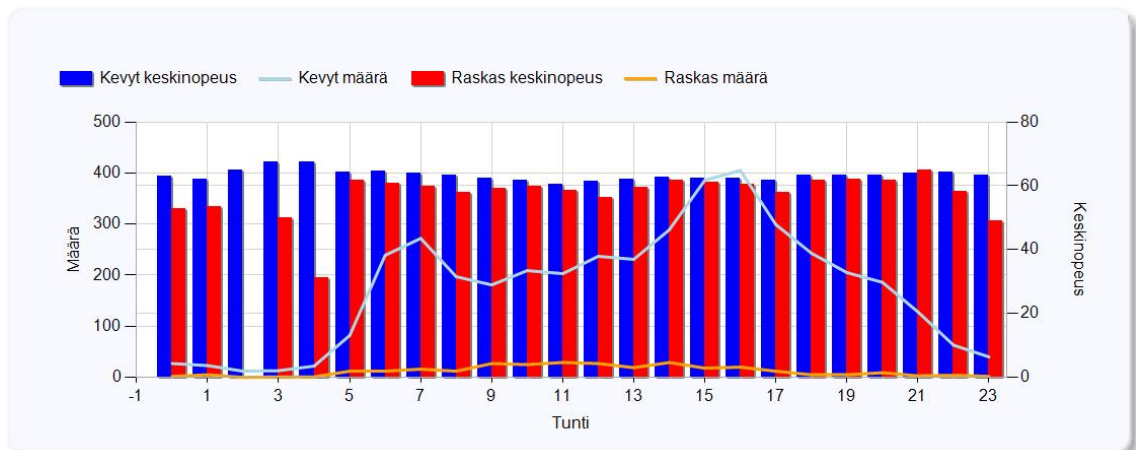
### Havaittujen liikennemäärien kaavio tieosuudelta 0-1000

Tämä tieto on saatu liikenneviraston yleisen liikennelaskennan hallinta järjestelmästä. [4.] Liikenneviraston Liikennelaskenta tietojärjestelmä LITTI



### Havaittujen liikennemäärien kaavio tieosuudelta 1 tieosoite väli 1000–261

Tämä tieto on saatu liikenneviraston yleisen liikennelaskennan hallinta järjestelmästä (LITTI)



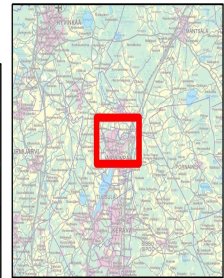
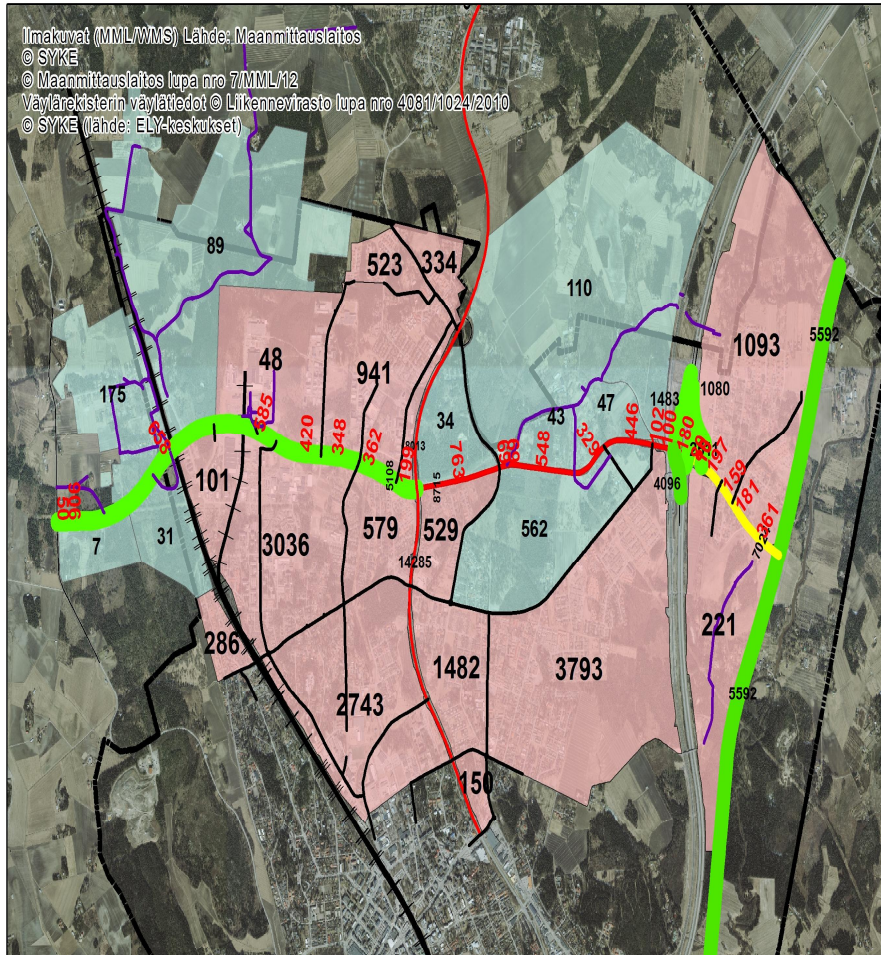
### Havaittujen liikennemäärien kaavio tieosuudelta 2 tieosoite väli 0-3545

Tämä tieto on saatu liikenneviraston yleisen liikennelaskennan hallinta järjestelmästä (LITTI)

Teoreettinen ruuhkaton tuntiliikenne yhdysteillä yleensä vaihtelee keskimäärin 230–330 autoa/tunti. Yllä olevista Kaavioista on havaittavissa, että Vähänummen aamu ja ilta-päivä ruuhkan huippujen väli on häviämässä eli ruuhka periaatteessa on aamusta kello 06:00 alkaen iltaan kello 20:00 asti. Tuntiliikenne tuona aikana on kokoajan välillä 400–800 autoa tunnissa. Kaaviot on otettu samalta viikon päivältä, jotta eri osien erot tulisivat esille. Osalla kaksi vuonna 2013 laskettu KVL liikenne on 5108 autoa ja siitä syystä kaaviosta on havaittavissa muita tieosia alhaisemmat tuntiliikennearvot

Liite 3. Asukasmäärät

Analysoitavan alueen asukasmäärät



**Karttaselite**

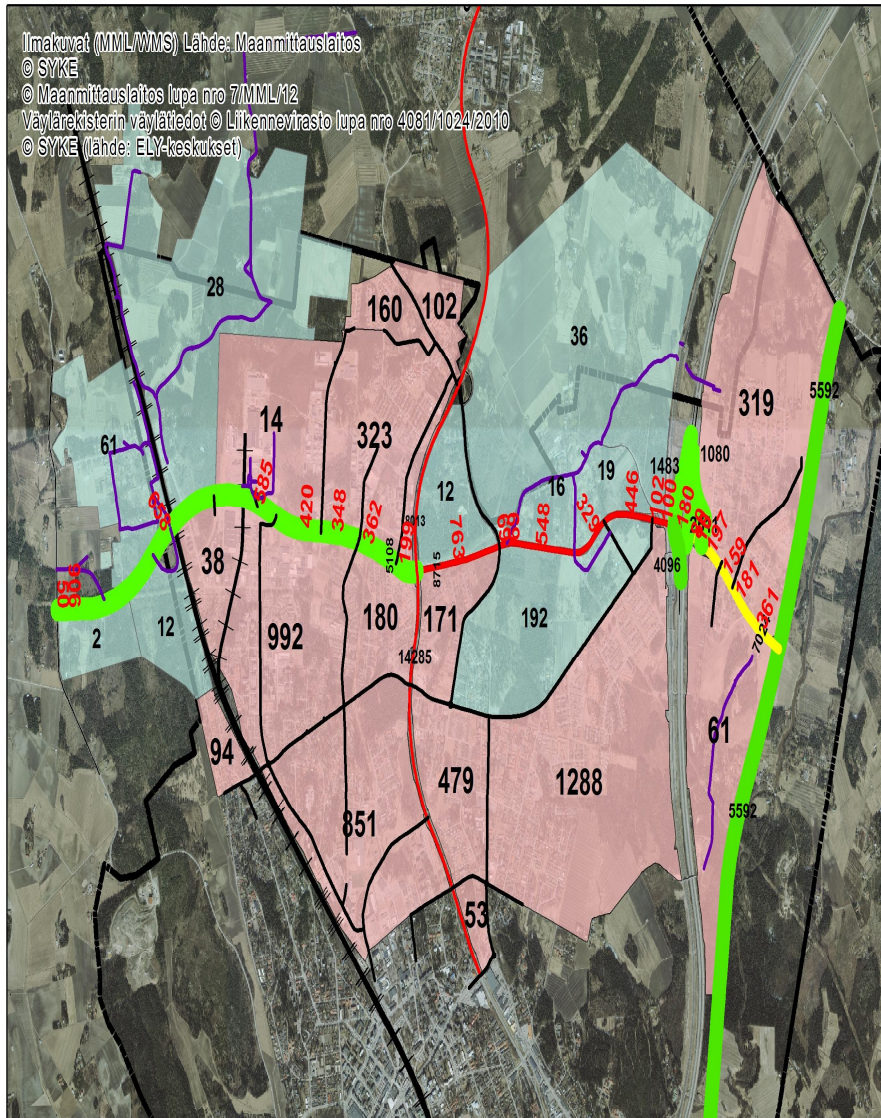
- Yleiskaava alueen asukasmäärät
- Asemakaava alueen asukasmäärät



Koordinaattijärjestelmä: EUREF FIN TM35FIN /Matti Kauhanen 1005777 22.4.2014

Liite 4. Automäärät

Analysoitavan alueen asukasmäärät



**Karttaselite**

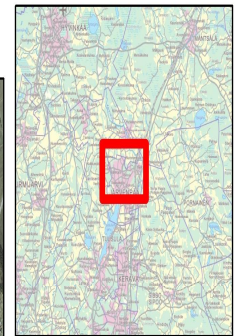
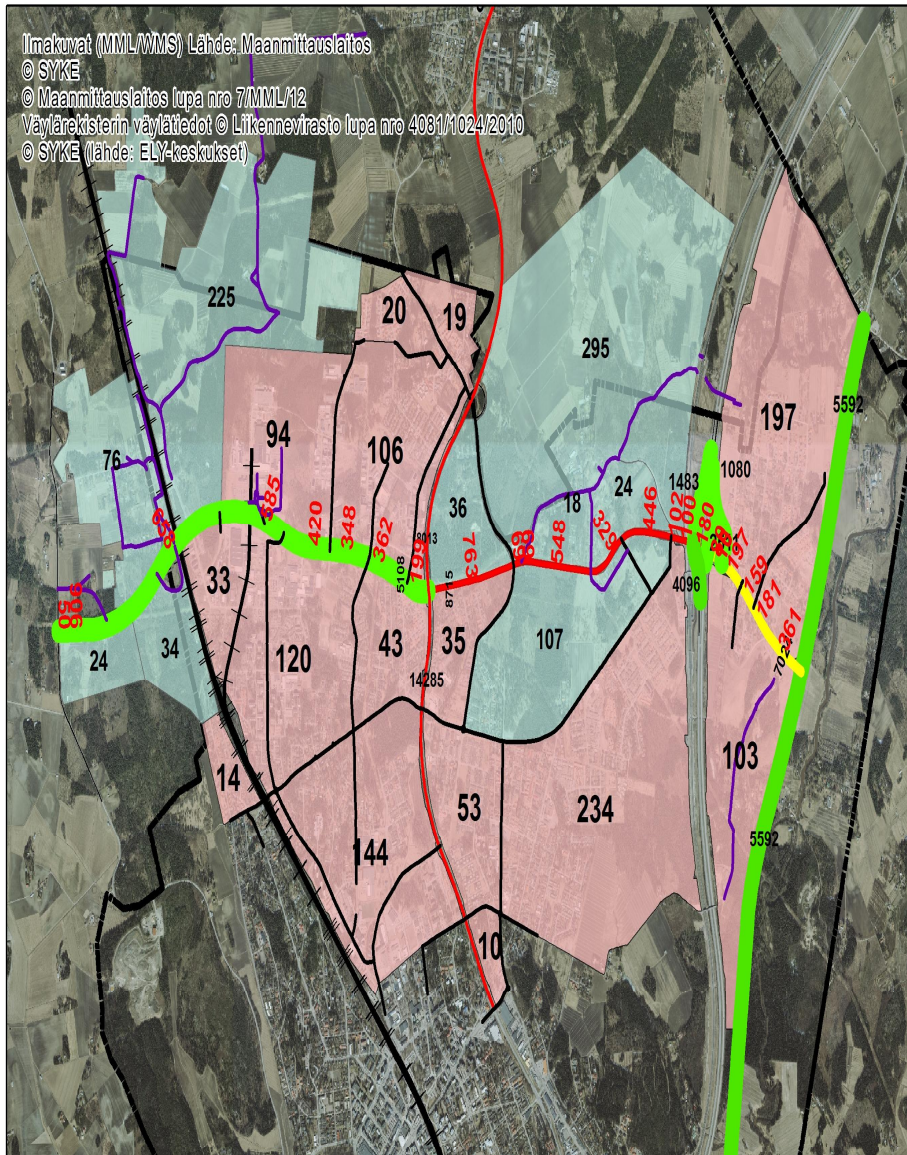
- Yleiskaava alueen automäärät
- Asemakaava alueen automäärät



Koordinaattijärjestelmä: EUREF FIN TM35FIN /Martti Kauhanen 1005777 22.4.2014

Liite 5. Liittymävälit

Analysoitavan alueen liittymä välit ja kaava varausten pinta alat



**Karttaselite**

- kokoavat yksityistiet
- 361 liittymäväljen pituudet
- 107 Yleiskaava alueen pinta-alat hehtaareina
- 197 Asemakaava alueiden pinta-alat hehtaareina



Koordinaattijärjestelmä: EUREF FIN TM35FIN / Martti Kauhanen 1005777 22.4.2014