

# **RUOTSIN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, liikennealan koulutusohjelma

Kevät, 2019

Jussi Vesanen

Liikennealan koulutusohjelma  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Jussi Vesanen	<b>Vuosi</b> 2019
<b>Työn nimi</b>	Ruotsin liikennelaskentajärjestelmä	
<b>Työn ohjaajat</b>	Rami Tervo (Hämeen ammattikorkeakoulu) Kati Kiiskilä (Sitowise Oy)	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön pääasiallisena tavoitteena oli raportoida Ruotsin liikennelaskentajärjestelmä ja esitellä sen peruserätykset. Perimmäisenä syynä tälle oli, että ennakkoon tiedettiin Ruotsin järjestelmän poikkeavan joiltain osin Suomen vastaavasta. Tämän lisäksi työssä perehdyttiin hieman menetelmiin, joita Ruotsin järjestelmän taustalta löytyy sekä tehtiin vertailuja Ruotsin ja Suomen järjestelmien välillä. Toimeksiantajana työssä toimi Sitowise Oy.

Opinnäytetyön aluksi käytiin Ruotsin liikennelaskentajärjestelmän peruserätykset läpi. Selvitettiin Ruotsissa käytössä olevat mittausmenetelmät, mittauksien ajankohdat ja rakenne ylipäätään. Mittauspäivien valintaprosessia ja mittausten käytännön toteutusta maastossa tarkasteltiin myös tarkemmin tässä työssä. Edellä mainittujen asioiden ohella suuressa roolissa oli lisäksi mittausten taustalla olevien laskentamenetelmien tarkastelu.

Ruotsin ja Suomen liikennelaskentajärjestelmiä vertailtaessa huomattiin joitain merkittäviä eroavaisuuksia. Yksi oleellisimmista eroista on se, että Ruotsissa ympärivuoden mittauspisteitä on huomattavasti vähemmän kuin Suomessa, mutta niiden rooli muun muassa kausivaihteluluokkien määrääntymisessä on suurempi. Myös mittauskauden pituudessa on eroja maiden välillä. Ruotsissa suoritetaan mittauksia lähestulkoon ympäri vuoden, kun Suomessa mittauskausi kestää vain hieman yli seitsemän kuukautta.

**Avainsanat** Liikennelaskenta, KVL, mittausjakso, jatkuva mittauspiste, epävarmuusluvut

**Sivut** 41 sivua

Traffic and Transport Management  
Riihimäki

---

**Author** Jussi Vesanen **Year** 2019

**Subject** Swedish traffic counting system

**Supervisors** Rami Tervo  
Kati Kiiskilä

---

#### ABSTRACT

The main purpose of this thesis was to report on the Swedish traffic counting system and to present its basic principles. The main reason for this was that the Swedish system was known to differ in some respects from the Finnish system. In addition to this the methods at the background of the Swedish system were examined and some comparisons between the Swedish and Finnish systems were made. The thesis was commissioned by Sitowise Oy.

The basic features of the Swedish traffic counting system are reviewed at the beginning of the thesis. The measurement techniques used in Sweden, the timing of the measurements and the structure overall were investigated in this project. The process of selecting the measurement days and the practical implementation of the measurements in the field were also examined in more detail in this work. In addition to the abovementioned issues the role of the calculation methods behind the measurements was also of great importance here.

When comparing the Swedish and Finnish traffic counting systems there were some significant differences noted. One of the most important differences was that in Sweden the number of points taking measurements all the year round was considerably lower than in Finland but their role for example in determining the seasonal variables was higher. There were also differences between countries in the duration of the measurement period. In Sweden measurements take place almost throughout the year while in Finland the measurement period lasts just over seven months.

**Keywords** Traffic counting, AADT, measurement period, continuous measuring point, numbers of uncertainty

**Pages** 41 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn lähtökohta .....	1
1.2	Työn tavoitteet .....	1
1.3	Työn rakenne.....	1
2	RUOTSIN LIIKENNELASKENNAN PÄÄPIIRTEET .....	2
2.1	Mittaustekniikka.....	2
2.1.1	Ajoneuvoluokat .....	4
2.1.2	Mittaustarkkuus Meteorilla.....	6
2.2	Mitattavat tieosuudet .....	7
2.3	Mittauskierto.....	8
2.4	Tieosuuksien ryhmittely .....	9
2.5	Mittauspäivien valintaprosessi .....	11
2.6	Mittauspäivien eri otosvaihtoehdot ja niiden todennäköisyydet.....	16
2.7	Mittaukset maastossa .....	17
2.8	Lopullisten mittausohjelmien muodostaminen .....	18
2.9	Mittauspaikkojen valinta.....	20
2.10	Jatkuvat mittauspisteet ja niiden hyödyntäminen .....	20
3	KVL:N ESTIMOINTI JA EPÄVARMUUSLUKUJEN MUODOSTAMINEN .....	23
3.1	KVL:n estimointi .....	23
3.2	Epävarmuusluvut.....	25
3.3	Puuttuva tieto .....	29
3.3.1	Puuttuvan tiedon käsittely .....	29
3.3.2	Puuttuvan tiedon eri muodot.....	29
4	RUOTSIN JA SUOMEN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMIEN VERTAILU .....	31
4.1	Liikennelaskenta Suomessa.....	31
4.1.1	Mittaustekniikka ja ajoneuvoluokat .....	31
4.1.2	Mitattavat tieosuudet ja niiden määräytyminen .....	31
4.1.3	Mittauskierto ja -päivät .....	32
4.1.4	Kausivaihteluluokat .....	33
4.1.5	KVL:n estimointi.....	34
4.2	Merkittävimmät eroavaisuudet Ruotsin ja Suomen järjestelmissä .....	35
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	38
	LÄHTEET .....	41

## TYÖSSÄ KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ RUOTSIN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMÄÄN LIITTYEN

Alue	Kolmen maantieteellisesti lähekkäin olevan lenkin muodostama kokonaisuus.
Alueohjelma	Kolmesta peräkkäisestä mittausjaksosta koostuva kokonaisuus, joka on kestoaltaan puolitoista viikkoa, ja jonka aikana mitataan yksi alue.
Alueryhmä	Kahdeksan maantieteellisesti lähekkäin olevan alueen muodostama kokonaisuus.
Arkipäiväjakso	Maanantaista perjantaihin ulottuva ajanjakso, jolloin yhtenä päivänä suoritetaan arkipäivämittaus.
Arkipäivätapaus	Asetelma, jossa vuoden ensimmäinen mittaus on arkipäivä.
Epävarmuusluku	KVL-arvolle laskettu prosenteissa ilmoitettava luku, joka kertoo KVL:n luotettavuudesta.
Jaksotyyppi	Tarkoittaa joko arkipäivä- tai viikonloppujaksoa.
Lenkki	Yhden työntekijän päivän aikana asentamien mittauspisteiden muodostama joukko.
Mitattava tieosuus	Tieosuus, jolla liikennemäärän oletetaan olevan sama, ja joka saa mittauksen pohjalta oman KVL-lukunsa.
Mittauskierto	Sykli, joka kertoo, kuinka monen vuoden välein milläkin tieosuudella suoritetaan mittauksia.
Viikonloppujakso	Perjantaista maanantaihin ulottuva ajanjakso, joka kokonaisuudessaan muodostaa yhden viikonloppumittauksen.
Viikonlopputapaus	Asetelma, jossa vuoden ensimmäinen mittaus on viikonloppu.
Vuosineljännes	Kahdeksasta alueohjelmasta koostuva ajanjakso, joka on kestoaltaan noin 12 viikkoa, ja jonka aikana mitataan yksi alueryhmä.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn lähtökohta

Liikenteestä saadaan tietoa monin tavoin, mutta liikennelaskenta on yksi merkittävimmistä tiedonkeruutavoista. Oleellisin tieto, jota laskennoista saadaan, on liikennemäärät. Monilla mailla on omat tapansa kerätä tietoa liikenteestä ja samalla myös omat menetelmänsä liikennelaskennan suhteen. Osin eri tavoille laskea liikennettä on perusteensakin johtuen esimerkiksi erilaisista olosuhteista ja liikennekulttuureista. Usein kuitenkin toisaalla käytetty menetelmä tai osia siitä voisi olla hyödynnettävissä myös muualla. Osittain tältä pohjalta sai tämä työ alkunsa.

Toimeksiantajana tässä työssä oli Sitowise Oy, jonka puolelta tuli ehdotus opinnäytetyön tekemisestä koskien Ruotsin liikennelaskentajärjestelmää. Lähtökohtaisesti voidaan ajatella, että Ruotsissa liikenne ja sen ominaisuudet voisivat olla hyvin samankaltaiset kuin Suomessa. Näiden syiden vuoksi Ruotsi on hyvä vertailukohta, kun halutaan vertailla Suomen liikennelaskentajärjestelmää jonkin toisen maan järjestelmään. Lisäksi Ruotsin järjestelmäkuvausta ei ole suomeksi raportoitu ja tämä oli yksi syy siihen, miksi työtä lähdettiin tekemään. Suomessa tiedetään, että Ruotsin järjestelmä eroaa joiltain osin paljonkin Suomen vastaavasta, mutta tarkempaa systemaattista vertailua ei ole tehty.

Tässä työssä keskitytään lähinnä käymään Ruotsin laskentajärjestelmää ja sen ominaisuuksia läpi sen sijaan, että pääpaino olisi niinkään Suomen ja Ruotsin järjestelmien vertailussa. Toki sitäkin tässä työssä jonkin verran tehdään.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tämän työn perimmäisenä tarkoituksena on tutustua Ruotsissa toimivaan liikennelaskentajärjestelmään. Sitä ei ole suomeksi dokumentoitu kunnolla mihinkään, vaikka sen tekeminen vähentäisi väärää käsityksiä Ruotsin järjestelmää kohtaan ja tarjoaisi kehittämisajatuksia Suomen järjestelmään liittyen. Lisäksi tässä työssä pohditaan laskennan laatua Ruotsissa, lähinnä laskentamenetelmien osalta. Työssä myös selvitetään, minkälaisia menetelmiä mittausten taustalta löytyy. Tarkastelun alla on lisäksi se, kuinka käytännön työ toteutetaan Ruotsissa, ja miten se vaikuttaa laskentojen laatuun. Kaikkien näiden tekijöiden kautta on tarkoitus pohtia Ruotsin liikennelaskentajärjestelmän heikkouksia ja vahvuuksia.

## 1.3 Työn rakenne

Tämä opinnäytetyö jakautuu johdannon lisäksi neljään päälukuun. Johdannon jälkeen luvussa 2 esitellään Ruotsin liikennelaskentajärjestelmä

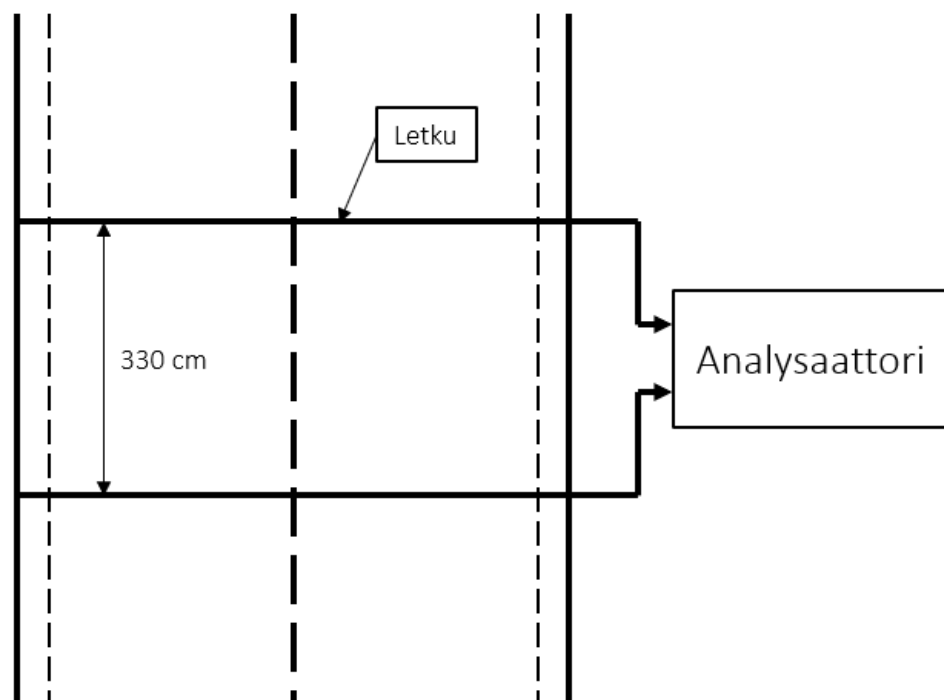
pääpiirteittäin. Tämän jälkeen luvussa 3 syvennyttään laskentamenetelmiin, joita Ruotsin järjestelmän taustalla on. Luvussa 4 puolestaan avataan lyhyesti Suomen liikennelaskentajärjestelmää ja suoritetaan Ruotsin ja Suomen järjestelmien vertailua. Luku 5 sisältää johtopäätöksiä ja pohdintoja koskien sekä Ruotsin että Suomen järjestelmää.

## 2 RUOTSIN LIIKENNELASKENNAN PÄÄPIIRTEET

Kuten Suomessa, myös Ruotsissa suurin osa liikennemäärätiedosta saadaan otoslaskentojen avulla. Tieto on toisin sanoen vain perusteltu arvio todellisesta tilanteesta. Tietoa kuitenkin tarvitaan, ja sitä käytetään muun muassa suunnittelun ja tiehankkeiden priorisoinnin apuna.

### 2.1 Mittaustekniikka

Ruotsissa mittauslaitteena on vuodesta 1989 käytetty Metor 2000- tai Metor 3000 -merkkistä analysaattoria. Laitteeseen yhdistyy kaksi tien yli kulkevaa ja 3,3 metrin päässä toisistaan olevaa ilmaletkua, jotka kiinnitetään tien toiselle puolelle. Ajoneuvon tai tarkemmin sanottuna sen akselien ohittaessa tien päällä olevat letkut lähtee analysaattoriin ilmapulssit. Kuvassa 1 on havainnollistettu, kuinka laite asennetaan tielle. (Trafikverket, 2015)



Kuva 1. Metor 2000- ja Metor 3000 -merkkisten mittauslaitteiden asennustapa.

Laite rekisteröi jokaisen pulssin ajankohdan ja tunnistaa ajoneuvon sekä luokittelee sen tämän tiedon perusteella 15 eri luokkaan. Luokat määräytyvät akselien lukumäärän ja niiden välisen etäisyyden mukaan. Toisinaan ajoneuvoluokitus perustuu sarjaan pulsseja ja niiden välissä kuluvaan aikaan. Joskus mittauslaite rekisteröi pulssisarjan, jota se ei tunnista. Silloin sarjaa verrataan samankaltaisiin sarjoihin, jotka saman mittausjakson aikana johtivat varmaan luokittukseen, ja sarja luokitellaan sen mukaan. Menettelyä kutsutaan imputoinniksi ja imputoitujen ajoneuvojen osuutta kussakin luokassa kutsutaan imputointiasteeksi. Taulukossa 1 on esitetty ajoneuvoluokat 1-15, jotka mittauslaitteiden keräämien tietojen perusteella kytetään muodostamaan. (Trafikverket, 2015)

Taulukko 1. Mittauslaitteiden tuottaman tiedon perusteella muodostuvat ajoneuvoluokat. (Trafikverket, 2015)

Ajoneuvoluokka	Ajoneuvotyyppi
1	Moottoripyörät
2	Henkilöautot ilman peräkärä
3	Peräkärilliset (1-akseliset) henkilöautot
4	Peräkärilliset (2-akseliset) henkilöautot
5	2-akseliset kuorma-autot ilman perävauhua
6	3-akseliset kuorma-autot ilman perävauhua
7	2+1-akseliset kuorma-autot
8	3+1-akseliset kuorma-autot
9	2+2-akseliset kuorma-autot
10	3+2-akseliset kuorma-autot
11	2+3-akseliset kuorma-autot
12	3+3-akseliset kuorma-autot
13	2+4-akseliset kuorma-autot
14	3+4-akseliset kuorma-autot
15	Tunnistamaton ajoneuvo



Metor 3000 rekisteröi havainnot aivan kuten Metor 2000. Kaikki havainnot voidaan kuitenkin tallentaa ilman, että minkäänlaista yhdistymistä tapahtuu, koska tallennuskapasiteetti on huomattavasti suurempi kuin Metor 2000:lla. Kun mittaukset on suoritettu, tyhjennetään laite, jonka jälkeen dataa käsitellään erillisessä analyysiohjelmassa samalla tavalla kuin Metor 2000:n tapauksessa. Tämä käsittely suoritetaan heti maastossa, koska silloin on mahdollista järjestää korvaava mittaus, jos varsinainen mittaus on epäonnistunut. Syy siihen, miksi havainnot käsitellään täysin samalla tavalla Metor 3000:n ja Metor 2000:n tapauksissa on, että molempia laitteita on käytetty jo kauan samoissa tutkimuksissa ja halutaan, että laskentamenetelmä on yhtenäinen laitteesta riippumatta. (Trafikverket, 2015)

Tällä hetkellä Ruotsissa käytetään myös kahta muunlaista mittaustapaa. Tämä koskee kuitenkin vain pientä määrää mitattavia tieosuusia, yhteensä noin 50 kappaletta. Näistä tavoista merkittävämpi on Motorway Control System. Sillä tarkoitetaan järjestelmää, jota käytetään erityisesti erilaisten poikkeustilanteiden yhteydessä moottoriteillä kaistanohjaukseen ja nopeuden säätelyyn. Järjestelmä perustuu ajoneuvojen nopeuteen ja virtaukseen. Näitä mitataan tunnistimilla, joiden keräämän tiedon pohjalta kaistanohjaus ja nopeuden säätely toimivat. Samalla saadaan tiedot liikennemäärästä. Tällä järjestelmällä mitataan kuitenkin suhteellisen suuri määrä liikennesuoritusta, sillä kyseistä järjestelmää käytetään vilkkaasti liikennöidyillä tieosuuksilla, joilla letkumittaus ei ole mahdollista. (Trafikverket, 2015; Vägverket, 2009, s.69)

Ruotsin tieverkolla on lisäksi jonkin verran Trafikverketin kiinteitä mittauspisteitä, mutta ainoastaan kolmella mitattavalla tieosuudella niitä hyödynnetään suoraan KVL:n laskemisessa. Näissä paikoissa käytetään silmukoita, jotka ovat tienpinnan alapuolella ja yhdistetty Metor 2000 light -merkkiin analysaattoriin. Laite rekisteröi ajoneuvon pituuden ja keskimääräisen amplitudin. Ajoneuvoluokitus on näin ollen erilainen kuin letkumittauksessa. Mittauksessa rekisteröidään kuusi ajoneuvoluokkaa, jotka eivät ole toisiaan vastaavia letkumittauksen luokituksen kanssa, mutta ne muunnetaan tietyn mallin mukaan samaan luokitukseen. (Trafikverket, 2015)

### 2.1.1 Ajoneuvoluokat

Ajoneuvoluokkien nimitykset eroavat ajoneuvotyypeistä, jotka ovat määriteltä Ruotsin ajoneuvolaissa. Esimerkiksi 2-akseliset linja-autot kuuluvat eri luokkaan kuin nivelbussit. Kuten aiemmin mainittiin, ajoneuvoluokkaan 15 päätyvät ajoneuvot, tai oikeastaan sarja pulsseja, joita ei voida luokitella mihinkään tunnettuun luokkaan, vaan kaikki akselien väliset etäisyydet määrittäisivät ajoneuvon eri luokkiin. Tätä tapahtuu esimerkiksi silloin, kun ajoneuvossa on enemmän akseleita kuin ajoneuvoluokassa 14, jossa akselien lukumäärä on 3+4. (Trafikverket, 2015)

Kun mittaukset maastossa on suoritettu, luetaan mittaustiedostot Tindraan. Tindra on Ruotsissa käytössä oleva valtakunnallinen järjestelmä mittauksille ja niistä saatavan tiedon esittämiseksi. Tindran kautta löytyy tietoa muun muassa KVL-luvuista, liikennesuoritteista ja liikenteen muutoksista. Mittaustiedostojen sisäänluvun yhteydessä yhdistetään ajoneuvoluokat 1-14 kuuteen luokkaan taulukon 2 mukaisesti. (Trafikverket, 2015)

Taulukko 2. Ruotsin liikennelaskennan tietojärjestelmässä Tindrassa käytettävät ajoneuvoluokat. (Trafikverket, 2015)

Ajoneuvoluokka	Ajoneuvotyyppi
16	Henkilöautot ilman peräkärriä
17	Peräkärriylliset henkilöautot
18	Kevyet kuorma-autot ilman perävaunua
19	Raskaat kuorma-autot ilman perävaunua
20	Perävaunulliset kevyet kuorma-autot
21	Perävaunulliset raskaat kuorma-autot

Ajoneuvoluokka 15 jaetaan erillisen tilastollisen mallin mukaan yhdistettyihin luokkiin 16-21. Ajoneuvoluokkien yhdistäminen luokista 1-15 luokkiin 16-21 tehdään historiallisista syistä, sillä aikaisemmalla palvelimella oli rajallinen tallennustila ja on haluttu säilyttää sen ajan laskentaruutit. Akseliparien KVL:n estimoimiseksi tarvitaan myös mittauspisteen ohittavien akselien lukumäärä kaikille luokille 16-21. Mallia ajoneuvoluokan 15 jakamisessa luokkiin 16-21 käytetään, koska akseleiden lukumäärä voi vaihdella luokan 15 ajoneuvojen keskuudessa. (Trafikverket, 2015)

Kun ajoneuvoluokat 1-15 on jaettu luokkiin 16-21, tallennetaan ajoneuvojen ja akseleiden lukumäärätiedot mittaustiedostoista. Tiedot löytyvät tallennettuina suunnittain ja tunneittain aina 1990-luvun alusta asti. Lukumäärätietojen lisäksi myös keskimääräistä nopeutta koskeva tieto tallennetaan. Tallennuksen yhteydessä mittaustiedostot käyvät läpi useita tarkistuksia. Tällä varmistetaan, että kaikki näyttää hyvältä ja mittaustiedostot voidaan hyväksyä tietokantaan. Tallennuksen jälkeen yhdistetään yhden mittausjakson kaikkien tuntien liikennemäärätiedot. Myös tämä kokonaisuus tallennetaan tietokantaan. (Trafikverket, 2015)

KVL:ää estimoidessa yhdistetään ajoneuvoluokat 18-21 raskaan liikenteen KVL:ää varten ja kaikki luokat 16-21 kokonais-KVL:ää varten. Estimointiprosessin aikana tehdään myös erilliset arviot suunnittain henkilöautoille (luokat 16 ja 17), kuorma-autoille ilman perävaunua (luokat 18 ja 19) sekä perävaunullisille kuorma-autoille (luokat 20 ja 21), jotka sitten lasketaan yhteen, kun julkaistaan KVL kokonaisliikenteelle ja raskaalle liikenteelle.

Näitä suunnittain tehtäviä erillisiä arvioita käytetään ainoastaan sisäisesti Trafikverketissä. Lisäksi arvio akseliparien KVL:lle lasketaan vain kokonaisliikenteelle. (Trafikverket, 2015)

### 2.1.2 Mittaustarkkuus Metorilla

Siitä, kuinka laadukkaasti Metor rekisteröi ja kerää dataa, on olemassa melko vähän dokumentoituja tutkimuksia. Vuonna 2013 suoritettiin laajat testaukset Borlängen lähistöllä Amsbergissä, jossa 30:ä mittauslaitetta arvioitiin muun muassa sen perusteella, kuinka hyvin ne luokittelevat ajoneuvoja. Tutkimuksessa kerättiin yhteensä neljän tunnin ajalta tietoa ja sitä analysoitiin videotarkastelun ja ajoneuvorekisterin tietojen avulla. (Trafikverket, 2015)

Testien perusteella 99,1 prosenttia kaikista mittauspisteen ohittavista ajoneuvoista rekisteröidään ja luokitellaan ajoneuvoksi Metor 3000:lla. Toisin sanoen alle prosentti jää rekisteröimättä. Joskus kuitenkin esiintyy niin sanottuja haamuajoneuvoja, kun esimerkiksi perävaunullinen kuorma-auto tulkitaan virheellisesti kahtena henkilöautona. Myös päinvastaista voi tapahtua, jos esimerkiksi kaksi henkilöautoa ajavat niin lähessä, että ne luokitellaan peräkäräilyksi ajoneuvoksi. Metor 3000 yliarvioi testeissä noin 0,5 prosenttia ajoneuvojen kokonaismäärää. Testituloksista puhuttaessa täytyy kuitenkin muistaa, että testiolosuhteissa saadaan usein parhaat tulokset ja todellisissa mittauksissa erilaiset virhelähteet yleensä lisääntyvät. (Trafikverket, 2015)

Tutkimukset eivät kerro, kuinka hyvin Metor 3000 luokittelee ajoneuvot akselien väliseen etäisyyteen perustuvaan 15-luokkaiseen luokitukseseen. Vähän osviittaa antaa kuitenkin se, että mittauslaitteiden rekisteröimien ajoneuvojen akseleiden lukumäärä saadaan 99,8-prosenttisesti oikein ja keskimääräinen poikkeama akselien välisessä etäisyydessä todellisuuteen verrattuna on 3,8 senttimetriä. Pitää kuitenkin huomata, että tätä lukua kasvattaa jotkin erittäin poikkeavat arvot, joten pääosin poikkeama on vielä tätäkin lukua pienempi. Voidaan siis sanoa, että Metor 3000 rekisteröi akselien lukumäärän oikein ja mittaa akselien välisen etäisyyden todella tarkasti. Näin ollen on todennäköistä, että jos mittauslaite rekisteröi ajoneuvon, niin se myös luokitellaan oikein akselien väliseen etäisyyteen perustuvan 15-luokkaisen luokituksen mukaan. (Trafikverket, 2015)

Tutkimukset Amsbergissa osoittavat kuitenkin, että luokittelu Metorilla ei täysin vastaa ajoneuvorekisteriin kuuluvia ajoneuvoluokkia, joita tässä tapauksessa voidaan pitää totuutena. Siinä, kuinka eri ajoneuvot määritellään, on olemassa perustavanlaatuisia eroja. Tämä tekee joidenkin ajoneuvoluokkien erottamisen vaikeaksi. Metor esimerkiksi käyttää 330 senttimetriä akselien välisen etäisyyden rajana, jolla erotetaan henkilöautot kuorma-autoista. Tämä aiheuttaa suuria ongelmia, kun pienemmät kuorma-autot, joissa akselien välinen etäisyys on alle 330 senttimetriä, ohittavat mittauspisteen. Ne luokitellaan henkilöautoiksi. Lisäksi tällä

menetelmällä ei kyetä erottamaan linja-autoa ja raskasta kuorma-autoa toisistaan. (Trafikverket, 2015)

## 2.2 Mitattavat tieosuudet

Ruotsin valtion tieverkko ilman pyöräteitä on yhteispituudeltaan noin 100 000 kilometriä. Se jaetaan neljään eri tieluokkaan. Taulukossa 3 on esitetty Ruotsissa käytössä olevat tieluokat ja niiden yhteispituudet sekä liikennesuoritteet kullakin tieluokalla vuonna 2011. (Trafikverket, 2015)

Taulukko 3. Teiden yhteispituus ja liikennesuorite Ruotsin valtion tieverkolla tieluokittain. (Trafikverket, 2015)

Tieluokka	Teiden yhteispituus (km) ilman kiertoliittymiä ja rampeja 2011	Liikennesuorite 2011 (miljoonaa km)
Eurooppatiet	6 455	22 730
Valtatiet	8 937	13 316
Ensisijaiset läänitiet	11 025	8 549
Muut läänitiet	72 108	11 568
Yhteensä	98 525	56 163

Taulukossa 3 olevat pituudet eivät sisällä kiertoliittymiä eikä moottoriteiden rampeja. Näillä osuuksilla mittausten menetelmät poikkeavat tavallisten teiden mittaustavoista. Kiertoliittymien ja ramppien yhteenlaskettu pituus on runsaat 1 500 kilometriä. Näin ollen Ruotsin koko valtiollinen tieverkko on yhteensä yli 100 000 kilometriä. Liikennesuoritteen on arvioitu olevan kiertoliittymissä ja rampeilla noin 1 000 miljoonaa kilometriä. (Trafikverket, 2015)

Valtion tieverkon lisäksi on olemassa niin kutsuttu yleinen tieverkko, joka on pituudeltaan noin 41 600 kilometriä. Tämä koostuu kunnallisista kaduista ja teistä. Vuonna 2012 arvioitiin liikennesuoritteen olevan tällä tieverkolla noin 24 miljardia kilometriä. Trafikverketin mittaukset ja niistä saatavat tunnusluvut, kuten KVL, liikennesuorite ja nopeustieto, koskevat kuitenkin vain valtion tieverkkoa. (Trafikverket, 2015)

Ruotsin valtion tieverkko on jaettu yli 34 000 mittausosaan, joille KVL muodostetaan. Mittausjärjestelmän alaisuuteen kuuluu runsas 22 000 tieosuutta, joille KVL tuotetaan mittausten perusteella. Lopuille hieman yli 12 000 tieosuudelle ei käytössä oleva mittausjärjestelmä sovellu. Näihin tieosuuksiin kuuluvat kiertoliittymät, moottoriteiden rampit ja lyhyet tieosuudet. Näiden KVL-luvut perustuvat täysin arvioihin. Noin 10 % valtion tieverkon liikennesuoritteesta arvioidaan tapahtuvan näillä mitaamattomilla tieosuuksilla. Taulukossa 4 on jaoteltu tieosuudet tieluokittain ja myös sen mukaan, ovatko ne mitattavia vai ei. (Trafikverket, 2015)

Taulukko 4. Mitattavien ja mittaamattomien tieosuuksien lukumäärä Ruotsissa tieluokittain vuonna 2013. (Trafikverket, 2015)

Tieluokka	Mitattava tie- osuus (kpl)	Mittaamaton tieosuus (kpl)	Yhteensä (kpl)
Eurooppatiet	1 295	5 993	7 288
Valtatiet	1 679	3 053	4 732
Ensisijaiset läänitiet	1 960	1 310	3 270
Muut läänitiet	17 504	1 847	19 351
Yhteensä	22 438	12 203	34 641

Mitattavien tieosuuksien yhteispituus on lähes 98 000 kilometriä ja tieosuudet, joita ei mitata, ovat yhteispituudeltaan vain noin 2 500 kilometriä. Tästä saadaan mitattavien tieosuuksien keskimääräiseksi pituudeksi noin 4,35 kilometriä, kun taas tieosuudet, joita ei mitata, ovat keskimäärin vain noin 0,2 kilometriä pitkiä. (Trafikverket, 2015)

Kaikki runsaat 22 000 mitattavaa tieosuutta on määritelty sen mukaan, että yhdellä tieosuudella oletetaan liikennemäärän pysyvän suurin piirtein samana koko tieosuudella. Määrittely pohjautuu yhdeksään voimassaolevaan kriteeriin, joiden mukaan tieosuudet erotetaan toisistaan. Kriteerit ovat seuraavanlaiset:

1. Yli 500 asukkaan taajama (koskee Eurooppa- ja valtateitä)
2. Yli 200 asukkaan taajama (koskee muita lääniteitä)
3. Liittymä (koskee myös tiellä yhdistettyjä suurempia levähdyspaikkoja)
4. Pääteiden risteys (Eurooppa- ja valtateiden välinen)
5. Taajaman raja omille tienpitäjille
6. Kriittisen eron ylitys
7. Päätiehen suhteutettuna vilkas risteys (koskee Eurooppa- ja valtateitä)
8. Vilkas risteys (koskee muita lääniteitä)
9. Tieosuuden pituus yli 50 kilometriä (Trafikverket, 2015)

### 2.3 Mittauskierto

Trafikverket toteuttaa liikennemittaukset mitattaville tieosuuksille tietyllä mittausrytmillä. Tämä jaksotus on erilainen eri tieluokille. Päätieverkko eli Eurooppa-, valta- ja ensisijaiset läänitiet mitataan joka neljäs vuosi ja muut läänitiet mitataan 12 vuoden välein. Päätieverkko oli alun perin tarkoitettu mitata kokonaisuudessaan yhden vuoden aikana, mutta käytännön syistä sen mittaaminen on kuitenkin jaettu kahdelle peräkkäiselle vuodelle siten, että ensimmäisenä vuotena mitataan ensisijaiset läänitiet ja toisena vuonna mitataan Eurooppa- ja valtatiet. Tämäkin periaate hajosi vuonna 2010, kun Eurooppa- ja valtateiden mittaus päätettiin jatkossa jakaa vielä kahdelle eri vuodelle. Näin ollen päätieverkkoa mitataan nykyään neljän vuoden ajanjaksolla yhteensä kolmena eri vuotena. Muiden lääniteiden mittaukset toteutetaan 12 vuoden aikana siten, että niinä kolmena

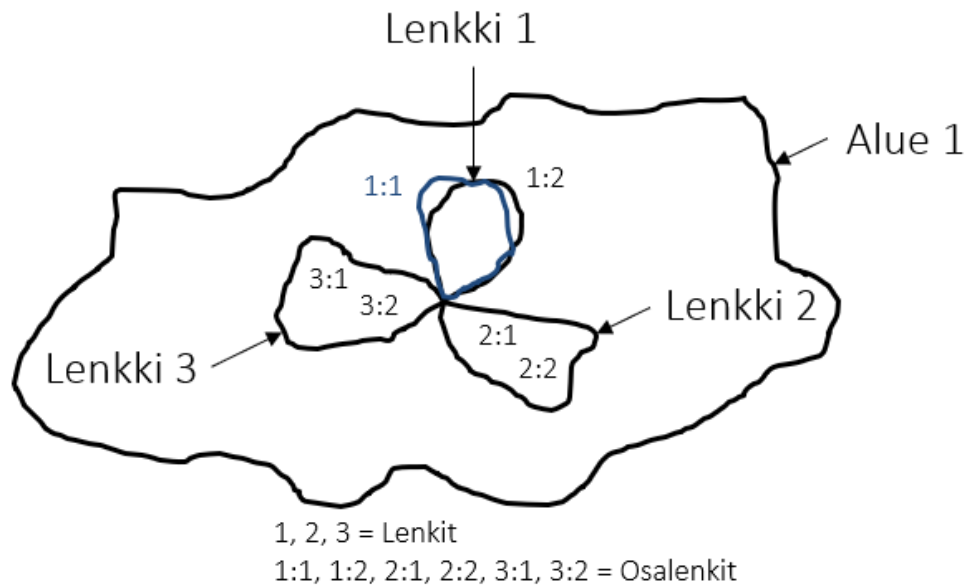
vuotena, kun päätieverkkoa ei mitata, mitataan näitä teitä enemmän. Kuitenkin niin, että joka vuosi mitataan aina jonkin verran muita lääniteitä. (Trafikverket, 2015)

## 2.4 Tieosuuksien ryhmittely

Tieosuudet järjestetään ja ryhmitellään lähinnä sen takia, että maastotyö helpottuisi. Ensiksi mitattavat tieosuudet ryhmitellään niin kutsutuiksi lenkeiksi. Ajatuksena on, että yksi lenkki sisältää niin monta tieosuutta/laitetta kuin yhden työpäivän aikana on mielekästä asentaa tai kerätä pois. Tieosuuksien määrä riippuu niiden välisten matkojen pituudesta. Tavallisesti yksi lenkki sisältää 15-20 mitattavaa tieosuutta. Tieosuuksien ryhmittely ja mittaussuunnittelu tehdään pitkälti Tindran avulla. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 4)

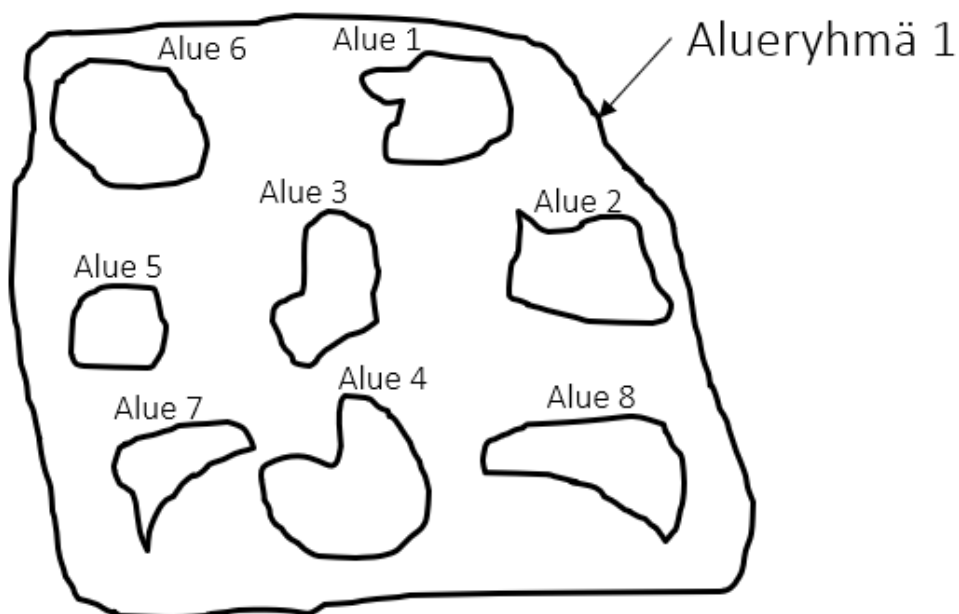
Yksi lenkki koostuu kahdesta osalenkistä, osalenkistä 1 ja osalenkistä 2. Jos tieosuuden KVL on alle 125, mitataan se vain kaksi kertaa vuoden aikana. Tällöin tieosuudella esiintyy vain yksi osalenkinumero (1 tai 2). Neljä kertaa vuoden aikana mitattavilla tieosuuksilla mitataan ensimmäisen puolen vuoden aikana toinen osalenkeistä ja jälkimmäisenä vuoden puolikkaana jäljelle jäänyt osalenkki. Jos kaikki yhden lenkin tieosuudet mitataan neljä kertaa, niin silloin osalenkit 1 ja 2 ovat identtisiä keskenään. Jos taas osa lenkin tieosuuksista mitataan vain kahdesti vuoden aikana ja osa yhteensä neljä kertaa, niin tällöin kaksi kertaa mitattavat tieosuudet sijoitellaan osalenkeille 1 ja 2 siten, että osalenkeistä muodostuu mahdollisimman nopeasti mitattavia eikä turhaa ajamista synny. Käytännössä tämä tarkoittaa, että vain kahdesti vuoden aikana mitattavat tieosuudet jakautuvat tasaisesti molemmille osalenkeille. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 2, 4)

Kaiken tämän jälkeen lenkeistä muodostetaan osalenkeittäin kaksi kolmen lenkin ryhmää. Jokaista ryhmää kutsutaan alueeksi ja kaikkien kolmen lenkin tulee sijaita maantieteellisesti lähellä toisiaan. Perimmäinen ajatus on, että yhden alueen mittaukset on mahdollista aloittaa joka päivä samasta paikasta, josta on lisäksi helppo löytää majoitus mittauspäivien ajaksi. Alueen lenkit numeroidaan 1-3. Kuvassa 2 on havainnollistettu osalenkkien ja lenkkien sijoittuminen alueen sisään. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 4)



Kuva 2. Osalenkit ja lenkit alueen sisällä.

Lopuksi alueista muodostetaan alueryhmiä. Enimmillään yksi mittaaja voi ehtiä mitata kahdeksan aluetta yhden mittausvuoden aikana. Tätä enempää ei yhteen alueryhmään voida alueita sisällyttää. Alueet numeroidaan jokaisen alueryhmän sisällä 1-8. Vaikka mittaukset olisi tarkoitus jakaa useammalle henkilölle, ei alueryhmiä luoda yhtään enempää kuin on tarve. Täysi kahdeksan alueen alueryhmä tarkoittaa samalla sitä, että mittaukset levittäytyvät tasaisesti ympäri vuoden. Se on sekä käytännön että tiedon saannin kannalta etu, että dataa kerätään vuoden ympäri. Alueryhmän sisällä alueet järjestetään siten, että niitä on mahdollisimman helppo mitatauksissa seurata. On tärkeää, että myös ensimmäisenä ja viimeisenä mitattavat alueet ovat maantieteellisesti lähellä toisiaan, koska kaikki tieosuudet mitataan useaan kertaan. Esimerkiksi kuvassa 3 oleville alueille sopiva järjestys voisi olla vaikka 7-5-6-3-1-2-8-4. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 5)



Kuva 3. Alueiden sijoittuminen ja järjestäminen alueryhmän sisällä.

## 2.5 Mittauspäivien valintaprosessi

KVL:n estimointia varten valitaan jokaiselle mitattavalle tieosuudelle satunnaisesti päivät, jolloin mittaukset suoritetaan. Tämän jälkeen voidaan laskea KVL-estimaatit kullekin tieosuudelle tilastollisin menetelmin. Koska liikennettä mitataan vain valittuina päivinä eikä kaikkina vuoden päivinä, eivät tulokset ole täysin varmoja. Tämä epävarmuus ilmoitetaan 95 % luotamusvälin avulla. Voidaan sanoa, että jokaiselle tieosuudelle tehdään erillinen otantatutkimus. Käytännön syistä nämä runsaat 22 000 tutkimusta ovat tosin tiedonkeruun osalta koordinoitu keskenään, mutta niitä kuitenkin käytännössä pidetään täysin riippumattomina toisistaan. (Trafikverket, 2015)

Mittaukset jaetaan mittausjaksoihin, jotka yhdessä muodostavat niin kutsutun jaksolistan koko vuoden ajalle. Sen rakenne noudattaa pitkälti samaa linjaa kuin tieosuuksien ryhmittely. Mittausjaksot jaetaan viikonloppu- ja arkipäiväjaksoihin. Kaikki jaksot alkavat ja loppuvat klo 12. Tavallisella viikolla arkipäiväjakso käsittää neljä vuorokautta, maanantaista klo 12 perjantaihin klo 12. Viikonloppujakso ulottuu vastaavasti perjantaista klo 12 maanantaihin klo 12 kestäen siis yhteensä kolme vuorokautta. Juhlapyhien aikaan voi viikonloppujakso käsittää useampia päiviä. Tätä jakoa on pidetty sopivana käytännön syistä, koska laitteita ei tarvitse asentaa tai ottaa pois viikonloppuisin. Lisäksi jaon hyvänä puolena on se, että se ottaa huomioon sen, että perjantai-iltapäivän liikenne usein eroaa muiden arkipäivien ilta-päiväliikenteestä. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 7)

Jaksolistasta valitaan jokaiselle mittauspaikalle mittausjaksot. Kaikki vuoden päivät eivät sisälly jaksolistaan. Juhannusta edeltävä tiistai puuttuu jaksolistalta, koska silloin ei suoriteta mittauksia. Lisäksi, jos Ruotsin



kansallispäivä eli 6. kesäkuuta on keskellä viikkoa, ei silloinkaan tehdä mittauksia. Mittauksia ei myöskään suoriteta jaksoilla, jotka ajoittuvat ajanjaksolle, joka alkaa juuri ennen joulua ja loppuu loppiaisien jälkeen. Se, että vuoden jokaisena päivänä ei suoriteta mittauksia, aiheuttaa pientä harhaa, kun estimoidaan KVL:ää. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 7)

Aivan kuten tieosuudet, myös mittausjaksot ryhmitellään osalenneittain kahteen kolmen ryhmään. Tämä kolmen mittausjakson muodostama ryhmä voi koostua joko kahdesta peräkkäisestä viikonloppujaksosta ja niiden välissä olevasta yhdestä arkipäiväjaksosta tai vastaavasti yhdestä viikonloppujaksosta ja sen molemmin puolin olevista kahdesta arkipäiväjaksosta. Nämä kolme jaksoa ovat aina peräkkäin kalenterissa ja ajallisesti mitattuna ne ovat kestoiltaan noin puolitoista viikkoa. Tässä työssä käytetään tällaisesta kolmen peräkkäisen mittausjakson muodostamasta ryhmästä nimitystä alueohjelma. Nimitys perustuu siihen, että näiden kolmen mittausjakson aikana tulee mitatuksi yksi alue. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 7)

Vuoden ensimmäinen alueohjelma voi olla joko muotoa viikonloppu-arkipäivä-viikonloppu tai arkipäivä-viikonloppu-arkipäivä. Mittausten levittämiseksi mahdollisimman laajalle ympäri vuotta tehdään kaksi eri asetelmaa alueohjelmien rakentamiseksi. Jos vuoden ensimmäinen mittaus on arkipäivämittaus, kutsutaan asetelmaa arkipäivätapaukseksi ja vastaavasti viikonlopputapaukseksi kutsutaan asetelmaa, jossa vuosi aloitetaan viikonloppumittauksella. Molemmissa tapauksissa ensimmäiset kahdeksan alueohjelmaa sijoittuvat suurin piirtein vuoden ensimmäiselle neljännekselle. Tästä ajanjaksosta on käytetty aiemmin myös nimitystä kerros. Sekä arkipäivä- että viikonlopputapauksien alueohjelmat numeroidaan 1-8. Sama toimenpide tehdään vuoden lopulle kolmelle vuosineljännekselle, jotka kaikki sisältävät myös kahdeksan alueohjelmaa. Tässä työssä käytetään kahdeksan alueohjelman käsittävää ajanjaksoa nimitystä vuosineljännes. Tämä kuvaa ajanjaksoa paremmin kuin nimitys kerros, sillä ajanjakso on pituudeltaan noin 12 viikkoa eli suunnilleen yhden vuosineljänneksen pituinen. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 7)

Arkipäivätapauksessa mittaukset alkavat alueohjelmalla, joka on muotoa arkipäivä-viikonloppu-arkipäivä. Lisäksi viikonloppumittauksen yhteydessä mitataan aina yksi arkipäivä. Merkitään tällaista mittauksia A-aV-A, missä A on erikseen suoritettava arkipäivämittaus, V on viikonloppumittaus ja a on viikonloppun yhteydessä mitattava arkipäivä. Tässä tapauksessa a on ennen V:tä, mikä tarkoittaa, että viikonloppun yhteydessä mitattava arkipäivä mitataan ennen viikonloppua. Arkipäivätapauksen seuraava alueohjelma käsittää sitten muotoa viikonloppu-arkipäivä-viikonloppu olevat mittaukset. Edellä mainittuja merkintöjä mukaillen voidaan tämä merkitä muodossa aV-A-aV. Tällä tavalla vuorotellen jatkuvat mittaukset aina kahdeksanteen alueohjelmaan asti, joka näin ollen on muotoa aV-A-aV. Tämän jälkeen vaihtuu arkipäivien ja viikonloppujen järjestys. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 8)

Lenkit, jotka mitataan ensimmäisessä alueohjelmassa vuoden ensimmäisellä neljänneksellä, mitataan myös kaikkina muina vuosineljänneksinä ensimmäisessä alueohjelmassa. Lenkit, jotka mitataan arkipäivänä ensimmäisellä vuosineljänneksellä, mitataan toisella vuosineljänneksellä viikonloppuna. Tämä tarkoittaa sitä, että arkipäivätapausten kohdalla ensimmäinen alueohjelma sisältää toisella vuosineljänneksellä kaksi viikonloppumittauksia ja yhden arkipäivämittauksen. Kolmas vuosineljännes alkaa kuten ensimmäinen ja neljäs vuosineljännes alkaa kuten toinen. Jos viikonloppumittaukseen liitetty arkipäivä mitataan ennen viikonloppua ensimmäisellä ja toisella vuosineljänneksellä, niin kolmannella ja neljännellä vuosineljänneksellä mitataan arkipäivä viikonloppun jälkeen. Viikonlopputapaustissa mittaukset alkavat viikonloppumittauksella ja kaikki mittaukset toteutetaan kuten arkipäivätapaustissa, mutta päinvastoin. Taulukossa 5 on esitetty ihanteellisen aikataulun mukainen arkipäivä- ja viikonlopputapausten rakenne. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 8)

Taulukko 5. Ihanneaikataulun mukainen arkipäivä- ja viikonlopputapausten rakenne. (Nilsson &amp; Varedian, 2012, s. 9-10)

Vuosineljännes	Alueohjelma	Arkipäivätapaus	Viikonlopputapaus
1	1	A-aV-A	Va-A-Va
	2	aV-A-aV	A-Va-A
	3	A-aV-A	Va-A-Va
	4	aV-A-aV	A-Va-A
	5	A-aV-A	Va-A-Va
	6	aV-A-aV	A-Va-A
	7	A-aV-A	Va-A-Va
	8	aV-A-aV	A-Va-A
2	1	aV-A-aV	A-Va-A
	2	A-aV-A	Va-A-Va
	3	aV-A-aV	A-Va-A
	4	A-aV-A	Va-A-Va
	5	aV-A-aV	A-Va-A
	6	A-aV-A	Va-A-Va
	7	aV-A-aV	A-Va-A
	8	A-aV-A	Va-A-Va
3	1	A-Va-A	aV-A-aV
	2	Va-A-Va	A-aV-A
	3	A-Va-A	aV-A-aV
	4	Va-A-Va	A-aV-A
	5	A-Va-A	aV-A-aV
	6	Va-A-Va	A-aV-A
	7	A-Va-A	aV-A-aV
	8	Va-A-Va	A-aV-A
4	1	Va-A-Va	A-aV-A
	2	A-Va-A	aV-A-aV
	3	Va-A-Va	A-aV-A
	4	A-Va-A	aV-A-aV
	5	Va-A-Va	A-aV-A
	6	A-Va-A	aV-A-aV
	7	Va-A-Va	A-aV-A
	8	A-Va-A	aV-A-aV

Aikataulua lähdetään usein rakentamaan niin, että ensimmäinen vuosineljännes aikataulutetaan ensin, sillä se on helpointa. Tämän jälkeen aikataulutusta ruvetaan muodostamaan vuoden lopusta alkaen. Tämä johtuu siitä, että toisella vuosineljänneksellä tarvitsee mahdollisesti tehdä useita-kin poikkeuksia, koska silloin on paljon juhlapyyhiä, jotka vaikeuttavat aikataulun laatimista. Joskus poikkeuksia täytyy tehdä myös muilla vuosineljänneksillä. Viikonloppu- ja arkipäiväjaksujen määrän on kuitenkin aina oltava vakio. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 10)

Seuraavia poikkeuksia voidaan kuitenkin joutua tekemään:

1. Viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä mitataan ennen viikonloppua, vaikka se tulisi mitata vasta viikonlopun jälkeen.
2. Viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä mitataan vasta viikonloppun jälkeen, vaikka se tulisi mitata ennen viikonloppua.
3. Viikonloppumittaus täytyy aloittaa useita päiviä etukäteen tai jatkaa useampia päiviä viikonlopun jälkeen, jotta viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä saadaan laskettua tapauksissa, joissa viikonloppujakso ei ole suoraan yhteydessä mihinkään arkipäivään.
4. Alueohjelmia ei mitata numerojärjestyksessä.
5. Arkipäivä- ja viikonloppumittausten järjestystä muutetaan alueohjelman sisällä.
6. Samaa arkipäiväjaksoa käytetään kaksi kertaa, joko saman alueohjelman sisällä tai vierekkäisissä alueohjelmissa.
7. Mittaus täytyy aloittaa ennen kuin edellinen mittaus on päättynyt. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 10)

Seuraaviin kohtiin pitää puolestaan pyrkiä:

1. Alueohjelmiin tulee sisällyttää mahdollisimman monta eri viikonloppujaksoa. Kaikkia viikonloppujaksoja ei voida käyttää sekä viikonloppu- että arkipäivätapauksissa, koska viikonloppujaksoja on enemmän kuin mitä tarvitaan.
2. Tavoitteena on, että syntyy mahdollisimman vähän tilanteita, joissa useampi mittaus on samanaikaisesti käynnissä. Esimerkiksi sellaisia tilanteita, joissa uusi lenkki asennetaan samaan aikaan, kun toinen lenkki kerätään pois.
3. Tulee välttää päällekkäisyyksiä samanaikaisesti sekä arkipäivä- että viikonlopputapauksissa. Päällekkäisyydet lisäävät mittaushenkilöstön kuormitusta. Lisäksi KVL:n ja liikennesuoritteiden estimaatit eivät ole yhtä tarkkoja, kun mittaukset eivät ajallisesti katsottuna levittäydy niin laajalle kuin mahdollista. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 11)

Tämän menettelytavan seurauksena on, että arkipäivämittaukset toteutetaan usein tiistaista keskiviikkoon tai keskiviikosta torstaihin tapahtuvina mittauksina. Vastaavasti viikonloppumittausten yhteydessä olevat arkipäivämittaukset toteutetaan useimmiten maanantaista tiistaihin tai torstaista perjantaihin tapahtuvina mittauksina. Alkuperäiseen mittausaika- tauluun täytyy kuitenkin tehdä useita poikkeuksia, etenkin toisella vuosineljänneksellä. Tällöin on hyvä tietää, mitkä muutokset voidaan tehdä ilman, että syntyy liian suuria käytännön ongelmia maastotyössä. Lisäksi on tärkeää, että muutokset mittausaika- taulussa eivät heikennä liikaa KVL:lle saatavan arvion tarkkuutta. Päällekkäisyyksiä tapahtuu usein siirtymissä vuosineljänneksien välillä. Varsinkin toisen ja kolmannen vuosineljänneksen taitekohdassa on suuri riski päällekkäisyyksien syntymiselle. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 11)

## 2.6 Mittauspäivien eri otosvaihtoehdot ja niiden todennäköisyydet

Pois lukien kaikista vähäliikenteisimmät tieosuudet ( $KVL < 125$ ), joilla mittauksia tehdään vain kahdesti vuodessa, mitataan jokaisella mittauspisteellä neljänä eri ajankohtana yhden vuoden aikana. Tällaiselle mittauspisteelle on mahdollista saada 544 erilaista otosta. Osa mahdollisista otoksista tulee valituksi todennäköisemmin kuin toiset. Seuraavassa käydään läpi, kuinka todennäköisyydet eri otosten valituksi tulemiselle määräytyvät. (Forsman, 2012, s. 7; Nilsson & Varedian, 2012, s. 2)

Jokaiselle mittauspisteelle valitaan ensimmäiseltä vuosineljännekseltä satunnaisesti yksi mittausjakso. Jos valinta osuu jaksoon, joka on ainoa laatuaan omassa alueohjelmassa, on mittauspisteen muutkin mittausjaksot tällöin määrätty samalla. Tämä johtuu siitä, että seuraavilla vuosineljänneksillä kyseisessä alueohjelmassa on vain yksi sellainen jaksotyyppi, joka voidaan valita otokseen. Jos taas valinta osuu ensimmäisellä vuosineljänneksellä jaksotyyppiin, jota on alueohjelmassa kaksi eri mittausjaksoa (esim. viikonloppujakso 5 ja viikonloppujakso 6), on mahdollisia mittausjaksoja lopuillakin vuosineljänneksillä kullakin kaksi kappaletta. Tämä tarkoittaa siis yhteensä  $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$  erilaista otosvaihtoehtoa. Näin ollen juuri tietyllä alueohjelmalla alkavat mittaukset on mahdollista tapahtua 17 eri otoksella. (Vägverket, 2006)

Alueohjelmia on kahdeksan ensimmäisellä vuosineljänneksellä sekä arkipäivä- että viikonlopputapauksessa. Tämä tarkoittaa, että ensimmäiseksi alueohjelmaksi on yhteensä  $2 \cdot 8 = 16$  eri vaihtoehtoa. Tästä saadaan, että mahdollisia otoksia on  $17 \cdot 16 = 272$  kappaletta. Tämän jälkeen on vielä yksi asia, joka vaikuttaa erilaisten mahdollisten otosten määrään. Samoista mittausjaksoista koostuvista mittauksista saadaan nimittäin vielä kaksi erilaista vaihtoehtoa mittauspäiville. Arkipäivämittaus voidaan suorittaa joko tiistaina tai keskiviikkona, mikä tarkoittaa myös samalla sitä, että viikonloppun yhteydessä mitattava arkipäivä on tästä riippuen joko ennen viikonloppua tai sen jälkeen. Tämä rytmi vaihtuu jokaisen mittauspisteen kohdalla aina puolivälissä vuotta. Kun otetaan huomioon myös nämä kaksi eri vaihtoehtoa, saadaan eri otosvaihtoehtojen lopulliseksi määräksi  $272 \cdot 2 = 544$  kappaletta. (Vägverket, 2006)

Mietittäessä kunkin otosvaihtoehdon todennäköisyyttä tulla valituksi jollekin mielivaltaiselle pisteelle täytyy huomata, että kaikki otosvaihtoehdot eivät ole yhtä todennäköisiä. Koska ensimmäiseltä vuosineljännekseltä valitaan mittauspisteelle satunnaisesti yksi mittausjakso, on mittauspisteen todennäköisyys tulla mitatuksi kunkin mittausjakson kohdalla  $1/48$ . Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että ensimmäisellä vuosineljänneksellä on sekä arkipäivä- että viikonlopputapauksessa kahdeksan alueohjelmaa, joissa jokaisessa on kolme mittausjaksoa. Näin ollen mittausjaksoja on yhteensä  $2 \cdot 8 \cdot 3 = 48$  kappaletta ensimmäisellä vuosineljänneksellä. Koska jaksotyyppien kohdalla, jotka ovat ainoita alueohjelmassa, on loputkin mittausjaksot määrätty, voidaan todeta, että näiden

mittausjaksoyhdistelmien todennäköisyys tulla valituksi on tällöin  $1/48$ . Lisäksi täytyy muistaa, että mittauspäiville on kyseisissä jaksoissa kaksi erilaista vaihtoehtoa riippuen siitä, mitataanko vuoden ensimmäisellä puoliskolla viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä ennen viikonloppua vai sen jälkeen. Näin ollen molempien vaihtoehtojen todennäköisyys tulla valituksi on  $1/96$ . Otosvaihtoehtoja, joilla on  $1/96$  todennäköisyys tulla valituksi, on  $16 \cdot 2 = 32$  kappaletta. Määrä saadaan suoraan alueohjelmien määrästä ensimmäisellä vuosineljänneksellä ( $2 \cdot 8 = 16$ ) kerrottuna kahdella joh-tuen kahdesta eri vaihtoehdosta mittauspäiville. (Vägverket, 2006, Forsman, 2012, s. 7)

Mittausjaksojen kohdalla, joita on samassa alueohjelmassa kaksi kappaletta samaa jaksotyyppiä, on todennäköisyys tulla valituksi ensimmäisellä vuosineljänneksellä luonnollisesti myös  $1/48$  kullakin mittausjaksolla. Muilla vuosineljänneksillä on kuitenkin aina kaksi eri mittausjaksoa vaihtoehtoina, jolloin mittaukset voidaan suorittaa. Näin ollen ensimmäisen vuosineljänneksen jälkeen on jokaiselle  $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$  yhtä todennäköistä mittausjaksojen yhdistelmää, jolloin mittaukset voidaan suorittaa. Tämä tarkoittaa jokaiselle yhdistelmälle  $1/384$  todennäköisyyttä tulla valituksi. Myös tässä tapauksessa jokaisella yhdistelmällä on kaksi erilaista vaihtoehtoa riippuen mittauspäivistä. Täten jokaisen erilaisen otosvaihtoehdon todennäköisyys on tällaisissa tapauksissa  $1/768$ . Tällaisia otosvaihtoehtoja on yhteensä  $256 \cdot 2 = 512$  kappaletta. Määrä saadaan siitä, että ensimmäisellä vuosineljänneksellä on 16 alueohjelmaa, joissa jokaisessa on kaksi samaa jaksotyyppiä olevaa mittausjaksoa ja näillä jokaisella on kahdeksan eri yhdistelmävaihtoehtoa ( $16 \cdot 2 \cdot 8 = 256$ ). Tämä luku kerrotaan myös kahdella joh-tuen jälleen kahdesta eri vaihtoehdosta mittauspäiville. (Vägverket, 2006; Forsman, 2012, s. 7)

## 2.7 Mittaukset maastossa

Käytännössä mittausviikoilla, jolloin ei tarvitse tehdä poikkeuksia mittausaikatauluun, on kaksi erilaista variaatiota siitä, minkälainen mittajaan työviikko maastossa on. Eron viikkorytmissä aiheuttaa se, mitataanko viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä ennen viikonloppua vai sen jälkeen. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 11-12)

Mittajaan viikkorytmi tavallisella työviikolla on seuraavanlainen:

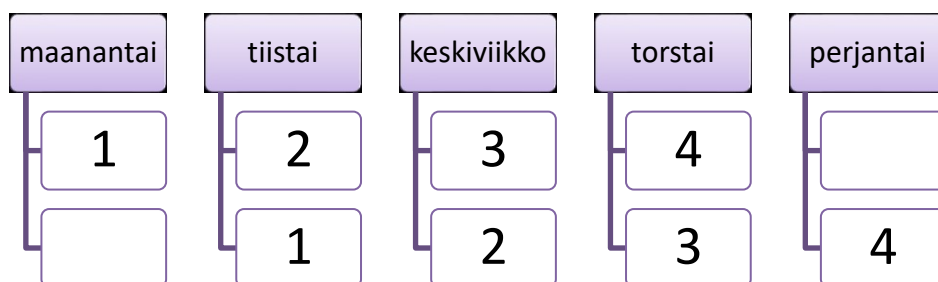
1. päivä: Lähtö aamulla työpaikalta keräämään laitteet siltä lenkiltä, joka on ollut edellisen viikonlopun ajan mitattavana. Laitteiden on ehdittävä mitata täydet neljä vuorokautta ennen kuin ne kerätään pois. Tämän jälkeen yöpymään mittausviikon tukikohdaksi valittuun paikkaan.

2. päivä: Lähtö aamulla tukikohdasta asentamaan laitteet lenkille, joka suoritetaan arkipäivämittauksena. Tämän jälkeen paluu tukikohtaan yöpymään.

3. päivä: Lähtö aamulla tukikohdasta keräämään edellispäivänä asennetut laitteet pois siten, että ne ehtivät mitata täyden vuorokauden ennen kuin ne kerätään pois. Tämän jälkeen taas paluu tukikohtaan yöpymään.

4. päivä: Lähtö aamulla tukikohdasta asentamaan laitteet lenkille, joka suoritetaan viikonloppumittauksena. Tämän jälkeen paluu työpaikalle ja laitteet jäävät mittaamaan maastoon viikonlopun yli.

Kuvassa 4 on esitetty päiväkohtaisesti mittaajan viikkorytmi erikseen sen mukaan, mitataanko viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä ennen viikonloppua vai sen jälkeen. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 11-12)



Kuva 4. Mittaajan viikkorytmi ylläolevaan numerointiin perustuen. Ylemmässä vaihtoehdossa viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä mitataan ennen viikonloppua ja alemmassa se mitataan viikonlopun jälkeen.

Muun muassa juhlapyhien yhteydessä tapahtuu poikkeuksia kuvassa 4 esitettyyn viikkorytmiin. Tällöin mittauksia ei suoriteta juuri kyseisinä päivinä. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 15)

## 2.8 Lopullisten mittausohjelmien muodostaminen

Jokaiselle lenkille valitaan satunnaisesti mittausjaksot, jolloin ne mitataan. Tämä tehdään niin, että työmäärä on tasainen ympäri vuoden. Ensiksi valitaan kullekin alueryhmälle satunnaisesti joko arkipäivä- tai viikonlopputapaus. Jos jollain tietyllä maantieteellisellä alueella on kaksi alueryhmää, annetaan alueryhmille keskenään eri tapaukset. Kaiken kaikkiaan tulisi käyttää yhtä monta arkipäivä- ja viikonlopputapausta, jotta mittaukset leviittäytyisivät mahdollisimman laajasti vuoden ympäri. Jos kahdessa tai useammassa alueryhmässä on yhteensä korkeintaan kahdeksan aluetta, voidaan satunnaistaminen järjestää näiden alueiden kesken siten, että niitä käsitellään kuin ne olisivat yksi alueryhmä. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 13)

Yhden alueohjelman aikana mitataan tasan yksi alue sen sisältämine lenkkeineen. Alueohjelmia on täten aina yhtä monta kuin alueita on yhdessä alueryhmässä. Ensin valitaan satunnaisesti, minkä alueohjelman aikana alue 1 mitataan. Seuraava alue mitataan seuraavan alueohjelman aikana.

Esimerkiksi, jos alueet on yhdistetty alueryhmän sisällä järjestykseen 1-2-4-5-3-6-7-8 ja alue 1 on valittu satunnaisesti mitattavaksi alueohjelmassa 4, niin alueet mitataan järjestyksessä 6-7-8-1-2-4-5-3. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 13)

Jokainen alue mitataan saman alueohjelmanumeron aikana kaikilla vuosineljänneksillä. Joten kun alueet on satunnaistettu ensimmäiselle vuosineljännekselle, niin kopioidaan tämä järjestys lopuille vuosineljänneksille. Jokaisen alueohjelman sisällä puolestaan valitaan satunnaisesti, mitkä lenkit mitataan minäkin jaksossa. Lenkki, joka saa ensimmäisellä vuosineljänneksellä sen jaksotyypin, jota on vain yksi kyseisessä alueohjelmassa, on kaikilla vuosineljänneksillä alueohjelmansa ainoa kyseistä jaksotyyppiä edustava lenkki. Tämä johtuu siitä, että joka toinen mittaus tehdään viikonloppumittauksena ja joka toinen arkipäivämittauksena. Muiden lenkkien jaksot valitaan satunnaisesti alueohjelman sisällä kaikille vuosineljänneksille. Myös osalenkkien järjestys valitaan satunnaisesti, eli kumpi osalenneista mitataan vuoden ensimmäisellä puoliskolla ja kumpi jälkimmäisellä. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 14)

Yhden tieosuuden mittauksen ajankohdat ovat näin ollen yhdistelmä sekä satunnaista että systemaattista otantaa. Systemaattisen otannasta tekee se, että yhtä tieosuutta mitataan systemaattisesti noin kolmen kuukauden välein. Tämä tarkoittaa myös sitä, että mittausjärjestys pysyy lähestulkoon samana jokaisen kolmen kuukauden jakson aikana. Lisäksi on tarkkaan määritetty, että kutakin tieosuutta mitataan joka toinen kerta pelkästään arkipäivänä ja joka toinen kerta viikonloppuna siten, että siihen on yhdistetty yksi arkipäivä, ja että näitä molempia mittauksia tehdään kaksi kappaletta. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 14)

Kun mittauspäivien satunnaistaminen on tehty, tarkastellaan vielä, jos pienillä muutoksilla olisi mahdollista saada mittausten toteutus toimimaan paremmin käytännössä. Tällaisia tilanteita voi syntyä esimerkiksi silloin, kun joissain alueissa onkin syystä tai toisesta vähemmän kuin kolme lenkkiä mitattavana. Mahdolliset muutokset ovat esimerkiksi sellaisia, joissa arkipäivämittauksen päivää muutetaan päällekkäisyyksien välttämiseksi. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 14)

Tiivistetysti voidaan sanoa, että mittauspäivien suunnitteluprosessi etenee seuraavasti:

1. Valitaan satunnaisesti jokaiselle alueryhmälle joko viikonloppu- tai arkipäivätapaus niin, että molempia tapauksia tulee yhtä paljon.
2. Valitaan satunnaisesti alueohjelma (1-8) jokaisen alueryhmän alueelle 1 ja loput alueohjelmat määräytyvät sitten järjestyksessä alueryhmän lopuille alueille.
3. Valitaan satunnaisesti kaikkien kolmen lenkin järjestys ensimmäiselle vuosineljännekselle kunkin alueohjelman sisällä.



4. Lenkki, joka mitataan jaksotyyppinä (arkipäivä/viikonloppu), jota on vain yksi kyseisessä alueohjelmassa, mitataan koko vuoden aina sinä jaksotyyppinä, jota on vain yksi kyseisessä alueohjelmassa. Kahden muun lenkin järjestys valitaan satunnaisesti kaikille vuosineljänneksille erikseen.
5. Valitaan satunnaisesti, kumpi osalenkki 1 vai 2 mitataan vuoden ensimmäisen puoliskon aikana, jolloin toinen osalenkki mitataan vuoden jälkimmäisellä puoliskolla.
6. Lopuksi tarkastetaan, voidaanko pienillä muutoksilla helpottaa maastossa tehtävää työtä. (Nilsson & Varedian, 2012, s. 14)

## 2.9 Mittauspaikkojen valinta

Kun mitattavalla tieosuudella suoritetaan ensimmäistä kertaa mittaus, valitaan samalla sattumanvaraisesti mittauspaikka tältä tieosuudelta. Kun tieosuudella mitataan seuraavan kerran 4 tai 12 vuoden päästä, niin käytetään samaa mittauspaikka kuin aiemmin, jos tieosuudelle ei ole sinä aikana tehty muutoksia. Kun uusi tai uudelleen muodostettu tieosuus otetaan käyttöön, tehdään aina ensin niin sanottu tukimittaus. Tällöin mitattavalta tieosuudelta valitaan sopiva piste, jossa suoritetaan viikonpituinen mittaus. Mittaustulosten perusteella muodostetaan sitten arvio KVL:lle. (Trafikverket, 2015)

Kun ensimmäinen varsinainen mittaus lopulta tehdään uudella tieosuudella, valitaan mittauspiste satunnaisesti. Ei ole kuitenkaan varmaa, voidaanko juuri kyseistä paikkaa käyttää. Lopullista paikkaa valittaessa täytyy nimittäin ottaa huomioon muun muassa turvallisuuseikat ja ylipäätään paikan soveltuvuus mittaukseen. Tämän vuoksi voidaan mittauspaikkaa joutua siirtämään jonkin verran. Paikanvaihto pyritään kuitenkin aina toteuttamaan niin, että lopullinen paikka on mahdollisimman lähellä alkupeleistä paikkaa. Käytännössä aina sopiva paikka löytyy kuitenkin samojen risteysten välistä kuin alkuperäinenkin paikka. Näin ollen liikennemäärää ajatellen paikanvaihdolla ei ole yleensä mitään merkitystä. (Trafikverket, 2015)

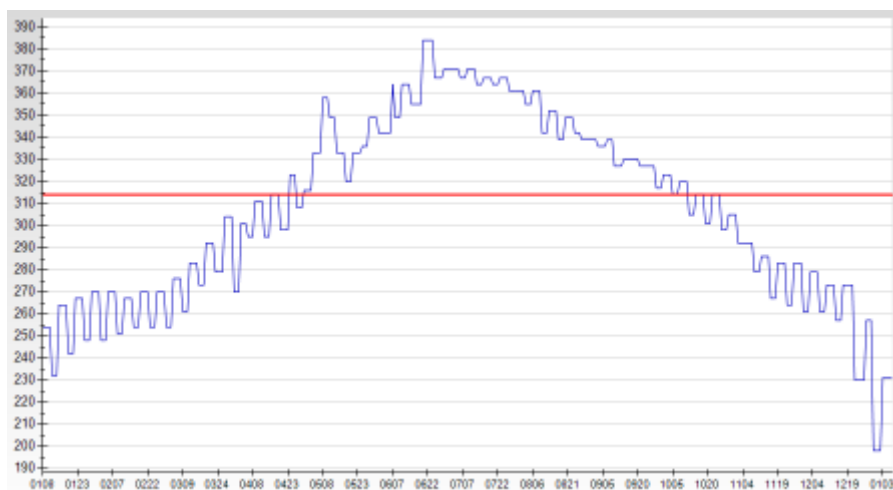
## 2.10 Jatkuvat mittauspisteet ja niiden hyödyntäminen

Trafikverket käyttää niin kutsuttuja indeksikäyriä aputietonaan. Näillä käyrillä kuvataan, kuinka paljon liikennemäärä poikkeaa KVL:stä vuoden eri ajankohtina. Indeksikäyrien muodostamiseksi käytetään jatkuvien mittauspisteiden dataa. Jatkuvilla mittauspisteillä tarkoitetaan pisteitä, joissa mitataan liikennettä yhtäjaksoisesti vähintään vuoden ajan. Esimerkiksi vuonna 2017 tällaisia pisteitä oli Ruotsin maanteillä 133 kappaletta (Bring, 2018, s.7). Osa jatkuvista pisteistä on sellaisia, jotka pysyvät vuodesta toiseen samalla paikalla ja näin ollen niistä saadaan hyvää tietoa liikennesuorituksen muutoksista. Osa pisteistä on puolestaan sellaisia, joiden paikat valitaan sen mukaan, että saataisiin tietoa liikenteen vaihtelusta tieluokilta,

joilla ei muuten ole ympärivuotista mittausta. Näiden pisteiden määrä vaihtelee vuosittain aina tarpeen ja resurssien mukaan. Joinain vuosina tällaisia pisteitä ei välttämättä ole ollenkaan. Lisäksi on sellaisia jatkuvia pisteitä, jotka ovat perustettu jotakin toista projektia varten, mutta ovat myös liikennemittauksia ajatellen hyvällä paikalla. (Trafikverket, 2015)

Jatkuvilta pisteiltä saadun tiedon avulla muodostetaan 33 erilaista indeksikäyrää eri tieluokille ja liikennetyypeille. Käyrien laskentaan sisältyy useita työvaiheita, kuten puuttuvan tiedon täydennystä, mittaustulosten yleistämistä koskemaan muita kalenterivuotia, väliaikaisen vaihtelun tasoittamista ja eri käyrien tasapainottamista. Jokaiselle yksittäiselle tieosuudelle kohdistetaan yksi tällainen indeksikäyrä. Sen jakaminen kullekin mitattavalle tieosuudelle perustuu tavallisissa KVL-mittauksissa pitkälti osaavan henkilöstön subjektiivisiin arvioihin. Tätä perustellaan sillä, että mittauksista ei välttämättä saada tarvittavaa tietoa koskien odotettua vaihtelua. (Trafikverket, 2015)

Indeksikäyrästä voidaan laskea indeksiluvut koko vuoden ajalle. Indeksilukujen tarkoitus on vakauttaa vuoden neljästä eri mittauksesta saadut havaintomäärät mitattavan tieosuuden KVL:n ympärille. Indeksilukujen arvo vaihtelee tavallisesti lukujen 0,7 ja 1,3 välillä, mutta poikkeuksiakin on. Henkilöautoille, kuorma-autoille ilman perävaunua ja perävaunullisille kuorma-autoille lasketaan jokaiselle erilliset indeksiluvut. Henkilöautojen kohdalla indeksiluku jaetaan lisäksi vielä erikseen liikennetyypin, tieluokan ja kesävaihtelun mukaan. Kuvassa 5 on esimerkki indeksikäyrästä. (Trafikverket, 2015)



Kuva 5. Indeksikäyrä 20412 tieosuudella, jossa KVL on kuvan perusteella 314.

Kuvassa 5 on indeksikäyrä henkilöautoliikenteelle. Käyrästä voidaan päätellä jokaisen jakson indeksiluvut. Kuvan pystyakselilla on ajoneuvojen lukumäärä ja vaaka-akselilla koko vuoden päivämäärät. Käyrän muodosta nähdään selvästi, kuinka viikonloppu- ja arkipäiväjaksojen liikennemäärät vaihtelevat pitkin vuotta. Käyrältä saadaan ajoneuvojen odotettu

lukumäärä jokaiselle jaksolle erikseen. Esimerkiksi vuoden ensimmäisellä jaksolla, joka sijoittuu ajanjaksolle 8.1.-11.1., näyttäisi odotettu KVL olevan 254. Punainen viiva puolestaan on koko vuoden odotettu KVL eli tässä tapauksessa voidaan kuvasta päätellä sen olevan 314. Näiden tietojen avulla saadaan laskettua vuoden ensimmäisen jakson indeksiluku, joka tällöin on  $254/314=0,81$ . (Trafikverket, 2015)

Kuvassa 5 olevan indeksikäyrän numero on 20412. Numerosarjan ensimmäinen numero kuvaa tieosuuden liikennetyyppiä. Tässä tapauksessa numero on 2, ja se tarkoittaa sekoitettua liikennettä. Seuraavat kaksi numeroa numerosarjassa viittaavat tieluokkaan. Numerosarja 04 tarkoittaa muuta läänitietä. Kaksi viimeistä numeroa puolestaan kertovat kesäliikenteen määrän suhteessa koko vuoden liikennemäärään. Tässä tapauksessa luku on 12, mikä tarkoittaa, että kesäliikenteen määrä on 1,2-kertainen verrattuna koko vuoden liikennemäärään. Erilaisia indeksikäyriä on yhteensä 33 kappaletta. Taulukossa 6 on käyty läpi kaikki indeksikäyrät, joita henkilöautoille on Ruotsissa käytössä. (Trafikverket, 2015)

Taulukko 6. Henkilöautoliikenteelle käytössä olevat luokat, joille kaikille on oma indeksikäyränsä. (Trafikverket, 2015)

Liikennetyyppi	Eurooppa- ja valtatiet	Ensisijaiset läänitiet	Muut läänitiet
Lähiliikenne	10009	10009	10009
	11210	10310	10410
	11211	10311	10411
Sekoitettu liikenne	21212	20312	20412
	21213	20313	20413
	21214	20314	20414
Turistiliikenne	31215	30315	30415
	31217	30318	30417
	31219		30420
Talvituristiliikenne	41219	40316	40416
	41214	40314	40414
	41212	40313	40412

Taulukon 6 indeksikäyrien ensimmäinen numero kuvaa liikennetyyppiä seuraavalla tavalla:

- 1 = Lähiliikenne
- 2 = Sekoitettu liikenne
- 3 = Turistiliikenne
- 4 = Talvituristiliikenne

Numerosarjan toinen ja kolmas numero kertovat tieluokan seuraavasti:

- 00 = Kaikki tieluokat
- 12 = Eurooppa- ja valtatiet

03 = Ensisijaiset läänitiet

04 = Muut läänitiet

Kaksi viimeistä numeroa puolestaan kertovat kesäliikenteen määrän suhteessa koko vuoden liikennemäärään seuraavaa kaavaa noudattaen:

09 = kesäliikenteen määrä 0,9-kertainen koko vuoteen verrattuna

10 = kesäliikenteen määrä yhtä suuri kuin muunakin vuotena

11 = kesäliikenteen määrä 1,1-kertainen koko vuoteen verrattuna

jne. (Trafikverket, 2015)

### 3 KVL:N ESTIMOINTI JA EPÄVARMUUSLUKUJEN MUODOSTAMINEN

Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) on tunnusluku, joka ilmoittaa poikkileikkauksen keskimääräisen vuorokausiliikenteen määrän jollain tieosuudella tietyssä vuotena (Väylä, n.d.). Ruotsissa tarkka määritelmä kokonaisliikenteen KVL:lle on seuraavanlainen: KVL on mittauspisteen ohittavien moottoriajoneuvojen määrä kalenterivuoden aikana, jaettuna vuodessa olevien päivien lukumäärällä. Molempien suuntien liikenne lasketaan. (Trafikverket, 2015)

Lisäksi Ruotsissa määritellään erikseen KVL raskaalle liikenteelle. Sen määritelmä on vastaavasti: KVL raskaalle liikenteelle on mittauspisteen ohiajajien moottoriajoneuvojen, joiden paino ilman kuormaa on vähintään 3,5 tonnia, lukumäärä yhden vuoden aikana, jaettuna vuodessa olevien päivien lukumäärällä. Molempien suuntien liikenne lasketaan. Käytössä olevilla mittausmenetelmillä tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että moottoriajoneuvot, joiden akseliväli on vähintään 3,3 metriä, luokitellaan raskaiksi ajoneuvoiksi. (Trafikverket, 2015)

#### 3.1 KVL:n estimointi

Liikenteestä kerätty data tallennetaan tunneittain ja suunnittain ajoneuvoluokille 16-21. Myös luokan 15 tuntemattomat ajoneuvot jaetaan luokkiin 16-21, kuten aiemmin on kerrottu. Tämän jälkeen jokaiselle kolmelle yhdistetylle ajoneuvoluokalle (16-17, 18-19 ja 20-21), molemmille suunnille ja akselipareille lasketaan kaikkien tuntien liikennemäärät yhteen mittausjaksolla  $i$ . Tästä luvusta käytetään merkintää  $f$ . KVL:n piste-estimaatti on muotoa

$$\hat{F}_{jc} = \frac{N_v \sum_{i=1}^{n_v} f_{cvi j}}{N \sum_{i=1}^{n_v} I_{cvi}} + \frac{N_h}{N} \cdot \frac{57}{180} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n_h} f_{chi j}}{\sum_{i=1}^{n_h} I_{chi}} \quad (1)$$

, missä

$c$  = ajoneuvoluokka (1 = luokat 16-17, 2 = luokat 18-19, 3 = luokat 20-21)

$j$  = suunta

$\hat{F}_{jc}$  = arvio KVL:lle, kun suunta on  $j$  ja ajoneuvoluokka on  $c$

$v$  = arkipäivä

$h$  = viikonloppujakso

$f_{cvij}$  = ajoneuvoluokan  $c$  liikennemäärä valittuna arkipäivänä  $i$  suunnalle  $j$

$f_{chij}$  = ajoneuvoluokan  $c$  liikennemäärä valittuna viikonloppujaksona  $i$  suunnalle  $j$

$n_v$  = arkipäivien määrä valinnassa

$n_h$  = viikonloppujaksojen määrä valinnassa

$N$  = vuorokausien kokonaismäärä vuodessa = 364

$N_v$  = arkipäivien kokonaismäärä vuodessa = 184

$N_h$  = viikonloppu- ja pyhäpäivien kokonaismäärä vuodessa = 180

$I_{cvi}$  = indeksiluku ajoneuvoluokalle  $c$  valittuna arkipäivänä  $i$

$I_{chi}$  = indeksiluku ajoneuvoluokalle  $c$  valittuna viikonloppujaksona  $i$ . (Forsman, 2015, s. 4-6)

Tekijä 57/180 johtuu siitä, että viikonloppumittaus kestää keskimäärin 180/57 päivää, kun taas arkipäivämittaus kestää tasan yhden vuorokauden. Arvio koko liikenteen KVL:lle lasketaan näin ollen seuraavasti:

$$\hat{F} = \sum_{c=1}^3 \sum_{j=1}^2 \hat{F}_{jc} \quad (2)$$

Arvio raskaan liikenteen KVL:lle lasketaan puolestaan seuraavasti:

$$\hat{F} = \sum_{c=2}^3 \sum_{j=1}^2 \hat{F}_{jc} \quad (3)$$

Ajoneuvoluokkien 1,2 ja 3 erillisiä arvoja käytetään vain sisäisesti Trafikverketin tarpeisiin. KVL akselipareille lasketaan kuten koko liikenteellekin sillä erotuksella, että  $f_{cvij}$  ja  $f_{chij}$  ovat akseleiden lukumäärä jaettuna kahdella kullakin mittausjaksolla. (Trafikverket, 2015)

Seuraavassa on esitetty yksinkertaistettu esimerkki siitä, miten KVL:n estimointikaava käytännössä toimii. Oletetaan, että kaikki vuoden aikana suoritettavat mittaukset ovat onnistuneet mielivaltaisella mittauspisteellä. Pisteiden indeksiluvut kullekin mittausajankohdalle saadaan kyseisen pisteen indeksikäyrästä. Arkipäivämittausten indeksiluvut ovat esimerkiksi seuraavat: 0,94; 1,04; 0,9 ja 1,05. Mitattujen arkipäivien liikennemäärät voivat vastaavasti olla esimerkiksi: 14 217, 15 967, 14 393 ja 16 770. Nyt liikennemäärien summa jaetaan indeksilukujen summalla ja saadaan  $61\,347/3,93=15\,610$ . Tämä kerrotaan arkipäivien määrän osuudella koko vuoden päivien määrästä. Näin ollen saadaan  $184/364*15\,610=7\,891$ .

Seuraavaksi lasketaan viikonloppumittauksista vastaavat luvut. Pisteiden indeksikäyrästä saadaan kahden viikonloppumittauksen indeksiluvut, jotka ovat esimerkiksi 0,98 ja 1,03. Näiden viikonloppujen liikennemäärät voivat puolestaan olla esimerkiksi 30 545 ja 39 795. Kuten arkipäivien tapauksissa, niin nyt jaetaan taas liikennemäärien summa indeksilukujen summalla. Tästä saadaan  $70\,340/2,01=34\,995$ . Tämä kerrotaan sekä viikonloppu- ja pyhäpäivien osuudella koko vuoden päivistä että tekijällä 57/180.

Näin ollen saadaan  $(180/364) \cdot (57/180) \cdot 34\,995 = 5\,480$ . Nyt KVL:n estimaattiksi saadaan  $7\,891 + 5\,480 = 13\,371$ .

### 3.2 Epävarmuusluvut

Estimaatin  $\hat{F}$  varianssitarkastelua ei suoriteta tavallisilla menetelmillä. Perinteisen otosteorian avulla on vaikeaa arvioida epävarmuutta johtuen mittausten rajallisesta lukumäärästä. Sen sijaan sovelletaan tapaa, joka perustuu jatkuvien pisteiden datan simulointiin. Tämän vuoksi varianssin estimointimenetelmän sijaan puhutaan mieluummin epävarmuusluvuista. (Bring, 2018, s. 4; Trafikverket, 2015)

Simulointimenetelmän perimmäinen ajatus on, että jokaiselle mitattavalle tieosuudelle tuotetaan indeksiluvut samankaltaisten jatkuvien pisteiden datasta. Simuloinnit suoritetaan välittömästi mittausvuoden päätyttyä ja kaikki mittausvuoden jatkuvat pisteet muodostavat perustan epävarmuuslukujen laskemiselle. Vielä vuonna 2012 käytettiin jatkuvia pisteitä vain niiltä tieluokilta, jotka kuuluivat kyseisen vuoden mittausohjelmaan. Vuodesta 2013 lähtien on laskettu epävarmuusluvut kaikille tieluokille ja näin ollen simuloinnissa on käytetty kaikkia kyseisen vuoden jatkuvia pisteitä. (Trafikverket, 2015)

Jatkuvat pisteet, joilla on hyväksytyjä tunteja alle 75 %, hylätään. Vuonna 2017 tämän kriteerin vuoksi hylättiin 12 pistettä. Näiden pisteiden mitausarvot korvattiin viimeisimmältä mittausvuodelta, jolta löytyi tarvittava määrä hyväksytyjä tunteja kullakin pisteellä. Vuoden 2017 hyväksytyjen pisteiden tiedot täydennettiin siltä osalta kuin niitä puuttui. (Bring, 2018, s. 7)

Epävarmuuslukujen muodostus tapahtuu joka tieluokalle erikseen. Jatkuvien pisteiden datasta saadaan muodostettua kaikki mahdolliset 544 otosta. Näistä jokaisesta saadaan oma estimaatti KVL:lle,  $\hat{F}_u$ . Tätä kautta saadaan laskettua jokaiselle jatkuvalla pisteelle parametrin  $\hat{F}$  odotusarvo yli kaikkien 544 mahdollisen otoksen

$$E(\hat{F}) = \sum_{u=1}^{544} \hat{F}_u p_u \quad (4)$$

, missä  $p_u$  on todennäköisyys sille, että otos  $u$  tulee valituksi. Täytyy huomata, että indeksiluvut, joita käytetään jokaisen estimaatin  $\hat{F}_u$  kohdalla, voitaisiin periaatteessa muodostaa täysin oikein, sillä jatkuvista pisteistä on dataa koko vuodelta. Tästä menettelytavasta ei kuitenkaan hyödyttäisi, sillä varianssi olisi tällöin tasan nolla. Sen sijaan indeksilukujen jako tehdään tietyn protokollan mukaan, jonka pohjalta valitaan kolme indeksilukusarjaa: paras, toiseksi paras ja kolmanneksi paras. Jokaiselle kolmelle vaihtoehdolle suoritetaan koko proseduuri. (Trafikverket, 2015)

Seuraavaksi jokaiselle jatkuvalle pisteelle lasketaan kaikkien otosten KVL-estimaattien  $\hat{F}_u$  muodostama varianssi

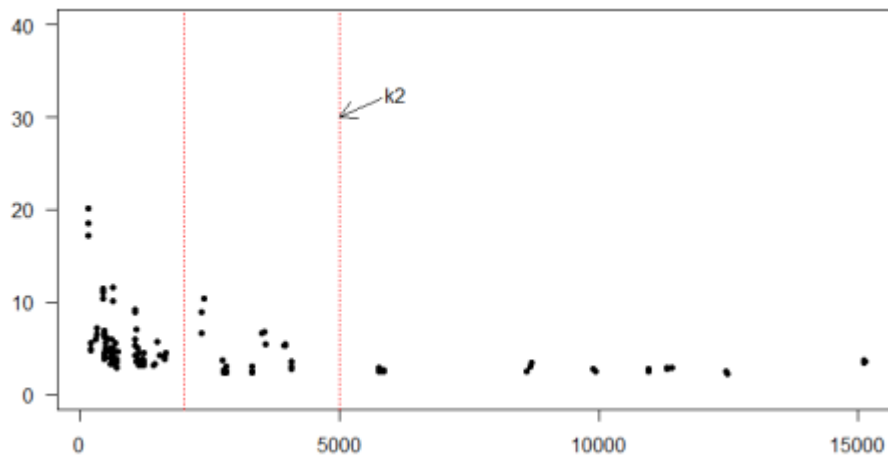
$$\text{Var}(\hat{F}) = \sum_{u=1}^{544} [\hat{F}_u - E(\hat{F})]^2 \cdot p_u \quad (5)$$

Tämän jälkeen lasketaan jokaisen jatkuvan pisteen jokaiselle kolmelle indeksilukusarjalle suhteellinen hajonta

$$RS(\hat{F}) = \frac{\sqrt{\text{Var}(\hat{F})}}{E(\hat{F})} \quad (6)$$

ja nämä piirretään odotettua KVL:ää vasten. Piirrettyjä pisteitä tulee näin ollen kolminkertainen määrä jatkuvien pisteiden määrään verrattuna. Vuoden 2017 osalta tämä tarkoitti yhteensä 399 piirrettyä pistettä. (Bring, 2018, s. 7; Trafikverket, 2015)

Pisteet jaetaan kolmeen ryhmään liikennemäärän mukaan: vähäinen, keskikokoinen ja suuri. Jako tehdään manuaalisesti visuaalisen arvioinnin perusteella. Tässä yhteydessä määritetään myös vakio  $K_2$ , joka on  $E(\hat{F})$ :n arvo, jonka jälkeen piirretyt pisteet tasoittuvat suhteessa nollaan. Kuvassa 6 on esimerkki siitä, miten jako käytännössä toimii. (Trafikverket, 2015)



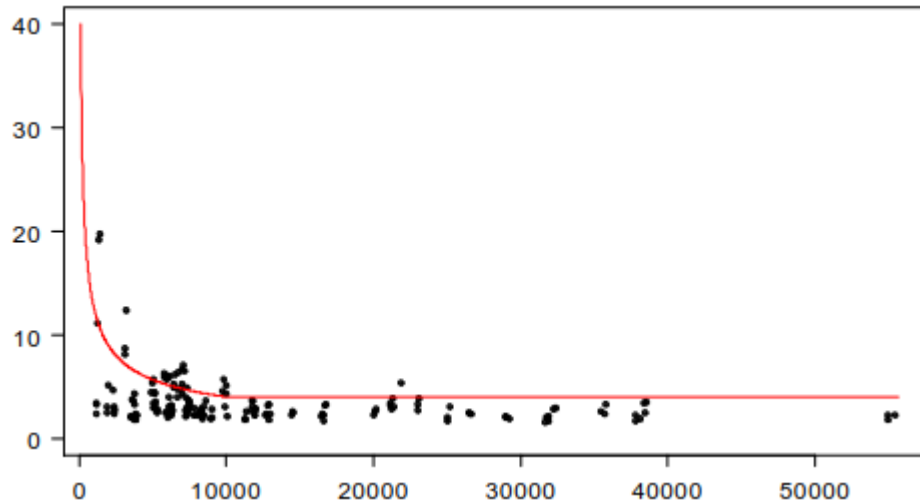
Kuva 6. Esimerkki piirretyistä pisteistä ja niiden jakamisesta kolmeen ryhmään liikennemäärän mukaan ensisijaisten lääniteiden tapauksessa vuonna 2012, kun kaikilta mittauspäiviltä on riittävästi tietoa. Pystyakselilla suhteellinen hajonta (%) ja vaaka-akselilla odotettu KVL. (Trafikverket, 2015)

Piirrettyihin pisteisiin pohjautuen voidaan sovittaa epävarmuusfunktio

$$RS(\hat{F}) = \begin{cases} \alpha \cdot (E(\hat{F}))^{-\beta} & , \text{jos } K_1 \leq E(\hat{F}) \leq K_2 \\ \alpha \cdot (K_2)^{-\beta} & , \text{jos } E(\hat{F}) > K_2 \end{cases} \quad (7)$$

, jossa lähtökohtana on, että alempi raja  $K_1$  on puolet rajan  $K_2$  arvosta. Tämä ei ole mikään orjallisesti noudatettava sääntö, mutta yleisesti ottaen

sitä on pidetty hyvänä lähtökohtana. Lisäksi määrämällä ylempi raja  $K_2$  vältetään liikennemäärän kasvaessa funktion ajautuminen noltaan, mikä johtaisi liian alhaisiin epävarmuuslukuihin isoilla liikennemäärillä. Kuvassa 7 on esimerkki sovitetusta epävarmuusfunktioista. (Bring, 2018, s. 18; Trafikverket, 2015)



Kuva 7. Esimerkki piirrettyihin pisteisiin pohjautuen sovitetusta epävarmuusfunktioista. Pystyakselilla suhteellinen hajonta (%) ja vaakakselilla odotettu KVL. (Trafikverket, 2015)

Epävarmuusfunktioita on vaikea saada sovitettua niin, että jokaisella jatkuvalla pisteellä olisi 95 prosentin luottamustaso. Tämän vuoksi epävarmuusfunktioita ei muodosteta keskimääräisen luottamustason avulla, jolloin kävisi helposti niin, että vähäliikenteisille tieosuuksille muodostuisi 100 prosentin luottamustaso ja kaikista vilkasliikenteisimmille tieosuuksille luottamustaso olisi lähellä nolaa prosenttia. Tästä johtuen muodostetaan liikennemäärään perustuvat ryhmät, joille lasketaan keskimääräinen luottamustaso kunkin ryhmän sisällä. (Bring, 2018, s. 18)

Kun ryhmät on määritetty, lasketaan luottamustasot jokaiselle kolmelle ryhmälle. Tavoitteena on sovittaa epävarmuusfunktio niin, että luottamustaso on 95 % kaikille jatkuville pisteille. Kuten aiemmin todettiin, on tämä vaikeaa, ja siksi se on jaettu kahteen helpommin toteutettavissa olevaan kriteeriin. Ensimmäinen kriteeri on, että kaikkien ryhmien yhteinen keskimääräinen luottamustaso tulee olla 93-96 %. Toinen kriteeri on, että kunkin liikennemääräryhmän keskimääräinen luottamustaso tulee olla vähintään 93 %. (Bring, 2018, s. 20)

Luottamustason suuruus riippuu  $\alpha$ - ja  $\beta$ -arvojen suuruudesta. Niitä muuttamalla voidaan löytää yhdistelmä, jolla päästään mahdollisimman lähelle 95 prosenttia. Teoriassa voidaan kokeilla kaikki mahdolliset  $\alpha$ - ja  $\beta$ -arvojen yhdistelmät, mutta tämä on laskennallisesti vaativaa nykyajan tietokoneillekin. Tämän vuoksi onkin asetettu joitain rajoituksia yhdistelmiin, joita kokeillaan. Ensinnäkin  $\beta$ -arvo määritetään vain tapaukselle, jossa otoksessa



ei ole lainkaan puuttuvaa tietoa, vaan jokaisen päivän mittaus on onnistunut. Saatua arvoa käytetään sitten niillekin tapauksille, joissa kaikkien päivien mittaus ei ole onnistunut. Toinen merkittävä rajoitus on, että parametrille  $\beta$  kokeillaan arvoja vain tietyltä väliltä. Esimerkiksi vuonna 2017 kokeiltiin vain arvoja väliltä 0,3-0,6. Yhdistelmien kokeilu eri  $\alpha$ - ja  $\beta$ -arvoille eteni vuoden 2017 tapauksessa seuraavasti:

1. Asetetaan parametrin  $\beta$  arvoksi 0,3 ja arvioidaan parametrin  $\alpha$  eri arvoilla sekä kaikkien ryhmien yhteistä keskimääräistä luottamustasoa että erikseen kunkin ryhmän keskimääräistä luottamustasoa. Tämä tehdään siis tapauksille, joissa ei ole puuttuvaa tietoa. Paras arvo parametrille  $\alpha$  tallennetaan.
2. Parametrin  $\beta$  arvoa kasvatetaan 0,01 kerrallaan ja samat laskelmat suoritetaan uudelleen. Tätä jatketaan aina, kunnes parametrin  $\beta$  arvo on 0,6. Jälleen paras arvo tallennetaan.
3. Samat laskelmat suoritetaan kaikille ajoneuvo- ja tieluokkien yhdistelmille ja valitaan paras arvo parametrille  $\beta$ .
4. Valittu  $\beta$ -arvo kiinnitetään kullekin ajoneuvo- ja tieluokalle, jonka jälkeen arvioidaan eri  $\alpha$ -arvoilla sekä kaikkien ryhmien yhteistä keskimääräistä luottamustasoa että erikseen kunkin ryhmän luottamustasoa jokaisessa seitsemässä erilaisessa mahdollisessa tapauksessa, joissa jonkin tai joidenkin mittauspäivien tiedot puuttuvat otoksesta. (Riippuen siitä, minkä päivien mittaustiedot puuttuvat, on olemassa yhteensä seitsemän erilaista tapaa, miten tietoa mittauspisteen mittauksista voi puuttua siten, että mittaukset vielä hyväksytään.) (Bring, 2018, s. 20; Trafikverket, 2015)

Ennen kuin epävarmuusfunktio kiinnitetään lopullisesti, tehdään vielä visuaalinen tarkastus, että funktio sijaitsee oikeassa kohdassa. Jos näin ei ole, niin parametrin  $\alpha$  arvoa voidaan vielä säätää subjektiivisesti. Viimeistään tämän jälkeen saadaan epävarmuusfunktion perusteella lopullinen epävarmuusluku  $\hat{F}$ :lle. Näin ollen luottamusväli  $F$ :lle on

$$\hat{F} \pm 2 \cdot RS \cdot \hat{F} \quad (8)$$

Epävarmuusluku ilmoitetaan tavallisesti prosentteina. Yhteensä yhden vuoden aikana muodostetaan kaikkiaan 48 erilaista epävarmuusfunktiota. Ensinnäkin epävarmuusfunktiot muodostetaan erikseen sekä kokonaisliikenteelle että raskaalle liikenteelle. Näin toimitaan jokaisen kolmen eri tieluokan kanssa. Tämä tarkoittaa siis jo kuutta erilaista epävarmuusfunktiota. Tämän lisäksi epävarmuusfunktiot muodostetaan myös seitsemälle eri tilanteelle, joissa on epäonnistuneita mittauspäiviä. Näille kaikille tilanteille muodostetaan luonnollisesti epävarmuusfunktiot myös tieluokittain ja erikseen kokonaisliikenteelle ja raskaalle liikenteelle. Tätä kautta saadaan siis yhteensä 48 erilaista epävarmuusfunktiota. Kolmannelle lasketavalle KVL-luvulle eli akseliparien KVL:lle ei muodosteta ollenkaan epävarmuuslukuja. (Trafikverket, 2015)

### 3.3 Puuttuva tieto

#### 3.3.1 Puuttuvan tiedon käsittely

Mittaustiedoissa voi esiintyä puutteita esimerkiksi silloin, kun laitteisto haajoa tai tie on suljettu mittauspäivien aikana. Tällaisissa tapauksissa suoritetaan tavallisesti korvaava mittaus 21 vuorokauden kuluessa. Jos korvaavaakaan mittauksista ei voida suorittaa, tehdään KVL:n estimointi ja epävarmuuslukujen muodostaminen onnistuneiden mittausten perusteella. Kuten edellä on mainittu, niin jokaiselle seitsemälle erilaiselle tapaukselle, joissa tietoa puuttuu, muodostetaan oma epävarmuusfunktionsa. Taulukossa 7 on esitetty kaikki erilaiset tilanteet, miten tietoa voi puuttua. (Trafikverket, 2015)

Taulukko 7. Eri tilanteet, joille muodostetaan omat epävarmuusfunktionsen perusteella, mitkä mittauspäivät ovat onnistuneet. (Trafikverket, 2015)

Tilanne	Onnistuneet mittauspäivät (A=sekä tavallinen että viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä, V=viikonloppumittaus)	Mahdolliset variaatiot (A=tavallinen arkipäivämittaus, a=viikonlopun yhteydessä mitattava arkipäivä, V=viikonloppumittaus)
1 (Tavoitetilanne)	$4A+2V$	$2A+2V+2a$
2	$3A+2V$	$1A+2V+2a$ ja $2A+2V+1a$
3	$2A+2V$	$1A+2V+1v$ ja $2A+2V$
4	$1A+2V$	$1A+2V$
5	$4A+1V$	$2A+1V+2a$
6	$3A+1V$	$1A+1V+2a$ ja $2A+1V+1a$
7	$2A+1V$	$1A+1V+1a$ ja $2A+1V$
8	$1A+1V$	$1A+1V$

Taulukosta 7 huomataan, että mittauspisteellä täytyy olla vähintään yksi onnistunut arkipäivä- ja viikonloppumittaus. Tässä tapauksessa tarkoitetaan nimenomaan tavallista arkipäivämittausta eikä viikonlopun yhteydessä mitattavaa arkipäivää. Jos tavallista arkipäivämittausta tai viikonloppumittausta ei ole jompaakumpaa onnistuttu mittaamaan lainkaan, niin tällöin kyseiselle tieosuudelle ei voida estimoida KVL:ää eikä epävarmuusfunktioita. (Trafikverket, 2015)

#### 3.3.2 Puuttuvan tiedon eri muodot

Vaikka mittauslaite toimisi, niin välttämättä aina ei silti saada laskettua yksittäistä ajoneuvoa. Tähän voi olla syynä esimerkiksi se, että ajoneuvot

ylittävät mittauspisteen ajallisesti niin lähekkäin, että laite ei pysty erottamaan ajoneuvoja toisistaan. Tämän tyyppistä ongelmaa mitataan niin kutsutulla tunnistamisasteella. Mittauslaitteisto ilmoittaa tämän asteen tunneittain. Tunnistamisaste kertoo, kuinka suuri osa laitteen rekisteröimistä akseleista on pystytty luokittelemaan ajoneuvoksi. Tavallisesti keskimääräinen tunnistamisaste per päivä on yli 95 % yhdellä mittauspisteellä, mutta joissain tapauksissa voidaan hyväksyä jopa huomattavasti tätä alhaisempiakin tunnistamisasteita. Tämänkaltaisen puuttuva tieto ei ole järin vaarallista, sillä tällaiset puutokset voidaan imputoida jälkikäteen. (Trafikverket, 2015)

Erinäisistä syistä johtuen voi esiintyä myös mittaustuntien puuttumista jollain mittauspisteellä. Jotta yksi mittauspäivä voidaan hyväksyä, täytyy saada mitattua vähintään 22 tuntia päivän aikana. Viikonlopulta vaadittava määrä on puolestaan 68 tuntia 72 mahdollisesta. Jos nämä määrät eivät täyty, voidaan samalle paikalle tehdä korvaava mittaus, jota onnistuessaan käsitellään täysin tavalliseen tapaan. Jos korvaavakin mittaus epäonnistuu, hylätään mittaustiedosto. Jos mittaustunteja puuttuu kuitenkin niin, että vaadittavat tuntimäärät täyttyvät, suoritetaan puuttuville mittaustunneille täydennys siten, että saadaan täydet tunnit kasaan. Käytännössä täydennys toimii niin, että lasketaan kyseisen pisteen korrelaatio hyväksytyjen pisteiden kanssa. Tietoja mittauspisteeltä, jonka kanssa korrelaatio on suurin, käytetään lopulta apuna imputoidessa puuttuvien tuntien arvoja. (Trafikverket, 2015)

Jos yksi tai useampi yhden mittauspisteen kuudesta mittausjaksosta uupuu, voidaan KVL estimoida sillä ehdolla, että vähintään yksi arkipäivä- ja viikonloppumittaus on saatu hyväksytysti laskettua. Tällöin puhutaan mittaustiedostojen puuttumisesta. Epävarmuus toki kasvaa KVL:n estimoinnissa, mitä enemmän mittaustiedostoja puuttuu. Jos mittauspisteellä ei ole vähintään sekä yhtä hyväksyttyä viikonloppu- että arkipäivämittausta, ei mitattavaa tieosuutta saada hyväksytysti laskettua. Tätä kutsutaan mitattavan tieosuuden puuttumiseksi. Tämä on luonnollisesti paljon harvinaisempaa kuin mittaustiedostojen puuttuminen. Liikennesuorituksen estimoinnin yhteydessä tehdään manuaalisesti täydennys tieosuuksille, joille ei ole saatu estimoitua KVL:ää mittausten perusteella. Näin vältetään liikennesuorituksen aliarviointi. Tästä täydennysmenettelystä ei ole kuitenkaan sen tarkempia tietoja saatavilla missään. (Trafikverket, 2015)

## 4 RUOTSIN JA SUOMEN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMIEN VERTAILU

### 4.1 Liikennelaskenta Suomessa

#### 4.1.1 Mittaustekniikka ja ajoneuvoluokat

Suomessa otoslaskennoissa käytetään pääsääntöisesti mikroaaltolaskimia. Nykyisin suurin osa käytettävistä laitteista on Viacount II -email -merkkisiä laitteita. Laitteet asennetaan korkeintaan kahdeksan metrin päähän tienreunasta. Tätä kauempaakin laite pystyy havaintoja ottamaan, mutta tällöin laitteen suuntauksen kanssa on oltava todella tarkka, jotta laskennan laatu pysyy tarpeeksi hyvänä. Lähtökohtaisesti kuitenkin jokaiselta mitattavalta tieosuudelta löytyy tarvittavan läheltä tienreunaa riittävän hyviä asennuspaikkoja laitteelle. (Tuominen, 2014, s. 9-10)

Laite asennetaan noin metrin korkeudelle maanpinnasta, jolloin laitteen ohittavat ajoneuvot läpäisevät kaikista varmimmin laitteesta lähtevän mikroaaltosäteen riippumatta ajoneuvon koosta ja muodosta. Laitteet rekisteröivät ajoneuvon nopeuden ja pituuden sekä ajosuunnan ja ohituksen ajankohdan. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 20; Tuominen, 2014, s. 10)

Suomessa vaaditut ajoneuvoluokat on määrännyt tilaaja. Näiden vaatimusten pohjalta pyritään käytössä olevan mittaustekniikan avulla luokittelemaan ajoneuvot niiden pituuden perusteella seuraaviin luokkiin:

1. Mopot ja moottoripyörät
2. Henkilö- ja pakettiautot mahdollisine peräkärriineen
3. Linja-autot
4. Kuorma-autot ilman perävaunua
5. Raskaat yhdistelmäajoneuvot (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 20)

#### 4.1.2 Mitattavat tieosuudet ja niiden määräytyminen

Suomen valtion tieverkon yhteispituus on noin 78 000 kilometriä, josta valta- ja kantateiden osuus on yli 13 000 kilometriä. Loput noin 65 000 kilometriä ovat sitten seutu- ja yhdysteitä. Tieverkko on jaettu yli 15 000 mitattavaan tieosuuteen, joiden lisäksi mitattavia rampeja on noin 3 000 kappaletta. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 17; Tuominen, 2014, s. 1)

Pääperiaate tieverkon jakamisessa tieosuuksiin on käytännössä sama Ruotsissa ja Suomessa. Lähtökohta nimittäin molemmissa maissa on, että liikennemäärä pysyy samana koko tieosuudella. Suomessa tieosuuksien erottajina toimivat pääsääntöisesti seuraavat ominaisuudet:

1. Valta-, kanta- ja seututeiden väliset liittymät
2. Pää- ja seututeiden tapauksissa myös liikenteellisesti merkittävät yhdystien liittymät
3. Kahden yhdystien välinen risteys
4. Taajaman raja
5. Tieosuuden pituus pääsääntöisesti yli 200 metriä, mutta alle 10 kilometriä (pois lukien erittäin vähäliikenteiset tiet, jolloin tieosuus voi olla yli 10 kilometriä) (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 17-18)

#### 4.1.3 Mittauskierto ja -päivät

Suomessa mitattavilla tieosuuksilla suoritetaan mittauksia pääsääntöisesti neljän vuoden välein. Myös rampit mitattiin vielä vuonna 2013 samalla rytmillä, mutta vuonna 2014 niiden mittaukset muutettiin toteutettavaksi kuuden vuoden välein. Lisäksi yhdysteillä, joilla KVL on alle 150, tehtiin mittauksia ennen vuotta 2014 kahdeksan vuoden välein, mutta nykyään ne mitataan ramppien tapaan kuuden vuoden välein. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 15, 19; Tuominen, 2014, s. 12)

Yksi otoslaskenta on kestoltaan noin yhden viikon. Vähintään mittauksen on kestettävä viisi ja enintään kymmenen vuorokautta. Vaatimuksena mittauksilla on, että ne sisältävät perjantain, lauantain ja sunnuntain liikenteen kokonaan. Rampeilla ja vähäliikenteisillä teillä (KVL<200) mittaukset suoritetaan kerran mittausvuoden aikana. Muilla tieosuuksilla mittaukset toteutetaan mittausvuotenaan aina kahdesti. Mittauksia suoritetaan vuoden aikana yhteensä viitenä eri ajankohtana seuraavanlaisessa järjestyksessä: kevätlaskennat, ramppilaskennat, alkukesän laskennat, kesälaskennat ja syksylaskennat. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 16; Tuominen, 2014, s. 12)

Kevätlaskentojen yhteydessä suoritetaan yhden viikon mittauksia tieosuuksille, joilla KVL on alle 200. Mittaukset suoritetaan kahden viikon aikana ja ne sijoittuvat joko ennen pääsiäistä tai sen jälkeen riippuen pääsiäisen ajankohdasta. Jos pääsiäinen on viikolla 13 tai aiemmin, suoritetaan mittaukset pääsiäisen jälkeen. Pääsiäisen ollessa tätä myöhemmin toteutetaan mittaukset ennen pääsiäistä. Näin ollen kevätlaskennat ajoittuvat aina viikoille 12-16. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 16)

Ramppilaskentakausi sijoittuu toukokuulle siten, että helatorstain sisältävä viikko ei sisälly mittausviikoille. Nimensä mukaisesti ramppilaskennoissa mitataan liikennettä rampeilla. Kevätlaskentojen tapaan myös ramppilaskentakausi kestää kaksi viikkoa. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 16)

Vähäliikenteisillä teillä mitataan kevätlaskentojen lisäksi myös alkukesällä. Myös tämä laskentakausi kestää kaksi viikkoa ja se sijoittuu kesäkuun ensimmäisille viikoille (viikot 23 ja 24). Näin mittaukset saadaan suoritettua ennen juhannusta. Alkukesän laskentojen yhteydessä voidaan mitata myös

rampeilla, joilla ei ramppilaskentojen yhteydessä suoritettu mittauksia. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 16)

Rampeja ja vähäliikenteisiä teitä lukuun ottamatta tieosuudet mitataan mittausvuotenaan kahdesti. Ensimmäisen kerran ne mitataan kesälaskennoissa ja toisen kerran syksylaskennoissa. Kesälaskennat alkavat heti juhannuksen jälkeen ja ne ajoittuvat viikoille 26-33. Tämän jälkeen mittauksissa on muutaman viikon tauko, kunnes syksylaskennat alkavat jälleen viikolla 37 ja jatkuvat aina viikolle 44 asti. Syksylaskentojen yhteydessä voidaan lisäksi suorittaa ramppien ja vähäliikenteisten teiden mittauksia. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 16)

Mittauskausi alkaa Suomessa siis aikaisintaan viikolla 12 ja viimeistään viikolla 15 ja se loppuu aina viikolla 44. Näin ollen mittauskauden pituus Suomessa on noin seitsemän kuukautta tai korkeintaan pari viikkoa sen yli. Ruotsiin verrattuna ero on suuri, sillä kuten tässäkin työssä on aiemmin mainittu, siellä mittauskausi alkaa loppiaisen jälkeen ja päättyy juuri ennen joulua. Suomessa mittauskausi on täten noin neljä kuukautta lyhyempi kuin Ruotsissa. Lisäksi täytyy huomioida, että Suomessa mittauskauden sisälläkin on jonkin verran ajanjaksoja, jolloin mittauksia ei suoriteta.

Suomessa mittausviikkojen vähyyttä perustellaan sillä, että ajankohdat on valittu siten, että ne edustavat liikennettä ja sen vaihtelua riittävän hyvin, jotta liikenteestä saatavia tunnuslukuja kyetään mallintamaan luotettavasti. Mittausaikataulu on muokkautunut vuosien saatossa nykyiseen muotoonsa ja se perustuu pitkälti tilastollisiin menetelmiin, joiden avulla mittausajankohtia ja niiden edustavuutta on tutkittu. Lähtökohta on näin ollen täysin erilainen verrattuna Ruotsin järjestelmään, jossa mittausajankohdat pyritään muodostamaan mahdollisimman satunnaisesti sen sijaan, että mittauksen edustavuutta parannettaisiin laskentamenetelmien kehittelyn avulla. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 17)

#### 4.1.4 Kausivaihteluluokat

Suomessa on nykyisin käytössä viisi kausivaihteluluokkaa. Niillä jokaisella on omat kausivaihtelukertoimensa vuoden jokaiselle viikolle. Kertoimet kuvaavat kunkin viikon liikennemäärän suhdetta koko vuoden keskimääräiseen liikennemäärään. Kausivaihteluluokat perustuvat pääosin LAM-pisteiden pohjalta tehtyyn luokkajakoon. Jako on tehty 1990-luvun puolivälin tienoilla, jolloin Suomessa oli LAM-pisteitä vajaa 200 kappaletta. Tällä hetkellä niitä on noin 500 (Väylä, 2019). LAM-pisteiden lisäksi Suomessa on 30 ympärivuotista mittauspistettä, jotka on sijoitettu alemmalle tieverkolle. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 24; Tuominen, 2014, s. 8)

Vuonna 2013 kausivaihteluluokkiin lisättiin kuudes luokka, joka sisältää vähäliikenteiset tieosuudet, joilla KVL on alle 200. Vuoden 2014 jälkeen puolestaan poistettiin käytöstä luokka, johon sisältyi tieosuudet, joilla oli

erityisen paljon liikennettä hiihtolomien ja pääsiäisen aikoihin. Näihin tieosuuksiin kuuluivat pääosin vain Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla sijaitsevat tieosuudet, joilla liikenne painottui loma-aikoihin. Näiden tieosuuksien vähäisen määrän vuoksi luokka lopulta poistettiin käytöstä. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 24; Tuominen, 2014, s. 15)

Nykyiset kausivaihteluluokat ovat:

1. Alentunut. Tämä luokka koostuu tieosuuksista, joilla kesällä liikenne on vähäisempää kuin muulloin. Sisältää pääosin pääkaupunkiseudulla olevia tieosuuksia, joilla liikennemäärä on suuri. Noin 10 % tieosuuksista kuuluu tähän luokkaan.
2. Tasainen. Tähän luokkaan kuuluvat tieosuudet, joilla liikennemäärä pysyy tasaisena vuodenajasta riippumatta. Koostuu lähinnä tieosuuksista, joilla on kaupunkien työmatkaliikennettä, mutta loma-aikoina myös lomaliikennettä. Peräti 36 % tieosuuksista kuuluu tähän luokkaan.
3. Normaali. Tämän luokan tieosuuksille on tyypillistä kesäliikenteen korkeampi liikennemäärä muuhun vuoteen verrattuna. Tyypillinen tieosuus tässä luokassa on maaseutumainen ympäristö, jossa kesän ulkopuolella liikennemäärät ovat melko vähäisiä. Noin 32 % tieosuuksista kuuluu tähän luokkaan.
4. Kesä. Tässä luokassa on tieosuuksia, joiden kesäliikennemäärät ovat selkeästi korkeammat kuin muuna vuotena. Myös tässä luokassa on pääosin maaseutumaisessa ympäristössä olevia tieosuuksia. Näillä osuuksilla muun liikenteen määrä on kuitenkin erittäin vähäinen. Noin 16 % tieosuuksista kuuluu tähän luokkaan.
5. Vähäinen. Tähän luokkaan lukeutuu kaikkein vähäliikenteisimmät tieosuudet, joilla KVL on alle 200. Ainoastaan 5 % tieosuuksista kuuluu tähän luokkaan. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 25)

Kunkin mitattavan tieosuuden kausivaihteluluokka määräytyy ensisijaisesti kesälaskentojen ja syksylaskentojen välisen suhteen kautta. Tästä käytetään merkintää  $L$  ja se saadaan kaavasta

$$L = \frac{W_{kesä}}{W_{syksy}} \quad (9)$$

, missä  $W_{kesä}$  on kesälaskennasta saatu keskimääräinen vuorokausiliikenne ja  $W_{syksy}$  on puolestaan syksylaskennasta saatu keskimääräinen vuorokausiliikenne. Ramppien kohdalla käytetään luokkaa ”normaali” ja kaikista vähäliikenteisimmillä tieosuuksilla, joilla  $W < 160$ , käytetään luokkaa ”vähäinen”. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 25-26)

#### 4.1.5 KVL:n estimointi

Suomessa käytetään pääsääntöisesti kahta erilaista tapaa KVL:n estimoinniseksi riippuen lähinnä siitä, kuinka monta mittausta kyseisellä

tieosuudella on mittausvuoden aikana tehty. Rampeilla ja tieosuuksilla, joilla KVL on alle 200, suoritetaan mittausvuonna yksi viikonpituinen mitaus, jonka perusteella estimoidaan KVL-arvo. Tällöin estimoimiseen käytetään viikkomallia. Se on muotoa

$$KVL = \frac{\sum W_{viikko}}{\sum K_{viikko}} \quad (10)$$

, missä  $W$  on mittausviikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä ja  $K$  on kyseisen viikon kausivaihtelukerroin käytettävässä kausivaihtelulukassa. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 26-27)

Muilla tieosuuksilla mitataan kahdesti vuoden aikana ja tällöin käytetään painotettua viikkomallia KVL:n estimoinnissa. Tällä tarkoitetaan mallia, jossa kesän mittauksille annetaan pienempi painoarvo kuin syksyn mittauksille. Painotettu viikkomalli on muotoa

$$KVL = \frac{0,2 \cdot W_{kesä} + 0,8 \cdot W_{syksy}}{0,2 \cdot K_{kesä} + 0,8 \cdot K_{syksy}} \quad (11)$$

, missä  $W$  on mittausviikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä ja  $K$  on kyseisen viikon kausivaihtelukerroin käytettävässä kausivaihtelulukassa. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 26-27)

Edellä mainittujen laskentamallien lisäksi voidaan käyttää myös viikkosummamallia. Sitä käytetään lähinnä silloin, kun kahden mittauksen tapauksessa mittaukset on tehty muulloin kuin kesän ja syksyn laskentaviikoilla, tai jos mittauksia on enemmän kuin kaksi. Tällöin kaikki mittaukset huomioidaan tasaisesti. (Kiiskilä, Saastamoinen & Tuominen, 2016, s. 26)

#### 4.2 Merkittävimmät eroavaisuudet Ruotsin ja Suomen järjestelmissä

Perusajatukseltaan Ruotsin ja Suomen liikennelaskentajärjestelmät eivät kovin paljoa toisistaan poikkea. Molemmissa maissa valtion tieverkosto on jaettu tieosuuksiin sen mukaan, että kullakin tieosuudella liikennemäärä pysyy kutakuinkin samana koko matkalta. Näiden tieosuuksien liikennemäärää mitataan pääosin otoslaskennoilla siten, että yhdellä tieosuudella mitataan määrättyinä vuosina määrättyjen päivien ajan. Lisäksi sekä Ruotsissa että Suomessa on jonkin verran ympärivuotisia mittauspisteitä, joista saadaan pienelle osalle tieosuuksista suoraan liikennemäärät, mutta ennen kaikkea niiden avulla saadaan tietoa liikenteen vaihtelusta. Tällä tiedolla on suuri merkitys kaikkien tieosuuksien liikennemäärien arvioinnissa.

Ruotsi on pinta-alaltaan Suomea hieman suurempi maa, mikä selittää myös hyvin pitkälti sen, että Ruotsissa valtion tieverkko on jonkin verran pidempi kuin Suomessa. Ruotsissa yhteispituus ylittää yli 100 000 kilometriin, kun Suomessa päästään runsaaseen 78 000 kilometriin. Tieverkon jako mitattaviin tieosuuksiin perustuu myös hyvin pitkälti samanlaisiin



kriteereihin molemmissa maissa. Tästä hyvänä osoituksena on, että jos sekä rampit että tieosuudet, joita ei kyetä mittaamaan jätetään laskuista pois, saadaan tieosuuksien määräksi Ruotsissa yli 22 000 ja Suomessakin yli 15 000. Kun nämä suhteutetaan tieverkon pituuksiin, saadaan mitattavan tieosuuden keskimääräiseksi pituudeksi Ruotsissa noin 4,4 kilometriä ja Suomessa noin 5,2 kilometriä. Toisin sanoen Suomessa jaetaan tieverkko osiin hieman lyhyemmin kriteerein kuin Ruotsissa.

Mittauspäivien valinnassa Ruotsin ja Suomen järjestelmät poikkeavatkin jo enemmän toisistaan. Ruotsissa yhdellä mittauspisteellä mitataan lähestulkoon aina neljänä eri ajankohtana mittausvuoden aikana. Suomessa mitauskertoja on yksi tai kaksi riippuen mitattavasta tieosuudesta. Tästä huolimatta yhdelle mittauspisteelle ei kerry mittauspäiviä Ruotsissa yleisesti ottaen yhtään sen enempää kuin Suomessakaan.

Ruotsissa mittauspäiviä kertyy suurimmalle osalle mittauspisteistä mitausvuoden aikana yhteensä kymmenen. Suomessa puolestaan mittauspäivien määrä vaihtelee enemmän. Yhdellä mittauskerralla mittauspäiviä kertyy pääsääntöisesti 5-7 riippuen siitä, kuinka nopeasti laite haetaan maastosta sen jälkeen, kun viisi mittausvuorokautta on sille tullut täyteen. Keskimäärin yksi laite on maastossa mittaamassa noin kuusi vuorokautta.

Suomessa suurin osa tieosuuksista mitataan kahdesti vuoden aikana, mikä tarkoittaa noin 12 mittauspäivää tällaiselle tieosuudelle. Kerran vuodessa mitattaville tieosuuksille sen sijaan mittauspäiviä kertyy keskimäärin vain noin kuusi. Lisäksi täytyy huomioida, että Suomessa hyödynnetään kaikki mittauksen ajalta saatava data, kun Ruotsissa taas hyödynnetään pelkästään data 24 tunnilta kerrallaan, vaikka laite olisi maastossa ylimääräisiä tunteja ennen kuin se haetaan pois.

Myös mittauskauden pituudessa on huomattava ero Ruotsin ja Suomen välillä. Kuten tässä työssä on aiemmin jo mainittukin, niin Ruotsissa mittauskausi alkaa loppiaisen jälkeen ja loppuu juuri ennen joulua. Suomessa mittauskausi on puolestaan jopa neljä kuukautta lyhyempi ulottuen maaliskuuhuhtikuun vaihteesta marraskuun alkupuolelle. Lisäksi Suomessa mittauskauden sisällä on lyhyitä ajanjaksoja, jolloin mittauksia ei tehdä lainkaan. Ero mittauskauden pituudessa maiden välillä johtuu pitkälti siitä, että Ruotsissa tavoitellaan mahdollisimman pitkälle vietyä satunnaistamista, kun Suomessa puolestaan tavoitteena on tuottaa mahdollisimman edustava otos muilla tavoin.

Mittauskierron osalta Suomessa vain kaikista vähäliikenteisimpiä teitä (KVL<150) ja rampeja lukuun ottamatta kaikki tieosuudet mitataan neljän vuoden välein. Ruotsissa neljän vuoden mittauskierrolla mitataan Eurooppa-, valta- ja ensisijaiset päätiet. Suomessa loput mittaukset eli rampit ja tieosuudet, joilla KVL on alle 150, suoritetaan kuuden vuoden välein. Ruotsissa puolestaan rampeja ei käytännössä mitata lainkaan erilaisen mittaustekniikan vuoksi, vaan niissä KVL-arvot perustuvat arvioihin.

Kaikista huomattavin ero mittauskiertoissa koskee Ruotsissa olevia muita lääniteitä, jotka mitataan 12 vuoden välein. Suomessa näin harvoin mitattavia tieosuuksia ei ole ollenkaan kuuden vuoden ollessa pisin mittausväli millään mitattavalla tieosuudella. Vielä hurjemmaksi tämän eron tekee se, että muut läänitiet kattavat Ruotsin valtion tieverkosta pituudella mitattuna yli 70 % ja mitattavista tieosuuksista ne käsittävät lähes 80 %. Toisinaan suurin osa Ruotsin tieverkosta mitataan 12 vuoden välein, kun Suomessa vastaava väli on neljä vuotta.

Myös kausivaihtelun mallinnuksessa on suuria eroja maiden välillä. Ensinnäkin jatkuvia pisteitä, jotka mittaavat liikennettä ympäri vuoden, on Ruotsissa paljon vähemmän kuin Suomessa. Vuonna 2017 niitä oli Ruotsissa 133. Suomessa sen sijaan jo pelkästään LAM-pisteitä on 500, jonka lisäksi alemmalla tieverkolla on 30 jatkuvaa pistettä. Aivan kaikkia LAM-pisteitä ei tosin voida hyödyntää kausivaihtelun mallinnuksessa, sillä osalla pisteistä on jokin erityistehtävä ja ovat tästä syystä käyttökelvottomia. Tällaisia pisteitä ovat esimerkiksi tullipisteinä toimivat LAM-pisteet. Tästä huolimatta Suomessa on kuitenkin lähes nelinkertainen määrä hyödynnettävissä olevia jatkuvia pisteitä Ruotsiin verrattuna. Tämä tarkoittaa, että jatkuvilta pisteiltä saatava tieto on Suomessa paljon kattavampaa sillä oletuksella, että pisteet edustavat koko liikennettä edes läheskään samalla tasolla kuin Ruotsissa.

Jatkuvien pisteiden määrän perusteella on erikoista, että Suomessa on käytössä vain viisi kausivaihteluluokkaa ja Ruotsissa kausivaihteluita kuvaavia indeksikäyriä on käytössä peräti 33 erilaista. Toisinaan Suomessa on keskimäärin noin 100 jatkuvaa pistettä kullekin kausivaihteluluokalle, kun Ruotsissa vastaava luku on neljä. Lähtökohtaisesti voidaan kuitenkin ajatella, että luokkien määrää voidaan luotettavasti kasvattaa vain joko lisäämällä aineiston kokoa tai parantamalla sen edustavuutta. Täytyy lisäksi huomioda, että sekä Ruotsissa että Suomessa jatkuvat pisteet eivät edusta läheskään tasaisesti kaikkia eri kausivaihteluluokkia. Tämä tarkoittaa sitä, että Ruotsissa joitain kausivaihteluluokkia kuvaavat indeksikäyrät muodostetaan, vaikka yksikään jatkuva piste ei edustaisi kyseistä kausivaihteluluokkaa. Tämä aiheuttaa väkisin epäilyjä indeksikäyrien kyvystä mallintaa vuoden aikana tapahtuvaa vaihtelua liikenteessä.

KVL:n estimointimenetelmissäkin on eroja Suomen ja Ruotsin välillä. Tämä johtuu luonnollisesti jo pelkästään siitä, että mittauspäivien valintamenetelmät ovat erilaiset maiden välillä. Ehkä suurin ero aiheutuu siitä, että Ruotsissa viikonlopulle ja kahden viikonlopun välissä olevista arkipäivistä koostuvalle jaksolle muodostetaan omat kertoimensa. Tämä aiheuttaa lähinnä vain sen, että estimoinnissa käytettävä kaava on hieman Suomen vastaavaa monimutkaisempi. Suomessa kertoimet ovat viikkokohtaisia ja tämän vuoksi Suomessa mitataan aina viikko kerrallaan kullakin mittauspisteellä. Lisäksi on hyvä huomata, että Ruotsissa mittauksista saatavat tulokset eivät vaikuta mitattavan tieosuuden kausivaihteluluokkaan, vaan se on ennalta sille määrätty. Suomessa kahdesti vuoden aikana mitattavien

tieosuuksien kausivaihteluluokka sen sijaan määräytyy suoraan mittauksien perusteella. Täten subjektiivisen arvioinnin vaikutus KVL-arvoihin ei ole yhtä suuri kuin Ruotsissa.

Yksi silmiinpistävä ero maiden välillä on siinä, että Ruotsissa KVL-arviolle ilmoitetaan tietynlainen luottamusväli epävarmuusluvun muodossa. Suomessa puolestaan KVL ilmoitetaan pelkkänä yhtenä lukuna. Tosin Suomesakin on käytössä jonkinlainen tieto laskennan tarkkuudesta, mutta kyseessä ei ole niinkään luottamusväli, vaan pikemminkin vain tieto estimaatin tarkkuuden suuruusluokasta (Tuominen, 2014, s. 26). Lisäksi Ruotsissa vielä pyöristetään saadut KVL-arvot viiden tai kymmenen ajoneuvon tarkkuudella riippuen liikennemäärästä. Suomessa lukuja ei pyöristetä ollenkaan.

## 5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena oli paitsi raportoida Ruotsin liikennelaskentajärjestelmää, mutta myös tarkastella sen laatua. Neljännessä luvussa käsiteltiin eroja Ruotsin ja Suomen järjestelmien välillä. Siinä esille tulleet erot ovat luonnollisesti niitä asioita, joiden laatua on mielekästä tarkastella, jos mietitään, mitä Suomessa voitaisiin tehdä paremmin.

Tieosuuksien jakoperusteita vertailtaessa huomattiin, että Ruotsissa mitattavien tieosuuksien keskimääräinen pituus on lähes kilometrin vähemmän kuin Suomessa. Sitä on vaikea sanoa, onko jaottelu turhan tiheää Ruotsissa, vai onko Suomessa jaottelu liian suuripiirteinen. Joka tapauksessa Suomessa voisi olla pohtimisen arvoista, josko jakoperusteissa olisi tarkistamisen paikka. Tätä pohdittaessa täytyy kuitenkin muistaa, että maiden yhdyskuntarakenteet ovat jokseenkin erilaiset eikä jaottelun tihentäminen välttämättä ole taloudellisessa mielessä kannattavaa.

Tieosuuksista puhuttaessa täytyy myös muistaa, että Ruotsissa jää yli 12 000 tieosuutta mittaamatta sen takia, että siellä käytettävä mittaustekniikka ei kyseisille tieosuuksille sovellu. Nämä tieosuudet ovat pääosin rampeja ja lyhyitä tieosuuksia, joille KVL muodostetaan puhtaasti arvoihin perustuen. Suomessa ei vastaavaa ongelmaa ole ja mitattaviin tieosuuksiin kuuluu muun muassa noin 3 000 ramppia.

Otoslaskentojen ajankohtia ja kestoja tarkasteltaessa voidaan todeta, että Ruotsissa yhdeltä mittauspisteeltä saadaan määrällisesti keskimäärin vähemmän tietoa kuin Suomessa mittaavuoden aikana. Tämä siitäkin huolimatta, että Ruotsissa mittauksia suoritetaan neljästi vuoden aikana, kun Suomessa suurimmalla osalla pisteistä mittauksia tehdään kaksi kertaa mittaavuoden aikana. Ruotsissa saadaan näin ollen suuremmalla vaivalla vähemmän tietoa kuin Suomessa. Tätä korostaa vielä se, että Ruotsissa ei jostain syystä hyödynnetä tietoa niiltä ylimääräisiltä tunneilta, kun

pisteellä käytännön syistä johtuen mitataan enemmän kuin on suunniteltu. Suomen järjestelmää voidaan täten hyvällä syyllä sanoa tehokkaammaksi.

Toisaalta Ruotsin järjestelmän hyvänä puolena on, että tietoa saadaan kattavammin eri kohdista vuotta, kun mittauksia tehdään tasaisesti vuoden ympäri. Suomessa tätä puutetta korjataan laskentamallien avulla. Ruotsissa toisin sanoen on koettu tarpeelliseksi mitata ympäri vuoden luotettavampien tuloksien aikaansaamiseksi, kun Suomessa luotetaan mallin hyvyteen ja tällä perustellaan sitä, että talvisin ei mittauksia suoriteta. Otoslaskentojen ajankohdat on valittu huolella niin, että ne ovat mahdollisimman edustavia. Ruotsissa ei ole panostettu lainkaan siihen, että mietittäisiin, koska mittauksia kannattaisi tehdä, jotta saataisiin mahdollisimman luotettavia tuloksia mahdollisimman vähällä vaivalla. Siellä lähtökohta on, että mittausten ajankohdat satunnaistetaan niin pitkälle, että systemaattista virhettä ei tätä kautta pääsisi syntymään. Tämän huonona puolena on, että mittauksia joudutaan suorittamaan ympäri vuoden eikä mittauspäiviä kerry kuitenkaan enempää kuin Suomessa.

Sen lisäksi, että Ruotsissa yhdellä pisteellä mitataan mittausvuoden aikana pääsääntöisesti vähemmän kuin Suomessa, niin siellä myös mittausväli on keskimäärin pidempi. Tämä vaatii tietysti vähemmän resursseja, kun mittausväli on suurimmalla osalla pisteistä 12 vuotta. On kuitenkin aiheellista pohtia, kuinka hyvin liikennemäärätieto vastaa nykytilannetta, kun tiedot saattavat olla peräti 12 vuoden takaa. Suomessa neljän vuoden kierto takaa sen, että tieto pysyy suhteellisen ajankohtaisena.

Ruotsin liikennelaskentajärjestelmän laatua pohdittaessa ehkä suurin huomio kiinnittyy jatkuvien pisteiden määrään, tai pikemminkin niiden vähyyteen. Tämän aiheuttamat ongelmat tiedostetaan myös Ruotsissa (Forsman, 2012, s. 19). Suomeen verrattuna jatkuvilla pisteillä on koko Ruotsin järjestelmässä vielä suurempi rooli, vaikka niitä on vain noin neljäsosa siitä, mitä Suomessa on. Ruotsissa niiden keräämän tiedon pohjalta muodostetaan indeksikäyrät, jotka kuvaavat liikenteen kausivaihtelua. Erikoisen tilanteesta tekee se, että Ruotsissa voidaan 133 pisteen tietojen pohjalta muodostaa 33 erilaista kausivaihtelukäyrää. Tämä tarkoittaa keskimäärin noin neljän jatkuvan pisteen keräämän tiedon määrää pohjaksi kullekin kausivaihtelukäyrälle. Määrä on todella pieni siihen nähden, että käyrien tulisi mallintaa kausivaihteluita luotettavasti. Tämän kaiken lisäksi tieosuuksien jako eri kausivaihteluluokkiin perustuu pitkälti subjektiivisiin arvioihin. Suomessa sen sijaan otoslaskennoista saatavat tulokset määrittävät pääosin tieosuuksien kausivaihteluluokat.

Kuten luvussa 4 todettiin, KVL-arvot ilmoitetaan Ruotsissa eri tavalla kuin Suomessa. Suurin ero on, että Ruotsissa käytetään epävarmuuslukuja, jotka kertovat arvion luotettavuudesta. Epävarmuusluvut tuovat lisäinformaatiota nimenomaan KVL-arvon luotettavuudesta, mutta niillä on myös omat heikkoutensa. Lukujen muodostus itsessään on monimutkainen ja kohtuullisen hidas prosessi. Tästä huolimatta niiden oikeellisuus on

hieman kyseenalainen, sillä ne pohjautuvat täysin jatkuvien pisteiden tuottamaan tietoon. Myös Ruotsissa ollaan tietoisia menetelmän heikkouksista ja siellä onkin nostettu esiin tarve arvioida menetelmää kattavammin jatkossa. Menetelmä on ollut käytössä siellä jo vuosia ja epävarmuuslukujen muodostamisen hitaus ja kömpelyys vaivaavat edelleen. Uusien ja tehokkaampien vaihtoehtojen tutkiminen on edessä tulevina vuosina. Parametrien määrittämisessä käytettyjä kriteereitä tulisi myös kehittää, jotta subjektiivisen arvioinnin roolia saataisiin vähennettyä ja ylipäätään menetelmää kehitettyä. (Bring, 2018, s. 23)

Kaikkien edellä mainittujen seikkojen lisäksi Ruotsin järjestelmässä on joi-tain pienempiä, mutta yhtä lailla mielenkiintoisia ominaisuuksia. Näistä esille nostamisen arvoinen on esimerkiksi se, että Ruotsissa muodostetaan viikonlopuille ja arkipäiville erikseen omat indeksilukunsa. Suomessakin arkipäiviä ja viikonloppuja käsiteltiin erikseen vielä 1990-luvun puoliväliin asti, jolloin tästä käytännöstä luovuttiin, sillä se oli liian monimutkainen suhteessa siitä saataviin hyötyihin (Saastamoinen, haastattelu 25.2.2019). Nykyään Suomessa tuloksia käsitellään viikkotasolla ja kausivaihtelukertoimetkin ovat viikkokohtaisia. Toinen mainitsemisen arvoinen asia on, että Ruotsissa voidaan hyödyntää toisen samankaltaisen mittauspisteen tietoja täyttämään mahdollisesti puuttuvien mittaustuntien tietoja. Suomessa tällaista mahdollisuutta ei hyödynnetä, vaan mittaus hylätään tällaisissa tapauksissa. Tässä voisi olla kehityksen paikka Suomen järjestelmän kohdalla.

## LÄHTEET

- Bring, J. (2018). *Simulering av osäkerhetstal*. Statisticon. Uppsala.
- Forsman, G. (2012). *Simulering osäkerhetstal*. Statisticon. Uppsala.
- Forsman, G. (2015). *Förslag till utredning av alternative skattningsformel för ÅDT*. Statisticon. Uppsala.
- Kiiskilä, K., Saastamoinen K. & Tuominen, J. (2016). Liikenneviraston liikennelaskentajärjestelmä. *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä* 36/2016. Haettu 20.2.2019 osoitteesta [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124141/lts\\_2016-36\\_978-952-317-289-0.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124141/lts_2016-36_978-952-317-289-0.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Nilsson, A. & Varedian, M. (2012). *Tidsurval ÅDT 2012, genomgång av metod och praktisk hantering*. Vectura. Borlänge.
- Saastamoinen, K. (2019). Toimitusjohtaja, Riksroad Oy. Haastattelu 25.2.2019.
- Trafikverket. (2015). Metodbeskrivning – Undersökningen av ÅDT. Haettu 21.1.2019 osoitteesta [https://www.trafikverket.se/contentassets/8367de848a584a2a99539c92e3307676/metodbeskrivning\\_adt\\_2015-06-18.pdf](https://www.trafikverket.se/contentassets/8367de848a584a2a99539c92e3307676/metodbeskrivning_adt_2015-06-18.pdf)
- Tuominen, J. (2014). *Yleisen liikennelaskennan laskentamallien kehittäminen*. Diplomityö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Haettu 20.2.2019 osoitteesta <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/22489/tuominen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vägverket. (2006). *Generera simuleringsurval*.
- Vägverket. (2009). The Road to ITS. Haettu 6.3.2019 osoitteesta [http://its-sweden.se/wp-content/uploads/2013/07/vv\\_the\\_road\\_to\\_its\\_eng.pdf](http://its-sweden.se/wp-content/uploads/2013/07/vv_the_road_to_its_eng.pdf)
- Väylä. (2019). LAM-tiedot. Päivitetty 21.2.2019. Haettu 18.3.2019 osoitteesta <https://vayla.fi/avoindata/tietoaineistot/lam-tiedot#.XI9xBUmP5aQ>
- Väylä. (n.d.). Liikennetermejä ja lyhenteitä LAM-kirjasta. Haettu 12.2.2019 osoitteesta [https://vayla.fi/documents/20473/23735/LAM\\_kirjan\\_termit.pdf/76355eeb-880b-40b8-8d1a-970fe0d6c049](https://vayla.fi/documents/20473/23735/LAM_kirjan_termit.pdf/76355eeb-880b-40b8-8d1a-970fe0d6c049)