



Miikka Niinikoski, Tomi Laine, Heikki Metsäranta

## Tieliikenteen toimivuuden määrittely, tunnusluvut ja mittaaminen

Tiehallinnon selvityksiä 7/2008

Miikka Niinikoski, Tomi Laine, Heikki Metsäranta

# **Tieliikenteen toimivuuden määrittely, tunnusluvut ja mittaaminen**

Tiehallinnon selvityksiä 7/2008

*Kannen kuvat: Jorma Helin*

ISSN 1457-9871  
ISBN 978-952-221-026-5  
TIEH 3201088

Verkojulkaisu pdf ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))

ISSN 1459-1553  
ISBN 978-952-221-027-2  
TIEH 3201088-v

Edita Prima Oy  
Helsinki 2008

Julkaisua saatavana  
Tiehallinto, tienpidon suunnittelupalvelut



TIEHALLINTO  
Keskushallinto  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelin 0204 22 11

**Miikka Niinikoski, Tomi Laine, Heikki Metsäranta: Tieliikenteen toimivuuden määrittely, tunnusluvut ja mittaaminen.** Helsinki 2008. Tiehallinto, Keskushallinto. Tiehallinnon selvityksiä 7/2008, 61 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-952-221-026-5, TIEH 3201088.

**Asiasanat:** tunnusluvut, mittaaminen, palvelutaso, tieliikenne, matka-aika  
**Aiheluokka:** 20

## TIIVISTELMÄ

Toimivuus on osa tieliikenteen palvelutasoa. Tässä työssä tieliikenteen toimivuus on määritelty matka-aikojen ja niiden vaihtelun perusteella. Toimivuuteen vaikuttavia osatekijöitä ovat yhdistävyys, sujuvuus ja toimintavarmuus. Yhdistävyys kuvaa hyvissä olosuhteissa ilman muun liikenteen vaikutusta saavutettavaa nopeusrajoitusten mukaista matka-aikaa, sujuvuus matka-aikojen pääosin ennakoitavissa olevaa vaihtelua ja toimintavarmuus vaihtelun ennustettavuutta.

Tietoa tieliikenteen toimivuudesta ja sen kehittymisestä tarvitaan tienpidon suunnittelun eri vaiheissa. Keskeisimpiä käyttökohteita ovat tieverkon tilan seuranta ja hankkeiden perustelu ja priorisointi. Tulevaisuudessa myös hankintamenettelyihin liittyy nykyistä laajemmin toimivuusvaatimuksia joiden toteutumisen seuranta edellyttää toimivuuden systemaattista mittausta.

Toimivuuden eri osatekijöitä voidaan mitata erikseen. Erikseen mittaamalla kyetään tarkemmin kuvaamaan toimivuuspuutteiden laatua ja kohdistamaan oikeantyyppisiä toimenpiteitä ongelmakohtiin. Yhdistävyyttä voidaan arvioida tierekisterin sisältämien tien kiinteitä ominaisuuksia kuvaavien tietojen perusteella. Sujuvuuden ja toimintavarmuuden mittaaminen edellyttävät myös tietoja liikenteestä ja sen vaihteluista. Tieverkon nykyiset toimivuuspuutteet painottuvat sujuvuuteen ja toimintavarmuuteen.

Tulevaisuudessa parhaan lähtökohdan toimivuuden mittaamiselle liikenteestä kerättävän tiedon perusteella muodostaa Tiehallinnon sujuvuustietopalvelu, joka laajenee kattamaan tärkeimmät päätieverkon yhteysvälit ja suurten kaupunkiseutujen pääväylät. Palvelu mahdollistaa sujuvuuden ja toimintavarmuuden mittaamisen automaattisesti todellisten matka-aikojen perusteella.

Sujuvuutta voidaan mitata viivytysten vakavuuden ja toistuvuuden perusteella. Mittari kuvaa sitä kuinka usein tien liikennekysyntä on lähellä kapasiteettia tai ylittää sen eli pitkälti samoja asioita kuin perinteiset tien palvelutasoa kuvaavat tunnusluvut (esim. HCM). Mittari mahdollistaa kuitenkin todellisiin mitattuihin tietoihin perustuvana sujuvuuden kehittymisen tarkemman seurannan ja ruuhkautumisen laajempien verkollisten vaikutusten arvioinnin.

Suuri osa tieverkkoa jää tulevaisuudessakin sujuvuustietopalvelun ulkopuolelle. Sujuvuutta voidaan arvioida myös laskentamallien avulla, mikä mahdollistaa matka-aikoihin perustuvan toimivuuden arvioinnin myös sujuvuustietopalveluun kuulumattomalla tieverkolla. Samoin voidaan laskentamalleja käyttää sujuvuuden tulevan kehittymisen ennustamiseen ja hankkeiden vaikutusten arviointiin.

Toimintavarmuutta esitetään mitattavaksi useamman eri tekijän perusteella. Sujuvuustietopalvelun tuottamien tietojen perusteella mitataan matka-aikojen vaihtelua huipputuntien liikenteen aikana sekä suurten viivytysten esiintymistä. Huipputuntien matka-aikojen vaihtelu kuvaa sitä kuinka suureen matkajan vaihteluun tienkäyttäjän on normaalissa ruuhkaliikenteessä varauduttava. Erikseen mitattavat suuret viivytykset aiheutuvat tyypillisesti poikkeustilanteista. Poikkeuksellisten häiriöiden esiintymistä voidaan mitata matka-aikatietojen rinnalla liikennekeskuksen tietojärjestelmään kerättävien häiriö-

tietojen perusteella, mikä mahdollistaa toimintavarmuuden mittaamisen myös sujuvuustietopalvelun ulkopuolelle jäävällä tieverkolla.

Esitetyt mittarit voidaan ottaa käyttöön sujuvuustietopalvelun toiminnan alkaessa. Jatkossa on kuitenkin tarpeen arvioida esitettyjä mittareita uudelleen laajemmalla tieverkolla kerätyn aineiston pohjalta. Aineisto mahdollistaa tulevaisuudessa myös sujuvuuden ja toimintavarmuuden arviointimenetelmien kehittämisen sujuvuustietopalvelun ulkopuolelle jäävälle tieverkolle.

## SAMMANFATTNING

Trafikfunktionen är en del av vägtrafikens servicenivå. I detta arbete har vägtrafikens funktion definierats enligt restider och restidernas variation. Delfaktorerna som påverkar funktionen är förbindelser, framkomlighet och funktionssäkerhet. Förbindelsefaktorerna beskriver restiden som uppnås enligt hastighetsbegränsningen i bra förhållanden utan den övriga trafikens inverkan, framkomligheten beskriver variationer som huvudsakligen kan förutses för restiden och funktionssäkerheten beskriver prognostiska variationer.

I väghållningsplaneringens olika skeden behövs det uppgifter om vägtrafikens funktion och dess utveckling. Uppföljningen av läget i vägnätet samt motiveringen och prioriteringen hör till de centralaste användningsområdena. I framtiden berör kraven på funktion också upphandlingsförfarandet och det krävs mer systematisk mätning för att se hur kraven har uppfyllts.

Trafikfunktionens olika delfaktor kan mätas separat. På så sätt kan man noggrannare beskriva funktionsbristerna och rikta rätta åtgärder till problemställen. Förbindelsefaktorerna kan bedömas på basis av vägregistrets permanenta uppgifter om vägen. Mätning av framkomligheten och funktionssäkerheten förutsätter också uppgifter om trafiken och dess variationer. De nuvarande funktionsbristerna i vägnätet berör huvudsakligen framkomlighet och funktionssäkerhet.

Vägförvaltningens informationstjänst om framkomlighet ger i framtiden den bästa utgångspunkten för mätning av trafikfunktion på basis av insamlade trafikuppgifter. Tjänsten utvidgas så att den täcker de viktigaste förbindelseavsnitten i vägnätet och huvudvägarna i de stora stadsregionerna. Tjänsten gör det möjligt att automatiskt mäta framkomlighet och funktionssäkerhet enligt reella restider.

Framkomligheten kan mätas på basis av hur allvarliga förseningarna är och hur ofta de förekommer. Måtten beskriver hur ofta trafikefterfrågan på vägen är nära kapacitetsgränsen eller överskrider den, d.v.s. rätt långt samma saker som de traditionella nyckeltalen (t.ex. HCM) för vägens servicenivå beskriver. Måtten möjliggör dock en noggrannare uppföljning av verkliga, uppmätta uppgifter som baserar sig på framkomlighetens utveckling och på en bedömning av trafiköarnas konsekvenser i ett större vägnät.

En stor del av vägnätet blir också i framtiden utanför tjänsten som ger information om framkomlighet. Framkomlighet kan också bedömas med kalkylmodeller, vilket gör det möjligt att bedöma funktionen på basis av restiderna också i ett vägnät som inte hör till informationstjänsten. Kalkylmodeller kan likaså användas för att prognostisera framkomlighetens utveckling och för att bedöma konsekvenser av projekt.

I rapporten förslås att funktionssäkerheten mäts på basis av flera olika faktorer. På basis av uppgifterna som informationstjänsten producerar mäts restidernas variation under trafikens maximitimmar, likaså stora förseningar. Variationen i restiderna under maximitimmen beskriver hur stor variation i restiden en vägtrafikant måste förbereda sig på under normal rusningstrafik. Stora förseningar, som skall mätas separat, beror typiskt på exceptionella situationer. Förekomsten av exceptionella störningar kan mätas jämsides med restiden på basis av störningsuppgifter som samlas in i trafikcentralens da-

tasystem. Detta ger också möjligheten att mäta funktionssäkerheten på det vägnät som blir utanför informationstjänsterna.

De presenterade måtten kan tas i bruk när verksamheten med informationstjänst inleds. I fortsättningen är det dock nödvändigt att på nytt bedöma måtten utgående från materialet som har samlats in om ett större vägnät. Materialet ger i framtiden möjlighet att också utveckla bedömningsmetoderna för framkomlighet och funktionssäkerhet på det vägnät som blir utanför informationstjänsten.

**Miikka Niinikoski, Tomi Laine, Heikki Metsäranta: Tieliikenteen toimivuuden määrittely, tunnusluvut ja mittaaminen (Definition, parameters and measuring the smooth flow of road traffic)** Helsinki 2008. Finnish Road Administration, Central Administration. Finnra reports 7/2008, 61 p. ISSN 1457-9871, ISBN 978-952-221-026-5, TIEH 3201088, ISSN 1459-1553.

## SUMMARY

Smoothly flowing traffic is part of the service level of road traffic. In this study, the smooth flow of traffic is defined on the basis of journey times and their variation. The factors that impact on the smooth flow of traffic include the degree of connection, the ease of flow and reliability performance. The degree of connection describes the journey time that can be achieved within the speed limits in good conditions without being affected by other traffic; the ease of flow describes the variation in journey times that can mainly be predicted; and reliability performance is the predictability of the variation.

Information about the smooth flow of road traffic and its development is needed at various stages in planning road maintenance. The key uses for this information are monitoring the state of the road network and in giving reasons for and prioritising projects. In future, more comprehensive demands relating to the smooth flow of traffic will be incorporated into procurement procedures, and monitoring their implementation will require the systematic measuring of the smooth flow of traffic.

The various factors involved in the smooth flow of traffic can be measured separately. Separate measurements will allow a more detailed description of the types of shortcomings in the flow and the focusing of the right type of measures on the problem areas. The degree of connection can be estimated on the basis of information describing the immovable properties of the road that are contained in the road register. Measuring the ease of flow and reliability performance require information on traffic and its fluctuations. The current shortcomings in the smooth flow of traffic in the road network are focused on the ease of flow and reliability performance.

In the future, the travel time information service of the Finnish Road Administration will create the best starting point for measuring the smooth flow of traffic on the basis of data collected on traffic, which will be expanded to cover the most important road links in the main road network and the main roads in large urban areas. The service will enable the ease of flow and reliability performance to be measured automatically on the basis of actual journey times.

The ease of flow can be measured on the basis of the severity and frequency of delays. The indicator describes how often the road's traffic demand is close to or exceeds capacity, i.e. to a great extent the same things as the traditional parameters describing the road's level of service (e.g. HCM). However, the indicator will enable more detailed monitoring of the development in the ease of flow based on actual measured data and the assessment of more extensive effects of jams on the network.

The majority of the road network will remain outside the travel time information service in the future. The ease of flow can be assessed using calculation models, which will enable an evaluation of the smooth flow of traffic based on journey times also for the road network that is not included in the information service. Likewise, the calculation models can be used for predicting the future development in the ease of flow and in evaluating the impacts of projects.

It is proposed that reliability performance is measured on the basis of various factors. The variation in journey times during peak traffic hours and the occurrence of long delays will be measured on the basis of data produced by the travel time information service. The variation in journey times in peak hours describes how large a variation in the journey time the road user should allow for in normal rush hour traffic. Long delays measured separately are typically caused by exceptional circumstances. The occurrence of exceptional disruptions can be measured on the basis of data on disruptions collected in the data system of the Traffic Management Centre, alongside data on journey times, which will enable reliability performance to be



measured also for the road network remaining outside the travel time information service.

The indicators presented can be introduced once the operations of the travel time information service start. However, in the future it will be necessary to reassess the indicators presented on the basis of data collected from a more extensive road network. The material will enable the development of assessment methods for the ease of flow and reliability performance for the road network remaining outside the information service.

## ESIPUHE

Tieliikenteen toimivuuden määrittely, tunnusluvut ja mittaaminen -työn taustalla ovat olleet tienpidon eri vaiheiden kasvavat tietotarpeet ja tarve olemassa olevan tiedon tehokkaampaan hyödyntämiseen.

Keskeisiä tieliikenteen toimivuustiedon käyttökohteita ovat olleet liikenteen tiedotus sekä hankesuunnittelu. Jatkossa toimivuustietoa tarvitaan yhä enemmän strategisen tason suunnittelussa ja ohjauksessa. Uudet hankintamenettelyt voivat myös luoda uusia tarpeita toimivuuden mittaamiselle ja tilastoinnille.

Tie- ja liikennetietoa kerätään jatkuvasti koko maantieverkolta. Matka-aikatietoa kerätään jatkossa yhä enemmän. Kerättävän tiedon hyödyntämismahdollisuuksia on tarpeen selvittää nykyistä laajemmin. Erityisesti matka-ajoista kerättävän tiedon käyttöä tulisi laajentaa myös liikenteen tiedotuksen ulkopuolelle.

Tieliikenteen toimivuus on osa koko liikennejärjestelmän palvelutasoa. Työssä on rajauduttu käsittelemään tieliikenteen toimivuutta Tienpidon vaikutuskartassa (Tiehallinnon selvityksiä 1/2007) esitetyn määrittelyn mukaisesti. Toimivuuden mittaamisessa on keskitytty autoliikenteestä nyt ja lähitulevaisuudessa kerättävän tiedon hyödyntämiseen. Lisäksi on esitetty mahdollisuuksia toimivuuskäsitteen ja mittaamisen laajentamiseksi koskemaan myös kevyttä liikennettä ja joukkoliikennettä. Tieliikenteen toimivuudesta mitattavan tiedon käyttö koko liikennejärjestelmän palvelutasoa kuvattaessa vaatii tarkempaa vaikuttavuuden arviointia, johon edellytyksiä luo em. Tienpidon vaikutuskartassa esitetty tarkastelukehikko.

Tässä työssä on selvitetty toimivuuden määrittelyä ja erilaisia tunnuslukuja ja mittaamistapoja. Lopputuloksena esitetään suositukset ja jatkokehittämistarpeet tieliikenteestä jatkossa kerättäviksi toimivuustiedoiksi.

Selvitys kuuluu Tiehallinnon T&K tutkimusteemaan Ekotehokas ja Turvallinen liikennejärjestelmä. Työn ohjausryhmään kuuluivat:

Jorma Helin, Asiantuntijapalvelut, liikenneasiantuntija  
Matti Holopainen, Asiantuntijapalvelut, liikennejärjestelmäasiantuntija  
Reijo Prokkola, Asiantuntijapalvelut, tiestötietopäällikkö  
Pekka Rätty, Uudenmaan tiepiiri, liikennejärjestelmäasiantuntija  
Raimo Kaikkonen, Savo-Karjalan tiepiiri, liikenteen palvelupäällikkö  
Sami Luoma, Liikennekeskus, kehittämisspäällikkö.

Selvitys on laadittu Strafica Oy:ssä jossa työstä ovat vastanneet Miikka Niinikoski, Tomi Laine ja Heikki Metsäranta. Työ on käynnistynyt maaliskuussa 2007 ja se valmistui lokakuussa 2007.

Helsingissä helmikuussa 2008

Tiehallinto  
Asiantuntijapalvelut

**Sisältö**

1	JOHDANTO	13
1.1	Työn taustaa	13
1.2	Työn sisältö	14
2	TARKASTELUN VIITEKEHYS	15
2.1	Arviointiin liittyvät käsitteet ja arvioinnin vaiheet	15
2.2	Mittaaminen, mitta-asteikot ja mittarit	16
2.3	Luokittelu	17
2.4	Toimivuustiedon tarpeet ja käyttö tienpidossa	18
3	TOIMIVUUDEN OSATEKIJÄT JA NIIDEN MERKITYS	22
3.1	Toimivuuden määrittely ja käsitteellistäminen	22
3.2	Toimivuuden merkitys erityyppisillä matkoilla ja erilaisissa kuljetuksissa	25
3.3	Tavoitteellisten mittareiden ominaisuuksia	27
4	TOIMIVUUDEN MITTAAMINEN	29
4.1	Toimivuuden mittaamisen nykytila Suomessa	29
4.2	Tulevia ja mahdollisia mittausmenetelmiä Suomessa	33
4.3	Esimerkkejä toimivuuden mittaamisesta ulkomailla	36
5	EHDOTUS TOIMIVUUSLUOKITUKSEKSI JA TOIMIVUUDEN MITTAREIKSI	41
5.1	Yleistä	41
5.2	Yhdistävyys	42
5.3	Sujuvuus	44
5.4	Toimintavarmuus	48
5.5	Mittausmenetelmät	51
5.6	Mittareiden käyttö	53
6	YHTEENVETO JA JATKOKEHITTÄMISTARPEET	56
6.1	Yhteenveto tieliikenteen toimivuuden mittareista	56
6.2	Jatkokehittämistarpeet ja arvio kustannuksista	57
	LÄHDELUETTELO	60

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn taustaa

Tietoa tieliikenteen toimivuudesta tarvitaan Tiehallinnossa lähes kaikilla tienpidon osa-alueilla, kuten strategisessa suunnittelussa, hankkeiden yleis- ja esisuunnittelussa, hankinnassa, liikenteen tiedotuksessa ja ohjauksessa sekä viestinnässä. Tiehallinnon keräämää ja jalostamaa toimivuustietoa hyödyntävät myös monet ulkopuoliset toimijat omassa työssään. Tällaisia toimijoita ovat mm. liikenne- ja viestintäministeriö, liikennetietopalvelujen tuottajat sekä radioasemat. Liikkujat ja kuljetusyrietykset hyödyntävät Tiehallinnon keräämiä toimivuus- ja sujuvuustietoja erilaisten tietopalvelujen ja radioasemien kautta.

Tienpitäjän tarpeet tieliikenteen toimivuustiedolle muuttuvat ajan myötä. Tiehallinnon suunnitteluprosessin kehittäminen on käynnissä (Suunta 2010 -työ) Yksi ilmeisimpiä muutoksia on suunnittelun muuttuminen asiakaslähtöisemmäksi, mikä merkitsee mm. tarvetta kokonaisten matka- ja kuljetusketjujen analysointiin liikennejärjestelmätasolla. Toinen uusi suunta on neliporrasajattelu, jossa ensisijainen pyrkimys on vähentää eri keinoin tieliikenteen kysyntää (kysynnän kasvua) ja siten ylipäänsä tienpidon tarpeita. Tienpitoon sovellettuna neliporrasajattelu tarkoittaa mm. kehittämisen vaiheittaista toteuttamista. Nämä muutokset vaikuttavat myös suunnittelussa tarvittavien tietojen laatuun. Lisäksi tarvittaviin tunnuslukuihin sekä tiedon hankintatapaan vaikuttavat Tiehallinnon hankintastrategian linjaukset sekä mittaustekniikoiden kehittyminen, monipuolistuminen ja halpeneminen. Voidaan myös arvioida, että liikkujien kiinnostus ja tarpeet sujuvuustietoja kohtaan kasvavat tieverkon ruuhkaisuuden lisääntyessä.

Liikenteen hallinnan palvelustrategian (Tiehallinto 2006) mukaan Tiehallinnon tehtävät liikennetiedotuksessa ovat *viranomaispalvelut* eli liikenteen ohjauksen, liikennöitävyys- ja turvallisuusriskeistä tiedottaminen, liikennehäiriöihin liittyvä viranomaisyhteistyö sekä tienpidon tukipalvelut. Palvelujen tuottaminen edellyttää ajantasaisen keli- ja liikennetiedon keräämistä. Lisäarvopalveluja tuottavat kaupalliset toimijat käyttäjämaksu- tai mainosrahoitteisesti. Tiehallinto edistää kaupallisten palveluiden syntyä mm. luovuttamalla ajantasaista liikennetietoa palveluntuottajien käyttöön pääasiassa maksutta.

Tiehallinto ryhtyy keräämään linkkikohtaisia matka-aikatietoja noin 3 200 tiekilometritä eli ehdotetulta runkotieverkolta ja eräiden kaupunkiseutujen ruuhkautuvilta maantiejaksoilta. Sujuvuustietopalvelu on käytettävissä huhtikuun 2008 alusta alkaen. Tässä työssä on ollut tarkoitus selvittää kerättävän tiedon hyödyntämismahdollisia liikenteen tiedotusta laajemmasta näkökulmasta.

## 1.2 Työn sisältö

Työn tavoitteena on ollut määrittellä, mitä asioita tieliikenteen toimivuudesta Tiehallinnon on syytä seurata ja miten tietoja tulisi käyttää tienpidon eri vaiheissa. Liikkumisen ja liikenteen toimivuuden merkitys vaihtelee näkökulmasta riippuen. Työ on edellyttänyt siten myös toimivuuden määrittelyn pohdintaa ja tarkennuksia. Työ on noudattanut pääpiirteissään alla esitettyä vaiheistusta, joka vastaa myös raportin rakennetta.

1. Työn alussa tarkasteltiin yleisellä tasolla mittareiden määrittämisessä noudatettavaa vaiheistusta ja logiikkaa, jota on noudatettu seuraavissa työvaiheissa. Lisäksi on tarkasteltu erilaisia toimivuustiedon käyttökohteita, joiden tarpeet on otettu huomioon mittareita määritettäessä. (Luku 2)
2. Tieliikenteen toimivuuden määrittely ja toimivuuden liittyminen muihin tieliikenteen ja liikennejärjestelmän palvelutason osatekijöihin kuvattiin, jotta jatkossa voitiin määrittää toimivuuden arvioimiseksi mitattavat tekijät. Toimivuuskäsitettä ja sen osatekijöiden merkitystä tarkasteltiin erityyppisten matkojen ja kuljetusten kannalta. (Luku 3)
3. Toimivuuden mittaamisen menetelmiä selvitettiin, jotta toimivuuden tunnusluvut kyettiin määrittämään mitattavissa olevien tietojen perusteella. Mittausmenetelmistä kartoitettiin Suomessa nykyisin käytössä olevat mittausmenetelmät, lähitulevaisuudessa käyttöön otettavat menetelmät sekä esimerkkejä ulkomaisista mittauskäytännöistä ja mitattujen tietojen hyödyntämisestä toimivuuden arvioinnissa. (Luku 4).
4. Työn keskeisimpänä tuloksena esitettiin ehdotus toimivuusluokitukseksi ja toimivuuden mittareiksi. Toimivuuden mittarit määritettiin erikseen esitetyille toimivuuden osatekijöille ja esitetyjä mittareita testattiin käytettävissä olevien tietoaineistojen pohjalta. (Luku 5)
5. Työn lopussa koottiin selvityksen keskeiset tulokset yhteen ja arvioitiin esitetyn mittariston käyttöön ottamiseksi vaadittavia toimenpiteitä sekä jatkoselvitystarpeita. (Luku 6)

## 2 TARKASTELUN VIITEKEHYS

### 2.1 Arviointiin liittyvät käsitteet ja arvioinnin vaiheet

#### Arvioinnin ulottuvuudet, motiivit ja perusteet

Tieliikenteen toimivuuden tunnuslukujen muodostamiseen liittyy arviointia, mittaamista ja mittaustulosten luokittelua. Tieliikenteen toimivuuden arviointia voi lähestyä kolmessa ulottuvuudessa. Ensinnäkin toimivuutta voidaan jatkuvasti seurata (monitorointi). Toiseksi voidaan tienpidon päätösten taustaksi arvioida ennakkoon (arviointi, ex-ante), mikä on toimien tarve ja miten suunnitellut toimet vaikuttaisivat toimivuuteen. Kolmanneksi voidaan päätettyjen hankkeiden valmistuttua tehdä jälkiarviointia (evaluoointi) siitä, miten toimivuus oikeasti muuttui.

Arviointia tehdään aina jotain tarkoitusta varten. Käytännössä arviointi liittyy tienpidossa usein johonkin suunnittelu- tai päätöksentekotilanteeseen. Tällöin arvioinnin motiivi on tiedon hankinta. Käytäntöä lähellä on myös toinen arvioinnin motiivi, joka on tilivelvollisuus: Tiehallinto perustelee tarpeitaan ja toimintaansa liikenne- ja viestintäministeriölle, hallitukselle, eduskunnalle ja myös suoraan kansalaisille ja sidosryhmille. Perustelujen tueksi tarvitaan mm. arviointitietoa. Arvioinnilla ja erityisesti seurannalla on myös yleinen kehittämisen- ja oppimismotiivi, koska tienpitäjä on alati kiinnostunut liikenteestä ja liikkumisesta esimerkiksi suunnittelun ja arvioinnin kehittämismielessä.

Arvioinnille voidaan lisäksi tunnistaa neljänlaisia arviointiperusteita (esim. Hokkanen 2004):

- *Standardit ja normit* Arvioidaan suhteessa ennalta hyväksytyihin toimivuusvaatimuksiin. Esimerkiksi: Millainen toimivuus pitää vähintään olla?
- *Tavoitearviointi*: Arvioidaan suhteessa ennalta asetettuihin toimivuuden tavoitteisiin. Esimerkiksi: Millainen toimivuus olisi hyvä, riittävä tai nykyistä parempi?
- *Tehokkuus*: Arvioidaan tuotosten ja panosten suhdetta. Esimerkiksi: Kuinka tehokkaasti saadaan aikaan parempaa toimivuutta?
- *Osallistuva arviointi*: Arvioidaan suhteessa arviointiprosessiin osallistuvien tahojen tavoitteisiin, arvoihin, etuihin ja tärkeysjärjestyksiin. Esimerkiksi: Miten vastataan eri osapuolten intresseihin ja näkemyksiin siitä, millaiseen toimivuuteen tulisi pyrkiä?

Tieliikenteen toimivuuden arviointiin liittyy jossain määrin kaikkia arviointiperusteita. Tien suunnittelua ohjaavat normit siitä, miten mitoitus muuttuu liikennemäärän mukaan ja turvaa riittävän liikenteellisen toimivuuden. Toimivuus on osittain taustalla myös hoidon ja ylläpidon normeissa. Toimivuudelle asetettavat tavoitteet ovat yleisellä tasolla vain suuntaa indikoivia ("paranee", "säily"). Suunnittelussa voidaan kuitenkin myös asettaa selviä tavoitteita esimerkiksi HCM-palvelutasoluokan suhteen. Toimivuuden tehokkuusarviointi tulee vahvasti esille kannattavuuslaskelmissa, jossa suurimpina hyötyinä ovat tavallisesti aikasäästöinä mitattavat toimivuusmuutokset. Osallistuvaa arviointia vaaditaan esimerkiksi siihen, kun suunnittelussa sovitetaan yhteen taajaman maankäytön sekä paikallisen liikenteen toimivuusodotuksia päätien toimivuustavoitteisiin.

## Arvioinnin vaiheet

Arvioinnin tyyppien rinnalla on tarpeen erottaa arvioinnin vaiheet, jotka etenevät hierarkkisesti tarkasteltavan asian määrittelystä sen mittaamiseen (esim. Hokkanen 2004):

1. *Määrittely*: Määritellään arvioitava asia. Esimerkiksi: Tieliikenteen toimivuus päätien eräällä yhteysvälillä.
2. *Käsitteellistäminen*: Kuvataan laadullisesti arvioitavan asian sisältö ja ulottuvuudet. Esimerkiksi: Tieliikenteen toimivuus koostuu kolmesta päätekijästä, jotka ovat matka-aika, sujuvuus ja matka-ajan ennustettavuus. Nämä puolestaan koostuvat useista osatekijöistä.
3. *Operationalisointi*: Konkretisoidaan asiat, joita voidaan mitata ja jotka riittäväällä tarkkuudella kuvaavat tieliikenteen toimivuutta ja sen muutosta. Esimerkiksi: Liikennemäärän ja välityskyvyn suhde, häiriötilanteiden määrä.
4. *Mittaaminen*: Mitataan asiaa valittujen mittareiden avulla.

On tyypillistä, että arvioitava asia on laaja kokonaisuus, jonka yksiselitteinen määrittely ei edes ole mahdollista. Mittarien taas on käytännössä oltava verrattain yksinkertaisia ja kapea-alaisia.

## 2.2 Mittaaminen, mitta-asteikot ja mittarit

Mittaamisella tarkoitetaan tapahtumaa, jossa alkeisyksikön tarkasteltavaan ominaisuuteen liitetään mittaluku tai mittasymboli. Mittaamista voidaan tehdä neljällä asteikolla (esim. Holopainen 1992):

- *Laatuero- eli nominaaliasteikolla* tarkastelun kohteet luokitellaan. Luokittelu tehdään jonkun tai joidenkin ominaisuuksien mukaan.
- *Järjestys- eli ordinaaliasteikolla* mittauksen kohteet asetetaan järjestykseen, yleensä paremmuus- tai arvojärjestykseen.
- *Välimatka- eli intervalliasteikolla* voidaan ilmaista mitattavien asioiden eroa tiettyinä mittayksiköinä.
- *Suhdelukuasteikko* on edellisiin verrattuna korkeamman tason mittaamista. Asteikolla on absoluuttinen nollakohta ja kaikki laskutoimitukset ovat mahdollisia.

Käytännössä mitta-asteikkoja käytetään lomittain. Mitta-asteikolla on merkitystä tilastoaineistoa kuvaavien tunnuslukujen (luokkakeskus, frekvenssi, keskiarvo, jne.) valinnassa.

Mittaamiseen ja mittareiden kaksi perusominaisuutta ovat validiteetti (mitataan juuri oikeaa asiaa) ja reliabiliteetti (mittaustulokset ovat luotettavia ja toistettavia):

Hyvältä mittarilta voidaan myös odottaa herkkyyttä ilmiössä tapahtuville muutoksille. Mittarin tarvitsemat tiedot tulisi olla hankittavissa kustannustehokkaasti. Lisäksi on käytännössä tärkeää, että mittarilla on merkityssisältöön liittyvä tulkinta (paljonko on paljon, mikä on hyvä ja mikä huono).

### 2.3 Luokittelu

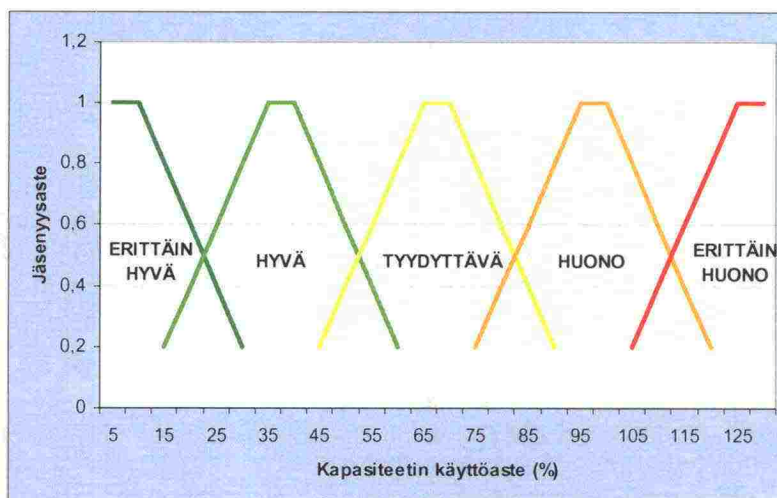
Mittaustulosten luokittelu usein helpottaa niiden käsittelyä ja ymmärtämistä. Luokittelussa tarkastelun kohteet ryhmitellään luokkiin tiettyjen yhteisten ominaisuuksien perusteella. Luokka on siten joukko kokonaisuuksia, jotka ovat joissakin suhteessa samankaltaisia ja "sukua" keskenään. Hyvän luokittelun perusvaatimuksina ovat luokkien sisäinen homogeenisuus ja luokkien välinen eroteltavuus (esim.: Bailey 1994):

Luokittelua voidaan tehdä luonnontieteellisen järjestelmällisesti havaintoaineistoa luokitellen (taksonomia) tai yhteiskuntatieteellisen tyypittelevästi (tyypologia). Tyypittely tarkoittaa havaintoaineistosta muodostettujen luokkien jatkojalostusta siten, että mittaustulokset saadaan käsitteellistettyä (vrt. edellä arvioinnin vaiheet).

Taulukko 1 Yksinkertaistettu esimerkki tieliikenteen sujuvuuden tyypittelystä HCM-palvelutasoluokan ja tarkastellun tuntiliikenteen perusteella.

		Tarkastettava tuntiliikenne	
		Vuoden 30. viikkain tunti	Vuoden 300. viikkain tunti
HCM-palvelutasoluokka	A–B	Sujuvuusongelmia ei esiinny.	Päivittäisiä sujuvuusongelmia ei esiinny.
	C–D	Loma- ja viikonloppuliikenteessä kohonnut herkkyys häiriöiden aiheuttamille viivytyksille.	Päivittäisessä työmatkaliikenteessä kohonnut herkkyys häiriöiden aiheuttamille viivytyksille.
	E–F	Loma- ja viikonloppuliikenteessä ajoittain ruuhkautuva.	Päivittäisessä työmatkaliikenteessä ruuhkautuva.

Luokitteluperusta voi olla myös sumea logiikka, jolloin tarkastelun kohde voi kuulua johonkin joukkoon vain osaksi. Kuulumisen asteen ilmoittaa jäsenyysaste, joka voi saada minkä hyvänsä arvon väliltä [0,1]. (Pursula 1995.)



Kuva 1 Esimerkki toimivuusluokittelusta sumean logiikan avulla.



## 2.4 Toimivuustiedon tarpeet ja käyttö tienpidossa

Tietoa tieliikenteen toimivuudesta tarvitaan ja käytetään Tiehallinnon toiminnassa lähes kaikilla suunnittelutasoilla. Lisäksi tietoa toimivuudesta käyttävät useat Tiehallinnon ulkopuoliset sidosryhmät. Eri käyttäjien tarpeet toimivuustiedolle poikkeavat toisistaan. Toimivuuden mittarit ja vaatimukset niiden tarkkuustasolle voivat niin ikään vaihdella käyttötarkoituksen mukaan. Tärkeimpiä toimivuustiedon nykyisiä käyttökohteita Tiehallinnossa ovat:

- tiepolitiikka ja strateginen suunnittelu
- hanketason ja toimenpiteiden suunnittelu
- liikenteen hallinta ja tiedotus.

Tienpidossa pyritään yhä enemmän hankkimaan toiminnallista palvelutasoa teknisen palvelutason sijaan. Tämä edellyttää, että myös liikenteelliselle toimivuudelle voidaan asettaa vaatimuksia ja mitata niiden toteutumista.

### Tiepolitiikka ja strateginen suunnittelu

Tiepolitiikan ja strategisen suunnittelun tasolla aikajänne on 20–30 vuotta. Tieliikenteen toimivuustiedoista tulisi tällöin löytyä vastauksia esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin:

- Millaista toimivuutta tulisi tavoitella ja millaisin painotuksin?
- Mikä on liikenteen toimivuus eri käyttäjäsegmenteissä ja alueilla?
- Millainen on toimivuus nyt ja 30 vuoden kuluttua?
- Millaisin strategioin toimivuustavoitteisiin päästään?

Strategisen tason suunnittelussa liikenteen toimivuutta tarkastellaan lähempänä makro- kuin mikrotasoa. Tämä tarkoittaa, että liikenteen toimivuuden nykytilasta on voitava esittää alueellisia ja verkollisia kokonaisanalyysyjä sekä aikasarjoja menneestä kehityksestä. Olennainen vaatimus on ennustettavuus eli osataan määrittää tarkasteltavien toimien vaikutus liikenteen toimivuuteen 20–30 vuoden aikana.

### Liikennejärjestelmätyö

Tiehallinnon liikennejärjestelmätyön tarkoituksena on vuorovaikutuksen ja yhteistyön kautta sovittaa yhteen eri osapuolten tarpeita ja tavoitteita yhteisesti hyväksyttäväksi ratkaisuisiksi, suuntaviivoiksi ja ohjelmiksi. Valtakunnallisesti liikennejärjestelmätyötä on esimerkiksi väylävirastojen välinen yhteistyö. Alueellisesti puolestaan liikennejärjestelmätyö kiteytyy liikennejärjestelmäsuunnitteluun ja vuorovaikutukseen esimerkiksi maankäytön suunnittelun kanssa. Liikennejärjestelmätyössä tieliikenteen toimivuudesta tulee esimerkiksi seuraavia kysymyksiä:

- Mikä on tieliikenteen toimivuuden merkitys matka- ja kuljetusketjujen kokonaistoimivuudessa ja palvelutasossa?
- Mikä on tieliikenteen toimivuuden parantamisen hyöty suhteessa panostamiseen muihin liikennejärjestelmän osiin?
- Miten tieliikenteen toimivuutta voidaan parantaa vaikuttamalla liikenteen kysyntään esimerkiksi maankäytön suunnittelun keinoin?

Liikennejärjestelmätason ajattelu edellyttää tieliikenteen toimivuustiedon lisäksi ainakin liikkuja- ja kuljetussegmenttien toimivuustarpeiden ja liikenne-

kysynnän tuntemista. Tarkemmin asiaa ei kuitenkaan pysty yleisesti määrittelemään vaan kysymys on enemmänkin siitä, mitä kysymyksiä liikennejärjestelmätasolla kulloinkin esitetään.

### **Toimenpiteiden suunnittelu**

Perinteisen hanketason suunnittelun aikajänne on yhtä pitkä kuin strategisella tasolla – tavallisesti 30 vuotta – mutta tarkastelun kohde on rajattu ja suunnittelun taso on yksityiskohtainen. Neliporrasperiaatteen myötä tienpidon suunnittelun aikajänne lyhenee, kun suunnittelulla pyritään löytämään taloudellisesti optimaalinen, mahdollisesti vaiheittainen kehittämisspolku. Toimivuustiedoista haetaan vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on liikenteen toimivuus kohteessa nyt ja miten se kehittyi tarkastelujaksolla?
- Miten toimivuusennuste muuttuu tarkastellun hankkeen seurauksena?
- Miten vaiheittain toteuttaminen muuttaa liikenteen toimivuutta tarkastelujakson aikana?

Hanketason suunnittelu ja arviointi edellyttää toimivuustiedoilta ensinnäkin sitä, että mittauksen soveltuu yksittäiselle tiejaksolle. Mittareiden tulee olla riittävän herkkiä erottelemaan esimerkiksi erilaisten teknisten ratkaisujen vaikutuksia sekä kehittämisen vaiheistuksen vaikutusta. Strategisen suunnittelutason tavoin hankesuunnittelussa on voitava ennustaa toimivuuden kehitys pitkällä aikavälillä. Liikenteen hallinnan toimien vaikutus toimivuuteen tulee niin ikään olla arvioitavissa.

### **Liikenteen ohjaus ja tiedotus**

Reaaliaikaista sujuvuustietoa käytetään Tiehallinnossa liikenteen muuttuvassa ohjauksessa ja tiedotuksessa. Tiehallinto myös toimii palveluntuotannon edistäjänä tarjoamalla toimivuustietoa palvelutuottajien jalostettavaksi ja tarjottavaksi tienkäyttäjille. Ohjauksessa ja tiedotuksessa tarvitaan reaaliaikaista toimivuustietoa. Toimivuuden kehittymistä on myös tarpeen ennustaa, mutta kysymys on lyhyen aikavälin ennusteista esim. 15 minuutin tai tunnin päähän.

### **Hankinta**

Tiehallinnon hankintatoimintoja kehitetään kolmella tavalla. Ensinnäkin pyrkimys on laajoihin ja pitkäkestoisiin hankintoihin, toiseksi tienpidon tuotteita ja palveluja hankitaan palvelukokonaisuuksina ja kolmanneksi laatuvaatimukset asetetaan lopputuotteen toimivuudelle. Tavoitteena hankintojen kehittämisessä on tienpidon kustannustehokkuuden parantaminen.

Tieliikenteen toimivuuden mittaaminen liittyy toimivuusvaatimuksiin. Kun toimivuusmittareita käytetään toimivuusvaatimuksissa, sille asetetaan seuraavia vaatimuksia (Kurki ym. 2004):

- Ohjaa urakoitsijan toimintaa tuottamaan laatua, joka vastaa käyttäjän, omistajan ja ympäristön käsitystä toimivasta liikenneväylästä.
- Urakoitsijalla on mahdollisuus vaikuttaa ja hallita kyseisen vaatimuksen mukaista väylän laatuominaisuutta.

- Toimivuusvaatimus ei määrää tai rajaa lopputuotteen tuottamiseksi tarvittavia teknisiä ratkaisuja
- Laadun sopimuksenmukaisuuden todentamiseen tarvitaan selkeästi määriteltyjä ja vakioituja mittaus- tai todentamismenetelmiä, jotka ovat mahdollisimman objektiivisia ja riittävän suurella varmuudella toistettavissa.
- Menetelmät eivät saa sitoa liikaa resursseja, vaan jatkossa tulisi entistä enemmän pyrkiä automaattisiin mittausjärjestelmiin.

### **Tiehallinnon sidosryhmät**

Sidosryhmistä tieliikenteen toimivuuden mittareita tarvitsevat mm. kunnat, liikenne- ja viestintäministeriö, poliisi sekä liikenteen tietopalvelujen tuottajat. Kunnat voivat hyödyntää maantieverkon toimivuustietoja esimerkiksi yleiskaavoituksessa arvioitaessa toimintojen saavutettavuutta. Liikenne- ja viestintäministeriö voi hyödyntää mittaristoa liikennepolitiikan pitkän aikavälin tavoitteiden toteutumisen seurannassa. Mittaristo soveltuu myös väylälaitosten tulostavoitteiden suunnitteluun Tiehallinnon osalta. Mielenkiintoinen tieto on esimerkiksi matka-aikojen kehittyminen Suomen tärkeimmillä yhteysväleillä. Poliisi voi hyödyntää toimivuustietoja manuaalisen valvontatyön kohdistamiseen. Lisäksi mittaustietojen avulla voidaan arvioida automaattisen nopeusvalvonnan vaikuttavuutta toimivuuteen. Liikenteen tietopalvelujen tuottajat voivat hyödyntää mittaristoa tietopalvelujensa kehittämiseen.

## Yhteenveto

Taulukossa 2 esitetään yhteenveto edellä kuvatuista vaatimuksista toimivuustiedolle tienpidon eri tasoilla.

Taulukko 2 Toimivuustiedon käyttötarkoituksia ja tiedolle asetettavia vaatimuksia Tienpidon eri vaiheissa

Tienpidon taso / vaihe	Toimivuustiedon vaatimuksia	Käyttötarkoitus
<b>Strateginen taso (toimintalinjat, pitkän aikavälin suunnitelmat)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riittävän pitkiä aikasarjoja sopivilla verkollisilla ja alueellisilla jaotteluilla.</li> <li>• Yhdistäminen tienkäyttäjien tarpeisiin ja odotuksiin.</li> <li>• Ennustettavuus, vaikutusten arviointi 20–30 vuoden aikajänteellä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieverkon tilan seuranta.</li> <li>• Vaikutusten arviointi strategisella tasolla.</li> </ul>
<b>Liikennejärjestelmätyö</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kytkeä matka- ja kuljetusketjujen kokonaistoimivuuteen.</li> <li>• Herkkyys kysyntämuutoksille.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ongelmakohteiden tunnistaminen.</li> <li>• Liikennejärjestelmän tehokkuuden arviointi.</li> </ul>
<b>Ohjelmointi (toiminta- ja taloussuunnitelmat, investointiohjelmat)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nykytila (aikasarja).</li> <li>• 4–5 vuoden ennusteet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hankkeiden priorisointi.</li> <li>• Vaikutusten arviointi.</li> </ul>
<b>Hanketaso (yksittäiset hankkeet ja toimet)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittarin toimivuus rajatulla tiejaksolla.</li> <li>• Herkkyys erilaisten suunniteluratkaisujen vaikutuksia.</li> <li>• Ennustettavuus, vaikutusten arviointi 20–30 vuoden aikajänteellä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ongelma-analyysi.</li> <li>• Vaihtoehtojen vertailu.</li> <li>• Vaikutusten arviointi.</li> </ul>
<b>Operatiivinen taso (kunnossapito, liikenteen palvelut)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akuutit tarpeet.</li> <li>• Lyhyet ennusteet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sujuvuus- ja häiriötiedotus.</li> </ul>
<b>Hankinta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittaa asiaa, johon urakoitsija voi vaikuttaa.</li> <li>• Ei määrää tai rajaa teknisiä ratkaisuja.</li> <li>• Selkeästi määriteltyjä ja vakioituja mittaus- tai todentamismenetelmiä (objektiivisuus, toistettavuus).</li> <li>• Mittaamisen kustannustehokkuus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asetettujen toimivuusvaatimusten täyttymisen seuranta.</li> </ul>

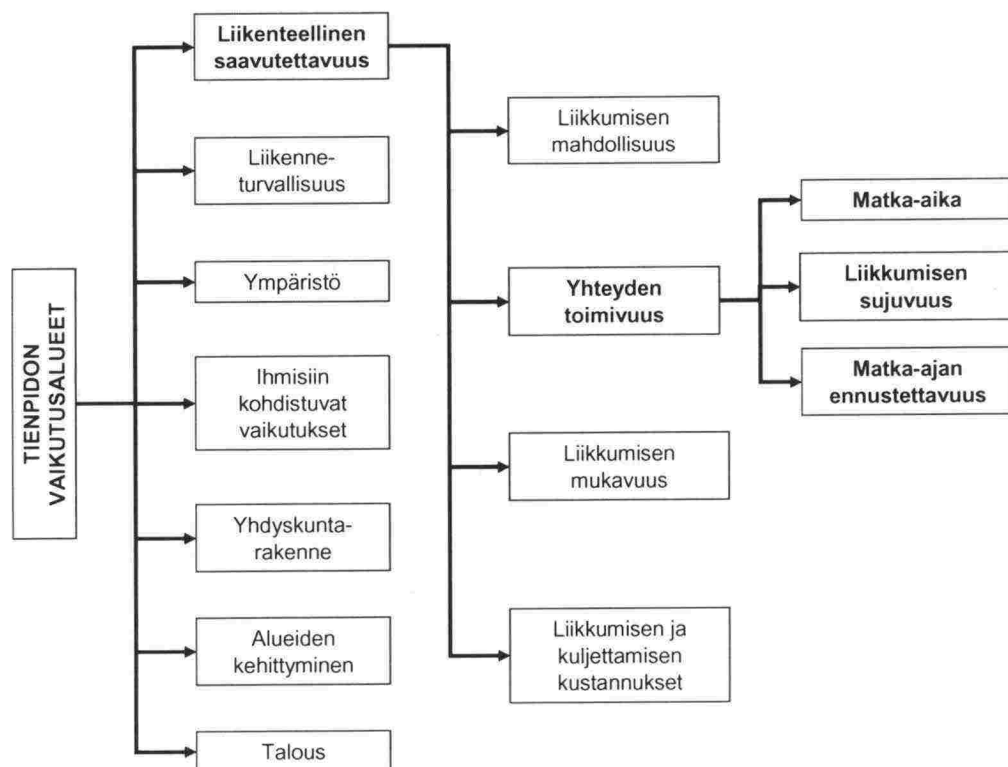
### 3 TOIMIVUUDEN OSATEKIJÄT JA NIIDEN MERKITYS

#### 3.1 Toimivuuden määrittely ja käsitteellistäminen

##### Tieliikenteen toimivuus osana liikenteen palvelutasoa

Toimivuus tarkoittaa yleisesti tuotteen suoriutumista tarkoitetussa käytössä. Tuotteella tarkoitetaan tässä yhteydessä yleisesti liikenneinfrastruktuuria ja erityisesti Tiehallinnon vastuulla olevaa tieomaisuutta. Siihen kuuluvat tiet sekä kevyen liikenteen väylät ja niihin välittömästi liittyvät ja kiinteästi paikkaan sidotut rakenteet sekä väylien alla ja yhteydessä olevat maa-alueet.

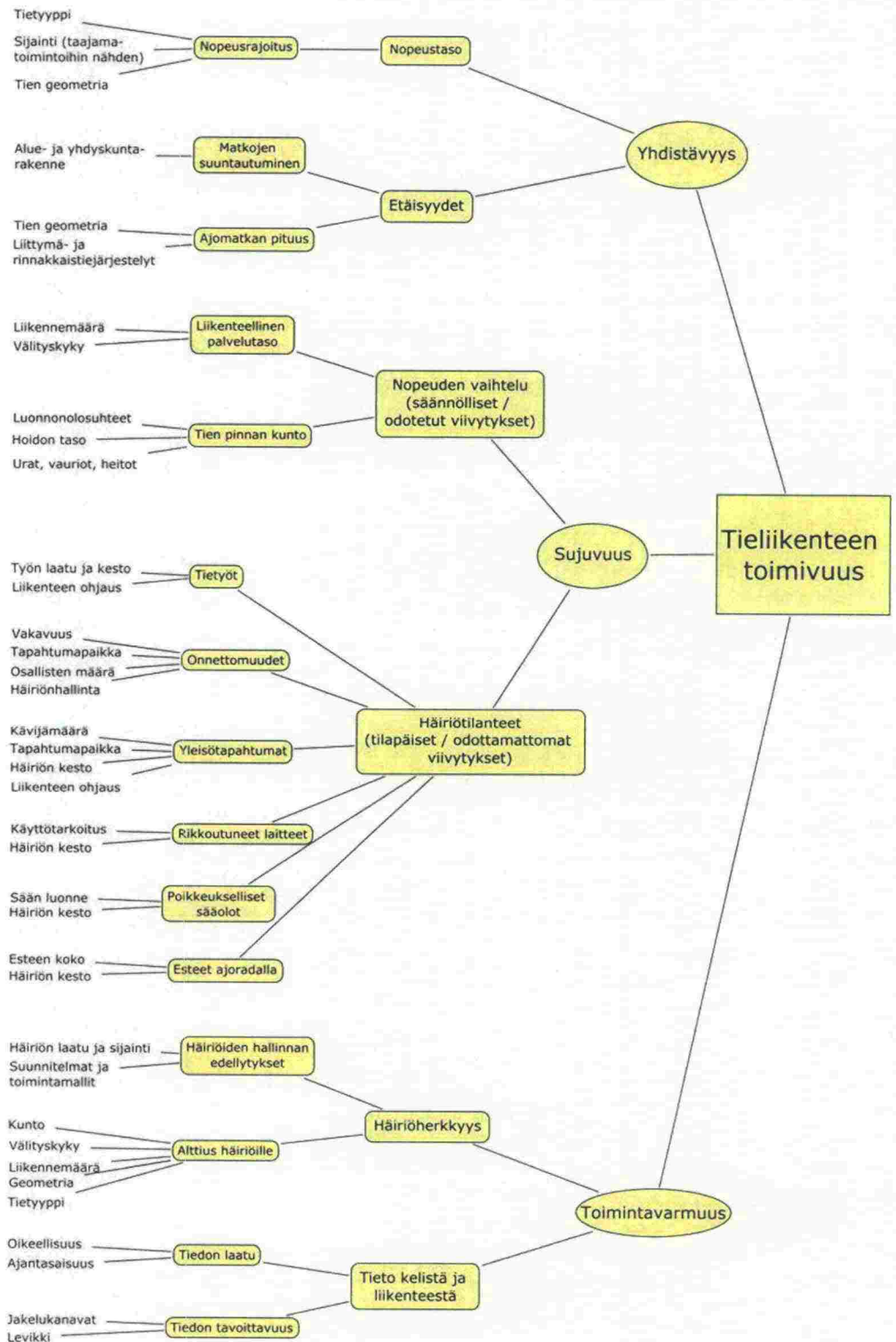
**Tienpidon vaikutusalueet** jaetaan kuvan 2 mukaisesti seitsemään osa-alueeseen. Yksi osa-alueista on liikenteellinen saavutettavuus, joka koostuu liikkumisen mahdollisuudesta, yhteyden toimivuudesta, liikkumisen mukavuudesta sekä liikkumisen ja kuljettamisen kustannuksista. Tieliikenteen toimivuus sijoittuu tässä ryhmittelyssä yhteyden toimivuuden alle ja koostuu matka-ajasta, liikkumisen sujuvuudesta sekä matka-ajan ennustettavuudesta. Jatkossa käytetään matka-ajasta käsitettä yhdistävyys ja matka-ajan ennustettavuudesta käsitettä toimintavarmuus.



Kuva 2 Tieliikenteen toimivuuden liittyminen muihin tienpidon vaikutusalueisiin (Goebel ja Metsäranta 2007).

### Tieliikenteen toimivuuteen vaikuttavat tekijät

Tieliikenteen toimivuus on edellä esitetyn mukaisesti sitä, että matkaan kuluu mahdollisimman vähän aikaa, liikkuminen on sujuvaa ja että ajan kuluminen ja sujuvuus osataan ennakoida. Tieliikenteen toimivuuteen vaikuttavat useat tekijät, kuten tien monet ominaisuudet sekä liikenteen määrä ja koostumus. Kuvassa 3 nämä eri tekijät ryhmitellään tieliikenteen toimivuuden kolmen osatekijän alle.



Kuva 3 Tieliikenteen toimivuuteen vaikuttavien tekijöiden ryhmittely.

Ensimmäinen tieliikenteen toimivuuden päätekijä on nopeustasosta ja etäisyyksistä riippuvainen **yhdistävyys**. Se määrittää kyseessä olevan yhteyden parhaan mahdollisen toimivuuden. Lyhin mahdollinen matka-aika riippuu tien nopeusrajoituksesta, joka asetetaan liikenneturvallisuuden takaamiseksi. Nopeusrajoituksen taso määräytyy mm. tietyyppin, tien geometrian ja taajamatoimintojen läheisyyden perusteella. Matkojen pituuteen vaikuttavat ennen muuta fyysinen ja toiminnallinen yhdyskuntarakenne. Tien geometrialla sekä liittymä- ja rinnakkaistiejärjestelyillä on myös merkitystä.

Joukkoliikenteen kannalta yhdistävyys riippuu lisäksi reiteistä, vuoroväleistä ja pysäkkien sijainnista. Kevyen liikenteen yhdistävyys syntyy lähinnä tiepituuden perusteella. Tien varsien kevyen liikenteen väylien ei matka-ajan kannalta tarkasteltuna voida katsoa vaikuttavan merkittävästi yhdistävyyteen, vaikka ne parantavat huomattavasti kevyen liikenteen mukavuutta ja turvallisuutta. Tien koetun turvallisuuden ollessa erittäin heikko voidaan ajatella aiheutuvan myös yhteyspuutteita.

Toisena tekijänä tulee liikkumisen **sujuvuus**, johon vaikuttavat sekä nopeuden vaihtelu että häiriötilanteet. Sujuvuus on käsitteenä matka-ajan todellisen ja koetun pituuden välimaastossa. Sujuvuus heikkenee ajonopeuden laskiessa normaalista tasosta ja vaihdellessa sekä pysähtymisten myötä. Liikenteellinen palvelutaso (HCM) ja sen vaihtelut ovat tien kunnan ja talvisien olosuhteiden tavoin tavallisesti säännöllisiä ja siten odotettuja toimivuuden tekijöitä. Häiriötilanteista tietyt (varsinkin pitempikestoiset) sekä yleisötapahtumat ovat niin ikään yleensä hyvin etukäteen tiedossa. Vaikutus toimivuuteen on kuitenkin tilapäinen. Onnettomuudet, laiterikot, poikkeukselliset sääolot ja esteet tiellä sen sijaan ovat useimmiten sekä odottamattomia että tilapäisiä häiriöitä. Joukkoliikenteen kannalta liikkumisen sujuvuus riippuu muun autoliikenteen sujuvuudesta, ellei joukkoliikenteellä ole erillisiä kaistoja. Kevyellä liikenteellä sujuvuuden (matka-ajan) vaihtelu ei vaikuta merkittävästi toimivuuteen.

Yhteyden toimivuuden kolmas päätekijä on **toimintavarmuus**. Toimintavarmuus kuvaa järjestelmän kykyä reagoida satunnaisiin häiriöihin ja olosuhteiden muutoksiin tiejaksolla. Toimintavarmuuteen vaikuttavat mm. tien häiriöherkkyys, vaihtoehtoisten reittien olemassaolo, tiejaksolla toteutettu liikenteen seuranta ja tiedotus sekä mahdollisesti laadittu poikkeustilannesuunnitelma. Häiriöherkkyys kasvaa kun liikenteen määrä lähenee välityskykyä. Tieto matka-ajasta sekä säännöllisistä ja satunnaisista viivytyksistä parantaa yhteyden toimivuutta kahdella tapaa. Ensinnäkin tieto vaikuttaa matka-ajankohdan ja reitin valintaan, toisaalta tieto tekee viivytyksistä ennakoituja, jolloin niihin osaa varautua. Joukkoliikenteellä toimintavarmuus riippuu sujuvuuden tapaan muun autoliikenteen toimintavarmuudesta ja joukkoliikenteelle toteutetuista erillisjärjestelyistä. Kevyen liikenteen kannalta toimintavarmuuteen voi vaikuttaa esim. talvikunnossapidon taso.

Nykyisellä tieverkolla yhdistävyys on pääosin hyvä. Liikenteen kasvun seurauksena on tienpidossa painottunut yhdistävyyttä enemmän sujuvuusongelmien poistaminen. Liikenteen edelleen kasvaessa ja sujuvuusongelmien kasvaessa yhä tärkeämmäksi muodostuu tulevaisuudessa tieverkon toimintavarmuuden tunteminen.

### 3.2 Toimivuuden merkitys erityyppisillä matkoilla ja erilaisissa kuljetuksissa

Perusteltuna lähtökohtana liikenteen toimivuuden tunnuslukujen määrittämiselle on pyrkimys kuvata tienkäyttäjien kokemaa toimivuutta. Liikenteelliseen toimivuuteen ei sisälly sellaisia ominaisuuksia, jotka ovat tienkäyttäjille näkymättömiä. Seuraavassa tuodaan esiin eri tienkäyttäjärhyhmille olennaisia matka-aikaan ja sen ennustettavuuteen liittyviä tekijöitä.

#### Henkilöliikenne

Henkilöliikenteen toimivuuden merkitys riippuu matkan tarkoituksesta. Eri tarkoituksessa tehdyt matkat painottuvat toisistaan poikkeaviin liikennetilanteisiin, joissa tarve ja mahdollisuus matka-ajan vaihtelun huomioon ottamiseen vaihtelee. Liikenteessä kuluvan ajan arvo riippuu niin ikään matkan tarkoituksesta.

**Työajan matkoilla** ajan arvo on korkeimmillaan. Työajan matkoilla sekä nopeudella että toimintavarmuudella on suuri merkitys. Työajan matkoja tehdään sekä huipputuntien liikenteessä että huipputuntien ulkopuolella. Huipputuntien aikana tehtävillä työajan matkoilla kapasiteetin riittämättömyydestä aiheutuvat matka-ajan muutokset ovat häiriöiden ohella kriittinen tekijä. Tieto liikennetilanteesta on matka-ajan ennustettavuuden kannalta kriittinen tekijä. Huipputuntien ulkopuolella ruuhkautuminen ei aiheuta toimivuusongelmia, matka-ajan ennustettavuuden kannalta tieto häiriöistä on tärkeää.

**Työmatkoilla** (ja opiskelumatkoilla) matka-ajan vaihtelu aiheuttaa ongelmia. Myös töistä lähdettäessä on usein sovittuja aikatauluja (esim. lasten haku päiväkodista), joiden takia toimintavarmuudella on merkitys. Työmatkat painottuvat huipputuntien liikenteeseen, jolloin kapasiteetin riittämättömyydestä johtuvat toimivuusongelmat ovat merkittävimpiä viivytysten syitä. Työmatkojen toistuvuus mahdollistaa kuitenkin sen, että liikkujat oppivat ottamaan huomioon liikenteen ja kelin normaalin vaihtelun ja vaikutuksen matka-aikaan. Tieto poikkeustilanteista ja niiden aiheuttamista viivytyksistä on matka-ajan ennustettavuuden kannalta kriittinen tekijä.

**Asiointimatkoja** (ostosmatkat ja muut asiointimatkat) tehdään kaikissa liikennetilanteissa. Päiväaikaan tehtävät asiointimatkat rinnastuvat työajan matkoihin, mutta aikataulujen pitävyys (ajan arvo) ei niissä ole yleensä yhtä kriittinen tekijä. Arjen huipputunteina ja viikonloppuisin tehtävillä asiointimatkoilla kapasiteetin riittävyys aiheuttaa matka-ajan vaihteluita. Työmatkoihin verrattuna mahdollisuus aikataulujen joustamiseen on kuitenkin yleensä parempi.

**Vapaa-ajan matkat** painottuvat huipputuntien ulkopuolelle ja viikonloppuihin. Arjen huipputuntien ulkopuolella kapasiteetin riittävyys on yleensä hyvä eikä vapaa-ajan matkat ole yleensä kriittisiä aikataulujen joustavuuden kannalta (ajan arvo pieni). Viikonloppujen meno- ja paluuliikenne ovat useilla tiejaksoilla kapasiteetin riittävyyden kannalta kriittisimpiä liikennetilanteita. Mahdollinen ruuhkautuminen on kuitenkin yleensä toistuvaa, joten siihen voidaan ennalta varautua. Tieto poikkeustilanteista lisää matkan mukavuutta, mutta aikataulujen pitävyys ei yleensä ole kriittinen tekijä.



Matkan tarkoituksen lisäksi voidaan henkilöliikenteen toimivuutta tarkastella **kulikutavan kannalta**. Tieliikenteessä henkilöautoliikenteen rinnalla keskeinen kulkumuoto on bussiliikenne, jonka toimivuus voi poiketa muun liikenteen toimivuudesta esim. erillisten bussikaistojen tai liittymien etuisuusjärjestelyiden vaikutuksesta. Matka-aikojen vaihtelu on bussiliikenteessä muuta liikennettä kriittisempää aikataulujen pitävyyden ja vaihtojen onnistumisen kannalta.

### Tavaraliikenne

Tavaraliikennettä tarkastellaan erikseen kustannustehokkaiden kuljetusten ja täsmällisyyttä vaativien kuljetusten näkökulmasta. Lisäksi on erotettavissa segmentti, jonka kuljetukset edellyttävät myös lyhyttä kuljetusaikaa. On kuitenkin todettava, että sekä kustannukset että täsmällisyys ovat tärkeitä kaikilla toimialoilla, koska nykyaikaiset tuotantoprosessit ovat tarkasti aikataulutettuja ja varastotasojä pidetään alhaisena sitoutuneen pääoman minimoimisen vuoksi.

**Kustannustehokkaat kuljetukset** koostuvat pääasiassa alhaisen jalostusarvon omaavien ja massaltaan suurten tavaralajien kuljetuksista. Tällaisia kuljetuksia esiintyy erityisesti metsäteollisuuden, kemian- ja energiateollisuuden, metallien valmistuksen sekä rakennustuoteteollisuuden toimitusketjuissa. Näille kuljetuksille on tärkeää mahdollisimman suuret kuljetuserät eli käytännössä maksimaalisten akselipainojen käyttö sekä ympärivuorokautinen palvelu. Kuljetukset ovat pääasiassa pitkämatkaisia kuljetuksia.

Maa-ainesten kuljetukset ovat kustannustehokkuutta vaativia mutta lyhytmatkaisia kuljetuksia. Maa-aineskuljetuksilla ei juuri ole merkitystä tien palvelutason mitoituksessa mm. siksi, että kuljetukset ovat usein tilapäisiä. Toimivuuden kriteerinä on yhteyden laatu maa-aineksen hakupaikalta työmaalle, esimerkiksi liittymisen helppous päätien liikennevirtaan. Maa-aineskuljetukset vaikuttavat kuitenkin pitkämatkaisen liikenteen sujuvuutta heikentävästi päätieverkolla.

**Täsmällisyyttä vaativissa** kuljetuksissa voidaan erottaa pitkämatkaiset runkokuljetukset sekä lyhytmatkaiset jakelukuljetukset. Pitkämatkaiset kuljetukset koostuvat pääasiassa korkean jalostusasteen tuotteiden kuljetuksista asiakkaalle. Tällaisia kuljetusketjuja esiintyy erityisesti arvotavaran valmistuksessa, konepajateollisuudessa, elintarviketeollisuudessa sekä kaupan kuljetuksissa. Näiden kuljetusten tärkein ominaisuus on kuljetusvarmuus ja aikataulutäsmällisyys. Kuljetukset edellyttävät liikennejärjestelmältä erityisesti kuljetusmuotojen yhteensopivuutta, ympärivuorokautista palvelua, häiriöttömyyttä ja ennustettavuutta. Myös esimerkiksi turvevoimaloiden prosessit edellyttävät turvekuljetuksilta erittäin korkeaa täsmällisyyttä.

Lyhytmatkaiset jakelukuljetukset koostuvat lähinnä kaupunkiseutujen vähittäiskaupan jakelukuljetuksista varastosta tai terminaalista liikkeeseen sekä postin ja pikarahdin kuljetuksista. Kuljetukset ovat usein tarkkaan aikataulutettuja. Vaatimuksissa korostuvat täsmällisyys ja häiriöttömyys sekä lyhyt matka-aika.

Myös **kuljetusajan pituudella** (kuljetuksen nopeudella) on merkitystä joillekin korkean teknologian tuotteiden kuljetuksille, teollisuuden varaosatoimi-

tuksille sekä eräille leipomo- ja meijerituotteiden sekä tuoretuotteiden kuljetuksille. Myös

jakelupalveluja tarjoaville yrityksille on tärkeätä kaluston mahdollisimman tehokas käyttö.

### 3.3 Tavoitteellisten mittareiden ominaisuuksia

Työn lopputuloksena tuotetaan suositukset Tiehallinnon jatkossa seuraamiksi toimivuuden tunnusluvuiksi ja mittareiksi. Mittareille voidaan määritellä seuraavia tavoitteellisia ominaisuuksia:

- Mittareiden tulisi perustua tieverkolta suhteellisen yksinkertaisesti (automaattisesti) kerättävään tietoon. Myös kerättyjen tietojen jalostaminen toimivuuden tunnusluvuiksi tulisi onnistua automaattisesti. Jatkuvasti seurattavat tunnusluvut eivät voi edellyttää yksityiskohtaista analyysia.
- Mittareiden tulisi kuvata tienkäyttäjän kokemaa liikkumisen laatua, jotta mittarit ovat uskottavia käytettäessä esim. perusteluviestinnässä tai liikenteen tiedotuksessa. Mittarin saamien arvojen luokittelussa tulisi luokkarajat asettaa vastaamaan tienkäyttäjän odotuksia.
- Mittareiden tulisi olla hyödynnettävissä monipuolisesti eri käyttötarkoituksissa. Laajan hyödynnettävyyden edellytyksinä on mm., että
  - mittari soveltuu eripituisten tiejaksojen arviointiin
  - mittarilla voidaan tarkastella tarkasteluajanjaksot (toimivuus tietynä päivänä / toimivuus tietyn vuoden aikana)
  - mittarin avulla tulee kyetä arvioimaan myös toimivuuden kehittymistä tulevaisuudessa.

Jotta toimivuuden mittauksesta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää monipuolisesti eri tienpidon eri tasoilla, tulisi mittareita olla mahdollista tulkita eri tienkäyttäjryhmien kannalta. Taulukkoon 3 on kerätty näkökohtia, joita toimivuuden mittareiden avulla tulisi kyetä arvioimaan eri tienkäyttäjryhmien näkökulmasta. Tärkeänä näkökohtana esille nousevat toimivuuden vaihtelut ajallisesti eri liikennetilanteissa ja häiriöiden seurauksena.

Taulukko 3 Tunnuslukujen avulla arvioitavia keskeisiä toimivuuksnäkökohtia eritienkäyttäjärühmien kannalta.

		Yhdistävyys	Sujuvuus	Toimintavar- muus
Henkilöliikenne	Työajan matkat	Nopeustasot pää-tieverkon yhteysväleillä.		Häiriötilanteet ja niiden aiheuttamat viivytykset.
	Työ- ja opiskelumatkat	Nopeustaso seudullisen työssäkäyntiliikenteen tärkeillä yhteysväleillä	Aamu- ja iltahuipputuntien liikenteen normaalin ruuhkautumisen aiheuttamat viivytykset.	Huipputuntien matka-ajan vaihtelu (ennustettavuus).  Häiriötilanteet ja niiden aiheuttamat lisäviivytykset huipputuntien aikana.
	Vapaa-ajan matkat	Nopeustaso pää-tieverkon matkailu/mökkiliikenteen tärkeillä yhteysväleillä.	Viikonloppujen huipputuntien normaalin ruuhkautumisen aiheuttamat viivytykset.	Häiriötilanteet ja niiden aiheuttamat viivytykset huipputuntien ulkopuolella.
Tavaraliikenne	Kustannustehokkuutta vaativat kuljetukset	Nopeustasot pää-tieverkon (raskaan liikenteen kannalta tärkeillä) yhteysväleillä.  Kantavuusrajoitukset, erikoiskuljetusten reitit.	Ruuhkautumisen aiheuttamat lisäkustannukset (aika, polttoaine jne.)	Kelirikko
	Täsmällisyyttä vaativat kuljetukset		Liikenteen normaalin vaihtelun aiheuttamat keskimääräiset viivytykset.	Matka-ajan vaihtelu (ennustettavuus).
	Nopeutta edellyttävät kuljetukset			Häiriöt ja niiden aiheuttama haitta

## 4 TOIMIVUUDEN MITTAAMINEN

### 4.1 Toimivuuden mittaamisen nykytila Suomessa






#### Liikenteen automaattinen mittaus LAM

Tärkein Suomessa jatkuvasti liikenteestä tietoa keräävä järjestelmä on LAM-järjestelmä, noin 350 liikennelaskentalaitetta tiehen sijoitettuine antureineen sekä tiedon siirto-, tallennus- ja raportointijärjestelmät. Järjestelmällä kerätään tietoa liikenteen määrästä, vaihteluista ja koostumuksesta sekä liikenteen toimivuudesta.

Järjestelmä tunnistaa ajoneuvon tiehen upotetun kahden peräkkäisen ilmaisinsilmukan avulla. Reaaliaikaisilta pisteiltä tiedot siirretään ajankohdasta riippuen 5-15 minuutin välein keskuspalvelimelle kiinteän tai matkapuhelinverkko-yhteyden avulla. Muilta pisteiltä tiedot siirretään modeemilla kerran vuorokaudessa keruupalvelimelle. Tiedot talletetaan tietokantaan, josta ne ovat hyödynnettävissä sekä reaaliaikaisena tietona että tilastoinnin tarpeisiin. Järjestelmällä tuotetaan seuraavat toimivuutta kuvaavat tai siihen liittyvät tietolajit:

- liikennemäärä (KVL, KAVL, jne.)
  - liikenteen koostumus (ajoneuvotyyppien osuudet)
  - pistenopeudet, nopeuden keskihajonta
  - ajoneuvojen aikavälit, jono-%
  - suuntajakauma
  - kausi-, viikonpäivä- ja tuntivaihtelut
  - huipputuntiliikenteet
- Tiehallinnon liikennekeskuksen päivystäjät käyttävät LAM-järjestelmän reaaliaikaisia tietoja liikennetilanteen seurantaan ja muuttuvien opasteiden manuaaliseen ohjaukseen. Lisäksi tietoja käytetään muuttuvien opasteiden automaattisessa ohjauksessa sekä liikenteen tiedotuspalveluissa. Tiehallinnon internet-palvelussa esitetään tieverkon sujuvuus 5-portaisen mitta-asteikon avulla. Mitta-asteikko perustuu tutkimukseen tienkäyttäjien kokemasta sujuvuudesta. Käytetty sujuvuuden luokittelu esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4 Sujuvuuden luokittelu tiedotuspalveluissa

Mittauspisteen esitystapa	Sujuvuusluokka	$S = \text{nopeus/vapaa nopeus}$
	sujuvaa	$S > 0,90$
	jonoutunut	$0,90 < S < 0,75$
	hidasta	$0,75 < S < 0,25$
	pysähtelee	$0,25 < S < 0,10$
	seisoo	$S < 0,10$

Myös muiden viranomaistoimijoiden järjestelmistä saadaan pistekohtaista tietoa liikenteestä. Esimerkiksi poliisin automaattivalvontajärjestelmän silmu-koista saadaan tietoa liikennemäärästä ja nopeudesta. Jatkossa myös poliisi

kehittää matka-aikojen seurantaa, josta saatavat tiedot voivat olla hyödynnettävissä myös toimivuuden mittaamisessa.

### **Pääkaupunkiseudun matka-aikamittausjärjestelmä**

Pääkaupunkiseudun päätieverkolla on käytössä rekisterikilpien automaattiseen tunnistukseen perustuva matka-ajan mittausjärjestelmä. Tällä hetkellä mittausasemia on 36 kpl ja niiden määrää on suunniteltu lisättävän 22:lla lähivuosina (Pääte-suunnitelma 2006). Tällöin ne kattavat Pääkaupunkiseudun sisääntuloväylät ja kehätiet. Matka-aikatiedot päivittyvät kahden minuutin välein. Järjestelmä ei kerää ajoneuvoikohtaisia tietoja pysyvään rekisteriin.

Järjestelmällä tuotettavia toimivuustietoja ovat:

- matka-aika, matkanopeus
- matka-ajan vaihtelu

Järjestelmän tietoja hyödynnetään liikennetilanteen seurantaan, muuttuvien opasteiden ohjaukseen (valtatie 1 Lohja–Kehä III) sekä tiedotuspalveluihin. Tiehallinnon internet-palvelussa esitetään tietojen pohjalta laskettu linkkikohtainen sujuvuusluokka LAM-pistetietojen kohdalla esitetyn laskentaperiaatteen mukaisesti. Lisäksi palvelussa esitetään linkkien ajoaika ja keskinopeus.

Huhtikuusta 2008 lähtien järjestelmän tiedot ovat saatavissa Tiehallinnon sujuvuustietopalvelun kautta.

### **Floating car data**

Floating car data (FCD) -menetelmää käytetään tällä hetkellä reaaliaikaisen liikennetilannetiedon tuottamiseen Tampereen ja Oulun kaupunkiseuduilla. Molemmissa toteutuksissa ovat tiedonlähteenä taksit; Tampereen Aluetaksin 450 ajoneuvoa ja Oulun Aluetaksin lähes 300 ajoneuvoa. Taksit on varustettu satelliittipaikannuslaitteella ja GPRS-tiedonsiirtoyhteydellä. Laitteiston avulla pystytään keräämään tietoa mm. autojen sijainnista, nopeudesta ja ajosuunnasta. Kerättävästä datasta tuotetaan yleensä matka-aikaestimaatti sujuvuusmallin avulla. Sujuvuusluokituksenä käytetään samaa luokitusta kuin Tiehallinnon internet-palvelussa LAM-pistetietojen osalta.

Anturiajoneuvojen osuus liikennevirrasta vaikuttaa datasta tuotettujen matka-aikaestimaattien tarkkuuteen. Tarkkuusvaatimukseen vaikuttaa taas tietojen käyttötarkoitus. Alueilla, jossa liikennetilanne muuttuu nopeasti, tarvitaan suurempi anturiajoneuvojen osuus kuin melko staattisen liikennetilanteen alueilla. Tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että ehdoton alaraja anturiajoneuvotiheydelle on 0,25 % liikennevirrasta. Tämä määrä riittää moottoritieolosuhteissa tuottamaan melko tarkkaa tietoa matka-ajoista. Sen sijaan kaupunkikeskustoissa ja moottoriteiden liittymäalueilla ajantasaisten matka-aikaestimaattien tuottamiseen tarvitaan keskimäärin 2–5 % osuus anturiajoneuvoja. Eri tutkimusten tulokset eroavat tosin tässä asiassa melko paljon. Hyvin vakavasti ruuhkautuneilla tiejaksoilla tarkkojen matka-aikaestimaattien tuottaminen vaatii jopa 12 %:n anturiajoneuvojen osuuden. (Kosonen & Pahlman 2005.)

Lisää kokemuksia FCD-menetelmän käyttökelpoisuudesta kaupunkialueen liikenteen sujuvuuden mittaamisesta saadaan vuoden 2007 aikana.

Näköpiirissä on, että FCD-tietojen keruu laajenee tulevaisuudessa pitkämatkaiseen ammattiliikenteeseen, kuten rekkoihin ja pitkänmatkan busseihin. Näiden avulla saataisiin tietoa myös päätieverkon sujuvuudesta. On myös mahdollista, että FCD-tietoa tuottava ajoneuvokanta laajenee yksityisiin henkilöautoihin, jotka tuottavat tietoa liikenteen sujuvuudesta ajoneuvon telematiikkaalustan avulla. Sujuvuustietojen lisäksi ajoneuvoista voitaisiin saada tietoa myös kelistä ajovakaudenhallintajärjestelmän tietojen avulla.

Liikenteen matka-aikoja mitataan FCD-menetelmällä otosluonteisesti pääkaupunkiseudulla. Mittaukset tehdään vakioireiteillä eri liikennetilanteissa kahden vuoden välein. Mittaustietoja käytetään liikenteen sujuvuuden tilan ja kehityksen arviointiin.

### **Liikennevaloilmaisimien hyödyntäminen**

Liikenteen sujuvuustiedon tuottamisessa hyödynnetään liikennevaloilmaisimia tällä hetkellä ainakin Oulussa ([www.oulunliikenne.fi](http://www.oulunliikenne.fi)) ja Tampereella ([www.liikennetampereella.fi](http://www.liikennetampereella.fi)). Sujuvuustiedot tuotetaan liikennemallin avulla, koska ilmaisimista saadaan tietoa ainoastaan liikennemäärästä, ei ajoneuvojen nopeuksista. Myös Helsingissä on käynnissä AINO-ohjelman pilotihanke (ONNIMANNI), jossa kehitetään reaaliajassa toimivaa sujuvuusmallia Ruoholahden tieverkolla.

### **Liikennekeskuksen tietojärjestelmä**

Tiehallinnon liikennekeskus kirjaa LK-tietojärjestelmään tilanteet, jotka vaarantavat tai haittaavat liikennettä. Näistä tilanteista lähetetään yksi tai useampi liikennetiedote mm. medioihin. LK-tietojärjestelmää voidaan siten hyödyntää arvioitaessa tiejakson häiriöherkkyyttä. Esimerkiksi Uudenmaan tiepiirissä tapahtuu vuosittain yli 300 tilannetta, joista lähetetään liikennetiedote.

LK-tietojärjestelmä on haettavissa myös historiatiedot. Järjestelmässä ei kuitenkaan ole analyysityökaluja, joten häiriöiden paikkatieto- ja tilastolliset analyysit on aina suoritettava manuaalisesti LK-tiedosta irrotettavan raakadatan pohjalta. Toimivuuden arviointiin liittyviä tietolajeja ovat:

- tieosoite (koordinaatit tuotettavissa erillisellä ohjelmalla, sijaintitarkkuus perustuu liikennekeskuspäivystäjän tietoon häiriön sijaintipaikasta)
- häiriötyyppi (kolme luokkaa)
  - o onnettomuus
  - o este tiellä (yleensä hirviä tiellä)
  - o liikennehäiriö (rikkoontuneet ajoneuvot, tulvat, räjäytystyöt yms.)
- tilanteen sanallinen kuvaus
- tiedotteiden kirjausajankohdat.

Samaa tilannetta koskevista kirjauksista voidaan laskea tilanteiden kesto.

Tiehallinnon LK-tietojärjestelmää uusitaan raporttia kirjoitettaessa.

## Onnettomuusrekisteri

Onnettomuusrekisteriin kirjataan vuosittain Poliisin tietojärjestelmästä saatavat tiedot, jotka korjataan ja paikannetaan kartalle. Onnettomuuksista tallennetaan rekisteriin tieosoite, ajankohta, osallisten, loukkaantuneiden ja kuolleiden lukumäärät, sää ja lämpötila sekä keli, onnettomuustyyppi ja -luokka.

Onnettomuusrekisteri on paras tietolähde arvioitaessa väylän liikenneturvallisuuksia mutta se voi soveltua myös häiriöherkkyyden arviointiin suuntaantavasti. Esimerkiksi henkilövahinko-onnettomuustiheys kuvaa väylän häiriöherkkyyttä, koska ko. onnettomuudet aiheuttavat yleensä häiriötä myös muulle liikenteelle pelastus- ja raivaustöiden ajan. Lisäksi onnettomuusrekisterin tiedot ovat LK-tietoa kattavammat.

Jatkossa GPS-paikannuksen käyttöönotto kaikissa poliisiautoissa mahdollistaa aikaisempaa tarkemman onnettomuuksien paikannuksen automaattisesti.

## Joukkoliikenteen seurantajärjestelmät

Suurilla kaupunkiseuduilla, Pääkaupunkiseudulla, Tampereella, Turussa ja Oulussa, kaupunkiliikenne ja osittain myös seutuliikenne on nykyisin reaaliaikaisessa seurannassa. Pääkaupunkiseudulla reaaliaikajärjestelmä laajenee koko liikenteen kattavaksi vuoden 2009 aikana. Nykyisestäkin matkakorttijärjestelmästä tosin saadaan tilastotietoa matka-ajoista ja aikataulussa pysymisestä, mutta tulevaisuudessa tiedon laatu paranee. Myös VR:llä on vastaavat tiedot liikenteen täsmällisyydestä rautateillä.

Seurantajärjestelmien keräämää aineistoa voidaan hyödyntää joukkoliikenteen matka-aikojen analyysissä ja esimerkiksi joukkoliikenteen ja autoliikenteen matka-aikojen vertailuun.

## Sää- ja kelitietojärjestelmä

Sää- ja kelitiedot käsittävät tiedot vallitsevasta säätilasta, kelistä sekä näiden ennusteesta. Sää- ja kelitietoja hyödynnetään kunnossapidon laadun seurannassa ja toteutuksessa (tienpidon tuki -toiminto), liikenteen ohjauksessa sekä tiedotuksessa eri tiedotuskanavien kautta.

Tavoitetilassa Tiehallinnolla on käytössä noin 360 omaa tiesääasemaa, jotka mittaavat säätä ja keliä yleensä pääteiden varressa. Lisäksi käytössä on noin 300 kelikameraa. Osa näistä kameroista toimii myös liikennekameroina. Oman tiedon tuottamisen lisäksi Tiehallinto saa runsaasti tietoa mm. sääpalveluiden tuottajilta. Näitä tietoja ovat tutka- ja satelliittikuvat sekä sääennusteet kartoilla ja tekstimuodossa esitettyinä. Lisäksi ulkomaiset (Ruotsi, Norja, Venäjä, Viro) tienpitäjät toimittavat pääteitä ja lähialueita (esim. Lappi, Karjala) koskevia sää- ja kelitietoja standardissa muodossa. Urakoitsijat on veloitettu tuottamaan tilannekatsauksen 1) tehdyistä ja käynnissä olevista hoitotoimenpiteistä, 2) kelin nykytilasta sekä 3) ennusteen kelistä urakka-alueittain sovitusta tiejaksoista. Lisäksi kevyen liikenteen väylistä toimitetaan erikseen tietoa joissakin kaupungeissa. Urakoitsijoiden toimittamaa tietoa tarkistetaan ja yhdistellään automaattisesti. Liikennekeskuksissa päivystäjät varmistavat ja harmonisoivat tyylillisesti urakoitsijoilta tulevat tilannetiedot ja ennusteet sekä tuottavat niiden perusteella pääteitä ja seudullisesti

tärkeitä teitä koskevan 6 tunnin ennusteen maakunnittain ja pääteiden tiejaksoittain.

Kaikki tiesää- ja kelitiedot tallennetaan yhteen valtakunnalliseen tietovarastoon. Keskitetty tietojen analysointitoiminto tuottaa näistä raakatiedoista hälytyksiä tiettyjen olosuhteiden täytyessä ja tiedotukseen tarvittavaa valmista tietoa. Jalostettu tieto on varastoituna keskitetysti analysoidun tiedon varastossa.

Tiesääasemien tiedot toimitetaan sääpalveluntuottajalle, joka tekee tiesääasemakohtaiset piste-ennusteet. Lisäksi Tiehallinto tuottaa lähtötiedot Ilmatieteen laitokselle, joka julkaisee virallisen 24 tunnin liikennesääennusteen, jota esimerkiksi media käyttää säätiedotuksissaan. Tiehallinto tuottaa tiedotuksen kelitiedot ja sääpalvelun tuottajat säätiedot. ([www.tiehallinto.fi/lihark](http://www.tiehallinto.fi/lihark))

## 4.2 Tulevia ja mahdollisia mittausmenetelmiä Suomessa

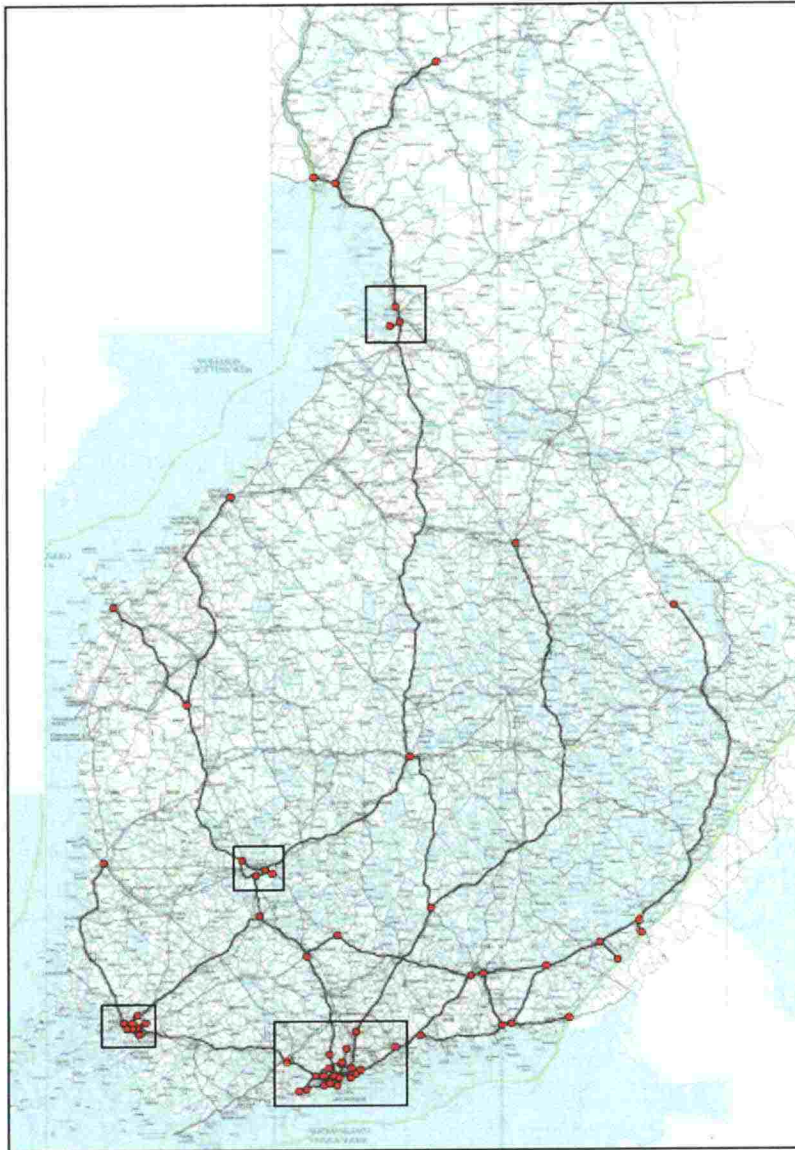
### Valtakunnallinen sujuvuustietopalvelu

Suomen runkotieverkolta, suurten kaupunkiseutujen ruuhkautuvilta tiejaksoilta sekä rajaliikenteen kannalta tärkeiltä teiltä on saatavissa huhtikuusta 2008 lähtien tietoa tieliikenteen matka-ajoista ja sujuvuudesta. Tiehallinnon tilaama valtakunnallinen palvelu koostuu kahdesta osasta: matka-aikatietopalvelusta (mittaus) ja sujuvuustietopalvelusta (tiedon jalostus ja jakelu). Matka-aikatietopalvelun keräämä data siirretään sujuvuustietopalveluun, johon kootaan myös LAM-järjestelmän ajantasatiedot ja myöhemmin myös kelitiedot, säätiedot ja häiriötiedot. Palvelut on tilattu 5 vuoden sopimuksella vuodesta 2008 vuoteen 2012 saakka. Tilattu palvelu perustuu rekisterikilpien tunnistukseen.

Sujuvuustietopalvelu välittää tiedot edelleen viranomaisille sekä markkinoilla toimiville palveluntuottajille standardien rajapintojen kautta. Tiehallinto ei tarjoa itse tietoa suoraan tienkäyttäjille. Sujuvuustietopalvelu tuottaa eri lähtötietojen perusteella ohjaussuosituksia myös Tiehallinnon muuttuvien opasteiden ohjaukselle. Sujuvuustietopalvelu tuottaa jokaiselta mittauslinkiltä matka-ajan viiden minuutin mediaanin minuutin välein päivittyvänä tiedostona. (Tiehallinto 2007b).

Seuraavassa kuvassa esitetään matka-aikamittauksen yhteysvälit. Yhteysvälit jakautuvat keskimäärin 30 km mittauslinkkiväleihin, kaupunkiseuduilla keskimäärin 4 km mittauslinkkeihin. Mittauslinkkejä on yhteensä 161. Palvelu kattaa yhteensä noin 3 200 km eli noin 4 % yleisestä tieverkosta.





Kuva 4 Matka-aikamittauksen yhteysväli. Todelliset mittauslinkit ovat esitettyjä yhteysvälejä lyhyemmät (Tiehallinto 2007a).

Hankinnassa Tiehallinto asettaa vaatimukset tiedon laadulle, ja palveluntuottaja valitsee haluamansa mittausmenetelmän. Mittaustekniikalle ei aseteta ehtoja, vaan toimittaja voi valita käyttämänsä mittausmenetelmät. Palvelun toimittaja kerää tiedot, tuottaa niistä sovitut tunnusluvut ja ennusteet sekä ylläpitää niitä omassa tietovarastossaan. Lisäksi toimittaja tuottaa sovitut tilastotietopalvelut. Tiehallinto saa tiedot käyttöönsä web-käyttöliittymän ja avoimen rajapinnan kautta. Tietopalvelussa tuotettavat tunnusluvut ovat:

- matka-aika
- liikennetilanneluokka
- lyhyen aikavälin ennusteet edellisiin.

Matka-aikatiieto kerätään linkillä liikkuvista ajoneuvoista rekisterikilpien tunnistukseen perustuen. Kahden peräkkäisen pisteen tunnistuksen avulla lasketaan kullekin linkille liikennevirran matka-ajan mediaani 5 minuutin jaksolta 1 minuutin välein päivitettyinä. Linkkien pituudet ovat runkoverkolla keski-

määrin 30 km ja kaupunkiseuduilla 4 km. Pääkaupunkiseudun matka-aikajärjestelmän tiedot ovat toimittajan käytettävissä.

Päivitetyn tiedon tulee olla saatavilla käyttöliittymän ja xml-rajapinnan kautta 45 sekunnin viiveellä. Linkeille tuotetaan myös 15 minuutin ja 30 minuutin ennusteet. Kultakin mittauslinkiltä tulee olla saatavilla alla kuvatut tiedot (taulukko 5) molempiin suuntiin. Jos kaistoja/suuntaa on useita, tulee matka-aikatiedon perustua kaikkien kaistojen liikenteeseen. (Kähkönen & Innamaa 2006.)

Taulukko 5 Matka-aikapalvelussa tuotettavat linkkikohtaiset tiedot (Kähkönen & Innamaa 2006).

Linkki X								
Tieosoite: alku-loppu								
Suunta: xxxx								
Pituus: x km								
Matka-aika			Liikenne-tilanneluokka	Nopeus	Havain-toja	Mittaus-aika	Ennuste	
medi-aani	10% fraktiili	90% fraktiili	1-5	km/h	kpl	hh:mm:ss	15 min	30 min

Liikennetilanneluokalla tarkoitetaan samaa luokitusta kuin on käytössä LAM-pistetietoihin perustuvassa tiedotuspalvelussa.

Tilattavaan tietopalveluun sisältyviä tilastoja voidaan hyödyntää toimivuuden arvioinnissa. Kaupunkiosuuksilla tuotetaan seuraavat linkkikohtaiset tietolajit (Kähkönen & Innamaa 2006):

- ruuhkan kesto ja sen muutokset
- ruuhkan esiintyminen ja sen muuttuminen eri vuosina
- ruuhkaisten linkkien määrä
- palvelutaso ja siinä tapahtuneet muutokset (kuinka monta % tiestä on eri liikennetilanneluokissa)
- linkin keskinopeus eri vuorokauden aikoina
- tiejakson häiriöherkkyys (häiriötilannemäärät).

Linjaosuuksilta (runkoverkolta) tuotettavia tilastoja ovat mm.:

- keskinopeudet ja niissä tapahtuneet muutokset
- palvelutaso ja siinä tapahtuneet muutokset
- matka-aika eri tilanteissa (työmatkaliikenne, viikonloppuliikenne)
- matka-ajan kehitys
- tiejakson häiriöherkkyys.

## Muut seurantamenetelmät

### Radiotaajuustunnistus (RFID)

Suomessa on tutkittu sähköisen rekisterikilven käyttömahdollisuuksia AINO-ohjelman hankkeessa (Scholliers ym. 2006). Sähköinen rekisterikilpi on laite, jolla ajoneuvo voidaan tunnistaa etäältä automaattisesti ja yksilöllisesti. Halvin teknologia on passiivinen UHF RFID -teknologia, jossa alle euron maksavalla tunnisteella voidaan saavuttaa 4 metrin lukuetaisyys. Yhdysvalloissa passiivinen tunniste on käytössä mm. tienkäyttömaksujärjestelmissä ja rajanylityspaikoissa.

Sähköinen rekisterikilpi mahdollistaa monenlaisia sovelluksia, joista Suomessa mielenkiintoisimmiksi on tunnistettu liikenteen seuranta, kulunvalvonta sekä polttoaineen jakeluasemien palvelut. Jotta järjestelmä olisi hyödyllinen, käytön tulisi olla pakollista, mikä taas vaatisi muutoksia lainsäädäntöön. Tehdyssä selvityksessä suositeltiin passiivisen saattomuistin testaamista erilaisilla piloteilla sekä kansallisen arkkitehtuurin laadintaa mm. tietoturvakäytännön ratkaisemiseksi.

### Hinnoittelujärjestelmiin liittyvän seurannan hyödyntäminen

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (2004) mukaan EU:n alueella tienkäyttömaksujen sähköinen perintä voi perustua satelliittipaikannukseen (GPS/GNSS), matkapuhelinverkkoon (GSM+GPRS) tai lyhyen kantaman radiotiedonsiirtoon (DSRC 5,8 GHz). Lisäksi on toteutettu ilmoitusmenettelyyn ja sitä tukevaan rekisterikilpien tunnistuksen mahdollistavaan valvontaan perustuvia järjestelmiä. Kaikki nämä menetelmät tarkoittavat ajoneuvon tunnistamista useassa tieverkon pisteessä. Järjestelmien keräämästä aineistosta on mahdollista tuottaa keskimääräistettyä linkkikohtaista tietoa liikenteen toimivuudesta. Toteutettavuuden kannalta on kuitenkin huomioitava yksilönsuojaan liittyvät kysymykset samaan tapaan kuin muidenkin ajoneuvojen tunnistamista hyödyntävien tekniikoiden yhteydessä.

## 4.3 Esimerkkejä toimivuuden mittaamisesta ulkomailla

Tähän lukuun on koottu esimerkkejä mielenkiintoisista toimivuuden eri osa-alueiden mittauskäytännöistä muista maista.

### **Yhdistävyys**

Kanadassa Victoria Transport Policy Institutessa on pohdittu liikennejärjestelmään liittyvää mittaristoa ja mittayksiköitä. Selvityksen (Litman 2005) mukaan mittarien valinnalla vaikutetaan myös ongelmien ratkaisuna käytettävien keinojen valintaan. Selvityksessä on erotettu kolme eri tyyppistä lähestymistapaa:

1. *Liikenteen (traffic) mittaaminen* perustuu tieliikenteen palvelutason ja keskinopeuksien mittaamiseen ja se perustelee yleensä tiekapasiteetin lisäämistä. Vaihtoehtoisten kulkumuotojen edellytysten parantaminen nousee esiin vain silloin, kun se vähentää tieliikenteen ruuhkaisuutta. Mittaaminen on verraten yksinkertaista.
2. *Liikkumisen (mobility) mittaaminen* perustuu multimodaalin liikennejärjestelmän palvelutason ja matkanopeuksien mittaamiseen. Mittareina käytetään viivytyksiä, riskejä ja kustannuksia kaikille liikkujille ja

se yleensä johtaa laajemman keinovalikoiman, kuten autoille vaihtoehtoisten kulkutapojen ja niiden liityntöjen, tarkasteluun. Mittaaminen on vaikeampaa, sillä se edellyttää ihmisten liikkumistottumusten tutkimista.

3. *Tavoitettavuuden (accessibility)* mittaaminen laajentaa näkökulmaa ja ratkaisuja edelleen. Tavoitettavuus käsittää maankäytön, eri kulkutapojen palvelutason sekä liikkumiselle vaihtoehtoisten ratkaisujen (kuten etätyö) tarkastelun. Tästä näkökulmasta alueella, jossa on ruuhkainen tieverkko, voi kuitenkin olla hyvä tavoitettavuus. Mittaaminen on kaikkein vaikeinta, koska se edellyttää ihmisten ja yritysten liikkumistarpeiden tuntemusta.

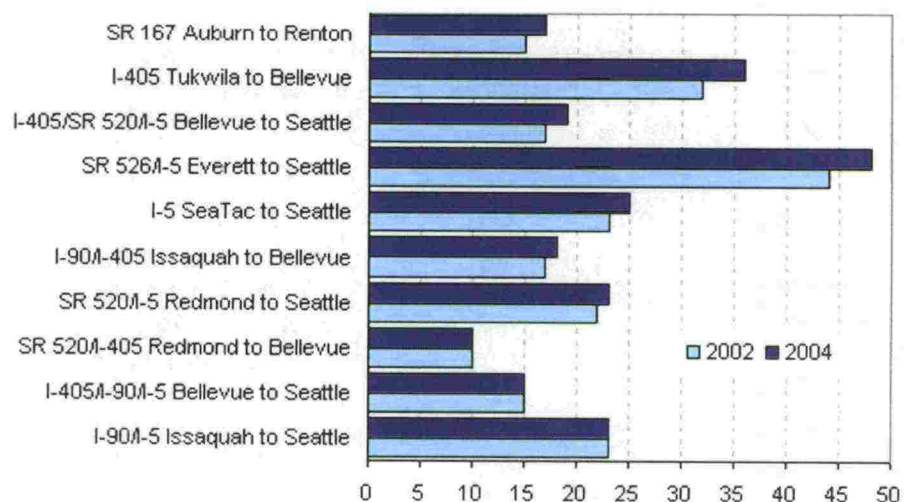
### Sujuvuus ja toimintavarmuus

#### Yhdysvallat (Washingtonin osavaltio)

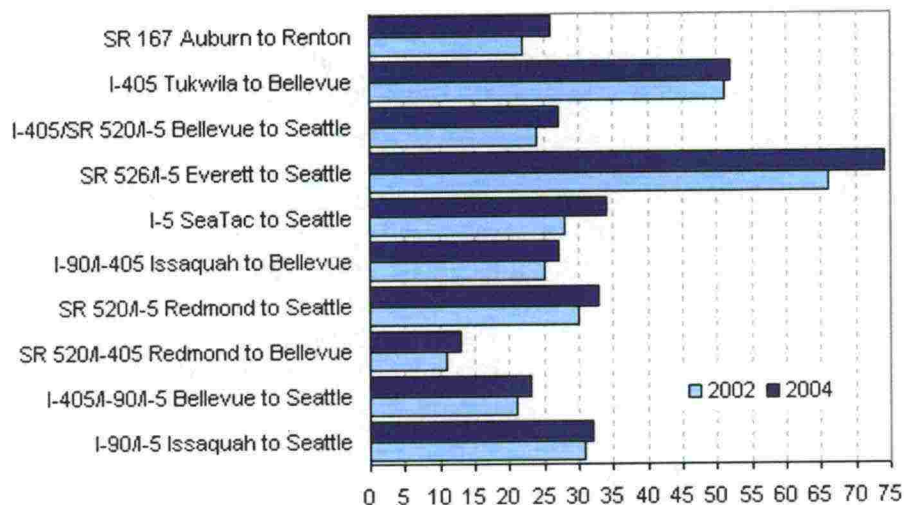
Yhdysvalloissa Washingtonin osavaltiossa Puget Soundin (Seattle) seudulla tienpitäjä (WSDOT) on määrittänyt 11 indikaattoria, joilla mitataan seudun liikennejärjestelmän toimivuutta, turvallisuutta ja tehokkuutta. Tieliikenteen sujuvuuden mittari perustuu matka-aikojen mittaamiseen kymmenellä tärkeimmällä työmatkaliikenteen pääväylällä aamun ruuhka-ajan aikana. Sujuvuudelle on kaksi mittaria (WSDOT 2006):

- keskimääräinen matka-aika aamun ruuhka-ajassa
- matka-ajan maksimi 95 %:n todennäköisyydellä aamun ruuhka-ajan aikana.

Ensimmäinen mittari mittaa siis keskimääräistä työmatkan sujuvuutta ja toinen matka-ajan luotettavuutta. Indikaattoreista kerätään vuosittaiset aikasarjat. Seuraavissa kuvissa esitetään tunnuslukujen kehittyminen vuodesta 2002 vuoteen 2004 kymmenellä reitillä.



Kuva 5 Keskimääräiset matka-ajat (minuuttia) kymmenellä Puget Soundin työmatkareitillä aamuruuhkassa vuosina 2002 ja 2004 (WSDOT 2006).



Kuva 6 Matka-aikojen estimoitu maksimi 95 %:n todennäköisyydellä kymmenellä Puget Soundin työmatkareitillä aamuruuhkassa vuosina 2002 ja 2004 (WSDOT 2006).

Kuvista nähdään, että sujuvuus on heikentynyt seitsemällä reitillä kymmenestä ja lisäksi matka-ajan luotettavuus on heikentynyt kaikilla kymmenellä reitillä. Matka-ajan vaihtelusta johtuen työmatkalainen joutuu useimmilla reiteillä varaamaan noin 10 minuutin marginaalin ehtiäkseen perille 95 % todennäköisyydellä, mutta esimerkiksi reitillä Everett–Seattle varmuusmarginaalia on pitänyt vuonna 2004 varata lähes puoli tuntia keskimääräisen matka-ajan lisäksi. Mittari tuo erinomaisesti esiin matka-ajan epävarmuuden aiheuttaman tehottomuuden liikennejärjestelmään.

Washingtonin osavaltion tienpitäjä mittaa tieliikenteen **toimintavarmuutta** matka-ajan luotettavuuden lisäksi häiriönhallintatoimenpiteiden tehokkuuden perusteella. Mittarina käytetään keskimääräistä aikaa, joka viranomaisilta kuluu liikennehäiriön poistamiseen. Tietolähteenä käytetään osavaltion tienpitäjän Incident Response Tracking Systemiä. Tällä mittarilla mitattuna toimintavarmuus on parantunut vuodesta 2002 vuoteen 2005, jolloin keskimääräinen häiriön poistamisaika oli 17 minuuttia, 5 minuuttia vähemmän kuin 3 vuotta aiemmin. (WSDOT 2006.)

### Ruotsi

Ruotsissa Vägverket on asettanut liikennejärjestelmälle strategisen tason tavoitteiston strategiasuunnitelmassaan vuosille 2008–2017. Liikenteen toimivuuden osalta on tavoitealueelle ”Houkuttelevat kaupunkiseudut ja parempi liikennejärjestelmä” asetettu seuraavat konkreettiset toimivuustavoitteet (Vägverket 2007a):

- Joukkoliikenteen matka-aika ja matka-ajan vaihtelu kaupunkiseuduilla ruuhka-aikoina alenevat vuosittain koko suunnittelujakson ajan.
- Henkilöajoneuvoliikenteen matka-aika ja matka-ajan vaihtelu kaupunkiseutujen sisääntulo- ja ohikulkuväylillä ei kasva ruuhka-aikoina suunnittelujakson aikana.
- Tavaraliikenteen matka-aika ja matka-ajan vaihtelu kaupunkiseuduilla alenevat vuosittain koko suunnittelujakson ajan.

Asetetut tavoitteet määrittelevät myös seurattavat mittarit. Tunnuslukujen kehittymistä seurataan vuosittain ja ne kirjataan seurantaraporttiin. Käytännössä matka-aikoja seurataan kahden kuukauden ajan vuodessa Tukholmassa seitsemällä ja Göteborgissa yhdeksällä keskeisellä reitillä. Mittauksia tehdään arki-aamujen liikenteessä. Muissa suurissa kaupungeissa matka-ajan mittausta ei vielä tehdä systemaattisesti. (Vägverket 2007b.)

Toimivuusmittarit osoittavat, että vuonna 2006 Tukholman liikenteen toimivuus on heikentynyt vuoteen 2005 verrattuna. Matka-ajat kasvoivat kaikilla reiteillä. Vuoden 2006 alkupuoliskolla voimassa olleen ruuhkamaksukokeilun aikana sen sijaan matka-ajat pienenevät erityisesti keskusta-alueen reiteillä, mutta osittain myös ulommilla reiteillä. Göteborgissa sujuvuus ei ole muuttunut kyseisen ajanjakson aikana johtuen pääasiassa Götatunnelin avaamisesta sekä joukosta pienempiä parannustoimenpiteitä. (Vägverket 2007b.)

#### Hollanti

Hollannin moottoritieverkolla liikenteen sujuvuutta on seurattu jo noin 10 vuoden ajan kattavalla silmukatekniikkaan perustuvalla järjestelmällä. Mittauspisteverkko on tiheä, ruuhkaisilla jaksoilla silmukoita on noin 500 metrin välein. Järjestelmä mittaa ajoneuvojen nopeuden, liikennevirran tiheyden ja ajoneuvoluokan ja mittauksen perusteella tunnistetaan jononpituudet. Eräs käytössä oleva sujuvuuden mittari on ruuhkautuneiden tiejaksojen kokonaispituus Hollannissa. Tietojen perusteella estimoidaan myös matka-aikaa, mutta estimaatit eivät kokemusten perusteella ole riittävän luotettavia ruuhkaisessa tilanteessa. (Linssen 2007.)

Hollannin tieviranomaiset ovat nykyisen järjestelmän puutteista johtuen siirtymässä pistekohtaisesta sujuvuuden mittaamisesta liikennevirtojen sujuvuuden mittaamiseen rekisterikilpien tunnistukseen perustuvalla menetelmällä. Järjestelmää on otettu jo käyttöön Rotterdamin ja Haagin välillä ja se laajenee valtakunnalliseksi parin vuoden sisällä. Hollannissa tärkeimpänä tavoitteena on kyetä ennustamaan matka-aikaa 20 % virhemarginaalilla koko moottoritieverkolta. (Linssen 2007.)

Hollantilaisen laitetoimittajan ARS:n mukaan matka-ajan mittaus ajoneuvoluokittain on teknisesti mahdollista useallakin tavalla. Hollannissa on käytössä rekisterikilpitietokanta, jota voidaan käyttää ajoneuvojen luokitteluun. Tietokantaan on viety myös ulkomaisia ajoneuvoja koskevia tietoja. Toisena vaihtoehtona on tunnistaa ajoneuvon luokka hahmontunnistuksella ajoneuvon muodon perusteella. Tekniikka tähän on jo pitkälle kehitetty, mutta se ei kuitenkaan ole vielä käytössä. (Linssen 2007.)

Seuraavassa taulukossa esitetään Tiehallinnon aiemmista selvityksistä (Nevala ym. 2003, Luoma 1998) koostettu yhteenveto toimivuuden mittauskäytännöistä eri maissa.

**Ruotsi.** Ruotsissa tieverkon laatua mitataan tien leveyden ja liikennemäärän mukaan. Sujuvuuden kokemisen katsotaan riippuvan tien leveydestä ja muista tielläliikkujista. Leveyden osalta tiet jaetaan kolmeen luokkaan: moottoritiet, yli 12 m leveät tiet sekä alle 12 m leveät tiet. Kokonaissujuvuutta kuvataan kolmiportaisella (A-C) luokituksella, jossa A tarkoittaa hyvää sujuvuutta ja C vakavaa sujuvuuspuutetta. Tärkeimpänä tien ominaisuutena pidetään tien pinnan laatua; epätasaisuudet ja urat koetaan epämiellyttäväksi. Lisäksi luokittelussa käytetään muita vaatimuksia, kuten kantavuutta, ruuhkautumista ja turvallisuutta. (Luoma 1998). Väylän suunnitteluvaiheessa noudatetaan palvelutaso-ohjeistusta sujuvuudelle. Ohjeistus määrittää vaatimukset keskinopeudelle, jonoissa-ajojalle ja kuormitusasteelle.

**Norja.** Norjassa sujuvuutta kuvataan matka-aikojen avulla. Tieverkon tarkoituksena on ihmisten ja tavaroiden kuljettaminen siten, että saavutettavuus on hyvä. Saavutettavuuden ohella teiden kunto on oltava riittävän hyvä ja ajonopeuksien on oltava tasaisia ja riittävän korkeita (Luoma 1998). Luttisen ja Innamaan (2000) mukaan tieosuuksien kapasiteetilaskelmat perustuvat 1985 vuoden HCM:ään.

**Tanska.** Tanskassa palvelutasot on ilmoitettu kuormitusasteen ja keskimääräisen matkanopeuden avulla ilman HCM:n tyylistä luokittelua. Päähuomio on Tanskassa kiinnitetty moottoriteille: liikennemäärien on ennustettu kasvavan useissa paikoissa lähelle tai yli kapasiteetin (Luttinen & Innamaa 2000).

**Saksa.** Yksilölliselle moottoriajoneuvoliikenteelle on Saksassa asetettu tavoitteiksi väylien ylikuormittumisen välttäminen sekä sujuvuuden ja ajomukavuuden paraneminen. Sujuvuuden arvioinnissa käytetään määrällisiä kriteereitä kuten liikennemäärää tai -tiheyttä, aikaväliä, kuormitusastetta, ruuhkan pituuksia tai liikennesuoritetta (Luoma 1998).

**Ranska.** Palvelutason laatumittarit liittyvät Ranskassa yksityisten tulliteiden tehokkuuden arvioimiseen. Tehokkuuden arviointi perustuu kolmeen päätekijään: matka-aika ja sen luotettavuus, ajomukavuus sekä ajoturvallisuus. Tekijöitä tutkitaan säännöllisin väliajoin tehtävällä mielipidekyselyllä. Tuloksia täydennetään kahdella teknisellä mittarilla - saavutettavuudella (alle puolen tunnin etäisyydellä moottoritiestä asuvien määrä) ja vapaalla liikennevirralla (liikenteen ruuhkautuneisuus ajoneuvoetäisyyksien mukaan). Pariisin kehätien liikenteen tilaa arvioidaan sujuvuusmittarilla, joka perustuu liikennevirta-analyysiin. Liikennevirran perusyhtälöön perustuva indikaattori lasketaan jakamalla liikennemäärä liikennetiheydellä. Lähtötiedot perustuvat silmukkalmaisimilta saatuun varaustietoon (Luoma 1998).

**Japani.** Tienpitosuunnitelman tavoitteissa on määritetty palvelutasotavoitteiden tavoitetilat, joiden mukaan ajonopeuksia ruuhka-aikoina ja bussiliikenteen nopeuksia tulisi saada nostettua. Jalkakäytävillä varustettujen teiden ja moottoriteiden osuuksia on tarkoitus nostaa (Luoma 1998). Tavoitetilamääritelmät kuuluvat suurelta osin yhteiskunnallisen palvelutason näkökulmaan.

**Australia.** Tieverkon tehokkuuden mittareina Australiassa ovat mm. matkakustannukset, matka-aika, ruuhkautuminen ja tieverkon kunto (Luoma 1998).

**Portugali.** Tieverkon sujuvuutta mitataan matkanopeuksien perusteella 24 tärkeimmän paikkakunnan välillä (Luoma 1998).

**Alankomaat.** Poliisi pitää Alankomaissa tilastoa jonojen pituuksista, kestosta ja vakavuusasteesta. Ruuhkien aiheuttamia viivytyksiä ajoneuvoille käytetään ruuhkaongelmien analysoimisessa ja parannustoimenpiteitä vertailtaessa. Vuodesta 1986 lähtien on käytetty ruuhkatoennäköisyysmittaria, jossa lasketaan ruuhkaan joutuneiden ajoneuvojen määrän ja koko tieverkon liikennemäärän avulla todennäköisyys joutua ruuhkaan (Luoma 1998). Käynnissä olevassa "Way to the Future" -ohjelmassa selvitetään tienkäyttäjien arvostamia tieympäristön ominaisuuksia.

## 5 EHDOTUS TOIMIVUUSLUOKITUKSEKSI JA TOIMIVUUDEN MITTAREIKSI

### 5.1 Yleistä

Tässä selvityksessä on tieliikenteen toimivuuden katsottu koostuvan matka-ajasta, sen vaihtelusta ja ennustettavuudesta. Tienkäyttäjän kokemaa toimivuutta syntyy näiden yhdistelmänä. Matka-aikaan ja sen kautta toimivuuteen vaikuttavia osatekijöitä ovat tien ja laajemmin ajateltuna koko tieverkon yhdistävyys, sujuvuus ja toimintavarmuus. Yhdistävyys syntyy tien kiinteistä ominaisuuksista, sujuvuus liikenteestä ja ajo-olosuhteista riippuvista matka-ajan vaihteluista ja toimintavarmuus järjestelmän kyvystä reagoida ennalta arvaamattomiin häiriöihin.

Matka-ajan kautta tarkasteltuna toimivuus kuvaa hyvin sekä tienkäyttäjän kokemaa toimivuutta että toimivuuspuutteista yhteiskunnalle aiheutuvia kustannuksia. Toimivuuden kuvaamiseen ei riitä yksi tunnusluku, vaan matka-aikaa ja sen vaihteluita tulisi tarkastella erikseen yhdistävyyden, sujuvuuden ja toiminatavarmuuden osalta. Näin kyetään paremmin arvioimaan toimivuuspuutteiden laatua ja kohdistamaan ongelmakohtiin oikeanlaisia toimenpiteitä. Toimivuutta parantavat toimenpiteet ovat erilaisia riippuen siitä mihin toimivuuden osatekijään pyritään vaikuttamaan.

Ehdotukset toimivuuden mittareiksi esitetään luvuissa 5.2–5.4. Työssä on keskitytty tarkastelemaan toimivuuden mittausta autoliikenteen näkökulmasta. Jatkossa voidaan toimivuuden mittausta laajentaa käsittämään myös joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen. Tämä edellyttää kuitenkin toimivuuden osatekijöiden tarkempaa määrittelyä eri liikennemuotojen kannalta ja mittausmenetelmien kehittämistä.

Esitetyt mittarit perustuvat havaittuihin tai laskennallisiin matka-aikoihin ja matka-aikojen vaihteluun. Mittareissa käytetään 5-portaista luokittelua vaikka tienkäyttäjän kannalta esimerkiksi tiedotuksessa 3-portaisen asteikon on todettu olevan helpommin ymmärrettävissä ja antavan riittävän kuvan liikenteen hetkellisestä sujuvuudesta. Tarkempi asteikko tuottaa kuitenkin mm. tienpidon suunnittelulle tarkempaa tietoa siitä, kuinka lähellä toimenpidetarvetta ollaan kunkin toimivuuden osatekijän kannalta. Luokitus myös yhdenmukaistaa tiestön ja tieliikenteen palvelutason kuvaamista (vrt. kuntoluokitus) mm. perusteluviestinnässä.

Mittareiden luokittelussa on pyritty siihen että eri mittareiden luokitukset ovat keskenään vertailukelpoisia. Toimivuusluokkien yhtenäiset kuvaukset esitetään taulukossa 6.

Ehdotetut toimivuusmittarit perustuvat tieverkolta ja liikenteestä mitattavissa oleviin suhteellisen yksinkertaisiin suureisiin. Mittareiden käyttö erityisesti yksittäisten havaittujen ongelmakohtien osalta edellyttää tulkintaa. Tieverkolta mitattavien suureiden perusteella ei voida kattavasti päätellä esim. ongelmien kohdistumista eri tienkäyttäjärhyymiin tai ongelman merkitystä liikennejärjestelmän kokonaisuudessa. Mittareiden käyttöä ja tulkintaa käsitellään luvussa 5.5.



Taulukko 6 Toimivuusluokkien yhtenäiset kuvaukset

5 Erittäin hyvä	Liikenne lähes aina sujuvaa ja ennustettavaa, rajoitusten mukainen nopeustaso, hyvä yhdistävyys. Vastaa hyvin lähes kaikkien tienkäyttäjien odotuksia tai ylittää ne. Ei näköpiirissä tarpeita toimivuuden parantamiseksi.
4 Hyvä	Liikenne pääosin sujuvaa ja ennustettavaa, rajoitusten mukaisen nopeustason ylläpitäminen onnistuu varsin hyvin, hyvä yhdistävyys. Toimivuus vastaa useimpien tienkäyttäjien odotuksia. Ei ajankohtaisia tarpeita toimivuuden parantamiseksi.
3 Tyydyttävä	Liikenteen nopeustaso ja matka-ajan ennustettavuus hieman alentunut. Muutamille tienkäyttäjille toimivuus on alle odotusten, mutta keskimäärin tilanne on tyydyttävä. Toimivuuden parantamiseksi on vähintään suunnittelutarve, paikoin parantamistoimet kannattavia
2 Huono	Liikenne selvästi hidastunut ja ennustettavuus heikentynyt, nopeuden vaihtelu on suurta ja merkittävät hidastukset mahdollisia. Toimivuus alittaa useiden tienkäyttäjien odotukset. Toimivuuden parantamistoimet ajankohtaisia ja kannattavia .
1 Erittäin huono	Liikenne pysähtelevää, mätelevää, heikosti ennustettavaa. Toimivuus alittaa lähes kaikkien tienkäyttäjien odotukset. Toimivuuden parantamistoimet "olisi pitänyt tehdä jo" – ovat erittäin kannattavia (viivytykset ovat suuria).

## 5.2 Yhdistävyys

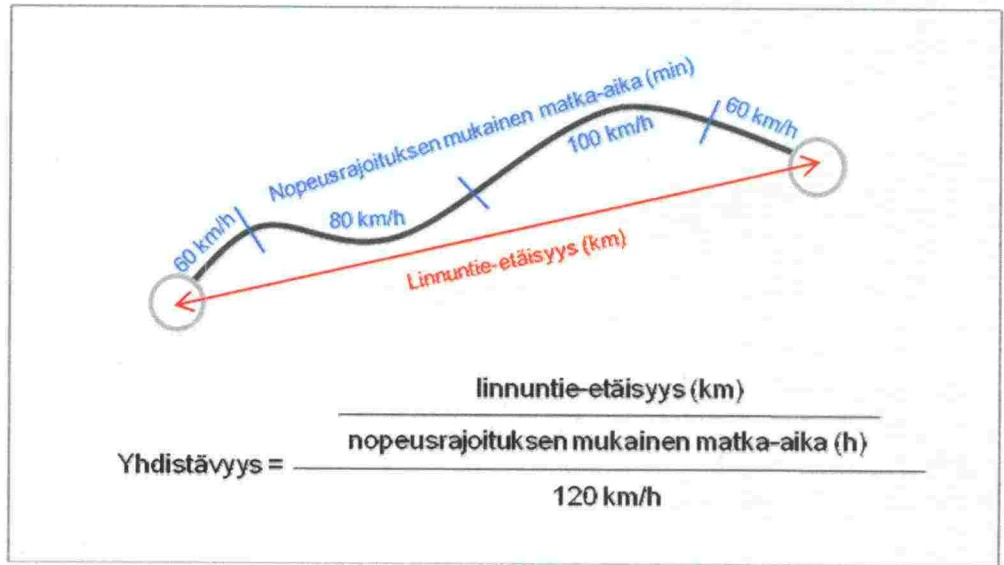
Yhdistävyydellä tarkoitetaan tien kiinteistä ominaisuuksista riippuvaa matka-aikaa, eli nopeusrajoitusten mukaista lyhintä matka-aikaa, joka yhteydellä on saavutettavissa hyvissä ajo-olosuhteissa. Yhdistävyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat

- Tiepituus
- Nopeusrajoitukset
- Lossit ja lautat
- Liikennevalot

Kuljetusten kannalta yhdistävyyttä tarkasteltaessa yhdistävyyteen vaikuttavat myös mahdolliset paino- ym. rajoitukset alemmalla tieverkolla.

Yhdistävyys muodostuu tien kiinteistä ominaisuuksista eikä se vaihtelee ajallisesti. Yhdistävyyttä voidaan siis arvioida yksinkertaisesti tierekisterissä olevien tietojen perusteella.

Yhdistävyyden mittarina toimii valitun tarkastelujakson päätepisteiden linnuntie-etäisyyden, nopeusrajoituksen sekä "kiinteiden viivytysten" (esim. lossi) aiheuttamien keskimääräisten viivytysten mukaisen matka-ajan suhteena (kuva 7). Kun näin laskettu suhdeluku jaetaan arvolla 120 km/h, voi yhdistävyys saada arvoja väliltä 0–1.



Kuva 7 Yhdistävyys

Yhdistävyyttä voidaan parantaa toimenpiteillä jotka lyhentävät matka-aikaa eli lyhentävät tiepituutta tai nostavat nopeusrajoitusta. Yhdistävyyden parantamiselle nopeusrajoituksia nostamalla rajoittaa liikenneturvallisuuden turvaaminen. Yhdistävyyden mittaaminen edellyttääkin määrittelyä tavoiteltavalle matka-ajalle, jolla tien yhdistävyyden voidaan katsoa olevan riittävän hyvä suhteessa hyväksyttävään liikenneturvallisuuden tasoon. Tavoitteellinen matka-aika ja nopeustaso riippuvat tien toiminnallisesta roolista.

Esitetyn mittarin mukaisesti tarkasteltuna yhdistävyys riippuu valittujen tarkastelujaksojen pituudesta ja mittaaminen edellyttää tieverkon jakamista tarkastelun kannalta järkeviin jaksoihin. Tarkastelujaksot määräytyvät tien toiminnallisen roolin perusteella. Valtateiden yhdistävyyttä tulisi tarkastella maakuntakeskusten välisten yhteyksien ja seututieverkkoa kuntakeskusten välisten yhteyksien kannalta. Yhdistieverkolla sopivien tarkastelujaksojen jämärittely ja todellisten yhdistävyydspuutteiden löytäminen on vaikeampaa, koska liikenteestä suuri osa syntyy tien varsien maankäytöstä ja keskeinen kysymys on erilaisten palvelujen sijainti ja saavutettavuus.

Nykyisellä tieverkolla yhdistävyydspuutteet eivät ole autoliikenteen kannalta tarkasteltuna merkittävä ongelma ja yhdistävyyden voidaan katsoa olevan pääosin hyvä. Mittarin luokittelu ja tiejaksojen ryhmittely sen perusteella erilaisiin yhdistävyydsluokkiin ei näin ollen ole luontevaa. Mittarilla voidaan kuitenkin seurata tieverkon yhdistävyyden kehittymistä yksittäisten tiejaksojen osalta tai yleisellä tasolla esim. eri päätiejaksojen yhdistävyyksistä liikennesuoritteella painotetun keskiarvon avulla.

Yhdistävyyden muutosta voidaan tarkastella hanketarkasteluissa lyhyempienkin tiejaksojen kannalta. Tällöin yhdistävyyden heikkeneminen hankkeen seurauksena (esim. ohikulkutie) edellyttää hankkeen perustelua muilla syillä, kuten sujuvuuden tai liikenneturvallisuuden paranemisella.

### 5.3 Sujuvuus

Sujuvuudella tarkoitetaan normaaleissa liikenneoloissa toteutuvaa matka-aikaa ja sen vaihtelua. Sujuvuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat tien ominaisuudet (kapasiteetti, ohitusmahdollisuudet, jne.) sekä liikennemäärä ja sen vaihtelut.

Toteutunut matka-aika kuvaa parhaiten liikkujien kokemaa sujuvuutta, joten paras mittari tieliikenteen sujuvuudelle ovat mitatut viivytykset verrattuna normaaliin matka-aikaan. Viivytyksiä kyetään mittaamaan luotettavasti tiehallinnon matka-ajan mittausjärjestelmällä (sujuvuustietopalvelu), joka laajenee kattamaan 3 200 km väylästä; runkotieverkon, kaupunkiseutujen ruuhkautuvat väylät sekä rajaliikenteen kannalta tärkeät väylät. Järjestelmä kattaa sujuvuuden kannalta ongelmallisimmat tieosat.

Ehdotettu mittari perustuu mitatuista matka-ajoista laskettavien tuntikeskiarvojen tarkasteluun. Matka-aikoja verrataan tuntikeskiarvojen mediaaniin. Vertailukohdaksi sopisi periaatteessa myös nopeusrajoituksen mukainen matka-aika, mutta tunnusluvun tuottaminen olisi vaikeaa talvinopeusrajoituksista, tietöiden nopeusrajoituksista ja vaihtuvista nopeusrajoitusjärjestelmistä johtuen. Tuntikeskiarvojen mediaania vastaava tunti on selvästi liikenteen huipputuntien ulkopuolella, joten mediaani ei ole herkkä ruuhkautumisen vaikutukselle matka-aikoihin ja se kuvaa siten hyvin matka-aikaa "normaaleissa" ajo-olosuhteissa. Matka-aikojen mediaani muuttuu tieverkolle tehtävien toimenpiteiden seurauksena, joten myös toimivuutta tarkastellaan muuttuneessa tilanteessa.

Taulukko 7 Sujuvuuden luokittelu ja vertailua muihin käytössä oleviin luokituksiin

	Mitatut (/laskennalliset) matka-ajat	Vertailu tiedotuksen toimivuusluokittukseen	Vertailu HCM/IVAR palvelutasoon
5 Erittäin hyvä	Matka-ajan kasvu < 10 % > 99 % (vuoden) tunneista mediaaniin verrattuna	Sujuvaa lähes aina	100. ht. palvelutaso A-B pääosalla tarkastelujaksoa
4 Hyvä	Matka-ajan kasvu < 20 % > 97 % (vuoden) tunneista mediaaniin verrattuna	Yleensä sujuvaa Ruuhka-aikoina lievästi jonoutunutta	300. ht. palvelutaso B-C pääosalla tarkastelujaksoa
3 Tyydyttävä	Matka-ajan kasvu < 30 % > 97 % (vuoden) tunneista mediaaniin verrattuna	Yleensä sujuvaa Ruuhka-aikoina jonoutunutta	300. ht. palvelutaso C-D pääosalla tarkastelujaksoa
2 Huono	Matka-ajan kasvu < 50 % > 95 % (vuoden) tunneista mediaaniin verrattuna	(Yleensä sujuvaa) Ruuhka-aikoina hidasta	300. ht. E merkittäväällä osalla tarkastelujaksoa
1 Erittäin huono	Matka-ajan kasvu > 50 % > 5 % (vuoden) tunneista mediaaniin verrattuna	Ruuhka-aikoina erittäin hidasta, pysähtelee tai seisoo	300. ht. palvelutaso F merkittäväällä osalla tarkastelujaksoa

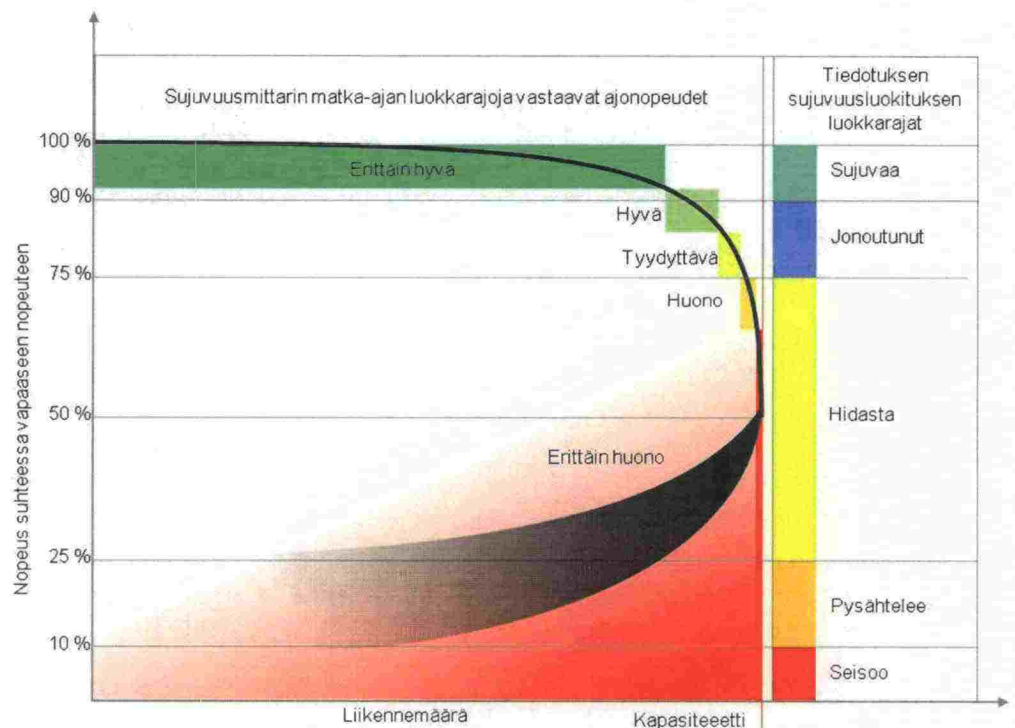
Luokittelu on tehty usein toistuvien sujuvuusongelmien vakavuuden mukaan. Toistuvuutta arvioidaan järjestämällä tarkasteluajanjakson (vuosi) tunnit keskimääräisen matka-ajan mukaiseen järjestykseen. Sujuvuusluokan määrää tunti, jota pidempiä matka-aikoja on 3 % tarkasteluajanjakson tunneista, mikä vastaa tuntijärjestyskäyrällä karkeasti 300. huipputuntia. Parhaassa suju-

vuusluokassa kriteerinä ovat myös harvemmin tapahtuvat sujuvuusongelmat, joita tarkastellaan noin 100. huipputuntia vastaavan tunnin (99 %) perusteella. Kahdessa heikoimmassa sujuvuusluokassa raja-arvona käytetään 95 %.

Mitattuihin matka-aikoihin perustuva tuntien luokittelu ei vastaa liikennemäärään perustuvaa tuntijärjestyskäyrää. Ruuhkautuvilla tiejaksoilla liikennemäärältään suurimmat tunnit eivät ole pahimpia ruuhkatunteja, koska ruuhkautumisen seurauksena myös tien kapasiteetti ja siten myös liikennemäärä laskee. Pisimmät mitatut matka-ajat sisältävät ylikysyntätilanteiden lisäksi häiriötilanteissa toteutuneita matka-aikoja.

Nykyisin sujuvuutta arvioidaan suunnittelussa yleisesti HCM-palvelutasoluokituksen perusteella. Liikenteen tiedotuksessa on käytössä oma sujuvuusluokitus. Esitetty mittari on näistä lähempänä palvelutasoluokitusta.

Tiedotuksessa käytetty luokittelu kuvaa hyvin liikennetilanteen vaihtelua lähellä tien välityskykyä olevissa olosuhteissa ja välityskyvyn ylittyessä (kuva 8). Liikennemäärän ollessa lähellä tien kapasiteettia liikennevirta muuttuu epävakaaksi ja ajonopeus voi laskea hyvin nopeasti. Varsinkin pistekohtaisiin tietoihin perustuvassa tiedotuksessa lähellä kapasiteettia olevien tilanteiden luokkaa vastaava nopeusalue on laaja (25–75 % vapaasta nopeudesta).



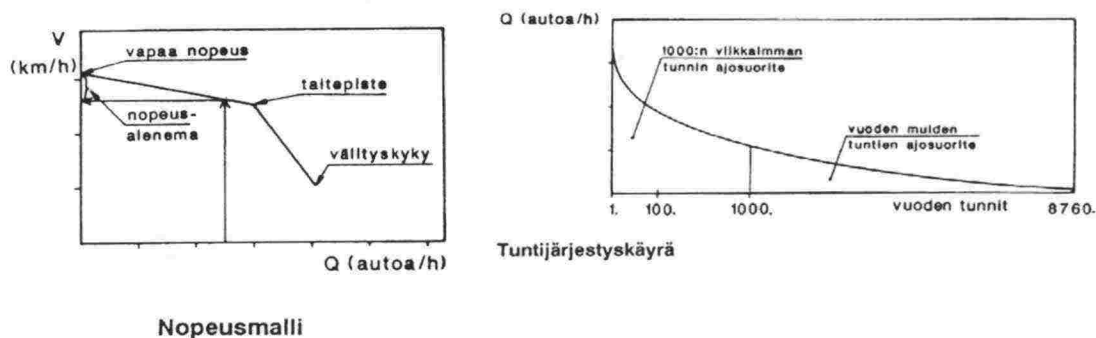
Kuva 8 Esitetyn sujuvuusmittarin ja tiedotuksessa käytetyn luokituksen vertailua

HCM-palvelutasoluokitus kuvaa kuljettajan kokema palvelutasoa matkajan (ajonopeuden) lisäksi myös ajamisen mukavuuden kannalta tietyssä tienkohdassa tai ominaisuuksiltaan yhtenäisellä tiejaksolla. Pidemmällä tiejaksolla palvelutaso vaihtelee ja palvelutasoltaan heikkojen kohtien merkitystä joudutaan arvioimaan erikseen kokonaisuudenkannalta.

Esitettyä sujuvuusmittaria ja -luokitusta ei ole tarkoitettu korvaamaan kumpaakaan edellä esitettyä käytössä olevaa mittaria, vaan luo näiden rinnalle uuden mittarin, jonka avulla voidaan arvioida heikkojen liikennöitävyysolosuhteiden vaikutuksia ja toistuvuutta sekä näiden kautta toimenpidetarpeita suhteellisen pitkälläkin tiejaksoilla. Mittari on tarkoitettu erityisesti sujuvuustietopalveluun kuuluville tiejaksoille, joilla voidaan seurata toimivuuden kehittymistä sen avulla automaattisesti.

Tieverkolla, jolla matka-ajan mittausta ei ole, voidaan sujuvuus arvioida laskentamalleilla tuntijärjestyskäyriin perustuvien 100. ja 300. huipputuntin liikennemäärien perusteella. Myös tieverkon sujuvuuden kehittymistä tulevaisuudessa voidaan arvioida huipputuntien mallitarkastelun avulla.

Laskennallisten matka-aikojen arviointiin on käytössä useita menetelmiä. Tiehallinnon ohjeistuksen mukaisia menetelmiä ovat ainakin ajokustannuslaskelmissa käytetyt keskimääräisen matka-ajan laskentakaavat ja IVAR-ohjelman menetelmät. Näistä sujuvuusongelmien arviointiin soveltuu paremmin IVAR:in mukainen menetelmä. Ajokustannusten laskentamalli sisältää vain nopeusnopeusmallin taitepistettä edeltävän osan (kuva 9) eikä kapasiteetin ylittyminen siksi vaikuta matka-aikoihin todenmukaisesti. IVAR-ohjelman käytettävyyttä heikentää se, ettei ohjelma esitä tuloksena tietoa ajonopeudesta huipputuntien aikana. Laskennan aikana nämä tiedot kuitenkin tuotetaan. Pahoin ruuhkautuvissa tilanteissa, joissa ruuhkautumisen vaikutukset leviävät tarkasteltavan linkin ulkopuolelle, tulisi matka-ajan muutoksia arvioida esim. verkollisten simulointimallien avulla.



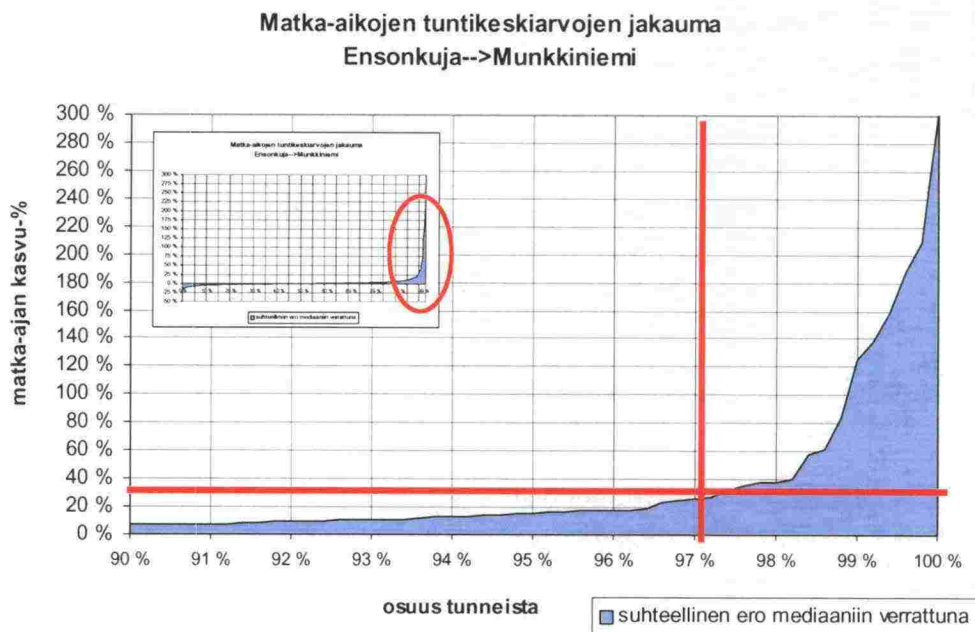
Kuva 9 Nopeusmalli ja tuntijärjestyskäyrä. (Lähde: Tieliikenteen ajokustannusten laskenta, Tiehallinto 2005)

Sujuvuusmittaria on testattu matka-ajan mittauksesta syyskuulta 2006 kerättyjen tietojen perusteella. Esimerkit mittarin käytöstä ja luokkarajoista kahdella pääkaupunkiseudun pääväylän linkillä on esitetty kuvissa 10 ja 11.

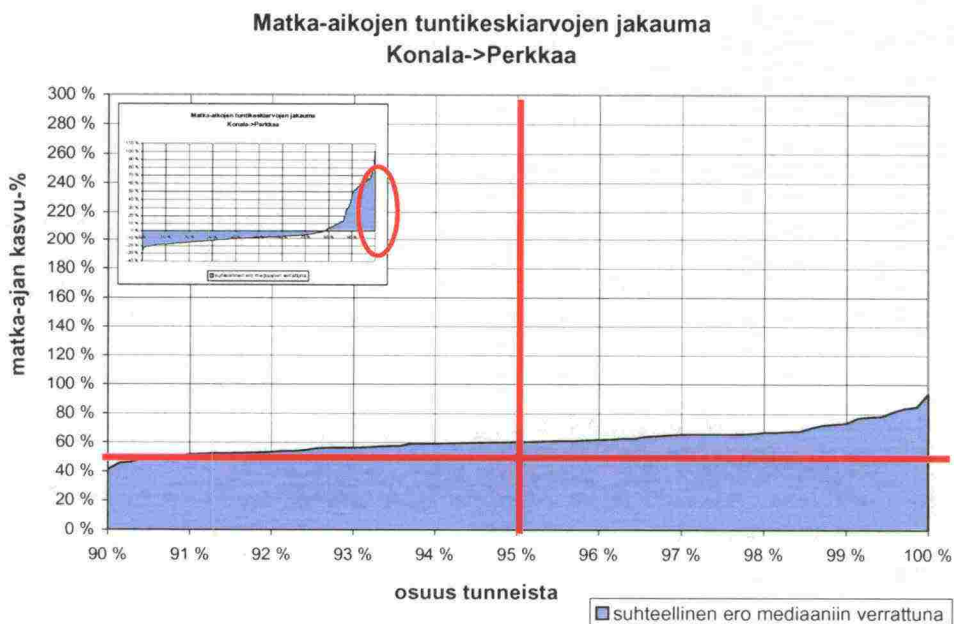
Kuvassa 10 esitetyllä valtatie 1 välillä Ensonkuja (Kehä I)–Munkkiniemi Helsingin suuntaan yli 3 % tunneista matka-aikojen keskiarvo on kasvanut 20–30 %:n välillä matka-ajan mediaaniin verrattuna. Näin ollen kyseinen väylä sijoittuisi mittariston mukaan sujuvuudeltaan tyydyttävään luokkaan. Vastaavasti IVAR-ohjelmalla arvioituna 300. huipputuntina tiejakso kuuluu palvelutasoluokkaan C.

Kuvassa 11 on esitetty matka-aikojen tuntikeskiarvojen jakauma Kehä I:llä Konalasta Perkkaalle syyskuussa 2006. Kuvasta nähdään, että kyseisellä väylällä yli 95 %:lla tunneista on matka-aika kasvanut mediaaniin verrattuna yli 50 %, joten väylä kuuluu sujuvuudeltaan luokkaan erittäin huono. Vastaa-

vasti IVAR-ohjelmalla arvioituna 300. huipputuntina tiejaksosta noin 13 % kuuluu palvelutasoluokkaan F ja loput luokkaan E.



Kuva 10 Esimerkki matka-aikojen tuntikeskiarvojen jakaumasta vt 1:llä välillä Kehä I–Munkkiniemi Helsingin suuntaan syyskuussa 2007.



Kuva 11 Esimerkki matka-aikojen tuntikeskiarvojen jakaumasta Kehä I:llä Konalasta Helsinkiin syyskuussa 2007.

Kuvia 10 ja 11 vertailemalla nähdään, että käyrästön oikeassa laidassa matka-ajat kasvavat valtatiellä 1 suhteellisesti huomattavasti enemmän (kasvu n. 300 %) kuin Kehä I:n esimerkissä (kasvu n. 100 %). Tämä johtuu siitä, että Kehä I:llä ruuhkautumisen aiheuttama pullonkaula sijaitsee alkupäässä mittauslinkkiä. Pullonkaulan ohitettuaan liikenne on sujuvampaa. Pullonkaula aiheuttaa kuitenkin ruuhkautumista myös mittauslinkin ulkopuolelle, mikä näkyy edeltävän mittauslinkin sujuvuudessa. Valtatiellä 1 ruuhkautumisen

aiheuttava pullonkaula sijaitsee mittauslinkin loppupäässä, joten kapasiteetin ylittyessä jono kasvaa pahimmassa tapauksessa koko mittauslinkille.

## 5.4 Toimintavarmuus

Toimintavarmuudella tarkoitetaan satunnaisista ilmiöistä johtuvaa matka-ajan vaihtelua. Matka-aika vaihtelee sekä huipputuntien ruuhkautumisen vaihtelun että poikkeuksellisten häiriöiden seurauksena. Tienkäyttäjän kannalta kyse on matka-ajan ennustettavuudesta tai luotettavuudesta. Toimintavarmuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Keli, onnettomuudet
- Tien ominaisuudet (esim. kaistamäärä)
- Liikenteen hallinta, seurantatiedon saatavuus
- Vaihtoehtoiset reitit, poikkeustilannesuunnitelma.

Matka-ajan mittaukseen perustuen voidaan seurata matka-ajan vaihteluita ja normaalista poikkeavien viivytysten esiintymistä. LK-tietojärjestelmään kirjatavien häiriötilannetietojen pohjalta voidaan myös mitata liikennettä haittaavien tai turvallisuusriskejä aiheuttavien häiriötilanteiden määrää eri väylillä. Kaikkien näiden mittareiden käyttö edellyttää tietolähteiden jatkokehittämistä tilastoinnin osalta.

Toimintavarmuuden mittaamiselle tulevaisuudessa parhaan lähtökohdan muodostaa Tiehallinnon sujuvuustietopalvelu. Matka-ajan mittaukseen perustuen voidaan seurata matka-aikojen vaihtelua ja normaalista merkittävästi poikkeavien viivytysten esiintymistä. Jälkimmäinen mittari edellyttää kuitenkin "normaalista poikkeavien" viivytysten raja-arvon tarkempaa määrittelyä sujuvuustietopalvelun keräämän aineiston pohjalta.

Taulukossa 8 esitetään kolme erityyppistä toimintavarmuuden mittaria. Luokkien raja-arvot on asetettu suuntaa-antavasti ja niitä on tarkennettava jatkossa, kun mittausaineistoa on saatavilla. Luokkarajat esitetyissä kolmessa mittarissa eivät ole verrattavissa toisiinsa, koska mittarit mittaavat hieman eri asioita. Esitetyt toimintavarmuuden mittarit ovat:

- Matka-ajan luotettavuus (matka-ajan hajonta huipputunnin liikennetilanteen aikana)
- Suurten viivytysten esiintyminen (merkittävää haittaa aiheuttavat ruuhkat ja häiriöt)
- Kirjattujen häiriötilanteiden määrä

Mittaristossa "suuri viivytys" on määritelty vähintään 20 minuutin mittaiseksi. Rajauksella on pyritty löytämään ne häiriöt, jotka suurin osa liikkujista kokee niin häiritseviksi, että on valmis muuttamaan reittiään tai kulkumuodon valintaansa. Ruotsalaisen tutkimuksen (Lindkvist 2000) lisäviivytyksen on oltava vähintään 15 minuuttia, että 50 % liikkujista muuttaa käyttäytymistään. Toisessa empiirisessä tutkimuksessa (Khattak ym. 1993) on havaittu, että kun viivytys on vähintään 20 minuuttia, kuljettajien valmius muuttaa käyttäytymistään kasvaa merkittävästi.

Yli 20 minuutin viivytykset aiheutuvat sujuvuustietopalvelussa seurattavilla linkeillä poikkeustilanteista. Normaalin huipputuntiliikenteen aiheuttamat viivytykset yksittäisellä linkillä jäävät yleensä pienemmiksi.

Häiriötilanteiden määrään perustuvan mittarin luokkarajat on asetettu Pääkaupunkiseudun pääväylien liikenteen hallinnan toimenpidesuunnitelmassa (Laine ym. 2006) tehdyn LK-tiedon aineiston analyysin perusteella (kts. kuva 14).

Taulukko 8 Toimintavarmuuden luokittelu eri mittareilla (lasketaan keskimäärin 30 km mittaisille linkeille, kaupunkiseuduilla lyhyemmille).

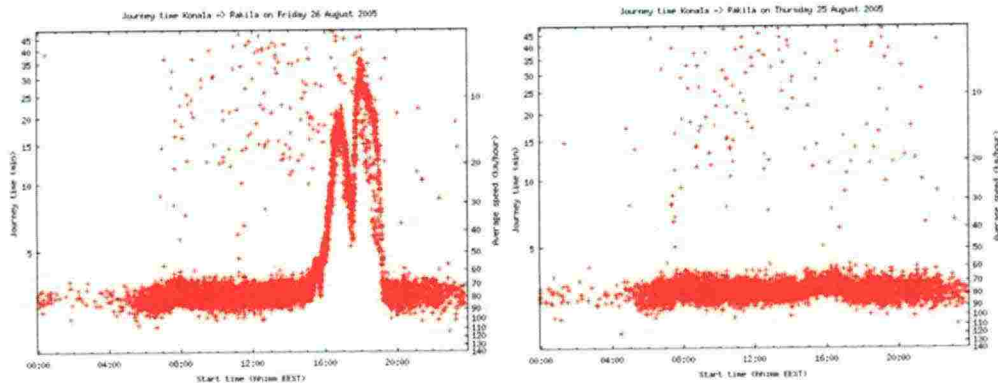
	Matka-ajan luotettavuus	Suurten viivytysten* esiintyminen	Kirjattujen häiriötilanteiden määrä
5 Erittäin hyvä	Matka-ajan kasvu aamun huipputuntina on 95 %:n tilastollisella todennäköisyydellä alle 10 % mediaaniin verrattuna.	Yli 20 minuutin viivytyksiä aiheuttavia häiriöitä ei esiinny lainkaan (0 krt/v)	Toimenpiteitä aiheuttavia liikennehäiriöitä tapahtuu alle 5 kpl/v
4 Hyvä	Matka-ajan kasvu aamun huipputuntina on 95 %:n tilastollisella todennäköisyydellä alle 20 % mediaaniin verrattuna.	Yli 20 minuutin viivytyksiä aiheuttavia häiriöitä esiintyy alle 3 kertaa/v	Toimenpiteitä aiheuttavia liikennehäiriöitä tapahtuu alle 10 kpl/v
3 Tyydyttävä	Matka-ajan kasvu aamun huipputuntina on 95 %:n tilastollisella todennäköisyydellä alle 40 % mediaaniin verrattuna.	Yli 20 minuutin viivytyksiä aiheuttavia häiriöitä esiintyy alle 10 kertaa/v	Toimenpiteitä aiheuttavia liikennehäiriöitä tapahtuu alle 15 kpl/v
2 Huono	Matka-ajan kasvu aamun huipputuntina on 95 %:n tilastollisella todennäköisyydellä alle 60 % mediaaniin verrattuna.	Yli 20 minuutin viivytyksiä aiheuttavia häiriöitä esiintyy alle 20 kertaa/v	Toimenpiteitä aiheuttavia liikennehäiriöitä tapahtuu alle 25 kpl/v
1 Erittäin huono	Matka-ajan kasvu aamun huipputuntina on 95 %:n tilastollisella todennäköisyydellä yli 60 % mediaaniin verrattuna.	Yli 20 minuutin viivytyksiä aiheuttavia häiriöitä esiintyy yli 20 kertaa/v	Toimenpiteitä aiheuttavia liikennehäiriöitä tapahtuu yli 25 kpl/v

(\*Viivytyks = Matka-aika – ajankohdan matka-aikojen mediaani vuositasona)

Häiriötilanteiden vaikutusta toteutuneisiin matka-aikoihin on selvitetty Pääkaupunkiseudun pääväylien telematiikan toimenpidesuunnitelman (Laine ym. 2006) yhteydessä. Seuraavassa on esitetty kahden todellisen häiriötilanteen aiheuttamat viivytykset.

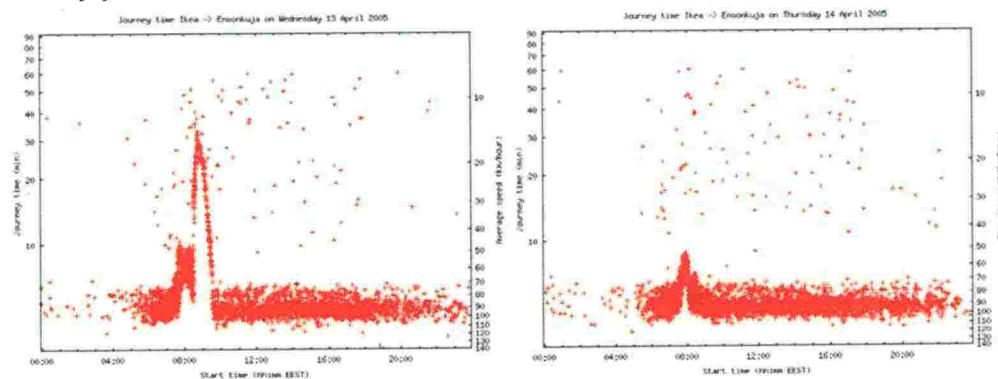
Kuvassa 12 esitetään matka-aika Kehä I:llä itään päin kahtena eri päivänä. Vasemmanpuoleisessa kuvassa nähdään matka-ajan kasvu, joka johtui Hämeenlinnanväylän liittymän kohdalla sattuneesta usean ajoneuvon onnettomuudesta. Oikeanpuoleisessa kuvassa on edellisen päivän matka-ajat samalla linkillä. Kuvista nähdään, että häiriö aiheutti maksimissaan yli 30 minuutin viivytyksen ja tilanteen kesto oli yli kaksi tuntia. Laskennalliset aikakustannukset tästä häiriöstä kohoavat yli 13 000 euroon.





Kuva 12 Onnettomuuden vaikutus matka-aikaan Kehä I:n esimerkissä.

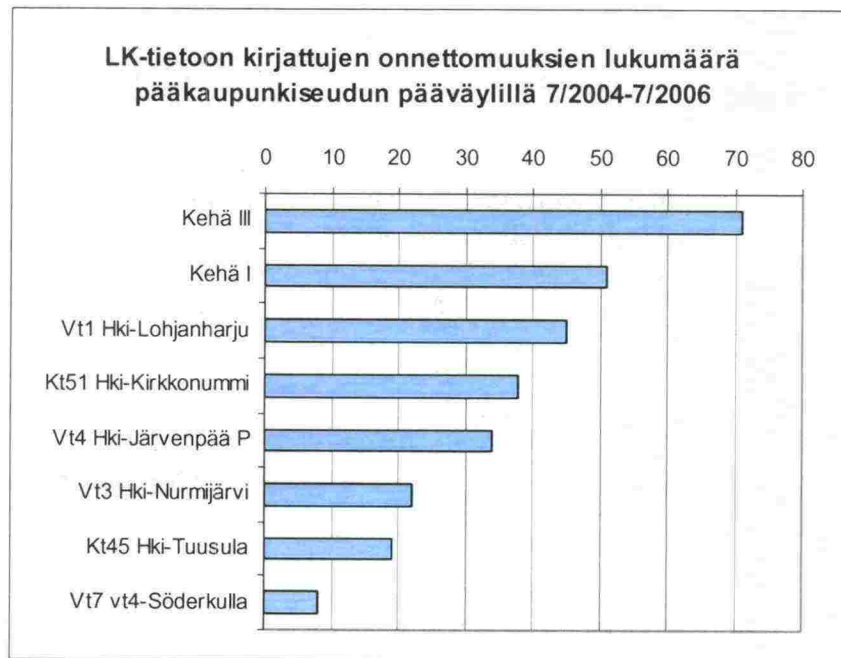
Kuvan 13 esimerkkitapaus on Turunväylältä, jossa on tapahtunut onnettomuus Tuomarilan liittymän kohdalla aamuruuhkan loppupuolella Helsinkiin päin ajettaessa. Onnettomuus aiheutti noin tunnin mittaisen ruuhkan maksimiiviytyksen ollessa noin 25 minuuttia.



Kuva 13 Onnettomuuden vaikutus matka-aikaan Turunväylän esimerkissä.

Poikkeuksellisten häiriöiden kriteerien määrittäminen edellyttäisi riittävän laajan aineiston läpikäyntiä, joten se on mahdollista tehdä vasta sujuvuustietopalvelun käynnistymisen jälkeen. Tulevaisuudessa sujuvuustietopalvelun vakioraportteihin voitaisiin lisätä Tieliito-projektin toimintavarmuuden tunnusluku, joka perustuisi matka-aikatietoon.

Toinen tietolähde toimintavarmuuden mittaamiseen on Tiehallinnon LK-tietojärjestelmä. Järjestelmään kirjataan kaikki Tiehallinnon tietoon tulleet maantieverkon (ja sovitut katuverkon) onnettomuudet ja muut häiriöt, jotka aiheuttavat liikenteelle haittaa tai vaaraa. LK-tiedon hyödyntämisen kannalta ongelma on järjestelmän hankala käytettävyys historiatietojen analyysin osalta. Käytännössä väyläkohtaiset häiriötilanteiden määrät on laskettava järjestelmästä saatavasta raakadatasta. Kuvassa 14 on esitetty lasketut häiriötilanteiden määrät kahden vuoden ajalta tietyiltä pääväyläjaksoilta. (Laine ym. 2006)



Kuva 14 LK-tietoon kirjattujen onnettomuustilanteiden määrät pääväylillä välillä heinäkuu 2004 – heinäkuu 2006 (Lähde: Tiehallinnon LK-tietojärjestelmä).

LK-tietojärjestelmän tehokas hyödyntäminen toimintavarmuuden mittaamisessa edellyttäisi tilastokäyttöliittymän kehittämistä järjestelmään tai vähintään käytäntöä, jossa kerran vuodessa raportoitaisiin erityyppisten häiriötilanteiden määrät tieverkon osilla. Mittaristo voi olla myös tarpeen suhteuttaa väylänpituuteen, jolloin eripituisten jaksojen vertailukelpoisuus paranee. Mittarin kehittäminen edellyttää laajemman aineiston analysointia.

## 5.5 Mittausmenetelmät

Tässä raportissa esitettyjen mittareiden hyödyntämät tietolähteet ja mittausmenetelmät ovat:

- Tiehallinnon matka-aikamittaus- ja sujuvuustietopalvelu (käytössä huhtikuusta 2008 lähtien)
- Tierekisterin tiestötiedot, KVL-tiedot ja huipputuntitiedot.
- Tiehallinnon liikennekeskuksen LK-tietojärjestelmä.
- Matka-ajan otostutkimusmenetelmät, tulevaisuudessa myös FCD-menetelmät.

Tärkein mittausmenetelmä on sujuvuustietopalvelun hyödyntämä matka-aikamittaus. Tiehallinnon sujuvuustietopalvelu yhdistelee rekisterikilpien tunnistusmenetelmällä 3200 km verkolta kerättävää matka-aikatietoa Tiehallinnon LAM-järjestelmän keräämiin tietoihin. Sujuvuustietopalvelun suurin kehittämistarve liittyy palvelun tilastotyökalujen ja vakiomuotoisten raporttien sisältöön. Tässä työssä esitetyt mittarit tulisi sisällyttää palveluun siten, että toimivuuden kehittymisen seuranta ja erilaisten analyysien teko olisi nopeaa ja yksinkertaista. Toinen kehittämistarve liittyy ajoneuvotyyppien erotteluun matka-ajan mittauksessa. Tämä voitaisiin toteuttaa joko kehittämällä ajoneuvorekisteriä siten, että se sisältäisi tiedot ajoneuvoluokista. Rekisterin kehittäminen kuuluisi ajoneuvohallinnon vastualueelle. Toinen vaihtoehto on li-

sätä kamerajärjestelmään hahmontunnistusta, jolloin raskaiden ajoneuvojen matka-ajat voidaan erottaa kevyiden ajoneuvojen matka-ajoista.

Sujuvuustietopalvelu kattaa ainoastaan runkotieverkon, suurten kaupunkiseutujen ruuhkautuvat pääväylät sekä rajaliikenteen keskeiset väylät. Muun päätieverkon osalta mittaristo hyödyntää tierekisterin tietojen perusteella mallinnettuja matka-aikoja. Tierekisterin liikennetiedot perustuvat LAM-järjestelmän keräämiin tietoihin sekä yleiseen liikennelaskentaan. Siten LAM-järjestelmän tietoja hyödynnetään mittaristossa runkotieverkon ulkopuolisen päätieverkon osalta.

Työssä ei ole esitetty toimivuusmittareita, jotka perustuvat pelkästään LAM-järjestelmällä kerättyihin tietoihin. LAM-järjestelmän tietojen hyödyntämisen kannalta ongelma on pistekohtaisuus. Ruuhkautuvalla tieverkolla pistekohmainen mittaus ei anna oikeaa kuvaa toimivuudesta, koska mittaustulos riippuu mittauspisteen sijainnista suhteessa verkon pullonkauloihin. Esimerkiksi pääkaupunkiseudun pääteillä olevat 26 LAM-pistettä eivät anna tarkkaa kuvaa liikkujien kokemasta sujuvuudesta, koska linkin matka-aikaa ei luotettavasti voi estimoida yhden pisteen mittaustuloksen perusteella. Myös Hollannissa on tultu samaan johtopäätökseen ja siellä ollaan valtakunnan päätieverkolla siirtymässä tiheästä (jopa 500 m välein) mittauspisteverkosta linkkien matka-aikamittaukseen juuri siitä syystä, että ruuhkautuvilla väylillä pistemittaus ei ole koettu riittävän luotettavaksi (Linszen 2007).

LAM-järjestelmä voisi soveltua sellaisten väylien mittaamiseen, joilla ruuhkautumista ei esiinny. Näillä väylillä muusta liikenteestä johtuva sujuvuus ei kuitenkaan ole merkittävä toimivuuden osatekijä, vaan tärkeimmäksi tekijäksi nouseekin yhdistävyyden mittaaminen.

Matka-aikojen mittauksen osalta merkittävä puute on, että tuleva sujuvuustietopalvelu kattaa ainoastaan Tiehallinnon päätieverkon tärkeimmät yhteysväylät ja kaupunkiseutujen pääväylät. Palvelu kattaa pääosan nykyisin ruuhkautuvasta maantieverkosta, mutta sen ulkopuolelle jää kaupunkien katuverkko ja muutamat ruuhkautuvat seututiet. Liikkujien, ja liikkumista koskevan tutkimuksen ja seurannan kannalta kiinnostavaa on kuitenkin mitata koko matkan sujuvuutta esimerkiksi kaupunkikeskustasta keskustaan. Tätä puutetta voidaan kustannustehokkaasti poistaa säännöllisin, esimerkiksi vuoden välein toteutettavin otostutkimuksin. Mahdollisia mittaamenetelmiä ovat siirrettävät rekisterikilpien tunnistuskamerat sekä perinteinen kelluvan ajoneuvon menetelmä, jota YTV käyttää omissa matka-aikatutkimuksissaan. Tulevaisuudessa toimivuuden analyyseissä onkin pyrittävä yhdistelemään eri organisaatioiden tuottamaa tutkimustietoa siten, että mittauserä kattaa koko matka- ja kuljetusketjun.

## 5.6 Mittareiden käyttö

Toimivuustiedon käyttötarpeita Tiehallinnon toiminnassa käsiteltiin kohdassa 2.4. Seuraavassa esitetään suositukset, miten edellä määriteltyjä tunnuslukuja ja mittareita voidaan soveltaa tienpidon eri vaiheissa.

### Tiestön tilan seuranta ja raportointi

**Yhdistävyyden** seuraaminen on kiinnostavaa lähinnä päätieverkon osalta. Päätieverkon yhdistävyyden kehittymistä voidaan seurata laskemalla tierekisteristä esim. vuosittain (1.1. tilanne) yhdistävyys yhteysväleittäin. Yhteysvälijaottelu voisi olla esimerkiksi sama mitä pääteiden kehittämissuunnitelmassa strategiakortteineen käytetään.

Raportoitavat yhdistävyyden tunnusluvut voisivat olla seuraavat:

- keskimääräinen (liikennesuoritteella painotettu) yhdistävyys
  1. runkoverkolla
  2. muulla päätieverkolla

**Sujuvuustietopalvelusta** huhtikuusta 2008 lähtien saatavien matkaiikatietojen (runkotieverkko, kaupunkiseutujen ruuhkautuvat väylät sekä tärkeimmät rajaliikenteen väylät) avulla voidaan ryhtyä systemaattisesti raportimaan liikenteen sujuvuuden ja toimintavarmuuden kehittymisestä keskeisellä tieverkolla. Todennäköisesti järkevin raportointiväli olisi yksi vuosi, jolloin tiedon voi liittää esimerkiksi Tiehallinnon vuosikertomukseen ja internet-sivujen tilastoihin.

Sujuvuutta voidaan tarkastella esim. seuraavasti:

- tiepituus eri sujuvuusluokissa
- liikennesuoritteen (ajoneuvokilometrit) jakautuminen sujuvuusluokkiin
- raskaan liikenteen ajoneuvokilometrisuoritteen jakautuminen sujuvuusluokkiin
- tieverkon sujuvuusluokat ja niiden muutokset karttaesityksenä

**Toimintavarmuuden** kehittymistä olisi perusteltua seurata sekä sujuvuustieto- että LK-tietojärjestelmän avulla. Järjestelmästä voitaisiin raportoida raa-  
katiedoksi kerran vuodessa erityyppisten häiriötilanteiden määrä yhteysväleittäin.

Raportoitavina toimintavarmuuden tunnuslukuina voisivat olla seuraavat:

- tiepituus eri toimintavarmuusluokissa
- liikennesuoritteen (ajoneuvokilometrit) jakautuminen toimintavarmuusluokkiin
- raskaan liikenteen ajoneuvokilometrisuoritteen jakautuminen toimintavarmuusluokkiin
- yli 20 minuutin häiriöiden määrä runkoverkolla / muulla verkolla

## Tiepolitiikka ja strateginen suunnittelu

Pitkän aikavälin suunnitelmissa ja linjauksissa edellä kuvatut seurantaraportit ovat käyttökelpoista nykytilan kuvauksen aineistoa. Suunnittelutehtävästä riippuen yhdistävyyden, sujuvuuden ja toimintavarmuuden tunnuslukuja voi olla perusteltua esittää yhteysväleittäin ja/tai alueittain. Nykytilan ja menneen kehityksen esittäminen ei kuitenkaan palvele pitkän aikavälin suunnitelmalla ratkaistavien ongelmien kuvaamista. Näin ollen tarvitaan ennusteet toimivuuden kehittymisestä 20–30 vuoden ajanjakson kuluessa eri vaihtoehdoissa (esimerkiksi nykyverkko, parannettu nykyverkko, tavoiteverkko). Tällä hetkellä (ja vielä useita vuosia) ennusteet voi parhaiten määrittää IVAR-ohjelmalla:

- Nopeustaso- ja suoritemuutosten kautta voidaan määrittää painotetun yhdistävyyden muutos (toimien ”kutistava” vaikutus).
- Pitkän aikavälin ennustetilanteessa huipputuntien laskennallisten matka-aikojen kautta voidaan tehdä sujuvuusennuste.
- Toimintavarmuusennuste ei ole laskettavissa, mutta sitä voidaan arvioida suunniteltujen toimien sekä sujuvuusmuutosten perusteella.

Kun sujuvuustietopalvelusta tuotettua seurantatietoa on vastaisuudessa käytettävissä useilta vuosilta, voidaan sitä käyttää tutkimusaineistona laskentamallien kehittämisessä.

## Liikennejärjestelmätyö

Esitetyt toimivuuden seurannan tunnusluvut ovat liikennejärjestelmätyössä tausta-aineistoa. Sujuvuustietopalvelu tai muukaan liikenteen seuranta ei kykene yhdistämään matka- ja kuljetusketjuja tai käyttäjäsegmenttejä kerättyyn dataan.

Esitettyjä mittareita voidaan kuitenkin käyttää hyväksi silloin, jos asiakastarveanalyysin kautta ensin tunnistetaan kiinnostavat verkon osat ja ajankohdat, joilta tietoa hankitaan ja tunnusluvut lasketaan. Yleisemmin toimivuuspuutteiden kohdistumista voidaan arvioida esim. tieliikenteen koostumuksen ja vaihtelumuotojen perusteella. Näiden avulla voidaan arvioida onko tie tärkeä raskaan liikenteen väylä (raskaan liikenteen osuus ja määrä), työssäkäyntiliikenteen väylä (tuntivaihteluluokka) tai mökkiliikenteen väylä (kausi-vaihteluluokka/ tuntivaihteluluokka). Toisin sanoen mittariston käyttäjän tulee tulkita tunnuslukuja liikennejärjestelmän eri käyttäjäsegmenttien kannalta.

## Hanketason ja toimenpiteiden suunnittelu

Hanketasolla toimivuuden tunnuslukuja voidaan yleisesti käyttää strategisen suunnittelun tason tavoin nykytilan, tulevien ongelmien ja vaikutusten kuvaamisen. Alueellinen rajaus on tällöin sovittava hankkeen vaikutusalueeseen.

Kun sujuvuustiedoista koottua matka-aikatietoa on käytettävissä useammalta vuodelta, voidaan tietoja hyödyntää viivytysten ja toisaalta hankkeella saavutettavien hyötyjen tarkempaan laskentaan.

## Liikenteen hallinta ja tiedotus

Sujuvuustietopalvelusta saatavaa reaaliaikaista tietoa käytetään liikenteen hallinnan ja liikenteen tietopalveluiden tuottamisen apuna. Tässä työssä tehdyt analyysit osoittavat, että Tiehallinnon tiedotuksessa käyttämä 5-portainen sujuvuusluokittelu, joka on laadittu pistemittausta varten, ei sovellu hyvin pitkien linkkien sujuvuuden ajantasaiseen tarkasteluun matka-aikamittauksen avulla. Liikenteen hallinnan toimenpiteiden suunnittelussa mittareita voidaan hyödyntää kuten strategisen tason suunnittelussakin.

## Hankinta

Sujuvuuden ja mahdollisesti toimintavarmuuden mittareita voidaan käyttää toimivuusvaatimuksia asetettaessa ja niiden täyttymisen seurannassa. Sujuvuusmittari soveltuu hankinnassa erityisesti tiejaksoille, joilla nykyiset sujuvuusongelmat ovat pieniä. Nykytilanteessa päivittäin pahoin ruuhkautuvilla tiejaksoilla sujuvuusmittari soveltuu paremmin huipputuntien ulkopuolella hyödynnettäväksi. Huipputuntien aikana keskeistä on sovituksen kapasiteetin ja toimintavarmuuden tarjoaminen, jolloin esitetty toimintavarmuuden mittari on paremmin hyödynnettävissä.

Taulukko 9 Toimivuuden mittarien soveltuvuus toimivuustiedon käyttötarkoituksiin

	Yhdistävyys				Sujuvuus				Toimintavarmuus			
	Päätiet	Kaupunkiväylät	Seututiet	Yhdystiet	Päätiet	Kaupunkiväylät	Seututiet	Yhdystiet	Päätiet	Kaupunkiväylät	Seututiet	Yhdystiet
Strateginen taso (toimintalinjat, pitkän aikavälin suunnitelmat)	XX				XX	XX	X	X	XX	XX		
Hanketaso (yksittäiset hankkeet ja toimet)	X		X	X	XX	XX	X	X	XX	XX		
Liikennejärjestelmätyö					X	X	X	X	XX	XX	X	X
Ohjelmointi (toiminta- ja taloussuunnitelmat, investointiohjelmat)					XX	XX						
Operatiivinen taso (kunnossapito, liikenteen palvelut)					X	X			X	X		
Hankinta					XX	XX			XX	XX		

XX = soveltuu hyvin, X = soveltuu osittain

## 6 YHTEENVETO JA JATKOKEHITTÄMISTARPEET

### 6.1 Yhteenveto tieliikenteen toimivuuden mittareista

Toimivuus on osa tieliikenteen palvelutasoa. Tässä työssä käytetyn määrittelyn mukaisesti toimivuus on sitä, että matkaan kuluu mahdollisimman vähän aikaa, liikkuminen on sujuvaa ja että ajan kuluminen ja sujuvuus osataan ennakoida. Liikenteen palvelutaso on laajempi käsite, jonka määrittelyssä voidaan ottaa laajemmin huomioon myös mm. liikkumisen mukavuuteen ja turvallisuuteen liittyviä tekijöitä.

Työssä esitetyt toimivuuden mittarit perustuvat matka-ajan ja sen vaihteluiden mittaamiseen. Matka-aika ja sen vaihtelu muodostuvat kolmesta osatekijästä:

1. Yhdistävyys
2. Sujuvuus
3. Toimintavarmuus

Toimivuuden eri osatekijöitä on mahdollista mitata erikseen. Erikseen mitattuna toimivuuden osatekijöistä saadaan paremmin hyödynnettävää tietoa tienpidon suunnittelun tueksi.

Tieverkon yhdistävyys riippuu tien kiinteistä ominaisuuksista eikä sen mittaaminen edellytä tiedon keräämistä liikenteestä. Yhdistävyys kuvaa tien nopeusrajoitusten mukaista matka-aikaa hyvissä olosuhteissa ilman muun liikenteen vaikutusta. Yhdistävyyden mittaamiselle ei ole merkittävää tarvetta sillä nykyisen tieverkon yhdistävyyden voidaan katsoa olevan Suomessa hyvä eikä yhdistävyydspuutteita käytännössä ole. Tieverkon toimivuuspuutteet painottuvat nykyisin yhdistävyyttä enemmän sujuvuuteen ja toimintavarmuuteen.

Sujuvuutta ja toimintavarmuutta voidaan mitata liikenteestä kerättävän tiedon avulla. Nykyisin liikenteestä kerättävää matka-aikatietoa käytetään lähinnä hetkellisestä sujuvuustilanteesta tiedottamiseen. Mahdollisuudet toimivuuden mittaamiseen paranevat merkittävästi Tiehallinnon sujuvuustietopalvelun laajentuessa kattamaan tärkeimmät päätieverkon yhteysvälit ja suurten kaupunkiseutujen pääväylät. Tällöin myös tiedon hyödyntämistä nykyistä laajemmin tienpidon eri osa-alueilla tulee kehittää.

Sujuvuutta esitetään mitattavaksi ennakoitavissa olevan liikenteen vaihtelun aiheuttamien viivytysten perusteella. Sujuvuutta tarkastellaan usein toistuvien viivytysten perusteella vertaamalla huipputuntien matka-aikoja vapaisiin olosuhteisiin. Vertailukohtana käytetään matka-ajan mediaania, joka vuositasolla vastaa hyvin vapaiden olosuhteiden matka-aikaa. Parhaissa luokissa ruuhkatilanteita sekä esiintyy harvemmin että ne ovat vaikutuksiltaan lievempiä kuin huonommissa luokissa.

Sujuvuusmittari kuvaa sitä kuinka usein tien liikennekysyntä on lähellä kapasiteettia tai ylittää sen. Mittarin etuna nykyisiin palvelutason laskentamalleihin verrattuna on se, että toimivuuden kehittymistä voidaan seurata automaattisesti sujuvuustietopalvelun perusteella. Mitattu toimivuus kuvaa myös paremmin todellista tilannetta tieverkolla, koska myös tarkastelujakson ulko-

puolella sijaitsevien pullonkaulojen vaikutukset näkyvät mitatuissa matka-ajoissa.

Käytettäessä sujuvuusmittaria sujuvuustietopalvelun ulkopuolisella tieverkol-la, sujuvuuden kehittymisen ennakkointiin tai hankkeiden vaikutusten arviointiin liittyy mittariin samoja ongelmia ruuhkautumisen vaikutusten arvioinnissa kuin muihinkin sujuvuuden arviointimenetelmiin. Tästä huolimatta sujuvuusmittari on toimivuuden tunnusluvuista laajimmin hyödynnettävissä tienpidon eri tasoilla.

Toimintavarmuuden mittaamiseen ei Suomessa ole ollut käytäntöä. Toimintavarmuutta esitetään mitattavaksi useamman eri tekijän perusteella. Sujuvuustietopalvelun tuottamien tietojen perusteella esitetään mitattavaksi matka-aikojen vaihtelua huipputuntien liikenteen aikana sekä suurten viivytysten esiintymistä.

Matka-aikojen vaihtelua huipputuntien aikana kuvaa 95 %:n todennäköisyydellä toteutuva maksimiviivytys verrattuna huipputuntien matka-ajan mediaaniin. Mittari kuvaa sitä kuinka suureen matka-ajan vaihteluun tienkäyttäjän on normaalissa ruuhkaliikenteessä varauduttava.

Suurilla viivytyksillä tarkoitetaan sellaisia tilanteita, joissa liikenteelle aiheutuu yli 20 minuutin viivytys verrattuna matka-ajan mediaaniin. Yleensä tätä suuremmat viivytykset aiheutuvat sujuvuustietopalvelussa seurattavilla linkeillä poikkeustilanteista. Normaalin huipputuntiliikenteen aiheuttamat viivytykset yksittäisellä linkillä jäävät yleensä pienemmiksi. Absoluuttisen luvun (20 min) soveltuvuus suuren viivytyksen määritelmään tulee jatkossa varmistaa erimittaisilta linkeiltä saatavissa olevan todellisen historia-aineiston perusteella.

## 6.2 Jatkokehittämistarpeet ja arvio kustannuksista

### Sujuvuustietopalvelun kehittäminen

Tiehallinnon valtakunnallinen sujuvuustietopalvelu on tulevaisuudessa tärkein tietolähde toimivuustiedon tuottamiseksi liikenteestä kerättävän tiedon perusteella. Palvelun kautta on huhtikuusta 2008 lähtien mahdollista saada käyttöön ajantasaisten matka-aikatietojen lisäksi myös historiatietoja sekä erilaisia raportteja, analyysejä ja toistuvia määrämuotoisia tilastoja. Tässä työssä esitetyt tunnusluvut ei palvelusta saa suoraan, vaan tunnusluvut pitää laskea tilattavan "raakadatan" eli yksittäisten ajoneuvojen havaintojen pohjalta. Jatkossa tulisi tutkia mahdollisuutta liittää esitetyt sujuvuus- ja toimintavarmuusmittarit sujuvuustietopalvelussa automaattisesti tuotettaviin raportteihin. Myös ajoneuvoluokakohtaista matka-aikojen mittausta on tarpeen kehittää mm. joukkoliikenteen tilan seuranta, rajaliikenteen hallinnan tarpeisiin sekä yleisesti eri kulkumuotojen toimivuuden vertailuun.

Tulevaisuudessa tulee pyrkiä integroimaan eri toimijoiden sujuvuuden mittauksia siten, että mittausverkko kattaa tärkeät yhteysvälit päästä päähän, eli esimerkiksi kaupungin keskustasta keskustaan.

### LK-tietojärjestelmän kehittäminen

Toimintavarmuuden mittaamiseksi sujuvuustietopalvelulle vaihtoehtoisena ja maantieteellisesti kattavampana tietolähteenä voidaan käyttää Tiehallinnon



liikennekeskuksen LK-tietojärjestelmää. Järjestelmän tehokas hyödyntäminen toimintavarmuuden mittaamisessa edellyttäisi tilastokäyttöliittymän kehittämistä järjestelmään tai vähintään käytäntöä, jossa kerran vuodessa raportoitaisiin erityyppisten häiriötilanteiden määrät tieverkon osilla. Myös häiriötilanteiden paikannuksessa on puutteita, jotka voivat hieman vaikuttaa tulosten luotettavuuteen, vaikkakin mittaria sovelletaan tiejaksoittain, jolloin tarkka sijainti ei ole niin merkityksellinen.

#### Mallien kehittäminen

Sujuvuuden kehittymistä ja hankkeiden vaikutuksia sujuvuuteen voidaan arvioida laskentamallien avulla. Kaupunkiseutujen ulkopuolisella verkolla matka-aikoja voidaan arvioida Tiehallinnon IVAR-ohjelmalla. Huipputuntien linkikohtaiset matka-ajat tulisi tätä tarkoitusta varten kuitenkin lisätä ohjelman automaattisesti tuottamiin tuloksiin.

Sujuvuustietopalvelusta kerättävä aineisto mahdollistaa tulevaisuudessa sujuvuuden ja toimintavarmuuden arviointimenetelmien kehittämisen sujuvuustietopalvelun ulkopuolelle jäävälle tieverkolle. Menetelmiä voidaan hyödyntää myös viivytysten tulevan kehittymisen ennustamiseen ja toisaalta hankkeilla saavutettavien hyötyjen tarkempaan laskentaan.

#### Mittariston edelleen kehittäminen

Edellä esitetyt mittarit ja luokittelun raja-arvot ovat alustavia ehdotuksia. Sujuvuustietopalvelun käyttöönoton jälkeen on tarpeen tarkastella esitettyjä mittareita uudelleen laajemmalta tieverkolta kerätyn aineiston pohjalta. Samalla tulee arvioida myös mittareiden soveltuvuutta eripituisille mittauslinkeille.

Esitetty mittaristo ja käytössä olevat mittausmenetelmät kuvaavat tieliikenteen toimivuutta autoliikenteen näkökulmasta. Jatkossa toimivuuden mittausta tulisi kehittää kattamaan myös joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen toimivuuden.

Joukkoliikenteen yhdistävyyttä tarkasteluun voidaan suhteellisen yksinkertaisestikin muodostaa esitettyä autoliikenteen pitkien yhteysvälien yhdistävyyttä vastaava mittari lisäämällä vaikuttaviin tekijöihin mm. vuorotiheys. Vastaavan tyyppisiä mittareita on aiemminkin käytetty joukkoliikenteen palvelutasoanalyysissä. Alemaalla tieverkolta yhdistävyyden tarkastelu edellyttää monipuolisempaa analyysia maankäytön ja palveluiden sijoittumisesta todellisten yhdistävyydspuutteiden löytämiseksi kuten autoliikenteelläkin.

Lähitulevaisuudessa joukkoliikenteen sujuvuudesta ja toimintavarmuudesta on eri toimijoiden järjestelmien keräämiä tietoja yhdistelemällä saatavissa kattavasti tietoa. Kehittämällä joukkoliikenteen toimivuutta kuvaava mittaristo tämän työn mittaristoja vastaavalla tavalla on mahdollista verrata kulkumuotojen toimivuutta toisiinsa. Tällaiselle mittaristolle löytyy useita käyttökohteita liikennejärjestelmätyöstä tiedotukseen.

Kevyen liikenteen kannalta toimivuusmittariston kehittäminen edellyttäisi kevyen liikenteen toimivuuteen ja laajemmin koko palvelutasoon vaikuttavien tekijöiden tarkempaa selvittämistä. Tarkastelu tulisi tehdä erikseen kävelyn ja pyöräilyn näkökulmista.

Yhteenveto kehittämistarpeista ja kustannusarvio

Seuraavassa taulukossa on esitetty mittariston ja tietolähteiden kehittämistarpeet ja niiden karkeat kustannusarviot.

*Taulukko 10 Jatkohankkeiden kustannusarviot.*

<b>Kehittämistarve</b>	<b>Kustannusarvio (euroa)</b>
Sujuvuustietopalvelun mittariston ja raportoinnin kehittäminen. Mittariston testaus ja tarkentaminen.	70 000
Sujuvuustietopalvelun ajoneuvoluokkien tunnistuksen kehittäminen	50 000–100 000
LK-tietojärjestelmän tilastoinnin kehittäminen	Ei arvioitu
Joukkoliikenteen toimivuusmittariston kehittäminen	50 000
Kevyen liikenteen toimivuusmittariston kehittäminen	50 000

## LÄHDELUETTELO

- Bailey Kenneth D. (1994): Typologies and taxonomies: an introduction to classification techniques. Sage university papers, Quantitative applications in the social sciences: 102. Thousand Oaks, California.
- Holopainen Martti (1992). Tilastomatematiikan perusteet. Kustannusyhtiö Otava.
- Hokkanen Joonas (2004). Tiedon laatu tienpidon vaikutusten käsittelyssä. Tiehallinnon selvityksiä 17/2004. Helsinki
- Khattak A, Koppelman F, Schofer J. (1993). Stated preferences for investigating commuter's diversion propensity. Transportation, vol. 20.
- Kiljunen Matti, Summala Heikki. (1996). Ruuhkaisuuden kokeminen ja liikennetilannetiedottaminen. Tielaitoksen selvityksiä 25/1996. Helsinki.
- Kosonen Iisakki, Pahlman Sauli. (2005). Ajantasaisen liikennetilannemallin tuottaminen floating car -datan avulla. Esiselvitys. Aino-julkaisuja 12/2005. Helsinki.
- Kurki Timo, Spoof Harri, Malmivuo Mikko Petäjä Sami ja Leinonen Jarkko (2004). Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset. VTT tiedotteita 2268. Espoo.
- Kähkönen Ari, Innamaa Satu. (2006). Matka-aikatiedon hankinta, Esiselvitys. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 2/2006. Helsinki.
- Laine Tomi, Salonen Tuuli, Niinikoski Miikka, Toivola Heta, Lähesmaa Jukka, Kuusela Anssi, Kokkinen Matti. (2006). Pääkaupunkiseudun pääväylien telematiikka, toimenpidesuunnitelma 2007–2015. Tiehallinto, Uudenmaan tiepiiri, Helsinki.
- Lindkvist A. (2000). Bilisternas val i trafiken. TFK Rapport 2000:5. Institutet för transportforskning, Stockholm.
- Linssen Jan. Managing Director ARS Traffic & Transport Technology, Hollandi. Puhelinhaastattelu 3.10.2007.
- Litman Todd. (2005). Measuring Transportation: traffic, mobility and accessibility. Victoria Transport Policy Institute. Canada.
- Luoma Sami. (1998). Tieliikenteen sujuvuus ja sen mittaaminen. Tielaitoksen selvityksiä 21/1998. Helsinki.
- Luttinen, Tapio & Innamaa, Satu (2000). Nordic Highway Capacity. Uninterrupted Flow Facilities in Denmark, Finland, Norway and Sweden. Finnra Internal Publications 4/2000. 30 s.
- Nevala Riku, Niittymäki Jarkko, Rautio Janne, Penttinen Merja, Rämä Pirkko. (2003). Liikenteen palvelutason määritelmiä, tekijöitä ja mittareita. Esiselvitys. Tiehallinnon selvityksiä 42/2003.

Scholliers Johan, Sandberg Heidi, Koskinen Katri, Salonen Jarno. (2006). Sähköisen rekisterikilven käyttömahdollisuudet. Aino-julkaisuja 28/2006. Helsinki.

Tiehallinto. (2005). Tieliikenteen ajokustannusten laskenta. Helsinki.

Tiehallinto. (2007a). Matka-aikatietopalvelu 2008–2013 -tarjouspyynnön liite 2: Sujuvuustietopalvelun tieverkkokuvaus.

Tiehallinto. (2007b). Matka-aikatietopalvelu 2008–2013 -tarjouspyynnön liite 3. Sujuvuustietopalvelun ja matka-aikatietopalvelun vaatimusmäärittelyt.

Vägverket. (2007a). Strategisk Plan 2008–2017. Publication 2007/37.

Vägverket. (2007b). Sectoral Report 2006. The road transport sector. Publication 2007/22.

Washington State Department of Transport. (2006). Priorities of Government Indicators. <http://www.ofm.wa.gov/fiscal/pog/indicators/06.asp>.

ISSN 1457-9871  
ISBN 978-952-221-026-5  
TIEH 3201088